

# 文明之光

第一册 吴军 著

JUST { PUB

人类几千年的文明史和地球的历史相比，实在是太短暂了，大约相当于几分钟和一年的关系。

人类已经走过的路，相比今后要走的漫漫长路，只能算是刚刚起步。如果跳出一个个具体事件，站在历史的高度去看，我们会发现人类是向着美好的方向发展的。对于人类遇到的问题，最终我们会发现答案比问题更多。

# 文明之光

第二册 吴军 著

JUST { PUB

人类几千年的文明史和地球的历史相比，实在是太短暂了，大约相当于几分钟和一年的关系。

人类已经走过的路，相比今后要走的漫漫长路，只能算是刚刚起步。如果跳出一个个体事件，站在历史的高度去看，我们会发现人类是向着美好的方向发展的。对于人类遇到的问题，最终我们会发现答案比问题更多。

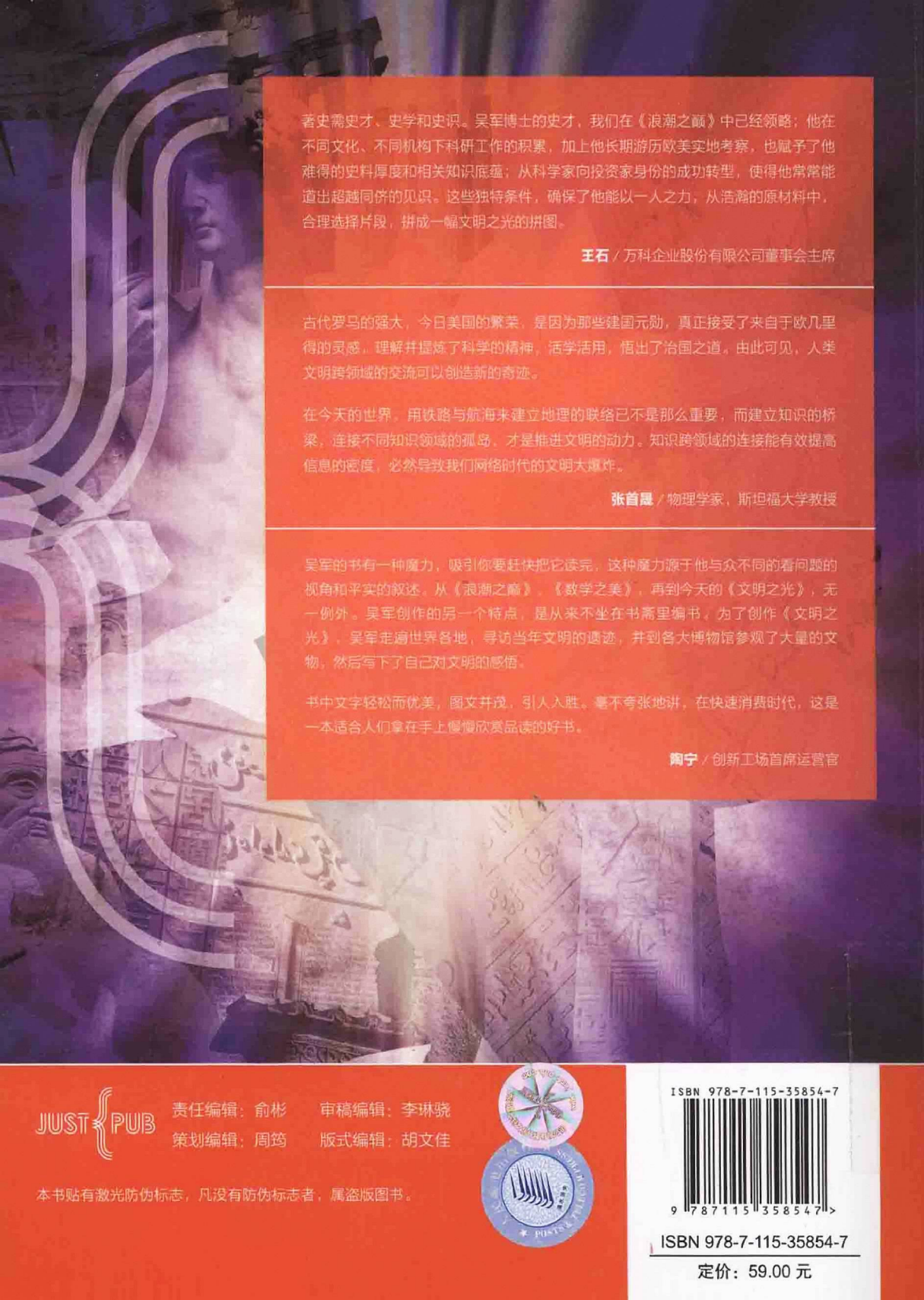
# 文明之光

第三册 吴军 著

JUST { PUB

人类几千年的文明史和地球的历史相比，实在是太短暂了，大约相当于几分钟和一年的关系。

人类已经走过的路，相比今后要走的漫漫长路，只能算是刚刚起步。如果跳出一个具体事件，站在历史的高度去看，我们会发现人类是向着美好的方向发展的。对于人类遇到的问题，最终我们会发现答案比问题更多。



著史需史才、史学和史识。吴军博士的史才，我们在《浪潮之巅》中已经领略；他在不同文化、不同机构下科研工作的积累，加上他长期游历欧美实地考察，也赋予了他难得的史料厚度和相关知识底蕴；从科学家向投资家身份的成功转型，使得他常常能道出超越同侪的见识。这些独特条件，确保了他能以一人之力，从浩瀚的原材料中，合理选择片段，拼成一幅文明之光的拼图。

王石 / 万科企业股份有限公司董事会主席

古代罗马的强大，今日美国的繁荣，是因为那些建国元勋，真正接受了来自于欧几里得的灵感，理解并提炼了科学的精神，活学活用，悟出了治国之道。由此可见，人类文明跨领域的交流可以创造新的奇迹。

在今天的世界，用铁路与航海来建立地理的联络已不是那么重要，而建立知识的桥梁，连接不同知识领域的孤岛，才是推进文明的动力。知识跨领域的连接能有效提高信息的密度，必然导致我们网络时代的文明大爆炸。

张首晟 / 物理学家，斯坦福大学教授

吴军的书有一种魔力，吸引你要赶快把它读完，这种魔力源于他与众不同的看问题的视角和平实的叙述。从《浪潮之巅》、《数学之美》，再到今天的《文明之光》，无一例外。吴军创作的另一个特点，是从来不在书斋里编书。为了创作《文明之光》，吴军走遍世界各地，寻访当年文明的遗迹，并到各大博物馆参观了大量的文物，然后写下了自己对文明的感悟。

书中文字轻松而优美，图文并茂，引人入胜。毫不夸张地讲，在快速消费时代，这是一本适合人们拿在手上慢慢欣赏品读的好书。

陶宁 / 创新工场首席运营官

JUST { PUB

责任编辑：俞彬 审稿编辑：李琳骁  
策划编辑：周筠 版式编辑：胡文佳

本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。



ISBN 978-7-115-35854-7



9 787115 358547 >

ISBN 978-7-115-35854-7

定价：59.00 元

著史需史才、史学和史识。吴军博士的史才，我们在《浪潮之巅》中已经领略；他在不同文化、不同机构下科研工作的积累，加上他长期游历欧美实地考察，也赋予了他难得的史料厚度和相关知识底蕴；从科学家向投资家身份的成功转型，使得他常常能道出超越同侪的见识。这些独特条件，确保了他能以一人之力，从浩瀚的原材料中，合理选择片段，拼成一幅文明之光的拼图。

王石 / 万科企业股份有限公司董事会主席

古代罗马的强大，今日美国的繁荣，是因为那些建国元勋，真正接受了来自于欧几里得的灵感，理解并提炼了科学的精神，活学活用，悟出了治国之道。由此可见，人类文明跨领域的交流可以创造新的奇迹。

在今天的世界，用铁路与航海来建立地理的联络已不是那么重要，而建立知识的桥梁，连接不同知识领域的孤岛，才是推进文明的动力。知识跨领域的连接能有效提高信息的密度，必然导致我们网络时代的文明大爆炸。

张首晟 / 物理学家，斯坦福大学教授

吴军的书有一种魔力，吸引你要赶快把它读完，这种魔力源于他与与众不同的看问题的视角和平实的叙述。从《浪潮之巅》、《数学之美》，再到今天的《文明之光》，无一例外。吴军创作的另一个特点，是从来不在书斋里编书。为了创作《文明之光》，吴军走遍世界各地，寻访当年文明的遗迹，并到各大博物馆参观了大量的文物，然后写下了自己对文明的感悟。

书中文字轻松而优美，图文并茂，引人入胜。毫不夸张地讲，在快速消费时代，这是一本适合人们拿在手上慢慢欣赏品读的好书。

陶宁 / 创新工场首席运营官

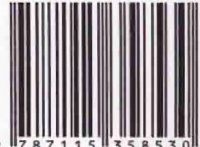
JUST { PUB

责任编辑：俞彬 审稿编辑：李琳骁  
策划编辑：周筠 版式编辑：胡文佳

本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。



ISBN 978-7-115-35853-0



9 787115 358530 >

ISBN 978-7-115-35853-0

定价：59.00 元

著史需史才、史学和史识。吴军博士的史才，我们在《浪潮之巅》中已经领略；他在不同文化、不同机构下科研工作的积累，加上他长期游历欧美实地考察，也赋予了他难得的史料厚度和相关知识底蕴；从科学家向投资家身份的成功转型，使得他常常能道出超越同侪的见识。这些独特条件，确保了他能以一人之力，从浩瀚的原材料中，合理选择片段，拼成一幅文明之光的拼图。

王石 / 万科企业股份有限公司董事会主席

古代罗马的强大，今日美国的繁荣，是因为那些建国元勋，真正接受了来自于欧几里得的灵感，理解并提炼了科学的精神，活学活用，悟出了治国之道。由此可见，人类文明跨领域的交流可以创造新的奇迹。

在今天的世界，用铁路与航海来建立地理的联络已不是那么重要，而建立知识的桥梁，连接不同知识领域的孤岛，才是推进文明的动力。知识跨领域的连接能有效提高信息的密度，必然导致我们网络时代的文明大爆炸。

张首晟 / 物理学家，斯坦福大学教授

吴军的书有一种魔力，吸引你要赶快把它读完，这种魔力源于他与与众不同的看问题的视角和平实的叙述。从《浪潮之巅》、《数学之美》，再到今天的《文明之光》，无一例外。吴军创作的另一个特点，是从来不在书斋里编书。为了创作《文明之光》，吴军走遍世界各地，寻访当年文明的遗迹，并到各大博物馆参观了大量的文物，然后写下了自己对文明的感悟。

书中文字轻松而优美，图文并茂，引人入胜。毫不夸张地讲，在快速消费时代，这是一本适合人们拿在手上慢慢欣赏品读的好书。

陶宁 / 创新工场首席运营官

JUST PUB

责任编辑：俞彬 审稿编辑：李琳骁  
策划编辑：周筠 版式编辑：胡文佳



ISBN 978-7-115-37709-8



9 787115 377098 >

ISBN 978-7-115-37709-8

定价：59.00 元

本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。

JUST { PUB

# 文明之光

第一册

Civilizations and  
Enlightenments

吴军 著

人民邮电出版社  
北京

JUST { PUB

# 文明之光

第二册

Civilizations and  
Enlightenments

吴军 著

人民邮电出版社  
北京



JUST { PUB

# 文明之光

第三册

Civilizations and  
Enlightenments

吴军 著

人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目(CIP)数据

文明之光. 第1册 / 吴军著. — 北京: 人民邮电出版社, 2014. 7  
ISBN 978-7-115-35854-7

I. ①文… II. ①吴… III. ①世界史—文化史 IV.  
①K103

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第107746号

## 内 容 提 要

人类的历史,是从野蛮蒙昧一步步走向文明进步的过程。在文明的进程中,人类创造出多元的文化,它们有着各自的特长。要实现人类和平发展的终极理想,一个重要的前提是承认文化的多元性,并且取长补短,相互融合。

吴军博士写作《文明之光》系列,希望能开阔人们的视野,让我们看到各种各样的人类文明。虽然今天不同的地区发达程度不同,文明历史的长短不一,国家亦有大小之分,但是文明之光从世界的每一个角落发出,对人类的进步产生着影响,并且成为了奠定我们今天发达世界的基石。

吴军博士从来不坐在书斋里编书。为了创作《文明之光》,他走遍世界各地寻访当年文明的遗迹,并到各大博物馆参观了大量的文物。加上他在不同文化、不同机构下科研工作的积累,这一切赋予了他难得的史料厚度和相关知识底蕴;而从科学家向投资家身份的成功转型,使得他常常能道出超越同侪的见识。

书中文字轻松优美,图文并茂,引人入胜。毫不夸张地讲,这是一本在今天快速消费时代,适合人们拿在手上慢慢欣赏品读的好书。

- 
- ◆ 著 吴 军  
责任编辑 俞 彬  
审稿编辑 李琳骁  
版式编辑 胡文佳  
策划编辑 周 筠  
责任印制 焦志炜
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号  
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 720×960 1/16  
印张: 20  
字数: 271千字 2014年7月第1版  
印数: 1-20000册 2014年7月北京第1次印刷
- 

定价: 59.00元

读者服务热线: (010) 81055410 印装质量热线: (010) 81055316  
反盗版热线: (010) 81055315

## 图书在版编目(CIP)数据

文明之光. 第2册 / 吴军著. — 北京: 人民邮电出版社, 2014.7  
ISBN 978-7-115-35853-0

I. ①文… II. ①吴… III. ①世界史—文化史 IV.  
①K103

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第107747号

## 内 容 提 要

人类的历史,是从野蛮蒙昧一步步走向文明进步的过程。在文明的进程中,人类创造出多元的文化,它们有着各自的特长。要实现人类和平发展的终极理想,一个重要的前提是承认文化的多元性,并且取长补短,相互融合。

吴军博士写作《文明之光》系列,希望能开阔人们的视野,让我们看到各种各样的人类文明。虽然今天不同的地区发达程度不同,文明历史的长短不一,国家亦有大小之分,但是文明之光从世界的每一个角落发出,对人类的进步产生着影响,并且成为了奠定我们今天发达世界的基石。

吴军博士从来不坐在书斋里编书。为了创作《文明之光》,他走遍世界各地寻访当年文明的遗迹,并到各大博物馆参观了大量的文物。加上他在不同文化、不同机构下科研工作的积累,这一切赋予了他难得的史料厚度和相关知识底蕴;而从科学家向投资家身份的成功转型,使得他常常能道出超越同侪的见识。

书中文字轻松优美,图文并茂,引人入胜。毫不夸张地讲,这是一本在今天快速消费时代,适合人们拿在手上慢慢欣赏品读的好书。

- 
- ◆ 著 吴 军
  - 责任编辑 俞 彬
  - 审稿编辑 李琳骁
  - 版式编辑 胡文佳
  - 策划编辑 周 筠
  - 责任印制 焦志炜
  
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号  
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷
  
  - ◆ 开本: 720×960 1/16  
印张: 21  
字数: 295千字 2014年7月第1版  
印数: 1-20000册 2014年7月北京第1次印刷

---

定价: 59.00元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316  
反盗版热线: (010)81055315

## 图书在版编目(CIP)数据

文明之光. 第3册 / 吴军著. -- 北京: 人民邮电出版社, 2015. 1  
ISBN 978-7-115-37709-8

I. ①文… II. ①吴… III. ①世界史—文化史 IV.  
①K103

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第267479号

## 内 容 提 要

计算机科学家吴军博士继创作《浪潮之巅》、《数学之美》之后, 将视角拉回到人类文明史, 以他敏锐的眼光从对人类文明产生了重大影响却在过去被忽略的历史故事里, 选择了有意思的几十个片段特写, 有机地展现了一幅人类文明发展的画卷。

作者所选的创作素材来自于十几年来在世界各地的所见所闻, 对其内容都有着深刻的体会和认识。《文明之光》系列第三册每个章节依然相对独立, 书中全景式地展现了人类文明发展历程中的多样性。内容涉及音乐、美术、计算机、互联网、金融、硅谷对世界科技发展的启迪、微粒子和宇宙天文学、环境保护八个专题。

吴军博士的《文明之光》系列, 为读者全面了解人类文明史中那些绚烂多彩的璀璨文明, 提供了一个崭新的视角。

- 
- ◆ 著 吴 军
  - 责任编辑 俞 彬
  - 审稿编辑 李琳骁
  - 版式编辑 胡文佳
  - 策划编辑 周 筠
  - 责任印制 彭志环
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
  - 邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
  - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
  - 北京捷迅佳彩印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 720×960 1/16
  - 印张: 21.5
  - 字数: 330 千字 2015 年 1 月第 1 版
  - 印数: 1—15 000 册 2015 年 1 月北京第 1 次印刷
- 

定价: 59.00 元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

谨以此书献给我的家人。



# 序一

## 跨界写作的勇气

在今天，试图用几十万字，而非几百万字描绘人类文明史，是需要勇气的。

我这么讲，不仅因为在研究大尺度历史方面，市面上已经有了《全球通史》、《历史研究》这样的优秀著作，还因为人类文明史的写作，需要考古、科学史、科学哲学、技术史、经济史、艺术史、建筑史和政治史等多方面的积累。如果说“一本大书就是一个灾难”，那么作者的“偏科”将会让它万劫不复。

著史需史才、史学和史识。吴军博士的史才，我们在《浪潮之巅》中已经领略；他在不同文化、不同机构下科研工作的积累，加上他长期游历欧美实地考察，也赋予了他难得的史料厚度和相关知识底蕴；从科学家向投资家身份的成功转型，使得他常常能道出超越同侪的见识。这些独特条件，确保了他能以一人之力，从浩瀚的原材料中，合理选择片断，构成一幅文明之光的拼图。

用如此短的篇幅，概述如此恢弘的文明画卷，那么这幅拼图必然是写意的、散点透视的。在我看来，贯穿全书的“意”有三：一、进化观点；二、科技 - 资本黄金组合；三、反英雄史观。

进化观点我们不陌生，作为一名科学家出身的作者，采用这种观点著史很自然。不过在很长一段时间内，有人把这一生物学观点推广到了社会

领域，这就有些跑题了，也是不符合科学精神的。本质上，进化观点恰恰是反对所谓历史规律的，连达尔文自己也说，他提出进化论的灵感来自于偶然阅读马尔萨斯的著作，生物的突变过程更是具有很大偶然性，并且从价值判断上，存活下来的不一定更“好”，仅仅是更“适”而已。小例子如英文键盘的排列，今天我们知道，它绝非效率最好的排列，只不过历史的偶然让它变成这样，即便有人发明一种更“好”的键盘，也不会有生命力。在本书中，采纳偶然性解释的案例很多，比如说日本是个岛国，原材料相对缺乏，因此制作任何东西都必须精益求精，否则会被认为是浪费财物；在讨论荷兰和英国为何超过葡萄牙西班牙时，认为正是这两个国家不利的地理、气候条件（上天给的偶然因素），决定了他们只能靠工商业致富。

平心接纳了这种偶然性，我们就不难理解吴军博士为何单开一章讲述“人造的奇迹——瓷器”。普通的史书不会给单件发明如此多的篇幅，即便硬要写一件，一般作者也会选择传播思想的印刷术（造纸术），而非瓷器。瓷器是无名工匠偶然的发明；其技术进步与美学观点变迁，是人类多文明融合演进的绝佳样本；西方国家利用现代分析方法，在市场上超越东方的“手艺”，又是科学技术威力的明证；市场利润因素推动欧洲工匠孜孜不倦寻找制瓷秘诀，从一个侧面解释了近 500 年欧美领先全球的原因。

说到利润，由于儒家讲“士农工商”，再加上经典作家对资本主义的批判，很长一段时间内，国人羞于谈“利”，认为它总是与“自私”挂钩，狠斗私字一闪念。其实亚当·斯密《国富论》推导的是“自利”（self-interest，而非自私 selfish）导致利他的过程。长期来看，推动人类文明进步的源动力不外乎 3 个 G：God, Gold, Glory。古希腊人的科学艺术，为的是 Glory，很多研究没什么直接应用价值，情怀令人赞叹，但对其他文明的可复制性就不容乐观；中世纪时伊斯兰教大扩张，靠的是 God 给予的强悍动力，但马放南山之时，就是这个文明衰微之始；纵观人类 2000 年来的历史，只有 Gold 代表的利润因素，才是超越一切民族和文化的普适动力。吴军博士以科技 - 资本的组合，解释瓷器的演变；解释欧洲的

大航海为什么能够持续，而中国航海在郑和之后就戛然而止；解释为何荷英资本主义模式成为世界主流；解释历次工业革命的起源。这是全书第二个“意”。

反英雄史观是吴军博士这套书的第三个“意”，在书的前半部分，贯彻得比较彻底，如对古埃及文明、美索不达米亚文明无名创造者的敬意、对法老、亚历山大大帝、屋大维和蒙古人赫赫武功的轻描淡写，第一册的目录中，前四章只出现了汉谟拉比一个人名；但到书的后半部分，史观有些动摇。我非常理解作者操作上的难处：一来，人都是喜欢听故事的，故事的主人公没个名字，确实很难提高可读性；二来由于人类科学技术往精深发展，研究变成了一种专业，做出重大发现的基础是高等数学工具和复杂昂贵的实验，而非生活常识，像历史上那种普通工匠偶然做出划时代发现的情形越来越少。不过还好，作者在细微之处还是做出了一些调整，如在讲美国时，把富兰克林放在杰弗逊、华盛顿前面，并且把富兰克林首先定义为一个科学家。不仅如此，因为吴军博士本人就是一名优秀的科学家，所以在浩如烟海的科学家、发明家中选择时，也有他独到的眼光。他在行文中，对富兰克林、爱迪生、焦耳、史蒂芬森、奥本海默等既懂科学发明又懂经营管理的人，表现出格外的敬意。这与作者在硅谷的工作经历密不可分，同时也提醒我们：近代以来，荷英开创的经济体系席卷全球，脱离具体商业模式的“发明”、“创新”只能是无源之水无本之木，必然不可持续。

说到荷英体系，我想起读吴军博士《浪潮之巅》一书时的经历。在那本讲IT业兴衰的书中，他花了相当大的篇幅论述风险投资对IT业的作用。乍看起来有些跑题，但仔细一追溯技术发展的动力，“资本”这个土得掉渣的词儿，正是那些很酷的网络创新背后的真正推手。这让我想到了万科的经历，万科1988年股份化改造，1991年上市，是深市“老五家”之一，万科三十周年之际回头看，若不是当年借助了资本市场的神奇力量，在一个资金密集型的行业中，我们根本无法走到今天。



以上是阅读《文明之光》后一点拉杂的感想。对于文明史这一题材，缺的不是原材料，而是快刀斩乱麻的勇气和见他人所未见的眼光。诚然，史料的摘选见仁见智，我也并非完全同意吴军博士书中的每一个观点，但格外欣赏他驾驭这个题材的勇气。在继承前人成果基础上，敢于尝试，敢于立新，不仅是从事学术工作的基本要求，也是一个国家、一个企业自我颠覆的动力所在。

王石

万科企业股份有限公司董事会主席

2014年5月于深圳

## 序二

# 大数据时代感受人文和科技的跨界之美

从小我就酷爱读历史，那些可歌可泣的故事深深地打动着我的心灵。历史似乎就是一盘棋，命运时时在那些伟人的掌控之中。然而，我也经常会问一些可笑的问题，例如：当年如果荆轲刺秦王成功，中国的历史将会如何演化？如果布鲁图刺杀恺撒大帝失败，欧洲的历史又会怎样？如果普鲁士军队来到拿破仑与惠灵顿打得不可开交的滑铁卢战场时迟了两个小时，世界又将转向哪个方向？如果，如果……人类的历史好像就被那些偶然的因素牵着走。

学习物理把我带进了另一个世界。牛顿方程下的宇宙，就像一个瑞士手表，每分每秒都在精密地运转。小到树上的苹果，大到太阳系的行星，用一个简单而优美的万有引力定律就能描述。这两个截然不同的世界都神秘地吸引了我，但是物理世界的必然与历史世界的偶然却让我困惑不已。

当我深入学习了统计物理学之后，才开始慢慢看到两者的相似之处。牛顿方程之所以能精密描述行星的运动，是因为这是个简单体系，仅有少量的几个自由度。当我们观察气体中的分子和液体中的小颗粒时，它们的运动是杂乱无章的，似乎也被偶然的因素所左右。而统计物理学把这些杂乱无章的个体运动放到整个系统行为的高度来看，于是，那些偶然的因素在统计平均中消失了，人们由此提炼出能量守恒与熵增的普适规律，让偶然走向了必然。爱因斯坦曾经说过，在未来的知识领域，牛顿力学、

相对论以及量子力学都会被修正，而统计力学的定律却是永恒的。

所以我要问，能否用同样的眼光来看待历史呢？历史的浩瀚章节、戏剧式的人物故事，尽管偶然，就像液体中的小颗粒一样难以预测，但当我们把时空尺度渐渐放大，这些偶然因素是否会在大数平均下相互抵消而消失，从而提炼出真理呢？

正当我在深思这些问题的时候，受到好友吴军的邀请，拜读他的大作《文明之光》，并为这套书作序。我在欣喜中一口气把他刚完成的两册书稿读完，深受启发。吴军的著作帮助我从噪声中寻找到了信号。

我们读历史时往往会问，在这之前发生了什么？历史的起源，是有人类以来最常问到的深刻问题，不同的民族、不同的宗教、不同的文化都有自己的“创世纪”传说。人类文明绵延数千年，直到我们这一代，才真正了解了时间的原点。今天，我们知道，宇宙是在大爆炸中产生的，宇宙的年龄为  $137.98 \pm 0.37$  亿年，地球的年龄约为 45.4 亿年，恐龙是在 6500 万年前消失的，现代智人的年龄约为 20 万年，人类有文字的历史约为 5500 年。正如吴军在《文明之光》引子中所提，若将地球的年龄缩短成一年，则人类仅在最后的半小时才出现。所以，我们要读懂人类文明史，更需要从宇宙形成的原点出发，用大历史的眼光来看待一切。在大历史的尺度下，更能在统计平均的意义下去掉那些偶然因素，留下宇宙演化与文明进步的真理。

人类是由原子和分子组成的奇妙物种，我们要找到普适于宇宙与人类的第一性原理，必须从最基本的概念出发，那就是能量、信息与时空。它们的结合，产生了能量密度与信息密度的概念。（值得注意的一点是，物理学家引进了熵的概念，后来发现熵的统计意义就是信息，两者是等价的。）

宇宙大爆炸后，刚开始，宇宙中充满了基本均匀的微小尘埃，随着时间的推移，尘埃的密度也开始发生涨落，有些密度比较高的地方，通过万

有引力的作用，把别处尘埃逐渐吸引过来，尘埃间的距离会变得非常近，能量和质量的密度也会大大提高，超过临界值之后，有一种新的力会起更大的作用，即强相互作用力，它使得原子核在碰撞时产生核聚变反应，聚变反应成为新能量的来源。通过这个机制，形成了恒星和星系，从此恒星点燃了宇宙之光。

相似地，人类刚刚起源的时候，分散在地球表面，通过狩猎和采集维持生存，此时人类的能源更多来自于狩猎获取的动物。由于动物资源有限，所以人口密度不会达到临界状态。直到一万年前的，人类发明了农业，开始了耕种，农作物通过光合作用带来能量，维持人类的生存，可以说人类利用了一个新的能源，即太阳能。这一新能源导致能量密度极大提高，也造成人口密度的极大提高，形成了村庄。能量密度的提高，为人们更紧密的信息交流提供了机会和条件，进而产生了语言和文字，从此点燃了文明之光。

由此可见，整个宇宙复杂性（Complexity）的产生，无论是恒星的产生，还是人类文明的产生，都需要能量密度达到一定高度。

我也在思考，我们经常提到文明，那么什么是文明？文明的定义是什么？生物世界通常只有一种传播信息的办法，就是通过基因。而人类创造了一个平行于基因的信息体系，就是通过语言和文字，代代相传，称之为文明。所以我将文明简单定义为：平行于生物基因，可以代代相传的一个信息系统。在《文明之光》这套书中，很多章节都提到了新能源的发现，人类每次新能源的革命，例如蒸汽机、电力和核能的发明，都为人类文明带来巨大的变革。

经典的史书，常常是对帝王战争的记述占据了绝大的篇幅。在战争中，秦始皇、亚历山大大帝、恺撒大帝们得到了个人至高的荣耀，却带给百姓兵荒马乱、妻离子散的残酷悲剧。而在人类的文明史中，战争又占有什么样的地位呢？在我看来，战争最大的遗产是颠覆性地打开了信息交流的新渠道。

亚历山大大帝戎马一生，英名盖世，征服了当时他所知的世界，但他英年早逝，还没等建立起自己的王朝，他的帝国就崩溃了。他给人类文明留下了什么呢？是一个图书馆！亚历山大大帝有两位老师，一位是他的父亲，教他用武力征服世界；另一位则是亚里士多德，教他汲取世界知识。《文明之光》中提到，在亚里士多德的影响下，亚历山大始终对科学十分热心，对知识十分尊重，并提供人力和财力支持，使得古希腊文明广泛传播。当他征服埃及之后，建立了港口城市——亚历山大城。亚历山大在世的终极目标是征服一切已知的世界，而他建立的图书馆的目标是收藏人类一切的书籍与知识。当时每艘船进入亚历山大港口，都要被搜查，若找到一本图书馆里没有的书，就会被“充公”一年，等图书馆工作人员抄写完毕，重赏后才物归原主。这样年复一年，亚历山大图书馆便收集了当时人类几乎所有的书籍，声名远扬，成了古代信息密度最高的地方，也吸引了古代最杰出的学者。信息密度超过了临界值，加上杰出学者的智慧，导致了一场古代社会的“知识大爆炸”。图书馆馆长埃拉托斯特尼（前 276—前 193）在一本书上读到，埃及西厄这个地方在夏至那天的正午，立竿而不见影。于是他想出了一个奇妙的办法，通过亚历山大城的竿影便能测出整个地球的周长。当时人类对数学已有了许多碎片化的知识，但是没有完整系统。欧几里得在亚历山大图书馆里阅读万卷书之后，写出了千古奇书《几何原本》，用公理化的体系，不但奠定了整个几何学的基础，也制定了整个科学研究的方法。在《文明之光》中还提到大科学家阿基米德与托勒密都曾在亚历山大图书馆里学习与工作，他们分别奠定了物理学与天文学的基础。

亚历山大大帝通过战争打通了古代世界，促进了交流，而亚历山大图书馆则空前地汇聚了人类的知识与处理人类知识的大学者，达到了信息与信息处理的超高密度，创造了古代世界知识大爆炸的奇迹。由此看来，使亚历山大大帝流芳千古的，并不是他在战场上的丰功伟绩，而是他留下的这个图书馆。

恺撒大帝被视为古罗马帝国的无冕之皇，现在人们每次提起他，大多讲

的是他在战场上的丰功伟绩、与埃及艳后的浪漫史，以及他最后被自己钟爱的养子布鲁图刺杀。但我更想知道，他对人类文明起了什么作用？作为古罗马帝国的缔造者，恺撒大帝为了征服别的民族和国家，开始修建罗马大道。西方古语有云：条条大路通罗马，可以想见罗马大道的规模。罗马大道修建时是为了军事目的，用于运输军队和军事供给。道路的延伸带来了罗马版图和权力的扩张，加强了罗马帝国对被征服地区的统治。渐渐地，这个军事网络逐渐发展为金融、文明交流网络，起到了原先修建罗马大道时意想不到的作用。经济上，罗马大道使得罗马帝国征税非常方便，并极大地促进了商业的发展。文化上，罗马大道促进了非罗马地区的文明化进程，使得罗马的政治制度、法律制度、经济模式、生活方式等得到了广泛普及。但出人意料的一个例子是基督教的传播。基督教起源于犹太国，犹太国当时是一个很小的国家，根本无法与罗马帝国在世界上的地位相提并论，耶稣基督和他的十二门徒就是来自这个小国。通过罗马大道，门徒们非常有效地传播了他们的宗教信仰。从古罗马皇帝尼罗（37—68）迫害基督教徒，到君士坦丁大帝（272—337）把基督教定为古罗马国教，只有短短不到300年时间。最终，古罗马帝国逐渐衰亡，基督教却流传下来，深刻影响了世界文明。基督教从一个小小犹太国的信仰，发展为现在世界的三大宗教之一，可以说是人类网络效应的第一个传奇。

令人叹息的是，在亚历山大大帝大修图书馆的年代，秦始皇却下令焚书坑儒，春秋战国百家争鸣的盛况成为历史绝唱；在恺撒大帝扩修罗马大道的年代，秦始皇修建了万里长城，在抵抗外敌入侵的同时，却也禁锢了文化的传播。

公元476年，西罗马帝国没落，欧洲进入了黑暗的中世纪，古希腊、古罗马光辉的文明在当时的欧洲几乎完全被遗忘。出于宗教狂热，罗马教皇乌尔班二世下令进行十字军东征，要从穆斯林教徒手中重新夺回耶路撒冷。十字军东征总体上是失败的，使东西方各国生灵涂炭，但很多人不知道的是，十字军东征也在无意中搭建了西方世界与穆斯林文化的桥

梁，并对欧洲文化产生了长远的影响。当时阿拉伯世界的文明发展远远超过了欧洲，阿拉伯的化学、天文、数字等知识便被带回了欧洲，尤其重要的是，阿拉伯保存了古希腊古罗马的文明，十字军东征把这些起源于欧洲、但又在欧洲丢失了的文明，重新带回了家乡，最终导致了西方文艺复兴的革命。十字军东征带回的书籍中就包括古希腊天文学家托勒密的著作，他的思想通过阿拉伯学者之手重为欧洲所知。文艺复兴所要恢复的，便是古希腊古罗马的光辉，这个光辉通过阿拉伯世界保留并传播过来的，是十字军东征无意中打开了这道文化大门。

战争有时会带来意外的效果，会颠覆性地打通文明交流的新渠道，而技术的发展带来了航海、铁路、飞机与网络，相当于缩短了地球的周长，推动了文明的交流，有效增加了信息的密度。这些都是物理层次的渠道，然而还有更神奇的渠道，能促进人类不同知识领域之间的交流。欧几里得的《几何原本》，奠定了几何学的基础，它本是数学领域的大作，然而，这里面还有来自于数学却高于数学的思想方式，可以广泛地应用到整个人类的知识领域。丰富多彩的几何学，根基于五条不言自明的公理，每条几何定理都可以从这五条公理推导出来。希腊人的几何学被罗马人加以应用。今天我们来到罗马的万神殿，处处可以看出这座千年前的建筑是几何学的奇迹。当我们仰望万神殿的天窗时，似乎可以看到欧几里得在天堂的笑容。这是几何学在工程学上的直接应用，比较容易理解。但罗马人不仅把欧几里得几何学应用于建筑，更把几何公理的思想应用于法律，引入了自然法的概念。法律既然要让万民遵守，就必须建筑在几条简单且人人都认为不言而喻的自然法上。法律保护个人财物，视为神圣而不可侵犯。罗马法是在当年历史条件下创建的最理性的法典。法律对个人财产的保护，使每个罗马公民都发愤图强，使得罗马繁荣昌盛。一千多年之后，欧几里得的思想主导着美国建国的独立宣言，把人人平等的思想，提为不言而喻的建国公理。林肯总统为了解放黑奴，提出了宪法第十三条修正案，就在议会争论最为激烈的时候，他手中时时紧握着欧几里得的《几何原本》。几何五大公理之一，说所有直角都是相等的，更使林肯总统深信人人平等才是建国最核心的基础。古代罗马的强大，

今日美国的繁荣，是因为那些建国元勋，真正接受了来自于欧几里得的灵感，理解并提炼了科学的精神，活学活用，悟出了治国之道。由此可见，人类文明跨领域的交流可以创造新的奇迹。

回顾大历史，我们发现，文明的主线是能量与信息。帝王将相、英雄豪杰不过是能量与信息的交流铺路，有效提高了信息的密度。用这样的眼光看待大历史与人类文明，我们能对未来有何展望呢？在人类历史的滚滚长河中，我们这代人可以说是历史的幸运儿。前面提到，我们这代人，首次找到了时间的原点、历史的起点，这是人类文明史上独一无二的。而更重要的是，我们迎来了信息大爆炸的网络时代，整个人类的知识，只要轻轻一点鼠标，就立刻呈现在我们的眼前。然而，今天不论是个人的发展，还是研究领域的推进，都越深越窄，看到的只是树而不是林。很少有人能像文艺复兴时代的大师达·芬奇一样，一个人的脑袋里能装进当时整个人类的知识精华，包括艺术、医学、工程、科学等，从而爆发出惊人的创意。当先人把来自于科学的公理思想用于法律的精神与治国之道，带来了罗马的强大与美国的繁荣。在今天的世界，用铁路与航海在地理上建立联络已不是那么重要，建立知识的桥梁，连接不同知识领域的孤岛，才是推进文明的动力。知识跨领域的连接能有效提高信息的密度，必然导致网络时代的文明大爆炸。本着这个意愿，邀请读者们看一位计算机科学家兼工程师写的文明故事，和一位物理学家写的序言，也许是在这个方向上迈出的小小一步。

张首晟

斯坦福大学物理系教授

清华大学访问教授

2014年5月于清华园



# 前言

人总是要有些理想和信仰。

当人们问起我的理想时，我就给他们讲贝多芬晚年的一个故事。有一天，贝多芬的老朋友维格勒来看他，贝多芬回忆起他们年轻时的理想，那时他们一起读着席勒的《自由颂》，追求自由的理想。贝多芬说他要写一部交响曲，告诉全世界他那“人类团结成兄弟”的理想，在这样的背景下，他写出了不朽的《第九（合唱）交响曲》。一百多年后，法国著名作家罗曼·罗兰再次提到贝多芬和席勒那样的理想，他写下了《巨人三传》和《约翰·克利斯朵夫》。在后一本书中，罗曼·罗兰寄托了他希望德国和法国两个世仇民族能够团结成兄弟的理想。今天，罗曼·罗兰的这个理想已经实现了。我自己也一直有着贝多芬和罗曼·罗兰那样的信念，相信最终人类能够团结成兄弟。我相信，即使今天不完美，将来终究会变得美好，而实现这一切则是要依靠文明的力量。

我们每个人或多或少都会遇到一些不如意的事情，看到或者听到这样那样的丑恶现象。我们有时会抱怨社会，对未来产生怀疑。我们时常听到这样的抱怨：“都二十一世纪了……”，仿佛在今天的文明程度下，一切事情都必须是合情合理的。其实人类几千年的文明史和地球的历史相比，实在是太短暂了，大约相当于几分钟和一年的关系。虽然我们今天的社会比农业文明时期已经高度发达了，但与它所能达到的文明程度相

比，还是非常初级的。因此，我遇到各种缺憾也就没有什么好抱怨的了，因为我们人类还“太年轻”了，人类已经走过的路，相比今后要走的漫长路，只能算是刚刚起步。幸运的是，如果跳出一个个具体事件，站在历史的高度去看，我们会发现人类是向着美好的方向发展的。对于人类遇到的问题，最终我们发现答案比问题更多。

在历史上，人和人之间，民族和民族之间，以及人类和自然之间遇到过很多的矛盾和问题，人类甚至不知道解决这些矛盾和问题最好的方法是什么，因此，杀戮和战争成为了常态。人类学会尊重每一个人，学会通过协商解决问题，还只是近代的事情。在历史上，人类对强者的崇拜、对权力的兴趣比对文明的兴趣更大。翻开世界各国尤其是中国的历史教科书，基本上都是在讲述王侯将相攻城掠地的丰功伟业，帝国的扩展和兴衰，很少讲述世界各地对文明的贡献。时过境迁，人们会发现，经过历史的涤荡，这些王侯将相其实剩不下什么影响，虽然他们的故事很好听，很好看。

为了说明这一点，我们不妨看看欧洲历史上的一段纠纷。法国的阿尔萨斯和洛林，是中国中学生所知道的为数不多的法国省份的名称，这一切要归功于初中语文课本入选的一篇短篇小说《最后一课》。学过这篇课文的中学生都知道，这个地方自古就属于法国，在普法战争中被德国人占领了，这篇很短的小说曾经激发了很多法国人的爱国热情。但是这个地区的归属问题在历史上并非那么简单，而围绕它的历史又会引出无数关于王侯将相的生动故事，包括路易十三的首相红衣主教黎塞留、路易十四、拿破仑三世、德国皇帝威廉一世、军事家毛奇、铁血首相俾斯麦等，它还涉及到欧洲三十年宗教战争、普法战争、第一次世界大战和第二次世界大战等诸多历史事件。但是，今天如果让法、德这两个国家的人谈谈这些历史，他们的兴趣都不大，远不如他们对当下欧债危机和各国就业情况的关注。这些地区虽然在过去的五百年里争来争去，可人们的生活基本上还是老样子，并没有因为归属法国，或者独立，或者属于德国而有什么改善。倒是在过去的五百年里，法国启蒙作家的著作、拿破仑

和法学家们留下的《拿破仑法典》，以及德国工程师贡献的多项工业发明对当下世界的影响更大。真正影响到我们的是那些文明的成果，包括经济上的、技术上的和人文的，而这些文明的成就恰恰容易被历史所忽略。我们今天无法得知在美索不达米亚地区是谁发明了轮子，无从知晓是中国哪个地方的农民最早采用了垄耕种植法，可是，这两项发明对人类文明进步的贡献可能比从亚历山大到拿破仑那样的10个军事家更大。

那么为什么很多人还在对那些王侯将相的故事津津乐道呢？这本身就说明人类还很年轻，依然崇尚权力。但是另一方面，那些故事常常富有戏剧性，很好听，很好看。而如果讲述普通人的故事，讲述文明的发展就未必能如此吸引人了。因此，我从很久以前就萌生了一个想法，这些过去被忽略的、听起来可能枯燥的故事，是否也能讲得生动有趣呢？我不知道自己能否做到这一点，但是我希望挑战一下自己，尝试一番。

在为《文明之光》选择题材时，有关王侯将相的赫赫武功基本上没有选，虽然有时可能会提上一两句，因为我们是讲文明的故事，而不是讲战争史。对大家熟知的很多内容，比如关于古希腊的艺术、罗马的城市文明、中国的四大发明以及法国的启蒙运动和大革命等等，我也没有选。这并不代表它们不重要，而是因为这方面的书籍已经很多了，各种观点相互争鸣已经足以为读者提供思考这些问题的全面视角了。

我选择题材的原则有这样几条。首先是挑选一些对人类文明产生了重大影响，却常常被忽略的人和事，这样算是对大家熟知的内容提供一些补充（比如中国的垄耕种植法）。第二，所选的题材必须是我所熟悉的，因此优先选择那些我见到过实物的题材（比如关于瓷器）和在我所去过的地方发生的事情（比如文艺复兴）。第三，也是非常重要的，就是这本书中的题材是我有深刻体会和认识的，因为写书最重要的目的是和读者交流，既然是交流，作者就必须有话可说，有感可发。我选择了人类文明史上的几十个片段来讲述我对文明的理解，虽然这些片段远不足以概括人类文明的进程，但是将它们有机地拼接起来，我认为是能够看到

文明发展的脉络的。在人类的文明进程中，还有很多重要而有意思的事件在书中暂时没有提及，不过今后如果还有机会，我希望能将它们补上，这样可以将人类文明的过程描绘得更完整一些。

这两册书创作的素材，很多来自于我十几年来在世界各地的所见所闻，并参考了我收集和阅读的大量论文、书籍和实物。当然，写文明故事本身回避不了历史，并且涉及到对历史事件的评述，在这方面我一般采用通行的看法。比如关于人类的起源，我选择了同源说（即现代人源于东非），虽然大部分印第安人不同意，中国的一些学者也不同意。对于宇宙的构成，我选择了标准模型（即按照目前的理解分到夸克为止，虽然一些辩证哲学家一定要说夸克也可分）。这些观点，很多是值得讨论和争鸣的，但是我并非写学术专著，未必一定要让读者接受其中的一种，我会尽可能采用最新、最流行的观点。如果读者不同意其中的一些观点，也没关系，因为透过这些具体的事例了解文明的重要性才是本书的目的。写书的目的的是抛砖引玉，引起读者的思考，而不只是为了灌输内容。

为了方便大家阅读，共享我的见闻，我在书中加入了大量的图片，这些图片我尽可能地使用自己在世界各地拍摄的，以及我的两个女儿绘制的。对于我没有也暂时无法去拍摄的，我一律采用了维基媒体图片。

本书的内容基本上是按照时间顺序来组织的。第一册讲述从人类文明开始到近代大航海共八个专题；第二册讲述了从近代科学兴起到原子能的应用的另外八个专题。关于当代的很多技术进步和社会的发展，今后如有机会，我还会将它们一一完成。由于各章内容差异较大，可能不是所有的读者都对全部的内容感兴趣。好在每一章都是独立的，读者可以挑着读。为了方便读者选择，我对各章大致作了以下分类。

历史：第 1、2、7、8、11、13、14、15 和 16 章。

科技：第 3、4、6、9，以及 12—16 章。

艺术：第 1、2、6 和 7 章。

政治：第 5、10、11、15 和 16 章。

在本书构思和创作的过程中，我就一些专题专门与不少专家作了交流和探讨，以保证书中内容的正确性。比如，对涉及到物理学和自然科学的内容，斯坦福大学的张首晟教授为我提供了很多建议和意见。有关经济学和金融领域的一些看法，主要参考了普林斯顿大学麦基尔教授在 Google 授课时阐述的观点。在此，我向他们表示衷心的感谢。

在本书的写作和出版过程中，特别要感谢 JustPub 的周筠女士、李琳骁先生和胡文佳女士，作为本书的主要编辑、排版校对和审阅者，他们花了大量的心血和时间修改完善这本书。万科企业股份有限公司董事会主席王石先生在百忙中为本书写了序言，在此向他表示衷心的感谢。另外，我还要感谢人民邮电出版社信息技术分社的刘涛社长和俞彬副社长，感谢他们为本书出版所做的大量繁琐细致的工作。同时感谢为本书题写书名的著名书法家、瀚海置业的王汉光董事长，以及设计本书封面的 Sigma Marketing 公司邹政方先生带领的团队。

最后，感谢张彦女士为本书做了最初的校对，并感谢吴梦华和吴梦馨为本书绘制了很多插图。

人类文明还在不断地发展，人们的认识也在不断地提高，加上本人学识有限，书中不免有这样或那样的错误，还请读者指正，也请读者原谅。

吴军

2014 年 5 月于北京

# 目 录

- I 序一 跨界写作的勇气
- V 序二 大数据时代感受人文和科技的跨界之美
- XIII 前言
- 1 引 子 一年与半小时——年轻的人类  
第一节 我们的星球  
第二节 生命的诞生和进化  
第三节 最后的半小时
- 17 第一章 金字塔和死者之书——古埃及文明  
第一节 偶然的伟大发现  
第二节 最古老的文明  
第三节 金字塔  
第四节 灿烂的古埃及艺术  
第五节 埃及文明和青花瓷  
附 录 古埃及年代表
- 51 第二章 轮子、拼音文字和铁器——美索不达米亚的文明  
第一节 轮子和楔形文字  
第二节 汉谟拉比法典

第三节 冶铁的发明和人类最早的条约

第四节 亚述——血腥与文明

第五节 最后的辉煌——空中花园

附 录 美索不达米亚文明年代表

79 **第三章 垄耕种植法和科举——中国的农业文明**

第一节 水利、垄耕种植法和农具

第二节 先进的选官制度

第三节 宋代——幸福的农业社会的顶峰

附 录 《东京梦华录》、《武林旧事》和《马可·波罗游记》所描述的中国农业文明景象

115 **第四章 科学之路——从毕达哥拉斯到托勒密**

第一节 几何学

第二节 物理学

第三节 天文学

附录一 《几何原本》中关于毕达哥拉证明勾股定理的方法

附录二  $\sqrt{2}$ 为无理数的证明

145	<b>第五章 罗马人三次征服世界——罗马法</b>
	第一节 罗马的崛起与司法制度的形成
	第二节 罗马法的体系和法学的发展
	第三节 罗马法的复兴和影响
	附 录 和罗马法有关的大事年表
171	<b>第六章 人造的奇迹——瓷器</b>
	第一节 陶和瓷
	第二节 上天的眷顾
	第三节 宋代青瓷
	第四节 青花瓷器
	第五节 风靡世界
	第六节 日本的崛起
	第七节 从炼金术士到月光社成员的尝试
	第八节 瓷器在今天
	附 录 宋代的官、哥、钧、定窑瓷器
219	<b>第七章 一个家族的奇迹——文艺复兴</b>
	第一节 佛罗伦萨的往昔
	第二节 最珍贵的财富
	第三节 昼夜晨昏



第四节 复兴走向全欧洲

第五节 科学的曙光

第六节 宝贵的遗产

附录一 美第奇家族族谱（主要成员）

附录二 文艺复兴年代表

259 **第八章 香料的诱惑——大航海和地理大发现**

第一节 东方的诱惑

第二节 先驱者

第三节 新大陆

第四节 地球是圆的

第五节 全球贸易时代的到来

附 录 大航海时代大事记

293 **索引**

# 目录

## I 前言

### 1 第九章 艾萨克·牛顿——理性时代的开拓者

第一节 从故乡到剑桥

第二节 万有引力定律的发现和微积分的发明

第三节 站在巨人的肩上

第四节 生活中的牛顿

第五节 科学与伪科学之间

第六节 遗产

附 录 牛顿年谱

### 37 第十章 荷英时代——为什么英、荷统治世界

第一节 罗卡尔角的夕阳——葡、西的殖民时代

第二节 海上马车夫——荷兰的崛起

第三节 从重商主义到自由贸易——英国的崛起

第四节 工业革命

附 录 大航海时代以来大事记

### 83 第十一章 谈出来的国家——美国的建国过程

第一节 本杰明·富兰克林

第二节 托马斯·杰弗逊

第三节 乔治·华盛顿

第四节 从大陆会议到独立

第五节 谈出来的国家

附 录 美国建国大事记

131 **第十二章 科学时代——从笛卡尔到达尔文**

第一节 笛卡尔和方法论

第二节 从炼金术到化学

第三节 焦耳

第四节 分析与综合——生物学大发现

第五节 证实与证伪

附 录 法兰西科学院简介

169 **第十三章 缩短的距离——交通和通信的进步**

第一节 史蒂芬森和铁路

第二节 莫尔斯和电报

第三节 毛奇的胜利

第四节 由电话到现代通信

第五节 电报和电话进入中国

附 录 铁路、电报和电话大事记

203 **第十四章 闪烁的能量——电的发现和使用的**

第一节 雷、电和磁

第二节 电的普及和使用

第三节 第二次工业革命

- 第四节 电的产生
- 第五节 核聚变发电
- 附 录 有关电的大事记

## 237 第十五章 打开潘多拉的盒子——原子能的使用

- 第一节 一分为二的液珠
- 第二节 科学家的责任感
- 第三节 难以完成的使命
- 第四节 曼哈顿计划
- 第五节 德国的核计划
- 第六节 潘多拉的盒子被打开了
- 第七节 原子能的和平使用
- 附 录 三哩岛、切尔诺贝尔和福岛核电站事故

## 281 第十六章 两个人的竞赛——苏美航天发展的历程

- 第一节 寻找冯·布劳恩
- 第二节 特殊的囚徒
- 第三节 第一回合：人造卫星，科罗廖夫胜
- 第四节 第二回合：载人航天，科罗廖夫再胜
- 第五节 第三回合：登月，冯·布劳恩完胜
- 附 录 人类航天大事记

# 目录

- 1 前言
- 1 第十七章 从巴赫到柴可夫斯基——近代音乐的发展历程
- 第一节 精制而典雅的巴洛克音乐
  - 第二节 英雄史诗般的古典主义音乐
  - 第三节 凸显个性的浪漫主义音乐
  - 第四节 丰富多彩的民族主义音乐
  - 附录一 贝多芬给他的永恒爱人的书信
  - 附录二 格里尔帕策 (Franz Grillparzer, 1791—1872)  
在贝多芬葬礼上的演讲
  - 附录三 经典音乐发烧唱片推荐
- 41 第十八章 从达维特到麦克斯——绘画的发展和个性的解放
- 第一节 标准审美的(新)古典主义
  - 第二节 温情脉脉的浪漫主义
  - 第三节 光与色交织的印象派
  - 第四节 写实人生的新世纪绘画
  - 附录一 近代到现代绘画艺术的主要流派
  - 附录二 世界著名艺术博物馆馆藏介绍
- 87 第十九章 计算的时代——从算盘到人体的一部分
- 第一节 自动计算——从梦想到实现
  - 第二节 划时代的发明——电子计算机的诞生

- 第三节 超越科学计算
- 第四节 让每个家庭都拥有计算机
- 第五节 “三无”时代
- 附 录 计算机大事记

137 **第二十章 伟大的博弈——华尔街的今昔**

- 第一节 庞氏游戏和泡沫
- 第二节 华尔街的诞生和发展
- 第三节 一个人掀翻华尔街
- 第四节 将鸡交给狐狸照看
- 第五节 不断重复的愚蠢
- 附 录 一些金融术语的含义

184 **第二十一章 亘古而长青——硅谷的奇迹**

- 第一节 旧金山湾区
- 第二节 硅谷的诞生
- 第三节 硅谷的发展
- 第四节 常青的奥秘
- 附 录 硅谷大事记

220 **第二十二章 互联网时代**

- 第一节 互联网的诞生
- 第二节 商业模式之争
- 第三节 互联网的本质

# 引子 一年与半小时

## 年轻的人类

我在前言中提到，我们人类还很年轻。可能有人会说，（现代）人类的历史也有十万年以上了，怎么还能说年轻呢？其实，与地球的年龄相比，与人类今后要走的路程相比，人类确实还非常非常年轻，人类的文明史则更加短暂。在讲述人类文明和发展之前，不妨先看看我们人类是从何而来。而讲述人类的由来，先要了解我们居住的星球——地球的由来和演变。讲述地球演变的另一个目的，在大家读到这套书谈到保护地球时就能体会了，因为地球演变成今天这样，实在是不容易。

### 第一节 我们的星球

早期人类对于我们居住的星球的认识，只能用“瞎猜”两个字来形容。物理学家霍金讲了一个笑话：

一位老太太听完天文学家的报告后说，你说得根本不对，地球是被一个大乌龟驮着的。天文学家并没有对老太太的无知表现出不耐烦，反而问道，那么乌龟站在什么上面呢？老太太说，它站在另一个乌龟上面，一层层地摞下去。

古代各种文明对天地的看法，比这个老太太的说法高明不到哪里去。后来人类了解到地球是圆的，但是人们无法解释为什么地球可以悬在天上，人为什么不会从地球上掉下去，没人知道答案。

1  
在牛顿的年代，正  
式的科学出版物都  
以拉丁文书写。

1686年在近代科学史上是一个划时代的年份（也因此成为这套书第一、二册的分界线。）这一年，伟大的科学家艾萨克·牛顿爵士完成了科学巨著《自然哲学的数学原理》，第二年，这部书以拉丁文的形式<sup>1</sup>正式出版。40多年后，安德鲁·莫特（Andrew Motte，1696—1734）才将它翻译回英文。在这部巨著里，牛顿除了提出了经典力学的牛顿三定律、微积分的原理，还通过他提出的万有引力定律对我们太阳系行星运动的规律作出了准确的解释。人们认识到地球之所以围绕着太阳日复一日、年复一年不停地旋转，而没有漂移到宇宙中，靠的是太阳和地球之间的万有引力。但是，地球一开始是怎么转动起来的，牛顿也想不出答案。于是他只好把原因归结到上帝身上，认为上帝推了地球（还有其他行星）一把。这就是所谓的第一推动力之说。

牛顿的解释牵强甚至荒唐，除了教会对此津津乐道外，没有什么科学家相信，恐怕连牛顿自己也未必当真。牛顿的局限性在于他没有看到宇宙万物都有一个产生、发展和消亡的过程，日月星辰也是如此。

在科学史上，第一个正确解释太阳系（和所有恒星）起源的学说是德国著名哲学家康德提出的星云说。康德是德国古典哲学的奠基人，早年学习数学，有非常好的科学基础。1755年，康德认为太阳系是由一团星云物质收缩形成的，先形成的是太阳，然后剩余的星云物质进一步收缩形成行星。康德



图 0.1 康德 - 拉普拉斯星云说（旋转的星云）

是以匿名形式将星云说发表，写成书后一共只发行了几十本，而且用的是哲学家的语言而不是科学的描述，因此当时在科学界并没有引起什么轰动。而真正让星云说发扬光大的是法国著名数学家拉普拉斯。



拉普拉斯虽然在 41 年后的 1796 年才发表星云说，但是一般都认为他并未读过康德的论文，而是独立提出的。作为数学家的拉普拉斯用数学和力学定律，尤其是万有引力定律描述了星云物质旋转、互相吸引最后收缩成星系的过程。由于拉普拉斯的论述有理有据、逻辑严密，这才使得星云说被科学家广泛接受，并取得了空前的成功。因此，星云说又被称为“康德 - 拉普拉斯星云说”。

星云说的伟大之处在于，它不再是静止地看待事物，而认为它是不断变化和演变的。任何事物都有一个产生、发展和消亡的过程，宇宙也不例外。至于星云是如何形成的，康德和拉普拉斯都没有说，在那个时代也很难想象得出来。这一点我们要在后面介绍宇宙大爆炸时再讲。现在读者不妨假设这些星云是可以形成和存在的。

这些星云内部的原子密度不同，高密度区域的原子首先因万有引力收缩到一起，然后再进一步地吸引远处低密度的物质，这种现象在天文学上称为坍缩。当星云坍缩时，一个个高密度区域的原子团，受到在这些区域外的物质的引力，变得受力不平衡起来，就会一边收缩，一边开始缓慢地旋转，因此我们观测到的星云都是螺旋状的。当星云的体积变得越来越小时，它会加快自旋，最后就转出了一个球状的原子团。

当这些原子团在自身引力下坍缩到一定程度时，密度很高的原子相碰撞，导致温度不断升高，直到最后，热得足以开始发生热聚变反应。这些反应将氢转变成氦，开始发光发热，释放出的热量支撑着星球对外的膨胀，这样，收缩和膨胀的力量达到平衡，就形成了发光发热的恒星，如同我们的太阳一样。当然，光靠氢气和氦气还形成不了地球这样的固态行星，还需要氧、碳和铁这样原子量<sup>2</sup>较大的元素。那么这些元素是怎么来的？是要靠氦进一步进行聚变反应形成，但是这样的聚变反应需要的温度更高，压力更大。如果恒星的质量不是很大，就像我们的太阳一样，那么直到将氢元素用尽，也不会引发氦气到碳和氧的聚变反应。但是某些恒星的质量非常大，内部的压力也就更强，温度也就更高，这使得它们的

2

可以简单地理解成一个原子中质子数和中子数之和。如果要更严格地说，就是一种元素各种同位素原子的质量相对碳 12 的加权平均。

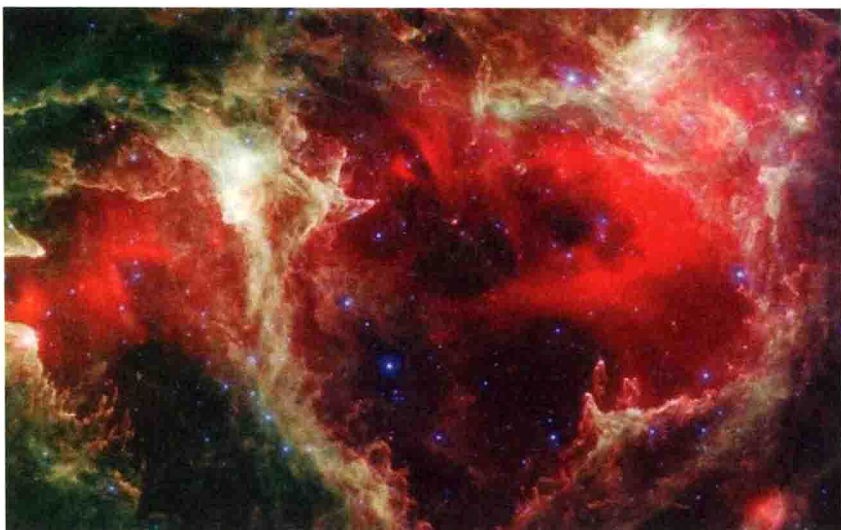
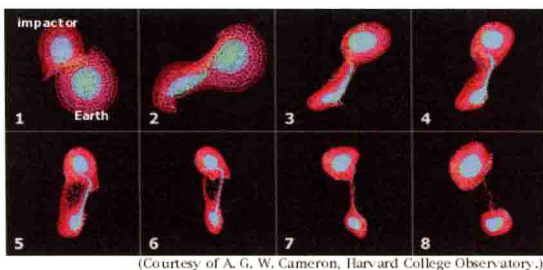


图 0.2 恒星的诞生（Spitzer 太空望远镜拍下了 W5 恒星形成区的景象。老年恒星变成蓝色圆点，新生恒星则在老年恒星所在地形成黑洞。白色区域是新生恒星的形成之地。）

核聚变反应进行得非常快，比太阳快几个数量级，以至于在很短的时间里（也需要上亿年）就将氢全部转换成了氦气，然后氦气进一步变热，就开始转变成像碳和氧这样更重的元素。

科学家们至今还不完全清楚这样的恒星内部是什么样的，但是大家估计它的中心密度非常高，是一个中子星或黑洞。一些恒星在生命即将终结时会发生超新星爆炸，较重元素（连同较轻的元素）就被抛回到星云的气体中去，这些气体会再次因为引力而聚到一起，重复前面提到的坍缩和自旋过程，成为下一代恒星。我们的太阳就是这样形成的第二代（甚至

甚至是第三代）恒星，因为太阳包含有大约 2% 的重元素，而第一代恒星不会存在这类重元素。而在太阳形成的同时，少量的重元素集聚在一起，



(Courtesy of A. G. W. Cameron, Harvard College Observatory.)

图 0.3 根据大碰撞理论，用计算机模拟月亮的形成

形成了地球、水星、金星和火星等几个固态行星。一些气体聚在一起，形成了木星、土星、天王星和海王星这样的气态行星。地球大约形成于45.4亿年前。

与地球同时形成的，除了太阳系的几大行星外，还有一个火星大小、和地球轨道非常接近的行星，天文学家给它起名为提亚（Theia）。提亚是古希腊神话中月亮神塞勒涅（Selene）的母亲。再往下读大家就知道天文学家们问为什么给这个今天已经不存在的星球这样起名了。距今约45.3亿年时，提亚与地球靠得太近了，终于撞在了地球上。这次撞击的动能非常大，使得原本温度就很高的两个星球融为一体，形成最终的地球；同时有一大块（或者两大块）被抛了出去，形成的天体温度也很高，处于岩浆的状态，成为一个围绕地球旋转的球状天体，这就是月亮。关于月亮的起源还有好几种假说，但是碰撞说是今天唯一能被证实的，因为阿波罗飞船从月亮上带回的岩石表明地球和月亮是同源的。

地球在形成之初是非常热的。我们今天通过开普勒太空望远镜观测到最热的行星温度高达2200开尔文（大约摄氏2000度）。在这样的温度下，即便是铁，也是液态的。于是，一些较重的元素（比如铁）下沉，形成了我们星球的内核，相对轻的气体上浮，形成了早期的大气。不过这些早期的大气并不适合生物生存，因为它不含氧气，主要的成分是水蒸气、甲烷、氨气和二氧化碳，同时还有很多有毒气体，比如硫化氢。然而，这样的气体却可能产生原始的有机物。

经过一亿多年的冷却，大气中的水汽冷凝形成了液态水，分布在地球的表面。那时地球表面的温度可能超过100摄氏度，不过地球表面的气压也很大，因此在高压下水可能呈现为液态，而空气中也大量弥漫着水蒸气。至于地球上大量的水是怎么来的，说法不一，大致可以归结成三种。第一种是在地球形成时就有了。地球在形成时，到处是喷发的火山，今天的金星依然如此，火山的喷发不仅形成了早期的岩石地壳，也带出来大量的水分，先是弥漫在空中，后来渐渐冷却形成了原始的海洋。第二

种观点认为地球上的水是来自于外太空，在太阳系形成时，水分子在离太阳较远的地方变成冰核的彗星，后来又撞到地球上，给地球带来了水。第三种观点认为，地球上早期生命的硫化反应，将大气中丰富的二氧化碳和硫化氢转换成了水、硫和甲醛，否则无法解释早期大气中那些二氧化碳和硫化氢去了哪里。不管怎么样，地球上有了液态水。水是高等生物生存的基础，今天我们在寻找外太空生命时，首先要找的就是在哪里有液态水。

3

Cavosie, A. J., J. W. Valley, S. A. Wilde, and E. I. M. F. Magmatic  $\delta^{18}\text{O}$  in 4400–3900 Ma detrital zircons: A record of the alteration and recycling of crust in the Early Archean Earth and Planetary Science

几亿年后（距今约 38—42 亿年）<sup>3</sup>，大量液态水逐步汇聚，形成海洋。不过在最初的海洋里，海水不是咸的，而是酸的。地表的水分不断蒸发，形成降雨又回到地面，把陆地和海底岩石中的盐分溶解掉，不断汇集到海水中。经过亿万年的积累融合，才变成了大体均匀的咸水。最初的地球上只有一个大洋，可称为泛大洋；当时陆地也都连在一起，可称之为泛大陆。今天的七大洲四大洋，那是在很晚才形成的。不过到这时，宇宙中终于有了一个美丽的蓝色星球。至今我们不知道是否还有第二个。

## 第二节 生命的诞生和进化

在原始的大气中，雷电不断，这些条件让一些分子偶然结合，形成叫做超分子（supermolecule）的结构，并且在海洋中发展。1953 年，哈罗德·尤里（Harold Clayton Urey, 1893—1981）和斯坦利·米勒（Stanley Lloyd Miller, 1930—2007）发现，在一个封闭的空间里，将甲烷、氨、氢和水的混合物经过放电后，产生了生命必需的有机化合物——氨基酸。不过，现在有另外一种说法，认为地球上的生命是陨石从外太空带来的。这两种说法尚无法完全证实。无论如何，地球上出现了超分子。

这种超分子的结构可将海洋中的其他分子聚集成类似的结构，这样它们就能够复制自己了。当然，每一次复制都可能产生细微的变化。这些变化大多数时候使得新的宏观大分子无法继续复制下去，并最终消亡了。然而，有很少的变化会产生出更稳定、更容易复制的新的超分子。这些

新的超分子因为其自身的优势，会取代原先的超分子，这是一个进化的过程。进化导致了越来越复杂、可自我复制的组织出现，这便是最早的原始生命。至于这些超分子是什么，以前认为是 DNA，但是 DNA 的复制需要其他条件，在当时的地球环境中似乎并不具备。1968 年，美国科学家卡尔·沃斯（Carl Woese, 1928—2012）提出最早的具有生命形态的、可复制超分子应该是 RNA（核糖核酸），这是今天的主流观点，1986 年，诺贝尔奖得主沃特·吉尔伯特（Walter Gilbert, 1932—）将其命名为“RNA 世界”的理论。RNA 出现于距今约 40 亿年前。

地球早期的大气中没有氧气，也没有臭氧层，紫外线可以直达地面，因此生命只能出现在海洋里，靠海水保护，不过缺氧的环境也使得那些超分子不容易被氧化而迅速死亡。又过了两亿年，地球上出现了最早的单细胞生物古菌（Archaea），这种微生物介于细菌和真菌之间，它可以通过化合作用（而不需要光合作用）获得能量生存。现在在富含硫磺的火山温泉里，还能找到这种古菌。再过两亿年，出现了能够进行光合作用的单细胞微生物，这时距今有 36 亿年之遥。这些早期微生物的微化石后来在加拿大和南极等地被发现。古菌等原始生命的出现慢慢地消化了大气中包括硫化氢在内的各种有害物质，并且通过光合作用释放出氧气。这样就逐渐形成了类似今天这样的大气成分，它适合各种浮游生物、鱼类、爬行动物和包括人类在内的哺乳动物生存。当然这是一个非常漫长的过程，大约经历了 10 亿年，在此期间，岩石地壳和地幔开始稳定。从地球诞生算起，形成低等生物可以生存的环境，就过去了近 20 亿年，几乎占到地球历史的一半，也是人类历史的几千倍，这个环境一旦遭到破坏，恢复起来也是非常漫长的。

又经过了大约 7 亿年，地球上才出现了第一个结构复杂的微生物——有细胞核的单细胞原生生物。这个时间距今约 18 亿年，也就是说，地球上具有细胞核的生物的时间不到地球年龄的一半。而还要再过 8 亿年，地球上才出现多细胞的生物，这时距今只有 10 亿年。而今天发现的比较完整的多细胞生物化石，是在大约 6 亿年前的古生代，那时海洋里出现了海

藻类的植物和海绵这样的多细胞动物。大量海藻的出现以及由它们在阳光下进行光合作用，为地球的大气层提供了大量的氧气，直到这时，地球上富氧的大气才形成。我们地球上的氧气，是从原生物开始，经过了几十亿年的积累才形成的。约 5.4—4.9 亿年前，地球进入了寒武纪。寒武纪这个词是日本人根据英语 Cambria（英国的地名）翻译过来的，虽然名字中有个“寒”字，但是其实气候并不冷，反而很暖和，在这个时期地球上的物种开始出现多样性，很多新的物种诞生了（被称为寒武纪大爆发），而地球的海洋才开始称得上是丰富多彩。

当地球大气中的氧气越来越丰富时，就形成了臭氧层，它可以保护地球上的陆地免受紫外线的直接照射。此时，生物才能够开始登上陆地生存。到了 4 亿年前的志留纪，最古老的陆地植物裸蕨类植物和苔藓才出现于潮湿的陆地。不过那时的陆地比今天任何荒凉的地方都更荒凉。在海洋里，虽然生物的种类丰富多彩，但是大都固定在浅海的海底。又过了几千万年，也就到了地质学家所说的泥盆纪（距今 4.2—3.7 亿年），地球上出现了昆虫和早期的鱼类，鱼类的诞生标志着地球上有了脊椎动物。同时陆地上出现了大量的蕨类和早期的裸子植物<sup>4</sup>。在接下来的几千万年里，出现了松树这类高大的裸子树木，鱼类成了海洋的主人，青蛙这样的两栖类动物开始登陆。若以两栖类登陆作为陆地有了（像样点儿的）动物活动的开始，那么这个时间还占不到地球年龄的 10%。

<sup>4</sup> 今天常见的裸子植物包括松柏和银杏等。

到了距今 2.5 亿年的二叠纪末期和三叠纪初期，一场大灾难降临地球，95% 以上的物种都灭绝了，其中的原因至今不详。不过在这之后，很多新的物种诞生了，包括现代鱼类、早期的爬行类动物。在接下来的侏罗纪，也就是距今 2 亿到 1.5 亿年，恐龙和其他爬行类动物成为地球的主人，对于这一段历史，看过《侏罗纪公园》等科幻电影的读者应该不会陌生。但是更值得一提的是，哺乳动物的祖先也在这时出现了。爬行动物在出现没多久，就演化成了两个分支。一个称为双孔亚纲，也就是恐龙——现代爬行动物以及鸟类的祖先；另一支则被称为合弓纲，其中的盘龙目动物是最早的似哺乳爬行动物。后面的这一支很快就演化成了

兽孔目，而兽孔目则是哺乳动物的直接祖先，它们有毛发、乳腺和直立的四肢，这些和今天的哺乳动物都很相似。



图 0.4 侏罗纪时代

至于在侏罗纪和后来的一亿多年里，为什么是爬行类动物而不是更高级的哺乳动物主宰世界，古生物学家有各种各样的解释，其中一种让人比较信服的说法是恐龙这一支（祖龙类或者叫古龙类）能够站立的强劲后腿使得它们方便觅食和观察周围的环境。相比之下，兽孔目动物有点像老鼠或者猪，是低头趴在地上的。

在植物界，被子植物也就是我们今天所说的大部分花草树木出现了，地球上第一次出现了鲜花，因为花是被子植物所特有的。我们今天形容一个地方自然风景美丽时，常常说“鲜花盛开”，但是在地球 95% 的时间里，是没有鲜花的。同样，我们今天用“杂草丛生”来形容凄凉的景象，但是在两亿多年前的地球上根本找不到杂草，因为几乎所有的草都是被子植物，要到侏罗纪以后才出现。

恐龙统治地球长达 1.6 亿年，不仅比我们人类，也比哺乳动物统治地球的时间要长得多。但是在白垩纪的末期，距今约 6500 万年前，灾难再次降临。这次可能是一个小行星撞到了今天墨西哥湾的位置，大量的尘埃抛向天空，形成遮天蔽日的尘雾，气候骤冷，植物的光合作用也暂时变缓，茂密的蕨类植物森林消失。作为不能恒温的冷血动物，又没了食物，恐龙可以说是饥寒交迫，终于灭绝了。当然，关于恐龙灭绝原因的学说不下 20 种，只是小行星碰撞说证据最充分而已。不过，恐龙的一些近亲（比如鸟类）和更远的亲戚（比如鳄鱼）却存活了下来。而可以保持身体恒温且体积较小的哺乳动物，则开始成为这个星球的主宰。

也就是在这个时期，灵长类动物出现了，这些动物早期只有老鼠大小，外观和今天的猴子颇为相像。不过要再经过 4000 万年，我们人类的祖先古猿才出现，这时距今只有 1500 万年。然后再过 800 万年，灵长类人属的古猿才和黑猩猩分开，这时距今 700 万年。将 700 万年再缩短一半，到了距今 350 万年时，真正被称为“人”的动物——肯尼亚平脸人出现了。



图 0.5 人类的近亲尼安德塔人（美国国家自然历史博物馆的复原模型）

在接下来的几百万年里，和人类祖先竞争的还有几种人类，包括能人（*Homo Habilis*）、直立人（*Homo Erectus*，元谋猿人、蓝田猿人和北京人都属于直立人），鲁道夫人（*Homo Rudolfensis*，以发现化石的肯尼亚鲁道夫湖命名）等，他们遍布地球的亚、欧、非大陆。这些猿人已经开始使用石质的工具，捕杀大动物，也学会使用火。随着时间的推移，这些人类的近亲在竞争中逐渐消失了，取代他们的是一批更智慧的猿人，包括在印



尼发现的弗洛瑞斯人（Homo Floresiensis），在欧、亚、非发现的海德堡人（Homo Heidelbergensis，在欧洲、非洲和中国发现多处他们生活的遗址），在欧洲和西亚发现的尼安德塔人（Homo Neanderthal，有多处遗址发现）等。其中海德堡人、尼安德塔人和现代人非常接近，完全直立行走，身高在 1.6—1.8 米，体重 55—70 公斤，脑容量和我们相似，尼安德塔人的脑容量甚至比我们更大些（前者平均为 1600 毫升，而现代人平均为 1400 毫升），我们的基因中甚至会有少量的尼安德塔人的基因。但在竞争中我们的祖先现代人最终胜出，才开始了今天的文明。

### 第三节 最后的半小时

如果我们把地球的年龄缩短成一年，那么人类则出现在这一年最后一天的最后半个小时。在距今约 25 万年前，我们的祖先现代人在东非诞生了。从 DNA 分析，现代人的祖先应该是早期智人，再往前是直立人。在现代人诞生时，和现代人竞争的其他人类还有很多，其中最有竞争力的就是前面提到过的尼安德塔人。而现代人之间也在竞争，他们在捕猎的同时，互相杀戮，最后只有很少的部落生存了下来。

在《山海经》中记述有女娲造人的故事，在《圣经》中记述了类似的亚当和夏娃的故事，都是讲述人类来自于一个男性和一个女性。这些神话今天居然找到了一些科学根据。我们不妨用亚当和夏娃作为人类男性和女性始祖的代名词。科学家对世界各地不同地区和民族进行大量女性线粒体<sup>5</sup>的研究发现，人类共同的母系祖先——“线粒体夏娃”出现在 20 万年前的东非（此前认为是 15 万年前的一位女性）。对于不同种族和地区男性 Y 染色体的研究表明，人类可能也拥有共同的男性始祖“亚当”，他生活的年代应该比“夏娃”晚一些，大约在 12—16 万年之前<sup>6, 7</sup>。在那个年代，女性的现代人显然不止“夏娃”一个，只是其他女性的后代“断子绝孙”了。其他男性的后代也是如此。在人类产生和进化的初期，并没有仁慈，只有为了生存而展开的竞争乃至杀戮。

5

线粒体是细胞质中的成分，它里面有一种叫做 mtDNA 的遗传物质，只能由母亲传给女儿，就如同男性的 Y 染色体只能由父亲传给儿子一样，因此通过 mtDNA 能找到人类的女性始祖。

6

<http://med.stanford.edu/ism/2013/august/bustamante.html>

7

David Poznik, Carlos Bustamante etc, Sequencing Y Chromosomes Resolves Discrepancy in Time to Common Ancestor of Males Versus Females., Science 2 August 2013: 562-565.

8

White, T.D.; Asfaw, B.; DeGusta, D.; Gilbert, H.; Richards, G.D.; Suwa, G.; Howell, F.C. (2003). "Pleistocene Homo sapiens from Middle Awash, Ethiopia". *Nature* 423 (6941): 742–747

加州大学伯克利分校的蒂姆·怀特 (Tim White) 教授是世界上最著名的古人类学家之一，他的团队在中东非埃塞俄比亚发现了 15—16 万年前很多现代人生活的痕迹，包括他们的遗骸和饮食。一个颇令科学家们感兴趣的现象就是，人头骨被锐利的石器砍开，而颅骨则被钝器砸开，这种痕迹不知道是人吃人留下的，还是死后举行特殊仪式留下的。虽然人们不愿意直说，但是心知肚明的是，这些头骨最有可能是被人吃了肉后的战俘的！这篇论文发表在 2003 年的《自然》杂志上<sup>8</sup>。

9

Goebel, T., M. R. Waters, and D. H. O'Rourke (2008) The late Pleistocene dispersal of modern humans in the Americas. *Science* 319:1497-1502.

夏娃和亚当的后代在非洲大陆上繁衍，大约在 10 万多年前，开始从东非向四周迁徙。至于迁移的原因，至今众说纷纭，比较流行的说法是气候变迁和为了狩猎寻找食物，这和后来游牧民族追逐水草的迁徙颇为相像。而迁徙的路线包括走向南部非洲和向北走出非洲。走出非洲，也不是一年两年或者一两个世纪就能完成的壮举，而是一个漫长的过程。甚至有科学家认为人类走出非洲的过程实际上是两次，先后相差万年<sup>9</sup>，不管怎么样，这个过程非常漫长。走出非洲的现代人，人数少得可怜，可能只有 150—1000 人。他们大约在 5.5 万—9 万年前跨过红海（当时的红海比现在要窄很多），走到了阿拉伯半岛<sup>10</sup>。人类的祖先大约在 5 万年前到达南亚，4 万年前到达澳大利亚、中国和欧洲，3 万年前（一说 1.4 万年前）到达美洲。

10

Armitage SJ, Jasim SA, Marks AE, Parker AG, Usik VI, Uerpmann HP (January 2011). "The southern route "out of Africa": evidence for an early expansion of modern humans into Arabia". *Science* 331 (6016): 453–6

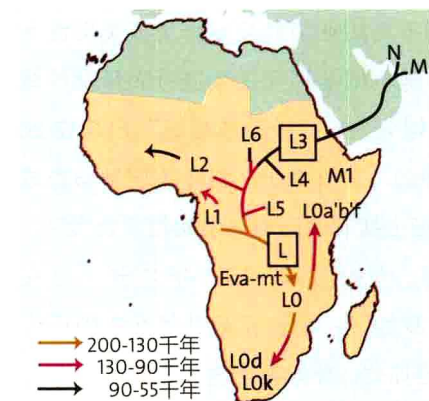


图 0.6 人类走出非洲的时间表 (L 是起始点，黑线的时间是 9 万年前到 5.5 万年前)

不过，现代人的迁徙和活动对其他物种，包括其他人类来讲是个灾难。研究表明，多种大型动物的灭绝，与现代人走出非洲后的迁徙路线和时间相吻合。不仅如此，现代人每到一处，那里其他人类的近亲也就渐渐灭绝了。而在人类所有的近亲中，被灭绝的最近一支就是前面提到的尼安德塔人。

尼安德塔人也是源于非洲，但是他们更早地到达了欧洲。尼安德塔人的遗骸和生活遗迹最早发现于德国尼安德塔地区，这个人种因此而得名。相比现代人，尼安德塔人脑容量更大。他们的身高和现代人差不多，但是相对上身较长，下肢尤其是小腿较短。科学家们认为这是为了适应欧亚大陆相对寒冷气候（血液循环到四肢的距离较短），并且有利于在山地行走<sup>11</sup>。尼安德塔人在早期进化过程中，进化的速度和现代人应该不相上下，但是在欧洲的日子里，他们进化的速度明显减慢，从他们使用的工具来看，在几万年里并无明显的改进。尼安德塔人以肉食为主，他们发明了长矛捕猎和围猎的方式，但始终没有发明弓箭。也许是因为下肢短小，他们也没有发明避寒的衣物，而是生活在洞穴中靠火来取暖。在现代人到来之前，他们是欧亚大陆的主人，过着相对悠闲的生活，并且开始懂得了用贝壳装饰自己。

尼安德塔人和现代人在欧洲大陆共存了大约一万年，这中间有混血和融合。我们今天非洲以外人类的基因中大约有1—4%来自于尼安德塔人，而在南部非洲人的基因中则找不到尼安德塔人的痕迹。在西班牙发现了尼安德塔人和现代人共同生活的痕迹。但是在一万年左右的生存竞争中，尼安德塔人最终被现代人淘汰了。分析了各种人类的脑结构后，古人类学家认为，只有现代人脑子富有想象力，尼安德塔人可能有想象力，而其他人类则缺乏这种能力。如果没有现代人的影响，让这些人类自行进化，他们或许也能发展出想象力，但是现代人的到来使得他们没有时间进化了。

世界各国都流行着类似黄帝战蚩尤的传奇故事，或许这就是以现代人和尼安德塔人或者其他人类战争为背景的。尼安德塔人是和现代人最接近的一支，他们消失在2.5—3万年前，而在这以前，现代人已经掌握了弓箭<sup>12</sup>。

11

Ryan W. Higgins,  
Christopher B. Ruff.  
The effects of distal  
limb segment  
shortening on  
locomotor efficiency  
in sloped terrain:  
Implications  
for Neandertal  
locomotor behavior.  
American Journal  
of Physical  
Anthropology,  
2011; 146 (3): 336  
[http://www.  
sciencedaily.com/  
releases/2011/10  
/111019172103.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2011/10/111019172103.htm)

12

在中国出土的最早的箭头是2.8万年前的，在非洲甚至发现了6万年前的箭头，但是有考古学家认为那是标枪的头。

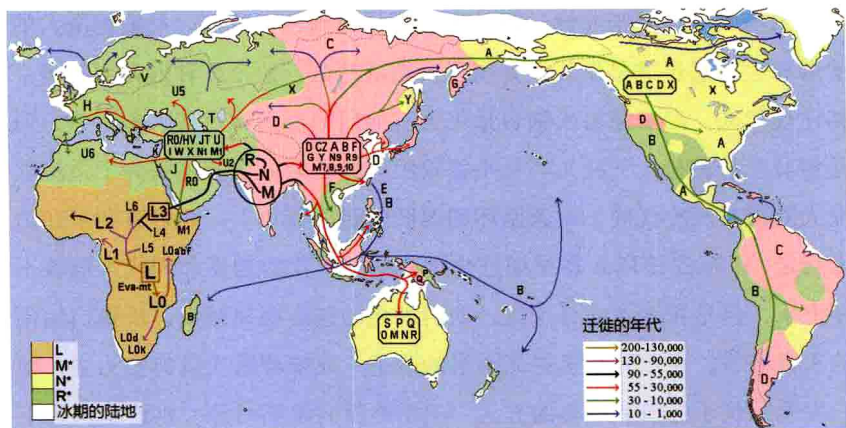


图 0.7 人类走出非洲迁徙图

从大约 3 万年前开始，现代的人类成为了地球的主人，大约发生在 12 月 31 日 23 点 56 分。要再过两万多年，人类的文明才真正开始，这已经是一年最后的一分钟了。

在本节的最后，我们把地球历史上的各个里程碑浓缩到一年中，我们可以得到下面这张表。

表 0.1 地球的历史

日期	距今天的时间（年）	大事
1 月 1 日	45.3 亿	月亮形成
1 月 11 日	44 亿	液态水形成
1 月底	38~42 亿	海洋形成
2 月初	40 亿	超分子出现
2 月底	38 亿	古菌出现
3 月中	36 亿	光合作用的细菌出现
7 月初	18 亿	复杂的单细胞生物出现
9 月中	10 亿	多细胞生物出现
11 月中	6 亿	海藻和海绵出现
11 月下旬	5.4 亿	寒武纪生物大爆发
12 月初	4.2 亿	脊椎动物出现
12 月中	2.5 亿	二叠纪 - 三叠纪生物大灭绝

表 0.1 地球的历史（续表）

日期	距今天的时间（年）	大事
12月中	2.3 亿	恐龙出现
12月15日	2 亿	被子植物出现，恐龙主宰地球
12月26日	6500 万	恐龙灭绝，哺乳动物兴起
12月30日	1500 万	古猿出现
12月31日17点	350 万	人类出现
12月31日23点30分	25 万	现代人出现
12月31日23点52分	7 万	现代人走出非洲
12月31日23点56分	3 万	人类成为地球的主人
12月31日23点59分	1 万	文明开始

从现在开始，让我们沿着人类的文明进程从古埃及走回到今天。



# 第一章 金字塔和死者之书

## 古埃及文明

我们这本书讲述的是文明的故事。但是人类文明始于何时，这要看文明如何定义了，或者说什么算是文明的开始？在中国学术界这是个颇有争议的问题，因为它涉及到中华文明什么时候开始。而在西方学术界，它的标准简单而且清晰，即阶级的产生和城市的出现，意味着人类文明的开始（按照这个定义，没有阶级的原始社会谈不上文明）。事实上，“文明”一词（Civilization，拉丁语为 Civilitatem）源于词根 Civil，即“城市”的意思。另一个同源词 Civic，中文译作市民，本意是不同于野蛮人和原始人的人。因此，大部分学者都同意这个观点，即一种文明的开始必须要有城市的遗迹为佐证。文明的另一个佐证是文字的记载，对于没有文字记载的历史，我们常常称之为史前。

相对于文明，文化的定义就宽松得多。西方“文化”一词（Culture，拉丁文为 cultura），本意为农耕和养殖，也就是说，人类定居下来，有了农业和畜牧业，就开始有了文化。我们常常见到介绍中国远古历史时，使用“仰韶文化”、“龙山文化”等字眼，而没有用“文明”二字，这样的描述是科学而准确的。

最早的文明起源于何时，现在不可考，事实上也不重要。过去两百年的考古发现，把人类的文明史向前推进了两千多年，而且今后这个时间有可能还会继续向前推移。重要的是，我们知道人类最早的文明始于非洲尼

罗河下游，即现在的埃及地区，或者是美索不达米亚。这一事实如今已成为常识，如果一个中学生不知道这一点，他的历史考试可能要不及格。但是，我们人类了解到这个事实，只是近两百多年的事情。

## 第一节 偶然的伟大发现

古埃及文明的发现偶然而富有戏剧性。1798年，一位个子不高的年轻的法国将军率领四万大军（和一支海军）进入埃及，试图从背后袭击英国人并且切断英国和印度（当时印度是英国的殖民地）之间的贸易。这位意气风发的将军完全没有把十倍于他的敌人（包括三万英军、二十万奥斯曼土耳其帝国的军队、八万埃及的军队以及十几万其他中东国家的军队）放在眼里，孤军深入，来到了亚历山大港。在吉萨金字塔群（Giza Necropolis，有包括胡夫金字塔在内的三个大金字塔）附近，这位天才的将军以1:20的伤亡代价重创英国人支持的埃及军队（史称“金字塔战役”），并促使对方投降，法军于是占领了埃及在尼罗河下游的主要地区。大家可能已经猜到，这位年轻将军就是日后成为法兰西帝国皇帝的拿破仑·波拿巴。

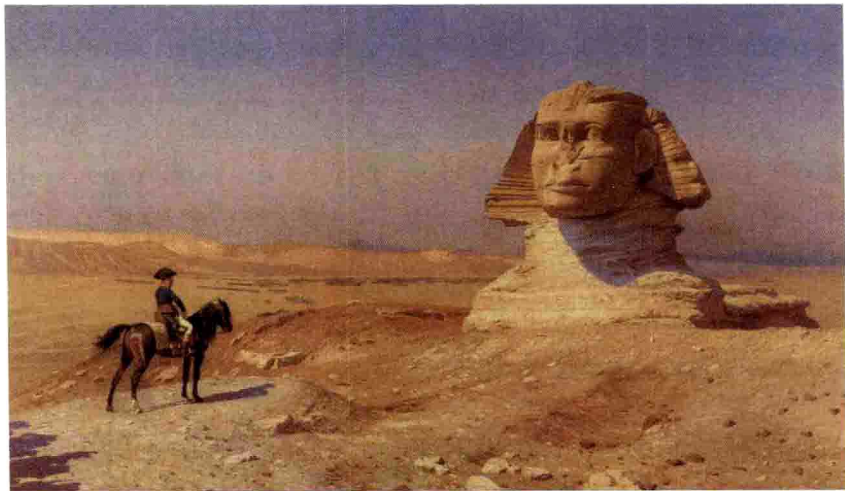


图1.1 拿破仑·波拿巴在狮身人面像前(让·里昂·葛罗马绘制于1868年,收藏于美国赫氏堡)



拿破仑不仅想在军事上重现他所敬佩的亚历山大大帝（Alexander the Great，前 356—前 323）在两千多年前征服埃及的伟业<sup>1</sup>，而且想在文化上超越前人。当年，亚历山大带着包括亚里斯多德在内的大批学者来到埃及，并且建造了著名的亚历山大图书馆。而当时兼任法兰西科学院院长的拿破仑将军也将法国几乎全部的科学和艺术精英（包括一百多名科学院院士）一起带到了埃及。有一天，一个叫皮埃尔·弗朗索瓦·布沙尔（Pierre-François Bouchard，1772—1832）的下级军官在散步时，走到一座古神庙的遗址，无意中发现了一块破碎的古埃及石碑（见图 1.2），上面刻有三种语言：除了古希腊文，还有两种他不认识的文字。布沙尔意识到这块石碑对破解古埃及秘密的重要性，便把这块石碑交给了随行的科学家让·约瑟夫·马塞尔（Jean-Joseph Marcel，1776—1854），后者拓下了石碑上的文字。



图 1.2 罗塞塔石碑

拿破仑的胜利没有持续很长时间<sup>2</sup>，法国海军很快在尼罗河被英国海军名将纳尔逊（Horatio Nelson，1758—1805）打败。没有了海上支持和补给的拿破仑，虽然在陆上取得了一系列的胜利，但是在埃及和中东最终还是维持不下去，不得不于 1801 年和英国人讲和，撤出了埃及，同时将大量埃及的文物移交给英国人，这些文物成了后来大英博物馆最重要的馆藏。

<sup>1</sup> 公元前 332 年。

<sup>2</sup> 拿破仑在金字塔之战的胜利是 1799 年 7 月 21 日，而纳尔逊打败法国海军是当年的 8 月 1 日，前后只差十几天。

拿破仑失败于远征，却无意中获得了重大的考古发现。这一切要感谢前面提到的那块石碑，因为它上面刻着古埃及的两种文字（古埃及象形文字和古埃及拼音文字）及对应的希腊文字，这些文字记录的是同一内容——公元前196年埃及国王托勒密五世加冕一周年的诏书。在此前大约一百年，埃及已经被来自希腊北方城邦的亚历山大大帝征服，亚历山大大死后，他的部将托勒密（Ptolemy I Soter，前367—前283）自立为埃及法老，开始了埃及历史上的托勒密王朝，希腊文成为了埃及的官方语言。而与此同时，埃及原有的文字也在使用，因此就出现了一碑三文的现象，就如同北京故宫所有匾额上都有满汉两种文字。无疑，罗塞塔石碑便是开启以象形文字记载的古埃及文献秘密的金钥匙。到了1822年，法国语言学家商博良（Jean-Francois Champollion，1790—1832）通过古希腊文，破解了石碑上的古埃及象形文字的含义，尼罗河流域五千年文明的面纱就此揭开。这块石碑以其发现地罗塞塔（Rosetta）命名，现在是大英博物馆的镇馆之宝。顺便提一句，正因如此，罗塞塔也成为了翻译的代名词，世界上很多翻译软件，包括Google的翻译项目，都命名为罗塞塔。

直到十九世纪中叶，人们才真正开始对古埃及文明进行系统的科学考察。考察刚刚开始，大家就遇到了难题。面对浩繁的古埃及文明，考古学家们一时不知如何下手。于是，他们想出了一个办法，大家达成一致，划分区域，各自负责，对累积的文物和古迹进行分类和整理。因此，还原古埃及文明这一浩大的工程，不是由某一国考古学家完成的，而是由各个国家许多著名的（和无名的）科学家合作完成的。考察的初步结果就让人震撼，世人首次了解到，远古希腊文明开始前的15个世纪，人类就在尼罗河流域就创造出了灿烂的文明。

感谢布沙尔，他偶然地发现了罗塞塔石碑；感谢马塞尔，他在将这块石碑移交给英国人前，拓下了石碑上的文字；感谢商博良，是他十几年如一日地破解了解开古埃及之谜的密码。当然我们还要感谢那些考古工作者，他们揭开了古埃及文明神秘的面纱。相比之下，纳尔逊和拿破仑的

胜利便显得无足轻重了。虽然当时纳尔逊在尼罗河的胜利给他带来了子爵的头衔，并且因为后来 1805 年海战的胜利，使他成为英国海军的“军神”，但是纳尔逊帮助英国获得的海上霸权和殖民地随着时间的推移早已消失殆尽。拿破仑也是一样，他远征埃及的行为在当时已被证明毫无意义，尽管在战术上取得了不少胜利。所幸的是，他的部下带回了罗塞塔石碑。我们在后面还将多次看到，军事的胜利远不如文明的成就来得持久。



图 1.3 位于伦敦特拉法加的纳尔逊纪念碑

## 第二节 最古老的文明

世界上所有的文明都起源于大河之畔。非洲大陆的尼罗河孕育了世界上最早的文明——古埃及的农业文明。从公元七千年前到二十世纪六十年代<sup>3</sup>，从开罗出发沿着尼罗河逆流而上，在去往古埃及古城孟菲斯（Memphis）和卢克索（Luxor）的路上，会看到大河两岸的景色都是相同的——美丽而广阔的农田，以及在这片土地上辛劳



图 1.4 帝王谷

3 二十世纪六十年代以后，随着阿斯旺大坝的建成，环境遭到的破坏越来越明显，埃及几千年的农业文明基本上被毁掉了。

耕种的农民。由于尼罗河洪水每年泛滥一次，尼罗河下游的土地十分肥沃，而且灌溉便利。每当洪水过后，古埃及人就在退洪的土地上耕作，就能获得很好的收成。人类只有在能够获得稳定的农业收成后，才有可能定居下来，进而建立城市，开始创造文明。

## 4

闪米特人是亚非大陆上一个古老的民族，今天的阿拉伯人和犹太人都是闪米特人的分支。

最早在埃及的土地上耕种的是闪米特人<sup>4</sup>和当地的土著，他们经过上千年的辛勤耕耘，把尼罗河畔的处女地开垦成良田。要再经过上千年，古老的王国才会建立。古埃及人不仅掌握了种植技术，而且开创了早期的天文学。为了准确预测洪水到来和退去的时间，当时的埃及人根据天狼星和太阳在一起的位置来判断一年中的时间和节气。在古埃及的历法中没有闰年，它的一个“季度”也非常长：长达  $365 \times 4 + 1 = 1461$  天，因为每隔这么多天，太阳和天狼星一起升起。因此，古埃及的日历周期很长。事实证明，以天狼星和太阳同时出现做参照系，比以太阳做参照系更准确些。古埃及人可以准确地判断洪水能到达的边界和时间。天文学就从这时在古埃及诞生了。

大约在公元前 40 世纪（甚至更早），埃及出现了世界上最早的城市——当时文明的中心是孟菲斯和底比斯（Thebes），即今天的卢克索等地。从那个时期的墓葬来看，当时的埃及社会已经出现了阶级。这个时期被称为古埃及前王朝时期。也就是在这个时期，古埃及从石器时代向青铜时代过渡了。



图 1.5 古埃及的农业文明（纸莎草画，收藏于大英博物馆）

又过了几百年，到了公元前 31 世纪，一个名叫纳尔迈（Narmer）的国王统一了埃及，建立了埃及的第一个王朝，这是人类历史上的第一个王国。古埃及的王朝不像中国那样都有名称，后来考古学家为了区分各个王朝，使用数字从最早的纳尔迈王朝开始一个个往下标注，因此，纳尔迈王朝也就成为了古埃及的第一王朝。这段历史的确认依靠的是十九世纪末出土的纳尔迈石板（Narmer Palette）<sup>5</sup> 和纳尔迈的墓葬。纳尔迈石板是一块盾形的薄砂岩板，正面图案刻的是纳尔迈出巡的场景和两条恐龙一般的怪兽，反面刻着纳尔迈处决敌人的场景。整个石板做工非常细致，人物栩栩如生。和后来的埃及壁画一样，人物的表现手法简洁，绘画线条优美。在纳尔迈石板上，有最古老的象形文字，这些文字比中国出土的最早的甲骨文<sup>6</sup> 还早了一千多年。这件珍贵的文物现收藏于埃及开罗国家博物馆，在加拿大 安大略博物馆内有一件复制品，后者更容易看到。



图 1.6 纳尔迈石板（此为加拿大 安大略博物馆的复制品）

第一王朝之后自然是第二王朝，这两个王朝一共持续了三百多年，历史上统称为早王国时期。之后，埃及便进入了第一次文明的高峰期——古王国时期<sup>7</sup>，它包括从第三到第六共四个王朝。在这一时期，埃及王国的中央政府已经相当完善，国家设有专门的官员负责征税和管理水利工程，并征用农夫实施建筑工程。与此同时，古埃及的司法系统也开始完善。埃及的农民依然在辛勤地耕种，并且拥有了丰富的农耕经验，古埃及的农业获得了长足的发展，粮食充裕，人口增长。这样，法老——埃及的国王，就有能力为自己修建大型陵墓——金字塔了。埃及最大的三个金字塔：胡夫金字塔<sup>8</sup>、海夫拉金字塔和孟卡拉金字塔都修建于这一时期。

5

一些地方把纳尔迈石板翻译成纳尔迈调色板是错误的。英语单词 Palette 有几个含义，最初就是板的意思，调色板是其中一个翻译，但是在这里它不是调色板的意思，而就是指一般的板。

6

以出土的殷墟最早期的甲骨文为准。

7

公元前 27 世纪到前 22 世纪，大约五百年，经历了第三到第六共四个王朝。

8

胡夫，古埃及第四王朝第三任法老，生活在公元前 27 世纪，他修建了埃及最大的金字塔。

和中国一样，古埃及在历史上也是统一和分裂不断地交替。在前王国之后接下来的五百多年里，埃及经历了短暂分裂，但很快又恢复了统一。这里说的短暂，也是相对埃及五千多年的历史而言，不过也持续了一百多年。统一后的埃及进入了中王国时期（公元前 2055—1650），也就是第十一和第十二王朝，前一个王朝主要是完成了国家的再次统一，而后一个则是恢复王国的繁荣并且发展了文学和艺术，开展大规模的建设。在第十二王朝时期，埃及修建了许多水利灌溉工程，农业得到进一步的发展。同时，采矿业也开始兴起。在这一时期，埃及建造了人类历史上第一座长城——大公墙（Walls of the Ruler），以抵御外敌入侵。虽然大公墙已经不复存在了，但是它的一些遗迹在埃及被发现，见证了当时的历史。中王国结束时，中国第一个有记载和物证的王朝——商朝正好建立。

在接下来的一百多年里，埃及被来自西亚的民族打败，法老逃到了南方的底比斯，并且向外来的统治者称臣纳贡，有点像中国的南宋时期。一百多年后，法老打败了外来的统治者，重新控制了整个埃及地区，埃及进入了新王国（公元前 1575—1069）。新王朝是古埃及历史上的另一个高峰，著名的拉美西斯二世就是这个时期的统治者，而代表古埃及绘画和文学艺术最高成就的《死者之书》也是这个时期的作品。

接下来的四百年里，埃及再次陷入分裂，遭到外族的入侵，有点像中国的东晋南北朝时期。埃及的国力大大削弱，那个时期的神庙，规模不大，又非常难看。不过，老百姓的生活倒是没有什么变化，他们似乎也不关心谁是统治者。在赶走了入侵的波斯人后，埃及结束了四百年的分裂和战乱，于公元前 664 年再次统一，但是，这次统一只维持了三百多年，此时地中海文明的中心已经开始转移到爱琴海地区。三百多年后，古埃及被亚历山大灭亡，它几千年辉煌的历史也就结束了。

### 第三节 金字塔

在古埃及几千年的历史中，埃及人创造了辉煌的文明。说起古埃及的文明，人们首先想到的是金字塔，因为金字塔不仅是古埃及的象征，而且体现了全世界古代文明的最高成就。金字塔呈四方锥形，底座为正方形或者长方形，样子有点像汉字里的“金”字，因此而得名。

据美国芝加哥大学的古埃及学家马克·莱纳（Mark Lehner）在《金字塔大全》<sup>9</sup>一书中的记载，在埃及有 138 个大大小小的金字塔。顺便提一句，莱纳教授是世界上最权威的古埃及学家之一，本节关于金字塔的理论以他的说法为准。这些金字塔，小的就像一个几十米高的石头堆，大的则高达一百多米，相当于几十层楼那么高。

最早的金字塔位于埃及古都孟菲斯附近的萨卡拉（Saqqara），史称为萨卡拉的乔赛尔金字塔（Pyramid of Djoser），建于公元前 2667 年—公元前 2648 年，距今大约 4700 年。4700 年有多长？对于大部分人来讲只是一个数字，并没有明确的感觉。我们不妨换一种说法，在乔赛尔金字塔建成后，需要再过一千年，中国的商朝才建立，而同期古希腊的迈锡尼文明<sup>10</sup>才刚开始。如果当年秦始皇能够出国旅游去埃及看看乔赛尔金字塔的话，他对金字塔的崇敬之情就会如同我们今天对始皇兵马俑的一样，因为从建造乔赛尔金字塔到秦始皇间隔了 2400 多年，比秦始皇距今 2200 多年还长两个世纪。乔赛尔金字塔的基座是长方形的，边长大约是 125 米和 110 米，相当于两个足球场大；高大约 62 米，相当于 15 ~ 20 层楼。修建此等规模的建筑，即使在今天也是非常大的工程。当时的古埃及有能力建造这样的工程，足以说明它当时国力之强大，文明程度之高。

当然，古埃及最大，也是最著名的金字塔当属胡夫金字塔（也就是我们常说的大金字塔），它位于吉萨金字塔群的中央，旁边两个是他儿子海夫拉（Khafre）和孙子孟卡拉（Menkaure）的金字塔。

<sup>9</sup> Mark Lehner *The Complete Pyramids*, Thames and Hudson

<sup>10</sup> 公元前 16 世纪到前 11 世纪，是古希腊青铜时代文明的代表。



图 1.7 吉萨金字塔群

11

有考古学家认为墨西哥境内的乔卢拉大金字塔（Great Pyramid of Cholula）是世界上体积最大的金字塔，吉尼斯世界纪录也是这么记载的。但是乔卢拉金字塔实际上更像一个砖土混合的山丘，而不是通常意义上的金字塔。比胡夫金字塔底座更大更宽的是墨西哥城郊的太阳金字塔，但是其高度只有胡夫金字塔的三分之一左右。

12

主要成分是碳酸钙，大理石就是石灰岩的一种。

13

<http://t.cn/8sDvXhN>

胡夫金字塔之所以有名，首先是因为它规模“巨大”。按体积来论，胡夫金字塔是世界上最大的金字塔<sup>11</sup>。胡夫金字塔原本高 146 米（后来因为四千多年雨水的侵蚀，高度降到了今天的 139 米，这和它使用石灰岩为材料有关），大约相当于 40 ~ 50 层楼高。在 1889 年巴黎的埃菲尔铁塔建成以前，它一直是全球最高的建筑。大金字塔底座呈正方形，边长 230 米，面积相当于 5 ~ 6 个足球场。

大金字塔，除了大以外，其高超的建筑技巧也令人叹为观止。整座大金字塔由大约 230 万块巨大的石灰岩<sup>12</sup>石“垒成”，每块巨石平均重 2.5 吨，最大的巨石每块重达百吨左右<sup>13</sup>。这些石块之间，没有任何水泥或者灰浆之类的粘着物，完全是靠一块石头叠在另一块石头上面“垒”成的。虽然石头之间填满了石膏，但并不起粘连的作用，只是保证石头之间不留缝隙而已。石块之间的缝隙填充得严丝合缝，连很薄的刀片都无法插入。经历大约 4600 年，大金字塔屹立不倒，不能不说是人类文明史上的奇迹。难怪埃及有句谚语讲“世界上任何事情都怕时间，而时间害怕金字塔”。另外，大金字塔的建筑结构设计也非常巧妙，比如大金字



塔入口，位于塔身距地面 13 米高处，呈三角形，由 4 块巨石砌成。从力学的角度来看，三角形的设计非常合理，因为其他几何形状（如四边形）的入口，都无法承受金字塔本身的巨大重量（五百万吨左右）。这说明古埃及

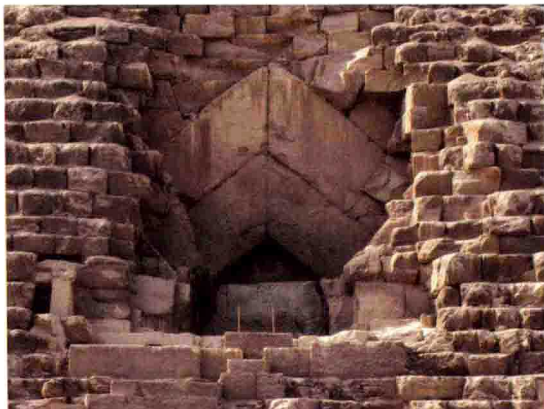


图 1.8 大金字塔的三角形入口

人在四千多年前就已经对几何学和力学有很深入的了解，并且运用自如。

当然，大金字塔的名气大，很大程度上来源于它自身无数的谜团。首先是关于它的建造。这些巨石从哪里来？是如何切割下来的？又是如何运到金字塔工地上的？最后，它们是怎么垒起来的？还有，这些填充物是如何将石缝塞得严严实实的？很多人不相信埃及人在 4600 年前就能做到这一切，于是干脆将建造金字塔的功劳给了外星人。好在人们对古代工程学做了研究之后，基本上搞清楚金字塔是如何建成的，因此功劳还是聪明勤劳的古埃及人的。

首先看看这些大石头从哪里来。金字塔位于尼罗河西岸，那里是一片沙漠，没有石头可用。古希腊历史学家希罗多德<sup>14</sup>（Herodotus，前 484—前 435）认为这些石头来自于“阿拉伯山”（可能是现在的西奈半岛），但是现在的学者普遍认为这些石料来自于尼罗河东岸。在 4600 年前，没有铁器，开采石头并不容易。学者们认为，当时的埃及人已经有青铜器了，他们应该是用青铜制作的凿子在岩石上打眼，然后在打好的石眼中插进木楔子，再灌上水。木楔子浸泡后就会发胀，由此带来的巨大胀力会把岩石胀裂。这种方法既不需要很高的人力成本，也不费时，即使今天看来也非常聪明。接下来，要将这些巨石锯成长方形。建造金字塔的巨石

14  
古希腊历史学家，  
《历史》（*Histories*）  
一书的作者。

15

在萨卡拉 (Saqqara) 发现的 Ankmahor 之墓中的壁画 (公元前 2200 年), 根据铭文的记载, Ankmahor 的地位仅次于法老, 相当于中国的宰相。

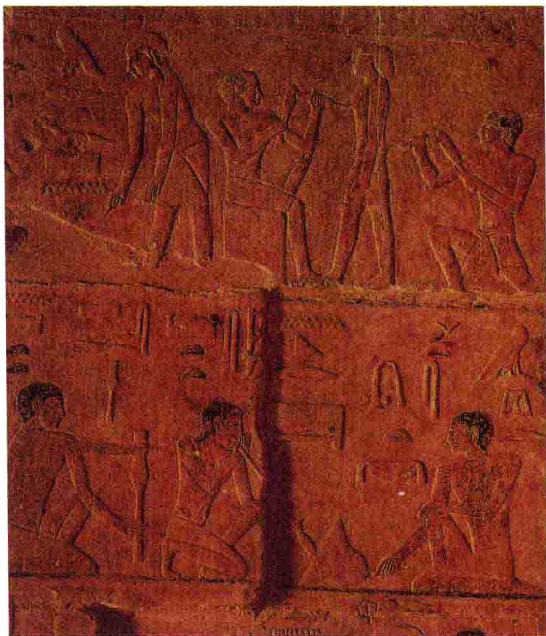


图 1.9 古埃及人用锤子和凿子采石<sup>15</sup>

有两种, 一种是质地较软的石灰岩, 可能是用青铜的锯子和凿子完成的 (在莱纳的书中给出了一些壁画的局部, 描绘古埃及人用凿子开采石头的过程); 另一种是质地很硬的花岗岩, 莫氏硬度为 6 左右, 即使是铁和钢, 莫氏硬度也小于 5, 很难锯开它们。莱纳认为, 古埃及人应该是把石英砂粘在了铜锯的表面,

这有点像我们现在用的金刚砂的砂轮 (将碎金刚石粘到一个轴上)。而石英的莫氏硬度为 7, 可以锯开花岗岩。

接下来的问题是如何将这些巨石从采石场运到金字塔的施工工地上。当时不仅没有车子, 而且轮子 (发明于两河流域) 也还没有传到古埃及。我在朋友聚会上提到这个问题时, 一位女士马上回答: “金字塔根本就是外星人修的。” 这个半开玩笑的回答说明即使是现代人, 也会认为如果没有现代化的运输工具, 搬运这些石头非常困难。可实际上, 古埃及人远比我们想象得要聪明, 他们是有办法的。

在第十二王朝的法老杰胡提霍特普 (Djehutynakht) 的墓中, 有一幅壁画引起了研究古埃及的学者的注意, 因为它揭示了古埃及奴隶和工匠们修建大型建筑的过程。

在壁画中, 有 172 个工人拉着一个雪橇似的木筏, 上面放着一块巨石,

从大小来看估计有 60 吨重。我们知道，大金字塔最大石块的重量不超过 100 吨，因此这种方法是可行的。当然，今天的工程学家对古埃及人的解决方案还提出了多

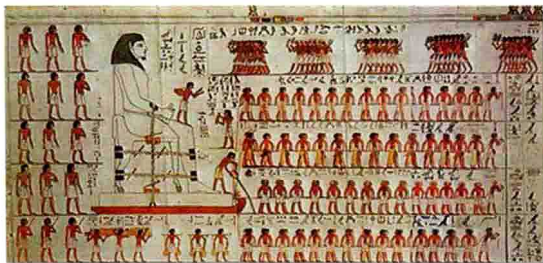


图 1.10 在杰胡提霍特普墓中发现的埃及人移动巨像的场面

种猜测。比如有的学者认为古埃及人为了运送石料，修建了从尼罗河东岸采石场到渡口，再从尼罗河西岸渡口到工地的道路，而这条道路可能就修了 10 年左右。另一个被广泛接受的观点是古埃及人可能发明了一种木轨，将巨石放在木轨上而不是直接在地上拉会更省力。下面是工程学家绘制的原理示意图，如图 1.11 所示。

不论是靠上百人一起还是靠圆木和木轨来拖拉巨石，古埃及人的智慧和毅力都令人赞叹。

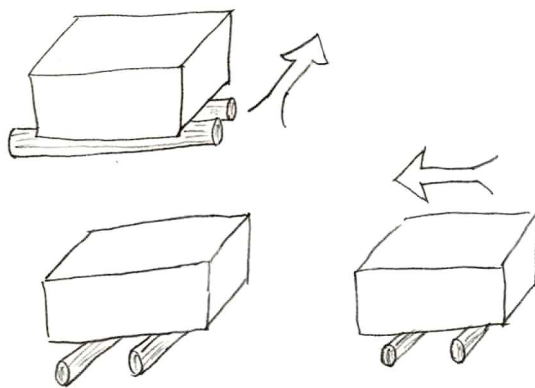


图 1.11 古埃及人使用的圆木和木轨

再接下来的问题是把这些石头摞起来，垒成金字塔。大部分学者认为，古埃及人在修建金字塔时

利用了斜坡的原理。第一层的巨石垒起来显然不成问题，完成这部分工作后，工人们在金字塔旁边用土石堆成一个斜坡，斜坡的顶部正好是第一层的高度，这样就可以通过斜坡将巨石运到第二层垒起来。当第二层完成后，土坡随着金字塔的升高而加高。

加高的方法有三种，如下图所示。第一种是之字形，这需要堆一座和金字塔一样大小的土山，虽然这样做工程量不小，但是和建金字塔比算不了什么，还是可行的。第二种方案是建一个很长的斜坡，它的问题是占地较大。第三种方案是沿着金字塔四周建一个螺旋式的斜坡，既省地方，工程量又小。不管当时古埃及人用了哪种方案，总之他们解决了这个问题。当然这还都是假设，是否可行最好试一试。日本人做事情比较认真，他们真的搭了个土坡来验证这种用斜坡运送大石料的可行性。日本老字号的筑公司株式会社大林组<sup>16</sup>（Obayashi Corporation）搭了一个坡度为1:4（高度对坡长）的土坡，然后用18个人将一块2.5吨重（大金字塔石料的平均重量）的巨石拉了上去，虽然拉得比较慢——每分钟移动18米，但是至少证明了这种方法可行。

16

公司由大林家族于1892年成立于大阪，现在总部在东京。很多著名建筑（如大阪宇宙大厦和台湾高铁）都是该公司的杰作。该公司于2012年宣布要建造一个通往太空站的天梯。

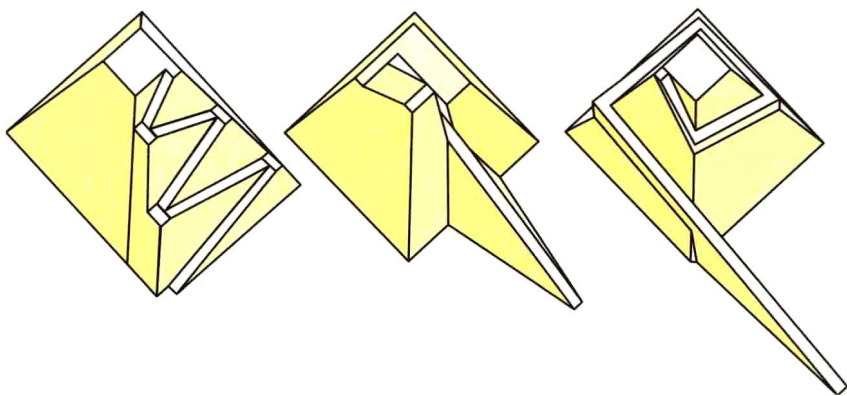


图 1.12 大金字塔的三种建造方法

最后还剩一个问题，就是构成金字塔塔身的巨石之间的缝隙是如何填充得严严实实的？考古学家在大金字塔取样，证明这些填充物是石膏，它不起粘连的作用，但是有助于大金字塔的稳定。石膏填充时是胶状物，如果让石膏自然地干燥，时间会很长，而且可能会出现裂缝。1984—1995年间，瑞士、美国和埃及的科学家联合开展了利用放射性碳确定金字塔年代的研究项目，作为研究的副产品，他们发现古埃及人用木材加热使石膏快速脱水，如有裂缝可以继续填充。这一成果可以在研究报告《利用放射性碳同位素确定古王国和中王国金字塔年代》<sup>17</sup>中找到。另外，

17

RADIOCARBON DATES OF OLD AND MIDDLE KINGDOM MONUMENTS IN EGYPT, <http://t.cn/8sDvZ3Q>

该报告还支持这样的观点：金字塔中木炭出现的年代比建造金字塔的年代早上百年，这说明为了修建金字塔，古埃及人砍掉了许多百年老树做燃料。

至此，建造金字塔的大部分工程问题已经有了答案，我们应当相信古埃及人有能力和智慧修建大金字塔。其实，单从工程难度来看，古埃及最惊人的建筑还不是金字塔，而是方尖碑。方尖碑上那一整块重达数百吨的巨石是从遥远的阿斯旺开采出来的，然后通过水路运到卢克索等地。接下来还需要将它毫厘不差地树立在设定的石座上。美国 Discovery 频道曾模拟当年的工艺，全凭人力重复了这一壮举。金字塔的工程难度比方尖碑低多了，伟大之处主要在于总量太惊人了。

除了金字塔是如何建成的，围绕大金字塔还有其他很多谜团。比如法老们为什么要修建大金字塔。我们过去都被告知金字塔是法老的陵墓，那么为什么陵墓要修在地上而不是地下？在埃及发现的《金字塔铭文》中有这样的话：为他（法老）建造起上天的天梯，以便他可由此上到天上。可见法老们是希望死后从高高耸立的金字塔中升天。无独有偶，在吴哥窟也能发现类似的建筑，是为国王升天而造的。金字塔之所以



图 1.13 耸立在法国协和广场的埃及方尖碑，重达 250 吨

修成这种锥形，是因为这种形状最稳固，在当时的工程条件下也最容易施工。

作为法老上天的天梯，金字塔里面是什么样的呢？进入大金字塔入口之后，是一条向下的巷道，大约两人宽。沿着巷道走不远，它就出现了第一次分岔，一条沿着原来的方向继续向下，最终到达在地下 30 米处一个未完工的地下室，至于地下室是做什么的，现在仍有争议。沿另一条路往上走，在大约回到入口高度时再次分岔，有一条水平的巷道通向王后的墓室，而另一条继续向上的巷道通向法老的墓室。下图是金字塔内部结构示意图。

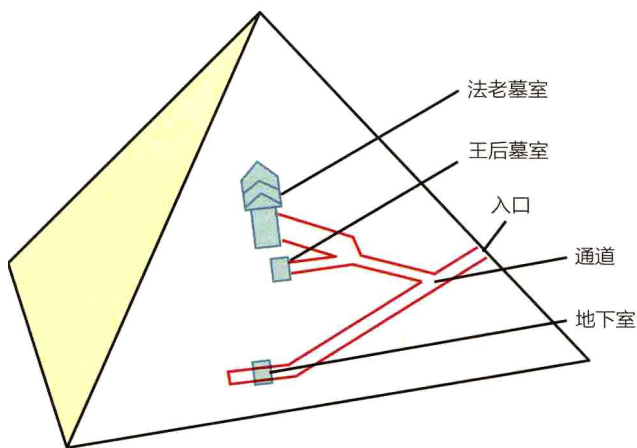


图 1.14 大金字塔的内部结构

法老的墓室非常有意思，引起了学者们很大的研究兴趣。大家可能会猜测这里头是不是有很重要的珍宝和文物，是的，大金字塔法老墓室中的每一件文物都珍贵而重要，它们体现了我们人类在 4600 年前最高的科技和艺术水平。但是学者们更感兴趣的不是里面的宝贝，而是墓室的尺寸。法老的墓室有 20 埃及古尺长<sup>19</sup>，10 尺宽（大约 10.48 米长，5.24 米宽），比例正好是 2:1，但是高度为 11.18 尺，约 5.974 米，这并不是个整数。为什么法老要选用这样一个奇怪的数字呢？因为 11.18 尺正好是  $5\sqrt{5}$ ，也就是墓室宽度的  $\sqrt{5}/2$  倍，这样的高度，保证了两面墙的对角线长度是整

18

Royal cubits，又名皇家肘，估计和英尺类似，是某个法老的肘长。

数 15 尺，因为根据勾股定理：

$$10^2 + (5\sqrt{5})^2 = 225 = 15^2$$

不仅如此，墓室的两个最远的顶点之间的距离也是整数，即 25 尺，因为同样根据勾股定理  $15^2 + 20^2 = 625 = 25^2$ 。下图是墓室尺寸的示意图，两条红线表示整数长的斜边。

这个墓室尺寸的设计，说明 4600 年前的古埃及人已凭经验发现了勾股定理，虽然这个定理的严格证明要由两千年后的毕达哥拉斯（Pythagoras of Samos）才能给出。大金字塔的另一个与几何有关的数字是它的周长和高度比，大约等于 6.29。这大致是圆的周长和半径的比例，即两倍的圆周率，误差在千分

之一左右。由此可见，古埃及的几何学颇为发达，虽然他们没有像后来的古希腊人那样构造了基于公理体系的严格的几何学。

大金字塔中最重要的文物应该是法老和王后的干尸，即木乃伊。但是很遗憾，考古学家们没有发现木乃

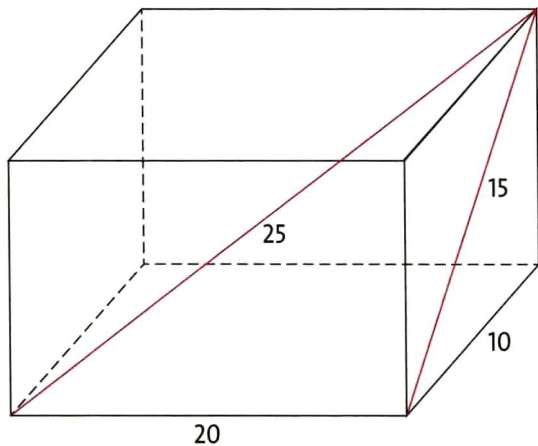


图 1.15 大金字塔墓室的尺寸

伊，而这也成为一些专家否认金字塔是法老陵墓的证据。这倒也不奇怪，因为从公元前 1 世纪，即大金字塔建成两千四百多年后，就有古希腊考古学家进入其中，之后大金字塔又多次被盗，没有木乃伊并不奇怪。当然，还有科学家认为大金字塔中应该还有尚未被发现的密室，里面可能藏有法老胡夫的木乃伊。

说到木乃伊，这是古埃及人又一项值得骄傲的文明成果。古埃及人为什么要制作木乃伊呢？这就要从古埃及人对生与死的认识讲起了。

死亡是人类无法回避的话题，虽然人们梦想长生不老，并且从远古开始就进行各种尝试，但是所有现世的人都清楚这种尝试从来没有成功过。既然长生不老是不可可能的，古代的各种文明和宗教便大都把希望寄托在有来世。这些文明和宗教，大部分都相信人死后灵魂会独立于肉体而存在。但古埃及人并不这么看，它们相信灵魂永远依附于身体。死者的尸体要是腐烂了，灵魂也会随之消亡。因此，为了来世能够永生，死者的尸体必须很好地保存下来。最好的方法就是将人死后的尸身做成干尸，即木乃伊，以便永久保留。木乃伊来自古波斯语“沥青”一词，因为古代埃及干尸外面裹上了一层黑色的蜡，欧洲人最早看到木乃伊时首先想到了沥青。

古埃及人做木乃伊的兴致大大超出今人的想象。如果让大家猜古代埃及做了多少个木乃伊，也许最大胆的猜测不过数万而已，因为我们今天在哪怕是最大的博物馆，比如卢浮宫、梵蒂冈博物馆或者大英博物馆，也只能见到几个木乃伊。但实际上，古埃及人历史上至少做了七千多万个木乃伊<sup>19</sup>。

当然，只有那些负担得起制作木乃伊费用的人才能将肉身保留下来。几乎所有的法老，以及很多高级僧侣和贵族死后都保留了木乃伊。个别的中产阶级或许能够做到这一点，但是几乎没有贫民的木乃伊保留下来。那么，这么多木乃伊去哪儿了呢？大部分木乃伊都因各种各样的原因毁掉了，其中最多的是被当作柴火给烧了，其次是被用于制药，当然这都是很早以前的事情了。拿破仑当时还曾经送给皇后约瑟芬两个木乃伊作为房间的装饰，上行下效，这种怪癖一度在法国社会上风靡一时。

木乃伊没有让任何一个法老不朽，不论是修建大金字塔的胡夫，还是古埃及历史上最了不起的拉美西斯二世，却让制作木乃伊的埃及医生和奴隶为后世敬仰。可是我们无从知晓他们的姓名。



把大金字塔的故事和每一个细节讲清楚，恐怕需要一本专著，不过，即使用最好的文笔写的最好的专著，和大金字塔本身相比，都显得微不足道。为了建造这么大的金字塔，据估计当时动用了二十万奴隶和农民，耗时十几年。这不仅是古埃及人智慧的结晶，也是全世界文明的成果。很遗憾我们不知道它的建筑师是谁，它的结构工程师又是谁，我们也不知道用各种巧妙的方法解决每一个工程难题的又是谁，更不用说几十万奴隶和农民的姓名。

从这些文物中，我们看到了当年古埃及高度的文明。而创造这些文明的，是无数默默无闻的人。正因为人类一代代努力工作，辛勤开垦，不断进取，才有了这个美丽星球的文明。

#### 第四节 灿烂的古埃及艺术

美国开国元勋之一的约翰·亚当斯<sup>20</sup>有一句名言，很好地概括了在文明的不同发展时期人们关注的问题的区别：“我必须学习政治和战争，这样我的孩子才有可能学习数学和哲学<sup>21</sup>，以及地理、自然历史等等，然后我的孙子才有机会学习绘画、诗歌、音乐、建筑、编织女红和瓷艺。”<sup>22</sup>人类也是如此，前几代的人要考虑生存和安全问题，这就是亚当斯所说的政治和战争的必要性；接下来要考虑社会的建设和发展，离不开科学和工程；当这些事情都做好了以后，人类就会追求艺术等更高精神层面的东西。

古埃及的发展也是如此，他们先有了农业，然后有了工程和建筑，之后艺术则开始蓬勃发展了。古埃及最杰出的艺术是绘画和雕塑（包括浮雕），后世西方的艺术家们评价古埃及人，认为他们在这两个方面都登峰造极，因为世界上没有哪个民族能够在几千年的岁月里保持着艺术的繁荣，即使是在艺术史中高高在上的古希腊人也无法做到这一点。或许有读者觉得我是在夸大其辞，不过在我们得出结论之前，先从一件文物来看看古埃及的艺术成就吧。

20

美国独立时期马萨诸塞州的代表，第二任总统。

21

亚当斯说的哲学其实包括自然科学，当时把自然科学称为自然哲学。

22

I must study politics and war, that my sons may have the liberty to study mathematics and philosophy, geography, natural history... to give their children a right to study painting, poetry, music, architecture, tapestry, and porcelain.

如果能让我从全世界所有的古董中挑选一件收藏，我会选择古埃及的《亚尼（Ani）的死者之书》。因为它首先年代久远，我们知道收藏品一般来讲越古老的越值钱；第二，它的艺术成就极高，这点我们后面再细讲；第三，它完整地反映了三千两百多年前古埃及的社会和人们的生活，文物价值极高。那么，《亚尼的死者之书》是件什么东西呢？

## 23

阿努比斯是埃及神话中的亡灵的引导者和守护者，掌管和守护亡者的灵魂。为了防止亡者的灵魂受到二次伤害，导致死者无法复活，古埃及人认为唯有阿努比斯的守护才可让他们的灵魂得到庇护。因此埃及的古墓常常可以看到阿努比斯的身影。

这是一轴绘制在纸莎草纸上的长卷或者说“连环画”，它宽约40厘米，长达20多米。它的发现时间不详，1888年被英国考古学家沃利斯·巴奇爵士（E. A. Wallis Budge, 1857—1934）购得，现收藏于大英博物馆。亚尼是古埃及的一个大祭司。这幅画作为陪葬品放在他的墓中，因为根据古埃及的习俗，死者在通向复活之路时，必须于棺木中置放《死者之书》。《死者之书》均以纸莎草写成，可长可短，亚尼的这份死者之书篇幅长达60章，描述死者在来世获得永生所需的咒文和约定事项。该画卷的主要内容包括：死者的灵魂离开肉体，灵魂在守护神阿努比斯<sup>23</sup>引导下，通过地狱及黑暗的炼狱，来到诸神及审判官前，并从冥界之门，来到冥神奥西里斯面前，进行“秤心仪式”<sup>24</sup>，随后搭乘太阳船，驶向复活之路，并在来世过着与今生一样的美好生活。

## 24

古埃及人用天平衡量一个人生前的善恶。天平的一边放着羽毛，另一边放着死者的心脏，如果心脏与羽毛重量相当，那么这个人就可以升上天堂，得到永生，如果心脏比羽毛重，说明这个人有罪，将会被打入地狱，被魔鬼吃掉。

《亚尼的死者之书》在古埃及同类文物中保存得最好、最出色，堪称古埃及艺术中臻于极致的作品，整卷画作都十分精彩。古埃及的艺术家使用的颜料相当于今天的水粉。古埃及人发明了世界上最早的墨水，最初只有黑和红两色，后来逐渐有了蓝色、黄色和绿色等等。目前尚不知这些颜色是用什么矿石配制的，以至于做出来的画可以在三千多年之后，依然保持着它们原有的鲜艳。在大英博物馆里也保存了一些一千五百年前东方的绘画，但是经年累月，画面上原本亮丽的颜色变成了暗灰色，而且内容模糊难辨。

从绘画风格上来看，《亚尼的死者之书》更接近于中国宋代以后的工笔画，而不是西方的壁画和油画。上面的人物描绘得非常细致，以唯美笔调勾勒简洁清雅之风。但是这种细致和文艺复兴时期的油画又迥然不同。倒是中国工笔画那种以线立形、取神得形，再以形达意的艺术效果，和

古埃及的绘画有不少相似之处。在美国历史学家和通俗作家房龙看来，欧洲 14 世纪（文艺复兴之前）的油画和古埃及这些绘画相比，则显得颇为幼稚，要知道这前后可相差了 18 个世纪。

《死者之书》的文物价值甚至高出它的艺术价值，这件文物是古埃及生死观的明确表现。在古埃及，法老和奴隶的生活天差地别，但是有一点却是共同的，就是他们都要面对死亡。除了一些狂热的宗教信徒，没有人愿意离开现世，但是不同的民族对待死亡的态度却有很大的不同。在古希腊和罗马，死神是冷酷的拿着镰刀的骷髅，实际上流露出人们对死亡的恐惧。而在古埃及，人们表现出（或者装出）一种对死亡无所谓的样子。十九世纪研究古埃及历史的学者们就得出这样一个结论：古埃及的宗教和基督教在安抚人们的心灵方面有很大的相似性。他们给活着的人描绘了一个很好的世界，或者可以称为天堂，在那里没有了现世的黑暗与不公，永远充满着快乐。不过，人们只有在死后才能到达那个世界，而且必须是虔诚而为善的人才 有资格。死者之书描绘的就是这样一种生死观。在《亚尼的死者之书》中，最精彩的部分是“秤心仪式”。图中，站在一旁的书记官，也是“智慧之神”的陶特会手持墨水笔和陶板，把“秤心”的结果记录下来。有意思的是，在几乎所有法老和贵族们的死者之书上，天平都是平衡的，说明宗教在当时已经为有权有势的人所控制。这和中世纪基督教宣称的只要把财产捐给教会就能赎罪进天堂的道理一样。



图 1.16 《亚尼的死者之书》中的“秤心仪式”（收藏于大英博物馆）<sup>25</sup>

## 25

亚尼和妻子来到冥神奥西里斯面前，接受审判。奥西里斯的面前有一具天平，天平两端，一边放着亚尼的心脏，一边放着代表公正的“羽毛”。阿努比斯正在调拨着天平，检查是否平衡。

《死者之书》上的文字和绘画也是古埃及人社会与生活的重要记述。我们通过它可以了解古埃及的宗教、人们关心的问题。除了人物，画卷中还绘制了大量的物品、动物、器具等等，我们可以由此了解他们生活的方式。比如我们知道他们那时候已经懂得使用天平（和秤），他们穿的是亚麻布的衣服，和中国古代人们坐在榻上不同，他们使用椅子。而智慧之神做记录使用的是一种类似鹅毛笔的书写工具和一个陶板，我们由此知道在三千多年前，古埃及人应该经常使用笔了，而且除了纸莎草外，还用陶板作为记录工具（有点像中国的竹简）。从某种意义上讲，《亚尼的死者之书》有点像中国的《清明上河图》，不仅画面的尺寸类似，而且都是当时生活的真实写照。所幸的是，这件文物的原件一直在大英博物馆中对外展出，让全世界的旅游者都有机会一饱眼福。

古埃及的绘画当然不仅仅限于画在这些纸莎草上，他们还留下了大量的壁画。从公元前两千年到公元前一千三百年，即第十二王朝到第十九王朝之间的拉美西斯时期，是古埃及艺术的一个辉煌时代。那个时期的神庙和墓室中，壁画随处可见。早在大约四千年前，古埃及人就掌握了一种胶画法，他们首先用石灰将神庙的内壁涂白，然后再用他们发明的墨水和石灰浆这种胶状物混合起来，在白色的墙壁上作画。相比在纸莎草上作画，壁画的发挥空间要大得多，题材也丰富得多。这些壁画虽然也有装饰的目的，但主要是为了讲故事。既然是讲故事，绘画时就必须把故事中的人物角色表现清楚。因此，古埃及的艺术家（无论是在绘画上还是在雕塑上）都在追求典型性上的完美，而不是突出个性。这样做有什么好处呢？我们不得不多费点笔墨把它讲清楚，这样，读者如有机会参观古埃及的神庙，便可以体会到他们艺术的精妙之处了。

说到这里，我必须打个比方。在欧美很多大城市的街头，比如纽约、巴黎、威尼斯和罗马，都有一些街头艺术家为游客画速写漫画，比如巴黎地铁站就有不少这样的年轻艺术家。坦率地讲，他们的生意通常都不是很好。可能在某一天一个妈妈带着自己的小孩路过某个摊位时，心血来潮，让某个年轻的艺术家为她的孩子画一幅画。要让孩子像模特那样坐在那里

几个小时不动是不可能的，因此，这位画画的年轻人看了孩子几眼就勾画出孩子的轮廓，又加了几笔便完成了一幅肖像漫画，前后不过十几分钟。这时妈妈接过画，礼貌地讲一句：“哦，画得真不错。”可是她心里却可能在想：“嗯，不像，我的孩子比画上的漂亮得多，眼睛也大得多。”妈妈的评价没有错，因为她每天看着自己的孩子，熟悉他。但是这位妈妈却未必比那个艺术家更了解孩子的神态特征，因为她注重的只是孩子具体的容貌，而那个（倒霉的）画家在短短的时间里把握的却是孩子的神态，那可是完全可以区别这个孩子与其他人的特征。从形态上升到神态就是一个艺术提炼的过程。

这样的提炼乃至升华的能力，在绘画中非常重要，因为观众其实喜欢的并不是简单的复制。我们可以用一个例子来说明这个道理，比如我们要画李白，其实我们谁也没有见过李白，不过我们知道他有诗仙的美誉，同时又是唐代的“饮中八仙”，因此，画家会把他的神态尽可能画得超凡脱俗，大家看了也会说：“嗯，这就是李白。”画家笔下的李白在长相上和真实的人物可能相去很远，但是大家接受它。但是，如果我要说李白是这张照片上的样子，大家可能就要跳起来说：这怎么可能？！或许通过颅骨复原技术恢复的李白真实面貌与光复会创始人之一的陶成章真的颇为相像，但是大家不接受。这说明，大家喜爱的艺术是在真实基础上进行了提炼加工的，而不是简单的技术性复制作品的原型。

回到古埃及的艺术上，那些画师和雕刻家比在巴黎地铁站摆摊的艺术家里幸运得多，因为法老



图 1.17 穿着日本和服的陶成章<sup>26</sup>

26

日本的和服源于唐装，或许李白真长成这个样子。

他们没有强求他们做到形似。当然这些艺术家在给法老画像或者立雕塑时，也会仔细描绘其面部特征，尤其是眉毛、下颚和鼻子，但这不是他们的重点。他们要捕捉到法老和芸芸众生之间所不同的气质和神韵。画师们可以将一个法老画得像他们的祖先，以至于几代法老的画像都很相似，但是必须将法老卓尔不群的王者风范展现出来。因此，在古埃及的绘画中通过人物的穿着与神态，我们完全可以判断他们是什么样的人，比如高高在上的神灵和法老，面部和肢体表情与侍从或者奴隶是完全不同的。想一想，在四五千年前埃及的艺术家们就已经懂得了这一点，而二十世纪绘画的代表人物毕加索所追求的恰好也是这一点。

古埃及的雕刻和绘画一样出色，细分起来，他们的雕刻又可以分成人像的雕塑和浮雕。所幸的是，这些雕刻都是基于石头的，因此很好地保留到了今天。与古希腊、古罗马不同，古埃及的雕塑大多和神庙或者陵寝相联系，而希腊和罗马的很多雕塑用于装饰家庭。正是因为古埃及的这些雕塑是供给神灵或者君王的，因此艺术家们总是精雕细琢，这和商品时代的艺术品完全不同。与其他文明不同，古埃及人在同一块土地上生活了几千年，鲜有迁徙，因此他们从来没有想过雕塑会需要迁移，于是他们的作品常常非常宏大，狮身人面像就是一个很好的例子。时间对古埃及人来说似乎总是够用的，他们喜欢花几十年做一件事，而不是一年做很多事，然后为后世留下不朽的作品。当我们看到古埃及的艺术作品时，才能真正体会到“不朽”这两个字的含义。

要了解古埃及的雕刻艺术，一定要去看他们的神庙。在古埃及几千年的历史中，古埃及人留下了无数宏大的神庙，而这些高大的建筑给了艺术家们施展自己才华的广阔空间。神庙的结构很有意思，按今天的设计规范来看，似乎很不合理，因为神庙外部雄伟庄严，无论是外庭还是内庭都宽阔明亮，富丽堂皇；但是真正的内室，也就是神灵所在的空间却窄小而阴暗。或许只有古埃及的僧侣们才知道这种设计的奥秘。因此，无论是考古学家还是游客，关注更多的是神庙的外表。在诸多的古埃及神庙中，最有代表性的当属卡拉克神庙群（Karnak Temple Complex）和阿

布辛拜勒神庙（Abu Simbel Temples）。

建于第十八王朝的卡拉克神庙是底比斯最古老的神庙之一，可能也是全球最壮观的神庙之一，至今已有一千五百多年的历史了。其中的卡拉克神殿因其宏大的规模而扬名世界，它是地球上最大的用柱子支撑的寺庙。神殿的大柱厅，长 100 米，宽 50 多米，超过半个足球场大小，内有 134 根巨大的石柱，每根高度都在 10 米以上，分 16 行排列，中央两行尤其高大，每根高达 20 多米，直径超过三米半，整座大厅用如此密集的粗大柱子创造出一种震撼人心的效果。除了窗户外，所有的石柱和墙面均绘制了精美的图画或者雕刻了浮雕。在我看来，它的震撼力超过了古希腊著名的雅典卫城或柬埔寨的吴哥窟。



图 1.18 卡拉克神庙的巨型石柱

与雅典帕特农神庙或者吴哥窟的完全不同，卡拉克神庙浮雕中的人物并不是凸出的，而是刻入石头的（因此又称为凹浮雕）。这可能是因为这些石柱是质地坚硬的花岗岩，而古埃及当时还没有锋利的铁器。考虑到当时的技术条件，雕刻这种凹浮雕并不见得比今天的凸浮雕容易，这要求当时的雕塑家们掌握高超的技巧。透过这些浮雕上简洁的线条，艺术家们表达出无穷的深意。

阿布辛拜勒神庙是为古埃及一代明君拉美西斯二世建造的，它位于埃及的南端，靠近著名的阿斯旺大坝。从建筑学的角度来讲，这个神庙可以媲美胡夫大金字塔。整个神庙是在山体岩石上开凿而成，主庙深入岩壁五十多米。正面的门面宽 36 米，高达 32 米，门洞左右是四个拉美西斯二世的坐像，每个高达 20 多米，这些雕像是古埃及雕塑的代表作。神庙的另一个神奇之处是，每年 2 月 21 日拉美西斯二世生日以及 10 月 21 日拉美西斯二世加冕日这两天，阳光可通过洞口直射到庙堂内深处的神和他本人的雕像上。



图 1.19 阿布辛拜勒神庙前的四座拉美西斯二世像

阿布辛拜勒神庙在建成后不久遭遇了一场大地震，神庙的部分建筑和雕像皆有不同程度的受损，当时的建筑师们修复了部分建筑，但是有一个毁坏了的雕像却无法修复。拉美西斯死去几百年后，这座神庙被废弃，并最终被埋在漫漫黄沙中，一埋就是三千年。在十九世纪初，欧洲人发现了它并且逐步把它挖掘出来并加以修复。遗憾的是，在 1960 年，埃及总统纳赛尔下令修建阿斯旺水库，水库建成后，阿布辛拜勒神庙将葬身水底。后来幸亏联合国教科文组织采取了拯救行动，将阿布辛拜勒神庙锯成碎块（当然每块都非常大），然后转移到高地，再将 these 碎块重新组装起来，整个搬迁工程花费了 5 年时间，动用了两千多名工人，而当初建造神庙的工程量不知道比这大多少。虽然神庙算是保住了，但是非常可惜，我们今天看到的已经不完全算是“真迹”了。



拉美西斯二世的坐像具备了古埃及雕塑所有典型的特征，直立坐姿，双臂紧靠躯体，双目直视前方，表情庄严。雕塑着重刻画人物头部，面部轮廓写实，而身体则较为简略。古埃及人用作雕塑的石料大多是非常坚硬的花岗岩和玄武岩，在当时的技术条件下要在如此坚硬的石料上雕刻出有动感、有韵律的人像，难度可想而知，这需要非常高超的技巧。虽然拉美西斯二世的坐像都是锯开后重新修复而成，不过，透过这几座巨型雕塑，我们依然能体会到古埃及雕塑的那种震撼力，这不仅仅是因为它们的宏大，而是那种神一般的气度，这就像我们前面讲的，任何人一看到它们就会本能地认为“这是一个法老”，“拉美西斯二世大帝就是这个样子的”，一件作品做到这个程度，就不需要后人对它的水准做画蛇添足的评价了。每当我站在古埃及的艺术杰作前，常常感到自己像是站在大师前面、对艺术刚刚入门的小学生。



图 1.20 拉美西斯二世的半身像（收藏于大英博物馆）

古埃及的雕塑和壁画除了在埃及，还可以在世界各大博物馆里见到，其中收藏数量众多和质量上乘的是英国的大英博物馆。古埃及雕塑的材料大多选用坚硬的花岗岩，因此历经几千年的风霜依然保存完好。埃及地区干燥少雨，对壁画的保存非常有利。老天似乎对埃及人特别眷顾，有意帮助他们留下文明的印记，正因为如此，我们今天才能看到那些几千年前的杰作。

但是，对文明来讲，人祸却比天灾更可怕，也更难以避免。以卢克索地区的神庙为例，它们修建于公元前15世纪，遗憾的是，到了公元前4世纪，马其顿的亚历山大征服埃及时，这位不可一世的大帝要把全世界都变成希腊的模样，于是他按照希腊建筑师的设计来改造神庙，便将神庙改得不伦不类了。后来亚历山大的部将托勒密在埃及称王，成了这里的统治者，他们很快将希腊文化融入了当地的文化，而对古埃及文化的破坏没有继续，不过那时埃及的艺术实际上已具有古埃及和古希腊二元文化的特点。罗塞塔石就是托勒密王朝的产物。

历史上对古埃及文明最大的两次破坏都和宗教有关，第一次是公元四世纪末期，罗马帝国的皇帝狄奥多西一世（Flavius Theodosius Augustus I，公元347—395）下令关闭所有的异教神庙。当时年迈的学者、演说家利巴尼乌斯（Libanius）给狄奥多西写了著名的“Pro Templis”这封信，呼吁对仅存的少数古代神庙给予尊重并免于摧毁，但是利巴尼乌斯的建议没有被采纳<sup>27</sup>。公元389—390年，狂热的基督教徒成群结队冲入中东和埃及的城市，摧毁神像、神坛、图书馆和异教神庙，并且打死异教徒。亚历山大城的主教西奥菲罗斯（Bishop Theophilus）在进行大规模的异教迫害的同时，把奥西里斯神殿（Temple of Osiris，希腊语为底俄尼索斯神庙 Temple of Dionysus）的神庙转变为教堂。埃及人不得已在哲学家奥林帕斯（Olympius）的率领下奋起反抗，但是敌不过狂热的基督教徒，他们最后通过巷战后退守塞拉皮斯神庙（Temple of Serapis）。基督教徒经过暴力围攻后冲入神庙，摧毁建筑，烧毁了著名的亚历山大图书馆，并且毁坏了里面的雕像。这些暴行让人们联想到后来的英法联军火烧圆明园。很多古埃及（以及美索不达米亚）的文物得以保存至今，要感谢在那个时候它们已经被黄沙所埋。在这次基督教徒的暴行中，被毁掉的大多是古希腊的建筑和雕像。可见有时候，宗教导致的狂热比战争还可怕。

对古埃及地区文物的第二次破坏发生在阿拉伯人入侵当地的时期。穆斯林们倒是没有刻意要毁掉什么建筑，但是他们为了修建清真寺，采用了拆旧建筑盖新建筑的做法。胡夫大金字塔就是在那时被毁坏的。今天我

27

Grindle, Gilbert  
(1892) *The  
Destruction of  
Paganism in the  
Roman Empire*,  
pp.29-30

们看到的大金字塔顶部颇为怪异，似乎有个帽子。而如果走近大金字塔的底座，就能看见修建金字塔的岩石被风雨侵蚀得很厉害，这要归咎于当年的阿拉伯人。大金字塔的表面原本十分坚硬，而且光滑漂亮，不是现在的样子，因



图 1.21 被毁坏的塞拉皮斯神庙（Temple of Serapis）

为建造者为了减少强烈的阳光和风沙对金字塔的破坏，在金字塔的表面包裹了一层非常坚硬的花岗岩。阿拉伯人征服埃及后，为了在开罗修建清真寺，他们竟然剥掉了大金字塔的保护层<sup>28</sup>。大金字塔的顶部因为太高，未遭破坏，因此今天看来像个帽子。有保护层的大金字塔在最初的 3700 年里保护完好，但是在失去了保护层后仅仅七百多年里，它就被强光和风沙严重地侵蚀了。因此有人预测，如果不加以保护，大金字塔早晚都会消失。过去那个时期人们对文化的不宽容和对艺术的破坏，让我们今天想起来依然心中隐隐作痛。

每当我看到世界上那些伟大的艺术作品和其他文明的成果（或者遗迹），就不由地会对这些艺术和文明的创造者肃然起敬。他们都是一些默默无闻的人，因为古埃及的艺术家从来不在自己的作品上留下名字，至少到今天我们还从来没有见到过。同时，我也常常对那些考古工作者心怀敬意，他们是文明的发现者。正是这些文明的创造者和发现者的劳作，才使得世界上最古老的文明井然有序地展现在我们面前。相比之下，那些声名显赫的王侯将相，他们有时为了一显自己的力量，对文明的破坏远远超过他们所谓的功绩。

28

因为当地并不产花岗岩，要到较远的阿斯旺地区去开采，阿拉伯人“就地取材”直接破坏大金字塔。

## 第五节 埃及文明和青花瓷

古埃及文明对世界的影响远远超过人们的想象，即使在远在万里之外的中国文明中，也或多或少能找到来自埃及的元素。一个有趣的现象，就是著名的中国青花瓷和埃及文明的关系。

在中国宋代之前的传统绘画中，并没有采用过蔓藤图案。在受佛教影响较大的敦煌壁画中，也没有发现这种图案。但是到了元代末年和明代初年，早期的中国青花瓷上突然出现了蔓藤图案，这显得很奇特。关于元青花瓷的诞生，我们在本书后面的章节中会进一步介绍。这里先简单给出一个事实，即元青花本身是多种文明相互融合的产物，早期的青花瓷含有很多伊斯兰元素，而这些伊斯兰元素最初来自于古埃及。

29

由于卢克索地处沙漠，降雨稀少（平均年降雨量仅2.3毫米），因此这些壁画得以很好地保存下来。

在埃及的卢克索，有上千位帝王的墓葬和神庙，内有精美的壁画，历史都在三千年以上<sup>29</sup>。在很多壁画中，绘有葡萄和葡萄藤，因为在古埃及，葡萄藤是常青的象征。

这些三千多年前的壁画绘制精美，色彩鲜艳，人物形态逼真，体现了非常高的艺术造诣。到了公元前六七世纪，希腊开始崛起，古埃及文明和希腊文明开始互通，希腊人从埃及人那里学会了很多农作物的种植技术，并且把当地的一些风俗和文化带回希腊。这种以葡萄藤为原型的蔓藤

花纹便传到了希腊。

在雅典卫城的伊瑞克提翁神庙里，可以看到很多蔓藤花纹的浮雕，当然，希腊人雕刻的叶子和花朵更加精致。下图所示的这种蔓藤图案在古希腊的陶器上十分常见。



图 1.22 卢克索帝王墓顶部绘制的葡萄藤图案



图 1.23 古希腊陶器上的蔓藤图案

希腊被罗马征服后，罗马帝国和从罗马分出去的拜占庭帝国（即东罗马）继承了希腊人的文化衣钵。拜占庭人在他们的教堂装饰和日用器物上，也大量使用这种纹饰。在约旦一座拜占庭时期的教堂里，保留着用马赛克拼成的花纹，与古埃及神庙和墓穴中的花纹非常相似。



图 1.24 拜占庭教堂里的蔓藤花纹与古埃及神庙和墓穴中的花纹非常相似

在长达七个世纪的时间里（公元 8 世纪到 15 世纪），拜占庭人和伊斯兰文明的国家（先是阿拉伯帝国，然后是奥斯曼土耳其帝国）之间，发生了不间断的战争和随之而来的文化融合。这种葡萄藤式的装饰图案也因此融入了伊斯兰文化，并且受到阿拉伯人喜爱。当然，阿拉伯人喜欢用植物图案装饰清真寺和生活用品的另一个原因，是伊斯兰教禁止用动物图案作装饰。

阿拉伯人喜欢白色和蓝色，在他们的清真寺里，常常使用白底蓝色的图案，而蓝色的植物蔓藤图案随处可见。到了公元 13 世纪，蒙古人成了欧亚大陆的主人，他们征服阿拉伯地区远在征服中国的南宋以前。公元 1218 年，成吉思汗亲率蒙古大军西征，于 1221 年攻占了当时中亚信奉伊斯兰教的大国花刺子模（现土库曼斯坦、乌兹别克斯坦等地）。1252 年—1260 年，

大蒙古国蒙哥汗派其弟旭烈兀率领大军攻灭木剌夷国（今天的阿富汗）、阿拉伯的阿拔斯王朝、叙利亚的阿尤布王朝，建立了伊儿汗国。而蒙古人灭亡南宋则是在 1279 年的事情，距成吉思汗首次西征阿拉伯地区已经过去了六十多年。在这六十多年里，蒙古人深受伊斯兰文化的影响，这可能在客观上妨碍了他们接受中国儒家思想。

蒙古人入主中原之后，把很多伊斯兰文明的成果也带到中国。受伊斯兰文化的影响，中国元朝诞生的青花瓷器采用了这种葡萄藤的图案。



图 1.25 洪武青花碗上装饰有蔓藤图案(收藏于大英博物馆)

青花瓷从 14、15 世纪开始走向世界，至今仍是各种瓷器中最受大众欢迎的瓷器，这其中的一个原因，可能在于它是多种文明（包括古埃及文明）融合的结果。

## 结束语

古埃及文明是世界文明史上的一座丰碑，它如此悠长的历史，只有中国和印度可以相比。当圣经中的先知摩西见到埃及文明时，它已经存在了几千年。当恺撒和屋大维仰视金字塔时，他们和大金字塔的时间距离就如同我们和兵马俑的距离一样遥远。虽然在古埃及的诸多文物中，没有记录下任何一位创造这些灿烂文明的人的姓名，但是我们知道他们都很了不起，正是这些默默无闻的人创造了历史。

接下来，让我们将目光移向西亚，去领略在人类第二个文明中心美索不达米亚发生的奇迹。

## 附录 古埃及年代表

前 40 世纪,	埃及尼罗河流域出现农业文明, 孟菲斯和底比斯等地出现古老的城市
前 31 世纪,	纳尔迈统一埃及, 建立第一王国
前 31 世纪—前 2686,	早王国时期(第 1, 2 王国), 狮身人面像建于这个时期
前 2686—前 2181,	古王国时期(第 4—6 王国), 大金字塔建于这个时期
前 2181—前 2055,	第一中间期间(第 7—10 王国), 埃及分裂
前 2055—前 1650,	中王国时期(第 11—14 王国), 大规模水利工程和大公墙在此期间修建
前 1650—前 1550,	第二中间期间(第 15—17 王国), 埃及再次动乱
前 1550—前 1069,	新王国时期(第 18—20 王国), 古埃及达到空前的繁荣, 拉美西斯二世属于这个时期。亚尼的死者之书、大量出土的方尖碑是这个时期的文物。卡迭石之战在此时期爆发, 现留存于世的第一份书面条约因此而签署
前 1069—前 664,	第三中间时期(第 21—25 王国), 国家动荡, 随着美索不达米亚地区的亚述帝国崛起, 埃及的影响力下降。亚述人和波斯人先后入侵埃及
前 664—前 332,	晚期王国时期(第 26—31 王国), 大量中东犹太人来到埃及, 圣经中关于埃及的记载源于这个时期
前 525—前 332,	阿契美尼德王国时期, 这个时期古埃及已经被古波斯的阿契美尼德人统治
前 332—前 30,	托勒密王国, 埃及被来自希腊北部的马其顿人统治, 埃及开始希腊化。罗塞塔石碑即出自这一时期
前 30—,	埃及先后被罗马人、阿拉伯人占据, 源于尼罗河流域的古埃及文明终结

## 参考文献

- 1 莱斯利, 罗伊·亚克斯. 破解古埃及. 黄中宪, 译. 三联书店, 2007.
- 2 埃及人 (Egyptian). BBC 历史频道. <http://t.cn/arOf08>
- 3 Mark Lehner. 金字塔大全 (The Complete Pyramids). <http://t.cn/8sDvx0q>
- 4 Carl F. Petry. 剑桥埃及史 (The Cambridge History of Egypt). Cambridge University Press, 1998.
- 5 Regine Schulz, Matthias Seidel. 埃及——法老的世界 (Egypt: The World of the Pharaohs). H. F. Ullmann, 2011.





## 第二章 轮子、拼音文字和铁器

### 美索不达米亚的文明

过去，中国流行过一种说法，就是在东方有“四大文明古国”<sup>1</sup>，这种说法非常不准确，例如古巴比伦其实只是美索不达米亚文明中某个特定民族的一个历史发展阶段。世界历史学界的主流说法是：世界上有包括中华文明在内的多个文明中心，而位于两河流域的美索不达米亚（Mesopotamia）是人类继埃及以后的第二个文明中心<sup>2</sup>。

正如古埃及的文明离不开尼罗河，美索不达米亚的文明也离不开河流的孕育。美索不达米亚（Mesopotamia）是古希腊对两河流域的称谓，意为“两条河流之间的土地”。在中东地区，有两条著名的河流——底格里斯河与幼发拉底河，它们均发源于土耳其境内，然后几乎平行地向东南方向流去，流经叙利亚和伊拉克，最后在下游合并，注入波斯湾。在古代，美索不达米亚地区的气候不似现在这么干燥，南部为大陆性亚热带半干旱类型气候，而北部则为舒适的地中海式气候，因此，这个地区在当时远比今天更适合人类居住。和尼罗河一样，这两条河年年泛滥，洪水退去后的土地富含矿物质和有机物，适合农作物生长。这个地区的降雨量并不丰富，当地人在公元前 6000 年左右就开始运用灌溉技术，由此带来农业的丰产和文明的发展。到了公元前 3200 年左右，美索不达米亚出现了成熟的文字和最初的城市等一些文明社会的标志。公元前 2900 年前后，由众多城市组成的城邦出现了，城市的周围是发达的农业社会，城市之间贸易兴盛，政治、文化和艺术也有了高度的发展。

<sup>1</sup> 根据《中国大百科全书》第二版的提法，它们是古巴比伦，古埃及，古印度和古中国。

<sup>2</sup> 随着一些新的考古发现，也有一些学者认为美索不达米亚的文明早于埃及文明。

3 他们活动的区域主要在美索不达米亚北部。

4 印欧语系的一支，建立了巴比伦第二王朝中的中王朝。

美索不达米亚文明相比世界其他早期文明中心，有一个显著的不同，那就是很多民族在这块土地上先后建立了自己的文明，而在其他地区则更多的是单一民族或者少数几个民族建立文明。按照时间的先后，这片土地的主人分别有苏美尔人、阿卡德人<sup>3</sup>、阿摩利人（即古巴比伦人）、亚述人、赫梯人、喀西特人<sup>4</sup>和迦勒底人（即新巴比伦人）。还可以再数出其他一些民族，因为在那里常常一个民族会分出新的民族。外来的波斯人、希腊人和罗马人也先后征服过这块土地，使得那里的文明更加多元化。最后，由于战争和气候的变迁，往日的辉煌渐渐为沙尘掩埋，直到被人们遗忘。虽然在《圣经》和其他一些史籍中记载着在中东和小亚细亚地区曾经有过辉煌的文明，但是在西罗马帝国灭亡后的一千多年里，大家都认为这种说法是无稽之谈。直到十九世纪中期，随着考古发掘中许多文物的发现，美索不达米亚楔形文字的破解，尘封了几千年的美索不达米亚古文明被重新认识。人们惊讶地发现，这里竟是《圣经·旧约》中描述的伊甸园的原址，如今那无边的荒漠，曾经是一片广阔肥沃的土地，并且有着高度的文明。

## 第一节 轮子和楔形文字

很多人喜欢探究世界上哪里的文明出现得最早，或者说一个地区最早的文明是什么时候开始的。这个问题在美索不达米亚很难回答，因为考古的新发现把这个时间不断地往前移。以前我们认为那里发达的农业始于公元前 6000 年左右，但是后来发现早在公元前 8000 年左右，两河流域的人们就开始了定居生活，并且有了早期的畜牧业。这是迄今所知人类最早的定居生活。而到了公元前 7000 年左右，即距今大约九千年，美索不达米亚就产生了农业。在那里出土的农具、人工种植的小麦、大麦和各种豆子的种子都证明了这一点。从这个角度来讲，一些历史学家和考古学家认为美索不达米亚的文明甚至先于古埃及，但是更多的历史学家还是倾向于把美索不达米亚看作是人类第二个文明的中心。

我们在前面讲过，文明的标志是城市的出现和文字的产生。按照这个标准，

美索不达米亚的文明始于苏美尔人（Sumerian）统治的欧贝德（Ubaid）时期（前 6500—前 3800）的最后一千年，因为对那个时期进行的考古发现，当时已经有了多余的农产品，用于交换其他产品，即出现了商业；社会分工明确，社会等级分明，农村变为了城市，在埃里都地区还发现有多座神庙，它们是城市的中心。这是大约公元前 4000 年的事情，距今已有六千年左右。这个时间不晚于埃及的前王朝时期（约前 4000—前 3100），因此，我们不知道美索不达米亚的文明是否影响了埃及的文明，或者是反过来，或者两者完全独立。

我个人认为美索不达米亚地区真正意义上的文明始于公元前 3500 年左右，因为今天发现了那个时期苏美尔人在两河流域下游建立的乌鲁克城（Uruk）。作为两河流域最早的主人，苏美尔人没有留下后裔，因此没有人知道苏美尔人从哪里来，又如何神秘地消失了。不过要感谢当时的艺术家用雕塑记录了苏美尔人的容貌，他们的容貌和今天的阿拉伯人或犹太人有很大的区别，鼻子又直又长，这样看来应该是印欧语系的白人。苏美尔人这个词也不是他们给自己起的名字，而是后来的阿卡德人对他们的称呼，字面的意思是黑头人（注意：不是黑头发的人）。虽然一些学者认为苏美尔人或许和东亚人有较近的血缘关系<sup>5</sup>，但是大多是从出土文物及文字的相似性上

分析，而非直接的证据。苏美尔人不蓄胡须，这和该地区的雕塑所记载的古代闪米特人有很大的区别。以现在的标准来看，苏美尔人所建的乌鲁克城规模并不大，只有一平方公里左右（大约 1.5 公里长，



图 2.1 乌鲁克古城

5 汉语和苏美尔语，Ball, C. J. (Charles James), *Chinese and Sumerian*, Oxford Press, 1913

700米宽)，人口数千人，但是乌鲁克是真正意义上的城市，而不是村落。乌鲁克人的文明程度已经相当高了，住的房子用粘土烧制的砖头盖成（而不是土坯房，正因如此，这些遗迹才留存下来），同时期的古埃及人似乎并没有掌握这项技术仍以石头作为建筑材料。乌鲁克时期已经有了明确的等级划分，上层社会由职业官吏和神职人员组成，这些人统治着整个社会。政府的雏形也已形成，它向平民征税，并征用劳力修建公共工程。乌鲁克时期的各个城市里都有令人瞩目的神庙，神庙是苏美尔人社会活动的中心。

到了公元前3300年左右，楔形文字便在乌鲁克产生了。我们以前认为这是另一种象形文字，但是后来的研究表明这其实是人类最早期的拼音文字。苏美尔人将简单的楔形符号刻在泥板上，记录了当时的商业活动。其中，年代最早的泥板出现于公元前3300年，泥板上记录了粮食、啤酒和牲畜的具体数量。感谢这些文字的记载，让我们对五千年前苏美尔人的生活比对五百年前印第安人的生活了解得更多。楔形文字后来传给了四处经商的腓尼基人（闪米特人的一支），后者将它简化，用少量字母取代了书写复杂的楔子，这成为了今天所有拼音文字的原型。

苏美尔人是世界上最早开始冶炼金属的民族，他们在公元前3300年便进入了青铜时代。与黄铜不同，冶炼青铜时要在铜里加入锡。因此，锡必

须要开采出来，单独冶炼后加入铜中形成合金——青铜。和黄铜相比，青铜的硬度要大得多。青铜的产生，说明人类社会已经有了采矿业和简单的制造业了，而在此之前人们主要从事农业和畜牧业。使用金属而非石头制作的农具，苏美尔人的农业产量就不断提高。



图 2.2 距今大约五千年的苏美尔泥板（收藏于美国纽约大都会博物馆）

苏美尔人更重要的一项发明是轮子，很多学者认为这是人类历史上最伟大的发明，尽管今天看来它再普通不过了。从物理学的角度讲，轮子的发明表明人类懂得了滚动摩擦力比滑动摩擦力小很多。当然，苏美尔人发明轮子的目的，并非为了显示他们的物理学水平比当时其他民族更高，而是具有很大的社会意义。轮子的出现，使得人类不仅有可能远行，而且可以运输较重的物件，从而建造大规模的城市。和我们后面将介绍的很多重大发明一样，轮子（和车）的发明不是一天完成的，而是一个渐进的过程。有人把它分为六个阶段。起初人们在实践中发现滚动摩擦比滑动摩擦小很多，因此，将重物放到圆木上面滚（如图 2.3 中的 A）。体积大的物件可以这么运输，但是大量的小物件就不行了，于是，人们又发明了类似车厢的橇或者木筏来承载货物（如图 2.3 中的 B）。当然这两个过程可能是同时发生的，甚至后一个早于前一个。接下来人们把这两项发明结合起来，即把橇放在圆木上滚（如图 2.3 中的 C）。不久，人们发现橇的边缘和圆木上磨出了一道槽，不过这样一来，橇在圆木上拖起来就更方便了（如图 2.3 中的 D）。这时，有人想到（或者发现）：如果将槽做宽，把圆木做成哑铃型的，再把橇卡在圆木的中间（相当于轴），就可以拖着走了（如图 2.3 中的 E）。最后，人们发现可以将轮子和轴分离，这就是我们今天车子的雏形了（如图 2.3 中的 F）。虽然有人认为在高加索和东欧一些地区都发现了很早使用轮子的考古证据，比如在斯洛文尼亚发现了一个木制的圆盘，在波兰发现一个陶罐上有由长方形和几

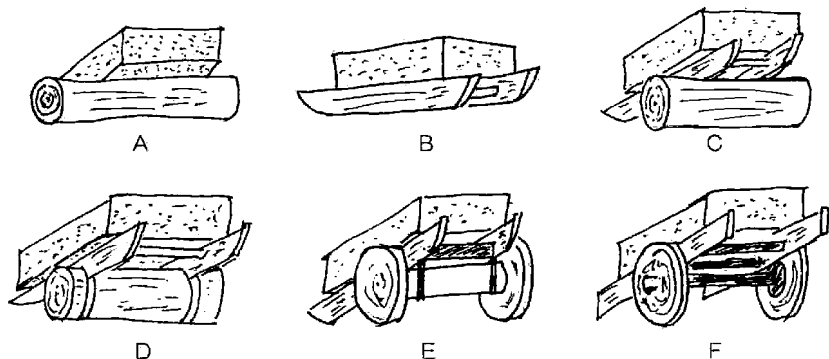


图 2.3 轮子和车发明的过程

个圆组成的图案，但就此推断那些地区已经开始使用轮子，论据不足。而在美索不达米亚则发现了最早使用轮子的车，因此，主流观点依然是苏美尔人在公元前 3200 年左右发明了轮子和车辆。这比大金字塔建成的时间还早了六百年。

当然，这种实心的轮子非常笨重，并不好用。在轮子传入埃及后，古埃及人改进了它，在木头的车轴上包上了金属，以减少它和轮毂的摩擦，同时采用了 V 型辐条，这样整个车子就变得轻便起来，而且可以走得更快。轮子的出现和完善，也是多种文明融合的结果。人类可以忍受没有电的生活，但是很难想象如果没有了轮子，生活将会多么的艰难。除了轮子和车辆，苏美尔人还发明了帆船。帆船和车辆的出现，使得人类可以抵达较远的地方。苏美尔人沿幼发拉底河建立了很多商业殖民地，并且将其文化影响扩散到波斯、叙利亚、巴勒斯坦，甚至埃及。

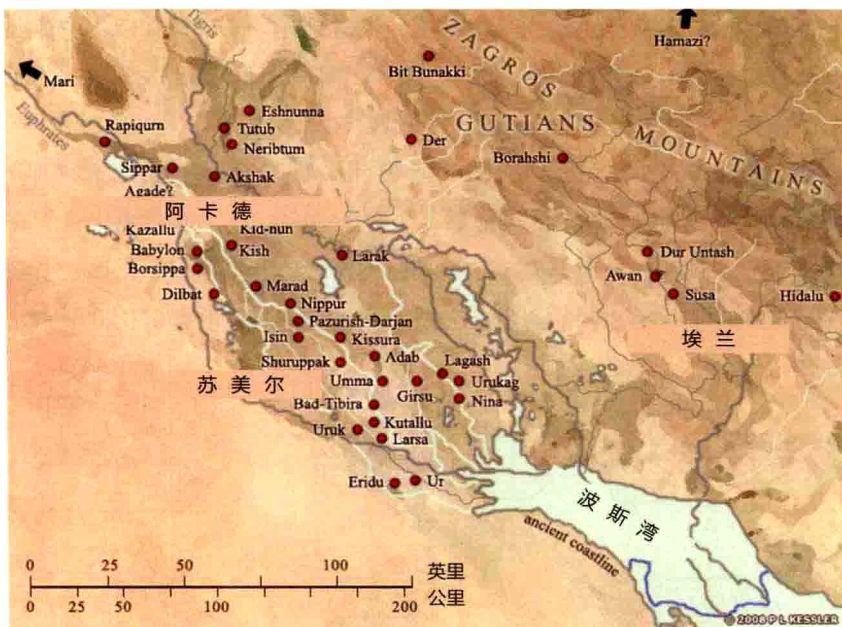


图 2.4 美索不达米亚的城市

继乌鲁克之后，苏美尔出现了大大小小几千个城市，并且出现了 12 个以主要城市为中心发展起来的城邦，这个时期被称为早王朝时期。由

于地处欧亚非三大洲的交汇区域，美索不达米亚的商业一直非常发达。这和早期埃及文明基本上是由单一的农业文明构成有较大差别。和很多早期的文明一样，宗教在社会生活中扮演着重要的角色。在苏美尔文明中，政教是合一的，国王既是世俗的领袖，也是神在人间的代表，因此他有很大的权利征税和使用祭祀的财富。这样一来，国王和统治者常常搞得百姓民不聊生。直到公元前 2400 年左右，美索不达米亚出现了一位开明君主乌鲁卡基那(Urukagina)，他规定强权者不能欺压弱者和鳏寡孤独者。例如，一个富人要购得一个穷人的财产，不能强买强卖。这可能是人类最早关注平民权益的统治者了。

任何一种文明，其文明程度的高低，与教育水平有着直接的关系。有考古证据表明，苏美尔人是最早建立学校的民族。在乌鲁克出土的公元前 3000 年左右的几千块泥板中，有不少泥板上记录着学生学习使用的单词表和教科书（辞书）。到了公元前第三个千年纪的下半期，苏美尔开始出现正规的学校。考古学家发掘出一所大约建成于公元前 2200 年到公元前 2100 年的学校，包括两间教室，里面有石凳和供学生写作业用的泥板。这所学校距今已经有 4000 多年了。从公元前第二个千年纪开始，考古发掘出的有关学生和学校的泥板越来越多。一些学者认为，美索不达米亚的学校要比古埃及宫廷的学校早出现几百年。

和古埃及或者中国那种大一统的文明不同，苏美尔文明与后来希腊城邦的文明更相像，各城邦之间有很大的独立性。中东地区总体上一一直缺水，为了争夺水源和商业殖民地，苏美尔各个城邦之间开始了长达数百年的战争，战争是苏美尔文明衰落的主要原因之一。到了公元前 2334 年，一个名叫萨尔贡(Sargon of Akkad)的征服者统一了苏美尔的各个城邦，建立了阿卡德帝国，定都阿卡德(Akkad)城。阿卡德人应该具有闪米特人的血统，不过他们很早就和苏美尔人融合了，他们的文化、艺术和苏美尔人相差无几。阿卡德帝国从萨尔贡开始，不断对外扩张，向东征服埃兰(Elam)<sup>6</sup>和库尔德斯坦，向北至小亚细亚，向西征服了叙利亚古国埃伯拉(Ebla)，向南到了波斯湾。他们打开了通往地中海和古印度的商路，

6

今伊明的西南部。

成为世界上早期最发达的商业帝国，这时候中国的商朝还没有建立，古希腊的克里特文明还没有开始。

苏美尔人在美索不达米亚的南部统治的时间要更长一些，南部的中心是名城乌尔（又称吾珥）。乌尔之所以出名，要感谢《圣经》里多次提到它，这里既是犹太人先知亚伯拉罕的故乡，也和诺亚方舟联系在一起。不过以乌尔为中心的南部城邦最终还是被阿卡德王国征服。好在阿卡德人虽然长于征战，但是在文化艺术上不占优势，于是他们索性只管政治和税收，把文化艺术交给了苏美尔人，这就让我们看到了延续两千年的苏美尔文化成果。阿卡德人和苏美尔人的这种分工，让我联想到中国的清朝，当政的是满人，可文人墨客大多还是汉人。

苏美尔人虽然没有像古埃及人那样给后世留下一些不朽的建筑，却给我们留下了丰富的文化遗产。除了前面提到的冶金术、轮子和车、帆船和楔形文字外，苏美尔人还创造了很多世界第一。他们制定了最早的法典——《乌尔纳姆法典》（Ur-Nammu Code），编写了最早的药典，颁布了第一部太阴历（农历）的历法，留下了最早的史诗和地图（绘制在泥板上）。我们今天之所以对他们的文明有非常详尽的了解，是因为他们在大量的泥板上记载了当时的历史，从重大事件到商业合同，应有尽有。

阿卡德人对美索不达米亚地区的统治在公元前 2004 年结束了，虽然很多城邦依然存在。取代他们的是南方的古巴比伦人和北方的古亚述人。古亚述人留下的书籍并不多，但是他们的历史文献非常完整。从这些文献中，我们得以了解古亚述人自公元前 2000 年起 1400 多年间的所有国王及其统治年代，我们还知道他们的商业非常发达，而且最早开始使用陨铁制造了铁器。不过，我们在讲述亚述人的故事前，先来了解一下巴比伦人和他们建立的古巴比伦王国。



## 第二节 汉谟拉比法典

古巴比伦人是人类早期的闪米特族的一支。闪米特族对人类发展的影响非常巨大，在很多文明中都有他们的身影，比如早期埃及的文明、古巴比伦文明、古希腊和古罗马时代的迦太基文明，以及后来的阿拉伯文明。他们留下了现在两支敌对的后裔：阿拉伯人和犹太人。

公元前 1894 年，古巴比伦人在幼发拉底河的左岸建立了一座宏大的新城市，它当时被苏美尔人称为 Kadinggirra，即神的门之意，这个名字今天没有什么人知道，大家也不用记住它，因为后世的古希腊人给它起了个人人皆知的名字——巴比伦（Babylon）。因此，公元前 1894 年被看作是古巴比伦王国的元年。到了公元前 1792 年，伟大的汉谟拉比（Hammurabi，前 1728—前 1686）即位成为了巴比伦国王，他在位 42 年，不仅东征西讨建立了庞大的帝国，而且修建了伟大的城市，里面有高大的神庙和宫殿。他还下令在全国各地广修防御用的城墙和灌溉用的水渠。

但是，后人之所以经常提及汉谟拉比，不是他那强大的帝国，而是他制定的著名的《汉谟拉比法典》。这部有着将近三千八百年历史的法典，被刻在一块两米多高的黑色石头上。这部法典后来被古巴比伦的敌国埃兰夺去，一位埃兰国王试图磨掉石碑上的字迹，刻上自己的丰功伟绩，好在他后来没有这么做，不过整个石碑还是被毁坏了不少。在埃兰王国被波斯灭亡后，这块石碑又到了波斯人手里。到了 1901 年，这块石碑被古埃及学家、瑞士人古斯塔夫·热基耶（Gustave Jéquier）发现，后来历史学家们又根据从古巴比伦留存下来的泥板上的内容，恢复了石碑上被毁坏的字迹。这块法典石碑现收藏于法国的卢浮宫。由于这部法典是人类历史上被破解得最早的法典，文物价值很高，因此它有很多副本，分别保存在德国、伊朗、美国和荷兰的博物馆中。

《汉谟拉比法典》是考古发现的第一部完整的法典。除了法典本身的内容，包括民法（经济纠纷、家庭关系）和刑法（犯罪），石碑上还刻有前言和结束语。在前言部分，汉谟拉比说明了为什么要立这部法典。这段文字的大意是：

7

天地之王

8

<http://t.cn/8Fv6D0P>

图 2.5 保存在卢浮宫的汉谟拉比法典

为了人类的福祉，安努（Anu）和贝尔（Bel）<sup>7</sup> 让我，荣耀而敬畏神灵的君主汉谟拉比，发扬正义，铲除邪恶之徒，使强不能凌弱，使我能像太阳神沙马什（Shamash）那样统治百姓，光耀大地。<sup>8</sup>

在法典石碑的上方，是太阳神沙马什向汉谟拉比授权的浮雕，整部法典体现了君权神授的思想。透过这部法典，我们今天得以了解到当时的社会。比如法典把人分成了三等，有公民权的自由民（实际上等同于贵族）、没有公民权的自由民（等同于平民）和奴隶。同样的罪行，等级越高，处罚越重。比如对打人的处罚，第一等级的人如果打了同一等级的人，那么罚金是第二等级打同一等级的六倍，而奴隶之间打架不用受罚。这实际上是要求上等人要有上等人的体面。《汉谟拉比法典》中民法的内容，涉及到财产的所有权、继承和转让，商业上的合同、租赁、借贷和雇佣等多种经济关系，以及婚姻和家

庭关系。其刑法的内容强调“以眼还眼，以牙还牙”，这不仅局限在伤害罪上，而且适用于对过失的处罚上。比如医生治死了人，则要被砍断四肢；建筑师盖的房子倒塌砸死了人，建筑师要被处死。

在古埃及，社会靠的是伦理道德来维系；而在美索不达米亚，社会则是靠法律来维系。包括古巴比伦在内的美索不达米亚各个文明时期，法律的文献和

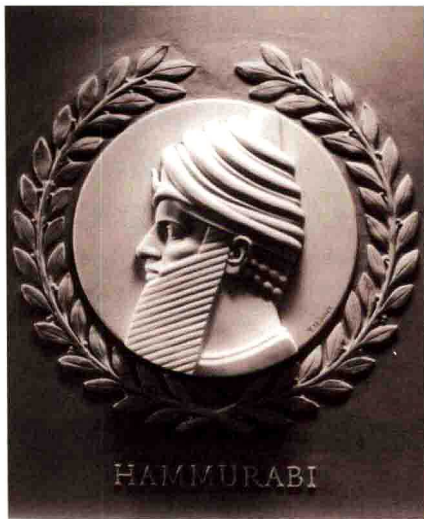


图 2.6 美国国会大厦里的汉谟拉比雕像

这种合同都占到泥板书的很大比例。汉谟拉比被后世的统治者和政治家们视为立法者，在美国最高立法机构国会山里还有他的雕像。

古巴比伦王国在汉谟拉比统治时期达到鼎盛，那时的王国疆域广阔，政治清明，经济繁荣。汉谟拉比还建立起一支强大的常备军，保卫王国，东征西讨。但在他之后，古巴比伦王国马上就开始走下坡路了，直到一个半世纪以后，古巴比伦在公元前 1595 年被赫梯人灭亡，前后大约三百年时间。

汉谟拉比建立的文明功业比他建立的强大王朝更经得起时间的考验。他规划了现代城市的模样，城中有运河网，将城市划分为宗教区、行政区、居民区、商业区和手工业区五个区域，运河上有桥梁相连。汉谟拉比还建立了一个完整的政府管理体系，包括立法、司法、行政、军事和宗教五个部门，其首领由汉谟拉比任命，并绝对服从于汉谟拉比的指令。汉谟拉比还任命地方官（总督）管理王国都城以外的地区。为了防止地方长官因为天高皇帝远而胡作非为，汉谟拉比时常派人巡查地方官的工作，一旦发现有贪污或不忠的情况，就地免职。这种国家结构和中国后来的

六部、督抚以及钦差大臣颇为相像。汉谟拉比还允许普通百姓给他写信，鼓励他们检举贪污和不忠的官员。和苏美尔人一样，古巴比伦人建立起来的文明，包括社会制度、管理方式、生产和制造技术、工程技术、科学与宗教等等，并没有因为王国的消亡而丢失，它们都流传了下来，对之后的人类文明进程起到了非常大的作用。因此，放到历史长河中去看，一个王国或者帝国的武功远不如它的“文治”来得重要。再强大的王国都会灭亡，而它们建立的文明却能薪尽火传。

### 第三节 冶铁的发明和人类最早的条约

当公元前 1595 年赫梯人（Hittite）取代古巴比伦人开始统治美索不达米亚时，中国第一个有文字记载的王朝——商朝正好开始建立。赫梯人是印欧语系民族的一支，和美索不达米亚原来的统治者没有什么血缘关系。印欧民族大多来自今天欧亚交界的高加索地区，因此，今天白种人的学名被称为高加索人，就如同我们黄种人被称为蒙古人，黑人被称为尼罗人一样。

在古代，很多民族的崛起和马匹有很大的关联，比如匈奴人和蒙古人。赫梯人的崛起也不例外。欧亚大陆的中部和北部草原上生活着大量的野马，后来印欧人驯服了这些野马，并且依靠着马匹，可以轻松地向更远的地方迁移。其中有一群人来到了今天希腊的伯罗奔尼撒半岛，开创了后来著名的迈锡尼文明，另外一群人一直向东南方向迁移，他们摧毁了印度次大陆的原生文明，在印度河和恒河流域建立起雅利安人的文明。雅利安这个词原意为“征服者”，后来希特勒和纳粹为了强调自己高人一等，声称自己（英德民族）为纯正的雅利安人。还有一群印欧人是我们这一节故事的主角，他们在公元前 2000 年来到了今天的土耳其安纳托利亚高原，他们就是赫梯人。需要指出的是，这些赫梯人和今天的土耳其人没有任何关系，因为后者是东方突厥人的后裔。

赫梯人身材高大，体格强壮，天生就是战士。他们曾经以巨大的毅力，

徒步翻越海拔四千多米的高加索山脉，进入小亚细亚。不过除了善用马匹和自身素质好以外，赫梯人善于征战的另一个重要原因，是他们发明了冶铁技术并且很快将铁器用于战争。

今天世界上大多数历史学家都认为是赫梯人发明了冶铁术，并且世界各个文明的冶铁技术都是从赫梯人那里慢慢传过去的。很多学者还认为青铜的冶炼也是赫梯人发明的，因为在他们生活过的北高加索地区，考古发现证明，在公元前3500年，即5500年前那里就开始冶炼青铜了。后来，赫梯人从安纳托利亚的矿山中发现了铁矿，冶炼出铁，并很快把铁器用在农业和战争上。冶铁比冶炼青铜难得多，因为冶炼青铜炉火的温度只需要摄氏1000度左右，烧柴火就能达到，但是冶铁需要将炉火的温度提高到摄氏1300度以上，而且需要用焦炭从铁的氧化物中将铁还原出来。做不到这一点，炼出来的就是中国“大跃进”时期炼的炉渣，毫无用处。至于赫梯人是如何做到这一点的，至今还是个谜。

这样，到了公元前1700年，赫梯王国已经成为一个颇有实力的国家。不过这个国家有个致命的缺陷，导致它在过去的几百年里一直发展不起来，这就是——它没有很好的王位继承制度。古代赫梯人的王位继承方式，颇似传说中的中国尧舜禅让制度。但问题是因为没有明确的王位继承人，很多贵族都有可能成为下一位继承人，因此老国王一死，他们就开始疯狂抢夺王位，这种政治风俗使得国家失去了对外扩张的能力。我们今天会认为世袭制度有诸多弊端，可是在人类早期文明时期，它却不失为一种能够给社会带来稳定的好制度。因为一个坏的决定也比做不出决定要好很多。

直到公元前16世纪，赫梯国王铁列平（Telipinu）才制定了世袭的王位继承法。它很像我们先秦以前的制度，老国王死后，长子继承，无长子则次子继承；唯一不同的是，如果没有儿子，则由女婿继承。铁列平的王位继承法得到了赫梯王国贵族们的支持和同意，从此赫梯王国就从禅让制变成了家天下，不过这样一来，贵族们的精力才放到了对外扩张而不是内讧上。

赫梯人来到了美索不达米亚。那里的苏美尔人在公元前 3000 年就发明了用驴子拉的战车，但是他们的战车既不结实，行动也迟缓，往往落后于步兵。赫梯人对苏美尔人的战车进行了改造。我们前面提到，他们有两项别人没有的长处：冶铁技术和大量的马匹。赫梯人首先改进了车轮，将车轮做小，并加上轮辐，这样一来，车子的重量就大大减少；他们将一根铁制的车轴插入车轮中央，这使得车子非常坚固。这样的战车操作轻松，转弯自如；战车由马拉动，行动比以前快了很多，他们的车兵位于步兵之前，用来冲锋，快速杀敌。

依靠先进的战车和铁制武器，赫梯人灭亡了古巴比伦王国，从此，由一个外来户变成了美索不达米亚的主人，并且控制着欧亚非三洲交界地区的贸易。随着对外的不断扩张，他们和西南方的大国埃及发生了冲突，双方多次交战，互有胜负。虽然赫梯人占领了今天埃及的西奈半岛，并且一度逼近尼罗河三角洲，但是他们无力继续南侵。原因有二，一是被征服地区人民的反抗，二是赫梯人的内斗。一百年之后，埃及进入第十九王朝，出了一位英主——拉美西斯二世。在他的统治下，埃及政治清明，国力强盛。拉美西斯二世在统一了埃及各部落和埃塞俄比亚的大部分领土后，开始北伐，收复被赫梯人占领的失地。

公元前 1312 年，拉美西斯二世率领大军从开罗出发，仅用 13 天就打到了卡迭石（Kadesh）城下，双方在这里进行了远古时代最著名的一场战役——“卡迭石之战”（Battle of Kadesh）。双方一共动用了 5000 辆战车，将这些战车看作坦克的话，卡迭石之战比二战时最大的坦克战（库尔斯克会战）规模还大。在卡迭石，赫梯人发动了反攻，包围了拉美西斯二世，双方激战数日，赫梯人获胜。而根据古埃及壁画的描述，赫梯人获胜的原因主要是他们的战车要比埃及人先进得多。埃及当时还处于青铜时代，虽然轮子和战车的制造技术已经从美索不达米亚传入埃及，但是他们的战车使用的是铜质车轴，上面只能站两个人。而赫梯人使用的战车是铁制车轴，强度比铜质车轴大得多，上面可以站三个人。按照当时的作战方式，驾车者无法参与战斗。因此，赫梯人三人战车上的战斗力相当于古代埃及人

两辆战车的战斗力。这样一来，在战斗中埃及人就明显处于下风。图 2.7 所示的是拉美西斯二世神庙里的浮雕，记录了“卡迭石之战”，从浮雕中可以看到赫梯人的战车上可站三个人。



图 2.7 拉美西斯二世神庙里的浮雕

但是，赫梯人虽武器先进，却军纪涣散，他们在获胜后忙着抢夺埃及军队丢弃的珠宝。拉美西斯二世乘机率军从赫梯人背后打了过来，并击溃了赫梯人。这位埃及的法老不失时机地提出休战，而赫梯王国当时内部矛盾重重，也无心再战。这样，拉美西斯二世通过谈判得到了他在战场上没有得到的利益。双方签订了《埃及赫梯和平条约》，这是人类历史上最早的国与国之间的书面条约，它表明人类开始懂得通过谈判而非武力解决纠纷。这份条约的赫梯版原件（刻在石板上）现收藏于土耳其伊斯坦布尔考古博物馆，不过埃及的版本（刻在银板上）已经丢失<sup>9</sup>。

9 在拉美西斯二世神庙的墙上，刻有条约的内容。根据神庙墙上文字记载，原件应该是刻在一个银板上。

拉美西斯二世虽然在和赫梯人的战争中没有占到便宜，但是却从他的敌人那里学到了先进的武器制造技术，尤其是冶铁技术，从此，埃及进入了铁器时代。在此之前，赫梯人试图垄断冶铁技术，但是这项重要的发明还是渐渐被周边的民族（巴勒斯坦和叙利亚地区）所掌握。后来，腓尼基人学到了冶铁技术，他们在地中海沿岸做生意，便随之把这项技术带给了缔造古希腊克里特文明的先人克里特人。后来，波斯人也掌握了这项技术，并且将它继续向东传递，传到了印度次大陆。

前面讲过，冶炼铁器比制造青铜器需要更高的温度，在这个温度下烧制的陶器也比以前的更坚固，因此，在很长的时间里，美索不达米亚的制陶技术领先于世界。世界上经常会出现这样一个现象：一项技术的突破



图 2.8 (左图)赫梯版本的合约(土耳其伊斯坦布尔考古博物馆), (右图)埃及的版本(拉美西斯二世神庙中)

带动另一项技术的发展,进而促进文明的大进步。冶铁技术的出现就产生了这样的效应。

赫梯人在“卡迭石之战”中元气大伤,接着王室内部争斗又使得赫梯王国动荡不堪,疆域开始缩小,很快便退出了美索不达米亚,回到了他们的发祥地——安纳托利亚高原。两河之间的这片平原就是这样,不同的民族来了又离开,但是他们大多为后来的文明留下了宝贵的遗产,就像苏美尔人留下了轮子、帆船和楔形文字,古巴比伦人留下了政治法律制度一样,赫梯人留下了冶铁技术和新的烧陶技术。

#### 第四节 亚述——血腥与文明

在公元前 12 世纪,崛起的亚述人取代赫梯人成为美索不达米亚的主人。亚述人是闪米特人的一支,我们在前面提到过他们,因为他们和古巴比伦人几乎同时登上美索不达米亚的舞台。但是在长达将近一千年的时间里,亚述人只是给其他民族当雇佣兵,而没有建立起自己的文明,因此他们总是游离于美索不达米亚的边缘地区。



亚述人是为了战争而存在的，他们很早就有了不同兵种的明确分工：不仅有步兵，还有骑兵和工程兵，后者负责搭建临时的桥和军营。为了战争的需要，亚述人喜欢研究武器，并不断加以改进。他们使用的常规武器包括长矛、剑、盾牌和弓箭。此外，他们还制作出大规模的攻城机械：攻城车、撞墙锤和云梯。亚述的浮雕描述了亚述部队攻城的场面：载着撞墙锤的战车不断冲撞敌方的城墙，弓箭手在战车后面向城墙上的敌人放箭；同时，士兵手持盾牌，爬上云梯，试图登上城墙。

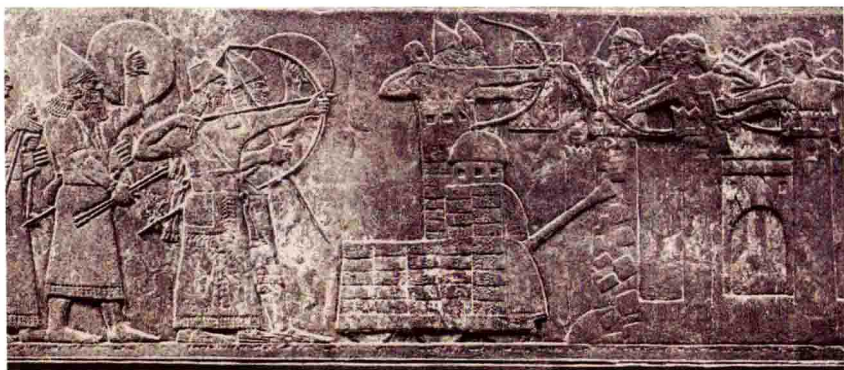


图 2.9 亚述人攻城的浮雕

在战术上，亚述人也有很多创新，他们发明了人类最早的重装步兵方阵，可以有效地对付横冲直撞的战车部队。这个革命性的成果后来被古希腊人（尤其是马其顿人）和古罗马人使用，在随后的一千多年里成为战争的主力兵种。亚述人的社会结构也是为了战争的需要而设定的，早期亚述的最高立法和行政机构是长老议会，国王只是战时军事领袖。这点和后来的罗马元老院及执政官制度很相像。

除了作为雇佣军替其他民族打仗，一些亚述人还以高利贷为业。他们似乎不喜欢从事耕作和发展经济，也没有长期发展的耐心，因此虽然擅长战争，却长期游离在文明的边缘。在苏美尔人退出美索不达米亚后的一千多年里，亚述人曾多次向古巴比伦人、米坦尼人和赫梯人甚至是埃兰人称臣。而他们的崛起，很大程度上是得益于赫梯人的衰落。

随着赫梯王国内忧外患不断，美索不达米亚再次分裂为数十个小城邦。公元前12世纪，亚述王提格拉特·帕拉沙尔一世（Tiglath-Pileser I）乘机开疆扩土，并且占领了黎巴嫩到地中海边的大片区域。他先后征服了几十个部落，逼迫他们每年进贡大量牛马，然后他再用这些牛马组成战车部队，四处远征。帕拉沙尔一世把疆土扩张到了地中海沿岸，但是靠武力建立的王国常常很难长期繁荣，在他死后，亚述王国就开始衰落，并在之后的两百年间一蹶不振。

到了公元前10世纪末，亚述王纳西尔帕二世再次通过战争开疆扩土，亚述在接下来的两百年里延续了这个国策。到了公元前730年，他们打败了安纳托利亚东部新兴的乌拉尔图王国，并且征服了叙利亚和过去巴比伦地区的诸城邦。几年后，他们灭亡了以色列王国，这件事在《圣经》中有所记载。在公元前702年，亚述王第三次攻入巴比伦城，并且把这个有着1300余年历史的古城付之一炬。到了公元前671年，亚述王萨尔贡二世远征埃及，并攻入了孟菲斯，被授予“上下埃及之王”的头衔，两年后萨尔贡二世离世，亚述王国开始衰败。到公元前612年，迦勒底人与米底人的联军攻陷了亚述人的首都尼尼微，亚述灭亡。

在历史上，亚述人以残忍著称，所到之处，尸横遍野，血流成河。在奴隶制社会中，人们对战俘已经不像在原始社会时那样杀掉或者吃掉，而

是留作奴隶，从事生产。但是在亚述的历史上，杀俘虏是家常便饭的事情，他们以斩获的首级数量论功行赏。在屠杀战俘时，他们强迫战俘跪成一排，然后用重锤将战俘的头颅一个个砸碎，而旁边的书记官



图 2.10 亚述最强盛时的疆土（草绿色），覆盖了埃及的大部分

则记录击杀战俘的数量，论功行赏。对待敌方的首领，他们就更加残忍，有时亚述国王会亲自动手杀死敌方的首领。这些骇人听闻的记载，并非出自后来的史学家，而是亚述人自己。这说明他们不但不以此为耻，反以为荣，这一点很像后来的蒙古人。历史学家评论亚述人的特点时指出，亚述人最早的征战源于生存的需要，后来渐渐养成了好战的性格和侵略的野心，并且随着他们征服得越多，野心就越大，直到崩溃。在亚述人称雄美索不达米亚的几百年里，它对外战争不断，而国内又经常爆发起义，因此那里的文明进程迟缓。和历史上很多靠武力支撑的帝国一样，就在亚述王国依靠东征西讨将它的疆域扩大到空前辽阔的水平后仅仅半个世纪，便亡国了。

不过，在这几百年里亚述人留下了非常有特色的艺术。或许因为他们是一个勇武的民族，而且连年征战，他们的雕塑完全反映了自身的特点。他们留下了大量非常精美的雕塑，主题都是战争和狩猎，而他们围猎的对象也不是狼、羊和鹿这些较小的动物，而是最凶猛的狮子。大英博物馆藏有许多这样的猎狮浮雕，有些是国王乘车射杀狮子，有些是国王在和狮子肉搏，画面既宏大，又巧密而精细，上面的人物和动物都栩栩如生，狮子大多数都是凶狠的样子，而国王和贵族面对凶残的狮子都镇定而勇敢。很难想象，如此细致的浮雕竟出自一个天生就是战士的民族。

除了浮雕之外，亚述的雕塑也很有意思，这些雕塑大多是国王的像，任何人在博物馆中一眼就能从众多雕塑中认出它们。古埃及的法老一般是坐像，面容柔和，可能和古埃及是农业文



图 2.11 亚述国王和狮子搏斗的场景（作者摄于大英博物馆）



图 2.12 狩猎的国王局部细节（作者摄于纽约大都会博物馆）

明，人们性情温和有关。古希腊和古罗马的雕像则很逼真，完全是真人的 3D 复原。这些雕塑在后世都有模仿和发展，有些时候很难判断是古希腊的原作还是文艺复兴时期的仿品。而亚述的雕像与它们都不相同，可以说是前无古人后无来者。这些国王的像都是人面（都蓄有长胡子，和古苏美尔人不同）兽身而且长着翅膀。雕像都高大粗壮，一般有两三米高、三到四米长。这些雕像一般立于大门的两边，为了保证从前面看有两条腿，从侧面看有四条腿，每个雕像都有五条腿。今天在大英博物馆和纽约大都会博物馆都藏有这些雕像。

亚述到了末期，开始了崇文的风尚，这一点和后来中国北方的金朝很像。他们开始尊崇文化和科学，并且建立了人类历史上最早的大规模博物馆——巴尼拔图书馆。亚述巴尼拔（Ashurbanipal，前 685—前 627）是亚述的末代国王，他被称为英明的世界之王。和他那些打打杀杀的祖先不同，亚述巴尼拔博学多才，对许多文学和宗教作品都有研究。他在位期间，在首都尼尼微建立了这个著名的图书馆，里面收藏了哲学、数学、医学、天文学和文学等各个领域的图书，几乎覆盖了当时人类已知的全部学科领域。其中的王朝史籍、宫廷敕令、历史大事记等，为后人研究亚述王国乃至整个美索不达米亚的文明提供了第一手的文献。亚述巴尼拔自己阅读和修订了大量的文献，他找来很多学者整理和重新抄写这些泥板，并在一些（复制的）泥板的空白处加上了自己的注释。亚述的巴尼拔图

书馆还建有图书目录，这是人类历史上最早的索引系统。亚述大量的文献记载，让我们今天的历史学有了一个分支——亚述学。

在统治美索不达米亚地区几百年后，亚述终于退出了历史的舞台。不过，和古代很多民族不同，亚述人在退出历史舞台后并没有消失，他们的后裔延续至今，分布在世界各地，当然以伊拉克人数最多。有意思的是他们没有融入阿拉伯文化，而是信奉基督教，虽然他们从血缘上讲是信奉伊斯兰教的阿拉伯人的近亲。而取代亚述人统治美索不达米亚的是古巴比伦的后人迦勒底人（又称新巴比伦人）。这真可谓是风水轮流转，沉寂 900 多年后，迦勒底人复国成功，又一个巴比伦王朝建立起来了，为了区分这个王朝和汉谟拉比时代的古巴比伦王国，历史学家称之为新巴比伦王朝。

## 第五节 最后的辉煌——空中花园

在亚述人统治美索不达米亚的时期，迦勒底人曾多次起义反抗亚述的统治，但是都没有成功。不过到了公元前 626 年，迦勒底人的机会来了，亚述人任命了迦勒底人的领袖那波帕拉萨尔（Nabopolassar）为巴比伦总督，他到了巴比伦后，率领迦勒底人起义反抗亚述的统治，这次他们起义成功了，建立了新巴比伦王国。那波帕拉萨尔联合了东面的邻国米底王国一起对抗亚述。经过十多年的战争，迦勒底人终于在公元前 612 年攻陷了亚述王国的首都尼尼微。一度在中东、埃及和地中海东岸不可一世的亚述王国终于灭亡了，它广袤的领土被新巴比伦王国和米底王国瓜分，其中新巴比伦王国占据了美索不达米亚大部分地区，以及从叙利亚和巴勒斯坦直到地中海的地区。

那波帕拉萨尔的儿子是新巴比伦的一代英主尼布甲尼撒二世（Nebuchadnezzar II，前 605—前 562），在他的努力下，新巴比伦恢复了当年的繁荣，他的军队于公元前 597 年和公元前 588 年两次攻占耶路撒冷，毁灭了犹太人建立的大卫王朝，并将所有犹太人俘虏囚禁于巴

10

佩加蒙博物馆因收藏著名的佩加蒙神庙而得名，佩加蒙神庙是古希腊时期在小亚细亚建造的神庙，和雅典卫城的帕特农神庙齐名。

11

世界七大奇迹实际上并非由一个人同时提出，而是由腓尼基旅行家安提帕特、古希腊数学家费罗（Philo of Byzantium），历史学家希罗多德（Herodotus）和建筑师卡利马科斯（Callimachus of Cyrene）各自提出了一些候选，最后综合而成。安提帕特在他的《希腊文集》（*Greek Anthology IX 58*）中将空中花园列为第一。

12

一般认为空中花园是在公元前6世纪由新巴比伦王国的尼布甲尼撒二世所建。但也有科学家认为空中花园并不在巴比伦，而在底格里斯河上的亚述的首都尼尼微，因此建造者是亚述王西拿基立（Sennacherib）。

比伦，这就是《圣经·旧约》全书中记载的“巴比伦囚虏”。在尼布甲尼撒二世统治时期，经济繁荣，人口大幅度增长。到他去世的时候，新巴比伦王国的人口达到380万，是当时世界上人口最多的国家之一。

疆土稳定后，尼布甲尼撒二世开始大规模修建巴比伦城和周边的运河，恢复了这座古城往日的繁荣，城市的人口达到20万人，成为当时世界上最大的城市，也是当时世界的科学和商业中心。

在新巴比伦时期，西亚人掌握了在陶器表面上釉的技术。作为当时的世界商业中心，商人们常常要穿过沙漠来到巴比伦做生意，他们无意之间发现将沙子和盐或者苏打一起加热到摄氏1000度时，就会变成有粘性、半透明的糊状物，冷却后可以在物体表面形成一层有玻璃属性的光滑釉面。古巴比伦的工匠就想到在陶器泥皿的表面涂上一层细砂、苏打和石灰，然后烧制，这样陶器的表面就带上了一层釉。中东人掌握上釉的技术比中国早了近千年，但是当时的上釉技术并不成熟，这样烧制的陶器釉面既不密实，也不牢固，起不到防水的作用。因此，古巴比伦人放弃了使用釉对陶器的改进，而将这项技术用于了建筑材料——釉面砖的制造。巴比伦的很多建筑，包括城墙和城门都是用釉面砖砌成的。他们用蓝色的釉面砖做背景颜色，用黄色的釉面砖在上面拼出各种动物图案，有现实生活中的动物，也有类似中国神话中麒麟那样想象出来的动物。这种装饰非常漂亮，在19世纪被发现后，为西方各大博物馆收藏。其中最著名的巴比伦伊什塔尔之门，现收藏于德国柏林的佩加蒙（Pergamon）博物馆<sup>10</sup>。

世界七大奇迹<sup>11</sup>之一的巴比伦空中花园相传也是在这个时候<sup>12</sup>修建的。据说尼布甲尼撒二世修建这一世界奇观的目的，只是为了打消王后的思乡之情。不过要特别指出的是，人们说起东方古国之一巴比伦时，常常提到《汉谟拉比法典》和空中花园，但实际上他们一个属于古巴比伦王国，一个属于新巴比伦王国，完全是两个不同的国家，中间差了将近一千年。

由于直到今天都一直没有发现这个文明奇迹的遗迹，在历史上只有古希腊



图 2.13 巴比伦伊什塔尔之门（收藏于柏林佩加蒙博物馆）

对它有一些记载，这反而给后人留下无尽的遐想。下图所示的是 16 世纪的画家根据古希腊文献的记载绘制的空中花园复原图。如果古希腊文献的记载是准确的，那么这座在远处看上去高耸如云的花园确实是人间奇迹。

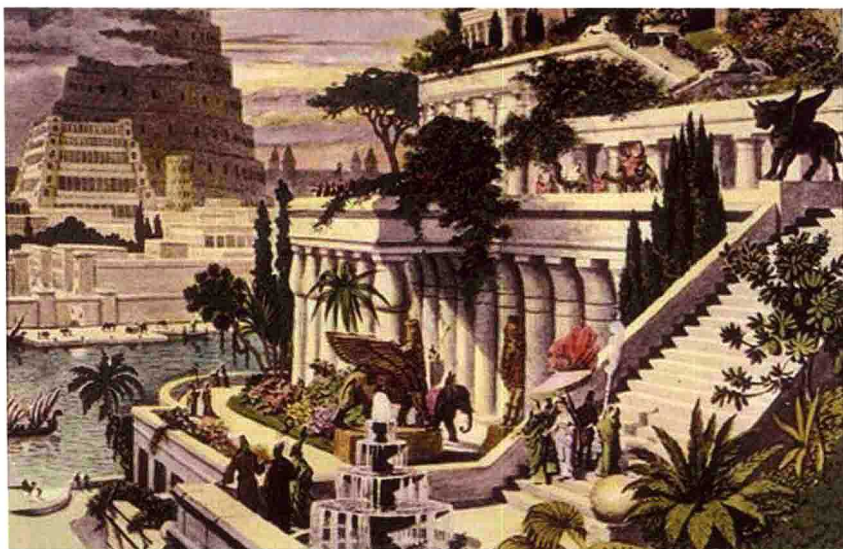


图 2.14 传说中的空中花园复原图

尼布甲尼撒二世似乎热衷于修建宏伟的建筑。除了传说中的空中花园，巴别通天塔（Babel）则是他建造的另一个奇迹，在《圣经·创世纪》中记载着这样一个故事：

我们（人类）要建造一座城和一座塔，塔顶通天，为要传扬我们的名，免得我们分散在全地上。

耶和华降临，要看看世人所建造的城和塔。耶和华说：“看哪，他们成为一样的人民，都是一样的言语，如今既做起这事来，以后他们所要做的事就没有不成就的了。”

然后主说：“我们下去，在那里变乱他们的口音，使他们的言语彼此不通。”于是，耶和华使他们从那里分散在全地上。他们就停工，不造那城了。因为耶和华在那里变乱天下人的言语，使众人分散在全地上，所以那城名叫巴别（Babel，意为“变乱”）。

这个故事的历史背景应该是这样的：巴比伦人要建一座通天塔，但是最终没有建成，犹太人（当时被新巴比伦人灭国）就认为是上帝对巴比伦人的惩罚。据见到过这座通天塔废墟的希腊历史学家希罗多德记载，这座宏伟的通天塔底座直径达 90 米，一圈圈盘旋而上，高度达 211 米<sup>13</sup>，极其壮观而华丽。不过新巴比伦人并没有记载这么高大的建筑是做什么用的，有人说是尼布甲尼撒二世为了通天，有人说是为了看天象，也有人说是为了祭祀。这座通天塔充满了谜团，除了它的用途外，是谁将它毁坏的也众说不一，有人认为是亚历山大大帝，有人认为是波斯王薛流士，或许还有其他的人。随着新巴比伦王国的终结，这个人类历史上曾经比大金字塔还高的建筑从此消失在人们的视野中了。1899 年，德国考古学家罗伯特·科尔德韦（Robert Koldewey，1855—1925）终于在巴比伦的故土上发现了通天塔的遗迹，说明《圣经》和希罗多德的记载非虚。科尔德韦还发现塔的基座边长为 87 米，和希罗多德记载的数据非常相近。但塔身高度已无法确认。

在尼布甲尼撒二世统治时期，奴隶制经济有较大发展，奴隶也获得了一定的自由。在一般人想象中，奴隶完全被束缚在主人家里或者田庄上劳动，但是在新巴比伦（和后来的古希腊），奴隶出现在经济生活的各个领域，

13

T. Hiebert, 'The Tower of Babel and the Origin of the World's Cultures', *Journal of Biblical Literature* 126 (2007), p.37





图 2.15 根据传说绘制的通天塔

他们可以代主人外出经商，或者租种主人的土地，甚至可以同自由民订立契约，虽然他们的人身依然隶属于奴隶主。这在当时，无疑是文明的进步。如果不是因为新巴比伦王国灭亡了，这些奴隶最终可能会被解放成农民。

尼布甲尼撒二世于公元前 562 年暴毙后，新巴比伦进入衰退期。继位君主都很短命，同时波斯帝国在居鲁士大帝的领导下崛起。公元前 539 年，经过短暂战斗，居鲁士二世进入巴比伦城。这段历史在《圣经·但以理书》中有所记载，据说居鲁士进攻巴比伦城时，国王柏沙撒正在喝酒，看到一只神奇的手在墙上写下一段燃烧着火焰的字，警告他城池当晚要陷落。但是柏沙撒不以为意，结果当晚城池陷落，柏沙撒被杀。事实是，巴比伦的祭司们当晚打开了城门，放波斯军队进城，巴比伦城因此而陷落。

新巴比伦王国灭亡后，美索不达米亚地区从此不再有独立的王国。这些地区的文化则表现为统治国文化的一部分，先是波斯文化，然后是希腊

（马其顿）文化、罗马文化和拜占庭文化。由于居鲁士和后来的统治者对巴比伦的臣民采取了宽容的政策，所以在很长时间里，这里的经济和文化依然领先于世界，但是随着它作为政治中心地位的消失，久而久之，美索不达米亚原先的庙宇、宫殿连同他们的文化一起被深埋在黄沙之下，从此销声匿迹了两千多年。

## 14

京都和奈良两座城是日本的古都，基本上是按照唐朝长安的式样建立的。

## 15

纽约早期是荷兰的殖民地，又称新阿姆斯特丹，后来被英国人占领，改成了一个英国的名字“新约克”即纽约。

新巴比伦人统治的时间虽然还不到一百年，但是却创造了高度的文明。与喜欢打打杀杀的亚述人不同，新巴比伦人非常重视教育和科学，他们奠定了西方数学和天文学的基础。在新巴比伦时期，希腊人已经登上了历史的舞台，他们同样喜欢科学，并且从新巴比伦人那里学到了很多东西，因此希腊人称（新）巴比伦人为“智慧之母”。不仅是科学，在艺术和建筑方面，新巴比伦对西方世界的影响也很大，这就如同长安对京都和奈良的影响<sup>14</sup>、阿姆斯特丹对纽约的影响一样<sup>15</sup>。比如我们今天在西方常常看到的圆拱顶建筑，就是由新巴比伦人传给希腊人，又传到罗马人手里的。

回顾美索不达米亚平原上出现过的民族，无论是苏美尔人、古巴比伦人、赫梯人、亚述人还是新巴比伦人，为了生存，他们都曾经在这片土地上不断征战。于是，战争在这片土地上持续了几千年，与此同时，这些民族也创造出了灿烂的文化，在世界文明史上牢牢地占有重要的地位。帝王们早已被埋在了不知哪里的地下，而他们手下的工匠和奴隶创造的文明却绵延至今。我们今天在使用轮子、铁器和拼音文字时，可能很少会去想它们的来源，已经习以为常了。但是回望几千年之前，看看那些在美索不达米亚平原上制造车辆和帆船的工匠、那些在炽热的火炉旁打造铁器的奴隶、那些制作伟大石像的雕刻家，以及那些设计出苍穹屋顶的建筑师，他们一直藏在历史的幕后。但正是因为有他们的存在，那血雨腥风的历史才有了一线亮光、一道彩虹。他们的名字仿佛被埋在了时空中，没有人能知道，但是他们实实在在地存在着，并且创造了历史。

历史仍在继续，让我们把视线继续投向东方，越过世界屋脊，在另外两条更大的河流经过的地方，新的农业文明正在兴起。

## 附录 美索不达米亚文明年代表

前 41 世纪—前 29 世纪,	苏美尔文明时期, 以乌鲁克为中心, 楔形文字、轮子和帆船在这个时期发明
前 29 世纪—前 2334,	早期王国时期, 苏美尔文明进入青铜时代
前 2334—前 2100,	阿卡德王国时期, 《乌尔纳姆法典》制定于这个时期
前 24 世纪—前 18 世纪,	亚述早期王国时期
前 1894—前 1595,	古巴比伦时期, 汉谟拉比法典产生于这个时期
前 1595—前 1178,	赫梯人统治时期, 铁器出现, 占领了埃及很多领土
前 12 世纪—前 612,	亚述帝国时期, 今天世界各地保存有大量亚述的狮子雕塑和和各种狩猎的浮雕
前 612—前 539,	新巴比伦时期, 空中花园和通天塔在这个时期建造
前 539,	波斯人占领美索不达米亚, 独立的美索不达米亚文明终结

## 参考文献

- 1 圣经·旧约全书。
- 2 Philip Steele. 美索不达米亚 (*Mesopotamia*) .DK CHILDREN, 2007.
- 3 Paul Kriwaczek. 巴比伦: 美索不达米亚和文明的起源 (*Babylon: Mesopotamia and the Birth of Civilization*) .Thomas Dunne Books, 2012.



## 第三章 耨耕种植法和科举

### 中国的农业文明

人类文明若从古埃及开始立国算起，距今大约 6000 年。在最开始的两千年（到公元前 20 世纪）里，古埃及和美索不达米亚的文明程度明显高于其他地区，将其他地区与他们相比，就如同将现在撒哈拉以南的非洲地区与美国和西欧相比，没有太大意义。这之后的两千年（从公元前 20 世纪到公元元年），出现了多个文明的并存和相互竞争。埃及和美索不达米亚的文明依然在发展，而波斯和希腊则显示出更强的后劲。在东方，中国和印度的文明开始比肩环地中海的诸多文明。在公元前后几个世纪里，罗马人可谓一枝独秀，但是他们的辉煌持续时间并不长，从他们在第二次布匿战争中击败迦太基、控制地中海开始，到西罗马帝国灭亡，也不过维持了六个多世纪。而中国在从秦汉统一到工业革命开始之间的 1800 多年时间里，对世界文明的贡献是其他任何一种文明都无法相比的<sup>1</sup>。

今天世界各国都不免在思考，为什么过去的三百年是荷、英民族（Dutch & British）统治世界（美国人被看成是英国人的延续）？应该说他们是工业时代的先锋。不过在工业革命以前，西方人要思考的一个问题是，为什么是东方人（包括中国人）统治世界？因为中国是农业时代的典范。

在农业时代，至少从以下几个方面可以证明中国人的成就。

<sup>1</sup> 这是李约瑟的观点。参见李约瑟的著作《中国科学技术史》。  
<http://t.cn/a1w6Rk>

首先是物质生产。下图是安格斯·麦迪森（Angus Maddison, 1926—2010）总结的各个历史时代主要国家的 GDP 在全球的占比。对于这张图表，估计大家会有很多质疑。因此，在这里我要先声明，本人一直认为 GDP 是个颇为无聊的东西，是经济学家搞出来和政客一起糊弄老百姓的人造数据，比如说 GDP 的统计方法非常不准确，常常有重复计算和漏算，加上各国汇率和物价不同，很难横向比较。当然有人搞了一个新的指标叫做 PPP（人均购买力，以美国的物价水平为 100%，各国与之比较调整 GDP 的数值），但是这比 GDP 还要主观，而且成为政治和外交的工具。比如今天按照 PPP 计算，中国的人民币相对美元被低估了，但是只要在两个国家分别住上半个月，就知道中国的物价比美国贵得多。不过，在没有更好的量化度量方法之前，我们也只能以 PPP 作为经济总量的参考。大家对这张表的第二个质疑恐怕就是数据的准确性。比如印度的 GDP 似乎被高估了，而中国在公元 1000 年，即北宋的真宗年代，GDP 在全球的占比完全被低估了。我个人也有这样的疑问。但是，由于历史数据的不足，现在还找不到比麦迪森更权威的数字。因此，我们暂且承认他的数字多少反映了各国在历史上的经济规模和发展水平，那么可以得到这样一个结论，在长达 1800 多年里，中国的经济水平一直排在世界前两位。

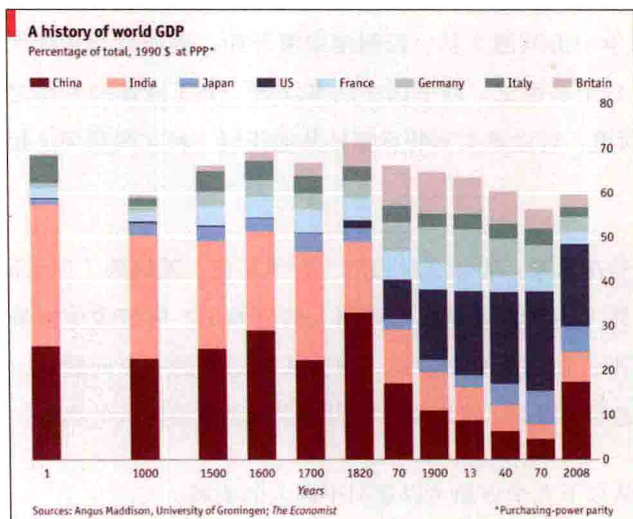


图 3.1 世界主要国家 GDP (PPP) 不同时期的全球占比

其次是科技水平和工程水平，这里先给出一个结论，就是中国在工业革命之前，有很多造福全世界的重大发明创造，包括垄耕种植法、牲畜的使用方法、农具等等。这些我们会在后面详细介绍。

当然，一个国家伟大与否并不是按照疆域的大小和军力的强盛来衡量的，而是看这个国家的百姓是否生活得富足。直到19世纪初期，中国的人均生活水平都要高于西方，也高于印度和日本。

最后，就是看它的政治制度是否有利于文明的进步，在这方面中国的政府机构在农耕时代，应该讲是世界上最有效率的，而中国的科举制度在当时也是世界上最公平的人才遴选制度。

## 第一节 水利、垄耕种植法和农具

人类在工业革命以前，人均土地和其他资源的保有量比现在要多得多。到了1800年，全球不过10亿人口，大约是现在的七分之一，因此，那时候基本上没有人口问题和环境问题。在一种文明中，人口的绝对数量是保证文明整体水平的一个重要因素。如果一种文明只有一百万人口，它不仅修不了万里长城或者金字塔，可能连冶金技术和瓷器制造技术也发明不出来，因为在农业时代大部分人都被束缚在土地上，只有很少比例的人在从事农业以外的工作，包括手工业和建筑业，而从事所谓科学和技术发明创造的人就更少了。因此，人类大规模使用机器之前，人口的基数是保证文明发展的最重要因素。

要维持较大基数的人口，生育从来不是问题，而粮食却是大问题。我们在前面讲过，早在中华文明开始之前，古埃及和美索不达米亚就有了发达的农业。这两个文明都得益于有利的气候条件和大河之间充足的水源。所不同的是，埃及更多是靠天吃饭，灌溉靠尼罗河水自然的上涨，而美索不达米亚更多的是依靠修建水利工程，因为那里虽然有底格里斯河和幼发拉底河两条河流，但是总水量远远不及非洲的尼罗河。不论是靠天还是靠人，灌溉对农业的丰产都非常重要，甚至是最重要的要素。中华

文明也不例外，中国很早就开始兴修水利工程了。按照传统的说法，中国最早的文明起源于黄河流域，不过这条河颇为桀骜不驯，于是有了上古大禹治水的传说。

2

在殷墟出土的所有甲骨文中，从来没有找到过关于夏朝的记载。

不过毕竟传说不是史实<sup>2</sup>，不足为凭。根据《史记》的记载，到了春秋战国时期，各国都修建了很多大型水利工程。最早通过兴修水利带来巨大经济效益的应该是西门豹。他治理邺郡、移风易俗的故事可以说是家喻户晓，但是他带领当地人引漳河水灌溉邺地的工程却鲜为人知。这大约是公元前400年的事情，距今2400多年，按照《史记·河渠书》的评价，这项工程是“以富魏之河内”，可见这个水利工程的效果显著，但是史料对它的记载也就仅此几笔而已。

《史记》记载比较翔实的早期水利工程是秦国的郑国渠，这条渠的修建过程充满戏剧性。

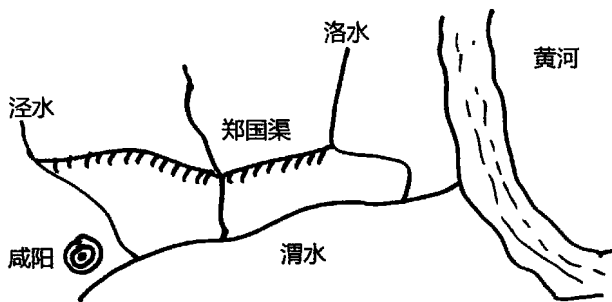


图 3.2 郑国渠的位置

《史记》对郑国渠的修建有生动的记载。战国末期，（弱小的）韩国听说邻国（强大的）秦国想兴兵，就设法破坏秦国的计划，使它无力东进。于是，韩国就派了一个名叫郑国的水利专家到秦国去游说，让秦国开凿一条从泾水到洛水长达300多里的引水渠，将泾河水向东引到洛河，以灌溉田地。在战国时代，以秦国一国之力完成这项工程，应该颇为困难，因此工程进行到一半，秦王就识破了阴谋，想杀掉郑国。郑国似乎早准备好了对答之策，说：“我当初确实是奸细，但是渠修成了对秦国也是



有好处的啊。”秦王觉得他说的有道理，于是就让他把渠修完。这项浩大的水利工程完成之后，灌溉了4万多顷地<sup>3</sup>，每亩产量都超过一钟（大约今天的120升，约240斤）。于是关中成为沃野，无灾年，秦国也因此富强，最终吞并了六国，因此，秦国人将这条渠命名为郑国渠。在中国人修建郑国渠近300年后，古罗马人在它所统治的高卢地区修建了著名的嘉德水道，将山泉水引到城市里使用，水道长50公里（100里），只有郑国渠的三分之一。

<sup>3</sup> 《河渠书》给出的是这样的数据。每亩“溉泽卤之地四万余顷，收皆亩一钟”。

中国历史上最著名的大型水利工程，是战国时期李冰父子修建的都江堰。战国时期，秦国大将司马错于公元前316年灭亡了古蜀国，并且将那里设置为秦国的一个郡。不过，那时的四川可不是后来的天府之国，不仅经济文化落后，而且自然条件差，岷江还经常泛滥。秦昭王51年（公元前256年），也就是蜀国纳入秦国版图的60年后，李冰任蜀郡太守。他和儿子设计并主持建造了成都北部的都江堰，将岷江从中间一分为二（内江和外江），这样实现了通航、防洪和灌溉一举三得，将岷江这个原来的祸害变成了造福成都平原的百利。按照司马迁的说法，都江堰“消除了洪水的祸害，让两条江穿过成都平原。江上可以通航，多余的水用于灌溉，百姓受益。河水流经之处，百姓引水灌溉田地，大小水渠不计其数。”

都江堰的设计和工程技术水平，不仅当时在世界上首屈一指，而且在接下来的上千年里，世界其他地区的水利工程无出其右。整个都江堰水利工程包括鱼嘴（分水工程）、飞沙堰和宝瓶口（引水工程）三大主体工程。都江堰的整体思想是分流，这不同于世界上早期的水利工程。那些水利工程，要么筑坝围堵，要么加固河堤，要么



图 3.3 都江堰示意图

挖渠挖运河，很少有什么工程能兼顾治水防洪、排沙、水运、灌溉和城市供水等综合效用。它所灌溉的成都平原从此成为闻名天下的“天府之国”。

4

根据李约瑟在《中国科学技术史》中的描述，中国人在公元前6世纪前后就发明了垄耕种植法。但是他没有讲这是不是世界上最早的。不过在古埃及的壁画中，没有垄耕种植的记载。

当然，光有好的灌溉系统还不能保证丰产。中国人对世界农业最大的贡献可能是发明了垄耕种植法，这个看似不起眼的发明比四大发明对世界的贡献还要大。今天，在农业发达的美国，其中西部一望无际的大平原上，整整齐齐成排地种植着小麦、大豆和玉米，而采用的耕种技术依然是中国古老的垄耕种植法。毫不夸张地讲，垄耕种植法<sup>4</sup>是除了灌溉之外农业高产最重要的保证。

下图所示的是美国俄克拉荷马州广袤的麦田，这些麦田采用中国人发明的垄耕种植法，贡献了美国20%的小麦产量。



图 3.4 美国俄克拉荷马州广袤的麦田

垄耕种植，顾名思义，就是将庄稼成排种植在垄上，垄与垄之间要保持一定的间距。垄的土地要比垄之间的沟略高（高度差根据作物的不同而不同）。为什么庄稼必须这样种？原因很简单，因为这是唯一能

保证高产的种植方法。我们的祖先很聪明，他们在公元前就知道了这种种植方法的诸多好处。首先，这么做可以保证每株庄稼独立成长，互不干扰，而且农民在给庄稼除草和间苗是在沟里走，不会踩伤庄稼；其次，便于庄稼之间通风，不会腐烂；更重要的是，这样便于灌溉。我小时候在南方田地里做过农活，那里的水田很多，水田的四周是一尺高的田埂，田埂外有水沟。当天气干旱时，农民们将田埂挖开一个小口，田埂外水沟里的水就会流进田里，迅速流遍垄之间的沟，然后渗透到庄稼的根部，

不需要给每一株庄稼浇水，节省了大量的劳力。当天降暴雨时，田里的水保持在庄稼两边相对低洼一点的沟里，庄稼的根就不会被泡烂。这样，除非大旱或者大涝，农业的收成都是有保障的。更绝的是，垄和沟在两季种植之间是互换的，每季庄稼收获完毕，要将田重新耕一遍，这时垄就变成了沟，沟就变成了垄，这样，田地虽然每季都在种庄稼，但具体到每一垄土地，实际上是轮流修耕，可以保证地力。我们不知道是谁发明了垄耕种植法，就如同不知道是谁发明了轮子一样，我们只知道它应该不是由一个人发明的，而是经过中国的农民很多代人的经验积累而得到的。今天无法确定中国人最早在什么年代就开始采用这种耕种方法的，因为没有哪一部史书记载了这件事，不过根据李约瑟在《中国科学技术史》中的描述，这个年代不晚于公元前6世纪。这个发明通过口口相传的方式流传下来，成为中国大地上每一个农民头脑里根深蒂固的概念，他或许不能对这项发明说得头头是道，但是都懂得这浅显却重要的道理。

那么，欧洲农民是什么时候才明白这个道理的呢？17世纪！也就是说，欧洲的农业曾经落后中国两千年甚至落后更多。在18世纪以前的欧洲，农民们将种子直接均匀地洒到耕耘过的土地上<sup>5</sup>，等庄稼长出来后，就显得杂乱无章，庄稼长得密度不匀，而且不同植株之间互相干扰。这样一来，通风就不好，采光也不均匀，同一块地的庄稼成熟的时间也会差个几天，收获时只好把一些未长熟的庄稼一起收割上来。更要命的是，采用这种耕种方法，几乎无法浇水和除草。读者不妨做个实验：把一杯水倒在平坦的水泥地上，一定是有的地方水多、有的地方水少，没有人能做到让水泥地的每个角落都均匀地铺上一层水。但是，如果在水泥地刻上一条条沟，就不一样了，水会沿着沟均匀地流到每一个角落，这就是垄耕种植法的原理。田地里如果没有垄和沟，即使能将水从河里或者山上引到田里，水也无法自动地流到田地的每个角落。因此，欧洲人在17世纪以前，只能靠天吃饭。在教堂的庆典上，人们唱着这一类的圣歌：“我们辛勤地耕种土地，我们抛撒最好的种子，上帝万能啊，请给禾苗施肥浇水吧。”在中世纪的欧洲，每到秋天收获的季节，如果丰收了，农民们不仅要载歌载舞庆祝，而且要感谢上帝给了他们风调雨顺的一年。

5  
根据剑桥大学李约瑟研究所的教授克里斯托夫·库伦(Christopher Collun)接受Discovery探索频道电视节目的采访。

6 考虑到先秦时期一亩地的面积可能比今天的小，因此按照今天的标准实际亩产可能更高。

7 根据 2007 年 1 月 1 日中国国家发展和改革委员会发布的数据。

8 约合 35.2 公升。

即使是丰收的年头，欧洲的粮食单产也比中国的北方低很多，更不要说和中国南方相比了。我们前面提到，根据《史记》记载，即使在战国时期的秦国，一亩地也能收获 240 斤，这在当时来看绝对算是高产，即使和今天相比，也不算太差<sup>6</sup>。中国小麦亩产在世界上可以说是名列前茅，2006 年，亩产为 740 斤<sup>7</sup>左右，而美国小麦单产量折合到中国的亩，大约是亩产 420 斤。（美国每英亩收获小麦 46 蒲式耳<sup>8</sup>，美国农业部计算小麦重量是按照每蒲式耳 60 磅，约 55 斤，每英亩相当于 6.07 市亩。）当年欧洲的农民就没有这么幸运了，因为他们的亩产少得可怜，平均只能收获播下去的种子的两到三倍而已，目前，中国一亩麦田大约播种 14—16 斤种子，就算古代种子播撒得更多一些，也不会超过 20 斤。这样，欧洲当时每亩地最多收获 60 斤粮食，刨去种子，只有 40 斤。在不好的年头甚至收获不到这么多。根据英国历史学家大卫·尼科尔（Dr. David C. Nicolle, 1944 年—）在《中世纪生活》一书中记载，在中世纪时的安纳佩斯地区，每收获一百升小麦，就要用掉 60 升的种子。这么低的产量可能会让读者大跌眼镜。

由于粮食产量低，或者说不善于种粮食，欧洲人在历史上谷物的消费比较有限，尤其在欧洲西北部，当地人更多地从事畜牧业，并且在饮食习惯上以肉食为主，这个习惯延续至今。不过饲养牛羊需要的土地也非常多，因此，欧洲面积虽然是中国中原地区的三倍大，但是一直不能养活很多人口，直到哥伦布发现新大陆，从美洲带回高产的土豆后，粮食（包括土豆）的产量大幅增长，人口才开始剧增。

后来欧洲人将垄耕种植法带到了美国，帮助它成为了今天世界最大的粮食出口国，虽然那里普遍采用大机械生产，但是播种原理和中国古代相同——采用垄耕种植法。

当然，中国当时的农业科技成果远不止水利和播种技术，在工具的制造和牲畜的使用上，中国人都明显地领先于欧洲人。比如，中国人深翻土地的犁，欧洲到 17 世纪前后才出现。就连套牛和马用的牛具或者

马具都比欧洲人要先进得多。按照英国著名科技史学家李约瑟（Joseph Needham, 1900—1995）的说法，在古代中国一匹马拉的重量是欧洲同期马拉的重的三倍，这不是因为中国的马有力气，而是因为马具好。中国的马具是套在马肩上，而欧洲人是固定在马的脖子上，这点细小的差别导致了牲口使用效率的巨大差别。在农耕时代，牲畜是唯一能将人力解放出来的生产工具，它的利用效率直接决定了生产力。

中国先进的农业技术，使得中华文明在与世界各个文明的竞争中有两个明显的优势。第一，最直观的效果是粮食单产高，同样的土地可以供养更多人口。我们前面讲过，人口是早期文明必备的条件。第二，有效的灌溉、高效地使用牲畜以及多种农用器械的发明，使得种植一亩农田所需要的劳动力比欧洲更少，整个社会非农业人口的比例较高。这样，大量劳动力才能被解放出来，从事手工业、商业、文化、艺术、宗教活动。发达的农业保证了在从公元2世纪到17世纪的一千多年里，中华文明领先于世界。前面我说过，中国农业种植技术对世界的贡献，其实远远超过四大发明对世界的贡献，因为这是人类文明得以快速发展的基础。

## 第二节 先进的选官制度

马可·波罗可谓是欧洲放眼望洋看东方的第一人，他将中国文明介绍到欧洲。虽然他看到的只是经过战乱之后宋代残存的一点文明痕迹，但是这已经比当时的欧洲要先进好几个世纪了。不过遗憾的是，他没有见到中国传统的遴选官员（公务员）的制度——科举<sup>9</sup>，否则他也会像介绍中国物质文明那样介绍中国先进的政治制度。到了明朝万历年间，另一位意大利人，传教士利玛窦（Matteo Ricci, 1552—1610）来到了中国，他在澳门登陆后惊讶地发现，这个古老而遥远的东方之国不仅物质丰富，而且政治制度优良，简直就是柏拉图所描述的“理想国”。他告诉西方人一个重大的事实：“他们全国都是由知识阶层，也就是一般叫做哲学家的人来治理的。”他还煞有介事地告诉欧洲老乡：“在中国最终实现这一原则的制度叫做科举制。”

<sup>9</sup> 因为蒙古人当时没有接受汉文化。



图 3.5 意大利著名传教士利玛窦

科举制度在中国近代被很多人诟病。在大众看来，科举凭着一篇八股文决定一个人一生的命运颇为不合理，加上很多有识之士和有真才实学的学者都是科举的落榜者，比如大诗人李白、杜甫、李贺等，著名医学家李时珍、大才子唐伯虎、《聊斋志异》的作者蒲松龄、《儒林外史》的作者吴敬梓等等，因此，人们对科举制度的合理性愈加怀疑。到了清朝末年，随着朝廷对西方政治制度有了

更多的了解，人们越发觉得科举是导致中国落后挨打的原因之一，于是干脆废止了科举考试。

但是，17、18 世纪的西方人对中国的科举制度却高度赞赏，他们认为中国的人才选拔和任用制度是当时世界上最先进、最公平和最科学的。中西方对科举的评价差别何以如此之大呢？这主要是他们对比的参照系不同。满清后期，中国官场可以用腐败无能四个字概括，腐败不自消说，这是专制制度无法克服的弊病，无能则表现在政府部门效率低下，按照近代<sup>10</sup>的标准衡量，各级官吏可谓是愚昧无知，朝廷面对世界格局的突然变化全无应对之策，丧权辱国。而中国的近邻日本通过明治维新一跃成为世界强国，给中国的触动非常大。清廷在学习西方政治体制的同时，把部分原因归咎于科举制度。而在西方人眼里，中国依旧是一个农业社会，将中国与欧洲的封建时代和印度的农业时代做对比才公平，这样一来，中国的政治制度和人才选拔机制就体现出明显的优越性。

政治体制和文官制度对于任何文明、任何国家的发展都是至关重要的。人类早期的文明大多是贵族和宗教政治，无论是民主的还是专制的。古

10  
在世界范围里，以资产阶级革命和工业革命作为近代的开始。

埃及和美索不达米亚是由法老或国王和祭祀共同统治国家，在他们的下面有世袭的贵族。古印度文明在雅利安人入侵后，由僧侣和贵族统治国家。这种政治制度导致统治集团越来越脱离民众，并且无法进步，最终导致文明的停滞。在西方近代真正的民主政治出现之前，世界上只有古希腊和罗马的民主制，以及中国的文官选拔制度，打开了平民进入上层社会并且参与管理国家的途径。

对比一下欧洲、日本和中国在国家管理和官员选拔上的不同办法，就不难看出中国科举制度在专制时代的合理性和公平性。让我们先来看看欧洲和明治维新前的日本。对西方政治体制影响最大的是古希腊和罗马。古希腊由许多城邦构成，它们之间其实是相互独立的，不同城邦选用不同的政治制度，其中最具代表性的是北方的斯巴达和南方的雅典。斯巴达采用君主制，而雅典在大多数时间里，尤其是梭罗改革之后，采用基于贵族和平民的民主统治——城市由公民选举的官员管理。雅典的最高权力机构是500人的议会和大陪审团。不过，古希腊有选举权的公民占人口不到十分之一，妇女、外国人和奴隶都没有选举权。在伯罗奔尼撒战争<sup>11</sup>期间，雅典短暂实行独裁政治，但是在战后民主制度很快得到恢复。古希腊为后世传下来大量文献，阐述了民主制度，它的民主制度并没有因为希腊的衰亡而中止，而是被后来的西方国家继承和发扬光大了。

<sup>11</sup> 希腊城邦之间的内战。

古罗马虽然文明进程比希腊晚很长时间，并且在技术和工程上很多是向希腊学习的，但是它的民主政治制度几乎是和古希腊同步发展的。不过不同的是贵族一直在古罗马政治中占有重要的地位。公元前510年左右，古罗马成立了共和国，最高权力机构是由贵族构成的元老院，而日常军政大事则由元老院批准的执行官处理。平民和贵族之间禁止通婚，两者的界限很难逾越。平民进入贵族的唯一途径是通过在战场上获得军功。但是，平民争取权力的斗争从来没有停止，并且利用两次外敌入侵的时机迫使贵族做出让步，罗马从此设立了保民官，对不利于平民的政府法令，拥有否决权。这成了对贵族权力的重要制约力量。

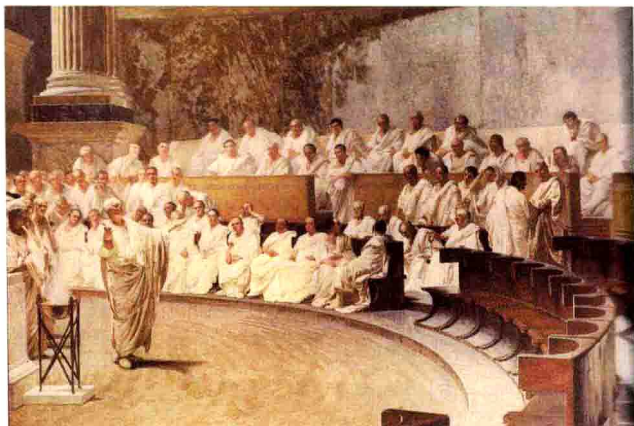


图 3.6 古罗马的元老院

到了公元前 450 年，古罗马制定了十二铜表法（后面还会再讲），禁止一切特权，限制了贵族的专制。到了公元前 444 年左右，终于有平民担任最高行政长官。到了公元前 287 年，公民开始真正享有立法权，公民被行政长官判定死刑或体罚时，有权向人民大会上诉。在古希腊和古罗马的民主政治中，平民是有机会参与国家管理并且进入上层社会的。

12

包括马略和苏拉的军事独裁阶段、恺撒和庞培争雄阶段，以及屋大维和安东尼争雄的阶段，前后大约一百年时间。

但是随着罗马帝国的疆土日益扩大，权力过于分散的民主政治便不再适合了，经过一系列的内部权力斗争和战争<sup>12</sup>，罗马进入了帝国时代，权力便开始集中。不过罗马帝国的皇帝，即使是建立帝国的屋大维（即奥古斯都大帝）也从来没有过中国的皇帝那样的绝对权力，因为元老院仍旧存在，照样有政治影响力，并且制约着皇帝。不过在帝国时代后期，军阀和富商勾结左右着帝国，平民参政的机会已经微乎其微了。

（西）罗马帝国灭亡后，（除了拜占庭帝国以外的）欧洲进入了封建时代。所谓封建，和中国西周的分封制非常相似，整个中世纪欧洲是由几百个贵族和几千个有独立司法权的骑士分别统治的。这些头衔和权力，通过世袭而传递，这种人才选拔机制显然不怎么样，打个比方，这就如同由奥运冠军的儿女们组成新一届的奥运代表队。平民要想翻身只有一条路，就是献身教会，然后一步步往上爬，或许能爬到主教的位置。由于远在



罗马的教皇成功地统治着欧洲人的精神，这些从平民爬上来的主教们就能参与政治了，不过成功的几率微乎其微。在欧洲资产阶级革命以前，世俗的领袖们和精神领袖之间矛盾不断，一个王国的最高统治者和教皇派来的红衣主教从来没有成功地合作过。在这样近乎无政府的状态下，欧洲近千年没有得到发展。

文艺复兴之后，欧洲城市兴起，成立了很多城市共和国，而统治这些共和国的是贵族或者富商的代表，平民对政治的影响还不如罗马时期。而欧洲的各个阶层之间鸿沟巨大，在和平时期几乎没有跨越的可能性。

日本在明治维新前的情况与欧洲非常相似。日本的实权掌握在幕府征夷大将军手中（不知道征的是哪里的夷），而各地方则由大名（即军阀）管理。日本的社会阶层也分为士、农、工、商，不过他们的“士”是指武士，而不是士大夫。武士是特权阶层，有姓氏并可以携带武器，但是只占日本人口的百分之二左右。各个阶层之间无法跨越，武士的后代还是武士，农民的后代还是农民。这样的政治制度显然无法培养和任用优秀人才。图 3.7 所示的是日本江户时期的浮世绘，上面描绘了大名（诸侯）登楼的情形，当时武士阶层处在日本社会的最上层。



图 3.7 日本江户时期的浮世绘

在隋朝之前，中国的政治制度比印度和欧洲也好不到哪里去。自秦汉以下，除了改朝换代的时候，都是由地方豪强和士族控制着朝政，不仅平民中的才俊无法进入国家的管理阶层，一般的中小地主（庶族、寒门）的社会地位也非常低。在东汉，袁氏一族有四代人担任过官职最高的三公，门生故吏遍于天下。正因为如此，东汉末期袁绍才敢和奸雄董卓当庭敌对。他的堂弟淮南袁术拥有私家军队两万多人，到东汉末年便顺理成章成为

13  
汉代三公之一主管兵权。

割据一方的诸侯。而弘农的杨家也是“自震至彪(杨震、杨秉、杨赐、杨彪)，四世太尉<sup>13</sup>”。到了曹魏时代，实行了九品中正制，从法律上维护了那些累代公卿的大地主(士族)在政治、经济、文化、社会生活等各方面的特权。到了东晋，朝政完全由北方的王、谢、庾、温和江南的吴姓士族把握，而王谢也成了望族的代名词。这些士族中固然出现了王导、谢安这样的名臣，但是更多地是像王徽之这样身居高位却尸位素餐的伪名士。他之所以能身居高位，只因他是王导的侄孙而已。而即使是中小地主(庶族)也无法在朝廷中担任要职，因此当时有“上品无寒族，下品无士族”的说法。按照唐玄宗时礼部尚书沈既济对这种政治制度的弊端的评价，到了北齐和隋朝，这种政治制度的弊端已经让朝野都无法忍受了。

14  
明经科和进士科原本是取士的两种平行的考试，不过唐代以后进士科的重要性超过了明经科，后来科举只保留了进士科。

隋文帝杨坚在公元589年统一了中国，结束了自东汉以来长期分裂的格局。杨坚是中国历史上少有的具有政治远见的明君，他为了稳固帝国的统治，削弱望族和地方豪强的势力，开创了一个从全民中选拔人才的机制——科举制度。他把选拔官吏的权力收回中央，用科举制代替九品中正制。在大业三年(公元607年)，开设明经科和进士科<sup>14</sup>，用考试的办法来选取人才，这样，很多中小地主的子弟便能进入国家最高权力机构。或许是因为开设了科举制度，杨坚入选了世界有史以来最有影响力的一百人<sup>15</sup>。

15  
Michael Hart *The 100: A Ranking of the Most Influential Persons in History* Citadel, 2000, <http://t.cn/agTYR4>

隋朝非常短暂，不过接下来的唐朝继承了隋代的政治制度，完善了科举制度。唐代的科举制度非常复杂，概括来讲就是分为“解试”和“省试”两级，而考试内容基本上是文学知识(将经书任揭一页，将左右两边蒙上，中间只开一行，再用纸帖盖三字，令试者填充)、试策(关于治国之道的论文)和文才(诗赋)。在省试中取中的人称为进士及第。在唐代，读书、应考和做官三者被紧密结合起来，但是参加科举考试的人数并不多，大多集中在官宦人家。

宋朝是真正把科举制度推广到全体老百姓的朝代。宋太祖赵匡胤以陈桥兵变当上皇帝，为了防止后人效仿，同时杜绝唐代武将藩镇割据的状况，

他制定了重用文臣、压制武将的国策。在经历了五代战乱之后，中国一时也找不出那么多的文臣。因此，宋朝广开读书人成为士大夫的途径，并且从上到下提倡读书。宋真宗赵恒御笔亲作《劝学篇》，传布天下：

当家不用买良田，书中自有千钟粟；  
 安居不用架高堂，书中自有黄金屋；  
 娶妻莫恨无良媒，书中自有颜如玉；  
 出门莫恨无人随，书中车马多如簇；  
 男儿欲遂平生志，五经勤向窗前读。

这成为从当时到后世多年来寒士痴迷读书的强大动力。宋神宗时代的官员汪洙作了《神童诗》，指出读书考取功名，是当时农家子弟进入士大夫阶层的唯一方法。诗云：

天子重英豪，文章教尔曹。  
 万般皆下品，惟有读书高。  
 ……  
 朝为田舍郎，暮登天子堂。  
 将相本无种，男儿当自强。

宋代将唐代科举两级考试改为三级，增加了在皇宫进行的殿试，同时将每届进士的人数从唐代的几十人增加到几百人，增加了一个数量级。

客观地讲，中国的科举制度对中华文明的贡献远远超过它的弊端。它的诸多好处是显而易见的。

首先，它在专制时代是相对公平的人才选拔方式。科举的规则一旦确定，对所有考生都是公平的，当然这是以受教育为前提的。在中国历朝历代，除了在少数皇帝的任期里官风比较清廉外，基本上都是贪腐成风。而科举相对而言是一块净土，偶有弊案发生，历朝历代惩治得也非常严厉，远远超过对一般贪腐案件的处理。科举不同于今天的高考，因为后者基本上是一锤子买卖，第一年没考上，以后常常是一年不如一年；科举可以不停地考下去，而很多名臣都不是第一次就获得功名的。

16

不过当时不叫进士。据《旧唐书·张柬之传》记载“永昌元年，（公元六八九年）以贤良召，对策第一”，相当于中进士。

因此，也就会出现一些七八十岁高龄的“老童生”。不过，很多名臣中进士的年纪也非常大，比如（武周）唐代名臣张柬之，“中进士”时已经64岁了<sup>16</sup>。

其次，考试的内容实际上是考察读书人的治国之策，而非文采。人们看到很多著名的文学家和诗人纷纷落马，而误以为科举考不出真才实学。其实，科举不是作文比赛，根本没有打算考量谁的才气大，而是看哪个考生讲述的治国之道合理。虽然考中进士的未必人人皆有真才实学，但总的来讲，通过科举选拔出来的人大多数是治国的能臣，这些文臣保证了中华文明在一千多年里的可持续性发展。

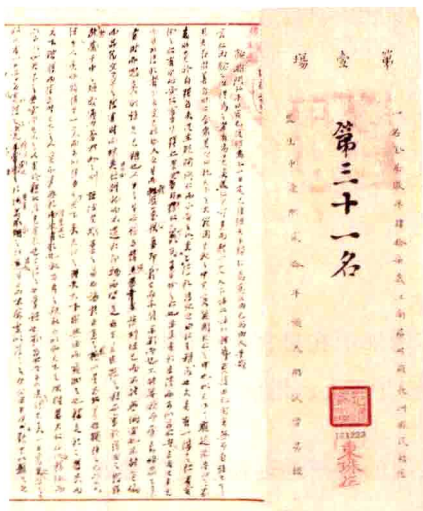


图 3.8 科举考试的试卷

另外，科举制度还造就了中国古代知识分子对国家和百姓的使命感与责任感。在世界各国的历史上，专制政权下的官员们常常表现出卑躬屈膝的人格特点，但是中国古代的知识分子却有独立的人格。在士大夫们看来，他们虽然是天子门生，但是他们在精神上却得道于孔孟这些被宗教化的贤哲，或者说他们治国平天下的权利是孔孟贤哲授予的，而不是皇帝给予的。因此，在清代以前，士大夫们敢于为

“理”和“道义”与最高统治者（皇帝或者权臣）据理力争。在隋、唐、宋甚至是明代，代表士大夫的相权（明代变为内阁）一直是制约皇权的最重要因素，皇帝虽然是独裁者，但是大部分时候并不能为所欲为。在明朝，虽然昏君占到了皇帝数量的一大半，但是，士大夫们以敢于直言为荣。士大夫与君王共治天下是中国自隋唐以下直到明代的政治特点。

当然，科举也有很多弊端，首先到了唐代以后，这成为读书人唯一的出路。一个文人不论学问大小，他的命运在中举得进士前后会有天壤之别。著名诗人孟郊在46岁中进士后，曾经写下这样一首题为《登科后》的诗，曰：

昔日龌龊不足夸，今朝放荡思无涯。

春风得意马蹄疾，一日看尽长安花。

中进士之人，可以开牙建府，位极人臣。而如果没有考上功名，一辈子可能一事无成。因此，全中国家境较好的聪明人都被推到这个窄窄的通道里，造成人才的巨大浪费。而当今应试教育的风气也可以追溯到科举时代。

另外，因为科举考察的内容以孔孟经典为主，尤其是明代之后，科举的考试内容（八股文）日趋僵化。大部分读书人为应科考，思想渐被狭隘的四书五经、迂腐的八股文所束缚，无论是眼界、创造能力、独立思考都被大大限制，以至于到了近代无法适应世界“三千年未有之变局”<sup>17</sup>。

17  
李鸿章语。

科举制发展到清代，日趋没落，弊端也越来越多。清代统治者对科场舞弊的处分虽然特别严厉，但由于科举制本身的弊病，舞弊却越演越烈，科举制终于消亡。

中国的科举制度对中国东南亚乃至世界都产生了深远的影响。相对于世袭、举荐等选材制度，科举考试无疑是一种公平、公开及公正的方法。因此，韩国和越南均效法中国举行科举，越南科举的废除还要在中国之后。16至17世纪，利玛窦等欧洲传教士将在中国的科举取士制度介绍到欧洲。18世纪启蒙运动中，不少英国和法国思想家都推崇中国这种公平和公正的制度。英国在19世纪中叶至末期建立的公务员叙用方法，考试原则和方式与中国科举十分相似，很大程度上是吸纳了科举的优点。今天，英联邦国家公务员的选拔，很大程度上还是依靠考试<sup>18</sup>。近十几年来中国的公务员考试制度多少和科举也有点相似性。

18  
英国及一些英联邦国家的公务员考试制度，遵循了科举的原则，但是考试的内容当然和科举不同。在英国，各部次官（相当于副部长）以下的政府公职人员，是通过公务员考试选拔，然后一级级选拔上来，而各部门的主管官员（内阁成员）则是选举和任命的。

### 第三节 宋代——幸福的农业社会的顶峰

中国从南北朝后期开始，在经济和社会发展上全方位（文明程度、商业和贸易、科技水平和百姓的生活水平）领先于欧洲。

城市的发展是文明程度最好的体现。在公元前第三、第二个千年纪中，美索不达米亚的文明程度高于其他地区，很重要的指标就是当时它的城市繁荣兴旺。而到了公元后的大部分时间里，中国的城市化水平则在世界上首屈一指。诚然，在公元前后罗马曾经是世界的中心，并且在公元一世纪时它达到了发展的高峰，其人口一度多达150万，但是在（西）罗马帝国灭亡之后，罗马就日益衰落，其人口直到18世纪就没有再超过20万。而今罗马的标志性建筑，大多是罗马帝国时期和文艺复兴时期留下来的。在大多数时间里，欧洲最大的城市是东罗马帝国的首都君士坦丁堡，但其人口在东罗马帝国鼎盛时期也只有70万，以后逐年减少。从公元一世纪到18世纪末一千多年时间里，欧洲从来就没有哪个城市人口超过百万。

而中国在这一千多年里则是另一番景象。在隋朝，首都长安不仅是东方世界的中心，同时也是全世界最繁华的都市，它吸引了大批的外国使节、僧侣和商人在这里经商和居住，著名的丝绸之路就是以长安为起点。到了唐代，前几代帝王对长安城进行了大规模扩建。据史书记载，长安城的面积应该相当于今天的83平方公里<sup>19</sup>，大约是明代长安城（今天西安内城）的8倍大。长安内城有南北大街11条和东西大街14条，其中最宽的朱雀大街宽达150米左右，放在今天也是世界上最宽的大道之一。城内布局横平竖直，共划成110个坊，十分规整。街道两边树木成行，城内还有四条渠道流经，供应生活用水。“九天阊阖开宫殿，万国衣冠拜冕旒”<sup>20</sup>，正是极盛时期长安作为世界中心的真实写照。如果了解当年长安城恢弘的建筑风格，只要到今天日本的京都或者奈良去看一看即可，因为这两座日本历史名城就是完全仿照长安建设的。长安和当时的东都洛阳，人口都超过百万，在很长时间里保持着世界上最大城市的称号。

19

Ian Morris 在《为什么西方法统治世界》（*Why the West Rules for Now*）一书中描述唐代长安城，长9721米，宽8652米，是世界上最大的城市。在线阅读：<http://t.cn/8FEaVxG>

20

出自《和贾至舍人早朝大明宫之作》作者：[唐]王维。

当时，在世界范围内能和它们相比的，只有阿拉伯帝国的首都巴格达。

图 3.9 所示的是根据唐代风格建造的日本京都清水寺，现在成为了日本的名片。图 3.10 所示的日本奈良东大寺也完全是按照唐代风格建造的。



图 3.9 日本京都清水寺



图 3.10 日本奈良东大寺

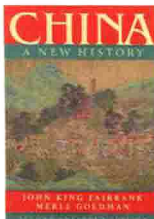
虽然唐朝末年因为战乱，长安衰落了，但是中国经济发展的动力依然强劲。图 3.11 所示的是五代南唐名画家顾闳中绘制的《韩熙载夜宴图》，这幅画充分反映了中国农业文明时期上层的奢华生活。



图 3.11 韩熙载夜宴图

到了宋代，中国的政治和文化中心东移，许多城市，包括汴梁（开封）、临安（杭州）、泉州和广州人口均超过百万。按照著名历史学家费正清《中国新史》<sup>21</sup>一书的记载，有人估计临安的人口在南宋末年甚至达到过 250 万。北宋张择端的名画《清明上河图》和孟元老的著作《东京梦华录》

21



费正清的《中国新史》

描述了当时宋代首都汴梁城的繁华景象。而按照马可·波罗的描述，当时杭州有上万座桥，一点也不输今天的世界名城威尼斯。宋朝不仅城市发达，而且整个社会的发展达到了前所未有的高峰。

以前，每当人们谈起强汉盛唐时一种自豪感便油然而生；但是在谈到宋朝时，总是感到屈辱和怅然。历史书中也是用“积贫积弱”四个字来概括宋朝。这里面的主要原因有两条。首先，宋朝最终亡于外族入侵，无论是北宋的靖康耻，还是南宋的灭亡，确实让人感到屈辱。第二，中国近代的历史教科书在介绍宋朝时普遍采用了钱穆先生的观点。他编写的《国史大纲》首先用到了“积贫积弱”的提法。由于钱穆先生在历史学界的泰斗地位以及这本书本身的影响力，他的这个观点成为几十年来历史学界的主流观点。

不过也有很多权威学者于此有不同的看法，比如国学大师陈寅恪就认为“华夏民族之文化，历数千载之演进，造极于赵宋之世。”紧接着他还在后面作出论断：“后渐衰微，终必复振。”表明了对于中华文化的信心。如果说陈寅恪先生的观点代表一家之言，那么美国著名汉学家费正清教授的结论却是更有根有据，不容置疑。他从经济学的角度得出和陈先生同样的结论，即宋朝是中华文明的高峰。

宋朝的经济发展水平可以说是空前的。根据宋末元初史学家马端临的专著《文献通考》记载，北宋中后期，国家税收为7000万到8000万贯，一贯大约相当于0.7两白银，折算下来每年税入在5000万—5600万两白银，不仅远远超过前面的唐朝，而且比几百年后的明朝也高得多，直到清朝乾隆年间，才超过这个数字。到了南宋，虽然国土面积变小，但是由于经济的发展，国库收入进一步增加。很多年份里，国家税收超过一亿贯，和乾隆年间大致相当。与中国其他朝代所不同的是，宋代的主要税收并非来自农业，而是来自工商业。根据《文献通考》的记载，北宋太宗在位的公元997年，国家税收赋税总收入为3559万贯，其中农业两税<sup>22</sup>为2321万贯，约占65%；非农业税1238万贯，约占35%。到了宋

22

自唐代以后，中国朝廷一年夏秋两季缴农业税，称为农业两税。



真宗时代（公元1021年），总税收增加到5723万贯，农业税绝对数稍有上升，为2762万贯，但是占比下降为48%；非农业税，主要是盐、茶、酒等商业税，增长了一倍以上，达到2936万贯，占到了税收的52%。到宋神宗时，总税收为7070万贯，其中农业税为2162万贯，占30%，其他税人为4911万贯，占70%。即财政收入三分之二以上来自农业两税以外的赋税，到了南宋，更是如此。相比唐代和明代，北宋的税率略高，农业税占农业收入的10%左右，而商业税的税率大约是3%。但是由于生产力发达，因此百姓的生活富足而安定。两宋是中国历朝历代唯一没有大规模农民起义的朝代。

农业永远是农业社会的根本，宋朝的疆域<sup>23</sup>虽比唐朝小很多，但是它的开垦耕地面积却可能比唐代还多<sup>24</sup>，农田单位面积产量也高于唐。唐代最富饶的关中地区稻谷亩产二石，而宋代许多地区大米亩产已达到二至三石。而浙江明州（今天的宁波），“每亩收谷六七石”<sup>25</sup>，创造了世界古代农田单产纪录。唐代极盛之时，每年往首都输送的粮食大约是300万石，而到了北宋，每年运往汴京的粮食多达600万石。

宋代的工业也非常发达。按照费正清《中国新史》中的说法，宋代铁的产量之多，超过了英法两国工业革命初期的总和。宋代的造船业不仅远超前朝，而且遥遥领先于世界。宋代是中国第一次大规模建造远洋海轮的时代。宋神宗元丰元年（公元1078年）朝廷派使臣前往高丽，先是在明州（宁波）建造了两艘“神舟”，然后乘神舟自浙江定海出洋到达高丽，高丽人见此神舟，“欢呼出迎”<sup>26</sup>。几十年后，宋朝再派使臣出访高丽，又在明州建造两艘巨型海轮，宋代的徐兢在《宣和奉使高丽图经》中称此神舟“巍如山岳，浮动波上，锦帆鹳首，屈服蛟螭，所以晕赫皇华，震慑夷狄，超冠今古”，高丽人“倾城纵观”。神舟大的可运送5000石的货物或者五六百人，中等的亦可运送两三百人。根据徐兢的记载推算，最大的神舟长达30多丈、宽七丈五，深九丈，可比400年后哥伦布发现新大陆时乘坐的旗舰大多了。宋朝不仅能造大船，而且每年建造的大船数量还非常多。如宋哲宗元祐五年（公元1090年），朝廷规定温州、明

23

北宋的国土面积虽然不到中国今天的1/3，但它所在都是今天中国经济和农业发达地区，这些地区的GDP占2012年中国GDP的81%，而新疆、西藏、青海和内蒙占中国国土面积的一半，但是只贡献了GDP的4.5%。（数据来源 <http://www.dwz.cn/wmzg0304>）

24

根据唐代杜佑《通典》估计，唐代经济最发达的天宝年间，有耕地610万唐顷，相当于今天的485万顷，而宋代511万顷。今天的学者估计唐代实际耕地面积为800—850万顷，相当于今天的650—680万顷（汪篯：《隋唐史论稿》，中国社会科学出版社，1981年版），而北宋实际耕地面积可能接近800万顷（葛金芳：《中国经济通史》第5卷，湖南人民出版社2002年版）。

25

出自漆侠《宋代经济史》。

26

脱脱等，《宋史》卷四百八十七·列传第二百四十六《外国三·高丽传》

州等地每年定造船在 600 艘以上。南宋高宗绍兴十年（公元 1140 年），名将张浚曾上书说已在福州造了千艘大海舶，准备从海路进攻山东的金兵。这可能是中国古代最大的两栖作战计划了。发达的造船业使得宋代的远洋贸易十分发达，同时也让南宋建立起强大的海军。

宋代的科技水平领先于世界。中国的四大发明中，有三个（火药、指南针和活字印刷术）都是在宋代得以普及应用。宋代的发明创造当然远不止这些。瓷器制造技术就是在宋代发展成熟，并且在之后 700 年里使得瓷器成为中国外贸的拳头产品。沈括在他的巨著《梦溪笔谈》中总结了中国古代，特别是北宋时期的科学成就，包括各种发明、工程方法、物理学发现以及在冶金、石油工业上的成就。

中国从宋代开始从单纯的农业经济向商品经济过渡。商业的繁荣远超唐代。在宋代以前，中国的城市按照功能划分坊区，商业只是集中在城市中特定的区域。到了宋代，商店的开设就再也不受城坊的限制，同时大量的城镇兴起。由于商品经济的需要，货币的流通量急速增加，因此宋朝每年的铜币制造量从唐代的几十万贯，增加到 500 多万贯（宋神宗时代）。到了南宋，中国出现了世界上最早的纸币——交子<sup>27</sup>和会子。

27

唐代虽然出现类似汇票的证券，但是不能流通。



图 3.12 南宋都城临安的繁华景象（取自《西湖清趣图》局部，收藏于美国国立亚洲艺术博物馆）

宋代（尤其是南宋）的海上贸易非常发达。我们前面讲到宋代的造船业非常发达，一艘海轮能运送的瓷器抵得上一千头骆驼的运力，因此，宋代的贸易主要以远洋贸易为主，虽然在宋辽、宋金边境也有少量的边贸。到了南宋，领土缩小，在经济上更依赖与西方的贸易，这促成了海上贸

易的繁华。商人在这一时期得到了最大的解放，并最终导致了商业和贸易的大繁荣，开始出现早期的资本主义生产关系。南宋时期，不仅首都临安和西南重镇成都府人口已过百万，而且著名的港口城市泉州和广州也进入了百万人口的城市行列，泉州同时也是全世界最大的港口和瓷器集散地。

南宋开辟了古代中国东西方贸易的新纪元。对外贸易港口近 20 个，还兴起了一大批港口城镇，形成了南宋万余里海岸线全面开放的新格局，这种盛况不仅唐代未见，就是明清亦未能再现。与南宋有外贸关系的国家和地区增至 60 个以上，范围从南洋、西洋直至波斯湾、地中海和东非海岸。进口商品以原材料与初级制品为主，而出口商品则以瓷器、丝绸和各种生活用的手工制成品为主，表明其外向型经济在发展程度上高于其外贸伙伴。

宋代百姓的生活水平非常高。一些学者按照宋代的税收和税率估算<sup>28</sup>，发现宋代人均 GDP 超过 2000 美元，相当于 2007 年中国的水平，这似乎有点夸张。不过世界上普遍认同的宋代人均 GDP 水平在 450 美元左右<sup>29</sup>，相当于中国 1949 年的水平。如果按照宋神宗时税收 7070 万贯，其中农业税为 2162 万贯，其他税入（主要是商业）为 4911 万贯，而农业的税率为 10%，商业税率为 3% 估算<sup>30</sup>（假定没有偷漏税的），那时的 GDP 应该为 18 亿贯，约合 12.6 亿两白银，按照 2012 年国际市



图 3.13 宋代的纸币会子

28

望江海：《富甲天下的大宋王朝》，《商业文化》2008 年第 12 期，第 70 页。

29

安格斯·麦迪森：《中国经济的长期表现》，伍晓鹰等译，上海人民出版社 2008 年版，第 20 页。

30

不包括“过税”2%。

场的银价计算，GDP 大约为 370 亿美元。宋神宗时约有百姓 1700 万户，每户人口约 4~5 人，那么总人口约 8000 万，人均 GDP 在 450 多美元，和麦迪森的估计类似。当然，准确估计前朝的经济水平是历史学家的事情，不是本书讨论的问题。但是不论如何计算，都说明宋代确实很富庶。

除了枯燥的数字，各种历史文献的记录都一致表明那时老百姓的生活非常优越。宋代名臣司马光曾感叹说：“世风日下，贩夫走卒皆着丝袜”，意思是说，连农夫走卒都穿丝质的袜子。这从另一个角度说明，宋代人生活水平普遍较高。《水浒传》里那个猥琐而且没什么本事的武大郎，住的也是上下两层的楼房，相当于今天的联体别墅，这在《水浒传》中并不是个例，因为书中在城市中很多中下层的人住的都是这样的楼房。北宋时宰相和枢密使（执掌兵权，与宰相同级）的俸禄高达每月 300 贯，大约相当于 200 两银子，超过清朝时一品大员一年的官俸（180 两），当然清朝的低工资逼迫大臣们从开国到灭亡都变着法儿地私下里捞钱。

1275 年，威尼斯人马可·波罗来到中国，他看到的是经历了 50 年宋元战争破坏后剩下的一点点南宋繁华的浮影，但是对这位来自当时欧洲最强大、最富有的城市共和国的富商来说，他简直就像是进了天堂。在他笔下的杭州，居民住宅雕梁画栋，建筑华丽。老百姓都穿着丝绸衣衫，穷人也有肉吃，而贵妇人们都十分美丽（可能是没见过东方人），穿金戴银，打扮得花枝招展。

马可·波罗发现，杭州城内除了各街道上密密麻麻的店铺外，还有十个大广场（他可能是把中国的集市对应成了欧洲人的广场 Plaza），这些广场每边都长达半英里（0.8 公里）。大街位于广场前面，街面宽四十步，从城的一端笔直地延伸到另一端，有许多较低的桥横跨其上。这些方形市场彼此相距四英里。在广场的对面，有一条大运河与大街的方向平行。这里的近岸处有许多石头建筑而成的大货栈，这些货栈是为那些携带货物从印度和其他地方来的商人而准备的。从市场角度来看，位置便利，方便交易，每个市场在一星期的三天中，都有四五万人前来赶集。所有

你能想到的商品，在市场上都有销售。这十个方形市场都被高楼大厦环绕着。高楼的底层是商店，经营各种商品，出售各种货物，香料、药材、小装饰品和珍珠等，应有尽有。有些铺子专卖酒水，不卖别的，店家不断地酿酒，以适当的价格，将新鲜货品供应给顾客。同方形市场相连的街道，数量很多，街道上有许多浴室，有男女仆人服侍入浴。这里的男女顾客从小时起，就习惯一年四季都洗冷水浴，他们认为这对健康十分有利。不过这些浴室中也有温水，专供那些不习惯用冷水的客人使用。所有的人都习惯每日沐浴一次，特别是在吃饭之前<sup>31</sup>。

31  
出自《马可·波罗游记》。

中国留给马可·波罗的印象是物质极大丰富，以至于他都不知道该如何形容了，他总是用一个词来形容——“百万”。他家乡的威尼斯人觉得他是在吹牛，给他起了个绰号叫“百万先生”，甚至把他们家所在的那条大街称为百万大街。直到大航海时代，很多欧洲人来到中国，才知道马可·波罗所言非虚。



图 3.14 清明上河图（局部）

对宋代繁华最直接且生动的描述，非张择端绘制的《清明上河图》莫属。这幅画卷长达 5 米多，部分画面绘制的是北宋汴梁城外汴河两岸繁华热闹的景象。而对两宋繁华记载更为细致具体的是孟元老的著作《东京梦华录》和周密撰写的《武林旧事》<sup>32</sup>。

32  
杭州别称武林。因而得名。

《东京梦华录》成书于南宋，描写了北宋盛世的都市生活。在本章的附录里，我们引用了其中的一些片段，让读者对北宋市民的生活有清晰的

了解。在这里，我们不妨看看这本书中“酒楼”一章对开封人饮食的一些详细描述。

一开始描述的汴梁街道如何繁华，酒楼如何气派。“更修三层相高。五楼相向，各有飞桥栏槛，明暗相通，珠帘绣额，灯烛晃耀”。值得注意的是，这些酒楼营业时间都非常长。书中描述说是“不以风雨寒暑，白昼通夜，骈闳如此。”也就是说不管是冬天还是夏天，不论是否刮风下雨，都开门到深夜。这说明当时商业的繁荣，以及市民夜生活的丰富多彩。我记得北京直到上个世纪90年代末，饭馆才能开到这么晚。第二段介绍这里美味佳肴、干鲜果品如何丰富，作者在这里列举了一百多种，比如“百味羹、头羹、新法鸽子羹、三危羹、二色腰子、虾蕈、鸡蕈、浑炮等羹、旋索粉、玉棋子……”等等。有兴趣的读者可以仔细研读附录中记述的这些珍馐佳肴的名称。估计这里面很多的美味恐怕今天的资深老饕也未必品尝过，而且这些美食的价钱还很便宜，一份小吃不过十五文钱。读到这里，恐怕很多人不禁要对当时宋朝人的生活神往一番。

按照《东京梦华录》、《武林旧事》和《马可·波罗游记》的描写，在两宋，节假日的热闹景象一点不输今日中国的太平盛世，很多灯会游园都是通宵达旦。更可贵的是，由于“仓廩实”，老百姓颇知礼数。虽然我们印象中的中国古代是男权社会，但是宋朝时的丈夫对妻子非常尊重。一些被我们认为是现代文明的生活习惯，比如一天洗一次热水澡，当时的杭州百姓已经能做到了。

宋朝时的中国可能是全世界所有农耕社会第一个兴办社会福利的国家。由于宋朝政府财力相当富裕，于正常开销外，还能拨出大量经费兴办公共服务和救助弱势群体。根据《东京梦华录》记载，在北宋时已经有了现代的消防局，遇到火灾，政府会出动“消防员”灭火，不用老百姓出力。《马可·波罗游记》中记述的杭州也是如此。

宋代在全国各县还设立了安济坊，收养贫病之人，仅汴梁的安济坊三年中就治愈了上千人。著名文学家苏轼在被贬杭州时，遇上流行病，他设

立“病坊”收留病人，防止传染。宋代还设立居养院收养鳏寡孤独，对妇女儿童，还雇使女及乳母进行服侍，甚至达到“贫者乐而富者忧”的地步，有点像今天北欧的民主社会主义。另外，还设有漏泽园，安葬无主尸骨。这一点宋朝不仅做到了，而且坚持到宋朝灭亡。今天我们谈到欧美发达国家的高福利社会时，可曾想到中国在一千多年前就开始了这样的尝试。

关于两宋繁华生活的详细描述，可以参看附录中摘录的《东京梦华录》、《武林旧事》和《马可·波罗游记》中的片段。我读完这些书，不禁得到这样一个印象：生活在宋代似乎并不比今天差。今天很多人讲起强汉盛唐都感到自豪，而我则因为中华文明中有过宋朝而感到骄傲，两宋为世界树立了文明的典范。我们乐于讲述汉代的卫青、霍去病，唐代的李卫公<sup>33</sup>、李英公<sup>34</sup>的功绩，但更应该记住在这片中华大地上创造了世界文明奇迹的农夫走卒们。

33  
李靖。

34  
李绩，就是演义小说中的徐懋功。

宋最后亡于蒙元入侵，这是一件非常遗憾的事情，否则中国或许会比欧洲更早进入工业社会。宋朝在军事上不是很强大，也没有像汉唐那样对北方游牧民族取得过决定性的胜利。但是，它并非像人们想象的那么弱。北宋从立国开始，到末代帝王宋徽宗之前，国土面积实际上是在不断增加的<sup>35</sup>。南宋时期，中国南北形成了金与宋的对峙，双方各有胜负。不过在水战和海战中，宋朝依靠发达的造船业和火器制造技术取得了两次完胜。公元1161年，金主完颜亮倾全国之力水陆并进，发动南侵宋朝的战争。在海上，宋将李宝以120条战船、3000将士对阵南下的金军海军，对方兵力20倍于宋军（600条战船，70000人），双方在唐岛展开决战，根据《宋史》和《金史》的记载，李宝命军士以火箭、霹雳炮环射金军船舰，用大火延烧金舰数百艘。这可能是世界上最早采用火器进行的大海战。战役的结果是，宋军烧毁敌舰600余艘，杀敌6万余人，俘虏3000余人，全歼了超过自己20倍兵力的金军舰队。与此同时，宋金双方在长江采石矶进行了一场更大规模的决定性水战，宋军在名将虞允文的带领下，以1.8万人大败17万金军。金军在战败之后发生内讧，金主完颜亮被部下

35  
宋神宗力图开扩疆土，取得了绥、熙、河、洮、岷、兰等州。哲宗时又进一步取得了湟水流域，洮河上游与贵德一带的土地。

杀死，侵宋战争彻底失败。此后金国无力大规模南侵。南宋水军（海军）之所以能以如此悬殊的兵力以少胜多，除了将士用命外，主要原因是武器先进，无论是战船还是火器。宋金水上交战，或许可类比 19 世纪用洋枪洋炮武装起来的英国海军对付大刀长矛装备的满清军队。

南宋最后和野蛮的蒙古人进行了近半个世纪的战争，终因军力不及，加上奸相误国而灭亡。不过在被蒙古人征服的所有国家中，南宋坚持抵抗的时间是最长的。自宋以后，中国的农业文明有了较大的衰退，直到明朝永乐年间才再次成为世界上最有影响力的大国。

## 结束语

在历史上，多次上演过野蛮战胜文明的悲剧。公元前 1500 年前后，野蛮的雅利安人入侵印度，毁灭了那里已经相当发达的文明。公元前 2 世纪，相对落后的古罗马人毁灭了古希腊文明，而 600 年之后，野蛮的哥特人、日耳曼人和汪达尔 - 阿兰人不断入侵罗马帝国，并最终由汪达尔 - 阿兰人攻陷了罗马城，将整个欧洲带进长达近千年的黑暗时代。每一次落后战胜文明的结果，都是全人类的文明大倒退。在人类历史上，并非下一代人一定比上一代人生活得更好。我们今天的生活之所以比父辈和祖辈好很多，在很大程度上得益于从 1945 年至今近 70 年的和平环境。

宋朝虽然亡国了，但是中国的农耕文明依然在延续。到了明朝，中国率先进入了大航海时代，并且将各种文明成果直接和间接地传到欧洲，这是中国文明对整个世界的贡献。根据剑桥大学李约瑟研究所教授库伦的观点，今天，世界上大部分人得以衣食无忧，在很大程度上要感谢中国的农业文明。



## 附录

《东京梦华录》、《武林旧事》和《马可·波罗游记》所描述的中国农业文明景象

### 1. 《东京梦华录》里的东京汴梁城

外城：

东都外城，方圆四十余里。城壕曰护龙河，阔十余丈，濠之内外，皆植杨柳，粉墙朱户，禁人往来。城门皆瓮城三层，屈曲开门；唯南薰门、新郑门、新宋门、封丘门皆直门两重，盖此系四正门，皆留御路故也。

大内：

大内正门宣德楼列五门，门皆金钉朱漆，壁皆砖石间甃，镌镂龙凤飞云之状，莫非雕甍画栋，峻桷层檐，覆以琉璃瓦。曲尺朵楼，朱栏彩槛，下列两阙亭相对，悉用朱红杈子。入宣德楼正门，乃大庆殿，庭设两楼，如寺院钟楼，上有太史局保章正测验刻漏，逐时刻执牙牌奏。每遇大礼，车驾斋宿，及正朔朝会于此殿。

最早的消防局：

每坊巷三百步许，有军巡铺屋一所，铺兵五人，夜间巡警收领公事。又于高处砖砌望火楼，楼上有人卓望。下有官屋数间，屯驻军兵百余人，及有救火家事，谓如大小桶、酒子、麻搭、斧锯、梯子、火叉、大索、铁猫儿之类。每遇有遗火去处，则有马军奔报。军厢主马步军、殿前三衙、开封府各领军级扑灭，不劳百姓。

### 2. 《东京梦华录》描写的都市生活

夜市：

出朱雀门，直至龙津桥。自州桥南去，当街水饭、熬肉、干脯。王楼前獐儿、野狐、肉脯、鸡。梅家鹿家鹅鸭鸡兔肚肺鳝鱼包子、鸡皮、腰肾、鸡碎，每个不过十五文。曹家从食。至朱雀门，旋煎羊、白肠、鲊脯、黎冻鱼头、姜豉类子、抹脏、红丝、批切羊头、辣脚子、姜辣蘿蔔。夏月麻腐鸡皮、麻饮细粉、素签纱糖、冰雪冷元子、水晶皂儿、生淹水木瓜、药木瓜、鸡头穰沙糖、绿豆，甘草冰雪凉水、荔枝膏、广芥瓜儿、咸菜、杏片、梅子姜、莴苣笋、芥辣瓜旋儿、细料饅飠儿、香糖果子、间道糖荔枝、越梅、离刀紫苏膏、金丝党梅、香柰元，皆用梅红匣儿盛贮。冬月盘兔、旋炙猪肉、野鸭肉、滴酥水晶鲙、煎夹子、猪脏之类，直至龙津桥须臾肉止，谓之杂嚼，直至三更。

过年：

正月一日年节，开封府放关扑三日。士庶自早互相庆贺，坊巷以食物动使果柴炭之类，歌叫关扑。如马行、潘楼街，州东宋门外，州西梁门外踊路，州北封丘门外，及州南一带，皆结彩棚，铺陈冠梳、珠翠、头面、衣着、花朵、领抹、靴鞋、玩好之类。间列舞场歌馆，

车马交驰。向晚，贵家妇女纵赏关赌，入场观看，入市店馆宴，惯习成风，不相笑励。至寒食冬至三日亦如此。小民虽贫者，亦须新洁衣服，把酒相酬尔。

中秋节：

中秋节前，诸店皆卖新酒，重新结络门面彩楼花头，画竿醉仙锦旆。市人争饮，至午未间，家家无酒，拽下望子。是时螯蟹新出，石榴、滴勃、梨、枣、栗、李萄、弄色柑桔，皆新上市。中秋夜，贵家结饰台榭，民间争占酒楼玩月。丝篁鼎沸，近内庭居民，夜深遥闻笙竽之声，宛若去外。闾里儿童，连宵嬉戏。夜市骈阗，至于通晓。

### 3. 《武林旧事》中描写的游西湖场景

西湖天下景，朝昏晴雨，四序总宜。杭人亦无时而不游，而春游特盛焉。承平时，头船如大绿、间绿、十样锦、百花、宝胜、明玉之类，何翅百余。其次则不计其数，皆华丽雅观，夸奇竞好。而都人凡缔姻、赛社、会亲、送葬、经会、献神、仕宦、恩赏之经营、禁省台府之嘱托，贵瑁要地，大贾豪民，买笑千金，呼卢百万，以至痴儿呆子，密约幽期，无不在焉。日糜金钱，靡有纪极。故杭谚有“销金锅儿”之号，此语不为过也。

### 4. 《马可·波罗游记》中的京郊小城市涿州已经非常繁荣了

过了这座桥，向西前进三十英里，经过一个有许多壮丽的建筑物、葡萄园和肥沃土地的地方，到达一座美丽的大城市叫涿州，偶像崇拜者在这里有许多寺院。

这里的居民大都以商业和手工业为生，他们制造金丝织物和一种最精美的薄绸。这里还有许多大旅馆供体面的旅客食宿。

离城一英里，就是大路的分岔处，一条向西，一条向东南，向西的路经过契丹省，向东南的路通往蛮子省。从涿州城向西走十日，经过契丹，到达大因府，沿路经过许多美丽的城市和要塞。这里的制造业与商业十分兴盛，并有许多葡萄园与耕地。契丹省内地不生长葡萄，所以都从这里运去。这里又有很多桑树，桑叶可供居民养蚕并取得大量的丝。这个地区的所有居民与附近无数市镇有着频繁的交流，所以可以在居民中间传播文明。一些商人不断地往来于这些市镇之间，每逢各市镇定期的集市，他们就把货物由一个城市运到另一个城市。

### 5. 《马可·波罗游记》中的南宋故都杭州简直不输今天世界上很多繁华的都市

离开吴州，走三日，途经许多人口众多和富裕的市镇、城堡与村落，居民们丰衣足食。第三日晚上便到达了雄伟富丽的京师（即杭州）城，这个名称就是“天城”的意思。这座城的庄严和秀丽，的确是世界其它城市所无法比拟的，而且城内处处景色秀丽，让人疑为人间天堂。

杭州，又称“天城”

马可·波罗时常游历这座城市，对于这里的一切事情，都详细地进行了考察，并且一一记录下来。下面细致的描述就是从中摘录下来的。按照通常的估计，这座城方圆约有一百英里，它的街道和运河都十分宽阔，还有许多广场或集市，因为时常赶集的人数众多，所以占据了极宽敞的地方。这座城市位于一个清澈澄明的淡水湖与一条大河之间。湖水经由大小运河引导，流入全城各处，并将所有垃圾带入湖中，最终流入大海。城内除了陆上交通外，还有各种水上通道，可以到达城市各处。所有的运河与街道都很宽阔，所以运载居民必需品的船只与车辆，都能很方便地来往穿梭。

据说，该城中各种大小桥梁的数目达一万二千座。那些架在大运河上，用来连接各大街道的桥梁的桥拱都建得很高，建筑精巧，竖着桅杆的船可以在桥拱下顺利通过。同时，车马可以在桥上畅通无阻，而且桥顶到街道的斜坡造得十分合适。如果没有那么多桥梁，就无法构成各处纵横交错水陆的十字路。

城外，在靠河的一面有一道宽沟环绕，长约四十英里。沟里的水就引自上面提到的那条河。这道沟是当地古代的君主挖掘的，为的是在河水泛滥时，将溢出的河水排泻到沟内。同时它还是一种防御措施。从沟中掘起的泥土就堆在护城河的内侧，形成许多小山，围绕此沟。

城内除掉各街道上密密麻麻的店铺外，还有十个大广场或市场，这些广场每边都长达半英里。大街位于广场前面，街面宽四十步从城的一端笔直地延伸到另一端，有许多较低的桥横跨其上。这些方形市场彼此相距四英里。在广场的对面，有一条大运河与大街的方向平行。这里的近岸处有许多石头建筑的大货栈，这些货栈是为那些携带货物从印度和其它地方来的商人而准备的。从市场角度看，这些广场的位置十分利于交易，每个市场在一星期的三天中，都有四、五万人来赶集。所有你能想到的商品，在市场上都有销售。

此处各种种类的猎物都十分丰富，如小种牝鹿、大赤鹿、黄鹿、野兔，以及鹧鸪、雉、类雉的鹧鸪（franeolin）、鹌鹑、普通家禽、阉鸡，而鸭和鹅的数量更是多得不可胜数，因为它们很容易在湖中饲养，一个威尼斯银币可买一对鹅和两对鸭。

城内有许多屠宰场，宰杀家畜——如牛、小山羊和绵羊——来给富人与大官们的餐桌提供肉食。至于贫苦的人民，则不加选择地什么肉都吃。

一年四季，市场上总有各种各样的香料和果子。特别是梨，硕大出奇，每个约重十磅，肉呈白色，和浆糊一样，滋味芳香。还有桃子，分黄白二种，味道十分可口。这里不

产葡萄，不过，其它地方有葡萄干贩来，味道甘美。酒也有从别处送来的，但本地人却不喜欢，因为他们吃惯了自己的谷物和香料所酿的酒。城市距海十五英里，每天都有大批海鱼从河道运到城中。湖中也产大量的淡水鱼，有专门的渔人终年从事捕鱼工作。鱼的种类随季节的不同而有差异。当你看到运来的鱼，数量如此多，可能会不信它们都能卖出去，但在几个小时之内，就已销售一空。因为居民的人数实在太多，而那些习惯美食，餐餐鱼肉并食的人也是不可胜数的。

这十个方形市场都被高楼大厦环绕着。高楼的底层是商店，经营各种商品，出售各种货物，香料、药材、小装饰品和珍珠等应有尽有。有些铺子除酒外，不卖别的东西，它们不断地酿酒，以适当的价格，将新鲜货品供应顾客。同方形市场相连的街道，数量很多，街道上有许多浴室，有男女仆人服侍入浴。这里的男女顾客从小时起，就习惯一年四季都洗冷水浴，他们认为这对健康十分有利。不过这些浴室中也有温水，专供那些不习惯用冷水的客人使用。所有的人都习惯每日沐浴一次，特别是在吃饭之前。

在其他街上有许多红灯区。妓女的人数，简直令人不便启齿。不仅靠近方形市场的地方为她们的麇集之所，而且在城中各处都有她们的寄住之地。她们的住宅布置得十分华丽，她们打扮得花枝招展，香气袭人，并有许多女仆随侍左右。这些妇女善于献媚拉客，并能施出种种手段去迎合各类嫖客的心理。游客只要一亲芳泽，就会陷入迷魂阵中，任她摆布，害得失魂落魄，流连忘返。他们沉湎于花柳繁华之地，一回到家中，总说自己游历了京师或天城，并总希望有机会重上天堂。

在一些街上住着医生和星相家。他们教人读写和其它多种技术。他们在围绕方场的街道上也住有所。每一方形市场的对面有两个大公署，署内驻有大汗任命的官吏，负责解决外商与本地居民间所发生的各种争执，并且监视附近各桥梁的守卫是否尽忠职守，如有失职，则严惩不怠。

前面已经说过，城市中主要街道是从城的一端直达另一端的，这条街的两侧有许多宏大的住宅，并配有花园。附近有工匠的住所，他们是在自己的铺子里从事劳作的。众人为了维持自己的生计行业，来来往往，川流不息。任何地方要供养这许多人口，维持他们的生活，似乎都是一桩不可能的事。但就我观察，每到集市之日，市场中挤满了商人，他们用车和船装载各种货物，摆满地面，而所有商品都能够找到买主。拿胡椒为例，就可以推算出京师居民所需的酒、肉、杂货和这一类食品的数量了。马可·波罗从大汗海关的一个官吏处得悉，每日上市的胡椒有四十三担，而每担重二百二十三磅。

这个城市的居民是偶像崇拜者，通用纸币。男子与妇女一样，容貌清秀，风度翩翩。因为本地出产大宗的绸缎，加上商人从外省运来绸缎，所以居民平日也穿着绸缎衣服。

在此处所经营的手工业中，有十二种被公认高于其余各种，因为它们的用处更为普遍。每种手艺都有上千个工场，而每个工场中都有十个、十五个或二十个工人。在少数工场中，甚至有四十个人工作。这些工人受工场老板的支配。这些工场中富裕的手工业主人并不亲自劳动，而且他们还摆出一付绅士的风度，装模作样地摆架子。他们的妻子也同样不事劳作。前面已经说过，她们都非常美丽，并且从小娇生惯养。她们的绸缎衣服和珠宝饰品都贵得令人难以想象。古代帝王的法律虽然规定每个人都必须世代继承父业，但是只要他们有了钱，便能雇佣工人经营祖业，而不必亲自劳动。

居民的住宅雕梁画柱，建筑华丽。由于居民喜好这种装饰，所以花在绘画和雕刻上的钱数十分可观。

京师本地的居民性情平和。由于从前的君主都不好战，风气所致，于是就养成他们恬静闲适的民风。他们对于武器的使用，一无所知，家中也从收藏兵器。他们完全以公平忠厚的品德，经营自己的工商业。他们彼此和睦相处，住在同一条街上的男女因为邻里关系，而亲密如同家人。

至于家庭内部，男人对自己的妻子表现出相当的尊敬，没有任何妒忌或猜疑。如果一个男人对已婚的妇人说了什么不适宜的话，就将被看成一个有失体面的人。即使是外地来的商旅，他们也竭诚相待，请入家中，以示友好，对于其商业上的事务，也给予善意的忠告和帮助。另一方面，他们不愿意看见任何士兵，即使是大汗的卫兵也不例外，因为一看见他们居民们就会想起死去的君主和亡国之恨。

在我所说的湖的周围有许多宽敞美丽的住宅，这都是达官贵人的寓所。还有许多庙宇及寺院，寺中住着许多僧侣，他们都十分虔诚可敬。靠近湖心处有两个岛，每个岛上都有一座美丽华贵的建筑物，里面分成无数的房间与独立的亭子。当本城的居民举行婚礼或其它豪华的宴会时，就来到这两座岛上。凡他们所需的东西，如器皿，桌巾台布等这里都已预备齐全。这些东西以及建筑物都是用市民的公共费用备置的。有时，此处可同时开办一百桌婚丧喜庆的宴会，但里面的供应依然井井有条周到齐全，每家都有各自的房间或亭子可以使用，不会相互混杂。

除此之外，湖中还有大量的供游览的游船或画舫，这些船长约十五至二十步，可坐十人、十五人或二十人。船底宽阔平坦，所以航行时不致于左右摇晃。所有喜欢泛舟行乐的人，或是携带自己的家眷，或是呼朋唤友，雇一条画舫，荡漾水面。画舫中，舒适的桌椅和宴会所必需的各种东西一应俱全。船舱上面铺着一块平板，船夫就站在上面，用长竹竿插入湖底——湖深不过一、二寻（fathom）——撑船前进，一直到达目的地。这些船舱内油彩艳丽，并绘有无数的图案；船的各处也同样饰以图画，船身两侧都有

圆形窗户，可随意开关，使游客坐在桌前，便能饱览全湖的风光。这样在水上的乐趣，的确胜过陆地上的任何游乐。因为，一方面，整个湖面宽广明秀，站在离岸不远的船上，不仅可以观赏全城的宏伟壮丽，还可以看到各处的宫殿、庙宇、寺观、花园，以及长在水边的参天大树，另一方面又可以欣赏到各种画舫，它们载着行乐的爱侣，往来不绝，风光旖旎。事实上，这里的居民在工作或交易之余，除掉想和自己的妻子或情人在画舫中或街车上休闲享乐之外，别无所思。至于这种街车是怎样成为居民的一种消遣手段的，这里也应略加描写。

### 京师大城其他详细情形

首先，大家必须知道，京师的一切街道都是用石头和砖块铺成的。从这里通往蛮子省的所有主要大路，也全都如此，所以，旅客行走各处，不会被污泥弄脏双脚。但是大汗的驿卒如要策马疾驰，就不能走石路，因此道路的一边是不铺石头的。

城内大街用石头和砖块铺砌，每边十步宽，中间铺着沙子，并建有拱形的阴沟，以便将雨水泄入邻近的运河之中，所以街道保持得十分干净。街车就在这种街道上往来驰骋。这种车子是长方形的，顶上有盖，四周挂有绸幔，并且配有绸制的坐垫，能容六人乘坐。那些喜欢游乐的男女常常雇它代步。因此，时常有大批的车子在街道上经过。他们中有些人是专门去游花园的，他们一到园中就被那些管理花园的人引到荫凉的洞穴去休息。这是管理人员专门为游人设立的。男人们带着妇女在这里游玩终日，直至晚上才乘马车回家。

京师人在子女降生时，马上将年、月、日、时记下来，然后请一个算命先生推算婴儿的星宿，算命先生的答复也同样详细地写在纸上。当婴儿长大后，如果有什么重要的事情，如经商、航海、订婚等等，就拿着这个生辰八字到算命先生那里，经过他详细推算之后，预言事情的成败。当事者对这个极为重视。因为算命先生操作精湛，所以预言也有灵验的时候。市场上的每一个地方都能遇到大批的算命先生，或着说是术士。任何婚姻，在没有得到算命先生的意见前，是决不会举办的。

任何达官显贵和富人大户死后，都必须遵守以下的仪式，这也是他们的风俗。所有死者的家属及亲友都必须穿起粗麻布衣服，伴送死者直到坟地。送葬的队伍伴以乐队，沿途吹吹打打，还有僧侣之类的人高声念颂经文。到达坟地后，人们把许多纸制的男女仆人、马、骆驼，金线织成的绸缎，以及金银货币投入火中。他们相信死者在阴间也可以享受这些东西，并且相信那些假人与贡物都会在阴间恢复原来的状态，即使货币、绸缎等也是如此。等这些东西烧完后，他们立刻奏响所有的乐器，声音宏大喧嚣，经久不息。他们认为这样的仪式，可以使他们的偶像接引那尸体已化为灰烬的死者的亡灵。

这个城市的每条街上都有一些石头房屋或阁楼。这主要是因为，街上的房屋大多是木材所建，很容易着火。所以，一有火警，居民可将他们的财产移到这些阁楼中，以求安全。

依照大汗的规定，每一座重要的桥梁上都驻有十个卫兵，五个人负责白天，五个人负责夜间。每个守卫都配有一个木制的报时器（木梆），一个铜制的报时器（铜锣），再加上测定昼夜时刻的计时仪。当夜间第一个时辰到来时，一个守卫就在木器和铜器上各敲一下，这就是向邻近街道上的居民宣布一更已经到了；当二更时，就敲两下；随着时间的推移，敲击的次数也随着增加。守卫是不准睡觉的，必须时刻处于警戒状态。到了清晨，太阳一出来，又和晚间一样，重新敲一下，这样一个时辰一个时辰地递增。

#### 6. 《东京梦华录》中介绍酒楼的一章——《酒楼》

凡京师酒店，门首皆缚彩楼欢门，唯任店入其门，一直主廊约百余步，南北天井两廊皆小覆子，向晚灯烛荧煌，上下相照，浓妆妓女数百，聚于主廊口面上，以待酒客呼唤，望之宛若神仙。北去杨楼，以北穿马行街，东西两巷，谓之大小货行，皆工作伎巧所居。小货行通鸡儿巷妓馆，大货行通牒纸店白矾楼，后改为丰乐楼，宣和间，更修三层相高。五楼相向，各有飞桥栏槛，明暗相通，珠帘绣额，灯烛晃耀。初开数日，每先到者赏金旗，过一两夜，则已元夜，则每一瓦陇中皆置莲灯一盏。内西楼后来禁人登眺，以第一层下视禁中。大抵诸酒肆瓦市，不以风雨寒暑，白昼通夜，骈阗如此。州东宋门外仁和店、姜店，州西宣城楼、药张四店、班楼，金梁桥下刘楼，曹门蛮王家、乳酪张家，州北八仙楼，戴楼门张八家园宅正店，郑门河王家，李七家正店，景灵宫东墙长庆楼。在京正店七十二户，此外不能遍数，其余皆谓之“脚店”。卖贵细下酒，迎接中贵饮食，则第一白厨，州西安州巷张秀，以次保康门李庆家，东鸡儿巷郭厨，郑皇后宅后宋厨，曹门砖筒李家，寺东骰子李家，黄胖家。九桥门街市酒店，彩楼相对，绣旆相招，掩翳天日。政和后来，景灵宫东墙下长庆楼尤盛。

#### 饮食果子

凡店内卖下酒厨子，谓之“茶饭量酒博士”。至店中小儿子，皆通谓之“大伯”。更有街坊妇人，腰系青花布手巾，绾危髻，为酒客换汤斟酒，俗谓之“煠糟”。更有百姓入酒肆，见子弟少年辈饮酒，近前小心供过，使令买物命妓，取送钱物之类，谓之“闲汉”。又有向前换汤斟酒歌唱，或献果子香药之类，客散得钱，谓之“厮波”。又有下等妓女，不呼自来，筵前歌唱，临时以些小钱物赠之而去，谓之“礼客”，亦谓之“打酒坐”。又有卖红色或果实萝卜之类，不问酒客买与不买，散与坐客，然后得钱，谓之“撒暂”。如此处处有之。唯州桥炭张家、乳酪张家，不放前项人入店，亦不卖下酒，唯以好淹藏菜蔬，卖一色好酒。所谓茶饭者，乃百味羹、头羹、新法鹤子羹、三危羹、二色腰子、虾覃、鸡覃、浑炮等羹、旋素粉、玉棋子、群仙羹、假河钝、白湊齏、货

鳊鱼、假元鱼、决明兜子、决明汤齏、肉醋托胎衬肠沙鱼、两熟紫苏鱼、假蛤蜊、白肉、夹面子葺割肉、胡饼、汤骨头、乳炊羊肫、羊闹厅、羊角、炙腰子、鹅鸭、排蒸荔枝腰子、还元腰子、烧臄子、入炉细项、莲花鸭、签酒炙肚肱、虚汁垂丝羊头、入炉羊羊头、签鹅鸭、签鸭、签盘兔、炒兔、葱泼兔、假野狐、金丝肚羹、石肚羹、假炙獐、煎鹑子、生炒肺、炒蛤蜊、炒蟹、炸蟹、洗手蟹之类，逐时旋行索唤，不许一味有阙，或别呼索变。造下酒亦即时供应。又有外来托卖炙鸡、燠鸭、羊脚子、点羊头、脆筋巴子、姜虾、酒蟹、獐巴、鹿脯、从食蒸作、海鲜时果、旋切莴苣生菜、西京笋。又有小儿子，着白虔布衫，青花手巾，挟白磁缸子，卖辣菜。又有托小盘卖干果子，乃旋炒银杏、栗子、河北鹅梨、梨条、梨干、梨肉、胶枣、枣圈、桃圈、核桃、肉牙枣、海红嘉庆子、林擒旋乌李、李子旋樱桃、煎西京雪梨、夫梨、甘棠梨、凤栖梨、镇府浊梨、河阴石榴、河阳查子、查条、沙苑榲桲、回马芋萄、西川乳糖、狮子糖、霜蜂儿、橄榄、温柑、绵柘金桔、龙眼、荔枝、召白藕、甘蔗、漉梨、林擒干、枝头干、芭蕉干、人面子、马笕子、榛子、榧子、虾具之类。诸般蜜煎香药、果子罐子、党梅、柿膏儿、香药、小元儿、小腊茶、鹏沙元之类。更外卖软羊诸色包子，猪羊荷包，烧肉干脯，玉板鲜鲊、鲊片酱之类。其余小酒店，亦卖下酒，如煎鱼、鸭子、炒鸡兔、煎煨肉、梅汁、血羹、粉羹之类。每分不过十五钱。诸酒店必有厅院，廊庑掩映，排列小馐子，吊窗花竹，各垂帘幕，命妓歌笑，各得稳便。

## 参考文献

- 1 安格斯·麦迪森. 世界经济千年统计 (The World Economy: Historical Statistics). 伍晓鹰, 施发启, 译. 北京大学出版社, 2009.
- 2 安格斯·麦迪森. 中国经济的长期表现, 公元 960—2030 年 (第二版) (Chinese Economic Performance in the Long Run, 960-2030 AD, Second Edition, Revised and Updated). 伍晓鹰, 马德斌, 译. 上海人民出版社, 2008.
- 3 宋史卷 173, 食货志上一·农田. 中华书局, 1977: 4166
- 4 费正清. 中国新史 (China: A New History). Belknap Press, 2006.
- 5 李约瑟. 中国科学技术史. 科学出版社, 2000.
- 6 司马迁. 史记·河渠书. 中华书局, 2006.
- 7 大卫·尼科尔. 中世纪生活. 曾玲玲, 殷小平, 张小贵, 译. 希望出版社, 2007.
- 8 孟元老. 东京梦华录. 中华书局, 2006.
- 9 周密. 武林旧事. 中华书局, 2007.
- 10 马可·波罗. 马可·波罗游记. 陈开俊, 译. 福建科学技术出版社, 1981.



## 第四章 科学之路

### 从毕达哥拉斯到托勒密

古希腊文明是世界文明史上最灿烂的一页，它在政治、文化、科学和艺术上都达到了一个个高峰。古希腊的故事和古希腊留下来的文化艺术至今仍吸引着人们以极大的兴趣去探索。介绍古希腊的书籍和影视作品非常之多，在各大博物馆中，古希腊的文物和艺术品比比皆是，而这里要讲的是古希腊文明对今天科学的影响，这种影响力超过了任何古代文明，包括古埃及和美索不达米亚文明。

以前学习数学和自然科学时，我常常在想为什么今天的科学研究方法是西方人确定的？为什么各种自然科学的体系也是由西方人确立的？我们都知道经济基础决定上层建筑（包括科学水平），而在世界的文明史上，东方的经济在更长的时间里要领先于西方，但是为什么东方的文明古国，包括中国、波斯和印度没有诞生近代科学？我想很多人都会有同样的问题。要找到这些问题的答案，我们就必须了解古希腊人，了解他们对世界文明所做的贡献。

古希腊人在两千多年前就具有了其他民族缺少的逻辑推理能力和抽象思维能力。他们善于归纳和演绎，把经验上升为系统化的理论和科学。至于为什么古希腊人表现出相对思辨的特点，众说纷纭。有人认为与其海岛文化和注重商业有关，也有人认为是气候条件好，使得很多人有闲情思考大自然的道理，并且享受纯粹思维的乐趣，还有人认为他们实际上

继承了美索不达米亚文明中的科学成就，而后者有相当系统的科学研究方法，并且距离建立各种科学体系仅一步之遥。不管是什么原因，结果都是（抽象的）科学不仅在古希腊文明中占有重要地位，并且很多科学体系的雏形也诞生于这个文明之中。

西方人从文艺复兴开始继承了古代希腊的思辨和逻辑传统，首先发展起近代的自然科学。到了17世纪，法国思想家和数学家笛卡尔又在古希腊研究方法的基础上建立起一整套系统的自然科学研究方法，这些方法至今仍被自然科学家（和大部分社会学家）们所采用。

无论是在研究的广度还是深度上，古希腊文明都远远领先于同期的其他文明，甚至比一千年后欧洲普遍的水平还高。古希腊人涉足的科学领域很多，从数学、医学、物理学一直到天文学和地理学。而其中他们在几何学、物理学和天文学上的贡献，最能体现出他们在建立完整的学科上的成就。

## 第一节 几何学

要了解古希腊人是如何通过归纳和演绎将经验变成系统化的科学的，我们还是从几何学的发展谈起。

几何学并非起源于希腊，而是起源于古埃及和美索不达米亚。关于几何学最早的文字记载可以追溯到公元前2000年，距今约4000年。我们在前面讲过，古埃及的农业完全依靠尼罗河洪水每年泛滥后带来的肥沃土地。为了准确预测洪水到来和退去的时间，以及丈量可耕种的土地边界，6000年前的埃及人发明了天文学和数学。人类早期科学的发展，都是源于非常实际、具体的需求，几何学的发展也是如此。由于农业、天文、建筑业和工程的需要，古埃及人逐步总结出有关长度、角度、面积和体积的度量和计算方法。我们在第一章里提到，古埃及人在修建大金字塔的年代（距今4600年），就知道了勾股定理，这比古希腊学者毕达哥拉斯早了很多年。那时，爱琴海诸岛的文明还没有开始起步。

当前已知的最早有关几何学的文本是古埃及的莱茵德纸莎草书 (Rhind Papyrus)<sup>1</sup>, 它成书于公元前 1650 年前后。不过该书的作者声称, 书中的内容是抄自古埃及另一本更早的书 (前 1860—前 1814 年左右)。这样算下来, 古埃及最早的几何学文献应该在 3800 年前。书中提到了不少数学问题的解决方法, 其中包括很多几何学问题的解答。书中还给出了圆周率  $\pi$  的值——3.16, 不是非常准确, 而从大金字塔尺寸计算出的  $\pi$  值是 3.15, 二者大致相同。

<sup>1</sup> 这份手卷发现于埃及的底比斯, 以其发现者亚历山大·亨利·莱茵德 (Alexandra Henry Rhind) 的名字命名, 现存于大英博物馆。



图 4.1 莱茵德纸莎草书 (收藏于大英博物馆)

和古埃及同期发展起几何学的是美索不达米亚的古巴比伦王国 (前 1894—前 1595)。在他们留下来的大约 300 块泥板上, 记载着有关各种几何图形的计算方法, 比如在平面几何方面, 他们掌握了各种正多边形边长与面积的关系。他们尤其对直角三角形和等腰三角形了解较多, 并掌握了计算两者面积的方法, 他们还知道相似直角三角形的对应边是成比例的, 等腰三角形顶点垂线平分底边。值得一提的是, 他们也知道了勾股定理, 并因此计算出根号 2 (根据勾股定理, 根号 2 等于直角边为 1 的等腰直角三角形斜边的长度) 的值。在古巴比伦时期留下的泥板上, 给出的一组最大的勾股数是 (18541, 12709, 13500)。在立体几何方面, 他

2

Neugebauer, O.; Sachs, A. J., *Mathematical Cuneiform Texts*, American Oriental Series 29, New Haven: American Oriental Society and the American Schools of Oriental Research, pp.38-41, 1945

们已经知道各种柱体的体积等于底面积乘以高度。美索不达米亚还是世界上最早将圆分成 360 度的地区，并且计算出  $\pi$  在 3.125 左右。另外，后世认为他们已经了解了三角学知识，因为他们留下了三角函数表。

1945 年，考古学家破解了美索不达米亚第 322 号泥板<sup>2</sup>。在这块 4000 多年前的泥板上，记录着许多勾股数，如图 4.2 所示。

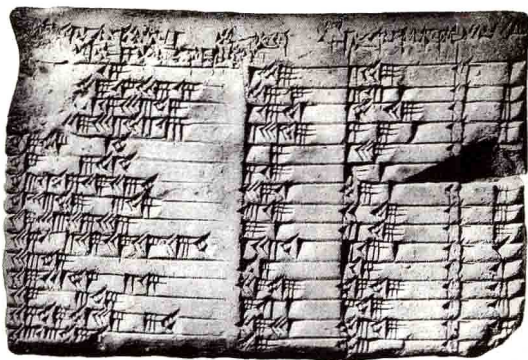


图 4.2 美索不达米亚第 322 号泥板

美索不达米亚人是古希腊人直接的老师。到了公元前 6 世纪，古希腊出了第一位集大成的学者——毕达哥拉斯，他把东方的科学带到古希腊，他总结了美索不达米亚人在数学上的成果，

将零散的数学发现上升为系统的理论，形成体系和学派。毕达哥拉斯对西方的科学影响非常深远，我们很有必要了解一下他的生平和贡献。

毕达哥拉斯出生于希腊的萨摩斯岛（Samos），因此，人们在正式场合称呼他为萨摩斯的毕达哥拉斯（Pythagoras of Samos）。他的出生年月不详，从公元前 580 年到公元前 569 年，各种说法都有。他去世的时间也依然不准确，但是可以肯定的是，他活了大约 75 岁。恰巧在同一时期，东方也出现了一位贤哲，寿数和毕达哥拉斯相当，而且他们从事的事业也很相似——教育，这位贤哲就是著名的孔夫子。不过，和生活在中国奴隶制逐步走向衰落的孔子不同，毕达哥拉斯生活在古希腊奴隶制刚刚兴起的时代，当时他所在的萨摩斯岛和希腊周边的岛屿正处于极盛时期，在经济、文化等各方面都远远领先于希腊本土的各个城邦，文艺和音乐都开始兴起。毕达哥拉斯就曾经在萨摩斯向诗人克莱非洛斯（Creophylus 或者 Kreophylos，生平不详）学习诗歌和音乐。

毕达哥拉斯的父亲是一个富商，九岁时他被父亲送到腓尼基人建立的殖民城市提尔<sup>3</sup>，跟着闪米特族学者们学习科学、音乐和文学。那时候，虽然波斯帝国占领了西亚地区，但是那



图 4.3 萨摩斯岛的位置（实际上它离小亚细亚比离希腊本土近得多）

里的文化和艺术依旧蓬勃发展，而且领先于刚刚起步的欧洲地中海地区很多。各地的人们到西亚地区学习，就如同今天世界上很多人到美国留学或者交流一样，毕达哥拉斯也是其中一员。在这里他接触了东方的文化和科学。等年纪稍长，他又多次跟随父亲做生意，来到小亚细亚，直接看到了美索不达米亚文明留下的成果。公元前 551 年，毕达哥拉斯来到米利都<sup>4</sup>、得洛斯<sup>5</sup>等地，拜访了当时著名的数学家和天文学家泰勒斯（Thales of Miletus，前 624—前 546）<sup>6</sup>、阿那克西曼德（Anaximander，前 611—前 546）<sup>7</sup>和菲尔库德斯（Pherecydes of Syros，生平不详）<sup>8</sup>等人，并成为了他们的学生。

留学后回到家乡的毕达哥拉斯便成为了晚清末年假洋鬼子那样的人，穿上了东方人的服装，蓄着东方人的发型，而且宣传理性的神学。因此，家乡人并不喜欢毕达哥拉斯，也如同满清末年大部分民众并不喜欢洋务派一样。与同时代的贤哲孔子一样，毕达哥拉斯也不受国人的欢迎，被迫离开故土周游列国。这次，他的目的地是人类早期文明的中心埃及。途中他游历了腓尼基人在地中海沿岸修建的各个殖民城市。从公元前 2000 年开始，四处经商的腓尼基人就成为埃及和美索不达米亚文明的传播者，他们最大的贡献之一是将苏美尔人发明的楔形文字简化成几十个字母。在途中游历的城市里，毕达哥拉斯不仅学习当地的宗教和文化，而且开始静修，思考自己的使命。

3

在今黎巴嫩首都贝鲁特南边大约 80 公里处。

4

米利都（Miletus）位于安那托利亚西海岸线上的一座古希腊城邦，靠近米安德尔河口，今属土耳其，以米利都学派而闻名。

5

得洛斯（Delos）是古希腊的宗教圣地，相传是太阳神和月神的出生地。

6

泰勒斯是希腊七贤之一，古希腊及西方第一个自然科学家和哲学家，他开创了米利都学派，该学派用理性思维和观测到的事实而不是用古希腊神话来解释世界。在几何学上，泰勒斯掌握了相似三角形的原理，并利用影子长度计算出大金字塔的高度。

7

阿那克西曼德是泰勒斯的学生，米利都学派重要学者。

8

菲尔库德斯是得洛斯著名学者，提出了物质不灭和生物进化的理论。

9

古埃及第二十六王朝法老(前570年—前526年在位),他是埃及被波斯征服以前最后一位伟大的统治者。

毕达哥拉斯抵达埃及后,法老阿马西斯二世(Amasis II,前570—前526)<sup>9</sup>推荐他进入神庙学习,那时的神庙相当于中国的国子监,是埃及的最高学府。毕达哥拉斯在那里学习了象形文字以及埃及的历史和宗教,同时也向当地人宣传希腊哲学。这样,他便在当地的希腊人心目中有了非常高的威望,很多人开始跟随他求学。这些经历和孔子也有相似之处。

10

位于今天意大利南部。

毕达哥拉斯返回家乡萨摩斯时已过不惑之年,这时的他已经成为一个学富

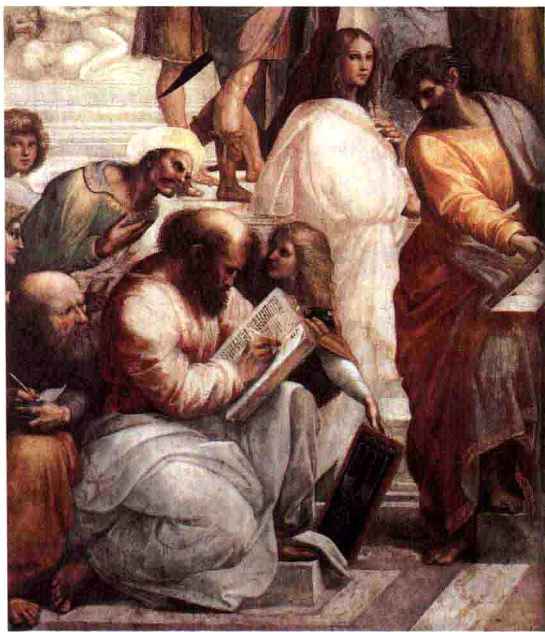


图 4.4 拉斐尔的名画《雅典学院》的局部——毕达哥拉斯在教授音乐

五车的学者了,他希望将平生所学传给后人,于是开始办学。当时,古希腊的城邦政治并不稳定,毕达哥拉斯也是到处辗转,后来定居在克罗托内(Crotone)<sup>10</sup>,在那里他广收门徒。图 4.4 所示的,是毕达哥拉斯在教授音乐(这幅画收藏于梵蒂冈博物馆)。拉斐尔把不同时代的雅典先哲们绘制在梵蒂冈的这幅壁画中。

和孔子一样,毕达哥拉斯也是什么都教,从科学、文艺到宗教和音乐。他的讲学吸引了各阶层的人士参加,包括妇女。在此之前,妇女禁止出席公开的讲演,毕达哥拉斯打破了这个成规。在热心的女听众里有一位叫西雅娜(Theano)的年轻漂亮女子,后来成为了他的妻子。

毕达哥拉斯的学说在地中海北岸(今希腊和意大利)广为传播,形成了

毕达哥拉斯学派。渐渐地，毕达哥拉斯开始将科学宗教化，把数学变成一件神圣的事情。他和他的弟子们组织了一个神秘的团体，这个团体信奉数学，他们相信数学可使灵魂升华，与天地融为一体，万物都包含数，甚至万物都是数，神灵是通过数来统治宇宙的。加入这个团体并非易事，他们要接受长期的训练和考核，遵守很多清规戒律，并且宣誓永不泄露学派的秘密和学说。这么做的结果非常糟糕，他们当年在科学上的研究成果不仅无法被外人知道，而且鲜有文物记载。

毕达哥拉斯在哲学、音乐和数学上都颇有建树。在数学上，毕达哥拉斯最早将代数和几何统一起来，并通过逻辑推演而非经验和测量得到数学结论。具体到几何学上，毕达哥拉斯最大的贡献在于证明了勾股定理，因此，这个定理在大多数国家都被称为毕达哥拉斯定理<sup>11</sup>。我们前面介绍过，人类很早就认识到这个定理，除了古埃及和美索不达米亚，古代中国和印度也在很早就观察到了直角三角形的这个现象。毕达哥拉斯应该是在东方游学时接触到这个定理。但是，东方的几个文明中心的早期记录只能说明他们发现了一些特例，比如勾三股四弦五的说法和其他一些勾股弦的整数组合（又称为勾股数），但是没有人肯定地将它描述成“直角三角形直角边的平方和等于斜边的平方”这样具有普遍意义的定理。中国最早作为普遍规律认识到勾股定理（而非列举勾三股四弦五这类特例）是在汉朝。东汉时期的《九章算术》有关于勾股定理普遍性的描述，而在西汉初年的《周髀算经》中还只是记述一些特例，当然这是题外话了。应该讲，古埃及人和美索不达米亚人（或者其他早期文明）在这方面的知识更多来源于实际的度量结果，而非逻辑推理。毕达哥拉斯的工作实际上是将数学的研究方法和实验科学的方法分开了，今天很多数学家还坚持认为数学是与科学并立的学科，因为研究方法不同。这一切肇始于毕达哥拉斯。

毕达哥拉斯和以前东方学者的区别在于，他坚持数学论证必须从“假设”出发，然后通过演绎推导出结论，而不是通过度量和实验得到结论。这种方法对数学的发展影响很大。具体到勾股定理，相比前人，他有两方

11  
在日本和韩国又称  
三平方定理。

面的突破。首先，他认识到这是一个关于直角三角形的普遍规律（从个别例子上升到对普遍情况的假设）；其次，他试图用严密的方法证明它，而不是穷举符合这个规律的例子。很遗憾，现在无法找到当年毕达哥拉斯的证明方法，因为他的学说不外传，将这个功劳授予毕达哥拉斯的却是后世几何学的集大成者欧几里得（现存最早的证明方法是欧几里得给出的，见附录）。不过毕达哥拉斯应该是找到了这个定理的证明方法，他的学校当时为了庆祝证明这个定理举行了盛宴，吃掉了一百头牛。因此，勾股定理在西方有时又被戏称为“百牛定理”。

另一个证据说明毕达哥拉斯完全理解了勾股定理，因为是他发现了 $\sqrt{2}$ 是个无理数。如果勾股定理是对的，则使用勾股定理，就很容易严格证明出等腰直角三角形的斜边就是直角边的 $\sqrt{2}$ 倍，然后也很容易证明这是个无理数（见附录）。无理数的发现使毕达哥拉斯（和整个数学界）陷入了一场危机，因为在他看来，数字应该是完美和永恒的，而完美的前提是可认识，一就是一，二就是二，清清楚楚。如果有无理数存在（没完没了不循环的小数，当时还被认为是不可认识的），那么数字就不完美了。于是他只好装鸵鸟，对无理数的存在视而不见。据说他的学生喜帕索斯触犯学院章程，向外人透露了无理数的存在，毕达哥拉斯便下令将其淹死。如果这是真实的，无疑是文明史上的一个悲剧。

毕达哥拉斯毕生都在探索自然的规律，这一点和孔子完全不同，后者的学说主要阐述了人与人之间的关系。毕达哥拉斯学派在他死后持续繁荣了两个世纪之久，而且深深影响了后来古希腊的大学者柏拉图。毕达哥拉斯的学术思想在西方的影响力非常长久，比如他认为圆是最完美的几何图形，后来无论是主张地心说的托勒密，还是主张日心说的哥白尼，都认定这是研究天体运动的先决“公理”。

毕达哥拉斯去世的前后，古希腊诞生了另外一位数学家恩诺皮德斯（Oenopides of Chios，约前500—？）。恩诺皮德斯试图使几何学成为完美而纯粹的理论，这其实是后来欧几里得公理化体系的早期尝试。他



提出“定理”与“问题”的区分，尽管两者都是对一些假设的解答或者证明，但是“定理”是几何学这幢大厦的骨干，通过定理可以建立起完整的理论，而“问题”只是孤立的练习而没有更重要的价值。从此，希腊几何学的研究就建立在定理的发现和证明之上了，而脱离了东方那种靠举例子和测量来说明问题的研究方式。另外，恩诺皮德斯最早提出“尺规作图”，我们今天学习几何作图依然要求只能使用圆规和没有刻度的直尺，这个传统就来自于他。几何学经过恩诺皮德斯的发展，已经颇为抽象化了，整个几何学的发展依靠新的定理的发现和通过逻辑推理证明这些定理。这种严格缜密的思维方式，是东方科学发展所不具备的。

恩诺皮德斯和古希腊政治家伯里克利<sup>12</sup>几乎是同时代的，这时古希腊的文明进入了繁荣时期。在这之后，古希腊历史上，乃至整个西方历史上赫赫有名的哲学家柏拉图出生了（公元前427年前后）。柏拉图的哲学思想和著作，细究起来，至少可以写上一本书，好在这方面的专著和通俗读物非常之多，这里不再赘述。不过，他做的一件事，影响深远，值得一提：他在雅典城郊区创立柏拉图学院，这所学院是西方文明史上最早的有完整组织结构的高等学府之一，也是西方中世纪期间发展起来的大学的前身。这所学院存在了九个世纪，经历了希腊时代、罗马统治时期和拜占庭帝国的前期，直到公元529年被查士丁尼大帝<sup>13</sup>关闭为止。

柏拉图学院受毕达哥拉斯的影响很大，课程设置包括毕达哥拉斯学派的传统课题，比如算术、几何学和天文学。柏拉图在数学上虽然没有建树，但是他的学院为古希腊乃至西方培养出许多学者，其中最出名的当属亚里士多德。柏拉图时代正是中国处于从春秋到战国转变的时代，那是中国历史上各种学说百家争鸣的时代。遗憾的是，中国实现大一统后，学术反而没有春秋战国时期活跃了。

在公元前四世纪末，随着北方马其顿帝国的崛起和对外的征服扩张，希腊诸城邦失去了原有的独立地位，成为马其顿帝国的一部分。不过，学术空气在这片土地上依然很盛，这在很大程度上要感谢亚里士多德的好

12

伯里克利（希腊文：Περικλῆς；英文：Pericles，约公元前495—前429）雅典黄金时期（希波战争至伯罗奔尼撒战争）最重要的领导人。

13

查士丁尼一世是古罗马时代末期最重要的一位统治者，他的统治期一般被看作是历史上从古典时期转化为希腊化时代的东罗马帝国的重要过渡期。

学生亚历山大大帝。亚历山大大帝征服埃及后，在开罗附近建立了亚历山大城，并且在城里建造了著名的亚历山大图书馆，这样，世界学术的中心也从古希腊本土转到了埃及的亚历山大城。在接下来的几个世纪里，埃及完全希腊化了，在亚历山大城出了一位了不起的学者，他就是被称为“几何之父”的欧几里得。

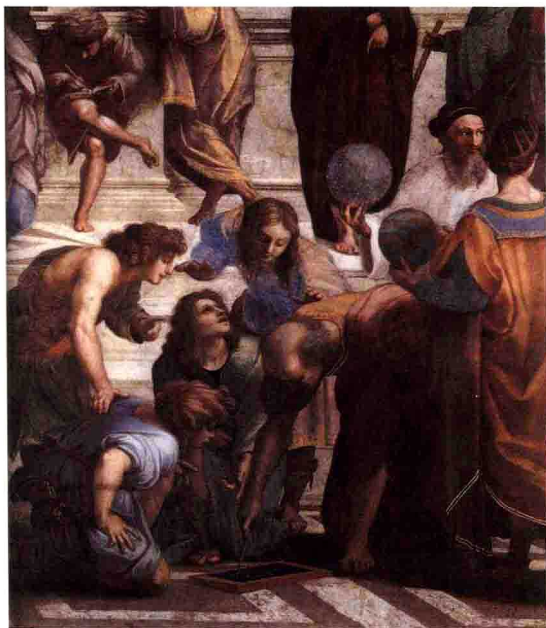


图 4.5 拉斐尔的名画《雅典学院》的局部——欧几里得在教授几何学

我们对欧几里得的生平所知甚少，欧几里得（Euclid，希腊文：Εὐκλείδης，前 325—前 265）一词在希腊语里是“好名声”的意思，因此，这或许是后人对他的尊称而非他的本名。欧几里得年轻时可能在柏拉图学院学习过，并且生前一直活跃于亚历山大图书馆。除此之外，我们对欧几里得其他的生活细节了解甚少。

欧几里得的最大成就，是在总结东西方历史上几个世纪积累的几何学成果的基础上，创立了基于公理化体系的几何学。在欧几里得几何学中，一切定理都由定义和简单得无法证明的五条公设直接（仅以公理和定义为前提）或者间接地（除了公理和定义，还可以使用已经证明的定理）演绎得出。这一方法后来成了建立任何知识体系的典范，至今仍被奉为在数学上必须遵守的严格规范。欧几里得确定的五条几何学公设（Five Axioms）<sup>14</sup>是简单到无法用更简单的公理和定义证明的论述（或者假设），

14

Axiom 应该翻译成公理，但是早期几何原本就译成了公设，因此我们沿用这种习惯。

它们是：

- 由任意一点到另外任意一点可以画直线。
- 一条有限直线可以继续延长。
- 以任意点为心及任意的距离<sup>15</sup>可以画圆。
- 凡直角都彼此相等。
- 同平面内一条直线和另外两条直线相交，若在某一侧的两个内角的和小于二直角的和，则这二直线经无限延长后在这一侧相交<sup>16</sup>。

欧几里得几何学，就是建立在这五条简单得不能再简单的公设之上。而这五条公设相互独立，也就是说，任何一条公设都无法从另外四条中推导出来。为了保证推理的逻辑严密，欧几里得还提出了五条一般性的概念（Common Notions），在早期的几何原本中把它们称为五条公理，即：

- 等于同量<sup>17</sup>的量彼此相等。
- 等量加等量，其和仍相等。
- 等量减等量，其差仍相等。
- 彼此能重合的物体是全等的。
- 整体大于部分。

欧几里得将他的公理化体系几何学写成了《几何原本》一书，这本书被认为是世界影响力最大的一本书。它不仅为几何学、数学和自然科学后来的发展奠定了基础，而且对西方人的思维方法影响深远。可以说，没有《几何原本》，就没有阿基米德、伽利略、笛卡尔和牛顿等人的成就。

《几何原本》传到中国是在明朝灭亡前。意大利传教士利玛窦将这部巨著的拉丁文版带到中国，并与明代学者、官员徐光启将一共十五卷中的前六卷合译成中文，定名为《几何原本》，几何的中文名称就是由此而来的。但是，在接下来的两百多年间，这本书在中国并未产生什么影响，直到19世纪中叶，才由曾国藩的幕僚李善兰和英国人伟烈亚力将后九卷

15

原文中无“半径”二字出现，此处“距离”即圆的半径。

16

这就是大家提到的欧几里得第5公设，即现行平面几何中的平行公理的原始等价命题。

17

这里的“量”与第4条公理中的“物体”在原文中是同一个字 thing。

18

为了区别面积相等与图形相等，《几何原本》译者将图形“相等”译为“全等”。

译出，并由曾国藩的长子曾纪泽作序，曾国藩出资刊印。之后，随着洋务运动的兴起，中国一些有识之士抱着了解西方科技的心态，开始学习《几何原本》，这样几何学才在中国开始普及。

## 第二节 物理学

与数学（比如几何学）不同，物理学和其他自然科学不是建立在逻辑推理基础之上，而是建立在观察和实验基础之上，当然它也要使用数学和几何学的基础知识。古希腊时期，自然科学的集大成者是亚里士多德和阿基米德，后者还被认为是和高斯、牛顿齐名的数学家。

亚里士多德（希腊语：Αριστοτέλης, Aristotélēs，前 384—前 322）出生在希腊北部马其顿王国的色雷斯，位于今希腊北部和保加利亚交界处。他的父亲是马其顿王国的名医。他 18 岁时被送到雅典的柏拉图学院学习，跟随老师柏拉图学习了近 20 年，直到柏拉图去世。根据古希腊著名传记作家普鲁塔克的记载，在离开学院后，亚里士多德先是游学到了小亚细亚（今土耳其的一部分），后来被马其顿王国的国王腓力二世召回故乡，成为当时的太子（即后来的亚历山大大帝）的老师。正是在亚里士多德的影响下，亚历山大大帝始终关注科学事业，也非常尊重知识。在亚历山大提供的人力和财力支持下，亚里士多德能在许多科学领域都卓有成就。

当亚历山大的军队征服欧亚大陆时，亚里士多德随军走遍了欧亚非各地，得以了解到各地的人文地理、科技文化、宗教和政治制度，同时也第一次采集到很多动植物的标本。他涉足的研究领域非常广泛，有人说他研究过的自然科学包含了生物学、天文学、地理学、地质学、气象学、物理学等，这些在当时被统称为自然哲学。而在人文和社会学科方面，他写了关于政治学、心理学、美学和神学的诸多著作。另外，他也研究教育、文学和诗歌。因此，后世认为他简直就是古希腊的百科全书。



图 4.6 拉斐尔名画《雅典学院》全景

图 4.6 所示的是拉斐尔的名画《雅典学院》全景，中间是柏拉图和亚里士多德，柏拉图（左）手指向天，象征他认为美德来自形而上，而亚里士多德（右）手指向地，象征他认为知识来自观察。

亚里士多德可以说是物理学和许多自然科学学科的开山鼻祖，这并不是说在他以前没有人研究过物理的现象，比如运动速度、质量等物理学问题，但他最早将对大自然发生的现象和规律的研究变成一些独立的学科，并且将它们从传统的“知识”（哲学）中分离出来。在亚里士多德以前，自然科学（当时称为自然哲学）和哲学是混为一谈的，比如说德谟克利特（Democritus, 前 460—前 370）的原子论，与其说是关于物理学的假说，不如说是在哲学意义上对世界本原的认识。而亚里士多德超越了他的前辈，将过去广义上的哲学（即知识或所有学科的总称）分为三个大的领域：

1. 理论的科学，即我们现在常说的理工科，比如数学和自然科学；
2. 实用的科学，即我们现在常说的文科，比如经济学、政治学、战略学和修辞写作；
3. 创造的科学，即诗歌、艺术。

对于不同的学科，亚里士多德认为有不同的研究方法。在自然科学（当时称为自然哲学）的研究方法上，亚里士多德的贡献在于他创造了一种新的研究方法——格物致知。亚里士多德之所以这么做，或许是因为他的兴趣太广泛，以至于他必须开始将研究对象分门别类。

如果说毕达哥拉斯和欧几里得在科学方法上的贡献是通过演绎的方法建立起一个科学体系——几何学，那么亚里士多德则开创了通过归纳方法研究科学的先河。这在很大程度上得益于他跟随亚历山大的大军到过“世界”各地，收集了大量的信息和动植物样本，才能从经验中归纳出各个学科规律性。后来证明这种研究方法对物理学和天文学的发展至关重要。

由于认识的局限性，亚里士多德对科学的大多数结论都是定性而非定量的，而且亚里士多德在物理学上的很多结论都是错的。他的错误主要是因为他对于一些基本的物理概念，比如质量、速率（速度）、力、温度都缺乏认识，他定义了速率、温度等概念，但是却并没有进行定量地测定，比如速度是每秒多少米，温度是多少度。因此，他的结论常常是：像这样“速度快”，或者“温度高”。他最著名的错误，就是认为重的物体落地速度要比轻的物体快，这后来被伽利略证明是错误的<sup>19</sup>。在科学发展的历史上总是可以看到，人们对世界的认知难免会有错误，这并不可怕。一个经常犯错但允许别人修正自己错误的科学家，比一个经常正确但是不接受任何批评的人，更能促进科学的发展。亚里士多德从来都不认为自己的观点绝对正确，因此，在他生活的时代，科学在不断地发展。

19

据说伽利略在比萨斜塔上做实验，将一个10磅的铅球和一个一磅的铅球同时落下，两球同时着地，从此证明了物体下落的速度和重量无关。现在认为伽利略可能没有做过这个实验。但是伽利略的结论是对的。

亚里士多德的很多结论是定性而非定量的，很像宗教的教条，可能是因为这个缘故，他的思想容易和教义结合，并且在中世纪末和文艺复兴的初期被教会视为正统观点。在牛顿经典力学体系创建之前，整个西方世界的科学都以亚里士多德的物理学理论为基础。

亚里士多德的功绩在于用格物致知的方法建立了很多学科体系，并且采用归纳法总结出一些自然科学的定律，这些定律是构建各个自然科学学

科的基石和支柱。但是，亚里士多德是按照自己的知识对现象给出解释，而不是通过大量可重复的结果得出结论，因此，总结的这些规律很多都是错误的。而完成物理学从定性研究到定量研究这一飞跃的，是大科学家阿基米德。

阿基米德（Archimedes of Syracuse，希腊语：Αρχιμήδης）于公元前287年出生在西西里岛的叙拉古（Syracuse），和编纂中国第一部百科全书的吕不韦是同时代的人。不过，他的兴趣在于数学和物理学，而不是吕不韦的帝王术。在古希腊时期，叙拉古是和雅典齐名的文明中心，那里有著名的阿波罗神庙和雅典娜神庙（不是雅典卫城的那个雅典娜神庙）。不过，在阿基米德时代，文化的中心已经从雅典和叙拉古转移到埃及的亚历山大。和很多学者一样，阿基米德在亚历山大学过，据说在这期间他看到埃及的农民灌溉很辛苦，便发明了阿基米德式螺旋抽水机（Archimedes Screw Pump），至今埃及仍在使用。从埃及回到叙拉古后，阿基米德就一直生活在故乡，直到去世。

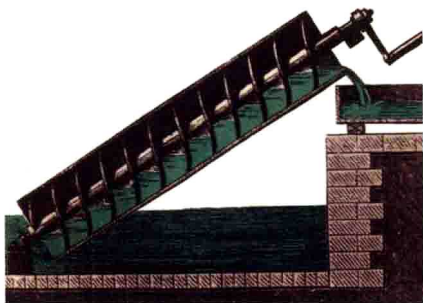


图 4.7 阿基米德式螺旋抽水机

从亚历山大回到故乡后，阿基米德就成了国王希伦二世（Hiero II）的座上宾。在这种优越的环境下，他从事研究工作长达几十年，并在数学、物理学和工程机械等诸多领域有了许多重要的发现。他不仅是古希腊时期最有建树的科学家，而且被誉为世界三大数学家之一，另外两个是大名鼎鼎的高斯和牛顿，不过阿基米德对物理学的贡献和影响其实更加深远。

阿基米德最著名的物理学发现是浮力定律。相传叙拉古的国王请金匠打造一个纯金的王冠，做好之后，或许国王觉得成色不对，怀疑金匠不老实，可能用白银换掉了部分黄金，但又苦于找不到证据证明自己的怀疑，于是国王就把这个难题交给阿基米德来解决。阿基米德苦思冥想了几

一直找不到好方法。有一天，他在洗澡时，发现自己坐进去后，浴盆水位上升了，他的脑子里冒出一个想法：“王冠排开的水量应该正好等于王冠的体积，所以只要拿和王冠等重量的金子，放到水里，测出它的体积是否与王冠的体积相同，如果王冠体积更大，就表示其中掺了银。”想到这里，阿基米德不禁从浴盆中跳了出来，光着身子跑到王宫，嘴里高喊着“尤里卡（Ericka）！尤里卡！”，意思是我发现了。（今天欧洲的高科技计划也因此称为尤里卡计划，

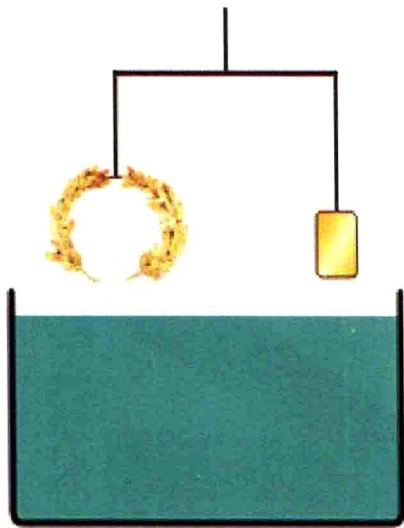


图 4.8 阿基米德的浮力实验

另外，有个著名的发明博览会也是以尤里卡命名。）果然，经过验证，阿基米德确定王冠中确实掺了假，成功地揭穿了金匠的诡计，从此国王对他愈加信任了。后来，阿基米德将这个发现进一步总结为浮力定律，即物体在液体中的浮力等于该物体所排开的液体的重量，简称浮力等于排水量。这个原理是其著作《浮体论》（*On Floating Bodies*）的核心。

在阿基米德之前，应该有人凭直觉认识到浮力和排水量的关系，造船的工匠们显然知道船造得越大，承载的重量就越多。但是却没有将它提炼成浮力定律，这就是工程和科学的差别，有工程经验不等于能够上升到科学理论，这是希腊文明优于之前的一些文明的地方。阿基米德的伟大之处在于他不仅总结出浮力定律，而且给出了量化的公式。要是让亚里士多德来总结浮力定律，他一定是这样写：“排水量大的物体，浮力也大”，却没有定量的描述。

关于阿基米德的另一个故事，是他曾经说过“给我一个支点，我就能撬动地球。”这当然只是个比喻，阿基米德用这句话只是想说明杠杆足够



长时，用很小的力量就能撬动很重的东西。这句话说明阿基米德对简单机械有非常深刻的认识。

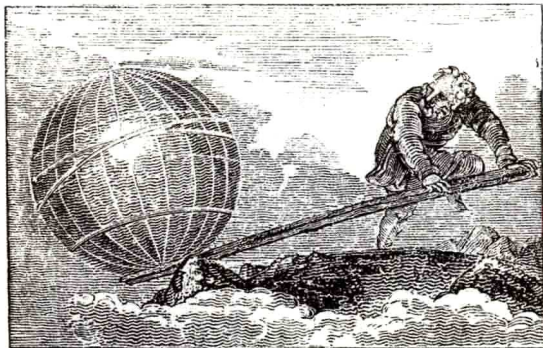


图 4.9 阿基米德撬动地球

其实早在阿基米德出生前几千年，埃及和美索不达米亚的工匠们就开始使用简单的

机械了。在阿基米德时代，简单的机械，比如螺丝、滑轮、杠杆和齿轮，在工程和生活中已经很常见了。在亚里士多德的书中也提及过杠杆。但是系统研究这些简单机械的是阿基米德。他花了许多年研究这些机械的原理，终于提出了力矩的物理概念（力乘以力臂）。他最早认识到“杠杆两边力矩相等”这一原理，并且用力矩的概念解释了杠杆可以省力的原理。

阿基米德生活的时代，正值罗马和迦太基在地中海争霸。而在遥远的东方，正是秦灭六国的时代。阿基米德一生经历了两次布匿战争，在第一次布匿战争中，西西里站在了罗马的一边，最终成为了胜利的一方；不过在第二次布匿战争中，叙拉古投到了迦太基的一方，和罗马人开战。阿基米德积极投入到抗击罗马军队的战争中。

凭借对机械省力的原理有深刻的理解，阿基米德制造了许多工程机械和守城器具，用以对抗强大的罗马兵团。他制造的最著名的“武器”就是投石机和起重机。投石机是利用杠杆原理制造出来的，凡是靠近城墙的敌人都尝到了它的厉害。起重机据说可以将敌人的战舰吊到半空中然后摔到地上，不过后人对此表示有些怀疑。

关于阿基米德最神奇的传说，是他召集叙拉古城的妇女，用多面青铜镜聚焦阳光，烧毁了大量罗马的帆船战舰。不过许多物理学家和历史学家

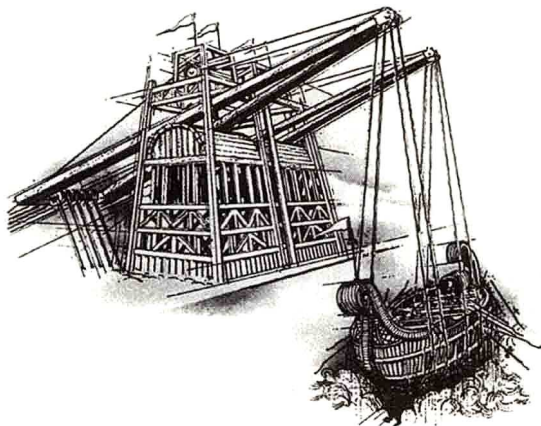


图 4.10 传说中阿基米德俘获战舰的机械

一直对这个传说的真实性看法不一。支持者认为当时阿基米德已经懂得了凹面镜聚光的原理，因此这种说法是可信的。1973年，希腊科学家伊奥安尼斯·萨卡斯决定通过试验来确定到底能否利用反射和聚焦的太阳光烧毁船只，

他让 60 名水手排队站在码头上，每人拿着一面大镜子，组成一面巨大的凹镜形状，在太阳正盛时把光线反射到 50 米开外的一只小船上，结果不到 3 分钟，船只就着火了。不过麻省理工学院和亚利桑那大学的研究人员不同意这种说法，他们在 2005 年 10 月到当年古叙拉古王国所在地进行了实验。在实验中，麻省理工学院的研究人员在岸边拼起一个 300 平方英尺（大约 28 平方米）的铜镜和玻璃镜，用来反射和聚焦阳光，径直射向 45 米外的渔船上，结果仅仅使渔船上的木头冒烟但并未着火。于是，他们又把渔船停泊在离岸边约 22.5 米的地方，这一次聚焦的阳光点燃了船上的易燃品，冒出了小火苗。但是，在战争中，不能指望敌人的战舰停在 22.5 米的近处任由别人去烧，因此，学者们认为这次实验是失败的。还有一些学者认为这个故事其实发生在 700 年后的君士坦丁堡，只是被张冠李戴了。据美国肯塔基州路易斯维尔大学历史学教授罗伯特·泰普尔说，公元 515 年，拜占庭首都君士坦丁堡遭到敌人围攻，科学家普罗克鲁斯命士兵手举镜子组成“燃烧镜”，高度聚焦的太阳光烧毁了敌人的战船，击退了敌人的进攻，而这个“燃烧镜”是他与他的学生安提米乌斯共同研究的成果。如果真是将几百年后的事情套在了阿基米德的头上，这只能说明在西方世界里阿基米德已经成了智慧的化身。

但是不管阿基米德是否发明了这些“超级武器”，他发明的守城器械确实令罗马军队惊慌失措，人人自危。连统军的将军马塞拉斯（Marcus Claudius Marcellus，前 268—前 208）都苦笑着承认“这是一场罗马军队与阿基米德一人的战争”、“阿基米德是神话中的百手巨人”。久攻不下，马塞拉斯调整策略，对叙拉古长期围困而不进攻，等着这座孤城弹尽粮绝。阿基米德虽有守城的妙计，却变不出粮食，最后，公元前 212 年叙拉古被罗马军队攻陷了。相传罗马军队进城时，阿基米德正在地上画图研究几何问题，一个不懂事的士兵走近阿基米德，并踩坏了地上的图形。阿基米德说：“请让开，别踩了我的图形”。这位丘八一怒之下拔剑杀了这位优秀的科学家。马塞拉斯得到这个消息后非常悲痛，专为阿基米德建了一座墓，墓碑上镌刻有球内切圆柱图形，来表达对这位大科学家的敬意。

阿基米德之死令人遗憾不已。他和杀死他的这个士兵，其实分别象征着文明和武力，而文明常常要输给武力。在世界历史上文明多次被武力摧毁，早期罗马人在这方面扮演了非常不光彩的角色。

阿基米德在数学上的建树也不少，他用近似的方法计算出球的面积和体积，以及椭圆的面积等。他还发明了一种求圆周率的方法，估算出圆周率在  $22/7$  到  $223/71$  之间（即 3.1408 到 3.1428 之间），这在当时是最精确的估算了。

阿基米德在天文学上的贡献也非常大，这里就不一一介绍了。值得一提的是，他发明了一种天象仪或者说太阳系的模型，显示了太阳、月亮和五个行星的运动。据著名古罗马政治家和作家西塞罗（Marcus Tullius Cicero，前 106—前 43）<sup>20</sup> 的记述，当时罗马的统帅马塞拉斯看到阿基米德做的模型和机械，非常喜爱，于是将这两座用于天文学的仪器带回罗马，并且将其中一座据为己有，另外一座则捐赠给了罗马的功德庙。马塞拉斯的那一座仪器后来被公开演示，据西塞罗说，观看了演示的人记录了如下过程：

#### 20

西塞罗是罗马晚期的哲学家、政治家、律师和作家，对拉丁文的发展有重大贡献。西塞罗对欧洲的哲学和政治学说影响深远，至今仍为罗马历史的研究对象。

当马塞拉斯移动球模型时，这个铜制装置上的月亮便跟随着太阳一起运动，如同现实中的天空一样。而当太阳、月亮和地球呈一条直线时，投影的状态则再现了日蚀现象。

21  
笔者认为他应该接受日心说。

遗憾的是这两座仪器都没有流传下来，阿基米德是按照日心说还是地心说建立的模型<sup>21</sup>，我们不得而知。所幸根据他留下的手稿，我们得知他采用的是日心说模型。如此算来，阿基米德应该是提出日心说的第一人。



图 4.11 阿基米德手稿的抄本（巴尔的摩沃尔特博物馆收藏）

说起他的手稿，这里面还有一段得而复失的传奇故事，非常精彩。阿基米德的手稿在他死后被整理出来并且流传下来，遗憾的是最完整的一本羊皮纸抄本在 1229 年被一位教徒擦掉后抄上了祈祷书，好在利用现代科技可以恢复被擦掉的字迹。1998 年，美国一位匿名的收藏家以两百万美元的高价拍得这本被毁坏的手稿抄本，并将它交给了巴尔的摩的沃尔特博物馆，该博物馆成立了“阿基米德项目”修复这个抄本。经过 13 年的努力，该博物馆终于在 2011 年复原了原始内容。今天我们对阿基米德的研究成果的细节有详尽的了解，在很大程度上要感谢这个抄本，感谢沃尔特博物馆，感谢为恢复手稿而努力的工作者。

应该讲，亚里士多德和阿基米德共同奠定了物理学的基础。在他们之前，人类对物理学知识已经有相当的了解，但是把物理学变成一门单独学科加以研究，这要归功于亚里士多德。而把具体现象总结成通用的规律并加以定量描述的则是阿基米德。古希腊人靠着抽象思维能力和总结概括能力以及对科学不断探求的精神，奠定了自然科学的基础。

### 第三节 天文学

天文学起源于古埃及。和很多自然学科一样，天文学源于农业生产。我们在前面讲到过，尼罗河洪水每年泛滥一次，给尼罗河下游带来了十分肥沃而且灌溉方便的土地，使得古埃及地区出现了最早的农业文明。在农业上，施肥应该是中国人的发明，而在非洲和欧洲，大规模的农业生产大多是靠天吃饭，古埃及的收成就全仰仗尼罗河了。每当洪水过后，埃及人就跑到退洪的土地上耕作，到了季节就赶紧收获，然后等着来年河水的再一次泛滥。这种生产方式一直延续到上个世纪 60 年代，直到在尼罗河上游修建了阿斯旺大坝，尼罗河下游再也没有洪水带来的肥沃土地为止。

在 6000 年以前，为了准确预测洪水的到来和退去，以确定播种和收获的时间，埃及人发明了天文学。和我们想象的不同，古埃及人是根据天狼星和太阳在一起的位置来判断一年中的时间和节气。在古埃及的历法中没有闰年，它的一个“季度”也非常长：长达  $365 \times 4 + 1 = 1461$  天，因为每隔这么多天，太阳和天狼星一起升起。（因此，古埃及的日历周期很长。）事实证明，以天狼星和太阳同时出现做参照系比仅以太阳做参照系更准确些。古埃及人可以准确地判断洪水能到达的边界和时间。

到了人类文明的第二个中心美索不达米亚兴起的时候，天文学有了进一步发展，苏美尔人发明了太阴历，把按照月球环绕地球一周的时间定为一个月。由于地球环绕太阳一周（365 天多一点）的时间超过 12 个月，不到 13 个月，因此，苏美尔人的太阴历和中国的农历一样，每三年加入

一个闰月。当时，他们已经观测到了五大行星（金、木、水、火、土）的运动与其他恒星不同。这些天体的运动轨迹不是简单地围绕地球转，而是呈波浪性地运动。西方语言中，行星 planet 一词的意思就是漂移的星球。因此，苏美尔人对这五颗星格外关注，认为每颗星对应一个神仙，加上太阳神和月神，让这七个星辰的主神每个掌管一天，循环反复，就成了现在的“星期”。到了古巴比伦时期，天文学有了进一步的发展，古巴比伦人发现五大行星在近日点运动比远日点快，并且计算出月亮和五大行星的运行周期，能够预测日食和月蚀。

公元前 6 世纪，天文学从美索不达米亚地区传入希腊，并得到快速发展。毕达哥拉斯将天文学看作数学的四个分支之一（另外三个是算术、几何和音乐），并加以研究。而柏拉图则总结了前人天文学的成就，他的学生欧克多索（Eudoxus of Cnidus，前 408—前 347）做了三件有意义的事：

1. 指出五大行星的运动是漂移的；
2. 建立了一个以地球为中心的两个球面的模型，里面的球面代表地球，而外面的球面代表日、月、星辰运动的轨迹；
3. 认识到需要建立一个数学模型，使得计算出来的五大行星轨迹与观测一致。

在柏拉图时代，希腊人认为天体按照离地球的远近依次是：月亮，金星，水星，太阳，火星，土星，木星，恒星。这个排序是正确的，后来托勒密也采用了这种说法。

到了喜帕恰斯（Hipparchus of Nicaea，希腊文：“Ἱππαρχος”，约前 190—前 120）的年代，天文学又有了发展。传说喜帕恰斯的视力非常好，发现了一些别人看不见的星系。当然他对天文学的贡献主要不是靠他的视力，而是靠他发明的一种数学工具——三角学。他利用三角学原理，测出地球绕太阳一圈的时间是  $365.25 - 1/300$  天，和现在的度量只差 14 分钟；而月亮绕地球一周为 29.53058 天，也与今天的估计 29.53059 天十分

接近，相差大约一秒钟。他还注意到地球的轨迹并不是正圆的，夏至离太阳稍远，冬至离太阳稍近。应该说喜帕恰斯发现了很多天文现象，并且留下了很多观测数据，但是他距离创立天文学体系还差一步之遥。

真正创立了天文学，并且计算出诸多天体运行轨迹的是伟大的天文学家克劳第斯·托勒密（Claudius Ptolemy，希腊文：Κλαύδιος Πτολεμαῖος，约公元 90—168）。从时间上来看，托勒密不能算是希腊时代的人，因为他生活在古罗马统治下的埃及亚历山大城。不过他的确是希腊人，而且有可能是托勒密王朝的后裔（和埃及艳后应该多少有点血缘关系）。因此，人们依然把他算作希腊天文学家，他同时也是个诗人，《希腊诗选》中收录有他的诗。

托勒密的名字大家应该不陌生，他是地心说的创立者。因为政治的需要，托勒密在中国总是被作为错误理论的代表受到批判，以至于大部分人基本上不知道他在天文学上无以伦比的贡献。我自己也是到了美国以后，读了些科学史的书籍才了解到他的伟大之处，正是托勒密把前人留下的零散的天文学知识变成了天文学这门严谨的自然科学学科。

作为数学家、天文学家和地理学家，托勒密有很多发明和贡献，其中任何一项都足以让他在科学史上占有一席之地。托勒密发明了球坐标（至今仍在使用），定义了包括赤道和零度经线在内的经纬线（今天的地图就是这么画的），并且给出了一度经线的距离（虽然比实际的小了 10%，不过幸好有这个错误，才让哥伦布得出从西面到亚洲的距离比往东绕过非



图 4.12 伟大的天文学家托勒密

洲到亚洲更近的结论)。托勒密还提出了黄道,即地球绕太阳公转的轨道平面和天球相交的圆。此外,他还发明了弧度制(中学生刚开始学习的时候可能还会感觉有点抽象)。

当然,他最著名、也是最有争议的发明是量化的地心说。虽然我们知道地球是围绕太阳运动的,但是在当时,人们从观测出发,很容易得到地球是宇宙中心的结论。中国古代著名天文学家张衡提出的浑天说,其实就是地心说,但是张衡未能进行定量地描述。从图 4.13 和图 4.14 可以看出两者非常相似。只是因为张衡是中国人的骄傲,在中国历史书中从来是正面宣传,而托勒密在中国却成了唯心主义的代表。其实,托勒密在天文学上的地位堪比欧几里得之于几何学,牛顿之于物理学。

当然从地球上,行星的运动轨迹是不规则的,托勒密的伟大之处在于

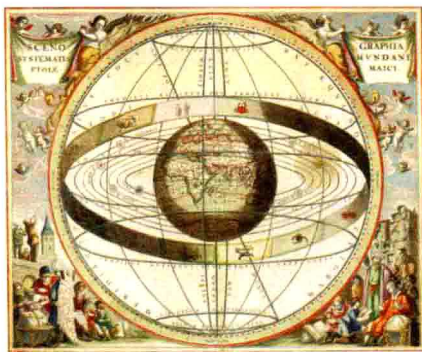


图 4.13 托勒密的地心说模型



图 4.14 张衡的浑天仪(与托勒密的模型非常像)

用 40—60 个在大圆上套小圆的方法,精确地计算出了所有行星运动的轨迹,如图 4.13 所示。托勒密继承了毕达哥拉斯的一些思想,他也认为圆是最完美的几何图形,因此,所有天体均以匀速度按完全圆形的轨道旋转。事实上,后来日心说的提出者哥白尼也坚持认为天体运动的模型必须符合毕达哥拉斯的思想。但是实际上天体以变速度按椭圆轨道绕地球以外的中心太阳运动。为了维护原来的基本假设,就必须用大圆套小圆的方



法解释了。托勒密使用了3种大小圆相套的模型，即本轮、偏心圆和均轮，如小图所示。这样，他就能对五大行星的轨道给出合理的描述，不过这五大行星的轨道无法用一组圆来统一描述，因此，托勒密用了很多个圆分别描述，互相嵌套的大小圆多达40—60个。

托勒密认为模型必须与观测数据相吻合，要感谢喜帕恰斯为托勒密留下了很多观测数据，使得他的模型能够建立得很准确。托勒密的追随者宣称托勒密地心说的模型和前面800多年的观测数据相吻合，但是事实上，托勒密时代的人可能只有100多年的观测数据。不过即使如此，这个模型也很了不起了。托勒密根据自己的模型绘制了一张表，给出了未来某个时刻某个星球所在的位置。托勒密模型的精度之高，让后来所有的科学家都惊叹不已。即使今天，在计算机的帮助下，我们也很难解出40个圆套在一起的方程。每每想到这里，我都由衷地佩服托勒密。根据托勒密的计算，制定了关于日月星辰位置的《便携用表》，这些和当时的儒略历相吻合，即每年365天，每4年增加一个闰年，多一天。1500年来，人们根据儒略历和《便携用表》决定农时。但是，经过了1500年，托勒密对太阳运动的累积误差，还是多出了10天。由于这十天的差别，欧洲的农民从事农业生产的日期几乎差出了一个节气，很影响农业的收成。1582年，教皇格里高利十三世在日历上抹掉10天，然后将每一个世纪最后一年的闰年改成平年，然后每400年再插回一个闰年，这就是现在采用的日历，这个日历几乎没有误差。为了纪念格里高利十三世，我们今天的日历也叫做格里高利日历。

托勒密的另一大贡献在地理学。他发明了经纬度，并在《地理学》这本专著中，收集了当时欧、亚、非三个大洲八千多个地方的经纬度坐标，并且绘制了几十幅环地中海地区的地图。在这本专著中，托勒密详细说明如何将球体的地球绘制到平面上，提出投影的方法。这个方法至今仍是地图绘制的基本手段。我们今天的地图都是按照上北下南、左西右东的规矩绘制，这一切也源于托勒密。

托勒密的《地理学》在罗马灭亡以后被历史尘封了很长时间。1406年，这部了不起的手稿被翻译成拉丁文，后来受到无数涌动着大航海梦想的年轻人追捧，其中就包括哥伦布。在当时一些历史学家看来，《地理学》的重印意义重大，简直就和后来哥伦布发现新大陆一样激动人心。

过去中国对他的评价不高，除了意识形态上的考虑，还因为受到李约瑟（Joseph Needham, 1900—1995）误导。李约瑟是著名的科学史家，尤其对中国古代的科技推崇备至，因此中国人很相信他，虽然在西方，甚至在英国本土他的名气都没有在中国大。李约瑟并非所有的观点都正确，其中一个错误观点就是“亚里士多德和托勒密僵硬的同心水晶球概念，曾束缚欧洲天文学思想一千多年”的说法，这个谬误至今仍在许多中文著作中被反复援引。但这种说法其实明显违背了历史事实。其一，亚里士多德主张一种同心叠套的水晶球（crystalline spheres）宇宙体系，但托勒密的地心说完全不是这种同心圆的宇宙体系，他也从未表示自己赞同这种体系。其二，由于罗马帝国末期基督教徒焚毁了大量的科学著作，亚里士多德学说的拉丁文著作已经不存在了（只有在阿拉伯世界还保留着他著作的希腊文和阿拉伯文译本），直到13世纪他的学术仍被正统的罗马教会视为异端，多次被禁止在大学里讲授。因此，无论是托勒密还是亚里士多德，都根本不可能“束缚欧洲天文学思想一千多年”。亚里士多德和托勒密的学说被罗马教廷接受是14世纪以后的事情。1323年，教皇宣布托马斯·阿奎那（Thomas Aquinas, 1225—1274）<sup>22</sup>为“圣徒”，阿奎那庞大的经院哲学体系被教会官方认可，成为钦定学说。这套学说是阿奎那与其师阿尔伯特斯（Albertus Magnus, ?—1280）将亚里士多德学说与基督教神学全盘结合而成。在论证水晶球宇宙体系时，阿奎那曾引用托勒密的著作来论证地心、地静之说。此后亚里士多德的水晶球宇宙体确实束缚了欧洲天文学思想大约二百年，但这不应该成为托勒密的罪状。

22

托马斯·阿奎那是中世纪意大利经院哲学的神学家和科学家，死后被教会尊为全能博士。

托勒密的功绩不仅在于系统地提出了地心说，还在于他最早用数学模型定量描述天体运动。托勒密确立了通过观测数据（实验数据）归纳出数

学模型的治学方法，这在后来对伽利略和开普勒等人有很大的启发。托勒密建立起来的天文学体系和研究方法，使得后来人们在天文学上的每一点贡献都可以加进整个天文学中。这样一来，学习天文学的人很快就能系统地学习到天文学的基础，而研究者们也不需要一切从头做起，可以站在巨人的肩上。

## 结束语

近代自然科学的很多体系都是在古希腊时代奠定的，希腊人在学术研究上有别于东方文明之处不在于一两项科学发明和发现，而在于他们将自然科学各学科分门别类，对每个学科都建立起一整套系统的体系，在此基础上，演绎或归纳出普遍规律性，即定理或定律，继而成为自然科学各个学科的基石和支柱。后人可以在前人发现的基础上继续研究，推动科学的发展。无论是古希腊奠定的几何学、天文学和物理学，还是后来笛卡尔发明的解析几何或者牛顿发明的微积分，无不遵循古希腊人建立科学学科分支的办法。反观东方的文明，在科学研究上有两大缺陷，首先是缺乏完整的理论体系；其次常常会将问题和定理定律混为一谈，虽然他们的解答和证明过程可能类似。这样一来，后人就很难继承前人的工作，几乎所有的研究都得从头再来，导致几千年来在科学研究上原地踏步。事实上，中国清代的数学家估算圆周率并不比祖冲之更准确，而19世纪阿拉伯最好的数学家也未必掌握了他们祖先1000年前的数学发现。

是因为有了毕达哥拉斯、亚里士多德、阿基米德和托勒密，希腊才为人类的文明开辟了科学之路，还是因为希腊人的理性和思辨产生了这些震古烁今的学者，仁者见仁，智者见智。但是大家都公认的是，古希腊在人类文明史上占有非常重要的地位，而最大的贡献或许是建立起这些学科体系。雅典的卫城会在希腊沦陷后随着时间的流逝而成为残垣断壁，阿芙洛狄忒的雕像<sup>23</sup>会因为深埋在地下而少了漂亮的胳膊，但是古希腊人对科学的贡献却薪尽火传，惠及后世。

23  
也称为断臂的维纳斯。

### 附录一 《几何原本》中关于毕达哥拉斯证明勾股定理的方法

假设直角三角形的直角边和斜边分别为  $a$ ,  $b$  和  $c$ 。

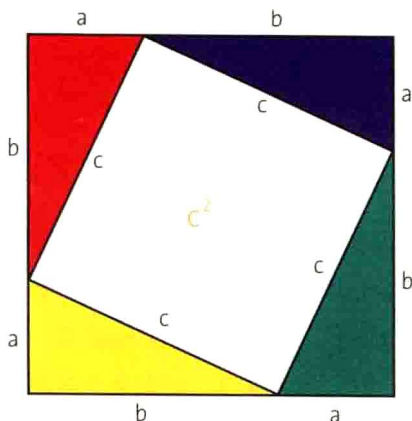


图 4.15 毕达哥拉斯的证明方法

左图中外面大的正方形边长为  $a+b$ , 内部是四个全等的、边长为  $a$ ,  $b$  和  $c$  的直角三角形, 以及一个边长为  $c$  的正方形。外面正方形的面积为

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

内部小正方形和四个直角三角形的面积之和为

$$c^2 + 2ab$$

由于同一个 (外面的) 正方形面积一定相等, 因此:

$$a^2 + 2ab + b^2 = c^2 + 2ab$$

即 
$$a^2 + b^2 = c^2$$

### 附录二 $\sqrt{2}$ 为无理数的证明

采用反证法, 假定  $\sqrt{2}$  为有理数, 则可以表示成两个互素的整数的比值  $\frac{P}{Q}$ ,

即 
$$\sqrt{2} = \frac{P}{Q}$$

两边平方后, 得到:

$$2 = \frac{P^2}{Q^2}$$

因此,  $P$  一定是偶数, 我们假定为  $2m$ , 并且代入上式, 得到:

$$2 = \frac{4m^2}{Q^2}, \text{ 即 } \frac{2m^2}{Q^2} = 1$$

因此  $Q$  必定为偶数，我们不妨用来  $2n$  表示。这样一来，就和  $P$  与  $Q$  是互素的假设矛盾了，因此  $\sqrt{2}$  不是有理数，而是无理数。

### 参考文献

- 1 欧几里得. 几何原本. 兰纪正, 朱恩宽, 译. 译林出版社, 2011.
- 2 G.E.R. Lloyd. 早期希腊科学: 从泰勒斯到亚里士多德 ( *Early Greek Science: Thales to Aristotle* ). W. W. Norton & Company, 1974.
- 3 G.E.R. Lloyd. 亚里士多德之后的希腊科学 ( *Greek Science After Aristotle* ). W. W. Norton & Company, 1975.
- 4 Thomas Stanley. 毕达哥拉斯的生平和教学 ( *Pythagoras: His Life and Teachings* ). Ibis Press, 2010.



# 第五章 罗马人三次征服世界

## 罗马法

古罗马是世界史上故事最丰富的文明。这一时期出了很多家喻户晓的传奇人物，比如，大小西庇隆<sup>1</sup>、苏拉<sup>2</sup>、马略<sup>3</sup>、克拉苏<sup>4</sup>、斯巴达克斯<sup>5</sup>、恺撒、庞培<sup>6</sup>、安东尼<sup>7</sup>和屋大维等人；古罗马的很多历史事件，几千年来，被广大的史学家和剧作家不停地研究，不断地搬上舞台，比如三次布匿战争<sup>8</sup>、斯巴达克起义、恺撒的高卢战事和远征英国、前三雄（克拉苏、恺撒和庞培）和后三雄（安东尼、屋大维和雷比达<sup>9</sup>）的故事，等等。这些人和事，每一个都可以写成一本书，针对这些内容，市面上有大量更权威、更生动的读物。而本章要讲的是古罗马的法律——罗马法，因为这才是古罗马人为人类文明做出的最大贡献。

罗马人一共三次征服了世界，第一次是靠武力，第二次是靠拉丁语<sup>10</sup>，而第三次则是靠罗马的法律体系。

从公元前2世纪开始，罗马人逐步征服了地中海沿岸的早期强国希腊（当时已经是马其顿帝国的一部分）和迦太基，并且向西征服了高卢（今法国境内）、西班牙和英国；向北征服了日耳曼人（今德国境内）的部落；往东征服了小亚细亚、美索不达米亚地区，一直到波斯；往南征服了埃及和非洲北部。到了屋大维时代，除了印度和中国因为路途遥远鞭长莫及，当时世界上靠马匹和士兵步行所及之处，全都纳入到罗马共和国的版图里。在公元前后，屋大维建立了罗马帝国，元老院授予他“奥古斯都”

1

大西庇隆（Publius Cornelius Scipio），古罗马军事统帅。小西庇隆大西庇隆之子（Publius Cornelius Scipio Africanus，前236—前183），古罗马军事统帅，以击败汉尼拔而著称。

2

苏拉，全名卢基乌斯·科尔内利乌斯·苏拉（Lucius Cornelius Sulla Felix，前138—前78），古罗马政治家、军事家、独裁者。

3

盖乌斯·马略（Gaius Marius，前157—前86），古罗马著名的军事统帅和政治家。

4

全马库斯·李锡尼·克拉苏 (Marcus Licinius Crassus, 约前 115—前 53), 罗马将军、政治家、大奴隶主, 曾经镇压斯巴达克起义, 和恺撒、庞培结成前三雄。

5

Spartacus, 约前 120—前 71, 古罗马奴隶起义的领袖。

6

格奈乌斯·庞培 (Gnaeus Pompeius Magnus, 前 106—前 48), 古罗马政治家和军事统帅。前三雄同盟者之一, 后为恺撒所灭。

7

马克·安东尼 (Mark Antonius, 约前 83 年—前 30) 罗马政治家和军事家, 原为恺撒的部将, 后与屋大维和雷必达组成后三雄, 与屋大维争天下时兵败被杀。

8

前 264—前 146, 罗马与迦太基之间的三次战争。罗马人称迦太基人为“布匿”, 故得名。战争以迦太基失败亡国而结束。

的称号。奥古斯都大帝在位 42 年, 带领罗马帝国进入了全盛时期, 并且将地中海变成了罗马的内海。但是, 仅仅一个世纪后, 帝国就开始衰落。到了公元 3 世纪末帝国便分裂成西罗马帝国和东罗马帝国。西罗马帝国在公元 476 年灭亡, 罗马城沦陷。东罗马帝国一直延续至公元 1453 年, 并且有过短暂的中兴, 但是总体上逐渐沦落为一个二流国家, 领土仅限于希腊和土耳其的一部分。靠武力建立起来的罗马 (先是共和国, 后是

帝国), 从立国开始到西罗马帝国灭亡, 一共持续了 700 年左右, 只相当于美索不达米亚文明过程中一个中等时间跨度的王朝。古罗马帝国的中心即意大利地区, 今天在欧洲也不过是一个二流偏上的国家。可以说, 昔日罗马帝国辉煌不再。



图 5.1 罗马全盛时期的版图

图 5.1 罗马全盛时期的版图

不过, 罗马人在其全盛时期创造了辉煌灿烂的文明, 而这些文明的影响力一直延续至今。罗马人发明了拉丁语, 并且把它变成了世界上语法最严谨的语言。18 世纪以前, 拉丁语是欧洲各国人民交流的媒介语言, 相当于今天英语的地位, 几乎所有的学术著作都是用拉丁语写成的。比如牛顿的《自然哲学的数学原理》就是先有拉丁语版本, 后翻译成英语的。18 世纪以后, 感谢法国的太阳王路易十四, 由于他强有力的统治, 法国当时的国际地位炙手可热, 这使得拉丁语的分支法语成为欧洲大陆最流行的语言。很多国家的王室, 比如俄国的沙皇, 讲的都是法语, 而不是俄语。在 19 世纪末以前, 美国大学主要教授的课程就是拉丁语, 而不是工程技术。直到 1876 年约翰·霍普金斯大学创立后美国才有了研究型大学。但是, 随着工业革命的兴起, 英语渐渐取代了拉丁语的国际地位。今天, 世



界上只有少数基督教的神职人员及学者能够流利使用拉丁语。几乎没有人日常生活中继续使用拉丁语，虽然许多西方国家的大学和中学里仍然开设有拉丁语的课程。因此，拉丁语已经被认为是一种死语言了。不过，即便如此，拉丁语也比武力的影响力更为持久。

如今，古罗马人依旧影响着我们的生活（诸如国际关系），这种影响力是通过罗马法来实现的。

罗马的法律和司法制度，是古罗马人对人类文明的一大贡献。要

讲清楚这个问题，我们先要看看罗马的法律体系是如何发展起来的。

## 第一节 罗马的崛起与司法制度的形成

“罗马不是一天建成的”，罗马的司法制度和法律也是如此。后者是随着罗马的兴起而逐渐发展起来的。所幸的是，它没有随着帝国的灭亡而消失，而是薪尽火传，延续至今。

古罗马的中心——意大利这个地方，早在公元前2000年左右就有人开始居住。一些印欧语系的部落从北方越过阿尔卑斯山脉，来到亚平宁半岛这片气候宜人的土地上，定居下来。当时，他们的文明程度还处于石器时代，也就是说，落后于古埃及或者美索不达米亚几千年，甚至比近邻古希腊也要落后几百年。很多周边的民族，比如腓尼基人、希腊人甚至是高卢人都到过或入侵过这片土地。不过到了公元前8世纪以后，这片土地终于成了当地许多意大利部落的天堂。这些部落的名字列举出来至

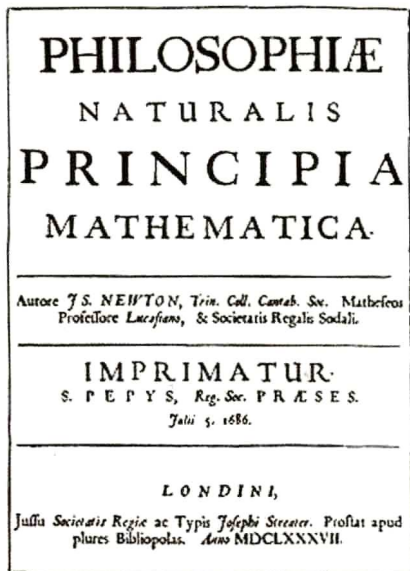


图 5.2 牛顿的《自然哲学的数学原理》一书，完全使用拉丁文写成。

9

雷必达 (Marcus Aemilius Lepidus)，约前89—前12，古罗马贵族，和屋大维、安东尼结成后三雄。

10

法学家耶林认为第二次是靠基督教，但是基督教并不是罗马的产物，罗马的宗教是万神教。基督教征服了罗马而不是反过来。

少有十几个，大致分为三支：伊特鲁里亚（Etruria）、萨博利族（Suburana）和拉丁族（Latin），其中拉丁族的一支在台伯河畔建立了罗马城，罗马的历史就从这里开始了。

罗马早期（前8—前7世纪）有四个“王”，相当于中国上古时期的尧、舜、禹，这段历史称为王政时期。不过罗马的“王”既不是我们所说的国王的概念，因为当时罗马还称不上是个国，也没有后来的国王那样绝对的权力。但是，既然西方历史书上称他们为 King，我们就还是称之为“王”，其实他们更像大酋长。罗马人从各个部落中选出了 100 名部族首领，组成了元老院，也称为百人院。不过，很快随着罗马的不断壮大，很多新的部族融入进来，元老院也只好不断扩大，后来扩大到 300 人。元老院不是摆设，而是“王”的顾问助手，同时也拥有征税、征兵和签订合同等重大权力，罗马的“王”是终身的，但不能世袭。因此，古罗马在立国前，基本上就形成了一种共同执政的民主政治制度。



图 5.3 收藏于卢浮宫的法国古典主义大师杰克·路易斯·达维特的名画《荷拉斯兄弟之誓》（*Oath of the Horatii*, by Jacques-Louis David），三位兄弟在父亲面前表示在与阿尔贝的战争中，即使敌人是他们姐妹的丈夫也将被杀，这是罗马父权社会的典型写照

到了罗马的第五个“王”老塔克文时期，城市开始兴起，罗马才算是在一群氏族部落的基础上建立起了真正的国家。按照西方对文明的定义，古罗马的文明从这时才开始。这时的罗马处于奴隶社会，除了奴隶，自由民之间还有贵族和平民之分，而老塔克文是靠平民支持上台的。他在位期间颇有作为，对外平叛，开疆拓土；对内修建城市、水利工程和公共设施。不过，老塔克文的影响力也随着他政绩的提升而不断扩大，元老院怕这样会破坏了民主制度，便设计将他暗杀。

所幸的是，第六任国王（这时候可以称他是国王了）塞尔维乌斯·图利乌斯（Servius Tullius，？—前534）也是一位贤王。他对罗马进行了一系列改革，重点就是打破了原来的氏族部落组织结构，按照财产多寡将自由民分为五等，每一等都要出一定数量的人去充当士兵。由于古罗马士兵的武器装备是自备的，反而是最富有的第一阶层自由民尽的兵役义务最多，他们一共出了80个重装步兵百人队、18个骑兵百人队，占罗马军队人数（193个百人队）的一多半。塞尔维乌斯建立了由各个阶层代表组成的议会，各阶层比例按照其百人队数量来分配，相当于每个百人队出一个代表。这样，第一阶层为国家尽的义务最多，发言权也就最大，虽然不能算是完全公平，却也颇为合情合理，至少比完全的专制制度要好得多。议会负责选举、对外宣战和司法。这样，权力便从由原来部落首领组成的元老院转移到由各阶层代表组成的议会。塞尔维乌斯之后的国王，一个不如一个。公元前509年，罗马人发动起义，驱逐了国王，从此，罗马由王政时期进入共和时期。

在共和时期，罗马的最高统治者是两名由议会选举出的执政官，设置两名执行官的目的在于用权力制约权力。执行官的权力虽然在万人之上，但是任期只有一年，因此无法形成独裁。而元老院的元老却是终身执政，因而反而是元老院对政治的影响力大。元老院中的元老，绝大部分是贵族，而议会中也是富人代表居多。这样一来，平民的权益就很难得到保证了。

在古罗马，平民和贵族的界限很难逾越，因为他们之间禁止通婚。但是，平民争取权力的斗争从来没有停止过，并且平民利用两次外敌入侵的时机撤出罗马，这样就迫使贵族做出了让步，罗马从此设立了保民官，开始是两名，后来增加到五名。他们不参加元老院的投票，但是可以旁听，并且有权对不利于平民的政府法令行使否决权。这成为制衡贵族权力。

罗马的共和制持续了五百年，直到公元前27年，屋大维被元老院加封“奥古斯都”<sup>11</sup>的称号，成为罗马的皇帝，从此罗马进入帝国时代，实行君主制。不过元老院依然保留了下来，而且权力还相当大。与中国的皇帝不同，罗马皇帝大多是传贤不传亲，也就是说，皇帝看好谁有才能做自己的接班人，就把他收为“养子”，然后传位给他。不过，有时元老院会废掉或暗杀一些妨碍他们行使权力的“昏君”（实则明君），再选举出一位新君。罗马的君主制一直延续到西罗马帝国和东罗马帝国先后灭亡。

11

奥古斯都，原意为“至高无上的”，后来成为了屋大维的封号，再后来演变成罗马皇帝的代称。罗马皇帝的另一种称号为恺撒。

总体来讲，古罗马的社会在贵族乃至平民之内是有充分的民主的，从立国起到东罗马帝国灭亡为止，大约两千三百多年里，统治者个人的作用在罗马的政治格局中不如其他帝国那么重要，更多地是依靠制度和法律维系整个国家。与其他早期文明不同的是，罗马的法律更多的是基于理性，而不是风俗。当然，这些法律是在很长时间里相继完成的，与某个东方帝王在某天公布和推行一套法律的做法完全不同。从罗马建国，到具有标志性的《查士丁尼法典》的完成，前后历经千年。这期间颁布的各项法律都被称为“罗马法”，因此，罗马法不是专指一部法典，而是一系列的法律和法律文件。

在罗马国家形成的初期，和其他文明一样，它并没有明确成文的法典，虽然人们根据普遍的习惯或风俗解决纠纷，处罚犯罪，但是，因为这些习惯或风俗没有固定成文，有很大的伸缩性和不确定性。一旦执行起来，贵族会利用权势袒护自己的过错和罪行，而对平民则实行严峻的苛罚。为了改变这种不平等的地位，平民主动组织起来向政府施压，与贵族争夺权益。最终在公元前454年，罗马成立了立法委员会。在这样的背景

下，古罗马历史上第一部成文的法律文件《十二铜表法》（Law of the Twelve Tables）于公元前450年诞生了<sup>12</sup>。这个年代正好是中国历史上奴隶制晚期三家分晋时代<sup>13</sup>，而罗马的奴隶制才刚刚开始，这说明了两个文明在时间上的差距。《十二铜表法》共分为十二个部分，即十二表，每个表用青铜铸成，这部法律因此而得名。刻有法律条文的铜表在公元前390年高卢人入侵时被毁坏了，好在法律的内容在诸多古代著作中都有记载。这部法律的大致结构是这样的：

第一表 传唤和审判的流程；

第二表 审判（第一表的延续）；

第三表 债务赔偿；

第四表 家庭的父权；

第五表 继承和监护权；

第六表 占有和所有制权；

第七表 土地权；

第八表 伤害处罚和赔偿；

第九表 公众法；

第十表 宗教法。

法律原本到此为止，后来罗马人觉得漏了一些内容，在第二年（即公元前450年）又补上了两个表：

第十一表 对第一、第二、第三、第四和第五表的补充；

第十二表 对第六、第七、第八、第九和第十表的补充。

《十二铜表法》的很多内容借鉴了古希腊和其他文明的成果。这些法律条文，在今天看来很多是不合理甚至荒谬的，比如在关于家庭父权的第四表有一条规定：“对于逆子，父亲有权将他处死。”显然处罚太重了。对于债务赔偿的法律规定，也颇为偏向债主。现在有些老赖动不动就丢下两句话：“要钱没有，要命一条”，或者“来世变牛变马再报答”。

12

《十二铜表法》因为由青铜铸成而得名，公元前451年古罗马制定了其中的前十表，第二年又补充了两表，成为古罗马第一部成文的法典。

13

三家分晋是指中国春秋末年，晋国被韩、赵、魏三家瓜分的事件。三家联合灭掉了同为晋国四脚的智氏。公元前403年，周威烈王封三家为侯国。《资治通鉴》记载：“周威烈王二十三年，初命晋大夫魏斯、赵籍、韩虔为诸侯……”。史学界以此作为东周时期春秋与战国的分界点。

这些无赖在古罗马可就得逞不了了，因为不需要来世，现世就能满足他们的要求。根据《十二铜表法》对于债务赔偿的规定，债务人若在一定期限内不能偿还债权人的债务，他将作为奴隶被拍卖（已经牛马不多了），或者由债权人处死（确实是“要命一条”）。不过，总体来讲，《十二铜表法》是人类文明的一个进步，因为法律既已成文，量刑定罪就以它为准了，在一定程度上制约了贵族的为所欲为。不过，当时贵族和平民之间仍有很深的矛盾，双方在立法权和法律内容的制定上进行了长达几个世纪的拉锯战，而这个过程本身，实际上就在不断地完善法律，使之能兼顾各个阶层的利益，日趋合理。

相比其他早期文明的法律如《汉谟拉比法典》，《十二铜表法》有了很大的进步。《汉谟拉比法典》是一部非常严酷的法典，比如它有这样的条款：“倘若自由民指控另一位自由民杀人而不能证实，揭发者应处死”，其总的原则是“以眼还眼，以牙还牙”。相比之下，罗马法虽然也有很多严酷的规定，但是在早期文明的法律上来看，相对要理性得多。比如罗马法强调没有证据，任何人都不能被处死。另外，《十二铜表法》中还有很多与现代法律思想颇为相近的条文规定，如同居一年以上即被视作事实婚姻。

罗马的司法制度也与其他文明有所不同。在古埃及和美索不达米亚的历史上，司法权掌握在行政官员和祭祀手里。而古罗马（和它的老师希腊）则实现了司法与行政的分离。法官不管行政事宜，只管司法。在早期，法官常常是兼职，比如通过抽签选出一批公民组成法官群体，这就是今天西方国家大陪审团的雏形。法官在裁判案件之前，并不直接接触案件，也不主动搜集或调查证据，只是根据诉讼双方提交的证据来判断哪一方所讲的是事实。法官们注重的是衡量双方的证据，确认事实，而不太考察动机，有犯罪动机而没有犯罪行为是构不成犯罪的（这和今天大部分国家的法律一致）。罗马后来设置了最高裁判官来处理民事诉讼，但并不插手调查，每每遇到重大刑事案件，法庭会指定一些人组成委员会，负责收集证据，寻找罪犯，并将嫌疑人提交法院进行审理裁断。

由于对法律的解释不断增加，也日趋复杂，诉讼双方当事人已经很难像《十二铜表法》刚刚诞生时那样自己就能对付整个诉讼过程，尤其是应对法庭上的辩论。因此，需要熟悉法律的人给予帮助。在罗马共和国末期到罗马帝国初期（公元前1世纪的后半叶），专门的辩护

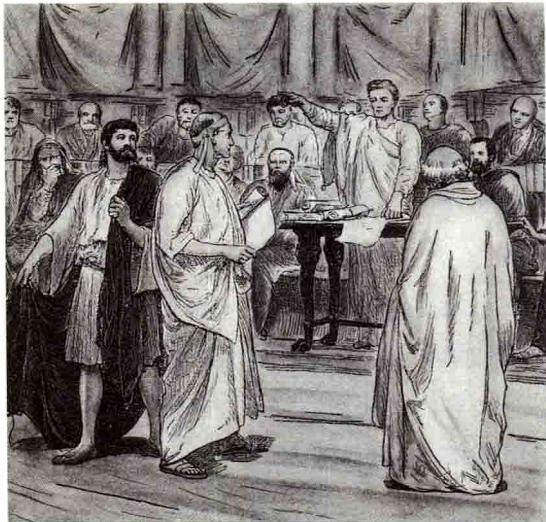


图 5.4 古罗马的庭辩

人便应运而生了。再到后来，辩护人或者诉讼代理人就需要有专门的资格证明，表明他们在大城市里学习过法律，这才可以从事诉讼代理人的职业，这就形成了专业的律师行当。在罗马帝国之后的欧洲封建时代，封建领主（贵族和骑士）自己兼任了行政官和执法者，罗马辩论式的诉讼被封建领主的责问所代替，律师这个行业也就消失了。直到日后资本主义兴起，律师行业才重新得到恢复和发展。

## 第二节 罗马法的体系和法学的发展

罗马人在法律体系上的第一个创举，是将法律分为公法和私法。在古罗马以前，没有明确的公法、私法之分。

公法是针对危害公共利益的行为而设置的。对触犯了公法的人，由“公诉人”作为原告提起诉讼，然后由法官进行裁判。人类历史上的公诉人制度就是从古罗马开始的。而对于个人之间的纠纷，则用私法处理。私法又可以进一步分为人法和物法。

## 14

古罗马的公民包括原本住在罗马的人和 在罗马出生的人。随着罗马帝国的扩展，它也接受被征服地区（行省）的贵族为公民。其他人如 对罗马有特殊贡献，也可以成为罗马公民，而最简单的方法就是从军。在古罗马，公民有很多特权，比如他们不能够被判处死刑，除非他们被控叛国罪。

所谓人法，就是对人的权利和义务的规定。根据罗马的法律，任何自由人，不论高低贵贱，都享有人格、权利，并须承担义务，从这方面看他们是平等的。当然奴隶不在被保护之列。所谓人格，是指每个自由民都有自由权、公民权和家族权。自由权很好理解，就是指每个人都有自己的自由和意志。公民权或市民权，主要是指选举权、被选举权、财产权和婚姻权等。公民权在早期是罗马公民<sup>14</sup>的特权，到了公元212年，卡拉卡拉（Caracalla，188—217）皇帝将公民权扩展到罗马境内的所有自由人。家族权则有点像中国五代时期规定的三纲五常中的父子关系和夫妻关系，而且与古代中国类似，父亲在家庭中有非常大的权力。不过到了罗马后期，家庭中的夫权逐渐消失了。

在罗马早期，人法的主体都是自然人（但并非自然人都是法律的主体）。不过，到了共和时期，罗马出现了很多的社会团体。一些法学家认为：这些团体也应该像人一样具有独立的“人格”；团体中的个人和团体本身是两回事；个人财产和团体财产应该分开，团体的债务不应该转嫁给团体中的个人。这样一来，团体似乎应该和自然人一样，成为法律的主体。到了帝国时期，“法人”的概念在罗马法律中开始出现，上述的团体在法律上被赋予独立的“人格”，人法适用的范围就从自然人扩展到法人。

随着罗马帝国在欧亚大陆的地位不断提高，来到罗马的外国人逐渐增加，罗马法中的人法又衍生出针对外国人的“万民法”，它是今天国际法的起源。

罗马法中的物法是私法的主体，它包括物权法、债务法和继承法等几部分。物权法的核心就是“谁的东西就是谁的”，这个道理今天很好理解，但是在刚刚从原始部落过渡到私有制社会时，所有权的概念是非常模糊的。罗马法明确指出，物品不再是分享的，而是具有所有权的，这个所有权归物品的主人拥有，他人不得分享。这实际上是从法律上保护了私有制。今天欧美国家的法律规定个人财产不可侵犯，就是源于罗马法。古罗马的债务法规定了债务的担保、履行和偿还等诸方面的细节。至于继承法，与我们今天的理解没有太大的差别。



古罗马的物法后来演变出契约和合同法，现代的契约概念就源于古罗马。在当时，契约的不履行被视为侵权行为，因此，大家必须遵守契约或者合同的规定。

法律的制定一般都会稍稍滞后于社会的发展。随着罗马的迅速扩张，各种不断变化的需求使得早期的法律已经无法完全覆盖现实。当然，一种解决办法是不断制定新法。但是，如果法律经常改来改去，其严肃性、权威性和一致性就会受到质疑。罗马法的诸多变化仍然是在传统价值体系下完成的。执政官并不重新修改法典，而是通过对法律条文进行新的解释或修订已有的法律来解决新的问题。罗马人确立了对传统法律的依赖以及对变动的谨慎态度，这种态度是今天西方国家建立法律体系的一个基本原则。无论是英美法系的代表国家美国，还是大陆法系的代表国家法国，在近代两百多年里都只有一部宪法，不会像前苏联，在十月革命后的六十多年里颁布了四套宪法。

对于法律的解释，最早是由执行官进行的，但是很快罗马人就发现这种司法与行政相混淆的做法容易形成集权和暴政，因此，后来在古罗马出现了专门解释法律的人。当然这些人的资格很重要。到了公元前 27 年，也就是中国历史上西汉与东汉交接的时代，奥古斯都大帝屋大维授予一些法学界人士所谓的“解答特权”，即凡享有该项特权的法学家的解答才具有法律效力。而既然他们的解释具有法律效力，法官就必须遵从。以后的罗马皇帝一直沿用这一办法。这样一来，司法权和行政权其实就相互分离了。在古罗马历史上，屋大维（即奥古斯都大帝）无论从任何角度来看都是划时代的人物。在他之前是共和时代，在他之后是帝国时代。在他之前的罗马历史富于传奇色彩，英雄辈出，但是社会其实并不完善，法律也不健全。而在他之后，罗马的历史少了传奇色彩和英雄人物，但是却进入了空前的繁荣时期，因为那时的罗马，个人作用已经被法律所代替。罗马法学的发展，基本上是在屋大维之后的事情。

说起罗马的法学，不能不提到屋大维时期一位杰出的学者西塞罗（Marcus



图 5.5 西塞罗半身像（收藏于意大利卡比托利欧博物馆，Capitoline Museums）

Tullius Cicero, 前 106—前 43), 他曾经担任过古罗马的执政官, 在恺撒成为独裁者后, 西塞罗对政治心灰意冷, 便退隐回家著书立说。他在政治学、法学、哲学和修辞学上都颇有建树。法学上, 他可以称作是罗马法的第一理论家, 他的三卷法律专著《论法律》为罗马法提供了理论基础。

#### 15

芝诺 (Zeno) 于公元前 300 年左右在雅典创立的学派。斯多葛学派认为世界理性决定事物的发展变化, 个人只不过是世界的整体中的一分子。

西塞罗法学理论的出发点是斯多葛学派 (Stoa)<sup>15</sup> 的自然法观念。他第一次明确而系统地阐述了自然法哲学的前提性观点: “法律是自然的力量, 是明理之人的智慧和理性, 也是衡量合法与非法的尺度。” 换句话说, 也就是一切都要以法律为准绳。他强调法律是理性和永恒的——“法律乃是自然中固有的最高理性, 它允许做应该做的事情, 禁止相反的事情。当这种理性确立在人的心智之上并且得到实现, 就是法律。”

在随后几百年里, 西塞罗的学说和自然法精神对罗马法学的影响非常深远。在查士丁尼时期的重要法学论著《法学阶梯》中, 我们能够找到自然法被嵌入罗马法中的条文。在《法学阶梯》中, 罗马法被明确地区分为三部分: 自然法、公民法和万民法。自然法是自然界“赋予”一切动物的法律, 不论是天空、地上或海里的动物都适用, 而不是人类所特有。比如自然法认为, 传种接代是自然赋予的权利, 因此产生了男女的结合, 我们把它叫做婚姻, 有了婚姻, 从而也就有了抚养和教育子女的义务, 这就如同母狮子要教小狮子捕食一样。欧美一些国家的环境保护意识和善待动物的传统, 源于罗马法中的自然法原则。当然, 自然法对罗马法的影响不仅仅因为它是罗马法中的一部分, 正如 19 世纪英国著名的法律史学家亨利·梅因 (Sir Henry Maine, 1822—1888) 所说: “如果我们只计算那些肯定归属于斯多葛学派教条的法律条文数目来衡量斯多葛派

对于罗马法发生的影响，这将是一个严重的错误。”<sup>16</sup>西塞罗和自然法精神对于罗马法的贡献，在于给予罗马法的合理性一些基本的假设。这些基本假设被后人冠以“不言而喻的真理”，比如作为法律主体的人是平等的，每个人都有追求生命、自由、财产和幸福的自然权利。法律的一切规定都必须以这些“不言而喻的真理”为最高原则。1776年，托马斯·杰弗逊在《独立宣言》开篇就讲：“我们认为下面这些真理是不言而喻的：造物者创造了平等的个人，并赋予他们若干不可剥夺的权利，其中包括生命权、自由权和追求幸福的权利。”这里用的就是自然法原则——天地之间有一些“不言而喻的真理”。根据这些自然法原则，杰弗逊在《独立宣言》中一一列出了殖民地的人民应享有的独立权利。由此可见西塞罗学说影响力之深远。

16

亨利·梅因：《古代法》沈景一译，商务印书馆1959年版，第45页。

在西方法学史上，西塞罗的《论法律》第一次系统地阐述了罗马法的本质和体系，西塞罗的思想直接影响了后来的罗马法学家，也影响了欧洲近代的启蒙思想家，为他们提供了天赋人权与分权学说的思想源泉。

从奥古斯都时代开始，法学家的地位在罗马得到了极大的提高。他们的著书立说，有的协助皇帝立法和改革司法制度。在公元1—3世纪，罗马先后出现了五位非常著名的法学家，被称为五大法学家。<sup>17</sup>他们发展了西塞罗的学说，著有大量法律专著。这些专著形成了罗马法完整的思想和理论体系，成为后来的法官解释法律的依据。到了公元426年，罗马皇帝狄奥多西二世颁布了《学说引证法》，规定以这五大法学家的著作作为解释法律的依据。如果这五位法学家著作中有矛盾之处，则以多数人的观点为准；如果分不出多数，则以伯比尼安的解释为准。他们的理论和对法律的解释，收集在后来东罗马帝国的查士丁尼大帝组织编写的《查士丁尼民法大全》中。

17

他们是盖尤斯、保罗、乌尔比安、伯比尼安和莫迪斯蒂努斯。

从哈德良(Publius Hadrianus Augustus, 76—138)<sup>18</sup>开始的罗马历代皇帝，除了那些无道昏君，都热衷整理和汇编先前法学家的论著和著名法官的判例。公元130年，哈德良下令组织一个委员会整理和修订历代大法官

18

奥古斯都之后罗马帝国五贤帝之一。

的告示和判例，并将它们编订成书，赋予永久的法律效力，这就是罗马法的《永久敕令》。公元212年，卡拉卡拉皇帝颁布了《安托尼努斯敕令》，给予所有在罗马帝国出身自由的人以完整的罗马公民权，后来美国和加拿大等国的移民法借鉴了这道法令。在随后的一百年里，罗马帝国的法学研究和法律编撰全面展开。到了公元三世纪末戴克里先（Gaius Aurelius Valerius Diocletianus, 250—312）当皇帝时，虽然罗马帝国已经开始衰弱，但是汇编法典和法律文献的工作不仅没有停止，反而还在加强，直到帝国灭亡。这期间法律上的主要成就包括在戴克里先时期汇编了六部法典，总结了从哈德良皇帝到戴克里先执政期间的全部法律。

到了公元四世纪初，罗马城已经破落不堪，君士坦丁大帝干脆放弃了罗马，在欧亚大陆交汇地建立了君士坦丁堡，帝国的中心从此东移。一个世纪后，狄奥多西一世干脆把帝国一分为二，西罗马帝国以罗马为中心，日渐衰落。而东罗马帝国以君士坦丁堡为中心，正欣欣向荣。罗马法的发展也从西罗马帝国转到了东罗马帝国。到了公元五世纪中叶，东罗马帝国皇帝狄奥多西二世（Theodosius II, 401—450）颁布了《狄奥多西法典》，这

是当时最完善的一部法律，多达16卷。不过，罗马史上，乃至到工业革命之前，最为系统、规模最大的法律汇编是查士丁尼（Justinianus I, 484—565）<sup>19</sup>时代编撰的《查士丁尼民法大全》。

查士丁尼是东罗马帝国早期颇有雄才大略的一位皇帝，有点像中国历史上的汉武帝，是东罗马帝国在文治武功上数一数二的帝王。在军事上，他靠着一代名将贝利萨留的赫赫武功，

## 19

东罗马帝国著名的皇帝，他在统治期间（527—565），收复了许多失地，重建圣索菲亚教堂，被后世称为查士丁尼大帝。



图 5.6 查士丁尼大帝的马赛克像

几乎恢复了罗马帝国全盛时期的疆土，再次将地中海变成罗马帝国的内海。当然，和很多帝王一样，在盛世的时候查士丁尼也喜欢修书，不过他编撰的是法律。

从罗马立国后颁布《十二铜表法》开始，历朝历代留下了大量的法律文件，既包括各项法令，也包括几百年来的法律判例，以及法学家对法律的解释。几个世纪以来，法律文件积累甚多，但是不同时代的文件会有矛盾之处，有些已经不合时宜，不同法官的判例也未必一致，以至于后来难以运用。查士丁尼找来大臣和学者帮他他将罗马历史上的各种法律文件全部整理出来，统一编修，最终完成了一件影响了西方社会上千年的大工程，这就是《查士丁尼民法大全》。

这部法律大全分为四个独立的部分，第一部分是公元529年颁布的12卷《查士丁尼法典》。四年后（公元533年）他又颁布了《法学阶梯》，里面简要阐明法学原理，成为后世学习罗马法学原理的教材，因此后人称之为《查士丁尼法学总论》。同时，这位皇帝还组织了十几位当时著名的法学家，对罗马历代著名法学家的著作分门别类加以整理，编成了《学说汇集》，又名《查士丁尼学说汇编》，在同年颁布。在查士丁尼去世的那一年（公元565年），法学家们又将《查士丁尼法典》完成后新颁布的168条新敕令汇编成集，称为《查士丁尼新律》。其主要内容属于行政法规，也有关于遗产继承制度方面的规范。这四个部分被后人统称为《查士丁尼民法大全》。它是关于罗马法最重要的法律文献，虽然是在西罗马帝国灭亡一百年后编修的，但是覆盖了整个罗马时期，尤其是帝国全盛时期的这种法律，使后人得以了解罗马古典时期的全貌。查士丁尼时期，正是欧洲奴隶制完结的时期，虽然他希望通过法典来延长奴隶制，但是，由于奴隶制已经不符合时代的要求了，他不得不在法律中写上释放奴隶的条文。

东罗马帝国在查士丁尼大帝时代靠武功得来的辽阔疆域，在他死后很快就丢光了，在历史上对东罗马帝国的统治几乎没有任何帮助，但是他主

持编撰的法典却流传至今。在历史上，武功总是不如文治来得长久，而且文治在一个时代过去以后，多少会给世界文明留下一些宝贵财富。

### 第三节 罗马法的复兴和影响

西罗马帝国灭亡后，欧洲大部分地区进入了漫长的中世纪，也就是欧洲的封建时期。所谓封建，就是通过分封而建立起来的统治。虽然欧洲还有国王，但是地方的管理权实际上是交给了大大小小上千个封建领主，也就是我们常常在小说里读到的某某公爵、某某伯爵或某某骑士。这些封建领主在自己的领地内既是行政长官，又是司法者和执法者，而法律条文大多是这些贵族们立的私法。因此，在中世纪的欧洲，虽然奴隶制被消灭了，但是经济没有发展，政治上甚至是大倒退。英国著名作家狄更斯在《双城记》里描写的那两个邪恶的侯爵兄弟，就是当时那些为所欲为的贵族的代表，而当时社会上没有法律和公正可言。

在中世纪，宗教成了逃避现世苦难生活的麻醉剂。所有人在精神上都被洗脑，他们从一生长下来就被告知，将来要受到审判，可能要下地狱，于是，一生都生活在一种来自内心的巨大恐惧中，唯一的出路就是死后能有个好的归宿。在中世纪人的眼里，现世是苦难的。不仅社会下层人士如此，贵族们也是天天生活在恐惧中，生怕自己将来受到审判后要下地狱，因此，当教会声称若将土地奉献给上帝，他们身上的原罪就能被免除时，他们毫不犹豫地就将土地捐给了教会。到了中世纪后期，英国居然有四成左右的土地为教会所拥有。宗教作为最有势力的权力机构，不仅管人的灵魂，还掺乎世俗的事情，并且在很多时候拥有了司法权，以至于后来很多民主国家为了防止宗教干政，不得不把政教分离的原则写入宪法。

到了中世纪末，在几任教皇，尤其是格里高利七世的鼓动下，欧洲的基督教徒们进行了5次十字军东征。虽然从军事上讲，这是一场彻头彻尾的失败，但是客观上却打开了欧洲通往东方的大门。被封闭了几个世纪的欧洲人发现原来东方的世界比他们知道的要好得多。从西古罗马帝国

灭亡后就中断了的东西方交流又恢复了起来，商业和手工业开始发展。而在作为东西方连接地的意大利，最早开始出现了资本主义的萌芽。威尼斯、佛罗伦萨、米兰和热那亚等城市共和国开始在意大利兴起，这些城市不受封建主的统治，它们更多的是由商人、手工业老板或者干脆就是由市民来管理，他们需要用法律治理城市，或者调停商业纠纷。于是，在意大利的各个城邦，掀起了重新研究和宣传罗马法的高潮。到11世纪末，意大利的博洛尼亚设立了以教习罗马法为主的法律专科学校，它的学生来自整个欧洲，这直接引发了全欧洲研习罗马法的热潮。起初，大家还只是以考证和解释罗马法为主，后来就逐步发展到要变通罗马法，让它与现实社会相适应。

到了18世纪，罗马法对法国的启蒙运动产生了重大的影响。法国著名启蒙思想家孟德斯鸠（Charles de Secondat Montesquieu, 1689—1755）写下巨著《论法的精神》。在这部著作中，无论是分析的话题，还是使用的材料，都源自罗马法。他在著作的一开头就重述了西塞罗倡导的自然法原则的观点：

“从最大限度的广义上说，法是源于客观事物性质的必然关系。从这个意义上推断，所有的存在物都有属于自己的法；上帝有他的法；物质世界也有它的法；高于人类的‘先知圣人们’有着他们的法；畜类也有自己的法；人类拥有他们的法。”

在对法律普遍意义的认识上，孟德斯鸠接受了罗马法学家的主流观点，他在该书的“序言”中这样写到：

“我确定了某些原则，并且看到某些特殊的情况符合这些原则；所有民族的历史也只是这些原则的引申而已；每一项特殊的法律都与另一项法律相联系，或是依赖于另一项更具普遍意义的法律。”

《论法的精神》一书被视为人权保护和确立三权分立原则的经典著作。孟德斯鸠的这些观点和结论，都深受罗马法的影响。在该书的第二卷中，孟德斯鸠重点论述了自由的概念、法律自由与政体的关系。他将国家政体的权力归结为三种，即立法权、行政权和司法权。他著作中所有的材料，除

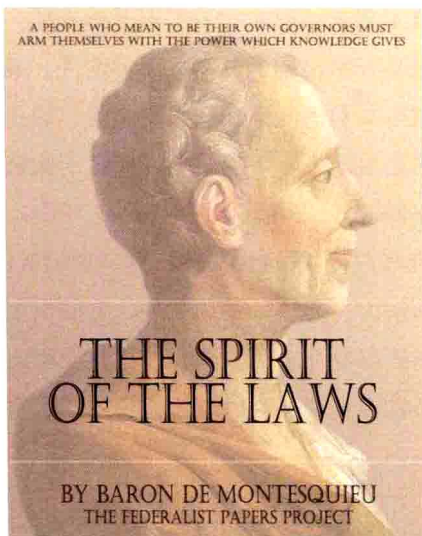


图 5.7 孟德斯鸠和他的《论法的精神》，封面上引用了孟德斯鸠的名言“人民如果想自己做主，就要用知识武装自己”

了来自当时已经实行分权的英国的案例，就是古罗马的诸多案例。孟德斯鸠经过研究，指出了处理三者之间的关系的方法——“用权力制约权力”。

在第四卷中，孟德斯鸠重点论述了“天赋人权”的重要性。而他的理论基础来源于罗马法中的自然法原则。孟德斯鸠认为，人类的繁衍是人类社会赖以生存和发展的基础，因此，婚姻和生育应符合社会发展的需求，同时国家也应制定相应的法律法规保护人类的各种权利。

启蒙时代的另一位重量级思想家卢梭也深受罗马法的影响，他从罗马法中强调的法律主体（自由人和团体法人）的平等性，推广到人的平等性，即“法律的条件对人人都是同等的，因此既没有主人，也没有奴隶。”而为了做到这一点，首先要做到经济上的平等。卢梭认为“政府的最重要的任务之一，就是要防止财富分配的极端不平等。”<sup>20</sup>

当然，孟德斯鸠和卢梭的论著是现代西方政治制度和司法制度的理论基础，而不是法律本身。要真正复兴罗马法的精神，就必须从它出发，制定一部现代法律。在这个过程中，一位科西嘉人起了很大作用。这位身材矮小的法兰西高等军事学院（École Militaire）的学生，非常喜欢读书，尤其是历史书。有一次他在学校被关禁闭时，发现禁闭室里有很多关于罗马法的书，他便如饥似渴地读了起来，并且对书中的内容产生了浓厚的兴趣。十几年后，这位科西嘉人执政法兰西，他的名字让欧洲的君主们颤栗，他就是拿破仑。1800年，他下令制定一部法兰西共和国的法典，后来这部法典以他的名字命名，被称为《拿破仑法典》。

20

卢梭：《论政治经济学》，商务印书馆，1962年版。



拿破仑非常重视并亲自参与了法典的制定。由他任命的起草委员会在完成了民法草案的起草工作后，经过一系列的修改，最后提交参议院讨论。参议院共召开了 102 次讨论会，拿破仑亲自担任委员会主席并参加了其中的 97 次会议，且逐条审

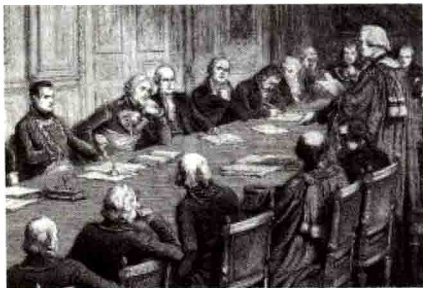


图 5.8 拿破仑参加制定法律的讨论会

议了法典。在讨论会议上他常常引经据典，滔滔不绝地发言，这让著名法学家马尔维尔 (Jacques de Malleville, 1741—1824)<sup>21</sup>、冈巴塞雷斯 (Jean Jacques Régis de, 1753—1824)<sup>22</sup>、普雷阿梅纳 (Bigot de Préameneu, 1747—1825)<sup>23</sup> 等人惊讶不已。法典最后经立法院通过，于 1804 年 3 月 21 日正式公布实施。当初这部法典之所以以拿破仑的名字命名，是因为拿破仑的军队打到哪里，就把这部法典带到哪里。虽然拿破仑在军事上的胜利在 1812 年就终结了，但是整个 19 世纪，欧洲依然是在拿破仑·波拿巴的影响下度过的，因为这部法典把资本主义制度从法国推向了全欧洲。在人们的印象中，拿破仑是以他的武功而名垂青史，但是他自己总结一生的成就，最为自豪的却是这部法典。1821 年，拿破仑在圣·赫勒拿 (Saint Helena) 岛病逝。临终前，他不无感慨地说道：“我一生 40 次战争胜利的光荣，被滑铁卢一战就抹去了，但我有一件功绩是永垂不朽的，这就是我的法典。”

《拿破仑法典》采用了查士丁尼《法学阶梯》的结构体系，除序章外，共有三编 2281 条。三编的名称分别为：人法、财产及所

21 马尔维尔是罗马法专家，《拿破仑法典》四个主要起草人之一。

22 冈巴塞雷斯被认为是《拿破仑法典》的起草委员会的领导者，他当时是法国第二执政。

23 普雷阿梅纳是《拿破仑法典》四个主要起草人之一，时任司法部长。

## CODE CIVIL DES FRANÇAIS.

### TITRE PRÉLIMINAIRE. DE LA PUBLICATION, DES EFFETS ET DE L'APPLICATION DES LOIS EN GÉNÉRAL.

Divisé en 4 Volumes en 10.  
Premier tome le 24 de  
même mois.

#### ARTICLE 1.<sup>er</sup>

Les lois sont exécutoires dans tout le territoire français, en vertu de la promulgation qui en est faite par le PREMIER CONSUL.

Elles seront exécutées dans chaque partie de la République, du moment où la promulgation en pourra être connue.

La promulgation faite par le PREMIER CONSUL sera réputée connue dans le département où siégera le Gouvernement, un jour après celui de la promulgation; et dans chacun des autres départements, après l'expiration du même délai, augmenté d'autant de jours qu'il y aura de fois dix myriamètres [environ vingt lieues anciennes] entre la ville où la

A

图 5.9 拿破仑法典

有权的各种形态和取得所有权的各种方式。该法典的基本原则和罗马法非常相似，主要强调法律的主体平等、私有财产神圣不可侵犯、契约自由以及过错责任。

《拿破仑法典》奠定了今天大陆法系（欧洲大陆各国，以及世界上除英美以外绝大多数国家采用的法律体系）的基础，而它本身在很大程度上继承了罗马法的精神和很多条款。《拿破仑法典》后来成为欧洲很多国家进入资本主义社会时立法的参照系。在德国，罗马法一直被沿用到19世纪末期，而在1900年颁布的《德国民法典》也深受罗马法的影响。而日本和中华民国的法典又直接参照了《德国民法典》。从这个角度上讲，罗马人通过法律第三次征服了世界。

各种文明都有自己的法律，为什么只有罗马法对今天世界各国的社会和司法产生了全面的影响，而其他文明的法律没有做到？应该讲，各个文明的法律大多适合各自的发展要求，不过这些法律大多随着王朝的灭亡而终结。但是罗马法却与众不同，它有着很好的延续性，并且历经一千多年，在不断地发展和完善，日渐合理。第二，就要归功于深深浸透在其中的自然法原则了。

24

亨利·梅因《古代法》<http://t.cn/StV8wL>

亨利·梅因说：“我找不出任何理由，为什么罗马法律会优于印度法律，假使不是有‘自然法’理论给了它一种与众不同的优秀典型”<sup>24</sup>。在罗马法文献中，直接赋予自然法的情形并不多，但是自然法的精神浸润到了罗马法的深处。然而，若要进一步追问罗马法究竟如何体现了自然法精神，则颇需要费一番解释。

首先，罗马法不是立法者意志的体现，而是要符合自然的法则。这两点区别我们可以通过中国古代杰出的法学家商鞅在变法前游说秦孝公的过程看出来。《史记·商君列传》中有这样的记载：

“（鞅）乃遂西入秦，因孝公宠臣景监。以求见孝公。孝公既见卫鞅，语事良久，孝公时时睡，弗听。罢而孝公怒景监曰：“子之客妄人耳，安足用邪！”景监以让卫鞅。

卫鞅曰：“吾说公以帝道，其志不开悟矣。”後五日，复求见鞅。鞅复见孝公，益愈，然而未中旨。罢而孝公复让景监，景监亦让鞅。鞅曰：“吾说公以王道而未入也。请复见鞅。”鞅复见孝公，孝公善之而未用也。罢而去。孝公谓景监曰：“汝客善，可与语矣。”鞅曰：“吾说公以霸道，其意欲用之矣。诚复见我，我知之矣。”卫鞅复见孝公。公与语，不自知跼之前於席也。语数日不厌。景监曰：“子何以中吾君？吾君之驩甚也。”鞅曰：“吾说君。以帝王之道比三代，而君曰：‘久远，吾不能待。且贤君者，各及其身显名天下，安能邑邑待数十年以成帝王乎？’故吾以疆国之术说君，君大说之耳。然亦难以比德於殷周矣。”

这段话大意是说，商鞅到了秦国，通过秦孝公的宠臣景监见到了秦孝公，两个人第一次见面，商鞅滔滔不绝地谈了很久，秦孝公听得索然无味，居然睡着了。之后，孝公骂景监：“你推荐的人说话不靠谱。”景监把孝公的话转给了商鞅。商鞅说：“我和孝公谈三皇五帝的



图 5.10 商鞅游说秦孝公

帝道，但是他不开窍。”过了一段时间，商鞅又见到孝公，虽然这次谈得好一些，但是孝公仍然没有打算用商鞅，并且让景监转告商鞅。商鞅说我上次和国君谈的是成汤、文王、武王的王道，他虽然喜欢但是不打算用。过了一阵子，商鞅和孝公又谈了第三次。这次，商鞅谈的是齐桓晋文的霸道，秦孝公听得津津有味，身体不自觉地不断向前倾，最后跌倒坐在席上。而且接下来他们又谈了好几天。

很显然，秦孝公的目的是富国强兵，称霸诸侯，对建立一个传说中的王道乐土（帝道的范畴）没有兴趣。后来，就有了大家熟悉的商鞅变法的

故事。商鞅制定的法律有很强的功利性，这些法律是秦孝公统治意志的体现，一切以强国为中心。这样，法律就成了政治和军事的工具，短期功效明显。因此，一百多年后，秦国就吞并了六国，统一了中国。但是，正如当初商鞅预料到的一样，秦很难超越周朝——“然亦难以比德于殷周矣。”<sup>26</sup>事实上，暴秦在统一中国后二十几年就灭亡了，它的皇室亦遭灭族。有人（尤其是儒生）将秦的暴政苛法归罪于商鞅，这并不公平。商鞅其实和同时代的古罗马法学家一样，看到了遵从自然法则建立王道乐土则国运必然长久的道理，只是秦孝公既没有这个耐心，可能也没有什么兴趣。

26

《史记·商君列传》

回到罗马人建立法律体系的原则和方法。他们没有像秦孝公那样，把法律作为开疆拓土的手段，而是从自然法的原则出发，坚持法律必须永远与公正、正义相符。这样才能中立地判断什么是对的，什么是错的，什么可以做，什么不可以做。在现实中，某件事情或行为是否符合公正和正义，不在于它是否符合统治者的意志（即实定法），更重要的是它是否符合于自然。与自然相符合便是自然的，因而也是正义的。这是罗马法明显区别于其他文明的法律最重要的特征。

其次，由于自然法的正义化身形象以及自然普遍存在的理论，导致了自然法在时间和空间上具有普遍性的结果。相比之下，体现或者部分体现统治者意志的实定法只局限于特定的地区和特定的人，比如《秦律》适用于以统一天下为己任的秦国，但是到了国家统一以后，那些严酷的法律就不适合了，它最终造成“天下苦秦久矣”的结果。而自然法则不同，它不受时间和空间的限制，不分种族、性别、财富、智力而适用于所有人，不拘是贵族抑或平民，自由人亦或奴隶，也不仅是现在如此，将来亦如是。在自然法下，现实中的种种差异都已被过滤，剩下的都是同样赤裸的平等灵魂。

由于自然法并不体现立法者的意志，人们可能会问：它是如何产生的？对这个问题，法学界有不同的看法。有人认为自然法产生于自然，也有

人认为它出自于人之本性，还有人认为其源自人类对上帝的敬畏。但是有一点大家的看法是相同的，即认同自然法在来源上的先验性，也就是说，自然法属于无需经验或先于经验获得的知识，就如同几何学上的公理，是不证自明的。我们回顾一下上一章介绍的几何学的公理化体系，就会发现虽然人类对几何学的认识是从具体的图形、形状和度量开始的，但是在发展到一定阶段后，就由欧几里得把它给统一到一个公理化的体系中。基于这些不证自明的公理，就能演绎出整个学科。罗马法也是这样，在诞生之初，它是具体的法律条文，和其他文明没有太大的差别，但是罗马的法学家不断地寻求法律中那些永恒的原则，并且最终在自然法里找到一切法律中不变的基础。比如“在法律意义下，法律的主体（人和法人）是平等的”，比如“人有若干不可剥夺的权利，其中包括生命权、自由权和追求幸福的权利”，再比如“人（和法人）对私有财产的权利”，等等。根据这些类似“不证自明”的公理，演绎出完整的法律体系和新的法律条文。比如从人对私有财产的所有权这条“公理”，演绎出各种所有权法，包括后来的著作权法、专利法，等等。再比如，从法律的主体一律平等，演绎出近代的各种人权法案。

基于自然法的罗马法除了在体系上和基础上明显优于其他文明的法律外，在严谨性和完备性等方面也几乎无懈可击，这也是它后来被广泛采用的重要原因。比如，对于商品生产和交换的一切重要关系，如买卖、借贷等契约及其财产关系，罗马法都有非常详细、明确的规定，以致不必做任何实质性的修改，直接成为后世立法的基础。罗马法的内容和立法技术远比其他文明的法律更为详尽，它所确定的概念和原则具有措词确切、严格、简明和结论清晰的特点，尤其是它所提出的自由民在“私法”范围内形式上平等、契约以当事人之合意为生效的主要条件和财产无限制私有等重要原则，都是适合于资产阶级采用的现成的准则。因此，无论从法律的基础上讲，还是从逻辑性上讲，罗马法都堪比法律学中的“欧氏几何”。

马克思对罗马法的评价非常高，他一再强调，罗马法是奠基于私有制基础上最完备的法律形式，不是一般完备，也不是比较完备，而是最完备的法律形式。他和恩格斯在仔细研究了法国的《拿破仑法典》和德国的《普鲁士普通邦法典》，并且对比了英、美、法三国的法律与罗马法的关系之后，得出这样的结论：近代国家都是以罗马法为基础，把现代生活翻译成司法语言，才创造了像《拿破仑法典》这样典型的资产阶级社会的法典。

罗马法传到中国是在清朝末年，清政府当时锐意变革，从日本请来了法学教授，传授法学知识，特别是重点讲授罗马法。从这以后，罗马法对中国各个时期的立法也产生了重大影响。中国从1949年后共颁布了四套宪法，应该讲前三套与中国历朝历代的法律没有什么大的差别，改朝换代了就有新法，完全根据需要立法。第四套仔细读起来，已经有了很大的进步，多少能看到一点罗马法的影子，也就是说，法律本身该是什么样就是什么样。因此，第四套宪法存在的时间比前三套的总和还长。

除了法律和法学本身，罗马人在司法制度上的创造也沿用至今。今天，很多国家立法和司法都是相互独立的，并且独立于行政。写到这里，我们不能不说，法律和司法制度，是罗马人留给世界最好的文明成果。

## 结束语

罗马法历经数千年，其间尽管命运多舛，但它对今天的法律依然有着很大的影响力。罗马法在理论上的合理性来自自然法，它也为今天世界各国的法律提供了理论上的一个脚注。自然法描绘了一种公正和正义的理想图景，在它的指引下，人类从野蛮走向文明。虽然在现实生活中，它未必能够完美地实现，但它提供了一种用于评价国家法律和限制政府权力的普遍性准则。



图 5.11 今天看到的古罗马的遗迹，昔日的辉煌已经不再

古罗马人和罗马帝国都已不复存在，标志着古罗马物质文明的万神殿、斗兽场和凯旋门只剩下了破损的遗迹。但是，我们今天依然能深深体会到罗马人对文明的贡献。他们取得了辉煌的科学和工程成就，为今天的民主制度奠定了基础。尤其重要的是，他们制定的罗马法为今天包括中国在内的大部分现代国家的法律提供了理论依据和参考。罗马法是古罗马人对世界最大的贡献，它所蕴涵的人人平等、公正至上的观念，具有超越时间、地域与民族的永恒价值。

### 附录 和罗马法有关的大事年表

- 前 8 世纪， 罗马诸部落在今意大利地区定居
- 前 753—前 509， 罗马王政时期， 元老院成立
- 前 509—前 27， 罗马共和时期
- 前 450， 十二铜表法诞生
- 前 106—前 43， 西塞罗生平， 罗马法被赋予自然法的基础
- 前 27—476， 帝国时期

- 前 27, 屋大维被授予奥古斯都的尊号, 成为罗马皇帝, 他赋予法学家解释法律的权利, 将法律的解释独立
- 1—3 世纪, 罗马五大法学家生活的年代, 他们的法律著作后来成为解释法律的依据。
- 130, 哈德良将历代大法官的告示和判例编订成书《永久敕令》, 赋予永久的法律效力, 这成为世界上最早的判例法律
- 212, 卡拉卡拉颁布《安托尼努斯敕令》, 给予所有在罗马帝国出身自由的人完整的罗马公民权, 这成为后来很多国家移民法的依据
- 438, 狄奥多西二世颁布了《狄奥多西法典》, 这是工业革命前最完善的法典
- 285—1453, 东罗马帝国时期
- 529—565, 查士丁尼颁布《查士丁尼民法大全》, 成为罗马法最重要的文献
- 1804, 采用罗马法结构的《拿破仑法典》颁布
- 1900, 德国采用罗马法结构的《德国民法典》颁布

## 参考文献

- 1 十二铜表法 .<http://t.cn/8FEuQSQ>
- 2 彼德罗·彭梵得. 罗马法教科书(第二版). 黄风, 译. 中国政法大学出版社, 2005.
- 3 埃米尔·路德维希. 拿破仑传. 郑志勇, 译. 陕西师范大学出版社, 2009.
- 4 孟德斯鸠. 论法的精神. 许明龙, 译. 商务印书馆, 2009.
- 5 Simon Baker. 古代罗马 ( *Ancient Rome: The Rise and Fall of An Empire* ). BBC Books, 2007.



# 第六章 人造的奇迹

## 瓷器

在中国几千年的文明史上，没有任何一种商品能像瓷器那样，改变世界的政治文化和人类的生活。因此，中国被称为“瓷器之国”毫不过分。瓷器是彻底的人造物，它和金属、玻璃（包括水晶）这些东西不同，在自然界是找不到的。它完全是人类活动的结果和文明的标志。

### 第一节 陶和瓷

我们经常讲陶瓷，其实陶和瓷是两种完全不同的东西，虽然它们多少有点关联。陶器的历史比瓷器要长得多，它不仅是人类文明早期就开始使用的器皿，而且各个文明都独自制造出了陶器。瓷器则不同，它的发明需要很多机缘巧合和技术的准备，它是中华文明成就的集中体现。不过，要介绍瓷器，还要先从陶器说起。

当人类走过茹毛饮血的发展阶段后，便需要用盛器来装水和食物，并储存粮食。最早的盛器可能是一片芭蕉叶，一个瓢，一片木板或者贝壳，甚至是鸵鸟蛋壳（古巴比伦）。但是这些天然的盛器既不方便，也不耐用。我们的祖先在无意之中发现粘土经过火烧之后会变得坚硬而结实，这样，陶器便应运而生。

1953年，在西安东北部的半坡村，发现了距今七千多年的新石器时代仰韶文化一个村落的遗址。在那里出土了大量的陶器，从储存粮食的大罐，



图 6.1 人面鱼纹彩陶盆（现收藏于中国国家博物馆）

到日常使用的锅碗瓢盆，等等。其中最精美的当属人面鱼纹彩陶盆（如图 6.1 所示），它的尺寸和今天的脸盆差不多，这便是远古陶器的代表作了。在中国西北，从众多的遗址和墓葬中仍能找到大量的陶器。

遗憾的是，在中国没有文字记载或其他的描述告诉我们这些陶器是如何制作和烧造的。不过没有关系，在人类的第一个文明中心埃及，保留了大量的壁画，壁画上描绘了古代陶器的制作过程。更让我们兴奋的是，由于全球发展的不平衡性，有些偏远地区至今还在按照古老传统的陶器制作工艺来烧造陶器。这让我们有机会真实地了解到人类远古祖先烧制陶器的过程。

在印度尼西亚日惹（Yogyakarta）地区的农村，人们的生活和埃及壁画中描绘的五千年前古埃及人的生活颇有相似之处。当地人需要用器皿盛水和装食物，因为粘土随处可见，而且便于成型，所以它成了制作器皿的首选原料。美国探索频道的记者在当地的巴亚特（音译）村看到了原始陶器的烧制过程，器皿成型后，被放在火中露天烧制。烧制的方法很简单：将泥皿堆在柴火上，然后用瓦片盖好，点燃柴火即可。这种烧制方法只能达到摄氏六百至八百度，而且温度不均匀，烧制出的陶器不是很牢固，还容易在水中溶解。而附近的一些村庄（如卡索根村，Kasongan），烧制陶器的方法要高明得多。他们用粘土搭了一个一米多高的炉子，将泥皿放在炉子中烧制，这样不仅可以提高炉温，而且温度要均匀得多，出炉后的陶器内部应力较小，陶器也因此变得结实很多。在埃及卢克索帝王谷的壁画中，人们记录了烧制陶器的过程，这和今天巴亚特村的非常

相似，只是所用的炉子更高大。

如前所述，除了粘土，陶器的质量还取决于烧制的温度和炉温的均匀程度。我们前面提到美索不达米亚的赫梯人，他们不仅最先使用铁器，也最早烧制出高温陶器。早在公元前 14 世纪，他们就能将烧制陶器的炉温提高到 1100 度（否则无法冶铁），在这样的温度下，陶土颗粒结合得更紧密，烧制的器皿不仅结实而且可以做得相对轻巧。今天，在很多大博物馆中，我们都可以看到这些从美索不达米亚出土的几千年前的陶器。它们制作精美，历经几千年，依然完好地保存了下来。



图 6.2 赫梯人制作的陶罐

制作高质量陶器的另一个关键是要保持炉温均匀。在烧制过程中，陶器会收缩，如果炉温不均匀，有些地方收缩得多，有些地方收缩得少，这样就会产生内部的应力。我们知道，岩层的应力最终会导致地震，而陶器内的应力就像一个定时炸弹，一旦陶器受到来自某个方向不大的外力，就会破损。陶器越大，炉温不均匀带来的问题就越大。这个问题解决得最好的国家就是中国。虽然中国并没有这方面技术的记载，但留下了这项技术的大量物证——兵马俑和秦砖。

大家所熟知的秦陵地宫兵马俑是陶俑，其尺寸基本上是真人大小。这些陶俑并非整体烧制而成，而是一个部件一个部件烧制后，再拼装成人形。陶俑烧成后，体积大约缩小了 20%，因此在烧制过程中必须做到粘土成



图 6.3 兵马俑刚出土时是彩色的，但是由于色彩不是烧制在陶俑的表面而是绘制上去的，一旦出土，便迅速氧化褪色，变成土灰色

多，可以长达一米多，而且是空心陶砖。秦砖非常坚固，很多秦砖用于铺台阶，经受多年踩踏，依然完好无损。要烧制这么大的陶器，窑火的温度一定要均匀，否则就会有裂缝，而且不结实。今天无人知道当时的中国人是如何做到的，但是从结果来看，中国人的确做到了。另外，从年代和地点上讲，秦砖并非专指秦朝或者秦国的陶砖，而是泛指先秦时代中国各地制作的同类空心陶砖。这类砖在战国时期的很多地区都有发现，说明当时全中国烧制陶器的技术已经非常高超。



图 6.4 古希腊陶器（作者摄于纽约大都会博物馆）

分一致，而且窑火要非常均匀，才能保证各个部件收缩率相同，在烧成之后配合得天衣无缝。在全世界同时期出土的陶器中，没有比兵马俑更精美的了。如今的各种兵马俑仿制品，与原作相比只能用粗制滥造来形容。

我们常说的秦砖汉瓦，指的是非常古远的两种优质建筑材料。其实秦砖不同于我们今天盖房子用的砖头——它的体积要大得多，

同一时期，古希腊的烧陶技术也非常高超。古希腊人将绘画艺术和陶器的烧制结合在一起，留下了很多精美的陶器。此外，古希腊人还发明了分三次烧制的工艺流程，可在同一陶器上烧出红黑相间的颜色，历经几千年也不会褪色。他们首先做好陶胚，然后用颜料画上图案。在第一次烧制时，他们将温度升到 800 度，这

样整个陶器和颜料部分都呈红色，有点像今天的红砖。第二次烧制时，升到 950 度，整个陶器全部呈黑色。第三次温度再降回到 800 度<sup>1</sup>，这时颜料部分依然呈黑色，而陶器其他部分呈红色。

<sup>1</sup> 当时的希腊人并没有记载这些温度，这些温度是根据今天实验结果倒推出来的。

但是无论是希腊人还是中国人烧制的陶器，即使再结实，再美观，也无法克服陶器本身的诸多先天不足。首先就是密水性不好。如今日常生活中使用最多的陶器恐怕就是花盆了，之所以用像瓦片一样的花盆养花，就是因为它能渗水透气。但是，如果用来装水或盛汤，渗水这个特性就让人很不舒服了。虽然古代几个发达的文明国家都试图解决这个问题，比如古埃及人在陶器烧制前往土坯上涂抹一层甘蔗汁，但是防水的效果有限。陶器的第二个重大缺陷就是强度不够，不仅厚重而不好用，而且易碎。因此，在古代，无论是埃及、希腊还是中国，王公贵族们并不使用陶器饮酒吃饭。

在埃及卢克索拉美西斯二世的神庙里，墙壁上的壁画描绘了他向众神敬献美酒和食物的场面。从壁画中可以看出，他使用的是精美的石器，虽然当时古埃及早已使用陶器上千年了。石器餐具的制作，如同中国后来帝王用的玉碗、玉碟一样，既费时费力，又不可多得。在古波斯也是类似，向大流士进献食物用的碗也是石头制作的（如下图所示）。

在古希腊，贵族们通常使用银器（甚至是金器）来做餐具。在相当长时间里，古罗马白银的主要用途也是制作餐具。即使到了今天，美国中产之家（不包括第一代移民）多多少少都有些银质餐具，一个家庭拥有一两公斤的银



图 6.5 侍从们用石碗向大流士国王进献食物（图片来源：伊朗百科项目<sup>2</sup>）

<sup>2</sup> Encyclopædia Iranica, 网站 www.iranicaonline.org



图 6.6 美国中产之家标准的银质器具（包括咖啡壶、茶壶、牛奶罐、茶叶罐和糖罐）

器毫不奇怪。而刀、叉、勺这些餐具在英语中仍被统称为银具（silverware），尽管早就不是银质的。很显然，在古希腊和古罗马，银器并不适合广大平民使用。中国的情况我们比较清楚，王公贵族用的是

青铜器，虽然到了汉代有一阵使用漆器，但依旧采用青铜器的造型。全世界都需要用一种更好的盛器取代陶器，这就诞生了东方的瓷器。

## 第二节 上天的眷顾

从陶器到瓷器的飞跃，最初的动机是为了改进盛器的缺陷，尤其是陶器的密水性问题。现在我们知道瓷器的密水性来自于两个方面，即材料本身的差别和外部的釉质。但是古代的人们却不知道这些。历史上很多技术的发明是可以说是“踏破铁鞋无觅处，得来全不费功夫”，完全是意外发现的。上釉技术源于美索不达米亚文明，早在公元前一千年甚至更早就已发明。往返于沙漠的商人无意中发现，沙子和盐（或者苏打）一起加热到 1000 度<sup>3</sup>时，就会变成半透明的糊状物，当它冷却下来，就可以在物体的表面形成一层光滑的釉。釉有玻璃的属性，既美观又防水，因此，新巴比伦的工匠们就想到了在陶器泥皿的表面涂上一层细砂、苏打和石灰，然后再进行烧制。这样陶器的表面就带上了一层釉。中东人掌握上釉的技术比中国早了上千年，但是当时的上釉技术并不成熟，在陶器上烧制出来的釉面既不密实，也不牢固，水照样从釉的缝隙中渗透。因此，新巴比伦人放弃了这种吃力不讨好的尝试，干脆将这项技术用在建筑材料——釉面砖的制造上。他们烧制的釉面砖有点像中国的琉璃瓦。当时除了穷人，大多数人家的房子都用这种釉面砖装饰，其中保留下来

<sup>3</sup> 这个温度也是根据今天的实验倒推出来的。



图 6.7 新巴比伦城门，又称为伊斯塔门（Ishtar Gate），保存在柏林佩加蒙博物馆

的最漂亮的建筑当属著名的巴比伦城门，又称为伊斯塔门。这座城门高约 14 米，宽度超过 30 米，今天保存在柏林佩加蒙博物馆里。整座城门是 2600 年前彩色釉面砖构建而成的杰作，宏大而精美。蓝色的釉面砖组成了城门深邃而亮丽的基色，上面整齐排列着许多金色的雄狮与骏马。

除了巴比伦城门，新巴比伦留下来的釉面装饰非常之多，尤其是雄狮的图案，这种釉面砖的狮子图案，今天成为了新巴比伦的象征，在世界许多大博物馆中都可以见到。



图 6.8 巴比伦釉面砖墙（收藏于纽约大都会博物馆）

新巴比伦人发明了上釉的技术，并且被后来的波斯人发扬光大，但是整

个中东地区始终没有能发明瓷器。这项技术也传到了古埃及，在埃及法老图坦哈蒙的黄金面具上镶嵌着闪着玻璃光泽的釉面，但是古埃及人也没有造出瓷器。这不是因为他们的文明不发达，而是缺少烧制瓷器的另外两个必要条件——高岭土和大量的燃料。而上天把这些条件给了中国，让瓷器最终在中国诞生。



图 6.9 在安阳出土的殷商后期的白陶罐，做工精细，纹饰优美（收藏于美国国立亚洲艺术博物馆）

中国人在发明瓷器之前，制作过一种特殊的陶器——白陶，这种陶器加上后来的上釉技术，最终导致了瓷器的诞生。今天，这种早期的白陶在中国已经不多见了，但是在华盛顿的美国国立亚洲艺术博物馆<sup>4</sup>里仍能见到。在那里陈列着许多亚洲的文物，包括各个国家的陶器，而来自中国的一些陶器与其他国家的陶器有着本质的不同，因为它们不是用一般的粘土烧制的，而是用一种叫高岭土的原料制成的，这就是白陶。白陶早在中国的商代就有了，但是它依然是一种陶器，不是瓷器，

虽然它的原料和后来的瓷器一样。

烧制白陶的高岭土又称瓷土，因景德镇高岭山的瓷土质量最优而得名。高岭土的名称虽然带个土字，但其实不是土，而是一种矿石，由花岗岩风化形成，主要成分是二氧化硅（石英，即水晶）和三氧化二铝（刚玉）。高岭土矿石被采集下来后，粉碎成非常细致的粉末。在中国古代，高岭土的加工非常麻烦，首先要用类似于舂米的舂子在石缸里把它们舂碎，然后经水洗过滤，得到比面粉还细的粉末。高岭土其实并不是什么稀罕物，

4

华盛顿的弗雷尔美术馆（The Freer Gallery of Art）和赛克勒博物馆（The Arthur M. Sackler Gallery）合称为美国国立亚洲艺术博物馆。



在世界上的分布非常广，今天随处都可以买到，而且很便宜。但是在古代乃至近代，高岭土可是宝贝。



图 6.10 从美国手工店 (Michaels) 购买的高岭土，它比面粉还细致

由于高岭土是一种储存在岩石之间的矿，早期的各种文明要么当地没有高岭土矿，比如古埃及和美索不达米亚；要么就

没有发现，比如欧洲。因此，中国成了唯一一个发现并使用高岭土的早期文明。美洲倒是世界上高岭土储量最丰富的，但是那里的文明落后欧亚大陆几千年，使用高岭土自然是不可能的。人类的文明进程常常得益于地理条件和环境。正如尼罗河三角洲温暖的气候和肥沃的土地造就了古埃及的农业文明，美索不达米亚三大洲交汇的特殊位置让它成为了人类最早的商业和贸易中心一样，上天也同样眷顾着中国，给了中国丰富的高岭土和充足的燃料——大片的森林。这也是为什么世界上各个文明都很早地掌握了制陶技术，但除中国之外的其他古代文明未能烧制出瓷器的原因。

烧制瓷器需要三个条件：高岭土、高温和上釉技术，缺一不可。在美索不达米亚地区，新巴比伦人掌握了后两项技术，但是缺少第一个条件；而在中国，尽管陶工们在三千多年前就掌握了用高岭土烧制陶器的技术，并且在接下来的一千多年里，不断研究它的特性，改进工艺，但是因为窑的温度不够高，同时也没有掌握上釉技术，因此烧出来的是陶器，而不是瓷器。

虽然新巴比伦人很早就发明了上釉技术，但是或许是因为远隔大漠和崇山峻岭，这种技术在长达一千年的时间里也没有能传到中国，虽然在当地已广泛应用于建筑，并传入古埃及。中国工匠掌握上釉技术先是靠一些意外的发现，后来是独立找到了上釉的技巧，和美索不达米亚文明无关。到了西汉时期，铁器已经在中国广泛使用，说明那时火炉的温度可以提升

1100 度以上了。到了东汉末年，中国陶器的烧制温度普遍达到了这个水平。在这个温度下，奇迹终于发生了。

某一次烧窑时，熊熊的火焰将窑温提高到了 1100 度以上，这时，一个偶然的意外发生了，烧窑的柴火灰落到陶胚的表面时，与炙热的高岭土发生化学反应，柴火灰的作用相当于中东陶工用的苏打或者盐，它能使石英在



图 6.11 日本 19 世纪烧制的自然上釉的陶器，釉面的厚薄和色泽都不均匀

高岭土陶胚的表面形成一种釉面。这种上釉方法后来被称为自然上釉法。当窑主和陶工们在几天后打开这个窑，看到因柴火灰溅落而形成的有斑斑点点釉色的陶器时，不知道他们当时是懊恼还是惊喜——坦率地讲，这样的釉面并不十分美观。这种自然上釉法的古瓷或者古陶器今天已经很难找到了，我找了很多博物馆，才见到一件日本江户时代自然上釉的陶器仿品（如左图所示），从图片看，它确实很不漂亮。如果陶工们因此而懊恼，一点也不奇怪。

但是，窑主和陶工们很快就发现，这种釉可以防止陶器渗水。而且或许有人真的喜欢这种流光溢彩的釉面，陶工们显然希望这种奇迹再次发生，烧出一批表面完全覆盖了釉面的精美陶器。不过，这种靠自然上釉得到彩陶的成品率实在是太低了。这时，中国陶工们的聪明才智就显示出来了。他们很快找到了产生这种偶然意外的原因——由柴火灰溅到高岭土的陶胚表面。既然柴火灰可以让陶胚包上一层釉，何不在烧制前主动将陶器浸泡在混有草木灰的石灰浆<sup>5</sup>中呢？我们不知道这个好点子是谁想出来的，他或许是一位普通的陶工，或许是个窑主，不管怎样，想必他是一

5

釉药中主要成分有氧化钙，钙和石英结合可以防止渗水。

位勤劳而聪明的中国人。当然，第一次涂上草木灰浆烧制的陶器未必成功，或许经过了很多次烧制，陶工们才熟练掌握了其中的技巧，或许经历了很多代人，但结果是，中国人发明了一种可控的上釉方法——草木灰上釉法。

如果说陶工们注意到自然上釉的现象还只是一个发现，那么草木灰上釉法则是一个有明确目标的主动发明。这是一项伟大的发明，在人类发明史上，其作用不亚于我们常说的中国四大发明，因为它解决了一个困扰人类几千年或许上万年的问题——怎样让烧制出的器皿不渗水。它在随后的一千多年里将继续改变世界。我们有时说到发明和创新，必言乔布斯，必言爱迪生和福特，但是相比之下，发明这项上釉技术的人（而且很可能是一批人）更伟大，值得每个炎黄子孙引以为荣。他们当时可能没有意识到这项发明的重要性，然而，它改变了世界的文明史。

在1100度左右的温度下烧制出来的仍然是陶器而不是瓷器。陶器和瓷器有本质的区别，只要将两者打碎，比较断面就能看出：陶器的断面还呈颗粒状，用一个铁钉子刮一刮它还会掉渣，因为陶器内部的高岭土粉末虽然粘连在了一起，但是它们只是粘在一起的细小颗粒，不是一个整体。如果放在高倍显微镜下看，它们就像是一个个焊在一起的小钢球，而不是一块铁板。但是瓷器就不同了，它的断面是整齐的，而且用铁钉根本划不动。因此，要烧制出瓷器，炉窑的温度还得升高。

从东汉末年到隋唐，中国人的陶器烧制技术不断提高。当窑内的温度到了1250—1300度时，奇迹再次出现：高岭土坯呈现出半固态、半液态的质态。高岭土内部的分子结构发生了根本的变化，原本的粘土颗粒完全融在了一起，形成了一种像晶体式的结构，等冷却下来时，就形成了瓷器。在显微镜下观察瓷器断面，它像铁板一样，是完整的一块，因此，它的强度要比陶器高得多。正因为如此，瓷器可以做得很薄，加上它有半透光性，看上去温润如玉。

中国最早的瓷器出现在什么时候，至今仍有争论。过去一直认为应该是

6

社科院学者王仲殊(1982年)声称,早在东汉已经有瓷器了。但是法国陶瓷专家理查德·杜瓦(Richard Dewar)(2002年)则认为真正的青瓷烧炉炉温至少需要1260℃,并且经过降火过程,这些直至北宋(960—1127)初期才被发明。另外,个别瓷器的发现可能是偶然烧制而成的结果,并不说明有了批量生产的技术。

7

Adshead, S.A.M. (2004). Tang China: The Rise of the East in World History. New York: Palgrave Macmillan.

在隋唐,但是后来出土的一些早期瓷器证实,在三国魏晋时代中国应该已经开始生产瓷器了,虽然那些瓷器的质量不高。1970年在浙江金坛县一处西晋墓葬出土了一件青瓷扁壶,说明在西晋时期已有少量的瓷器了。至于瓷器产生的年代是否更早,以及最早期的介于陶器和瓷器之间的器皿到底算陶器还是瓷器,海内外学者观点各不相同<sup>6</sup>。汉学家、《世界史上的中国》(*China in World History*)一书的作者西蒙·亚德里安·阿谢德(Samuel Adrian Adshead)倾向于认为规模量产的瓷器制作始于唐代<sup>7</sup>,因为后来出土了很多那个时代的越窑瓷器。但即使在唐代,陶器仍然占主导地位。当时最有名的陶器当属唐三彩了。而瓷器的普及,则要到北宋时期。

烧制瓷器的几个关键要素:高岭土、上釉技术和高温,中国都已具备了,要量产瓷器,就需要大量的燃料。上天不仅赐给了中国丰富的高岭土储备,还给了中国广袤的森林(至少在500年前依然如此)。因此,瓷器由中国人发明,并且垄断近上千年,似乎是老天对中国特殊的眷顾。中东地区由于缺乏高岭土和燃料,从三千多年前发明高质陶器后,几千年来在制陶技术上都没有突破,今天依然在烧制陶器。当然,光靠老天爷的眷顾是无法让中国人在瓷器上领先和垄断近千年的,中国人的聪明才智以及中国古代的科技水平在瓷器制造上得到了很好的体现。

为了大批量生产瓷器,需要修建能够达到高温的大型瓷窑。生过火的读者都知道,无论是扇子还是鼓风机都可以让火烧得更旺,因为这样能及时补充氧气。当然,另一个办法是修建一个高高的烟囱,它能起到同样的作用,将外面的空气吸进炉膛。在中国南方,瓷器工匠们想出了一个更好的方法,他们利用南方多丘陵的地势,将瓷窑依山而建,这些瓷窑通常有几十米长,高处比低处能高出10米左右,作用相当于高高的烟囱,这样能让体积很大的瓷窑长期保持高温。这些发明在当时的意义远远超过建立一个现代化的炼钢厂,因为没有这样的技术,瓷器很难量产。中国古代的这些瓷窑相比古埃及和中东地区的小炉窑,就相当于现代化炼钢厂相比1958年中国农村建的土高炉。在接下来的近千年里,中国不断

改进炉窑。正是靠这样的“高科技”炉窑，中国生产出了大量的瓷器，并且传播到世界各地。

### 第三节 宋代青瓷

喜欢收藏瓷器的朋友都知道，瓷器有青瓷和白瓷之分，当然还有不常见的黑瓷。青瓷和白瓷本质上并无太大差别，主要是高岭土中的含铁量不同。高质量的高岭土是纯白色的，但是天然的高岭土或多或少都含有杂质，杂质的成分主要是铁，当然也会混有少量其他金属氧化物。高岭土中的氧化铁在烧制过程中被还原成氧化亚铁。氧化亚铁本身呈黑色，因此，如果高岭土中含铁量过高，陶瓷就呈黑色。如果能将铁元素完全去除，烧出的陶瓷就呈白色，而如果介于两者之间，陶瓷就呈青色或者黄绿色。青瓷的出现比白瓷早了好几百年。早期人们不知道如何去除高岭土中的杂质铁，因此烧出的陶器不够白。如此说来，青瓷似乎多少有点缺憾，但是中国人恰恰利用了这点缺憾制造出了非常富有美感的瓷器。

青瓷的制作在唐代已经很成熟了，其代表是浙江上林的越窑瓷器<sup>8</sup>。唐代诗人陆龟蒙曾经用“九秋风露越窑开，夺得千峰翠色来”来赞美越窑青瓷。青瓷器皿在那个时代是非常珍贵的。上个世纪八十年代，在重修陕西名刹法门寺时，发现了两千多件地宫宝藏。那是唐朝皇帝进献给佛祖最贵重的宝物，包括印度的象牙制品、中亚的金器等，而当中放着的“秘色八棱净水瓶”就是越窑青瓷里的上品。这说明在当时唐朝皇帝的看来，青瓷器皿比黄金、象牙还贵重。

<sup>8</sup> 对于古代瓷器的命名，大多来自窑址的地理位置，越窑顾名思义，来自唐代的越州，即今天的浙江东南部。



图 6.12 陕西法门寺地宫宝藏秘色八棱净水瓶

真正意义上的白瓷出现在隋代。早期的白瓷依然无法彻底去除瓷胎铁质，因此窑工们常常在瓷胎表面先涂上一层妆土，来掩盖瓷器的杂色。到唐代中晚期，工匠们已经能将胎质中的铁去除得比较干净了，这种施以妆土的做法才渐渐消失。唐代白瓷的制作中心在中国北方的邢州，与南方的越州形成了南青北白的对峙局面。或许是因为白瓷出现得较晚，接受程度不如青瓷，在当时比较有代表性的观点是“邢不如越，白不如青”。但是，白瓷最终在世界历史上扮演了更重要的角色。

虽然唐代的瓷器已经传到日本和东南亚一些国家——日本今天茶道的用具和唐代出土的茶具颇有相似之处，但是，瓷器真正走向全世界并且影响世界文明进程是从宋代开始的。

根据费正清和大多数海外学者的观点，宋朝是中国经济发展的高峰。加上宋朝历代皇帝重文轻武，客观上造就了文化的繁荣和艺术的发展。宋朝开始了文人画，文人们的审美修养和境界都非常高。在这样一个大环境下，宋朝人烧制出了极有品位的高质量瓷器。这些瓷器，在世界史上的地位堪比从路易十四到二战前夕法国的奢侈品。瓷器的制作在北宋达到了第一个高峰，最具有代表性的是被称为汝、官、哥、钧、定的宋代五大名窑，而其中又以汝瓷最为珍贵。

汝窑因产地在河南省的汝州而得名，它位列五大窑之首有两个原因。第一是质量上乘而且稀有，第二是漂亮而精致，符合文人的审美。先说说它的稀有性。汝窑建造于北宋末年，实际上是为宫廷服务的瓷窑之一。南宋人叶寘在《坦斋笔衡》中记录：“本朝以定州白瓷器有芒，不堪用，遂命汝州造青瓷器，故河北、唐、邓、耀州悉有之，汝窑为魁。”因此，汝窑又被称为汝官窑。而正因为是供给宫廷使用，所以汝窑瓷器质量上乘，胎薄而坚。可惜的是汝窑瓷器的烧制时间非常短，前后不过二十多年，而且产量很少。汝瓷在南宋时期已经一器难求了，而流传至今的，全世界不到百件，其中大部分保存在海峡两岸故宫博物院、大英博物馆和伦敦戴维德中国艺术基金会<sup>9</sup>。笔者有幸在海峡两岸的故宫博物院和大英

<sup>9</sup> 戴维德中国艺术基金会 (Percival David Foundation of Chinese Art) 是世界上收藏中国瓷器最多的博物馆，收藏宋、元、明、清瓷器 1700 多件。

博物馆见到过十几件。不了解瓷器的人第一次见到汝窑瓷器，未必能留下什么深刻印象，因为它的色泽和今天的瓷器相差甚远。笔者二十多年前在北京故宫博物院看到汝窑瓷器时，除了古老之外，并不觉得有什么特殊之处。后来了解了一些宋瓷的常识，在台北故宫博物院再次观摩时，才特别留意了宋代五大名窑的作品。不过，宋代五大名窑各有千秋，而单纯从色彩上讲，色彩丰富的钧瓷更能给人留下深刻印象。直到后来对世界各国陶瓷了解得比较多，并熟知陶瓷的历史和制作工艺后，再回头看汝瓷，方能体会其美妙之处。

汝窑瓷器之所以名贵，和它内在的美感分不开。汝窑瓷器呈天青色，这是一种深邃而透亮的淡蓝色。这种颜色一方面来自于它特殊的釉，相传釉中掺有玛瑙粉，另一方面来自它特殊的瓷胎，因为其中含有少量的铜，光线经过青色釉面射到瓷胎的表面，部分颜色的光被吸收，而反射回来的青色光变得非常深邃而柔和。这种天青色被形容成“雨过天青云破处”，非常难得，被认为是青瓷的最高境界。这种天青色的瓷器，对全世界的审美产生了很深远的影响。在波斯，商人们通过丝绸之路把宋朝的瓷器带回去，大家都被这种温润如玉、带有天青色光泽的神奇器皿迷住了。当地的工匠试图在陶器上涂上青色的釉，烧制出类似的仿品。直到今天，在伊朗仍然有人在烧制这种颜色的陶器。但是由于青色是涂抹颜料的颜色，而并非瓷器本身的颜色，因此，缺乏汝瓷那种深不可见底而又温润晶莹的神韵。即使是在汝瓷的故乡中国，历代也没有再仿制出真正意义上的汝窑瓷器。清代雍正年间是仿宋瓷做得最好的年代，然而仿制的汝窑瓷器，也只是在釉色上相似，而胎本身呈白色，缺乏宋代青瓷的神韵。笔者在伦敦大英博物馆看到一件汝窑杯盏，据说几件同类的汝窑瓷器都在英国。从图片中可以看出它薄而坚的特点，釉色温润，历经千年依然光洁如镜。



图 6.13 汝窑杯盏（收藏于伦敦大英博物馆）

其他四大名窑也各有各的特点。哥窑、官窑和钧窑都是青瓷器，只有定窑是白瓷。我们前面讲到，在瓷器发展的早期，人们不知道如何去除高岭土中的铁杂质，因此无法烧制出纯白的瓷器。而到了五代和北宋时期，定窑瓷器已经达到了洁白如玉的水平。与青瓷器不同，定窑瓷器表面常常有雕花和纹饰，以迎合市民阶层的审美。这可能是因为早期定窑属于民窑，而非官窑。虽然定窑瓷器也有进贡给宫廷使用的，但是宋朝的文人对此评价不高。关于宋代五大名窑汝、官、哥、钧、定的特点，在本章附录中有简单的介绍。

到了南宋时期，由于北方被金国所占，中国的瓷器中心转移到了南方。在浙江龙泉地区，出现了著名的龙泉窑。今天在那里，考古学家们找到了许多依山而建的窑址，最长的近百米，一般都在80米以上，每个窑一次就可烧制2万多件瓷器。据估计，宋代每年能烧制上千万件的瓷器。而瓷器则从北宋开始走向全世界。两宋是中国最富足的朝代，南宋时很多年税收超过一亿贯，相当于七八万两白银，超过元代、明代和清初的任何一年，这个记录只有到了乾隆朝最鼎盛时才被超过。两宋三百年，农民的负担并不沉重，那么这些税赋从哪里来？很主要的来源就是贸易，而瓷器成了继丝绸之后第二种远销中东和欧洲的中国商品。

## 10

关于印度尼西亚瓷器贸易，这里有些资料：<http://t.cn/8sDwK89>

福建泉州是宋代对外贸易的中心，在这里中国的商人将瓷器装上远洋货轮，然后经过中国南海，穿过马六甲海峡一直到达印度尼西亚<sup>10</sup>，即当时的爪哇国西部。从那里往西的印度洋是阿拉伯帝国的势力范围，往东的太平洋则是中国人的天下，这样印度尼西亚就成了双方货物的中转站。今天在印度尼西亚，依旧保留有很多宋代的青瓷。有两件小事可以说明在宋代当地的居民对这些漂亮的瓷器非常喜爱，甚至到了迷信的地步。第一件事是他们在祭祀中使用的是中国的瓷器，因为祭祀要用最好的器皿。第二件小事更有意思。很多宋代留下来的青瓷器都有缺口，问一下当地人才知道，当年的爪哇人相信漂亮的瓷器拥有魔力，于是他们把瓷器碾成粉入药了。今天，在印度尼西亚的一些药店里，依然在销售主要成分为高岭土的治疗痢疾的药。用 Google 搜索一下高岭土和痢疾这两个词的英文 Kaolin 和



Dysentery, 就能找到很多用高岭土治痢疾的偏方, 内容大多来自东南亚和印度。

中国瓷器的输出, 在无形中影响着世界一些民族的生活习惯。去印度旅游过的人都会注意到两个奇怪的现象。第一, 在印度街头, 今天依然能看到人们使用一次性的陶器, 用完了就扔掉。这些陶器都是在城市郊区的农村当街用干牛粪烧制的, 而制陶的粘土在印度随处可见, 因此成本很低。为什么印度会有这样(不环保)的习惯呢? 这跟印度的种姓制度<sup>11</sup>有关。不同种姓之间是不能混用餐具的, 否则就得扔掉。既然得扔掉, 不如使用廉价的陶制杯子和盘子。第二个现象就是用沙子洗碗和盘子, 大部分中国人不明白其中的道理。我在请教印度的同事后了解到, 这和早期中国青瓷器有关。早期的青瓷器经过丝绸之路来到印度时, 非常昂贵, 以至于即使被不同种姓的人用了, 主人也舍不得扔掉, 而是用细沙擦洗一遍重新使用, 这个习惯保留至今, 虽然很多锅碗瓢盆是用不锈钢而非陶瓷制作的。在印度出土的早期青瓷器上, 可以看到底部均留有被细沙打磨过的痕迹。

瓷器在改变世界的同时, 也促进了中国的科技进步。首先, 出口的需求大大提高了中国的造船水平。当时中国的远洋货轮, 是世界上最大最先进的, 可以载 200 多吨的货物, 足足抵得上 2000 匹骆驼。这种平底的帆船, 已经有了密水舱, 该技术比欧洲早几百年。加上中国已发明指南针, 使得宋代的航海技术相当发达, 这是强汉盛唐都做不到的。当时世界上只有横跨欧亚非大陆的阿拉伯帝国可以在海上与中国抗衡。宋代的造船术帮助南宋在抵抗金元入侵中发挥了巨大的作用。公元 1161 年, 南宋在



图 6.14 高岭土做的药

#### 11

印度种姓制度不仅是一套社会阶层的划分, 而是由许多不同的标准建立起来的一套相对次序, 比如是否吃素、是否杀牛、以及是否接触死动物等, 通常食素的人要比吃肉的人地位要高。这些标准的背后的核心是一套“纯洁与不洁”的价值观, 而在生活中实际上又受到权利关系的影响。古代印度的婆罗门教发展出一套称为“瓦尔那”的体系, 即把人大致分为婆罗门、刹帝利、吠舍和首陀罗四个阶层。而刹帝利这个阶层今天其实已经不存在了。印度的种姓制度非常复杂, 每个阶层内还有细化的阶层, 一共可以多达十几层。不同阶层的人不能通婚, 不能共用器具。虽然 1947 年印度独立后废除了种姓制度, 但是它的影响依然存在。

力量悬殊的唐岛海战中，依靠先进的战舰击败 20 倍于自己的敌人（似乎难以置信），方才得以保全。

瓷器和繁荣的经济并没有保全宋朝不被外族灭亡。与历史上很多先进的文明被落后的民族毁灭一样，经济发达文化繁荣的宋代终于也没挡住蒙古人的铁蹄。整个西方，甚至包括日本，对一度统治欧亚大陆的蒙古人评价并不高，不仅低于任何一个建立庞大帝国的民族，而且在所谓的“蛮族”，比如罗马时期的日耳曼人、哥特人、匈奴人<sup>12</sup>、北方的维京人，以及后来的突厥人中，蒙古人得到的评价也是最低的。这主要是因为蒙古人在欧洲和中东没有留下什么文化遗产，但是在他们入主中原 60 年后，却创造出一种后来影响了世界的瓷器——青花（白）瓷。

12

是否是匈奴人，不得而知。

#### 第四节 青花瓷器

13

有人认为青花瓷器最早出现在唐代，但是那些涂有蓝色的瓷器（甚至只是陶器）和今天的青花瓷器完全是两回事。元代的青花瓷器和今天的没有太大区别。

青花瓷器为什么会出现在元代<sup>13</sup>？为什么没有出现在经济和贸易更发达的宋代，或者是瓷器烧制技术更成熟的明代？这里面有多种原因，而这些原因组合起来就成了历史的必然。其中最主要的两个原因，就是元朝统治者的审美与多种文明的融合。

先讲讲元朝人的审美。在元朝之前，唐代和宋代的中国人喜欢青瓷甚于白瓷，至少在士大夫阶层如此。对于青瓷和白瓷，最有名的评论莫过于《茶经》的作者陆羽了。他在茶经里写道：“邢瓷类银，越瓷类玉，邢不如越一也；若邢瓷类雪，越瓷类冰，邢不如越二也；邢瓷白而茶色丹，越瓷青而茶色绿，邢不如越三也。”其实这三句话颇为主观，倒过来讲，也非常通顺合理：“越瓷类玉，邢瓷类银，越不如邢一也……”因此，并不能说明白瓷就不如青瓷。所以在宋代，虽然定窑的白瓷已经烧制得非常好了，但是它依然成为不了主流。相比洁白如玉的白瓷，宋朝人更喜欢闪着青色光泽的青瓷。

而到了元朝，青瓷和白瓷的地位就颠倒了过来。元朝的统治者和唐宋的统治者不同，蒙古族非常豪放，没有宋朝人（和金朝后期的人）那种细腻的

文化情趣，因此，他们对宋代瓷器那种靠细微颜色变化带来的美感不感兴趣。蒙古人崇尚白色，比如他们住的蒙古包都是白色的，很多服饰也是白色的（而白色对于古代的汉族人来讲是丧服的颜色）。到了元代，青瓷的发展便停滞甚至倒退了，很多工艺也从此失传了，一些宋代名窑虽然还在出产瓷器，但是质量却大不如以前了。但是在元代，白瓷却迅速发展，出产白瓷的景德镇也替代出产青瓷的龙泉，成为中国瓷器制造的中心和世界瓷都。

和青瓷相比，白瓷有两点优势。首先，它容易做得完美，只要想办法把高岭土中的铁质尽可能地去除即可，但是青瓷需要控制高岭土的含铁量，多一点少一点都不行，一旦控制不好，烧出来的瓷器颜色就不对了。其次，如同白纸上好画画一样，白色的瓷胎上容易绘制各种图案和上各种颜色。至于白瓷上最早采用的颜色为什么为青蓝色，这里面又有两个原因，而第一个原因则和元朝的历史有关。

在中国历史上，元朝是一个非常特殊的朝代，历史学家对它褒贬不一。主流的西方学者，比如哈佛大学的费正清认为蒙古人的入侵不仅破坏了宋朝（和全世界）的经济发展，而且中断了中国向资本主义过渡的可能性。但是另一方面，蒙古人的足迹遍及欧亚大陆，客观上帮助了东西方文化和文明的融合。比如在元青花中，大量地融入了波斯文明和伊斯兰文明的结晶。

蒙古人征服西亚远在征服南宋之前，和历史上大部分征服者一样，他们对待先被征服民族的态度明显比对待后被征服者的要好。在元代，西亚的穆斯林们（色目人）的地位比中国北方的汉人和南方人（南人）的地位要高很多。有超过一百万的穆斯林涌入元朝经商和从事生产，而蒙古人只会打仗不会理财，往往将管理国家的事情交给西亚的商人，因此，很多西亚人在元朝宫廷里做官，其中最出名的是忽必烈时代的大奸相阿合马。正是由于蒙古人和西亚人的这种合作，元朝受穆斯林文化的影响要远远高于受汉文化的影响。而蓝色恰恰是中东穆斯林喜欢的颜色，因为在干旱的中东地区，水是最宝贵的资源，因此，在伊斯兰文化里，天堂是充满水的世界，是蓝色的。蒙古人和伊斯兰人喜欢的两种颜色——

白色和蓝色，就构成了青花瓷器的基本元素。

不仅青花瓷的颜色受到穆斯林文化的影响，就连它的颜料最早也来自于已经皈依伊斯兰教的波斯。元朝秉承了宋朝开放的国策，大量的波斯商人直接到中国采购瓷器，而元朝为了发展对外贸易，满足销往国家和地区的需要，鼓励来料加工。于是波斯商人带了钴蓝颜料来到中国，因此钴蓝颜料在明朝的记载中又称作“回青”，意思是从回教世界带来的青颜料。这些商人不仅是中国瓷器的消费者和中国文化的传播者，而且直接参与了青花瓷的设计与监制。在元代，景德镇属于浮梁县，而根据当地史料记载，那里很多地方官都是中东人，他们按照伊斯兰教的喜好，提出具有异国风味的造型、装饰和图案的要求，于是景德镇窑工们采用把波斯“蓝”与中国“瓷”融合在一起的方案，烧制成具有多重文化特色的青花瓷器。波斯商人在带回瓷器的同时，也带去了中华的文化。

早期绘有图案的瓷器是青色而非其他颜色，还有一个工艺上的原因，即青花瓷使用的钴蓝颜料在高温下颜色稳定。我们今天看到的瓷器上几乎所有的颜色，都是金属氧化物在高温下形成的，比如氧化铜在一定温度下会呈现出红色。但是，大部分金属氧化物经过高温烧制后（可能还伴随木炭带来的还原效果），颜色不仅和预想的不同，而且每次烧制出来的颜色也不一致，很难控制。比如在瓷瓶上画了梅花，本来希望烧出来是红颜色的，但是可能温度（和空气量）控制不好，烧出来却成了黄绿色，更糟糕的是，一支梅花上各个花朵的颜色可能也不一样，这样的瓷器没有人愿意要。而钴蓝就没有这个问题，它在高温下烧制出的颜色非常稳定，因此，它成了早期绘制陶瓷所用的颜料。到了明朝，瓷器烧制技术进一步提高后，才开始出现五彩的瓷器。

元青花和明清以后的青花瓷器有很大的区别。作为马背上的民族，蒙古人有非常豪放的一面，因此他们制作的青花瓷器均为体积硕大、层次丰富的大件，和宋朝那种“汝瓷无大件”的风格正好相反。在纹饰上，元青花采用密集的纹饰，这和汉族士大夫的审美截然不同。中国传统的汉

文化在绘画上讲究留白，以体现一种空灵的美，即使画花卉，也以梅兰竹菊这些淡雅的花卉为主。而蒙古人豪放的性格让他们不受汉文化的约束，因此，体现在青花瓷上就是十分丰富的纹饰题材。蒙古人尤喜牡丹芍药这样大富大贵的艳丽花卉，所以，在元青花中牡丹的图案非常多见。另外，还有葡萄和蔓藤的图案，完全是融合了古埃及、希腊和西方诸多文化的特点，对此我们在介绍古埃及的那一章中已有介绍。当然，元青花中也少不了汉文化的元素，比如松竹梅兰、竹石荷叶、如意云头、龙凤鱼藻、花鸟草虫等。早期作为外销商品的青花瓷器，既体现了中华传统文化的创造性，又是中西亚文化交流融合的结晶。

在瓷器制造历史上，很多发明和新工艺都伴随着元青花而出现，它们具有划时代的意义。首先是透明釉的发明。宋代以前，瓷器上使用的都是不透明的颜色釉，这样，瓷器的边缘常常会因为釉的涂层较薄而呈现不同的颜色。而元青花则是先将钴蓝颜料画在瓷器未上釉的素胎上，然后在绘制好的瓷器上涂上一层透明的釉，再进行烧制。因此，钴蓝的颜色在釉之下，俗称釉下彩。这样一来经过几百年颜色也不会改变。今天高质量的瓷器一律采用釉下彩的上色方式。这项发明比今天的 iPod 或者混合动力汽车对世界的影响力要大得多，因为 iPod 出现了不过十多年就基本上已经消失，混合动力汽车不过是一个过渡性产品，它从诞生到销售恐怕不会超过半个世纪，而中国元朝发明的这种瓷器制造技术经过了 700 年，在世界范围内还被广为使用。中国古代有无数的发明创造，这些发明创造对世界文明进程的影响要远远超过今天很多世界知名发明家的贡献。元青花的出现，标志着瓷器从雕刻时代进入了绘制时代。从那时起，在中国的三百六十行中又多了“瓷器上的画工”这一行。直到现在，在瓷器制作中，瓷胎的



图 6.15 创造了青花瓷拍卖记录的鬼谷下山<sup>14</sup>

#### 14

元代青花瓷器，主体纹饰为“鬼谷子下山图”，描述了孙臆的师傅鬼谷子在齐国使节苏代的再三请求下，答应下山搭救被燕国陷害的齐国名将孙臆和独孤陈的故事。该器物于 2005 年 7 月 12 日伦敦佳士得举行的“中国陶瓷、工艺精品及外销工艺品”拍卖会上，以 1400 万英镑拍出，加佣金后为 1568.8 万英镑，折合人民币约 2.3 亿，创下了当时中国艺术品在世界上最高拍卖纪录。

制造和图案的绘制依然是分开的两个步骤。法国的很多名瓷，比如塞夫勒瓷器，甚至是在高岭土的产地利摩日制作完瓷胎，再拿到巴黎，由巴黎精通绘画的名师绘制瓷器上的图案，而这种分工方式，始于中国。

元青花烧制的时间非常短暂，除了在博物馆里能看到一些，存世的作品已经很难找到了。由于元代青花瓷器大部分用于外销，尤其是销往中东地区，因此，今天能看到最多元青花瓷器的博物馆不在中国，反而是在伊朗的德黑兰博物馆和土耳其托普卡比（Topkapi）博物馆，后者居然藏有 40 多件元代青花的珍品。

在世界贸易上，元代的瓷器比宋代时走得更远。在宋代，中国的瓷器已经销往了整个亚洲，但是它的影响力还到不了更远的欧洲。到了元代，这个情况改变了，这一切要感谢一位威尼斯商人——大名鼎鼎的马可·波罗。14 世纪的欧洲还处在中世纪末期，相当落后。但是，随着十字军的东征，他们了解到了东方的文明（主要是伊斯兰文化）。威尼斯人一方面用船将十字军运到东方去作战，另一方面在东西方之间开展贸易，很快，这个水上城市就成了欧洲的中心。马可·波罗出生在威尼斯的一个富商家庭，他和他的父辈们从穆斯林那里听到了东方神秘大国中国的传说，便一直向往着直接和中国进行贸易。1324 年，经过万里长途跋涉，他们来到了元朝的大都，并在那里见到了当时欧亚大陆的共主忽必烈皇帝。作为来自西方的使者，他们向忽必烈转交了罗马教皇给中国皇帝的信件，马可·波罗也在元朝做了官。他有幸来到中国南宋的旧都杭州，虽然他看到的只是经过战争破坏后残存的一点文明，但是比起中世纪时的欧洲，那里已经是天堂了。在那里，他看到每家每户都用神奇的瓷器盛放食物，觉得简直不可思议。后来他亲自到景德镇探看了瓷器的制作过程——很遗憾马可·波罗并不懂瓷器制造的工艺，他在后来的游记中对瓷器的制作过程有很多错误的描述，这让很多欧洲工匠走了弯路。但是不管怎样，他将一些瓷器带回了欧洲，并且由于后来他的游记成为欧洲人了解东方的必读书，东方神秘的瓷器从此被欧洲人认识和了解。马可·波罗把瓷器比作美丽的贝壳（Porcelain），这个英文单词一直沿用到今天。

元朝末年，群雄混战，非常动荡，经过明初洪武年间轻税赋的休养生息，到了明朝第三个皇帝明成祖朱棣（永乐皇帝）登基时，国力才恢复至自宋代之后的鼎盛时期。青花瓷器在这个时候又有了新的发展，在世界上的影响力也达到了顶峰。在此期间，中国的元素更多地加到了青花瓷器中。首先是颜料的改进。元青花采用的是从波斯进口的钴蓝原料，又称苏麻里青。这种原料的好处我们前面已经提到，但是它也存在一个缺点，就是颜色在烧制的过程中会化开，这样图案的边缘容易模糊不清。中国的工匠们在永乐年间解决了这个问题。他们研制出一种国产的钴蓝配方，改变了里面一些金属成分的比例，这样颜色在烧制过程中不会化开，图案也可以烧制得十分精细。其次，由于中国从宫廷到民间各阶层对青花瓷器的喜爱，这使得在瓷器的绘制方面更多地体现了国画的特点，就是留白和写意。与元代相比，绘制的题材不仅丰富起来，而且更能反映中国的文化和历史。几百年后，当欧洲人开始仿制青花瓷器时，他们使用了中国风的题材。

永乐皇帝是个开拓型的皇帝。在他当政不算太长的21年间，他完成了许多的“伟业”，比如迁都北京，修建故宫，修《永乐大典》，6次远征蒙古，等等。不过，他在位期间，对世界影响最大的事件当属郑和下西洋。郑和的舰队是第一次世界大战前世界上最庞大的舰队，有多达200艘的战舰和补给船。如果史书记载准确，郑和的旗舰（又称宝船）长达150米，宽60米，直到19世纪末铁甲船诞生以前，它都保持着世界上最大船只的纪录。郑和的船队，满载着中国的特产，包括大量的瓷器，驶向东南亚、中东和非洲的东海岸。郑和在沿途许多地方修建设立了货栈，将中国的商品，尤其是瓷器直接带到全世界。今天在东非的一些地方，还能找到出土的明代青花瓷器。

到了朱棣的孙子明宣宗朱瞻基（即宣德皇帝）时代，青花瓷器的制作达到了高峰（著名的宣德炉就是那个时代的产物）。在宣德时代，景德镇官窑的瓷器被打上了“大明宣德年制”的印记，这是世界上最早的商标。这又是今天的炎黄子孙值得骄傲的事情，因为我们的祖先发明了最早的

商标。有了商标，就容易区分宣德年间的瓷器和其他年代的瓷器。而高品质的宣德青花瓷，也成了后世民窑仿制的对象。到了明朝末年，欧洲人已经发现并且移民到美洲，很多中国的商品以美洲作为中转地，运到欧洲的西班牙<sup>15</sup>。1979年，人们在加勒比海打捞出—艘明朝末年的西班牙的商船，上面有无数的明代青花瓷器，大概本来是要经过西班牙运往欧洲的。这些瓷器上面都有“大明宣德年制”的标记，但是沉船的时间和宣德年代差出了两百年。难道说宣德皇帝过世两百年后在中国仍然有大量的宣德青花瓷出售吗？显然不是，原因大概是宣德青花的名头太大，而且是最早标记了年号的瓷器，因此整个明代的民窑都在仿制。欧洲人无法购得大量的官窑瓷器，也就接受了这些民窑的仿品。从这里面我们可以看到宣德青花在世界范围的影响力。

15

根据教皇给早期殖民国家西班牙和葡萄牙划定的历史范围，美洲划给了西班牙，而印度划给了葡萄牙，西班牙人要和中国人做生意，不能从非洲绕到中国，而需要向西经过美洲中转到中国。

由于朱棣的儿子明仁宗在位仅仅一年，因此，人们谈到明初青花瓷时，都会跳过明仁宗的名号，称为永（乐）宣（德）青花。但是到了明朝中后期，因为国力衰退，青花瓷器的制作也就进入了衰退期。

在所有中国瓷器中，青花瓷对世界产生的影响力无疑要排到第一位。早在元代，它就成为阿拉伯人最喜爱的瓷器。但是，从中国进口的瓷器非常昂贵，一个青花瓷碗当时要价30两银子，除非贵族和富商，一般的穆斯林是用不起这些瓷器的，因此，他们试图仿制青花瓷器。伊朗的古城克尔曼在13世纪（元朝时期）是东西方之间重要的贸易城市，那里的人们从元朝开始就试图仿制青花瓷器。伊朗的商人甚至从中国元朝带去了300多名工匠，试图仿制景德镇的瓷器，可是，巧妇难为无米之炊——由于没有高岭土，也没有能够达到1300度以上的瓷窑，烧制出来的依然是类似青花的陶器，而不是瓷器。

在大洋彼岸的墨西哥，也出现了类似的情况。西班牙殖民贵族用的是从中国购买的青花瓷器，他们甚至用它来装饰自己的豪宅，但是对一般的移民和当地的墨西哥人来讲，中国瓷器无疑是他们用不起的奢侈品。于是，墨西哥人就开始仿制中国的青花瓷，不过，和伊朗的情况类似，由于找不到上好的瓷土，窑温也不够高，他们制作出来的仍是相对厚重的陶器。在从



元朝开始的四百多年里，这种仿制的尝试在世界各地比比皆是。到了17世纪，工业化和贸易在世界上都处于领先的荷兰，也试图仿制中国的青花瓷，很遗憾，他们并不比伊朗人和墨西哥人走得更远。荷兰代尔夫特的工匠们最终烧制出的依然是一种青花的陶器，虽然它的做工相当精美。今天，在伊朗和墨西哥，人们依然在使用类似青花瓷的陶器。而荷兰代尔夫特的青花陶器（荷兰文称 Delfts Blauw）则成了荷兰著名的手工纪念品。<sup>16</sup>

但是，到了19世纪，欧洲人最终制造出了自己的青花瓷，而此时在中国，青花瓷已经开始走下坡路了。在今天欧美的高档百货店里，来自英国、德国和日本的青花瓷器依然占据着很大一片柜台，反而见不到中国的青花瓷。而这些青花瓷中，最受顾客欢迎、各个著名厂家都制作的，是一种被称为青花梧桐图案的瓷器。青花梧桐基本的图案如右图所示。



图 6.16 英国韦奇伍德公司制造的青花梧桐瓷器

这完全是中国的题材，整个画面富于层次感，非常典雅舒服。我最早见到这样的瓷器，是在上个世纪80年代，是景德镇我的一个叔叔送给我的。据他介绍，在1982年到1986年间，景德镇烧制了一些这种图案的瓷器作为国礼送给外宾。我原以为青花梧桐的图案是中国人设计的，但是很奇怪，在中国明清的陶瓷中并无这类风格的图案。后来在国外，我发现各种青花梧桐图案的瓷器非常多，认真了解后才知道，这个图案最早是由英国考勒瓷器公司（Caughley Pottery）的设计师特纳（Thomas Turner）和学徒托马斯·敏顿（Thomas Minton, 1765—1836，后来成为了瓷器设计大师，并且开办了自己的公司）在1780年设计的。但是，最早制造出青花梧桐瓷器的，既不是考勒公司，也不是敏顿自己的

16

代尔夫特最著名的纪念品是源自中国的青花陶器，荷兰文称 Delfts Blauw。蓝陶烧制闻名世界。皇家代尔夫特蓝陶工厂地址：Rotterdamseweg 196

公司，而是斯波德公司（Spode Factory），这家公司要制造一种有东方韵味的青花瓷，就选用了青花梧桐的图案。在英文中，青花梧桐被称为 Blue Willow，意思是“青色的柳树”，英国人还为它编了一个传奇故事。这个故事翻译过来，大意是这样的：从前在中国有一个公主（叫 Hong Shee，或者 Koong Shee，不知道是谁）在外求学，爱上了一个穷苦的读书人（叫 Chang），但是她的父母不同意这份婚姻，要把她嫁给一个公爵，因此，两个人就殉情了，最后化做了一对鸟儿。我觉得这很像梁祝化蝶的故事。估计是特纳或者敏顿在听中国的传奇故事时听岔了，又或许是听惯了西方的王子公主故事，便有了先入为主的印象。

优质的青花梧桐瓷器，无论是新的，还是百年前的半古董，在欧美都有很大的市场。相关制造商有上百家，主要在欧洲、美国和日本，其中以英国的韦奇伍德（Wedgewood）公司的产品最为出名；而英国另一家瓷器厂强生兄弟（Johnson Bros），其产品销量可能是世界上最大的。相比今天景德镇制作的青花瓷器，这些来自欧洲和日本的青花瓷，胎质更加洁白，绘制更为精细，着色均匀，整体做工更加精致，完全占据了高端瓷器市场，在美国梅西（Macy's）和诺德斯特龙（Nordstrom）等高端百

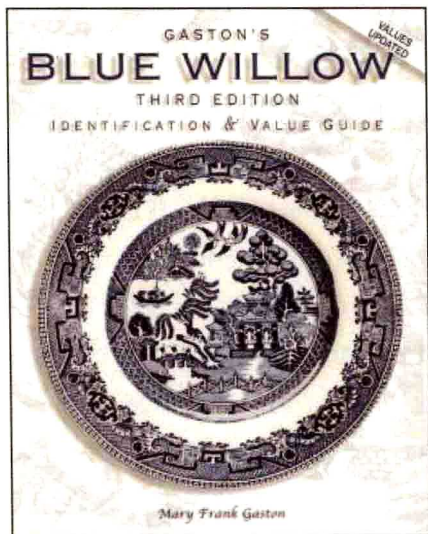


图 6.17 西方瓷器收藏家必备的青花梧桐指南

货商店里，一个直径 30 厘米左右的青花瓷盘，售价可达上百美元，比同类的中国青花瓷高出一个数量级。而在二手市场，半古董的青花梧桐瓷器价格更高。为了方便收藏者购买这个题材的古董瓷器，每过一段时间都会出版关于这类瓷器的收藏指南，这些指南除了介绍每一款瓷器的特点和历史，还会给出交易参考价格。

国际上对青花瓷的研究始于西

方，而且只有 60 多年的历史。中国人对它的热情反而只是最近十几年尤其是最近几年的事情。而一件元青花瓷器在佳士得的拍卖结果，对青花瓷器在中国掀起的收藏热起了非常大的推动作用。2005 年 7 月 12 日，在伦敦佳士得的一场拍卖会中，元青花罐“鬼谷下山”以 1400 万英镑的高价成交，创造了中国瓷器拍卖的最高价。之前中国瓷器拍卖的最高价，也是由一件元青花瓷器创造的（580 万美元，2003 年，纽约）。这些颇具轰动效应的事件，让一些中国公司和个人愿意用“青花”这个概念做为中国文化的名片来推销自己。

这种推销方式颇具合理性。世界上的大部分商品都会有人喜爱，有人不喜爱，瓷器也是如此。即使很精美的宋瓷、明代粉彩、日本的赤绘瓷器，甚至法国最高档的塞夫勒瓷器，不喜欢的也大有人在，因为对这些瓷器的喜爱与文化背景、社会地位和艺术修养等因素关系很大。但是青花瓷是个例外，它在全世界普遍受到欢迎，无论国别，无论民族，无论收入高低。这里面的原因有很多，但至少青花瓷有两点是其他瓷器所不具备的。第一，青花瓷清爽简洁的色彩和丰富的图案适合雅俗共赏；第二，青花瓷不是纯粹的中国产品，而是汇聚了多种文化的结晶——从埃及到波斯，全世界众多国家和民族都为青花瓷的发展做出了贡献。用今天的话来讲，它从一开始就是国际化的商品。

## 第五节 风靡世界

从宋代到明末，中国的瓷器在世界上每到一处，就会掀起一股瓷器的热潮，并改变了当地人的生活方式、当地的文化，甚至改变了当地的制造业。世界上还没有第二种商品能在几百年的时间里长期做到这一点。今天，当中国的有钱人热捧一些世界名牌商品，比如美国的苹果手机、法国路易威登和香奈儿的手袋、德国奔驰和宝马的汽车，一掷千金地高价购买时，我们也会感叹什么时候中国的商品能成为全世界认可的名牌，能卖个好价钱。其实，在 18 世纪之前中国的瓷器就是这样的商品。

当蒙古人从整个欧亚大陆退出后，突厥人的一支后裔、奥斯曼人建立了横跨欧亚非的新帝国——奥斯曼土耳其帝国。1453年他们灭亡了持续了上千年的东罗马帝国，控制了欧亚非贸易的要冲——伊斯坦布尔（当时叫君士坦丁堡），土耳其帝国的国王也成为了当时西亚和东欧最有权势及财富的人。与以前信奉伊斯兰教的阿拉伯人一样，土耳其人对中国的青花瓷器也有着特殊的喜好。他们用青花瓷盘作为清真寺和宫殿的装饰品。国王和贵族们不惜重金，购买了大量的中国瓷器作为日用品。我们今天或许认为瓷器是再便宜不过的东西，但是在当时中东和巴尔干最强盛的土耳其帝国里，能使用瓷器便是奢侈。他们的银币曾经是世界上最主要的流通货币，土耳其帝国的商人带着白银来到中国购买瓷器、丝绸和茶叶，也带动了我国手工业的繁荣。感谢土耳其人的祖先对中国瓷器的钟爱，在他们昔日的皇宫，今天的伊斯坦布尔博物馆里，珍藏了一万两千多件中国元、明时期的瓷器，其中主要是青花瓷，包括一些非常珍贵的元青花。

欧洲人对瓷器的了解要晚于中东和巴尔干人，虽然马可·波罗将瓷器介绍到了欧洲，但是很多欧洲人对他描述的这种神奇的盛器还是将信将疑。毕竟大部分国家的人没有见过，而眼见才为实。感谢一些无意间传播了文明的商人，他们将中国瓷器从中国经过阿拉伯和巴尔干地区运往欧洲各地，其中有一件元代的青瓷瓶途径匈牙利、意大利、法国和英国，最后来到了欧洲最西边的爱尔兰，这是有档案记载的最早到达西欧的瓷器。正是因为这件瓷器，让很多欧洲人相信马可·波罗所言非虚。但是当时，瓷器在欧洲属于可遇不可求的珍品，虽然在中国已经进入每个家庭的生活。

我们今天很难想象没有瓷器用什么吃饭。这对中世纪的欧洲人来讲，确实是个大问题。从罗马帝国到中世纪结束的一千多年里，欧洲人吃饭用的盛器就没有什么变化。历史学家们借助计算机图像复原技术，复原了在米兰圣玛利亚感恩教堂里达芬奇著名的壁画《最后的晚餐》里面的细节，发现画中使用的盘子是锡做的，而喝酒的杯子是玻璃做的。锡盘子有很

多缺点：很软，也不耐磨，容易损坏。玻璃杯子装酒固然好，但是装不了烫的东西。

到了中世纪末期，欧洲尤其是意大利开始接触到来自东方的奢侈品。历史上有名的富商洛伦佐·美第奇<sup>17</sup>有一天收到了一件贵重的礼物，这是一件来自中国的瓷器，是一位埃及苏丹送给美第奇的。美第奇从来没见过这么精美的瓷器，他非常喜爱，后来斥重金收罗了将近400件中国瓷器。美第奇家族被瓷器这种漂亮的釉色和惊艳的工艺所吸引，这个家族最喜欢资助发明、艺术创作和革新，整个文艺复兴是他们家族赞助出来的<sup>18</sup>。于是，美第奇家族在1575年集中了地中海地区最好的陶匠，试图仿制中国的瓷器。他们实验了各种可能烧出白色瓷器的原材料，包括粘土、蛋壳、玻璃，等等。很遗憾，当时还没有现代的化学学科，这些陶工不了解高岭土的成分，也没有办法达到1250度的窑温，因此，美第奇家族的瓷器仿制以失败而告终。但是，他们的努力带来了一个副产品——一种仿青花陶器餐盘，今天成了佛罗伦萨传统的手工艺品，而且意大利的一些饭馆里还在使用。美第奇家族在大约200年间控制着欧洲的金融业，并和很多王室联姻。他们对瓷器在欧洲贵族中成为一种时尚起了很大的作用。当时的欧洲贵族热衷收藏中国瓷器，就如同今天中国的有钱人热衷收藏玉器一样。但是，那时世界上只有在中国能够买到瓷器，于是欧洲的商人们便不远万里来到了中国。

当时地中海和中东地区已经被奥斯曼土耳其帝国控制，欧洲人只能绕道而行。最先到达中国的欧洲船队是葡萄牙人，他们绕过好望角，先来到印度，然后在16世纪初来到中国。后来他们从明王朝手里租借了澳门，并且建立了货栈。愿意跑到两万公里以外的中国做生意的葡萄牙人不是很多，因此，葡萄牙的贸易公司也雇佣一些印度人来到澳门。这些印度人中，有一些人便在澳门成家生子，一代一代繁衍下来，直到1999年澳门回归中国之前，他们还在澳门做生意。这些人家都藏有不少当年留下来的中国贸易瓷器，有的人家至今还把这些瓷器挂在墙上作为装饰品。这些瓷器见证着中国和欧洲之间的瓷器贸易历史。葡萄牙国王曾经用260

17

美第奇家族是人类历史上最富有，最有影响力的家族。他们历代为佛罗伦萨的银行家和富商，在二百年里控制着欧洲的金融，并且是教皇资产的管理者，意大利的文艺复兴在很大程度上靠他们家族的资助。

18

关于美第奇家族的故事，在后面“一个家族的奇迹——文艺复兴”一章中有详细的介绍。

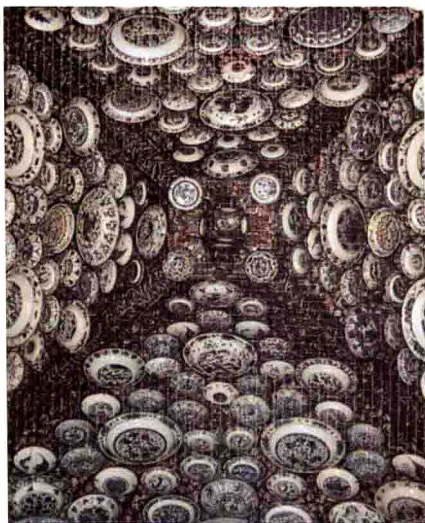


图 6.18 葡萄牙桑托斯宫的瓷器天顶

件中国瓷器装饰了桑托斯宫的天顶，这表明在当时欧洲最富有的皇室眼里，瓷器是美和财富的象征。

我们今天感叹需要出口一亿双运动鞋才能从美国购买一架波音飞机，而在大航海时代的欧洲人购买中国商品何尝不是如此。1492年，代表西班牙王国出行的意大利水手哥伦布发现了美洲大陆；1545年，西班牙人在玻利维亚发现了银矿，第二年他们在墨西哥

的萨卡特卡斯发现了更大的银矿，这个银矿至今仍然是世界三大银矿之一。在随后的150年里，他们从美洲带走了约一万六千吨（约五亿两）白银。这些白银，有三分之一用来购买中国的货物，主要是瓷器和茶叶。对当时的欧洲人来讲，瓷器是财富和地位的象征；而对中国人而言，则让中国赚足了欧洲人发现新大陆后150年里的红利。在中国的海港城市泉州，商人们翘首期盼着从墨西哥驶来的西班牙大帆船队，他们用墨西哥产的白银高价换取中国的瓷器，然后再以大约六倍的价格卖给欧洲人。

葡萄牙人和西班牙人结束了奥斯曼土耳其帝国对东方贸易的垄断。在16世纪，世界的贸易中心转移到了欧洲的伊比利亚半岛<sup>19</sup>。西班牙的银币比索也取代了奥斯曼土耳其的银币，成为世界贸易市场的硬通货。但是，好景不长。1579年，从西班牙独立出来的殖民地荷兰很快成了大航海时代的主宰。1602年，荷兰和葡萄牙开始了争夺海权的荷兰—葡萄牙战争。第二年，荷兰（东印度公司的）战舰在新加坡附近截获了葡萄牙的商船斯塔卡特尼娜号（Santa Catarina）<sup>20</sup>，并且以走私为名没收了船上的货物，包括大量的中国瓷器。荷兰人把这些瓷器拿到阿姆斯特丹和密德堡去拍卖，前来参加瓷器拍卖的，除了本地商人，还包括法国王室和英国王室的外交

19  
今天西班牙和葡萄牙所在地。

20  
<http://t.cn/8sDwOq0>

使节。通过这次拍卖，西欧和北欧的王室开始对中国瓷器产生了兴趣。随着荷兰对葡萄牙在军事上的胜利，荷兰夺取了葡萄牙在印度洋的很多航道的主导权，并且开始在欧亚贸易中崭露头角。

荷兰人在世界上建立了几十座贸易站，其中围绕中国的就有三座，它们是台湾地区的热兰遮城<sup>21</sup>、日本的长崎和越南的河内。荷兰人在中国定制了专门销往欧洲的青花瓷器，这就是曾经垄断欧洲瓷器市场的克拉克瓷器（Kraak）。由于产量很大，现在这种瓷器在世界各地，甚至非洲的博物馆、古玩店和一些人家中都能找到。荷兰东印度公司从这些瓷器中可以获得300%的利润，因此，他们每年从中国大量订购瓷器，欧洲人的档案工作做得非常好，他们当年的很多订单现在仍能找到。比如在1614年，荷兰商船戈尔德兰号（Gelderland）一次就向中国订购了大约七万件瓷器，总价达到了11545弗洛林<sup>22</sup>，约合今天的一百多万美元。



图 6.19 荷兰 17 世纪绘画中的克拉克瓷器（扬·凯塞尔 Jan van Kessel 绘制，私人收藏）

400年前，瓷器是欧洲了解中国的窗口。经过大航海时代，欧洲已经开放，和亚洲一起登上世界舞台。瓷器在当时是承载着中华文明的高科技产品，在欧洲是文明和财富的象征。瓷器上的中国人物和风景，大大增强了欧洲人对中国的好奇心，也使他们对古老的东方文明产生了一种崇拜之情。从那时起直到今天，在欧洲，还有后来的美国，中产家庭大都有一个带玻璃门的瓷器柜，里面展示着（不是擦着摆放着）各种瓷制的餐具，这种瓷器柜就叫 China。如果一个顾客去欧美的家具店，说想买 China，那不是要买瓷器，而是指买瓷器柜。家里没有瓷器柜，会被认为没有品位。

<sup>21</sup>

位于今天的台南市。

<sup>22</sup>

弗洛林虽然是佛罗伦萨的金币，但是当时是荷兰主要流通的货币。



图 6.20 美国著名的家具品牌托马斯维尔 (Thomasville) 制作的瓷器柜

对瓷器的热衷，民间尚且如此，上流社会就更显狂热。在贵族和王室成员的宫殿里，都设有专门的瓷器室，里面摆放着珍贵的中国瓷器，他们甚至在瓷器收藏上互相攀比。17世纪末，德国普鲁士国王腓特烈一世 (Friedrich I, 1657—1713) 是个瓷器迷。无论从数量还是质量上讲，他的收藏都是首屈一指。他还专为王后在宫殿里修建了一个豪华的瓷器室，以彰显普鲁士强盛的国力。而在同时期，他的对头、德国南部萨

克斯公国的国王奥古斯都二世 (Augustus II the Strong, 1670—1733) 也把国家治理得空前繁荣，他对外向德国南部和波兰扩张，对在首都德雷斯頓大搞建设，处处想压过腓特烈一世。奥古斯都二世在参观了普鲁士夏洛特宫的瓷器室后，决定建造一间更大的瓷器室，并陆续收集了两万多件中国的瓷器。他对瓷器的热爱可以说到了近乎痴狂的程度，他曾经以 600 名近卫骑兵从腓特烈一世手中换来了 150 个大型龙纹瓷缸。当然，更多的瓷器是他直接从中国买来的。

欧洲的宫廷不仅使用和收藏瓷器，而且还或多或少地模仿东方的生活方式，其中最典型的的就是饮茶。很多国王都在自己的皇宫里建造了茶室，里面的绘画和雕塑的主题都与瓷器上描绘的中国人的生活相一致，贵族们就在这样的环境中享用中国的茶叶。在 17、18 世纪的欧洲，这种现象持续了很长时间。中国瓷器已经不仅仅是一种精致的商品，而且还是一种文化的转播媒介，成为一种文明的象征。



## 第六节 日本的崛起

中国瓷器在世界上的垄断地位和影响力于17世纪末达到了顶峰，然后便渐渐开始衰退，虽然在18世纪和19世纪里中国瓷器的出口量依然不低。这其中的原因包括中国的改朝换代和日本、欧洲瓷器的后来居上。

1644年，明朝灭亡。长期的战乱使得中国的瓷器业遭受了毁灭性的打击。这也苦了荷兰东印度公司的商人们，因为他们没有了货源。根据当时东印度公司和荷兰总部的通信记载，他们靠存货又艰难地支撑了15年，终于走到了山穷水尽的地步。于是，东印度公司决定寻找新的货源。他们来到了日本的长崎。要是再早50年，日本根本制造不出欧洲所要的瓷器，但是这个时候却不同了，幸运的天平开始向日本人倾斜。

瓷器在很长时间里只有中国出产。到了唐代，青瓷的制造技术首先传到了朝鲜，后来又传到了越南，直到17世纪初期，世界上也只有这三个国家能够制造瓷器，而朝鲜和越南的瓷器只是自用，在世界市场上没有任何份额。虽然瓷器早在唐朝就传到了日本，日本今天茶道所用的器具和宋朝的青瓷还很相似，但是日本并不会制造瓷器，而是要从中国和朝鲜进口。从日本人的收藏来看，他们似乎对早期朝鲜制造的瓷器情有独钟，在日本京都的大德寺，保存着一个迄今为止最贵重的瓷器——朝鲜伊多<sup>23</sup>瓷器茶碗，估价为9500万美元。

23

这是朝鲜制造的最早的瓷器，表面有古拙的釉，传世数量不足百件，十分珍贵。因为它的表面质地像并的內壁，故此得名。

日本人多个世纪以来一直未能制作出瓷器，但是他们对瓷器制作技术垂涎已久。到了明朝末年，他们的机会终于来了。1590年，日本军阀（大名）丰臣秀吉打败其他军阀，成为了幕府将军，统一了日本。仅仅两年后，1592年，即明万历20年，丰臣秀吉发动了侵略朝鲜的战争，史称万历朝鲜之役。和历次朝鲜战争一样，无力抵抗侵略的朝鲜向宗主国中国求援。明万历皇帝派李如松等人率军援朝。在这场战争中，日本侵略军被中朝联军打得惨败，而丰臣秀吉也因此一病不起，很快便去世了，他的后裔和部将后来被德川家康打败并灭族。但是，丰臣秀吉发动的侵朝战争也不是一点收获都没有，他们想方设法从朝鲜俘获了大约一千名瓷器制造

工匠，并把他们全部带回到日本。与此同时，朝鲜的瓷器制造业毁于一旦。



图 6.21 在日本九州有田地区的朝鲜瓷器工匠纪念碑

这些工匠来到日本后，被迫为日本制造瓷器，从此瓷器制造技术传到了日本。在日本九州的伊万里，有一座纪念这些朝鲜工匠的纪念碑，讲述了瓷器制造技术如何从朝鲜传到日本的过程。

九州的诸侯们要求从朝鲜掠来的工匠开始烧制瓷器。朝鲜的瓷工李参平在日本最早烧制出瓷器，被奉为日本瓷器的始祖（陶祖李参平）。他花了 20 年时间，在九州各地寻找适合制作瓷器的粘土，最后他在有田町发现了高岭土。1616 年，瓷器制造在日本终于拉开了序幕，靠的是中国的瓷器烧制技术和朝鲜的陶工。日本人把瓷器制作的工序分得很细，经过短短 30 年的努力，日本瓷器的质量已经达到了欧洲商人们的要求。

东印度公司向日本有田町订购的第一批瓷器就多达 65000 件。日本早期的瓷器大多是仿制中国的，比如今天还能看到在日本（和一些其他国家）在二手市场上出售江户时代印有“大明成化年制”标记的仿品。可能是因为在那个时期，成化斗彩瓷器深受日本人的喜爱。有田町的瓷器也不例外，它早期大量仿制中国的青花瓷，然后销往欧洲。但是，和他们仿制其他产品的过程一样，很快日本人从仿制进入到创新阶段。根据《日本中世纪和早期近代生活》<sup>24</sup> 一书介绍，有田町的瓷工酒井田柿右卫门在 17 世纪中期便发明了后来非常著名的赤绘瓷器。

赤绘瓷器是一种全新的瓷器，有时要使用 60 多种颜料，但是新颖之处在于它采用了一种特殊的赤色颜料。这种颜料的主要成分是硫酸亚铁，但

24

Deal, William E. (2007). *Handbook to Life in Medieval and Early Modern Japan*. Oxford University Press, USA. ISBN: 9780195331264.

加工工序非常复杂，完美的赤色颜料需要10年左右的时间才能加工出来。赤绘瓷器艳丽的色彩与白瓷洁白的胎质形成鲜明的对比，非常漂亮。这项发明对世界瓷器发展的影响虽然比不上使用钴蓝颜料的青花瓷，但是却改变了欧洲人对瓷器的品味，



图 6.22 酒井田柿右卫门制造的赤绘瓷器

并且反过来影响了中国的瓷器制造。赤绘瓷器从它诞生开始，就受到欧洲人的欢迎，并且很快风靡欧洲，成为日本瓷器的象征。

虽然到了康熙后期和雍正时期，景德镇官窑的制造水平达到了前所未有的高度，但是民窑和外贸瓷的品质却没有任何进步。西方人评价中国清代的瓷器，认为清代瓷器的质量有粗有细，盒类瓷器多变形，不平整，撇口碗的口沿有极小的凸起边，盘塌底严重；同是碗、盘，也有厚薄之分。釉质白中闪青。而青花颜色有浓艳闪紫的，或蓝中泛灰的。绘画普遍比较潦草。这样的结果是，从17世纪后期到19世纪中期，中国瓷器在欧洲销量虽有所上升，但是与日本瓷器相比，中国瓷器已经不占优势了。除了品质上的差异外，中国瓷器也失去了品牌的优势，很多出口都属于订单加工。而同期日本九州出品的打着“有田烧”标志的各种赤绘瓷器则是欧洲人心目中的名牌，一些商人为了降低成本，甚至向中国定制赤绘瓷器的仿制品，他们把“有田烧”的赤绘瓷器交给中国商人，让他们照样子仿制。到了18世纪初，大量中国出品的赤绘瓷器销到了欧洲。这时，中国虽然还没有沦为瓷器制造的二流国家，但是垄断世界瓷器市场的时代已经一去不复返了。

## 第七节 从炼金术士到月光社成员的尝试

到了17世纪末期，欧洲的现代科学开始萌芽，各种发明开始涌现，欧洲人不再满足于从亚洲进口瓷器，而试图自己制造瓷器。这一次，他们的做法和美第奇家族那种盲目的尝试有着本质的区别，并且最终“再发明”了瓷器。

欧洲人喜欢讲“中国人发明了瓷器，后来欧洲人再发明了它”。这种说法听起来很别扭，但是仔细了解一下欧洲人制造瓷器的历史，便会觉得这种说法也颇有道理。欧洲人再发明瓷器的过程富有戏剧性。这一切还要感谢前面提到的那位超级瓷器迷——萨克斯公国的国王奥古斯都二世。由于和瑞典开战，萨克斯的财力几乎枯竭，依靠横征暴敛当然也不是长久之计。奥古斯都二世想到了一个不用征税也能大量生财的“好办法”——炼金。

炼金术在17世纪的欧洲颇为流行，连大科学家牛顿也花了毕生大部分精力来研究它，但是从来没有人成功过。不过，欧洲人炼金的方法和中国人炼丹略有不同，他们留下了诸多实验的记录，这些实验记录导致了后来化学科学的诞生。1706年，奥古斯都二世抓住了两个炼金术士，他命令二人为自己炼制黄金，但是他很快发现这件事是不可能的。当时虽然日本也已加入瓷器市场的竞争，但是欧洲的瓷器售价依然很贵，被称为白色的黄金。于是，奥古斯都二世便命令两个炼金术士开始研制瓷器，这样便无意中成就了炼金术士约翰·弗里德里希·伯特格尔（Johann Friedrich Böttger, 1682—1719）的英名。伯特格尔只活到37岁，但是他却因成为欧洲瓷器发明人而名垂青史。

奥古斯都二世把伯特格尔软禁在阿尔布莱希茨堡（Albrechtsburg），并在那里为他建立了实验室。伯特格尔尝试用各种材料调制出瓷土，包括大理石、骨粉等颇为怪异的材料。1707年，他烧制出一种红褐色的陶器，但是没有高岭土就不可能烧出洁白的瓷器，这是困扰欧洲陶工几百年的问题。不过，伯特格尔比较幸运，1708年，他在德国的麦森地区（Meissen）

发现了高岭土矿，但是他发现的高岭土矿无法直接制造瓷器，因为长石含量较低，粘性不够。伯特格尔进行了很多次实验，终于发现了陶土中各种元素的最佳配比，他在麦森陶土中添加了长石成份。烧制瓷器的另一个难点是获得 1300 度的高温。到 17 世纪，欧洲人还没有掌握制造高温瓷窑的技术。经过各种尝试，伯特格尔使用了科学家特奇豪斯（Ehrenfried Walther von Tschirnhaus, 1561—1608）发明的一种大型聚光镜，能够达到 1400 度的高温，终于烧制出了第一批白瓷。这批白瓷保存在德国的德累斯顿瓷器馆内的伯特格尔专厅中，非常精美。

从被带到阿尔布莱希茨堡到制造出欧洲的第一件瓷器，伯特格尔花了 4 年时间，做了 3 万次实验，他不仅记录了全部的实验过程和结果，而且把每一次实验之间的细小差异全都记录下来。这些历史文件现保存于德国德累斯顿国家档案馆。为了保密，他的文件都是用密码书写的，只有他和他的助手看得懂。从文艺复兴开始，欧洲人长期进行各种科学实验和材料分析，在没有亚洲工匠的帮助下，终于掌握了瓷器制造的秘诀。与熟练掌握瓷器制造工艺却不明白其化学原理的亚洲工匠不同，这些欧洲人对瓷器烧制的原理有理性认识，并有定量的了解，他们善于通过细微调节瓷土中元素的配比和调整烧制过程，来制造各种精致的瓷器。

伯特格尔的成功给萨克森公国带来了巨大的财富和荣誉，今天德国的麦森依然是世界瓷都之一，并且在国际高端瓷器市场占有很大的份额。奥古斯都二世当然要独享瓷器制造的技术和利益，他把陶工们都关在城堡里。可是到了 1716 年，也就是伯特格尔发明瓷器后的第五年，三名陶工逃出城堡，来到了奥地利的维也纳，自己开起了瓷窑。奥地利女王玛丽娅·特蕾莎（Maria Theresa of Austria, 1717—1780）对瓷器同样痴迷。奥地利人到萨克森来挖角，雇来了不少陶工，把维也纳建成了欧洲第二个瓷器制造中心。女王亲自掌管瓷器工厂。这位喜欢绿色植物的女王把自己的喜好加入到瓷器中，维也纳人制造出一种绘有鲜艳的绿色植物图案的瓷器，称为玛丽娅特蕾西系列。这种瓷器今天还在生产，成为奥地利瓷器的象征。女王在她的宫殿里建起一间巨大的瓷器室，里面不仅摆

放着青花瓷仿品，而且沙发座椅的图案也和青花瓷上的一致。

德国人和奥地利人的成功极大地鼓舞了欧洲其他国家的君王，他们相信瓷器这种技术是有可能掌握的。在麦森制造出瓷器的50年里，大小瓷器就已遍及欧洲——从北方的哥本哈根，到中部的斯特拉斯堡，再到南部的佛罗伦萨；从西边的伦敦到东方的圣彼得堡。

这些早期瓷窑都属于各国君主，和中国同期的雍正皇帝一样，他们对瓷器艺术热情很高，这极大地帮助提高了欧洲瓷器整体水平。不过，尽管欧洲瓷器市场竞争激烈，但是麦森瓷器依然独占鳌头，它不仅在很长时间内被称为“欧洲第一瓷”，而且在欧洲市场上打败了历史悠久的亚洲瓷器。到了18世纪，麦森瓷器的售价已经是中国瓷器的两倍，在欧洲只有日本的赤绘瓷器售价比麦森瓷器高。今天，印有两把交叉利剑标志的麦森瓷器在世界上依然是品质的象征。

在瓷器方面，超越德国麦森瓷器的是将工艺和艺术进行有机结合的法国人。法国的太阳王路易十四也是一个瓷器迷，他用中国的青花瓷砖装饰大特丽依宫的外墙。这位法国国王也希望取代德国占领欧洲瓷器市场。他的这个愿望，到了他的曾孙路易十五<sup>25</sup>时实现了，这在很大程度上要感谢路易十五的情妇、当时欧洲第一名媛蓬巴杜侯爵夫人（Madame de Pompadour, 1721—1764）。这位名利场上的代表人物一方面生活奢华，另一方面利用她的影响力大力扶植艺术、文艺和哲学。法国思想家孟德斯鸠和狄德罗等人都是她沙龙上的常客。她对洛可可艺术的发展有着至关重要的影响。在蓬巴杜夫人的扶植下，法国瓷器业有了突飞猛进的发展。她把一家不大的瓷器厂迁到了塞夫勒，并且在资金上不遗余力地予以支持。法国工匠们为了弥补起步晚的劣势，在研发新技术和设计新图案上动足了脑筋。在瓷器厂搬到塞夫勒一年后，法国瓷器的质量和式样就堪与德国的麦森瓷器媲美了。塞夫勒的工匠们还发明了一种给瓷器“镀金”的新技术——用大蒜汁和上24K纯金的粉末，给瓷器上色，镀金的边饰和内部精细的纹饰成了塞夫勒瓷器的特色，后来逐渐成了欧洲瓷器的标志。蓬

25

路易十四在位长达72年之久，他的儿子和孙子们都没有活过他，路易十五是他的曾孙。



图 6.23 蓬巴杜侯爵夫人曾经帮助过法国瓷器的起步。这幅她的画像由洛可可代表画家弗朗索瓦·布歇（François Boucher, 1703—1770）绘制，收藏于苏格兰博物馆。

巴杜夫人把洛可可的风格带入到瓷器中，使得塞夫勒瓷器外形优美精致，图案的设计和颜色的使用则与洛可可绘画相一致。塞夫勒瓷器厂逐渐成了专为法国宫廷提供瓷器的“官窑”，仿制东方或者德国的瓷器被严厉禁止。法国宫廷从此不再使用中国和日本的瓷器，而专用内容题材与他们的生活更贴近的塞夫勒瓷器。麦森瓷器首先发明了淡紫色的颜料，而塞夫勒更进一步，以金色和淡紫色为主题，形成了欧洲瓷器的风格。塞夫勒还发明了一种独特的颜色——宝石蓝，日后成了法国工艺品的标志颜色。加上先前的为了绘制洛可可图案，一种类似于洛可可绘画中常用的粉色也用到了瓷器中。上色技术的进步造就了欧洲瓷器绚丽的色彩。

欧洲人不断研制着新瓷器，一种将玻璃液化后烧制在瓷器表面的技术也被发明出来，这不仅在瓷器表面营造出一种晶莹剔透的效果，也使得瓷器更加经久耐用。这就是所谓的西洋珐琅彩瓷器。18世纪时，这种瓷器被欧洲人带到了中国，康熙皇帝非常喜欢，下令在大内仿制。这实际上标志着中国在瓷器制造技术上已经落后于欧洲了，这时欧洲人不再痴迷中国的瓷器，虽然还从中国大量进口瓷器，那仅仅是因为欧洲本土制造的瓷器价格较贵。在欧洲人看来，他们自己制作的瓷器做工精巧，图案

精美，专供高端阶层，而中国瓷器只是针对中下阶层的大众瓷器。

到了18世纪中后期，中国在制造大众瓷器方面的优势也渐渐丧失了。这个过程恰恰和英国一个叫月光社（在后面的章节中还会更详细地介绍）的组织的发展相联系。对大多数中国读者来讲，“月光社”（Lunar Circle）这个名称都非常陌生，但要说起里面的核心成员和通信成员，很多都大名鼎鼎：伊拉斯谟斯·达尔文（Erasmus Darwin, 1731—1802，发明家和思想家，进化论最早的提出者，也是《物种起源》作者查尔斯·达尔文的祖父），詹姆斯·瓦特（James Watt, 1736—1819，蒸汽机之父），约瑟夫·普利斯特利（Joseph Priestley, 1733—1804，化学家，发现了氧气的助燃作用和对呼吸的必要性），马修·博尔顿（Matthew Boulton, 1726—1809，瓦特的合伙人，蒸汽机制造商），本杰明·富兰克林（Benjamin Franklin, 1706—1790，电的发现者，美国国父之一）和托马斯·杰弗逊（Thomas Jefferson, 1743—1826，美国《独立宣言》起草者，美国国父之一）。这群科学家和发明家经常在英国当时的工业中心伯明翰聚集，在一起做实验和讨论科学问题。因为当时没有路灯，他们便经常选择在月圆的晚上借着月光去聚会，“月光社”因此得名。月光社里有一位地质和矿物学家韦奇伍德（Josiah Wedgwood, 1730—1795），他对现代瓷器的发展有至关重要的贡献。

作为地质学家，韦奇伍德在英国发现了高岭土矿，但是他对瓷器制造业的最大贡献，是将他的朋友瓦特发明的蒸汽机引入瓷器制造，这也是在世界上的所有制造业中首次大规模使用蒸汽机。蒸汽机的使用，不仅大大提高了瓷器的制造效率，而且不同批次的瓷器的品质都能得到保障。粘土的研磨和陶胚的制作等非常耗费人力的工序都被机器取代了。工匠们的职责分得很细，每个工种的技能都达到了很高的水平。这样，瓷器制造便第一次做到了质量和数量同时都能提高。而在此之前，增加数量总是以牺牲质量为代价。韦奇伍德的后人继承了家族的瓷器业，并且在1812年发明了骨质瓷器——他们将牛骨粉加到高岭土中，这样烧制出来的瓷器更加洁白，由此发明了我们今天所说的骨质瓷器。骨质瓷器比单纯用高岭土烧制



的瓷器更结实，抗撞击力更强，因此可以做得更薄，甚至薄到半透明的状态。靠韦奇伍德等人的贡献，英国人只要花一个先令就能买到一件高品质的瓷器了。而在100年前，高品质的瓷器还只是王室和贵族的专用品。瓷器的普及改变了欧洲人的饮食习惯，老百姓的分盘用餐便是从那个时候开始的，因为每个家庭都买得起多套瓷器了。从韦奇伍德的时代开始，瓷器首次在世界范围内供大于求。市场竞争日益激烈，一个瓷器厂如果不能不断创新产品的样式、提升产品的品质，产品就没有人要了。

为了适应市场竞争的需要，韦奇伍德瓷器工厂还发明了一种全新的营销手段。他在伦敦的市中心开了一家展销厅，向市民们展示自己的新产品，这是今天的苹果店和各种品牌展销店的前身。在此之前，瓷器生产厂商都是从销售商那里接订单，然后照单加工，而韦奇伍德的做法让生产厂商能直接了解到消费者的需求，瓷器的更新换代变得非常快。

## 第八节 瓷器在今天

18世纪对中国和英国来讲，是个分界点。按照西方学者的观点，中国的科技进步到了明朝便停滞了，虽然因为人口众多的因素，在很长的时间里中国的GDP还是世界排名第一。而英国因为成功地进行了工业革命，一跃成为世界头号强国。到了19世纪维多利亚女王时期，英国成了日不落帝国。1851年，英国在伦敦举行了第一届世界博览会，当时的目的是向各国展示其工业革命的成就，英国的瓷器是其中重要的展示品。亚洲只有日本积极参加了这次博览会，他们试图在世界市场上占据更大的份额，积累财富，实现富国强兵的目的。事实上，日本早在明治维新前几十年就开始向资本主义过渡，政治变革也开始酝酿。日本的瓷器继古伊万里瓷器<sup>26</sup>后不断推陈出新，成为在欧洲市场上唯一可以和当地瓷器竞争的亚洲产品。九州的领主们在过去的200年里靠出口获得了巨额财富，为后来的明治维新做好了经济上的准备。不仅如此，绘有浮世绘的瓷器包装纸在欧洲也受到了热捧，西方人通过这些绘画了解了日本，渐渐地在欧美人心中，日本取代了中国和印度，成为东方文明的代表。今天

<sup>26</sup>

著名日本瓷器。位于日本九州港口“伊万里”命名的日本“伊万里瓷”，其特色在于釉下蓝上面，再加上铁红和金色的面釉，图案是花卉和几何形状的简单或复杂的组合。

还有很多西方人对日本的浮世绘兴趣浓厚。相反，中国的瓷器失去了宫廷的支持，式样和品质都已然跟不上世界的潮流，开始江河日下。

整个19世纪和20世纪，瓷器在欧洲和美国不断发展，不同的国家之间鲜有模仿，而是努力在某些方面超越对手。丹麦是北欧的一个小国，在世界范围内能数得上的工业品并不多，但是哥本哈根的青瓷却在世间无出其右。哥本哈根是欧洲早期的瓷器制造中心之一，他们用最纯净的高岭土在1460度的高温下烧制出洁白无瑕的瓷器。这种精品瓷器深受欧洲王室的喜爱。法国是今天唯一拥有国家瓷器厂的国度，由它烧制的塞夫勒瓷器成为了法国的名片。这种纯手工制作的瓷器只能在三个地方看到：法国的国宴上，法国的国礼中，以及拍卖会上。18世纪，法国人在利摩日发现了上等的高岭土，打这以后塞夫勒的瓷器都用利摩日的高岭土制造，原始的瓷胎在利摩日制作完成后，送到塞夫勒上色、绘制和烧制。经过法国工匠和美国商人一百多年的努力，如今利摩日已成为世界瓷都。

法国历来以制造数量少的瓷器精品著称，但不擅长生产大批量的工业品。而美国人则相反，他们善于利用资本来荟萃世界各国之长为自己所用。早在19世纪初，美国快速增长的瓷器消费市场被英国品牌所占据，虽然美



图 6.24 今天世界上最昂贵的塞夫勒瓷器

国其实是世界上高岭土储量第一的国家，但是在很长时间里却没有自己的名牌瓷器。美国人的思维方式很有跳跃性，他们没有走欧洲人超越亚洲人的老路——从头开始去追赶欧洲人，而是直接到法国利摩日建厂，利用那里的优质高岭土和有经验

的工人制造自有品牌的瓷器。早期从新大陆回到旧大陆的商人，有点像今天从美国回到中国的海归，他们从美国带去资金在法国建厂。哈维兰家族就是其中的佼佼者。19世纪上半叶，美国瓷器商人大卫·哈维兰（David Haviland）在利摩日开设了哈维兰瓷器厂，生产高品质的瓷器，返销回美国。1842年，哈维兰制造的第一船瓷器运抵美国，大受欢迎，后来它的瓷器也销往欧洲和世界各地。这样的美资瓷器厂在利摩日有很多家，加上法国让·波叶（Jean Pouyat）和博纳多（Bernardaud）等瓷器公司，利摩日在短时间里到处都是正在建设的瓷窑，就如同明代的景德镇和大航海时代的玻璃制造中心威尼斯。于是，从十九世纪中期到现在，利摩日便成为世界瓷都。

到了19世纪末，美国商人莱诺克斯（Walter Scott Lenox，1859—1920）开始在美国本土制造精品瓷器，并且很快风靡世界。到了20世纪初，莱诺克斯的瓷器就开始被法国塞夫勒国家瓷器博物馆收藏，并且成为美国总统选用的瓷器。罗斯福、杜鲁门、里根、克林顿和小布什总统都对之喜爱有加。美国从此也在高档瓷器市场站稳了脚跟。今天，一个高档的莱诺克斯正餐瓷盘（直径30厘米左右），售价依然高达200美元。

从19世纪开始，随着世界各地都发现并开采高岭土矿，很多国家都有能力制造陶瓷了，而机械化生产更是令制造成本大为降低，瓷器变得不再稀有。今天，瓷器不再仅仅是餐具和盛器，而是被广泛地用到了生活的方方面面，包括建筑材料、洁具、绝缘材料、绝热材料和装饰品。瓷器虽然有上千年的历史，不过好些特殊的瓷器在今天依然属于高科技产品，科学家们还在研究它们的特性，并且希望用这些瓷器制造出新的材料。

在我们通常的印象中，陶瓷是最好的绝缘材料之一，我们电线杆和变电站的高压电线的绝缘瓷芯都是用陶瓷制作的。1946年，美国麻省理工学院发现，一种加有特殊金属氧化物的陶瓷可以将机械能转换成电能，当然也可以把电能转换成机械能，由此他们发明了压电陶瓷。这种材料虽然大家未必听说过，但是都使用过，在打火机、煤气炉，以及在很多喇叭里都有用到。到了上个世纪七八十年代，科学家们发现混有特殊金属氧化物的瓷

器在低温下呈现出超导的特性。以往已知的超导体需要在极低的温度下才能显示出超导特性，而这种超导陶瓷则不需要那么低的温度就可以出现超导特性。

绝热是陶瓷的另一个特性。美国的航天飞机在重返大气层时，由于表面与空气摩擦，温度高达1800摄氏度。要承受这样的高温，陶瓷是理想的材料。航天飞机的表面附有特殊的（非常轻的）陶瓷散热片，保护航天飞机在进入大气层时不会受到损害。这种陶瓷不是实心的，内部呈海绵状，重量轻而隔热效果好。很难想象一个传统的产品对我们今天的生活还能产生这么大影响。

中国人托上天赐予的优质瓷土和充足的燃料，加上自己的聪明才智，发明了瓷器。作为瓷器的故乡，中国在六七百年里独占世界市场。自宋代以来，瓷器为中国历届王朝积累了大量的财富，功不可没；同时，瓷器也改变了整个世界的生活习惯、生活方式和文化。但是，中国瓷器业在最近的300年里衰退了，这里面原因有很多，有些看似非常偶然，比如17世纪中期，正值中国改朝换代和清初动荡，而恰巧日本人在这个时候制造出了瓷器，于是抢去了中国在世界的市场份额。但是客观地进行分析，可以看到这又是历史的必然。从17世纪开始，中国的科技和工业水平就停滞不前了，而日本则结束了多年的战国时代，成为一个统一的国家，同时开始重视贸易，并且对外扩张（虽然日本第一次入侵朝鲜以失败告终）。日本是个岛国，原材料相对贫乏，因此制作任何东西都必须精益求精，否则会被认为是浪费财物。日本的手工业者喜欢把自己的名字写到产品上，师傅生怕徒弟的技艺超过自己，那将是家族的耻辱，因此总是倾囊相授。（不像中国师傅传徒弟，都跟猫教老虎似的，一辈留一手。留到今天，很多手艺都失传了。）而徒弟也生怕师祖们创下的字号在自己手上搞砸了，也因此做事情尽心尽力。他们制作瓷器，即使在人看不见的地方，也要做得尽善尽美。日本的工匠认为赤绘瓷器洁白的底色比上面的色彩更加重要，虽然前者看不见。为了达到这种纯白色的效果，要控制好窑温和氧气量。在19世纪，这种表里如一的瓷器，每个瓷盘可以赚取五倍的利润，而大的瓷缸则可赚

到八倍。日本人做东西，先是仿制，然后超越、创新，做瓷器也是一样。因为上述原因，日本的瓷器制造技术在短短的几十年里就超越了中国。所以说，即使没有丰臣秀吉发动侵朝战争，日本也早晚会获得瓷器制造技术，而中国几百年都没有进步，是无法阻止其他国家超越自己的。

欧洲人在瓷器制造上超越亚洲人，则是整体科技进步和工业化的成果。欧洲人较早地掌握了现代的科学研究方法，擅长定量分析和比较实验，因此完全弄清楚了瓷器的成份和烧制的原理。在研制过程中，他们保留了全部的原始数据和实验报告，这样，每取得一点进步，后人都可以直接受益。德国的伯特格尔把上万次实验的点点滴滴都记录下来，这种做事情的方式被英国的韦奇伍德继承了，他研制出碧玉细炆器，做了5000多次实验，都有记录。这种科学研究的方法是欧洲人取得长足进步的基础。相比之下，中国工匠更多的是具有对制瓷工艺的感性认识，他们靠“师傅带徒弟”的方法将经验代代相传，而徒弟是否能超越师傅，则完全靠悟性。中间即使有一些发明和改进，却因为没有详细的过程记载，或许是出于保密故意不记载，很多发明和改进都无法传世，比如宋代五大名窑的制作工艺大多失传了。这样，后世常常不得不重复前人的失败，使得瓷器制造技术进步缓慢。这其实不是中国瓷器制造特有的问题，而是中国古代很多手工业普遍存在的现象。

中国的官窑烧制，在清朝中期达到顶峰，但是这些技术成果只供宫廷享受，并不为民窑所用，也没有帮到中国的外贸，统治者只对个人爱好有兴趣，对现代商业关注甚少。从清朝末年年开始，因为国力衰退和不断的战争，中国基本上退出了世界瓷器市场，除了制造一些非常廉价的陶瓷制品。到了中国改革开放之后，中国瓷器在世界上的地位才有所恢复，一些中国制造的瓷器的品质已经达到了莱诺克斯和英国强生兄弟（Johnson Bros）等著名厂家低端瓷器的要求，这些公司为了降低成本，将一些中低端的产品转到中国制造。借助这些国际知名品牌，Made in China（中国制造）的瓷器又回到了国际市场。但是，今天，欧洲人依然占据着世界高端瓷器市场90%的份额，其余份额则由美国和日本瓜分。

## 结束语

瓷器，不仅仅是一种盛器，一种商品。它曾经在世界文化交流中起着重要的作用，现在依然如此。西方世界通过它了解到了东方的文明，并与东方展开了大规模贸易。瓷器贸易带来的巨大利润，又刺激了西方化学和材料学的发展，因为过去瓷器利润丰厚，瓷器制造业也成为历史上第一个采用蒸汽机进行大规模生产的行业，这宣告了人类工业革命的开始。从促进文明发展的各个角度来讲，世界上都很难找到第二种商品能和瓷器相比。

### 附录 宋代的官、哥、钧、定窑瓷器

27  
瓷器出窑时，由于内外温度不同，因为热胀冷缩的原因，导致瓷器外表釉会产生细致的裂纹，称为开片。

28  
紫口是指瓷器口部露出胎的颜色，铁足是指瓷器的底部因为釉薄而露出铁锈般的颜色。

29  
元末孔奇在《静斋至正日记》中记载，“乙未冬，在杭州时，市哥哥洞窑者一香鼎，质细虽新，其色莹如旧造，识者犹疑之。会荆溪（宜兴）王德翁亦云，近日哥哥窑绝类古官窑，不可不细辨也。”

宋瓷的鉴赏是一个有趣的话题。除了前面介绍的汝窑瓷器，宋代五大名窑中还有官、哥、钧、定这四种。

排名第二的是官窑。“官窑”这个词本身就有多重含义，一方面它泛指为宫廷制作瓷器的作坊，比如我们常听到的“景德镇官窑”之说。另外，它还特指北宋五大窑之一的官窑，又称汴京官窑。由于官窑的窑址至今还没有找到，因此，很多人认为它可能并不存在，或者就是汝窑。但是主流意见认为它确实存在过，而且就在汴梁城内。南宋顾文荐的《负暄杂录》中有这样的记载：“宋宣、政间（宣和、政和之间）京师自置窑烧造，名曰官窑”，而南宋叶真在其《垣斋笔衡》中也有类似的记载：“政和京师自置窑烧造，名曰‘官窑’”。官窑胎体显厚，且呈黑色，釉为淡青色，釉面有大开片裂纹<sup>27</sup>，也有“紫口铁足”的特征。而宋代另一名窑“哥窑”瓷器也有大开片和“紫口铁足”的特征<sup>28</sup>，因此它们很容易被搞混。人们常常说“官哥不分家”就是这个道理。甚至有人认为哥窑是元代对宋官窑的仿品，因为对哥窑最早的记载出现在元代末年<sup>29</sup>。当然，哥窑瓷器还有另一大特征，就是所谓的“金丝铁线”形状的开片<sup>30</sup>非常明显，相比之下官窑的这种特征不明显。下图是大英博物馆陈列的官窑瓷器和旧金山亚洲博物馆陈列的哥窑瓷器，二者放在一起，还是可以区分的。



图 6.25 官窑瓷器（左）和哥窑瓷器（右）的对比

在宋瓷中名气很大的是钧瓷，尤其是在晚清民初，流传着“家有万贯，不如钧瓷一片”之说。笔者了解宋瓷也是从钧瓷开始的。但是在历史上，收藏家对它的评价不如汝、官、哥三窑高。钧瓷得名于产地，故又称为钧州瓷。与汝、官、哥瓷器单一色彩所不同的是，钧瓷的色彩十分丰富。钧瓷最突出的成就在于它采用了铜的氧化物铜红釉，改变了以往单一色釉瓷的局面，在世界瓷器工艺史上具有极其重要的意义。我们今天看到的瓷器上的各种颜色，大多是不同的金属氧化物在高温烧制时表现出的颜色（除了法国名瓷塞夫勒的金色是由 24K 纯金绘制）。而钧瓷在出窑时，骤然冷却，温度不均而发生了窑变，因此表现出了不同的颜色（绝非用了不同的颜料）。钧瓷的颜色五彩缤纷，既古朴典雅，又艳丽绝伦，有的瓷器釉色红里透紫，有的紫里藏青，也有青中寓白，或者白里泛红的。古人用“绿如春水初生日，红似朝霞欲上时”和“高山云雾霞一朵，烟光空中星满天；峡谷飞瀑兔丝缕，夕阳紫翠忽成岚”等诗句来形容钧瓷釉色的微妙。钧瓷的颜色是在出窑时窑变产生的，它的颜色很难控制，因此上品钧瓷非常罕见。清代的雍正皇帝是个瓷器迷，他特令大臣年希尧在大内仿制钧瓷，年希尧经过多次试验仿制成功后，拿给雍正皇帝去看，雍正帝看后颇不满意，说，钧瓷釉厚重，你们这个釉薄（暗指质量不行），让他重新仿制，年希尧又花了很多功夫，直到雍正 11 年，终于仿制成高

### 30

所谓开片是瓷器上的裂痕。因为釉的膨胀系数和瓷胎不同，因此在瓷器出窑时釉会炸裂。哥窑瓷器在制作时，将出窑的瓷器放入碳汁或者墨汁，大的裂缝吸收了碳素或者墨汁便呈黑色线条，称为铁线，细小的开片无法渗入墨汁，但是久而久之氧气渗入后和胎质中的铁发生反应，呈黄色细纹称为金丝。官窑瓷器并不做侵入墨汁的处理。开片的颜色乃是长期渐渐形成的。

质量的钧瓷仿品。这是后话了。钧窑瓷器的胎质相比汝窑瓷器，厚重坚实但不乏细腻，扣之有声，清脆而圆润。

我们前面讲到，在瓷器发展的早期，人们不知道如何去除高岭土中的铁杂质，因此无法烧制出纯白的瓷器。而到了五代和北宋时期，定窑瓷器已经达到了洁白如玉的水平。定窑在早期属于民窑，它烧制的瓷器样式迎合了市民阶层的审美。和汝官哥钧四种瓷器不同，定窑瓷器表面常常有雕花和纹饰。多年前我们一个旅行团到台北故宫博物院参观，在一个展览室中有宋代五大民窑的作品，大部分人最喜爱的都是那些晶莹剔透、雕花的定窑作品，而不是需要细细品味才能得其神韵的汝窑和官窑瓷器。宋代百姓的审美大致亦如是。从五代到北宋，再到金，定窑的胎质和釉色水平不断提高，但是雕花和纹饰水平却不断下降。在五代时，雕花为阳刻，也就是说，花是突出在瓷器表面，而后来改为阴刻，即雕花是凹陷下去的，再到后来干脆改成了浅浅的纹饰。其中的原因我没有考证过，但是据著名收藏家马未都先生的讲法，越到后来越追求数量，而非质量。相比汝官哥钧四种名瓷，定窑出品的瓷器数量较多。

### 参考文献

- 1 Mary Frank Gaston. 青花梧桐 (*Blue Willow - Identification & Value Guide*). Collector Books, 1990.
- 2 Mary Frank Gaston. 利摩日瓷器收藏者百科全书 (*Collector's Encyclopedia of Limoges Porcelain*). Collector Books, 2000.
- 3 Robert E. Rontgen. 麦森瓷器 (*The Book of Meissen*). Schiffer Pub Ltd, 1996.
- 4 Jenny Uglow. 五个好奇心改变世界的人 (*The Lunar Men: Five Friends Whose Curiosity Changed the World*). Farrar, Straus and Giroux, 2002.
- 5 Robert Finlay. 世界史上的瓷器文化 (*The Pilgrim Art: Cultures of Porcelain in World History*), University of California Press, 2010.
- 6 马未都. 马未都说陶瓷. CCTV 百家讲坛.



# 第七章 一个家族的奇迹

## 文艺复兴

全世界恐怕没有哪个家族（王室除外）比美第奇家族（House of Medici）更富有传奇色彩了。这个家族曾经是世界上最有名、最有影响力的家族，他们控制着整个欧洲的金融，并且左右着教皇的任命。他们还通过和欧洲王室联姻，将影响力延伸到欧洲大部分地区和中东的部分地区。中国人讲富不过三代，但是美第奇家族的兴旺长达 200 年左右。今天虽然我们找不到他们的直系继承人，因为早在近 300 年前（1737 年）这个家族就随着他们最后一位成员的去世而终结了，但是我们依然可以看到他们的影子，那就是文艺复兴和欧洲的近代化。

### 第一节 佛罗伦萨的往昔

中世纪时，欧洲名城罗马便早已没有了往日的辉煌。以现在的眼光来看，它当时不仅破落不堪，而且充斥着贫穷和犯罪，但在中世纪人们的精神世界里，罗马依然占据着重要的地位，因为那里支配着人们（包括国王们）的思想。欧洲上至君主，下至平民都希望得到罗马教廷的庇护，各国的王室之间或者民间发生争议时，也常常请出罗马教廷来调停，洗雪冤情。人们依然从欧洲各地络绎不绝地赶往罗马，来到罗马教廷的所在地拉特朗宫（Palazzo Laterano）。大部分人都会路经托斯卡纳地区阿尔诺河畔的一个小镇，在镇上一边休整，一面找律师办理去罗马教廷公干必需的



图 7.1 罗马帝国衰亡后的罗马城（收藏于法国卢浮宫）

手续，并找银行家兑汇罗马认可的货币。久而久之，这个小镇就发展成中世纪意大利文明的一个标志性城市——佛罗伦萨。

佛罗伦萨所在的托斯卡纳地区气候温和，适宜农业生产，交通便利。到了中世纪后期，这里的纺织业开始兴起，最初是生产欧洲特有的呢绒。十字军东征后，佛罗伦萨人又从穆斯林那里学到了中国的抽丝和纺织技术，开始生产丝绸。中世纪的欧洲人不仅生活质量低下，而且早期的教会要求百姓（当然也包括他们自己）过苦行僧式的简朴生活，他们对丝绸这样的奢侈品很反感。但是到了11世纪，情况发生了变化，那些十字军的骑士，已经从文化上接受了东方享乐型的生活方式。贵族的妻女们更喜欢闪亮柔软的丝绸，而不是她们过去穿的亚麻和棉布。而教廷也逐渐认识到了丝绸的价值，并且用丝绸来装饰用冷冰冰的大理石或花岗岩建成的教堂。欧洲对丝绸和高质量呢绒的需求，促使佛罗伦萨（还有米兰和威尼斯）的商人们大量投资纺织业，他们在意大利北部养蚕，并且招募当地的青年女子成为纺织工人。靠着丝绸生意，佛罗伦萨成了当时欧洲最富有的城市之一。用今天的话来说，佛罗伦萨人通过做丝绸生意，掘得了资本主义的第一桶金。

手工业和商业的发展,有时会带来金融业的兴起。佛罗伦萨地处交通要道,每天都有外地来的人到这里兑汇罗马所用的钱币。于是,一些有投机意识的商人便开始以兑换货币来牟利。这种生意可以说是百利而无一弊,既不需要什么高难的手艺,也不用承担什么风险,而且利润还丰厚,更重要的是,发财的是本地人,被掠夺的则是外地的贵族或者香客,因此,当地的贵族和官员们对此极为支持。就这样,佛罗伦萨人财富的积累在不断地加速,经过几个世纪,到了中世纪末期,佛罗伦萨就成为整个西方世界的金融中心,如同18、19世纪的伦敦,以及20世纪的纽约。

有了大量的金钱撑腰,这些商人就不再是走街串巷的小贩,而是富甲一方、出入皆宝马香车的社会名流了。他们的社会地位不断提高,开始关注政治,并且不断提出自己的政治主张。他们组建了行会,开始在社会生活中发挥重要的作用。教会虽然反对商人们这种重利盘剥的行为,并且认为暴力会激起上帝的愤怒,但又无可奈何,对此只能睁一只眼闭一只眼。

中世纪末期(12、13世纪),绝大部分欧洲地区受教权和王权的双重压制,沉闷得让人喘不过气来,而意大利城市的空气则是清新的。中世纪末的佛罗伦萨,主导城市的力量不再是教会,而是这些商人团体,他们不仅是政治和金融上的直接领头人,而且是那些市民与手工业者的代表和庇护者。虽然在整个欧洲,基督教的势力和王权依然非常强大并且毫不相让,但是佛罗伦萨在商人团体的领导下,出现了繁荣和有序的景象。

经济的发展带动了思想的解放。从13世纪末到14世纪初,佛罗伦萨出了一位了不起的人物——但丁(Dante Alighieri, 1265—1321)。他是旧时代的最后一位诗人,也是新时代的第一位诗人。他的传世之作《神曲》为今天的大众所知。这部用长诗形式写成的巨作,场面极其广阔,它反映出意大利从中世纪向近代过渡的转折时期里,现实生活及各个领域发生的变革,这个作品沐浴着新时代的曙光,洋溢着人文主义的光芒。今天,走在佛罗伦萨的阿尔诺河畔,想象着当年但丁在廊桥边遇到他永恒的爱人贝雅特丽齐(Beatrice di Folco Portinar, 1266—1290)的场景,似乎

没有比那样的邂逅更为浪漫的了。



图 7.2 但丁遇见贝雅特丽齐（亨利·赫利戴 1884 年作品，收藏于利物浦沃尔克艺术博物馆）

通常，新时代的到来都不是一帆风顺的，商人之间也有很多对立的派别，他们之间的争权夺利把城市搞得乌烟瘴气。但丁《神曲》地狱篇中的一些描述和莎士比亚名剧《罗密欧与朱丽叶》的背景，都反映出这个历史阶段意大利城市里的内斗。在佛罗伦萨，奎尔普派（Guelphs）和吉勃林派（Ghibellines）<sup>1</sup>就你死我活地争斗了多年。直到有一天，市民们忍无可忍，决定由同业公会来接管城市的行政大权，市政厅中有每个行业选派的代表。市民们再（间接地）选出一位公爵，成为佛罗伦萨的最高统治者，这其实是近代民主的开端。

<sup>1</sup> 意大利中世纪末的两个派别，分别支持教皇和神圣罗马帝国的皇帝。

当然，没有权力制约的民主也会有很大的问题。虽然佛罗伦萨的市政人员都是民选的，可他们一旦当选，照样见利忘义，欺压百姓。（这就如同笔者对中国出租司机做的调查，绝大多数表示一旦权力在手，他们也会当贪官。）倘若这样下去，佛罗伦萨就将沦为一个平庸的城市，更不可能成为文艺复兴的中心。这时，一个家族的异军突起，在推动佛罗伦萨的进一步发展上起到了不可替代的作用。他们努力维系着各种力量的平衡，善待平民，让佛罗伦萨面貌一新。这就是本章的主角——美第奇家族（House of Medici）。

美第奇是一个非常古老的家族，从“美第奇”这个名字来看，他们的祖上应该是江湖郎中，但却是靠手工业发家的。不过，虽然他们发迹了，但是在开始的几个世纪里，这个家族的成员从不脱离手工业传统。后来，这个家族的势力急剧膨胀，甚至有实力决定教皇的人选了，但是他们依然保持着（至少是名义上）平民的身份。吉奥瓦尼·美第奇（Giovanni di Bicci de' Medici, 1360—1429）曾经教育他的儿子科西莫·美第奇（Cosimo di Giovanni de' Medici, 1389—1464）：“骑在驴子上的人最安全。”因为在当时平民百姓只有驴子可骑，而贵族和富人则骑着高头大马。直到16世纪中叶，这个家族的男主人科西莫一世·美第奇（Cosimo I de' Medici, 1519—1574）才当选为托斯卡纳公爵（Grand Duke of Tuscany），有了正式的贵族身份。之后他们家族的女眷也跟着身价倍增，不断有人嫁到其他国家的王族中，成为王后，包括两位法国的摄政王后<sup>2</sup>。此外，美第奇家族还出过多位教皇（一共四位<sup>3</sup>）。

在过去的六七世纪里，佛罗伦萨的命运与这个家族紧紧联系在一起。在美第奇家族鼎盛时期，佛罗伦萨不仅跟罗马或威尼斯分庭抗礼，而且还对抗着法国和神圣罗马帝国（即今天的德国和奥地利）。但是在这个家族的命运终结之后，不仅是佛罗伦萨，而且是整个托斯卡纳地区，就又变回了落后的农村，再难看到往日的辉煌。

## 第二节 最珍贵的财富

把美第奇家族缔造成金融帝国的是吉奥瓦尼·美第奇。在他之前，美第奇家族经过很多代人的努力，积累了财富，成为佛罗伦萨地区颇具影响力的家族。吉奥瓦尼因为兄弟姐妹等亲戚众多，继承的遗产并不算多，但是他将美第奇家族善于理财的传统发扬光大了。在他37岁那一年，他正式注册了美第奇银行。美第奇银行不仅仅是为了赚钱，它更是一个组织。它有些像今天高盛和摩根斯坦利这样的投资银行，而不是大家储蓄然后对外提供信贷的商业银行。吉奥瓦尼看重忠诚，强调保持长期客户关系。找到忠诚的伙伴是吉奥瓦尼一生行事的准则。他是所有客户的保护者，

2  
这两位法国王后是凯瑟琳·美第奇（Catherine de' Medici, 1547—1559年摄政）和玛丽娅·美第奇（Marie de' Medici, 1600—1610年摄政）。

3  
他们是利奥十世（Pope Leo X, 1513—1521年在位）、克莱蒙特七世（Pope Clement VII, 1523—1534年在位）、庇护四世（Pope Pius IV, 1559—1565年在位）和利奥十一世（Pope Leo XI, 1605年在位）。

维系着这些客户之间的关系，这些关系向外延伸，便形成了巨大的关系网，控制着佛罗伦萨乃至整个意大利的政治和商业。因此，他挑选客户非常仔细，并非任何有利可图的生意他都做。

曾经有一位潦倒的教士找到吉奥瓦尼，他叫巴达萨尔·科萨（Baldassarre Cossa），此人有当教皇的雄心，但是无钱无势。吉奥瓦尼看中了他的忠诚，觉得这个人可以信赖，于是他资助巴达萨尔·科萨，帮他铺平了通往教皇的道路。1410年，这个当年落魄的教士终于当上了基督教世界的最高统治者——教皇约翰二十三世。当上教皇后，约翰二十三世投桃报李，将教廷的钱交给美第奇银行打点。

美第奇家族到了吉奥瓦尼这一代，无论是在金融上还是在政治上都已经很有影响力了，但吉奥瓦尼仍保持平民身份。他从不张扬，以免树敌过多。他的一生可谓是风平浪静。吉奥瓦尼在晚年把家族的事业完全交给了儿子科西莫·吉奥瓦尼·美第奇（Cosimo di Giovanni de' Medici, 1389—1464），只是偶尔给他一些人生的建议。

科西莫是美第奇家族走上政治前台的第一人。他从小生长在佛罗伦萨，在据他家几步之遥的地方有一个宏大的建筑，这是一座大教堂，有上百年历史，但一直没有完工。当时佛罗伦萨恐怕没有一个老人说得清这座教堂是从什么时候开始修建的，因为在这些老人的父辈甚至祖辈记事时起，它就已经在那里了。佛罗伦萨人是虔诚的天主教徒，他们要为上帝建一座雄伟空前的教堂，它长达150多米，完成时高达110多米。当时的大教堂都是尖顶的哥特式建筑，这座教堂本来也不应该例外，实际上它的钟楼就是哥特式的。修建这座教堂，恐怕多少有点超出当时佛罗伦萨人的财力和工程水平，进展十分缓慢，加上他们对细节一丝不苟，结果用了80多年才修建好四围的墙壁。可是这时他们才发现，这么大的教堂，无论如何是无法建造一个尖顶的，恐怕还没等修好，顶就要塌下来。没有人知道该怎么办。因此，虽然教堂大理石的地板铺得十分漂亮，四壁亦如此，但是每逢下雨这里就成了一个大水塘。科西莫从小看到的就是

这番景象，等他长大后，他希望能把这个大教堂的顶给装上，让这座有史以来最大的教堂成为荣耀他们家族的纪念碑，可这又谈何容易。



图 7.3 科西莫·美第奇（雅格布·蓬托尔 Jacopo Pontormo 绘，收藏于乌菲兹博物馆）

科西莫在 25 岁那年继承了父亲的事业和财富，但是他一生获得的最大财富并不

来源于此，而是另有机缘。他的经历，说起来颇像金庸小说里主人公的传奇：一个偶然的机，得到了前人留下的宝藏（包括秘籍之类），然后成就了前无古人的伟业。在 14 世纪末 15 世纪初，虽然欧洲的黑死病<sup>4</sup>已经过去，但是瘟疫依然不断，教堂常被当作停尸所，而堆满尸体的教堂也就成了无人光顾的废墟。一天，年轻的科西莫来到一个堆满尸体的教堂，跨过这些尸身，来到一个人迹罕至的黑暗角落，在那里他发现了古希腊罗马时代的一些经卷和手稿。这些手稿的年代非常久远，比他生活的年代早 10 个世纪左右，手稿中有很多机械和工程方面的图纸，以及各种文字描述。这些都是他和他的父辈从未见过的。要知道在中世纪，欧洲只有一本流行的书籍——《圣经》。

科西莫不断收集类似手稿，我们现在不能确定科西莫是否看得懂这些手稿。开始他只是好奇古人都记载了些什么，但是他终于意识到这些手稿中记载了很多古希腊罗马人懂得，而当时的欧洲人却不懂的知识和技术，他凭直觉认识到这些知识将来会非常有用。知识是科西莫一生获得的最大财富，而这些知识很快便在大教堂的建设中派上了用场。

如前所述，佛罗伦萨人一直想把敞了几十年的大教堂的顶给封上，但是

4

现在认为是一种鼠疫，据估计夺走了 7500 万到 1.5 亿欧洲人的生命。

没有人能够做到，各种已知的方案都行不通。这时，一个名叫菲利波·布鲁内莱斯基（Filippo Brunelleschi, 1377—1446）的人带着他的设计方案来到市政厅，声称他可以解决这个工程难题。布鲁内莱斯基考察过很多古迹，提出可以给教堂盖一个圆顶。这个建议对市政官员们来讲有点异想天开，因为大家都认为这么大而没有支撑的房顶会塌下来，没有人能看懂他的设计，于是官员们把这个“疯子”连同他的设计方案扔出了市政厅。但是，佛罗伦萨有一个人懂得赏识他的才能，他就是科西莫，因为他知道“古人”曾经实现过布鲁内莱斯基的设计。

科西莫开始资助布鲁内莱斯基，他让后者用立柱和圆拱为自己的家祠（也就是后来的圣洛伦佐教堂）修建承重的回廊。布鲁内莱斯基不负他望，果然按照设计完成了回廊的建造，这是自古罗马后上千年来第一次在建筑上只用立柱而不用墙来承重。有了这次的成功，科西莫和布鲁内莱斯基对修建大教堂的圆顶就有了信心。

1418年，佛罗伦萨市政府对大教堂圆顶的工程招标，科西莫支持的布鲁内莱斯基和佛罗伦萨另一位杰出的工程师洛伦佐·吉贝尔蒂（Lorenzo Ghiberti, 1378—1455）<sup>5</sup>都想得到这个工程。吉贝尔蒂为了中标，将价钱压得和布鲁内莱斯基一样低，于是佛罗伦萨市政府就将工程给了他们两人。这时候，布鲁内莱斯基开始装病，表示无法负责这个工程了，便将全部的工程让给了吉贝尔蒂。到了1423年，吉贝尔蒂终于承认他无法给这个巨大的教堂装上一个中间没有任何支撑的圆顶，只好再拱手交出项目。于是，布鲁内莱斯基就成为了唯一的竞标人，现在他需要说服市政官员圆形屋顶的方案可行。与不懂工程的官员们沟通并不容易，布鲁内莱斯基最后拿出个鸡蛋，让这些官员立起来。这些官员讲，鸡蛋怎么可能立起来？布鲁内莱斯基将鸡蛋的一头砸碎，就立了起来。官员们自然不干了，说：你可没有讲可以允许砸碎鸡蛋。布鲁内莱斯基解释道，教堂并没有谁规定一定只能建尖顶，而建成圆顶，就像把鸡蛋竖起来这么容易。官员们最终被说服了，将工程交给了布鲁内莱斯基。而完成这个工程恰恰是科西莫实现他政治抱负的第一步。

<sup>5</sup> 吉贝尔蒂在佛罗伦萨留有很多的建筑作品，包括洗礼堂著名的黄金大门。



科西莫和布鲁内莱斯基接手这个工程后，心里并不轻松，他们要确保这个从来没有人尝试过的圆顶工程能顺利完成。科西莫收集的手稿派上了大用场，布鲁内莱斯基从古希腊和罗马人的智慧中得到了启发，完成了教堂天顶的细节设计。为了证实他们的设计可行，科西莫和布鲁内莱斯基跑到几百公里外的罗马，实地考察了古罗马修建的万神殿（Pantheon），这座建于公元2世纪的大理石建筑，长84米，高度近60米，有一个直径40多米的拱形圆顶。当时古罗马人在圆顶的下面搭了脚手架，然后将大理石用水泥砌好。一千多年后，水泥大部分脱落了，但是圆顶上的大理石互相卡在一起，没有脱落。古罗马人的建筑技术在中世纪都失传了，人类往前走了一千年，反倒不会运用一千年前就已经掌握的技术了。科西莫和布鲁内莱斯基重新发现了这些技术，他们当时或许还没意识到这在世界历史上有多么重要，但是想必一定非常兴奋。

布鲁内莱斯基改进了古罗马人的建筑技术，他设计了内外两层拱顶的结构，这个结构被后来很多圆顶建筑采用，包括英国著名的圣保罗大教堂。和罗马人不同，布鲁内莱斯基建造圆顶用的不是大理石而是砖。烧制大量的砖和水泥是个不小的工程，这由科西莫负责，而布鲁内莱斯基则在现场指挥建造圆顶。为了能把这些砖运到几十米高的工地上，布鲁内莱斯基发明了一种齿轮机械，它能把地面上的圆周运动变成上下的运动，只要用驴马推动一个大圆盘在地上转动，然后齿轮带动一个升降机，就能将砖头和其他材料运到几十米高的工地上。为了方便工人吃饭（因为几十米高的建筑物爬上爬下不方便），布鲁内莱斯基用升降机将午饭送到圆顶工地上。为了让工人满意，他每餐都给工人们提供葡萄酒，但是为了防止他们喝多了犯晕乎，干活时摔下来，他在酒里加入了三倍的水，这是当时给孕妇喝的葡萄酒的浓度。总之，布鲁内莱斯基想尽一切办法，希望能尽快完成这个宏伟的工程。

尽管科西莫和布鲁内莱斯基如此尽心尽力，但是大教堂圆顶的建造还是一波三折。虽然布鲁内莱斯基有美第奇家族的支持，但是美第奇家族在佛罗伦萨并非没有敌人，当时有两个敌对的大家族，包括奥比奇和斯特

6

奥比奇 (Rinaldo degli Albizzi): 佛罗伦萨的贵族, 美第奇家族的对头, 后被流放。

斯特罗斯 (Palla Strozzi): 佛罗伦萨的银行家, 家族的财富曾经和美第奇家相当, 后来被流放。

罗斯<sup>6</sup>家族。吉奥瓦尼在世时对一切来自敌对家族的冲突, 都采取息事宁人的做法, 以求相安无事。吉奥瓦尼去世后, 科西莫个性张扬的一面完全显现了出来, 彻底得罪了这两个同样有权有势的家族。奥比奇和斯特罗斯勾结市政官员, 以莫须有的罪名将科西莫逮捕并监禁起来。当时佛罗伦萨还是民主共和国, 无论是官员还是贵族富商都无法决定科西莫是否有罪, 而要靠市民(代表)投票。因此, 奥比奇等人能做的事情就是阻止同情美第奇家族的人参加投票, 这样一来, 科西莫就被定为有罪了, 而且还有可能会掉脑袋。但是, 科西莫在佛罗伦萨的影响力已经根深叶茂, 在敌人的阵营里也有朋友。最终, 科西莫被改判 20 年流放, 这样他就获得了自由, 虽然他暂时不能回到佛罗伦萨。科西莫前脚被赶出佛罗伦萨, 布鲁内莱斯基后脚便被投进了监狱, 大教堂的圆顶工程也就此停工了。科西莫离开佛罗伦萨后, 先后到了帕多瓦和威尼斯, 他走到哪里, 财富就跟随他到哪里。那些有钱人纷纷拿着钱找上他, 佛罗伦萨的财富也不断地外流。缺少资金的佛罗伦萨陷入了危机, 于是, 在一些富人的劝说下, 佛罗伦萨市政府不得不再把科西莫请回来。这回轮到奥比奇和斯特罗斯家族被流放了, 不过他们的运气没有科西莫好, 直到终老也没有能回到佛罗伦萨。

大教堂的圆顶工程又重新开工了, 科西莫负责物流, 前后有超过 400 万块红砖和其他大量建筑材料被运到施工现场, 工人们按照布鲁内莱斯基的要求一层层往上砌砖, 教堂圆顶的敞口在一点点缩小。布鲁内莱斯基每天都泡在工地上, 而科西莫也经常去现场。我的这些描写文字叙述得很快, 但是在当时这些事情却做了很多年。

教堂的圆屋顶建到一半时, 已经按照当初设计的那样向里倾斜了, 虽然从力学的角度讲, 这种设计没有问题, 不会倒塌下来, 但是当时的建筑工人从未见过向里倾斜的墙, 没有人敢再往上面垒哪怕是一块砖了, 仿佛再加一块砖整个屋顶就要塌下来。没办法, 布鲁内莱斯基只好自己上了, 他爬上脚手架, 下面的工人都在为他祈祷, 布鲁内莱斯基小心翼翼地放上一块砖, 这块砖比下面的又伸出来一些, 他把它砌好, 砖头稳稳地呆



图 7.4 佛罗伦萨圣母百花大教堂

在那里。科西莫一直在下面看着，他也不知道这个设计是否正确，现在事实证明罗马人留下的设计是正确的。科西莫和布鲁内莱斯基用了“复兴”这个词来形容这个建筑，因为它是在复兴古希腊罗马时代的文明。整个教堂的屋顶修了16年。到了1436年，这座修建了140年的教堂终于完工了。佛罗伦萨的市民潮水般涌向市政广场，向站在广场旁边的乌菲兹宫（今天的乌菲兹博物馆，Uffizi Museum）顶楼的科西莫祝贺。这座教堂不仅是当时最大的教堂，也是文艺复兴时期第一个标志性建筑，教皇欧根尼四世亲自主持了落成典礼。这座教堂以圣母的名字命名，现在中文把它译作圣母百花大教堂（Basilica di Santa Maria del Fiore）。但是，在佛罗伦萨，它有一个更通俗的名字——Duomo，意思是圆屋顶。几十年后，米开朗基罗为梵蒂冈的圣彼得教堂设计了类似的天顶。圣母百花大教堂的落成，首先标志着文艺复兴的开始，虽然文化和艺术的复兴还需要很长的时间；其次它向欧洲证明，美第奇家族是佛罗伦萨的主人。

和美第奇家族的祖先们不同的是，科西莫对古希腊和罗马留下的科学文化产生了巨大的兴趣。他出巨资供养学者、建筑师和艺术家。除了充当

7

All those things have given me the greatest satisfaction and contentment because they are not only for the honor of God but are likewise for my own remembrance. For fifty years, I have done nothing else but earn money and spend money; and it became clear that spending money gives me greater pleasure than earning it.

8

佛罗伦萨金币 florin。根据《文艺复兴时期的佛罗伦萨》一书描述，当时一个家庭的房租（一栋房子中的一层楼）每年是3弗洛林，一个城市贵族一年的收入是1000弗洛林，一所拥有24名教授的大学整个一年的预算为3000弗洛林。

9

Political questions are settled in [Cosimo's] house. The man he chooses holds office...He it is who decides peace and war...He is king in all but name.

布鲁内莱斯基的保护人，他还支持和保护着建筑师米开罗佐（Michelozzo Michelozzi, 1396—1472），此人设计和建造了佛罗伦萨的市政广场，即今天美轮美奂充满艺术气息的美第奇广场。他资助和保护的艺术家还包括文艺复兴前期的代表人物弗拉·安杰利科（Fra Angelico, 1395—1455）、菲利波·里皮（Fra Filippo Lippi, 1406—1469）和雕塑家多纳泰罗（Donatello, 1386—1466）。当然，这里面成就最高的还是布鲁内莱斯基，他不仅是西方近代建筑学的鼻祖，而且发明了二维平面上表现三维立体的透视画法，今天的西洋绘画和绘制建筑草图都采用透视画法。科西莫用于资助艺术、建筑和科学的资金，相当于同期佛罗伦萨税收的六倍。他为什么要这么做呢？他曾经解释道：“做这些事情不仅荣耀上帝，而且给我带来美好的回忆，因此我感到巨大的满足和充实。在过去的50年里，我所做的就是挣钱和花钱，当然花钱（赞助）比挣钱更快乐。”<sup>7</sup>当然，科西莫这种做法的背后还包含着富人对社会的责任感。他知道财富和荣耀终有一天会随着他的生命一起结束，但是他建造的大教堂将永世屹立在佛罗伦萨。

科西莫不仅出资复兴文化和艺术，他还四处收集古代的手稿和文献，渐渐地美第奇家族的图书馆成了全欧洲最大的藏书库。甚至有历史学家认为，当时的欧洲，除了教会，只有美第奇家族有《圣经》之外的书籍。所有这些优良传统后来都被他的子孙们发扬光大了。

当然，科西莫在复兴古希腊和古罗马科学、文化和艺术的同时，也进一步扩大家族的业务。美第奇家族的生意版图不断扩展，往西一直到达英国，往南一直到达地中海对岸的突尼斯和开罗。据估计他积攒了15万弗洛林<sup>8</sup>，利用这些财富，科西莫左右着佛罗伦萨的政治和经济，他并未在市政府里担任要职，但是佛罗伦萨的大事都由他说了算。用当时佛罗伦萨大主教、后来的教皇庇护二世的话讲“政治问题在（科西莫）家里解决。这个人决定谁担任公职，决定和平与战争……他是无冕之王。”<sup>9</sup>

作为佛罗伦萨的实际领袖，科西莫需要巩固美第奇家族的势力——他对

内平衡了意大利主要城市共和国（包括佛罗伦萨、威尼斯和米兰）之间的权力，对外大大削弱了外国（主要是法国和神圣罗马帝国——即德国的前身，和罗马帝国没有关系）势力。他甚至将教皇的枢密院从费拉拉（Ferrera）搬到了佛罗伦萨。他的影响力之大，以至于拜占庭帝国（东罗马帝国）的皇帝约翰八世（John VIII Palaiologos）和其他要员也先后到佛罗伦萨来拜访他。这一切，带来了佛罗伦萨空前的繁荣。

1464年，这位74岁的老人走完了他的一生，市民们给了他一个非常荣耀的称号——“祖国之父”（Father of Fatherland）。科西莫开创了一个新时代，期间科学、文化和艺术在佛罗伦萨和意大利开始复兴，同时人文主义的曙光开始出现。科西莫·美第奇可能是这个家族中最长寿的一员，他死后，偌大的家业就传给了他的儿子（不幸者）皮埃利·美第奇<sup>10</sup>（Piero di Cosimo de' Medici, 1416—1469）。皮埃利身体不好，经常躺在病床上，五年后也去世了。这样，科西莫的事业就由豪华者洛伦佐<sup>11</sup>（Lorenzo de' Medici, the Magnificent, 1449—1492）接班了。

10

皮埃利一直患有痛风病，被人们称为“不幸者”。

11

中文一般把洛伦佐这个称呼 magnificent 翻译成豪华者，但是实际上是伟大的人物的意思，也有书籍翻译成“伟大的”。

### 第三节 昼夜晨昏

在多次欧洲旅行中，让我最遗憾的就是错过了一个非常不起眼的教堂——圣洛伦佐教堂（Basilica di San Lorenzo）。这个教堂从外面看上去真的很破旧，简直没法与佛罗伦萨美轮美奂的建筑和艺术相比，而且门票似乎也不便宜，加上我的时间不多，走到了门口，却没进去。但是两天后



图 7.5 米开朗基罗的名作昼、夜、晨、昏就放在这座很不起眼的教堂内

我就后悔了，因为那里有世界第一艺术大师米开朗基罗（1475—1564）最重要的两组雕塑——“昼与夜”（day and night）和“晨与昏”（dust and dawn）。另外，圣洛伦佐教堂里的拱廊精美豪华，那是布鲁内莱斯基的杰作，我甚至一直都有要专门飞到佛罗伦萨看一看的冲动。

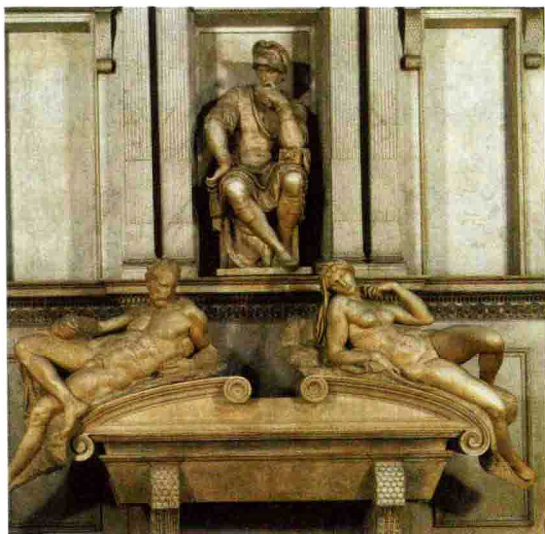


图7.6 洛伦佐·美第奇墓前的“晨与昏”（米开朗基罗作品，佛罗伦萨圣洛伦佐教堂内）

实际上这是两位美第奇家族成员墓前的两组雕塑。在欧洲，最有名的人都是葬在教堂里面的（比如威斯敏斯特教堂里的牛顿墓）。其中“晨与昏”是米开朗基罗为他的赞助人、伟大的洛伦佐精心雕刻的。而圣洛伦佐教堂，其实是美第奇家族的“家祠”。

与其祖父科西莫相比，洛伦佐更长于政治，但短于理财。科西莫当年虽然富甲天下，而且在罗马有政治上的强援，但是却拿敌对的家族没什么办法，还受过牢狱之灾，因此，科西莫和皮埃利都很注重对洛伦佐的政治培养。年轻时，洛伦佐就被派到罗马搞外交，并且家族还为洛伦佐选定了一个拥有军队的贵族的女儿做妻子，这是美第奇家族第一次与佛罗伦萨以外的家族通婚。这桩婚事让美第奇家族拥有了安全感。洛伦佐继承家业后，很快就显示出他的政治远见。他把家族成员都安排到政治上很重要的位置。他让自己的儿子乔瓦尼（Giovanni di Lorenzo de' Medici, 1475—1521）早年就进入教堂任职，并最终当上了教皇；把自己的女儿马达莱娜（Maddalena de' Medici, 1473—1528）嫁给了教皇英诺森八世的儿子。这些安排最终让他的家族在欧洲更有影响力。

长期以来，在佛罗伦萨只有有钱人的声音才能被听到，洛伦佐决定改变这一切。他向穷人敞开大门，尽可能地帮助每一位穷人，解决他们的困难。每天都有很多穷人在洛伦佐家门口排队，带上他们所能提供的礼物，比如自制的面包，两只自己打的野兔，然后一个个被带到洛伦佐的客厅，在那里，他听这些穷人讲述自己的困难或者遇到的麻烦，然后出面帮他们解决。这样，他和市民们成为了朋友，而不是高高在上的独裁者。在美第奇家族家祠的一幅天顶绘画中，画家描绘了美第奇家族朋友之多之广的情形。画面中央是美第奇家族的三代人，周围是各种各样的朋友，遍布各个阶层，从海外的苏丹、国王到意大利的贵族，还有佛罗伦萨的市民。

但是，和祖父科西莫一样，洛伦佐也受到了敌对的帕奇（Pucci）家族的怨恨。但是，那些人已经不能像当年对付科西莫那样将他囚禁起来，只好搞阴谋——在复活节搞暗杀。这次行动得到了当时的教皇西克斯图斯四世（Sixtus IV）和比萨大主教的支持。洛伦佐受了伤，但是逃过一劫，而他的兄弟朱利亚诺（Giuliano de' Medici, 1453—1478）却被刺死。事后，洛伦佐开始秋后算账，派人刺杀了比萨大主教并诛灭了帕奇家族。这样，他和教皇的矛盾也公开化了。教皇想通过没收美第奇家族的财产和开除佛罗伦萨的教籍等手段逼迫洛伦佐就范，但是已经崛起的佛罗伦萨足以和罗马抗衡了，因此，这些办法对美第奇家族没有用。最后教皇只好诉诸武力，联合那不勒斯共和国进攻佛罗伦萨。在危机关头，洛伦佐显示出超人的胆略和外交手段，他单枪匹马来到那不勒斯说服了敌人放弃进攻，从而化解了这次危机。这次胜利让他的声望和权力在佛罗伦萨及意大利各城邦中达到了顶点，就连当时的一代霸主、奥斯曼土耳其帝国的皇帝穆罕默德二世<sup>12</sup>对他也敬重有加，并且两人成为很好的贸易伙伴。洛伦佐将美第奇家族带进第二个全盛时期。

12

也被称为征服者默罕默德，奥斯曼土耳其帝国皇帝，灭亡了东罗马帝国。

洛伦佐比他祖父科西莫更热衷于收集各种古代的书稿和手稿，以扩充美第奇家族的图书馆。在对科学和艺术的支持上，洛伦佐更是超过了祖父。历史上，大部分搞艺术的人常常很贫穷，比如梵高、塞尚等人生前穷困潦倒，而大部分有钱人并不十分精通艺术，他们收购艺术品的主要目的

是投资，而非喜爱。洛伦佐则不同，他的艺术修养非常高，自己还是诗人，晚年写过不少诗，有些历史学家研究洛伦佐的通信后发现他还懂得绘画。洛伦佐发现、培养和资助了一大批艺术巨匠，包括波提切利（Sandro Botticelli, 1445—1510）、达·芬奇（1452—1519）和米开朗基罗（Michelangelo di Lodovico Buonarroti Simoni, 1475—1564）等人。更重要的是，他对欧洲人文主义的诞生和发展产生了重要的影响。要了解这一点，我们先来看看欧洲文艺复兴前后艺术的特点，然后再看看洛伦佐时代艺术的发展，便会一目了然。

很多人问我如何鉴别和判断欧洲绘画的年代。其实对18世纪以前的绘画，只要了解它们的题材和表现方式就不难判断。我把13世纪到18世纪的绘画概括成“天上——天上人间——人间天上——人间”四个阶段。在文艺复兴之前的几个世纪里，几乎所有的绘画题材都是宗教题材，即使在文艺复兴的初期，这种题材仍占多数。不过，文艺复兴前和文艺复兴时期的宗教题材，在绘画的表现形式上有非常大的差别。文艺复兴前，人性非常受压抑，神在人们的心里是至高无上的，人是神的奴隶。这种心态表现在绘画中时，



图 7.7 中世纪意大利画家杜乔（Duccio di Buoninsegna, 1260—1319）的圣母子（圣母、耶稣和天使的头上都用金粉画了一圈圣光，收藏于意大利锡耶纳大教堂）

你会看到所有神的表情都十分严肃，甚至略显呆滞。我们在前面介绍古埃及艺术时曾经提到，好的艺术家要把不同形象的神态描绘好，而中世纪的画家却将上帝、耶稣或者圣母画得目光呆滞，从艺术水平来讲，远不如古埃及的画家。这样的画放在教堂里，也无法让教徒产生神圣的感觉。当时为了区别神和人，画家的做法是在神的头上都画上一圈圣光。比较



细致的画法是把这一圈圣光画成金色的光芒，比较简单的画法则是一个细细的金圈代表圣光（后期作品的特点）。总之，这个时期的绘画，无论从题材还是到手法，都是宗教性的，我把这个时期描绘为“天上”。

到了文艺复兴初期，虽然绘画在题材上有所突破，可这种压抑的心情在绘画中依然到处可见，人是难得一笑的。这个时期最有代表性的绘画作品，就是波提切利的名画《维纳斯的诞生》，这幅画取材于古希腊传说中的女神维纳斯诞生在贝壳里的故事。很显然，绘画题材和《圣经》已经没有了关系，波提切利在画中表现了女性曼妙的身体，使它成为历史上诸多表现维纳斯的绘画中最著名的一幅。但是，从维纳斯的表情上，我们能够看到一丝忧郁，这是早期文艺复兴绘画的普遍特点，也是那个时代人们心灵的写照。在波提切利同时期创作的另外一幅画作《三美神》中，依然可见这种忧郁的表情。

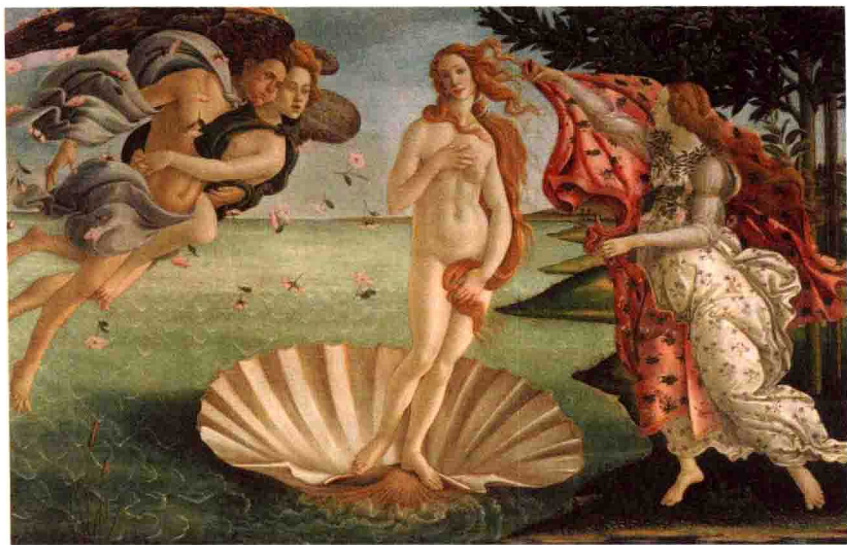


图 7.8 维纳斯的诞生（波提切利的名画，收藏于佛罗伦萨乌菲兹博物馆）

但是，到了米开朗基罗时代，绘画作品中这种忧郁的特点已经看不到了，因为人们的生活开始走出中世纪的黑暗，艺术家们要表现的是人文主义思想，而不是宗教。虽然很多画家还是采用圣经题材，其实只是借助圣

经中的人物表现人间的生活，这时的神已经凡人化了。米开朗基罗的《圣家族》就很好地表现了这种特点。在这幅画中，不仅中世纪时加到神头顶上的那个神圣的光环不见了，而且这些神都变成了人的形象。无论是耶稣的养父约瑟，还是圣母玛利亚，都是人间慈父慈母的形象，而耶稣则是我们生活中常见到的那种可爱的“大胖小子”。不看这幅画的标题，我



图 7.9 米开朗基罗的绘画作品《圣家族》（乌菲兹博物馆）

们会以为这是一个普通家庭的全家福。文艺复兴时期的另一位大师拉斐尔(Raffaello Sanzio da Urbino, 1483—1520, 与达·芬奇、米开朗基罗并称文艺复兴三杰)的圣母子图也具有同样的特点。这个时代的画家，其实是通过宗教绘画反映出人文主义的气息，因此，这个时期我称之为“天上人间”。

到了文艺复兴中后期，画家开始抛开宗教和神话题材，直接反映人间美好的生活，这在包括威尼斯画派代表人物提香和丁多雷托，尤其是众多尼德兰画家的作品中大量可见。透过这些绘画，我们能感受到走出中世纪，历经文艺复兴时期和后来大航海时代，生活富裕起来的欧洲人，在享受着人间幸福生活的一面。因此，这个时期便是“人间天上”了。

在文艺复兴后期，绘画题材愈加丰富，表现的内容和我们的生活愈加接近，绘画作品不仅表现人间美好的一面，也大胆鞭挞人性丑恶的一面。西班牙画家戈雅(Goya)的许多作品就体现了这种早期的现实主义特点。因此，

这一时期的绘画进入了纯粹的“人间”阶段。

艺术从“天上”到“天上人间”的过程，是在洛伦佐时代完成的，这是文艺复兴最重要的时期，也是欧洲人文主义形成和发展的重要时期。洛伦佐在其中扮演了启蒙者的角色。在15和16世纪，教会依然试图控制人们的灵魂，虽然这种控制力已经较中世纪时小了很多。而洛伦佐的所作所为，在客观上让人们开始享受现世的快乐。他举办的舞会和娱乐活动常常通宵达旦，他自己也喜爱东方的时尚，欧洲的人性解放从那个时候开始了，而在这种氛围里，全新的艺术逐步诞生。

洛伦佐的做事方式不仅与常人不同，甚至和很多帝王也大不相同。一般人的思维方式常常是这样的：比如一个有钱人在政治上受到别人的欺压，首先



图 7.10 银行家和他的妻子（这幅由马西斯绘制于1514年的作品，反映了当时荷兰市民美好的生活，作品现收藏在卢浮宫）



图 7.11 豪华者洛伦佐·美第奇（铜像，收藏于华盛顿国家艺术馆）

想到的可能是和掌权者搞好关系，提高自己的政治地位。一个统治者如果对所管辖的城市的经济或文化不满意，他可能会借鉴其他城市的历史经验而改变自己，比如日本的明治维新和中国近代的改良都是如此。洛伦佐则完全不一样，他如果对现存的社会格局不满意，就会自己创造出一套新的政治格局。在文艺复兴时期的欧洲，最有权势的政治人物莫过于教皇，洛伦佐并不会去讨好教皇，而是自己立一个教皇。对于佛罗伦萨的管理也是类似。在艺术上，虽然我们可以找到很多酷爱艺术的帝王，他们也曾经为文化繁荣创造了良好的环境，比如中国北宋、清代的一些皇帝，以及欧洲 15 到 16 世纪的一些教皇，但是他们大多停留在继承传统，让现有的艺术稍作发扬光大。而洛伦佐则不同，他努力创造出一种全新的、超越以往任何时代的艺术和文化，他和他所赞助的艺术家们，尝试着各种新的艺术形式和创造方法，我们从佛罗伦萨市政广场的众多雕塑中，从达·芬奇各种题材的绘画中很容易感受到这一点。对于艺术品的收藏，无论是中国的皇帝、阿拉伯的苏丹，还是文艺复兴以后欧洲大大小小的君主们，他们愿意花钱收购古代的名作或者去挖掘古希腊和古罗

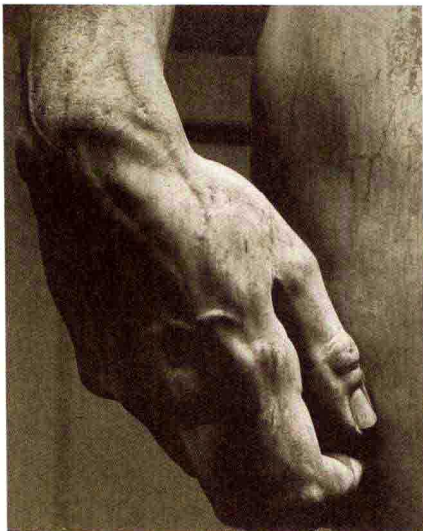


图 7.12 大卫像可以称得上是人类迄今为止最完美的大理石雕塑，每一个细节米开朗基罗雕刻得都一丝不苟（局部）

马的文物，然后用它们堆满自己的博物馆和宫殿。可是，洛伦佐不是这样。他不是一个满足于花钱买现成艺术品的收藏家，他喜欢创造。为了创造艺术，他就去培养艺术家。几乎所有喜爱艺术而又有足够财富的人，都梦想得到十全十美的艺术品，大部分人的做法都是倾其所有去购买，当然十全十美的艺术品通常不是光用钱就能搞定的，有时需要机缘。洛伦佐的做法却很简单——创造出十全十美的作品！我们从米开朗基罗的大

卫像、西斯廷教堂的天顶画和圣彼得教堂的圣母子雕塑，就能体会到什么是十全十美。因此，在洛伦佐的推动下，文艺复兴开始进入高潮。

在15、16世纪，欧洲还没有出现艺术市场，因此，画家只能靠贵族和宫廷供养。洛伦佐就是众多艺术家的保护人，他发现的第一个重量级艺术家是波提切利。洛伦佐很早就发现了波提切利的才华，在经济上支持他，在政治上保护他，并为他的创作提供了最好的条件。在美第奇家，波提切利有机会看到古希腊和古罗马的雕塑收藏，这对他艺术风格的形成产生了重要的影响，他的绘画再现了古代的人体美。为了感谢美第奇家族对他的保护，波提切利在著名绘画作品《三博士来朝》中，采用了美第奇家族人物的形象。这幅画描绘了《圣经》中东方三博士朝拜耶稣的故事。在过去的宗教画中，凡人的形象是不允许入画的，波提切利这么做既有感激美第奇家族的意思，也反映了当时人性开始得到解放。但是在波提切利的另两幅代表作中，又反映出这种解放还处于萌芽状态。1482年，波提切利为美第奇家族创作了著名的《春》，这幅作品被誉为西方知名度最高的作品之一。画面的情节取源于卢克莱修（Lucretius）歌颂维纳斯的长诗。画中的背景是一片优美雅静的树林，中间是维纳斯，她以悠闲幽雅的姿态等候着春天的来临。她右边的三位“优美”女神相互携手翩翩起舞，沐浴在阳光里。如同波提切利的代表作《维纳斯的诞生》一样，这幅画中的维纳斯也带着一丝忧郁。这反映出当时人们刚刚走出中世纪，还带有旧时的忧伤。波提切利的这三幅画作都珍藏在佛罗伦萨的乌菲兹博物馆中。

1488年，洛伦佐开设了（西方）世界上第一所艺术学校，系统地教授雕塑技艺。他将那些珍贵的古希腊和古罗马雕塑拿出来给学生们做样板，有很多希望从事艺术创作的少年在学校里学习。在这个艺术学校里，他发现了一位天才小学员，这位只有13岁的少年当时就已经显示出超人的艺术天赋。为了让他得到最好的教育，洛伦佐说服了少年的父母，把他接到自己的宫殿里居住。终于有一天，洛伦佐再次留下了这位少年，他就是后来的艺术巨匠米开朗基罗（Michelangelo Buonarroti, 1475—1564）。

13

一些修道院虽然有古希腊和古罗马的著作，但是教会将这些书限制在修道院内，不仅外人无法阅读，事实上教士们也不读。

洛伦佐把米开朗基罗当作自己的亲生儿子一样看待。在美第奇家，米开朗基罗和前辈大师波提切利等人每天生活在一起，切磋艺术，进步很快。不仅如此，美第奇家还是当时欧洲唯一能够看到大量除《圣经》之外的经卷和各种图书的地方<sup>13</sup>，米开朗基罗每天孜孜不倦地阅读着古希腊和古罗马的各种著作，从科学到文艺。人文主义因此深深地刻在了他才十几岁的头脑里，日后在他几乎所有的作品中，都闪耀着人文主义的光芒。

米开朗基罗很多作品的题材虽然是宗教的，但是在他的作品中已经看不到神的气息，而是展现了人间的美好。他最著名的雕塑作品“大卫”，取材于《圣经》中的犹太人祖先大卫王的故事，但是我们从这个大理石雕塑作品中，看到的是英俊健康的男性之美，这和《圣经》的宗教题材其实已经没有关系了。他的另一件雕塑代表作是圣彼得大教堂中的“圣母子”，圣母玛利亚怀抱着被抬下十字架的耶稣，完全是人间慈母的形象。这一特点也体现

在他伟大的绘画作品——西斯廷教堂天顶画《创世纪》上。

米开朗基罗的绘画代表作是梵蒂冈西斯廷教堂里的《最后的审判》和《创世纪》。其中，《创世纪》可能是人类迄今为止艺术水平最高的绘画（不是之一）。这幅面积达500多平方米的巨作，场面宏大，辉煌壮丽，人物刻画震撼人心，表现出米



图 7.13 梵蒂冈西斯廷教堂的壁画《创世纪》（天顶）和《最后的审判》（前方墙壁）

开朗基罗超乎寻常的创造力和完美的创作技巧。画面包括九个主题，分别是“神分光暗”、“创造日月”、“神分水陆”、“创造亚当”、“创造夏娃”、“逐出伊甸园”、“诺亚献祭”、“大洪水”、“诺亚醉酒”，以及四个圣经故事，它们各自可成为一幅独立的巨作，放在一起却又和谐而统一。其中的人物多达300多人，每个人形态各异，神态都栩栩如生。画面中的所有人物都是我们生活中的形象，和早期的圣像没有一丝一毫相似之处，充分体现了人文主义精神。整幅巨画均出自米开朗基罗一人之手，他抱着对上帝的崇敬心情，花了整整4年半时间才完成这幅杰作。完成这幅巨画后，37岁的他已经累得像个老人一样了。文艺复兴三杰之一的拉斐尔看了这幅巨大的天顶画之后，不禁感叹：“米开朗基罗是用上帝一样杰出的天赋创造这个艺术世界的巨画”。非常遗憾的是，洛伦佐本人没有看到米开朗基罗后来的这些作品。

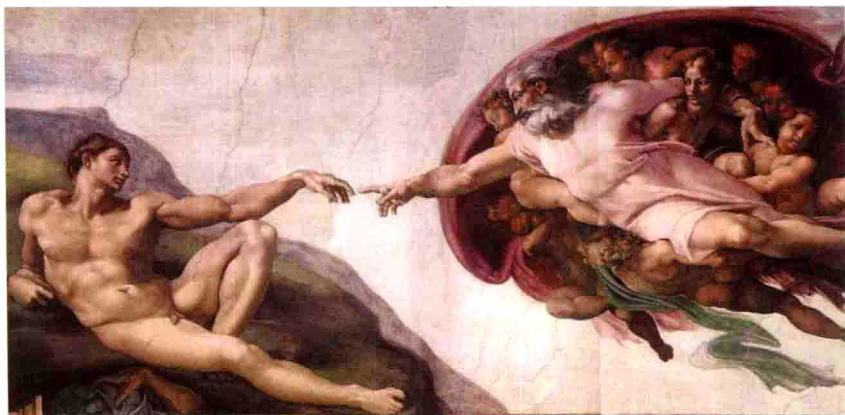


图 7.14 “创造亚当”是《创世纪》中最富想象力、最出色的作品。他在这幅画中表现了上帝塑造亚当以后又赋予他生命的场面。人类的始祖亚当，被米开朗基罗描绘为体格健美的青年，其身体比例和线条让人联想到古希腊的雕像。上帝和亚当的手指被誉为“绘画中最完美的手”、“神与人触电式的交流”，这个局部无数次地在各种作品中被复制

除了波提切利和米开朗基罗，洛伦佐资助的另一名巨匠是文艺复兴时的全能天才列奥纳多·达·芬奇（Leonardo da Vinci，1452—1519）。达·芬奇是个私生子，因此，他的名字里没有姓氏，虽然他是和父亲生活在一起。列奥纳多·达·芬奇这几个字的意思是“从芬奇<sup>14</sup>来的列奥纳多”

14  
佛罗伦萨郊区的一个小镇。

(Leonardo from Vinci)。在文艺复兴时期，人们的国家概念非常淡薄，没有人说“我是意大利人”或“我是法国人”，大家都说“我是佛罗伦萨人”、“我是莱比锡人”等。因此，人们就称这个没有姓氏的孩子为达·芬奇。14岁那年，达·芬奇的父亲把他送到佛罗伦萨学习绘画，因



图 7.15 达·芬奇的作品《圣母子》，画中圣母的表情，从容中带着一丝甜美，这幅头像被用在俄罗斯东宫门票上（原作收藏于东宫埃尔米塔日博物馆）

为在美第奇家族的推动下，佛罗伦萨当时是欧洲的艺术中心。达·芬奇师从于韦罗基奥，也就是波提切利的老师。在佛罗伦萨，人文主义者常常在美第奇家举办沙龙，讨论学术问题。达·芬奇在这里结识了一大批知名的作家、艺术家和科学家，开始接受人文主义的熏陶。在20岁时达·芬奇已有很高的艺术造诣，他用画笔和雕刻刀去表现大自然和现实生活中的真、善、美，热情歌颂人生的幸福和大自然的美妙——达·芬奇画笔下的妇女都非常甜美。

与米开朗基罗等艺术家不同，达·芬奇一生兴趣非常广泛，从某种程度上讲，绘画只是他的业余爱好，而他对科学和机械的兴趣甚至更大。在佛罗伦萨，达·芬奇接受了洛伦佐7年的资助，这使得他的绘画水平达到了炉火纯青的程度。作为科学家的达·芬奇尝试着用不同的材料配置绘画用的颜料。继尼德兰著名画家凡·爱克兄弟发明油画以来，达·芬奇自己也琢磨出了这种用来作画的油彩，油画比过去的蛋彩画（他著名的作品《最后的晚餐》其实是蛋彩画）能保持得更长久，而且方便涂改（用新的一层压住下面一层的颜色）。借助油彩，达·芬奇创作出了色彩更丰富、层次更分明、细节更完美的油画，这是一次绘画史上的革命。1481年，达·芬奇想离开佛罗伦萨了，他是一个呆不住的人，洛伦佐把他介绍给



自己的朋友米兰公爵。在米兰公爵的资助下，达·芬奇得以安心作画，在那里他绘制了著名的《最后的晚餐》。但是，由于缺少洛伦佐这样慷慨的赞助者，米兰在文艺复兴时期一直没有能成为文化中心。

如果说文艺复兴在科西莫时代还只是复兴古希腊和古罗马的科学与艺术，那么到了洛伦佐时代，则是完全的创新了。这种创新不仅前无古人，而且影响深远。从很多方面来看，洛伦佐都称得上是文艺复兴的教父。洛伦佐不仅把佛罗伦萨建设成了欧洲文化艺术的中心，而且还将它变成了整个文明的象征。洛伦佐不吝将自己的藏书请人抄写多份，传播到欧洲各地。在洛伦佐时代，大批年轻人来到佛罗伦萨学习希腊文，这样他们就可以看懂古代的书藉和手稿。和洛伦佐同时代，欧洲还有其他一些有影响力的大家族，但是这些家族除了曾经富有过，对今天的世界并未留下多大的影响。而美第奇家族完全不同，他们开创了一个新时代。

1492年4月的一个晚上，年仅43岁的豪华者洛伦佐去世了。他和他的兄弟朱利亚诺同葬在属于他们家族的圣洛伦佐教堂里。多年后，应教皇利奥十世（洛伦佐的养子和侄子）的请求，米开朗基罗亲自为洛伦佐（和朱利亚诺）设计并雕琢了墓碑的塑像，那就是著名的“昼与夜”（朱利亚诺）和“晨与昏”（洛伦佐）。人的生命或许就像那4座雕像一样，有自己的昼夜晨昏。洛伦佐去世后的半年，哥伦布发现了新大陆，大航海时代由此开始。同时，伴随洛伦佐的去世，文艺复兴的中心由佛罗伦萨转移至罗马和威尼斯，并在那里又持续了一个多世纪。在接下来的一个世纪里，美第奇家族的传奇还在继续，佛罗伦萨依然繁荣，但是它的重要性已经不如从前了。

#### 第四节 复兴走向全欧洲

在洛伦佐的晚年，由于过度投资，坏账剧增，家族财务状况大不如前。在他去世之后，他的后代仅仅维持了两年对佛罗伦萨的统治，就被政敌推翻了。很遗憾的是，上台的这些人不仅守旧，而且既不懂艺术，也不

懂知识的重要性，他们在复仇的同时也毁掉了大量名画、雕塑和书籍。连波提切利也出于恐惧而不得不烧掉了自己的很多作品。在这些新的统治者中有一位非常知名，他就是大名鼎鼎的马基雅维利（Niccolò di Bernardo de Machiavelli，1469—1527）。

洛伦佐去世后，很多艺术家（包括米开朗基罗）不得不离开佛罗伦萨，其中许多人来到了文艺复兴之风日盛的罗马，此时这座古代名城正在复苏，这在很大程度上要感谢一位颇有作为的教皇——尤里乌斯二世（Julius II，1443—1513）。这位教皇不仅在政治上颇有建树，而且对艺术也有着不可磨灭的贡献。他在不断对外征战的同时，致力于美化罗马，让它恢复昔日的繁荣。为此，他请来了米开朗基罗、拉斐尔等当时最优秀的艺术家，让他们为罗马教廷绘画并充当他们的保护人。在那个时代，标志性建筑大多是教堂，因此，尤里乌斯二世决定为罗马的第一位红衣主教圣徒彼得（耶稣的大弟子）建造一座空前雄伟的大教堂，作为自己献给上帝的礼物，同时也是留给罗马的遗产。于是，两百年前在佛罗伦萨建造大教堂的漫长过程又在罗马重演了。

一般人可能会用“慈祥”或“威严”等字眼来形容教皇，不大会将教皇与艺术品位联系在一起。不过文艺复兴时期的教皇大多懂得艺术，包括当时的尤里乌斯二世和接下来的利奥十世（洛伦佐·美第奇的养子）在内的很多15、16世纪的教皇，都有非常高的艺术修养。在这些教皇心目中，圣彼得教堂不仅要宏伟，而且要有美感，因此建造过程就变得特别缓慢，一代又一代的建筑师都去世了，可是教堂还没有建成。这些建筑师中，最著名的有三位，他们是拉斐尔、米开朗基罗和贝尼尼（Giovanni Lorenzo Bernini，1598—1680）。16世纪初，拉斐尔和米开朗基罗不仅先后是大教堂的建筑师，而且承担了教堂很多壁画的绘制以及雕塑和浮雕的雕刻工作。教堂的圆顶是米开朗基罗设计的，他采用了当年布鲁内莱斯基设计佛罗伦萨圣母百花大教堂的方案，使用内外两层圆拱，但遗憾的是他没有看到圆拱顶建成就去世了。大教堂最后一位杰出的建筑师是贝尼尼，他不仅设计了教堂的圣座（据说圣徒彼得的遗骸就葬在下面），

还设计了教堂前的广场和柱廊。他是所有建筑师中最幸运的，因为他看到了大教堂的落成，而这时距离教堂的开工已过去了120多年。这座雄伟而华丽的大教堂本身就是艺术的精品，从建筑师到工匠都怀着对上帝虔诚而敬畏的心，一丝不苟，力求完美，它也因此成了文艺复兴的代表作。近500年过去了，它依然耸立在梵蒂冈的中心，也是世界上最大最美的教堂。



图 7.16 圣彼得大教堂和前面的广场

尤里乌斯的继任者是从美第奇家族走出来的利奥十世。他自小耳濡目染，爱好文化和艺术，尤其爱好音乐、诗文和戏剧，在还没有当上教皇时，他就已经是很多学者的保护人了，据说他非常好施舍，身边常带着一个红色的丝绒袋，里面装满了钱币，随时准备分赠给他有所求的人。他学着他的养父（其实是叔父）洛伦佐的样子，收集大量书籍充实梵蒂冈的图书馆。这位被称为“生活的艺术家”的教皇还经常在教廷里举行音乐会。因为有他这样一位充满人文主义思想的教皇，罗马便逐渐成为继佛罗伦萨之后文艺复兴的中心。

相比之下，没有了美第奇家族坐镇的佛罗伦萨就显得无趣了。不过美第奇家族在佛罗伦萨的影响力是根深蒂固的，加上教皇尤里乌斯二世是他

们的朋友，1512年美第奇家族在教皇支持下杀回了佛罗伦萨，重新掌权，而马基雅维利被投入监狱，之后被放逐，并且在他凄惨的余生里写成了对世界产生了巨大影响的《君主论》（*The Prince*），因此，在历史上马基雅维利是以作家而不是政治家闻名于世的。

美第奇家族在夺回佛罗伦萨统治权的第二年，即1513年，出了家族的第一位教皇利奥十世。美第奇家族似乎又要兴旺起来了，米开朗基罗也回到了佛罗伦萨；但是由于缺少像洛伦佐那样的好族长，家族的影响力已经大不如前，1527年到1530年之间这个家族又被驱逐了三年，直到伟大的科西莫一世（Cosimo I Medici, 1519—1574）长大并且接管了家族。注意，这个科西莫不是当年建造佛罗伦萨大教堂的那个科西莫。美第奇家族的男性使用的名字总共没有几个，祖孙多代经常重名。

佛罗伦萨终于结束了长期的混乱和无序，整个城市也迎来了新一轮的艺术繁荣。虽然达·芬奇离开意大利去了法国，并在那里留下了他的绝世名画《蒙娜丽莎》，但是米开朗基罗还在，而科西莫一世又培养出新一代的艺术家：瓦萨里（Giorgio Vasari, 1511—1574），切利尼（Benvenuto Cellini, 1500—1571）和蓬托尔莫（Jacopo Pontormo, 1494—1557）。其中，作为米开朗琪罗的学生，瓦萨里修复了战乱中被砸坏一只手的大卫雕像，更重要的是他写了一本《艺苑名人录》（*Lives of the Most Excellent Painters, Sculptors, and Architects*），这是第一本系统论述美术理论的教科书。书中第一次正式提出了文艺复兴的概念。切利尼最著名的作品是青铜像《珀耳修斯手持美杜莎的头》，这尊被誉为是文艺复兴时期最优秀的青铜雕塑，讲述的是一个古希腊传说故事：珀耳修斯是希腊神话中的英雄，他一出生，母子俩即被装进木箱投入大海，后来被一个岛国的国王所救。国王欲娶其母，便设计谋杀珀耳修斯，他让珀耳修斯去取可以让人变成石头的女妖怪美杜莎的头。后来珀耳修斯得众神之助，杀死了女妖，获得成功。回程路上，他救了公主安德洛墨达，并与她结为夫妇。回岛后，他出示女怪头，让国王变成石头，救出了母亲。在这个青铜雕塑中，珀耳修斯的头有正反两张脸，反面的脸是切利尼自己的。

靠着这些新一代的艺术家，文艺复兴得以传承和发展。

与他同名的祖先一样，科西莫一世不仅将佛罗伦萨共和国的版图扩大了很多，还为这个城市留下了一座非凡的市政厅，这就是今天全世界最重要的美术馆之一：乌菲兹美术馆（Uffizi Gallery），不仅收藏有佛罗伦萨的波提切利、达·芬奇、米开朗琪罗和拉斐尔等人的杰作，还收藏了文艺复兴时期威尼斯画派提香、丁多雷托和罗马画家卡拉瓦乔等人的众多杰出作品。其中，最著名的还是波提切利的三幅代表作：《维纳斯的诞生》、《春》和《三博士来朝》。在市政厅前面的广场上，荟萃了文艺复兴时期最优秀的雕塑，包括米开朗基罗的大卫像<sup>15</sup>和切利尼的《珀耳修斯与美杜莎》。当然，科西莫一世的青铜雕像也在其中。

15

后来大卫像被人打坏了脚趾，真品便放到了佛罗伦萨美术学院博物馆内，现在在市政广场的是复制品。

到了15世纪中期，威尼斯继佛罗伦萨之后，成为文艺复兴的另一个中心。和佛罗伦萨由几个家族控制政治的情形不同，威尼斯（当时叫威尼斯共和国）是由城市贵族组成的议会管理，对艺术的支持主要靠政府和教会等社会力量。威尼斯能成为世界艺术中心之一，主要靠吸收佛罗伦萨艺术的精华。到了16世纪，威尼斯出了几位世界级的大画家——乔尔乔内（Giorgio Barbarelli da Castelfranco, 1477—1510）、提香（Tiziano Vecellio, 1490—1576）和丁多雷托（Tintoretto, 1518—1594）。威尼斯画派有着自己独特的创作风格，他们在色彩的使用上非常大胆，深邃的天蓝色不仅使画作更为生动明快，而且成为威尼斯画派的象征。同时，人物背景的风景比例非常大，比如从乔尔乔内最著名的作品《沉睡的维纳斯》中就能看到这个特点。另外，虽然很多绘画的主题还是宗教和神话题材，但是从画面上看更像是人间的生活画。

提香在世界绘画史上是著名的寿星，他在90岁高龄还能做画，要不是赶上了一场瘟疫，人们估计他能活满百岁。在绘画史上，提香是个承前启后的人物，他一方面深受拉斐尔和米开朗基罗的影响，但同时在漫长的创作生涯里，发展出了自己的风格。和佛罗伦萨画家相比，提香更重视色彩的运用。提香的作品构思大胆，气势雄伟，色彩丰富、鲜艳，对后

来西班牙大画家鲁本斯有很大的影响。美第奇家族大量收藏了威尼斯画派的作品，今天在碧提宫中依然能够见到。



图 7.17 沉睡的维纳斯（乔尔乔内绘制，收藏于德雷斯顿博物馆）

到了 16 世纪末，文艺复兴的春风传遍了欧洲。在接下来的一个世纪里，从南欧的西班牙到北欧的尼德兰（即今天的荷兰），可谓艺术家辈出——鲁本斯、凡梅尔、伦勃朗等众多艺术史上响当当的名字，都和意大利的艺术有着千丝万缕的联系。

## 第五节 科学的曙光

随着文艺的发展，科学也开始萌芽了。就在长寿老人米开朗基罗（他活了 81 岁）去世的那年（1564 年），一位科学巨匠在比萨（当时佛罗伦萨共和国的一部分）出生了。他就是近代物理学和天文学的奠基人之一——伽利略（1564—1642）。

伽利略出生于医学世家，小时候就被父亲送到比萨大学学医。在学校时，他注意到吊灯摇摆的周期和摆动的幅度无关。回家后，他架起了两个长度相同的单摆，让其中一个摆动幅度大些，另一个小一些，结果发现它们的摆动周期确实相同。他观察到的钟摆原理，导致了后来钟表的诞生。不过，在校期间，伽利略一开始刻意不学数学课，因为当时做数学家挣钱没有医生多，而搞科学研究一定要有赞助人。后来伽利略旁听了几何课，

对数学产生了浓厚的兴趣，随后他改学数学和自然哲学，并从此开始了他的科学家生涯。

伽利略是位全才型的科学家，他发现了物理上重要的现象——物体运动的惯性，虽然他没有能总结出惯性定律（牛顿第一定律）；同时他也是提出加速度这个概念的第一人（不过关于加速度的定律也是牛顿总结的）。他发明了空气温度计和天文望远镜，并用天文望远镜发现了很多天文现象和新的天体，包括太阳黑子、木星的4颗卫星和土星的亮环。

在伽利略的年代，并没有什么自然科学基金供这些科学家专心搞研究。历史上的科学家，要么自己是贵族，比如古希腊的毕达哥拉斯；要么是宫廷和贵族的教师，由他们的保护人供养。而伽利略很幸运，因为他生活的时代有一位热衷于支持科学研究的贵族，科西莫二世（Cosimo II de' Medici, 1590—1621）。他把伽利略请到家里，做自己和几个孩子的老师。每当伽利略有了新发现，就会在美第奇家的中庭来宣布，这也是当时美第奇家的一件趣事。为了报答美第奇家族对自己的保护和资助，伽利略用美第奇家人的名字命名他在1610年发现的4颗木星的卫星。不过，现在人们把这些卫星统称为伽利略卫星，而不是美第奇卫星。这4颗卫星的发现，表明存在不围绕地球旋转的星体，从而推翻了古希腊人建立起的宇宙观——即所有天体都围绕着地球运转，这实际上彻底动摇了地心说的根基，也成为

日心说的佐证。伽利略找到的另一个日心说的佐证是，发现了金星的盈亏周期。在没有天文望远镜的时代，人们无法通过肉眼看到金星的盈亏现象，唯一能够找到有盈亏现象的星体是月



图 7.18 天文望远镜看到的木星和它的4颗卫星

亮，而它恰好围绕地球旋转，这便成了托勒密地心说的佐证。但是，当伽利略观察到金星的盈亏时，就再也无法用地心说来解释了，而用日心说则可以很好地解释这种现象。

伽利略的很多天文发现最初在欧洲人看来是难以接受的，但是先后都被证实了，比如他发现的木星卫星很快就被德国天文学家克里斯托弗·克拉维斯（Christopher Clavius, 1538—1612）所证实。凭借这些发现，伽利略在科学界获得了极高的声誉，1611年，他访问罗马时受到了英雄般的欢迎。由于有美第奇家族财力的支持，伽利略的研究工作进展非常快，也就是在1611年，他已经总结出相当精确的木星卫星运行的周期，就连当时的另一个天文学家开普勒也认为伽利略不可能进展那么快。

在那一段时间里，伽利略的科学研究相当“高产”。他在1612年还观测到了海王星，但是他并没有意识到这是一颗行星，误以为是新发现的恒星。他不断记录着海王星相对于其他天体的运行轨迹，但是最后终于跟丢了目标，也就错过了发现海王星的机缘。不过也就是在这个时期，欧洲的学术空气变得非常糟糕。

从16世纪开始，欧洲的基督教分裂为传统天主教和北方的新教（路德教派和加尔文教派），罗马教廷的权威因此受到了严重的挑战。天主教在日趋衰落的同时也日趋反动，罗马教廷把不遵从它指令的教派统统称为异教，而新教对所谓异端的学说也一样不宽容。米开朗基罗时代那些懂得艺术、行事温和的教皇（比如允许进行尸体解剖的希克斯图斯四世）到17世纪初已经不见了，这时的罗马教廷不仅迫害异教徒，而且禁止异端言论，因此研究科学有可能就会掉脑袋。伽利略比较幸运，因为有美第奇家族的庇护，得以专心研究物理学和天文学，就在这一期间伽利略完善了哥白尼的日心说。

在伽利略以前，日心说和地心说基本上是模型之争，日心说并没有直接的佐证，更何况哥白尼的日心说模型还不如托勒密的地心说模型准确，因此，在很长一段时间里大家对日心说都是将信将疑，教会也基本对此



保持中立。面对反对意见，哥白尼使用了一些新的假想来证明还处在假说阶段的日心说，今天看来他的大多解释基本上都是错误的<sup>16</sup>。而伽利略借助自己发明的望远镜观测到前人看不到的宇宙世界，为日心说提供了大量的佐证。除了发现木星的4个卫星，他通过望远镜，还第一次发现银河系并不是模模糊糊的一片（这是过去的认识），而是由一个个的恒星构成的，而太阳可能是众多恒星中的一个。正是依靠伽利略提供的佐证，理性的人们才信服日心说，但这已经是17世纪初的事情了，距离哥白尼去世已经有半个多世纪了。

在16世纪末，哥白尼的日心说在欧洲已经颇为流行，虽然大家对此依然将信将疑。说到日心说的传播，要感谢伽利略的一位朋友乔凡尼·布鲁诺。布鲁诺宣扬日心说，同时反对宗教哲学，这引起罗马教廷的嫉恨，同时也为新教所不容（这一点非常奇怪）。最后宗教裁判所以宣扬“异端”的名义将布鲁诺在罗马鲜花广场处以火刑。不过，必须指出的是，布鲁诺遭受火刑，并不是因为他支持日心说，而是因为其泛神论的宗教思想与基督教（一神论）的教义相违背。为了抵制布鲁诺的思想的影响力（主要是宗教思想），与他的言论有关的所有观点都受到了教会的禁止，因此，布鲁诺实际上给伽利略带来了很大的麻烦。

到1616年，教会对日心说的攻击达到了顶峰，伽利略到罗马劝说天主教廷不要禁止传播他的思想。但是最后教会裁定太阳恒定，地球自转是错误的，认为这与《圣经》相悖，暂停宣传哥白尼的《天体运行论》，直到它被修正。不过，教廷并没有禁止伽利略将日心说当成数学工具，但要求他不能作为天文学的结论。因此，在随后的几年里，伽利略没有发表关于天文学的论著。1623年，伽利略的朋友马佛奥·巴贝日尼当选教皇乌尔班八世，他才得以继续就这一问题著书立说。新教皇是伽利略的朋友，对他十分尊敬，反对1616年对伽利略的指控。1632年，伽利略出版了他的重要论著《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》一书，需要指出的是，这本书得到了教皇和罗马宗教法庭的准许，但还是给伽利略带来了巨大的麻烦。

16

当时人们对日心说有下面几个疑问，而哥白尼的回答完全不正确。1. 如果地球在转动，空气就会落在后面，而形成一股持久的东风。哥白尼答复：空气含有土微粒，和土地是同一性质，因此逼得空气要跟着地球转动。而事实是，空气转动时没有阻力是因为空气和不断转动的地球是连接着的。

2. 反对理由：一块石子向上抛去，就会被地球的转动抛在后面，而落在抛掷点的西面。哥白尼答复：由于受到本身重量压力的物体主要属于泥土性质，所以各个部分毫无疑问和它们的整体保持同样的性质。事实是，在石子向上前具有向西的角速度，依照惯性在空中也会有，而地球也一样有这样的角速度，所以看起来就像没有角速度一样，仅仅会产生难以觉察的科里奥利力。

3. 反对理由：如果地球转动，它就会因离心力的作用变得土崩瓦解。哥白尼答复：如果地球不转动，那么恒星的那些更庞大的球

就必须以极大的速度转动，这一来恒星就很容易被离心力拉得粉碎。事实是，和万有引力相比离心力太小，所以不会瓦解。

乌尔班八世虽然贵为教皇，但他并没有中国皇帝那种一言九鼎的权威，他在教廷和枢密院里听到的反对声音越来越大，这时他只能先求自保，将自己与伽利略的友谊放在第二位。他私下找到伽利略，请他在书中就日心说给出正反两方面辩驳，并小心不要刻意宣传日心说。教皇同时要求将他的意见也放在伽利略的书中，后来伽利略也满足了这个要求。然而不知是不经意还是故意的，在《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》（下面简称《对话》）里，为托勒密地心说辩护的辛普利西奥（Simplicio，意大利语是“头脑简单”的意思），常常自相矛盾，丑态百出。辛普利西奥这个角色使得《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》一书成为攻击地心说、为哥白尼理论辩护的著作。更糟糕的是，伽利略将乌尔班八世的话放到了辛普利西奥的嘴里，虽然绝大多数史学家认为伽利略并非出于恶意，而是疏忽，但是这下子他把教皇也得罪了，而教皇是他最大、最重要的支持者。

1632年9月，伽利略被传唤到罗马接受审讯。他和教廷争论的焦点在于伽利略是否信守诺言，有没有宣传哥白尼的学说。伽利略坚称他没有，但是教廷在这件事情上非常不讲理，它威胁伽利略如果不坦白交代，就对他用刑。但伽利略坚持否认，不过教廷还是判了他有罪，除了将他终身软禁在家中，还禁止出版《对话》一书和他今后可能写的书。《对话》这本书是献给美第奇家族的，当时的家族长是费尔南多二世（Ferdinando II de' Medici, 1610—1670），作为伽利略的保护人，他出面为伽利略说情。但遗憾的是，当教皇威胁费尔南多二世如果插手伽利略的案子就给他的家族好看时，费尔南多二世全然没有当年他的祖先洛伦佐利用佛罗伦萨对抗罗马并且取得胜利的气概，而是选择了沉默。

不过伽利略在教会依然有不少朋友，经大主教阿斯卡尼奥·皮科洛米尼说情，伽利略于1634年回到他在佛罗伦萨郊区的家，在那里他度过了自己的余生。在此期间，伽利略总结了过去40年中所做的一切工作，完成了他最经典的著作之一《论两种新科学》（即今天的运动学和材料力学，此书得到爱因斯坦的盛赞）。但是失去了美第奇家族的财务支持后，伽

利略晚景凄凉。

1642年，近代物理学的第一位大师伽利略离开了人世。伽利略是牛顿之前最伟大的科学家，英国著名科学家史蒂芬·霍金在评价伽利略时说，“自然科学的诞生要归功于伽利略。”除了对科学本身的贡献，伽利略的另一大贡献就是确定了科学研究的方法之一：实验和观测。传说在1590年，伽利略在比萨斜塔上做了“两个重量不同的铁球同时落地”的著名试验，推翻了亚里士多德“物体下落速度和质量成正比”的说法，这个故事后来进了小学课本，但后来这个故事被严谨的考证否定了。不过这个故事从侧面反映了伽利略的工作方法——做实验。在此之前，很多自然科学的结论都是学者根据常识做出的推理，这在亚里士多德和托勒密的著作中经常可以看到。伽利略采用的这一自然科学新方法，有力地促进了近代科学的发展。

几乎与伽利略同时，北欧涌现了第谷和开普勒等科学家。开普勒的行星运动三定律彻底解释了日心说。不久，法国著名的思想家和数学家笛卡尔也为世人所知。笛卡尔对近代科学研究的方法论贡献非常之大，他提出了“大胆怀疑，小心求证”的科学研究方法，至今仍是科学研究的基本方法，虽然笛卡尔当初只是为了证明上帝的存在。

伽利略去世后，费尔南多二世心生愧疚，打算为他举行一场隆重的纪念活动，但是却被天主教会禁止了。在17世纪，天主教廷愈发保守，而美第奇家族对艺术和科学的大力资助也即将完结，这标志着文艺复兴的结束。但是科学的曙光在欧洲已经出现。就在伽利略去世一年后，一位科学巨匠在英国诞生了，他开创了整个科学时代。这位巨匠的故事我们后面会专门讲。

## 第六节 宝贵的遗产

我们前面讲到的都是美第奇家族的男性成员，比如第一代托斯卡纳公爵科西莫·美第奇和豪华者洛伦佐·美第奇，他们在金融和政治上统治着

欧洲；还有出自美第奇家族的教皇们，在精神上统治着民众。这些人在几百年里推动着历史的发展。而事实上他们家族的女性，同样起到了很大的作用，影响深远。

美第奇家族的女性中间出了许许多多的王后和贵族的妻子，她们把意大利文艺复兴的文化带到了当时还处于蒙昧状态的欧洲各国。其中最值得一提的是两位法国王后凯瑟琳和玛丽。1533年，法国国储亨利二世（后来的国王）迎娶凯瑟琳·美第奇（Caterina Maria Romola di Lorenzo de' Medici, 1519—1589），当时法国还处于“粗鄙”的状态。于是，凯瑟琳决定把美第奇家族的优雅生活方式带入法国：她教会了法国人社交礼仪，教会他们使用刀叉，烹饪美食和讲究时尚，并且写了本相当于贵族生活指南的书《生活的绝妙论说》，这本书成为西欧宫廷礼仪的参考书。1559年，亨利二世去世，凯瑟琳成为太后，她的三个儿子先后当上了法国国王，她作为摄政太后，左右法国政权长达20年。凯瑟琳的女儿玛格丽特后来也成为法国王后，并且是大仲马的小说《玛戈王后》中的主角。

1600年，法国国王亨利四世再次迎娶美第奇家的女儿——玛丽娅·美第奇（Marie De Medici, 1575—1642）。她后来做了太后，而且非常喜欢弄权，可惜的是她的运气没有凯瑟琳好，她遇上了法国历史上最有权势和政治手腕的红衣主教兼宰相黎塞留（Armand Jean du Plessis de Richelieu, 1585—1642），最终被流放。不过她对法国文化和艺术的影响非同小可，她按照她娘家的建筑修建了法国的卢森堡宫（今天法国参议院的所在地）。为了装饰宫殿，她资助了一大批艺术家，其中最著名的是西班牙大画家鲁本斯。当然，如果她能够重生，最值得她骄傲的恐怕是有一个将法国带到文艺复兴顶峰的孙子——著名的太阳王路易十四。路易十四和中国的康熙皇帝处在同一个时代，而且在王位上的时间（72年）甚至比康熙还长（61年）。和康熙一样，路易十四是法国历史上文治武功都最为出色的君主，他确立了法国在后来两百年里成为欧洲文化中心的地位，并且制定了被后世认为是典范的欧洲宫廷礼仪。而这些或多或少都受到美第奇家族文艺复兴的影响。

美第奇家族的最后一位男继承人吉安·加斯托内·美第奇是位同性恋，没有子嗣，因此，美第奇家族的最后一位法定继承人自然也是女性——他的姐姐安娜·玛丽娅·美第奇（Anna Maria Luisa de' Medici, 1667—1743）。安娜嫁给了一位德国的贵族，但是很快守寡，便回到了故乡佛罗伦萨，生活在家族留下的碧提宫中。她十分慷慨，把大量的个人财富都投入到宗教和慈善活



图 7.19 玛丽娅·美第奇的婚礼（西班牙著名画家鲁本斯绘制，现收藏于卢浮宫）

动之中。到了 1743 年，美第奇家族的最后一位合法继承人安娜·玛丽娅离世，这个神奇家族的神话就此终结<sup>17</sup>。临终前，安娜·玛丽娅留下遗嘱，将所有藏品都捐赠给托斯卡纳政府，由政府向公众展出，但是这些艺术品不得离开佛罗伦萨。从那时起，美第奇家族的财产就作为佛罗伦萨的遗产，保留至今。

这是一笔宝贵的遗产，它的价值到今天还无法估计。美第奇家族兴盛的时候，可谓富可敌国，权倾朝野，但也有终结的一天。一个王朝也好，一个家族或一个人也好，终究要给世界留下点什么。美第奇家族的那些现金（几十万弗洛林而已）留到今天，也不过是十吨黄金而已，相对今天世界的财富不值一提。但是，他们把这些钱投到了文化、艺术和科学上，这些艺术品的价值是无法用金钱衡量的。如果一定要衡量，那么从他们

17

美第奇家族并非没有后代，只是没有法定的继承人。波旁王朝就有他们的血统，今天西班牙的王室依然是波普家族的人。

18

Pitti Palace, 这是凡尔赛宫之前欧洲最大的宫殿, 原是美国第奇家族的住宅, 现在改成了博物馆。



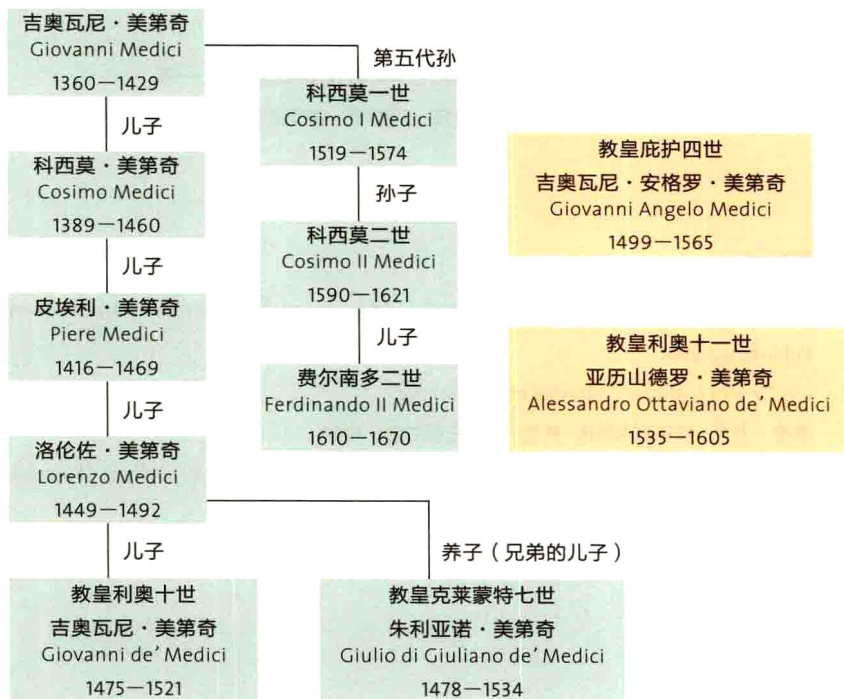
图 7.20 美第奇家族居住的碧提宫, 曾经是欧洲最大的宫殿之一, 今天这里是馆藏丰富的博物馆

收藏的绘画中随便拿十几幅画（在碧提宫<sup>18</sup>和乌菲兹博物馆有上千幅），今天的拍卖价格就超过当年他们所拥有的黄金，更不用说达·芬奇和米开朗基罗的那些名画和雕塑了。然而，正如科西莫·美第奇发现最宝贵的财富是知识

一样，他们留下的最宝贵的遗产是文化、艺术和科学。

这个家族似乎是专为文艺复兴而存在的，他们的兴起直接导致了文艺复兴。而在文艺复兴终结后，他们似乎也不再存在必要，一个王朝式的家族就此终结。今天在欧美，说起美第奇家族是人人皆知，就如同中国人讲的“旧时王谢”一样。但是中国读者对美第奇家族的了解甚少，甚至远不如对欧洲另一个富有的家族罗斯柴尔德（Rothschild）家族的了解多。当我和一些朋友谈到当年的美第奇家族时，常有人问他们是否和罗斯柴尔德家族一样。在历史上，罗斯柴尔德家族远不能和美第奇家族比，因为他们除了钱（和几个酒庄），什么遗产都没有留下，而且到今天，他们连钱也剩不下多少了。而美第奇家族则不同，他们开创了文艺复兴时代。虽然从历史唯物主义的观点来看，没有美第奇家族，文化、艺术和科学早晚也要从中世纪开始复兴，但是文艺复兴就不是我们现在所见到的样子了，也不会是在佛罗伦萨。世界应该感谢美第奇家族，没有他们，就没有波提切利、米开朗基罗和伽利略；达·芬奇或许会有，《蒙娜丽莎》或许会有，但是绝不会有他的《最后的晚餐》。总之，没有美第奇家族，文艺复兴会来得比较晚，整个欧洲的文明进程会比现在来得缓慢。我们今天来看欧洲的这段历史，不能不说是这个家族创造的奇迹加速了欧洲发展的进程。

## 附录一 美第奇家族族谱（主要成员）



## 附录二 文艺复兴年代表

- 1265—1321, 但丁生平
- 1269—1436, 佛罗伦萨圣母百花大教堂建造
- 1377—1446, 布鲁内莱斯基生平
- 1445—1510, 波提切利生平
- 1452—1519, 达·芬奇生平
- 1475—1564, 米开朗基罗生平
- 1483—1520, 拉斐尔生平
- 1486, 波提切利完成《维纳斯诞生》
- 1498, 达·芬奇完成《最后的晚餐》
- 1504, 米开朗基罗完成《大卫》
- 1506—1626, 梵蒂冈圣彼得大教堂建设
- 1512, 米开朗基罗完成西斯廷天顶画《创世纪》

- 1519, 达·芬奇完成《蒙娜丽莎》
- 1564—1642, 伽利略生平
- 1610, 伽利略发现木星的四个卫星
- 1632, 伽利略出版《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》一书
- 1743, 美第奇家族最后一位继承人安娜·玛丽娅·美第奇去世, 美第奇家族结束

### 参考文献

- 1 Christopher Hibbert. 美第奇家族 ( *The House Of Medici Its Rise And Fall* ). Harper Collins Publishers, 2000.
- 2 PBS TV Series: Medici Godfather of Renaissance.
- 3 罗曼·罗兰. 米开朗琪罗传. 傅雷, 译. 三联书店, 1999.
- 4 Gene A Brucker. 文艺复兴时期的佛罗伦萨 ( *Renaissance Florence* ). University of California Press, 1983.



## 第八章 香料的诱惑

### 大航海和地理大发现

我们今天常常用“地球村”来形容我们的世界，全球的经济是一体的，文化相互渗透，交通便利，人们很快就能从一个大洲来到另一个大洲，甚至一些人(包括我自己有一段时间)同时生活在远隔重洋的两个大洲上。但是500年前，大部分人不仅一辈子没有离开过自己所生活的城市或乡村，而且对远隔重洋的大陆可能闻所未闻。那时，世界上主要文明能触及的范围只有亚洲、欧洲和非洲北部环地中海地区。对于占地球面积一大半的广袤的美洲、大洋洲和撒哈拉以南的非洲，以及南极洲，人们一无所知。

在15世纪以前，人类在地理上的新发现大部分是靠行走和近海的航行。人类常常需要花上几百年，甚至上千年，才能从一个地区迁徙到另一个地区，比如中国的中原人迁徙到岭南，高加索地区的雅利安人迁徙到印度。但是到了15世纪下半叶，欧洲人通过大航海，在仅仅一个世纪的时间里，就发现了世界的另一半陆地，并且在随后的几个世纪里殖民到了全世界除南极洲以外的地区。大航海带来了地理的大发现，带来了全球贸易和资本主义的发展。

大航海最初的动机很简单，并不是为了发现新的大陆，也不是为了发展资本主义，而是为了获得一样东西——东方的调味品——香料。香料在今天每个家庭的厨柜里或多或少可以找到一些，没有什么神奇之处，但是，

它在近代欧洲发展史上却扮演了不可替代的角色。要了解其中的原因，我们得先回到中世纪以前的欧洲。

## 第一节 东方的诱惑

大航海最初的动机是为了寻找东方的香料。

香料原本产自亚洲，最早传入欧洲是在古罗马时期。在此之前，地中海地区人们的饮食原本很简单，主食和蔬菜的种类也非常少。今天欧洲最常见的农产品——土豆、玉米和西红柿——直到发现新大陆后才在欧洲落户。古希腊和古罗马人每餐只有一块面包，沾点橄榄油和用葡萄酿制的甜醋，佐以葡萄酒和水果。君王和显贵们虽然食物丰盛，但是食物的滋味也好不到哪里去，盐和柠檬汁是他们能找到的仅有的调味品。这样的一日两餐（当时的食物产量还无法满足一日三餐）月复一月，年复一年。直到中世纪晚期（甚至今天），欧洲内陆和北方的食物依然是淡而无味。

后来，罗马人在旅行和远征中首先品尝到了东方调味品神奇的味道，并把它们带回到欧洲。令欧洲人惊异的是，无论是在烤肉还是最简单的拌生菜（色拉）上放点印度的佐料——一点胡椒和咖喱，或者姜和桂皮，嘴里立刻就会产生一种愉快的刺激。从那时起，西方的厨房和饭馆便已离不开、也不愿意舍弃这些被统称为香料（Spices）的调味品。在鲜明的酸、甜、苦、辣、咸的搭配中，人们对美食的追求推动着烹调艺术开始在城市乡村兴起。但是，很快欧洲便进入了中世纪。

今天，在中国甚至在西方的历史教科书里，中世纪所占的比重都非常之低，虽然它是一个非常长的时期，从（西）罗马帝国灭亡一直到文艺复兴前后大约有一千年的时间。在那一千年的时间里，世界的中心无疑在东方，历史书上关于这段时期的重点内容常常是有关拜占庭帝国、阿拉伯帝国、印度、中国以及蒙古的。在谈到欧洲时，似乎只要用“中世纪”这三个字就可以完全概括了，至于中世纪发生了什么，似乎并不重要。有人问著名投资大师巴菲特：“世界上最长的衰退期是多长？”他回答道：“一千年，在中世纪。”

看来中世纪的名声实在不算好，这或许是人们不愿意提及中世纪的原因。

与古罗马时期相比，中世纪的生产力和人们的生活水平不仅没有提高，可能还有所倒退。中世纪的欧洲人相比罗马人生活更加简陋，常常连谷物的供应也无法得到满足。但是，他们对香料的需求却一点也没有减少，这可能是因为平淡无味的生活和粗糙的饮食使他们更喜欢、也更需要辛辣而刺激的味道。对当时的欧洲人来讲，只有放了胡椒、辛辣刺鼻的菜肴才算是上乘之选，他们甚至在啤酒里也放姜，至今依然如此。中世纪时，原本繁华的城市已经破败得不像样了，商业十分衰落。各地区的农民按照农庄组织起来，和几十年前中国农村的公社一样，没有经常开门营业的商店和市场。每个月只有几天的时间大家可以把各自农庄生产的东西拿来交换。平时很难吃到肉，因为只有到了冬天，家家户户才可能杀一些大牲畜来吃，然后把吃不完的肉腌起来，这就更不能缺少香料。要是没有香料，教皇的饮食也比农夫好不到哪里去。今天，美国的一些商人依然从意大利和西班牙进口这种按传统方法制作的腌肉，这种腌肉有点像中国的火腿，不过要生吃才有滋味。

欧洲人在中世纪对香料的依赖还不仅仅是为了调味，也是为了体验东方的生活情调，尤其是在十字军东征之后。十字军东征，从军事的角度上讲是彻头彻尾的失败，并且对人类的文明来说也是一场浩劫。但是，这些东征的骑士，如果有幸活着归来，则会把他们对东方文明的见识——对东方富庶而优雅的生活方式的体验——带回欧洲。在东方，无论是阿拉伯人，还是居住在君士坦丁堡的欧洲人，他们都住着宽敞的房子，食物用品应有尽有，他们穿着从中国运来的丝绸制作的衣服，享用着各种美食。可以这么说，失败的十字军骑士们将东方文明带回欧洲，而且到了文艺复兴时期，人们不再只是像中世纪那样仅仅考虑死后的归宿，而是开始享受现世的生活。贵族家庭，尤其是这些家庭中的贵妇和小姐的虚荣，也让她们越来越需要阿拉伯的芳香物质：芬芳的龙涎香和玫瑰油，馥郁的檀香，甚至是刺激感官的麝香，都成了她们日常生活的必需品。意大利的纺织工人和染色工人为她们生产中国丝绸和印度花布，阿拉伯商人为她们弄来了东方的珍



图 8.1 陆地和海上丝绸之路

珠和印度的钻石。就连过去崇尚朴素的天主教会也对来自东方的物品有了很大的需求。成千上万个教堂里，大大小小的教士在圣坛前点着一排排掺入东方香料的蜡烛，终日烟雾缭绕。

今天，欧洲和美国的香蜡烛市场依然不小，百货店都会设有专柜。而当时制造这些蜡烛的香料，没有一颗一粒产自欧洲本土，都得通过无比漫长的海路或陆路自东南亚和印度，途径阿拉伯运来。

与此同时，欧洲的医生们也尝试着用各种东方的植物制作药材。如有机会到西班牙马德里的皇宫参观一下他们当年的皇家药房，你会以为自己进了一个中药铺：在大大小小的瓶瓶罐罐中，装着各种入药的植物和矿石，只不过用来熬药的器皿不是中国的药罐，而是蒸馏瓶。在这些药材中，来自东方的胡椒、月桂，甚至樟脑，都能找到。经验告诉当时欧洲的医生们，任何镇痛剂、任何药物，不管有没有真正的疗效，只要盛放它们的小瓷瓶上写着“阿拉伯的”或“印度的”这些有魔力的字样，病人就会觉得它有效。一切东方的东西，由于它们的遥远、稀少、奇异，也许还加上昂贵，便对欧洲人产生了无法抗拒的、迷人的诱惑力。这就如同今天的亚洲人特别喜欢法国和意大利的手袋，或者德国的汽车一样。“中国的”、“阿拉伯的”、“波斯的”、“印度的”或者什么“斯坦的”，在中世纪成了“豪华”、“精致”、“典雅”、“时尚”、“贵重”的同义词。当然，在来自东方的货物中，没有比香料更畅销的商品了。这些东方花朵散发的芳香，好像用某种看不见的魔法迷住了欧洲人的灵魂。

这些来自东方的商品不仅昂贵，而且价格还不断上涨。如今，我们几乎无法想象当年这些香料价格暴涨的情形。今天的一小瓶黑胡椒，在中国

超市售价不会超过 20 元，在西餐馆里，每个餐桌都会放一瓶给大家免费使用。但是在中世纪末，黑胡椒可是按照颗粒计算的，贵如黄金白银。由于胡椒价格坚挺而且只涨不跌，当时欧洲的许多城市和国家把它像贵重金属一样当作支付手段和征税的方式。商人们用胡椒购买土地，市民们则把它当作嫁妆。胡椒甚至是姜、肉桂和樟脑，要用珠宝首饰店的天平来称量。香料的价格如此荒唐，一方面是因为运输路途艰险，无论是靠骆驼队运输走陆路，还是在海上颠簸上万公里走海路，都极为不易，何况商人们还经常遭到强盗和海盗的打劫；另一方面则是阿拉伯商人（和后来的威尼斯人）的垄断造成的，尤其是在 1453 年奥斯曼土耳其帝国攻陷了君士坦丁堡之后，建立了横跨欧、亚、非大陆的帝国，完全垄断了东西方之间的贸易。在香料进入欧洲以前，奥斯曼土耳其帝国的苏丹先要向商人课以沉重的转运税。只有缴过税，商人才能获准把香料从在印度洋上行驶的一条船上转到中东的陆地上，再从君士坦丁堡或者亚历山大港装上驶往欧洲的帆船。在欧洲的地中海，香料的运输又被威尼斯人垄断。

阿拉伯人、威尼斯人和土耳其人在香料贸易上所获得的巨大利润，不可避免地向欧洲的其他商人们眼红。早在中世纪时，西方各国要求摆脱阿拉伯人对香料的控制的愿望就非常强烈。很多史学家认为，十字军远征决不像罗马教会描绘的那样，只是想从异教徒手里夺回“上帝灵柩”，远征同时也是为了打破阿拉伯人对红海通道的封锁，但是这一尝试没有成功。到了奥斯曼土耳其帝国崛起之后，欧洲人和东方进行贸易的困境不仅没有改善，反而更加受制于人，于是西欧国家就很自然地要去探寻另外一条通往印度的航线。这便促使后来欧洲的航海家们到处寻找不用向阿拉伯人交税就能通往印度的航线：哥伦布和麦哲伦向西航行，迪亚士和达·伽玛向南航行，约翰·卡伯特向北航行。君主们和投机商们就如同现在的风险投资家一样，他们支持这些航海家的探险，目的只是为了追求香料（和其他东方商品）交易的巨额利益。

## 第二节 先驱者

在各国介绍世界大航海时代的书籍中，总会提到两个其实并没有直接参与欧洲人大航海和地理大发现的航海家——中国的郑和与葡萄牙的恩里克亲王。

郑和，这是大家再熟悉不过的人物了，他曾经从中国东南沿海出发，七下西洋，远航万里，先后到达波斯湾和非洲的东岸。郑和第一次航海（1405年）比哥伦布发现新大陆之旅（1492年），早了近一个世纪，而且郑和的任何一次航行，船队规模和舰船大小都远远超过哥伦布历次航行的总和。郑和的船队有200艘以上，多达27000多名官兵；他的旗舰，也称作宝船，长四十四丈四尺，阔一十八丈，能容纳上千名军士<sup>1</sup>。照这个记载折算成今天的尺寸，它大约长146米，宽46米<sup>2</sup>，它的排水量至少在2000吨以上。而哥伦布的舰队只有三条船，不足百人，旗舰据估计排水量也不足百吨。从各方面来讲，哥伦布的舰队与郑和的舰队都差出两个数量级。郑和一生航行的距离也比哥伦布要长。因此，全世界的历史学家都很敬重郑和，不过与此同时，没有人明白当时中国明朝为何会不惜工本去做一件几乎没有结果的事情。

1

谈迁（1594—1658）  
《国榷》

2

金秋鹏在《图说中国古代科技》（大象出版社，1999）中认为，一丈为十尺，明代一尺约等于0.317米。

郑和航海给大家留下许多谜团，最主要的谜团是他航海的目的是什么，没有人知道。这让后来的历史学家和剧作家都有事情可做了。或许正是



图 8.2 伟大的航海家郑和七下西洋所到之处。

目的不明确，所以郑和七次航海在经济上的收益并不明显，他一度控制了连接太平洋和印度洋的马六甲海峡，但后来随着明朝放弃了航海的行动而变得毫无意义。不过郑和航海至少证明

了人类大规模航海的可能性。很多历史学家做过假设：假如明朝在一开始缩小航海的规模，但是坚持下去，是否会成为后来地理大发现的主角，是否可以垄断几个世纪里利润最大的东西方海上贸易，是否最早迈入近代国家的行列？遗憾的是，历史没有假设。或许明代的皇帝已经满足从后来间接的贸易中挣钱（我们后面还会讲到），而不愿意去冒险，又或许作为一个以农耕为主的陆权国家，航海很难得到士大夫阶层的支持，而明朝的皇帝又大多很懒惰。总之，郑和之后再无郑和，给中国留下了无限的遗憾。

第二位航海家也很有意思，就是葡萄牙的恩里克亲王（又译亨利王子，Infante D. Henrique, Duke of Viseu, 1394—1460）。之所以说他有意思，是因为作为欧洲近代第一位航海家，他并没有真正航海过。当然，像我们今天这样驾着单桅帆船在青岛海湾转一圈，不能算在航海之列。

欧洲近代的航海始于当时最贫穷、最偏僻的葡萄牙，有其必然原因。葡萄牙位于欧洲大陆最西南端的伊比利亚半岛，即使在地中海航行畅通无阻，货物从遥远的东方运抵葡萄牙，也会变成全欧洲最昂贵的。因此，这个欧洲当时的贫穷小国，最有动力去寻找新的航线。

恩里克几乎与郑和同时代，只比郑和小23岁。作为王子，他从小学习战略和战术，博览群书，向往历险和战斗的生活。在他看来，探索未知的地域，并传播基督教教义，是一个基督徒的职责。当时，正值葡萄牙和西班牙将阿拉伯人（摩尔人）的势力赶出伊比利亚半岛的时期。后来在北非的休达与摩尔人作战时，恩里克从战俘和商人那里了解到，在非洲有一条古老而繁忙的商路，穿过撒哈拉大沙漠，经过20天就可以到达树林繁茂、土地肥沃的“绿色国家”，即今天的几内亚、马里南部和尼日尔南部等地，那里出产非洲胡椒、黄金和象牙。当时，北非还被阿拉伯人占据着，从陆路到达那里是不可能的，因此恩里克设想走海路。他的提议得到了当时国王的支持。



图 8.3 葡萄牙最南端的圣维森特角，当年恩里克的航海学校就在这里

恩里克在葡萄牙最南部的圣维森特角（Cape St. Vincent，又译成文森角）创办了一所航海学院，培养本国水手，提高他们的航海技艺。为了航海，他网罗各国的地理学家、数学家和天文学家，广泛收集地理、气象、信风、海流、造船、航海等种种文献资料，加以分析、整理，然后绘制地图，制定航海方案。为了保存和使用这些资料，他建立了一个航海图书馆，收藏有大量地图。他还资助了很多与航海有关的研究，包括制造各种航海所需要的仪器，并且改进从中国传入的指南针和欧洲古代测量纬度的星盘，等等。当然，在航海中最重要的是船只。过去欧洲人主要在相对风平浪静的地中海里航行，使用的船都是单桅横帆的帆船。这种帆船适合顺风航行，因为它兜风面积大，但是不容易转弯，遇到大风大浪很难控制，而且逆风时几乎无法航行。在大西洋里远航，这种船根本不适用，于是恩里克把最大精力放在了造新船上。最后，葡萄牙人研制出一种适合在大西洋上航行的多桅三角风帆船，这种帆船可以在逆风中行驶，只需要调整帆和舵的角度，而且很容易转弯。

1418年前后，恩里克派出了他的第一支探险队，向南去寻找几内亚。当时新的三角帆船还没有制造出来，恩里克的船队使用的还是横帆帆船，结果原本打算南行的船队，被东风一吹就漂到了西方，好在这群人很幸运，他们被吹到了马德拉群岛（Madeira）。船员们从未听说过这个地方，向恩



里克报告了他们的发现，恩里克马上宣布这个岛屿归属葡萄牙。后来证明，马德拉群岛早就被发现过，不过当时并没有哪个国家和葡萄牙争夺该岛屿的主权。于是这个群岛从此就属于葡萄牙了，1420年这里就成了葡萄牙探险队的落脚点和物资供应站。随后的几年，恩里克亲王又数次派出探险队向两个方向进行探索。一个方向是离开海岸向大西洋西南深处航行，以发现更多的岛屿；另一个方向是沿非洲海岸南下，寻找几内亚。往西南航行的船队进展顺利，1427年，舰队发现了亚速尔群岛（Azores）。1432年，葡萄牙派出16条船、数百人、一名牧师，带着几十头牲畜殖民亚速尔群岛。亚速尔群岛的发现和殖民对后来葡萄牙（乃至欧洲）的探险和殖民事业有重要影响，因为它与葡萄牙的距离几乎相当于葡萄牙跨越大西洋到美洲距离的四分之一，欧洲各国早期横跨大西洋的航行都以这里为歇脚的中转站。后面我们还会提到亚速尔群岛这个名字。

不过沿非洲海岸南下却是困难重重，原因是水手们沿着非洲西海岸向南航行一段路程后，就不敢继续向南——据说地球的南边是地狱般黑暗的绿色海洋，到了那里基督教徒都会变成黑人。在中世纪的阿拉伯地图上，在赤道以南的方位画着一只从水里伸出来的魔鬼的手。恩里克派出去的水手们总是偷偷地回到欧洲，一会儿借口遇到恐怖的土著人，一会儿又说那片海域的盐层厚得连犁都犁不开。直到1434年，经过了十几次尝试后，恩里克亲王的远征队终于到了西撒哈拉，第二年他们在西撒哈拉的海滩上发现了人和骆驼的足迹，证明了撒哈拉以南地区是有人生活的。

从第一次远航发现马德拉群岛算起，恩里克船队的探险已经进行了16个年头了。在当时的葡萄牙人看来，恩里克有点为了探险而探险的意思，并未给王国带来多少收益，批评声四起。1441年，他的一支探险队创造了向南航行的新纪录：抵达毛里塔尼亚的努瓦迪布角。而另一支探险队则带回来10个穆斯林俘虏做奴隶。这标志着欧洲人开始卷入奴隶贸易。恩里克发现这可以作为平息批评的办法，于是在以后的探险中，他们便以掠夺奴隶为目的，这就是欧洲罪恶的400年奴隶贸易的开始。此后，恩里克组织的航海就是探险、殖民与奴隶贸易并重了。

可能是看到了航海带来的潜在利益，葡萄牙王室开始颁发特许状给私人探险者，许诺一旦发现了新的海外领土，只要宣告其主权归葡萄牙所有即可，发现者则成为这片领土的总督，并拥有征税等特权。这对私人来说，意味着只要付出很少的资金，敢于冒险就能发大财；对王室而言，不用什么代价就会有收益。于是，在葡萄牙掀起了一股私人探险的热潮，他们当中，大多是唯利是图的探险家，带上由无产者和以前的囚徒组成的水手们，涌到非洲西部的海岸，到已发现的地区掠夺财富，这些人对发现新土地其实没有什么帮助。不过，探险终于有了收益，民众的舆论从批评和埋怨变成了公开的赞扬。到15世纪末期，对于发现新土地的民间航海家（冒险家），葡萄牙国王甚至授予贵族或者骑士的称号。

1

恩里克的亲戚，他是第一个航行到今天几内亚比绍地区的航海家，1444年他发现非洲的布朗角。

1444年，恩里克亲王的船长特里斯唐（Nuno Tristão，？—1446）<sup>3</sup>到达

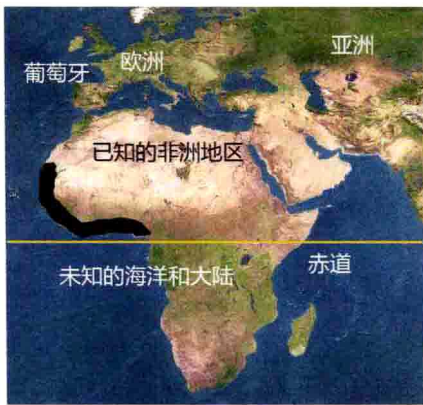


图 8.4 恩里克的船队所到的非洲沿岸（黑色部分）

了布朗角的塞内加尔河口附近，这里的海岸变得青翠，植被繁茂。这样，经过了十几年的航海探索，葡萄牙终于到达了撒哈拉以南的绿色国家。1449年以后，恩里克亲王组织的航海人员就不再以地理发现为任务，而是要尽力寻找黄金，可是航海人员并没有找到黄金，但发现了一些繁荣的黑人王国。

1460年，恩里克亲王病逝，这标志着葡萄牙海上探险一个里程碑式时代的结束。恩里克亲王一生只在自己熟悉的海域上有过几次短距离航行，从来没有远洋过，但是历史学家和后来的航海家都认为他无愧于“航海家”的称号，是他组织和资助了最初持久而系统的探险，也是他将探险与殖民结合起来，使探险变得有利可图。在40年有组织的航海活动中，葡萄牙成了欧洲的航海中心，他们建立起了世界一流的船队，拥有第一流的造船技术，培养了一大批世界上第一流的探险家或航海家。如果没有恩

里克，这一切是不可能出现的。

在恩里克去世后，葡萄牙的船队沿着非洲西海岸不断往南开拓，终于在1471年至1472年到达了赤道附近。他们发现南半球并不是想象中魔鬼的地域。他们接下来的尝试就是要绕过非洲大陆，找到通往印度的海上航线。当时欧洲人将东南亚国家统称为印度，其实包括中国、日本、东南半岛、印度尼西亚和印度，因此，在很多航海家的日记中如果提到“到印度去”的计划，往往泛指到东方去，既可能真的是指印度，也可能是指中国、印度尼西亚生产香料的群岛，甚至是日本。

### 第三节 新大陆

地理大发现是大航海的结果，而不是最初的目的，寻找香料和其他东方的物品才是探险家们的初衷。在往南寻找通往印度的航线上，一路都是葡萄牙人建立的殖民点和中转站，这样一来，基本上把西班牙人往东的路堵死了。西班牙一方面和葡萄牙交涉，获得了个别西非海岸的中转站，另一方面也要另谋他法。就在这时候，一名热那亚的意大利水手找到了西班牙国王，声称他能找到通往印度的新航线。他就是克里斯托弗·哥伦布（Christopher Columbus，1451—1506）。

哥伦布生于1451年，比文艺复兴的教父洛伦佐·美第奇小两岁，比文艺复兴时的全能巨匠达芬奇大一岁。他的父亲是个纺织工，也有人说是小作坊的主人，但是他对纺织业毫无兴趣。哥伦布年轻时读过马可·波罗的《马可·波罗游记》（又称《寰宇记》）。在那本书里，东方世界被描绘成遍地黄金的天堂。在欧洲，比黄金还贵重的香料胡椒，在中国的杭州根本算不上什么稀罕物，因为马可·波罗说了，杭州人每天都要用掉几十担胡椒。因此，哥伦布梦想着航海到达亚洲。

哥伦布自称10岁时就出过海，虽然不知道有无夸大其词的成分，但是，他很早就出过海却是事实。大约是在15到23岁这几年间，他在地中海做过几次短程的航行。1476年，也就是哥伦布25岁那年，一件偶然的事

件改变了他的一生。那一年，他作为热那亚的一名水手参加了到北欧的护航，结果他的船被法国军舰击沉了，在海上漂了10公里后，他非常幸运地在葡萄牙南部最大的海港拉古什附近上了岸，接着辗转来到了里斯本，并巧遇他失散的弟弟，兄弟二人后来在里斯本开了一间绘制地图和海图的作坊。当时，葡萄牙是世界航海的中心，而里斯本是葡萄牙的首都，在这里能接触到很多远航的船长。每当这些船长或水手回来时，兄弟二人就请这些人吃饭，打探各种情报，以不断地完善他们的海图。但是，哥伦布收集海图的主要目的并不是为了卖海图挣钱，而是为了去印度。

是什么让哥伦布动了远航去印度的念头？或许是为了东方巨大的财富，或许是为了名垂青史，更或许只是为了像所有以前发现新的岛屿和陆地的航海家那样，得到贵族的头衔，然后封妻荫子。这些当时都没有记载，如今也无人知晓。不过这些原因比起结果来并不重要，结果是哥伦布动了去印度的念头，而且这次他不同于孩提时做梦，而是实实在在地去落实这件事了。

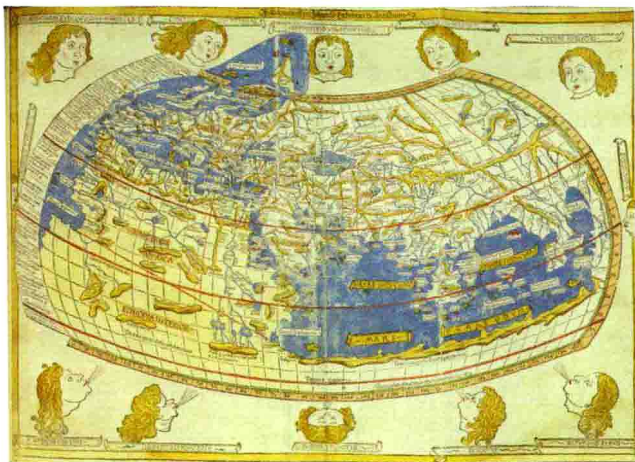


图 8.5 哥伦布脑海里的世界，欧洲的西边就是亚洲

当时，虽然葡萄牙的船队沿着非洲西海岸不断向南探索，但是还没有人能够绕过非洲到达印度。按照研究哥伦布的专家塞缪尔·莫里森（Samuel Morison, 1887—1976）的说法，哥伦布应该是在和某些船长聊天时，谈

到如果往西走，而不是先向南绕过非洲再往东，就可以更快地到达印度和中国。在长期的航海中，哥伦布和 1800 年前古希

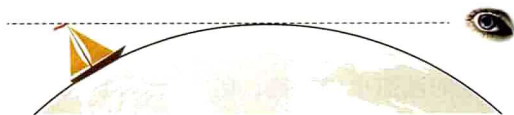


图 8.6 在海上总是先见到桅杆，再见到船

腊的毕达哥拉斯都观察到同一个现象，就是在航海时，总是先看到远方船的桅杆，然后才能看到整个船身，因此他相信毕达哥拉斯的解释，即地球是圆的。

长话短说。哥伦布如果想往西航行到达印度，那么必须做两件事，第一是证明往西行是可行的，而且比往南绕过非洲大陆更好。哥伦布花了很大的努力证明从欧洲往西行可以很快就到达印度。当时上流社会大多承认地球是圆的，因此一直往西行最终能到印度这一点，很多人并不怀疑，问题是要往西航行多远才能到，当时的帆船在没有中途补给的情况下走大半个地球是完全不可能的。而哥伦布的一个错误给了他自己十足的信心，也促使他最终说服了赞助人，那就是他把地球的周长搞错了。今天我们知道地球经度一度（赤道上）大约相当于 60 海里，而托勒密的书中说只有 50 海里，哥伦布认为托勒密说的还大了，他认为一度实际上只有 45 海里，这等于将地球的周长缩小了四分之一，他再根据马可·波罗记载的往东走过的时间和路程推算，从欧洲西南部的加纳利群岛到日本只要航行 2400 海里，这不过是东西穿越地中海的距离。而事实是从那里到日本的直线距离也超过了 10000 海里。不过，哥伦布还是让当时的人相信了他的计算。

第二件事是寻求赞助。当时的航海家寻求航海（探险）的赞助和现在创业者寻求风险投资的方法及过程一模一样。船长们先要准备一份商业计划书，来说明他航海的可行性和可能带来的利益，当然航海者的经验（简历）也是其中重要的一部分。然后他便像说客一样争取打动那些愿意投资的贵族或者富人。当时最有实力的赞助者莫过于葡萄牙王室，因此，

哥伦布最先找的也是葡萄牙王室。不过葡萄牙王室对此颇为怀疑，因为在哥伦布之前就有葡萄牙人从亚速尔群岛往西航行，但是什么都没有发现，而且在高纬度地区往西会遇到强烈的迎头风。再加上当时葡萄牙垄断着沿非洲海岸的航线，因此他们根本不理睬哥伦布的计划。哥伦布没有办法，只好求助于西班牙国王。虽然一开始西班牙王室对此并不热衷，但是经过六年的努力，哥伦布还是从他们那里得到了资助，这在很大程度上是因为沿着非洲海岸往南的航线已经都被葡萄牙把持了，西班牙要想找到通往香料之国印度的新航线，只能西行。西班牙国王还和哥伦布签订了一项非常慷慨的协定，协定上保证哥伦布为新发现领土的总督，并且可以获得十分之一的航海收益。这个协定当真得到履行，哥伦布的后人应该是人类历史上最富有的人。

4

除了哥伦布，另外两位船长是马丁·阿隆索·平松（Martin Alonso Pinzón，1441—1493）和比森特·亚涅斯·平松（Vicente Yáñez Pinzón，1462—1514）兄弟，哥伦布首航的一部分资金也是借自平松家族。

经过半年的准备，1492年8月3日，哥伦布率领由三艘不大的帆船（圣玛利亚号、平塔号和圣克拉拉号）和90名水手组成的舰队从西班牙南部的帕洛斯港出发，开始了人类历史上最重要的一次航海行动。哥伦布的船长们<sup>4</sup>都是有多年航海经验的老手，但是水手就什么样的人都有了，其中不乏过去的囚徒，这些人参加航海的目的就是减刑和发财。哥伦布的首航开始很顺利，老天爷也很帮忙。不过航行了两千多海里后，还是不见陆地的踪影，那些为利而来的水手开始对这位“海洋统帅”产生了怀疑。哥伦布一方面在航行的里程数上作假，一方面向水手们讲述将来能得到的各种好处，直到说得口干舌燥。最后，哥伦布向大家保证，如果三天内还是看不到大陆的踪影，就开始返航。说起来，哥伦布的运气确实好，就在第三天，平塔号的一位水手就看见了陆地，船长平松按照约定放炮通知整个舰队。他们到达了今天北美东部巴哈马群岛的一个小岛。在岛上和其他附近的岛屿，他们遇到了印第安人。哥伦布以为他到了印度，因此给他们起名印度人（Indian），后来我们知道印第安人根本不是什么印度人，为了区别，只好把哥伦布发现的北美洲加勒比海上的岛屿称为西印度群岛，以区别真正的印度。Indian这个词也就有了两个不同的中文翻译，印度人和印第安人，而在英语中这两个词的写法是相同的。为

了在说话时不至于混淆，只好把它读音中的重音稍作修改，代表印度时，发音重音在前，而代表印第安时，每一个音节都是重音。

哥伦布从印第安人那里得知从这些岛往西还有一片大陆，因此，他就认为他所到的这些岛屿应该是马可·波罗所说的中国东面的“吉盘古”，就是日本。如此算起来，往西的大陆就是中国。当时，欧洲人对中国了解甚少，大部分对中国的认识只是来自于马可·波罗的游记。虽然那会儿明朝已经建立了一百多年了，但是西班牙人仍以为当时的中国还是由蒙古人统治，因此哥伦布带了西班牙国王给蒙古“大汗”的信。哥伦布希望当地人带他去见“大汗”，但是他所见到的印第安部落的最高首领们不过是一些赤裸着的酋长，比一般的印第安人无非是头上多了几根羽毛，脖子上挂了一些金块和兽牙制作的项链，和欧洲人相信的“大汗”形象完全对不上号。而且根据马可·波罗游记的记载，中土到处是穿着丝绸的饱学之士，他们举止谈吐文雅，与这些印第安人也完全不同。然而，当时的欧洲人并不知道美洲的存在，因此哥伦布只是怀疑自己运气不好，飘到了日本的一块蛮夷之地。

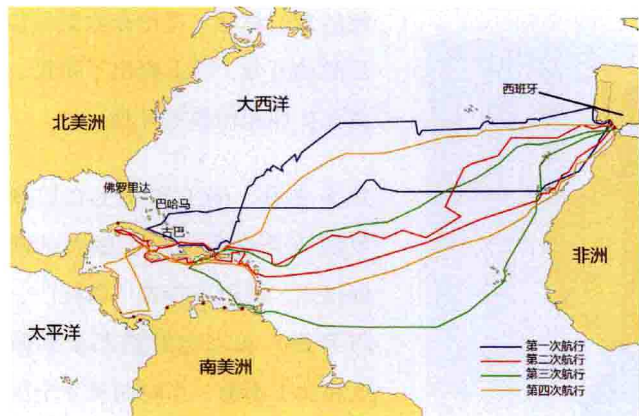


图 8.7 哥伦布四次航行走过的路线

哥伦布既没有找到香料，又没有找到黄金，不过他还是为到达“日本”感到兴奋不已。在巴哈马群岛诸岛上转了一圈后，哥伦布决定返航，临

行前他从岛上采集了点有香味的植物——他以为是香料肉桂，又强拉上了几个印第安人，证明他到了日本。他返航的经历比到达美洲还不顺利，先是一条船损坏了，于是不得不留下一半的船员在美洲的海岛上，这些人最后无一生还；快到欧洲时，他又遇到新的麻烦，剩下的两条船也走散了，他的船被吹到了葡萄牙海岸。

哥伦布为欧洲带来了自罗马帝国灭亡后，最震撼的消息——往西行可以到达印度（东方）。最早得到哥伦布航海成功消息的并不是西班牙国王，而是当初拒绝了哥伦布请求的葡萄牙国王若昂二世，后者后来对自己当年回绝哥伦布而悔恨不已，因为他的决定，使得新大陆最终被西班牙人拥有。

不过在离开西班牙将近8个月后，哥伦布终于还是回到了出发地帕洛斯港。哥伦布在回到当时西班牙首都巴塞罗那前就写信将这个好消息告诉了国王。国王和女王（当时西班牙靠婚姻统一，由国王费迪南和女王伊丽莎白共同统治）很快给他回信，称呼他为“堂·克里斯托巴尔·哥伦布，海洋统帅、在印度所发现的海岛的副国王和总督”，并且希望他继续努力把这项事业扩大，具体来说就是准备第二次航海。“堂”在西班牙语中是对贵

族的专门称呼。哥伦布收到回信后激动万分，马上提出了殖民、商业扩展和传教等计划。

几天之后，国王和女王在巴塞罗那为哥伦布举行了盛大的凯旋仪式。哥伦布带着“肉桂”、印第安人和当地的鸚鵡来到国王和女王面前，当时西班牙全国上下都相信哥伦布到达了亚洲。

在随后的十几年里，哥伦布有三次航行到美洲，但是并没有给西班牙带来任何香料或者大



图 8.8 巴塞罗那的哥伦布像，他手指的方向是美洲



量的黄金。渐渐地，西班牙人觉得自己被哥伦布愚弄了，说他是骗子。过去书上说，哥伦布到死都以为他到达了亚洲。不过据对他的日记和书信进行的新的研究表明，他可能已经意识到他到达了一个未知的大陆。今天，无论是在北美洲，还是在南美洲，有很多地方都叫哥伦布或者哥伦比亚，以纪念这位航海家。10月12日是整个美洲的节日——哥伦布日，以纪念哥伦布发现新大陆的这一天。

不过新大陆却不是以哥伦布的名字命名的，而是以另一位意大利航海家的名字命名的，他就是来自佛罗伦萨的亚美利哥（Amerigo Vespucci，1454—1512）。和大航海时代的大航海家哥伦布、达·伽马和麦哲伦等人不同的是，亚美利哥不是狂热的冒险家，而是我们今天所谓的“公司的高管”。亚美利哥生活的年代（15世纪末到16世纪初）和地点我们应该很熟悉，因为我们在前一章中多次提及，那正是美第奇家族最兴盛时的佛罗伦萨。亚美利哥最早是“豪华者”洛伦佐·美第奇开的商行的一个伙计，后来为美第奇家族所器重，被派到西班牙监督美第奇银行在那里的生意。在西班牙他接触到了去往新大陆的航海，据说他在1497年到1504年间曾经四次到过美洲，但是现在历史学家倾向于认为第一次和第四次航行并不存在。亚美利哥曾经给朋友和美第奇家族写过两封信：《新大陆》和《第四次航行》，信中指出哥伦布发现的地方并不是印度，而是另一块未知的大洲。正是由于他的信件被出版并广为流传，因此德国地理学



图 8.9 在佛罗伦萨乌菲兹博物馆前的亚美利哥像

家马丁·瓦尔德泽米勒（Martin Waldseemüller, 1470—1522）在1507年出版的《世界地理概论》<sup>5</sup>中，将这块大陆标为“亚美利加”，是亚美利哥名字的拉丁文写法。不过今天，新大陆是由亚美利哥首次提出的说法依然有许多争议，主要针对他那两封最重要的信件——有人认为这两封信是亚美利哥杜撰的，或者是亚美利哥同时代的人伪造的。尽管对他究竟有几次探险存在争议，但他对南美洲的探险本身确实存在，而且正是由于他的信件，欧洲人才第一次知道存在一个美洲新大陆。

不过，真正证明新大陆并非印度的是西班牙冒险家巴尔沃亚（Vasco Núñez de Balboa, 1475—1519），这位犯人为了得到西班牙国王的宽恕，带着一支探险队在美洲寻找传说中的黄金国。1513年，他穿越巴拿马地峡，登上著名的达利安山峰，向西极目远望，看到的竟是一片未知的大洋——太平洋。从此，欧洲人真正相信了哥伦布发现的是一个全新的大洲，不过此时哥伦布本人已经长眠7年了。

#### 第四节 地球是圆的

在大航海刚刚开始的那几十年里，葡萄牙人垄断着从欧洲出发的各条航线，但是随着哥伦布发现了通往美洲的航线，这两个伊比利亚半岛上不大的国家就争执了起来。对于罗马教廷来讲，葡萄牙和西班牙是它最听话的孩子。当美第奇家族已经可以不买罗马的帐时，当北方的马丁·路德和德意志封建主们与教廷公然对抗并且创建新教时，当英国国王亨利八世自封为国教的主教时，只有西班牙和葡萄牙这两个国家不仅在维护罗马教廷的权威，而且还不遗余力地打击“异教徒”，并且建立起历史上臭名昭著的宗教裁判所。因此，教皇亚历山大六世不得不出面调停，以免他最能控制的这两个国家之间窝里斗。他决定把世界上尚未发现的土地干脆全部赏赐给西班牙和葡萄牙算了。这次划分并非像后来帝国之间对“势力范围”的划分，而是实实在在的土地划分。当然，读者可能会问，教皇并不拥有这些土地，他是否有资格和权力这么做？不管你是否认为教皇有这个权力，他自认为他是有的，因为他是上帝全权的代理人，虽然当时连同样信仰上帝的路德

和加尔文都已经不这样认为了。教皇把地球当作西瓜，用他的训谕而不是刀子，把那些不知道的民族、国家、岛屿和海洋都赐给了这两个国家。分界线是位于佛得角群岛以西 100 里格（古代衡量海上距离的单位，1 里格为 3 海里）的那条子午线（经线），以西的地方归西班牙，以东归葡萄牙。

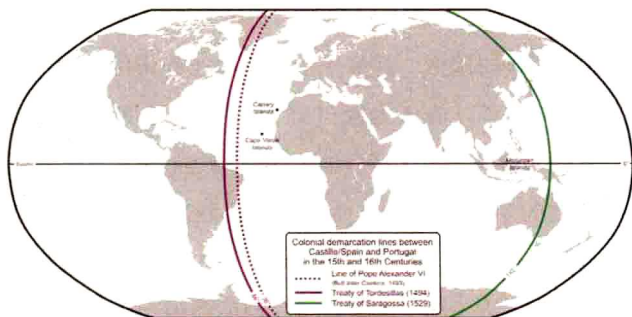


图 8.10 教皇子午线，中间地区为葡萄牙所有，左右两边的地区为西班牙所有（虚线为教皇最初画的线，紫色实线为托尔德西里亚斯条约所画的线，绿色实线为后来萨拉戈萨条约所画的地球另一边的分界线）

起初，葡萄牙和西班牙都表示同意，并且对教皇感激不已。但不久葡萄牙就发现自己吃亏了，并请求把分界线再往西移一些。于是两国经过讨价还价，于 1494 年在一个叫托尔德西里亚斯（Tratado de Tordesillas）的小镇签署了协议。协议规定两国将共同垄断欧洲之外的世界，以西经  $46^{\circ} 37'$  的经线为分界线，这条分割线，也因此被称为教皇子午线。当然大家不必对照地图去找这条分界线在哪里，只要记住一个结论就可以了。从此，西班牙人获得了除巴西以外的全部美洲，而葡萄牙获得了整个非洲和印度。而就是因为这条分界线往西移了一段距离，使得葡萄牙后来获得了当时尚未发现的巴西。这样就能理解为什么美国以南的美洲，除了说葡萄牙语的巴西，全部是说西班牙语的国家，因此，这些国家也统称为拉丁美洲，因为葡萄牙语和西班牙语同属拉丁语系。在条约签署后，西班牙从此往西航行，经营美洲，葡萄牙人沿着非洲往南再试图往东航行，寻找印度。

相比西班牙人，葡萄牙人的财运要好很多。就在哥伦布首航美洲的四年前（1488 年），葡萄牙人迪亚士（Bartolomeu Dias, 1451—1500）到达

了非洲最南端的好望角，那里是连接大西洋和印度洋的海岬。当时海面狂风大作，整个舰队都几乎覆没。好在大浪把幸存的船只吹到了一个岬角上，部分船员才得以返航。迪亚士将此地命名为“风暴角”，他意识到只要转过这个海角继续航行，就能到达印度。

1497年7月8日，葡萄牙历史上最伟大的探险家达·伽马率领船队从里斯本出发，往南绕过好望角驶向印度。这位幸运的航海家和哥伦布一样，出发前少算了这条航线的距离，他认为绕过好望角到达印度的距离是3400海里左右，结果航行了预想的距离后，他才刚刚到达好望角。不过，在绕过好望角后，他和他的船员们都知道他们离印度越来越近了。第二年5月，他们终于从印度西南部的卡里卡特（Calicut）港登岸，这是欧洲人第一次从海路到达印度。达·伽马希望获得当地的胡椒和香料，但是由于阿拉伯商人的阻挠，他和当地统治者扎莫林（Zamorin of Calicut）<sup>6</sup>的贸易谈判并不顺利，并且因为无力支付印度人的关税，而不得不留下一些水手做抵押。不过，达·伽马最终还是获得了香料，并且在第三年返回了葡萄牙。达·伽马这次航海历经两年时间，航行距离超过两万海里，大约相当于围着地球的赤道转了一周，很多水手因为长期在海上吃不到蔬菜，并且饮用了受污染的水，得坏血病而死。但是，这次航行对于世界贸易的意义非常重大，达·伽马终于找到了欧洲人期盼了80年的新航线。同时，他这次带回的香料使得葡萄牙和他本人都获得了巨大的利润。

6

12—18世纪，印度卡里卡特最高统治者的称谓。

在达·伽马完成他历史性的航行一年后，葡萄牙再次派遣佩德罗·阿尔瓦雷斯·卡布拉尔（Pedro Álvares Cabral，1467—1552）率领13条武装商船前往印度，卡布拉尔在途中意外地发现了南美洲的巴西。当他到达印度时，发现达·伽马留下的葡萄牙水手们已被谋杀，随后他的舰队也遭受到阿拉伯人和印度人的攻击。卡布拉尔最后靠武力打败了阿拉伯人和印度人，当然在打败那里的印度人之后，生意自然也做不成了。于是，卡布拉尔转到印度的另一个邦，并且和那里的统治者搞好了关系，从而获得了大量的香料。这次航行，葡萄牙人又获得了巨大的利润，从此为它成为早期的海上帝国奠定了财富基础。

虽然葡萄牙人开辟了通往东方的航线，但是那里依然是阿拉伯人的势力范围。为了巩固这条黄金航线，1502年，葡萄牙王国再次派达·伽马率领一支由20艘军舰组成的庞大舰队前往印度。他们到达东非海岸时，打败了当地的阿拉伯人，接着又打劫来往的阿拉伯商船，并俘获了一些船只。当他第二次到达印度卡里卡特时，他的舰队船只已增至29艘，这支强大的舰队很快便征服了印度当地的很多王国，并且购买甚至是掠夺了大量的财物。葡萄牙人还强行在印度购买了许多土地，并且以贸易作为和平的条件。于是，卡布拉尔在印度有了“武力调停人”的恶名。在接下来的近20年里，他为葡萄牙不断地扩大在东非和西印度的实力，并且通过香料贸易获得了巨额财富。史学家认为，达·伽马是继恩里克亲王之后，开拓葡萄牙海上贸易最成功的航海家。除了开通了从欧洲到亚洲的航线，他还通过政治和军事手段确立了葡萄牙在大航海初期的世界海上霸主地位。不过相比哥伦布和麦哲伦，后世为他写的传记却很少。这一方面是因为他在地理大发现上没有太大的贡献，虽然他是这三位伟大航海家中挣钱最多的；另一方面，他靠武力强推贸易的做法也为人所不齿。

相比葡萄牙，西班牙的运气就没有那么好了，虽然教皇将几乎整个美洲都划给了它，但是直到1533年<sup>7</sup>之前，西班牙人的探险都没有带来什么经济利益。在亚美利哥之后，人们都知道了美洲和亚洲的差别，但是由于受到托尔德西里亚斯协定的约束，西班牙人不能走葡萄牙人发现的航线到达亚洲，因此他们试图在美洲大陆之间找到一个海峡转过去，从西面通往亚洲，不过这种尝试从来没有成功过。我们从地图上可以看到，美洲大陆是从北极一直延伸到南极，中间并没有缝隙。但是，当时的殖民者并不知道美洲有多大，也没人知道美洲以西是什么地方，这些谜团直到另一位伟大的航海家——葡萄牙人费迪南德·麦哲伦的一次伟大航行后才被解开。

麦哲伦虽然是葡萄牙人，但是他一生很多的时间都是在为西班牙服务，这倒不是他不愿意为自己的祖国服务，而是“报国无门”。麦哲伦25岁时就前往东南亚、印度和非洲进行探险和殖民活动，到了30岁时，他已

<sup>7</sup> 西班牙冒险家皮萨罗在南美洲灭亡了印加帝国并且掠夺了那里无数的黄金。

8

今天的印度尼西亚到几内亚等国所在地。

经是全葡萄牙仅次于达·伽马的航海家了。他在东印度群岛<sup>8</sup>（当时的香料群岛）从事贸易时，感觉越过东面的大海就应该是哥伦布发现的新大陆了，但是无法证实这一点，于是他有了环球航行一周的打算。

33岁时，麦哲伦回到了葡萄牙，并且向国王请求组织船队进行环球航行。可是，国王没有答应他的请求，国王认为东方贸易已经得到有效的控制，没有必要再去开辟新航线了。很巧的是，在同一个地方，这位国王的前任也拒绝了哥伦布的请求。和哥伦布一样，麦哲伦来到西班牙寻求资助。他先来到了塞维利亚，并且向当地的要塞司令胡安·德·阿兰达（Juan de Aranda）提出环球航行的请求，这位司令欣赏他的才干和勇气，也很想帮助他，但是这需要得到国王的同意才行。不过有一件事是阿兰达自己就能决定的，就是把女儿嫁给麦哲伦。

通过阿兰达的引荐，麦哲伦见到了当时的西班牙国王查理一世（后来的神圣罗马帝国皇帝查理五世）。这位国王一直垂涎近邻葡萄牙从对东方的贸易中获得的巨大利益。如果麦哲伦的计划可行，那么就实现了哥伦布最初往西到达亚洲东方的设想，而且这条航线与葡萄牙还没有冲突。当然最大的问题是美洲大陆之间是否存在一个海峡可以穿过去。麦哲伦对此充满信心，因为他得到了一些其他航海家收集来的情报，确信在今天的南美洲大陆南纬30度—40度之间存在一个海峡，穿过这个海峡就到了东方。和当年伊莎贝拉女王说服国王批准哥伦布的计划一样，查理一世也批准了麦哲伦的计划，并且给了他和他的合伙人们非常“慷慨的”特权。其中包括：

1. 垄断所发现的航线10年的使用权；
2. 任命麦哲伦为他所发现的土地的总督，并可以从未来的收益中提成5%；
3. 此次航海（贸易）五分之一的利润；
4. 所发现海岛（除了前六个最大的）今后收益的十五分之一。

我之所以把这些条款都列出来，是因为这一类条款鼓励了欧洲人去冒险。

相对来讲，当时东方帝国的皇帝们给予功臣的常常不是一起分享的利益，而是杀戮。要了解近代西方人为什么能够在落后几百年的情况下崛起，并且超越了亚洲国家，这些契约是解开秘密的一把钥匙。

在西班牙国王的帮助下，麦哲伦建起了一支由五艘武装商船、270名水手组成的舰队，他的旗舰命名为特里尼达号。但是，葡萄牙国王很快知道了这一件事，他害怕麦哲伦的这一次航行会帮助西班牙抢葡萄牙的生意。于是，他派人混进麦哲伦的船队，伺机破坏，并准备暗杀麦哲伦，不过没有得逞。

1519年8月，麦哲伦的舰队从西班牙南部的名城塞维利亚出发了。按照他的计划，舰队在年底以前到达南美洲，并且穿越海峡进入通往东印度群岛的水域，那时正值南半球的夏天。不过，麦哲伦的情报显然有误，当他的船队在第二年1月到达预想的海峡时，他们才发现那其实是一个很宽的大河——拉普拉塔河（Rio de La Plata）的入海口，拉普拉塔河虽然是南美洲第二大河，比亚马逊河小，但是它的入海口处的海湾却宽达80公里以上，很容易让人误以为是海峡。



图 8.11 拉普拉塔河入海口，确实像是一个海峡。从 Google 地图给出的比例看，它的宽度在 80 公里以上

麦哲伦现在遇到了难题，他要么返航，要么就硬着头皮接着往南航行。当然，如果返航，我们今天就不会知道有麦哲伦这个人了。麦哲伦是一个坚毅而果敢的人，而常常是这种超凡的毅力成就了不朽的英名。但是，继续往南航行，又谈何容易。麦哲伦原本计划是在南半球盛夏（即北半

球的冬季)季节走到这次航行的最南端,然后在南半球冬季来临之前,已经穿过海峡或者绕过南美洲开始北上了。但是,如果现在继续南下,可能会在最冷的时间到达最冷的地方,到那时恐怕就不是能不能完成航行,而是能不能保住命了。不过,麦哲伦还是决定冒险,他要求船队继续向南寻找海峡或者南美洲南部的海岬。3月,也就是相当于北半球的9月,他们来到了今天阿根廷的圣朱利安港(Puerto San Julián),这里纬度50度左右,相当于中俄边境城市满洲里的纬度,当地已经进入冬天了。麦哲伦只能在此过冬,等来年再走。这时,部分船长和船员不愿意再跟着他漫无目的地寻找所谓的海峡了,他们决定叛乱,麦哲伦最后用计平定了叛乱,但是经过一个冬天,五条船坏了一条,只剩下四条了。

1520年8月底,南半球进入了春天。麦哲伦的船队驶出圣朱利安港,沿大西洋东岸继续南行。三天后,他们在南纬 $52^{\circ}$ 的地方,发现了一个海湾,这里风浪非常大,麦哲伦本着试探一下的想法打算进去看一看,结果发现港湾里是迷宫一般的海峡,弯弯曲曲,时宽时窄,分岔无数,即使在今天,如果没有海图也很容易走丢。不过这次麦哲伦的运气非常好,他在这个大风大浪的海峡里一路向西,经过20多天艰苦迂回的航行,居然走出了这个海峡。这或许是靠他非常丰富的航海经验,或者是凭借他天生的本能。后人为了纪念他这次探险,把他所发现的这条海峡命名为麦哲伦海峡。



图 8.12 麦哲伦海峡的地理位置(蓝线标注为当年麦哲伦走过的路线)

从麦哲伦海峡航行出来,眼前顿时呈现出一片风平浪静、浩瀚无际的大洋,于是麦哲伦命名它为太平洋。在这辽阔的太平洋上,看不见陆地和岛屿,船员们的粮食成了问题,在将近半



年的时间里，他们没有吃到一点新鲜食物，只能吃点长了虫变了质的面包，携带的淡水也浑浊变味。最后连这些都没有了，他们只能靠吃牛皮和木头过活。直到1521年3月，他们才看到陆地。之后他们来到了菲律宾，从当地人说的语言判断，麦哲伦知道离香料群岛已经不远了。至此，麦哲伦和他的船员们终于首次完成横渡太平洋的壮举，也证实了美洲与亚洲之间存在着一个辽阔的大洋——这个水域要比大西洋宽阔得多。

后来，麦哲伦在菲律宾和当地人发生了冲突并因此丧生。剩下的船员在胡安·塞巴斯蒂安·埃尔卡诺（Juan Sebastian Elcano, 1476—1526）的带领下继续航行。他们找到了以前只能绕过非洲大陆穿过印度洋才能到达的香料群岛，并且换取了大批的香料。这时，他们出发时的五条船只只剩下了两条，船员也死掉了一大半，只剩一百余人。要回到西班牙，无论是往东还是往西走，都还有绕过半个地球的艰辛路程在等着他们。麦哲伦出发前并没有确定是否要环球一周，因为他的目的只是绕过南美洲到达香料群岛，不过这时埃尔卡诺决定继续西行，完成环球航行的壮举。在回国的途中，最后的两条船又漏了一条，不得不放弃掉，船员们也因为这样或那样的原因陆续死去。最后，回到西班牙的只有埃尔卡诺和另外17名船员。这时，距离他们出发已经过去三年多了，他们的亲朋好友都认定这些人永远不会回来了，这在当时的航海中并不少见，西班牙国王和其他赞助者也已经认定这次“风险投资”打了水漂。但是1522年9月的一天，当年舰队五条船中的“维多利亚”号居然返回了圣卡罗港，所剩无几的船员已经极度疲劳衰弱，认不出来了。不过他们终于胜利地回到了出发地，并且还带回了大批的香料，这一船香料不仅支付了整个航行的费用，而且还给西班牙带来了相当可观的利润。

麦哲伦和埃尔卡诺的环球航行历时三年多，航行4万5千海里（大约8万多公里），被后来的历史学家誉为人类历史上最伟大的航行。它在地理学和航海史上产生了一场革命，不仅证明地球是圆的，而且还发现了地球表面的大部分地区是海洋，不是陆地，这颠覆了托勒密早期对地球的描述。这次航行还表明世界各地的海洋是一个完整水域，通过航

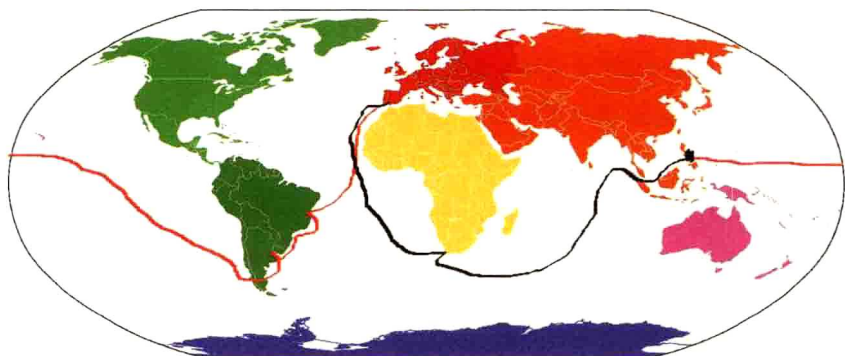


图 8.13 麦哲伦的航海路线（红色的路线是在麦哲伦领导下走过的路线，黑色的是后来在埃尔卡诺领导下完成的航行）

海可以到达任何一块陆地，从此开启了全球航海的时代。埃尔卡诺后来成为了西班牙的英雄，他的后代被封为巴格拉斯侯爵（Marques de Buglas）。后世对这次航海的细节了解得非常详尽，这要感谢两个人。第一位是经历了整个航行的意大利学者皮加费塔（Antonio Pigafetta，1491—1534），他记录了非常详尽的航海日记；第二位是作家特朗斯万纳斯（Maximilianus Transylvanus，1490—1538），他采访了很多幸存者，并且将这次航海的过程写成了一本书。

哥伦布、达·伽马和麦哲伦无疑是人类历史上最伟大的航海家，他们和当时无数的冒险家一道，开启了大航海的时代。他们各自的航行在历史上的作用各不相同：哥伦布发现了新大陆，达·伽马找到了往东绕过非洲到达亚洲的航线，麦哲伦（和埃尔卡诺）第一次完成了人类的环球航行，并且开启了往西经过美洲到达亚洲的航线。他们三个人在出发前都犯了同样的错误——低估了他们即将进行的探险的难度：哥伦布把一万多海里的航行估计成两千多海里，达·伽马也少算了百分之六十的航程，而麦哲伦则信息完全错误，误把河口当作了海峡，以至于航程比预想的至少多了一年时间。或许正因为如此，他们才壮起了胆子去做当时人们想都不敢想的事情，从这方面来讲，他们都是幸运的。在这三人当中，关于哥伦布的论著最多，不过总的来讲学术论著多于文学传记。关于麦哲伦的论著则相反，或许因为他在航海的途中悲壮地死去，让他的探险

经历更加富于震撼力，因此关于他的传记很多，尤以奥地利著名作家茨威格写的《麦哲伦传》最为有名。茨威格笔下的麦哲伦，是一位富有梦想、性格坚强而勤于实干的英雄，他在困难面前表现出的镇定和坚毅，是完成这次人类壮举的根本原因。这本书激励了很多富有理想、勇于开拓的年轻人。

在这些航海历程中，还有无数葬身海底的冒险家以及不知名的水手，他们有些人为了理想，有些人为了发财，但大多数低级的水手则是为了免除牢狱和债务。没有人知道他们的名字，但正是因为有了这些人，哥伦布、达·伽马和麦哲伦的壮举才得以实现。在大航海时代，如同在古埃及和美索不达米亚的文明中一样，这些无名小辈是创造历史的主人。

## 第五节 全球贸易时代的到来

在今天看来，教皇不考虑所有其他民族，大笔一挥就把几乎整个世界分给两个国家的“慷慨”做法实在很可笑，因为这套训谕对听他话的国家是有约束力的，但是对哪怕是信仰同一个上帝的荷兰和英国都起不了任何作用。托尔德西拉斯条约在起初几十年间防止了西班牙和葡萄牙之间为殖民地发生战争。但是，那位不相信“地球是圆的”的教皇，划界线时并未划定当时没发现的背面部分。因此，遗留下来一个大问题：出产珍贵香料的群岛在地球的背面，到底是属于教皇子午线的东面还是西面？当时，无论是教皇、两国的国王还是学者都说不清楚。葡萄牙人首先从东面找到了香料群岛，接下来代表西班牙的麦哲伦也从西面登上了群岛。葡、西两国不得不为此谈判，一谈就是六年。在1529年终于达成萨拉戈萨条约（Treaty of Saragossa），重新修订了势力范围界线。葡萄牙付给西班牙35万金而获得了香料群岛，同时把菲律宾给了西班牙。直到19世纪末，西班牙在美西战争中战败，西班牙人在菲律宾的统治才结束。

大航海导致了地理大发现，而地理大发现又导致了全球贸易时代的到来。葡萄牙人自从占据香料群岛以后，又控制了马六甲海峡，然后一路向东

到达中国沿海，并且从16世纪中期开始，直接和中国开始做生意。而在此以前，卖到欧洲的物品都是通过阿拉伯商人中转。中国的瓷器、丝绸和茶叶从那时起开始大量进入欧洲。虽然后来欧洲人自己可以纺丝，并从印度进口茶叶，以替代中国的商品，但是世界瓷器市场则一直为中国人所垄断。在大航海时代，青花瓷让整个世界为之沸腾。

9  
墨西哥太平洋沿岸重要的海港。

西班牙人当时要想到达亚洲，可不像葡萄牙人那么容易，他们必须经过美洲做中转。于是，西班牙在墨西哥的阿卡普尔科（Acapulco）<sup>9</sup>等地建立了一些太平洋航线的港口。西班牙的帆船队越过太平洋来到中国，将中国的货物运到墨西哥，然后再穿过墨西哥南部几百公里的内陆，到达加勒比海沿岸，再重新装船回到欧洲。这条贸易线直接促进了美洲的发展，西班牙在中美洲和菲律宾建立了新西班牙殖民地，很多西班牙人移民到了美洲，与当地印第安人混血，形成了今天的拉美族裔。

10  
墨西哥在殖民时代的名城，以大银矿而著名。

1546年，西班牙人在墨西哥的萨卡特卡斯（Zacatecas）<sup>10</sup>和上秘鲁（今天的玻利维亚）的波托西等地发现了大银矿。在接下来的一个半世纪里，西班牙人从美洲带走了一万两千吨白银，今天萨卡特卡斯地区的普罗阿诺银矿依然是世界三大银矿之一。靠着大量的白银，西班牙取代了葡萄牙，成为了欧洲当时最富有、最强大的国家。

从哥伦布发现新大陆算起，在接下来的一百多年里，海洋是伊比利亚半岛的两个王国葡萄牙和西班牙的天下。中国虽然在郑和之后不再尝试远洋航海，但却是大航海时代经济上的受益国，这主要靠和欧洲人的海上贸易。仅就中国与西班牙的贸易来看，在中国的明代西班牙为了购买中国商品，主要是瓷器，就用去了它在美洲所产的三分之一的白银，大约一亿两千万两，按照购买力计算，相当于1990年的5000亿美元。

不过，伊比利亚半岛的黄金时代，随着欧洲北方的尼德兰，也就是今天的荷兰的崛起而结束。在西班牙鼎盛时期，它依靠婚姻获得了对尼德兰的统治权，不过经过80年的独立运动和战争，荷兰终于摆脱了西班牙的统治，变成了近代早期的资本主义国家。靠着制造业和贸易，荷兰迅速

强大起来，并且加入了对世界海上航线和贸易的争夺战。1602年，荷兰成立了著名的东印度公司。这个组织虽然叫做公司，但是和今天的公司大不相同，因为它不仅拥有一支强大的武装力量，而且可以自行发行货币，并有权代表国家与其他国家正式签订条约。靠着强大的武装力量，它在殖民地有着实际的统治权。东印度公司在荷兰的六个城市有办事处，它的股东包括荷兰政府和大部分国民。

东印度公司一成立，就开始了和葡萄牙争夺亚洲市场的战争。1603年，也就是东印度公司成立的第二年，它的战舰在现在的新加坡附近截获了葡萄牙的商船斯塔卡特尼娜号（Santa Catarina），并以走私为名没收了船上的货物，随后取代了葡萄牙，成为欧洲对亚洲贸易中的主角。1619年，东印度公司在爪哇的巴达维亚（即今天印尼的雅加达）建立了亚洲总部，并且在全世界建立了17个港口和中转站。到了1669年，东印度公司已经是富可敌国，它拥有150艘商船，40艘战舰，两万名员工和一支拥有一万名士兵的军队。他们在中国沿海大量购买瓷器，并且按照欧洲人的喜好直接向中国下订单，欧洲人曾经非常喜爱的克拉克瓷器就是在这个时期由荷兰商人向中国订制的。当时，荷兰人的一条商船常常就订购上万件瓷器，顶得上几百匹骆驼的运量。东印度公司从对亚洲的贸易中获得了暴利，每年的股息分红高达40%。直到1799年东印度公司解散为止，它总共向海外派出了近两千艘商船和战舰，有大约100万人次的欧洲人前往亚洲地区。这段时期不仅是荷兰的黄金时期，也是全球化时代的开始。

荷兰人在地理大发现上的主要贡献是发现了另一块新大陆——澳大利亚。1606年，荷兰人威廉·詹茨（Willem Janszoon，1570—1630）第一次在新几内亚和澳大利亚之间航行时，发现了这块大陆，并且在约克角半岛西岸第一次登陆。至此，世界上最重要的陆地都被发现了。

荷兰人在向东扩展贸易的同时，还向西建立殖民地，同时向北寻找新航线。1609年，东印度公司委任的英国探险家亨利·哈德逊（Henry Hudson，1570—1611）发现了现今的美国和加拿大的大西洋沿岸地区。荷兰人在今

天美国的纽约州建立了“新尼德兰”殖民地。1621年，荷兰成立了西印度公司，垄断了北美洲和西非的贸易。两年后，荷兰正式宣布新尼德兰为荷兰的一个省，将它纳入荷兰的版图。1626年，西印度公司的主管从当地人手中买下了曼哈顿岛，并建起了一座新城市——新阿姆斯特丹。荷兰人对北美的统治持续了大约半个世纪，直到1664年新尼德兰殖民地在同英国的战争中战败，荷兰总督在市民的要求下投降。从此，新尼德兰和新阿姆斯特丹都以英国当时的统帅约克公爵的封号命名，它们分别成了今天的纽约州（New York State）和纽约市。

在地理大发现上，荷兰人的另一个壮举就是对北极的探险。当然，荷兰人最初的目的是寻找通往亚洲最近的航道，而不是对毫无经济价值的北极进行科学考察。当麦哲伦的船队完成了环球航行的壮举后，再也没有人怀疑地球是圆的了。既然地球是圆的，从理论上讲，往任何方向走都能到达亚洲，葡萄牙人往东去，西班牙人往西走，地处高纬度国家的荷兰人就开始打往北走的主意了。从1594年开始，荷兰探险家和航海家巴伦支（Willem Barents，1550—1597）对北极进行了三次考察，希望通过北极到达亚洲。在1596年的第三次探险中，他的船队被困在北极的冰层里长达8个月之久，

船员们饿死冻死很多，但是居然没有动船队所运送的货物。这件事在西方近代史上树立了信守信托责任的榜样。虽然荷兰人寻找北极航道的尝试失败了，但是他们却发现了北极圈内的不少岛屿和土地。400年后，北极航道再次成为一个热门话题，因为从欧洲和美

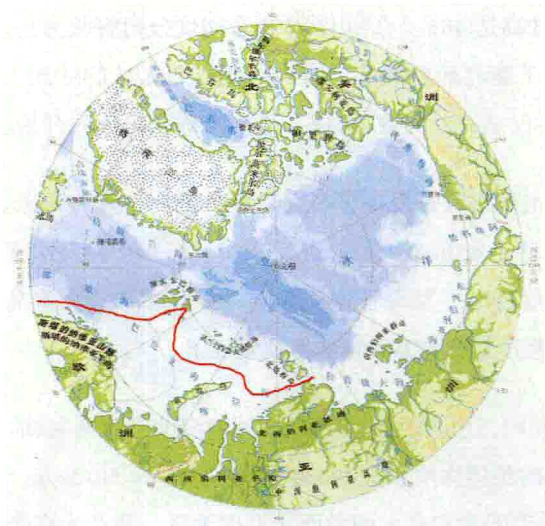


图 8.14 巴伦支尝试穿过北极的航海路线（红线）

国通过北极到达东亚，确实比走太平洋或者印度洋要近很多。包括中国在内的一些国家重新开始尝试着走这条当年荷兰人没走通的水道。

最后，说到航海就不得不提到英国人。在世界进入第二个公元千年以前，英国从来是被外国人轮流占据，关于它的历史我们在后面“荷英时代——为什么英、荷统治世界”有关的章节还会讲到。在第二个千年里，它在大部分时候则是对外扩张。不过和欧洲大陆隔绝的英国，总体来讲发展要比欧洲大陆落后。作为岛国，英国较早就加入了地理大发现的行动。1496年，也就是哥伦布发现新大陆的第四年，英王亨利七世就雇了威尼斯航海家卡波特（John Cabot，1450—1499）去寻找新大陆。在以后的几十年里，英国的航海家到了北美洲的纽芬兰、哈德逊湾和弗吉尼亚，不过他们的运气很不好，每次都是空手而归，血本全无。

当葡萄牙和西班牙已经从亚洲获得了巨大的商业利益并且开始殖民美洲时，英国国王亨利八世还在为他的婚姻纠结。这位风流国王因为王后（西班牙公主）凯瑟琳不能生育男性继承人，要求离婚另娶侍女安妮·博林（伊丽莎白一世的母亲）。这在当时是不被允许的，除非有教皇的特令。不过教皇（和凯瑟琳）背后是强大的西班牙王国，因此这件事当然没得商量，一折腾就是好几年，一直到1533年才有结论。1533年是一个对西班牙和英国都很重要的年份，这一年西班牙冒险家和殖民者皮萨罗（Francisco Pizarro，1475—1541）灭亡了南美洲的印加帝国，西班牙王国迎来了它在大航海时期的顶点。同年，亨利八世和罗马教廷撕破了脸，他自创英国国教（新教的一支），自封大主教，这样他就可以和凯瑟琳离婚，并与安妮结婚了。当然这样一来，他就不仅得罪了罗马教廷，而且得罪了西班牙。在很长的时间里，西班牙禁止和英国人贸易。（这一段历史我们后面还会更详细地提到。）

在接下来的几十年里，虽然英国无法挑战西班牙的海上霸权，但是从此英国开始默许，到后来公开支持对西班牙船队的海盗行动。到了亨利八世的女儿伊丽莎白一世当国王时，她居然给这些海盗船长们发“私掠许可证”（Privateering Commission），而民间也开始投资这些海盗，实

际上就是将英国的海盗变成了国有的海军，这些海盗就有了一个新名称“皇家海盗”。而这里面最有名的当属法兰西斯·德瑞克（Sir Francis Drake, 1540—1596）爵士。

关于这位爵士的生平，史学家了解甚少，甚至连他的出生年月也不详，不过他无疑是一位优秀的航海家，他在麦哲伦和埃尔卡诺之后完成了第二环球航行的人。他早期贩运过黑奴，后来做生意被西班牙人抢过，于是他就由商人变成了海盗，并在女王的支持下不断袭击西班牙人的商船。这种袭击最终演变成了16世纪最大规模的海战。

1588年7月，西班牙由131艘战舰组成“无敌舰队”（Invincible Armada），舰队搭载两万七千名士兵向英国进发。英国上下顿时感到了自1066年威廉征服以来最危险的外来威胁，于是实施全民总动员，16岁到60岁的男子都接到了征召令，加入正规军或民兵武装，就连当时已经55岁的伊丽莎白女王都身着盔甲，四处巡视。以德瑞克为首的皇家海盗们靠着少数战舰和上百条由民船临时改装的战舰，与西班牙舰队在格雷夫林（Graveline）海面上激战了一天，居然大获全胜。经此一战，无敌舰队被击沉、俘虏了16艘战舰，而英舰无一损失。这样，无敌舰队出发时的两万七千人中，只有不到一万人最后安全返回家园。在格雷夫林海战后，虽然西班牙的无敌舰队还在世界上横行了相当长的时间，但是



图 8.15 无敌舰队远征英国



英国从此逐渐取代了西班牙，成为海上的霸主。至于海盗德瑞克，因为战功赫赫，居然也被女王封为了爵士。

当英国人进入国际市场时，已经不可能像早期葡萄牙那样从香料贸易中赚得上百倍的利润，也不可能像西班牙人那样直接从美洲挖掘金银了。于是他们积极向外扩张殖民地，提倡重商主义，即通过把自己的商品卖到海外来争取利润，他们强调贸易顺差，并且金银的流入一定要大于流出。在这种国策的指导下，英国后来居上，在从17世纪到19世纪末的两百多年里，成为全球贸易和制造业最发达的国家。当然，这一切都要感谢大航海带来的地理新发现。到了19世纪末，英国人在全世界建起了几十个重要的海港，比如新加坡、亚历山大和开普敦等等，通过这些港口，英国人建成了他们的日不落帝国。

## 结束语

大航海带来的最直接的结果是地理的大发现，为即将到来的资本主义全面发展和人口的大量繁育找到了殖民地。当然，全球贸易的开始和商业的繁荣，让欧洲国家彻底走出了中世纪，并完成了资本主义发展的原始积累，也为即将到来的工业革命做好了科学和技术上的准备。欧洲历史上最著名的一些科学家，包括笛卡尔、伽利略、开普勒和牛顿，都是在大航海时代的后期出现的。大航海的另一个结果，就是在人类历史上海权的重要性首次超过了陆权。大航海时代的代表，无论是伊比利亚半岛的西班牙和葡萄牙，或者地处欧洲西北角的荷兰和英国，都是不大的国家，也不曾像一个陆地帝国那样拥有庞大的军队，但是他们靠海上霸权以及并不相连的港口和殖民地主宰着世界。

至于为什么是英国人和荷兰人，而不是开创文艺复兴的意大利人，或者开始航海的西班牙人和葡萄牙人成为大航海和地理大发现的最终受益者，为什么是他们的后裔几百年来在统治着世界，这个我们放到后面介绍，因为这段历史应该算是工业革命时代和殖民时代，而不是大航海时代了。

## 附录 大航海时代大事记

- 1405—1431, 郑和七下西洋
- 1419, 恩里克亲王的船队开始第一次远洋航行, 并且(重新)发现马德拉群岛
- 1444, 葡萄牙人特里斯唐到达了非洲的布朗角
- 1486, 葡萄牙人迪亚士到达非洲最南端的好望角
- 1492, 哥伦布发现美洲
- 1494, 在教皇的协调下, 葡萄牙和西班牙签署托尔德西里亚斯协议, 瓜分了世界未知的地域
- 1498, 达·伽马绕过好望角到达印度
- 1507, 新大陆被命名为美洲
- 1519—1522, 麦哲伦和埃尔卡诺率领船队完成人类第一次环球航行
- 1594, 荷兰人巴伦支寻找北冰洋航线
- 1588, 英国人打败西班牙的无敌舰队, 逐步成为海洋的霸主
- 1606, 荷兰人詹茨发现澳大利亚

## 参考文献

- 1 莫里森. 新大陆之光——哥伦布传. 陈太先, 译. 湖南文艺出版社, 1993.
- 2 茨威格. 归来没有统帅——麦哲伦传. 范信龙, 井勤荪, 臧乐安, 译. 湖南文艺出版社, 1982.
- 3 George Brown Tindall. 美洲: 叙述的历史 (*America: A Narrative History*). W. W. Norton & Company, 2012.
- 4 J.H. Harry. 文艺复兴时代 (*The Age of Reconnaissance: Discovery, Exploration, and Settlement, 1450-1650*). University of California Press, 1982.

# 索引

## A

埃尔卡诺 283, 284, 290, 292  
安杰利科 230  
奥古斯都二世 202, 206, 207

## B

巴比伦 51, 52, 58, 59, 61, 62, 64, 66~68,  
71~77  
巴比伦城门 177  
巴别通天塔 74  
巴尔沃亚 276  
巴伦支 288, 292  
白瓷 183, 184, 186, 188, 189, 205, 207, 212  
白陶 178  
柏拉图 122~124, 126, 127, 136  
贝尼尼 244  
贝雅特丽齐 221, 222  
毕达哥拉斯 115, 116, 118~123, 128, 136,  
138, 141~143  
碧提宫 248, 255, 256  
汴梁 97, 98, 103, 104, 107  
兵马俑 25, 48, 173, 174  
波提切利 234, 235, 239~242, 244, 247,  
256, 257  
伯里克利 123  
伯特格尔 206, 207, 215  
博尔顿 210  
布鲁内莱斯基 226~230, 232, 244, 257

布沙尔 19, 20

## C

查士丁尼 123, 150, 156~159, 163, 170, 293  
长安 76, 95, 96, 97  
赤绘瓷器 197, 204, 205, 208, 214  
瓷器 48, 81, 100, 101, 171, 176, 178, 179,  
181~218

## D

达·芬奇 234, 236, 238, 241~243, 246,  
247, 256~258  
达·伽马 275, 278~280, 284, 285, 292  
达尔文 210  
大公墙 24, 49  
大卫像 238, 247  
戴克里先 158  
但丁 221, 222, 257  
德瑞克 290, 291  
狄奥多西二世 157, 158, 170  
狄奥多西一世 44  
迪亚士 263, 277, 278, 292  
底比斯 22, 24, 41, 49  
底格里斯河 51, 72  
丁多雷托 236, 247  
定窑 186, 188, 216, 218  
东印度公司 200, 201, 203, 204, 287

东印度群岛 280, 281

都江堰 83

## E

恩里克亲王 264, 265, 267, 268, 279, 292

恩诺皮德斯 122, 123

## F

菲尔库德斯 119

佛罗伦萨 161, 199, 201, 208, 219~233,  
235, 238, 239, 241~248, 252, 255~258

## G

冈巴塞雷斯 163

高加索山脉 63

高岭土 178~183, 186, 187, 189, 192, 194,  
199, 204, 206, 207, 210, 212, 213, 218

戈雅 236

哥白尼 122, 138, 250~252, 258

哥伦布 86, 99, 137, 140, 200, 243, 263,  
264, 269~280, 284~286, 289, 292

哥窑 186, 216, 217

古苏美尔人 70

官窑 184, 186, 193, 194, 205, 209, 215~218

## H

哈德良 157, 158, 170

哈德逊 287, 289

海夫拉 23

海夫拉金字塔 23

好望角 199, 278, 292

赫梯人 52, 61~67, 76, 77

亨利八世 276, 289

胡夫金字塔 18, 23, 25, 26

## J

吉贝尔蒂 226

吉萨金字塔群 18, 25, 26

迦勒底人 52, 68, 71

金字塔 17~19, 23, 25~35, 42, 44, 45, 48,  
49

进士科 92

景德镇 178, 189, 190, 192~196, 205, 213,  
216

君士坦丁大帝 158

钧窑 186, 218

## K

开罗 21, 23, 45

开普勒 141, 250, 253

科尔德韦 74

科举 79, 81, 87~89, 92~95

空中花园 71~74, 77

库尔德斯坦 57

## L

拉斐尔 120, 124, 127, 236, 241, 244, 247,  
257

拉美西斯二世 24, 34, 42, 43, 49

拉普拉塔河 281

拉特兰宫 219

莱诺克斯 213, 215

莱茵德纸莎草书 117

黎塞留 254

李冰 83

李参平 204

李约瑟 79, 84, 85, 87, 106, 114

利玛窦 125

利摩日 192, 212, 213

两河流域 51~53

临安 97, 100, 101  
 垄耕种植 79, 81, 84~86  
 卢克索 21, 22, 31, 44, 46  
 卢森堡宫 254  
 卢梭 162  
 鲁本斯 248, 254, 255  
 伦勃朗 248  
 罗马法 145, 147, 150, 152~164, 166~170  
 罗塞塔石碑 19~21, 49

## M

马德拉群岛 266, 267, 292  
 马尔维尔 163  
 马基雅维利 244, 246  
 马可·波罗 87, 98, 102~105, 107~110, 114  
 马塞尔 19, 20  
 麦森瓷器 208, 209  
 麦哲伦 263, 275, 279~285, 288, 290, 292  
 麦哲伦海峡 282  
 美第奇家族 199, 206, 219, 222~224,  
 227~230, 232, 233, 239, 242, 243, 245,  
 246, 248~250, 252~258  
 安娜·玛丽娅·美第奇 255, 258  
 吉奥瓦尼·美第奇 223, 257  
 凯瑟琳·美第奇 223, 254  
 科西莫·美第奇 223~233, 243, 246,  
 247, 249, 253, 256, 257, 295  
 科西莫二世 249  
 科西莫一世 223  
 洛伦佐·美第奇 199, 226, 231~234,  
 237~246, 252, 253, 257, 269, 275,  
 295, 296  
 玛丽娅·美第奇 223, 254, 255, 258  
 皮埃利·美第奇 231, 257  
 美索不达米亚 51~53, 56~58, 61, 62,  
 64~71, 75~77

孟德斯鸠 161, 162, 170  
 孟菲斯 21, 22, 25, 49, 68  
 孟卡拉金字塔 23  
 米开朗基罗 229, 231, 232, 234~236,  
 238~244, 246~248, 250, 256~258  
 米兰 161, 198, 220, 231, 243  
 米利都 119  
 月经科 92  
 明州 99

## N

纳尔迈 23, 49  
 尼布甲尼撒二世 71, 72, 74, 75  
 尼德兰 236, 242, 248  
 尼尼微 68, 70~72  
 农业税 98, 99, 101

## O

欧几里得 122, 124, 125, 128, 138, 143

## P

帕拉沙尔一世 68  
 帕特农神庙 41  
 蓬巴杜侯爵夫人 208, 209  
 平塔号 272  
 普里斯特利 210

## Q

卡迭石 64~66  
 卡拉克神庙群 40  
 乔尔乔内 247, 248  
 乔赛尔金字塔 25  
 伽利略 125, 128, 141, 248~253, 256, 258  
 秦孝公 164~166

秦砖 173, 174  
 青瓷 182~189, 198, 203  
 青花瓷 46, 48, 188, 190~198, 201, 204,  
 205, 208

## R

让·波叶 213  
 热基耶 59  
 汝窑 184, 185, 216, 218

## S

萨博利族 148  
 萨尔贡 57, 68  
 萨尔贡二世 68  
 萨拉戈萨条约 277, 285  
 萨摩斯岛 118, 119  
 萨卡拉 25, 28  
 萨卡特卡斯 200, 286  
 塞尔维乌斯 149  
 塞夫勒 192, 197, 208, 209, 212, 213, 217  
 塞维利亚 280, 281  
 商博良 20  
 商鞅 164~166  
 商业税 99, 101  
 圣克拉拉号 272  
 圣洛伦佐教堂 226, 231, 232, 243  
 圣玛利亚号 272  
 圣母百花大教堂 229, 244, 257  
 斯塔卡特尼娜号 200, 287  
 圣维森特角 266  
 圣朱利安港 282  
 丝绸之路 96, 185, 187, 262  
 斯多葛学派 156  
 苏美尔人 52~59, 62, 64, 66, 67, 70, 76  
 隋文帝 92

## T

唐三彩 182  
 陶器 46, 47, 65, 72, 171~176, 178, 179,  
 180~183, 185, 187, 188, 194, 195, 199,  
 206  
 特蕾莎 207  
 特里斯唐 268, 292  
 提香 236, 247  
 铁列平 63  
 托尔德西里亚斯 277, 279, 292  
 托勒密 20, 44, 49

## W

瓦特 210  
 万神殿 169, 227  
 威尼斯 38, 98, 102, 103, 109, 161, 192, 213,  
 220, 223, 228, 231, 236, 243, 247, 248  
 韦奇伍德 195, 196, 210, 211, 215  
 维也纳 207  
 文艺复兴 36, 37, 70, 91, 96, 116, 128, 199,  
 207, 219, 222, 229, 230, 234~239,  
 241~248, 253, 254, 256~258  
 乌尔 58, 77  
 乌尔纳姆法典 58, 77  
 乌菲兹宫 229  
 乌菲兹美术馆 247  
 乌鲁克城 53  
 乌鲁卡基那 57

## X

希伦二世 129  
 希罗多德 27, 72, 74  
 喜帕恰斯 136, 137, 139  
 楔形文字 52, 54, 58, 66, 77  
 叙拉古 129, 131, 132, 133

**Y**

- 亚伯拉罕 58  
亚里士多德 123, 126~131, 135, 140, 141,  
143  
亚美利哥 275, 276, 279  
亚尼 36~38, 49  
亚述 49, 52, 58, 59, 66~72, 76, 77  
亚述人 49, 52, 58, 59, 66~69, 71, 76  
亚述学 71  
亚速尔群岛 267, 272  
伊比利亚半岛 200, 265, 276, 286, 291  
伊多 203  
伊丽莎白一世 289  
伊瑞克提翁神庙 46  
伊特鲁里亚 148  
汉谟拉比 59~62, 71, 72  
汉谟拉比法典 59, 60, 72  
尤里乌斯二世 244, 245  
有田烧 205  
幼发拉底河 51, 56, 59  
月光社 206, 210

**Z**

- 詹茨 287, 292  
张衡 138  
郑国渠 82, 83  
郑和 193, 264, 265, 286, 292  
昼与夜 232, 243

# 第九章 艾萨克·牛顿

## 理性时代的开拓者

自然和自然律隐设在黑暗中；  
神说，让牛顿去吧！万物遂成光明。

— 亚历山大·波普 (Alexandra Pope)

1727年4月4日，一位先哲的灵柩，由一位公爵、三位伯爵和一位首席大法官扶着<sup>1</sup>，在长长的送葬队伍的护送下，下葬于英国国教的主教堂威斯敏斯特教堂（又称为西敏寺，Westminster Abbey）。威斯敏斯特教堂葬着英国最杰出的人物，包括许多国王和王后，但是即使把他们都算进去，在英国的历史上也不曾有过，也再没有过任何一位先哲或者伟人受到过如此崇高的礼遇和尊敬。四年后，在威斯敏斯特教堂内最显眼的地方，一座规模宏大的纪念碑为这位先哲建成。这座纪念碑将教堂的正厅一分为二，不曾有哪位国王的纪念碑如此显眼，如此气派。在这座纪念碑的周围，后来安葬了许多影响了世界的科学家：提出进化论的达尔文（Charles Robert Darwin, 1809—1882），电磁学理论的集大成者麦克斯韦（James Clerk Maxwell, 1831—1879）、发现电子的汤普森（Benjamin Thompson, 1753—1814）和提出原子核模型的卢瑟福（Ernest Rutherford, 1871—1937）等<sup>2</sup>。这位先哲就是我们这一章的主角，一位彻底改变了世界的人物——艾萨克·牛顿爵士（Sir Isaac Newton, 1643—1727）。他获得了前所未有的赞誉和殊荣。英国诗人亚历山大·波普（Alexander Pope, 又译作柏蒲，1688—1744）为牛顿写下本章开头那段墓志铭。

牛顿是一位空前绝后的划时代人物，在他之前，科学在欧洲并未深入人心，人类对自然规律的了解还非常有限，自然科学尤其是物理学和天文学的体系相当不完整，数学的工具也非常弱；在他之后，欧洲进入了崇尚科

1 他们是大法官（Lord Chancellor）蒙特洛斯和罗克斯布尔公爵（Dukes of Montrose and Roxburgh），彭布洛克、萨塞克斯和麦克莱斯菲尔德伯爵（Earls of Pembroke, Sussex and Macclesfield）。有些书将 Lord Chancellor 翻译成“钱塞洛尔勋爵”是不对的，Chancellor 在这里不是人名，Lord Chancellor 是英国大法官的意思。

2 本来还应该有着名物理学家和化学家法拉第，但是由于宗教教派原因葬于别处。



学的理性时代。经典的物理学和天文学完全建立了起来，人们对数学的认识从静止的变量，上升到变化的函数。没有牛顿的工作，我们无法制造出今天各种复杂的机械、发动机、火箭和光学仪器，对于大部分数学问题，我们也无法找到答案，我们对宇宙的认识也将是肤浅的。正是牛顿的贡献，为后来的工业革命奠定了科学基础。

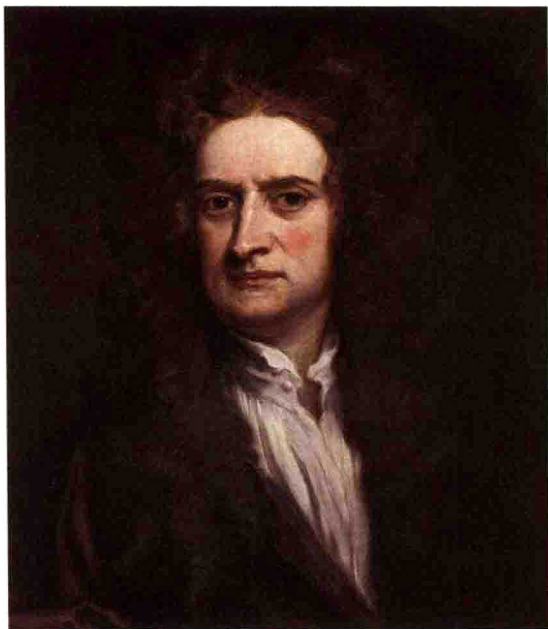
## 第一节 从故乡到剑桥

3

英国从亨利八世起信奉英国国教，因此不采纳天主教教皇颁布的新历法，二者前后差十天。关于格里高利历法，在前面“科学之路——从毕达哥拉斯到托勒密”一章中有介绍。

我从小就听父亲讲，牛顿是一位农家子弟。我不知道他这么说是不是为了激励我在艰苦的环境下好好读书。不过，后来我知道他这话说起来一点不错。在英国的旧历1642年（儒略历）圣诞节那一天，或者按照现行公历（格里高利历）1643年1月4日<sup>3</sup>，牛顿在英国林肯郡伍尔兹索普的小镇的一个农民家里诞生了。牛顿是早产儿，出生时只有三磅重（不到三斤），据说能放到一个一升多大的容器里，大家都担心他能否活下来。

谁也没有想到这个小男孩日后会成为名垂千古的科学巨人，并且活到了84岁高龄。



牛顿是个遗腹子。在他三岁时，母亲独自改嫁给一个牧师，把牛顿留在外祖母身边抚养，因此他和这位继父的关系很不好，并且迁怒于他母亲。19岁时他曾经向牧师忏悔过他小时候的罪恶想法——“想把他们的房子烧掉”，当

图 9.1 牛顿画像，戈弗雷·内勒作于1702年，收藏于伦敦肖像馆

然他没有这么做。后来他母亲的后夫也去世了，母亲带着和后夫所生的一子二女回到牛顿身边。

在牛顿的时代，英国经过伊丽莎白一世时期的发展，教育已经开始普及，因此，牛顿从小被送到公立学校读书。我想，这可能是英国能出牛顿这样的科学家的一个重要原因。至于少年时的牛顿是不是神童，关于他的各种传记说法不一。一些史学家认为他少年时可能资质平常，因为他的成绩一般，而且对读书没有兴趣。有一次他被一个高年级的孩子欺负了，从此开始发奋，要在学习上超过那个孩子，并且很快做到了。因此，我倾向于认为他是个神童。牛顿从小不仅喜欢读书，而且喜欢自己动手做各种各样的简单机械，比如风车和水钟，等等。他还抓过一只老鼠，以此为动力带动一个磨坊的模型。牛顿做的水钟并非玩具，而是一个可以使用的钟，他一直用着它，直到离开家乡时才把它送给了房东。除此之外，牛顿在少年时还有很多的小发明，他从制作这些器具当中，不仅学习了机械原理，而且培养了自己的创造力。从小培养创造力，或许是造就牛顿这样的大科学家的一个重要原因。此外，他还非常乐于给同学们讲各种科学知识，这或许对他今后当教授有一定影响。

牛顿 12 岁时，进了当地的格兰瑟姆国王中学（The King's School, Grantham）。但是，到了 16 岁那年，他不得不回家务农。牛顿的母亲原希望他当个农民，但牛顿本人对农活没有兴趣，而是喜欢读书。这时他的中学校长亨利·斯托克（Henry Stock）说服了牛顿的母亲，让他重新回到学校读书，这改变了牛顿的一生。在当时英国的很多学校里，同学们喜欢欺负读书不好的学生，为了不被欺负，牛顿发奋读书，成了学校顶尖的学生。

牛顿在国王中学读书期间，寄宿在药剂师克拉克家，经常看到克拉克做各种化学实验，于是除了读书，他对做实验也产生了兴趣，并且影响了他的一生——牛顿到老都在做各种各样的实验。据说牛顿还爱上了这位药剂师的女儿，并且可能和她订了婚，但是不知是什么原因没有结成婚，而日后他也没有再爱上什么人。

牛顿在少年时期被公认为头脑清醒、沉默寡言和有思想。这几句评价，如果换一个角度解读，也就是说牛顿并不是学生中的领袖，他是一个独来独往、爱思考，但可能还有点不合群的人。不过，他可能比同龄人有着更踏实的特点。在17世纪的英国，牛顿这样一个贫穷的农家子弟能够完成小学、中学和高中的教育，除了他母亲尊重了牛顿自己的选择外，也说明当时英国的大众教育已经相当普及，正是靠普及教育，使得英国后来人才辈出。

## 4

名称来源于基督教的三位一体。三一学院是剑桥最古老的学院。

1661年，牛顿进入了剑桥大学最传统的三一学院<sup>4</sup>（Trinity College）学习。英国大学的学院（College）和我们今天讲的专业学院（比如工学院、商学院和医学院）是完全不同的概念。英国大学的学院更像是一个大学生之家，或者大学生社区。学生们和没有结婚的教师在那里同吃同住，一起生活，一起参加宗教活动和社会活动，直到今天依然如此。平日里，学院由教授和学生组成的管理委员会共同管理。（牛顿在高年级时也曾经入选这个管理委员会。）申请剑桥或牛津大学的人，不仅要被大学录取，还要被其中一个学院接纳才行，当然能否被接纳要看学院里的学生和教授是否认为申请人能够融入他们的圈子。



图 9.2 剑桥大学著名的三一学院

这样办教育的好处，按照英国著名教育家，牛津运动的代表人物纽曼（John Henry Newman，1801—1890）在他的著名演讲“大学的理念”（Ideas of University）中讲的那样，可以学到世界的知识（Knowledge of Universal），而不仅仅是书本知识——

“先生们，如果让我必须在那种由老师管着、修足学分就能毕业的大学与那种没有教授和考试让年轻人在一起共同生活、互相学习三四年的大学中选择一种，我将毫不犹豫地选择后者……为什么呢？我是这样想的：当许多聪明、求知欲强、富有同情心且目光敏锐的年轻人聚到一起，即使没有人教，他们也能互相学习。他们互相交流，了解到新的思想和看法，看到新鲜事物并且掌握独到的行为判断力。”

剑桥大学的另一个特点就是导师制，如今的大学，一个导师一般要指导二三十名学生。但是，这些导师和我们通常意义下的论文导师完全不同，剑桥（本科生）的导师未必和学生属于同一专业，他更关心的是学生的选课和将来的职业发展，而不是传授专业知识。牛顿进入剑桥三一学院后的导师是本杰明·普莱恩（Benjamin Pulleyn，？—1690），他是一名希腊语教授，和牛顿的兴趣完全不同。普莱恩自己讲，他一开始想让牛顿像大部分学生那样，以研修拉丁文等传统课程为主，但是牛顿的兴趣根本不在于此，因此他也没有对牛顿加以限制，而是让这名天才的学生自由发展。牛顿在进入剑桥之前就已经自学过很多新的知识，在很多领域知道得比他的导师还多，事实上普莱恩也很难给牛顿什么指导和建议。在剑桥，牛顿很喜欢卢卡斯教座<sup>5</sup>的教授巴罗（Isaac Barrow，1630—1677）<sup>6</sup>的课程，这些课程对他后来从事科学研究有很大的影响。

当时欧洲的大学还是以教授拉丁文法和基本的科学知识为主，很少教授专业知识，后者得等到19世纪德国洪堡<sup>7</sup>教育体系建立后才开始。当然，那个时期的大学，学生们有足够的时间在课堂以外学习和研究自己感兴趣的知识。在剑桥期间，牛顿广泛地阅读了数学、光学、力学、天文学和其他“自然哲学”（也就是我们说的自然科学）领域的经典著作，并如饥似渴地学习和钻研当时的科学发现。比如在当时，大部分学生还在学习欧几里得的经典几何知识，牛顿却花了更多的时间自学笛卡尔刚发

5

在欧美的大学中，一些捐助人（机构）会出钱命名一些教席，以提供研究经费和薪金的方式资助那些被任命为教席教授的研究者。这些教席教授身份和地位都比一般教授高。在剑桥大学最著名的教席是卢卡斯，牛顿、卡文迪什和霍金都曾经是卢卡斯教座的教授。

6

牛顿在剑桥的导师，1664年任剑桥首届卢卡斯教授。

7

洪堡（Wilhelm von Humboldt，1767—1835）德国著名教育家。

明不久的解析几何。虽然他的导师普莱恩不赞同牛顿的做法，但还是让他自由学习自己感兴趣的知识。由于牛顿成绩出色，学校（主要是由他的导师决定）给了他公费生的待遇（相当于今天的奖学金），这样就保证了他在1668年之前都不用为生计发愁。在此之前，牛顿是减费生，虽然一年10英镑不算贵，但对他收入不高的母亲来说也是一笔不小的数目。要知道，当时一英镑相当于重量为一磅（大约15两）纯银的价值，这也就是为什么英语中pound这个词既是重量单位，又是货币单位的原因。每年150两白银的费用，对于一个务农的寡妇来说无疑是很重的一笔负担。现在，有了这笔资助，牛顿可以专心研习科学了。

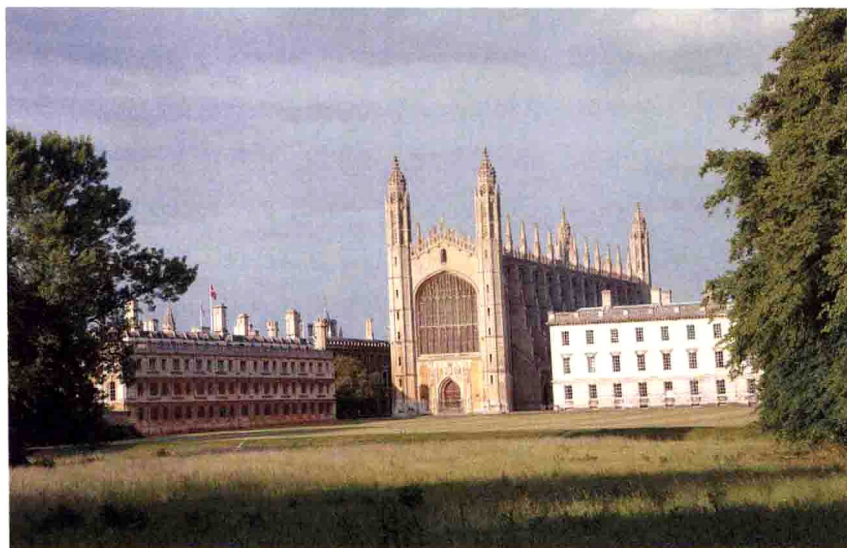


图 9.3 风景如画的剑桥大学

我一直对大学的教育方法很感兴趣，并且每年花不少时间参与约翰·霍普金斯大学的管理。每次董事们和系主任们讨论和研究的一个课题就是如何教育出有创造力的学生，一个大家都认可的原则就是要帮助学生找到自己感兴趣的课题。牛顿在剑桥的经历是一个很好的研究案例。公平地讲，在教授知识方面，今天的很多大学做得都比当年的剑桥好，毕业生的平均质量也比当时好很多。对于大部分学生，现在的教育方法无疑

是更成功的。但是，在给学生自由发挥的空间上如今的大学不如牛顿时的剑桥，因此，在保证平均水平的同时，也可能会牺牲了牛顿这样的天才。另一方面，牛顿的成功与他接受知识的方法很有关系。

和一般大学生习惯于接受书本知识不同，牛顿从来不轻信书本上的结论，他总是需要用实验和数学计算验证前人的看法，得出自己的结果。1664年，牛顿阅读了笛卡尔关于光学的著作，对于笛卡尔给出的结论，他也要先做实验，然后才会相信。笛卡尔认为颜色是由旋转速度不同的小球产生的，这其实只是一种假说，笛卡尔并没有给出什么根据。牛顿既没有相信这个解释，也没有否认它。有一天，他在推导万有引力定律的公式，一丝阳光从门缝里射进来，“从来没有见过这么细的光线，如果将它再分为几丝，不知道会是什么样。”有人说牛顿去买了一个三棱镜，有人说他从抽屉里拿出一个三棱镜，当然这个细节并不重要。牛顿用三棱镜截住阳光，奇迹出现了，阳光折射到墙上，呈现出彩虹的颜色。他反复实验着三棱镜的游戏，发现结果是可重复的。于是牛顿解开了一个光学的奥秘：原来我们平时看到的白色太阳光，其实并不是单色光，而是由许多颜色的光混合而成。这一年年底，牛顿提出了太阳光谱是由红、黄、绿、蓝和紫五色光构造的理论，并且发现了“不同颜色的光折射率是不同的”原理。这实际上推翻了笛卡尔关于“不同颜色的光是因为小球旋转速度不同”的假说。这一年牛顿只有22岁。

在剑桥学习期间，牛顿针对所读的书做了详细的笔记，并且做了大量的实验来验证书中结论的正确性，这些实验的细节也记录在他的笔记中，后来有人将它整理成牛顿的早期文献《三一学院笔记》。我想大家一定都同意这样一个结论：如果剑桥一定要求牛顿按照笛卡尔书上的讲法回答考试问题，那么他就很难超越笛卡尔了。写到这里，我常常为我们当下的文科教育感到可悲，因为在灵活性很强的文科考试中总是要求学生遵从教科书里面的一家之言。



图 9.4 牛顿在做光散射的实验

从 1665 年起，牛顿的研究重点放在了力学上，他将自己在动力学和数学等各方面的想法与发现都记录在笔记中，其中包括发现离心力定律、牛顿力学三定律的早期想法、力的定义、物体碰撞的动量，等等。在数学上，牛顿发明了二项式定理并给出了系数关系表。同年，他获得三一学院学士学位。也是在这一年，牛顿在研究运动速度的问题时，提出了“流数”的概念，这是微积分的雏形。他把流数分为正流数（即微分）和反流数（即积分）。这年夏天，剑桥流行瘟疫，牛顿回到家乡伍尔兹索普，度过了近两年的时间。这一段时间是他思想最活跃的时期，不但有许多发现和发明，而且后来很多思想的萌芽也是在这时产生的。对于一个一心钻研科学的人，连瘟疫这样的坏事都变成了让他静静思考的机会。

1667 年春天，牛顿从家乡返回剑桥。第二年，他获得研究生的奖学金并

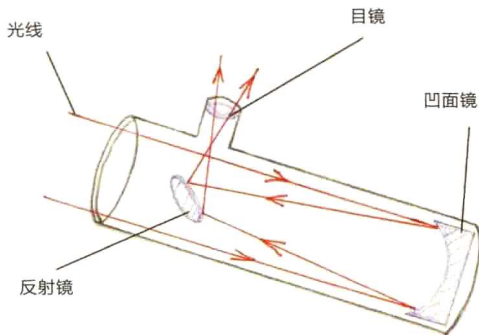


图 9.5 牛顿反射式望远镜的原理

取得硕士学位，不过依然在剑桥求学做研究。不久，牛顿发明了反射式望远镜，比伽利略的折射式望远镜清晰而且小巧，后来这种反射式望远镜以牛顿的名字命名。

今天世界上最大的太空望远镜詹姆斯·韦伯空间望远镜（James Webb Space Telescope，简称 JWST）就是应用牛顿望远镜的原理制造的。牛顿因为发明了新的望远镜而在天文学界开始有了名气。4年后，也就是1671年，牛顿因此而受到了英国皇家学会（Royal Society，现在常常译作英国皇家科学院）的重视，并被提名为学会会员。这一年年底<sup>8</sup>，在他29岁生日的前两天，他被接纳为世界上最有影响力的学会会员（现在这个头衔译作英国皇家科学院院士）。在科学界，一颗新星冉冉升起。

8  
按照儒略旧历。

## 第二节 万有引力定律的发现和微积分的发明

1669年，牛顿的老师巴罗辞职，牛顿接替了他在剑桥大学的位置，成为一名数学教授。这一年，牛顿26岁。虽然是数学教授，但是牛顿在剑桥研究的领域非常广泛，包括天文学、力学和光学等。在剑桥的学术生涯中，牛顿最大的成就是发现了物理学上的万有引力定律和发明了微积分，而牛顿发明微积分原本是为了解决力学问题，因此，这两项成果并不是孤立的。当然，牛顿还有很多其他重要的发明和发现，我们放到下一节再讲。在这一节我们只关注这两项，这不仅是因为它们对后世影响非常巨大，而且有其他人宣称对这两项发明发现也有贡献。

说起万有引力定律的发现，人们总要说这样一件事，就是牛顿看到成熟的苹果从树上落下，得到了灵感，发现了这个定律。这个说法最早来自于牛顿本人，他多次讲他发现万有引力定律是从苹果落地受到的启示。事实上，这不过是一个传奇故事。牛顿的老朋友、《牛顿生平》（*Memoirs of Sir Isaac Newton's Life*）一书的作者威廉·斯蒂克利（William Stukeley，1687—1765）讲，牛顿看到苹果落地是确有其事，但是并非像卡通片里描述的那样——苹果砸到了牛顿的头上。实际上，牛顿发现万有引力定律是一个很长的过程，并非这样灵机一动就想出来了。

牛顿在发现行星引力和地球重力等物理学规律时，周围有很多科学家和他一起在探讨这个问题。这些人中，包括有胡克（Robert Hooke，



9  
弹簧的伸缩长度和  
外力成正比。

1635—1703) —— 发现了细胞和物理学上的胡克定律<sup>9</sup>，哈雷 (Edmond Halley, 1656—1742) —— 发现了哈雷彗星，雷恩 (Sir Christopher Wren, 1632—1723) —— 天文学家和建筑师，伦敦的设计者之一，建有圣保罗大教堂，以及玻意尔 (Robert Boyle, 1627—1691) —— 物理学家，玻意尔-马略特定律的发现者之一。其中，胡克和牛顿的关系颇为微妙。胡克比牛顿大七岁，算是牛顿的前辈，但是两个人的学术观点常常不同，有人甚至把他看成是牛顿的宿敌。当牛顿刚刚入选皇家学会时，按照惯例应在皇家学会宣读一篇论文。牛顿的报告是《关于光和颜色的理论》，



图 9.6 著名物理学家胡克，相传是牛顿在学术上的对头

胡克却以自己的光波动说批评牛顿的光微粒说以及用折射率的不同来说明颜色的观点。这本来应该是正常的学术之争，但是不久之后胡克开始批评牛顿的反射式望远镜，并且在《哲学会报》上发表批评文章，就显得有点无理取闹了。从此，产生了科学史上著名的光的波动说与光的微粒说之争。

1684 年前后，这些科学家都注意到了行星围绕太阳运动需要一种向心力（即来自太阳的引力），否则圆周运动或者椭圆运动的离心力将使得行星逃逸。哈雷提出向心力应该和距离的平方成反比，这和牛顿的观点一致。胡克不知是出于什么目的，宣称自己早就证明了这一点，哈雷对此颇为怀疑，要求他拿出证明来，胡克拿不出来，但却坚称自己知道如何证明。

哈雷等人自然不能相信，于是去剑桥请教牛顿。牛顿告诉哈雷等人，遵守这种向心力的天体运动轨道是椭圆的，而不是圆的。后来牛顿用（微积分中）求极限的方法证明了引力（当时牛顿称它为向心力）和距离平方成反比，并且托人把自己的手稿《论运动》带给了哈雷等人。

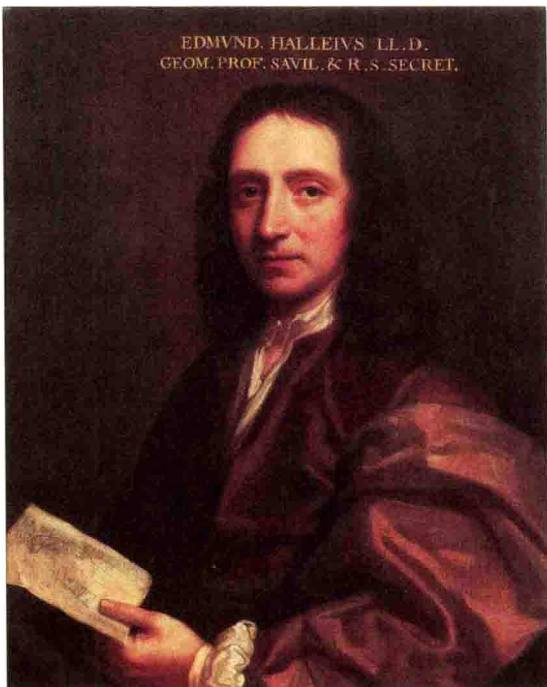


图 9.7 天文学家哈雷，以发现哈雷彗星而闻名

与其他物理学家不同，牛顿认识物体之间相互的引力不是根据天文现象猜测到的，而是从他自己建立的经典力学理论推导出来的。在认识万有引力的过程中，牛顿先提出了运动的三个定律，就是今天所有物理学教科书中都会提及的牛顿第一（惯性定律）、第二（加速的定律）和第三（作用力和反作用力）定律。牛顿还定义了物质的质量。在此以前，人类只了解重量，不清楚重量和质量的关系。牛顿三定律和质量概念的提出，为万有引力定律最终的发现和证明做好了理论上的准备。到 1685 年初，牛顿已经彻底搞清楚了物体之间具有相互引力的秘密，并且严格证明了万有引力定律，他将这一重大发现写在了他的巨著《自然哲学的数学原理》（简称《原理》）一书的第一卷中。在《原理》一书出版前几个月，胡克在皇家学会提出了万有引力定律的发现权问题，哈雷（也是牛顿这本巨著的出版人）给牛顿写信，告知胡克要求发现权一事，并希望牛顿在《原理》序言中提一下胡克的作用。

这让牛顿非常反感，他明确拒绝了胡克的要求，而只答应在最后一卷的末尾，一并提及胡克和其他相关人员。

牛顿发现万有引力定律，有其历史必然性。当时除了牛顿，其他科学家也开始认识到天体间相互的吸引力问题，并且从他们的经验中得知这个引力可能与距离的平方成反比。如果没有牛顿，或许几十年后会有另一位科学家发现并且证明这个定律。但是有了牛顿，上帝确定的自然法则很快就被揭开了。哈雷（可能还有胡克）等人对万有引力的认识更多是在感性上，与牛顿的认识相比还是有本质上的差距。除了在物理研究水平上的差距，更大的差距在于哈雷等人没有掌握微积分这个数学工具。事实上，直到《原理》一书完成之前，牛顿并没有系统地发表微积分相关论著，这也为后来微积分发明权之争埋下了伏笔。

牛顿很早就有了微积分的最初想法，这大约是17世纪60年代中期的事情，当然，微积分里的很多细节他还没有想清楚，他也没有用微积分这个词。在1669年，也就是牛顿接替巴罗担任了剑桥大学卢卡斯教授的这一年，他就写出了题为《论用无限项方程所做的分析》的长篇手稿，系统地总结了他过去关于流数和二项式定理的研究成果，这是微积分发展早期的重要文献。同年6月，他把这篇论文手稿提交给巴罗，巴罗在给当时另一位数学家（也是皇家学会图书馆负责人）约翰·考林斯的信中称赞说：“这是住在剑桥的一位朋友的作品，他对于这个问题有优秀的才能”<sup>10</sup>，并且在当月巴罗就将牛顿的手稿寄给了考林斯。考林斯抄了一个副本后将原稿退还给巴罗。随后，考林斯将牛顿的手稿又转给了欧洲的许多朋友，这在后来就留下了一个数学史上的谜案，即德国数学家莱布尼茨（Gottfried Wilhelm von Leibniz, 1646—1716）是否从这些通信中知道甚至看到了考林斯的抄本。当时，巴罗和考林斯建议牛顿将这篇手稿作为巴罗《光学讲义》的附件发表，或许牛顿觉得还不成熟，他答复巴罗说，还需要进行修改和补充，以至于长期没有发表，这让莱布尼茨后来抢在了前面。否则，就没有后来的微积分发明权之争了。

10

D Gjertsen (1986), "The Newton handbook", (London (Routledge & Kegan Paul) 1986), at page 149.

1670年和1671年，牛顿又写了《级数和流数计算方法》，但是到了1736年才由科尔逊(John Colson, 1680—1760)<sup>11</sup>译成英文发表<sup>12</sup>，并加了评注。莱布尼茨在1673年访问了伦敦，与英国的几位数学家交谈和通信，并在与皇家学会秘书奥登伯格<sup>13</sup>的来往信件中，了解到牛顿的流数法及其部分应用。奥登伯格在1674年给莱布尼茨的信中谈到牛顿的曲线测量法：“只要给出坐标，用它可求出曲线长度、图形面积、旋转体的第二次分割及其反求法。”而莱布尼茨在给奥登伯格的信中说：

“贵国了不起的牛顿提出了一个表示求解各种形状面积、各种曲线（所包围）的面积及其旋成体的体积和重心的方法。这是用逼近的过程求出的，而这也正是我要推导的。这一方法如果能被简化并且推广的话，是非常了不起的贡献，毫不怀疑这将证明他是天才的发明者。”<sup>14</sup>

这段话说明莱布尼茨早就承认牛顿的积分法在他之前，并且大加称赞。次年莱布尼茨才搞出微分和积分的新表示法。牛顿得知此事后，写信给奥登伯格，说明自己的方法，以便转给莱布尼茨。莱布尼茨看到牛顿的来信后要求进一步说明细节，牛顿给莱布尼茨写了后来的信，系统地阐述了二项式定理、无穷级数展开法、用流数求一般曲线的面积等原理，并且比较全面地介绍了自己的微积分。

1676年，莱布尼茨第二次访问伦敦时，经过考林斯同意，摘录了牛顿的手稿《论用无限项方程所做的分析》以及牛顿的级数展开方法、例子和一些补充说明，这样他对牛顿的工作有了全面的了解。在此之前，莱布尼茨只是对微积分有了初步想法和新的表示方法（这一点也很重要）。他的微分原理论文和积分原理论文分别发表在1684年和1686年，但是里面没有提及牛顿的作用。这时其实已经比牛顿的《流数法》成稿晚了15年。

牛顿将微积分论著全部发表是1693年的事情，虽然他在《原理》一书中已经用到了微积分。正是因为牛顿公开发表的时间晚于莱布尼茨，所以今天数学界只能说“牛顿先发明了微积分，但是莱布尼茨先发表了这项成果。”由于分不清他们的贡献，因此，偷懒的方法就是直接将发明

11 英国数学家，剑桥大学卢卡斯教授。

12 早期的学术著作都是用拉丁文写的，后来才被翻译成英文。

13 亨利·奥登伯格(Henry Oldenburg 1619-1677)，德国神学家和外交家，从1660年起担任皇家学会的秘书。

14 《牛顿通信集》*The Correspondence of Isaac Newton*, Cambridge University Press; 1 edition (October 16, 2008)

15

莱布尼茨书中的观点包括四个方面，今天看起来都非常荒唐：

(1) 唯物主义的原理和方法的谬误是对上帝不虔诚。《原理》的作者与唯物主义者是一样是错误的。

(2) 物质可以无限分割并充满空间，承认原子和虚空等于上帝创造非常完美的产品和从此不再需要创造了。

(3) 空间和时间是相对的。相信绝对的和无限的空间是与上帝等同的。上帝之外是不可能有什么永恒、非创造的东西。

(4) 物体无任何东西中介而距地相互吸引（指万有引力），这是超自然的，只有上帝才能做到，不可能存在于自然界。

微积分的功劳平分给他们二人。至于为什么牛顿没有更早地发表，他自己讲主要是害怕反对和批判，当然可能的反对者并非是数学家们，而是教会。整个微积分是建立在无穷小的概念上的，几千年来人们习惯了静态思考数字，很难想象无穷小的概念。在微积分发表后几十年里，教会对此一直持反对意见，最著名的就是英国大主教乔治·贝克莱（George Berkeley, 1685—1753）。他在一本标题很长的书《分析学家；或一篇致一位不信神数学家的论文，其中审查一下近代分析学的对象、原则及论断是不是比宗教的神秘、信仰的要点有更清晰的表达，或更明显的推理》中，对牛顿的理论进行了攻击，并嘲笑牛顿的无穷小量是“已死量的幽灵”。我之所以要将书名换一种字体表示，是因为不然的话读者可能都不知道这么长的书名什么时候结束。今天学过微积分的读者，都知道无穷小既不是零，也不是一个具体的小数字，必须动态地看待它，它的极限是零。牛顿和莱布尼茨发明的微积分今天全世界都在使用，而贝克莱的这本谁也记不住名字的书，除了成为他对科学无知（他对哲学还是很有建树的）和有偏见的证据，没有任何用途。对科学的不相信乃至口诛笔伐，不仅来自于神学家，也来自于一些笃信上帝的科学家，莱布尼茨就是其中的代表。莱布尼茨针对牛顿的万有引力学说发表了《关于上帝善行的自然神学论著》<sup>15</sup>一书，反对牛顿的引力理论，并第一次提出牛顿的引力传递思想是“超距离作用”，而在基督教看来，超距离作用只有上帝才能做到。此外，他认为牛顿提出绝对时空就是无视上帝创世。

或许是害怕教会，或者还有什么别的原因，总之，牛顿并没有及时将微积分发表。如果牛顿发表了微积分，莱布尼兹的工作是否就变得没有意义呢？事实正好相反，莱布尼兹对微积分最大的贡献在于他使用了一整套完整的数学符号，而不是微积分本身。牛顿首先是物理学家，他的兴趣更多地在于物理学和实验科学，微积分只是他在研究物理的过程中发明的数学工具，因此他设计的那套微积分符号虽然自己用起来非常自如，但是其他人用起来并不方便。而莱布尼茨是数学家，并且对符号运算很有兴趣，因此他使用的微积分符号不仅方便书写，而且容易学习。正是

靠他的贡献，微积分理解起来才容易。不过，就微积分的发明权问题，莱布尼茨和牛顿，德国和英国一直争论不休。莱布尼茨曾经向牛顿担任会长的英国皇家学会控告牛顿侵犯了他的发明权，其结果可想而知——还没等到牛顿开口，皇家学会的其他会员便纷纷对莱布尼茨表示谴责，并且通过决议谴责莱布尼茨的剽窃行为。在接下来的两百多年里，德国人（加上一些欧洲大陆人）和英国人就这个问题一直争吵个不休。不过今天除了科技史学者拿它做题目发表一两篇论文外，在数学界没人在意他们二人到底是谁发明了微积分。实际上我们今天学习的微积分，已经既不是牛顿的，也不是莱布尼茨的，而是一个半世纪后法国数学大师柯西（Cauchy, Augustin Louis, 1789—1857）的微积分，它建立在公理化的体系下，最为完备和严密。他使用的符号，则是混合了拉格朗日和莱布尼茨的符号。图 9.8 显示了这三种符号的差别。

牛顿的符号： $\dot{y}$ ,  $\ddot{y}$ , ...

莱布尼茨的符号： $\frac{dy}{dx}$ ,  $\frac{d^2y}{dx^2}$ , ...

拉格朗日的符号： $y'$ ,  $y''$ , ...

图 9.8 牛顿、莱布尼茨和拉格朗日对于函数的微分（导数）分别使用的符号

牛顿、莱布尼茨和柯西是对微积分贡献最大的三位数学大师。虽然他们的信仰和政治观点不同，但是这些都不影响他们在科学上为人类做出的巨大贡献。总的来说，牛顿是理性主义者，并且拥护民主政治，虽然他提出过所谓“行星运动的第一推动力”一说，但是他对宗教其实不感兴趣。而莱布尼茨则是专业的神学家，并且坚持认为上帝万能。柯西在政治上是一个保守的保皇派。他们通过数学的

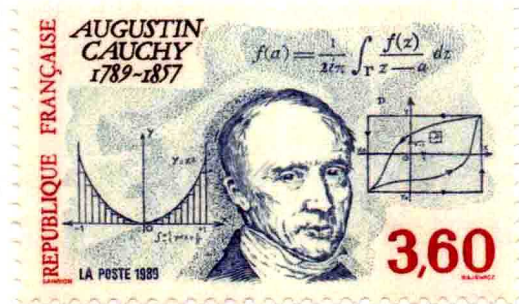


图 9.9 法国发行的著名数学家柯西的纪念邮票

语言，在跨度长达百年的时间里神交，使微积分得以完善。我一向反对因为一位科学家的政治主张而否认他的学术观点，政治主张和学术的对错无关。

### 第三节 站在巨人的肩上

牛顿从1669年起担任剑桥大学三一学院卢卡斯教座的教授，一做就是30年，直到1699年他因为就任英国造币局局长，才辞掉这个职务。在剑桥的30年间，牛顿除了教授天文学，大部分时间都在进行科学研究，他在科学史上的地位无人能及。我们在前面提到了他的一些具体贡献，比如发现万有引力定律和发明微积分，这些只是他在自然科学和数学方面诸多成就的一部分。和欧几里得或者托勒密一样，牛顿是建立了科学体系，他的贡献不仅仅在于一项项孤立的发现和发明，而在于他的工作几乎为所有这些相关学科奠定了理论基础。由他确立的科学体系包括：

1. 以微积分为基础的高等数学
2. 以牛顿三定律为主线建立的经典力学
3. 以光子说为基础的光学
4. 以万有引力为基础的天文学

此外，他还完善了笛卡尔建立的解析几何学，这是微积分的基础。要专门介绍牛顿的科学成就，可以写一本书，我们在这里只能用几个段落概括一下。而在牛顿的每一项重大发明中，我们都能看到前辈巨人的影子。

#### 3.1 数学

让我们先来看看牛顿在数学上的成就，前面已经介绍了牛顿发明微积分的故事，这里我们谈谈他在数学上的其他贡献。

在数学发展史上，牛顿的数学研究遍及17世纪后半叶数学所有的前沿领域，他在做曲线的切线、求二次曲线面积、解多元高次代数方程、发明

二项式定理、发明微积分和微分方程等方面，都有重要建树。单凭微积分和微分方程的发明，就足以使他在整个数学史上位居最伟大的数学家前列。前面已经对微积分做了不少介绍，但是需要指出的是，即使没有微积分，他的数学研究成果也超越了之前任何一位数学家。

在牛顿以前，除了欧几里得或者笛卡尔等少数数学家外，大部分数学研究者都是局限在具体的数的法则、数学模型或者几何定理上，很少有人能建立起一整套完整的数学体系。通常一个体系的建立需要几代人的努力，比如几何学的建立和完善经历了几十代人的努力。在牛顿之前，笛卡尔是一个构建体系的数学家，他发明了解析几何。可惜他英年早逝，对于解析几何中的很多问题并未给出解答，比如二次曲线的面积和任意曲线切线的方程，这些都在牛顿时代得到完善。当然牛顿自己很谦虚，他说“如果说我比笛卡尔看得远一些，那是因为站在巨人肩上的缘故。”牛顿的《原理》一书除了有物理学和力学的很多发现外，大量的篇幅都与解析几何有关。应该讲，笛卡尔在解析几何上开了头，而牛顿站在笛卡尔的肩上完成了整个体系的构建。微积分、解析几何和后来的线性代数，是整个高等数学的基础。下面我们再来看看，除了万有引力定律和微积分，牛顿的其他主要贡献。如果一个科学家能在其中任何一个领域里取得牛顿那样的成就，就可以在历史长卷中写下重重的一笔了。

### 3.2 光学

光学是牛顿最早研究的课题，也是他在剑桥大学教授的课程。牛顿在光学方面有许多重大发现，并且提出了光的粒子说。

对于光、颜色和视觉的研究，可谓历史悠久。古希腊的毕达哥拉斯和古原子论的奠基者德谟克利特等人认为光由物体表面的粒子组成，视觉不过是物体放射的粒子或原子流在眼睛内引起的感觉。这可以认为是光学中粒子说的最早假想模型。对此持不同观点的是亚里士多德，他在《心理学》一书中提出光是透明的介质产生的性质或作用，这种看法可以看



作是波动说的原型。所以，对于光的本质的认识，在古希腊便已经产生了分歧。

在整个中世纪，科学发展停滞，直到文艺复兴，人类对光学的研究又重新开始了。在文艺复兴后期，意大利科学家吉安巴蒂斯塔·德拉·波尔塔（Giambattista della Porta, 1535—1615）发现了小孔成像原理。他在黑屋窗户上开个小孔，使阳光照在墙上显示出自然的色彩。1621年，荷兰科学家威理博·斯涅尔（Willebrord Snellius, 1580—1626）发现光在相同介质里的入射角和折射角的余割之比是常数。虽然他在生前并没有发表这个成果，但是光波的折射定律依然以他的名字命名。笛卡尔后来也发现了这个定律，并于1637年在《屈光学》一书中发表了这一发现。

对于光的散射，古代中国人和阿拉伯人都注意到了这个现象。与笛卡尔几乎同时代，中国明末的科学家方以智（1611—1671）在《物理小识》中综合前人研究的成果，对色散现象作了总结。他用自然晶体（或者人工烧制）的三棱镜将白光分成五色。由此认识到，雨后彩虹、日照下瀑布产生的五色现象，以及日月之晕、五色之云等自然现象，都是白光的色散（皆同此理）。这表明中国科学家对色散现象有了较全面的认识，但这也反映出中国古代的物理学知识大都是零散、经验性的知识，缺乏定量分析。

在牛顿之前不少科学家都做过三棱镜实验，观察到光的散射现象并且考虑了颜色的问题，不过他们的解释都很混乱。比如胡克认为红色是被浓缩的光，紫色是被稀释的光。笛卡尔则认为光是在以太中旋转的小球，不同颜色的光旋转速度不同，在折射时小球转速会改变，转得越快的光（红光），折射角度越小，转得慢的（蓝光）折射角度大。比牛顿略早的英国物理学家玻意尔在《接触色的实验和思考》中，提出颜色是光经眼修改后产生了视觉效果。牛顿在剑桥读书时，读了笛卡尔的《屈光学》，也了解了先前其他科学家，包括玻意尔等人的光学理论。所有这些人，都应该属于牛顿所说的“巨人”。

牛顿的高明之处在于他没有机械地接受前人的理论，而是经过自己的思考和实验超越了前人。在光学上，他接受了笛卡尔光是小球（光子）的说法，但是不同意笛卡尔关于白光散射的解释。牛顿给出了更好的解释——不同颜色的光折射率不同。牛顿还是第一个发现白光是由七种颜色构成的科学家，虽然他在1664年第一次谈到白光的组成时只提到五种颜色，但是两年后，他提出了阳光由七色构成的说法，并明确地分为红、橙、黄、绿、蓝、青和深紫，同时他指出两种光之间夹着明显的中间色，因此太阳光其实可以散射成连续的光谱。

了解了不同颜色光的折射率不同后，牛顿改进了望远镜。这是一次完全靠理论指导的发明。在牛顿之前，伽利略发明了折射望远镜，就是利用凸透镜的折射原理将远处的物体放大，并且因此发现了木星的四个卫星。但是，由于不同的光折射率不同，因此当焦距比较短（放大倍数较大）时，不同颜色的光实际上聚不到一点上，造成影像模糊。使用过高倍数伽利略天文望远镜的读者可能会有这样的体会，一个远处的星星经过望远镜放大后，边缘模糊，并出现彩虹的颜色。要克服这个缺陷，就要省去凸透镜。我们都知道凸透镜是放大镜，没有了它怎么可能制造望远镜呢？牛顿有办法，他利用凹面镜反射的原理，同样可以将物体放大，同时又避免了光的散射问题，因为光反射的路线和颜色无关，这样聚焦就能更准确，也就可以把望远镜的放大倍数做得更大一些。牛顿动手能力很强，自己购买设备磨制镜片，制作了一部放大40倍的望远镜，由于光路在望远镜里反射了一次，因此长度短了一半，只有6英寸（15厘米左右）。我们前面讲了，这部望远镜不仅让牛顿当选英国皇家学会会员，也成为了当今世界上那些最大的望远镜的原型。从这个实例中我们可以看到，在牛顿及其之后的时代，人类开始有意识地利用科学知识指导实践。

牛顿同时发现了颜色的混合可以产生新的颜色，他在《光学》一书中写道“黄和蓝变成红，黄和红变成橙，紫红和红变成深红，红和绿变成黄褐，红和蓝变成紫红……由两个三棱镜产生的颜色的混合可以产生出任何一种颜色。”当前广泛使用的彩色显示器（电视机）和彩色胶卷能展示各

种颜色的图像，就是靠这种颜色混合的原理。

牛顿在光学研究上还有一些其他重要成就，如对虹的解释和衍射现象的观察，以及发现薄膜干涉现象。他在《光学》中讲到，当日光穿过小孔时，出现了折拐的现象，但是他没有用到衍射一词，也没有能很好地解释这种现象产生的原因。牛顿是最早观察到薄膜干涉现象的人，曾经将一块凸透镜凸面朝下放在一个平面透镜上，将光直射向凸镜的平面，可以观察到一个个明暗相间的同心环条纹，如果使用白光，则可以看到彩虹状的同圆心，这种现象被后人称为牛顿环。

对于光的本质，牛顿提出并完善了光的微粒说，而同时代的胡克认为光是波动的，但是完善光的波动说的是牛顿推荐的他的继承人惠更斯（Christiaan Huygens, 1629—1695）。两种说法各有道理，并存了两百多年，直到20世纪著名物理学家爱因斯坦发现光既有粒子的特点，也有波的特点，并且提出了波粒二象性（wave-particle duality）的理论，才将这两种学说统一起来。

牛顿主张光的微粒说有两方面的原因，首先是他从科学生涯一开始就接受了原子论，他认为万物都是由原子（或者更小的粒子）组成的；另一方面，在当时的条件下，光学实验的结果用粒子说解释比较容易，而牛顿还没有条件做更深入的实验。这说明，再伟大的科学家，或多或少都要受其所在时代的限制。

### 3.3 力学

牛顿是经典力学的奠基人，他的力学三定律是整个力学的基础，牛顿在此基础上为后人搭起了经典力学的大厦。

谈到力学，首先要搞清楚的是“什么是力”。人类从远古开始就对“力”有认识，但是对于“力”这个概念到底是什么，谁也说不清楚。第一个真正认识到力的本质的是牛顿。不过牛顿对力的认识，也不是从一开始

就非常深刻，而是经历了三个阶段慢慢完善起来的。

第一个阶段是他在剑桥大学读书的时候，主要接受了伽利略对力的认识。伽利略认为“力是运动或静止的原因”。牛顿这时对力的定义为：“力是运动和静止的原因，或者是加在某一物体上的外因，或者产生或破坏它的运动，或者至少在某种范围内改变它；或者力是内因，物体的运动或静止由这个内因而保持下来，并且每一个实体由这个内因力图保持它的现有状态并反抗任何阻碍。”这时，牛顿把力分为了外力和内力，而牛顿所说的内力，就是我们今天说的惯性。由此可见，牛顿已经认识到惯性和外力的不同，但是他没有认识到惯性不是一种力，所以，他自己找了一个新名词“内力”。这说明他和以前的物理学家一样，混淆了力和惯性。

第二个阶段是在1684年前后，在物理学手稿《论运动》中，牛顿把外力定义为：“外加于一物体上的力是一物体极力改变其运动或静止状态的力，并且是与撞击的冲力或压力、连续压力、向心力和介质阻力不同的力。”他又说：“一个外加力是施加于一物体上以改变其静止或在一直线上匀速运动的状态的一种作用。”这时他已经把外力和惯性分开了，并且修正了以前科学家对力的一个错误认识，即力是维持物体的运动的原因。这标志着牛顿对力的认识从感性上升到理性，并且开始科学化了。

第三个阶段是在《原理》成书前后，即1687年，牛顿在《原理》一书中给出了我们今天中学物理学课本里关于力的定义：“力是物质间的相互作用”。牛顿的第三定律：

### **作用力与反作用力，大小相等，方向相反**

则是对力的定义的另一一种诠释。除了给出力的科学定义，牛顿还将力和动量等物理学概念完全区分开，并且分别给出准确的定义。我们今天中学物理教科书上关于力学和运动的部分，大部分来源于《原理》一书。由于牛顿对力学的贡献，物理学界用“牛顿”来命名力的单位。

由于准确地区分了力和相关的物理学概念，牛顿总结出了他的第一定律，即惯性定律：

**一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态，直到有外力迫使它改变这种状态为止。**

在定义了“力”之后，牛顿定义的第二个重要的物理学概念是质量。在牛顿之前，人们普遍谈论的是重量或将重量和质量混为一谈，因为重量在日常生活中可以观察到，但是当时没有质量这个概念，因为质量是物质本身的性质，并不能直接测量。即使到了今天，没有学过中学物理的，依然搞不清重量和质量的差别。牛顿以他特有的抽象思维能力和对未知世界的洞察力，给出了这个描述物体物质多少的度量。他在《原理》中明确定义了物体的质量，即质量是“物质之量”，是其密度和体积大小的乘积，因为在牛顿时代，密度和体积是比质量更为简单的物理量。（今天，我们习惯于用质量和体积定义密度。）按照牛顿的定义，质量是物质固有的特性，是不变的。牛顿之所以能总结出质量这一概念，是因为他相信原子论，在他看来质量就是物体包含的原子数量的量度；物体的体积愈大，原子的排列愈密，它所包含的原子数愈多，其质量就愈大。

有了质量的概念，牛顿才能够科学地表达他的第二定律及其表达式：

**物体加速度的大小跟作用力成正比，跟物体的质量成反比，且加速度的方向跟作用力的方向相同，即**

$$a = f / m$$

**其中  $a$  代表加速度， $f$  代表力， $m$  代表质量。**

也正因为有了质量的定义，才得以将万有引力定律准确地表述出来。

牛顿确定的第三个物理学基本概念就是加速度。牛顿定义加速度为“与既定时间内变化的速度成比例”，而速度则是“在一定时间内移动的轨

迹长度的数量”。在牛顿之前，速度和加速度是混淆的，伽利略甚至达·芬奇都注意到了惯性，但是分不清速度和加速度的关系，因此未能总结出惯性定律。不过，伽利略的工作还是给牛顿的研究奠定了基础，在力学上，从伽利略到牛顿是一脉相承的。

在18世纪中期以前，欧洲很多科学家只重视牛顿的第二定律，而把他的第一和第三定律认为是理所当然。欧拉（Leonhard Euler, 1707—1783）、达朗贝尔（Jean le Rond D'Alembert, 1717—1783）<sup>16</sup>和拉格朗日（Joseph-Louis Lagrange, 1736—1813）等人高度评价这个定律，它对后来的力学和物理学发展产生了极其深刻的影响。不过，牛顿的另外两个定律虽然描述起来简单，但是对力学基础的建立同样很重要。当牛顿之前的科学家认为物体在没有外力的作用下将逐渐停滞下来时，大家对惯性定律是缺乏认识的。至于第三定律，是牛顿从研究物体碰撞的过程中总结出来的，他解决了力的传递问题。今天制造的火箭遵循的最基本的原理就是牛顿第三定律。

16  
法国物理学家、数学家和天文学家。

正如欧几里得的五条几何学公理奠定了整个几何学一样，牛顿的三个定律则是整个力学的基石。和欧几里得不证自明的公理不同的是，牛顿的这些认识是建立在大量科学实验基础上的，这是数学和自然科学的区别。牛顿早在1665年到1666年时，就发现了第三定律的内容，但是牛顿如实地提到了许多科学家在论证和验证第三定律上所做的工作，并且指出其中的局限性，他以自己更广泛的考虑、实验和理论与实验相印证，确认了这个定律的正确性。由此，牛顿也为后人示范了一个自然科学的研究方法，即自然科学的结论必须能够证实或者证伪，如果不能证实或者证伪（比如上帝的存在）则不属于自然科学的范畴。

### 3.4 天文学

万有引力定律是牛顿最著名的科学发现之一，正是这个发现奠定了天体力学的基础，并使牛顿建立起他的“宇宙系统”。他将地球上和天上的

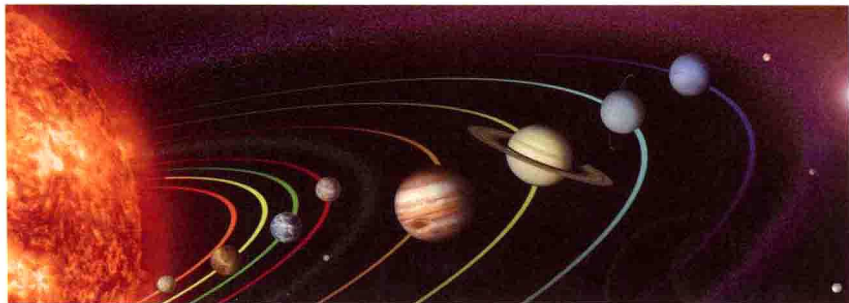


图 9.10 艺术家笔下的太阳系模型

物质的运动规律和相互作用统一起来，实现了划时代的重大突破。拉普拉斯（Pierre-Simon Laplace, 1749—1827）在《宇宙系统论》一书中写道：“用地球的运动去解释天体运动所表现的简单性，得到天文学家们的一致赞同，它被认为是万有引力原理的一种新的验证，使其达到物理科学可能达到的最高境界。”关于万有引力定律的发现过程和年代问题，一种广为人知的说法是：牛顿早在 1662 年之前便已经开始考虑两个问题，即地球的运动是由太阳的引力引起，以及地球和天体的重力具有统一性。在接下来的几年里，他对前人（包括伽利略、开普勒和笛卡尔）的理论有了深入的了解。他可能是从罗杰·培根（Roger Bacon, 1214—1294，不是常说的那个弗朗西斯·培根）的一些思想中受到了启发。罗杰·培根认为，物体落下的原因和加速运动归于地球的“吸引”。在关于天体运动的轨迹问题上，开普勒的椭圆模型已经非常接近行星运动的实际轨迹了。牛顿在开普勒的模型基础上，进一步发现太阳也不在太阳系各个行星椭圆轨道的焦点上，而是在各天体运动的共同重心上，二者稍有差别<sup>17</sup>。

17

由于太阳系大部分质量在太阳本身，因此这个差异非常小。

在这些巨人的研究成果的基础上，牛顿发现引力和距离平方成反比，并进而发现了万有引力定律。在此基础上，牛顿建立起他的宇宙系统，包括行星运动的理论、彗星理论、潮汐理论和月球理论。牛顿的力学三定律，加上万有引力定律，被后人评价为人类科学史上最伟大的发现。牛顿超越前人的地方在于，他第一个说明了太阳、地球、月亮和所有天体都是

遵循同一运动规律，并且可以量化计算。上帝创造了世界，而牛顿发现了上帝创造世界的方法。

#### 第四节 生活中的牛顿

牛顿的一生，除了幼年时期贫穷而坎坷外，应该讲一直都非常顺利。从剑桥大学毕业后不久，牛顿就接任了他的老师巴罗在剑桥大学担任的卢卡斯教授的教席。29岁当选为英国皇家学会会员。

牛顿对政治和管理工作的兴趣不亚于学术。在1688年英国资产阶级革命（光荣革命）胜利后，英国由君主制改为了君主立宪制，作为新政权的拥护者，牛顿参加了上议院的选举。当时剑桥大学有三个议席，牛顿以得票第二当选，之后又多次当选上议员。

1696年牛顿被任命为英国皇家造币局总监，并在三年后担任造币局局长。这主要是靠他的老熟人蒙塔格（Charles Montagu, 1661—1715）的推荐。蒙塔格也是剑桥大学三一学院的毕业生，与牛顿同时任上议院议员，在17世纪80年代和90年代初蒙塔格曾在国家金库、国库任领导职务，在建立世界上第一个中央银行——英格兰银行中起过重要作用。他推荐牛顿的另一个原因是考虑到牛顿对化学和冶金有深入的研究。牛顿当时的一个任务就是检验货币成分，防止伪币。牛顿写了一份关于各种货币的报告<sup>18</sup>，其中有各种货币的重量和成分表。在任上，牛顿成功地领导了一场反对伪币的重大战役，甚至将几个人送上了绞刑架。由于住在伦敦，牛顿无法兼任剑桥的教授，干脆于1699年辞去了剑桥卢卡斯教授的职务，专心从政了。

1703年，牛顿在学术上的主要对手胡克去世了，牛顿当选皇家学会主席就没有了障碍。这一年年底，牛顿当选为学会主席，一直连任到他去世为止，长达25年，这也是英国皇家学会史上任期最长的主席。这时的牛顿已经60岁了，并且有了好几年担任造币局局长的管理经验，于是，他把政府管理的那一套做法搬到了学会。在他的领导下，学会不再是松垮

18  
*Reports as Master  
of the Mint*



19  
美国著名科学史专家，前哈佛大学教授，写了很多科学家传记，其中最主要的是《牛顿传》。

的组织，而是一个经常举办学术讨论会的活跃机构。除非有特殊情况，牛顿是各种会议从不缺席，无论是理事会的会议和还是学术讨论会。因此，他被认为是皇家学会历史上最负责和最有作为的主席之一。美国科学家伯纳德·科恩（I. Bernard Cohen, 1914—2003）<sup>19</sup>称他是以铁腕统治皇家学会。

1705年，英国女王安妮和她的丈夫乔治亲王授予牛顿爵士（Sir，有的地方翻译成勋爵）称号。这是英国第一次给科学家封爵位，从此，牛顿的名声从科学界走上了社会。不过，由于久居伦敦，他在剑桥的影响力渐渐减小了，于是在剑桥选区的上议院选举中落选。

在一般人眼里，优秀的科学家应该对钱财看得比较淡，但牛顿并非如此，事实上他颇为爱财。牛顿接受造币局长一职的主要原因是这个职位不仅有权，而且薪水很高。此外，他还积极参与投资或者说是金融投机，并且“有幸”赶上人类历史上早期著名的股市泡沫“南海泡沫”。

南海泡沫的过程非常有意思，我们会在本系列第三册的“伟大的博弈”一章中作详细介绍。用一句话来概括，就是这家资质不佳但是有政府背景的公司，靠发布假消息在半年里股价从每股一百多英镑涨到了一千多英镑，又在两个月时间里跌回到一百多英镑。牛顿也是南海泡沫诸多的受害者之一。他第一次进场是赚了一笔（七千英镑），等到股价到达高峰时他再次进场，结果赔了两万英镑。对比50年前牛顿在剑桥读书时一年只花10英镑，两万英镑就如同天文数字了。牛顿因此感叹到“我能算出天体的运行，却无法预测人类的疯狂”。（I can calculate the motions of heavenly bodies, but not the madness of people.）实际上，他自己也是疯狂的人之一。

和当时的很多科学家一样，牛顿对罗马教廷没有什么好感，虽然他也信仰上帝。（他信仰英国国教，但是对清教徒并不排斥，在他领导的皇家学会里，大部分会员是清教徒。）当时，如果谁想反对罗马教廷，最好的办法就是从《圣经》本身出发，而不是抛弃《圣经》，宗教改革家马

丁·路德就是这么做的。牛顿在人到中年以后，对政治和宗教的兴趣大增，他花了很多年时间研究《圣经》中的《预言书》和《圣·约翰启示录》，他认为罗马教廷实际上背叛了基督的教义，并写了一本书《关于但以理书和圣·约翰启示录的意见》<sup>20</sup> 阐述自己的观点。但是由于当时教会审查很严，这本书一直未能发表，直到他去世后，部分内容才得以发表。当时，神学的观点和科学的观点经常交锋，一些科学家也支持神学的观点，不过各种学说都有讲话的自由。著名科学家玻意尔就曾经立下遗嘱，用他的部分遗产支持神学讲座。牛顿的《原理》一书发表后，虽然广受好评，但是也受到很多对上帝的万能坚信不疑的学者的质疑，牛顿不得不和他们通信论战，后来迫于压力，也不得不承认以太的存在（教会的观点）。

20  
*Observations Upon  
the Prophecies of  
Daniel and the  
Apocalypse of St.  
John*

牛顿一生未婚。他谈过两次恋爱，一次是和他的表妹，另一次是和他的房东药剂师克拉克的女儿安妮·斯托勒（Anne Storer）小姐。据说他和斯托勒小姐还订过婚，但不是什么原因两个人终究没有走到一起。保加利亚作家瓦西列夫在《情爱论》里把牛顿描写成和贝多芬一样的情圣，并且为了一个不可替代的对象而终生未娶。不过，我倒觉得牛顿对科学的兴趣可能大于对女人的兴趣。有意思的是，很多伟人的恋爱婚姻都不是很顺利，包括我们后面要讲到的华盛顿、杰弗逊和奥本海默。这或许是因为上帝很公平，不能让一个人把好处都占了。

## 第五节 科学与伪科学之间

牛顿去世时封存了一些手稿和笔记，按照他的遗嘱，这些文献在他去世若干年后才能打开。后来著名物理学家凯恩斯（John Maynard Keynes，1883—1946）得到这些遗物并送回了剑桥。在牛顿规定的时间一过，凯恩斯等人迫不及待地想知道牛顿到底留给人类什么遗产，立即翻阅和研究了牛顿留下的这部分多达百万字的手稿，而让凯恩斯等人吃惊的是，手稿中竟有不少内容是没什么意义的炼金术和神学。从手稿上来看，牛顿晚年花在炼金术和神学上的时间可能并不比他花在数学或者物理学研究上的时间少。往好里说，牛顿对未知领域的探求一直没有停止过；往坏里说，

牛顿把大部分宝贵的时间全浪费在不可能有结果的事情上了。

现在看来，欧洲历史上的炼金术和中国古代的炼丹术一样，同属伪科学，不过很多术士的做法，倒和今天自然科学的研究方法非常相近，只不过他们缺少知识，在做一些不可能有结果的事情。在牛顿的时代，什么是科学，什么是伪科学，界限并不十分清晰。

实际上炼金术还不是牛顿研究的唯一伪科学，他一度还对占星术产生过兴趣。1663年，牛顿接触到占星术，那时占星术和天文学混在一起。牛顿读了本占星术的书，不过他从不盲信任何东西，用三角学知识对剖析所谓占星术的理论，发现里面空洞无物，全是伪科学的结论，从此再没碰过占星术。

21  
布鲁塞尔的化学家  
和医生。

牛顿对炼金术的兴趣大约始于1688年，那时他在剑桥当教授，读了从亚里士多德开始到海尔蒙特（Jan Baptista van Helmont, 1579—1644）<sup>21</sup>的很多关于炼金术的书。为了置办药品，他专门去了伦敦一趟。从剑桥到伦敦，大约相当于从苏州到上海，在马车时代不算太远。回到剑桥后，他用1.5英镑建了两个炉子做实验，从此便开始了对炼金术的研究。

牛顿研究炼金术的直接目的是为了探索物质的组成和变化机理。牛顿在很早就接受了物质是由原子组成的观点，这和当时大部分科学家，包括胡克、惠更斯和莱布尼茨坚信的上帝创世纪的观点不同。双方为此有过激烈的争论。牛顿认为宇宙中有原子和真空，而对神创论坚信不疑的学者则认为，世界上不能有真空，对于真空的地区，必须有一种看不见摸不着的物质——以太来填充。

我倒不认为牛顿研究炼金术是他一生的污点，那只是他不成功的科学尝试而已。在牛顿的时代，没有人懂得一种单质（黄金和水银都是单质）是不可能由另一种单质通过化学反应得到的，因此水银变不成黄金，显然牛顿也没有认识到这一点。不过，对于一个严肃的科学家来说，通过实验去探索未知的做法是很容易理解的，毕竟好奇是他们的天性。牛顿对物质的组成也持非神创论的观点，这就决定了他研究炼金术和化学是

出于对科学的追求。虽然牛顿炼金是失败了，但是他对炼金术和化学的研究也并非一无所获。

首先，这让他的物质观由向以太说妥协转变为后期比较坚定的原子论。他在实验中发现物质重量与质量成比例，否定了当时一些科学家认为的无重量的以太构成万物的思想。其次，他发现物质经过一些化学反应，可以互相转变或者生成新的化学物质。他成功地进行了一些酸、碱、盐之间的化学实验，并且有物质的转变和新物质的产生。但是牛顿还不知道世界上的物质有单质和化合物之分，单质的转变是需要对原子核进行改造的（核物理的范畴），而不是一般化学反应能够实现的。比如用中子轰击汞原子可以得到金（当然这样的造价是天然金的成百上千倍，没有人愿意这样制造黄金），但是任何化学反应却做不到这一点。

其次，通过对炼金术和化学的研究，牛顿得出了物质不灭的结论，他指出，每一物体能够变成其他的物体，这些材质只是传递，并没有减少，而且还可以反转回来。

再次，在研究炼金术时，牛顿发现了置换反应，比如用较活跃的金属，可以将汞盐中的汞置换出来，将金属放到酸中可以产生气泡（氢气）。经过大量的实验，他得到了不同金属元素（和氢）在盐溶液中进行置换的次序，对 19 世纪化学家关于金属活跃表的产生和原子之间结合力的学说有很大贡献。另外，牛顿发现将酸和碱结合可以生成盐。不过他把另外一些合成物生成的反应也错误地归入酸碱中和反应，比如他发现将硫磺和汞结合生成硫化汞，便解释成硫磺是酸性的，而汞是碱性的。

不过牛顿无法解释这些化学实验的结论，他只能用一些物理概念去解释化学问题，比如从原子的大小、重量、亲和力等给出似是而非的解释。

牛顿在化学上的贡献，有点像达·芬奇在物理学上的贡献，他们都通过大量的实验注意到很多自然现象并总结出一些规律，但是由于认识的不足，无法给出科学的解释，或往往给出一些错误的结论。由于认识的局限性，

牛顿最终没有成为一位合格的化学家，他寻求的目标（炼金）在化学上是做不到的，但是他的研究方法却是可取的。在科学研究上，正确的方法比正确的结论更重要，因为如果方法正确，即使一时得不到正确的结论，但是只要按照正确的方法走下去，最终可以得到正确的结论。但是如果方法不正确，偶然得到一些正确的结论，对科学的发展却没有什么积累。

如果说牛顿对炼金术的研究还多少解决了一些化学问题，那么牛顿在神学上的研究则毫无意义。牛顿花了不少时间研究神学，也留下了大量关于神学的手稿，但是它们都毫无价值。炼金术和神学的区别在于，前者可以通过实验证伪，这一点和科学是一样的，因此炼金术最终演变成了化学。而神学则与科学完全没有交集，既无法证实也无法证伪，其实它也不需要证实和证伪。牛顿擅长的是科学的研究方法，因此他在科学上硕果累累。而这些方法在神学上毫无用途，因为任何人都无法根据世界的物质性就证明上帝存在与否。因此，毫不奇怪，牛顿在神学上的研究一无所获。牛顿虽然是教徒，但是在骨子里有多么相信上帝值得怀疑。基督教愿意用牛顿关于第一推动力的话来证明他晚年皈依了上帝。不过，将这句话当做牛顿无奈的自嘲，也未尝不可。和剑桥大部分教师必须在学院里担任一些神职工作<sup>22</sup>不同，牛顿从来没有做这些事情。至于牛顿晚年为何对神学感兴趣，只有天知道了，而最支持牛顿晚年皈依了上帝这种说法的人，大多来自教会。

## 22

我们前面讲了，剑桥和其他英国大学的学院，是学生的家和社区，是由教授和学生自己管理。它们有自己的教堂，教堂里一些不重要的职务，都由教友们兼任，不再设专职人员。

这就是牛顿，他是伟大的科学家和思想家，也是凡人。虽然在牛顿去世后，随着他的研究成果成为全世界大中学生必学的内容，他逐渐被后世塑造成一个神话。不过，他终究还是凡人，会走错路，也会犯错误，他同样也有凡人的贪欲和弱点。因此，我们对不能太过苛求。

## 第六节 遗产

英语中对“遗产”一词有两个翻译，一个是 heritage，主要是指物质财富，另一个词是 legacy，主要是指精神财富和政治影响。牛顿虽然收入颇高，

也留下不少钱财，但是那笔物质上的遗产现在已不见踪影了。

牛顿的手稿是一笔非常宝贵的史料和档案。牛顿一生没有结婚，当然也没有子嗣。牛顿去世后，他的侄子和侄女分得了这些手稿。这些后代中有一支后来嫁给了朴茨茅斯家族（Portsmouth），于是，这些珍贵的手稿就成了朴茨茅斯家族的财产，后来剑桥大学又借去搞研究。这些手稿和书籍对研究牛顿的思想和研究方法非常有价值，因此剑桥大学整理出版了《朴茨茅斯收藏目录》，之后将手稿还给了朴茨茅斯家族。后来这个家族大概是家道中落了，在二战前将牛顿的手稿拿到佳士得去拍卖，只卖得九千多英镑，要知道 20 世纪的九千英镑恐怕连 18 世纪的九百英镑都不如。著名经济

学家、剑桥大学的教授凯恩斯和其他一些人士得知后，极力抢救，大部分手稿才得以留在剑桥和英国。但是很多重要手稿却流散到世界各地，包括美国和瑞士。

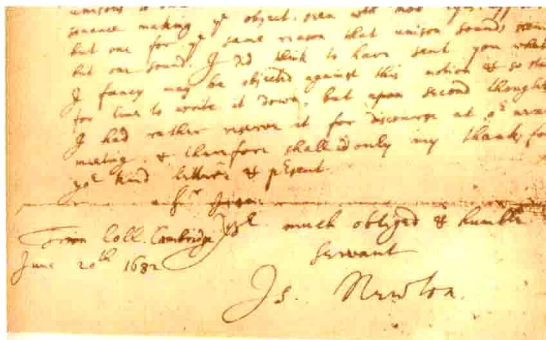


图 9.11 有牛顿签名的信件手稿

当然，牛顿留下的遗产远不止这些。首先他留下了《原理》、《光学》和《流数法》等科学巨著。这些书是牛顿留给全世界的精神财富。牛顿是近代科学的集大成者，他给人类留下了知识和智慧。牛顿奠定了近代科学的基础，并确立了唯物论的物质基础。牛顿是经典力学、近代天文学和物理学的主要奠基人，他是微积分最早和主要的发明者。他发现了太阳光谱、光和色的关系，并提出光的微粒说，奠定了光学的基础。即使在牛顿不成功的炼金术的研究中，他通过做大量化学实验，对元素和物质的转变和化合进行了研究，开始了人类从炼金术向化学的演化过程。在哲学层面，牛顿对唯物的科学思想体系的确立，在科学思想史上产生了极为深远的影响。因为有了牛顿，人类对自然的认识进了一大步。

牛顿是个划时代的人物。《原理》一书的发表标志着人类从此进入理性时代。法国著名数学家拉普拉斯将《原理》比作超出一切人类智慧遗产的杰作和一座深邃智慧不朽的丰碑。在牛顿之前，人类对自然的认识还充斥着迷信和恐惧，苹果为什么会落地，日月星辰为什么升起又落下，这些如今看似不需要解释的现象，在当时却是无法认识的。直到牛顿出现，人们才开始摆脱了这种在大自然面前被动的状态。牛顿用自己的伟大成就宣告了科学时代的来临，他告诉我们：世界万物是运动的，而且这些运动遵循着特定的规律，这些规律又是可以认识的。牛顿的这些发现，给人类带来了从未有过的自信。在牛顿之前，人类曾经匍匐在大自然的脚下，对于不能解释的世界只能归结于神鬼的力量。在牛顿之后，人类开始用理性的眼光对待一切的已知和未知，套句中国人的老话——人类从此站起来了。

23

罗比塔侯爵全名纪尧姆·弗朗索瓦·安托万 (Guillaume François Antoine, Marquis de l'Hôpital), 他发明了求极限的罗比塔法则。

正是牛顿的贡献为科学在 18、19 世纪的大发展铺平了道路。正是因为如此，历史上几乎所有的著名科学家和哲学家，尽管观点和学派不同，都对牛顿的成就有这样或那样的高度评价。英国作家彼得·阿克罗伊德 (Peter Ackroyd) 在《牛顿》一书中记述了这样一件事，法国数学家罗比塔侯爵<sup>23</sup>对牛顿产生了对神一般的崇拜，他问英国人“(牛顿)他吃饭么，喝水么，睡觉吗？他和我们一样吗？”<sup>24</sup>著名科学家拉格朗日 (Joseph Lagrange, 1736—1813) 说，“牛顿是曾经存在过的最伟大的天才……他还是那么的幸运，因为发现并建立一个宇宙系统的机会只能有一次。”拉格朗日的评价恰如其分地肯定了牛顿的历史地位。法国启蒙运动思想家伏尔泰则从思想史的角度评价牛顿的贡献：“迄今为止，牛顿的哲学对许多人来说，似乎像古代人一样高深莫测。但是，希腊人的哲学从其产生以来实际上已经暗淡无光，而牛顿的哲学从离我们极其遥远的光芒之处升起。他已经发现了很多真理，……，把它们发掘出来并置之于充分的光明之中。”

24

Does he eat and drink and sleep? Is he like other men?

牛顿的贡献还在于发展并完善了自伽利略和笛卡尔开始的自然科学的研究方法 (具体的内容我们会在后面章节介绍)。在科学方法上，牛顿强

调一切从实验和现象出发，并且把实验和数学推理相结合作为治学之道，巧妙地运用归纳法和演绎法，得到科学的结论。牛顿的时代，正是17世纪下半叶英国的资产阶级革命和欧洲宗教改革时期，实验科学和自然神论正在逐步取代神创论和亚里士多德的经院哲学的思想，牛顿通过自己的研究过程，向后人展示了在自然科学中，只有对权威的结论进

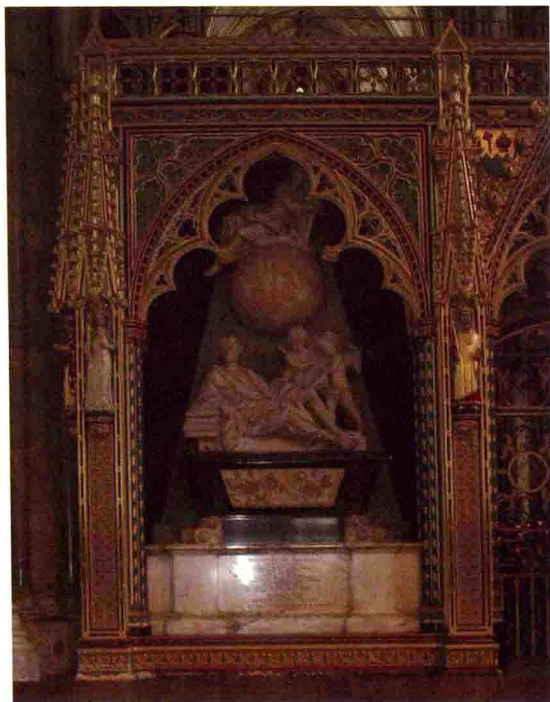


图 9.12 威斯敏斯特教堂中的牛顿墓

行理性的分析、怀疑和扬弃，才能发展科学的辩证方法。在牛顿之前，即使是科学家们在论战中也免不了教条主义，他们常常使用的依据是“亚里士多德说”或者是“这样符合上帝创造世界”，等等。牛顿还开创了将数学和自然科学相互印证、相互补充的研究方法，不过后世几乎没有人能再像牛顿那样同时在数学和自然科学上都做出划时代的贡献，20世纪的冯·诺依曼（John von Neumann，1903—1957）或许算是一个。

在对待抽象的理论和实验数据的关系上，牛顿并不像有些数学家那样用数学模型来硬套实验结果。他在处理数学与自然科学的关系上，致力于数学与自然科学的相互印证、渗透和补充。牛顿在他的科学发现过程中，把数学作为有力的推理工具，把科学建立在数学原理和实验之上。《原理》一书从头到尾都保持有这种特点。这样才使得数学变得活跃而生动，



也使得自然科学有了坚实的理论基础。在牛顿以前，很多自然科学的结论是没有验证的假设和教条，别人信不信很大程度上看说话人的权威（比如地心说和日心说之争），而不是看逻辑和证据，这一现象在牛顿时代得到了根本的转变。现在中学和大学所教授的自然科学（比如物理和化学）的大部分内容都是自那个时代开始确立的，虽然依然有局限性，但是没有明显的谬误。牛顿对17世纪各门学科理论基础的建立、贯通和变革起了不可替代的作用。

牛顿为什么出现在那个时代，为什么会出现在英国，为什么牛顿之后再未出现这样集大成的科学巨匠？我想这是读者很感兴趣的问题。我们不妨看看牛顿的科学研究领域和那个时代的关系。牛顿的研究几乎遍及17世纪自然科学和哲学的各个学科：数学、天文学、力学、光学、炼金术、化学、冶金、流体力学和潮汐理论等。而在非学术领域，他的社会活动也很广泛。他任皇家学会主席25年，任造币局总监和局长达31年，担任上议院的议员共三届。不论从其科学思想来看，还是政治主张或者哲学和宗教观点来看，牛顿的科学发现都有着强烈的时代背景，并且是建立在自文艺复兴以来科学发展的基础上的。从1492年哥伦布发现新大陆开始，大航海和地理大发现导致了英国资本主义萌芽和发展，机械的发展，冶金的发展，航海的需求，工程和测绘的发展，都是牛顿对力学、化学、天文学、几何学和潮汐现象研究的背景。牛顿没有涉足的一个物理学领域是热力学，这是因为当时蒸汽机的时代还没有到来。而在物理学史上，热力学的主要发现正好出在蒸汽机时代。

牛顿是幸运的，他生在了一个变革的时代，并且生活在当时引领世界发展的国家。能够发现拉格朗日所说的“最伟大的宇宙”的机会只能是在那个时代的英国，要是出生早或晚半个世纪，即使他同样聪颖和努力，但是没有那样特定的社会和科学背景，也就没有了这只有一次的机会。

当然，机会只能由具备了相应的科学才能、素质的人去获得。牛顿无疑是一个非常聪明的人，他在七十多岁的高龄还接受了莱布尼茨解数学难

题的挑战，并且很快给出了答案。牛顿也非常努力，自认为若没有集中精力地持续思考和锲而不舍的钻研，是不可能做出那些科学发现的。牛顿在成名之后，有人问他何以取得如此多的发现，他回答说：“靠不断地思考。”“我把课题一直保持在我的面前，并且等待第一个黎明一点点地现出强烈的光芒。”关于牛顿勤奋努力的故事，在各种励志的书籍中屡见不鲜。

牛顿一直非常谨慎地看待自己在科学上所取得的成就。他在去世前不久说过：“我不知道我可以向世界奉献些什么，但是对于我自己来说，我似乎只是像一个在海岸上玩耍的孩子，以时常找到一个比通常更光滑的卵石石子或者更美丽的贝壳来自娱，而广大的真理海洋在我面前还仍然没有发现。”

牛顿说得没错，科学总是要发展的，他的发现在我们今天看来是那么简单而自然，而他的理论覆盖不到的地方依然还有很多，后人仍不断有新的发现。牛顿奠定的经典力学理论到了 20 世纪，在高速运动的宏观和微观领域就变得不太准确了，经爱因斯坦等人的补充完善，形成了今天相对论下的力学体系。是否有了相对论就证明牛顿的力学不对了？针对这个观点，和爱因斯坦同时代的著名科学家卢瑟福有过一个非常恰当的评论——

“今天有一种颇为流行的误解，科学是由推翻以前建立的理论才进步的，这是极少的情况。例如，时常有人说爱因斯坦的广义相对论推翻了牛顿在引力上的工作。真理再前进一步会是谬误。事实上他们的工作是难以比较的，因为他们处理的是不同的思想领域。就爱因斯坦的工作与牛顿的工作的关系而言，仅仅是它的基础的一种普遍的推广，事实上是数学和物理发展的一个典型情况，总之，一个伟大的原理不是可弃之物，而是加以修改，以便将它放在更广泛的和更稳固的基础之上……”

今天，牛顿的理论在我们的生活中依然适用，如果谁不相信它，一定要违背其准则去设计一辆汽车，或制造一枚火箭，这辆汽车一定无法行驶，而火箭也无法上天。

## 结束语

牛顿是人类历史上最伟大的科学家。1978年，美国评出了世界历史上最有影响力的100位人物<sup>25</sup>，牛顿名列第二。为什么世界会给予牛顿如此之高的评价，是因为他开创了科学的时代、理性的时代。在中国“五四”运动中曾经提出欢迎“赛先生”的口号，可以说中国的科学时代自“五四”开始，而西方乃至全人类的科学时代自牛顿开始。

25

<http://t.cn/8sDAhSX>

## 附录 牛顿年谱

26

或1643。

- 1642, 出生<sup>26</sup>
- 1661, 进入剑桥大学学习
- 1664, 发现光的散射原理
- 1665, 发明了二项式定律, 形成了力学三定律的想法和流数(微积分)的概念
- 1667, 获得剑桥大学硕士学位
- 1669, 担任剑桥大学卢卡斯教授
- 1670, 发明微积分
- 1684, 发表物理学手稿《论运动》, 提出力的定义
- 1685, 发现万有引力定律
- 1687, 《原理》一书出版, 在书中牛顿阐述了力学三定律和万有引力定律
- 1688, 当选上议员
- 1693, 全面发表微积分论著
- 1696, 担任造币局总监, 三年后担任造币局局长
- 1703, 担任皇家学会会长
- 1705, 被授予爵士
- 1727, 去世

## 参考文献

- 1 Richard S. Westfall. 永不停息: 牛顿传 ( *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton* ). Cambridge University Press, 1983.
- 2 牛顿. 自然哲学的数学原理. 赵振江, 译. 商务印书馆, 2006.
- 3 I. Bernard Cohen & Richard S. Westfall. 牛顿 ( *Newton* ). W. W. Norton & Company, 1995.
- 4 Peter Ackroyd. 牛顿 ( *Newton* ). Nan A. Talese, 2008.

# 第十章 荷英时代

## 为什么英、荷统治世界

为什么英、荷会统治世界？这是金沙江创投的合伙人林仁俊先生留给我研究的课题。

在硅谷的投资圈子里，我们经常讨论为什么一个国家或地区比同等条件的其他地区更有创造力。比如，中国两岸三地很多官员和企业家都会问为什么科技创新大多出自硅谷？我在拙作《浪潮之巅》里对此有所论述。在大家给出的诸多原因中，有一条比较有意思，那就是硅谷的气候有利于创业。硅谷地区，也就是旧金山湾区，一年到头阳光明媚，四季如春，甚至有人讲那里没有四季，只有两季：旱季和雨季。从四月到十月，天天是晴天，而且气温不高，只有摄氏二三十度。这种气候在地理上有一个专门的名词——地中海式气候<sup>1</sup>。风险投资人这么说当然是有根据的，因为他们的投资回报显示就是这样的结论：气候最好的硅谷地区回报最高，阴雨天气最多的西雅图地区，虽然有微软和亚马逊，但是风险投资成功率和回报都是最低的。不过也有人有疑问，林仁俊就提出，从大航海时代开始的400多年，为什么大部分时间是英国和荷兰在统治世界？那里的天气可是非常糟糕，比西雅图要差得多。如果考虑到美国人，尤其是早期的清教徒，大部分是英国人和荷兰人的后裔，甚至可以说他们至今仍在统治世界。面对这样的疑问，大家公推我去研究这个问题。

荷兰和英国的崛起始于大航海时代和地理大发现的后期，这就产生了一

1

在大洋的东岸，纬度三十五到四十度左右地区，由于受季风的影响，冬暖夏凉，气候宜人，因为地中海处于这个纬度范围内，因此这种气候被称为地中海式气候。地球上只有很少的地区有这种气候。

个新的问题：为什么大航海的前驱葡萄牙和西班牙没能统治世界，而是很快落伍了？为了说明这个问题，我们先来看看这两个伊比利亚国家的兴衰。

## 第一节 罗卡尔角的夕阳——葡、西的殖民时代

人类早期的文明，除了印度的文明之外，都出现于大约北回归线（大约23.4度）到北纬35度之间的地区，因为这些地区气候适宜，有利于人类生存和生产，再往南又太热了。从公元前五世纪到公元四世纪大约一千年里，除中国以外的地区，人类文明的中心是环绕地中海而出现的。如有机会到一个世界性（而不是地区性）的博物馆看一看，你会发现在那一千年里，最好的文物都来自于希腊半岛、亚平宁半岛、北非、中东和土耳其地区，而人类古代最活跃、最先进和最有创造力的思想、科技和艺术也是出现在上述地区。可以想象，生活在地中海气候下的人们在解决了温饱后，沐浴在明媚的阳光下，就会有心情去思考、讨论和创造。而在寒冷的北欧或者西伯利亚地区，人们首先考虑到的只能是温饱问题。

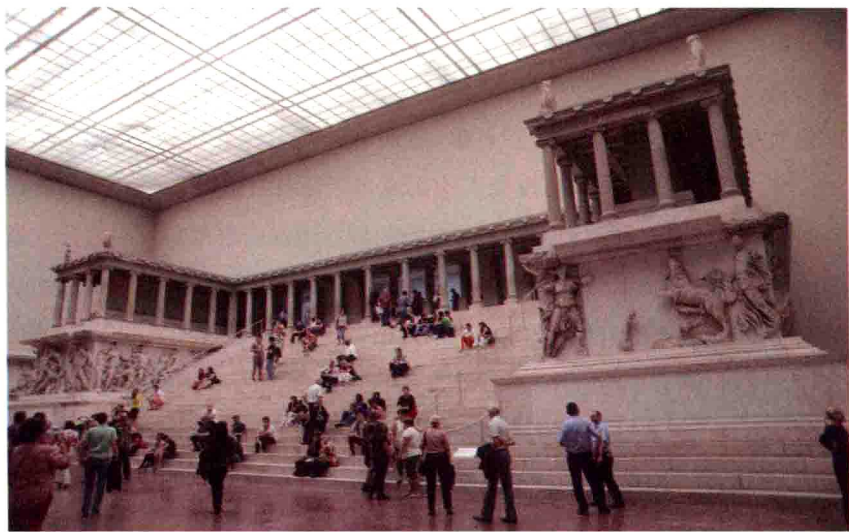


图 10.1 这是保存在柏林佩加蒙博物馆的佩加蒙神庙（中东地区出土，希腊风格），和雅典的帕特农神庙齐名，代表了两千多年前世界建筑和艺术的最高成就。德国在中东挖掘出这座神庙后，专门为它修建了一个博物馆。

接着，欧洲进入持续近千年的中世纪，这是一段人类发展出现停滞乃至衰退的历史，虽然说起来在那段时间里也有很多有趣的故事。等到了文艺复兴时期，还是地中海边的意大利最先开始复兴，除了气候条件外，地中海还是海陆交通的要道，因此，意大利的各个城邦为后来的欧洲培养了大量的航海能手，比如哥伦布和亚美利哥。但是，在大航海时代，最先崛起的不是意大利，反倒是地处欧洲边缘的葡萄牙和西班牙。有些时候，越是交通不便利的地区越是出商人。比如浙江的温州，地处偏远，迫使那里的人们从古至今都出门经商。葡萄牙和西班牙也是一样，这两个国家交通最不便利，因此最有动力去寻找通往亚洲的新航线。结果他们不仅找到了新航线，还顺带中了头彩——发现了广袤的新大陆。加上教皇的支持，他们一度瓜分了世界。这些我们在第一册“大航海和地理大发现”一章有过介绍。

16世纪上半叶，葡萄牙和西班牙先后成为欧洲最富有的国家，而且这些财富的积累在短短几十年内就完成了，这在人类历史上非常少见。那么葡萄牙和西班牙又是怎样做到这一点的呢？我们不妨看看它们财富的来源。

过去受阶级论的影响，说到殖民时代，便有一种错误的观点，即欧洲人的财富（或者至少是资本原始积累）是靠掠夺殖民地得来的。的确，欧洲早期的殖民者非常残暴地掠夺过新大陆的原住民，但如果只是沿着这个思路去寻找葡、西两国的财富来源，就会误入歧途了，反而搞不清楚它们获取财富的真正途径。

与整个殖民时期欧洲人通过创造而获得的总财富相比，掠夺来的财富只占非常非常小的比例。原因很简单，新发现的大陆原住民没有多少财富可以掠夺。在葡萄牙和西班牙崛起时，虽然它们名义上拥有撒哈拉以南的非洲和整个美洲，但是真正殖民的领土并不多，在哥伦布发现新大陆后的一百年里，葡西两国殖民者的足迹所及不足百分之五的土地，即使踏足过的那些土地，大部分也没有开发。欧洲人在非洲和北美早期建立

殖民点的目的,是作为航海和继续探险的桥头堡,以便到达东方开展贸易,而掠夺当地人倒在其次。南部非洲和美洲的殖民地地区,当时经济非常落后,大约相当于中国商朝之前的水平,玛雅文明直到被西班牙人灭绝时,也没有进入到青铜时代。在石器时代的文明条件下,人类创造财富的能力是非常低的,即使掠夺,也掠夺不出多少财富。当地土著人所珍视的兽牙、羽毛和贝壳,到了欧洲根本不值钱。葡萄牙人即使把非洲西海岸土著人历代积攒的全部财富抢走(其实只有少量的金银有价值),恐怕都不如达·伽马从印度带回的几船货物值钱。在所有殖民者中,只有西班牙的皮萨罗在灭亡了印加帝国后掠夺了相当数量的黄金,据说这笔黄金有一万三千磅<sup>2</sup>,大约6吨,其他的殖民者并没发现当地土著人藏有大笔的财富。然而,即使是皮萨罗的这次掠夺,所获的黄金也不过是后来西班牙人黄金开采量的百分之三左右。

<sup>2</sup>  
http://t.cn/8sDAUds

既然掠夺不是主要的财富来源,那么葡萄牙和西班牙何以能在短短的几十年里积累起巨大的财富?这里面另有原因。在大航海时代,葡、西两国财富的来源是不同的。

先说说葡萄牙,它绝大部分的财富来源于东西方之间贸易带来的暴利。葡萄牙从15世纪初便开始尝试航海,在1498年达·伽马到达印度前,葡萄牙人已经在西非经营了半个世纪,虽然在当地大肆掠夺和寻宝,但并未给国家带来真正意义上的财富。葡萄牙的发迹,是在达·伽马绕过非洲到达印度并带回香料以后。葡萄牙人在同阿拉伯人争夺亚洲香料市场时获胜,并且在接下来的半个世纪里垄断了欧亚之间利润最丰厚的商品贸易。我们在“大航海与地理大发现”一章讲到过,当时亚洲的香料和中国的瓷器在欧洲的价格是产地价格的上百倍,只要带回几船香料或瓷器,卖掉以后挣的钱,就抵得上很多欧洲国家当时一年的GDP了。现在已经无法得知当年达·伽马的印度首航给葡萄牙带来了多少利润,但是所有关于那段历史的记载,史学家们都是用“丰厚”和“巨大”这样的字眼(massive, immense)来描述的。在理查德·沃斯(Richard Worth)写的《达·伽马传》<sup>3</sup>中,他估计那批货物在当时已经价值百万

<sup>3</sup>  
Richard Worth,  
*Vasco Da Gama*,  
Infobase Press

美元，相当于 10 万盎司（3 吨）的黄金，这对葡萄牙人来讲一定是个天文数字。一个半世纪后“哥德堡号”沉船事件则从另一个侧面证实了当时东西方贸易利润之丰厚。

1745 年，瑞典的哥德堡号（Ship Gothenburg）满载着 700 吨从中国采购的货物——主要是茶叶、瓷器和丝绸，从广州启程回国，九月驶进了哥德堡海港。在距离陆地不到一公里处，这艘船神秘地触礁沉没。由于是近海，当时打捞上来 30% 的货物，其中丝绸和茶叶因为泡了海水基本上不可用，能卖钱的只剩下瓷器。但就是这些中国的商品，在市场上拍卖后，不仅支付了哥德堡号这次（长达两年）中国之旅的全部成本，而且让股东们获得了 14% 的利润<sup>4</sup>。如果哥德堡号不沉，它的货物价值估计为 2.5 亿—2.7 亿瑞典银币，相当于瑞典当年一年的 GDP。哥德堡号比达·伽马首航印度在时间上晚了一个半世纪，东西方贸易的利润已经小了一个数量级，获利尚且如此，葡萄牙早期贸易的利润可想而知。因此，靠着对欧亚之间贸易的垄断，葡萄牙成为当时欧洲最富有的国家。

4  
<http://t.cn/8sDA5mh>



图 10.2 哥德堡号于 1984 年被打捞上来，由瑞典一家公司重新复制了一条，并于 2005 年驶向了 中国，重走当年哥德堡号去中国经商的万里征途。

葡萄牙第二个财富来源是非常不光彩的贩奴贸易。欧洲当时的人口并不多，我们在第一册的第三章讲过，这是由于欧洲当时的农业很落后，粮食产量低，养不起很多人。当大航海时代到来以后，欧洲的工业和贸易



发展需要大量的劳动力，而欧洲自身又提供不了，于是就到非洲去抓黑奴。最初非洲的奴隶是贩卖到欧洲而不是美洲，非洲和美洲之间的奴隶贸易是很后来的事情了。葡萄牙人靠着这种非常罪恶的交易，从欧洲其他国家身上赚了不少钱，但是相比东西方贸易的利润，也只是零头。

相比葡萄牙人单一的东西方贸易收入来源，西班牙人在早期殖民时代巨额财富的来源非常复杂。概括来说，它最主要的财富来源是在美洲开金银矿和来自荷兰地区的税收，而不是来自贸易的利润。西班牙虽然是全球第二个开始进行大航海的国家，但是在发现香料产地和从事香料贸易方面远没有近邻葡萄牙人幸运。西班牙虽然发现了新大陆，并拥有除巴西以外的全部美洲大陆，但是在一段时间里，那里并没有什么商品给他们带来可持续的利润。西班牙殖民者皮萨罗灭亡了印加帝国后，确实洗劫了那里的黄金，但是那几吨黄金很多都流进了那一百多个殖民者个人的腰包，有多少能真正流回到西班牙本土，历史学家都给不出一个准确数字，何况那是一次性买卖。后来的殖民者都不再有皮萨罗那样的运气了，因为印加帝国乃至整个美洲大陆几个世纪的积蓄全都让皮萨罗给洗劫一空了。

不过，西班牙人自有运气。他们在美洲发现了一些矿，当然，如果是煤矿，西班牙人也发不了大财，毕竟当时的海运不发达，可是他们发现的偏偏是好几处大银矿和大金矿。16世纪30年代，西班牙人在加勒比海地区和哥伦比亚（当时叫新格拉纳达）地区发现了金矿。1545年，西班牙人又在玻利维亚发现了大银矿，第二年在墨西哥的萨卡特卡斯（Zacatecas）发现了一处更大的银矿，这座银矿至今仍是世界三大银矿之一。在此后的一个多世纪里，西班牙从那里带走了近一万七千吨的白银，和一百八十多吨黄金<sup>5</sup>（详见下表）。

表 10.1 根据加州大学戴维斯分校提供的西班牙在殖民时期从美洲带回的黄金和白银数量  
(单位: 吨)

年代	黄金	白银
1503—1510	5.0	0
1511—1520	9.2	0
1521—1530	4.9	0
1531—1540	14.5	86
1541—1550	25.0	178
1551—1560	42.6	303
1561—1570	11.5	943
1571—1580	9.4	1119
1581—1590	12.1	2103
1591—1600	19.5	2708
1601—1610	11.7	2214
1611—1620	8.9	2192
1621—1630	3.9	2145
1631—1640	1.2	1397
1641—1650	1.5	1056
1651—1660	0.5	443
合计	181.4	16887

这样一来, 西班牙一下子成了暴发户, 当时世界上 83% 的金、银矿都被西班牙占有了。为了开采金、银矿, 西班牙人将非洲的黑人贩卖到美洲做奴隶。由于在美洲使用奴隶开采, 银子的成本比西班牙本土低得多, 大量的白银涌入欧洲, 使得西班牙的银比索很快取代了奥斯曼土耳其帝国的银币, 成为世界上流行的货币。在中国明代, 由于商品经济的发展, 流通市场上需要大量的金银, 而西班牙帝国为中国带来的银币, 在很大程度上弥补了中国自身货币的不足。

西班牙人的好运气还远没有结束。1519年, 西班牙国王查理一世( Charlie I, 1500—1558 )在他祖父去世后, 继任神圣罗马帝国皇帝<sup>6</sup>, 作为当时神圣罗马帝国的一部分, 尼德兰地区( 主要是今天的荷兰地区, 还包括比利

6

西班牙国王查理一世是西班牙国王斐迪南二世的外孙和神圣罗马帝国皇帝马克西米连一世之孙, 1516年在其外祖父死后继承了西班牙王位, 1519年又在其祖父去世后继承了其祖父的神圣罗马帝国皇帝的帝位, 也称查理五世。

时和法国的一部分)也就成为了西班牙的一部分。当时,尼德兰地区是欧洲手工业最发达的地区,从此西班牙又多了一项重要的经济来源——对尼德兰的税收,征税直到荷兰人独立为止。这部分税收,后来一度占到西班牙国库收入的一半。

现在,我们概括一下葡、西两国的发家史。一个主要靠欧亚之间香料和瓷器贸易中巨额的利润,另一个主要靠开采金山银矿,不论是哪一种,都不需要费太大的气力。如果葡、西两国能够善用这些财富发展工业,投资教育和科技,今天世界的历史可能会改写。但是,财富来得太快、太容易有时反而不是一件好事情。美国有人进行过统计,发现那些天文数字彩券大奖的中奖者,成百上千万的钱大多在十年内就挥霍一空。而在历史上,葡萄牙和西班牙就是中了这样头彩的国家,用今天的俗话说,如同暴发户或土财主。

那么有了钱以后怎么办,这两个国家不约而同地走上了同一条道路——花钱。前面讲到,西班牙从美洲挖出的银子,三分之一用于购买中国的货物了。只要用 Google 搜索一下“明朝西班牙白银”,就能得到上千万条结果,还有至少一百多篇学术论文,甚至有人认为明朝灭亡与后期西班牙向中国输入的白银减少有关,可见西班牙当时对中国贸易贡献之大。今天在中国的一些古玩市场上,依然找得到当年西班牙的银币,可见当年西班牙白银流入到中国之多。西班牙人和葡萄牙人购买其他地区的商品也是毫不吝啬。除了购买奢侈品,葡、西两国还修建了很多宫殿和教堂,如今在伊比利亚半岛上,比较像样的建筑和花园大多都是在那个年代修建的。西班牙美轮美奂的王宫也是用大航海带来的那些银子堆砌起来的。

大量涌入的财富还被两国用于一件比购买奢侈品和建设宫殿更没有意义的事情上,那就是发动宗教战争,除了破坏生产,最后是什么价值也没有产生。

大量硬通货和贸易利润的涌入,不仅没有对葡、西两国的工业发展和社会进步产生正面的影响,反而让那里的国民变得更加懒惰。在发现美洲



图 10.3 马德里的西班牙王宫

银矿之前，葡西两国刚刚联手赶走了摩尔人（阿拉伯人）。随着航海兴起，西班牙的手工业和造船业开始发展，但在发现银矿后嘎然中止。既然银子可以直接从矿里挖（而且是让非洲的奴隶挖，不需要自己动手），何必要从事生产呢？不仅如此，他们还赶走了上万名外国工匠，尽管理由是那些人不信奉正统的天主教。久而久之，西班牙和葡萄牙便习惯了高价从外国购买商品，国内的工商业反而极度萎缩。今天，除了一些手工业，西班牙和葡萄牙在世界市场上都没有数得上的工业（近年来西班牙的服装业或许是个亮点）。有了钱之后，西班牙人渐渐地连田都不种了，本来气候非常适合发展农业的西班牙反而成为了粮食进口国。每每看到中国对土地 GDP 的依赖，我们就希望决策者能看看葡、西两国的教训。

为了保证海上贸易，西班牙用黄金白银建立起一支强大的海军——无敌舰队。靠着无敌舰队，西班牙不仅在殖民地可以称霸，连欧洲各国也要让它三分。1580 年，西班牙兼并了葡萄牙，成为了历史上第一个日不落帝国。这时西班牙帝国也发展到了它的顶峰——挂着红十字风帆的无敌舰队横行四海，西班牙的大帆船遍及世界各地。尼德兰地区虽然对西班牙无端的征税深为不满，但是在西班牙的武力威慑下，在最初的几十年里也只能接受盘剥。英国觊觎西班牙（包括葡萄牙）从海上贸易以及各个殖民地带回的利益，但是鉴于武力不济，尚不敢公开向西班牙叫板，

只能支持海盗去打劫西班牙的货船。

从表面上看，开采金山银矿和贸易带来的利润让西班牙变得富有，但是无数的白银加上强大的舰队并不能构成一个伟大的国家。建立在金圆和舰队这两个支柱上的西班牙帝国，其实是外强中干，科技、工业甚至连农业等都很落后。等到西班牙的无敌舰队（很多战舰也不是自己造的）被英国人和荷兰人打败后，荷兰便从西班牙人的统治下独立了，接着西班牙在整个美洲的殖民地也纷纷独立。这个曾经的日不落帝国从此断了财路，很快沦为欧洲最穷的国家。在这一点上，西班牙和前苏联很相似。

葡萄牙衰落得更早，一度与西班牙合并（1580—1640），后来又分了家，之后每况愈下。随着后来荷兰的崛起，葡萄牙在亚洲的殖民地被荷兰蚕食，贸易量大幅减少。同时，欧洲其他国家开始参与欧亚贸易，商业竞争激烈，利润骤减，达·伽马时代一本万利的贸易早已经一去不复返，葡萄牙很快变得人不敷出，和西班牙一道沦为欧洲穷国。

大航海和地理大发现让财富像潮水一般涌入伊比利亚半岛，然后又像潮水一样退去，除了留下奢靡享受的风气外，并未给这里的人们创造太多真正的价值。在大航海和地理大发现中，这两个国家中受益的只是国王、冒险家和少数贵族，大多数国民并未享受到这些财富带来的好处，他们除了承担由于货币大量增加而带来的通货膨胀外，衣食住行并未因此有明显改善。

伊比利亚半岛在近代由盛到衰的过程，非常耐人寻味，其中有着深层的政治和经济原因。这些原因用一句话概括，那就是因为这两个伊比利亚半岛的国家依然处在旧时代，而随着大航海和地理大发现的进展，世界进入了新时代，这两个依然处在旧时代的国家没有资格来领导伟大的新时代。

伊比利亚半岛的崛起是14和15世纪驱除阿拉伯人（摩尔人）的结果。在这场长达几十年的战争中，两国靠的是宗教和王权的凝聚力才取得了胜利，之后宗教和王权也因此得到强化，而这和当时整个欧洲文明的趋势

正好相反。在欧洲其他地区，从南部的意大利到北部的尼德兰，宗教的势力在衰落，城邦开始兴起，并出现了资本主义萌芽。西班牙和葡萄牙反而强化了中央集权的封建统治。虽然强大的王权短期内能够调动更多的资源进行探险，但骨子里非常保守。葡、西两国的探险活动和资本主义发展没有必然的关系，大航海的确给他们带来了巨大的财富，但是这些财富并没有用于发展工商业。王公贵族们出于自身利益的考虑，害怕新兴的阶层（资本家和商人）起来挑战他们的地位，甚至有意限制工商业的发展。在这一点上，葡萄牙和西班牙统治阶级与中国康乾时代的政府很相似，虽然看上去达到了一个盛世，但不过是在维护一个没落的旧制度而已，而那个盛世也就成了农耕时代最后的辉煌。这些统治者都不懂得近代国家的富强要靠新兴的工商业，任何国家在新时代到来之际，如果不愿意改变旧制度，则必然衰落甚至灭亡。

到西班牙旅游，就应该去离马德里不远的托雷多（Toledo）看一看。这是当年西班牙文豪塞万提斯笔下的人物堂吉诃德的故乡，也是世界上少有的保存完好的古城。在那里，人们仿佛置身于16世纪。堂吉诃德的命运反映出伊比利亚半岛上这两个王国的兴衰，这位思想还停留在中世纪



图 10.4 西班牙古城托雷多

的骑士一生处处碰壁，至死都没有弄明白一个道理——他的盾牌保护的  
是一个旧世界，而他的矛头指向的是一个新世界。清朝末年的中兴名臣  
曾国藩的幕僚赵烈文就曾预见到清朝的灭亡，他深知他的主人曾国藩  
鞠躬尽瘁维护的是一个日薄西山的王朝，虽然后者嘴上不愿意承认，但是  
心里却同样明白旧制度难以为继。葡萄牙和西班牙也是如此，历史曾经  
给了它们机会，但是落后的制度却让它们无法把握住这个机会。

7  
也译作亨利王子。

到葡萄牙旅游，很多人都要去罗卡角（Cabo da Roca）看日落，那里是  
欧洲大陆的最西端，景色非常优美，那里也是当年恩里克亲王<sup>7</sup>训练航海  
水手的地方。500多年前，伊比利亚半岛从那里开始崛起。两百年之后，  
曾经拥有广袤殖民地和数不尽财富的葡萄牙和西班牙开始退出世界的舞  
台。当我站在欧洲大陆最西头的海边，看着最后一抹阳光从海平面上消  
失时，不禁感慨在伊比利亚半岛能看到的只是落日，而不是日出。

到了17世纪中叶，取代葡萄牙和西班牙迎来新时代曙光的，却是一个当  
时并不起眼的北欧小国。



图 10.5 罗卡角的日落

## 第二节 海上马车夫——荷兰的崛起

欧洲西北部的低洼地区，在日耳曼语族中称为尼德兰（Netherlands），这是今天被称为荷兰的正确国名。其中最强大的一个省称为 Holland<sup>8</sup>，音译成中文就是荷兰。今天，我们用荷兰一词代表尼德兰整个国家，就如同用英格兰代表整个联合王国，或者用普鲁士代表德国一样，有点以偏概全。不过既然这个说法已经为大众接受，大家就只好将错就错了。另外，大部分中文的文献中，称荷兰立国前为尼德兰，立国后为荷兰，本书也沿用这个习惯。荷兰人和英国人是近亲，荷兰和英国一样，有很多的清教徒，因此两国在感情和行事方法上非常接近，还一起合办了很多大公司，比如联合利华和壳牌石油。

8  
现分为北荷兰省、  
南荷兰省。

荷兰的崛起值得世界上任何国家甚至任何公司好好研究，无论从哪个角度来看，它都不具备成为世界大国的条件。首先，荷兰的地理条件和气候非常差，不宜居住。它有三分之一的陆地海拔一米左右，四分之一的领土在海平面以下，大家可以想象来一次海啸会是什么结果。它的纬度非常高（北纬 50 度以上，接近漠河的纬度），不仅气候寒冷潮湿，而且从 9 月底到第二年的 4 月都是冬季，每年比较舒服的季节只有 6、7、8 月这 3 个月。其次，荷兰除了鲱鱼，没有任何自然资源（20 世纪 60 年代后发现了北海石油）。况且由于日照时间短，荷兰也不适合谷物生长。最后，它在历史上远离所有主要的文明，直到 12 世纪才开始有人居住，直到 2012 年荷兰的人口也不足 1700 万<sup>9</sup>，甚至不及北京或者上海的人口多，而国土面积只比台湾岛稍大。但是，就是这样一个国家，居然主宰了世界长达一个世纪之久。而他们的很多后裔在美国纽约依然影响着华尔街，这一点我们在后面章节会作介绍。

9  
在 2012 年年底，荷  
兰人口大约为 1677  
万。

荷兰的历史虽然不是很长，却是欧洲最早走出中世纪并且资本主义开始萌芽的地区。当佛罗伦萨的科西莫·美第奇和布鲁内莱斯基在修建圣母百花大教堂时，远在北欧尼德兰地区的画家扬·凡·艾克（Jan van Eyck, 1390—1441）和他的兄弟也在创作着新的艺术，他们发明了一种



新的绘画颜料和画法，这就是后来的油画。当时，这一南一北两个地区（当时它们都不是主权国家）在很多方面都是并行的。就在意大利的城市开始兴起时，北边的尼德兰地区也一样。当意大利各个城邦的资本主义开始萌芽时，远离教皇势力范围的尼德兰也出现了具有资本主义萌芽特点的手工工场，人们在其中经营纺织、冶金、制糖和印刷业。当然，尼德兰最大的产业还是捕鱼业。

尼德兰地区土地贫瘠，不适合发展种植业，但是濒临北海，渔业资源非常丰富，每年鲱鱼都会成群结队地游到荷兰周围的北海地区，很多尼德兰人都从事打捞和贩卖鲱鱼的生意。在大航海时代，尼德兰地区人口不过百万，渔民倒有 20 万。不过，北海的鲱鱼本身是一种自然资源，周边国家也可以打捞，因此在早期，尼德兰的捕鱼业并没有什么优势。后来，



图 10.6 扬·凡·艾克的代表作《阿诺菲尼的婚礼》（英国国立绘画馆的镇馆之宝）

尼德兰人发明了一种快速清洗和腌制鲱鱼的方法。这样，原来一两天就会腐烂变质的鲱鱼，可以保存一年之久。依靠这项并不复杂的技术，尼德兰垄断了西欧的捕鱼业，并积累起一些财富。

荷兰地处寒冷地区，人们必须非常勤劳才能生产和制造出足够的东西来养活自己。鲱鱼的捕捞一年只有一次，虽然可以捕捞 1000 万公斤，但也就

是人均 10 公斤左右，不仅养不活整个地区的百姓，甚至连养活渔民自己都成问题。在休渔期，荷兰人就要考虑做些什么。大部分渔民想到的就是利用他们的渔船给欧洲其他地区运输货物。后来荷兰人就有了“海上马车夫”的名声。除了海运，荷兰人还从英国进口棉花，纺成布匹卖到欧洲各地，而加工业是资本主义发展早期最有效的积累财富的方法。

要了解 500 年前荷兰人是如何富裕起来的，只要看看我们熟悉的浙江温州人就可以了。温州地处浙江东南沿海，以山地为主，也没有什么矿产资源，雁荡山又将温州和内陆隔绝开来，陆地交通非常不便利，这一点和荷兰有相似之处。但是温州靠海，温州人又非常能吃苦耐劳，从海路跑到各地做生意，并将赚来的钱带回家乡，开办工厂，从事加工业。荷兰人也是一样，当他们通过渔业、海运和早期的手工业挣到一些钱后，就开始发展工业了。荷兰人很会精打细算，并且善于合法地利用规则的漏洞来谋取最大的利益，这一点和温州人也颇为相像。如果有机会看一下在大航海时代各国的帆船，就会发现一个有趣的现象：荷兰的帆船和其他国家的帆船略有不同——相比它的甲板，它的肚子非常大。我开始还以为这样设计是为了航速快，后来才知道这样设计是为了降低成本，因为当时欧洲各国的人港关税是以甲板的面积来征收的。这样一来，荷兰的运输成本就比英国和西班牙要低。当然，荷兰运输成本低的另一个原因是他们水手的工资相对较低，而西班牙和葡萄牙因为大量货币涌入，导致劳动力成本上升。这样，在当时世界的航运市场上就有了分工——当西班牙人和葡萄牙人将亚洲和美洲的货物运到伊比利亚半岛后，荷兰人再将它们运到欧洲各地。

从上面的描述可以看出，荷兰人很务实，喜欢经商。由于没有什么资源可卖，因此他们的商业活动必须是可持续发展的，比如荷兰人喜欢对原材料进行加工以获取附加值。荷兰人还有一个特点，就是他们对政治没有太多兴趣，对于名义上的统治者，他们唯一的要求就是：不要干涉他们挣钱。尼德兰这块土地原本属于神圣罗马帝国的一部分，由各个王公贵族把持。不过富裕起来的商人和市民最终从这些封建主手里买下了尼

德兰各个城市的管理权。当然这是一个很长的过程，我在《浪潮之巅》中对此有所介绍。尼德兰的各个城市相对独立，因此不太关心谁是这个国家名义上的统治者。后来西班牙国王查理一世继承了神圣罗马帝国的皇帝头衔（这个头衔的权利很虚）后，就将尼德兰划归了西班牙统治，尼德兰人居然也就接受了。不过，尼德兰人与西班牙人的价值观、宗教信仰和行事风格完全不同，加上尼德兰和西班牙之间隔着法国和比利时，因此虽属一个国家但身处两个地区的人根本融合不到一起去。为了加强统治，西班牙国王向尼德兰派去了总督，尼德兰的商人们和市民对此毫不关心，自己的生意才是他们唯一关心的事情。今天，荷兰还流传这样一句古老的谚语——“管好自己的生意，不要问别的”。在查理一世接管尼德兰时，代夫特（Delft）和布鲁日（Bruges）等城市已经成了北欧的工商业中心，而阿姆斯特丹和鹿特丹则成了西北欧地区的贸易和金融中心。西班牙得到这样一个富庶的地区，自然忘不了向尼德兰各个城市收税，以弥补因过度挥霍而日益空虚的国库。

尼德兰人可以不管国家名义上的统治者是来自于奥地利还是西班牙，可以不在乎骑在他们头上的总督是谁，但前提是不要动他们的钱袋。因此，当西班牙人开始对尼德兰地区征税时，尼德兰人就不干了。当然，一开始他们希望用和平的方式和西班牙人交涉，获得商业的主导权和宗教自由，并且希望西班牙国王给予第三阶层<sup>10</sup>充分的权利。西班牙当时的国王是腓力二世（Felipe II, 1527—1598），他一方面答应召回不受欢迎的总督，并撤走西班牙军队，另一方面却暗地里制定计划镇压尼德兰人的民权运动，最终引发了战争。在战争刚开始时，荷兰人希望找到一个强有力的君主来保护自己对抗西班牙，他们先是找到法国国王亨利三世，但是后者正忙于内战，无暇顾及荷兰。于是，荷兰人又找来英国女王伊丽莎白一世，后者正与西班牙争夺海上霸权，便爽快地答应了。不过很快荷兰人发现，英国人收取的保护费比西班牙人收的税一点也不少，这时荷兰人才意识到国家只能由自己来管理，于是荷兰人在奥伦治亲王威廉（Willem I, 1533—1584）的领导下，于1581年宣布独立，并且组成了一个新的国家——“七省联省共和国”<sup>11</sup>，由于荷兰省的经济和政治地

10

贵族和教士为第一和第二阶层，其他人包括商人为第三阶层。

11

包括了今天的荷兰，卢森堡，比利时的大部，德国和法国北部的一部分。

位最为重要，故又称“荷兰共和国”。当然，西班牙并不想放弃这块最富庶的地域，因此双方争战了几十年，最后西班牙战败，并且承认了荷兰的独立。

如果要问世界上第一个资本主义国家是哪个，答案并不是许多人认为的英国，而是荷兰。荷兰在独立运动开始之前，就显示出强大的力量。这种强大的力量，并非像西班牙或者路易十四时代的法国那样来自于王权，也不像阿拉伯帝国那样来自于宗教，而是来自于市民。荷兰虽然也选出了自己的国王，但是各个城市相对独立，而且城市由包括商人在内的市民管理。

在脱离西班牙统治宣布独立之前，西班牙是荷兰最大的贸易伙伴，但是自从两国开战以来，西班牙对荷兰进行贸易封锁，荷兰人的财路就断了，而荷兰这块地方靠自己的资源和物产又无法养活自己。俗话说得好，穷则思变，对荷兰人来讲是“困则思变”，既然选择了独立，市民们就只能全力自救。当时，荷兰的航运业已经颇为发达，但是仍局限于欧洲本地，他们便自然而然地想到学习西班牙人和葡萄牙人，直接和东方开展贸易。荷兰不缺好的水手和精明的商人，所欠缺的就是进行远航贸易所需要的大量资金。而作为一个刚刚成立的国家，荷兰并没有多少钱可以投资远洋贸易，但是由于长期实行藏富于民的国策，因此市民们还是很富庶的，于是，荷兰人发明了一种集资的方法：由市民们出钱成立一家股份公司，参股的市民就成了公司的股东，将来从公司的利润中分红。在当时荷兰的首相、大议长奥登巴恩维尔特伯爵（Johan van Oldenbarnevelt, 1547—1619）主持下，荷兰成立了一个前所未有的股份公司——东印度联合公司（不是英国的东印度公司）。与文艺复兴时期意大利或大航海时西班牙那种几个人凑钱参股的有限责任公司不同，它面向全社会发股票融资。因此，东印度公司是现代公司的始祖。荷兰市民纷纷拿出自己的积蓄购买东印度公司的股票，就这样，积少成多，很快凑足了600多万荷兰盾的本金，这在当时是一笔巨款。公司将这笔钱交给一些愿意冒险的商人与东方开展贸易，并承诺给投资人发股息。这样，公司的股东（市民）

和经营管理层（愿意冒险的商人）就分开了，这种组织形式很像今天的上市公司了。而在东印度公司之前的有限责任公司里，股东实际上也是管理层。除了所有权和管理权分离外，东印度公司在历史上还是一个非常特殊的公司，不仅过去不曾有过，现在也不可能有了。首先，它拥有很多只有国家才有的特权。当初，为了支持该公司，荷兰政府发给它一纸特许状。有了这份特许状，东印度公司可以拥有自己的军队，在海外建立殖民地，并且代表国家和他国缔结条约。其次，它的股东，或者说股民数量非常庞大，就连当时一些有钱人家的仆人也持有该公司的股票。从这个角度讲，它又有点像一个全民的企业。

成千上万的荷兰人敢于把自己的积蓄投入这项冒险，原因有这么几条。首先，荷兰人喜欢冒险，这也使得他们的后裔建立起了华尔街。其次，东印度公司有荷兰政府的背书。再次，但也是最重要的是——荷兰商人信誉良好，并且是世界上最早恪守信托责任的群体。在这里，我们必须谈一谈信托责任对现代商业，乃至对一个国家能否主导世界的重要性。信托责任对中国人来讲有些陌生，因为在中国传统文化中并没有这一项。虽然今天的报纸和电视上经常谈到这个词，但是大多数时候人们简单地把信托责任和诚信划上了等号。可实际上，信托责任并不是人们常说的守信用和不欺诈那么简单，它至少包括三方面的责任，首先是法律责任，这个很容易理解，当集资人把钱交给某个人做生意时，这个人有法律上的义务——不能将这些钱窃为己有。第二是道德责任，比如合伙人将公司交给一个职业经理人管理，经理人有责任将公司管理好，并为公司股东谋利益。一个管理者，如果不尽心尽力为股东谋求利益（可以是短期的，也可以是长远的），也许并不违反法律，但是不符合道德责任。第三是专业责任，受托人必须具有专业知识和技能，这一点其实常常被人们忽略，没有第三点，好心未必能做成好事。信托责任不仅是现代管理的基础，也是现代商业的支柱。

到今天为止，全世界恪守信托责任的国家并不多。在 21 世纪有一家很大的公司，在它最需要钱和技术的时候，一家外国公司给了它许多的投资，

包括大量资金、技术和人员，当然也就占到这家公司的大量股份，持股比例超过了这家公司的创始人和创始团队成员。后来，这家公司玩猫腻，将其中最有价值的一部分资产转到了这个创始人名下的另一家公司，当然他总能找出这么做的理由。虽然后来经过调解，这家公司给了当初的投资人一些补偿，但是这些补偿和投资人的损失相去甚远。这是不恪守信托责任的典型例子。因为当初为了获得资金和技术而出让了相应的股权，这就和卖东西一样，谈好了价钱就不能反悔，姑且不说当初的价钱是否合理，就算不合理，也不能因为价钱卖低了就给买主少发货。这件事给一个国家的信誉造成了严重的损害。而在信托责任方面，荷兰人自大航海时代起就做得很好。下面的两个例子很有代表性。一个是我们在“大航海与地理大发现”一章中提到的巴伦支北极探险的例子。

那是 1596 年的事情，距今已经 400 多年了，在中国正是明朝万历年间。由于和西班牙交恶，荷兰人往南到达亚洲的路就被堵死了，于是他们很有创意地想到了穿越北冰洋前往亚洲的探险之路。荷兰的商人们准备好货物，满怀希望地将货物交给两个年轻的船长，海姆斯凯尔克（Jacob van Heemskerck, 1567—1607）和让·莱普（Jan Rijp, 1570—1613）。委托人们希望这些货物能在中国卖个好价钱，然后能带回中国的特产瓷器、丝绸和茶叶。这次航海还有一位英雄，他的名字叫巴伦支，就是我们在“大航海和地理大发现”那一章提到的人物。因为他对北冰洋西伯利亚沿海了解较多，阿姆斯特丹的市长这次便聘用了他做向导。

不过精通数学的巴伦支犯了一个重大错误，由于身为新教徒的他不相信格里高利更正过的日历（也就是我们现在使用的日历），而坚持采用差出来十几天的旧历——儒略历，因此，在计算太阳回归的时间上差出了半个月。这半个月的误差最终证明是致命的。航行一开始，两条船一路向北向东颇为顺利，但是走了一段时间后，两位船长就对路线发生了分歧。分歧的结果是由海姆斯凯尔克和巴伦支带领一条船向东，莱普带着另一条船向北行进。到了 8 月中旬（实际上已经是新历的 9 月初了），北极的冬天已经来临。海姆斯凯尔克和巴伦支等人驶入北冰洋的喀拉海（Kara

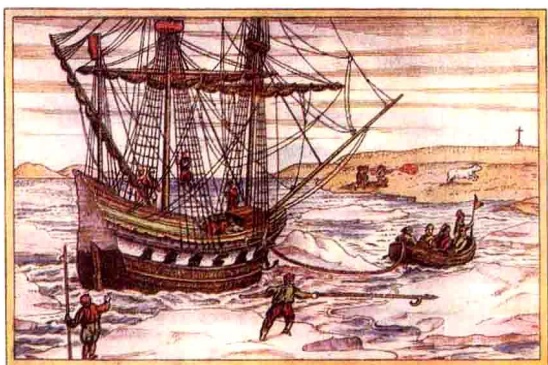


图 10.7 海姆斯凯尔克和巴伦支的船受困北极

接下来的日子有多么艰苦，在关于巴伦支的各种传记中都有描述。在漫长的冬季里，他们不得与严寒、暴风雪、饥饿和疾病作斗争。他们饿得精疲力竭，只能靠偶尔捕猎到的野狐狸过活，由于营养不良并且长期吃不到蔬菜，船员得了坏血病（缺维生素C），每过一段时间都有船员冻死或病死。而船上装满了货物，包括可以保暖的衣服和治病的药品，但是这些船员们居然宁可冻死、病死也不去动那些荷兰商人委托的物品，因为他们深知那些物品属于委托人，而不属于他们。这年冬天，很多船员因此死去了。到了第二年六月，幸存的船员是被俄国商船救起，辗转于当年11月才抵达阿姆斯特丹。荷兰船员在生命和信托责任之间，选择

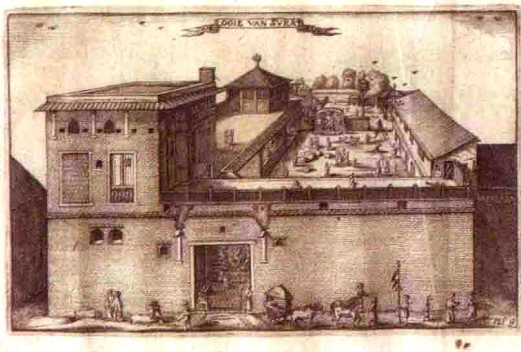


图 10.8 荷兰东印度公司的货站和雇员宿舍

了恪守信托责任，也创立了传之后世的商业法则。这种行为在那些信奉“人不为己，天诛地灭”的国度是难以置信的，但这又实实在在地发生在几百年前的荷兰。这种恪守信托责任的行

了恪守信托责任，也创立了传之后世的商业法则。这种行为在那些信奉“人不为己，天诛地灭”的国度是难以置信的，但这又实实在在地发生在几百年前的荷兰。这种恪守信托责任的行

为，日后给荷兰商人们带来了长远的利益，它帮助荷兰商人占领了海上贸易的世界市场。巴伦支也在这次探险中丧生，为了纪念他和他的同伴对探索北极航线做出的贡献，后世用他的名字命名了北冰洋的一片海域。

第二个例子与银行的商业信誉有关。到了17世纪初，荷兰靠着贸易积累起一些财富，这时资本运转的效率就变得非常重要，因此，荷兰在1609年建立了阿姆斯特丹银行，这是一家市民的银行，或者说商业银行，有别于当年美第奇在意大利建立的美第奇银行，后者更像现在的投资银行。要再过将近一个世纪，英国人才建立起他们的中央银行英格兰银行。今天我们都知道，信誉对于银行非常重要。美第奇银行的信誉，很大程度上是靠这个家族百年来的声望以及家族成员和客户之间的私人关系。阿姆斯特丹银行则不同，它的背后没有一个传奇的家族，也没有国家背景，它的信誉完全靠自己建立起来的。为了保证国民和外国人在银行的存款安全，阿姆斯特丹立法规定，任何人不得以任何借口干涉银行的商业自由。也就是说，即使国王或者市政府也不能干预银行的业务。于是就出现了一件令今人不可思议的事情：当时荷兰和西班牙正在打仗，阿姆斯特丹银行居然没有冻结西班牙的白银，甚至当西班牙向它贷款买军需物资时，它还给西班牙贷款了。这可以说是履行现代信托责任的又一个典范。客户将钱放在银行里，银行就要保证客户的资产安全，并且随时提取兑现，这就是一种信托责任。如果找个借口冻结客户的资产，就违背了信托责任。在荷兰人眼里，信托责任甚至高于国家的（短期）利益。遵守信托责任的好处在当时立竿见影，大量外国的钱都涌入荷兰，就如同今天世界各国的钱涌入瑞士一样。当时英格兰银行还没有成立，英国国债的发行靠的是荷兰的银行，每年荷兰人从英国国债中赚到的手续费和利息就高达两千多万荷兰盾，相当于200吨白银。





图 10.9 世界上最早的现代银行——阿姆斯特丹银行

当东印度公司开始到东方做贸易时，西班牙国王很想知道这个挑战者将靠什么与自己竞争。东印度公司其实已经给出了答案，这就是该公司所肩负的对全国投资人的信托责任。就这样，荷兰人的商船浩浩荡荡驶向了东方，他们不仅没有无敌舰队的保护，而且一开始为了多装货物，甚至拆掉了商船上的一些炮位。很快，西班牙国王就不得不对荷兰刮目相看。遗憾的是，这些王公贵族一直没有搞懂，为什么西班牙会竞争不过荷兰。今天回过头来看，这个道理不难理解，西班牙每一支独立行事的船队和东印度公司实际上是不同时代的竞争者。前者是有钱人和贵族赞助，由冒险家和囚犯组成的各自为战的船队，而后者是近代组织严密、行动统一、管理高效的跨国公司。在东印度公司成立的头五年，每年向海外派出的拥有 50 只船以上的商船队数量，超过了西班牙和葡萄牙派出的船队的总和。此后，荷兰和西班牙的差距逐步拉大了。

西班牙和葡萄牙国运不能持久的另一个原因就是利益分配不公平。西班牙和葡萄牙的船队是各自独立核算，如果哪个船队几条船回来一半，他们就有可观的利润可分，如果大部分商船沉没了或者被海盗抢了，那么投资人可能就会血本无归，这一个个船队没有能力在全球各地建商埠造码头。在这样的氛围里，很多生意都是一锤子买卖，比如这次在亚洲捞

到一票，投资人可能就不再去做这种高风险的投资了，这样生意就缺乏长久性。而荷兰东印度公司则不同，他们所追求的是长远的买卖。在公司成立的头十年里，东印度公司并没有派发股息，而是将全部的利润投入到扩大对外贸易和修建基础设施上，他们在世界各处修建码头、仓库、船坞，同时大量造船，



图 10.10 荷兰写实画家维特（Emanuel de Witte，1617—1692）笔下的阿姆斯特丹股票交易所，反映了当时股票交易热闹的情形（收藏于荷兰鹿特丹布尼根博物馆）

扩大船队规模。在确立了全球贸易的主导地位后，公司在成立的十年后支付了第一次红利，然后每年都向国民和政府支付高额红利。在世界历史上，人们的所作所为不断地证明着一个真理：一个维护少数人富裕的国家，虽然可以强大一时，但是很难持久。

说到东印度公司的分红，读者可能会有个疑问，荷兰人为什么能容忍十年不分红呢？这倒不是因为他们觉悟高和有远见，这两条是根本靠不上的。这里面的关键在于荷兰人发明了一种新的资本运作体制——他们于1609年在阿姆斯特丹建立了世界上第一个股票交易所。东印度公司的股东们只要愿意，就可以自由交易手中的股票变成现金，这有点像Facebook和阿里巴巴在没有上市前，公司内部员工可以交易股票一样。荷兰人就这样发明了今天的股市。在没有股市之前，资本的获利除了靠股息，就只能靠放贷了，而基督教又不允许放高利贷（这成就了犹太人的银行业），因此，在很长时间里，欧洲王公贵族的钱并没有很好的渠道进行保值或增值。现在出现了一种新的投资方式——股市，于是国外

大量的资金也涌入荷兰，荷兰的经济进一步繁荣。四百多年前，人口近200万的荷兰，居然有了上千名正式的股票经纪人。1625年，荷兰的移民在大洋彼岸的曼哈顿岛周围建立起他们的新家园，取名为新阿姆斯特丹，在那里最终建成了世界最大的股票交易市场，今天这个城市叫做纽约，取义于“新约克”。

在17世纪，荷兰成为世界资本市场的中心，除了阿姆斯特丹银行，荷兰还建立起大大小小许多银行，并且创造了金融业中“信用”这个概念，通过信用给商业和个人贷款。在信托责任基础之上，荷兰人发明了有限责任公司。因此，可以讲荷兰人创造了现代经济制度，当然，荷兰的全体市民也从这样的交易中获得丰厚的利润。

到了17世纪中叶，荷兰的全球商业霸权已经牢固地建立了起来。东印度公司在全球建立了一万五千个贸易机构，在将近两个世纪里，四千多艘悬挂荷兰国旗的商船往返于世界各地。在17和18世纪里，人口不到三百万的荷兰，其贸易额居然占据了全球贸易额的一半<sup>12</sup>，它的殖民地和港口遍及全世界。在东亚，他们占据了台湾并在日本的长崎（当时日本唯一的对外贸易港口）建立了货站；在东南亚，他们占领了印度尼西亚，并且建起了雅加达城；在印度和非洲，他们从葡萄牙人手中夺得多处殖民地，并且占据了新航线的要塞好望角；在北美洲他们占据了东部最好的贸易区，取名为新荷兰（现在叫做纽约州）；在南美洲，他们占领了巴西；即使在大洋洲，他们还占领了两个大岛，并且用他们西兰省的名字命名了这个地区——新西兰。

12

在将近两个世纪里，有上百万人次的荷兰人在海外经商，而同时期欧洲其他各国的总和只有80万人次。当时欧洲贸易的第二名英国，贸易量只有荷兰的五分之一。

从上面的对比，可以看出荷兰和葡西两国之间巨大的反差。概括来说，这首先是制度上的差异。葡西两国坚持的是靠王权建立起来的日趋衰落的旧制度，它无法抗衡荷兰新兴的资本主义新制度。其次，在利益分配上，在葡西两国，大航海的受益者只限于王室、贵族、富商和冒险家，对国家的强大或百姓的富足没有直接的帮助。而在荷兰，全球贸易则是一个全民参与的行动。通过全球贸易，这个低地国家做到了民富国强。第三，

荷兰人开创了现代商业体系，他们不仅发明了现代的银行、证券交易所、信用和有限责任公司，而且开创了信托责任制度。在荷兰诞生了一个信守信托责任的专业管理阶层，这些专业人士使得工商业摆脱了古代和中世纪缺乏规范性的状态，变得井井有条。

在本节的最后，我们还要再说几句信托责任对现代商业的重要性。直到今天，在商业活动中能信守信托责任的人和公司也并不多。很多人，特别是西方各国认为世界各国的股市，能让人比较放心地投资的只有两个半国家。做事认真的德国人在历史上较少出现金融诈骗和做虚假报告，本来可以算一个，但是它对整个欧洲，主要是欧元区有义务，因此只能算半个——毕竟它的那些欧元区伙伴就未必靠得住了。另外两个只有英国和美国了，倒不是因为这两个国家的人多么诚实，而是因为那些上市公司的管理人员（首席执行官和其他高管）大多数是职业经理人，基本恪守（或者不得不恪守）信托责任。虽然荷兰人做得也不错，但是毕竟他们的股市太小、公司太少，任何基金经理哪怕投入所管理资产的百分之五到荷兰股市上，都显得太多了。在世界其他国家和地区，管理人员大多不恪守信托责任，因此投资人和他们有利益冲突。而正是因为恪守信托责任，在过去的几百年里只有英美两国的股市回报最好。如果你在华盛顿就职总统的1789年在美国股市上投入一美元，到今天它的价值已经超过一千万美元了<sup>13</sup>。由此可见信托责任对于国家长期发展的重要性。

13  
麦基尔《漫步华尔街》

### 第三节 从重商主义到自由贸易——英国的崛起

英国和荷兰渊源颇深，除了很多英国人早期是从德国北部和北欧来到英国之外，英国在资本主义刚确立时的国王也来自荷兰。1688年，荷兰国王威廉三世，也就是他们开国的君主威廉一世的曾孙，带着他的王后玛丽，一位英国公主，前往英国即位英国国王。英国为什么要请一位荷兰人来做自己的国王呢，这就要从英国的近代史说起了。

英国近代史应该始于伊丽莎白一世。不过她的父亲亨利八世也是一位特

立独行的人物。在亨利八世以前，欧洲被天主教控制着。天主教有个特点，就是非经特许不得离婚，直到20世纪70年代，在葡萄牙天主教徒离婚还非常难。偏偏这位亨利八世不喜欢因为政治婚姻而迎娶的西班牙公主——阿拉贡的凯瑟琳，却和这位王后的侍女安妮·博林（Anne Boleyn, 1501—1536）好上了。要是换了别的国王，要么偷情，要么把安妮小姐封为情妇也就算了，可这位亨利八世很较真，一不做二不休，非要废掉凯瑟琳王后，立安妮小姐为王后，而他和罗马教廷的关系又不好，教皇当然不会特许。好在当时北欧（德国地区）出了个马丁·路德，自己改革教会创立了新教路德派。亨利八世学着他的样子，干脆脱离了罗马教廷（从此不纳贡了），自创了一个基督教的教派——英国国教（Anglican，这个词来源于盎格鲁人的教堂 Anglo Church，而英国人原本是盎格鲁-萨克逊人），并且自封为大主教。从此，这位风流国王结婚离婚自己说了算，于是废后、立后的游戏做上了瘾，他一辈子娶了六个王后。其中第三任



图 10.11 伊丽莎白一世肖像中最著名的一张（今天很多媒体上的伊丽莎白一世头像取自它的局部），这幅肖像是在英国击败西班牙无敌舰队后绘制的，背景是舰队，女王手扶在一个地球上，表示英国获得了世界的霸权（收藏于乌邦寺 Woburn Abbey）

妻子珍·西摩给他生了一个儿子，根据英国的长子继承制，这位儿子在10岁时当了英国国王，就是爱德华六世，但是他只当了6年国王就去世了，结果他的大姐玛丽（凯瑟琳的女儿）当上了女王。这位女王和母亲一样笃信天主教，开始迫害英国国教教徒，因此得到“血腥玛丽”的恶名。五年后，她撒手归西，没有留下任何子嗣，英国的王位就传给了她的妹妹伊丽莎白一世。从这时开始，英国开始了它的荣光时代。

在伊丽莎白一世时期，最大的事件当属英国人在1588年打败了西班牙的无敌舰队，并且开始了海权的争夺。至于为什么尚未崛起的英国能够打败当时如日中天的西班牙帝国，中国学者和西方学者的观点颇为不同。中国学者（包括官方的观点）多认为，强大的王权，或者说伊丽莎白一世的领导对英国的崛起和这场战争的胜利起了很大的作用；西方学者则认为王权的作用并不大，事实上参战的英国军舰全部是私人的商船和海盗船，指挥官德瑞克本身就是一位海盗，只不过他是女王投资的海盗。英国虽然给了他们一些资助，但是却并不拥有这支海军。相反，倒是西班牙的无敌舰队为王室所有。1588年海战的胜利与其说是英国王权的胜利，不如说是女王放权的胜利。伊丽莎白一世对商业和议会采取了开明的政策，最重要的是，英国从那时开始了影响它后世几百年的国策——重商主义，这个我们一会儿要细讲。在伊丽莎白一世时代，英国从一个蛮夷小邦变成了欧洲大国，而且那个时期人才辈出，包括戏剧大师莎士比亚和哲学家弗兰西斯·培根等，都是那个时代的杰出人物。

伊丽莎白一世在位48年，但是终身未婚，也被称为处女女王。她去世后，英国的王位继承权就成了悬念。女王的兄弟姐妹早已过世，因此她父亲传下来的这一脉就绝种了，都铎王朝从此结束。最后，按照血缘的远近，苏格兰斯图加特家族的詹姆斯一世继承了英国的王位。

尽管詹姆斯一世很博学，并且力图维持国内的稳定和伊丽莎白在国际关系上的成就，但是历史学家对他的评价并不高，他为人昏庸而自大，在政治上他对内迫害清教徒，破坏宪法体制，他不了解英格兰的议会，也

懒得搞懂，而且几次擅自解散议会。当时欧洲大陆正值 30 年宗教战争期间，而两个贸易大国西班牙和荷兰也处在长达 80 年的战争状态，因此詹姆斯一世才做了 20 多年太平天子，英国在他治下没有什么发展，却也无大碍。

不过詹姆斯的儿子查理一世就没有那么好的运气了。查理一世比他父亲还要独裁，在位期间，他无时无刻不在和议会争吵，另外他还喜欢干涉教会事务，并且继续迫害清教徒。最后他和议会之间爆发了战争，代表新兴阶层的议会获胜后，希望他接受君主立宪制，但是他继续执迷不悟，跑回老家苏格兰组织力量跟议会再次开战，结果又一次被击败，并被逮捕、审判和处死。苏格兰斯图亚特家族的一些成员在内战中站在了查理一世的一边，结果也遭到了逮捕和处决。今天苏格兰的特拉奎尔（Traquair）依然属于这个家族，在那里仍能感受到那段动荡的历史。对我来讲，世界近代史尤其是西方近代史，比古代史有意思，因为很多实物至今仍能看到，读完近代史后去看看那些“古迹”，马上能产生一种亲切感。到过特拉奎尔的人或许会有这样的印象，虽然那里的风景不错，但却不属于今天这个时代。

17 世纪英国的两次内战在历史上也被称为英国资产阶级革命。查理一世被处决的这一年，也就是 1649 年，远在东方的中国也已经完成了一次改朝换代，所不同的是，中国只是一个王朝取代了另一个王朝而已，而英国则走向了现代。推翻查理一世的统治后，英国经历了短暂的共和时期，领导革命军的克伦威尔接来自封护国主，他在保障资产阶级利益的同时，实行了几年的独裁统治。但是独裁在英国并不受欢迎，克伦威尔去世后，查理一世的儿子查理二世短暂复辟，虽然他想恢复革命前的王权，但是时代已经不允许了，英国的大权已经从王权转移到议会的手里。因此，当查理二世开始报复革命党时，英国国会对这位旧式君主已经不抱任何希望了，决定废掉他。经历了克伦威尔的独裁时期，英国人觉得有一个开明而不管事的国王比一个平民出身的独裁者可能更好，因此他们倾向于君主立宪而不是共和制。不过，让谁当国王却成了一个问题。最后，

他们认为英国的女婿、荷兰国王威廉三世比较开明，于是便邀请他来英国做国王，这就有了本小节开头的一幕。



图 10.12 苏格兰的斯图亚特家族的特拉奎尔庄园，主人是斯图亚特家族的后裔，据说现在还在梦想着恢复王朝的统治

威廉在英国登陆后，受到英国人的欢迎，他兵不血刃地登上了王位。为了感谢给他带来王位的妻子玛丽公主，威廉与她共同执政，当时人称“双王登基”。美国早期著名大学威廉·玛丽学院的名字就是为了纪念这两个人。英国人喜欢这样不流血的革命，因此把这次革命称为“光荣革命”。光荣革命之后，英国从一个旧式的封建王国变成了一个君主立宪的现代国家。从亨利八世 1534 年创立英国国教开始，英国正式走出中世纪，到光荣革命之后变成资本主义社会，英国人用了一个半世纪。这一个半世纪是英国历史上相对集权的时期，但是除了在伊丽莎白一世时期政治比较开明外，剩下的时间（大约一个世纪）里内忧外患不断，英国并没有什么长足的进步。因此，如果现在还有人试图以伊丽莎白一世的成绩来鼓吹集权可以使国家强大，则要么是缺乏历史常识，要么是缺乏基本逻辑。一个国家是不可能靠出现一两个明君就做到长期繁荣稳定，因为在古今中外历史上，向来是昏君和暴君的数量比明君的数量要多，而将一个国家命运寄托在国君一人身上的结果，就是繁荣和衰退不断地交替。



英国在光荣革命之后，确立了一个民主的制度，保证了英国可以长期稳定发展。虽然当时的民主并不广泛，只有不到十分之一的人口拥有投票权，但是英国的政治制度当时在世界各国中已经是最先进的了。因此，英国的崛起，第一步是解决体制的问题，这一步英国人走了一个半世纪，可相比其他国家，时间并不算长。

进入现代民主社会后，英国人做的两件事不仅使得它从一个岛国跃居为世界第一强国，而且确定了今天国际商业和政治的游戏规则。其一是完成从重商主义到自由贸易的过渡，其二是完成工业革命。

重商主义是很多国家崛起的必经之路。欧洲的荷兰和英国等现代国家形成以后，它们马上就面临一个财务问题：国家要发展，对外扩张是需要钱的。诚然，可以像西班牙那样直接从美洲挖金银，但不是每个国家都有那么好的运气。

在致富的道路上，荷兰与英国走了一条与葡西两国完全不同的道路。我们已经讲过，西班牙和葡萄牙是靠挖金银及从事暴利的贸易获取财富，而英国人和荷兰人更多地是靠从事生产来获得财富，即使在其殖民地地区，他们也主要是经营而非掠夺，更多地从事生产而不是直接开采贵金属。因此，英国和荷兰这两个国家的发展是可持续的。英国和荷兰这么做，自有一大套理论，这就是重商主义。法国思想家伏尔泰认为英国崛起的关键，是从伊丽莎白一世时代起，英国各方面已经就重商主义的重要性达成共识。

“重商主义”这四个字很多人都听说过，但是大部分人都是从字面去理解，认为就是重视商业，尤其是考虑到英国和荷兰崛起时正是全球贸易欣欣向荣的时代。但是，重商主义的真正含义是重视生产，尤其是重视工业生产。重商主义概括起来有这样几个要点：

1. 尽可能多地拥有硬通货，因为只有这样国家才能搞基础设施建设、军备和从事对外扩张；

2. 为了做到第一条，国际贸易必须优先于国内贸易，必须保证贸易顺差；
3. 既然各国都在生产，那么保证顺差的前提是要从事高附加值的劳动，在当时就是从事来料加工而不是出口原材料；
4. 鼓励生育，因为社会需要大量的劳动力；
5. 国家引导，并且监督产品质量，以保证全球竞争力。

在重商主义的指导下，英国不仅大力发展新兴工业，而且为了提供便利的运输条件，到处挖河修路建设港口。伦敦很快成了世界的中心。在短短的几十年里，英国不仅国力增长突飞猛进，而且在全球经济中控制着当时劳动附加值最高的行业，把亚洲地区和美洲殖民地广大地区变成了原材料产地和潜在的市场。当时，在欧洲除了英国，只有荷兰一贯坚持这项国策（法国在路易十四时开始坚持重商主义，但是接下来又走上了西班牙和葡萄牙的老路），因此这两个当时最先进的国家不可避免地发生了战争，虽然在几十年前他们还联合对付过西班牙。经过三次战争，英国终于获得了贸易的主导权。

重商主义是短期内提高一个国家的国力最好的办法，19世纪的德国和日本在崛起时也部分采用了这项国策。对比这些政策和改革开放后中国的国策，就会发现前两条与中国在过去30多年里的做法完全相同。第三条不是中国不想做，而是暂时做不到，不过从2005年以后，中国生产的产品很多已经是高附加值的了。第四条中国看上去是反其道而行之，那是因为中国在过去的几十年里处于劳动力过剩状态，不需要鼓励生育，人口红利还非常大，而且现代工业对劳动力数量的要求不像17、18世纪那么多。最后一条或许中国今后会做，不过在历史上英国这一条做得比中国好很多。英国最早大量制造的工业品是纺织品，尤其是呢绒。为了保证纺织品的质量，英国设立了专门的官员，定期到呢绒厂检查质量，对于质量不好的工厂主，政府会施以重罚。英国还几次颁布法规，强调如果质量不佳将有损于帝国的声誉。在很长的时间里，我们今天认为是高

品质的德国货，当时在欧洲则属于仿造英国货的山寨货。

重商主义不仅大大提高了资本家的地位，同时大幅增加了熟练工人的收入。当科技的积累和工业化发展到一定阶段后，便开始了工业革命。到了18世纪末，英国成为世界上率先完成工业革命的国家，机器的使用使得生产效率比农耕时代提高了好几个数量级。马克思评价说：“资产阶级在它不到一百年的阶级统治中，创造的生产力比过去一切世代创造的全部生产力还要多。”工业革命的结果，第一次使得人类生产出来的商品超过了所需要的。人类经济的发展首次从缺乏劳动力和资源变成了缺乏市场，在这个大前提下，英国从重商主义迈向自由贸易，因为它的工业品需要卖到世界各地。直到今天，英国及其继承者美国依然在大力鼓吹自由贸易。

阴谋论者可能会认为自由贸易是一个阴谋，但是不论你对自由贸易相信与否，当时英国的政治家们都对此坚信不疑，最有代表性的政治人物是著名的小威廉·皮特（William Pitt the Younger, 1759—1806）首相。皮特是英国历史上最出名的首相之一，他24岁就担任了首相一职，一生担任这个要职长达19年。在一些中文网站上流传着这样一个关于他的故事。

1788年，皮特参加了一次特殊的宴会，而宴会中最特殊的客人是一位来自苏格兰的海关职员。赴宴的其他人大多是英国的贵族、政府要员和业界巨子。当这位教授走下马车，步入客厅时，原本站在各处谈笑风生的绅士们，立即停止交谈，大家把目光都投向了这位来客，并纷纷站起向他致敬。这位年长的客人说：“先生们，请坐！”这时候，已经站在他身边的首相皮特认真地说道：“博士先生，您不坐，我们是不会坐下的。”这位来客名叫亚当·斯密。

我个人认为这个故事是中国人杜撰的（至少也做了很多添油加醋的改动），因为我从来没有找到过这个故事的英文版本。另外，故事里面也有很多硬伤，比如把亚当·斯密说成海关小职员，而他并没有担任过这个职务，他曾是大学教授，但是在发表了一本影响世界的书后，亚当·斯密就担任了苏格兰的关税部长，这可不是什么小官。不过不论真伪，皮特的确是斯密的忠实信徒，他虽然没有听过斯密的课，但是一生自称是他的学生。

这位亚当·斯密是何方神圣，能让皮特首相和英国当时所有的达官贵人对他如此敬重？他的英文名字叫 Adam Smith，斯密是清朝时对 Smith 的翻译，按照今天的翻



图 10.13 亚当·斯密的头像上了 20 英镑面值的钞票

译习惯，应该译成史密斯而不是什么斯密。但是，虽然现在重译的很多图书和文献把其他的斯密都改成了史密斯，但是这个斯密却没有改，因为他在经济学界名气太大，大家都知道他叫斯密，翻译成史密斯反而没有人知道了，因此人们一直将错就错。亚当·斯密可以算世界经济学史上最有名的经济学家了，他的巨著《国富论》可谓是经济学界的《自然哲学的数学原理》。

《国富论》所阐述的经济学的本质，是建立在亚当·斯密对人性极其深刻的洞察力基础上的。自《国富论》问世百年来，世界经济发生了巨大的变化，今天的工业和那个时代的工业已经鲜有交集，但是人性的优点和弱点依旧，我们在本系列第三册“伟大的博弈”一章中还会看到这一点。因此，虽然后世很多人试图超越亚当·斯密，包括大卫·李嘉图（David Ricardo, 1772—1823）、马克思和凯恩斯等等，但是他们的工作都是建立在《国富论》的基础之上的，就如同今天的电动力学、统计力学和量子力学都是建立在牛顿经典力学基础上一样。

亚当·斯密认为，人的社会活动尤其是经济活动是以谋求个人的利益为目的，虽然存在慈善，但不是社会生活的主流。亚当·斯密举了个通俗的例子来说明他的经济学观点：厨师、酿酒商和面包师为他人提供食物，不是出于仁慈，而是为寻求回报，有了回报他们才能满足自己的生活需要。亚当·斯密认为，虽然每个人在经济活动中考虑的是自己的利益，而不是对社会的影响和贡献，但是，就在每一个人都试图最大化自身利益时，

他们会被一只“看不见的手”牵着去实现一种超越他们本意的目的，最终让全社会获益。亚当·斯密所说的那只“看不见的手”就是经济学中所说的市场供求规律。当一种商品求大于供时，它的价格和利润就会上升，社会资源就会向这里倾斜，反之亦然，直到供求平衡。亚当·斯密认为在市场经济中，供求规律会创造出最高效的资源分配模式，并且朝着有利于市场经济的方向发展，创造出越来越高的生产力。在这个大前提下，政府应该少干预经济活动，因为人为的干预并不比那只看不见的手更高明。

在《国富论》中，亚当·斯密还阐述了分工协作对提高劳动生产率的重要性。虽然工厂主们已经自发地采用了这种方法来提高生产力，但是亚当·斯密是第一个从理论上对这种生产模式予以肯定的经济学家。他用了一个有关针的小例子很生动地说明了这一点。如果没有分工，我们一个人一天生产十根针都困难，但是，一个分工协作的小作坊，10个工人一天却能生产四万八千根针，劳动效率提高了几百倍。这也是当时占世界人口不到5%的英国能生产全球一半工业品的原因之一。随着《国富论》在世界范围内的流行，这种分工协作的生产方式成为了世界现代生产方式的主流。

在《国富论》中，另一个可能也是最重要的观点，就是劳动价值论。在亚当·斯密之前，很多人认为财富是资本或土地带来的，但是亚当·斯密明确指出，财富是劳动创造的。因此，一个国家要富强，关键在于要有能力创造财富，而不是拥有多少黄金白银。英国人正是走了劳动创造财富的道路，才最终成为世界上第一个全球霸主。继英国人之后，美国人、日本人、德国人和中国人都是走这条路，才相继成为经济大国。相反，靠采黄金，靠卖石油，虽然短期可以获利，但是从来都算不上什么经济大国。劳动价值论不仅是对劳动者的肯定，而且解释了商品价值的规律，即其中包含的必要劳动时间。

根据这些理论，亚当·斯密提出了一个全球贸易的战略——自由贸易，他认为，英国虽然可以持续地通过贸易保护主义、靠武力征服，来保持商业的垄断地位，赚取金钱，但是，选择了自由贸易，英国可以赚更多

的钱。因此，亚当·斯密认为英国应该开放市场，以换取世界上其他国家向英国开放市场。而且，亚当·斯密还认为如果英国人让别的国家有了钱，那些国家就能更多地购买英国的产品。这条原则成为后来全球自由贸易和经济一体化的理论基础。西方国家，尤其是美国和日本在中国改革开放初期，愿意帮助中国富裕起来，根本原因就是希望中国富裕起来后能够多买它们的商品，这实际上还是遵循亚当·斯密在两百多年前提出的经济学原理。亚当·斯密提出了一种让世界各国双赢的策略，而不是通过贸易保护或者制裁得到双输的结果。

在这样的前提下，亚当·斯密对政府的职责规定得非常清楚，那就是对外保卫国家，对内维持治安和司法，以及建设和经营公共工程。而对于经济生活，政府少操心为好。让商业发展的最好办法就是通过自由竞争，优胜劣汰。自由竞争这个今天已经被人所熟知的概念，是贯穿亚当·斯密的整个经济学理论的一条主线。今天，西方国家自由派经济思潮依然占上风，这可以追溯到亚当·斯密的时代。《国富论》中还有一些和经济学一般原理没有什么关系的内容，其中最重要的内容就是要重视教育。

自由贸易的推行和小威廉·皮特等人的努力也分不开。皮特精通国家财政，上台后通过对商品税率及国债利率的调整，几年内就填补上了英法七年战争以及美国独立战争中遗留的大笔财政赤字。18世纪末，欧洲对外贸易不再是从亚洲进口商品，而是把本国的商品卖到世界各地。在这样的大环境下，为了打开世界市场，小皮特解散了英国的东印度公司，将印度直接纳入英国殖民管辖，让所有英国公司（而不是东印度公司一家）都可以将货物卖到印度。他还开始了对澳洲的殖民。小皮特政府的一系列政策在执政时期刺激了英国私有企业的快速发展，使得英国最终成为世界的霸主，而小皮特也获得了英国历史上最杰出下议员的称号。从英国的光荣革命到维多利亚女王登基，大约又过了一个半世纪，在这一个半世纪里，英国完成了从重商主义到自由贸易国策的转变。

如果说荷兰人奠定了现代的商业基础，那么英国人则确定了现代经济和

商业的游戏规则。对比今天的经济现象，你会发现当今世界经济生活并没有跳出当年英国人确立的规则。今天，看不见的手依然在起作用；劳动分工更加细致，合作更加紧密；劳动者的作用越来越明显，用今天的名词这叫做人才战略；200年前的竞争让社会和经济变得更有活力，今天依然如此；政府的职能越来越像亚当·斯密描述的那样，保留了三个基本功能。贸易开始全球化，世界各国因此获得双赢。为什么英国人会统治世界，是因为他们确立了所有这一切。此外，英国还树立了一个保证国家可持续发展的政治制度的样本。英国自光荣革命以来，即使是在拿破仑战争期间，或者两次世界大战期间，都能保持政治的稳定以及权力的正常交接，这不能不说得得益于其政治制度的优越性。

一个奉行自由贸易的国家，要想走在世界的前列，前提条件是它能够比其他国家生产出更多、更好，同时还要更便宜的商品。英国人是怎么做到这一点的呢？这就不能不谈谈工业革命了。

#### 第四节 工业革命

人类活动首先离不开衣食住行，英国的近代化也是从这方面开始的，首先是解决国民的温饱问题。

我们在前面讲过，欧洲的农业长期落后于中国。不过，到了18世纪上半叶，英国农业开始快速发展，这是因为商品经济的发展导致农产品成为了商品，从而刺激了农民生产的动力。土地的所有者开始愿意向土地投资，以求赚取更多的回报。同时，一批中小自由农民上升成为农场主，他们的积极性非常高，悉心经营田庄。他们热衷于改良土壤、培育良种、开凿灌溉排涝系统。同时，他们还引进了东方农耕社会的传统耕作方式，比如垄耕种植法、施放肥料等，代替过去的撒播做法，有利于精耕细作。结果，在短短几十年间英国的农业收入上涨了四倍，养活了更多的人口，这为工业革命提供了条件。

除了吃，第二重要的就是穿，也就是纺织业。欧洲各国工业化都是从纺

织业开始的，15 世纪的意大利，16 世纪的荷兰和 17、18 世纪的英国无一例外。在 18 世纪 60 年代，纺织工人哈格里夫斯（James Hargreaves，1720—1778）发明了一种高效率的手摇纺织机，并以他的女儿珍妮的名字命名，这就是著名的“珍妮纺织机”。1785 年，一位对机械感兴趣的牧师卡特赖特（Edmund Cartwright，1743—1823）发明了水力织布机，使织布工效提高了 40 倍。到 1800 年，英国棉纺业基本上实现了机械化。在其他工业领域，随着工具的改进和采用水力做动力，英国的工业开始腾飞。但是，很快他们就遇到一个大问题，因为靠水力驱动的工厂只能建在河畔，而且水力也渐渐地不够用了。因此，解决新的动力就成了工业革命的关键。最终解决这个问题的，是一位英国技工詹姆斯·瓦特（James Watt，1736—1819）。

瓦特生于苏格兰第二大城市格拉斯哥，那一年正好是中国乾隆皇帝的元年（1736 年）。按照今天的说法，瓦特只能算高中毕业，因为他没有正式注册念过大学，虽然他学了很多大学的课程。瓦特的机械知识来源于很多地方，包括在工厂短期做工，在钟表店做学徒，以及后来在格拉斯哥大学负责修理教学仪器。他曾经修理过一个纽科门蒸汽机，这



图 10.14 格拉斯哥大学的钟楼



是世界上最早的蒸汽机，但是这个蒸汽机不仅笨重，而且效率非常低，除了用在矿井里，无法推广。瓦特对蒸汽机的兴趣就是从这时开始的，那时他刚 20 岁出头。瓦特经常到格拉斯哥大学听课，并与教授们讨论理论和技术问题，他改进蒸汽机的大部分理论工作都是在这所大学里完成的。这所大学还出了另外一位名人，就是前面我们提到的亚当·斯密。2011 年，我专门去参观了这所出了两位影响世界的大人物的大学，学校占地面积长不到一公里，三四百米宽，并不起眼，但是学术气氛却很浓。

瓦特很快获得了新的蒸汽机发明专利，不过设计出蒸汽机和制造出实用的机器还是两回事，他足足用了十多年时间才将自己的专利变成了真正实用的产品，这中间也是一波三折。为了研制蒸汽机，一开始他得到一位铁厂主约翰·罗巴克（John Roebuck，生平不详）的资助，但是资金依然不够，瓦特只好再兼职土木工程师的工作养家糊口。1773 年，罗巴克破产了，瓦特只好变卖家产还债，这一年瓦特的妻子也撒手人寰，留下六个未成年的孩子，瓦特的生活跌入了最低谷。这时，有人推荐他去俄国。

不过崇尚科技的英国还是把瓦特这位即将带来技术革命的发明家留了下来，因为当时在世界上，只有英国建立了一整套将发明转换为生产力的机制，而且有一个崇尚科学技术的社会大环境。英国是最早实行专利法的国家，早在 16 世纪就开始有专利申请，虽然一开始每年申请的专利数量并不多，但是到了 18 世纪便开始普遍起来。英国对专利的保护非常认真，这大大鼓励了当时欧洲的才俊集中到英国。英国对发明的保护和奖励，在全社会引发了一种对新发明和发明家狂热的崇拜。而这些崇拜者中，最虔诚的是那些工厂主。当时，英国知识阶层和工业界精英们探讨和交流新技术的气氛十分活跃。就在瓦特最为困难的时候，他所在的一个民间科技团体——“月光社”中的一个成员向他伸出了援助之手。这个人就是后来对世界工业革命产生了重大影响的马修·博尔顿——一位来自伯明翰的工厂主。

说到这里，我们必须介绍一下瓦特和博尔顿所在的月光社，因为这个规模不大的民间科技社团对工业革命乃至美国的崛起都产生了巨大的影响。月光社的创始人是英国科学家达尔文（他的职业是医生，但他其实是最早提出进化论假说的人，只是他没有证实。而写《物



图 10.15 伯明翰市的瓦特、博尔顿和默多克（瓦特的助手）镀金像，他们今天依然是伯明翰的骄傲

种起源》的那个查尔斯·达尔文是他的孙子）和工厂主博尔顿，他们认识并成为朋友原本是因为达尔文是博尔顿岳父母家的家庭医生。他们后来和一位机械师和钟表匠约翰·维特赫斯特（John Whitehurst）认识并开始在一起讨论科学问题。1758年，美国著名科学家和发明家、电的发现者本杰明·富兰克林来到伯明翰，经人介绍认识了这三个人，他们一起陪同富兰克林在英国旅行，并且一起研究电学、气象学和天文学。到此为止，这几个人还只是出于兴趣爱好研究和讨论问题而已，并没有正式结社。后来，在美国威廉·玛丽学院任教的威廉·斯莫尔教授（William Small，也是托马斯·杰弗逊的朋友）从美国回到英国，并经本杰明·富兰克林的介绍认识了博尔顿。斯莫尔在美国弗吉尼亚时和杰弗逊等人创办了一个学术小团体，因此他将伯明翰的这个小的学术圈子变成了一个学术俱乐部。因为当时没有路灯，他们经常在月圆的晚上聚会，故而取名月光社（Lunar Society）。接下来他们又发展了几位新会员，包括瓦特、普里斯特利（Joseph Priestley, 1733—1804）<sup>14</sup>和韦奇伍德等人。瓦特加入月光社是1767年的事情，也就是说，他和博尔顿是通过月光社认识的。月光社还有一位重要的成员，他就是后来的瓷器大王韦奇伍德，我们在

14

化学家，发现氧气助燃的原理，美国化学最高奖普里斯特里奖就是为了纪念他。

第一册“人造的奇迹”一章里讲过，韦奇伍德将瓷器制造业变成第一个采用蒸汽机动力的行业，这也跟月光社有关。月光社规模最大的时候有30多名成员，包括他们的后代，像小瓦特和小博尔顿，以及通信成员富兰克林、杰弗逊和著名化学家拉瓦锡（Antoine Lavoisier，1743—1794）等人。月光社对英国工业革命产生了巨大的影响，18世纪英国的名人传记中或多或少都会提到月光社。

现在回过头来讲瓦特。虽然当时他已经不名一文，但是他的专利的重要性显而易见。因此，在瓦特最困难的时候，马修·博尔顿做了一个重大决定，这个决定挽留住了原本打算去俄国的瓦特。博尔顿当时有一家上千人的五金工厂，是一位很成功的企业家，但是当他看到动力成了工业快速发展的瓶颈时，决定放弃五金业，转而与瓦特合作，研制和制造蒸汽机及加工用的机械。这是一个非常富有远见但是也颇为冒险的决定。试想一下，温州一个颇为成功的五金公司老板，今天是否愿意放弃已有的生意，转而从事最先进的科技产品的研发和生产呢？博尔顿在写给瓦特的信中表明了自己的决心：“我将为蒸汽机的诞生创造一切条件，我们将向全世界提供各种规格的发动机，您需要一位助产士来减轻负担，并且把您的产儿介绍给全世界。”最后，博尔顿花了1200英镑买到了罗巴克手中的那一部分专利份额，从此，他和瓦特就开始了他们改变世界的天作之合。

瓦特和博尔顿二人性格非常互补，瓦特才华横溢，心思缜密，逻辑性非常好，但是有时缺乏耐心，容易着急。而博尔顿则相反，他天性乐观，善于为人处世，有激情也有毅力，每次在瓦特快要放弃时，他总是鼓励瓦特说，可能再来一次我们就成功了。8年之后，也就是1781年，瓦特制造了从两边推动活塞的双动蒸汽机，又称万能蒸汽机，这种原理的蒸汽机一直用到了今天。1785年，瓦特被选为英国皇家学会会员。后来博尔顿和瓦特合伙的公司将蒸汽机卖到了全世界，加上专利转让的收入，瓦特晚年非常富庶。

新式万能蒸汽机能在那个时代，在英国由瓦特发明，是很多机缘巧合的必然结果。我们前面谈到了英国的专利制度和对发明的重视，博尔顿的配合固然也是一方面原因，然而最重要的是，瓦特开创了与前人不同的发明创造的方式。在工业革命之前，人类几千年的文明史上，科技的进步大抵遵循这样一个过程：从劳动中获得经验，根据经验改进工具、发明创造，再根据发明创造提炼出技术，最后从技术里总结出科学的原理，这个过程非常漫长，通常要走很多弯路才能找到真正解决问题的方法。在瓦特之前，有一种笨重而效率低的纽科门蒸汽机已经使用了50年，其间很多能工巧匠试图改进它，但都没有成功。而瓦特的做法正好相反，为了对旧时的蒸汽机进行脱胎换骨的改造，他系统地学习了数学、力学、化学和热力学，做了很多实验，并且仔细计算过热能转化成机械能效率的问题，然后才着手改进蒸汽机。对瓦特影响最大的一本书是牛顿的《自然哲学的数学原理》。以牛顿为代表的近代科学诞生以后，人类社会开始飞速发展。后人这样评价这两位英国杰出人物：牛顿找到了开启工业革命大门的钥匙，而瓦特拿着这把钥匙，开启了工业革命的大门。因此，后世评价瓦特为工业革命之父。

万能蒸汽机发明后，韦奇伍德首先将它应用于瓷器的生产中，人类历史上第一次出现了一种商品供大于求的情况。接下来，蒸气机被广泛应用于采矿、纺织和冶金。1807年，美国发明家富尔顿研制出采用蒸汽机动力的蒸汽船，行驶在哈德逊河上，从此，运输业开始迈进蒸汽动力时代。1810年，英国工匠史蒂芬森开始研制蒸汽机车，也就是今天我们说的火车。1825年，由史蒂芬森设计的火车在他铺设的铁路上以24公里/小时的时速运载450名旅客（到终点时旅客人数达到了近600人）从达灵顿驶到斯托克，从此开创了铁路运输历史。在瓦特蒸汽机发明后短短的半个世纪里，英国不仅成为世界第一工业大国，也成为了全球性的帝国。英国利用自身首屈一指的工业优势，积极推行自由贸易政策。它率先取消贸易限制，通过开放自己的市场来换取国外市场，从而建立起了全球自由主义的经济体系，“英国制造”走向了全世界。



图 10.16 在伦敦水晶宫举行的第一届世界博览会

1851年，英国为了展示其工业革命的成功，在伦敦市中心举办了第一届世界博览会（今天叫 EXPO，当时叫 Great Exhibition）。和历届博览会都会修建一些标志性建筑一样，这次博览会的标志性建筑是著名的水晶宫，它长达 560 多米，高 20 多米，全部用玻璃钢架搭成，占地 37000 多平方米，里面陈列着七千多家英国厂商的产品和大约同样数目的外国商家展品。英国的展品几乎全部是工业品，包括机车等大量以蒸汽为动力的机械，而外国商家则几乎全都陈列的是农产品和手工产品。当时英国的女王维多利亚参加了开幕典礼，看到琳琅满目的展品后，只是不断地重复一个字“荣光”（Glory）。就连英国的幽默杂志 *Punch* 也评论说，“这是人类历史上最隆重和喜悦、最美丽和辉煌的展览”。（The grandest and most cheerful, the brightest and most splendid show that eyes had even looked on since the creation of the world.）

这届博览会向全世界宣告了英国黄金时代的到来，从伊丽莎白一世到维多利亚，英国这个只有地球陆地面积的千分之二，人口在当时只有世界百分之一的“小国”，经过两百多年的努力，成为有史以来全球第一个超级大国。英语也取代了法语，成为世界各国交流的中间语言。在这两

百多年的时间里，英国人首先解决了政体的问题，接下来解决了全球商业的秩序问题，而工业革命则是在这两个任务完成之后的事情。如果从工业革命算起，英国人只用了半个世纪就成为了世界超级大国。

一个世纪后，英国将世界的主导权让给了它的同族兄弟美国，后者不仅继承了前者的各种传统，还继承了荷兰人喜欢在资本市场冒险的特点。相比荷兰和英国，美国在社会公平性方面更前进了一步，这保证了它的经济有更长远的发展。

## 结束语

荷兰、英国和美国崛起并主导世界长达四百多年，从近代到现代的世界历史，很大程度上就是这三个国家的历史。这其中因素很多，并非任一单一原因可以解释。人们一般会把某大国的崛起归结为国家（军事的）强大、经济发达、政治稳定，以及国民和政府之间的相互信任，等等。但是这些都不是荷兰、英国和美国主导世界最根本的原因，这些因素可以建成一个强大的国家，却不能保证主导世界。荷兰和英国首先解决了政治体制问题，相比当时另外两个殖民大国葡萄牙和西班牙，荷兰和英国首先赢在了体制上，这种政治体制不仅沿用至今，而且还在世界上得到普及。我们可以给这种体制找出很多毛病，但是既然它已经被全世界大部分国家所接受，那么英国和荷兰主导了世界上大部分的事务，也在情理之中。

当然，今天很多人会强调创新在国家发展中的重要性，不过思想的创新比技术的创新更重要。17世纪，荷兰率先崛起，靠的是他们创造出的一系列现代商业法则和金融制度，这包括信托责任、联合股份公司、股票交易所、现代银行和信用制度。英国不仅继承了这一切，而且通过推行自由贸易，建立起全球的市场，虽然这项工作后来是由美国主导，到了21世纪才完成。对于经济活动，英国人将原先需要通过权力来管理和经营的工商业变成了市场经济，让从业者自由竞争，通过看不见的手来调节。

在英国极盛时期坐上王位的维多利亚女王，在位时间长达 64 年之久，在这半个多世纪里，她除了养育了一大堆子女，让其后代遍及欧洲各个王室，几乎从不过问国事。而恰恰是这位什么都不做的女王，开创了让英国人自豪的维多利亚时代，因为她让那只看不见的手在发挥力量。

无论是荷兰、英国还是后来的美国，都做到了在国家崛起的同时，带来全民的富裕，这是这几个国家长期繁荣的保障。相比之下，西班牙和葡萄牙的大航海和殖民，并没有给民众带来什么实惠，因此这种繁荣难以持久。美国作为荷兰人和英国人殖民的国家，在维护社会的公平性上，比这两个欧洲的祖宗更进了一步。为了保证公平竞争，美国人在英国祖先制订的游戏规则的基础上，加入了反垄断的政府监管，这才使得美国不断地有新兴企业快速成长为跨国公司。1901 年，老罗斯福总统（西奥多·罗斯福，Theodore Roosevelt, 1858—1919）上任伊始，他就要求国会立法，对托拉斯的经营活动给予合理的限制，并发起 44 起针对大型垄断企业的诉讼，最终导致了洛克菲勒石油帝国的解体。洛克菲勒至死都没能明白，他不断地唠叨，自己为美国获得了全世界的石油资源，而且一生行善，为什么还要受到这样的处罚。这是因为他破坏了自由竞争的公平性。

自美洲新大陆被发现以来，真正意义上世界范围内的强国只有荷兰、英国和美国这三个海权国家。法国、德国和前苏联这样的陆权国家，从未成为全球范围内的第一强国。荷、英、美三国政治和经济制度一脉相承，在市场经济的发展过程中进行了交接棒式的继承和创新，并不断完善相应的法律制度。今天，就某项改变世界的发明来说，我们可以找到任何国家的重要发明。但是，今天的全球经济和贸易体系以及商业规则，则是这三个国家创立的。虽然大英帝国武力不再，但是全球经济和贸易体系还在，各国还在努力融入其中，这可能是英荷统治世界的根本原因。

## 附录 大航海时代以来大事记

- 1498, 葡萄牙人达·伽马绕过好望角到达印度, 开辟了利润丰厚的香料航线
- 1511, 葡萄牙人占领新加坡, 控制了马六甲海峡
- 1519, 西班牙国王查理一世继承了神圣罗马帝国的帝位, 并顺理成章地成为了荷兰的统治者
- 1533, 西班牙人皮萨罗灭亡印加帝国, 抢走了几吨黄金
- 1536, 英王亨利八世脱离罗马教廷, 将英国教会变成新教的一支——英国国教
- 16世纪30—40年代, 西班牙人在美洲发现多处大银矿和金矿, 在之后的一个世纪里, 他们从美洲带走近两百吨黄金和近两万吨白银
- 1558, 英国女王伊丽莎白一世即位
- 1568—1648, 荷兰独立战争(八十年战争), 1648年荷兰获得独立
- 1580—1640, 葡萄牙王国并入西班牙
- 1588, 英国打败西班牙的无敌舰队
- 1602, 荷兰东印度公司成立
- 1609, 荷兰阿姆斯特丹银行成立, 同年荷兰东印度公司开始在日本开展贸易
- 17世纪初, 股票交易所在荷兰出现
- 1624—1662, 荷兰人占据了中国的台湾
- 1652, 荷兰人占领了南非并建立了重要的港口开普敦
- 1652—1784, 英国和荷兰爆发了四次战争, 争夺世界贸易权
- 1687, 牛顿出版科学巨著《自然哲学的数学原理》
- 1689, 英国完成光荣革命, 从此成为民主的资本主义国家
- 1763, 英国在七年战争中战胜法国, 获得了北美大量的殖民地
- 1776, 英国在北美的殖民地宣布独立
- 亚当·斯密出版了经济学巨著《国富论》
- 同年瓦特改进了蒸汽机
- 1813, 英国人史蒂芬森发明了火车
- 1825, 世界上第一条商业化的铁路达灵顿铁路建成
- 1851, 第一届世界博览会在英国伦敦的水晶宫开幕
- 19世纪80年代, 美国开始了电气时代
- 1901, 西奥多·罗斯福成为美国总统, 美国开始了反垄断的风潮, 并且开始改善劳资关系



## 参考文献

- 1 Ian Morris. 为什么西方统治世界 ( *Why the West Rules - for Now: The Patterns of History, and What They Reveal About the Future* ). Picador, 2011.
- 2 亚当·斯密. 国富论. 唐日松, 译. 华夏出版社, 2005.
- 3 David Hume. 英国历史 ( *The History of England* ). 亚马逊免费电子书. <http://t.cn/8sDA6Ms>
- 4 Thomas Colley Grattan. 荷兰历史 ( *Holland The History of the Netherlands* ). 亚马逊免费电子书. <http://t.cn/8sDAa8g>
- 5 Kelly Knauer. 时代周刊副刊·大发现 ( *TIME Great Discoveries: Explorations that Changed History* ).

# 第十一章 谈出来的国家

## 美国的建国过程

在美国首都华盛顿特区的中心地带（习惯上称为 Mall），耸立着一座高 555 英尺（约合 170 米）、类似古埃及方尖碑的建筑，这就是美国开国元勋、第一任总统乔治·华盛顿（George Washington, 1732—1799）的纪念碑。纪念碑内部中空，内有电梯直通顶端，俯视整个华盛顿特区。透过电梯透明的内墙，可以看到美国各州和世界各国颂扬华盛顿的文字，其中中国的文字颇有意思，碑上刻着“大清国浙江宁波府铸”，碑文如下（摘自清代道光年间福建巡抚徐继畲所著的《瀛寰志略》）：

“华盛顿，异人也。起事勇于胜广，割据雄于曹刘，既已提三尺剑，开疆万里，乃不僭位号，不传子孙，而创为推举之法，几于天下为公，皜皜乎三代之遗意。其治国崇让善俗，不尚武功，亦迥与诸国异。余尝见其画像，气貌雄毅绝伦，呜呼，可不谓人杰矣哉！米利坚，合众国以为国，幅员万里，不设王侯之号，不循世及之规，公器付之公论，创古今未有之局，一何奇也！泰西古今人物，能以华盛顿为称首哉！”

翻译成白话文，大意是这样的：

“华盛顿是个非凡的人。他造反精神超过陈胜吴广，在地方割据称雄赛过曹操和刘备，手持三尺长剑（作者的想象），开疆万里，却不为自己设立皇位名号，不传位给子孙，而创造了推荐选举的办法，将天下看成是民众的，简直有尧舜禹上三代贤王的风尚。他治国崇尚礼让善待百姓，不崇尚武力，也和各国不同。我见它的画像，气度非凡，形容刚毅绝伦，



图 11.1 华盛顿纪念碑

哦耶，不能不说是人杰啊！美利坚，通过合众而立国，幅员万里，不设王侯的封号，不采用世代继承的规矩。国家交给民众，创造了以前所没有的格局，是何等了不起啊！西方古今的人物，怎能不以华盛顿为第一人？”

作为美国的开国元勋和第一任总统，华盛顿是那个时代美国社会精英的杰出代表。

但是，美国的开国靠的是一大批杰出人物，而不只是一个华盛顿。这批人被美国人称为“国父们”。从广义上讲，“国父们”包括签署独立宣言的所有代表；而在狭义上，通常是指比较有名的本杰明·富兰克林（Benjamin Franklin，1706—1790，美国宪法的主要起草者）、托马斯·杰弗逊（Thomas Jefferson，1743—1826，独立宣言的起草者、美国第三任总统）、约翰·亚当斯（John Adams，1735—1826，美国第二任总统）、詹姆斯·麦迪逊（James Madison，1751—1836，美国宪法之父，美国第四任总统）和亚历山大·汉密尔顿（Alexander Hamilton，1757—1804，美国第一任财政部长，美国金融体系的创立者）等人。把上面徐继畲对华盛顿的颂扬放在其他人身上，同样适用。正是靠他们的民主作风和无私精神，美国才能成为西方民主国家的典范，并保证了连续两个多世纪的强大。

华盛顿等人不仅创造了一种新型的国家——它的权利由民众共享，内部

各个原先的殖民地（后来的州）高度自治，而且开创了以和平方式而不是武力来协调各个地区、各个利益集团之间的权益，然后在此基础上建立共和国的先河。美国的国父们能够做到这一点，与他们个人的理想、品德和教养有关，与法国启蒙运动有关，也与当时北美殖民地的大环境有关。人的因素、时代的因素和地域的因素结合在一起，创造了美国的立国奇迹。现在，就让我们来看看这些国父是些什么样的人。我们不妨从年龄最长的本杰明·富兰克林说起。

## 第一节 本杰明·富兰克林

若要了解美国的历史、政治、文化和价值观，必须好好了解本杰明·富兰克林。

网络上有这样一个传说，说本杰明·富兰克林有两块墓碑，一块是按照他自己的意思立的，上面写着“印刷工本杰明·富兰克林”；另一块是民众给他立的，上面写着“从苍天处取得闪电，从暴君处取得民权”等颂词。这个说法不是很准确，不过大致描述清楚了富兰克林是个什么样的人。确切地讲应该是这样的——富兰克林曾经说过，希望自己的墓志铭写为“印刷匠本·富兰克林的遗体长眠于此。他像一本旧书的封面，内容被撕去，字母与烫金已经脱落，只能躺在这里供虫子吞噬。”不

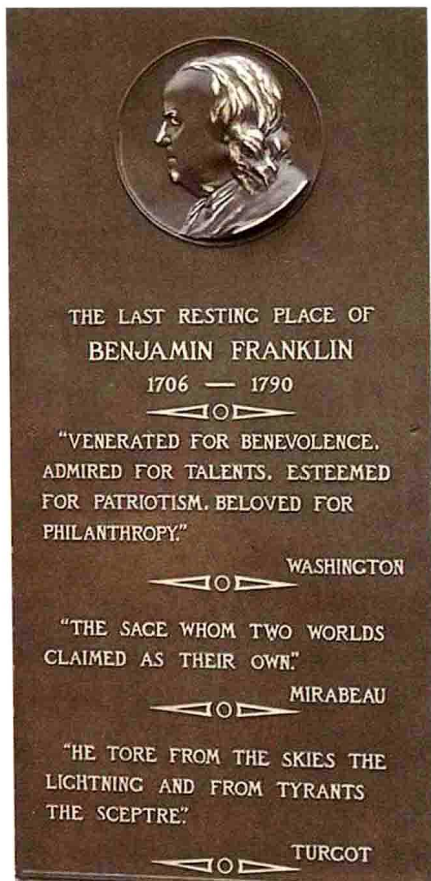


图 11.2 富兰克林的墓碑

过，最后他可能改变了主意，他的墓地像一本打开的书，墓碑上简单地写着他和他妻子的姓名。在他的墓前，有一块很小的纪念碑，上面刻有华盛顿和杜尔哥（Anne-Robert-Jacques Turgot, Baron de Laune, 1727—1781）对他的赞颂，其中杜尔哥对他的评价就是上面那句“从苍天处取得闪电，从暴君处取得民权”。似乎很少有人质疑上面那个不准确的传说，我想这应该是因为它的描述恰好与富兰克林谦逊而伟大的为人一致。

## 1.1 童年

本杰明·富兰克林的祖上是清教徒，属于一般的自由民，并不富裕。17世纪，英国迫害非“国教”的信徒（虽然他们同信基督教），因此很多清教徒便逃到了北美，富兰克林的父亲约瑟和第一任妻子带上他们的三个孩子移居波士顿，然后又生了四个孩子。约瑟在第一任妻子过世后，再娶的妻子艾比亚在波士顿生下富兰克林，两人又总共生了10个孩子，这样家里一共有17个孩子。不过，可能是因为孩子们年纪相差太大，因此，在富兰克林的印象中，最多有13个孩子同时在家里。富兰克林是家里最小的儿子，下面只有两个妹妹。全家的生活可以用一个词概括——清贫。富兰克林家中的一些决定都和他们的经济条件有关。

富兰克林的哥哥们到了十几岁就都出去学各种各样的手艺了。而作为小儿子，他原本是要被作为“什一奉献”送给教会的。（传统的基督教讲究教徒要将任何财产的十分之一送给教会，比如说钱财收入的十分之一要交给教会，牛羊等牲畜也是如此，如果孩子多，也要将孩子送给教会，将来让孩子做牧师。）因此，他没有像哥哥们那样去学手艺。富兰克林从小就非常聪明，他父亲的朋友们都说要是让他读书，这个孩子将来一定有出息。于是在八岁时，富兰克林被送到法语学校读书。他后来代表美国出使法国，并且取得了了不起的外交成就，或许就是因为这个时候打下的法语基础。富兰克林在学校里渐渐成了班上的优等生。但是由于家里人口多，负担不起他读大学的费用，富兰克林的父亲因此改变初衷，把富兰克林送到一所算术学校，这样他将来能作为帐房先生养活自己。可是算术显然不是富

兰克林的特长，他考试不及格，在10岁这一年又被父亲接回家来，帮助打点家里的蜡烛和肥皂生意。这样算下来，富兰克林一共只接受了不到三年的正规教育。他的父亲原本打算让他一辈子做蜡烛肥皂匠，但富兰克林根本不喜欢这个行业，而是梦想成为航海家。他父亲对他这种奇怪的想法非常不赞同，还是希望他将来有一份在陆地上的工作，可以养家糊口，因此经常带他去散步，看这样那样的手艺活，比如木匠、泥瓦匠，等等。富兰克林对这一切都非常好奇，他会留心观察工人是如何工作的，这种细心观察的习惯让他受益一生——富兰克林不仅从观察中学到了很多东西，还对做实验产生了兴趣。

富兰克林幼年养成的另一个习惯也让他受用终身，那就是从小爱好读书。他虽然没有多少钱，却把全部零用钱都花在买书上。其中一本名为《论行善》的书，影响了他一生。因为爱读书，所以他最初选择了做印刷工，而他的师傅兼老板就是他同父异母的兄长詹姆斯。读者读到这里时，可不要以为他像今天中国的好些年轻人那样，在家族企业中当着二老板的差事。他其实完全是他兄长的学徒兼包身童工。他们兄弟之间签了一份合同，合同规定富兰克林要干到21岁，而当时他只有12岁。富兰克林在自传中没有感谢过他的这位兄长，因为这位兄长不但没有照顾弟弟，还经常打他，这让富兰克林一辈子对暴力都非常反感，并最终起来反抗暴力。

不过，在印刷厂当学徒的好处就是能读到大量书籍，同时他利用晚上的时间开始学习写作。富兰克林非常用功，他在工作之余自学写作。他的兄长当时除了接一些印刷的活，还出版一份当地的报纸，当然在报纸上写文章的都是当地的名人。富兰克林也想在报纸上发表文章，但知道他兄长肯定不会给他刊登的。于是，他就在夜里将写好的稿子悄悄从门缝中塞到兄长家，当然署的是假名了。他兄长觉得这些文章写得非常好，以为是哪个不愿意透露姓名的乡绅所写，就给刊登了出来。这样，富兰克林的文章便不断地发表在当地的报纸上，没有人能看出这些文章出自一个十几岁的孩童，直到最后他自己说破。

富兰克林的成功并未让他的兄长感到高兴，在他兄长看来，他们兄弟间是师徒以及老板和雇员的关系。而富兰克林则一直想尽早终止这种师徒合同，最后在他17岁那年，他兄长遇到生意上的麻烦，这样他终于自由了。但是，他兄长禁止他在波士顿找工作，于是富兰克林不得不辗转来到费城。在费城，富兰克林开始了他的成功旅程，并且在这里度过了他的一生。

## 1.2 社会责任

当时费城的印刷业比波士顿落后很多，富兰克林原本就是个熟练工，于是又找了份印刷工的工作。除了工作，他最愿意做的事情就是读书和结识读书人。随着他在行业里知名度的提高，一些上层人士，包括宾夕法尼亚州（费城所在的州）的州长，都鼓励他自己开业，但是他得不到家人特别是他父亲的支持，这事儿只好一拖再拖。后来他又辗转到了伦敦，在一家印刷厂工作。最终在一名商人帮助下，回到费城开办了自己的印刷公司。他的公司承接各种印刷业务，这是他谋生的手段，同时他也借此自办报纸，发表自己的文章，靠着这些报纸和文章，他开始在社会上有了名气，并且受到民众相当的尊重。

富兰克林喜欢读书，并有强烈的求知欲，读书和求知贯穿了他的一生。书在当时可不像现在这么便宜，而且不是随处都买得到，因此，即使是富有的家庭藏书也有限。在英国期间，富兰克林曾向一位藏书大家一次性支付过一笔钱，以获得随时在他们家借书的权利。在费城，他周围聚集了一批读书的朋友，他建议大家把各自的藏书拿出来免费分享，后来在此基础上建立了费城第一个公共图书馆。北美的其他一些城市后来也效仿他的做法。这一年富兰克林还不到30岁。

富兰克林热衷于为社区工作并且着力于改善社区。除了创建美国第一家公共图书馆，富兰克林还为社会做了许多事，其中不少都是美国第一。我们不妨看看他所做的工作。

### 1. 建立消防队。

从殖民时期至今，美国城市里的大部分房屋都是木质结构的。在富兰克林生活的年代，全美国都没有任何防火措施（也不懂得安装避雷针，因为这是富兰克林后来的发明），因此，城里火灾不断，这对当时刚刚在新大陆安家的移民们来讲简直是灭顶之灾（即使放在今天也是重大灾难），于是富兰克林在 1736 年组建了北美第一支消防队，队员全是志愿者。

### 2. 创办大学。

当时殖民地的教育是个大问题，整个北美殖民地只有三所大学（哈佛大学、威廉-玛丽学院和耶鲁大学），从纽约到马里兰的广大地区没有一所大学。富兰克林决定创办一所大学，为当地人提供教育，也为他自己搞科学研究提供方便。1743 年，他开始筹建“青年教育学院”，八年后学院成立，这就是今天世界著名大学之一、常青藤名校宾夕法尼亚大学的前身。与此同时，他开始研究电及其他科学问题。

### 3. 建立医院。

1851 年，富兰克林和托马斯·邦德在费城建起了美国第一家医院——宾夕法尼亚医院。起初，他们的宗旨是让穷人有地方看病。这所医院至今依然遵循富兰克林他们定下的这个宗旨，它

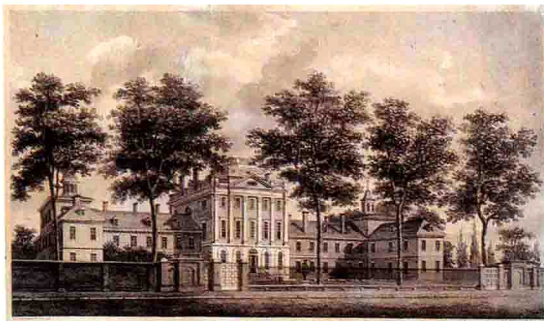


图 11.3 富兰克林建立的宾夕法尼亚医院

更像是一个城市社区医院，而不像后来著名的约翰·霍普金斯医院和麻省总医院那样，以研究最先进的治疗方法为主。

在美国建国的国父们中，富兰克林无疑是对他周围的居民直接贡献最大的。



### 1.3 科学家

由于生意上的成功，富兰克林到了40多岁就挣足了够花一辈子的钱。用今天的话讲，就是财务自由了。以他的聪明才智，他原本可以更加富有，但是他志不在此，而是有志于为公众服务和进行科学研究。因此，他从1748年起，就把生意交给别人打点，专注于科学研究和为公众服务。富兰克林非常爱学习，虽然只上过三年学，但是靠自学通晓了法文、意大利文、西班牙文及拉丁文。通过学习，他广泛接受了世界科学文化的先进成果，为自己的科学研究奠定了坚实的知识基础。

富兰克林在科学上最重要的贡献是证明了雷电和电是一回事，发现了电荷守恒定律，并且发明了避雷针。

富兰克林进行雷电实验的故事，至今仍被人们津津乐道。人类注意到摩擦可以产生静电是很早以前的事情。最早的记载来自于希腊的学者泰勒斯（Thales，前640—前546），他发现皮毛和琥珀摩擦以后，琥珀会吸住像羽毛一类的轻微物体，假若摩擦时间够久，甚至会出现火花。不过，



图 11.4 画家笔下的富兰克林的雷电实验（收藏于费城艺术馆）

几千年来，人类对电的了解甚少。在富兰克林时代，欧洲的科学家们开始关注电并且发现电有两种（玻璃电和琥珀电），还发现了两种电可以互相抵消，以及电可以传导等现象。电火花和雷电有无相似之处，没有人知道（或许以前做这个试验的人运气不好）。富兰克林想证实的一件事就是：到底雷电和电是不是一回事。

当时，飞得最高的物体莫过于风筝。富兰克林决定用风筝“取

电”。他制作了一个特殊的风筝，风筝上绑了一根金属棒，在手握的轴上拴着把钥匙，然后用一根细铁丝连接金属棒和钥匙。在1752年的一个雷雨天，富兰克林和他的儿子威廉一道把这个特殊的风筝放上高空，静候闪电的到来。当一道闪电从风筝上掠过，富兰克林用手靠近钥匙，立即感觉到一阵恐怖的麻木感。他抑制不住内心的激动，大声呼喊：“威廉，我被电击了！”（富兰克林的这种做法非常危险，1753年，俄国著名电学家利赫曼为了验证富兰克林的风筝实验，不幸被雷电击死。）随后，他又将雷电引入莱顿瓶中——在本书第十四章“闪烁的能量”中对此会有详细的介绍。简单地讲，莱顿瓶是当时做电学试验使用的存储静电荷的玻璃瓶，瓶子内外壁均贴有很薄的银箔，把摩擦起电装置所产生的电用导线引到瓶内的银箔上，并将瓶外壁的银箔接地，这样就可以使电在瓶内聚集起来。回到家后，富兰克林用收集到的雷电做了各种电学实验，证明了天上的雷电与人工摩擦产生的电性质完全相同。富兰克林把他的实验结果写成一篇文章发表，从此在世界科学界名声大噪。英国皇家学会给他送来了金质奖章，聘请他担任会员（今天人们更习惯称皇家学会会员为“英国皇家学院院士”）。除此以外，哈佛大学和耶鲁大学都授予他名誉学位，牛津大学授予他名誉博士。富兰克林后来还写了很多关于电学的论文，他的主要发现包括：

1. 电是单向流动（而不是先前认为的双向流动），并且提出了电流的概念；
2. 合理地解释了摩擦生电的现象；
3. 提出电量守恒定律；
4. 定义了我们今天所说的正电和负电。

这些发现足以让富兰克林在近代物理学中占有一席之地，但是富兰克林并不是一个坐在书斋里的书虫，他搞科学研究，很重要的目的是改良社会，改善人们的生活。弄明白雷电的性质后，他发明了避雷针。当雷电袭击房子时，避雷针会将电流引入到大地中，房屋建筑因此能避开雷击，

完好无损。1754年，避雷针开始在费城投入使用，但是当时很多人并不接受，害怕它会引起灾害，因此，总有人会在晚上偷偷拆掉避雷针。然而，在一场雷阵雨中，没装避雷针的大教堂被雷电击中着火了，而装有避雷针的高层房屋却平安无事。事实教育了人们，使人们相信了科学。不久，避雷针相继传到英国、德国、法国，最后普及到世界各地。

富兰克林在当时的科学界很活跃，他和英国的许多科学家，尤其是月光社的成员频繁来往和通信。他无疑是那个年代美国最有影响力的科学家和发明家。

#### 1.4 政治家和外交家

富兰克林一直热衷于公共事务，并且尽他所能为大众服务。1736年，31岁的他开始担任宾夕法尼亚州议会秘书。第二年，他担任了费城邮政局副局长，后来又担任北美邮政总局副局长。但是，富兰克林真正把主要精力花在政治和外交上，是在北美独立运动开始以后。关于美国独立的过程我们下面再讲。

1754年，作为宾夕法尼亚州的首席代表，富兰克林参加了在纽约州奥尔巴尼市举行的殖民地大会，在会上他提出了各殖民地联合的计划，但是当时条件并不成熟，因此，没有人关注他的提议，不过他的这些想法后来不少被写进了美国宪法。从1757年到1775年，富兰克林作为北美殖民地代表多次到英国谈判。1757年，宾夕法尼亚州议会派他去英国解决一起有关土地征税的争端。当时佩恩家族（Penn Family），即宾夕法尼亚州的领主拒绝为他们占有的大片土地缴税，州议会派富兰克林去宗主国英国，让英国出面解决。富兰克林原以为很快就能办完事回国，但是不曾想在英国一呆就是五年，而且由于在英国缺乏有影响力的朋友，他这事儿没有办成。这件事，还让他和佩恩家族结下了梁子。佩恩家族极力想要毁掉他的政治前途，以至于他在1761年的州议会选举中落选，而此前，他已经连续14年担任州议会的议员。

宾夕法尼亚州的有识之士决定再次向英王请愿，把宾夕法尼亚变成英国的直辖殖民地而不是佩恩家族的领地，从而永久地剥夺佩恩家族对宾夕法尼亚州的控制权。尽管富兰克林已经不是议员，可州议会还是委托他前往英国交涉。就在富兰克林到了英国以后，宾夕法尼亚有一件更大的事情需要他和英国交涉，这就是后来导致北美独立的英国《印花税法案》。英国在本土早就开始征收这项税，富兰克林以前也建议在殖民地征收这项税，但是英国政府对英国本土人民和殖民地人民区别对待：英国本土的人民交了税就能享受相应的权益，而殖民地的人民却只有纳税义务，没有相应的权益。因此，到了1765年，《印花税法案》在北美殖民地引起了骚乱，民众纷纷发表激烈的演讲，反对并斥责英国政府的这一专制行为。由于富兰克林曾建议征收印花税，不少人认为富兰克林是《印花税法案》的罪魁祸首之一。在富兰克林位于费城市市场街的寓所，他妻子的人身安全受到威胁。

到此时，富兰克林和大部分殖民地的居民一样，还认同自己是英国人，因此一开始他企图与英国政府达成某种妥协，但英国执政者置之不理。后来，随着北美反对印花税的呼声越来越高，富兰克林转向主张必须废除这一法案。1766年2月13日，富兰克林来到英国的下议院陈述废除《印花税法案》的理由。在长达4小时的时间里，富兰克林答复了下议员们提出的上百个问题，他口若悬河，有理有据，完全主导了这次辩论。后来英国学者伯克描述了这次辩论会，说富兰克林就像是一位大师在回答一群学生的提问。几星期后《印花税法案》被废除，这一次，北美殖民地的人把富兰克林视为英雄。

但是，英国并没有放弃向殖民地征税的想法。不久，英国政府又搞出来新的税种。为了强制征税，英国甚至派遣部队进驻北美，所产生的费用由殖民地居民承担。紧接着，波士顿民众和英国士兵之间发生了口角和殴斗，最终导致5人丧生，这在历史上被称为“波士顿大屠杀”。我第一次到波士顿时，当地人介绍说有一个“大屠杀博物馆”可以去看看。我听到这个博物馆的名字，以为是像南京大屠杀或者波兰卡廷大屠杀那

样死了许多人，结果一看，一共是5个丧生者。波士顿人依然牢记此事，除了珍爱生命之外，主要因为这是美国独立战争的导火索之一。不过到了这会儿，富兰克林仍想缓和殖民地与英国之间的紧张关系，而不是闹独立，他还认同自己是英国人。殖民地同胞批评他过于倾向英国，而英国人却谴责他过于维护殖民地的利益。但是，后来发生的一件事让他和英国彻底决裂了。

富兰克林在伦敦了解到，原来这些英国部队都是马萨诸塞州州长哈钦森（Thomas Hutchinson，1711—1780）要求部署的，此人是彻头彻尾的英国铁杆。富兰克林给马萨诸塞州的一些议员看了哈钦森和英国通信的信件。他的本意可能是让这些议员自己清楚就好，不要公开出来。可是，这种事情从来都无法保密，信件的内容被殖民地的民众得知后，自然在波士顿等地引发了一场轩然大波。愤怒的波士顿民众请愿要求罢免哈钦森，富兰克林成为他们的请愿代表。这件事传回到伦敦后，也引起了一场混乱，下议院召开了关于富兰克林泄密的听证会。在一个半小时的听证会里，富兰克林站在下议院接受英国人的训斥和肆意恶毒的人身攻击。听证会结束后，富兰克林镇静地走了出来，一语未发。这件事是他人生的一次重要转折，用他自己的话讲就是：走进下议院时还是个忠诚的英国人，但是离开时却成了纯粹美国人。

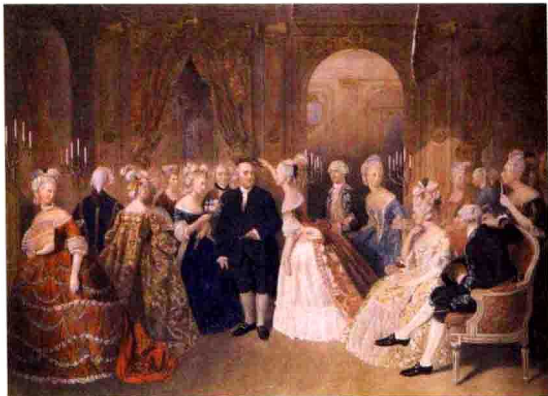


图 11.5 富兰克林在法国非常受各阶层人的欢迎

1775年4月19日，英国和北美殖民地的矛盾终于上升为列克星敦的武装冲突。5月10日，第二届大陆会议在费城召开。富兰克林代表宾夕法尼亚州参加了会议，并且和约翰·亚当斯一起协助托马斯·杰

弗逊起草了《独立宣言》。之后，也就是在1776年，已经70高龄的富兰克林又远涉重洋出使法国，为北美争取法国的支援。在法国，他受到社会各阶层的欢迎，有些法国贵族和富商家里甚至流行以富兰克林的画像装饰画廊。他的这次出使十分成功，缔结了法国和美国的军事同盟，在美国独立战争中，法国派到北美和英国人作战的军队比华盛顿指挥的联军还要多很多，而且装备精良，成为美国独立战争的主力军。1787年，富兰克林参加了制宪会议，并且成为宪法起草小组的实际负责人。

1790年，84岁高龄的富兰克林溘然离世。那时，他的儿子威廉因为在独立战争中站在英国人一边，已经和他决裂并且留在了英国，他的孙子陪伴在他的身边。费城人民为富兰克林举行了隆重的葬礼，两万人参加了出殡队伍，并且为富兰克林的逝世服丧一个月以示哀悼。

富兰克林的一生诠释了什么是美国梦。他出身贫穷，凭借自己的努力获得成功，关注社会并服务于社会。晚年，富兰克林将自己的经历写成一本书《本杰明·富兰克林自传》。这本书激励了几代美国人，历经两百余年而不衰，它包含了富兰克林对人生的真知灼见，以及诸种善与美的道德真谛，被公认为是改变了无数人命运的美国精神读本。大部分美国人认为，富兰克林和亚历山大·汉密尔顿是两位应该当总统而没有当的政治家。富兰克林主要是因为年龄，而汉密尔顿则因为不是出生在美国。不过美国人民没有忘记他们，而是把他们的头像印在了美元上。要知道，美元上的其他头像都是美国总统的。

## 第二节 托马斯·杰弗逊

### 2.1 年轻有为

美国《独立宣言》中的这句名言至今仍被世界各国人民传颂并推崇：

我们认为下面这些真理是不证自明的：人人生而平等，造物者赋予他们不可剥夺的权利，包括生存权、自由权和追求幸福的权利。

We hold these truths to be self-evident, that all men are created equal, that they are endowed by their Creator with certain unalienable Rights, that among these are Life, Liberty, and the pursuit of Happiness.

每当人们读到这段话时，不禁热血沸腾，而感慨美国的缔造者在两百多年前就能有这样的对人的尊重和真知灼见。美国的《独立宣言》被誉为人类历史上第一份人权宣言，而它最重要的起草者就是托马斯·杰弗逊（Thomas Jefferson, 1743—1826）。

杰弗逊的生活经历与富兰克林完全不同，和后面介绍的华盛顿也鲜有交集，他们唯一的共同点就是一起创立了美国。



图 11.6 杰弗逊在他的纪念堂内的铜像，背后是他起草的独立宣言

杰弗逊生于 1743，比富兰克林整整晚了一代还多。他来自一个非常富足的家庭，家里也是兄弟姐妹一大堆。父亲彼得是弗吉尼亚的农场主，拥有 5000 多英亩的土地（约 20 平方公里），并且在地方上担任一些职位不高的公职。老杰弗逊大概精通数学，经常为当地农民测量土地，这与杰弗逊后来对科学有浓厚的兴趣也有一定关联。杰弗逊的母亲也来自教养很好的家庭。生长在这样的家庭里，杰弗逊从小就受到良好的教育，学习了古拉丁文、古希腊文和法文。14 岁时，杰弗逊不幸丧父，

加上因为两个哥哥早逝，他便作为长子继承了农庄和数十名黑奴。与华盛顿不同，杰弗逊十几岁时没有把时间花在经营农庄上，而是进一步求学。他寄宿于一位博学的教士家，接受古典教育（Classical education），并

研习历史与自然科学。16岁时，他进入了美国当时仅有的两所大学之一的威廉-玛丽学院（College of William and Mary）学习。在那里，他研习数学、形而上学（哲学）与自然哲学（即自然科学）。据闻杰弗逊非常喜爱读书，每日读书和练习小提琴长达15小时。他精通法语、拉丁语和希腊语，涉猎书籍非常广泛，包括古希腊柏拉图、古罗马西塞罗、法国孟德斯鸠以及英国莎士比亚和弥尔顿等人的书，其中他最喜欢三个英国人的学说，这三个英国人是约翰·洛克（John Locke，1632—1704）、法兰西斯·培根以及艾萨克·牛顿爵士。杰弗逊后来称其为“古往今来最伟大的三个人”。

在政治理念上，约翰·洛克对杰弗逊后来民主思想的形成和对现代政府的构想有非常大的影响。洛克是英国的经验主义哲学家，在社会契约理论上做出过重要贡献。洛克认为政府和人民之间是一种契约关系，人民承诺纳税来维持政府，而政府承诺保护人民的利益。他主张政府只有在取得被统治者的同意，并且保障人民拥有生命、自由和财产等自然权利时，其统治才有正当性和合法性，这一思想后来被杰弗逊写进了《独立宣言》，并在之后的两百多年里成为美国对外政策的准则。美国颠覆他国独裁政府的法理依据都来自于此，即一个政府一旦缺乏被统治者的认同，政府和人民之间的社会契约就不复成立，那么人民便有权推翻政府。

1762年杰弗逊以优异的成绩从大学毕业后，之后专攻法律，并于1767年取得弗吉尼亚州的律师资格。在七年的律师生涯里，杰弗逊处理了上千个案件，平均两天就有一件。杰弗逊强调辩论要有说服力，强调简洁、朴实和坦率，反对以词藻取胜，反对夸夸其谈。这些训练帮助他日后成为大陆会议和美国政坛雄辩的政治领袖。而这种简洁而朴实的文风也反映在后来他起草的《独立宣言》中。

1772年，杰弗逊与一位寡妇玛莎·斯格尔顿（Martha Wayles Skelton，1748—1782）结婚。与富兰克林和华盛顿不同，杰弗逊很少花时间打理他的生意，他长期任职于公共部门，先在弗吉尼亚的地方自治议会（House



of Burgesses) 中执法, 26 岁时就进入了弗吉尼亚的议会。在处理殖民地事务时, 他渐渐意识到殖民地的人民有向宗主国英国纳税的义务, 却在英国下议院 (英国的上议院完全是摆设) 中没有投票权, 因此, 北美十三个殖民地其实不欠英国任何东西。

## 2.2 政治家的杰弗逊

1774 年, 北美殖民地和英国的矛盾已经非常突出了。在以波士顿为中心的新英格兰, 人们希望贸易自由并反对英国无端加税, 他们的代表是塞缪尔·亚当斯 (不是约翰·亚当斯), 而在南方的弗吉尼亚, 大家要求的是对土地的所有权。英国当局对此处理不当, 最后从本土派来很多军队。波士顿的塞缪尔·亚当斯认识到单靠波士顿和马萨诸塞州的力量是无法对抗英国人的, 因此, 他建议召开北美各殖民地代表大会, 并由马萨诸塞州议会出面通知各殖民地议会。当时各州的议会由倾向于殖民地的居民组成, 而各州的总督则大多效忠英国王室, 因此, 马萨诸塞的英国总督盖奇解散了议会。在南方的弗吉尼亚, 情况也类似, 英国任命的总督解散了弗吉尼亚议会。被解散的弗吉尼亚议会在杰弗逊所在的威廉斯堡开会, 并通过决议, 召开有十三个殖民地参加的会议。在马萨诸塞州和弗吉尼亚州的号召下, 除佐治亚以外的十二个北美殖民地在费城召开了第一届大陆会议。

为了表述弗吉尼亚州的观点, 杰弗逊写了《英属美洲民权概观》(A Summary View of the Rights of British America) 一文。他指出, 由于北美十三殖民地在建立时并没有接受英国的统治, 和过去国王将领地封给封建主是不同的, 因此, 北美殖民地的所有权属于这块土地上的人民。相比富兰克林 (和华盛顿) 早期在忠实于英国王室和北美独立问题上摇摆不定, 杰弗逊从一开始就是坚定的“独立分子”。富兰克林一直是英国人争取的对象, 而杰弗逊则是英国政府宣布的叛徒, 一旦被抓, 就将处以绞刑。

弗吉尼亚州代表团包括了华盛顿和著名的律师派帕特里克·亨利（Patrick Henry, 1736—1799，以提出“不自由，毋宁死”的口号而闻名）等人，而杰弗逊自己并没有参加。马萨诸塞州的代表有塞缪尔·亚当斯和他的堂弟、后来的第二任总统约翰·亚当斯等。杰弗逊的报告作为弗吉尼亚的观点，在会议上讨论，代表们激烈辩论，可能是因为杰弗逊本人未到场，他的激烈的观点最终没有被通过。马萨诸塞州的代表约翰·亚当斯在会上最为活跃，成了会议的灵魂人物。最后，大会发表了由约翰·亚当斯起草的《权利宣言》，这份宣言是一份和平请愿书，其中对英国的要求和宣言的口气都比杰弗逊的观点要弱很多。宣言表示殖民地仍效忠英王，更未提出独立的问题。

事实证明杰弗逊是正确的，向英国人恳求是没有结果的，北美独立的第一枪终于在列克星敦打响。十三个殖民地紧急召开了第二次大陆会议，这一次杰弗逊参加了会议，并且主导起草了《独立宣言》，他的民权思想在其中得到了很好的展现。

第二次大陆会议后，杰弗逊名声大振，他回到弗吉尼亚州，领导了那里的民主改革，使弗吉尼亚成为民主的一州。他在三年间起草了126条法案，主要贡献包括：废除长子继承制度，改为所有直系亲属共享继承权；在法律上确立了宗教自由，并使司法体系现代化；通过了普及知识的传播法案（普及三年义务教育，因为当时人们认为三年基本教育就够了）。他还促成其母校威廉·玛丽学院的学术改革，包括促成在美国大学中第一个成立选修制度。杰弗逊后来创立了弗吉尼亚大学，这所大学成为美国第一所完全脱离了宗教的高等学院。

在独立战争期间，杰弗逊担任弗吉尼亚州州长。独立战争结束后，他接替富兰克林担任驻法大使。虽然富兰克林依然是全美国最有外交经验的政治家，但是当时他已经年近80了，无法长期坐海船旅行，因此，和欧洲建立外交的重任就交给了42岁的杰弗逊。杰弗逊从1785年至1789年在法国一呆就是四年，错过了美国的宪法会议（Constitutional

Convention)。他虽然支持这部新宪法，但认为它还是有颇多缺陷，主要是缺乏保障人权的法案，于是他积极推动在宪法中加进了后来被称为《人权法案》的10条修正案。

从法国回来后，美利坚合众国也正式成立了，具有外交经验的杰弗逊顺理成章地在乔治·华盛顿组阁的首届政府中出任国务卿（1789—1793）。虽然他在政府首脑的排位中位居华盛顿和副总统约翰·亚当斯之后排在第三位，但是他和排在第四位的财政部长亚历山大·汉密尔顿才是这届政府中最有影响力的两个人，尽管两个人的政治主张相差甚远。概括说来，杰弗逊更倾向于分权给各州政府，认为民众的权利和幸福远比建立一个强大的中央政府更重要，认为只有这样，一个国家才能长期繁荣。而汉密尔顿则倾向于中央集权，他认为英国之所以强大是因为有一个强势的中央政府，美国应该学习英国。至今无法证明谁的观点更好，但是两个人对美国两百多年直到今天的影响都非常深远。美国联邦和州两级立法、司法和行政制度，在很大程度上是杰弗逊的功劳，而美国统一的金融和货币体制则是由汉密尔顿奠定的基础。今天美国政府所拥有的金融权利，比如发行货币、设立中央银行等，都是根据汉密尔顿对宪法的解释而引伸出来的。

在杰弗逊看来，汉密尔顿迷恋权力，有悖于他将“权利交给人民”和“政府是完全为民众服务的工具”这些理想。他和另一位国父（也是他后来一生的挚友）詹姆斯·麦迪逊创立了共和民主党，就是今天民主党的前身。与此同时，汉密尔顿创立了联邦党，他力推政见与自己相同的约翰·亚当斯作为党的领袖，他则身居幕后。从才干来讲，汉密尔顿应该是仅次于杰弗逊的政治领袖，而且年富力强（他比杰弗逊还小12岁），精力无限。但是，由于他不是在美国出生的，因此注定了这辈子当不了总统，甚至很多历史学家认为，美国宪法里之所以规定只有美国出生的公民才能担任总统，就是针对汉密尔顿的，因为他的政敌太害怕他了。

华盛顿身边有这样两个强势的下属，日子过得可想而知。华盛顿在第二

次就任总统的典礼上，只讲了几句话，大意是党争将毁掉我们的民主政府。他的理想是建立一个超然于政党之外的纯洁的政治体系，这个理想显然不现实。

杰弗逊和汉密尔顿的外交主张也迥异。法国大革命之后，英国和法国的矛盾加剧，导致英国纠集欧洲各君主国武装干涉法国。杰弗逊或许是对法国人在独立战争中帮助美国有好感，或许是因为他从骨子里赞同法国大革命的思想，所以他主张联合法国对抗英国；而汉密尔顿或许是因为爱尔兰移民并信奉英国国教，或许是喜欢英国的政治制度，因此主张联合英国对抗法国。最后，华盛顿在汉密尔顿的鼓动下和英国人缔结了同盟。杰弗逊干脆辞职而去。两年后，汉密尔顿因为婚外情被政敌给揭露出来，也只好挂印而去。几年后，汉密尔顿死于一场决斗。约翰·亚当斯也淡出了政坛。这样一来，美国政府在早期将近四分之一世纪里（杰弗逊、麦迪逊和门罗各担任了八年总统），一直由民主党人控制着，各州的独立性得到了确认和巩固。



图 11.7 美国第一任财长汉密尔顿（收藏于华盛顿大学法学院），他是杰弗逊主要的政敌

1800年，杰弗逊当选为美国第三任总统。在执政期间，他致力于美国庄园经济的发展，这或许与他自己是庄园主有关。他崇尚个人自由，限制政府的权利。在他以及后几任总统的影响下，美国的联邦政府最初只是国家的守夜人，很少干预经济发展。1803年，杰弗逊政府以1500万美元（相当于8000万法郎）的价格从拿破仑手里购得法国在北美的殖民地路易斯安那。当时拿破仑因为打仗急需用钱，便将一块殖民地出售给美国。当时买卖双方都不知道这块土地有多大（2,144,476平方公里），因此美国捡了个大便宜，每英亩的价钱只有三美分。这次土地收购使得美国的国

土面积翻了一番。杰弗逊的另一大政绩是于1807年签署了禁止进口奴隶的法令。尽管此后奴隶贩子仍不断走私奴隶，但这一法案向废除奴隶制前进了一大步。1808年，杰弗逊在担任了两届总统后，像华盛顿一样主动离开了这个位置。美国总统轮流执政，而且不超过两届的传统由华盛顿确立，通过杰弗逊巩固了下来，成为了不成文的规定。直到1940年因为战争的需要，富兰克林·罗斯福连续担任了四届总统，打破了这个约定，美国才在宪法修正案中明确一个人只能担任两届总统。

### 2.3 最聪明的总统

杰弗逊不仅是杰出的政治家，还是科学家、发明家和建筑师。他一生热爱自然科学，并且热衷科学研究和发明。和富兰克林一样，他和英国月光社也经常通信联系。当时北美的经济依然以种植业为主，杰弗逊对种植业和农具发明很有兴趣，他曾经发明了一些农具帮助种植。但是杰弗逊更大的兴趣在于发明各种自动机械。他在弗吉尼亚州西部蒙蒂塞洛（Monticello）的家就是一个大的实验室。他给自己的家发明了一种自动门，还有一种升降梯，可以将饭菜送到楼上。他改进了摆钟，在上面装上了一个垂直移动的指针，用来指示星期几，这可能是世上第一个日历钟。他一辈子写下了大量书信文稿，那个时候还没有发明复写纸，一般人为了留底稿



图 11.8 杰弗逊为自己在蒙蒂塞洛的家设计的主楼

都要重新抄写一遍，杰弗逊发明了一种特殊的复写装置，能够一次得到两份一模一样的书写稿。感谢他发明了复写装置，这样他写的信自己都有一份底稿，这些底稿是美国历史的重要档案。

作为建筑师，杰弗逊设计和建造了自家庄园的主楼，这座两层的大楼外观酷似缩小版罗马万神殿。他似乎颇为钟情于这种圆顶建筑，在他为后来的弗吉尼亚大学设计的主楼中也体现了这种设计风格。

杰弗逊信奉“知识就是力量”（Knowledge is power.），他从总统任上退休后，潜心办学，创办了弗吉尼亚大学，以便让更多人受到高等教育。在此之前，弗吉尼亚州只有威廉-玛丽学院一所大学，学生大多是富家子弟。杰弗逊认为，弗吉尼亚应该有一所大学，让任何居民皆可经由单一共同的评断标准进入这所大学。杰弗逊一生都热爱自然科学，虽然他和约翰·亚当斯政见不同，但是他们都坚信科学可以让人类的生活更美好。亚当斯曾经说，“我必须研究政治和战争，就是为了让我的孩子们能研究数学和哲学。我的孩子们应当研究数学、哲学、地理、自然、历史、造船学、航海、商业和农业，目的是让他们的孩子们能够研究绘画、诗歌、音乐、建筑、雕塑、编织和陶艺。”<sup>1</sup>这无疑是远见卓识，而杰弗逊则将它付诸于实践。

1817年，弗吉尼亚大学开始奠基，校址选在了杰弗逊的老朋友、当时的美国总统门罗（James Monroe, 1758—1831）以前的一个农庄上。因为要去白宫就任，所以负债累累的门罗卖掉了这块土地。1819年，在杰弗逊的努力下，弗吉尼亚州大学拿到了办学许可证，州议会决定每年拿出一万五千美元办一所州立大学。但是这些钱远远不够用，更何况还缺少最初建设教学楼和图书馆的钱。创办大学最初的三个董事除了杰弗逊，还有杰弗逊之后的总统麦迪逊以及当时的总统门罗。用当下的话说，这应该是“史上最强的”大学董事会了。按照今天很多国人的想法来看，三代美国总统要办的事情，而且利国利民，有关部门还不得一路开绿灯，或者门罗总统利用职权给点方便。但是，在刚刚成立的美国，这种事情

<sup>1</sup>  
I must study politics and war that my sons may have liberty to study mathematics and philosophy. My sons ought to study mathematics and philosophy, geography, natural history, naval architecture, navigation, commerce, and agriculture, in order to give their children a right to study painting, poetry, music, architecture, statuary, tapestry, and porcelain.

想都不用想。杰弗逊办学的过程可谓是磕磕碰碰，何况他的一些政敌本着“凡是杰弗逊赞成的事情就一定要反对”的原则故意从中阻挠。杰弗逊本人从来没有利用职权谋取哪怕一点私利，他在担任公职期间因为无暇管理田庄，已经负债累累。因此，他办学时只好求助还在担任公职的朋友捐钱和四处借贷。弗吉尼亚大学直到1825年才正式开课。

为了办这所大学，杰弗逊可以说是呕心沥血。弗吉尼亚大学的校园是托马斯·杰弗逊一生最为自豪的成就之一，这是他在建筑学和哲学上造诣的集中体现。这在美国建筑界堪称著名的建筑物，已在1988年列入世界文化遗产的名单，也是当时北美唯一一所名列其中的高等院校。杰弗逊创办弗吉尼亚大学的思想或理念，一方面包括在学校里强调人人平等的民主思想，一方面包括通过激发学生了解自然界、探索未知领域，丰富人类思想和科学成果。今天，弗吉尼亚大学成为美国最好的州立大学之一，在2013年《美国新闻与世界导报》（*U.S. News & World Report*）上公立大学的排名中，它仅次于两所加州大学（伯克利分校和洛杉矶分校）。

值得一提的是，杰弗逊之后的两任总统麦迪逊和门罗对办学有着同样的热情，麦迪逊后来还担任了弗吉尼亚大学校长。杰弗逊办学的钱大约有三分之一是以私人名义向朋友借的，其中很大一部分是向门罗借的。门罗应该知道杰弗逊根本还不上钱，事实上最后杰弗逊到死也没有能还上，但是他（和其他一些债权人）还是全力支持杰弗逊的办学事业。今天，弗吉尼亚大学的学生协会就是以门罗的名字命名的。

杰弗逊在弗吉尼亚大学开课的第二年（1826年）去世。那一天正是美国的独立日（7月4日）。当天晚上，在千里之外的另一位美国国父约翰·亚当斯也坚持着熬到了这一天走完了人生旅程。临终前，亚当斯讲“这回杰弗逊赢了”。他不知道，杰弗逊已经早他几个小时悄悄离开了人世。这两位伟人，连同华盛顿、富兰克林、麦迪逊和汉密尔顿等人一起，缔造了人类历史上空前民主而强大的国家。他们二人虽然政见不同，也不乏相互攻击的言论，但是他们始终遵循彼此尊重、和平协商和互相妥协

的原则，解决分歧，为后来美国的民主政治奠定了良好的基础。杰弗逊为自己的墓碑题写的墓志铭为“《独立宣言》起草人和弗吉尼亚大学创办者”，没有提及他作为美国总统的身份。不过他被认为是美国历史上最好的总统之一。他的民主思想已经深入到美国民众中，这是他留给美国和世界最宝贵的遗产。

在众多美国国父和历届美国总统中，杰弗逊被公认为智慧最高而且多才多艺。除了我们前面提到的在政治、科学、工程和教育等方面的成就，杰弗逊还精通词源学、考古学、数学和密码学，并且是很好的作家和小提琴手。1962年，肯尼迪总统曾在白宫设晚宴，宴请当时美国的49位诺贝尔奖得主，他对满堂的社会和科技菁英致辞：“我觉得今晚的白宫聚集了最多的天才和人类知识——或许当年杰弗逊独自在这里进餐的时候不计。”

### 第三节 乔治·华盛顿

关于乔治·华盛顿，历史学家、小说家和儿童作家有关他生平的著述已经有很多了，我们这里仅作简单的介绍。

华盛顿的祖先早在1658年就从英国来到了美国。他的父亲是一个铁矿主兼铁匠铺老板，先后娶过两位妻子，乔治是第二位妻子生的六个孩子中的长子，生于1732年，年纪正好在富兰克林和杰弗逊之间。世间盛传着乔治·华盛顿幼年的一个故事，就是他用一把斧子砍坏了庄园里的樱桃树，后来主动向父亲承认了错误。后来经过考证，这故事是杜撰的，讲故事的人不过是希望孩子们从小学会诚实，就拿一个名人来说事儿。而美国的孩子，一共也不知道几个名人，华盛顿无疑是其中之一。小时候的华盛顿其实和当时大多数家境较好的孩子没什么不同，他被送到教会学校去学习拉丁文，不过他对数学更有兴趣。他的数学基础对他后来绘制和使用地图指挥作战很有帮助。中国电视剧《人间正道是沧桑》中那个地图铺子的学徒杨立青因为画地图的本事比别人大，日后当上将军后占了



不少便宜，华盛顿也是如此。

华盛顿童年丧父，他同父异母的大哥奥古斯都就自然而然地成为了家长。在他 14 岁那年，也就是当时被认为是成年的年纪，他的这位兄长就把一个庄园交给他管理，他从此便成了农场主。直到 17 岁前，华盛顿都一直在做购买农具和奴隶、销售农作物、雇佣和解雇工头、记录和考察账目等农庄日常的工作。17 岁时，他在弗吉尼亚的费尔法克斯县（Fairfax）开始担任公职，职位是助理土地勘测员，这份工作使得他对野外生活和地形地貌积累了很好的经验，为他日后利用地形作战打下了基础。



图 11.9 华盛顿在弗吉尼亚的芒特弗农庄园

华盛顿 21 岁那年成为英国在北美军队的一名军官。当时正值英法争夺北美殖民地战争期间，美国东部英属殖民地的居民还是站在英国一边，因此，他便随部队到当时还很荒蛮的中部跟法国人作战。华盛顿接到的任务是通知法国军队离开英国的殖民地。那时，既没有地图，更没有 GPS，华盛顿靠着做过土地勘测员的经验，居然穿过荒野和森林来到俄亥俄找到了法国部队，并且把英军的照会交给了法国人。不过法国人并没有把英国人的警告当回事，他们还是和英国人开战了，并且把缺乏纪律的英国殖民地的军队打了个大败，华盛顿也成了俘虏，直到英国人承诺不再进入俄亥俄后才被放出来。

由于这次失败，英国本土不再信任英属殖民地的军人，派来了正规军。英军将领考虑到远征军在北美可能人生地不熟，再次将华盛顿编入部队，并让他担任弗吉尼亚军的统帅，军衔是上校。不过那些从英国来的下级军官并不听华盛顿的指挥，还侮辱他。虽然后来华盛顿告到英军（在波士顿的）司令部并且得到了上司的支持，不过这件事让他在感情上和英国人产生了隔阂。他后来对英国人心灰意冷，借机退役，从此不再为英军效力。不过，他的军事经验却都是从这几年的服役中获得的。

早在华盛顿 20 岁那年，他的大哥去世了，几年后嫂子把田庄卖给了他。华盛顿很喜欢经营田庄，后来也因此成为弗吉尼亚年轻的富翁。现在，结束了军旅生涯的华盛顿要考虑结婚了。虽然他身高 1 米 85 左右，仪表堂堂（按照今天的标准是高富帅），而且在当地的人缘也很好，但就是没有年轻的姑娘喜欢他，因为她们都觉得他太瘦太高了。这并不奇怪，因为那个时代的女性喜欢小个子结实的男人。经过几次恋爱的挫折，华盛顿已经没有了年轻时的浪漫，在婚姻上变得非常现实，于是娶了一位富有的寡妇，一位两个孩子的母亲。这位太太虽然并不年轻美貌，却很会持家理财，这让华盛顿日后可以放心地去打仗。华盛顿和太太在自己的大庄园里度过了无忧无虑的 15 年光阴。如果不是独立战争，华盛顿就会这样了此一生。

但是上天似乎一定要赋予他一项神圣的使命，1776 年，北美独立战争打响，华盛顿再一次离开家，开始了他最后一次戎马生涯。不过这一次，他不再是为英国人服务，而是和英国人作战。

接下来的历史便是人人皆知的了。几年后的一天，1781 年 10 月 19 日，来自芒特弗农庄园的大陆军总司令华盛顿，接受了英军统帅查尔斯·康沃利斯（Charles Cornwallis，1738—1805）侯爵的投降。华盛顿并没有羞辱这位垂头丧气的将军，而是让他保留了自己的佩剑和尊严，这是他为人的准则：对人，即使是对手，也要宽大为怀。



图 11.10 华盛顿等人接受康沃利斯的投降（收藏于美国国会大厦），画面上中央骑马的是林肯将军，他身后骑马的是华盛顿，左边穿红色军装的是英国人

在北美获得独立后，华盛顿的声望达到了前所未有的高度，有人建议他当国王，就像当年荷兰独立战争中的领袖威廉一世那样，但是他根本没有予以考虑，而是选择回到庄园继续做他的庄园主。

在 1788 年的立宪会议上，华盛顿被全票推选为新成立的美利坚合众国首任总统。华盛顿自己有田庄的收入，因此婉拒了总统的薪水，他是将总统这个职位当作为民众服务的义务。在就职典礼上，他要求仪式的场面和规模尽可能简朴，不要像当时的欧洲王室那样。他的夫人对权力也没什么欲望，她甚至不希望华盛顿做总统，而是在芒特弗农庄园继续过田园生活。作为第一夫人，她负责安排总统府的宴会，直到今天，这依然是美国第一夫人的工作。

在华盛顿不到 10 人的内阁里，有两位强势的部长，国务卿杰弗逊和财政部长汉密尔顿，两个人各代表一派观点，争执得不可开交。华盛顿虽然和杰弗逊同是弗吉尼亚人，但是他经常站在汉密尔顿一边，尤其是在对英、法的关系上，华盛顿听从了汉密尔顿的建议，和英国签订了合约，后来

这导致了和法国的武装冲突。而曾经作为驻法大使在法国生活了五年的杰弗逊，在外交政策上明显倾向于法国，于是他干脆辞职不干了。汉密尔顿利用他在联邦政府里任命权之便，任命了许多好友，因此在华盛顿任职期间，以汉密尔顿和副总统亚当斯为首的联邦党人形成了相当的气候，并最终在华盛顿担任完两届总统后，将联邦党的亚当斯推举为总统。华盛顿对党派之争非常反感，他希望建立一个超越党派的政府，但是这种理想近乎幻想，事实上，他是美国历史上唯一没有党派的总统。

尽管不是很情愿，华盛顿还是被推举连任一次总统，但是他坚决拒绝连任第三届总统，这为后人树立了一个好榜样。在任期里，他对美国民主制度的确立居功至伟，还确立了美国政教分离的原则。

通过上面这简短的描述，读者可能已经可以概括出华盛顿是一位什么样的人了，在这位伟人身上确实没有什么看不懂的地方。乔治·华盛顿缺乏恺撒或者拿破仑那样的军事天才和铁腕，他也不像杰弗逊和麦迪逊那样高瞻远瞩、对国体有深刻的见解，他更不像汉密尔顿那样善于玩弄权术。在外交上，华盛顿几乎没有任何经验，在需要精明、耐心和谈判技巧时，都是由富兰克林、杰弗逊和亚当斯等人担当。华盛顿甚至不是一位好的演说家，他不仅不像亚当斯那样雄辩，而且在美国历届总统中口才算是非常差的。在政治上，华盛顿天生保守，他没有法国革命家那些激进的思想，他的理想就是建立一个秩序井然的平等社会，如此而已。在独立问题上，他显然不如杰弗逊和塞缪尔·亚当斯来得坚决，但是当北美殖民地到了生死存亡之际，他便义不容辞地担起了领导独立战争的重任。今天，几乎所有的美国人都感谢这位来自弗吉尼亚农庄的国父，他不仅把北美殖民地从英国人的统治下解放出来，并且实现了这块新大陆的高度自治。华盛顿一生不贪求权力，不计较得失，对荣誉也看得很淡，在这些方面，他是历代领导者的楷模。用美国早期政治家丹尼尔·韦伯斯特（Daniel Webster, 1782—1852）的话说，华盛顿有极高的道德品质，坚毅而自律，并且时刻约束自己的行为。

华盛顿是一位普通的美国人，更是一位历史上的伟人。

## 第四节 从大陆会议到独立

介绍完这几位具有代表性的伟人，不妨回过头来讲一讲美国立国的过程。

北美这块土地曾经是印第安人的天堂。对印第安人线粒体基因组的研究结果表明，他们的祖先应该是在上一次大冰期，跨过白令海峡从亚洲迁徙到美洲的。而近代最早到达北美大陆的是西班牙人，从16世纪起他们就在北美大陆的南部佛罗里达地区建立了殖民点，后来扩展到整个北美的西半部。到了16世纪中叶，法国航海家雅克·卡地亚（Jacques Cartier, 1491—1557）跨过北大西洋，到达今天加拿大东部的纽芬兰，然后从那里一路南下，到达现加拿大的魁北克地区，建立了魁北克城。今天加拿大东部还有许多人说法语，就是因为那里曾经是法国的殖民地。后来法国人一路南下，占据了北美中部直到路易斯安那广袤的平原地区。不过，西班牙和法国的殖民地与后来独立的北美十三州没有关系。

到了17世纪初，英国和北欧的荷兰、瑞典陆续有移民来到北美东部。后来英国人打败了荷兰人，基本上占据了从现在美国东北部的新英格兰到南方佐治亚的大西洋沿岸的狭长地区，并且在那里建立了很多相互独立的殖民地。从英国人在北美建立殖民地的过程看，大约分为三种。

第一种是英国国王赐给某个贵族的领地，比如说马里兰就是封给巴尔的摩男爵乔治·卡尔弗特（George Calvert, 1579—1632）的领地，而为了感激当时的英国国王，他以当时英国王后玛丽的名字命名这块土地，称为“玛丽（Mary）的土地（land）”，即马里兰（Maryland）。

第二种是特许公司殖民地。在大航海时代，荷兰和英国为了鼓励国民开拓海外殖民地和市场。给一些公司颁发特许状，允许这些公司以国家的名义在海外做生意、移民和建立武装。历史上最著名的当属荷兰的东印度公司，它有自己的军队和舰队，在全世界范围内建立了多个殖民点和几十个港口，并且控制了很大一部分世界贸易。英国人在北美建立的这种特许公司没有荷兰东印度公司那么大、那么有名，却诞生出后来美国

的两个州——马萨诸塞州和弗吉尼亚州。一般来讲，公司的总部在哪里，就由哪里控制，荷兰的东印度公司便是如此——虽然它在世界上的影响力很大，但还是要听阿姆斯特丹总部的话。不过，英国在批准新英格兰公司（后改名为马萨诸塞海湾公司）时可能是一时疏忽，也可能是当时的英王查理一世急着要把这群异教徒打发走，就爽快地在“新英格兰（马萨诸塞湾）公司”的特许状上签下了自己的大名，而根本没有写清楚公司总部的地址应该是伦敦，而是留了空白。这样，后来的殖民者就把总部定在了马萨诸塞州，从法理上讲，可以脱离英国的控制。

第三类从一开始就是自治的殖民地，也称为殖民者契约殖民地。它们是自由移民自订契约建立起来的，比如罗德岛和康涅狄格就是这样的。1620年，乘“五月花”号船来到现马萨诸塞州普利茅斯（Plymouth）的清教徒们，在抵达美洲大陆之前，由成年男子共同签署了一份契约，宣布将制定“公正而平等”的法律来治理他们结成的“公民政治团体”。根据这个契约，他们建立了普利茅斯殖民地。1636年，另一批清教徒来到康涅狄格，建立了定居点并根据他们自定的章程进行管理。几年后，他们共同制定了一部法律文件《康涅狄格基本法》，并且依照股份公司的组织模式建立了殖民地政府，《康涅狄格基本法》也因此被认为是历史上的第一部成文宪法。

从北美十三个殖民地建立的过程来看，它们起初都不是王室将土地分封给臣民的，而是移民们自己开拓出来的。所以严格意义上讲，英国从未真正拥有过这片土地（包括马里兰）。不过，当时北美殖民地的大多数移民（大约占自由民的四分之三），都是来自英伦三岛，虽然他们来到北美是为了逃避宗教迫害<sup>2</sup>，

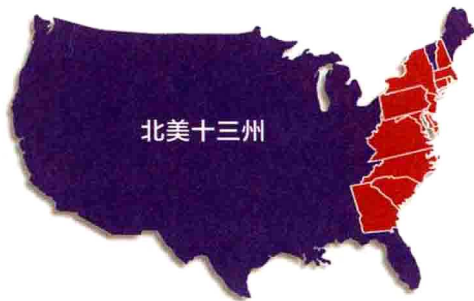


图 11.11 北美最早的十三个殖民地（红色）

<sup>2</sup> 当时英国国王自己信奉英国国教，将基督教的其他教派比如清教和传统的天主教看成是异教，并且对这些教徒加以迫害。这些教徒开始逃到荷兰，后来发现荷兰的宗教迫害同样严重，最后他们选择离开旧大陆欧洲，来到未开垦的处女地北美洲。

但是依旧把自己看成英国人。因此，在起初的一个多世纪里，这些移民及其后裔还是表示效忠英王，而英国政府也以各种借口逐渐将这些殖民地转为王室的殖民地，直接管理，并且任命总督加以统治。

经济上，北美的各个殖民地彼此分立，并且根据地域特点经济结构差异很大。在北方，气候寒冷，不宜耕作发展农业，但是那里水上交通便利，有很多天然良港，因此工商业尤其是造船业比较发达。18世纪中期，悬挂英国国旗航行的船只，约有三分之一是在这里建造的。而南部殖民地，土壤肥沃，气候适宜，盛行大种植园经济。这些南方的种植园，面积都很大，移民们大量使用黑人奴隶，种植蓝靛（一种染料）、水稻和烟草。因此，各个殖民地的利益差距很大，这在日后导致了南北各州在很多问题（比如蓄奴和废奴）上看法截然相反，也导致后来的建国谈判非常艰难。

但是另一方面，这些移民之间非常相似，除了在宗教上的一致性，他们还有着共同的经济文化背景。北美的移民数量增长非常快——在移民开始的一个半世纪里，北美殖民地的人口增加了一万倍，即从210人增加到220万余人。这些移民除了从英国来的，就是从西欧的荷兰和德国北部等资本主义已经发展的地区来的，他们的文化背景基本相同。这些移民还有一个共同的特点，就是大多具有先进的经营理念和劳动技能，很多人懂得企业制度、货币的作用、利润制度，拥有财产、工资和收入的分配等工业化时期特有的经营管理经验。他们关于政府的职能和作用的看法，也非常现代。可以说，这些殖民者基本上是将当时欧洲、英国和荷兰最先进的经济和政治制度移植到一个新的环境中。

到了18世纪，各殖民地都先后建立了议会，他们在不违背英国法律的前提下，制定当地的法律。每个殖民地都有一个总督，代表英国国王的利益，但日常管理由总督和殖民地民选的议会共同治理，总督并不能一个人说了算。地方议会在当时掌握了一项重要权力，即财政权。这样，殖民地议会就可以规定每年征税的项目和数额，限定支出用途，有权撤销政府的任何预算，以此制约总督和其他行政官员。直到今天，美国的财政大

权依然掌握在议会手里，这个传统可以追溯到殖民时代。

在宗教政策上，北美殖民地采取宗教宽容政策。今天信仰自由被看成是一种天赋的权利，但在历史上却不是这样。只要看看当下有些国家对不同的教派多么不宽容，就能想象几百年前欧洲的情况。当时欧洲各个教派纷争不断，尤其是17世纪初的30年宗教战争对欧洲的破坏，比第一次世界大战还严重，而在北美殖民地，外来移民受到殖民当局的欢迎，有的还获准建立自己的宗教机构。在当时对异教徒的宽容可以说达到了前所未有的程度。按照中国的话讲，有容乃大，这样北美殖民地的实力就迅速增强了。

1756—1763年，英国与法国争夺北美殖民地的七年战争，直接导致了后来北美殖民地的独立。在这场战争中，英属殖民地原本是站在英国一边，而华盛顿不多的实战经验，也是在帮助英国人和法国人作战中积累的。最后英国人在殖民地人的帮助下取得了胜利，不仅把法国人赶出了加拿大，而且还控制了北美大陆密西西比河以东的地区。然而，具有讽刺意味的是，尽管英国人赢得了战争，取得了在北美的优势地位，但是最终却失去了北美殖民地。历史上常常如此，战争可以在短期解决问题，却会带来更大麻烦。对法国的战争结束后，英国政府面临战争所致的财政困难，并试图将财政负担转嫁到殖民地身上。1763年，英国新上台的首相格伦维尔（George Grenville，1712—1770）把英国的常备军派到北美殖民地，却要求殖民地提供给养；同时第一次向殖民地征收直接税。刚开始，这些北美的殖民者每年仍向英国政府交税，如同当年荷兰人向西班牙人交税一样，但是，后来他们发现自己只有纳税的义务而没有参政的权利，始终受到英国人的剥削。

从18世纪中叶起，北美各殖民地和英国在经济上其实已经开始有了竞争。英国为了维护本土的利益，颁布了一系列非常不利于殖民地的高税收法令。一方面他们在处理英国本土和殖民地的关系上，一边倒地保护本土利益，不让殖民地的产品和本土竞争，比如1764年颁布的《食糖条例》，



要求美洲殖民地必须大量购买英国的食糖、咖啡、酒等商品；另一方面，他们对殖民地的收入变着法儿地征税，比如1765年颁布《印花税法》，对所有印刷品直接征税。而殖民地在英国议会没有代表权，因此凡是有利于本土而不利于殖民地的法律总是能通过。这样一来，殖民地的民众就不干了，激进派就喊出了“无代表，不纳税”的口号。温和派就决定派代表游说英国议会，取消印花税，富兰克林就责无旁贷地担此重任，并且不辱使命，说服英国人取消了印花税。

1766年，在议会被迫废除了印花税法后，英国又设法通过其他形式征税。1767年，英国开始对殖民地急需的商品（玻璃、纸、茶、糖和铁等）开征高额关税。殖民地只好通过加勒比海走私这些商品。在这样的背景下，北美洲各殖民地就英国与殖民地之间的关系展开了激烈的讨论，主导观点认为宗主国无权向殖民地征税。激进者比如杰弗逊甚至认为英国议会会在殖民地没有主权。

北美独立运动的大本营有两个：北方以波士顿为中心的新英格兰地区和南方的弗吉尼亚。1773年，波士顿的“独立分子们”茶党反对英国利用法案垄断北美茶叶市场，要求运送茶叶的英国商船离港，英国商人在忠实于英王的马萨诸塞总督支持下，当然没有这么做，于是一个激进组织“自由之子”的几十人趁着夜色登上了商船，并且将茶叶全部倒进大海，这就是著名的波士顿倾茶事件。但是，此举受到来自各个方面的批评，包括殖民地民众，很多人包括富兰克林都认为被倾倒的茶叶应该赔偿，富兰克林还表示愿意用自己的钱来赔。但是客观上讲，这件事倒是加速了北美独立的进程。这时，英国做出了可能是它历史上最错误的决定——调重兵镇压茶党运动。在人口只有16000的波士顿居然驻扎了4000名英国士兵。这更让殖民地人民认为宗主国想剥夺殖民地的权利和自由，这4000人不仅没有帮上忙，反而使冲突不断升级。

1774年，波士顿倾茶事件的带头人塞缪尔·亚当斯（Samuel Adams，1722—1803）意识到，单靠波士顿和马萨诸塞的力量已无法对付英国人

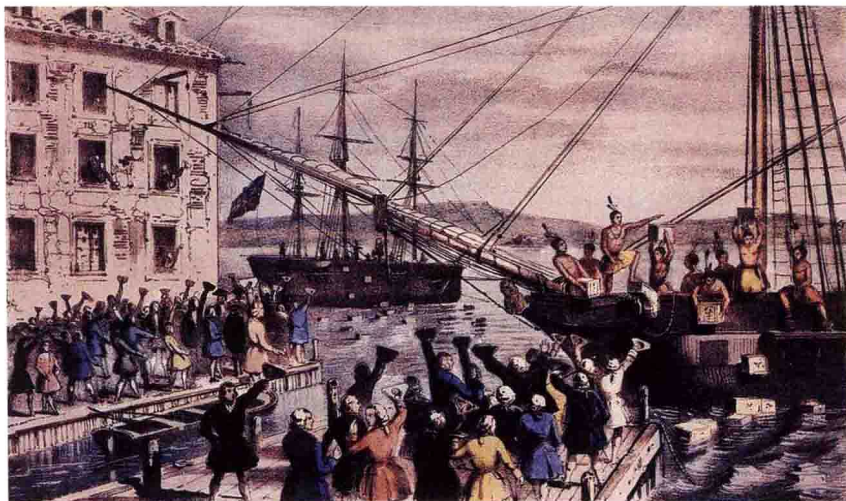


图 11.12 波士顿倾茶事件

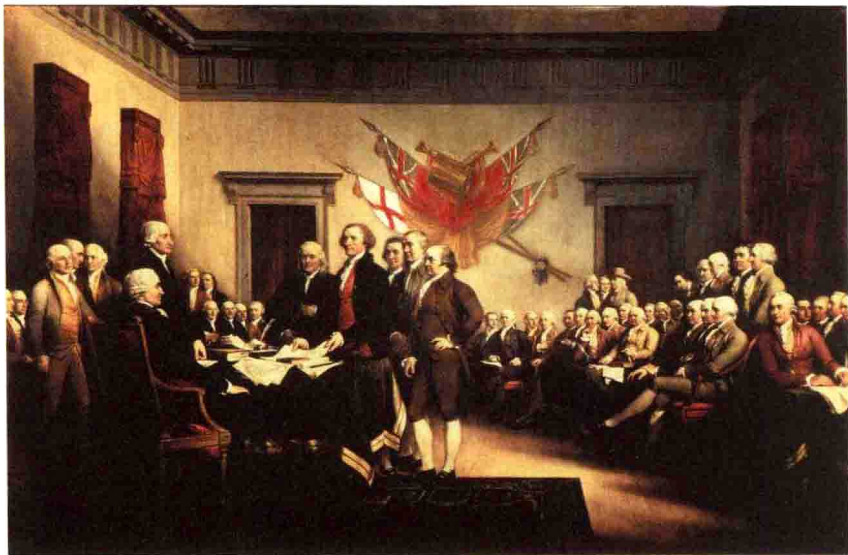
的高压政策了，有必要召集所有殖民地的代表来讨论当前的局势和对策。在他的倡议下，马萨诸塞州议会通过决议，决定召开北美各殖民地代表大会，并由议会出面联络各殖民地议会。而忠实于英王的总督盖奇（Thomas Gage, 1720—1787）知道后，宣布解散议会，不过这时总督对议员们已经没有控制力了。

稍早一些时候，为了土地所有权，弗吉尼亚州的民选议会和英国指定的总督也发生了冲突，后者也解散了议会，但是议员们跑到威廉斯堡继续开会，并且和马萨诸塞州一样，通过了召开有十三个殖民地参加的会议的决议。在马萨诸塞州和弗吉尼亚州的号召下，十二个北美殖民地（佐治亚缺席）的 56 名代表于 1774 年 9 月在费城召开了第一届大陆会议。这次会议的主要策划者塞缪尔·亚当斯代表马萨诸塞州参加了会议，但是在会议上最活跃的却是他的堂弟，后来美国的第二任总统约翰·亚当斯。而南方的弗吉尼亚则派出了乔治·华盛顿和帕特里克·亨利等代表。遗憾的是杰弗逊没有参加这次会议。据参会代表后来回忆，整个会议有一半时间都在听约翰·亚当斯一个人讲。会议虽然讨论了杰弗逊比较激进的（要求独立的）行动纲领，但是因为当时大多数代表还不倾向于和

英国决裂，因此没有通过。大会由约翰·亚当斯起草了一份相对温和的《权利宣言》。该宣言表示殖民地仍对英王“效忠”，也没有提出独立问题。

第一次大陆会议是各个殖民地自建立后第一次联合起来向英国要求权利。但是，它对英国人的态度没有产生任何影响。因此，双方冲突还在继续，而且在不断升级，并最终在列克星敦爆发了武装冲突。

大家可能会有疑问，殖民地的武装最早从哪里来？根据最初英国、荷兰这种特许公司的惯例，这些公司有权建立自己的武装。虽然后来英国单方面收回对马萨诸塞公司的特许，但是在马萨诸塞州看来，他们有权建立武装，并且这么做了——波士顿通过了《民兵法》。当时殖民地很多家庭都有枪支，因此很快就召集了一支四千人的军队（民兵）。1775年4月18日，英军的指挥官盖奇（就是那位解散议会的总督）试图偷袭民兵军火库，他自以为安排得神不知鬼不觉，谁知走漏了消息，结果在列克星敦中了民兵们的埋伏，偷鸡不成反蚀把米。列克星敦的枪声让殖民地和宗主国彻底决裂了，各地都组织起民兵武装反抗英国人。各州都意



3  
John Trumbull,  
1756-1843。

图 11.13 第二次大陆会议（中间的高个子是杰弗逊，在他左边是富兰克林，杰弗逊对面的站立者为华盛顿，杰弗逊身后是《独立宣言》的另外三位起草人，该画由约翰·特朗布尔<sup>3</sup>创作，现收藏于美国国会大厦）

识到需要紧急召开一次会议，讨论局势，统一行动。在这样的环境下，美国独立战争中最重要第二次大陆会议就于5月10日在费城召开了。

这次会议，佐治亚也派代表参加了，因而凑齐了北美全部英属殖民地的代表，而且两个重要的代表出席了会议，他们就是杰弗逊和富兰克林。在这次大会上，独立的呼声高过了妥协的声音。会议于6月15日通过组织大陆军的决议。由于绝大多数代表都是文人，而相比之下只有华盛顿的军事经验最丰富，因此大会任命华盛顿为大陆军总司令。大陆决定起草一份宣言，昭示天下各个殖民地独立的原因。而这件事就交给了由杰弗逊为首的五人小组。小组中的另外四个人是富兰克林、亚当斯、纽约代表罗伯特·利文斯顿（Robert Livingston，1747—1813）和康涅狄格的代表罗杰·谢尔曼（Roger Sherman，1721—1793）。第一稿完全由杰弗逊起草，但是南方一些州的代表坚决反对里面谴责奴隶制的内容，加上其他代表对很多细节也有争议，因此这份宣言经过杰弗逊、富兰克林和亚当斯等人一改再改，直到7月4日才由全体74名代表加上两位书记签署。这76人均被看作是广义上的“国父”。后来费城为了纪念这76名会议代表（加书记），把费城的职业篮球队起名为“76人”队，76这个数字在美国经常能看到，比如到处都能见到的76号加油站（康菲石油公司的下属公司）。《独立宣言》的内容就是我们前面提到的，它不仅宣布美利坚合众国从此脱离英国独立，还是世界上第一份人权宣言，提出人人人生而平等。



图 11.14 杰弗逊等人签署的《独立宣言》

大陆会议的另一项成果是通过了《邦联条例》。从1775年起，各州建立了自己的政府并且制定了自己的宪法，但不同的州之间的宪法内容大相径庭，有些条例模糊而不规范。大陆会议的代表们意识到，各个殖民地应该拥有一套正式法律，把州与州团结成为一个整体，这样才能向英国争取更多的权利，并取得独立战争的胜利。在这种形势下，第二次大陆会议提出并着手起草了在各州宪法之上的共同准则《邦联条例》。它于1776年起草完毕，但是直到1881年各州才全部签署。需要指出的是《邦联条例》并不是宪法，因而美国在独立后不得不重新制定一部宪法。

独立战争的过程在所有世界史教科书上都有详略不一的描述，结果大家也都知道，这里不再赘述。不过有几个细节与我们后面所述内容关系密切，有必要强调一下。

第一，交战的双方不仅包括英国和北美殖民地，还卷入了法国、德国、西班牙、荷兰和印第安人。一方是华盛顿指挥的大约八万大陆军和民兵（简称美军），加上在北美战场上的一万七千名法国正规军，以及在欧洲牵制英国的七万法国和西班牙联军，再加上一些荷兰军队。而另一方不仅有英国在北美的五万六千名正规军，还有三万多名德国雇佣军，加上北美的印第安人和殖民地忠实于英国王室的五万民兵（相当于美奸或伪军）。华盛顿指挥的美军大多没有受过专门的军事训练，武器弹药也相当匮乏，因此在开战初期常常是节节败退。

第二就是关于华盛顿的作用。虽然清末民初的仁人志士们常常把华盛顿和拿破仑相提并论，但是华盛顿在军事上远远无法和拿破仑相比，甚至连一流的军事统帅都算不上。在战争中，美国之所以能打败强大的英国，取得独立战争的胜利，很大程度上是靠西班牙、荷兰特别是法国的帮助。他们不仅为北美殖民地提供军火和各种物资，还派了大量正规军直接参战，并且在一些关键性战役中起到了主要作用。比如在决定性的约克敦战役中，美军大约一万一千人，装备很差，而法国投入了陆军八千多人，海军一万五千多人，不仅在数量上超过华盛顿领导的美军，战斗

力更是高出一大截。在整个战役中，装备精良的法国军队的作用要远大于华盛顿的部队，法国人的伤亡也是美国人的两倍。因此，在最后的投降签字仪式上，美法联军的代表只有华盛顿一个美国人，倒是有两位法国将军——法国皇家军队的陆军中将罗尚博伯爵（Jean Baptiste Donatien de Vimeur, comte de Rochambeau, 1725—1807）和海军中将德·格拉斯伯爵（François-Joseph Paul, marquis de Grasse Tilly, comte de Grasse, 1722—1788）。



图 11.15 反映美国独立战争的著名油画“华盛顿渡过特拉华河”，画中华盛顿给人以沉稳而坚毅形象（纽约大都会博物馆）

然而，华盛顿在整个独立战争中的作用依然非常大。在长达八年多的独立战争中，华盛顿以坚强的毅力担负起反抗英国人争取独立的重任。他原本是独立运动中的温和派，但是他一旦被授予领导独立战争的重任，就坚决主张把独立战争进行到底，反对妥协媾和。当时北美面对的是世界第一强国英国，无论从军力还是补给上，北美的大陆军和民兵都处于劣势，在大部分时间里殖民地一方在军事上失败多于胜利，如果这时华盛顿放弃或退却了，北美独立的时间就可能延后很多。在这种情况下，很有韧性的华盛顿成了当时北美独立运动的灵魂。在整个战争中，他表

现了卓越的组织才能，他不仅要来自各州军纪散漫的大陆军和民兵聚集起来，训练成军纪严明的现代军队，还要筹集物资和军备，在战事不顺利的情况下，他还需要不断地鼓舞军队和民众的士气，可以用屡败屡战来形容。另外，在独立战争中，华盛顿努力维系着各个殖民地结成联盟，反对为了各自的利益各行其事。正是靠着这种顽强的信念和韧劲，最终他做成了一件看似不可能的事情。

第三，富兰克林的贡献非常大。正如我们在前面所说，北美独立战争的胜利，在军事上仰仗法国和欧洲其他一些国家的帮助。而当时在巴黎的富兰克林对法国参战起到了至关重要的作用。从1777年开始，法国倾一国之力帮助北美殖民地，源源不断地向北美输送弹药、军队和船只。之后西班牙也加入到美国一方，它在战后从北美获得了不少殖民地。在后来的两年里，交战双方从英国人占优势到了势均力敌的僵持阶段。在最后的一次决战中，按计划英国援军会从水路来接应，但是英国的运兵船在半路上被法国军舰击溃，在法国海陆军的帮助下，胜利的天平倒向了华盛顿这一边，英军统帅康沃利斯看到胜利毫无希望，于是投降了，北美独立战争宣告结束。

1783年，英美两国在巴黎签署了和平协议，并划定了北美殖民地和加拿大英国殖民地的边境线。北美十三个殖民地从此正式独立，接下来的任务是把十三个殖民地融为一个国家。

## 第五节 谈出来的国家

在美国（乃至）历史上有一件很奇怪的事，独立战争在1783年就结束了，而华盛顿就任美国第一任总统却是1789年，在这中间的六年里，这个国家是由谁来管理的？答案很简单，根本没有人管理，不仅没有总统，没有中央政府，甚至连宪法也没有。虽然在大陆会议上设立了一个联邦议会，但是它并不管事。这似乎令人难以置信，但是当时的事实就是如此。

为什么会形成这么有意思的局面呢？是因为我们前面介绍的美国国父们没有“打江山，坐江山”的想法。对各个殖民地的代表而言，他们的使命是完成民众交给他们从英国独立的任务，当这个任务完成后，他们认为自己的使命也就结束了。民众并没有给他们建立国家的任务，因此，这些国父们当时并没有要成为什么“开国元勋”的想法。北美十三块殖民地的民众们，和当年荷兰的商人们的想法一样，只要能维持他们的田庄和生意就好，并不关心有没有联邦政府，甚至谁也没有意识到联邦政府存在的必要性。因此，在美国人和英国人签订了合约，脱离了英国的统治之后，从华盛顿到下面的每一位士兵都解甲归田，回去经营他们的农庄、商店或者工厂了。当时的北美十三州就是处在这样一种现在看来难以置信却也十分有趣的状态。

很快这些在无政府状态下的殖民地就遇到一些麻烦。比如，按照和英国人签订的合约，英国人要赔偿北美十三州的部分损失，但是英国人并不合作，并且暗地里在贸易上刁难这些前殖民地，各殖民地也没有办法。又如，各州为了付清独立战争时借老百姓的钱，不得不发行一些纸币，这些纸币的价值没有保障，因此开始贬值。再有，在独立战争期间，联盟答应将西部一些未开垦的土地分给参战的老兵，但是对那些不属于北美十三州的土地，比如现在美国中部的田纳西州和肯塔基州，已经被一些殖民者占了，无法分配。至于一些没有被占的土地，北美十三州在如何分配上意见也不统一，因此也进行不下去。到了1786年，马萨诸塞州发生了暴乱（当时北美十三州是家家都有枪），起因是法官把一些拒不还债的人投进了监狱，而当时并没有什么让人很信服的法律说欠债要坐牢。这时，当初各州的代表们才意识到需要通过一部各方都能同意的条例（Ordinance），来保证新独立的殖民地的基本秩序。这些条例最后促成了美国宪法的产生。

1787年，十三州的代表们又回到了当年举行大陆会议的费城，讨论一部新的邦联条例，战争期间制订的旧条例已经过时，而且当时制订得匆忙，很多条款含混不清，甚至连美国的国名“美利坚合众国”本身的含义都模



棱两可。在英语中，合众国是 United States，State 可以是邦和州的意思，也可以是国家的意思，因此，United States 是一个国家还是十三个国家的联盟就有争议。当时邦联条例中讲，每个州保留自己的“主权、独立、自由、领土和权利”，这其实是国家的概念。在战争期间，各个殖民地搁置了这些争议，大家同意先脱离英国谋得独立再议。

现在，英国人是被赶走了，各个州在经历了四年无政府状态后到了要解决它们未来国体问题的时候了。在各州的代表中，后来成为了美国总统的弗吉尼亚代表詹姆斯·麦迪逊为美国宪法的确立起了关键性作用，他也因此被后人称为“美国宪法之父”。他在给华盛顿的一封信中挑明了当时大家都试图回避的关键性问题，就是大家必须在一个统一的国家 and 十三个独立的国家中作出选择。当然麦迪逊和汉密尔顿一样，主张建立一个统一强大的中央政府。按照他的想法，必须有一部高于各邦（州）宪法的全国最高宪法，同时必须有一个在各邦（州）之上的最高政府。在 1787 年，麦迪逊和华盛顿有多次的通信，讨论未来的国体。

到了费城会议上，麦迪逊代表弗吉尼亚州起草了一份提案，这是日后宪法的基础。麦迪逊试图说服代表们接受这项提案，他得到了两位重量级代表的支持，他们是汉密尔顿和日后美国首任大法官约翰·杰（John Jay, 1745—1829）。最终，他们把修订《邦联条例》的会议开成了美国历史上重要的制宪会议，但这并不是很多代表的初衷，因此费城会议进行得一波三折。



图 11.16 美国制宪 150 周年纪念邮票

首先，十三州大多数代表在去费城之前考虑的只是如何修订《邦联条例》，而并不打算要讨论一部全新的宪法，因此，他们中很多人并不觉得这次会议有多么重要，也就没有打算参加这次会议。原本在 5 月 14

日这天开会，结果到了这一天，各州 74 名代表中的很多人没有来，达不到开会的法定人数，已到费城的代表只好等，好在还有代表陆陆续续抵达，到 5 月 25 日，终于到了 55 人，超过了开会的法定人数，会议才正式开始。在会议期间，又有 13 名代表因为各种原因离开了，只有 42 名代表坚持到底。

由于大部分代表来之前没有制宪的思想准备，无法直接接受麦迪逊等人提案，他们首先要花时间消化弗吉尼亚（和其他各州）的提案，接下来便是没完没了的讨价还价，整个会议充斥着唇枪舌战。德高望重的华盛顿虽然被大家选为制宪会议的主席，但是笨嘴拙舌的他很少发言，也无法控制会议的讨论。



图 11.17 收藏于美国国家档案馆的美国宪法原件（局部）

有些议题和提案在大会上没有太多的争议就通过了，比如关于美国的国体，大家都同意建立一个三权分立的民主国家，同时要保证各个州的独立性。因此，美国的各个州不同于中国的省，前者的权利要比后者大得多，美国的州有独立的立法和司法权，因此各个州的民法乃至刑法都不相同。联邦官员和州、县官员之间不存在上下级关系，总统任命不了州长，也撤不了他们的职。这种横向三权分立、纵向州县自治的国策就是当时定下来的。

但是，到了细节问题各个州就互不相让了。代表们在会议上争论的焦点有几点，第一个是国会议员代表权问题。当时人口众多的纽约州和弗吉尼亚州等，希望以人口分配代表，这反映在《弗吉尼亚提案》中，这样一来小州的发言权就小了，担心被大州控制，于是小州则发表了《新泽西提案》，主张州不论大小一律平等（有点像今天的联合国）。两种意见吵得很凶，以致不得不一度休会。但是双方都希望解决问题，最后按照罗杰·谢尔曼提出的《康涅狄格方案》达成了妥协——国会两院制，众议院代表的名额根据各州人口确定；而参议院的名额各州平等两票。这就是美国的众议院和参议院的由来。小州还不放心，硬是在联邦宪法第五条规定的修宪程序塞入一款，要求参议院的各州平等代表这一条永远不得修正，成为美国宪法中惟一的“永久条款”。

第二个争议在于废奴和蓄奴的矛盾。当时美国除了新英格兰地区的四个州（新英格兰地区有六个州，但是当时缅因和佛蒙特州不在北美十三州之列），其他州或多或少都有奴隶，在55名代表中25人拥有奴隶，但是各州代表在这个问题上分歧非常大。北美当时90%的奴隶都在南方各州，因此他们试图维护奴隶制，因为南部以种植业为主，需要奴隶种田。而以工业为主的北方各州则要求废奴，这样才能获得自由的劳动力。因此，在制宪会议上，北方州提出了废奴，而南方州则不肯让步，南卡罗来纳州的代表约翰·拉特利奇（John Rutledge, 1739—1800）甚至威胁如不同意蓄奴就退出联邦。而反对奴隶制最厉害的是特拉华州（北方州）代表约翰·迪金森（John Dickinson, 1732—1808），他在会议期间对奴隶制全面开火，虽然他自己曾经是該州最大的奴隶主。为了废奴，他以身作则，释放了全部的奴隶。但是在南方各州的坚持下，最后北方不得不妥协，宪法规定20年后再由国会禁止奴隶贸易。（后来在杰弗逊担任总统期间，开始禁止奴隶贸易，但是奴隶并未得到解放，直到林肯担任总统时期。）

第三个比较大的争议表面上也跟众议院中各州代表的人数有关，实际上依然是废奴和蓄奴的矛盾。但是南北各州的代表这次在名额分配这个关

乎切身利益的问题上，对奴隶的态度互换了角色。北方州认为，既然你们南方认定黑奴没有人权，那么黑人不得包含在选民基数内，因此在国会的代表应该减少。但是这样一来南方各州的发言权就小了，因此南方的代表们这次却坚持每个黑奴都是“一个人”。北方代表迪金森等人嘲讽南方代表这种自相矛盾的说法。南北双方争执不休，最后只好妥协。其结果是达成了一个令人啼笑皆非的方案，把黑奴算作 3/5 个人！这就是臭名昭著的“五分之三条款”。这当然是美国宪法的污点，但是这个过程却说明美国早期的政治家们具备合作与妥协的态度，这才使立宪得以顺利进行下去。

制宪的纷争非常多，以至于会议从初夏一直开到秋天（9月17日）。费城在夏天颇为炎热潮湿，当时不仅没有空调，连电风扇都没有，戴着假发的代表们因为怕窗外的蚊虫，只好关着门窗满头大汗地开会。在会上，很多代表最初的想法后来被改得面目全非了。面对这样一个修修改改的结果，当时华盛顿对这部宪法能否维持 20 年都表示怀疑。但是美国的宪法至今没有做太大的改动，而且还被认为是全世界最好、最权威的一部宪法，因为它是照顾了各方利益相互妥协的结果，在很多方面它虽然不是最好的，但却是可以接受的。因此，最终得到了绝大多数参会者（42 人中的 39 人）同意。即使如此，由于到会的人数太少，39 票也只比法定多数 38 票多出一票。

在宪法的起草过程中，好几位重量级的人物都没有参加。杰弗逊当时因为接替富兰克林出任驻法国大使，缺席制宪会议。虽然麦迪逊被看成是杰弗逊理念最好的代表，但是杰弗逊依然认为宪法草案中在维护各州和个人权利上做得不够，他的意见最后被体现在宪法的 10 条修正案中。约翰·亚当斯当时出任英国大使，也没有到会，不过他对国体的想法在宪法中有很好的体现，因此他对宪法颇为赞许。他的堂兄，直接挑起殖民地和英国纠纷的塞缪尔·亚当斯拒绝到会，而帕特里克·亨利因为反对集权也拒绝出席。除了麦迪逊，富兰克林对宪法的制定起了关键性的作用，在参会的代表中，富兰克林年纪最大，政治和外交经验最丰富，自然而

然地就成了这些制宪国父的领袖。华盛顿的话反而很少。

需要指出的是，美国的这第一部，也是唯一的一部宪法，保留了各州非常大的独立性。各个州放弃了各自的外交和国防，但是保留了几乎其他所有的权利。这样的分权使得美国很难产生独裁，但是同时各州的法律之间，州和联邦的法律之间常常发生冲突。而一旦冲突发生，一般以所在州的法律（而不是联邦法律）为准，至今如此。不过，这样的双重法律体系，使得美国南方一些州在从南北战争到 20 世纪 60 年代之间长达一百多年的时间里，产生了一个尴尬的局面，那就是虽然在联邦宪法的第十三条修正案中，将种族歧视视为非法，而在南方各州自己的法律中，依然允许种族歧视和种族隔离存在，直到上个世纪 60 年代的民权运动出现，才彻底改变了这种不合理制度。不过，这部宪法和独立战争前通过的《邦联条例》还是有很大的不同，除了确定美国是一个统一的国家外，宪法的规定可以直接触达到每一个人，而以前的邦联条例只是针对每一个州。比如，如果联邦需要钱，它过去只能委托每个州去征税，不能直接向民众征税。但是现在根据新的宪法，联邦政府是可以做这件事的，虽然美国在立国后的一百多年里并没有征联邦税，直到第一次世界大战前夕。

好不容易形成的宪法草案，在交由各州批准时又遇到了麻烦。从 9 月中开完费城立宪会议，直到 12 月 7 日，特拉华州才率先批准该宪法草案，特拉华后来也因此获得美国第一州的美誉。接下来，新泽西和宾夕法尼亚州在 1787 年年底前批准了宪法。在 1788 年的上半年，又有几个州批准了这部宪法草案，但是当时最重要的弗吉尼亚州和当时第一大州纽约州还有异议，迟迟不肯批准。弗吉尼亚州在美国早期政治经济中占有非常重要的位置，前五任总统中有四任来自该州（华盛顿、杰弗逊、麦迪逊和门罗）。结果大家在宪法草案上继续修改，到 1788 年 6 月底，已经有 11 个州批准了。在这一年，华盛顿被推选为即将成立的美利坚合众国的第一任总统，但是罗得岛州和北卡罗来纳州直到 1788 年年底都拒绝批准，理由是宪法对人权的保障不足。罗得岛州甚至没有派人参加制宪会议。这样，到了第二年一月华盛顿就职典礼时，美国只有 11 个州而不是当年

独立时的 13 个州了。麦迪逊在完善宪法中再次起到了关键的作用，他负责起草了宪法的十条修正案，又称为《人权法案》，直到这些修正案被通过后，北卡罗来纳州和罗得岛州才正式加入到美国大家庭。这十条修正案和宪法本身结合得非常完美，以至于今天很多人把它们当作了最初宪法的一部分。它们非常重要而且对美国影响深远。而具体到这十条修正案的内容也十分有趣，我们不妨看一看当时（和今天）美国民众关心的问题。

1. 信仰自由
2. 个人允许拥有枪支
3. 军队不得进民房
4. 公民免于不合理的搜查和拘禁
5. 无罪推定
6. 刑事案件的陪审团制度
7. 民事案件的陪审团制度
8. 禁止严厉刑罚
9. 宪法未列的权利自动赋予民众
10. 宪法未赋予各州的权利自动属于民众

从这十条修正案中可以看到美国宪法赋予民众的权利非常大。美国宪法的其他条款和这十条修正案类似，都是些只要识字就能看得懂的大白话道理，但就是这些看似大白话的道理，树立了社会的正义，并确保美国人能安享自由带来的幸福。到此，一个统一的美利坚合众国才算是真正建立起来了。

美国通过立宪成为近代第一个共和体制的国家，并且将很多民主思想付诸实践。在此之前，法国思想家孟德斯鸠就系统提出过三权（立法、司法和行政）分立的学说，卢梭和狄德罗提出了民权的理论，但第一次将

这些民主思想付诸实施的不是法国人，而是美国人。和法国联系非常紧密的富兰克林和杰弗逊是法国启蒙思想的传播者。美国制宪者当时很认真，或者说很较真，为了做到公平，他们决定不能将联邦首都设在任何一个州（虽然汉密尔顿希望设在纽约），而是设在北美十三州的中间点，在马里兰州和弗吉尼亚州中间专门划出了一块正方形的区域作为首都特区。在设计三个最高权力中心——国会、总统、最高法院所在地时，都按当时的标准隔离得足够远（当时没有汽车），以保证官员们不能相互“串门”。

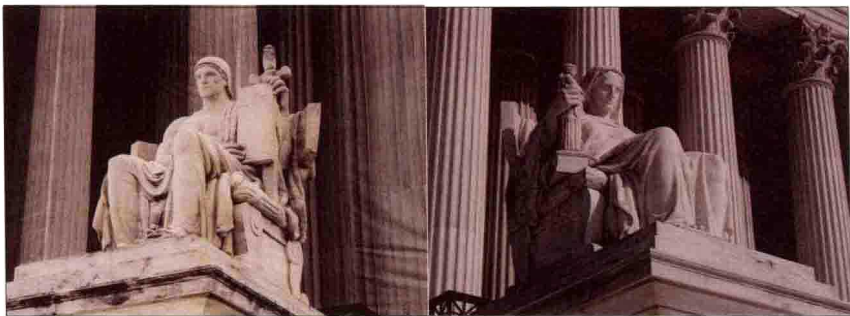


图 11.18 美国最高法院大楼外有两个大理石雕塑，男性的形象代表“法律的权威”，女性的形象代表“正义的沉思”

## 结束语

美国的立国，是人类历史上第一次通过协商而非武力解决纠纷，从而达成一致，最终建立起一个多民族统一的国家。美国立宪谈判之所以能成功，当然需要一定的社会条件。首先是法国的启蒙运动使得民主思想在美国普遍被接受，其次是各个利益集团的代表们开明温和的价值取向——这些国父虽然文化背景不同，教育程度不同，身份和利益也不同，但是没有希望使用武力解决问题。美国的立宪过程从1787年5月到1788年6月，讨论和争论了一年多的时间，多次面临谈不下去的困境，但是代表们坚持一个原则，就是可以谈判，但是不能动武。在制宪会议上，代表们遇到一个又一个矛盾，他们解决问题靠的是妥协和宽容。没有一位代

表对最后的结果完全满意，用富兰克林话说，“我得承认我自己对这部宪法中的好几个部分并不认同，但是我不觉得我会因此阻止其通过……我们即使再开几次制宪会议也未必能够制订出一部更好的宪法……所以先生们，尽管这让我自己也感到意外，但我认为这个系统已经接近完美……”<sup>4</sup>但是，这样的结果却是代表们（和他们所代表的州）都能接受的。在美国立宪的过程中，我们看到了人类的进步，看到人们学会用文明的方式和理性的力量建立起一个国家。

和历史上很多强大的国家不同的是，美国是一个松散的联邦，而这个联邦日后不仅没有分裂，反而成为了超级大国。这当然是很多代美国人长期努力的结果，但从另一个方面讲，也和这些开国者为这个国家确立了良好的政治体制和树立了无私的道德规范有关。当初，这些开国元勋谁也没有把自己当回事，更没有把自己当成什么开国的伟人，但是历史证明这些没有把自己当回事的国父，反而在后世成为了当代政治家学习的典范。

## 附录 美国建国大事记

- 1492, 哥伦布发现美洲
- 17 世纪, 英国通过开拓、占领和成立公司等方式在北美成立了十三个殖民地
- 1756—1763, 英法七年战争, 英国获胜, 却债台高筑
- 1763, 英国在北美派驻正规军
- 1765, 英国在北美征收印花税
- 1773, 波士顿倾茶事件爆发
- 1774, 第一次大陆会议召开, 北美各殖民地同意统一采取行动, 争取权利
- 1776, 殖民地民兵在列克星敦打响反抗英国人的第一枪, 同年第二次大陆会议通过独立宣言, 北美殖民地正式宣告独立
- 1775—1883, 北美独立战争
- 1787, 在费城召开了长达四个月的制宪会议, 通过了美国宪法
- 1787, 特拉华州批准宪法, 成为美国的第一个州
- 1789, 华盛顿宣布就职美国第一任总统, 同年, 北卡罗来纳州和罗得岛州批准宪法, 自此北美十三个殖民地全部加入美国

4

富兰克林在制宪会议最后一天的讲话: <http://t.cn/zOhv7zI>



## 参考文献

- 1 本杰明·富兰克林. 富兰克林自传. 姚善友, 译. 三联书店, 1985.
- 2 David McCullough. 约翰·亚当斯传 (*John Adams*). Simon & Schuster, 2002.
- 3 Kevin R.C. Gutzman. 詹姆斯·麦迪逊和缔造美国 (*James Madison and the Making of America*). St. Martin's Press, 2012.
- 4 R.B. Bernstein. 杰弗逊传 (*Thomas Jefferson*). The Oxford University Press, 2003.

## 第十二章 科学时代

### 从笛卡尔到达尔文

自古希腊时起，人类便奠定了科学研究方法的基础，但是那个时代的各种文明（包括希腊文明本身）对科学方法的应用是自发的，而不是自觉的。人类甚至对什么是科学、什么不是科学的理解也很含糊，那是一个科学与巫术共存的时代。而中世纪则更是充斥着黑暗与迷信的非理性。牛顿是划分迷信和科学、非理性与理性的里程碑。在他前后，伽利略、笛卡尔和拉瓦锡等众多科学巨人和牛顿一起开创了人类的科学时代。他们不仅对科学本身做出了重大的贡献，更重要的是确立了科学的方法。有了这些科学的方法，人类才能不断进步。而在确立科学的方法上，第一个要提到的就是为牛顿的工作奠定了基础的笛卡尔。

#### 第一节 笛卡尔和方法论

今天我们也无法断定笛卡尔（René Descartes, 1596—1650）首先是数学家还是哲学家。我们在中学都学习过解析几何，这是笛卡尔的发明，他用代数的方法解决了几何学的问题。解析几何也是后来高等数学的基础，在美国，这门课被称为“微积分的先修课”（Pre-Calculus）。同时，笛卡尔也是一个在历史上极具影响力的哲学家，要是评选全世界有史以来20个最有影响力的哲学家，他当在其列。英国著名学者罗素在他的《西方哲学史》一书中花了几十页的篇幅介绍笛卡尔。我们今天说的一些格言，如“我思故我在”、“大胆假设，小心求证”等都出自笛卡尔。



图 12.1 伟大的哲学家和数学家笛卡尔

笛卡尔自己虽然很少从事实验科学的研究，但是他的方法论对自然科学发展的影响具有进步意义。

笛卡尔强调感知的重要性。他举过这样一个例子：一块蜂蜡，你能感觉到它的形状、大小和颜色，能够闻到它的蜜的甜味和花的香气，你必须通过感知认识它，然后将它点燃（蜂蜡过去常被用作蜡烛），你能看到性质上的变化——它开始发光、融化，把这些全都联系起来，才能上升到对蜂蜡的抽象认识。这些抽象的认识，不是靠想象力来虚构，而是靠感知来获得。

笛卡尔按照感知的方式，把人的认知分为三类：

- 第一类是生来就有的观念，比如小孩子生下来就知道吃奶；
- 第二类是从外界学来的观念，比如学生在学校里学习的知识；
- 第三类是自己创造的观念。

在科学上，除了对数学的直接贡献外，笛卡尔的哲学思想，尤其是方法论对近代科学的发展影响深远。对于笛卡尔哲学思想的评价，中西方的差异非常大。在中国，他的哲学思想被打入唯心主义范畴，那么就不免和谬误联系在一起。在西方，人们则更多地是看到笛卡尔的哲学思想相比以往经院哲学的进步

第二类观念的获取，就是我们所熟知的学习过程，而第三类认知就属于科学研究和发明创造的范畴。笛卡尔著名的《方法论》（*Discours de la méthode*）一书揭示的正是第三类认知的奥秘。在书中，笛卡尔系统地阐述了科学的研究方法，他指出，研究问题的方法分四个步骤。

1. 不盲从，不接受任何自己不清楚的真理。对一个命题要根据自己的判断，确定有无可疑之处，只有那些没有任何可疑之处的命题才是真理。这就是笛卡尔著名的“怀疑一切”的观点。不管有什么权威的结论，只要没有经过自己的研究，都可以怀疑。例如亚里士多德曾说，重的物体比轻的物体下落速度快，但事实并非如此。
2. 对于复杂的问题，尽量分解为多个简单的小问题来研究，一个一个地分开解决。这就是我们常说的分析，或者说化繁为简，化整为零。
3. 解决这些小问题时，应该按照先易后难的次序，逐步解决。
4. 解决每个小问题之后，再综合起来。看看是否彻底解决了原来的问题。

如今不论是在科学研究中，还是在解决复杂的工程问题时，我们都会采用这四个步骤。信息产业从业人员可能有这样的体会：做一款产品，先要分解成模块，然后从易到难实现每一个模块，并对模块进行单元测试，之后将各个模块拼成产品，再对产品进行集成测试，确认是否实现了预想的功能。按照这个方法有条不紊地工作，再难的问题也能解决。

在上述四个步骤中，笛卡尔强调“批判的怀疑”在科学研究中的重要性。他认为，在研究中可以大胆假设，其实他的“怀疑一切”的主张就是大胆的假设。但是，求证的过程却要非常小心，除了要有站得住脚的证据，求证过程中的任何一步推理，都必须遵循逻辑，这样才能得出正确的结论。

在整个研究的过程中，笛卡尔十分讲究逻辑的重要性，这是他治学方法的一个要点。虽然不同的人对同一事物的感知可以不同，但是对于同一个前

提，运用逻辑得出的结论必须是相同的。因此，从实验结果得到解释，以及将结论推广和普遍化都离不开逻辑。实验加逻辑，这成为实验科学的基础。

笛卡尔将科学发展的规律总结为：

1. 首先提出问题；
2. 然后进行实验；
3. 从实验中得到结论和解释；
4. 将结论推广并且普遍化；
5. 在实践中找出新的问题，如此循环往复。

1

他的墓碑上写着这样的拉丁文：  
Renati Descartes,  
Reconditoris  
Doctrinae Lavde Et  
Ingenii Svbtillitate  
Praecellentissimi  
Qvi Primvs A  
Renovatis in  
Evropa Bonarvm  
Litterarvm Stvdiis  
Rationis Hvmanae  
Ivra Salva Fidei  
Christianae  
Avtoritate  
Vindicatvit Et  
Asservit Nvnc  
Veritatis Qvam  
Vnice Colvit  
Conspectv Prvtivr.

笛卡尔的哲学中的确夹杂着无数唯心主义的成分，但是我们并不能因此而抹杀他对科学和科学方法的贡献。在笛卡尔之前的科学家并非不懂研究的方法，但是他们了解的研究方法大多是自发形成的，而方法好坏就看自己的悟性了。笛卡尔总结了科学的方法，即科学的研究是通过正确的证据（和前提条件），进行正确的推理，得到正确的结论的过程。后来的科学家自觉遵循这个方法，大大地提高了科研的效率。这位被我们认为是唯心主义的哲学家，在西方则被看成是开创科学时代的祖师爷之一。

笛卡尔一生低调，他为自己选择的墓志铭是“善生活者，故隐其名”（Bene qui latuit, bene vixit.），但是，后人在他墓碑上刻下的却是“笛卡尔，欧洲文艺复兴以来，第一个为人类争取并保证理性权利的人……”<sup>1</sup>这确实是对笛卡尔一生贡献的最佳概括了。

## 第二节 从炼金术到化学

人类研究数学、物理学和天文学的历史比研究化学要长很多。直到近代以前，世界上还只有炼金术，没有化学。炼金术约有 2500~3000 年的历

史，而且横跨了诸多文明：美索不达米亚、古埃及、波斯、印度、中国、古希腊和罗马，以及穆斯林文明和中世纪的欧洲。而在不同文明中，炼金术的定位也不同，在中国是以制造万灵药和长生不老药为目的，因此也叫炼丹术。在西方和穆斯林世界，炼金术的目的是将廉价的金属变成贵重的黄金。无论是为了长生不老，还是为了钱财，炼金术背后都有巨大的利益驱动，因此虽然从来没有成功过，术士们仍为此一代代前仆后继。今天，我们都学过化学，明白术士们的方法是行不通的，但是在19世纪之前，炼金术尚未被任何科学的证据否定，一些著名科学家包括牛顿都尝试过炼金术，并乐此不疲。

虽然劳民伤财且失败不断，炼金术也并非完全徒劳无功。在中国，它催生了火药的发明；而在西方，通过炼金术，人们找到了各种各样的矿物质，积累了化学实验的经验和实验方法，并且发明了许多实验设备。阿肯色大学的历史学家罗伯特·芬雷（Robert Finlay）认为，发明瓷器的炼金术士伯特格尔的实验室可以算是历史上第一个研发机构。毫无疑问，炼金术为日后的化学发展奠定了基础。

在从炼金术到化学的转变过程中，科学的方法起了关键作用。今天大多数中学生可能对物理和化学实验都颇有兴趣，但是对写实验报告恐怕就没那么认真了，记录实验结果时常常随便找张纸潦草地写几个数据了事，更有甚者可能过分相信自己的大脑，记在脑子里回家再整理成实验报告。至于是否真能记住所有实验结果的细节，我表示怀疑。一旦养成不做记录的习惯，就很难改，这么做试验无法很好地积累经验，后人只好重复前人的错误。比如，我们今天无法知道中国的道士们都做了哪些炼丹努力，明清道士炼丹的水平恐怕并不比隋唐时期的道士高，因为没有实验的数据积累。

但是，欧洲的炼金术士却有意无意地采用了科学的方法。首先他们对自己做过的实验都有详细的实验记录，当然为了保密，他们可能会采用密文来做记录。这些实验记录，至今还保留在很多国家的档案馆里。我们



图 12.2 炼金术士伯特格爾在研制瓷器

在第一册第六章“人造的奇迹——瓷器”一章中提到过的欧洲人伯特格爾和韦奇伍德等人发明瓷器的过程，就是一个很好的例证。由于有完整的数据记录，我们现在才能轻而易举地复制欧洲历史上任何一件名瓷，但是中国的很多工艺却免不了“发明、失传、再发明、再失传”的轮回，以至于到现在，我们也无法完全仿制出宋代的汝瓷。

炼金术士的另一个贡献，就是定量分析这种实验的结果，量杯、天平、比重计和各种简单的测量工具被用于他们的实验，有了这些定量的记录和分析，后人便可以重复前人的实验结果。这一点成为了后世人们进行科学研究的一个基本方法。要想在前人的基础上改进，第一步都是要重复前人的实验结果，这是今天在西方科学杂志和高等级的学术会议上发表论文的铁律。比如，一个人发明了一种更准确的指纹识别算法，如果他只是给出自己新算法的准确率，而没有对比前人发明的算法在同等条件下取得的结果，任何权威杂志都不会录用他的论文。

定量分析带来的另一个结果就是，在科学上从尊重权威变成尊重事实。没有定量的衡量，很多论点和结论是不可比的，人们只好相信权威。在中世纪，人们喜欢说，亚里士多德是这么说的，或者托勒密是这么说的。到了近代，人们立论的证据已经不再是经卷上的教条，而是根据自己的观察或做实验的结果，因为定量的结果很容易比出好坏对错。笛卡尔就

非常强调：是事实而不是权威，才是验证一个结论正确与否的前提。

当然，从炼金术过渡到化学是一个漫长的过程。但是，当人类对物质和物质变化的知识积累到一定的程度时，量变就开始产生质变。到了18世纪，欧洲出了第一位今天被我们称作世界著名化学家的人——安托万·拉瓦锡（Antoine Lavoisier，1743—1794）。

与大部分炼金术士不同的是，拉瓦锡研究炼金术不是为了追求财富，而是为了寻找物质变化的规律。拉瓦锡是法国波旁王朝末期的贵族，从来不缺钱。他在做化学实验的同时，还是王朝的一位包税官<sup>2</sup>，虽然他从来没有为自己捞过钱，但是这种身份却让他后来成为被革命的对象，并且死在雅各宾派领导人马拉（Jean-Paul Marat，1743—1793）的手上。

2

帮助政府收税的商人，当然这些人大多数不会白干，而是利用这个职位中饱私囊，不过没有证据显示拉瓦锡曾经贪污过。

拉瓦锡的主要贡献之一是发现了氧气，并且提出了氧气助燃的学说。在此之前，学术界流行着“燃素说”，即物质之所以燃烧，是因为其中具有所谓的“燃素”，燃烧的过程就是物质释放燃素的过程。1774年10月，英国化学家普利斯特里（Joseph Priestley，1733—1804）向拉瓦锡介绍了自己的实验：氧化汞加热时，可得到一种气体，这种气体不仅能使火焰燃烧得更明亮，还能帮助呼吸。拉瓦锡重复了普利斯特里的实验，得到了相同的结果。这对拉瓦锡研究燃烧的原理给予了启发：如果燃烧是因为物质中的燃素造成的，那么燃烧之后，灰烬的质量应该减少，而事实上，燃烧的生成物质量是增加的，这说明一定有新的东西加入到了燃烧的产物中。他在实验中有一个信条：“必须用天平进行精确测定来确定真理。”正是依靠严格测量反应物前后的质量，他才确认了在燃烧的过程中，有一种气体加入了进来，而不是所谓燃素分解掉了。1777年，他正式把这种气体命名为 oxygen，就是我们今天说的氧气。随后拉瓦锡向巴黎科学院提交了一篇报告《燃烧概论》（*Sur la combustion en général*），用氧化说阐明了燃烧的原理。他在报告里阐述了氧气的作用，即首先必须有氧气存在，物质才会燃烧。空气中包含有氧气和另一种气体，物质在空气中燃烧时，会吸收空气中的氧气，因此燃烧生成物的质量增加，而增



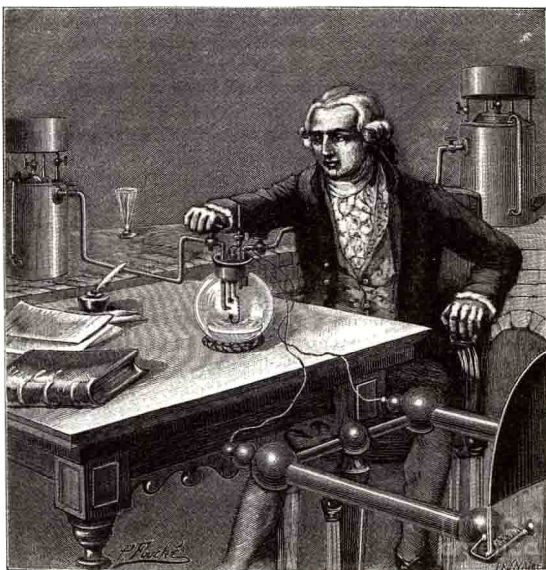


图 12.3 拉瓦锡在做实验

加部分就是它所吸收氧气的质量。在研究燃烧的过程中，拉瓦锡确定了精确的定量实验和分析在自然科学研究上的重要性。拉瓦锡还发现，非金属在燃烧后生成的氧化物可以变成酸，因此一切酸中都含有氧。金属燃烧后变为灰烬，它们不具有酸性。拉瓦锡的氧化学说彻底推翻了以前没有

根据的燃素说。

我们不妨通过拉瓦锡的工作来看看笛卡尔的方法论是如何应用到科学研究上的。首先要对无法证实的命题(燃素说)进行怀疑,不管它是谁提出的。接下来是通过实验找到证据,而实验要定量进行(确定生成物质的质量增加)。有了证据,再通过逻辑推理得到正确的结论(如果物质中有燃素,那么质量将减少,因此燃素说不对;既然质量增加了,那么必定是从空气中结合了一种元素)。就是依靠这种科学方法,炼金术才可能转变成化学。

拉瓦锡的另一项重要贡献在于通过实验证实了在科学史上极其重要的质量守恒定律。这个定律并不是他的独创,在拉瓦锡之前很多自然哲学家与化学家都有过类似观点,但是由于对实验前后质量测定的不准确,这一观点无法让人信服。拉瓦锡通过精确的定量实验,证明物质虽然在一系列化学反应中改变了状态,但参与反应的物质的总量在反应前后都是相同的。由于有了量化度量的基础,拉瓦锡用准确的语言阐明了这个原

理及其在化学中的运用。质量守恒定律奠定了化学发展的基础，我们今天学习化学，都知道化学反应的方程式两边需要平衡，这一切来自于质量守恒定律。拉瓦锡证实这个重要定律的过程，本身再次确立了从伽利略和笛卡尔开始的科学方法，即自然科学的任何定律必须是能够证实的。现代科学的研究方法就是靠这些科学家不断通过实践确立起来的。顺便提一句，1748年，俄罗斯化学家罗蒙诺索夫（Mikhail Vasilievich Lomonosov, 1711—1765）也曾精确地测定了化学反应前后的物质变化，并且提出了这一定律，但是由于俄罗斯处于欧洲的边缘，和欧洲其他国家没有科学研究的交流，因此他的贡献直到很晚才被欧洲广泛得知。

正如牛顿建立了经典物理学的体系一样，拉瓦锡奠定了化学的基础，他与同时代的科学家戴莫维（L. B. Guyton de Morveau, 1737—1816）、贝托雷（Claude-Louis Berthollet, 1748—1822）、佛克罗伊（Antoine François, comte de Fourcroy, 1755—1809）一起编写了《化学命名法》（*Méthode de nomenclature chimique*），并于1787年发表。在这本书中，他们制定了化学中物质的命名原则和分类体系。在此之前，化学家们对同一种物质说法不一，相当混乱。拉瓦锡等人指出每种物质必须有一个固定名称，单质命名要尽可能表示其特性，而化合物的命名要尽可能反映出其组成成分，现在我们把铁锈称为氧化铁，把普鲁士蓝称为硫酸铜，就是这样得名的。现代化学课本中使用的各种酸、碱、盐的名称，遵循的都是拉瓦锡等人给出的命名法则。这种命名法则还很好地与物质的分类相一致。为了科学地描述化学反应，拉瓦锡发明了化学方程式<sup>3</sup>。如果没有化学方程式，我们今天描述化学反应就既不简洁也不清晰。

根据氧化说和质量守恒定律，1789年拉瓦锡发表了《化学基础论》（*Traité Élémentaire de Chimie*）。他在这本学术专著中全面地阐述了自己的观点，定义了“元素”的概念，并且对当时已知的化学物质进行了分类。拉瓦锡总结出33种基本元素（尽管一些实际上是化合物而不是真正的单质元素）以及由它们组成的常见化合物，这使得以前零碎混乱的化学知识变得系统而清晰。这本书除了理论部分外，还包括实验部分，在实验部分中，

3

Laugier, Andre and Dumont, Alain. (c.2000). "Symbolism to Represent Matter and Its Transformations" Thermicity.com.

拉瓦锡强调了定量分析的重要性。最重要的是，拉瓦锡在这部书中通过氧化说和质量守恒定律的理论体系，成功而完整地解释了很多实验结果。这种简洁、自然而又可以解释很多实验现象的理论体系，完全有别于以前那些充满炼金术术语的化学著作中的那种复杂而不清晰的解释。很快，他的著述产生了轰动效应。虽然早期的一些化学家，包括普利斯特里坚决抵制拉瓦锡的理论体系，但是年轻的化学家们却非常欢迎。这部书被列为化学史上划时代的作品。到1795年左右，欧洲大陆基本上都接受了拉瓦锡的理论。

法国大革命爆发之后，拉瓦锡最重要的贡献就是统一了法国的度量衡，并且最终形成了当今现行的公制。1790年，法兰西科学院组织委员会负责制定新的度量衡系统，委员会成员有拉瓦锡、孔多塞（Marie Jean Antoine Nicolas de Caritat, marquis de Condorcet, 1743—1794）、拉格朗日和蒙日（Gaspard Monge, 1746—1818）等学者。1791年拉瓦锡起草了报告，主张采取地球极点到赤道的距离的一千万分之一为1米，建立长度的度量体系。接着，法兰西科学院指定拉瓦锡负责质量标准的制定。经过测定，拉瓦锡提出质量标准采用千克，水在密度最大时（4摄氏度），一立方分米的质量为一千克。今天全世界都采用法国人发明的公制，而它的奠基者就是拉瓦锡等科学家。

后来，拉瓦锡被推选为众议院议员。他曾多次想退出社会活动，回到研究室做一个化学家，可是这个愿望一直未能实现。1793年之后，激进的雅各宾派掌握了政权，拉瓦锡的厄运也就开始了。而对他的迫害恰恰来自被誉为“革命的骁将”的马拉。马拉是法国大革命时期我最佩服的革命家，不过在对待拉瓦锡的态度上他让我很失望。马拉也想获得科学家的荣誉而名垂青史，他写了一本《火焰论》，这本书完全是毫无价值的大杂烩，里面除了抄袭就是错误，马拉把自己的大作提交到了法兰西科学院。身为院长的拉瓦锡当然不会理会这种毫无科学价值的著作。这样就与当时炙手可热的马拉结下了私怨。马拉反而污蔑拉瓦锡是伪科学家，并且要消灭这个被他称为“人民公敌”的伪学者。很快，法国陷入了激

进派的红色专政，以代表下层市民利益自居的雅各宾派认为科学家是人民的公敌，科学团体是反动集团。这里面主要的原因是当时很多科学家本身是贵族和富人，否则没有财力进行科学研究。即使在这种红色恐怖下，拉瓦锡仍然恪尽职守，努力工作，并为两个学会筹款，同时捐出私人财产作为学会的研究资金。风声鹤唳中，他以自己的声望保护着大批学者。

然而，学者中历来不乏政治上的投机者。化学家佛克罗伊曾经受到过拉瓦锡各方面的帮助，现在却迎合激进的领导人，开始策划解散法兰西科学院。于是，在革命的暴力之下，1793年4月，从路易十四开始建立，有着一百多年历史并且曾经拥有过笛卡尔等著名科学家的法兰西科学院被解散了，直到1795年才又得到重建。

在雅各宾派的高压下，拉瓦锡展示了一个贵族和学者的骨气，他通过教育委员会向国民发出呼吁。他说，现在很多科学家的研究室被关闭，生活没有保障，学术处于毁灭的边缘，法国的荣誉被玷污了。学术一旦遭破坏，再想恢复就需要很长时间。但是，狂热的革命派并不把拉瓦锡的警告当回事。他过去作为波旁王朝税务官的历史被当作罪证，而他在大革命时期也为新政权所做的大量有益的工作却被抹杀，从这一刻起拉瓦锡成了革命的对象。1793年底，他因当过税务官被捕入狱，同时也遭度量衡委员会除名。

拉瓦锡在欧洲学术界具有极大的影响力，欧洲各国学会纷纷向国会请求赦免拉瓦锡，但是当时的领导人罗伯斯庇尔不仅无动于衷，反而迅速处死拉瓦锡等人。就在拉瓦锡的生命危在旦夕时，法国各界曾经尽力地挽救，请求革命法庭的赦免，但是人们得到的回答却是“共和国不需要学者，只需要为国家而采取的正义行动！”

1794年5月8日，也就是革命法庭做出判决的第二天，拉瓦锡被送上了断头台。他泰然受刑而死，据说在行刑前他和刽子手约定自己被砍头后尽可能多眨眼，以此来确定头砍下后是否还有感觉，后来拉瓦锡的眼睛一共眨了十五次，这是他最后一次科学研究。不过这一说法不见于正史。

对于拉瓦锡之死，著名的数学家拉格朗日痛心地说：“他们可以一眨眼就把他的头砍下来，但他那样的头脑一百年也再长不出一个来了。”在雅各宾派的红色恐怖下，被逼死的科学家还有孔多塞等人。

在拉瓦锡遇害的整个过程中，投机到激进派一边的化学家佛克罗伊起了很坏的作用，在历史上利用政治打击同行的远不止佛克罗伊一个，以后也还会有。在拉瓦锡遇害几个月之后，暴君罗伯斯庇尔也被送上了断头台，在他的头颅被咔嚓砍下的那一刻，观看的群众鼓掌长达15分钟以表示喜悦。这时，在法国为拉瓦锡举行的庄重而盛大的追悼会上，厚颜无耻的

佛克罗伊却又反过来对拉瓦锡表示悼念，发表演讲，歌功颂德。



拉瓦锡在化学发展史上建立了不朽功绩。他在化学的研究过程中，再次确认了科学方法的重要性。他一生强调实验是认识的基础，他的治学原则是：“不靠猜想，而要根据事实”，“没有充分的实验根据，从不推导严格的定律”。他在研究中大量地重复了前人的实验，一旦发现矛盾和问题，就将它们作为自己研究的突破点。今天，很多科学研究都是由发现前人的问题作为突破口来展开的，这个方法是经过拉瓦锡和很多科学家的实践确立的。在实验过程中，除了对实验现象进行超乎常人的细致观察，拉瓦锡还坚持运用定量方法，通过数

图 12.4 卢浮宫文化名人中的拉瓦锡像

据确定或者推翻一些结论。对于实验结果的分析，拉瓦锡强调要严格遵循合乎逻辑的步骤，才能对实验结果予以正确解释。

和所有的科学巨匠一样，拉瓦锡善于对整个学科进行分析综合、提出新的学术思想，并且建立起学科体系。具体到化学研究，拉瓦锡善于发现化学反应中各种物质变化的相互联系，然后透过现象看到本质，因而他比同时代的化学家要看得远。后世评价拉瓦锡为近代化学之父，甚至认为他之于化学，犹如牛顿之于物理学。

### 第三节 焦耳

恩格斯在他的《路德维希·费尔巴哈和德国古典哲学的终结》一书中，把细胞学说、能量的转换（与守恒）和进化论誉为19世纪的三大发现。而对发现能量转换和守恒定律贡献最大的，是英国的一位啤酒商詹姆斯·焦耳。今天学习中学物理课程的人都知道他是著名的物理学家，能量的单位焦耳就是以他的名字命名的。不过在当时，更多人可能只知道他是啤酒商，而非科学家。焦耳的父亲经营了一家颇有名气的啤酒厂，他自幼生活富足，大学毕业后开始参与自家啤酒厂的经营，并且在这个行业非常活跃，直到他去世前几年把啤酒厂卖掉为止。起初，科学研究只是焦耳的个人爱好，不过随着他在科学上取得的成就越来越高，他在科学上花的精力也就越来越多。我们无法得知他到底更喜欢做哪件事，不过，科学研究和经营啤酒业对焦耳来讲似乎并不矛盾。作为科学家，他接受新事物非常快，后来还研究过用当时新发明的电动机来替换啤酒厂的蒸汽机。

焦耳出生在一个富有的家庭，但他幼时并未像今天这样被送到最好的名牌小学，然后是名牌中学和名牌大学。因为身体不好，家里只是将他送到一个家庭学校读书，他也没有经历和同班同学争名次的阶段，这一点他和牛顿不同。我一直认为小时候教育比较宽松对人的长期成长有好处。在16岁那年，焦耳和他的哥哥在著名科学家道尔顿的门下学习，他

跟着道尔顿学习了两年数学和几何，后来因为道尔顿年老多病而结束了这段求学生涯，不过这段经历影响了焦耳的一生。在道尔顿的推荐下，焦耳进入了曼彻斯特大学。毕业后，焦耳在家搭建了实验室，业余进行科学研究。1838年，他的第一篇科学论文在《电学年鉴》（*Annals of Electricity*）上发表。这份期刊影响力并不是很大，没有帮助焦耳在科学界出名。

1840—1843年，焦耳对电流转换成热量进行了大量的实验和研究，他很快就得出了焦耳定律的公式，即电流在导体中产生的热量  $Q$  与电流  $I$  的平方、导体的电阻  $R$  和通电时间  $t$  成正比例，即

$$Q=I^2Rt$$

他把自己的研究成果投给了英国皇家学会，本以为这个重大发现会让皇家学会大吃一惊，但遗憾的是，皇家学会并没有意识到这是人类历史上最重要的发现之一，而是对这位“乡下的业余爱好者”（provincial dilettante）的发现表示怀疑。焦耳的这一重大发现后来刊登在英国的《哲学杂志》<sup>4</sup>上。这份远不如英国皇家学会会刊出名的杂志，后来还刊登过麦克斯韦的重要发现。

<sup>4</sup>  
*Philosophical  
Magazine.*

被皇家学会拒绝后，焦耳并不气馁，而是继续他的科学研究。在这之后皇家学会还拒绝了他很多次。不过在曼彻斯特，焦耳很快成为了当地科学圈子里的中心人物。1840年以后，焦耳的研究扩展到机械能和热能的转换。由于机械能（当时也称为功）相对热能的转换比率较低，因此，这项研究成功的关键在于能够精确地测量出细微的温度变化，焦耳宣称他能测量  $1/200$  度的温度差，这在当时是无法想象的，所以科学家对此普遍持怀疑态度，英国皇家学会再次拒绝了焦耳的论文。这篇重要的论文后来又发表在《哲学杂志》上。皇家学会的科学家们或许忘记了焦耳是啤酒商出身，他有着当时最准确的测量仪器，对温度的测量远比他们想象的准确得多。1845年，焦耳在剑桥大学宣读了他最重要的一篇论文“关于热功当量”，在这次报告中，他介绍了物理学上著名的实验——

功能转换实验，即以下落的重物带动容器中旋转的搅拌器，将重物的势能转换成容器中水的热能，他还估算出热功当量常数，即一焦耳等于4.41卡路里。1850年，他给出了更准确的热功当量值4.159，非常接近今天的估计值4.184。

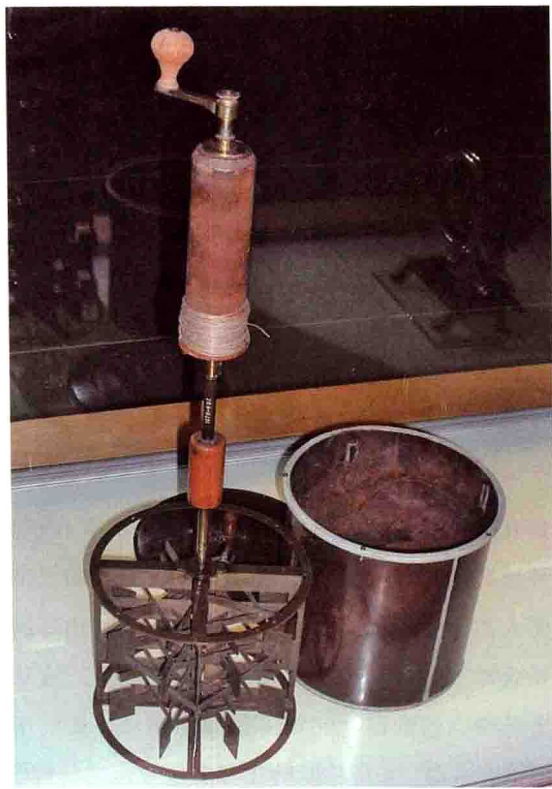


图 12.5 焦耳的功能转换实验器具

1847年，在牛津大学的一次会议上，焦耳又做了一次学术报告，在场的有一些重量级听众，包括法拉第、流体力学专家乔

治·斯托克斯（Sir George Gabriel Stokes, 1819—1903），以及威廉·汤姆森（William Thomson, 1st Baron Kelvin, 1824—1907，也就是后来的开尔文男爵，绝对温度以他的名字命名）。他们都对焦耳的报告很入迷，虽然法拉第和开尔文对焦耳的结论还是心存疑惑。不过，这时科学界倾向于承认焦耳的功能转换定律了。1850年，焦耳当选为英国皇家学会会员，两年后，他获得了英国、也是当时世界上最高的科学奖——皇家奖章。而开尔文在1852年后，和焦耳进行合作，在此期间他们二人的研究硕果累累，其中包括著名的焦耳-汤姆森效应。这项成果还让焦耳关于分子运动论的观点被学术界广泛接受。今天，各种蒸汽机和内燃机引擎的设计都少不了焦耳-汤姆森效应的应用。



焦耳的另一大贡献就是确立了分子运动论。作为道尔顿的学生，焦耳深信原子论，尽管同时代的许多科学家还在怀疑该理论。他用分子运动的理论解释气体受热后压强增大的原因。

焦耳晚年获得了许多荣誉，全部列出来足以写满一页纸，他成为了曼彻斯特的骄傲。1889年，焦耳去世后，人们在他的墓碑上刻上了热功当量值，以纪念这位伟大的物理学家。同时，人们还引用了《圣经·约翰福音》中的一句话，概括焦耳勤奋工作的一生。

趁着白日，我们必须作那差我来者的工；黑夜将到，就没有人能做工了。（I must work the works of him that sent me, while it is day: the night cometh, when no man can work.）

焦耳的成就告诉人们，能量（和动力）是不可能凭空产生的，它只能从一种形式转换成另一种形式。因此，像永动机那样的怪想法是不可行的，而人类能做的无非是提高转换的效率。焦耳的理论还定量地告诉人们，要获得一定的动力就必须消耗多少能量，这从理论上对各种发动机和后来各种电器的设计起到了指导的意义。如前所述，恩格斯对焦耳的工作评价非常高，并将功能转化和能量守恒的物理学成就上升到哲学的高度，



图 12.6 著名物理学家焦耳

他说：“它向我们表明了一切首先在无机的自然界中起作用的所谓力，即机械力及其补充，所谓位能、热、放射（光或辐射热）、电、磁、化学能，都是普遍运动的各种表现形式，这些运动形式按照一定的度量关系由一种转变为另一种，因此，当一种形式的量消失时，就有

另一种形式的一定的量代之出现——因此，自然界中的一切运动都可以归结为一种形式向另一种形式不断转化的过程。”

焦耳用自己一生的实践完善着自然科学的研究方法，继拉瓦锡、法拉第等人之后，再次确立了实验在自然科学研究中的重要性。和拉瓦锡一样，焦耳的成就是建立在准确定量实验的基础上的。比拉瓦锡更进一步的是，他向后世的科学家展示了可对比实验条件的重要性，以及实验设计的重要性。与焦耳同时代的科学家开尔文爵士也做过测量水的势能转换成热能的实验，但是他的实验方法不具有可比性。他在瀑布落下之前和之后分别测量水的温度。但是，由于水在下落过程中，流速有了变化（导致很多势能转换成了动能，而不是热能），在空气中会有挥发，并且和空气有热交换（带走热能），这些因素导致了瀑布下落前后的水温不具有可比性。用今天实验科学家们的话来说，就是在用苹果和桔子做对比。而焦耳的实验则设计得非常巧妙，它避免了势能的流失和实验装置与外界的热交换，因而获得了成功。

在焦耳之后，实验科学家，不论是物理、化学、生物还是今天的计算机科学家，都懂得在实验开始前设置基准（Baseline）的重要性。所有新的实验都是在和基准作比较。这个基准可能是一个静态的数据，也可能是前人的工作。比如在测试化学反应释放的能量之前，要准确测量反应发生前的温度，这就是基准。在计算机科学中，要证明一种新算法比以往的算法好，就必须先重复近期发表的同类算法的实验结果。在医学上，要证明一种药的有效性，并非给病人吃了药后看看见效如何就能得出结论，而是要给另一批条件相同的病人吃形状味道类似的安慰剂，然后进行对比。具体而言，有一种药，病人使用后有60%的人好转，并不能得到“对60%的人有疗效”这样的结论，而是要对另外一组病情、年龄和身体条件相同的病人使用安慰剂，如果后一组病人中60%的病人都得到了好转，那么说明这种药可能没有作用。如今，要想在世界一流期刊上发表自然科学研究论文，或者让社会认可你的发明，这种对比实验必不可少。

## 第四节 分析与综合——生物学大发现

19 世纪的另外两大发现都在生物领域，这就是细胞学说和进化论。这些重大发现，都是对分析与综合这两个近代科学研究方法的最好验证。

自古以来，人类就试图搞清楚构成生命的基本单位是什么，这就如同试图搞清楚构成物质的基本单位是什么一样。最早发现细胞的是英国科学家胡克，他也是牛顿的死对头。1665 年，胡克用自制的显微镜观察软木塞的薄切片，发现了一个一个小格子，当时他并不知道自己发现了细胞（更准确地说是已经死亡的细胞），因此就把它称为小格子（Cell），这就是英文细胞一词的来历。虽然胡克看到的只是细胞壁，而没有看到里面的生命迹象，但是人们还是将细胞的发现归功于他。

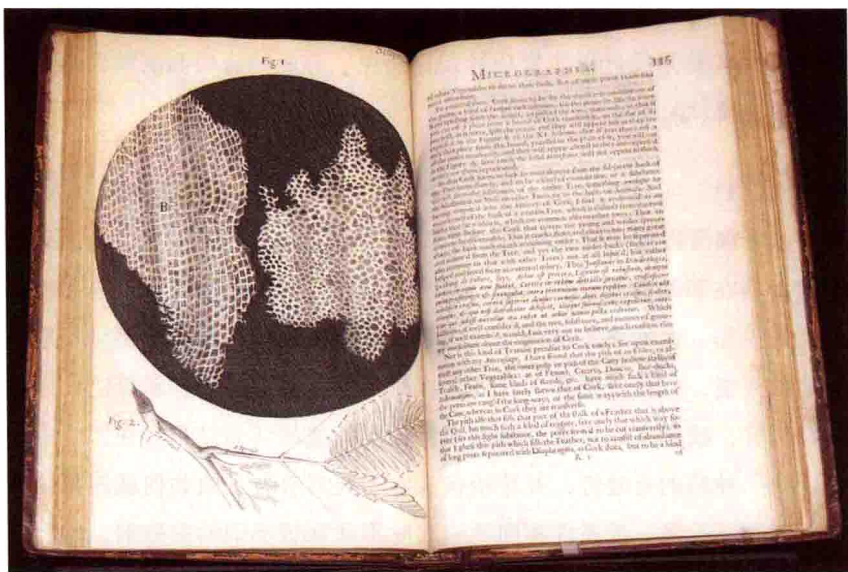


图 12.7 胡克观察到的软木细胞

真正发现活细胞的是荷兰生物学家列文虎克（Antonie van Leeuwenhoek，1632—1723）。列文虎克是个业余科学家，他的职业是商人（布商和酒商）和政府官员（议会的管家和法庭调查员），科学研究完全是他的业余爱好。和焦耳不同，他在研究上花的时间很少。他一生制作了很多种显微

镜，有几种显微镜今天还在使用。1674年，他用显微镜观察雨水，发现里面有微生物，他也是历史上有记载的第一个发现有生命的细胞（细菌）的科学家。之后，他成为英国皇家学会会员。他应该是个能工巧匠，一生制造过400多个显微镜。在他所处的年代，他几乎垄断了所有精密显微镜的制造。利用自己制造的显微镜，列文虎克不仅看到了细菌，还观察到了动物的肌肉纤维和毛细血管中流动的血液。

列文虎克虽然找到了构成生命的基本单位——细胞，但是他并没有把细胞和我们的生物体联系起来。直到一百多年后，才由法国博物学家（现在叫生物学家）拉马克（Jean-Baptiste de Lamarck, 1744—1829）提出了“所有生物都是由细胞组成的”这一命题。但是拉马克并没有给出观察到的证据，因此这只能算是假说。到了1824年，法国植物学家杜托息（Henri Dutrochet, 1776—1847）才通过对植物的观察确认生物体是由有生命的细胞构成的。由于当时显微镜的放大倍数不够高，观察有细胞壁的植物细胞要比观察没有细胞壁的动物细胞容易很多，因此这个理论首先被植物学家接受。

真正完善细胞学说的是两位经常交流的德国科学家施莱登（Matthias Schleiden, 1804—1881）和施旺（Theodor Schwann, 1810—1882）。19世纪中期，德国动物学家施旺发现了动物细胞的细胞核和外面的细胞膜，以及两者之间的液状物质（细胞质）。他因此得出一个结论：细胞中最重要的是细胞核，而不是外面的细胞壁。同一时期，植物学家施莱登通过对植物细胞的观察，也确认了施旺的理论。他们一致认为“所有动物和植物都是由细胞构成的，而在细胞中，最重要的是细胞核”。不久之后，他们一起寻找动植物细胞的共性，然后得出结论。尽管植物和动物差距巨大，但是它们通过细胞联系在一起。在《关于动植物的结构和一致性的显微研究》一文中，施旺指出，“现在，我们已推翻了分隔动植物界的巨大屏障。”

施莱登和施旺还提出了“新细胞从老细胞中产生”的观点，不过当时他

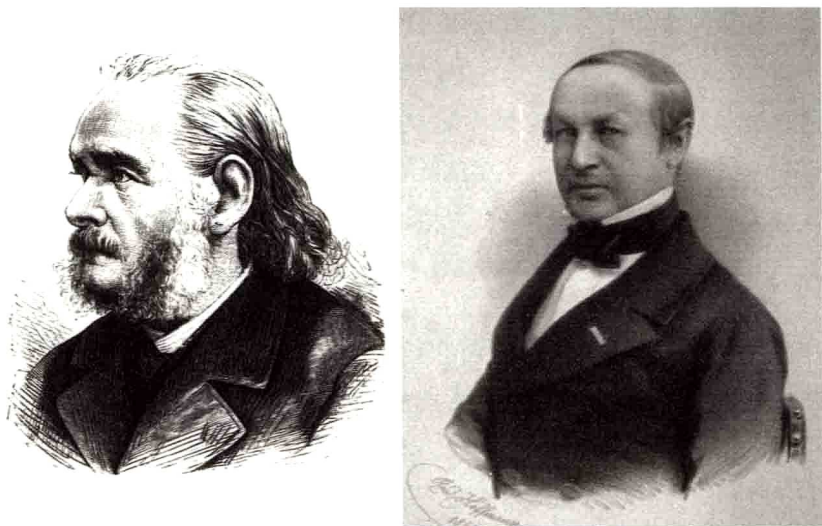


图 12.8 细胞学说的提出者施莱登（左）和施旺（右）

们的想法是从老细胞核中长出一个新细胞，而不是后来发现的细胞分裂。接着，施莱登的朋友耐格里（Carl Nageli, 1817—1891）用显微镜观察了植物新细胞的形成过程和动物受精卵的分裂过程，发现新细胞的产生原来是细胞分裂的结果。在此基础上，1858年，德国的魏尔肖（Rudolph Carl Virchow, 1821—1902）总结出“细胞通过分裂产生新细胞”。他的名言是：“所有的细胞都来源于先前存在的细胞”，这个断言，至今仍未被推翻。至此，细胞学说才算是确立下来了。

细胞学说之所以能够排进19世纪三大发现，是因为它不仅生物学上和医学上意义重大，奠定了这两门学科的研究方法，而且确立了唯物论的科学基础。细胞学说帮助我们搞清楚了包括我们人类在内的所有生物体的组成，了解了生物的生长发育和死亡的原因，也让我们搞清楚了很多人疾病产生的机理，并且找到了它们的治疗方法。在科学方法上，细胞学说的意义在于人们懂得了要了解一个整体，需要将它先分解成部分进行研究，然后再从对局部的认识上升到对总体的认识。这是笛卡尔提出科学研究方法论以来，西方逐渐完善起来的科学方法的最好应用。细胞学说确立的过程，在认识论上被看成是分析与综合这两个过程。科学家们

先是对构成生命基本单位的研究进行分析，按照生物的种类分成了细菌（微生物）、植物和动物，然后从易到难分别找出了其构成单元（细胞）；接下来是综合的过程，总结出这些生命细胞的共性——都有细胞膜、细胞质和细胞核，都是靠老的细胞分裂繁殖，等等。当然，综合的过程常常比分析要困难许多，真正能够提出学说的都是善于综合的大师。在细胞学说诞生后的一百多年里，人类对生物和医学的研究越来越细，从细胞到细胞核中的染色体，再从染色体到基因，最后从基因到分子级别的脱氧核糖核酸，这就是在先前工作的基础上做进一步的分析。但是，将这些细分研究的结果再综合成整体却非常困难。直到最近几十年，这方面的工作才有了一些突破性进展。由此可见，科学研究就是这样循环往复，后人在前人研究的基础上，越来越深入。

细胞学说直接为 19 世纪的另一项重大发现——达尔文的进化论，打下了基础。

达尔文（Charles Robert Darwin, 1809—1882）的一生都很传奇，他出生于一个行医世家，他的祖父就是月光社里那位伊拉斯谟斯·达尔文——其实已提出了进化论的初步想法，但是当时只是假说而已。达尔文的父亲也是一位医生，家人希望他继承家业行医，并将他送到爱丁堡大学学医。不过，达尔文有点不务正业（按他父亲的看法），尤其喜欢打猎、采集矿物和动植物标本。父亲一怒之下，把他送到剑桥大学改学神学，希望他将来成为一位牧师。但是，达尔文认为神创论十分荒谬，尽管他当时也不知道世界上的动植物是怎么来的。在剑桥，达尔文把大部分时间用来参加自然科学讲座和学习自然科学。他热心于收集甲虫等动植物标本，对神秘的大自然充满了浓厚的兴趣。在剑桥，达尔文认识了植物学教授约翰·亨斯洛（John Stevens Henslow, 1796—1861），并且开始系统学习亨斯洛的博物学课程。达尔文是亨斯洛最喜爱的学生，两个人经常在一起讨论学术。

早在爱丁堡时期，达尔文就接触到当时的生物学家拉马克关于生物演化的主张，拉马克认为生物进化的原因是用进废退，即后天所得到的特征

不断优化，一代代传下去。比如对于为什么长颈鹿脖子很长的解释，拉马克认为长颈鹿为了吃到树上的树叶，就不断伸长脖子，脖子越用越长，而且长颈鹿将这个特征传给了后代，拉马克的这种学说比较容易理解，在当时的科学界颇有影响力。

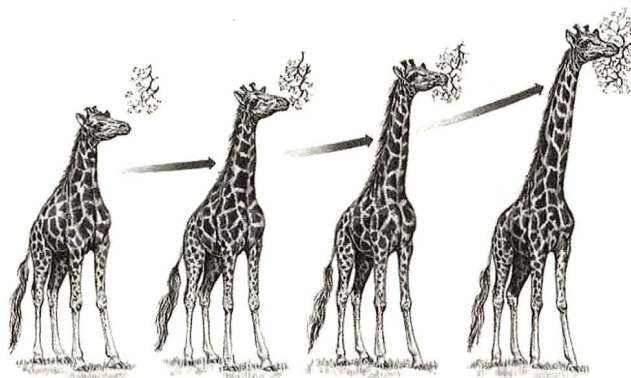


图 12.9 拉马克的用进废退说认为，长颈鹿为了吃到树叶，不断地伸脖子，这种后天获得的特征可以遗传

毕业后，达尔文并没有开始他的神职工作，而是决定和一些同学一起前往马德拉群岛研究热带博物学，为此他学习了地质学的课程。后来亨斯洛推荐他以志愿者的身份跟随“贝格尔”号的船长、科学家罗伯特·费兹罗伊（Robert FitzRoy, 1805—1865）前往南美洲探险，并绘制当地航海图。达尔文的父亲原本反对这个为期两年的旅程，认为这纯粹浪费时间。不过后来被达尔文的舅舅韦奇伍德二世（就是瓷器大王、月光社重要成员韦奇伍德的儿子）说服，同意达尔文参加这次考察。另外，这位韦奇伍德后来成为达尔文的岳父（达尔文是近亲结婚）。就这样，从1831年12月起，达尔文以博物学家的身份参加了“贝格尔”号军舰（H.M.S. Beagle）的环球考察。这次考察最终导致了进化论的诞生。

达尔文每到一处都会做认真的考察和研究，采访当地的居民，请他们当向导，爬山涉水，采集矿物和动植物标本，挖掘生物化石，发现了许多没有记载的新物种。他白天收集谷类岩石标本、动物化石，晚上又忙着记录收集经过。

1832年2月底，“贝格尔”号到达巴西，达尔文上岸考察。当他登上海拔4000多米的高山时，在山顶意外地发现了贝壳化石。经过反复思索，他终于明白了地壳是可以升降的道理，而不是像人类以前了解的那样，海就是海，山就是山。在南美洲、大洋洲（包括新西兰等地）、非洲等地，他发现了大量的物种变异的事实，隐隐感觉到物种不是固定不变的。通过对采集到的各种动物标本和化石进行比较和分析，达尔文证实了这种想法。从古代到今天，很多旧的物种消失了，很多新的物种产生了，并且随着地域的不同而不断变化。由此，他开始用科学的方法探索物种的起源和演变。



图 12.10 达尔文的环球旅行

1836年10月，达尔文回到英国，整个考察过程历时五年之久。在考察中达尔文积累了大量的资料和物种化石。回国之后，他又花了几年时间整理这些资料，并寻找理论根据。1842年，他第一次写出《物种起源》的提纲。但是《物种起源》一书却一直拖到了1859年才出版，而从1842年到1856年的十几年里，达尔文却只字未写，这又是为什么呢？因为达尔文深知这本书一旦出版，必将在社会上掀起轩然大波。不过1858年的一件事，促使达尔文下决心发表《物种起源》。

1858年，英国一个并不知名的年轻学者华莱士（Alfred Russel Wallace，1823—1913）经过自己在世界各地的考察研究，也发现了进化论，他写了篇论文寄给达尔文。达尔文在收到论文后非常震惊，不知如何是好。



他询问了在皇家学会的朋友们，后来这些朋友建议他将自己的想法也写两篇论文，两篇论文在皇家学会的刊物上同时发布。之前，达尔文将这个建议和自己的论文也寄给了华莱士征求意见，华莱士不仅欣然同意，而且表示非常荣幸能与达尔文的论文发表在一起。在这一年之后，达尔文出版了人类历史上最震撼的科学巨著《物种起源》。而华莱士为了表示对达尔文的支持，便在他后来的著作中以“达尔文主义”的提法来讲述进化论。达尔文和华莱士的交往也成为了科学史上的一段佳话。

在《物种起源》中，达尔文提出了完整的进化论思想，说明物种是在不断的变化之中，是由低级到高级、由简单到复杂的演变过程。在达尔文的第二部著作《动物和植物在家养下的变异》一书中，他对于进化的原因，用四条根本的原理进行了合理的解释，即

1. 过度繁殖
2. 生存竞争
3. 遗传变异
4. 适者生存

下面我们逐一解释这几条原理的作用。

首先，为什么要过度繁殖呢？根据热力学第二定律（或者说熵增加的原理），任何不受控制的变化都是从有序变到无序，即按照熵增加的方向变化，因此物种的变异有好的变异，但是绝大多数是坏的变异，只有过度繁殖，才能保证在诸多后代中有少量的个体比它们的父辈更适应环境。

那么，既然第二代比第一代多出了那么多的个体，那么十几代下来，地球上不就没有生存空间了吗？没关系，达尔文理论的第二条“生存竞争”揭示了自然界的一个本质规律，也就是说，这些个体为了生存，必须展开相互竞争。一对昆虫，一次可以产下上万只卵，它们必须竞争食物、空间，以便存活下来，然后再传种接代。

第三条规律最重要，它既强调了物种之间通过遗传获得的延续性，又指出了物种每一代都会发生一些变化，这样就产生了个体的多样性。没有遗传，就没有生命演变的基础。我们无法相信种瓜得豆或者种豆得瓜的荒唐事情，这样生命就没有延续性了。但是，如果只有遗传没有变异，每一代都和前面都一样，生命就不可能发展。遗传和变异同时存在，才保证了地区上生物的延续性和多样性。

最后一条是关于选择和淘汰。达尔文强调的是自然选择。既然后代那么多，那么只有最适应环境的才有可能存活下来。比如昆虫，第二代比第一代从数量上要多很多，其中大部分在没有长到成虫以前就被它们的天敌吃掉了，或者因为其他原因死掉了，那些最适应环境的昆虫存活并延续后代。适者生存保证了后代要比祖先更适应环境。比如说，在非洲大草原上，狮子靠捕猎斑马等食草动物为生，那么感觉灵敏、跑得快的斑马就存活下来，并且延续后代，跑得慢的就被淘汰，对狮子也是如此，追得上斑马的生存下来，追不上的或者捕猎能力差的被淘汰。经过一代代的进化和淘汰，我们今天看到的那些物种都是最适应环境的。

当我第一次接触到这个理论时，就发现它是如此地合乎逻辑并且符合我们在自然界看到的各种奇妙的现象。我想，在19世纪大家读到这本书时，感受也会是相同的。因此，当时《物种起源》不仅在学术界，而且在整个世界都引起了轰动。

这部著作的问世，第一次把生物学完全建立在科学的基础上，以全新的生物进化思想，推翻了神创论和物种不变的理论。《物种起源》被评为人类历史上最有影响力的几本书之一。它彻底动摇了神权的根基，在此之前，牛顿的发现指明了人类可以认识自然，但是并没有否认神的存在，而达尔文的理论则说明，这个世界是演变和进化来的，而不是神创造的。

《物种起源》的发表，对基督教产生了从未有过的冲击，这比哥白尼的理论产生的冲击大得多，以至于当时的教会，无论是罗马教廷还是新教派都狂怒了，对达尔文群起攻之，但是在这狂怒的背后则是恐慌。与此

相反，以赫胥黎（Thomas Henry Huxley，1825—1895）为代表的进步学者，积极宣传和捍卫达尔文的学说。赫胥黎指出，进化论解开了对人们思想的禁锢，让人们从宗教迷信中走出来。

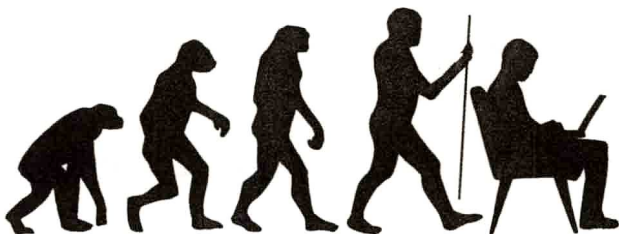


图 12.11 人的进化

在方法论上，达尔文遵循了自然科学研究中最普遍的方法，对整体进行分解和分析，再上升回一般性的结论。他长达五年的考察生涯，实际上完成了第一步的工作，而后的 20 年研究，实际上是在做第二部分工作。在给出结论时，达尔文采用了笛卡尔所倡导的大胆假设、小心求证的实证性研究方法，因此，他给出的结论，虽然当时对传统的学说冲击很大，但是有理有据，很快就被学者们接受了。另外，达尔文在建立进化论学说时，不自觉甚至可能是自觉地遵循了自然科学必须能够证实和证伪的规则。任何一个主张或者理论，如果不能证实或者证伪，则不在自然科学研究的范围里。在和神创论的辩论中，神创论者虽然可以找到进化论的诸多不足之处，但是找不到支持神创论的客观证据，因此，便无法让人信服了。

达尔文的后半生一直在和教会争论、维护自己的学说，但是和布鲁诺不同，他并未跟教会作对，虽然很多人都怀疑他是无神论者。因此，在他去世后，教会同意将他安葬在威斯敏斯特教堂内。当时进化论已经开始深入人心，皇家学会很多会员和世界上很多科学院的代表都参加了他的葬礼。根据威斯敏斯特教堂的惯例，他被安葬在离牛顿墓不远之处。不过当时威斯敏斯特教堂里已经人满为患了，之后的逝者不得不竖着安葬，因此，达尔文的棺椁就这样垂直地安葬在了牛顿旁边，不过那里并没有凸起的墓

碑（否则教堂里就没有立足之地了），而是在一块石板上刻着达尔文的名字。安葬在牛顿周围的都是科学家，而安葬在莎士比亚纪念碑（衣冠冢）周围的则都是文学家和诗人。

恩格斯这样评价了 19 世纪生物学上的两大发现，“首先是三大发现使我们对自然过程的相互联系的认识大踏步地前进了。第一是发现了细胞，发现细胞是这样一种单位，整个植物体和动物体都是从它的繁殖和分化中发育起来的。由于这一发现，我们不仅知道一切高等有机体都是按照一个共同规律发育和生长的，而且通过细胞的变异能力指出了使有机体能改变自己的物种并从而能实现一个比个体发育更高的发育的道路……最后，达尔文第一次从联系中证明了，今天存在于我们周围的有机自然物，包括人在内，都是少数原始单细胞胚胎长期发育过程的产物，而这些胚胎又是由那些通过化学途径产生的原生质或蛋白质形成的。”<sup>5</sup>

5

恩格斯《反杜林论》，原话就译得如此绕口。

这两大发现，连同能量转化与守恒定律的发现，向人们揭示了自然界和生物界共同的规律，使得唯物主义（不是物质主义）有了理论基础，也深化了科学研究的基本方法。

## 第五节 证实与证伪

什么是科学，什么不是科学或非科学，什么是伪科学——这些说法我们今天经常看到，也经常提到，但是很多人未必对此仔细思考和分辨过，以至于常常滥用科学这个词。

科学一词，在古希腊语中是知识的意思，和哲学是同义词，后来古希腊人把对自然界的研究称为自然哲学，到了近代人们改称之为自然科学。这是狭义上的科学概念。在广义上，只要能够用科学的方法证实和证伪的，都可以称为科学。如果再细分一下，科学可以包括五个分支，即：

- 形式科学 (Formal Science)，包括数学、逻辑学、计算机科学等；
- 物理科学 (Physical Science)，包括物理学、化学等；

- 生命科学（Life Science），包括生物学、医学等；
- 地球和空间科学（Earth and Space Science），包括天文地理等；
- 社会科学（Social Science），包括哲学等。

当然，科学的分类方法有很多，上面给出的只是其中一种。在这五类科学中，形式科学比较特殊，它完全靠从定义和公理出发，经过逻辑推理得到结论，对于一个命题正确与否，只要看前提、推理过程是否正确即可，而否定一个命题，只需要举一个反例即可。最后一种社会科学，一些学者主张这些学科虽然也属于学术的范畴，但是不必冠以科学的字眼。中间的三种，都是实验科学，也就是狭义上科学所指的范围。很多数学家认为数学不属于科学的范畴，他们所指的科学就是狭义上的实验科学。我们这里要谈论的主要就是上面中间三种实验科学。实验科学的各学科虽然各自有着不同的研究对象，但彼此会有交叉，比如地球物理和天体物理学，遵循共同的规律，有着类似的研究方法。在这些科学的研究过程中，最重要的就是证实和证伪。

首先说说证实。这个比较容易理解。我们还是拿上面几个故事为例子来说明。先说说焦耳的功能转换原理。焦耳的命题是“机械功可以转化成热能，并且有一个固定的转换比例”，对于这个经验，人类从燧木取火时就知道了，但是为了证实热能是从机械能转换过来的，就不能举一个燧木取火的例子完事（因为也许是摩擦导致了化学反应呢？），而需要表明在没有其他外因条件下，机械（功）能的损失，可以使得热能增加。焦耳为此设计了重锤下落搅动封闭容器中的水，使水温上升的实验，证实了水温的上升完全来自于机械能的损失。推而广之，任何科学的结论必须能够证实。

让我们再来看看拉瓦锡如何证实氧化说（同时否定以往的燃素说）。根据燃素说的观点，物质之所以燃烧，是因为里面含有燃素。这个说法如果成立，那么燃烧后燃素消失，物质变轻。另外一种可能性是空气中的一些成分在燃烧过程中和燃烧物发生反应。如果是后面这个原因，在物

质燃烧后质量要变大。不论哪种设想是正确的，一定要有实验能够证实其中的一个设想。拉瓦锡为此设计了这样一个实验。他将金属放在一个封闭的玻璃瓶中加热燃烧，然后称量玻璃瓶在燃烧前后的质量，他发现质量没有变，也就是说金属中并没有损失任何物质（燃素），或者说燃素并不存在。然后他将玻璃瓶打开（外面到空气进入其中了），再放到天平上去称，发现质量增加了，也就是说，空气中的一些物质跑到金属（氧化物）中去了。因此，他得出结论：燃烧的过程是金属吸收了一种气体（他定义为氧气），而不是释放了什么物质。这样，氧化说则被确立了，而原来的燃素说就被否定了。

因此，科学的结论必须能够被证实（证明是正确的），或者被推翻（也就是我们后面要说的证伪），而不能是“因为没有被证明是错误的，它是正确的”（比如所谓的上帝存在的命题就是如此）。一位数学家曾经和我讲，数学学会每年都能得到很多自称证明了“哥德巴赫猜想”的投稿，其中最常见错误就是“因为我没有找到反例，所以这个命题成立”，这在逻辑上是错误的。

证实的过程要以相关的事实现象为依据，从证据到结论的推理要符合逻辑。既然如此，一个命题就不会因为提出者的权威性而变得更正确。在科学上，一个博士学者提出的命题，在没有证实之前，并不比好奇小孩提出的命题更正确。证实的过程不是引经据典，或者使用权威的论证报告，比如在中世纪末期，经院哲学的学者常用的证据就是“亚里士多德说”、“圣经上说”、“托勒密说”等等。这些都不足以证实一个命题。

科学不仅要能被证实，而且还必须具有可证伪性，是否可以用经验<sup>6</sup>证伪是科学与非科学的分界线。注意，这里说的可证伪性是指逻辑上留有可证伪的可能性，并不等于说一个科学的命题是假的。为了解理解可证伪性，我们来看几个不可证伪的例子就容易懂了。

<sup>6</sup> 这里所说的经验，是从 empiricism 翻译过来的，是指基于观察和实验，而不是理论和逻辑。

1. 上帝的存在性，这件事我们没有办法验证，因此我们说这个问题不是科学而是宗教问题。

2. 重言式（因为它永远为真），比如  $1 + 1 = 2$ ，这是定义，不是科学。如果你明天说“3的定义为  $1 + 1$ ”，那么它也正确，因为定义总是正确的。

3. 列举了所有的可能性，比如说命题“明天可能下雨，也可能不下雨”，因为它总是正确的，无法证伪。

4. 从错误的前提下可以得出任何结论。因此，虽然这些结论可能是正确的，但是这样的论证方法在科学上毫无意义。比如说“如果太阳从西边出来，海水就会沸腾。”这个命题无法证伪。当然，在现实生活中没有人在报纸杂志上天天说“如果太阳从西边出来……”这样的话，但是却始终有人说“没有（一件已经存在的事情）……，就没有……”，这就是从一个错误的前提出发推导出任何结论的现实例子。这个结论或许是对的，但是这种说法不符合科学，因为这个命题无法证伪。

上面这些都是非科学的例子，但非科学并不等于伪科学，非科学的结论未必是错误的，只是它的结论不是通过科学的方法得到的，如此而已。从这些例子中还可以看出，任何绝对正确的、放之四海皆准的命题都不在科学研究的范围内。在西方学术界，科学这个词切不可滥用。无论自然科学还是社会科学，都排斥那些所谓的一贯正确和绝对的真理。如果一个人声称自己的言论是科学理论，比如某种药物对人体无害，那么他就必须留给别人证伪的可能性（虽然这个声明本身可能是对的）。虽然今天未必能被证伪，不等于它不可以被证伪。如果一个人不愿意接受别人对其理论的证伪，那么就不能自称为科学，他可以说这是经验，或者宗教，但肯定不是科学。

为什么证伪如此重要？因为必须在逻辑上留有证伪的可能性，科学才能发展，否则就成了僵死的教条。在中世纪，教会对于《圣经》的内容就不留有证伪的空间，因此它就成为一种僵化的教条，而当时的教会一定要把里面的说教当作不变的真理，在科学上最终没有了信服力。科学家们对于科学和科学方法的认知是从近代才开始的，在此之后，科学有了

飞速的发展，这个发展过程就是不断地继承和否定前人结论的过程。一般人对继承比较容易接受，对于否定在心理上总觉得没有底气，因此，证伪才变得尤其重要。可能有人会问，是否有不变的真理，遗憾的是，人类几千年的实践证明，今天认识不到的事情，不等于明天认识不到。古人感觉不到地球的公转，不等于几千年后的人们认识不到，这才有了日心说代替地心说。因此，任何科学的结论至少在理论上要存在一种观测的方法（即使实际上没有进行这项观测也无妨），来表明这个结论不总是真的。不能提供这种验证方法的学说就不是科学的。

回到上一节提到的关于进化论的话题，达尔文去世后，其实留给世人的是一个千疮百孔的学说，因为当时人类还没有认识到基因的存在，因此，虽然达尔文给出了一些证实其学说的例证，但是很多人也找到了“证伪”它的例证，这些人并非都是宗教人士。我们说进化论是科学，恰恰在于它提供了证伪的可能性。接下来的问题，就是如何解释这些反对者提出的论据。比如一个最常见的论据就是“雄狮的头发”和“雄孔雀尾巴”的用途问题。我们看到雄狮硕大的头上长着长长的毛发，这从适应环境来讲一点用处也没有，只有副作用。事实上，雄狮根本不像电影《狮子王》里描述的那样勇武，它们其实并不捕食，而是靠母狮子捕食后，它们坐享其成，因为雄狮子一头的毛发使得它根本追不上非洲草原那些善跑的动物。同样，雄孔雀漂亮的大尾巴除了让它行动不便外，对适应环境也没有半点好处。这些都成了反对进化论者的证据。但是，因为达尔文的进化论在逻辑上如此完美，使得在他之后有无数的科学家穷毕生的精力来完善它。对于上述质疑，最后科学家们提出了对自然选择的一个重要补充，就是“性选择”。因为只有这样威武的狮子和漂亮的孔雀才能得到雌性的亲睐，它们才能留下后代。从这个例子我们可以看出证伪的重要性。如果支持进化论的科学家们一定要坚持达尔文在《物种起源》一书中所说都是对的，容不得挑战，并且和反对者打口水战，那么这个理论到今天反而不能让人信服。

著名学术理论家和哲学家卡尔·波普尔（Sir Karl Raimund Popper, 1902



—1994) 喜欢用黑天鹅效应的例子说明证伪的重要性。在 18 世纪欧洲人在到达澳大利亚以前,并不知道世界上有黑天鹅,因此有“所有的天鹅都是白色的”一说。但是这个说法留下了证伪的可能性,因为只要找到一只黑色天鹅就能证伪,虽然这个观测在很长时间内并没有发生。波普尔认为,即使你看到的天鹅都是白色的,但是如果你是坚持科学的人,就不应该信誓旦旦地得出“所有的天鹅皆为白色”的结论。所有的科学结论都应该在理论上有所证伪的方法,才有可能导致人类科技的进步。波普尔在他重要的著作《客观的知识》<sup>7</sup>一书中,用这样一个模式来描述科学知识的积累过程

- 从发现问题一,
- 到提出假说尝试解决 (tentative solution),
- 通过证伪来消除错误 (error elimination),
- 最后,产生新的问题二,如此循环反复。

随着问题的深入,尝试解决问题的理论正确性也就越来越高。科学知识的积累不仅仅是数量上的增长,而更应该是新理论代替旧理论的质变。这个过程可以概括为下面这个简单而著名的公式:

#### P-TS-EE-T

因此,科学不仅要找到正确的结论,而且得到这个结论的过程必须遵循科学的方法。退回到 20 年前,中国很多科技工作者虽然工作非常出色,但是他们的论文很难被世界一流期刊录用,很多人在被退稿之后把工作做得更出色,再次投稿结果还是一样,原因就是论文不合规范,没有按照做科研的规矩来。从十几年前开始,我每年要审一些杂志和会议的投稿。在十几年前,我看到的一些来自中国的论文普遍存在这样一个问题:在介绍自己的观点之前没有对比前人的结论(就是我们所说的基准),而对自己的结论也未做足够的验证(证实),另外喜欢说一些与实验无关的大话和空话,拔高自己的成果。要知道科学不是没有缺陷的,但是却容不得那些没有经过验证、宗教式的教条,比如那种“包治百病毫无副作用”的说法,或者“根据某某哲学原理”得出的自然科学的结论。

在过去的三十多年里,中国的经济和科技水平有了突飞猛进的进步。但是,中国学者不仅尚未获得各种诺贝尔科学奖,甚至在《科学》(Science)和《自然》(Nature)这两种期刊上发表的论文都很少。近几年虽然发表的论文多了一些,但是大部分都是由所谓的“海归”领导的课题组发表的。这里面原因很多,最主要的原因是过去没有按照规矩来做研究,这等于将自己排除在主流的科学群体之外了。

与科学对应的是非科学,比如文学、音乐和宗教。世界上的非科学非常多,尤其是宗教,但是它们并不可怕,因为没有人把它们当作科学。可怕的倒是貌似科学的伪科学。什么是伪科学呢?伪科学是指那些宣称科学,或描述方式看起来像科学,但实际上并不符合科学方法基本要求的知识、方法论或者经验。伪科学除了禁不住科学的检验,常常还具有如下特征。

1. 没有实验根据的断言,比如我们经常听到的药品广告动不动就“绝无毒副作用”。(证明有毒副作用是容易的,证明没有毒副作用是非常难的,不能因为现在没有发现毒副作用就证明它不存在,因为这在逻辑上是站不住脚的。)

2. 证据和结论之间不符合逻辑。比如有一个小国,经济非常落后,老百姓吃不饱饭,要靠邻国的援助才能勉强度日,但是它却宣称自己的制度比其他国家更优越。显然,所有客观证据都是不利于这个结论的。

3. 不能根据其理论设计具有可证伪性的实验,或者所依赖的实验不具备可重复性。比如韩国汉城大学教授黄禹锡在干细胞的研究方面发表了很多具有突破性成就的论文,但是其他学者无法重复他的实验结果,2005年他被揭发伪造数据<sup>8</sup>,后来他被判刑18个月,缓刑两年。另外,美国一些伪科学家做的所谓证明灵魂存在的实验,都是不可重复的。

4. 以偏概全,存在多种可能的解释时,只选取对自己有利的那种。现在这种事情也时有发生,比如一些研究人员做了100组实验,挑选出10组支持其结论的数据发表。

<sup>8</sup> 外界认为黄禹锡可能还是有一定水平的,但是他在复制干细胞上的一系列论文系伪造。另外,他克隆狗的实验,使用了3000多个受精卵,只有三个形成胚胎,最后有一个成活,外界也无法复制他的实验。

在生活中，并非任何事情都需要冠以科学的名义。一个牧师或者禅师承认自己是神学家，并不会因此而被人瞧不起，他们的言论也不会因此而被人忽视，也不会有人说他们是伪科学家。但是，如果一个人标榜自己和科研规范一致，同时又明确地违背了这些规范，那就会被称作伪科学家了。伪科学家常常使用这样一些手法。

1. 提出模棱两可的命题“既要……，又要……”。这在科学上常常是废话。
2. 没有操作流程的明确定义来说明证据是如何取得的，他们的实验无法重复。
3. 没有适当的控制对照组，比如很多被退回的论文投稿都是如此。
4. 没有适当的限定条件，放之四海而皆准的理论。大多数科学理论都有着非常明确的限定条件。在一定条件下，科学理论预言某些现象是否会发生。
5. 只依赖正面支持而不接受挑战。使用“尚未被证明是错误的命题就一定是正确的”这种错误的逻辑。
6. 以偏概全。依赖个案，或者选择性地使用试验结果，只选择有利证据而故意省略不利的证据。
7. 以批评方不能拿出证伪的证据来反驳，指摘批评方的论点错误。在科学界，提出理论的人有举证责任，而不需要批评方来举证。
8. 使用误导性的语言让非专业人士相信其科学性。比如纯天然药物、秘方等字眼。

伪科学家们一般都缺乏开放性，逃避同行评议，甚至表现为学霸作风，压制不同看法，视批评者为敌人，攻击批评者的动机或人格。在很多重大项目的论证中，这种学霸屡见不鲜，他们在行为上其实已经是伪科学家了。而在社会生活中，我们时常会看到争论的双方不是以科学的依据，而是动用公众和媒体的力量来进行辩论，这些都不是科学的做法。

伪科学家在过去和今天都有，他们并不局限于江湖骗子，有些还有很光鲜的学术头衔。前苏联的李森科就是这样的伪科学家。他生前的职务有乌克兰科学院院士、全苏列宁农业科学院院士、敖德萨植物遗传育种研究所所长。从这些头衔来看，他似乎是一位杰出的科学家，但是他的所作所为并非如此。他在学术上坚持生物的获得性遗传，这一点毫无根据，同时否定孟德尔的基因遗传学。他之所以能得到这样的头衔和位置，全靠斯大林的支持。可怕的是他使用政治迫害的手段打击学术上的反对者，让自己的学说成了苏联生物遗传学的主流。他声称孟德尔-摩尔根遗传学是“反动的”、“唯心主义的”和“资产阶级的”。苏联有良知的科学家几次试图反对李森科，都被以政治手段打击，或被流放，或被处刑，使得苏联的生物遗传学落后世界至少两代人时间。遗憾的是，在20世纪50年代，中国的生物界由于受前苏联的影响，一度也以李森科的理论作为遗传学的正确理论。

前苏联是个奇葩辈出的国家，20世纪40年代，前苏联的勒柏辛斯卡娅宣布她创立了“新细胞学说”，批评德国魏尔肖（R. C. Virchow, 1821—1902）的学说是“伪科学的”。她研究鲟鱼的卵细胞发育过程，声称它们在发育过程中经历过无细胞核的阶段，而无核的卵细胞会发展成为有核的卵细胞（荒谬至极），并于1945年出版了《细胞起源于生活物质以及生活物质在有机体中的作用》一书，总结了她的一系列“新发现”，宣告“新细胞学说的诞生”，试图证明以往细胞学说的不科学。

勒柏辛斯卡娅的新细胞学说一问世，便受到学术界和科学界的强烈反对，前苏联许多生物学家分别或联名撰文，批评勒柏辛斯卡娅的工作，指出其工作是不科学的。但是，前苏联的科研机关利用行政手段进行干预，强迫这些科学家放弃自己的学术见解，“一致”赞同勒柏辛斯卡娅的理论和实验是重大的科学成就，还“一致”认为社会主义国家不应该有魏尔肖细胞学说的存在。1950年，前苏联科学院主席团和苏联医学科学院主席团作出联合决定，宣布勒柏辛斯卡娅的工作是“伟大的成就”，并号召生物学家和医学家沿着勒柏辛斯卡娅的研究方向前进。苏联部长会

议也做出决定，授予勒柏辛斯卡娅斯大林奖一等奖。曾批评过“新细胞学说”的科学家被迫纷纷作出检讨。但是，政治代替不了科学。“新细胞学说”自始至终没有得到实验的证实，是名副其实伪科学，成为生物学史上的笑柄。

科学更看重的是过程，而不是结论。在科学上，偶然正确的结论，比必然错误的结论更可怕。从后者，人们可以搞清楚错误的原因，并且在今后改进或者完善，而前者对科学的发展并没有帮助。因此，真正的科学家之间的争论，不是争论谁对谁错，而是要给出一种验证的方法，使得任何人都能按照这种方法，得出同样的结论。

## 结束语

要了解西方为什么近代以来在科学上一直领先，要了解为什么中国 GDP 已经是世界第二，却还没有一个科技诺贝尔奖获得者（从诺贝尔奖设立以来，世界上还没有另一个 GDP 排在前三名的国家长期不拥有诺贝尔奖科技获得者），一个重要原因就在于是否遵循科学的方法。科学的方法在近代文明中起了巨大的作用，而这一点恰恰是我们过去忽略的。一旦急功近利，人们就很容易盲从一个正确的结论而忽视得到这个结论的方法和过程。从伽利略到我们这章讲到的焦耳，这之间的全部物理学发现，今天我国的大学生恐怕用不了一年就能全部掌握。但是，大部分人却无法取得他们那样的成就，这里面的原因是多方面的，其中一个重要原因，就是未必每个人都掌握了从笛卡尔到今天许多世界级科学大师所倡导和遵循的科学方法，并且坚持按照这种方法做事。在过去的两百多年里，世界的科技水平有了突飞猛进的发展，这和遵循科学的方法有着莫大的关系。

英国学者波普尔将科学的方法概括为：从发现问题入手，到提出假说尝试解决，通过证伪来消除错误，最后产生新的问题。而在这个过程中，常常被忽视的是证伪的环境，正是这个环节保证了科学的发展。

## 附录 法兰西科学院简介

法兰西科学院（又称为法国科学院）是在路易十四的财政部长让 - 巴蒂斯特·科尔伯特（Jean-Baptiste Colbert, 1619—1683）建议下成立的。他从1666年起，召集法国的一些著名学者每两周一次在国王的图书馆里聚会，因此开始时并不是很正规。科学院从一开始就坚持是一个非政治化的纯学术团体。1699年，路易十四亲自制订了科学院的规章，从此它正式起名为皇家科学院，地点设在卢浮宫。在此之后，法兰西皇家科学院发展成为可以和英国皇家学会相匹敌的欧洲学术团体。



图 12.12 科尔伯特向路易十四介绍科学院院士（收藏于凡尔赛宫）

在法国大革命中，国民大会（相当于议会）于1793年废除了科学院，包括拉瓦锡等人在内的很多杰出科学家遇害或者自杀。

1794年，雅各宾派在热月政变中下台，1795年，法兰西科学院得以恢复，大部分院士通过选举重新当选。根据法兰西科学院的章程，院士不一定是科学家，比如1798年，当时还是将军的拿破仑入选法兰西科学院，并且三年后，因为兼任考察埃及的学者团团长，而当选科学院主席。

法兰西科学院和英国皇家学会有较大差别，前者有很多实体研究机构，并且在国家科学发展上拥有更大的权力，比如它同时制订法国的专利法，

下属有各种委员会，比如拉瓦锡所在的度量衡委员会。

由于法兰西科学院严格限制院士人数（今天为 150 名院士，300 名通信会员和 120 名外籍院士），它成为了世界各大国科学院中最难当选院士的一个，没有名额空缺，就算诺贝尔奖获得者也补不进去。居里夫人就这样两次和法兰西科学院院士的头衔失之交臂。

### 参考文献

1. 卡尔·波普尔. 客观的知识: 一个进化论的研究. 舒炜光, 译. 中国美术学院出版社, 2003.
2. 卡尔·波普尔. 科学发现的逻辑. 查汝强, 邱仁宗, 万木春, 译. 中国美术学院出版社, 2008.
3. Arthur Greenberg. 从炼金术到化学 (*From Alchemy to Chemistry in Picture and Story*). Wiley InterScience, 2007.
4. 笛卡尔. 谈谈方法. 王太庆, 译. 商务印书馆, 2000.

## 第十三章 缩短的距离

### 交通和通信的进步

交通和通信的重要性可以从一场战争说起。1870—1871年，一场战争改变了欧洲的格局，即当时刚刚崛起的普鲁士和欧洲最大的国家法国之间的普法战争。在将近一年的战争中，普鲁士军队在名将老毛奇（Helmuth Karl von Moltke, 1800—1891）的指挥下大获全胜。普法战争的起因、过程和结果在历史书上都有详细的描述。而至于为什么是普鲁士获胜，这成为了后来军事专家研究的课题。一般的结论不外乎普鲁士军队组织得好，毛奇指挥得好，等等。不过毛奇早就给出了答案，他在自己的军事论著中提出了一种全新的、影响至今的作战指导思想，即被后人称为“毛奇式的外线战略”的战略战术。而运用这种指导思想的前提，却是看似跟军事并无太大关系的两项发明——铁路和电报。至于什么是外线战略，我们后面再讲，现在先来看看铁路和电报的发明。

#### 第一节 史蒂芬森和铁路

铁路是现今载客量最大的交通工具。虽然飞机的速度更快，但是要解决中国每年的春运问题，还得靠铁路。铁路和火车的发明，则要感谢英国自学成才的技师乔治·史蒂芬森（George Stephenson, 1781—1848）和他的儿子罗伯特·史蒂芬森（Robert Stephenson, 1803—1859）。





图 13.1 铁路之父乔治·史蒂芬森

对英国来讲，1781年是个不幸的年份，这一年它失去了北美殖民地。不过上帝常常是公平的，就在这一年，瓦特的蒸汽机已经开始在煤矿和工厂普及，伦敦已经成为了一个百万人口的大都市，英国的工业革命正在蓬勃开展。对世界来讲，这是幸运的一年，因为伟大的发明家乔治·史蒂芬森诞生了。

与很多伟大的发明家比如瓦特、爱迪生和富兰克林一样，史蒂芬森也是出生于穷苦人家。要是赶上拼爹的国度和年代，他们可能碌碌一生，幸好他们生在了一个相对公平的社会。十几岁时，史蒂芬森就在煤矿里当童工，但是他聪明好学，后来成为了一名机械工，不过直到18岁，他还不太识字。史蒂芬森知道，当个文盲，一辈子不会有出路，于是自掏腰包，拿出约3%的工资去上夜校，每周三次，从不间断。到19岁，他才会写自己的名字，到21岁，他可以阅读并书写简单的书信了。按时下中国流行的网络用语，史蒂芬森可能是屌丝，他的恋爱和婚姻也一直不顺利，不过在21岁这一年，一个大他12岁的乡村女仆终于同意嫁给他了。和别人不同的是，史蒂芬森很勤奋而有恒心，当那些蓝领工人在工作之余喝酒取乐时，他在研究机械和读书做作业。

史蒂芬森年轻时，没有过上一天好日子，他的太太在为他生下一个儿子后，便去世了。他不得不将幼儿交给妹妹带管，不久他的父亲（也是名技工）也因为工伤而瞎了双眼，要靠他照料。不过靠着自己的努力，史蒂芬森在31岁那年还是当上了矿上的技师。他终于有钱将自己的儿子送入学校，并跟儿子一起学习。他的儿子罗伯特和他一样喜欢研究东西，十几岁时，罗伯特读了富兰克林做雷电实验的故事，自己也做起雷电的实验，差点把家里的房子给烧了。

史蒂芬森的第一项重大发明并不是火车，而是矿上使用的安全灯。不过，当时英国一位著名的科学家汉弗莱·戴维爵士（Sir Humphry Davy, 1st Baronet, 1778—1829）也几乎同时独立地发明了安全灯。这引发了长达几十年的发明权之争。史蒂芬森是个普通的技师，而戴维是当时著名的科学家、英国皇家学会会长，有着显赫的社会地位。因此，这次争议对史蒂芬森很不利。好在矿主们都支持他，这件事最后不了了之。不过史蒂芬森并不在意，因为他的注意力都集中在火车上。

应该讲，火车的三个要素——车轨、车轮和动力，没有一项是史蒂芬森发明的。马拉的木质矿车在木轨上行驶，早在16世纪就有了。在史蒂芬森的时代，煤矿已经用固定的蒸汽机为动力，用一根长长的绳索拉着载满矿物的货车在木轨上行驶。英国工程师特里维西克（Richard Trevithick, 1771—1833）在史蒂芬森之前就将蒸汽机装在机车上，组成可以移动的火车头，但是他至死也没有能制造出真正的火车。史蒂芬森应该是听说过特里维西克的发明，而同时期提出类似发明的还不止他们两人。不过，史蒂芬森是制造出人类可以靠机器的动力让一种交通工具自行行驶的第一人，他和同伴们一起解决了铁轨的问题，并且将蒸汽机做为动力源做成了火车头的一部分。

在发明火车之后不久，在商人爱德华·皮斯（Edward Pease, 1767—1858）的帮助下，史蒂芬森和罗伯特开始修建世界上第一条铁路——达灵顿铁路。

为了制造机车，他们父子二人在一些工厂主和银行家的帮助下，成立了以他儿子的名字命名的“罗伯特·史蒂芬森公司”，并且制造出四个火车头——运动号、希望号、勤奋号和黑钻石

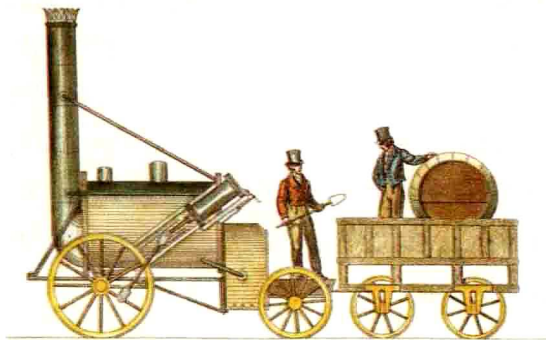


图 13.2 乔治·史蒂芬森和他最早设计的火车

号。1825年铁路铺设完毕，火车也造好了。9月27日这天，史蒂芬森亲自驾驶着运动号，拖着三十多节车厢，装载三百多名乘客以及几十吨的煤和面粉，从达灵顿往几十公里外的斯托克顿驶去，中间遇到一个骑马打猎的绅士，绅士试图和火车赛跑，结果输掉了。这是人类历史上第一次获得比马更快的速度。在铁路沿线挤满了围观的人，很多人爬上火车，结果到达斯托克顿时，车上居然挤满了六百多名乘客，整个火车的载重超过了90吨，在人类历史上，还从未有过运载能力这么大的陆上交通工具。

在达灵顿和斯托克顿之间修建铁路，目的是将煤从煤矿运到运河渡口，对经济的影响还不算太大。当时，从英国最大的工业城市曼彻斯特到港口城市利物浦之间的货流量非常大，运输是个大问题。虽然有运河连接这两个城市，但是水运速度比较慢。在铁路被发明后，火车运输就成了最好的选择，修建曼彻斯特到利物浦之间铁路最早的设想在1823年就开始了。这条铁路本来由史蒂芬森的朋友威廉·詹姆斯（William James, 1771—1837）勘探设计，但是很快他就破产了，任务便留给了史蒂芬森。史蒂芬森是个出色的工程师，但是毕竟数学基础薄弱，平时各种计算问题都是由他的儿子罗伯特代劳，可偏偏这时罗伯特去了南美洲，因此史蒂芬森第一次提出的方案里错误非常多，在议会的多次讨论中，很多关于道路工程的问题他也答不上来。加上利物浦一些民众对这种冒烟的蒸汽机头颇为反感，向国会递交请愿书，经过几十次听证会，修建铁路的方案在1825年最终还是被驳回了。史蒂芬森此时遇到了他事业中最大的一次挫折，并被董事会解职。后来这条铁路的方案还是被批准了，但是工程交给了别人。不过，由于接手的工程师开出的条件让董事会无法接受，而同时史蒂芬森负责修建的达灵顿铁路顺利通车了，因此董事会又把他请回来做工程师。事实证明董事会的决定很明智，史蒂芬森非常尽职，每天早上五点钟就出门工作，很晚才回家。两年后的1827年，罗伯特终于回到了英国，史蒂芬森这下子如虎添翼，再也不必为工程上的计算问题而发愁了。

在接下来的三年里，这父子二人每天披星戴月，整天泡在铁路工地上。

1830年，他们建成了人类第一条连接两个大城市的铁路——曼彻斯特到利物浦的铁路。在铁路开通的那一天，当时英国的首相、在滑铁卢打败拿破仑的惠灵顿公爵亲自参加了这次历史性的典礼。典礼成了火车的游行，史蒂芬森驾驶着诺森伯兰号（Northumbrian）行驶在最前面，他的儿子罗伯特驾驶着凤凰号也在火车的行列中。此后，史蒂芬森声名鹊起，享誉欧洲，他们父子二人为欧洲建设了很多条铁路。

很有意思的是，英国（乃至欧洲）铁路的普及和一位投机者有很大的关系。这就是当年英国的首富乔治·赫德森（George Hudson，1800—1871）。赫德森出身于一个自耕农家庭（牛顿也是出身于自耕农家庭），由于家里人口众多（他是家里第五个孩子），因此他的父母连养活他都不容易，更谈不上给他什么良好的教育。不过因为家里穷，没有钱，他从小就善于算计，有小聪明，爱投机。6岁时，他母亲过世，8岁时他父亲也过世了，他不得不自谋生路。15岁他成了布店的伙计，由于会做生意，被老板看中，招为女婿，这样就有了事业的第一桶金。还有一种说法是，赫德森有个有钱的远房亲戚，在重病时得到赫德森照顾，并且由赫德森给送的终，因此那个亲戚给了他一笔不小的遗产——三万英镑（当时史蒂芬森的工资不过一年800英镑）。在三十多岁时，他投机和往上爬的本事益发显露了出来，他曾经帮助议员竞选，并且成为一名活跃的托利党（今天保守党的前身）人。当时人们都在谈论铁路，赫德森敏锐地看到了铁路未来大有前途，便跻身这个行当，成为铁路建设的积极分子。赫德森通过一次偶然的会见到了铁路之父史蒂芬森，两个乔治谈得非常投机，史蒂芬森为赫德森的雄心和热情所打动。赫德森需要史蒂芬森的名气，

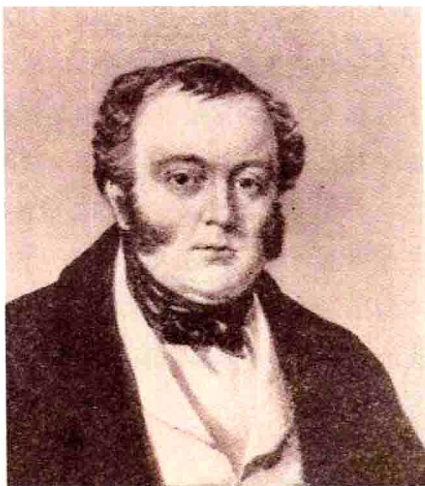


图 13.3 英国铁路大王赫德森

而史蒂芬森的事业需要赫德森这样一个精力充沛、活动能力强的人在台前张罗，两个人无意间已经结成了生意上的伙伴。

借助史蒂芬森的名气，赫德森很快融到了30万英镑的资金，并开始修建从他所在的约克城到英国中北部的铁路。接着他又融到更多资金，开始接管其他公司的铁路，并建设新的铁路。他融资的方法很简单，就是用新债付旧债的利息，由于他红利给得多，筹钱从来不是问题，大家都说赫德森有本事。当时英国的审计并不严格，很长时间里大家居然没有对他这种庞氏骗局产生怀疑。到了19世纪40年代，人到中年的赫德森已经是英国的铁路大王了。随着一条条铁路的开通，赫德森的野心也越来越大，他试图控制整个英国的铁路系统。每一次在公共场合，他总是把史蒂芬森抬出来，大谈他们的友谊，这样大家对他就更加坚信不疑。在赫德森的鼓动下，全英国都为铁路而痴狂，一方面，赫德森居然为还没运营的铁路派红利（不知红利从何而来），另一方面，民众为赫德森连细节都还没有公布的铁路大胆地投资。有十三条还不知道建在哪里的铁路，赫德森却筹到了250万英镑的资金，这是当年利物浦和曼彻斯特铁路预算的四倍。到后来，史蒂芬森看出赫德森的做法有问题了，不论赫德森再怎么恳求，也不愿意继续跟他合作。

1845年，赫德森的名望和财富达到顶点，他当选为英国下议员，并购置了大量田产和豪宅。他为自己的家建了火车站和三公里长的专线。历史上有私人飞机的富豪很多，但是有私人机场的似乎不多。赫德森就属于那种有私人机场的土豪。英国的铁路热随着赫德森的发迹进入了高潮，1844年，英国批准修建800公里铁路，第二年又批准了2800公里，第三年再次新增4600公里。英国从南到北不过1000多公里，东西方向最窄的地方还不到200公里。这么多铁路，修建起来密度高得惊人，用今天的话来说，很多都是重复建设。

当时全英国从上到下，无论身份多么显贵，或者多么有学识和文化，都免不了被卷进铁路热潮中，在这些追风的人中，我们可以找到一大堆知名的

人物：惠灵顿公爵、著名作家勃朗特姐妹、威廉·萨克雷<sup>1</sup>，等等。赫德森圈了钱，一部分用于修铁路，一部分用于派发红利，余下的就进入了自己的腰包。他在伦敦最好的地段买下了豪宅，一心要挤进贵族圈。不过他和家人经常沦为上流社会的笑柄，由于不会说法语，这对暴发户夫妻常常闹笑话。靠着玩庞氏骗局获得的巨额财富，赫德森在英国上下还结交了很多的支持者，包括前首相惠灵顿公爵，连维多利亚女王也接见过他。

<sup>1</sup> 《名利场》的作者。

不过庞氏骗局越到后来，维持起来就越困难，因为金字塔的底座太大。到了1846年，全英国投资到铁路上的钱抵得上英国的出口额（当时英国是世界上最大的贸易出口国），比英国政府的税收要高得多。铁路的投资侵占了其他工业、教育、卫生等各项事业的资金，很多人开始抨击这种做法了，比如当时的《泰晤士报》就对这种后果提出警告。而包括史蒂芬森在内的利物浦铁路集团出于竞争的目的，也开始抨击赫德森。到了1846年，面对反对者的抨击，赫德森只能继续采取作假和派发红利的方式掩饰自己的亏损。不过，到了1848年，整个英国也支持不住了，击鼓传花的游戏终于结束了，赫德森建立的铁路王国轰然倒塌。他被查出贪污了60万英镑（相当于今天的四亿美元左右），在公司破产后自己负债累累逃到法国避债。不过，说句公道话，正是因为赫德森制造的泡沫，才使得英国的铁路在短短20年时间里全部建成。

在英国铁路普及的同时，美国的铁路建设也开始起步了。美国第一条真正具有商业意义的铁路是从五大湖区的俄亥俄通往巴尔的摩出海口的巴尔的摩-俄亥俄铁路，它横跨马里兰、西弗吉尼亚和俄亥俄三州及华盛顿特区。这其实不只是一条铁路，而是一个完整的铁路系统，铁路总长近万公里。这条铁路从19世纪20年代开始修建，主要投资人是约翰·霍普金斯（Johns Hopkins, 1795-1873）。铁路于1828年破土动工，到了1830年开通运营了第一段（距离很短），1831年开通了大约100公里。工程量巨大，铁路的进展缓慢，到了1835年才连通到华盛顿，1853年才修到马里兰和俄亥俄之间的西弗吉尼亚州，这时铁路开工已经25年了。就在铁路快完成时，美国爆发了内战，工期再次拖延，直到19世纪70年代，

铁路的干线和各条支线才全部修好。巴尔的摩—俄亥俄铁路建成后，五大湖工业区和大西洋连接在了一起，大大促进了美国工业的发展。在此期间，美国也开始了铁路热，很多新的铁路开工了。到了1850年，美国铁路总长达到一万六千公里，已经超过了英国。10年后美国南北战争期间，铁路总长接近五万公里。

铁路不仅带动了整个经济发展，也改变了人们的生活节奏。在1829年，美国总统安德鲁·杰克逊（就是20美元钞票上的那位），从田纳西州到华盛顿上任，路上马车足足走了一个月时间（此前的总统大多数来自临近华盛顿市的弗吉尼亚州），而铁路一开通，走这段路只需要三天时间。铁路的出现不仅缩短人与人之间的距离，也促进了人口的流动。在有铁路之前，两个城市之间的交通工具就是公共马车，一周最多跑两三次，运送几十个人；而在有了铁路之后，旅行的人数增加了几十倍，每周来往于两个城市之间的人数可达上千人。

铁路对于货运的作用甚至超过了客运。在铁路出现之前，美国由于地广人稀，各地的市场规模都很小，很多工业品还是靠手工制作。但是，铁路开通后，在工业领域实现大规模生产成为了可能，工业品成本大幅度下降，这导致了后来美国出现了很多超大型的企业集团。铁路还直接催生了美国第一代重工业企业，它们主要集中在钢轨、机车和车厢的制造以及煤炭的开采上。由于铁路使得运费降低了好几倍，南方便宜的农产品被运到了北方，导致整个新英格兰地区（高纬度而气候寒冷）农业的消失。这样，美国（以农业为主的）南方和（以工业为主的）北方的经济结构差异就变得更加明显，这种差异一直延续到了今天。

在南北战争之后，美国迎来了西部的大开发和工业革命，加利福尼亚州联合铁路和中央铁路的建成第一次形成了贯穿东西海岸的铁路网。在建设加州铁路的过程中，华人劳工起到了关键的作用，并且牺牲了大量的生命。夏衍在《包身工》里引用美国作家梭罗（Henry David Thoreau，1817—1862）的话，讲美国铁路的每一根枕木之下都有一个爱尔兰劳工

的冤魂，其实华工们也付出了同样的生命代价。当然，付出生命的还有来自世界其他国家的大量劳工，而在这些劳工的血汗基础上，美国实现了近代的文明，也成就了加州铁路大王老利兰德·斯坦福（Leland Stanford Sr., 1824—1893）的英名和财富。今天，在美国中央铁路图片博物馆中，保留着大量的华工修建铁路的照片，反映了华工对这条东西贯穿全美国铁路的重大贡献。有兴趣的读者可以到他们的网站<sup>2</sup>上去观看。

2

<http://t.cn/8sDATzP>

在19世纪，美国诸多铁路系统并不统一，各自独立经营，其中最著名的是连接五大湖地区到纽约的伊利铁路。它一度是美国最大的铁路网，不仅连接了美国主要的工业区，成为货运的干线，而且帮助纽约成为美国最大的贸易中心。在此之前，纽约、费城和巴尔的摩几乎是在平行发展。伊利铁路之所以出名，还因为它在金融史上有一段传奇故事，美国运输业巨头范德比尔特（Cornelius Vanderbilt, 1794—1877）以及华尔街历史上两个最大的投机商古尔德（Jay Gould, 1836—1892）和菲斯克（James Fisk, 1835—1872）在伊利铁路股票控制权上展开的一场你死我活的争斗。范德比尔特被后世称为铁路大王，但是和英国的铁路大王赫德森不同，范德比尔特没有修过一条铁路，不过他通过收购股份控制了美国众多的铁路网。

直到19世纪末，美国的铁路网还非常混乱，重复建设相当严重。以美国东部为例，巴尔的摩—俄亥俄铁路，伊利铁路和宾夕法尼亚铁路基本上是重复的（如图13.4，第一张是巴尔的摩—俄亥俄铁路系统，下面的是宾夕法尼亚铁路系统）。

历史总是惊人地相似，虽然在英国铁路热潮中伴随着造假和过度投资，但美国并未接受英

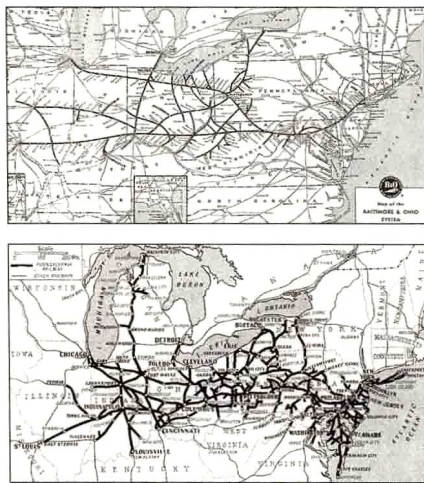


图13.4 巴尔的摩—俄亥俄铁路（上）和宾夕法尼亚铁路（下）对比图



国的教训，在全国铁路化的进程中，依然重复了英国的铁路热，并且也因为过度投资而导致出现股市危机。互不相连的铁路网为了订单胡乱杀价竞争。在范德比尔特之后，将它们真正整合到一起的是著名金融家 J.P. 摩根（J.P. Morgan, 1837—1913）。他先后买下了美国东部主要的铁路网，对这些铁路公司进行重组，并且制止了很多铁路的重复建设。

英美两国过度投资铁路的历史，到了 20 世纪和 21 世纪还在亚洲继续上演。1955 年，日本国铁（JR）的总经理（相当于中国的铁道部长）十河信二（1884—1981）在他 71 岁高龄时，要完成一件前人不曾想象的大事，他提出将东京到大阪的客运时间从原来的 8 小时降低到 3 小时。新干线应运而生。

由于建设工期长，预算庞大，十河信二知道新干线肯定得不到国会的批准。为了骗取国会的支持，他不惜做假账，把新干线的实际预算 3800 亿日元（大致相当于当时的 10 亿美元）改为 1972 亿日元，并且说有办法从世界银行那里拿到贷款。为了瞒天过海，他宣传说新建的铁路时速只有 200 公里，只是在进行原有铁路的改造工作，这样才使得新干线提案获得通过，并获得世界银行 8000 万美元的贷款。但是工程只进行到一半，钱就花完了，十河信二不得不要求追加预算，并拿之前的贷款做要挟，如不追加预算完成铁路建设，连世界银行的钱都还不上。日本政府不得不将新干线的投资追加了一倍，以完成工程，同时解除了十河信二的职务。1964 年 10 月 1 日，新干线顺利通车，十河信二却只能在家里看电视转播。但是新干线对日本经济和社会发展的诸多好处，若干年后人们才逐渐体会到，好在十河信二非常长寿，他活到了 97 岁，看到了这一天。

到了半个世纪后，中国再次上演英国和日本的铁路热，而主管人员圈钱修铁路的方法甚至都惊人的相似，都少不了瞒天过海和做假帐。中国铁道部部长刘志军以修建客运专线为名完成了大量的高铁建设，然后虚报预算，和十河信二几乎如出一辙。从赫德森到十河信二，他们或许如亚当·斯密所说，原本有很多个人目的的考虑，但是他们被一只看不见的手牵引着，加快了铁路的发展。当然，这些进步需要有人来为贪污和浪

费买单。

铁路使得人类曾经梦想的日行千里成为了可能，相对距离大大缩短，社会从此开始走向一体化。当然，铁路的作用还不止于此，就在英国铁路热刚刚兴起时，一个德国人从国家安全上看到了它的重要性。这个我们在第三节会详细介绍。

在结束本节之前，有必要提一下因为铁路而诞生的三所美国名牌大学——约翰·霍普金斯大学、斯坦福大学和范德比尔特大学。我们前面讲到这三个人都是铁路大王，霍普金斯和斯坦福都没有子嗣，前者终身未婚，后者唯一的儿子在欧洲求学时不幸逝世，他们捐出自己全部的财富，成立了以自己名字命名的大学，这两笔钱在他们的时代先后是美国历史上最大的慈善捐助。这两个人现在仍广为人知，很大程度上是靠这两所世界级的大学。而范德比尔特家族巨大的财富也来自于铁路，他们拿出一部分钱建立了范德比尔特大学。今天其家族的财富已经烟消云散了，但是以他们家族命名的大学却出了两名诺贝尔奖获得者，为人称道。

## 第二节 莫尔斯和电报

铁路缩短了人与人之间物理的距离，而电报则缩短了人们之间通信的距离。

在人类几千年的文明史上，信息的快速传递一直是个大问题。直到19世纪初，快马和信鸽还是最快的传递方式。中国古代还采用过烽火台传递消息，当边境有外敌入侵时，守军点燃高处的烽火台，远处另一个烽火台的守军看到后，点燃自己的烽火台继续传递该消息。到了19世纪初，法国人发明了一种“电动”的烽火台，它通过高台上灯的闪烁或者信号灯手臂的不同姿势，将信息传到下一站，然后下一站再将信息传到其他各站，直到目的地。法国人在19世纪初的半岛战争中采用过这种“电动烽火台”传递信息。但是这样只能传递很简单、很少量的信息，而且不可能投入民用。

不过到了19世纪中叶，一项重大的发明彻底改变了这个现状，而发明人是一位精通电学和数学的画家——塞缪尔·莫尔斯（Samuel Finley Breese Morse, 1791—1872）。

莫尔斯毕业于耶鲁大学，所学也不是绘画，不过他离开耶鲁之后，在英国学习了三年绘画，在那里，他获准进入皇家学会，看到了很多米开朗基罗和拉斐尔的真迹。回到美国后，他成了一位职业画家，给很多名人（包括美国第二任总统约翰·亚当斯）画过肖像画，即使在他发明了电报之后，他还是继续作画卖画。

3  
美国独立战争期间，拉法耶特作为法国远征军的将军帮助了美国人。

1825年，莫尔斯接了个大合同，纽约市出1000美元请他给美国的大恩人拉法耶特侯爵（Gilbert du Motier, marquis de Lafayette, 1757—1834）<sup>3</sup>画一幅像。当时的1000美元可相当于现在的70万美元，不是一笔小钱，莫尔斯于是就离开了纽黑文的家到纽约去作画，然后又去了首都华盛顿。在华盛顿时，他收到了父亲的一封来信，说他的妻子病了，莫尔斯马上放下手上的工作，赶回到五百公里外的纽黑文。但是等他赶到家时，他的妻子已经下葬了。这件事对他的打击非常大，他从此开始研究快速通信的方法。

那时候，电磁学开始兴起。电学基础扎实的莫尔斯遇到一位电磁学学者查尔斯·杰克逊（Charles Jefferson Jackson, 1805—1860），并且从后者的各种电学实验中得到启发，他决定研制一种用电来传输信息的装置。要做到这一点，莫尔斯得解决两个关键问题。首先是如何将信息或文字变成电信号，其次是如何将电信号传到远处。

第一个问题的解决办法就是对信息（具体说是字母和数字）进行编码。莫尔斯用“滴”（点）和“答”（线）的组合将英文26个字母和10个数字表示出来（见图13.5）。“滴”就是开关的短暂接触，“答”就是开关的长时间（至少是滴的三倍时间）接触。如果将这两个操作分别对应成二进制的0和1，那么莫尔斯电码实际上就是将英语文本转换成二进制编码的方法。比如A对应“01”，B对应“1000”。虽然当时还没有信息

论，更没有人从理论上证明，对经常出现的字母用较短的编码，对不常见的字母用较长的编码，可以降低整个编码的长度，但是，莫尔斯还是根据经验得出了这个结论。从上图可以看出，他对于英语中最常出现的两个字母 E 和 T 用了长度仅为 1 的编码，而对不常见的 X、Y 和 Z 用了长度为 4 的编码。对于其他字母，考虑到它们出现的次数应该大致相同，莫尔斯用了等长的编码，长度为 5。这便是著名的莫尔斯电码。

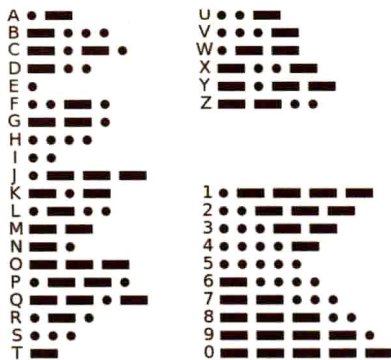


图 13.5 莫尔斯电码对英文字母和数字的编码

第二个问题反而是在莫尔斯电码发明之前解决的。莫尔斯最初的设想是用一根电线将发报装置（开关）和收报装置（电驱动的齿轮机械）联通起来，由一个电池供电。他根据这种设想在 1835 年做出了最早的电磁电报机样机，发报方控制电路的开关，而接收方就会出现有电火花和没有电火花两种信号，但是这个电报装置用起来不是很方便。1838 年，在发明莫尔斯电码后，他同时研制出点线发报机。这个装置颇为巧妙，在当发报人将电路短暂接通后（也就是发出一个“滴”），接收装置上的纸带就往前挪一小格，同时有油墨的滚筒就在纸带上印出一个点，当电路接通较长时间后，接收装置上的纸带就往前挪一大段，同时油墨印出一段较长的线。接收人根据接收纸带上的油墨印迹，对应莫尔斯电码，就可以转译成文字。

莫尔斯的这套电报装置获得了美国专利，

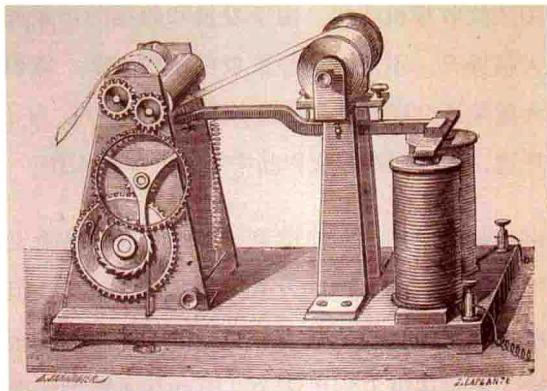


图 13.6 莫尔斯电报的接收装置

这堪称是人类历史上最重要的专利之一，因此该专利说明书被“供”在华盛顿的美国历史博物馆里。

几乎在莫尔斯发明电报的同时，英国人库克（William Cooke，1806—1879）和物理学家惠斯通（Charles Wheatstone，1802—1875）也独立发明了电报装置，并且采用多组电池串联的方式，使得电报的传输距离变得更远了（21公里）。库克和惠斯通还实现了历史上第一条电报线，为英国大西方铁路（Great Western Railway）两个车站之间联通了一条电报线作通讯之用，但是他们的发明使用起来并不方便，后来就没有人用了。而相比之下，莫尔斯的设备更便宜，使用简单，维修方便，工作稳定，因此最终得到了普及，并沿用到了21世纪初<sup>4</sup>。

<sup>4</sup>  
2000年后，很多国家停止了电报业务。

虽然莫尔斯的时代还没有信息论，但是他已经意识到在通信中提高传输率的重要性。在有线电报系统中，投资最大的是线路，要想降低每一封电报的价格，就必须充分利用“电线”这个信道，在其容量许可范围内尽可能多地传输电报（信息）。最早的电报机完全依赖于人工操作，发报速度很低，即便是最熟练的报务员，每分钟也只能收发20组左右的英文单词或者汉字。为了提高线路利用率，莫尔斯发明了一种自动快报机，它包括键盘凿孔机、自动发报机和波纹收报机等设备，这些设备大都是用小型电动机带动的。使用时发方报务员先用键盘凿孔机在凿孔纸条上凿出莫尔斯符号孔，然后把凿好孔的纸条送入自动发报机发报，收方则用波纹收报机收报。由于发报和收报的步骤都用机器代替了人工，效率大幅提升。不过，这种发报机结构复杂，体积笨重，因此只适合在需要大量发送电报的电报站或者邮局之间使用，并不适合野外（军事、勘探等）环境，或我们在影视作品中看到的谍报工作。

电报的发明不仅在通信史上具有划时代的意义，也是人类文明史上的一件大事，从此人类进入了即时通信的时代。但是在电报发明之初，并非所有人都理解它的重大意义。由于当时的电报是有线电报，需要铺设电线（当时还没有输电线），而且在线路上还要安装和替换电池，因此成

本较高，一开始并未得到快速普及。美国第一条城际电报线是从巴尔的摩到首都华盛顿，总长约 64 公里（40 英里），于 1844 年建成。

最早帮助普及电报业务的是新闻记者，因为只有他们才有大量的电报需要发送。1846 年，记者们开始用电报传递新闻，在几分钟里，一篇新闻就传到了几百公里以外。当时有人甚至预测电报业将使报纸变得无用或者变成地方性新闻。但是与他们的预测完全相反，报业最先采用了这项技术，并使地方性报纸变成了全国性乃至世界性的报纸。当时报纸上常常在新闻之前加上“电报报道”几个字，好让读者觉得新闻是最新的。20 多年前我在读报时还经常看到“新华社某年某月某日某时电”的字样。有了电报，一些记者开始深入到第一线采访获取新闻，然后用电报发给报社换钱。这就促使了世界各大新闻社的诞生。到了 19 世纪 40 年代末（具体时间有争议），纽约的六家报社记者组成了纽约港口新闻社，全部记者来自这六家报社，一旦采访到新闻，除了向自己的报社供稿外，还通过电报向其他城市的报社出售新闻。这就是美联社的前身。

几乎与此同时，德国人保罗·朱利斯·路透（Paul Julius Freiherr von Reuter, 1816—1899）在 1848 年开始用信鸽在德国和比利时之间传递股价信息，一年之后，改由电报传送讯息，几年后的 1851 年，路透在英国成立了办事处，他和伦敦证券交易所签下一纸合约，通过海底电报线向英国提供欧洲大陆的股市行情，以换取英国股市的信息。1858 年，路透的电报新闻生意终于渗透到报社，开始为英国最有影响力的《泰晤士报》提供电报新闻。1865 年，路透社由个人控股改成了股份有限公司——路透社电报公司。路透后来加入了英国籍，并将新闻社的总部设在伦敦，这就是为什么路透社今天是一家英国公司<sup>5</sup>，而不是德国公司的原因。

5  
今天它由加拿大的汤普森集团并购后，变为汤普森-路透公司，总部在美国。

到了 1850 年，美国东海岸（大西洋沿岸）的主要城市之间都能互通电报了。但是，西部加利福尼亚州的电报业务那时才刚刚起步，而连通美国更是遥不可及的事情。直到 1860 年，美国国会才授权给美国邮局每年六万美元的经费，用于电报线的建设。而穿越北美大陆的电报，则要等到 1869 年，

这时距离莫尔斯发明电报已经过去了 30 多年。但是电报一旦开始普及，它带来的巨大社会效应便逐渐显现出来。以前通过快马邮车将消息从美国东海岸传递到西海岸需要 20 天时间，而通过电报则几乎瞬间便可完成。很快，当时最大的快马邮递公司——小马快递（Pony Express）就因为电报的出现而关门了。美国人画了下面这幅油画，一个穿着红色制服的小马快递员穿过正在架设的电报杆，暗示着两个不同时代技术的冲突。



图 13.7 小马快递员穿过电报杆

电报的普及催生了另一项信息技术的发展，这就是加密技术。在电报出现之前，机密信息的可靠传递，很大程度上要靠传递者的可靠性，这包括他的忠诚和机警。但是电报出现之后，它有可能被敌方在半路截获，因此需要一种密码技术，使得电报的编码只有自己人看得懂，而别人看不懂。

早期“玩”这些密码的都是些业余爱好者，他们大多是出于兴趣，但是对密码学的发展却居功至伟。他们就像中国古代那些给对方出对联游戏的文人一样，互相给对方制造密码的难题，并且试图破解别人的密码。在这些人中，最著名的可能是美国著名侦探小说家爱伦·坡（Allen Poe, 1809—1849）。和达·芬奇一样，爱伦·坡喜欢搞一些别人看不懂的秘密。他提出了一个在信息论中非常合理的密码学原理——保密的关键是让不同字母的密码出现的次数相同，虽然他不懂得信息论。不过，

将密码学建立在数学基础之上的是英国数学家查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage, 1791—1871），这位牛顿在剑桥卢卡斯教席的接任者，不仅发明了差分计算机，还将代数演算应用到密码学领域，这奠定了近代密码学的基础。

电报的出现对人们生活的习惯也产生了影响，人们的时间观念开始加强。在18世纪以前，除了在战场上和航海中<sup>6</sup>，人们的时间观念并不是很强，因为信息的到来总是有延时，每当遇事时，人们时常会想为什么不再等等呢？等有了确认的消息再说。电报出现后，做决定就不用等了，准确的情报几分钟就从遥远的地方送来了。所有的一切都改变了，包括工业、商业、金融、政府的决策。今天的事情今天做，已经不仅仅是一个好习惯了，在现代生活中也成为必需。更重要的是，电报的出现使得决策可以基于及时准确的信息，从而能做得更好。最终，这也改变了现代战争的指挥和作战方式。

现在，我们可以回过头来仔细讲讲本章开头提到的，铁路和电报在普法战争中起到的作用。

### 第三节 毛奇的胜利

毛奇被誉为拿破仑之后最优秀的军事家，他不仅指挥普鲁士军队赢得了统一德国的两次大战（普奥战争和普法战争），而且开创了现代的军事思想。（毛奇的侄子也是德国陆军的统帅，后世为了区分，称他为小毛奇。我们这里讲的故事是关于老毛奇的。）毛奇将自己的理论和实践写成了一系列的军事论著，这些书成为当今军校学员必学的内容。新中国开国元帅刘伯承的军事理论就是在前苏联通过学习毛奇等人的军事思想而建立起来的。

毛奇生于1800年，那正是欧洲工业革命和拿破仑战争时期，他祖上是个德国的容克<sup>7</sup>，相当于中国历史上的乡绅。但是在大革命时期他们家早已破产，他父亲成为了丹麦的一名军人，他自己也是在哥本哈根受的教育，

6

在19世纪航海时，需要靠准确的计时器来确定经度。

7

容克是德语 Junker 一词的音译，原指无骑士称号的贵族子弟，后泛指普鲁士贵族和大地主。



并且成为丹麦的一名下级军官。不过丹麦是一个弹丸小国，无法实现毛奇的抱负，于是他报考了普鲁士军校，并且成为了一名普鲁士军人。和大部分军人不同的是，他的军旅生涯是从研究军事理论开始的，而不是靠在战场上累积军功。他最早发表的军事论著是《军事测量大纲》，强调地形测绘对军事的影响。1834年，34岁的毛奇成了普鲁士在土耳其的军事顾问。当时土耳其和埃及之间爆发了战争，土耳其战败，他也就回到了普鲁士。换了别人在这样一场外国的战争之后，可能很快就淡忘了这件事而去谋求自己的升迁了，但是毛奇不是一般人，他仔细研究了土耳其失败的原因，还写了一篇长篇论著。毛奇概括出这么几点，首先是缺乏统一的指挥，上下不和，前线的指挥完全依赖司令官；其次是军事动员缓慢，最后才是士兵战斗力差等原因。他这时的思考，促使了他后来形成了工业时代大规模现代战争的战略思想。

和拿破仑这些少年得志的军事家不同的是，毛奇算是大器晚成。他42岁那年才当上少校，成为一名中级军官。与拿破仑、霍去病或者亚历山大等人相比，毛奇在起跑线上可谓输得一塌糊涂。霍去病18岁就单独领军



图 13.8 军事家毛奇

破匈奴；亚历山大22岁出征波斯，33岁成就了亚历山大帝国；拿破仑24岁成为将军，36岁指挥了著名的三皇会战（奥斯特里茨战役），而毛奇在这个岁数还只是一个低级军官，之后又去做了后勤。19世纪40年代，他被调去管理汉堡的铁路了。换了别人可能对此大为懊恼，并且恨不得马上离开这个看似与自己前程无关的职务，但是毛奇总是能从自己的经历中获取别人忽略的经验。毛奇对新事物很敏感并且善于思考，早在普鲁士还没有

铁路和现代通信工具时，毛奇就开始思考新的交通、通讯工具与未来战争的关系了。在管理铁路时，他对这种新的交通工具有了更深刻的认识。1857年，57岁的毛奇终于当上了普鲁士代理参谋总长。

一旦有了施展空间，毛奇就开始把自己的战略思想付诸实践，并提出一个口号：“不要再修建要塞了，给我更多的铁路！”这种快速运动的军事思想，一直影响着德国和美国的近现代军事战略。毛奇在很短的时间里，通过改良交通与通讯系统，大大提高了普军的动员效率。到十年后的普奥战争时期，普鲁士的铁路网已经遍布全国了。也就是在这个时期，毛奇形成了对后世产生重大影响的“毛奇的外线战略”。

要说清楚毛奇的外线战略，先要讲清楚拿破仑或约米尼（Antoine-Henri, baron Jomini, 1779—1869）<sup>8</sup>的内线战略。在拿破仑时代，欧洲的军事理论家约米尼总结了拿破仑取得诸多胜利的原因，概括出了内线战略。也就是说，战争的诀窍在于谋取内线优势，因为一旦兵力分散，在交通和通信不便的18世纪，就会被各个击破。内线战略最成功的例子就是18世纪末，拿破仑在意大利曼图亚包围战役（Siege of Mantua）中，采用各个击破的方法五次打败反法同盟军队，迫使奥地利退出了意大利。中国古代，多路进兵最后被各个击破的战例也很多，比如明末的萨尔浒之战，明朝几十万大军五路进兵想要合围努尔哈赤，由于通信不便，被后者各个击破。在拿破仑战争结束后的很长一段时期内，约米尼的书籍风行欧美世界，以至于美国南北战争期间，双方军官几乎人手一本。内线战略也就被当时的欧美军界奉为致胜法宝。

<sup>8</sup>  
法国将军。

但是这种战略战术在大规模战争中颇受限制，比如军队的大规模集结就很困难，即使完成了集结，后勤的压力也很大，加上庞大的队伍行动也相对迟缓，可能前方部队已跟敌人遭遇了，后方部队还在路上。中国古代的淝水之战和金海陵伐宋就遇到这种情况。在淝水之战中，苻坚统帅的前秦大军，虽然有87万之众，但是集结的部队延绵几百里，前面到达淝水主战场的只有十几万人，等这些人战败，后面还在路上的几十万大

9 完颜亮事实上做了金国的皇帝，但是因为后来被金世宗完颜雍所废，没有给他庙号和皇帝的谥号（完颜雍给了他一个海陵庶人的谥号），后世只好称他为金主海陵王。

军马上后队变前队，成鸟兽散，于是才有了草木皆兵的成语。几百年后，金主海陵王<sup>9</sup>率领60万大军南下灭宋，庞大部队的后勤就成了大问题，据《金史》记载，全国几乎所有的马匹都被征用保障后勤，当时低级官员的家中只能留下驴子。最终金主海陵王因后方的反叛而被部将所杀。

但是到了19世纪中期，毛奇最早认识到由于电报和铁路的出现，部队在行军时可以分散，然后再会战集结，对敌人形成合围。电报的价值在于为这种新战法和军队的调度提供了技术保障，而铁路则可以使军队的行进速度达到拿破仑战争时代的六倍——两支分散集结的部队可以在短时间里汇合，而不致被各个击破，这样才有可能进行大规模会战。

1862年，俾斯麦担任了普鲁士首相，普鲁士开始了统一德国的进程。1866年，普鲁士与当时德意志联邦中最大的王国奥地利开战，这实际上是决定由谁来统一德意志的战争。相比几年前在新大陆进行的美国内战（南北战争），普奥战争用上了当时的高科技，其中就包括铁路和电报，当然还有后膛枪。

这场战争是毛奇军事思想的第一次实践，作为普鲁士参谋总长，毛奇指挥了整个战争。单纯从军事实力上看，双方力量相当，各自都动员了60多万大军。而在几十年前决定欧洲命运的滑铁卢战役中，双方一共才动员起19万军队（法国7万2千人，反法同盟11万8千人）。普奥双方上百万的大军，其实都来自于各自同盟的几十个王国和公国，在这种情况下，毛奇的外线战略就显得非常有效了。战争一开始，普鲁士军队利用铁路网迅速将25余万兵力和800门火炮从四面八方集结到了萨克森和奥地利的边境地区，而新的通信手段电报则解决了远程机动所带来的配合困难。整个战争在三条战线上进行，一共只进行了六周，最后普鲁士联盟以三万七千人伤亡的代价，消灭了对方两倍人数的军队，在法国的调停下，战争结束。

在普奥战争中，普鲁士军队虽然利用了电报，可还是暴露出分兵配合的一些问题。在最后的萨多瓦决战中，虽然普军大获全胜，但统帅部未能

进行统一的指挥，也并未组织有效的战术追击，使得奥地利 15 万主力部队安全地撤退了。

在这场战争之后，毛奇总结了经验教训，完善了由电报网组织起来的指挥系统。在后来的普法战争中，他做得更好。

普法战争和普奥战争只相隔四年，直接起因是西班牙王位继承问题。双方原本已经通过谈判的方式达成了一致，普鲁士国王威廉一世已经向当时的法国皇帝拿破仑三世（拿破仑一世的侄子）妥协。但是普鲁士的铁血首相俾斯麦希望通过一场战争完成德国的统一。电报到达俾斯麦手里时，正好毛奇在座，俾斯麦问毛奇如若开战有无把握，毛奇予以肯定的答复，于是俾斯麦修改了电报的内容，一封原本友好的电报到了拿破仑三世的手中就成了挑衅。按照历史学家的描写，“拿破仑三世像蠢驴似地跳了起来”，六天后法国主动向普鲁士宣战。

当时，法国实行常备军制，有随时可以调动的部队，而普鲁士为募兵制，需要做战争动员，因此拿破仑三世希望在普鲁士军队还没有集结之前打败对方。不过，由于法国军事思想还停留在拿破仑时代，没有发达的通信系统调度军队，就出现了将军找不到部队，部队找不到长官的混乱情况。在宣战一周后，才调动起 25 万军队开往前线。而与此同时，普鲁士靠庞大的铁路网和电报网，迅速集结了 40 万军队。到此，毛奇外线优势的战略得到了很好的实施，后面的故事就是很多历史书和文学作品中所描述的那样了，普鲁士军队连战连胜，最后俘虏了被历史学家称为“伟大的伯父的鄙小的侄儿”的拿破仑三世，并且占领了巴黎。威廉一世在凡尔赛宫加冕德国皇帝。从此，欧洲大陆的历史开始了新篇章。

普鲁士的胜利是毛奇新的军事思想的胜利，而其背后是以新的交通和通信手段为基础的。电报在军事上的运用除了产生了新的作战方法，还导致了新的战争指挥体系的出现。在以往的战争包括拿破仑战争中，虽然西方国家已经有总参谋部，但是，它的作用只限于在战前进行规划，而一旦战争开始，一切只能依靠前线指挥的将军了。而前线的将军又常常

10

达武 (Louis Nicolas Davout, 1770-1823), 法国元帅, 被认为是拿破仑手下最有能力的将领, 一生没有败绩。

11

格鲁希 (Emmanuel Crouchy, 1766-1847), 法国元帅, 因为在滑铁卢战役中既没有按预定的部署追击布吕歇尔的普鲁士军队, 也没有能及时增援拿破仑, 导致法国在这场战役中的失败。

无法得知全局的信息, 只能根据不全面的信息作出判断, 这些人的经验和指挥的艺术常常成了决定战争胜负的最重要因素, 有时甚至是唯一的因素。在耶拿战役中, 拿破仑靠着达武元帅<sup>10</sup>的杰出指挥, 轻易获胜。而在滑铁卢战役中, 拿破仑则因为格鲁希<sup>11</sup>的平庸而惨败。在战争史上, 我们看到战争的胜负往往有很大的偶然性, 这在信息流通不顺畅、不及时的时代难以避免。但是电报的使用, 使后方的总参谋部可以及时得到前线各战场全部的信息, 从而做出对全局最有利的决定。因此, 从普鲁士开始, 现代国家的战争决策从一两个将军手里转到了总参谋部, 这种格局延续至今。这样一来, 战争决策就由个人行为变成了“专家”的集体行为, 战争中偶然性的错误大大减少。中国古代所说的“运筹帷幄之中, 决胜千里之外”在信息流通迅速、交通发达的今天, 已经是很平常的事了。

#### 第四节 由电话到现代通信

电报的出现已经使人类第一次能够及时获得千里之外的信息, 但是对老百姓来讲它毕竟不是非常方便。首先, 它并不是个人之间的即时通信, 直到 21 世纪初各国陆续停止电报业务时, 它也没有普及到家庭。人们可以在家里写信、打电话, 但没法在家里装一台电报机发电报 (在美国互联网普及前, 很多家庭有传真机, 代替了电报的用途)。除非有急事, 一般老百姓很少会去邮局发电报, 事实上, 在电报刚出现的第一年, 由于记者还没开始大量使用, 它的营业额极低。其次, 电报不是即时交互通信, 这点不必多说了。因此, 人类还需要一种工具, 实现人与人之间的即时传递信息, 电话便实现了这个功能。

电话的发明人到底是谁? 我们都知道是亚历山大·贝尔 (Alexandra Graham Bell, 1847-1922), 他不仅发明了电话, 还创建了伟大的贝尔电话公司, 即后来的美国电话与电报公司 AT&T。但是 2002 年美国官方认定的电话发明人却是意大利人安东尼奥·穆奇 (Antonio Meucci, 1808-1889)<sup>12</sup>, 虽然在过去的一百多年里, 除了意大利以外的地区人们都认为贝尔是电话的发明人。不过, 穆奇虽然发明了电话, 并且在 1860

12

2002 年 6 月 11 日  
美国国会 269 议案  
确认穆奇为电话的  
最初发明人。

年向公众展示过，但是他却没有钱申请专利，更没有钱将它实用化。因此，算起来对电话贡献最大的还是贝尔。

关于贝尔的第二个误解是“贝尔是美国人”。这个说法不能算错，因为他确实移民到了美国，并且加入了美国籍，他的工作也是在美国完成的。但是，英国和加拿大都声称他是自己国家的一员，这也不能算错，因为他出生在苏格兰的爱丁堡，1870年移民加拿大，虽然他在那里只待了一年就到了美国。

贝尔本人是一个声学家和哑语教师。贝尔的祖父、父亲和兄弟的工作也都与发声学有关，而他的母亲和妻子是聋哑人，这些都影响着贝尔一生的工作。贝尔为了发明一种听力设备，而最终导致了电话的发明。虽然在他之前穆奇和德国发明家菲利普·雷斯（Johann Philipp Reis，1834—1874）都发明过电话机，但是传输声音的效果极差，根本无法使用。世界上第一台可用的电话机是贝尔和他的助手沃特森（Thomas Watson，1854—1934）在1875年发明的，专利则于第二年被批准。

贝尔和沃特森早期的实验都不顺利，他们有两年多天天在做实验，终于有一天沃特森听到听筒里传来了贝尔清晰的声音“沃特森先生，快来！”这是他们第一次成功的实验，但是要真正做到实用还需要做更多的工作，这两个年轻人（当时贝尔28岁，沃特森只有21岁）又没日没夜地干了半年，几经改进，终于制造出世界上第一台实用的电话机。

1876年3月3日，贝尔29岁生日那天，贝尔的专利申请被批准。贝尔应该感到庆幸，当时他的合作伙伴哈伯德（Gardiner Greene Hubbard，1822—1897）在没有通知他的情况下，赶在另一位发明家艾利沙·格雷（Elisha Gray，1835—1901）之



图 13.9 贝尔发明的电话

前向专利局提交了电话发明的申请，而后者只晚了几个小时。就是靠早了这么几个小时，美国最高法院在旷日持久的电话发明权官司上，最终裁定贝尔为电话的发明者。不过这件事说明，当电学和声学技术积累到一定程度，电话的发明就成为了必然。即使没有贝尔，人类也将进入电话时代，只是时间上或许要晚几年。贝尔的贡献不仅在于发明了实用的电话，而且还靠着他精明的商业头脑，推广和普及了电话。

回到波士顿后，两人继续改进电话，同时抓住一切时机进行宣传。1878年，贝尔在波士顿与远在300多公里外纽约的沃特森首次进行了长途电话试验。和34年前的莫尔斯一样，贝尔取得了试验的成功。不过，不同的是贝尔和沃特森的这次试验更像一次科普宣传会，双方的现场听众可以互相交谈。试验中还有一个小插曲，本来安排最后由一名歌手对着电话的麦克风唱歌，通过电话，传到远处，但是这位歌手第一次听到电话听筒里传出来的声音后，吓得失声了。贝尔急中生智，让歌手身旁的沃特森代替，沃特森以前从未在公众场合表演过，这次鼓足勇气唱了一首歌，逗得双方现场的听众哈哈大笑，试验圆满成功。

相比电报，电话的优势虽然显而易见，但是当时大部分人并不这么认为，尤其是当时和贝尔争夺电话发明专利的格雷（当时算是对电话技术数一数二的专家了），不知是否出于酸葡萄心理，也出来唱衰电话。另外一些人则认为电话让他们没了隐私。当时《纽约时报》这样说，要是装了电话，无论门窗关得多紧，你说的每一句话都可能被人偷听。不看好电话的还有著名作家马克·吐温。这位高产的美国作家一生从版税中挣了许多钱，但是全部让他糟蹋光了，倒也不是挥霍掉的，而是因为他的投资非常失败。后来有人向他介绍电话——你在房间里讲话，几英里以外就能听见，他说，这是什么骗术，于是错过了最有可能成功的一次投资。

不过，不管别人怎么想，贝尔还是把他的电话公司办了起来。1877年，也就是贝尔发明电话后的第三年，在波士顿设的第一条电话线路开通了，这样工厂主查尔斯·威廉斯先生在波士顿各工厂和他在萨默维尔

(Somerville, MA) 的住宅之间可以用电话联系了。在这一年，有人第一次用电话给《波士顿环球报》发送了新闻消息，从此开始了公众使用电话的时代。到了1880年，美国已经有了六万部电话，大部分使用者都是生意人，他们希望随时和公司保持联系。早期的电话通信都是点对点的，比如办公室和家庭之间，因此用户一次要买一对电话。但是随着电话用户逐步增加（还远远谈不上普及），这种点对点的通信方式就不再合适了，电话网络的改进就迫在眉睫了。

1878年，美国人乔治·科伊（George W. Coy）在听了贝尔的报告后受到启发，发明了电话交换机。电话机从此不再是直接连到对方的电话上，而是先连接到交换机上，然后再由交换机连到其他电话上，这样一部电话就可以和



图 13.10 美国连出第一根商业电话线的房子——威廉斯在萨默维尔的住宅

很多电话通信了，而不是像先前那样只能和有限的几部电话通话。科伊获得了交换机的专利，并且在纽黑文（New Haven）<sup>13</sup> 建成并使用了这么一个交换机，他自己则是世界上第一位接线员。当时还没有电话号码一说，科伊只能按用户的名字列表，并且每个名字对应一个交换机上的插孔，好在他的列表上只有几十个人，倒不难记。不过，当一部交换机上连着的电话用户多达几百户时，没有电话号码的电话本就有问题了。当时除了接线员，没人记得住哪个插孔对应哪个名字，于是有人发明了电话号码。

发明电话号码的是个叫帕克（Moses Greeley Parker, 1842—1917）的医生，他不仅是最早的电话使用者之一，也是最早投资电话行业的。1879年，

13 康涅狄格州的一个城市，有著名的耶鲁大学。



14  
在马萨诸塞州。

他所在的洛厄尔市（Lowell）<sup>14</sup> 爆发了流行病，他担心接线员一旦生病，就没有人能够替代，因此他给每部电话配了一个号码，这样以后打电话的人就不说找谁，而是讲要接通哪个号码。一开始，大家担心这些四位到五位的电话号码（当时的电话较少）记不记得住，但是后来发现这种担心实在没有必要。在手机问世之前，经常用电话的人记得几十个朋友和商业伙伴的电话号码，并不是什么难事。倒是有了手机可以存电话号码后，我们不再记得住朋友甚至自己的电话号码了。当然，对于那些不常打的号码，谁也不可能记住它们，于是电话公司就把它变成一本厚厚的黄页，送给安装电话的用户。直到近年来，随着互联网的兴起，人们才改变了从黄页上查找电话号码的习惯，纸质的黄页也才逐渐开始消失。

虽然发明了电话号码，但是早期的电话并不是拨号的，而是拿起话筒对着接线员直呼要联通的电话号码，在上个世纪 90 年代使用过固定电话的人可能还有印象，转接分机时常常要告诉接线员对方的分机号码，而不是总机和分机的号码一口气拨下去。当然，总是由接线员转接既不方便，成本又高，后来人们发明了转盘式的电话机。现在的年轻人可能都

没有见过这种电话机，它有一个圆形的转盘，每次把手指伸进对应的数字，然后拨到头。每个数字对应一个不同的脉冲，不同的脉冲在交换机将不同线路的继电器联通，这样不需要接线员就可以将电话联通到对方。不过从总机再接到分机时，还是要由接线员操作。



图 13.11 老式拨号电话

在电话发明后的三十多年里，各种围绕电话的发明不断出现，电话用起来也越来越方便，越来越普及。为电话技术做出贡献的人非常多，除了贝尔、爱迪生、科伊和帕克这些我们说得上名字的人外，还有成千上万的科学家和工程师。

1885年，贝尔电话公司成立了一个专门从事长途业务的部门——美国电话和电报公司（American Telephone & Telegraph Company），即后来著名的AT&T公司。（后来AT&T公司成为所有贝尔公司的母公司。）当然，长途电话的普及离不开电话网的建设，1914年，AT&T公司首条连接美国东西海岸的电话线路接通，将纽约和旧金山连在了一起。这条长达五千多公里的电话线路，靠着一万三千多根电线杆架起来，当时的建设



图 13.12 1892年，纽约到芝加哥的长途电话开通，贝尔亲自测试通话

成本可想而知。1915年，这条线路第一次投入使用时，每分钟的电话费竟然高达7美元，大致相当于现在的一千美元。为了节省成本，就得让一条长途电话线尽可能多地通话。1918年，贝尔电话公司实现了多路复用技术，通过调制电流，在一根电话线上可以传输四路通话。这些调制技术是今天提高我们无线通信效率的基础。

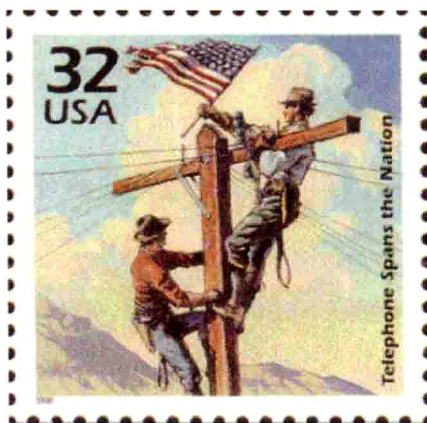


图 13.13 1998年美国发行的纪念第一条横跨美国大陆电话线开通的邮票，邮票中的工人在安装最后一根电线杆

电话的出现大大缩短了人们之间的距离，在20世纪初，世界

除南极之外的各大洲都有了四通八达的电话网。原本要几天甚至几个月才能传递的信息，瞬间便可以通过电话通知对方；原本必须见面才能解决的问题，很多可以通过电话解决了。随着电话的出现，政府的管理更加高效，很多相距遥远的城市通过电话紧密地联系在了一起。人类对电话的态度从最开始的怀疑到了狂热的地步。

和所有的行业一样，电话在刚诞生时还处在自由竞争阶段（虽然贝尔的专利保证了贝尔电话公司在1895年以前没有什么竞争对手），这使得美国电话的装机数量剧增。到了20世纪初，美国电话的装机量已经达到三千万户，凡是中产家庭都装了电话，而电话公司多达6000多家。当然这种局面并未维持很久，很快贝尔电话公司通过收购形成了对这个行业的垄断。为了保持技术领先，贝尔电话公司于1925年成立了著名的贝尔实验室，这个著名研究机构出过十几位诺贝尔奖获得者，为世界通信产业的发展做出了不可替代的贡献。电信行业从此成为世界上发展最快的工业，到2013年，全世界电信市场规模达到五万亿美元<sup>15</sup>，相当于同期中国GDP的2/3。不仅如此，全世界在电信上每投入一元钱，就会产生几倍的经济效益。

15

数据来源  
Telecommunications  
Industry Association

今天在我们的生活中，一些文明的成果（比如电报和蒸汽机车）可以不再使用，但是我们无法想象没有电话的生活。关于AT&T的故事以及电信行业的发展，请参看拙作《浪潮之巅》。

## 第五节 电报和电话进入中国

电报加速了中国的近代化进程。电报传入中国并不是很晚，而且普及的速度比美国还快。中国第一条电报线路出现在1871年，与1844年美国第一条跨城市电报线（巴尔的摩到首都华盛顿）的使用仅相距27年。那一年，英国、俄国和丹麦在铺设从香港经过上海到达日本长崎的海底电报线。当时清政府不知出于什么原因，反对电报线经过上海，因此丹麦公司就将线路引到了上海的公共租界。同年6月3日，中国开始有了电报业务。

而中国自己铺设的第一条电报线，则是1877年由洋务派的地方官员丁日昌在台湾建设的。台湾当时还是荒凉之地，也不会有多少信息需要传递，中国第一条电报线建在这里，从政治和经济上来讲非常不合理，这可能是因为那里天高皇帝远，而洋务派的福建巡抚丁日昌又喜欢尝试西方技术，便拿台湾做实验了。而中国第一条真正有意义的电报线则是在1879年由当时的北洋大臣兼直隶总督李鸿章在天津、大沽及北塘之间架设的，用于军事情报的通信。第二年，也就是1880年，李鸿章在中国开办了电报总局，并在1881年12月开通了天津至上海的电报服务。电报可以算是洋务运动的主要成果之一，它在中国推广普及的速度比当时世界上发展最快的美国还快，1885年，李鸿章曾语，“五年来，我国创设沿江沿海各省电线，总计一万多里，国家所费无多，巨款来自民间。当时正值法人挑衅，将帅报告军情，朝廷传达指示，均相机而动，无丝毫阻碍。中国自古用兵，从未如此神速。出使大臣往来问答，朝发夕至，相隔万里好似同居庭院。举设电报，一举三得，既防止外敌侵略，又加强国防，亦有利于商务。”从1871年上海租界第一次有了电报算起，也不过短短的14年时间。从这时候开始，中国使用了两千年的“驿站+六百里加急”传递紧急公文和情报的时代一去不复返了。有意思的是，几乎与此同时，美国依靠快马传递公文的公司“小马快递”（Pony Express）也关门大吉了。

在开办电报总局仅仅三年后，即1884年，北京就开设了民用的电报服务。根据当时的记载“有通州至京城，一端引入署中（政府部门），专供官信，以一端择地安置用便商民”。不过，当时一个字四角银子的价钱（李鸿章语）<sup>16</sup>恐怕不是一般百姓可以用得起的。1887年，时任台湾巡抚的刘铭传铺设了连接台湾和大陆的海底电缆，这是中国首条海底电缆。遗憾的是，1900年八国联军之乱（又称为庚子之乱）前后，京津地区的电报线被破坏殆尽，虽然后来恢复了，但是中国近代化的进程大大地打了折扣。

从技术上讲，中国人对电报也算是有贡献的。当电报进入中国时，遇到了后来计算机进入中国所遇到的同样的麻烦，就是汉字编码的问题。而解决的方法也和后来类似。为了传汉字，中国采用四位数字（或者三位

16

庚子之乱后，李鸿章给张之洞传话，说是电报每个字四角银元实在太贵，要他不要再发“空论长电”，凡事可以摘要发出，以节省经费。

罗马字母)对汉字进行编码,即中文电报码,发送前将汉字写成电报码,接收后再将电报码译成汉字。由于汉字的电报码不像拼音文字的莫尔斯码那么容易记忆,因此收发电报的人员都要经过较长时间的专业培训,并随身携带一本电码本才能工作。而这些电码本,则成为了各种文学和影视作品情节的重要组成部分。

电话进入中国,是在19世纪和20世纪之交。1900年南京最早自办市内电话局,之后北京、天津、上海等十几个城市也先后自行开办了市内电

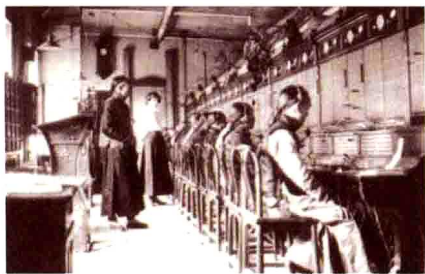


图 13.14 清末中国的电话局

话局,使用的都是磁石式电话交换机。而中国最早的城际长途电话,却是丹麦人趁八国联军入侵中国之机,在天津私设电话所,将电话线从天津伸展到北京,主要是连接使馆和衙署等政府部门,从此开通了北京和天津之间的长途电话。

17  
德律风, 英语  
Telephone的谐音。

1907年,北京电话发展到2000户以上,月租5元;同年5月15日,英商华洋德律风<sup>17</sup>公司在上海投入使用了万门电话交换机。这说明当时上海的电话用户规模已经在几千到上万这样一个数量级了。但是在接下来的几十年里,由于战乱不断,中国的电话发展并不快。直到1931年中原大战结束后,各省才先后开办省内长途电话,但是不久中国又陷入八年抗日战争和连年的内战,接着又是各种运动,电信行业的发展和世界的差距越来越大。在很长的时间里,中国的电话不是百姓的通信工具,反而成为特权的象征。到了1977年,中国全国的电话装机数量还不如东京、伦敦等大城市。

从1980年起,随着中国改革开放的深入,中国成为世界经济的火车头,而电信成为发展最快的行业之一,到2012年,人口不到14亿的中国,手机用户多达12亿,遥遥领先于世界各国。中国人之间的距离,是在这三十多年里才被真正缩短的。

## 结束语

人类在交通和通信上的进步使得人与人的距离不断缩短。就在普法战争结束的第二年，法国著名科幻小说家凡尔纳（Jules Verne, 1828—1905）出版了著名小说《环游地球八十天》。在书中，主人公福克乘坐火车、蒸汽船和热气球等当时最先进的交通工具，用八十天完成了环游地球的壮举。这比当年麦哲伦的船队经过两年半的时间环球一周要快了很多。但是在今天看来，这个速度则太慢了。上个世纪70年代，超音速的协和客机开始商业运营，它做了这样一个广告：一个在巴黎工作的女高管，早上送女儿去幼儿园，然后乘坐协和客机到五千七百公里以外的纽约去开公司董事会议，路上只用了三个小时。会后赶到机场乘协和飞机返回巴黎，还赶得及在幼儿园关门接上女儿回家。有了最现代化的交通工具，往返于被大西洋隔开的两个大都市在一天之内就能完成了。

1971年，美国联邦快递公司（FedEx）成立，当时该公司的宗旨是24小时内将文件送达世界任何一个城市；而自从有了互联网，这个时间则被缩短成几秒钟。科技的进步和文明的发展，而非政治和战争，才是让我们生活得更美好的原因。

电报和电话进入中国都比较早，但是由于时局动荡，政治经济落后，中国的电信业直到改革开放后才真正得到快速发展，并且后来居上，成为全球最大的电信国家。与此同时，中国也成为世界上铁路系统最发达的国家。

### 附录 铁路、电报和电话大事记

- 1804, 特里维西克发明蒸汽机车的原型
- 1825, 史蒂芬森父子建成了世界上第一条铁路—达灵顿铁路
- 1830, 利物浦—曼彻斯特的铁路开通
- 19世纪40年代, 在赫德森的努力下, 英国掀起铁路热
- 19世纪20—70年代, 美国第一个铁路系统巴尔的摩—俄亥俄铁路系统修建
- 1836, 莫尔斯等人发明电报, 第二年, 英国人库克和惠斯通也发明了电报, 并且实现了历史上第一条电报线

- 1844, 美国第一条城际电报线在华盛顿到巴尔的摩之间开通
- 19世纪40年代, 美联社的前身纽约港口新闻社成立
- 19世纪50年代, 美国铁路里程数超过英国
- 1851, 路透社成立
- 1860, 意大利人穆奇向公众展示电话的原型
- 1866, 普奥战争爆发, 这是人类历史上第一次通过铁路运兵、电报指挥的战争
- 1871, 中国有了最早的电报
- 1875, 贝尔和他的助手沃特森发明了可实用的电话
- 1876, 第一条商业的电话线在波士顿和萨默维尔之间开通
- 1877, 中国在台湾铺设了第一条属于自己的电报线
- 1878, 电话交换机出现
- 1880, 中国电报总局成立
- 1887, 连通大陆和台湾的海底电缆开通
- 1900, 南京市内电话局成立
- 1909, 中国首条自行设计和运营的铁路(北)京张(家口)铁路开通运营
- 1914, 横跨美国东西海岸的电话线连通
- 1947, 最早的商用移动电话出现(AT&T MTS电话)
- 2001, 中国移动电话用户数量超过美国, 成为世界第一, 同一年, 中国的电话用户总数也超过美国
- 2008, 中国首条时速300千米/小时以上的城际高铁(北京到天津)通车运营
- 2010, 中国铁路里程数超过俄罗斯, 成为世界第二, 高铁里程数世界第一
- 2012, 中国(北)京广(州)高铁全线开通, 成为世界上最长的高铁
- 21世纪初, 欧洲一些国家终止了电报业务, 电报开始退出历史舞台

## 参考文献

- 1 Samuel Smiles. 工程师的生平——史蒂芬森父亲和火车头( *Lives of the Engineers. George and Robert Stephenson. The Locomotive* ). Adamant Media Corporation, 2005.
- 2 Jon Gertner. 点子工厂: 贝尔实验室和美国发明的伟大时代( *The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation* ). Penguin Books, 2013.
- 3 艾伦·帕麦尔·俾斯麦传·高年生, 译. 商务印书馆, 1982.
- 4 T. C. W. Blanning. 十九世纪: 牛津简明欧洲近代史( *The Nineteenth Century: Europe 1789—1914 (Short Oxford History of Europe)* ). Oxford University Press, 2000.
5. Christopher Hood. 新干线( *Shinkansen: From Bullet Train to Symbol of Modern Japan (Routledge Contemporary Japan)* ). Routledge, 2006.

# 第十四章 闪烁的能量

## 电的发现和使用

没有电的生活是现代人无法想象的,不过,电的使用只是近两百年的事情。在人类历史上,这恰恰是社会经济发展最快的两百年,这在很大程度上要归功于电。然而,人类对电的认识却经历了一个漫长而曲折的过程。

### 第一节 雷、电和磁

雷电,也就是我们今天所说的闪电,是连动物都能注意到的自然现象。中国古代就有雷公电母的说法,但是中国人说的雷其实是指雷声,而电或闪电,实际上才是西方人所说的雷电。在古代,不论是东方人还是西方人,都把雷电归结成“天上的电”。

有天上的电,就有地上的电,那就是静电。关于静电,最早的记载是在古希腊。在公元前7世纪到6世纪时,哲学家泰勒斯(Thales,前624—前546)发现用毛皮摩擦琥珀后,琥珀会吸引细小的东西,就如同磁石能吸引铁块一样。在西方,电荷一词 Electron 就源自希腊语琥珀 ἤλεκτρον(发音是 ē lektron)。在中国宋代的科学论著《梦溪笔谈》中,也有关于静电的记载。在古代,人们还发现其他一些物品(比如玻璃和丝绸)相互摩擦也能生电。后来又发现玻璃上的电荷和琥珀上的性质相反,于是就有了琥珀电和玻璃电之分。

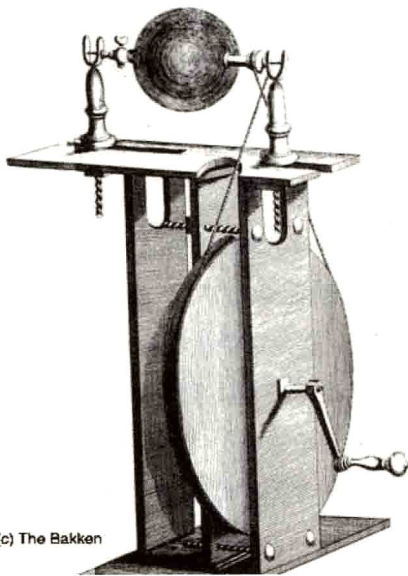


既然摩擦可以生电，那么能否利用这个原理制造一个产生电荷的机械装置呢？德国科学家奥托·格里克（Otto von Guericke, 1602—1686）在1663年设计了一个摩擦生电机，按照他的设计，在转轴上安装一个硫磺球，然后用手柄摇动转轴，另一只手摩擦硫磺球。不过他的设计显然是无法产生静电荷的，因为人本身就是导体，靠摩擦产生的那点儿电荷早被人体带走了。当时，人类还不懂导体和绝缘体的区别，直到1729年，英国科学家史蒂芬·格雷（Stephen Gray, 1666—1736）才发现导体和绝缘体的区别。

不过，格里克的设计给了后人以启发，牛顿建议将硫磺球改成玻璃球，而英国科学家弗朗西斯·霍克斯比（Francis Hauksbee, 1660—1713）用玻璃球和绒布制造了一个能够真正产生电荷的发电机。不久之后，他又用抽气泵抽空一个玻璃球，利用玻璃壳外的静电现象，进行了人类第一次辉光放电实验。至此，人类了解了静电和电荷。

1745年和1746年，德国科学家冯·克莱斯特（Ewald Georg von Kleist, 1700—1748）和荷兰莱顿（Leiden）地区的科学家马森布洛克（Pieter van Musschenbroek, 1692—1761）分别独立发明了一种存储电荷的瓶子。

它是用锡箔纸在玻璃瓶内外各包上一层，瓶塞是绝缘的，保证内外锡箔之间不会漏电，一只金属棒从瓶塞穿出来，并与瓶子内侧的锡箔连通，以方便输入和取出电量。这实际上是利用了电容器的原理，两个锡箔是电容器的两极，而玻璃瓶本身就是电容器的介质。后来，人们根据发明家所在城市莱顿将这种容器命名为莱顿瓶。有了莱顿瓶，人们就可以储存通过摩擦产生的电荷来做实验了。



(c) The Bakken

图 14.1 霍克斯比的手摇发电机

天上的电和地上的电是不是一回事呢？如果是一回事，那么电的本质是什么呢？第一个揭示了电的本质的是美国著名的政治家和科学家本杰明·富兰克林。他的故事我们已经在前面讲过了，他通过风筝实验揭示了（静）电和自然界的闪电（雷电）是一回事，并且用莱顿瓶将雷电带来的电荷储存了下来。几年后，住在俄罗斯帝国的德国物理学家利赫曼（Georg Wilhelm Richmann，1711—1753）为了验证富兰克林的实验，不幸被雷电击死，成为

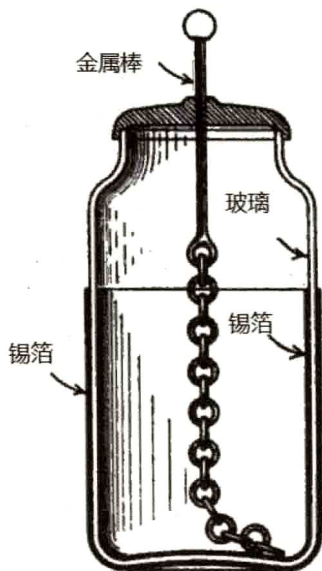


图 14.2 莱顿瓶

做电实验的第一个牺牲者。顺便说一句，虽然富兰克林主要是作为政治家名垂青史，但在 18 世纪，他对电学的研究领先于世界，我们今天学到的很多电学的名词，比如电流、正负电都是富兰克林命名的。

人类较早就发现有两种不同的电荷，它们互相吸引，相互抵消。为什么不同的电可以相互抵消，科学家们提出了电是可以流动的说法。1732 年，富兰克林提出电是从一种电荷流向另一种电荷，也就是说单向流动。而几乎同时（在 1733 年）法国科学家迪非（Deffe, 1698—1739）则认为电的流动是双向的。为了方便描述，富兰克林将玻璃摩擦后产生的电荷称为正电，而把琥珀摩擦后产生的电荷称为负电，同时他定义电流的方向是由正电到负电。当然，富兰克林并不知道电子的存在，而且按照他的定义电子所带的电荷成了电，否则他可能会反过来定义正负电。富兰克林的这些贡献其实早于他对雷电和电是同一种东西的认识。在了解了雷电的性质后，富兰克林发明了避雷针。

就在人类了解了电的基本性质后，要进一步研究电的特性却遇到了一个大问题，那就是如何获得电。靠摩擦生电显然是不够的，而利用雷电不仅难度大（今天也没有解决），而且不安全。解决这个问题的是意大利物理学家伏特（Alessandro Volta，又译伏打，1745—1827），他发明了电池。伏特把锌板和铜板浸泡在盐水中，两个金属板之间就产生了0.7伏左右的电压，这么低的电压做不了太多事情，于是他把6个这样的单元串联在一起，就获得了超过4伏的电压。虽然这在今天看起来算不上什么，但是相比在此之前莱顿瓶中储存的那一点可怜的电量，伏特电池已经可以为科学实验提供足够的电能，它保证了电气研究的起步。当时意大利正处在四分五裂状态，大部分领土属于拿破仑帝国，1800年，拿破仑在巴黎接见了伏特，为了表彰他对科学所作出的贡献，封他为伯爵，而且奖励了他一大笔奖金。后来“伏特”也被作为电压的单位，沿用至今。

有了伏特电池，科学家们就可以借此来做一些科学实验了，但是要指望电池提供的电能取代当时的水能和煤炭成为主要动力来源，却不现实。在19世纪初，世界上还没有发电机和电动机——前者将其他能源转变成电能，后者将电能转变成机械能推动机器。而这两种机器工作的基本原理，都是建立在电磁学理论之上的。因此，发电机和电动机都是在搞清楚了电磁原理之后发明的。

在古代和近代，人们多少已经认识到一些电和磁的共性，两者都能产生引力，但是人们除了记录一些观察到的现象，还无法搞清楚电和磁的关系。最早发现电流磁效应的是丹麦物理学家汉斯·奥斯特（Hans Ørsted，1777—1851），不过把电和磁紧密结合起来并进行定量研究的则是法国著名物理学家安培（André-Marie Ampère，1775—1836）。1820年，就在奥斯特刚刚发现电磁效应后，安培就把他的精力转到了这方面。几周后，安培通过实验发现了通电线圈和磁铁的相似性，并且接下来连续进行了几个著名的实验。通过这些实验，安培总结出很多著名的电磁学定律，比如安培右手定律。随后他连续发表了几篇重要的论文，介绍了他的研

究成果。第二年，安培提出了分子电流假设（当时他还不知道有电子），并且创立了电动力学，这些内容记述在安培1827年出版的《电动力学现象的数学理论》一书中。这本书是电磁学史上的一部经典论著，奠定了电磁学的发展基础。正是为了表彰安培在电学上所做出的杰出贡献，我们用安培作为电流的单位。安培对电磁作用的研究，结束了此前人们关于电和磁分离的认识，不仅为之后几十年电磁学的发展打下了基础，而且为后来利用电磁效应发电提供了理论依据。电动力学的另一位奠基人麦克斯韦（James Clerk Maxwell, 1831—1879）称安培的研究是“科学史上最辉煌的成就之一”。安培除了对电磁学理论的贡献外，还发明了测量电流大小的电流表，也称为安培表。

在安培工作的基础上，两位远隔大西洋的发明家，几乎是在同一时间各自独立地发现了电磁感应现象，他们的研究成果直接导致了实用电动机和发电机的诞生。这两个人便是英国科学家和发明家法拉第（Michael Faraday, 1791—1867）以及美国发明家亨利（Joseph Henry, 1797—1878）。法拉第和亨利的生活经历完全不同，但是有一点是相同的，就是两个人都命运多舛。

先说说亨利。约瑟夫·亨利出生在纽约州奥尔巴尼市一个贫穷的工人家庭。13岁因为家贫而失学，后来在钟表铺当学徒。他刻苦自学，考进了奥尔巴尼学院。在当时，医生是一种高收入的职业（今天也是如此），他原本打算当一名医生，却阴错阳差当上了一名大学教授。1832年，亨利成为了新泽西学院的教授，这所学院应该很少有人听说过，不过今天它有一个非常响亮的名字——普林斯顿大学。1827年，亨利还在当讲师时，就发明了强电流磁铁，他用纱包铜线围着一个铁芯缠了几层，然后在铜线中通上电流，这个小小的电磁铁居然能吸起是它自身重量上百倍的铁块，比天然磁铁的吸引力要强得多。他对电磁铁稍加改进，一个体积不大的电磁铁，居然就能吸起一吨多重的铁块。强电磁铁是今天发电机和电动机中最核心的部分。

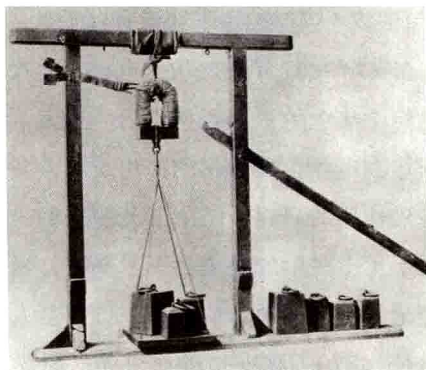


图 14.3 亨利发明的电磁铁

在研究电磁铁时，亨利发现了电磁感应现象。1830年8月，亨利在电磁铁两极中间放置一根绕有导线的铁棒，然后把导线接到电流表上形成回路。他发现，当电磁铁的导线通电后，电流表的指针向一方偏转，然后回到零；当导线断开的时候，指针向相反的方向偏转，并回到零。这比法拉第发现电磁感应现象早了整整

一年。但是，当时美国还是西方世界的边缘，学术气氛不如欧洲，亨利甚至没有意识到这个实验成果的重要性，以至于没有发表，这样，电磁感应现象的发现在很长时间里就归功于更早发表了研究成果的法拉第，我们今天中学物理课本中也是这么讲的，而大家对亨利的贡献知之甚少。有人曾经问我为什么美国在诺贝尔奖出现七年后才获得第一个科学方面的奖项，这不是因为美国那时候科技不发达，而是因为直到二战以前，欧洲和美国科技界之间的交流都非常有限。

不过亨利并没有纠结谁先发现了电磁感应现象，他继续着自己的研究。1832年，他在研制更大吸力的电磁铁时，发现绕在铁芯外面的通电线圈在断开电路时有电火花产生，这就是自感现象。1832年他发表了一篇关于电的自感现象的论文，但是他当时还不知道产生自感应的原因，于是又研究了三年，终于在1835年又发表了一篇论文解释自感应现象。直到1837年，在亨利访问欧洲之前，欧洲还没有科学家了解自感应。这一年，亨利访问欧洲，和法拉第共同度过了一段愉快的日子，两位发明家在一起做实验，交流经验，这是大西洋两岸的科学家第一次共同做实验研究科学。亨利帮助法拉第做成了一件后者一直没有做出来的实验，法拉第在赞赏的同时问他到底是怎么做成功的。亨利向法拉第解释了自感的道理，虽然他最早的论文已经发表五年了，但是由于当时欧洲和美国的学术交流不多，

五年中居然没有一个欧洲人读过亨利的那些论文。

亨利还有很多发明和发现，包括最早实现无线电的传播，他比

以前公认的无线电鼻祖赫兹（Heinrich Rudolf Hertz, 1857—1894）早了40多年。他的发明包括继电器、发报机的原型（但是他没有申请专利，这个荣誉后来落到了莫尔斯身上）、原始的变压器和原始的电动机。亨利后来当选为美国科学院院长，他的名字被用作电感的单位。

相比亨利，法拉第的命运更加坎坷。由于家境贫穷，他没有受过高等教育，完全是靠自学成才求取知识。14岁时，他就为一个书商工作，这份工作虽然薪水不高，但是可以读到大量书籍，他对科学尤其是电学书籍最感兴趣。

20岁时，他开始旁听大科学家汉弗莱·戴维的课。这个戴维就是我们上回提到的和史蒂芬森争夺安全灯发明权的那位。今天知道戴维的人可能不多，但在那个年代的学术界他可是大名鼎鼎。他当时是世界上最权威的英国皇家学会的会长，并且是世界上发现元素最多的人。法拉第听课认真地做了很多笔记，并且拿着笔记找戴维请教，戴维对他评价颇高。而不久，戴维因为做实验把眼睛给搞坏了，需要请一位助理，于是便想到了法拉第。能在戴维身边工作，对喜爱科学的法拉第来讲求之不得，于是他辞去了书商那里的工作，成为了戴维的助理。不过，戴维夫妇并不把法拉第当作年轻的学者看待，对他的态度近乎对待仆人。法拉第曾经因此心灰意冷过，但是最终对科学的热情还是让他留在了戴维身边，并且很快便青出于蓝。这时，一位慈善家约翰·富勒（John Fuller, 1757—1834）开始资助法拉第的研究，并且为他在皇家研究院创立了富勒化学教授这个职位，法拉第被选为第一任富勒化学教授。1824年，法拉第这位没有大学学历的科学家，当选为英国皇家学会会员。

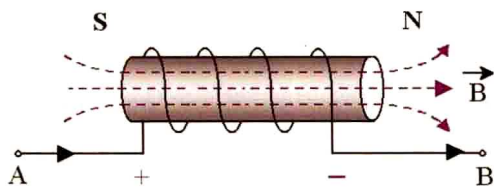


图 14.4 法拉第和亨利发现的电磁感应现象

不知是出于嫉妒还是什么别的原因，戴维在法拉第成果倍出时开始阻挠后者的研究工作，并且抓住法拉第一次行为上的错误，禁止了法拉第的电学研究。事情的前因后果是这样的，1821年，在奥斯特发现电磁现象后，戴维和同事开始研制电动机，但没有成功。后来法拉第加入进来，改进了设计，于是做出了一个电动机的模型。虽然这个电动机不能使用，但是法拉第的这些实验与发明为后来实用电动机的发明铺平了道路。可是法拉第这时做了一件在学术界非常错误的事情，他在没有通知戴维等人的情况下，擅自发表了此项研究成果。此举招来了很多非议，从此他被迫离开电磁学研究，直到1829年戴维去世。如果不是因为浪费了好几年的时间，法拉第可能先于亨利发现电磁感应现象。不过在接下来是法拉第硕果累累的十年，他提出了“磁场的改变产生电场”的理论，并且将它提炼成法拉第电磁感应定律。为了方便后人理解磁场，法拉第提出了磁力线的概念。法拉第还发现，电磁力不仅存在于导体中，而且存在于导体附近的空间里，不过这个想法当时并不被世人所接受。

由于法拉第没有受过很高的教育，他的数学能力相对薄弱，虽然他很聪明，并且是很好的实验科学家，在表达上也清晰而有条理，但是他在做理论总结上尚有所欠缺，这一点跟牛顿等人远远无法相比。他的实验成果后来被麦克斯韦应用，从而建立起了现代的电磁学理论。麦克斯韦用数学公理化的方法将安培、法拉第和亨利等人的电磁学理论系统化，把电、磁和光用一组方程式，即麦克斯韦方程组统一起来。这项成就被誉为继牛顿力学之后，物理学的第二次大统一。爱因斯坦称赞麦克斯韦是对20世纪最有影响力的19世纪物理学家。

虽然在亨利和法拉第奠定了发电机和电动机的理论基础之前，一些发明家已经开始根据经验研制电动机了，但是由于缺乏理论指导，同时没有足够的电力供应，因此这些电动机都无法进入实用。在这些发明家中，美国铁匠托马斯·达文波特（Thomas Davenport, 1802—1851）是世界上第一位制作电动机驱动小车的发明家，但是因为动力来源于电池，这在当时成本极高而无法商品化。真正研制出可以广泛使用的电动机的人，

是美国著名发明家尼古拉·特斯拉（Nikola Tesla，1856—1943），1870年他利用亨利和法拉利的电磁感应原理发明了交流感应电动机，才使得电成为工业上一种主要的动力。特斯拉对电的普及还有很多贡献，我们后面会提到。

在电学和电气工程的发展过程中，实验和理论要先于实践，这和人类在过去几千年里认识事物的方法不同。在近代以前，人类是通过经验改进工具，然后获得技术，从技术中提炼科学。而从近代以来，人类对电的认识是通过假说来解释自然现象（富兰克林时代），继而通过实验来筛选假说，去伪存真（笛卡尔的方法论），然后从实验直接上升到理论（如安培、亨利、法拉第和麦克斯韦等人的工作），最后在理论的指导下做出产品（如达文波特、西门子、爱迪生和特斯拉等人的发明）。

## 第二节 电的普及和使用

说到电的使用和普及，不能不提三个人——爱迪生、西屋和特斯拉。

在很多励志的故事中，爱迪生（Thomas Alva Edison，1847—1931）被说成是一个没有机会受教育，而靠自己自学成才和努力工作成就一番事业的发明家。这种说法有一定根据，不过爱迪生的父母并不是缺少教育的下层人，他的父亲曾经是位商人，但是不成功，他的母亲当过小学教师。爱迪生小时候得过猩红热，可能因为长时间的高烧导致了耳聋。爱迪生8岁上学，但只读了三个月，就被老师斥为“低能儿”而撵出校门，按照今天的标准，爱迪生是输在起跑线上了。退学以后，他的母亲决定自己教儿子读书，并教育他要诚实和仁爱。母亲应该是一位不错的老师，她培养了爱迪生一生喜欢学习的习惯。爱迪生非常聪明，据说他过目不忘，很小就能阅读英国作家包括莎士比亚和狄更斯的著作，9岁多就开始阅读自然科学的书籍。爱迪生从小好学好问，喜欢做实验来证实自己不确定的事情。对世界的好奇心无疑是他后来获得上千项专利的原因。不过按照今天大学录取的标准，除非特招，否则爱迪生是无法进入名牌大学的。



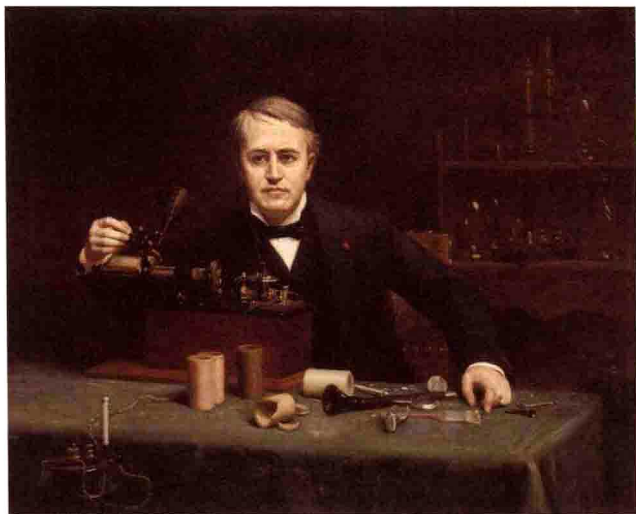


图 14.5 爱迪生在研制留声机（收藏在美国国家肖像馆）

爱迪生早年的工作是铁路上的报务员，那时候，一般工人的工作时间都非常长，每天在十个小时以上。值夜班时，铁路公司为了防止值班人员睡觉，要求每个人每小时发报一下，表示自己还在坚守岗位。爱迪生发明了一种自动发报机，总是每小时准时发报一次，然后他就去睡觉了。后来他的老板发现了正在睡觉的爱迪生和自动发报的机器，在赞叹他的创造力的同时，还是炒了他的鱿鱼。20岁以前，爱迪生在美国好几个城市当过铁路报务员，没有固定的住所，这和今天大学一毕业就要买房的年轻人不同。年轻人一旦被房子拴住，自由发展的空间就小了。在当报务员期间，爱迪生学会了修理各种机械，并且成为一个小有名气的机械师，有些主顾就开始找他修理机械，于是他就辞职创办了机械加工和修理公司。

爱迪生很早就有许多发明，他总是想，要是能把这件事情自动化，可以省很多人力啊。这是典型的美国企业家（和发明家）的思维方式，他们总是想发明各种机器，让机器去干活，今天依然如此。不过也有例外的时候，自动化并非总是好的。爱迪生获得的第一项专利是自动投票机，这样可以加快议会投票的过程。他带着这项专利来到国会时，议员们告诉他这东西没有用，因为出于公平的考虑，要给少数派时间来说服其他人，

因此出于决策流程的考虑，国会投票过程并不需要加快。这次碰壁以后，爱迪生懂得了一个道理，这个世界不仅需要技术，而且技术需要市场，从此，爱迪生一生没有再做任何没有市场的发明了。从打这以后爱迪生的行事方式可以看出，爱迪生不是一个书呆子式的发明家，而是极具商业头脑的实干家，这种品性和他后来在电的使用和普及上做出巨大贡献有紧密的联系，这也是他和其他很多发明家不同的地方。

爱迪生一生的发明很多，但是最重要的贡献是发明电灯和各种电器以及在美国建设民用电网。

爱迪生发明电灯的故事可谓家喻户晓，这也成为众多励志读物的内容。通常大家强调的是爱迪生勤奋的一面，这里不再赘述，我倒想换一个角度，从爱迪生解决问题的思路来讲述发明白炽灯的故事。

19 世纪初，欧洲和美国人使用瓦斯灯，靠管道供应煤气。19 世纪，上海租界也曾有过煤气灯。不过由于管道容易堵塞或者泄露，经常出事，于是就有人想到用电来照明，电灯在爱迪生之前就已经有了，但是还处在实验室阶段。当时人们已经懂得电流通过电阻会发热，当电阻的温度达到一千多度后就会发光，但是大部分金属在这个温度下已经融化或者迅速氧化了，因此这些处于研究阶段的电灯，不仅价格昂贵，而且用不了几小时就烧毁了。爱迪生虽然不是第一个发明电灯的，但却是第一个发明能够真正商业化的白炽灯的发明家。爱迪生的天才之处在于他能很快意识到那些在实验室里的白炽灯面临的重大问题——灯丝的问题，因为将灯丝加热到一千多度而不被烧断可不容易。因此，爱迪生首先要考虑的是耐热问题。为了改进灯丝，他和同事们先后尝试了一千六百多种耐热材料，他们较早实验过碳丝，但是当时没有考虑高温时容易氧化的因素，因此没有获得成功。他们还实验了贵重金属铂金，它几乎不会氧化，而且熔点很高（1773 度），但是铂金非常昂贵，这样的灯泡根本无法商业化。不过在大量的实验过程中，他们发现将灯泡抽成真空后，可以防止灯丝的氧化<sup>1</sup>。这标志着爱迪生等人找到了灯丝被烧断的另一个重要的原

1 这项发现其他的一些发明家更早地就知道了，但是爱迪生和他的助手们是通过自己的实验了解到这一点的。

因。而他的聪明之处在于，当灯丝工作的环境改变后（从有大气到真空），他能够回过头来重新分析过去实验失败的原因。在这之后，他们的实验又重新回到曾经被放弃的碳丝上，爱迪生发现竹子纤维在高温下会被碳化成碳丝，碳本身可以导电，而且可以经受两千度以上的高温。这样他们研制出第一个便宜的电灯泡，爱迪生看着这个碳丝灯泡工作了40多个小时。但是竹碳丝容易断裂，这样制作出来的灯泡娇气得很，于是爱迪生再次改进，最后他们找到了更合适的钨丝。钨的熔点高达三千四百多度，而且不容易氧化，加上钨丝的延展性很好，不容易断裂，是制作灯丝的理想材料。他们推出了可以使用1000小时以上的钨丝灯泡，这很像我们今天使用的白炽灯了。在发明白炽灯的整个过程中，爱迪生不是蛮干，



图 14.6 爱迪生研制出的早期白炽灯

而是不断总结失败的原因，不断改进自己的设计。在科研中，不乏勤奋的人，但是更需要爱动脑筋的人。爱迪生就是这样的人。

有了电灯泡而没有电，也用不起来。在发明了可商用化的电灯后，爱迪生制定了一个当时看似不可能完成的计划——建设一套供电系统。为此，他在1879年创办了“爱迪生电力照明公司”，第二年，白炽灯上市销售，同时他修建电厂，铺设电路到千家万户。当时人们对电还不是很接

受，加上触电的事故时有发生，不少居民反对使用电灯，甚至有人破坏电路，爱迪生不得不组织护线队巡逻保护电路。随着人们逐渐认识到电灯的好处，爱迪生的电灯开始大受欢迎。在1880年到1890年的十年间，爱迪生还发明了很多和电有关的产品，1890年，他将其各种业务组建成为“爱迪

生通用电气公司”。1891年,爱迪生取得了两项重要的专利,一项是细灯丝、高真空白炽灯泡(就是今天的白炽灯)的专利,另一项是他在两年前发明的电影的专利。1892年,在J.P.摩根的撮合下,爱迪生通用电气公司和汤姆·休斯顿公司(Thomson-Houston Electric Company)合并成立了通用电气公司,J.P.摩根也成了这家公司的大股东,在接下来的一百多年里,通用电气几度成为全球最大的公司,并且一直是美国工业的标志。

在人类开始使用电力的早期,电气公司真正的对手只有一个,那就是西屋电气公司(Westinghouse Electric Company)。今天全世界最著名的青少年发明奖英特尔奖在过去的许多年里,是由西屋公司主持的,被称为西屋奖。虽然今天以发电为主的强电企业已经被列入传统行业了,但是在历史上这家公司曾经是美国科技和工业的骄傲。西屋电气的成功要归结于两个人,创始人西屋(George Westinghouse, Jr., 1846—1914)和美籍奥匈帝国发明家特斯拉。

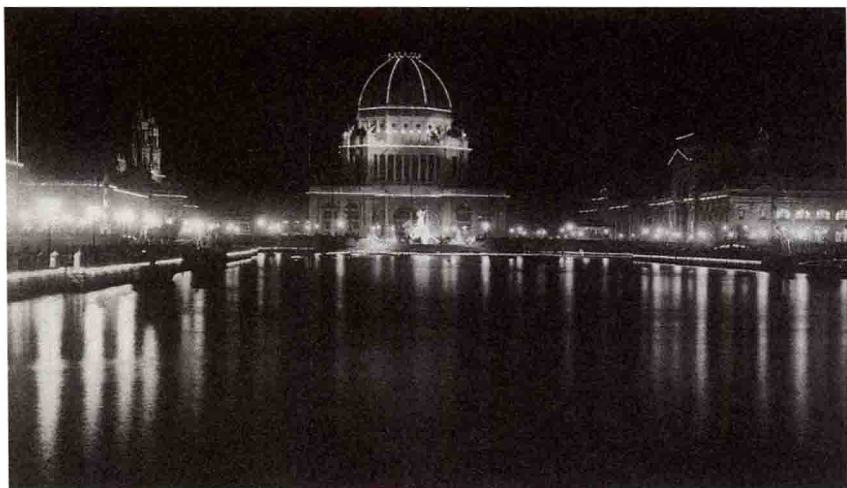
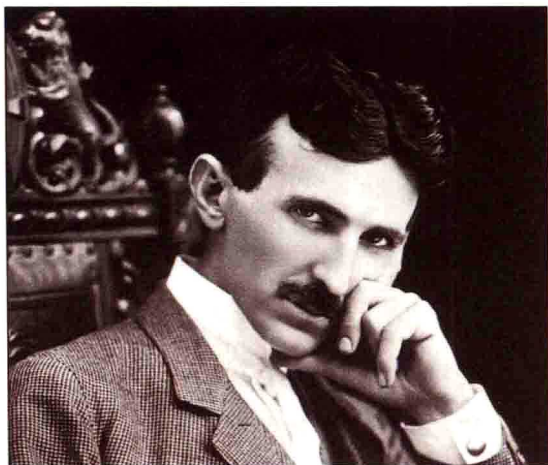


图 14.7 交流供电系统照亮了芝加哥世博会(收藏于芝加哥历史博物馆)

特斯拉是一个超越时代的人,他的很多超前的想法比如无线传输电力,直到今天才被人实现。特斯拉小时候随父母移民美国,1884年,他开始为爱迪生工作,但很快就找到了投资人,辞职创办了自己的公司。按照

特斯拉的说法，他离开爱迪生是因为后者的一次食言。1885年，爱迪生让特斯拉改进直流发电机，并且许诺只要做到就奖励五万美元，这在当时是很大一笔钱，而特斯拉的工资一年还不到一千美金，而爱迪生的公司也没有这么多现金。后来特斯拉真的做到了，但是当他向爱迪生要奖金时，爱迪生却说，“哦，我那是开玩笑，你知道，这是美国式的幽默。”不过爱迪生将特斯拉的周薪从18美元增加到28美元，特斯拉很生气，便离开了爱迪生。后来特斯拉在回忆录中对这段经历有生动的描述。公平地讲，这件事理亏的是爱迪生，这也导致了二人一辈子的敌对。

特斯拉一生有无数的发明，他靠转让专利赚的钱比办公司多得多。在所有的发明中，最重要的发明是交流电和相应的发电机、电动机等。1887年，31岁的特斯拉办起了自己的小公司，并且根据电磁感应原理很快发明了交流发电机，这种发电机比直流电机效率高，而且不需要电刷，也就避免了在电机转动时产生电火花。接下来他又发明了交流输电，由于交流电容易变压，交流高压输电可以减少在输电过程中电能的损耗。1888年，特斯拉在向美国电气工程师协会（现IEEE的前身）演示交流电系统时，被西屋电气公司的一些工程师看到，然后报告给了西屋本人。西屋公司正在和爱迪生的公司竞争，对这种新技术很感兴趣，最后经过谈判，西屋公司同意从特斯拉的公司引进这些技术，一次性支付6万美元的专利



费，同时每发一度电再付给对方2美元的专利费（今天，美国一度电的发电成本不过0.1美元）。此外，西屋还聘用特斯拉做顾问，额外支付一笔丰厚的薪酬。在这之后，特斯拉和西屋统一了今天美国的交流

图 14.8 著名发明家特斯拉

电标准——60Hz，120V 的交流电<sup>2</sup>。

发明交流电为特斯拉赢得了巨大的声誉，1892年，特斯拉担任了 IEEE 的副主席。同时，也为西屋公司在竞争中赢得了优势。1893年，为了庆祝哥伦布到达美洲 400 周年，当时美国第二大城市芝加哥举行了世界博览会，向世界展示了以电的使用为中心的第二次工业革命成果。晚上，由西屋电气公司提供交流电照明系统将万盏华灯点亮，整个会场如同白昼一般。交流输电的优点第一次展示在全世界面前。同年，该公司在和通用电气公司竞标尼亚加拉大瀑布水电站中胜出，这是交流输电在商业上的一次巨大成功，它为世界的电气化树立了标准。也就是在此前后，美国超过了英国，成为世界最大的经济体。

西屋和特斯拉在交流电上所获得的成功，并没有让爱迪生和通用电气公司放弃直流电，而是开始了很长时间的直流电和交流电之争。交流电在传输和电机上的优势是显而易见，它可以在几乎不损失什么电量的前提下传输几百公里，而直流输电的传输距离只有几公里，否则在线路上损失的电量会高出实际使用的电量。这么明显的输电效率差距，使得通用电气公司在竞争中落在下风。

那么为什么爱迪生不采用交流输电呢？不少书籍提到，那是因为爱迪生到了“晚年”开始变得保守而固执，不愿意接受新事物，其主要的依据是爱迪生曾经激烈地批评过交流电的副作用。不过实际情况远不是这么简单。1887年，爱迪生只有四十岁，远没有到“晚年”，这位长寿的发明家活了 84 岁，四十岁正是他新发明不断涌现的年头。到了 1930 年，爱迪生还发明了实用的电动火车，因此说他那时就思想保守是说不通的。爱迪生不采用交流电除了他偏爱直流电外，还有一些更重要的原因。

首先，交流发电不是爱迪生想采用就可以采用的，因为西屋和特斯拉的交流输电、发电和交流发电机技术是受到专利保护的，西屋采用了特斯拉的技术，为此支付了高额的专利费，差点因此而破产，这个我们后面要提到。特斯拉和爱迪生一生交恶，怎么能指望特斯拉让爱迪生低价使

2

最初爱迪生的直流电标准为 110V，特斯拉的交流电为 220V，60Hz，后来西屋说服了特斯拉将电压降低到更安全的 120V。今天美国交流电标准为 120V，60Hz，但是实际测量到的电压平均为 117V。

用专利呢？从商业的角度考虑，如果专利的成本比发电成本还高（当时西屋面临的情况就是如此），任何人在爱迪生的位置上一定是宁可在这电路上损失掉一半的电量，也不愿支付高额的专利费。

其次，爱迪生的通用电气和西屋电气的竞争是商业竞争，为了在商业上打败对方，爱迪生诋毁交流电，不等于他真的相信他自己的那些鬼话。美国的专利保护期一般是17年，爱迪生要做的就是在这17年里不要输掉，而他采用的方法就是在商业上压垮对方。

最后，也是非常重要的，在资本主义社会永远不能忘记资本的力量，在爱迪生的背后是 J.P. 摩根等人，大家都很清楚，直流电和交流电之争，除了是技术的竞争，还有资本的较量，谁笑到最后，谁就赢者通吃了。

上述原因说到底是一个“利”字，作为一个企业家，爱迪生必须让自己的企业活下来，然后才能有所发展，而不是说“哦，交流电好，大家用交流电吧，我的企业生死无关紧要。”在这样的前提下，爱迪生和通用电气公司坚持使用直流输电。在和西屋电气的竞争中，通用电气公司也有自己的优势。首先它有来自爱迪生本人巨大的影响力，其次它占了率先起步的便宜，在1887年，也就是特斯拉在美国电气工程师协会展示交流电之前，通用电气公司在美国已经建立了一百多家电站。由于两边各有优势，这场龙争虎斗便一时间难解难分。在直流交流之争中，爱迪生不断地寻找交流输电的缺点，他找了几个理由，比如高压交流输电太危险（高压输电电压可以高达70万伏），60Hz的电压变化对人体有害（直到今天也没有找到这种说法的根据），这些没有根据的说法在客观上损害了爱迪生作为著名发明家的名誉。不过，我们在前面提到，爱迪生也有苦衷。在特斯拉的专利到期之后，美国在相当长的时间里，采用了交流输电和直流输电并存的方式，即在城际之间长途输电采用交流高压输电，在城市内部采用低压直流输电。按照《纽约时报》的说法，纽约市最后一批使用直流电的用户一直将直流电用到了2005年<sup>3</sup>。

3

2007年11月14日  
《纽约时报》Off  
Goes the Power  
Current Started by  
Thomas Edison.

这场龙争虎斗的结果是爱迪生通用电气公司和西屋电器公司两败俱伤，

都面临破产的困境，这时，资本的力量显现出来了。J.P. 摩根早就看到了电在不久的将来会引发一场改变世界的革命，他在爱迪生办公司时就和范德比尔特家族的一些人给予了爱迪生支持，现在，他趁着爱迪生通用电气公司财务上的困境，大量注资该公司，并且通过并购其他的电气公司组成新的通用电气公司。在进行了股权重组之后，摩根成为了通用电气公司最大的股东。有了钱，一切就好办了，通用电气公司活了下来。而与此同时，西屋电气则遇到了财务危机。根据以前和特斯拉的协议，西屋电气公司已经为专利支付给特斯拉等人 20 万美元了，换算下来，相当于每度电 2.5 美元。如果这样继续每度电两美元专利费地支付下去，西屋电气公司就只有关门了。最后经过与特斯拉等人的协商，西屋电气以一个合理的价钱（近 22 万美元）买断了他们的专利，从此公司算是活过来了，并使交流电在全世界得以普及和推广。

除了在电力上的贡献，西屋还建立了通过煤气管道长距离输送煤气的系统，从而使煤气灶和煤气炉在美国开始普及。遗憾的是，西屋本人的命运却颇为凄惨，后来由于经营不善，他失去了对西屋电气公司的控制。1912 年他与公司脱离关系，两年后他在贫病交加中于纽约州去世。不过历史并没有忘记西屋的贡献，1955 年，他被选入美国名人堂。

特斯拉和他的两个助手从西屋电气获得了几十万的专利费，他又把这些钱都投到了发明创造中，其中最大的投入就是在 1900 年建立的瓦登克莱弗塔（Wardenclyffe Tower）。这其实是一个大功率的无线发射塔，按照特斯拉的设想，它可以向大西洋对岸传送电话、广播，甚至无线输电。这个想法实在太超前，到今天也没有实现，不过在当时它可是很吸引投资人的概念。特斯拉很快筹集了 15 万美元（相当于今天大约 300—400 万美元），其中一多半来自 J.P. 摩根。一年后特斯拉就没钱了，然后他又去问摩根要，摩根非常诧异这么多钱都去哪里了。特斯拉说：“钱都在 1901 年的金融危机中化为了泡影。”这个解释当然让摩根很不满意，他回绝了特斯拉继续投钱请求。没有了钱，特斯拉的项目将面临还没开工就关门的命运，因此他先后给摩根写了 50 多封信要钱，上了一次当





图 14.9 特斯拉的瓦登克莱弗塔，该项目于 1917 年终止

的摩根到死都没有再给过特斯拉一分钱。特斯拉这个超越时代至少一个世纪的项目，一直在为融资而发愁，直到 1917 年第一次世界大战期间因为经费不济而关闭。

特斯拉后来还搞了很多发明，想法都非常超前，但是都没有实用性，或许在接下来的一个世纪里他的这些想法可以实现。特斯拉一生从各种专利上挣了不少钱，但他不是一个精明的

实业家，钱来得快去得也快，还经常拖欠房钱。1943 年，86 岁高龄的特斯拉在纽约去世，当时已经没有人还在关注这个曾经改变了世界的大发明家了。

爱迪生的晚年相比之下则是风光无限，除了电灯，爱迪生一生还有很多重要发明，包括留声机、改进的电报机、电影放映机和电影摄像机等等，并且他于 1903 年拍制了第一部故事片电影。这些我们在后面还会讲到，相比特斯拉，爱迪生的发明要实用得多，事实上他的这些发明改变了世界，作为发明家，爱迪生在改变世界上无疑贡献更大。

1929 年 10 月 21 日，在电灯发明 50 周年的时候，人们为爱迪生举办了盛大的庆祝会，爱因斯坦和居里夫人等著名科学家纷纷发电报向他祝贺。不幸的是，就在这次庆祝大会上，当爱迪生致答谢辞时，由于过分激动，当场昏厥过去。从此，他的身体每况愈下，并在两年后去世。为了纪念爱迪生，美国全国停电一分钟，在这一分钟里，从美国东海岸到加利福尼亚陷入了一片黑暗；一分钟后，整个北美大陆又灯火通明。爱迪生是现代的普罗米修斯，为人类带来了光明，他向历史宣告人类电的时代到来了。

### 第三节 第二次工业革命

在全世界历史上 75 个最富有的人中，居然有三分之一出生在同一个国家，并且诞生在前后 10 年时间里。洛克菲勒、卡内基……这些人们熟知的工业大王们都是在 1830—1840 年之间出生于美国。从统计上讲，如果背后没有一种冥冥的力量在控制，这种事情绝对不可能发生，因为它发生的概率只有大约  $10^{-35}$ 。因此这里面必然存在着一些根本的原因，那就是美国社会的相对公平性，以及他们在自己年富力强时赶上了 1870—1890 年的美国工业革命，也称为人类第二次工业革命。

在 19 世纪以前的两次产业革命都首先源自动力革命。农业革命是通过畜力代替人力，大大提高了耕作的效率。在奴隶社会，一匹马可以换到三个奴隶，说明动力在当时的重要性。其后，水力和风力的使用帮助英国开始了工业化。在英国发生的第一次工业革命，其核心是蒸汽动力取代畜力和水力，机械代替人工。动力的革命使得英国在经济和科技水平上一下子拉大了与欧洲其他国家的差距。而当电力作为工业的主要动力登上了历史的舞台时，便引发了美国的工业革命，也称为人类第二次工业革命。

蒸汽机虽然提供了人类历史上第一种人工产生的自动动力，但是它有很大的局限性。比如蒸汽机体积都很大，虽然能提供很大的功率，但是机器的转速相对比较慢。这些特点决定了蒸汽机适用于大中型的工厂、矿山和运输设备（比如火车）。但是由于体积的原因，它无法用于小车间和工作室，比如用来驱动一个小的钻床和牙医的工作台。其次，蒸汽机的转速不可能很快，瓦特万能蒸汽机早期的转速每分钟不到 10 次，虽然可以通过齿轮和皮带的组合提高转速，但是提高的幅度有限，这样一来，很多事情（比如驱动高铁）就做不了。再有，蒸汽机启动和关闭都比较慢，因此它适合一次启动后工作较长时间，比如驱动抽水机不断抽取矿井里的水，但是蒸汽机做不到即开即停，不能作为大楼的升降梯的动力源。除此之外，蒸汽机要不断地加煤加水，使用不便。电动机能克服上述不足。

它可以做成各种形状、各种功率以及转速，适用于各种场合。它的启停都非常快，随时可以使用。相比蒸汽机，电动机更加灵活、方便。

电动机的一大特点是转速快，它可以比蒸汽机快一到两个数量级，这导致了更多发明的出现。比如现代的车床就因此而诞生，车床的出现使得金属的加工变得精密而容易，不仅制造出各种器械，而且发明了各种枪炮武器。大功率高转速的电动机（马达）还带来了铁路的电气化，可以说没有电就没有今天的高铁。

到了19世纪末和20世纪初，电成为了工业化国家重要的动力来源，作为动力，它不仅仅是提高转速、使用方便那么简单，而是通过单点的突破带动了城市化的进程，这个突破就是电梯。电梯的出现使得人们可以把楼建高，从此建筑业得到了很大的发展。20世纪初，在美国纽约和芝加哥等大城市，摩天大楼开始雨后春笋般地出现，就如同从20世纪末到今天人们在中国沿海城市看到的那样。有了电，有轨电车和地铁相继出现，带来了城市公共交通的发展。这两点结合在一起产生了世界上的超级大都市，西方各国的大都市都是在19世纪末20世纪初形成的，从某种意义上讲，大都市化完全是第二次工业革命的成果。

电本身还有一些特殊的性质，如正负极性，利用这些性质可以让物质发生化学变化，比如将化合物变成另一种化合物或者单质。这样，电的使用就催生了很多新的产业出现以及传统产业的革命，比如电彻底改变了冶金业。冶金业是人类最古老的行业之一，但是在没有电之前，人类只能生产很少几种金属（金、银、铜、铁、锡和铅等）和合金（青铜），而且一般都很难以做到精纯。法国皇帝拿破仑三世沉迷奢华，常常大摆宴席。在宴会上，客人的餐具是用银制成的，而他自己却用铝制品，因为当时冶炼铝十分困难，铝的价格比黄金要高得多。有了电之后，人们发明了电解铝的制造方法，铝的价格就跌到了现在所谓的白菜价，也正因为如此，铝才得以广泛地用于各行各业。即使是人类最早使用的金属铜，在过去的几千年里，人类使用的都是粗铜，如果用来做导线，电阻比较大而且容易折断。而真正

的精铜，也需要靠电解才能获得。至于其他各种金属和合金的制造，则更离不开电了。有了这些合金，才有了后来的航天和航空工业的发展。

电也是化学工业的催化剂。在 19 世纪，化学有了突飞猛进的发展，但是几乎所有的成就都是在实验室里取得的，人类还无法大规模地生产化工产品。电的使用，让化学从实验室走向产业化。从化肥到农药，从人造纤维到各种生活用品，从建筑和装修材料，再到油漆涂料，没有电，今天我们使用的大部分化工产品就都制造不出来。电的使用创造出了一个今天产值高达 3 万亿美元<sup>4</sup>的化工产业。

4

<http://t.cn/8sDA8yS>

电对于美国工业革命的另一个巨大影响是各种电器的发明，它们不仅形成了新的产业，而且改变了社会生活。在这些产业中，以电话为核心的通信产业成为了今天全球最大的产业之一，而且大大方便了人类的生活，提高了社会的效率。这些我们在第十三章“缩短的距离——交通和通信的进步”一章中已经介绍过了。在早期的电器中，除了电灯和电话外，具有代表性的还有留声机和电影，以及后来的收音机，这些发明导致了娱乐产业的出现。

发明早期留声机和早期电影的还是爱迪生，但是将它们形成产业的却是靠很多人的努力。1877 年，爱迪生发现电可以将机械振动和声音振动相互转换，进而发明了留声机，这样人类就第一次可以储存声音了。但是，爱迪生最初发明的留声机是以



图 14.10 早期的留声机，靠锡箔滚筒记录声音

锡箔制滚筒，钢针播放，每个滚筒只播放几次便耗损了，因此很难商业化。

真正发明了我们所见到的留声机的，是美国德裔工程师埃米尔·伯林纳（Emile Berliner, 1851—1929）。1887年，他研制出一种叫Gramophone（根据希腊语“字”和“音”而得名）的唱盘式留声机，这种留声机使用圆形涂蜡（后来用虫胶）锌版作为播放和录音的媒体，同时也可制成铜板镀金的母版，然后进行复制。这种虫胶的唱盘使用寿命要比锡纸滚筒长很多，这样就使得唱片商业化成为可能，并成为了今日唱片的始祖。1895年，伯林纳说服了一些商人给他投资两万五万美元，成立了世界上第一家碟式唱机和唱盘公司——伯林纳留声机公司。

留声机的出现开创了世界音乐市场，并且改变了人们欣赏音乐的方式。以后技术含量更高的录音机（包括随身听）和激光唱机取代了留声机，先后成为个人音乐市场的主要电子产品。这些产品使得音乐开始广为传播。1999年，各种音乐制品（激光唱片，录音带等）的市场量达到顶峰，仅美国市场规模就达146亿美元。不过，随着互联网的普及和各种数字化音乐播放器（比如iPod）的出现，传统唱片市场迅速萎缩，到了2009年，美国的市场规模只剩下63亿。不过即使如此，这个市场依然比电灯泡的市场大。

留声机和后来各种家庭（和个人）电子音乐设备的出现，给音乐这个最古老的娱乐和艺术带来了革命性的变化。直到近代，听音乐还只能到音乐厅（在中国是戏园子）或者将表演者请到家里，这样就只有少数人有机会享受世界上最高水平的表演。在欧洲听过肖邦钢琴演奏的恐怕只有数百人而已，听过李斯特钢琴演奏的也不会超过数万人。同样，在中国清代，听过最好的京剧演出的人也只能在万这个数量级。这样一方面大众无法享受到一流的表演，另一方面却为二流甚至三流音乐从业人员提供了生存空间。但是，当留声机等产品，尤其是激光唱机和高保真音响出现后，普通百姓在家就能欣赏到20世纪最好的钢琴家鲁宾斯坦演奏的肖邦的《波罗乃兹舞曲》和《练习曲》<sup>5</sup>，或者京剧大师梅兰芳唱的《贵

5

练习曲不能按字面理解，它不是给学生练习使用的简单曲目，而是专门训练技巧的音乐作品，常常成为很多钢琴家和小提琴家炫耀技巧的作品，因此难度常常很大。

妃醉酒》。这一方面使得优秀的文化得以快速传播，从此有了一个新的行业——娱乐传媒业，另一方面使得二流和三流的艺术家生计成了问题。和很多产业一样，电的出现引发了赢者通吃的马太效应。

电对传媒的影响远不止在音乐上，到了19世纪末20世纪初，电影开始出现并得到了蓬勃的发展。我们在前面讲过，爱迪生发明了早期的电影，但是如果你去问法国人谁发明的电影，他们则会说是卢米埃尔兄弟。那么谁才是电影真正的发明者呢？答案是两者都是！这一切要从电影发明的过程说起。

1886年，乔治·伊士曼（George Eastman，1854—1932，伊士曼柯达公司的创始人）发明了连续的卷式底片，两年后推出了柯达相机（柯达是相机的名字，不是发明家的名字）。伊士曼的口号是：“你只需按动快门，剩下的交给我们来做。”爱迪生很早就打算制作能够播放连续影像的机器，1888年2月他发明了留声机后，一直想同步播放影像和声音。他从柯达相机中受到启发，立刻将底片买回来，请他的助手威廉·狄金森（William K.L. Dickson，1860—1935）研究，很快他们研制出一种旋转式幻灯机，能够让马在屏幕上跑起来。爱迪生等人还将它和留声机同步起来，但是当时一来留声机声音很小，无法让很多人听清楚，二来同步经常出问题，听起来很滑稽可笑，因此，爱迪生等人放弃了在早期的电影中加入声音。

狄金森在研制出这种旋转式幻灯机后，继续进行更深入的研究，最终想到把电影胶片卷到两个圆盘上，一个圆盘转动并且通过赛璐珞的胶卷带动另一个转盘。这种电影机在整个20世纪都一直使用，直到20世纪末被数字化的播放机取代。

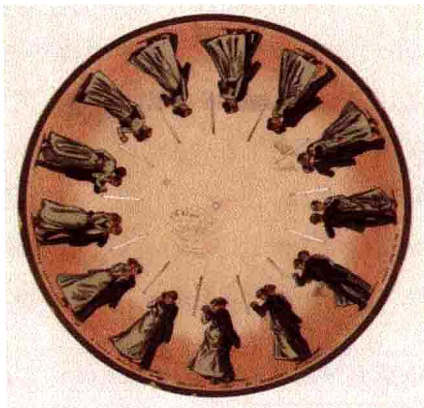


图 14.11 早期旋转式幻灯机

有了电影机后，爱迪生又创造



图 14.12 伊士曼（左）和爱迪生（右）



图 14.13 最早的银幕投影电影《工厂的大门》

出了世界上最早的摄影棚，开始了电影的拍摄。他将摄制的胶片影像在纽约公映，但他的电影每次仅能供一人观赏，观看者趴在一个小窗口外观看，这样就吸引来周围很多好奇的人，一下子便引起了轰动，这种一个人看的电影

在清朝末年已经传入中国，被称为西洋景。

将电影搬上“大”屏幕，并且让观众坐在电影院看电影的是法国发明家奥古斯特·卢米埃尔（Auguste Marie Lumiere, 1862—1954）和路易·卢米埃尔（Louis Jean Lumiere, 1864—

1948）兄弟，他们在爱迪生的电影播放机和自行研制的连续摄影机的基础上，成功研制出集摄影、冲印和放映三种功能于一体的电影机。它以每秒 16 帧的速度拍摄和放映电影，图像清晰而稳定。1895 年，他们在巴黎法国科技大会上首放影片《工厂的大门》获得成功。虽然这部短片只有 46 秒钟（在 YouTube 上可以看到），而且画面上除了工人走出工厂，不再有任何情节，但是这部短片却宣告了现代电影的诞生——从此，人们可以坐在电影院里一起看电影了。因此，电影界也将卢米埃尔兄弟称为电影之父。

电影是第二次工业革命的成果。有意思的是，电影发展速度最快的时期恰恰是 1929—1933 年全球经济大萧条期间，好莱坞从那时开始在全世

界闻名。当大家吃不饱肚子的时候，反而愿意去看电影，这倒是一件怪事。到了2008—2009年金融危机时，电影院的票房再次开始增长，而租赁电影的人也增加了许多。一些经济学家认为，电影相对于其他娱乐是最便宜的。

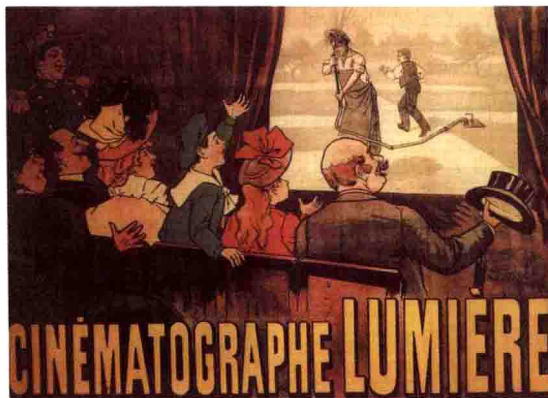


图 14.14 卢米埃尔兄弟公司早期电影的海报。

2013年，全球主要国家（11个）的电影票房总收入为360亿美元<sup>6</sup>左右，已经是一个不小的产业。更重要的是，电影让人们的生活丰富了很多。当然这一切都要归功于电。

到了上个世纪20年代，各种电器相继被发明出来，电视机、洗衣机、电冰箱、微波炉、空调等等，这些电器不仅大大方便了我们的生活，提高了生活质量，更重要的是改变了我们生活的方式，并且加快了社会的节奏。就在电器行业成为全球最大产业的同时，它也成为了全球现代化的先锋。

当然，在所有用电的机器中，对社会改变最大的当属在二战后出现的电子计算机。从此，人类开始步入信息时代。关于计算机对社会的影响，我们在本系列第三册会有专门的章节讲述。

## 第四节 电的产生

早在19世纪中期，焦耳就指出能量不可能凭空产生，只能从一种形式转换成另一种形式。电也是如此，从其他能源转换而来，俗称发电。

最早使用的电来自于电池（莱顿瓶的电量少得微乎其微），它是将化学能转换成电能。早期的电报使用的就是串联起来的电池，但是由于成本

6

数据来源：美国电影协会（Motion Picture Association of America），官方网站 <http://www.mpa.org>



太高，它无法作为工业的动力。1847年，德国工程师维尔纳·冯·西门子（Werner Siemens，1816—1892）创立了著名的西门子公司。1866年，他根据电磁感应原理发明了发电机。发电机的诞生使大规模、低成本（相比电池）发电成为现实。

早期的发电机效率依然很低，英国的工程师查尔斯·帕森斯（Sir Charles Algernon Parsons，1854—1931，后来被封为爵士）在研究了轮船引擎和鱼雷的原理后，发明了蒸汽涡轮机并取得专利，大大提升了发电效率。1889年，帕森斯在泰恩河畔的纽卡斯尔建立了C.A.帕森斯公司，生产涡轮机并销往世界各地。帕森斯的首批涡轮机在1890年问世，当时的输出功率为75千瓦，大约相当于今天一辆本田思域或者大众帕萨特的输出功率。这样的功率现在看来实在是太小，但是在当时已经非常了不起了。帕森斯恐怕没有想到，他发明的蒸汽涡轮机后来成为将蒸汽的热能转换成电能的主要发电设备。随着世界各地越来越多的公司开始研发涡轮机，涡轮机取得了迅速发展。1931年帕森斯去世时，一台基于他的最初构想设计的蒸汽涡轮机可发电70兆瓦（7000万瓦），几乎是帕森斯设计的第一批涡轮机发电量的1千倍。自从可以大规模、稳定供电后，小至灯泡，大到工业设备，很多人工产品都依靠电力提供能量。1900年，电力仅满足美国制造业5%的能源需求，而到了1950年，这一比例上升至70%。廉价、便捷、大规模的发电方式对世界的发展产生了巨大影响。

早期的发电机靠火力（蒸汽）和水力发电。19世纪末，世界上很多国家都建立了非常小型的发电站，比如1875年巴黎在火车站建成的电厂，专门为火车站供电。1879年，第一个商业化的电厂在旧金山市建成，使用的是布鲁什（Charles Brush，1849—1929）设计的发电机和弧光灯照明系统。1880年，爱迪生建起了他的第一个电厂，同年，美国在密歇根州建成了第一个水力发电站，给当地的戏院供电。1881年，美国在美加边境的尼亚加拉大瀑布地区开始尝试建水电站，并于第二年开始发电，虽然这家水电站两年后就破产了，但是在瀑布旁同时建造的另一个水电站却用了几十年。后来美国和加拿大又在大瀑布周围分流，建立了很多

小规模的水电站，但是没有动这个落差高达 58 米的大瀑布本身。

早期的电站不仅输出的电力很少，而且大多是专为火车站或剧院照明而建，并不是专门为了出售电力而建设的。世界上第一个建立商业电厂的还是爱迪生。1882 年爱迪生在纽约市内的珍珠街建起了一家电厂并开始向市民供电，发电机是爱迪生自己设计的，以煤为燃料。当时，由于采用直流输电，电力传输距离很短，因此电厂必须修建在闹市区。在采用了交流高压输电后，电厂就可以建到市郊了，这样既可以建设大规模的电厂以提高发电效率，也有利于保护城市的环境。



图 14.15 尼亚加拉水电站是在湖底修隧道将水从地下引入下游，发电机在隧道中，不破坏原有景观和环境

中国发电的历史和美国几乎是同步的，1882 年上海的英商上海电光公司建起了中国第一家发电厂，为南京路照明供电。夜幕下的弧光灯明亮晃眼，当时人们从未见过如此亮的路灯（此前上海的租界里已经有了煤气灯），给它起了个大俗大雅的名字“赛明月”，这个电厂这也是世界上最早的发电厂之一，只比法国晚七年，比日本还早了好几年。

直到第二次世界大战，世界上的发电能源几乎全都依靠燃煤和水电。煤的污染大，而水电除了一次性投入大以外，在最近的几十年也引发了对地球环境和地质变化的忧虑，争议也很大。因此，人类一直在寻找利用其他能源发电的方法。二战后核电异军突起，成为发达国家电力的主要来源之一。对于核电安全性的担忧，我们在后面的章节会提到，不过在这里我们可以先给出一句结论：在今天的技术条件下，核电是成本低、相对安全、温室气体排放少的首选能源。

在注重环保的今天，人类开始研究如何使用水能之外的其他可再生能源发电，这包括我们熟悉的太阳能、风能、地热和相对陌生的生物质能。不过这些能源目前占世界发电量的3%不到，而且有各种各样的局限性，比如利用光伏太阳能板发电，发电本身没有污染了，但是制造这种基于硅的太阳能板却是高污染的。我们在后面的章节中会分析，太阳能发电成本非常高，而且短期内降不下来。风能发电虽然成本较低，但是发电量非常不稳定，这样的电力是电网最不愿意接受的，因为它们很难利用好。下表是国际能源机构提供的2008年世界各种能源发电量的占比，从表中可以看出，煤仍然是全世界最主要的电力来源，而除了水能以外的各种可再生能源对电力的贡献只有3%，人类寻找清洁能源依然任重道远。

表 14.1 电力的来源（2008年，国际能源机构 IEA 提供数据）

	煤	石油	天然气	核能	水能	其他	总量
发电量（10 亿度 / 年）	8,263	1,111	4,301	2,731	3,288	568	20,261
发电功率（10 亿瓦）	942.6	126.7	490.7	311.6	375.1	64.8	2311.4
比例	41%	5%	21%	13%	16%	3%	100%

## 第五节 核聚变发电

其实，地球上比现在更多、更清洁的能源可以利用，但是碍于技术的原因，人类现在却无法利用。如果能实现核聚变发电，人类就有取之不尽、用之不竭的能源了。核聚变所需的材料氘和氚在海水中大量存在，一升水中的氘和氚如果完全发生核聚变反应，释放的能量等于三百升汽油燃烧所释放的能量。

核聚变的原理和太阳发光的原理相同，它是将原子量小的元素（在元素周期表中必须排在铁前面，比如氢）快速碰撞，变成原子量较大的元素（比如氦），在这个反应中，会有质量的损失，而根据爱因斯坦的质能转换原理，损失的质量会变成巨大的能量。

人们很早就知道了可以通过核聚变获得大量能量。1928年，著名的美籍俄罗斯物理学家乔治·伽莫夫（George Gamow, 1904—1968）推导出现在被物理学界称为伽莫夫因子的量子力学模型。伽莫夫虽然没有获得诺贝尔奖，却有很多重大发现。除了核聚变，伽莫夫还是曼哈顿计划的主要成员之一，他提出了宇宙大爆炸学说，并且最早提出了遗传密码，同时他还是著名的科普作家，写过《从一到无穷大》等畅销书。我们在后面的章节里会经常看到这个名字。对于核聚变，伽莫夫认为，两个核子足够接近时，强作用力可以克服静电力（也称为库仑障壁）结合到一起。一年后，英国物理学家罗伯特·阿特金森（Robert d'Escourt Atkinson, 1898—1982）和德国物理学家弗里茨·豪特曼斯（Fritz Houtermans, 1903—1966）根据伽莫夫的这个理论预见当两个轻原子核中高速度的碰撞时，可能会形成一个更重的原子核并且释放出大量的能量。1933年英国科学家马克·奥利芬特（Mark Oliphant, 1901—2000）发现用氢的同位素重氢和超重氢（卢瑟福把它们称为氘和氚）的原子核发生反应，可以获得巨大的能量<sup>7</sup>，这甚至是在迈特纳（Lise Meitner, 1878—1968）和哈恩（Otto Hahn, 1879—1968）成功地进行核裂变实验之前。

7

一个重氢原子核和一个超重氢原子核反应，可生成一个氦原子和一个中子，同时释放17.6MeV的能量。

在二战之前，伽莫夫和美籍匈牙利科学家爱德华·泰勒（Edward Teller, 1908—2003）推导出进行核聚变反应所必需的条件，尤其是原子核运动的速率，他们由此相信恒星内部温度极高。在曼哈顿计划开始时，利用核聚变制造武器的研究也在进行，但是在没有原子弹之前，人类根本无法达到核聚变所必需的高温，因此这项研究一直没有进展。直到原子弹试爆成功后，人们才有可能从原子弹爆炸中获得核聚变所需要的高温，核聚变的研究才开始有了突破性进展。由于原子弹之父奥本海默和很多科学家不愿意制造大规模杀伤性武器，氢弹的研究便交给了奥本海默的助手泰勒，直到1951年才取得突破，1952年第一颗氢弹试爆成功。人们发现氢弹释放的能量是同样质量的原子弹的几十倍。

但是用原子弹引爆的核聚变反应不可控，释放的能量无法利用。要想利用核聚变产生的能量，就必须实现可控制的反应。不过这并不容易，因

为核聚变反应需要几百万度的高温。在这样的温度下，没有任何容器可以“盛”参加反应的物质，这也是人类知道地球上最多的能量所在，却无法利用的原因。

在科学上，只要提出问题，就会有解决办法。虽然现有看得见的容器盛不了那么“烫”的反应物质，但是看不见的“容器”还是有可能做这一点的，这个容器就是磁场。大家可能会问，磁场怎么“盛”物质？这就要从物质的基本形态说起了。

8

根据电磁感应原理，电流会在其周围空间建立磁场，使得相互平行的载电导体或者带点粒子束相互吸引。若载流导体是液体或等离子体时，则由于离子的运动所产生的磁场可使导体产生收缩。犹如其表面受到外来力，向内的压力。导体的这种收缩称为箍缩效应。

9

1958年诺贝尔物理学奖得主，前苏联氢弹的主要设计者之一。

10

著名物理学家，前苏联氢弹之父，同时也是持不同政见者，因呼吁美苏核裁军而获得诺贝尔和平奖。

我们都知道物质有三态：固态、液态和气态，其实当物质的温度高到一定程度后，它还有第四种状态——等离子态。在等离子态，电子基本上和原子核分开了，处于游离状态，原子核之间就可以互相接近。如果有办法让这些高温等离子体的物质悬在空中，不接触容器壁，那么目的就达到了。事实上在氢弹爆炸之前，英国物理学家、诺贝尔奖得主汤姆逊 (George Paget Thomson, 1892—1975) 就于1946年提出，利用箍缩效应<sup>8</sup>使等离子体离开容器壁，并加热到热核反应所需温度来实现可控核聚变反应。不过二战后英国科研经费短缺，这项研究也就搁浅了。同期前苏联也开展了类似的研究，著名物理学家塔姆 (Igor. E. Tamm, 1895—1971)<sup>9</sup> 和萨哈洛夫 (Andrei. D. Sakharov, 1921—1989)<sup>10</sup> 提出，在环形等离子体中通以大电流，所产生的强大的极向磁场和环向磁场一起形成一个虚拟的容器，可以将等离子体约束在磁场内部。这个磁场的容器，有一个学术的名称，叫做磁场位形 (magnetic configuration)。基于这个原理，物理学家发明了一种称为托卡马克 (Tokamak) 的可控核聚变装置。Tokamak 一词是几个俄文单词环形 (тороидальная)、空腔 (камера)、磁 (магнитными) 和线圈 (катушками) 四个字的缩写，因为它最初是由前苏联阿齐莫维奇等人发明的。

托卡马克的中央是一个环形的真空室，外面缠绕着线圈。通电时，托卡马克内部会产生巨大的螺旋型磁场，将加热到高温的等离子体约束在一定的空间内，以达到核聚变的目的。这个原理虽然简单，但是要做到可持续的核聚变却并不容易。在冷战期间，苏、美、英三国在可控核聚变研究

上最领先，他们原以为氢弹爆炸后，很快就能实现可控核聚变，就如同当年费米在核裂变实现不久就很顺利地制造出人类第一个可控反应堆那样，于是他们彼此保密。但是事实证明，他们把问题想得太容易了。经过十多年的努力，三国的研究都陷入停滞，科学家们这才意识到，可控核聚变比预想的难很多，很快建成聚变反应堆的想法不切实际，再保密下去就不利于研究工作的进展了，于是三国科学家开始了互访交流。1958年在瑞士日内瓦举行的第二届和平利用原子能国际会议上，三国展出了各自核聚变实验装置，并达成协议，互相公开研究计划和成果。这次会议以后，受控热核聚变研究的重点逐步转移到高温等离子体等基础问题上。

1968年，在前苏联召开的第三届会议上，各国科学家报告了各类装置的实验和研究进展。前苏联科学家阿齐莫维奇公布了他们在托卡马克 T-3 上氘-氚反应取得的结果。电子的温度能达到  $1\text{keV}$ （千电子伏），大约相当于一千万度，离子温度达到  $0.5\text{keV}$ ，大约相当于几百万度。会上有些科学家对此结果表示怀疑。第二年，英国卡拉姆实验室（Culham Laboratory）的主任皮斯（R. S. Pease）在征得阿齐莫维奇同意后，派了一个专家组，核实了 T-3 的电子温度无误。从此，各国掀起了建造托卡马克的热潮。很快美国普林斯顿等离子体物理实验室建成了托卡马克 ST，并且验证了 T-3

的实验结果。法国建成了 TFR 托卡马克，并且在上个世纪 70 年代领先于世界。前苏联也将 T3 升级到 T4，电子温度更是达到了  $3\text{keV}$ ，同时强磁场可以约束等离子体 10 毫秒。

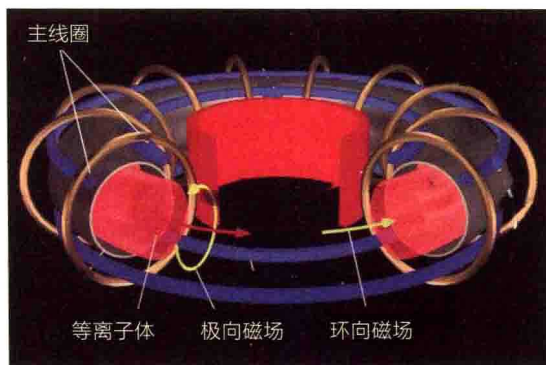


图 14.16 可控和聚变托卡马克装置的示意图

到了 20 世纪 80 年代，核聚变研究的热点转向了经济上可行的可持续核

聚变上。要产生强磁场，就要有大电流，超导开始用于托卡马克，这样就可以形成足够强大的磁场，将高温等离子体约束在磁场中。在托卡马克强磁场的约束下，高温的氘氚等离子体发生核聚变反应，释放出巨大的能量，并且能持续反应几秒钟。当然，这么大的电流（上百万安培）需要消耗巨大的能量，而且比反应堆产生的能量还多，这显然不可行。因此，各国核聚变研究的重点就放在如何提高输出能量和输入能量之比（也称为能量增益），也就是科学家们常说的 Q 值。当然，不同的反应物释放的能量不同，为了便于比较，大家在计算 Q 值时，以氘氚反应为准，如果进行的不是氘氚核聚变而是其他元素的核聚变，则将获得的能量增益转换成相应氘氚反应的对应值。经过各国科学家的努力，从上个世纪 80 年代开始，这个值从大约 0.2 开始不断提升。

到了 20 世纪 90 年代，更多国家加入可控核聚变的行列。1997 年 12 月，日本方面宣布，在 JT-60 上成功进行了氘-氘反应（注意：不是氘氚反应）实验，得到的 Q 值应该在 0.2 到 0.25 之间。由于两个氘原子反应释放的能量只有氘氚反应的五分之一到四分之一，因此日本方面假定如果能在此条件下进行氘-氘反应，那么释放的能量要高得多，所以他们将他们的试验结果对应到氘-氘反应上，宣布 Q 值达到 1.00。1998 年，Q 值又超过了 1.25，也是采用氘氚反应后放大的结果。但是这件事无法证实，因为在法国人的 JET（欧洲联合环体 Joint European Torus 的首字母缩写）上没有得到同样的结果。之后日本人又在 JT-60U（JT：日本环体 Japan Torus 的缩写）上获得了更高的等效能量增益因子， $Q > 1.3$ ，当然它也是从氘-氘实验得出的结果外推后算出的。这虽然是各国公布的效率最高的核聚变结果，但是距离实用差得还太远。在核聚变反应中，可利用的能量大约只有 1/5，因此如果释放的热能可以百分之百地用于发电和产生磁场，那么 Q 必须大于 5，消耗的能量和获得的能量才平衡。再考虑到热能转换成电能，电能再转换成磁场有损失，国际上公认的能量收支平衡点 Q 必须做到 10 以上，而要使得核聚变发电具有竞争力，则 Q 值需要达到 30，因此目前试验阶段的核聚变和实用相去甚远，乐观的估计还需要 30 到 40 年的时间。

中国从1990年起，建设了大型超导托卡马克装置。中国成为世界上俄、法、日（俄罗斯的T-15，法国的Tore-Supra，日本的JT-60U）之后第四个拥有同类大型装置的国家。从1998年到2006年，中国建成了世界上最先进的托卡马克装置EAST（原名HT-7U），电磁场全部靠超导产生。在2006年初EAST进行了第一次成功的实验。到2013年，该装置能够持续工作1000秒，创造了工作时间最长的世界纪录，这标志着中国在全超导核聚变实验装置领域走在了世界前列。

中国有可能在可控核聚变上最早达到实用化，如果这个目标能够实现，这将是中国自农业文明以来对世界最大的贡献。到时候全球将不再有能源危机，电力供应将是无穷无尽的。

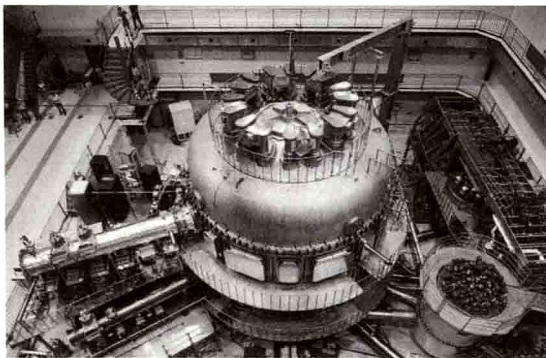


图 14.17 中国的超级核聚变装置 EAST

除了通过强磁场实现可控核聚变外，还可以通过激光实现可控核聚变，它也称为惯性约束核聚变。激光可控核聚变的原理比托卡马克更简单，它将强大的激光束打在一个固态氢球形靶丸上。这个过程极其短暂，仅持续五十亿分之一秒。强大的激光束产生强烈的冲击波，以每小时上百万公里的速度压碎靶丸，同时产生一亿摄氏度左右的高温。氢原子将发生聚变反应而生成氦原子，并释放出大量能量。目前这项研究已经获得了突破性进展，2014年2月，美国劳伦斯—利弗莫尔（Lawrence Livermore）国家实验室的科学家们宣布，经过数十年的研究，他们在激光可控核聚变方面取得了重大突破，聚变产生的能量第一次超过了激发聚变所需的能量。当然这项技术距离实用还有非常大的距离。比如目前的成本高得难以接受，除了仪器设备造价高昂之外，原料的成本也很高，



11

<http://t.cn/8FO7bYB>

图 14.18 激光核聚变的靶球

就拿固态重氢或者超重氢靶球来说，因为要求绝对圆，一个直径两毫米的靶球造价就高达百万美元<sup>11</sup>，不过劳伦斯—利弗莫尔实验室的成功至少让人类看到了利用可控核聚变获得能量的希望。

无论是采用强磁场还是激光实现可控核聚变，核聚变的实用化过程都要走四步。

**第一步是成功点火**，这一步各国都做到了。

**第二步是产生足够的能量**，即前面所说的  $Q > 30$  的能量增益，这一点各国还都在努力。

**第三步是工业化**，也就是说这样的反应堆可以比较便宜地制造，重氢等核燃料可以比较便宜地获得。这一步为时尚早。

**第四步才是商业化**，要考虑很多因素，包括安全性、可靠性、易维护性（不能三天两头出故障），当然还有发电的成本，这又是更遥远的事情了。

概括起来讲，核聚变是目前已知的唯一一个没有污染、取之不尽用之不竭的能量来源，我希望在自己有生之年能看到核聚变发电实现商业化。

## 结束语

电的发现和應用极大地节省了人类的体力，并且延伸了人类的脑力。电对人类生活的影响是方方面面的，但是可以概括成三个方面，首先是作为动力或者能量，这是我们这一章所讲的核心；其次是靠电的特殊属性，催生出一大批新工业，包括化工、材料、冶金和建筑业等；最后，电是今天最有活力的信息产业的基本条件，计算机和通信产业都离不开电，

这将是我们在第三册的几个章节中要介绍的重点。电的发现和使用可以媲美人类早期火的使用。火的使用促进了人类的进化和文明的发展，而电的使用让我们从黑暗走向光明。

## 附录 有关电的大事记

前 7—6 世纪，古希腊人记载了静电的发现

- 1706, 英国人霍克斯比发明手摇发电机
- 1729, 英国科学家格雷发现绝缘体和导体的区别
- 1732, 美国科学家富兰克林提出电流的学说
- 1745, 德国科学家冯·克萊斯特和荷兰科学家马森布洛克独立发明了存储电荷的莱顿瓶
- 1750, 富兰克林进行了风筝实验，证明闪电和电是一回事
- 1752, 富兰克林发明并在建筑上安装了避雷针
- 1800, 意大利科学家伏特发明了电池
- 1820, 丹麦科学家奥斯特发现电磁现象
- 1820—1827, 法国科学家安培进行了大量电磁学实验，并且将他的研究成果发表在《电动力学现象的数学理论》一书中。书中记述了安培定律和电磁学方面的安培法则
- 1830, 美国科学家亨利发现电磁感应现象
- 1836, 美国画家莫尔斯等人发明电报
- 1866, 德国工程师西门子利用电磁感应现象发明发电机
- 1875, 贝尔和他的助手沃特森发明了可实用的电话
- 1879, 爱迪生改进了碳丝电灯，使得电灯的使用和普及成为可能
- 1887, 特斯拉发明交流电动机
- 1891, 爱迪生发明电影
- 1895, 法国发明家卢米埃尔兄弟发明现代投影播放的电影

## 参考文献

- 1 Jan Adkins. 爱迪生传 ( *DK Biography: Thomas Edison* ). DK CHILDREN, 2009.
- 2 尼古拉·特斯拉. 被世界遗忘的天才: 特斯拉回忆录. 王晓佳, 译. 法律出版社, 2010.
- 3 Sean Patrick. 特斯拉传 ( *Nikola Tesla: Imagination and the Man That Invented the 20th Century* ). 亚马逊免费电子书. <http://t.cn/8sD2wPv>



# 第十五章 打开潘多拉的盒子

## 原子能的使用

1994年5月，国际纯粹化学与应用化学联合会（IUPAC）建议把第109号元素命名为 Meitnerium，并于1997年正式命名，以纪念奥地利裔瑞典女科学家莉泽·迈特纳（Lise Meitner，1878—1968），并表彰她在发现核裂变上的贡献。在核物理方面，迈特纳的贡献堪与居里夫人相比，但是长期以来因为性别的歧视，她总是被忽视，而科研成果又常常被她的男性上司和同事们独占。第一次世界大战期间，她发现了第91号元素 Pa，但是成果却被她的老板奥托·哈恩（Otto Hahn，1879—1968）以第一作者的名义发表<sup>1</sup>。

1944年关于核裂变的诺贝尔化学奖也只给了哈恩一人，虽然今天大家认为按照贡献大小，次序应该是迈特纳、哈恩、斯特拉斯曼（Fritz Strassmann，1902—1980）和弗里施（Otto Robert Frisch，1904—1979）。后来迈特纳获得过三次诺贝尔奖提名，但最终仍未得到诺贝尔奖。



<sup>1</sup> 哈恩当时其实正在战场上打仗。

图 15.1 德国邮票上的迈特纳

在迈特纳诸多可能获得诺贝尔物理学奖和诺贝尔化学奖的工作中，最重要的贡献在原子核裂变方面。这项发现无论是在过去、现在还是未来，对世界的影响都是巨大的。而和很多发现一样，核裂变的发现也多少有点偶然。

## 第一节 一分为二的液珠

在我们这个宇宙中，虽然有几乎无数种分子存在，但是构成它们的基本元素只有一百多种，其中还有不少元素是极不稳定的。同一种元素有着相同的质子数（也称为原子数），从 1 排到 119 为止<sup>2</sup>。在 20 世纪 30 年代，人类已知的原子数最多的元素是 92 号元素铀。既然不同元素的差异仅仅是在质子数上，如果给原子数少的原子增加一些质子，就应能得到原子数多的原子。科学家用质子束（或者其他粒子束，比如  $\alpha$ -粒子束）轰击原子，一些质子会撞击到被轰击元素的原子核，并粘在上面，从而产生原子数更大的元素。对于某些元素，这样通过增加质子而得到其他元素的做法确实行得通，因此科学家们就在想，如果给当时已知原子数最大的铀增加一些质子，岂不就能创造出新的元素了？德国的迈特纳、哈恩和意大利的恩里克·费米（Enrico Fermi, 1901—1954）等人都想到了这一点。1934 年，费米宣布实验成功，他发现了第 93、94 号元素，并获得了 1938 年诺贝尔物理学奖<sup>3</sup>。但是也有人质疑费米发现的是否为新元素。迈特纳和哈恩决定重复费米的工作。在前面关于科学的方法一章中，我们讲到重复别人的实验是新的研究工作的起点。但是一年多来他们做了上百次的实验却一直未能成功，而他们回过头来对原子数较低的元素做类似的试验却能够成功。后来证明费米发现的并不是新的 93 号元素镎。不过，也没人能解释为什么到了铀这里，原子数就加不上去了。

2

这是今天元素的数量，以后还可能造出新的元素。

3

因为“证明了可由中子辐照而产生的新放射性元素的存在，以及有关慢中子 (delayed neutron, 透过核分裂产物 (fission products) 衰变所释放的中子，并非直接来自铀燃料) 引发的核反应的发现”，荣获 1938 年诺贝尔物理学奖。

4

第 88 号元素，由居里夫妇发现，当时人们已经发现铀会衰变成镭。

到了 1938 年，哈恩和迈特纳想到了一种可能性，会不会是铀衰变成了原子数更小的一种放射性元素镭<sup>4</sup>？如果是这样的话，就能解释为什么得不到比铀原子数更大的元素。于是，他们决定监测具有放射性的镭的存在。

可是，还没等他们开始实验，希特勒就开始迫害和驱除犹太人，具有犹太血统的迈特纳只好逃往瑞典。哈恩只得独自进行他们伟大的实验了。

迈特纳到了瑞典后，那里不仅实验条件和德国无法相比，而且她的新主管曼内·西格巴恩（Manne Siegbahn, 1886—1978）<sup>5</sup>对她也不是很感冒，因此她基本上无事可做。哈恩在德国的实验也不顺利，他给莉泽·迈特纳寄去一封长信，其中记述了他实验失败的过程。原来哈恩用一束中子流去轰击铀，连镭的影子也没见到，却探测到了很多钡（Ba，原子序数56）——一种原子数相对较小的非放射性元素。他希望迈特纳能帮他解释这其中的原因。

这时正值圣诞节期间，迈特纳的外甥奥托·罗伯特·弗里施（Otto Robert Frisch, 1904—1979）来到斯德哥尔摩和她一起过圣诞节。弗里施发现迈特纳正在读哈恩寄来的信，信中描述了用中子轰击铀却发现了钡这件怪事，于是便和迈特纳一起思考这件事。弗里施的第一反应是哈恩搞错了，因为钡原子的质量只有铀的60%左右。虽然当时物理学家和化学家都知道具有放射性的“大”原子会丢掉几个质子和中子衰变成“小一点”的原子，但是从来没见过一个原子一下子“小了”40%。但是迈特纳深知哈恩的化学功底深厚，绝不会犯这样低级的错误。看着窗外从房顶冰柱上滴下来的水滴，忽然她想到了伽莫夫<sup>6</sup>和玻尔（Niels Henrik David Bohr, 1885—1962）的一种不成熟猜想，“或许原子并不是一个坚硬的粒子，而更像一滴水”，一个念头从她心中一闪而过，或许原子这滴液珠一分为二变成更小的液珠了。

迈特纳和弗里施马上做试验，果然证实铀原子在中子的轰击下变成了两个小得多的原子“钡”和“氪”（Kr，原子序数36），同时还释放出了三个中子。这是个了不起的发现，基本证实了迈特纳的想法。但是当他们清点实验生成物时又发现了新的问题，钡和氪加上三个中子的质量比原来的一个中子加上铀（U235）<sup>7</sup>的质量少了一点。对于一个凡事“差不多就行”的人来讲，很可能不去追究少掉的这点质量。但是迈特纳是

5  
1924年诺贝尔物理学奖获得者。

6  
《从一到无穷大》的作者。

7  
铀元素有三种同位素，根据它们的原子量分别是U235，U238和U239，哈恩和迈特纳做实验用的是U235。

一个非常严谨的科学家，不肯放过任何一个细节，因此她必须找出质量丢失的原因。这时她想到了爱因斯坦狭义相对论里面那个著名的方程。爱因斯坦预测质量和能量可以相互转换。那些丢失的质量会不会真的转换成了能量？她按照爱因斯坦的公式计算出丢失的质量产生的能量应该为 200 兆电子伏特（MeV）。接下来她再次做实验，这次不是为了证实原子核可以裂变，而是为了测定能量。真的是 200 兆电子伏特！这和爱因斯坦预测的完全吻合，迈特纳兴奋不已。就这样她证实了核裂变的存在。

8 在一些学术期刊上，较详细的以长论文的形式发布，较短较新的发现以几页纸的通讯形式发表。

迈特纳和弗里施对哈恩的实验结果做出了理论解释，并以通讯的形式<sup>8</sup>发表在 1939 年 1 月的《自然》杂志上，在这篇著名的文章里，迈特纳和弗里施一起提出了一个物理学上的新概念：核裂变。他们之所以用裂变这个词，是借用生物学中细胞分裂这个形象的比喻。这篇小论文一共只有两页，却有划时代的意义。在后面的章节中，我们还会看到，很多重大的发现，论文都特别短。

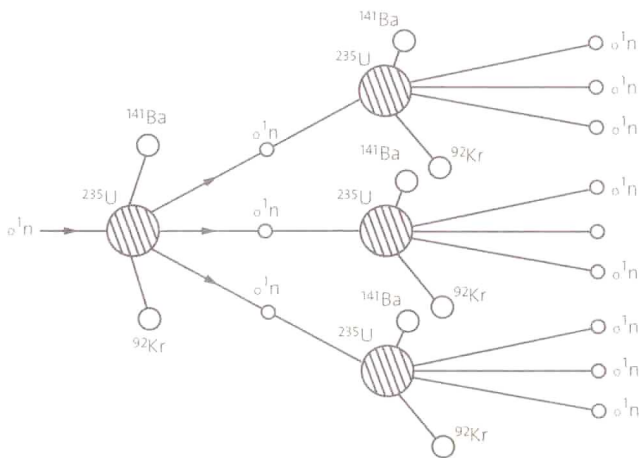


图 15.2 铀裂变示意图

## 第二节 科学家的责任感

爱因斯坦预言了世界上最强大的能量所在，而迈特纳和哈恩找到了它们。

从上面铀 235 裂变示意图来看，一个中子撞击到铀的原子核后，释放出了巨大的能量，还可以产生出三个中子，如果这三个中子再撞击到其他铀原子核上，就能释放出三倍的能量和 9 个中子。这样一来就有可能产生连锁的反应，物理学上称为链式反应，并释放出难以想象的巨大能量。这能量有多大呢？如果 50 千克的铀只要有一千克参与链式反应，而这一千克中只要有一克质量转换成了能量，这些能量就相当于 1.5 万吨 TNT 烈性炸药所产生的能量。这大约就是后来投掷到广岛的原子弹的当量。

早在 1939 年 4 月，也就是迈特纳和弗里施的论文发表仅仅三个月后，德国就将几名世界级物理学家找到柏林，探讨利用铀裂变释放的巨大能量的可能性。同年夏天，德国开始控制捷克斯洛伐克<sup>9</sup>的铀矿石，同时不再发布任何关于核研究的成果。但是德国第一次的核计划只持续了几个月便终止了，原因是在 1939 年 9 月入侵波兰时，很多科学家都应征入伍了。在历史上，一个国家穷兵黩武到如此程度，离灭亡的日子就不远了。但是没过多长时间，德国人的第二次核计划就开始了。领导这项计划的包括恩里克·舒曼（Enrich Schumann, 1898—1985，著名作曲家罗伯特·舒曼的孙子）和德伯纳（Kurt Diebner, 1905—1964），当然参加计划的还包括著名的物理学家海森堡（Werner Heisenberg, 1901—1976）等人。但是到了 1942 年，德国人再次放缓脚步，原因是德国军方并不认为这项研究有助于迅速赢得战争。虽然德国这方面的研究一直持续到二战结束，但是进展并不快。其中的原因很多，我们后面会仔细讲述。

<sup>9</sup> 当时已经被德国占领。

德国成功地实现了核裂变，并且研究原子能武器的消息很快便传到了美国。至于这个消息是如何传到美国的，历史学家大多认为这要归功于丹麦物理学家玻尔。1939 年初，玻尔到美国普林斯顿大学访问，并且在美国首都华盛顿做了一个学术报告，介绍了核裂变成功的消息。当时参加报告会的有大约 50 名科学家，他们很多来自于离华盛顿不远的约翰·霍普金斯大学，听到这个消息后，很多科学家下午赶回了在霍普金斯的实验室，连夜做了核裂变的实验，并且获得了成功。另一种说法是，听报告的两个年轻科学家得到这个消息后，马上驱车几小时，跑到三百多公



里外的纽约哥伦比亚大学，把这个消息告诉当时流亡到美国的著名科学家恩里克·费米。费米马上做了核裂变的实验。

其实这个消息不需要玻尔传播，美国的科学家们很快也会了解到这个划时代的发现。因为迈纳特等人的论文是公开发表在英国《自然》杂志上的，而在美国，一些物理学家一直在关注着核裂变链式反应的可能性。而这些科学家中，最关注这件事，并且后来产生了重大影响的人物是雷欧·西拉德（Leo Szilard, 1898—1964）。西拉德是犹太人，美籍匈牙利物理学家，他最早设想通过链式反应从原子核中获得能量。早在1936年，他就向英国专利局提交了一份利用中子轰击原子核形成链式反应而获取能量的专利。这个专利中的想法无疑是正确的，但方法并不可行，因为他使用的元素无法形成核裂变。而这个时间比哈恩和迈纳特等人成功进行核裂变实验要早两年。1938年，受到纳粹迫害的西拉德到了美国，在哥伦比亚大学任教。很快他的老朋友、著名物理学家费米也因为希特勒迫害犹太人<sup>10</sup>而来到美国，两个人成了同一所大学的同事。

10

费米的太太是犹太人。



图 15.3 西拉德和爱因斯坦在讨论问题

不管美国人是如何得到这个消息的，费米和西拉德马上进行了同样的实验，证实了核裂变的可能性，而且和迈特纳一样，测量到铀裂变所释放的巨大能量。美国的物理学家们对这件事的反应可以用“震惊”两个字

来形容，因为他们明白如果这种技术用在军事上，将具有超级的威力。要是战争狂人希特勒首先拥有原子能武器，后果将是非常可怕的。出于科学家的责任感以及对纳粹的痛恨，西拉德起草了一封给罗斯福总统的密信，想要告诉总统先生三个要点：第一，这种武器一旦制造出来，威力是非常可怕的<sup>11</sup>；第二，德国人正在研究这种武器；第三，美国应该有一个计划，以便抢在德国人之前拥有这种武器。西拉德觉得光是自己一个人份量还不够，于是说服他的老师爱因斯坦在他起草的信件上签名。爱因斯坦早在上个世纪 20 年代就指导过西拉德的论文，对他的才华颇为赞赏。作为一名受到纳粹德国迫害的犹太科学家，爱因斯坦无疑是支持美国研究核武器的，于是他毫不犹豫地签了字。但是这封信通过什么人转交给罗斯福却是个问题。

11  
事实上，原子弹的威力比西拉德等人预想的还可怕。

-2-

Albert Einstein  
Old Grove 34,  
Madison, Pa.  
Pasadena, Long Island  
August 2nd, 1939

T.D. Roosevelt,  
President of the United States,  
White House,  
Washington, D.C.

Sir:

Some recent work by E. Fermi and L. Szilard, which has been communicated to me in manuscript, leads me to expect that the element uranium may be turned into a new and important source of energy in the immediate future. Certain aspects of the situation which has arisen seem to call for watchfulness and, if necessary, quick action on the part of the Administration. I believe therefore that it is my duty to bring to your attention the following facts and recommendations:

In the course of the last few months it has been made probable through the work of Joliot in France as well as Fermi and Szilard in America - that it may become possible to set up a nuclear chain reaction in a large mass of uranium, by which vast amounts of power and large quantities of new medium-like elements would be generated. Now it appears almost certain that this could be achieved in the immediate future.

This new phenomenon would also lead to the construction of bombs, and it is conceivable - though much less certain - that extremely powerful bombs of a new type may thus be constructed. A single bomb of this type, carried by boat and exploded in a port, might very well destroy the whole port together with some of the surrounding territory. However, such bombs might very well prove to be too heavy for transportation by air.

The United States has only very small amounts of uranium in moderate quantities. There is some good ore in Canada and the former Czechoslovakia, while the most important source of uranium is Belgium Congo.

In view of this situation you may think it desirable to have some permanent contact maintained between the Administration and the group of physicists working on chain reactions in America. One possible way of achieving this might be for you to entrust with this task a person who has your confidence and who could perhaps serve in an official capacity. His task might comprise the following:

- a) to approach Government Departments, keep them informed of the further developments, and put forward recommendations for Government action, giving particular attention to the problem of securing a supply of uranium ore for the United States;
- b) to speed up the experimental work which is at present being carried on within the limits of the budgets of University laboratories, by providing funds, if such funds be required, through his contacts with private persons who are willing to make contributions for this cause, and perhaps also by obtaining the co-operation of industrial laboratories which have the necessary equipment.

I understand that Germany has actually stopped the sale of uranium from the Czechoslovakian mines which she has taken over. That she should have taken such early action is, it perhaps be understood on the ground that the son of the German Under-Secretary of State, von Weizsaecker, is attached to the Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin where some of the American work on uranium is now being repeated.

Yours very truly,  
Albert Einstein

图 15.4 西拉德和爱因斯坦给罗斯福的信

在此之前，虽然科学家们已不断向美国政府和军方传达核武器的威力以及德国人一旦掌握核武器的灾难性后果，但是在那个年代，一般人并不了解核裂变可能释放出的巨大能量。如果按照一般的常识判断，有人宣称有一种炸弹，只有脸盆粗细，一米来高，威力顶得上几十万颗同样大小的常规炸弹，谁也不会相信。因此，爱因斯坦需要找一个人，这个人

既能接近总统，又能把新技术讲清楚，他最后想到了经济学家亚历山大·萨克斯（Alexander Sachs，1893—1973）。萨克斯是当时颇有名气的经济学家和银行家，从1933年罗斯福的第一个总统任期时就担任总统经济顾问。但是萨克斯在历史上出名，既不靠作为罗斯福的经济顾问，更不靠作为银行家，而是靠帮助爱因斯坦和西拉德给罗斯福传递了这封信。历史就是这样有趣，很多人刻意做的事情它记不住，而一些人偶尔为之的事情却载入史册。

1939年8月初，爱因斯坦将这封被史学家称为“西拉德-爱因斯坦信函”的重要信件交给了萨克斯，但是后者一直没有机会约到罗斯福的时间。这样就从8月拖到了9月，而9月1日，德国入侵波兰，第二次世界大战爆发了，虽然美国没有被卷入战争，但是罗斯福总统变得更加繁忙了，自然没有听萨克斯讲关于原子弹的事情。这件事就一拖再拖，一直拖到10月11日。虽然前一天萨克斯见到了罗斯福，但是忙碌了一天的总统先生此时已累得疲惫不堪，于是他建议萨克斯第二天一早来。这一夜萨克斯是否像小说家们描述的那样彻夜未眠，我们不得而知，但是他确实在这天晚上想到了一个可以说服罗斯福的简单的比喻。

有些时候，讲故事比讲道理更能说服人。萨克斯讲了这样一件西方人都熟知的史实。19世纪初，拿破仑领导的法国虽然多次打败英国支持下的反法同盟，但是一直无法从根本上消除欧洲各国对法国的威胁。拿破仑知道这一切的根源在于英国，因此希望建造一支强大的舰队入侵英国。但是，要挑战英国这个传统的海上霸主并非易事，何况当时英国还有海军名将纳尔逊在，几年前纳尔逊就在地中海完胜了法国海军。这时美国发明家富尔顿（Robert Fulton，1765—1815）通过美国驻法大使见到了拿破仑，建议他建造一支蒸汽轮的舰队，而当时各国的战舰还是帆船。拿破仑对富尔顿有所耳闻，因为几年前他还让富尔顿帮助法国建造世界上最早的潜艇。但是拿破仑却并未理睬富尔顿的建议，因为在当时这项技术还不成熟，他觉得这种没有帆却能快速行进的军舰是天方夜谭。到了1805年，法国和西班牙的联合舰队在特拉法加海战中，被纳尔逊率领的

英国舰队打得惨败，从此拿破仑入侵英国的设想终成泡影，并被反法同盟在莱比锡和滑铁卢两次打败而被迫下野。萨克斯讲，如果拿破仑当年采纳富尔顿的建议，欧洲的历史或许会改写。罗斯福听到这里早已领会萨克斯的意思，于是说，“我不会成为另一个拿破仑的”。之后不久，罗斯福就成立了铀研究委员会，并且给爱因斯坦回了信。

很多人认为这是曼哈顿计划的开始，其实这时离曼哈顿计划还早着呢。当时美国政府虽然批准了对铀裂变的研究，但是只给了区区 6000 美元的经费，相当于德国同时期的二十分之一左右。要知道最后曼哈顿计划耗费的可是 200 亿美元。这个规模不大的铀研究计划由著名物理学家费米负责，地点选在了芝加哥大学。后来核计划的首倡者西拉德也来到芝加哥，加入了这个计划。

读到这里，大家可能会有一个疑问，既然罗斯福说了“不会成为另一个拿破仑”，那么为什么美国对原子能的研究却还是这样不冷不热呢。因为在 1939 年，虽然世界局势已经非常紧张并且在 9 月份爆发了世界大战，但是美国并未卷入战争，还在努力避免被卷入。换句话说，罗斯福还幻想着美国能独善其身。但是两年后，这一切都改变了。

1941 年 12 月 7 日，星期天，日本联合舰队袭击了美国在太平洋的军事基地珍珠港。日本以极小的代价击沉了几乎整个美国太平洋舰队——全部八艘战列舰，四艘被击沉，三艘被重创，一艘搁浅。另外日本还击毁了美国多艘巡洋舰和驱逐舰以及几百架飞机<sup>12</sup>。在这之后，美国马上对日本，继而是对德、意宣战，这都是大家熟知的史实了。这时，罗斯福总统开始过问铀裂变研究的进展了。美国一旦被人用刀架到脖子上，就会动员出巨大的战争能力，这一点在历史上被所有美国的敌人低估了。12 月 18 日，铀研究委员会召开了第一次会议，讨论使用核裂变做武器的可能性。当时大部分学者在加州大学，因此这次会议就在第一所加州大学所在地伯克利举行了。这次会议聚集了美国物理学界很多大名鼎鼎的人物，包括劳伦斯（Ernest Lawrence，1901—1958，1939 年诺贝尔奖获得

12

社会上流传着罗斯福明知日本可能偷袭珍珠港却故意不防范，通过苦肉计让国会通过了对日宣战的说法。这种说法没有足够的根据，因为如果稍微了解一些美国社会的特点就会知道：罗斯福如果知情而不防范，以两千多将士的生命换取国会参战，那么他会被认定有失职之罪而失去总统的职位。这种指责最初来源于罗斯福的政敌，但是因为没有根据，因此显得无力。一些小说家，剧作家和阴谋论者认为当时美国的三艘航空母舰不在港内，幸免被击沉的命运，说明罗斯福是知情的。但是在当时无论是美国还是日本都更看重的是具有重炮的战列舰，而不是没有在场地上使用过的航空母舰。实际上，日本联合舰队司令山本五十六当时知道美军的航空母舰不在港内，但是依然发动了袭击，因为他没有把这三艘母舰看得很重。另一个罗斯福不可能知情的重要证据是，当时日本联合舰队莫名其妙地放弃了珍珠港的第三次攻击而返航

了，以至于美国海军在珍珠港的储油罐没有爆炸，如果日本发动了第三次攻击，那么美国的珍珠港基地将完全被夷为平地，美国只能退守离珍珠港几千公里以外的圣地亚哥基地了，这样在几年内也很难在太平洋和日本进行战争。因此，罗斯福再使用苦肉计也不能冒着失去在整个太平洋上基地的危险。

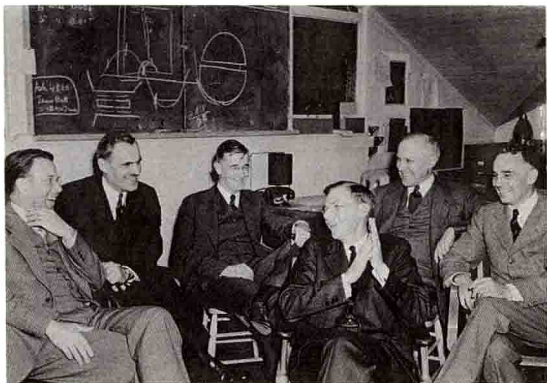


图 15.5 美国原子能计划的早期科学家参加伯克利会议（从左到右：劳伦斯、阿瑟·康普顿、布什、康纳特、卡尔·康普顿和卢米）

者，著名的劳伦斯实验室就是以他的名字命名的）、阿瑟·康普顿（Arthur Holly Compton, 1892—1962, 海森堡的同事，1927年诺贝尔奖获得者）、卡尔·康普顿（Karl Compton, 1887—1954, 阿瑟·康普顿的哥哥，麻省理工学院的校长）、万尼瓦尔·布什（Vannevar Bush, 1890—1974, 美国国家科学奖获得者）、康纳特（James Bryant Conant, 1893—1978, 哈佛大学校长）。在会上，大家认识到研制核武器的紧迫性，并且对主要的课题进行了分工。但是由于与会者主要是学者，大家的讨论还是偏学术，并未涉及制造真正可用于战争的原子弹这个工程问题。直到1942年5月，这个委员会的专家们才正式提交了研究核武器五项关键技术的建议书，并且提出了5400万美元的预算，这比两年半前给费米的第一笔经费增加了近一万倍。罗斯福总统收到报告后大笔一挥就同意了，他在报告书上只写了两个字“OK, FDR”，其中后一个是他名字 Franklin Delano Roosevelt 的首字母缩写。

### 第三节 难以完成的使命

但是，真正研制并制造出武器，可远没有实验室里实现一次核裂变反应那么简单。这是一件天大的难事，有很多关键性的问题，既包括理论性问题，也包括工程性的问题，从来没有人遇到过，更不用说解决了。虽然原子弹的原理很简单，就是前面说的链式反应，但是如何确保链式反应真的能够进行下去就是个大问题。虽然说一个快中子可以撞开一个

者，著名的劳伦斯实验室就是以他的名字命名的）、阿瑟·康普顿（Arthur Holly Compton, 1892—1962, 海森堡的同事，1927年诺贝尔奖获得者）、卡尔·康普顿（Karl Compton, 1887—1954, 阿瑟·康普顿的哥哥，麻省

铀原子核，并且释放出三个快中子，但是因为原子核的直径只有原子直径的万分之一左右，中子撞到原子核的概率，就相当于一个盲人往足球场上随便开一枪，恰巧命中了一个小拇指粗细的标准杆的概率。当然，如果铀金属足够“厚”，一个中子可以穿透很多铀原子，那么它撞上原子核的概率就大得多了。假如一个中子在速度衰减下来之前，有机会穿过一万层原子，那么撞到原子核的几率就上升为63%，这样链式反应就能进行下去了。因此原子弹中铀的体积必须足够大，或者说质量足够大。达到某个质量，链式反应就会自行进行下去了，达不到这个质量，则中子撞到原子核的几率很小，链式反应进行一会儿就停止了。这个质量在物理学上称为临界质量。至于这个“临界”是多大，没有人知道，这既不能猜，也不是多多益善，更遗憾的是，它也无法通过实验来解决，因为你不能把一堆纯铀堆在一起，看看堆到什么时候爆炸。因此，唯一的办法就是通过理论计算出来。为了解决这个问题，接下来美国研制原子弹最关键的人物罗伯特·奥本海默（Julius Robert Oppenheimer，1904—1967）登场了。他日后被称为“原子弹之父”，而后又成为了麦卡锡主义的牺牲品。而在这时，他还只是加州大学伯克利分校的理论物理学教授，当时由阿瑟·康普顿推荐，他负责解决原子弹中最重要的理论计算问题（快中子计算）。

至此，美国原子能计划从倡导到实施都是由科学家们在推动，他们不懂政治，更不懂军事，他们只知道要抢在战争狂人希特勒之前拥有这种武器。他们中间很多人是犹太科学家或犹太人的亲属，包括爱因斯坦、费米、奥本海默和西拉德等人，他们倡导和参与研制原子能武器完全是出于科学家的良知和责任感。

即使理论计算出链式反应能进行下去，也还需要大量的试验去证实，最好的试验办法就是建立一个“可控”的原子反应堆。为了实现可控，就得让反应堆里面的中子速度降下来，只有快中子撞击铀原子核时才会发生核裂变，速度较慢的中子撞击原子核是不会导致核裂变的，这样就能避免不可控的核爆炸。降低中子速度的物质被称为减速剂，而最佳的减

速剂材料是重水或纯石墨。不过，制造大量的重水和纯石墨并不简单，纳粹德国后来就是因为没有重水做试验而影响了核计划的进度。建造验证链式反应的核反应堆的任务交给了费米和康普顿，他们经过研究，决定采用纯石墨作减速剂，并开始研制世界上第一个原子反应堆。根据费米的设计，可以通过铀棒插入石墨块的深浅来控制这个反应堆中铀燃料的链式反应大小。这个反应堆和我们今天想象的核电站反应堆不同，它的输出功率非常小，只有 0.5 瓦，目的只是为了验证可控制的链式反应。但是建造这样一个小反应堆却是成本惊人。别的不说，光是作为减速剂的纯石墨就用了 40000 块，每块大约 10 公斤，即总重量 400 吨左右。要知道纳粹德国制造的减速剂重水，最多的时候也不过一吨多。石墨虽然便宜，但是纯石墨则非常昂贵，对比美国和德国核研究使用的减速剂数量，就可见美国原子弹工程的规模之大。顺便提一句，这些石墨不仅昂贵，就连当时搬运它们都是个问题。因为搬运石墨的机械非常复杂，当时还没有机械，只能用手搬，而它们的纯度非常高，石墨的粉尘会渗入人的皮肤，据当时的技术员讲“这些粉尘很难洗掉，洗完澡半个小时后，毛孔里又会渗出可恶的石墨粉尘”。这些工作大部分都是由大学的技术员和研究生完成的。

经过一段时间没日没夜的工作，到了 1942 年 12 月 2 日，距珍珠港事件近一周年，人类第一个核反应堆终于建成并开始工作了。费米亲自操控反应堆，这是人类第一次通过原子核裂变获得能量，虽然它当时的目的

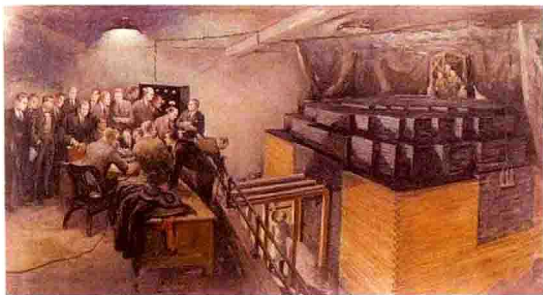


图 15.6 费米主持设计建造的第一个原子反应堆

是为了证实原子弹中链式反应的可行性，但却是今天所有核电站反应堆的鼻祖，为日后人类和平利用原子能奠定了基础。

除了理论和实验的问

题，制造原子能武器还有很多工程和生产的问题需要解决。首先，地球上天然的铀元素大部分都是无法进行链式反应的铀 238，只有不到 1% 的铀是可用于制造原子弹的铀 235。如果在原子弹中尽是铀 238，那么中子在撞到铀 235 的原子核之前可能先撞在不会发生核裂变的铀 238 上了，这样链式反应就进行不下去，因此原子弹中需要非常“纯”的铀 235。现在新闻里提到伊朗核问题时，经常讲到“浓缩铀”一词就是这个原因。由于铀 238 和铀 235 是同一种元素的同位素，化学性质一样，无法通过化学方法分离。在工程上，它们的分离是制造核武器的一大难题。当然，这个问题还是有办法解决的，我们后面再讲。

讲了这么多问题，是要说明制造原子弹在当时难度很大。而上述这些问题，不是把最优秀的科学家们集中在实验室里做试验就能行解决的，因为它取决于一个国家的工程水平和工业水平。用当时玻尔的话讲“这（指原子弹）绝不能实现，除非将美国变成一个巨型工厂”。但是玻尔忘了，二战时美国就是一个大工厂，连 IBM 都能制造机枪，还有什么不能做的。

为了把美国变成研制原子弹的“巨型工厂”，罗斯福和美国军方决定成立一个新的计划来研制核武器。这项计划最初的办公室在纽约曼哈顿的百老汇街，因此就被称为曼哈顿计划。考虑到研制核武器需要在一个保密而安全的地方进行，要搞很多基础建设，美国军方最终决定让一位会搞工程的将军担任总负责人。而后来的事实证明，这个人找对了。

#### 第四节 曼哈顿计划

如果没有曼哈顿计划，人们记得格罗夫斯（Leslie Groves, 1896—1970）这个人的唯一原因就是 他监督建设了美国国防部的五角大楼，当然前提是有人好奇五角大楼的监工是谁。而美国军方选中格罗夫斯来领导曼哈顿计划，恰恰是看中了他会搞基建这一点。但是格罗夫斯很快证明他不光会搞基建，而且识人有术、眼光长远。



格罗夫斯在上任前只是一名上校，职务是美国陆军工程局副局长，相当于中国的工程兵副司令。为了日后便于管理那么多世界顶级的科学家，格罗夫斯要求将他的军衔提升为准将。军方也批准了。这样格罗夫斯准将就上任了。

虽然原子弹还没有设计出来，格罗夫斯知道无论是研究还是制造原子弹都不能缺少铀矿石。于是他就在第一时间将放在纽约港的两千罐（1250吨）富铀矿石买了下来。大家可能很奇怪，纽约港怎么恰巧有这些宝贝呢？原来，在德国占领比利时前夕，比利时商人森杰尔（Edgar Sengier，1879—1963）就把他在刚果的富铀矿开采出来的铀矿石抢运到了美国，因为英国科学家们告诉他这些铀矿石最终会被用来制造消灭纳粹的武器。但是这批宝贝在仓库里一躺就是两年多，无人理会，现在它的买主终于来了。森杰尔很干脆，以400万美元的超低价把铀矿石卖给了格罗夫斯。



图 15.7 上了《生活》周刊封面的美国原子弹之父奥本海默博士

有了铀，也有了钱，接下来的关键是要找到人。在美国几乎全部获得过诺贝尔物理学奖和化学奖的科学家都已上阵了，只有爱因斯坦是例外，爱因斯坦当时在从事另一项军工研究——弹道轨迹的研究。大部分科学家的精力都用在了分离和制造可用于原子弹的核材料上。费米在此之前已经开始负责建造用于研究铀特性的反应

堆，后来他和康普顿又接受了一项新的重要任务，制造核材料钚 239。劳伦斯负责建立大型加速器分离铀 235 和铀 238。但是现在还缺一个研制原子弹本身的技术总负责人。

格罗夫斯选定了颇有争议的物理学家奥本海默。奥本海默当时非常年轻，而且没有得过诺贝尔奖，但是在物理学界的名气却不小。他是一位公认的天才，精通八种语言，被认为是少有的在物理学各个领域都有非凡造诣的人。从技术水平来讲，奥本海默足以胜任这一职位。但是他之前并没有管理经验，更让一些人不放心的是，他有明显的共产主义倾向，他的诸多亲戚，包括他哥哥和前女友都是共产党员。曼哈顿计划当年在美国是超级机密，了解其全貌的人少之又少，因为美国当时非常害怕核计划泄露出去，尤其害怕技术被苏联人掌握。即使在罗斯福的内阁，也只有陆军部长史汀森和罗斯福本人知道，连后来的副总统杜鲁门都所知甚少。如果将这样一个绝密而且事关今后国家安全的计划交给一个政治上可能靠不住的人，确实有很大的风险。另外，奥本海默我行我素，早年在剑桥大学读书时，就爱闯祸<sup>13</sup>。而且他在领导曼哈顿计划后，还跑去见了他那位共产党员前女友。因此，联邦调查局一直在监视他。当时，陆军情报部门是反对将这项最保密也是最重要的任务交给奥本海默的，但是格罗夫斯还是力排众议，任命他为曼哈顿计划的副主任。

奥本海默建议，要想在德国人之前研制出原子弹，必须将所有科学家集中在一起工作，而不是像先前那样分别在各自的大学做研究。格罗夫斯采纳了他的建议，并且按照奥本海默的提议，将实验室建在了新墨西哥沙漠中一个偏远的小镇洛斯阿拉莫斯。这里既安全保密，又便于将来进行核试验。奥本海默之所以知道有这么一个大家都没听说过的小镇，是因为他曾在那里养过病。从这件事上看，格罗夫斯对奥本海默可谓言听计从。

洛斯阿拉莫斯这个小镇一下子热闹了起来，世界上最优秀的科学家包括费米等陆续来到了这里。但是一支军队光有将没有兵是不行的，可这支部队

## 13

加拿大作家马尔科姆·格拉德威尔 (Malcolm Gladwell) 在《异类》一书中对他在剑桥的生活有详细描述。



图 15.8 藏在美国山沟里的洛斯阿拉莫斯实验室

#### 14

实际上大部分科学家和工程师猜到了要从事什么工作。

招兵却很难，因为他们们在招聘时不告诉人家做什么，而且要搬到沙漠中的不毛之地去。不过，奥本海默利用实验室里这些大牌科学家的名气，还是招到了近千名科学家和工程师<sup>14</sup>，外加 3000 名工程兵，但是这些人依然不够用。格罗夫斯和奥本海默接下来得感谢希特勒，他不断地把欧洲富有正义感的科学家往外推，这些人辗转来美国后，不少人都加入了曼哈顿计划。

#### 15

奥本海默出生于一个非常富有的家庭，他们家族除了在美国有相当可观的生意外，光是收藏品就价值不菲，至少有三幅梵高的作品，大量印象派的作品和毕加索等人的作品。

但是，美国军方和联邦调查局对奥本海默的监视和审查一直没有停止过。由于不被信任，奥本海默甚至接触不到一些机密文件。这让他非常痛苦，但是奥本海默选择了忍受，继续忘我地工作着。支持他的信念是，自己的工作将从希特勒武力下解救无数的生命。奥本海默本人是第二代犹太移民，出生在美国，但是他的很多亲属、朋友和过去的同学依然在欧洲，受到希特勒和纳粹的迫害。虽然他不是共产党员，但是他有强烈的左派自由主义倾向。他反对法西斯主义，在资金上支持过西班牙共和国反对独裁者佛朗哥。他做这一切显然不是为了钱，因为他一辈子的工资还不如他家一幅藏画值钱<sup>15</sup>。从后来他和他的助手爱德华泰勒在研制氢弹问题上的争论看，他也不是一个追逐名利的人。唯一支撑他忘我工作的原因，就是要在纳粹德国之前研制出原子弹。

在奥本海默处境艰难的时候，格罗夫斯给予了他充分的信任。格罗夫斯怀疑过其他科学家，但是从未怀疑过奥本海默，而且他一直坚信只有奥本海默才能领导科学家们最终做出原子弹。作为军方的工程人员，格罗夫斯深知武器的研制不比一般的科学研究，它不仅要求领导者有实际的设计能力和一般意义上广博的知识，而且需要对化学、金属学、武器和工程制造有全面的了解。这样的人除了奥本海默，很难找到，另外，在奥本海默身上具有一种其他科学家不具备的优点，就是超出凡人的雄心

以及不达目的绝不罢休的韧劲。

奥本海默的同事和下属对他的评价也非常高，他们都认为他是最好的实验室主任，了解实验室的几乎每一项发明。他的同事，也是他在德国哥廷根大学的师兄弟、著名物理学家韦斯科普夫（Victor Weisskopf, 1908—2002）曾经这样介绍奥本海默在洛斯阿拉莫斯的工作：“奥本海默亲自指导着从理论到实验的各项工作，他能迅速把握各项任务的关键所在，他不是办公室里发号施令，而是亲临现场做决策。他从实验室到会议室评估和决策每一个想法。有些时候他是方案的提出者，有些时候他不是，但他依然影响着这些方案。他几乎无处不在，让人感觉他在直接指导每一位下属的工作。他用自己的表率作用营造了实验室高昂的士气。”就这样，在格罗夫斯的支持和所有人的努力下，洛斯阿拉莫斯实验室的工作进展迅速。其间奥本海默也在不断调整原子弹的设计方案，直到1945年初才最终确定下来。

就在奥本海默等人夜以继日地研制原子弹时，为原子弹提炼核材料的工作也紧锣密鼓地进行着。经过对比各种方案和前期试验，曼哈顿计划最终确定了两条腿走路的方案。第一方案是用电磁离心分离机（一个大型的回旋加速器）分离铀 235 和铀 238，这项工作由劳伦斯等人负责，电磁分离的方法成本非常高，但是比较有把握，同时美国还尝试了另外两种分离铀 235 的方法。第二方案是用中子轰击铀 238 产生一种新的放射性元素钚 239，由费米等人负责，这种方法效率较高，但是需要建造大型的反应堆。我们今天建设一个加速器或者核反应堆都需要很多年，而在当时根本没有建设这些工程的经验，却要在很短时间里完成，难度可想而知。格罗夫斯深知除非动员全美国的力量，否则这项工程无法完成。他除了把很多大学和研究所圈进曼哈顿计划，还把很多大公司也拉了进来，它们包括著名的贝尔电话公司（AT&T 的前身）、标准石油公司（Standard Oil）<sup>16</sup> 和杜邦公司等等。

16

今天埃克森美孚石油公司的前身。

曼哈顿计划的耗费超出一般人的想象。格罗夫斯当年的工资是每月 600 多



图 15.9 劳伦斯（左）向奥本海默（右）演示控制加速器

美元，但是他每天却要花掉上百万美元，这还不包括非经常性的巨额花销。为了建造大型的回旋加速器，需要一个巨大的磁场线圈。劳伦斯设计的这个线圈每个高达 80 米，要用到大量的铜。而当时美国已经几乎把所有的铜

都用于了军工，再也无法提供这么大量的纯铜。劳伦斯想尽了办法也无法解决这个问题。最后他想出了一个很疯狂的点子，采用比铜导电性能更好的纯银做线圈的导线。劳伦斯将这个疯狂的想法告诉格罗夫斯，后者马上安排他的助手尼古拉斯去和财政部商量。尼古拉斯找到财政部副部长贝尔，说明来意，却拒绝透露用途，只是强调这是战争需要。“要多少？”贝尔问，“6000 吨。”尼古拉斯答道。我不知道当贝尔听到这个数字时是什么反应。他用略带不满的口气讲“年轻人，你要知道国库是使用盎司（两）来计算银子的”。尼古拉斯保证战后这些白银会如数归还。当时美国国库一共只有 47000 吨纯银能动用，而曼哈顿计划最终用掉了 14700 吨白银。这些白银直到 1970 年才全部归还国库。

为了知己知彼，格罗夫斯也在不断了解德国人的进展。在二战后期，美国派出了一个代号为阿尔索斯的情报小组，追踪德国人的核计划和核基地（因为在盟军的打击下，德国的核基地经常搬家）。最后，同盟国的特工在德国的一个小镇海格尔洛赫找到了德国人的地下核试验室，结果令他们大失所望。原来，这不过是简陋的地下室，只有三间房，里面有个“很土”的反应堆。一共只有作为减速剂的半吨重水，和几十根绳子拴着的几百块小铀块。和美国浩大的曼哈顿工程比，这只能称得上是小孩搭的玩具。根据被俘德国科学家的介绍，他们的核计划还完全停留在

探索阶段，而第一个目标只是利用核反应为能源日益短缺的德国提供能源，至于制造核武器，那还差得远呢。

德国是最早发现核裂变的国家，也是最早开始核计划的国家，他们有包括海森堡等人在内的世界上最优秀的科学家，在1944年以前他们占据着欧洲大片领土并且控制着铀矿在内的大量资源。那么为什么他们不仅没有造出原子弹，而且离这个目标非常遥远呢？

## 第五节 德国的核计划

20世纪初，德国在物理学上曾遥遥领先，在二战之前，他们拥有世界上最多的诺贝尔奖获得者，特别是在核物理研究方面拥有像海森堡、盖革（Johannes Wilhelm Geiger, 1882—1945）、博特（Walther Wilhelm Georg Bothe, 1891—1957）和哈恩这样的优秀人才。作为首先发现核裂变并且拥有大量铀资源的国家，作为一个具有良好的组织传统并且全民对科学研究都有兴趣的国家，德国却未能在世界上首先制造出原子弹，其中的原因是非常复杂。这也是历史学家和剧作家们喜欢谈论的话题，总结一下最流行的观点，有这样几个：

- 第一，希特勒对这种需要长期投入而不能预见结果的研究没有耐心；
- 第二，英国人成功地炸掉了纳粹德国在挪威的重水工厂；
- 第三，海森堡等科学家有非常高的道德水准，有意拖延；
- 第四，德国没有像美国那样搞一个专门的工程（曼哈顿计划），而是让科学家们各自为战。

我们先不做评论，而是看看德国核计划具体实施的过程。

纳粹德国在入侵波兰以后，马上开始了第二次核计划，并且由陆军直接领导。它的参加者都是些大名鼎鼎的人物，包括哈恩、瓦尔特·博特（Walther Bothe, 1891—1957，诺贝尔奖获得者）、霍夫曼（Gerhard



图 15.10 德国著名物理学家海森堡曾经参与德国核计划

Hoffmann, 1880—1945) 和海森堡等人。但是德国人从来没有美国人那样的紧迫感，这或许和他们早期在欧洲战场上进展太顺利有关。在战争开始不久，古德里安 (Heinz Wilhelm Guderian, 1888—1954) 的坦克部队就按照曼施坦因 (Erich von Manstein, 1887—1973) 制定的计划横扫西欧，很快打败了被希特勒评价为具有欧洲第一陆军美称的法国。1941年6月，他们移师苏联，在半年内让苏联损失了近300万兵力。但是有些时候塞翁得马，焉知非祸。

德国陆军相信他们的铁甲部队可以很快结束战争，对那还八字没一撇的原子能武器不感兴趣。于是在1942年放弃了对核计划的控制，任由科学家们自由发展。到这时为止，整个德国只有几十名科学家全时服务于核计划，加上几十名半时人员，他们分成了几个课题，独自进行研究。而此时，美国的核计划已经聚集了几百人，正在紧锣密鼓地进行着。

到了1942年的6月，德国的核计划又转由戈林的空军领导，事实证明这个决定大错特错。戈林其人非常短视，除非马上能用于战场的东西，他都不投入力量搞研究。更要命的是，核计划的目标是制造武器还是为德国提供能源也没有搞清楚。核计划的主要领导者是核物理学家德伯勒和舒曼。其中舒曼又是政府官员，他的作用相当于曼哈顿计划中的格罗夫斯。但是这位著名作曲家的孙子和他爷爷一样酷爱音乐，物理学家们嘲笑他只会奏“军事音乐”，盖世太保也发现了他的不胜任和科学家们对他的不信任，但并未采取任何措施。

虽然遇到了种种困难，不过科学家们还是在自觉开展核研究，尽管一直停留在实验阶段。1942年5月，海森堡的小组在一个实验反应堆上测到的中子强度比其放在反应堆中间的中子源强度提高了3%，证明“产生的中子比吸收的中子要多”，但它并不是真正的链式反应堆，和同期费米等人在美国的工作相距甚远。而就是这个反应堆还在不久之后的一次事故中毁掉了。

和美国的核计划得到了世界上很多科学家鼎力相助不同，德国的核计划成为欧洲抵抗力量要摧毁的目标。纳粹在欧洲的暴行激起了各国人民的反抗，有道是失道寡助，这很快就在纳粹德国身上应验了。在德国占领挪威之后，很多不愿意做亡国奴的挪威人流亡到了英国，并且参加了反抗德国人的各种行动。德国核计划中用作减速剂的重水恰巧就在挪威的一个水电站制造。英国特工部门军情五处（MI5）为了破坏德国的核计划，招募挪威流亡人士组成敢死队，潜回挪威，在1943年初以极大的代价炸毁了重水工厂和已提炼出来的宝贵的重水。当德国人将它修复后，美国空军于1943年12月又将它炸毁，而正运往德国的重水也被英国情报部门再次炸毁。这一段故事后来被搬上了银幕，1965年由安东尼·曼导演，柯克·道格拉斯等人主演的《雪地英雄》再现了当时这惊心动魄的一幕。后来，德国在本土建设重水工厂的计划也落了空，致使核研究失去了重水来源。

到了1944年，德国本土到处是盟军的轰炸目标，1944年2月，哈恩在柏林的化学研究所遭空袭破坏。为了避开空袭，当局下令将科研机构全面从大城市撤退，在德国南部建立一个新的科研基地。哈恩的化学研究所搬到了美因茨（Mainz）；海森堡的物理研究所搬到了赫津根（Hechingen），并在附近的海哥劳赫（Haigerloch）开始了新的反应堆实验；而化学家哈特克（Paul Harteck，1902—1985）曾在气体离心分离法方面取得一些进展，并造出了几台原型机，但是为了躲避空袭，这些研究小组不得不经常搬迁，根本无法大规模地生产离心机来提炼核材料。



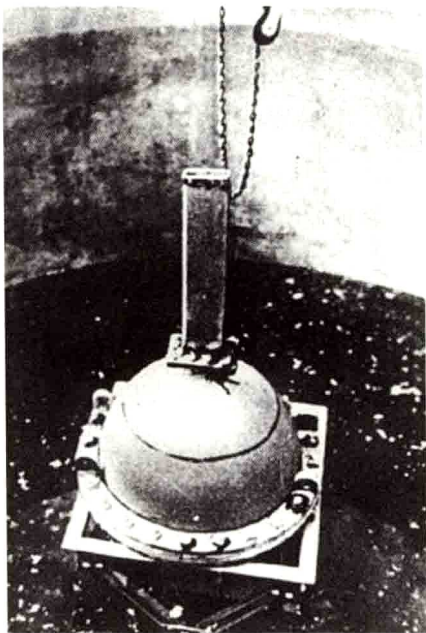


图 15.11 海森堡简陋的核装置

德国的科学家们对外界的情况几乎一无所知。在战争末期，为了破坏德国人可能的核设施和防止核科学家落入前苏联人手里，美国的阿尔索斯情报组深入德国展开仔细搜寻，找到了一些德国科学家以及核设施的痕迹，事实表明德国的核研究离实用还差得很远。但是美国人还不放心，他们坚持一定要找到海森堡。最后他们如愿以偿了，不仅找到了海森堡而且确信海森堡等人的研究工作离原子弹还相差甚远。而令他们吃惊的是，海森堡还以为德国的工作远远领先于美国。

二战后，许多当事人与历史学家对此都作了分析和反思，提出了很多不同的看法。例如海森堡认为失败有两个原因：德国的短期军事研究的影响，以及原子核研究超出了德国科学技术研究的能力。而阿尔索斯行动的一些参与者则认为有这样几个原因：其一，德国物理学家骄傲自满；其二，纳粹迫害非日耳曼裔的科学家，严重损害了科学研究；其三，纳粹对科学组织的严密控制，使得科学家之间各自为战；其四，过分地依赖“大科学家”们，使得研究过于理论化。但是这些当事人所说的问题同样也应该适用于德国火箭的研究，而事实上冯·布劳恩（Wernher von Braun, 1912—1977，德国火箭之父，他的故事我们后面还会仔细讲）等人在战时的工作却远远领先于同期的美国人和苏联人。因此，除了这些原因，还有更深层的因素。

**第一是综合国力的比拼，德国远不如美国。**

这其实不用多讲了，我们在前面介绍曼哈顿工程多么浩大、开销多么大

就知道了。美国本土除夏威夷外在二战时没有受到任何攻击，美国本身又是个资源非常丰富的国家。它的战时机器一旦被动员起来，潜力超过当时所有国家的想象。在二战期间，美国是唯一在太平洋和大西洋战场同时投入重兵的国家，但是这期间制造和改建了100多艘航空母舰，建造的军舰总吨位达3300万吨，还制造了32万架飞机，10万辆坦克。美国的钢铁产量几乎抵得上世界其他国家的总和，而原油产量超过世界所有其他国家总和的三倍<sup>17</sup>。

17

<http://dwz.cn/170pz>

在人类第一次研制原子弹时，很多问题的答案都是未知的，比如说怎么浓缩铀，用什么作减速剂。美国的做法是各种可行的方法统统试验一遍，这实际上就是拿人力、资源和金钱换时间，因此在战争期间，只有美国承担得起研制原子弹这样庞大的工程。后来在美苏太空竞赛中，美国也是采用类似的方法，通过人力、物力和财力赢得了竞赛。

## 第二是得道多助，失道寡助，缺乏足够多的专业人士。

美国的曼哈顿计划，得到了全世界很多科学家的帮助，包括很多从欧洲甚至德国来到美国的科学家，比如费米、西拉德和泰勒等人的帮助。曼哈顿计划实际上还是一个庞大的国际合作项目，英国和加拿大也积极参与其中。而德国方面，由于纳粹对犹太科学家的迫害，大量优秀科学家只得逃离德国甚至欧洲，导致核研究方面人才匮乏。在希特勒1933年上台后，爱因斯坦等科学家被迫离开德国，这一年共有20名诺贝尔奖获得者离开德国。到了二战前夕，有大约四成的大学教授失去了他们的职务，而这些职务大多数却落到了不学无术的纳粹分子手里。

另外，由于纳粹的暴行在欧洲激起了民众的反感，因此虽然在它占领荷兰、法国和丹麦等国家后，这些国家还有相当一部分优秀的科学家，但是他们不仅不愿意参与德国的核计划，还把自己的研究成果送给盟国。法国著名核物理专家约里奥·居里（Jean Frédéric Joliot-Curie, 1900—1958）和伊莲娜·居里（Irene Joliot-Curie, 1897-1956）夫妇，就是典型的例子。这一对居里夫妇是著名物理学家居里夫人的女婿和长女，他

18

约里奥·居里在二战后担任世界和平大会的主席，主张全面销毁大规模杀伤性武器。

们获得过1935年诺贝尔化学奖，并且两次和诺贝尔物理学奖失之交臂（中子和正电子的发现），是当时欧洲顶级的核物理专家。他们在法国参与链式反应和核反应条件的研究，成功利用铀和重水实现可控核裂变的核反应产生能量。爱因斯坦称他为链式反应的主导科学家之一。但是约里奥·居里是一位和平主义者<sup>18</sup>，他不仅没有帮助纳粹，而且还加入了法国抵抗运动，不断向盟国提供情报。

研制原子弹是一项规模庞大而复杂的科学研究，不但需要有高质量的科学家，而且需要有足够数量的研究人员。德国虽然有一个很小的由顶尖科学家组成的核心群体，但是缺乏一个由足够数量科学家组成的梯队，尤其是精力旺盛的年轻人。在美国参加曼哈顿计划的大部分年轻人来自于大学。在德国，二战前很多大学相比美国毫不逊色，在著名物理学家阿诺·索末菲（Arnold Sommerfeld，1868—1951，海森堡的老师）领导下，慕尼黑大学是当时出色的原子研究中心。1935年，索末菲准备退休，他和其他学者都想让海森堡作为接班人，但是遭到纳粹的拒绝，并且最终这个职位交给了一个纳粹分子，从而断送了这个研究中心。在大学里，纳粹党最热衷于在青年学生中进行煽动和征兵，他们成功地鼓动了大批德国年轻的研究人员和学生到战场上扛枪打仗，后方的科学研究当然也就开展不起来了。

到1945年，美国的曼哈顿计划聚集了几千名科学家和工程师，而德国因为没有人帮忙，能投入的人力连十分之一都不到。不仅如此，德国的核计划还遭到了欧洲抵抗组织的破坏。挪威人帮助破坏德国的重水工厂就是很好的例子。这样一来，德国的核计划就变得遥遥无期了。

### 第三是纳粹对核研究工作的组织工作不得力。

德国没有像美国那样搞一个目标明确、集中管理甚至集中工作的核计划，而是把任务分配给主管科学家，让他们各自进行。这些科研小组之间的联系也比较少。曼哈顿计划的总负责人格罗夫斯是一位讲究效率的军人，他从一开始就按照做工程的方式，而不是搞研究的方式管理这个计划，并最终制造出了核武器。德国的核研究是靠一种对科学的爱好（科学家们）

和没有基础的政治狂热（纳粹分子们）而开展起来的。负责人舒曼除了物理学外，兴趣全在“军事音乐”上。另一位负责人埃索开始时对核研究很热情，后来觉得细菌武器可能见效更快，在1942年以后，就转到细菌战的研究上了。在最高决策者的支持上，德国也远不如美国，希特勒喜欢大规模杀伤性武器，但是没有耐心，希望六个月就能用于战场（这根本不可能）。后来直接主管核计划的戈林，虽然在支持飞弹研制上可圈可点，但是对核研究却没有真正的兴趣。有人认为，如果德国及早地由军需部长斯皮尔领导核研究的话，进展不至于如此缓慢。

著名物理学家杨振宁教授就物理学家个人对核计划的影响问题，曾经说过这样的话：“我觉得哈恩与海森堡都是大学者，可是他们的能力和兴趣与解决设计原子弹所需要的能力和兴趣是不相同的。而费米、培尔斯、泰勒、贝特、西拉德等人的能力和兴趣，对解决设计原子弹过程中的问题却特别起作用。”从这点来看，说明美国把科学家的兴趣和实际的原子弹研制结合得更好，而德国人没有做到这一点。

纳粹德国在战争初期进展顺利，认为胜利会马上到来，于是将大部分生产和科研转到直接为战争服务的轨道上，没有做好长期战争的准备。在战争后期，战事不利，又希望能靠新武器扭转战局，但德国的工业却再也负担不起反应堆的建造和原子弹的研制任务了。整个战争期间，全德国只有一台回旋加速器，在战争快要结束时，才在海德堡的医学研究所开始运转。由于试验相当不充分，海森堡计算出的原子弹所需的临界体积比奥本海默的计算结果（实际的数据）大很多。这种失误让德国人误以为原子武器不可实现，转而研究利用原子能提供能源。

#### 第四是科学家们的思想混乱、心理矛盾。

这是一些历史学家和大量剧作家最爱找的原因，认为包括海森堡在内的大量德国科学家在研究原子弹方面其实是在消极怠工。其中在1941年底发生的一件事情让历史学家和剧作家产生了无限的遐想。那次，海森堡受玻尔的邀请来到已被德国占领的丹麦。玻尔邀请海森堡访问哥本哈根

的目的和后来证明的实际情况都是做学术报告。但是由于海森堡敏感的身份，以及玻尔在后来对推动曼哈顿计划的作用，很多历史学家都认为他们谈到了原子弹，有些剧作家甚至把海森堡描绘成道德水准超群的科学家，并在暗中帮助盟国。BBC 曾经拍过一部电视剧，在剧中海森堡将一个写了字的小纸条悄悄交给玻尔，暗示德国在搞原子弹。而在所有戏剧中，获奖作品《哥本哈根》的影响最大，在剧中两个顶级科学家讨论了核反应堆、铀裂变等等，还谈论了战争时期个人为国家履行的责任和义务等等。而事实上，根据两位科学家后人公开的材料看，他们当时可能除了学术，什么都没谈。因为他们的会面是在纳粹的严密监视之下进行的。而至于海森堡，他也没有觉得为纳粹德国进行核研究有什么不对。

海森堡等人一方面或多或少地受到原子弹的道德问题的困扰，并且怀着对希特勒和具体组织者的不信任，另一方面却努力工作，希望自己能最早造出这种武器。一些科学家还很自信地认为，如果德国造不出原子弹，其他国家就更没有希望。1943 年 12 月 16 日，盖拉赫在给希特勒的助手的一份报告中写道：“我确信，尽管我们得到了比美国人较少的帮助，我们目前在研究和发展方面还是比美国人领先很多。”

当美国宣布它成功地在日本投下了原子弹时，德国参与核研究的重要科学家们的反应是极为复杂的，有反省、悔恨，也含有自我安慰。哈恩听到这个消息后，居然神志十分不清。他说，他感到自己对这次几十万人的死亡负有责任，因为有了他最初的科学发现，原子弹才有可能被制造出来。他还对迈特纳说，当他最初看出自己的科学发现的全部潜在可能性时，他曾经想要自杀。现在这些可能性都已成为事实，他感到自己应该受到责备。对于许多战时参与过核研究的德国科学家来说，在知道别人已经成功地完成了他们没做成的工作之后，痛苦的心情总是自觉或不自觉地困扰着他们。海森堡悲叹自己没有为德国的核计划贡献出像冯·布劳恩贡献给 V-1 和 V-2 火箭一样多的力量，他说：“如果我们这些进行过这方面工作的教授，连他们是怎样获得成功的都搞不清楚，我认为这是耻辱。”就是在这样非常矛盾的心理状态下，德国科学家们度过了

他们的二战时光。而同时期在美国的科学家，都一致认为他们是在为终结希特勒这个独裁者的崇高目标而工作的，两边的士气和积极性立见高下。

在二战期间，原子弹这种人类历史上最厉害的武器研制在两个敌对的阵营内独立进行着，并以德国的失败和美国的成功而告终。这对德国的科学家们来说可能是一个耻辱，但对于整个世界来说，则是一大幸事。

## 第六节 潘多拉的盒子被打开了

虽然爱因斯坦很早就预见世界上最大的能量所在，而且德国人和美国人都证实了这一点，但是没有人知道利用原子核裂变的质量损失产生的能量毁灭性到底有多大。直到1945年7月16日这一天。

头一天早上，奥本海默像往常一样离开家，他显得很平静，只是和她妻子讲，“如果成功了，我就打电话告诉你把床单换了”。他来到新墨西哥州沙漠中的白沙试验场<sup>19</sup>，距第一颗原子弹试爆点大约9公里处。几天前，他亲自监督了世界上第一颗原子弹（代号三位一体，Trinity）的组装，现在它被架在了三十多米高的铁塔上。原子弹本来预定在凌晨4点引爆，但是临近引爆时，忽

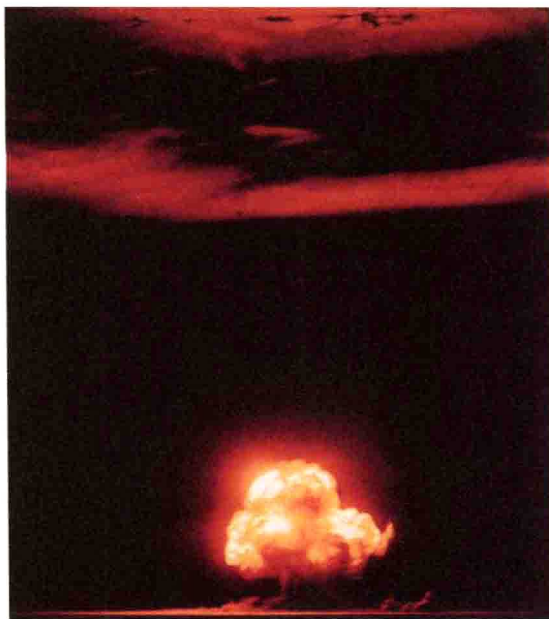


图 15.12 世界上第一颗原子弹三位一体爆炸

19  
现已改名为白沙导弹实验场，但是当时美国还没有导弹。

然风雨大作，而且风是向几十公里外的居民区刮去的，核爆试验只好推迟到五点半。

曼哈顿计划的负责人格罗夫斯和众多科学家包括费米则在离核爆地点 16 公里外的观测点等候。没有人知道它能否成功，威力如何。科学家们打起赌来，他们猜测这个原子弹的威力从 0（完全失败）到 4.5 万吨 TNT 当量不等。5 点 29 分，一位物理学家引爆了这颗原子弹。刹那间，黎明的天空顿时闪亮无比。“比一千颗太阳还要亮”，这是当时在场的人们的描述，日后也成了记述关于曼哈顿计划传记的标题。在场的每个人对当时的描述都不尽相同，这些描述可以从任何关于核爆炸的描述中找到，但是大家有一点感触是相同的，就是它爆炸的威力超出了所有人的想象。奥本海默当时讲“我

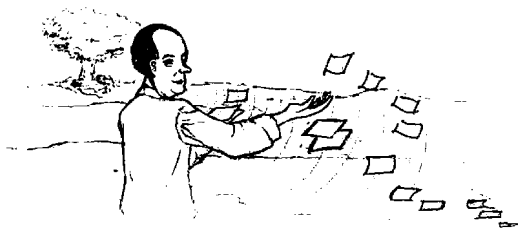


图 15.13 费米用纸片估算第一颗原子弹所释放的能量

们都成了婊子养的”、“我成了死神”，远在十几公里外的费米扬起了一些纸片，最早估算出其爆炸当量在 1 万吨 TNT 以上。很快，精确的结果出来了，爆炸当量近 2 万吨 TNT。

科学家们知道他们打开了潘多拉的盒子，而这种武器的威力可能毁灭人类自身。于是他们对原子弹的态度来了一百八十度转弯，建议美国政府不要使用这种武器。西拉德和玻尔这些当年倡导原子弹计划的科学家成了最坚决反对使用原子弹的人。但是政治家和军人们的心思却不同。

到了 1945 年夏天，日本不仅没有一点投降的迹象，而且还在做“一亿国民总玉碎”的垂死挣扎。别无选择，盟国只好准备进攻日本本土，并且为此已经制定出落日行动（Operation Downfall）。落日行动包括两个部分：奥林匹克行动（Operation Olympic）和小王冠行动（Operation

Coronet)。奥林匹克行动计划于1945年10月实施，目标是占领九州岛南部三分之一左右的领土，使之与已经占领的冲绳成为下一步进攻的主要基地。小王冠行动则计划于1946年春天实施，目标直指逼近东京的关东平原。日本军部对于入侵的可能方向也作出了精确的判断，并相应地谋划了本土防御作战计划——“决号作战”，欲倾日本最后之全部国力，而不打算为任何可能的后续作战计划留存余裕。虽然对日决战最终没有付诸实施，但倘若果真实施，参战双方必将付出巨大伤亡。视日本一般民众的抵抗程度如何，盟军的伤亡估计约数百万，而日本军民死伤则可能逾千万。注意，这些伤亡的估计是在雅尔塔协议之后，考虑到苏联出兵的因素。

1945年初，美国做好了决战日本的准备，并且决定了在必要时由麦克阿瑟统一指挥全部盟军的部队。美国对这次决战的艰巨性有充分认识，准备一直打到1947—1948年。考虑到伤亡数量将是惊人的，美国事先制作了50万枚紫心勋章，准备授予伤亡的军人。事实上这些勋章至今还没有发完。

但是有了原子弹，情况就不同了。这种超级武器不仅可以让美军伤亡降到极低，而且可以震慑日本国民。要知道，当时日本国民几乎都支持战争。自从第一颗原子弹试验成功，当时的美国总统杜鲁门在和军方磋商后就决定用在日本战场上，以便尽快结束战争。

美军选定了几个尚未被轰炸过的城市作为原子弹的投掷目标，它们分别是广岛、小仓、长崎等。投弹的任务交给了空军第509混成大队。为了确保万无一失，这个飞行大队在很多天里就练习一个动作，带一颗大炸弹飞到日本城市的上空，扔下去，飞回来。8月6日，真正的任务开始了，参加轰炸的7架飞机，1架为原子弹载机，由大队长蒂贝茨（Paul Warfield Tibbets, Jr., 1915—2007）亲自驾驶。那天天气很好，广岛上空的能见度很高，509飞行大队没有遇到任何炮火的袭击就将代号为“瘦子”的原子弹成功投到了广岛市区。原子弹爆炸的惨象就不必描述了，它的爆炸当量是2万吨TNT，相当于东京大轰炸的八倍，造成了7万多人死



亡和 10 多万人受伤。第二天，苏联就在东北出兵了。

广岛的毁灭给日本朝野带来极大震动，以东乡外相为首的几名内阁成员，建议日本接受《波茨坦公告》投降（他们自己称为终战）。但是日本军方却激烈反对，认为日本军队士气高昂，数百万军队渴望决一死战，而即使政府宣布停战，日军也可能拒绝投降。两派意见相持不下，美国不得不投下了第二颗原子弹。这次投掷原本的目标是小仓，但是投掷的过程非常不顺利，先是油箱故障，部分燃油无法使用，接下来遇到天气问题和地面炮火攻击的问题，509 航空队不得不临时决定将原子弹“胖子”投到了备选城市长崎。这颗原子弹当量更大，但是好在长崎三面环山，损失来得比广岛小些。

就在长崎遭受原子弹袭击的同时，日本在中国东北的几十万关东军，也被前苏联的百万铁甲军碾成了齑粉，迫于各方压力，日本天皇决定无条件投降。日本国民（不仅仅是军人）在这次战争中给全世界很多国家带来了无穷的灾难，最后也使广岛和长崎遭受了可怕的原子弹袭击。

对于当时是否应该使用原子弹，从一开始就有争议。科学家们的态度就不用讲了，即使是历史上被日本侵略的一些国家，日后因为意识形态的影响，都一度甚至至今仍谴责美国使用核武器。今天，当第二次世界大战日渐久远，而被侵略国家经历过二战痛苦的当事人渐渐死去的时候，舆论更加倾向于美国在二战末期不应该使用原子弹。不知道是什么原因，或许是日本人很有效的宣传，全世界对广岛和长崎原子弹的受害者的同情远远超过了对被侵略国家无辜死难的贫民的同情。从 1945 年到 2006 年蒂贝茨去世前，不断有记者问这位当年投下第一颗原子弹的机长是否良心有所不安。蒂贝茨每次回答得都很干脆“使用原子弹的决定是正确的”，“我每天晚上都睡得很好”。我想，如果记者们用这个问题去采访参加过太平洋上硫磺岛之战<sup>20</sup>的美国老兵们，他们得到的答案会是相同的。

在当时，无论从军事还是政治上考虑，使用原子弹都是将参战双方的死亡人数降到最低的方案。但是从更长的历史时期来看，人类打开了潘多

20

美国在太平洋战争时期进行的最惨烈的一场夺岛战争，美军死亡 6821 人，伤 19217 人，超过了日方的死伤人数。

拉的盒子毕竟不是一件好事，核武器从此成了政治家和独裁者们互相讹诈的工具，而人类从此生活在恐惧中。或许从更长远的角度来看，当时科学家们坚决反对使用核武器的理由是对的。当然，他们没有最终的决策权。他们那一代人，一直对原子弹带来的灾难感到不安。爱因斯坦自认为倡导研制原子弹是他一生犯下的最大错误，后来签署了呼吁不使用核武器的罗素-爱因斯坦宣言。玻尔心灰意冷回到了丹麦，西拉德等一大批物理学家干脆改行研究生物去了，这导致了后来生物学的快速进步。

从客观上讲，原子弹没有改变二战的结果，但是加快了它的结束。科学家们的建议在当时无疑是正确的。因为没有人预见得到德国的核计划搞得那么失败，以至于美国其实并不需要搞。当时，哪怕是最乐观的美国人 and 苏联人也想不到在战争初期横行一时的德国和日本到了1943年就开始走下坡路了，倡导美国研制原子弹，无疑是科学家们根据当时的信息做出的最正确的判断，而杜鲁门同意使用原子弹，在当时也是正确的。要知道，战争每延长一年，中国的军民就会死亡250万人，是广岛和长崎死亡人数的15倍左右。

介绍曼哈顿工程和第一颗原子弹的书籍非常多，最有名的一本当属《比一千个太阳还亮》，非常好看，不过遗憾的是，这本书更像小说而不是史籍，里头错误很多。另外一本是当事人格罗夫斯的回忆录《现在可以说了》，里面介绍了曼哈顿计划的很多细节。

## 第七节 原子能的和平使用

爱因斯坦指出了人类最大的能量所在，迈特纳和哈恩发现了核裂变，费米等人通过可控核裂变获得了能量。原子能本身是客观存在的东西，利用它造福人类还是毁灭人类，这都要看人类自己了。

爱因斯坦等人其实为人类找到了迄今为止能够实现的最清洁、最便宜和最安全的能源。从长远来看核聚变是最清洁而且取之不尽的能源，虽然在近期内人类还无法利用好这种能源。核能也是至今唯一能够全面取代

传统能源的新能源，太阳能、风能和生物质能这些可再生能源都不具有这个能力。

当然，我的这种说法可能和大家想象的核能相差甚远。在很多人眼里，核能很危险（不安全），有核辐射（不清洁），核燃料很贵（也不便宜），因此，我们还是用数据说话。

先说安全性。从1950年世界上第一个核电站投入使用至今，世界上已有31个国家建立了原子能发电站。到2012年4月为止，共有430个核反应堆在使用。这还不包括240个用于各种研究的核反应堆。到目前为止，这些核反应堆一共出过三次大的核事故。它们分别是1979年美国的三哩岛核电站的核泄漏事故（简称三哩岛事件），1986年前苏联的切尔诺贝利的核电站事故和2011年日本因海啸引起的福岛核电站的核泄漏事故。这三次核事故的经过、原因和后果说起来很长，我们放在了这一章的附录中。这里我们只对它们造成的危害做一个总结。

1. 三次核事故一共有56人死亡，两人失踪。死亡均是在切尔诺贝利核电站事故中造成的，两人失踪是在福岛核电站事故中造成的。三哩岛事件没有任何死伤。在今后最终可能有大约4000多人（切尔诺贝利事故可能有4000人受到严重辐射，福岛核事故可能有100人受到较大剂量的辐射）受到核辐射伤害而死亡。切尔诺贝利核电站之所以造成那么大的危害，是因为前苏联没有考虑安全性，核反应堆根本就没有装安全壳，这在西方、日本和中国的核反应堆建设中是不允许的。

2. 三次核事故中，只有福岛核电站的事故主要原因来自外部（地震）。三次事故都有一个共同的特点，就是诸多的人为因素造成了最后的灾难。三哩岛事件主要是人为疏忽所致，当然也有早期核电站的很多控制和监控不够人性化的因素。福岛核电站的关键问题是长期管理混乱，对于经常暴露出来的小问题不肯正视，欺上瞒下，

在安全方面图侥幸。切尔诺贝利核事故和前苏联多起航天、潜艇事故非常相似。首先是设计和工艺粗糙，不注重安全（比如切尔诺贝利核电站连安全壳也没有），一旦出了事故，因为政治的原因，隐瞒实情，致使小事故变成无法收场的大事故。这些事故对生命和环境的影响各不相同，其差别在于有无最后一道保护措施——安全壳（见附录）。

三次核事故造成的人员伤亡即使在几十年后达到数千人，也比煤矿矿难死伤人数要少得多。煤矿的瓦斯爆炸和塌方是很难避免的灾难，即使在美国，每年的矿难也要死亡几十人。在过去的二十年，美国发生的矿难大约每年要死亡 60—100 人，只有 2009 年和 2012 年情况较好，这两年每年死亡 35 人。而煤矿矿难占全部矿难的一半。今天，中国的矿难情况比美国更加严重，中国出产世界上 35% 的煤，但是采煤死亡人数却占了全世界的 80%。中国矿难具体的死亡人数，官方公布的和各种机构统计的相差巨大，不过即使是官方的数字，死亡人数也相当惊人，以 2006 年为例，中国煤矿矿难死亡人数为 4749 人<sup>21,22</sup>，已经超过所有核事故几十年后的上限死亡人数。美国在 20 世纪早期（生产条件和今天的中国差不多的时期），每年的矿难死亡上千人。水电也并非安全，虽然我们无从得知全世界水电站建设（大多在条件恶劣的山区）的死亡人数，但是就公布的一些数字看，工程的死亡人数常常超出一般人的想象，比如美国上世纪 30 年代在修建胡佛水坝时有 112 名工人死亡。而一旦水电站的库坝决堤，后果不堪设想（1975 年中国河南驻马店地区水库决堤，造成十几万人死亡<sup>23</sup>）。这样仔细对比起来，核能还是相当安全的。上述三个核电站用的都是第一代核反应堆，安全性比现在大量运营的第二代反应堆要差很多，比现在正在建设的第三代反应堆就差得更多了。现在使用的第二代核反应堆安全系数为“重大事故的可能性平均是每十万核反应堆一年一次”（以全球 430 个核反应堆算，每 250 年可能有一个会出问题），而现在新建设的第三代核电站，安全系数为每 160 万核反应堆一年一次，如果几十年后全球有 1000 个核反应堆，大约每 1600 年会有一个出问题。

21

<http://dwz.cn/i70GW>

22

China sees coal mine deaths fall, but outlook grim, 11 January 2007, Reuters

23

被洪水冲走丧生的就超过 10 万人，受灾人口超过 1000 万人，1100 万亩农田受到毁灭性的灾害，京广线被冲毁 102 公里，中断行车 18 天。

在这 1600 年间，出现战争的可能性都比核反应堆出事的可能性大得多。因此，核能本身不像公众想象的那么可怕。

那么为什么很多人还是谈核变色呢？主要原因至少有以下两点：

**首先是对核辐射和核电站缺乏了解。**人类的天性是对偶发性大范围的灾难比经常性的、小规模灾难更害怕。比如很多人怕坐飞机，而选择其实安全性比飞机要差很多的汽车。由于广岛和长崎原子弹造成了巨大的伤亡，切尔诺贝利核电站事故造成了对环境长期的破坏，因此很多人对核能产生了恐惧。毕竟大部分人的判断是依据新闻而非统计数据（核事故是记者们喜欢报道的话题，也非常吸引眼球，而人类历史上三次核事故造成的死伤比不上每年煤矿的矿难死亡人数这个事实常常被人们忽略）。

**第二个原因是有关政府消息不透明。**比如日本国内民众对福岛核事故最不满意的还不是由于地震造成了核泄漏，而是东京电力公司在历史上多次隐瞒问题，2011 年出事后仍试图隐瞒真相，而国民不知情，只能往最坏的地方去想。这应了那句电影台词“没有最坏，只有更坏”。在这三次核事故中，三哩岛事件透明度最高，因此并没有让美国民众产生什么恐惧。而在切尔诺贝利事故中，前苏联当局最爱遮遮掩掩，在历史上谎言不断，搞得欧洲周边国家的民众都忧心忡忡。

在人类文明史上，民众对于新发明的恐惧并非第一次。在远古时代，火的发明和使用是人类进化的转折点。人类因此可以取暖，加工食物，更重要的是有了对付野兽的“超级武器”。但是，从人类早期，直到今天，火带来的灾难并不少。一个村落、一个城市因为人为疏忽引起的大火而焚毁，这种事例数不胜数，可要比核事故可怕得多。但是人类并没有因此而放弃使用火，虽然在很长的时间里人类对火都很恐惧。

一百多年前，人们对电的恐惧丝毫不亚于今天人们对核能的恐惧。那时候人们对电的了解也不多，甚至没完全弄清楚什么东西会导电，什么东西绝缘性能好，也不知道电线的绝缘层会老化，因此经常出现火灾和人

畜被电的事故。一些市民把灾难归罪于电本身而破坏供电设施（主要是电线），发明家和企业家爱迪生不得不派人经常巡逻保护这些设施。而爱迪生本人为了与特斯拉和西屋电气公司竞争，居然也利用人们对电的恐慌，散布高压交流输电危险的言论。可是，人类依然没有因为恐惧而放弃使用电，反而是越用越广。相信随着人们对核电愈加了解后，恐惧心理会渐渐消除。

为什么说核能是最清洁的能源之一呢？我们还是用数据说话。下表是用各种能源每发一度电产生的二氧化碳排放量。

表 15.1 不同发电方式的二氧化碳排放

发电方式	二氧化碳排放 (克 CO <sub>2</sub> / 度电)
水电	4
风能	12
核能	16
生物质能（垃圾）	18
地热	45
光伏太阳能	46
天然气	469
煤	1001

可以看到，以不同能源根据其在发电时二氧化碳的排放，自然地分成了两组，最后两排红颜色表示的是传统的化石燃料，包括煤和天然气；表中蓝颜色表示的是可再生能源和核能。两组的二氧化碳排放量相差了 1—2 个数量级，因此采用表中蓝颜色表示的任何能源发电，都可以大大降低地球的温室效应。用第二组能源发电本身应该不产生二氧化碳，但是在建设电站的过程中，制造建筑材料和施工会产生二氧化碳，这些二氧化碳的排放根据电站的寿命，折算到了每一度电中，当然比传统能源要小很多<sup>25</sup>。在第二组中，核能的数据虽然来自于第二代核电站（福岛核电站）而不是现在建设的第三代核电站，但是依然比太阳能好不少。而第三代

25

用生物质能发电本身会产生很多二氧化碳气体，但是这些垃圾或者树叶、农作物的枝叶如果不用来发电而是腐烂掉，会产生同样多的二氧化碳。表中给出的排放量，是建设生物质能电站消耗的能源材料按照电站发电量折算下来的结果。

核电站又比第二代要清洁得多。唯一可以和核能媲美的是水电和风力发电，但是水电对环境的影响很大，风力无法在较小的区域内提供较多的能量，因此核能是已知的对地球生态环境破坏最小的能源。

当然什么事情都要考虑成本。松下幸之助讲，任何一种好的生意必须是能够盈利的，否则就是对人类的犯罪，因为有限的资源本可以用到其他地方。同样，一个好的产业也是如此，而不是长期靠政府补贴。事实上我们没有看到哪个靠政府补贴的产业能够持久。之所以世界上很多发达国家还保留了传统的火电，一个重要原因就是成本低。因此，强调环保和低碳发电的同时必须做到成本不至于太高，才会最终受到全世界的接纳。当然，计算发电的成本也并非易事，比如资源国（澳大利亚、中东）采用常规能源发电成本就比日本这种靠长距离海运进口煤和石油的国家要低。下面分别是澳大利亚、日本、欧盟和美国用各种能源发电的数据。

我们先来看看澳大利亚的数据。那是一个幅员辽阔的资源大国，不仅火电成本最低，而且日照时间长，有利于太阳能的应用。从下表可以看出现有核能发电成本和传统能源相当，而新核能则很有竞争力。

表 15.2 2006 年澳大利亚各种能源发电的成本<sup>26</sup>（数据来源：澳大利亚政府）

发电方式	成本（澳元每度电）
新型核能	0.055
旧核能	0.090
煤（不加环保措施）	0.033
煤（加上各种环保措施）	0.085
天然气加环保	0.073
水电	0.055
风能	0.063
光伏太阳能	0.120

而日本则相反，国土窄小，缺乏资源。日本给出的数据（2011年）见下表。在日本，核能的成本优势更加明显。

表 15.3 日本各种能源发电成本<sup>27</sup> (数据来源: Japan Times)

发电方式	成本 (日元每度电)
核能	5.5
风能	12
太阳能	49
煤	N/A

27

Johnston, Eric, "Son's quest for sun, wind has nuclear interests wary". Japan Times, 12 July 2011, p. 3

从资源的拥有量来讲, 澳大利亚和日本是两个极端的情况, 那么美国和欧盟经济规模更大, 或许更有代表性。下面是欧盟的数据。

表 15.4 2010 年欧盟各种能源发电成本<sup>28</sup> (数据来源: 维基百科)

发电方式	发电成本 (欧元每度电)
核能	0.107 — 0.124
煤	0.088 — 0.107
风能	0.05 — 0.096 (陆地) 0.035 — 0.15 (海洋)
水能	0.035 — 0.127
太阳能	0.284 — 0.391

28

<http://t.cn/8szZiCF>

在美国, 按照入网的成本 (不是发电的成本) 计算, 可再生能源比传统能源的发电成本要贵得多。

表 15.5 2011 年美国各种发电方式的成本<sup>29</sup> (数据来源: 经合组织原子能机构)

发电方式	发电成本 (美元每度电)
核电	0.172
煤	0.107
天然气	0.054
风能 (陆地)	1.63
风能 (海上)	2.05
太阳能	1.48

29

<http://t.cn/8sD2KVp>



从欧、美数据得到的结论和从日本、澳大利亚数据得到的结论类似，均表明核能是最便宜的能源之一，和传统火电的成本差不多。而被热捧的太阳能则非常昂贵，至少近期看不到盈利的可能，完全靠政府补贴。这就是美国总统奥巴马新能源计划投入大效果差的主要原因。他的这一政策也因此饱受国民的质疑。

综合考虑成本、清洁性和安全性，公平地讲核能是最好的能源。核燃料在地球上的储量并不低，至少够人类用千百万年。当前及未来几十年里，唯一能与核能竞争的是风能（因此中国发展风能的政策是非常正确的）。但是风能受季节性影响较大，而且输电不方便，因为有利于风力发电的地方常常人迹罕至。水电站对环境影响较大，争议也越来越大，如今，全世界拆大坝（一般在发达国家）和建大坝（一般在发展中国家）的趋势并存。在短期内，最不可能取代传统能源的是炒得最热的太阳能，除了成本非常高根本无法盈利以外，太阳能占地面积非常大，或者说单位面积发电量非常有限，而且还受季节性和天气变化影响很大，很难提供稳定的电量。太阳能电池虽然对于使用者（美国和欧盟）来讲是环保的，对制造者来讲（中国）却是非常不环保的，因此这种提倡环保的做法多少有点以邻为壑。考虑到所有的因素，只有核能有可能完全取代传统的化石燃料，成为全球电力供应的主要来源。

在本章的最后，我们必须讲讲法国人对世界原子能的贡献，因为他们为人类利用原子能作出了很好的表率。

法国科学家约里奥·居里和伊莲娜·居里夫妇是世界上最早实现稳定的人工放射性的科学家，并因此获得1935年诺贝尔化学奖。之后，他们参与链式反应和核反应条件的研究，并且成功利用铀和重水实现可控核裂变的核反应产生能量。爱因斯坦称约里奥是链式反应的先驱科学家之一。二战期间，法国被德国占领，核研究被迫终止。期间，美国和英国的核研究却在曼哈顿计划中飞速发展。苏联核计划也依靠洛斯阿拉莫斯国家实验室的间谍窃取的大量情报而快速发展起来。这就让法国在核研究方面大大

落后了。二战后，戴高乐决定成立原子能委员会（CEA）。起初他十分热衷于发展核武器，可是后来这种热情慢慢消退了。主要原因是当时法国共产主义者坚决反对核扩散的鲜明的态度。而研究骨干约里奥·居里正是一名共产主义者。直到1956年，法国才成立了一个原子能军事应用委员会。1958年6月，戴高乐才确定了法国第一次核爆炸的时间，并决定加快法国的核计划步伐，并且在上个世纪60年代有了核武器。

法国和平使用原子能的成就在很大程度上要归功于1973年中东战争带来的石油危机。1974年，法国政府做出了一个历史性的决定：从传统能源转向核能。当时法国建造核电站的技术还不是很成熟，因此它早期的核反应堆是美国西屋公司帮助建设的。不过从1974年起，法国加强了核反应堆技术的研究和投入，到上个世纪八九十年代，它的第二代核反应堆技术就领先于世界了。

冷战结束后，法国核工业的发展进一步向民用倾斜，并且对核力量的数量和结构都作了调整，裁撤陆基核部队，缩小了海空基核力量的规模。对于核武器，法国人一直坚持够用就好。随着苏联的解体和冷战的结束，法国主要的外部威胁已经不复存在了。这种“够用就好”的指导思想再次发挥作用。最直接的反应是发展核计划的经费大大降低。核武器项目的投资减少了50%多。经费的减少带来了一系列的连锁反应，法国开始了全方位大规模的核裁军。

首先，法国逐一关闭所有生产核弹所需裂变材料的工厂。法国是唯一宣布并开始拆除自己核裂变设施的核国家。1992年以后法国就不再分离武器级的钚。1996年中期以来，法国停止了所有用于核武器的裂变材料的生产。

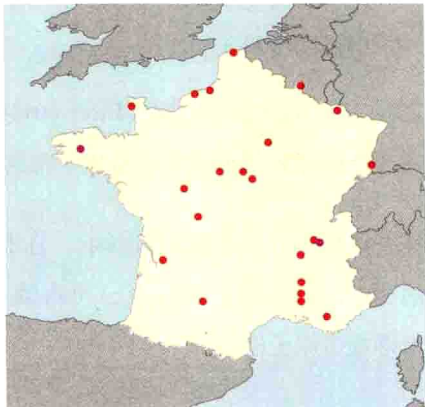


图 15.14 核电站遍布法国

同样是冷战的胜利者，美国虽然也在削减核武器（主要是过期的），却没有一个像样的和平利用原子能的计划。美国依然严重依赖传统能源，而且在从1991—2012年的20多年里，为了石油打了两次海湾战争。三十多年后的结果是，美国在这些年里很少建设核反应堆，而在核电站的很多技术上也被法国超越了。

今天，法国的核电取得了举世瞩目的成就，并且在技术上保持世界领先。我们不妨看看这个只有6500万人的中等国家的核电成就。

- 法国的国土面积只有中国或者美国的十五分之一，却有58个反应堆（美国是104个），遍布在全法国。
- 法国是目前世界上核电比例最高的国家，核电占整个发电量的78%，2011年为4210亿度（千瓦时），相比之下，有法国人口五倍、人均GDP更高的美国，核电的发电量仅为法国的两倍而已（2010年，8069亿瓦时，20%）<sup>30,31</sup>。
- 由于核电的成本低廉，法国成为全世界最大的电力输出国，每年电力出口的收入约30亿欧元。
- 法国的核电技术世界领先，率先建造了第三代核反应堆。它的核电技术、服务和核燃料是重要的出口产品。
- 法国17%的电量来自回收的核燃料（第一和第二代核反应堆使用过的废料）。

2010年，国际能源组织（International Energy Agency）希望法国人担负起为全欧洲提供低成本、低碳、低污染的能源的重任。

在全世界400多个核反应堆中，日本有50个反应堆，核电占全国发电量的30%，估计到了2017年，可占到40%。这个曾经的原子弹受害国，今天得益于原子能。

原子能既能杀人，也能造福人类，就看如何使用了。人类可以制造出全

30  
<http://t.cn/8sD2NZV>

31  
<http://t.cn/8sD20Wv>

世界威力最大的核武器（新地岛氢弹，当量相当于 5000 个广岛原子弹）以及能够毁灭地球几十次的核武库。也可以选择法国人的做法，和平利用原子能，造福人类。随着人类的进步，我们有理由相信整个世界对待核能的态度最终也会像法国人那样，更多地用于造福人类，而不是毁灭人类。具有讽刺意味的是，拥有全球最大核武库的前苏联（一度达 45000 颗核弹），不仅没有灭掉任何一个国家，反而灭亡了自己。

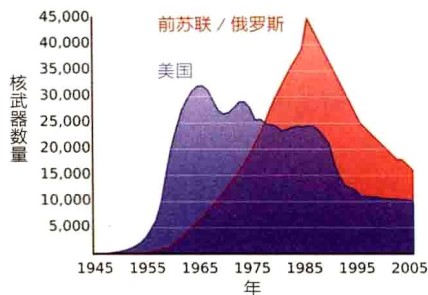


图 15.15 前苏联和美国核武库在各个年份的对比（数据来源 Robert S.Norris and Hans M.Kristensen, “Global nuclear stockpiles, 1945–2006,” *Bulletin of the Atomic Scientists* 62, no.4 (July/August 2006), 64–66.)

## 结束语

核能本身是双刃剑，既能毁灭世界，也能造福人类，潘多拉盒子里的魔鬼不在于核能本身，而藏在人类自己身上。哈恩、西拉德、玻尔和爱因斯坦等人如果活到了今天，他们或许不会再有任何罪恶感，而是庆幸自己的发现。因为当全球正在为大量使用传统的化石燃料而造成了严重的污染和气候变化时，幸好有了他们的发现，有了核能，我们才有了可以全面替代传统能源的新能源。而对全人类来讲，在全面掌握了核反应、核辐射和核能的特点（包括优点和危险）之后，当这些核电站的运营变得更加透明之后，人们的核恐惧便会慢慢消除。再过几十年，等人类回首再看待原子能时，可能会觉得今天对核的恐惧是多么的可笑，就如同现在人们会觉得 19 世纪末对电的恐惧非常可笑一样。通过和平利用原子能，人类会把文明进一步向前推进。爱因斯坦、迈特纳、哈恩、玻尔和费米等科学家给人类带来的不是潘多拉的盒子，而是火种，他们是近代的普罗米修斯。原子能的发现和使用再次证明一个真理，人类的文明的推进靠的是这些在不同层面上创造文明（科学发现是最高层次）的人，而不是那些发动战争的人。

## 附录 三哩岛、切尔诺贝利和福岛核电站事故

### 一、三哩岛事件

三哩岛核泄漏事故通常又称为“三哩岛事件”。三哩岛其实并不是一个海岛，而是美国宾夕法尼亚州萨斯奎哈纳河（Susquehanna River）上一个长约两英里的江心岛。1974年，在江心岛上建成了有两个反应堆的核电站。1979年3月28日，核电站二号反应堆主给水泵停转，辅助给水泵按照预设的程序启动，但是由于辅助回路中隔离阀门在此前的例行检修中没有按规定打开，导致辅助回路没有正常启动。接下来的问题和后来历次核事故类似，热量在反应堆中心聚集，堆芯温度上升，待运行人员发现问题所在的时候，一半左右的堆芯燃料已经熔毁并发生泄漏，系统发出了放射性物质外漏的警报，但并未引起运行人员的注意。直到当天晚上8点，二号堆一二回路均恢复正常运转，但运行人员始终没有察觉堆芯的损坏和放射性物质的外漏，结果到了第三天（30日），情况恶化，反应堆产生了大量的氢气和氧气，面临氢气爆炸的危险。当局紧急撤离了半径五英里以内的儿童和孕妇。4月2日，氢气爆炸的危险解除。经过仔细检查才发现堆芯严重损坏，大量放射性物质堆积在核反应堆安全壳内，少部分放射性物质泄漏到周围环境中。根据结论报告：

1. 在以三哩岛核电站为圆心的80公里范围内，220万居民中无人发生急性辐射反应。
2. 周围居民所受到的辐射相当于做一次胸部X光照射的辐射剂量。
3. 三哩岛核泄漏事故对于周围居民的癌症发生率没有显著影响。
4. 三哩岛附近未发现动植物异常现象。
5. 当地农作物产量未发生异常变化。

三哩岛事件是核电史上第一次重大事故。在整个事件中，运行人员的操作错误和机械故障是主要的原因。好在作为核电站最后一道安全防线的安全壳凸显了其重要作用。该核电站的二号反应堆从此关闭，一号反应

堆在关闭了6年后重新使用，至今仍在发电。但是，这次事故造成了几十亿美元的损失（包括善后的成本），电力公司差点因此倒闭。

## 二、切尔诺贝利核电站事故

切尔诺贝利核电站事故大家就很熟悉了，这是人类科技史上的一次灾难。由于缺乏透明性，这场事故的细节至今众说纷纭，但是大致的过程还是清晰的。1986年4月26日凌晨，由于一系列连锁的故障，包括人为的失误，最终导致了4号核反应堆失控，功率剧增了十倍左右，导致蒸汽爆炸，反应堆顶部炸毁，核燃料芯暴露，散发出大量的放射性微粒和气体，同时导致1700吨的减速剂石墨燃烧，这加速了放射性粒子的泄漏。不像大多数西方的核电站在反应堆最外面都有一个安全壳，前苏联为了省钱，反应堆通常没有安全壳，于是放射性粒子随风飘到周围广大地区，甚至飘到邻国，造成了严重的核污染。切尔诺贝利核事故所释放的辐射量，相当于广岛原子弹的400倍，受污染地区不仅包括前苏联的乌克兰、白俄罗斯和俄罗斯地区，而且波及东欧和西欧部分地区以及斯堪的纳维亚半岛。事故之后，前苏联被迫从受灾地区转移了33万人。

由于前苏联刻意隐瞒了事故的严重程度和后果，按照他们的报告，整个事故死亡人数至今无法查明。2005年，一份由国际原子能总署和世界卫生组织所提出的切尔诺贝利事故报告中指出，共有56人死亡（47名救灾人员，9名患甲状腺癌的儿童）。但是，考虑到它的受灾地区人口多达660万，估计已经和最终会死于核辐射的可能多达4000人。更重要的是，这次核泄漏对当地的生态造成了（很长时间内）不可逆的破坏。切尔诺贝利核事故最大的悲剧在于反应堆没有安全壳，致使本来不应该泄露到周围地区的放射性颗粒和气体污染了幅员广大的地区，造成了大面积灾难。

## 三、福岛核事故

福岛核事故发生的时间较近（2011年日本大地震期间），来龙去脉和原因大家在新闻上应该都已经看到了。由于大地震和海啸，核电站的三个

反应堆自动关闭。地震导致暂时停电，原本指望电网供电的冷却系统便无法对核反应堆进行冷却了。本来反应堆应该备有应急的常规发电机组，但是电力公司图侥幸，根本没有冗灾准备，致使反应堆较长时间内得不到有效的冷却，最终导致了小规模爆炸。部分带辐射的颗粒散到大气中，幸好季风是从日本往太平洋吹的，这些颗粒跨越太平洋到达美国时，经衰减放射性已经微不足道了。整个事故至今没有死亡报道，不过有两名核电站工作人员失踪。据估计，最终受核辐射死亡的人数或达一百人。

虽然福岛核电站事故的直接原因是强烈的地震和海啸，但是细究起来还是人祸。首先，这个核电站的几个反应堆已经服役三十多年了，而且当时的设计对安全性就考虑不足，本该退役，但其所有者东京电力公司为了省钱，让它们超期服役。而这个核电站历史上管理混乱，可以说是小事故不断，但是东京电力公司刻意隐瞒，甚至多次篡改数据，最终酿成大祸。

## 参考文献

- 1 Ruth Lewin Sime. 迈特纳传 (*Lise Meitner: A Life in Physics*) .University of California Press, 1997.
- 2 Paul Lawrence Rose. 海森堡和纳粹原子弹计划 (*Heisenberg and the Nazi Atomic Bomb Project, 1939-1945: A Study in German Culture*) .University of California Press, 1998.
- 3 Richard Rhodes. 制造原子弹 (*The Making of the Atomic Bomb: 25th Anniversary Edition*) . Simon & Schuster, 2012.
- 4 罗伯特·容克. 比一千个太阳还亮. 钟毅, 译. 原子能出版社, 1991.
- 5 莱斯利·R. 格罗夫斯. 现在可以说了——美国制造首批原子弹的故事. 钟毅, 译. 原子能出版社, 1991.

# 第十六章 两个人的竞赛

## 苏美航天发展的历程

军事的需求往往会推动科学技术的发展，而这些技术民用化之后又促进了人类文明的进步。美苏太空争霸导致了太空技术的飞速发展，而在这背后，很大程度上是两个天才的默默竞争。

### 第一节 寻找冯·布劳恩

1944年6月6日，军事史上最著名的D日（D-Day）。这一天，艾森豪威尔将军率领的盟军在法国诺曼底成功登陆，之后盟军迅速向纳粹占领的法国纵深推进。纳粹德国离最终的失败已为期不远了，在战争中饱受德国空军袭击的伦敦人似乎可以松一口气了。然而，到了9月8日，一个庞然大物从天而降，落在伦敦西南部的奇希克（Chiswick）地区，并引起了大爆炸，炸死3人，炸伤22人。和往常不同，这次袭击没有预兆，没有警报。甚至在爆炸发生后，附近的居民才听到空气中传来的炸弹呼啸声，因为这种飞行物的速度是音速的4倍。伦敦的居民再次陷入恐慌。在接下来的几个月里，这种飞弹（当时德国人给它起的名字）的袭击持续不断，直到盟军摧毁了德国的飞弹基地为止。

其实英国情报部门早就得知德国在研制一种能够进行远程打击的秘密武器——飞弹，但是对它的细节一无所知。我们现在知道，这种名为V-2的飞弹是一种短程导弹或者说短程火箭，它能以每小时5760公里的速度





图 16.1 位于伦敦奇希克地区的 V-2 落地纪念碑

(即 4 倍音速) 飞行几百公里。德国在火箭方面的技术明显领先于同盟国。

到了 1945 年，德国的败局已定。这时的同盟国想得更多的已经不是战争本身，而是如何处置战败国和建立战后新秩序。美国是一个重视人才的国度，他们看中了德国的人才，尤其是掌握火箭技术的精英。相比之下苏联人更看中德国和日本留下的

机器设备，他们洗劫了德国的工业区和中国的东北。1945 年 4 月，一个特殊的美国调查团来到战争还在持续的德国，团长是陆军航空队<sup>1</sup>的西奥多·冯·卡门（Theodore von Kármán, 1881—1963）少将。这位出生于匈牙利的将军其实并不带兵，而是一位数学和力学家，因为肩负了特殊使命，才以美军人员的身份行动。在这个几十人的调查团中，还有一位来自中国的黄皮肤黑头发的年轻人，他是冯·卡门的学生，当时的军衔是陆军航空队上校。在美军护卫下，调查团冒着战火深入德国，封存了德国的最高科技机密，并邀请德国一流科技人才为美国效劳。冯·卡门后来被誉为美国航空之父，并且在 1963 年被肯尼迪总统授予美国第一届国家科学奖。他的这位学生后来回到了中国，成为中国的导弹之父，他就是著名科学家钱学森。他在当时调查团里的职务是火箭组组长。

不过，我们这一章故事的主角并不是这两位导弹之父，而是一位比钱学森

1

美国空军的前身。美国空军早年隶属于陆军，空军司令阿诺德早先是陆军五星上将，后来待空军单独成军，他才转成空军五星上将。

还小一岁的年轻人——V-2火箭的设计师冯·布劳恩（Wernher von Braun，1912—1977）。

1945年5月的一天，钱学森所在的美军部队在巴伐利亚俘获了一名叫冯·布劳恩的火箭工程师。或许是因为他的名字和职业都跟美国要找的人对得上，钱学森等人得知后欣喜如狂，连夜提审了他。这位德国人得知他们的来意后，对钱学森说：“我想你们要找的是我哥哥沃纳·冯·布劳恩，我的名字是马格努斯·冯·布劳恩（Magnus von Braun）；我哥哥发明了V-2导弹，我们都想向你们投降。”在马格努斯帮

助下，钱学森等人终于找到了沃纳·冯·布劳恩。冯·布劳恩见到美军调查团后说：“我知道我们创造了一种新的战争模式。问题是现在我们不知道，应该把我们的才智贡献给哪个战胜国。我希望人类能避免再进

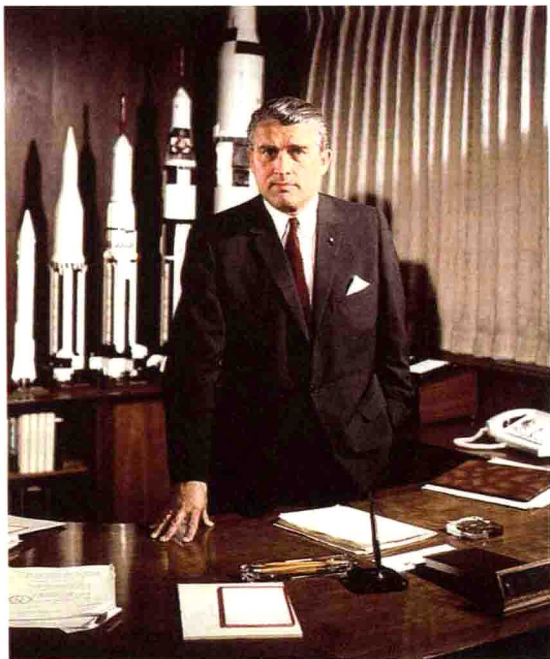


图 16.2 被美国航天局誉为世界航天史上第一人的冯·布劳恩



图 16.3 三代航天传奇人物在一起（从左到右：普朗特，钱学森，冯·卡门）

行一场世界大战，我认为只有在各大国导弹技术均衡的条件下，才能维持未来的和平。”最终冯·卡门和钱学森等人让冯·布劳恩相信将火箭技术交给美国人对世界和平更有好处，于是他随冯·卡门等人来到了美国。

冯·卡门和钱学森在德国期间，还一起去了当年冯·卡门上学的哥廷根——德国的一所大学城。在那里他们会见了空气动力学的开山鼻祖，冯·卡门的导师普朗特（Ludwig Prandtl, 1875—1953），并且留下了一张三人的合影。值得一提的是，普朗特在二战之前收了位名叫陆士嘉（原名陆秀珍，1911—1986）的中国女学生做博士生。大家可能对这个名字有点陌生，但是她在中国航空领域的地位就相当于钱学森在航天领域的地位。她也是北航的筹建者之一，算起来还是钱学森的师叔呢。说段题外话，清华和北航的老人都知道关于陆士嘉的这样一个故事。

在文革期间，中国想引进英国劳斯莱斯公司（Rolls-Royce）的飞机发动机。该公司不仅生产世界上最豪华的轿车，还生产全球最好的喷气发动机。世界上很多军用和民用飞机，包括现在最新的波音787和空中客车A380都采用它的发动机。中国和劳斯莱斯的谈判一开始非常不顺利，对方企图高价卖给中国劣质产品。在文革这个知识被踩在脚下的年代，中国出席谈判的人员没有足够的专业知识去向英国人争取权益。主管领导没有办法，赶紧到劳改农场把正在扫厕所的陆士嘉找了回来参加谈判。陆士嘉一到，便指出了英国给我们的发动机的问题，说得有理有据。陆士嘉还表示如果劳斯莱斯公司提供这样的发动机，公之于众将会大大影响这个知名品牌的声誉。这下子英国人不得不对这个看似村妇的老太婆刮目相看。一打听，才知道她就是陆士嘉，普朗特的学生，于是英国人的态度马上来了个大转弯，表示愿意给予中国最好的产品，并且以很低的价钱。当然条件是请陆士嘉先生原谅他们先前的行为，这样可以维护劳斯莱斯的脸面。我们民族的复兴很大程度上是依靠像陆士嘉这样有真才实学的学者。陆士嘉在文革之后为中国培养了大量的人才，中国航空工业的很多骨干都是她的学生。她去世时，邓颖超、习仲勋等给她送了花圈。

长话短说。冯·布劳恩来到美国后的头几年，居然无事可做，因为美国当时成为了世界上唯一的超级大国，其核心任务是帮助西欧恢复经济，以避免这些国家倒向前苏联。因此，美国一直在裁减军队和军费。到了1947年，美国军队总兵力从二战后期的1200万裁撤到150万，与现在的规模大致相当，军费预算从1945年初的909亿美元裁减至1947年的103亿美元<sup>2</sup>。

这两年间美国并没有什么航天计划的预算。冯·布劳恩多次提出研制新火箭的建议，都被搁置一边。事实证明他的老板是个很糟糕而且不称职的人，这个 26 岁的少校仅仅上过大学，对航天技术完全是门外汉，对冯·布劳恩的要求从不理会。要知道，冯·布劳恩 26 岁时已经指挥上千名德国工程师工作了，现在倒要向这个什么都不懂的毛头小伙汇报，一定非常郁闷。美国自身也不知道要做什么，几年时间里，冯·布劳恩从波士顿搬到马里兰州，后来又给弄到了得克萨斯州，这大致就相当于从东北给搬到京郊，再给搬到广东。在此期间，他能做的事情就是教教课，为大学和工业界做点培训，另外，有空就把美国人从德国带回来的 V-2 火箭再重新装一装。照我想，冯·布劳恩这些年过得实在是无聊。如果不是冷战的开始和另一个对手的出现，冯·布劳恩说不定也就讲讲课、做做研究，直到终老。但是，上帝还是给了他、也给了他的对手发挥其天才的机会。而他那位 26 岁的老板，曾经有一次影响历史的机会，但他不是这块料，最终证明还是从哪儿来，到哪儿去。虽然从档案里我们知道这位老板名叫吉米·哈米尔（Jim Hamill），但是没人知道他，也没有人有兴趣想了解他。关于冯·布劳恩这段时间的生活，在《红色月亮升起——史泼尼克卫星和被遗忘的太空时代的对手》（*Red Moon Rising: Sputnik and the Hidden Rivalries that Ignited the Space Age*）一书中有详细描述。

## 第二节 特殊的囚徒

太空竞赛双方的主要负责人身份都很有意思，美国方面最终是由一个（前）战俘来主持航天计划，而前苏联方面也找到了一个在身份上“门当户对”的高手来打擂台——（前）囚犯谢尔盖·帕夫洛维奇·科罗廖夫（Sergei Korolev, 1907—1966）。科罗廖夫 1907 年出生在乌克兰，毕业于莫斯科鲍曼高等技术学校（相当于中国的清华大学）。1932 年，25 岁的科罗廖夫成为前苏联火箭研制小组的负责人，并取得了火箭研究和试验的许多成果。1936 年，他成功地设计出苏联的第一代火箭飞机<sup>3</sup>。不幸的是，第二年他在斯大林的大清洗中，因为莫须有的阴谋颠覆罪（不知道要颠

3

一种用火箭发射的实验飞机，没有成为实用产品。



图 16.4 前苏联航天之父谢尔盖·科罗廖夫

覆什么)遭到逮捕,先后在劳改营和监狱工厂做苦工。在那里科罗廖夫得了坏血病,不知道这是否和他后来的早逝有关。上个世纪40年代初,苏联政府知道德国在研制导弹,于是把科罗廖夫转到“4号”特种监狱工厂,重新组织人员,开始研究军用火箭。在这家特种监狱工厂里,警卫十分森严,科罗廖夫毫无行动自由,每天工作12小时以上。1944年,科罗廖夫虽被释放,但是一直受到监视,对他的指控直到斯大林死后多年的1957年才被撤销。

自二战结束后,科罗廖夫逐渐受到重用,一些西方史学家认为那是因为苏联人得知冯·布劳恩去了美国。不论这个理由是否成立,有一点是肯定的,科罗廖夫不仅是当时,而且也是整个苏联历史上最优秀的空气动力学和火箭设计专家。二战后,从德国缴获的大量V-2火箭资料被送到了科罗廖夫和同事们的手里。不少人错误地认为,美苏两国的导弹和航天成就都依靠德国的前期工作。这种看法对美国而言或许说得过去,因为他们火箭研制的中坚力量就是冯·布劳恩及其德国同事;但是对于前苏联,这种说法有失公允。虽然二战后一些德国的科学家也在为前苏联研究导弹,但是这些人以前在德国从来没有与冯·布劳恩工作过,而且前苏联领导人对他们也不信任,根本就没有让他们接触机密文件,到了1950年,前苏联干脆将这些德国专家送回了前东德。因此,前苏联导弹和火箭的研制,主要是靠科罗廖夫等人的努力。其实,早在二战期间,前苏联就开始了火箭技术的研究,积累不少。而在二战后前苏联在火箭方面的研究也长期领先于冯·布劳恩领导的美国团队。

虽然科罗廖夫蒙受冤狱，并长期遭受非常不公正的待遇，但是他对前苏联始终忠心耿耿，他没有像他的另一个同伴、杰出的科学家沙哈罗夫<sup>4</sup>那样从此成为对苏联持不同政见者。科罗廖夫的一生中多半时间里是在没有人身自由的情况下工作的，现在没有任何文件和史料记载他当时的心情，我们很难想象一个人在这样遭受监视、不信任甚至受到肉体惩罚的情况下还能安心工作，并为自己的国家、为整个人类做出卓越贡献。我常常想，相比科罗廖夫，我们有时在工作中所受的一点委屈根本算不上什么。

到1947年，作为前苏联导弹总设计师的科罗廖夫，照着德国人的V-2导弹，仿制出了苏联第一代导弹R-1。虽然R-1的射程还不如V-2，但是两年后的1949年，新一代R-2的射程就达到V-2的两倍了。虽然有人质疑前苏联的R-2多少还有点V-2的影子，但是它是世界上第一个弹头和火箭分离的导弹，在此之前的德国人和同时期的美国人没有做到这一点。在放弃了不是很成功的R-3后，科罗廖夫领导的第一试验设计局(OKB-1)于1953年成功发射了R-5弹道导弹，射程1200公里，可以覆盖西欧大部分地区。它的改进型R-5M成为了前苏联第一代可携带核弹头的弹道导弹。R-5系列导弹的出现和部署，让西欧和美国感到了恐慌。而更让西方感到害怕的是科罗廖夫领导设计的下一代导弹R-7。R-7是世界上第一种洲际导弹，它采用了二级火箭，这也是世界上第一枚采用多级火箭推进的导弹，射程长达8000公里以上，能够打到美国本土。到此，前苏联的导弹技术已经明显领先于美国了，而且他们自行设计了近程、中程、远程和战术导弹，中程导弹在试验成功后很快就开始装备部队了。科罗廖夫团队的效率之高在世界航天史上是空前的。

现在，我们要回过头来讲讲冯·布劳恩。当科罗廖夫和他的同事们大干快上时，他还在继续被浪费光阴。但是历史终究会给有准备的人以机会，而他们也能够把握这样的机会。如果说二战后苏联人在火箭上的努力还没有唤醒沉溺在胜利喜悦中的美国人，那么1950年6月朝鲜人民军的胜利给了美国人当头一棒，把这个巨人砸醒了。6月25日，朝鲜人民军跨

<sup>4</sup> 安德烈·德米特里耶维奇·萨哈罗夫（俄语：Андрей Дмитриевич Сахаров），前苏联原子物理学家，主导苏联第一枚氢弹的研发，被称为苏联氢弹之父。但他也是人权运动家和前苏联持不同政见者，曾经被流放。他在1975年获得诺贝尔和平奖。为了纪念他，欧洲议会把设立的欧洲最高人权奖命名为萨哈罗夫奖。

5

关于这段历史，有兴趣的读者可以阅读沈志华的《中苏同盟与朝鲜战争研究》。

过了三八线<sup>5</sup>。作为美国盟国的韩国，既没有坦克也没有反坦克的武器，甚至没有重炮。面对北方的坦克和重炮，毫无还手之力。到了第三天即27日，韩国政府就打算撤离汉城（离三八线很近），并且在28日就逃过了汉江。因为害怕朝鲜军队追击，韩国政府炸掉了汉江大桥，这不仅对逃亡中的平民造成了很大伤亡，而且把几千名军人丢在了汉江北面，最后让他们都成了朝鲜的俘虏。当天朝鲜军队就占领了汉城，从开战算起仅仅四天而已。韩国的表现，怎一个惨字了得！美国人发现在二战时靠自己提供援助和部分武器的前苏联，现在在很多武器装备上已经接近甚至超过了自己，于是开始加大了对军备的投入，力图在武器上全面压倒前苏联，这包括对导弹研发和装备的投入。

对无数的家庭和参战各方上百万军人来讲，朝鲜战争是个巨大的灾难，经过几年的战争，交战双方基本维持了战争前各自控制的领土。但是对冯·布劳恩来讲，这是一个转折点，并从此开始了他不朽的事业。

朝鲜战争开始后，冯·布劳恩被任命为美国陆军弹道导弹局（Army Ballistic Missile Agency，简称 ABMA）开发中心的主任。他和他的德国同事来到了美国偏远的阿拉巴马州的一个叫 Huntsville 的小城，后来在那里他一住就是 20 年。从 1950 年到 1956 年，冯·布劳恩和他的德国同事研制出红石火箭，它后来成为了美国第一代携带核弹头的弹道导弹。这种射程 300 公里的火箭，直接源于冯·布劳恩以前在德国设计的 V-2，因此他们从开始设计到完成只用了两年时间。但是，从性能来讲，它仅仅超越了德国在二战末的水平，相比前苏联同期的 R-5 火箭（射程 1200 公里）有很大的差距。即使到了 1956 年，冯·布劳恩的团队设计的美国第二代火箭木星-C（Jupiter-C），射程也就是 1000 公里，而这时候，科罗廖夫已经研制出射程 8000 公里的洲际导弹 R-7 了。

科罗廖夫从昔日德国人的追赶者成了领先者，而他的对手冯·布劳恩则从领先者变成了追赶者。对冯·布劳恩来讲，二战后五年的宝贵时间白白浪费掉了，现在他必须追赶，但是，他甚至不知道要追赶的对手是谁，因为

前苏联保密工作做得很好。而另一方面，科罗廖夫知道他的对手冯·布劳恩等人的存在。这是一场非常有趣的比赛。从1947年到1966年，两个顶尖的科学家同时也是设计师就这样在幕后展开了长达20年的竞赛。

### 第三节 第一回合：人造卫星，科罗廖夫胜

无论是科罗廖夫，还是冯·布劳恩，他们的兴趣都不在于用导弹将核武器打到对方领土，而是利用火箭载人进行太空旅行。不过颇具讽刺意味的是，他们和平利用太空的理想，恰恰是由两个敌对的、正在进行军备竞赛的国家帮助实现的。

前苏联领导人赫鲁晓夫笃信社会主义可以通过和平竞赛（而不是武力）战胜资本主义。虽然他眼里的和平竞赛并非经济发展和老百姓生活的改善，而更多的是体现国力的“面子”工程，在这样的指导思想下，前苏联把太空竞赛从科技竞赛上升到社会制度比拼的高度，因此一切都要抢在美国人前面。这个艰巨的使命就落到了科罗廖夫和他所在的第一试验设计局的身上。而科罗廖夫也没有辜负前苏联对他的期望。

1957年10月4日，美国人自朝鲜战争后又一次被震惊了，因为这一天，前苏联在拜科努尔发射场成功地发射了世界上第一颗人造地球卫星史泼尼克一号（Sputnik-1），并顺利送入预定轨道，这标志着人类从此进入了利用航天器探索外层空间的新时代。这颗卫星被赋予了太多的“第一”，无需我们赘述。《纽约时报》当时发表的评论说，该卫星的发射不亚于原始人第一次学会直立行走。这是一个极高的评价。这颗卫星是一个直径大约半米的圆球，重约84公斤。它有两部无线电发报机，不断向地面发回最简单的信号，表示工作正常。卫星每96分钟绕地球一周，在近地轨道上运行了92天后坠毁在大气层中。为了纪念这一天，1999年联合国大会将10月4日—10日定为“世界空间周”。应该讲，前苏联第一颗人造卫星的发射，是全人类的文明成果。我们今天的电视、气象和通信都离不开卫星。



科罗廖夫的成功让美国人，包括冯·布劳恩的团队非常不安。美国人的自信心和威信都受到严重打击。美国人常常很庆幸他们的国家位于两个大洋之间，东临大西洋，西靠太平洋，敌人很难跨越两个大洋攻击美国。因此在两次世界大战尤其是二战时，虽然美国征集了上万人的军队在东西两个战场与德国和日本两线作战，但是无论外面打得多么热火朝天，美国的本土总是安全的。美国民众从来不用像亚洲人或者欧洲人那样，担心睡觉时天上会掉下炸弹来。即使是今天，美国依然执行本土安全为重中之重的国策，并在9·11恐怖袭击后成立了本土安全部（Department of Homeland Security）。因此，苏联卫星上天，这在外界看来，只是前苏联在航天技术上有了重大的突破，人类实现了很多的梦想，但是从军事的角度看，能将人造卫星发射上天的火箭，同样可以将核弹头打到很远的地方，这样美国本土就不再安全了。

发射卫星不是一件容易的事，因为它考验着一个国家的综合科技水平和工业水平。而其中火箭技术又是核心。火箭的推力、稳定性和准确性又都缺一不可。先说说推力，我们知道，要把一个东西投掷得远一点，出手的速度必须快。对火箭也是一样，一枚火箭速度越快，射得越远，当它的速度快到一定程度时，地球引力，也就是我们常说的重力，就不足以将它再吸引回地球表面，这样它就可以围绕地球旋转。这个速度在物理学上称为第一宇宙速度，即每秒钟7.9公里。

这是一个很快的速度，它大约是音速的20多倍（即超过20马赫）。按照这个速度，火箭从北京飞到上海也就是两分半钟而已。当年德国V-2火箭的速度是4倍音速，现在需要5倍于V-2的速度才有可能将卫星发射上天。我们知道，火箭动能和速度的平方成正比，也就是说为了这5倍的速度，需要25倍的动能，而动能是靠燃料的热能转换过来的，在其他条件（比如发动机效率和燃料的比冲）不变的前提下，那需要准备25倍燃料。当然不能简单地将25倍的燃料灌到火箭里就完事，因为这样火箭的自重大了，速度依然上不去。因此，这在当时是个尚未解决的难题。

为了解决这个矛盾，科罗廖夫设计了两级火箭。每一级都装有单独的发动机与燃料，每级火箭燃料用完后自动脱落，同时下一级火箭发动机开始工作，使飞行器继续加速前进。这样在一级火箭工作结束后可以抛掉不需要的质量，因而获得良好的加速性能，逐步达到预定的飞行速度。多级火箭的另一个好处是可以通过调整每一级火箭的推力和工作时间调整轨道，这样既可以把质量小的物体（比如卫星）发射得又远又高，又可以把质量大的物体（比如核弹头）送到相对近一点的目的地。事实上，发射第一颗人造卫星的火箭和发射前苏联第一颗洲际导弹用的是同一种火箭，就是我们前面提到的 R-7。今天所有大推力火箭都采用多级的结构，而全世界最早的多级火箭<sup>6</sup>和级数最多的火箭（N1 火箭，一共有四级）都是科罗廖夫设计的。

世界上任何事情都有两面性，多级火箭也有它的问题，它不仅结构复杂，而且因为有多级，火箭比较长，这样一来，弯曲刚度差，不容易实现气动稳定。而发射卫星的火箭，准确性和稳定性比过去的导弹要高得多。事实上，无论是德国的 V-2，还是前苏联的 R-5，准确性都不是很好。如果大家有机会参观美国的肯尼迪航天中心，可以在那里看到很多珍贵的历史影像。从这些影像中我们可以看到，

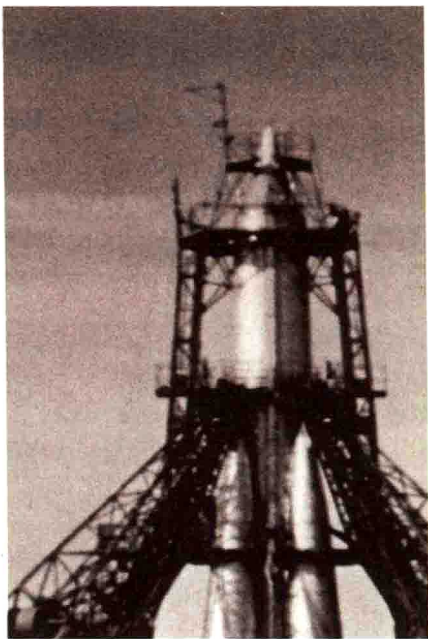


图 16.5 前苏联的 R-7 火箭（上图，火箭在发射塔上；下图，火箭发射的一瞬间）

6

有文献记载美国在 1949 年试射了多级火箭，甚至有观点认为中国 14 世纪的“火龙出水”是最早的多级火箭，但是最早可以实用的多级火箭是前苏联的 R-7。

7

米哈伊尔·吉洪拉沃夫(1900—1974)，前苏联火箭理论专家。

在美国火箭早期的发展历程中，稳定性是个大问题，火箭经常打偏了或者干脆直接掉下来。为了解决稳定性的问题，科罗廖夫利用吉洪拉沃夫(Mikhail Klavdievich Tikhonravov, 1900—1974)<sup>7</sup>的理论，设计了一枚矮胖的火箭，如图 16.5 所示。

8

一般串行的多级火箭，后面多级火箭是前面的完全负担，而像 R-7 这样并行的多级火箭，所有的发动机可以一起工作，后几级火箭不再是前面的单纯负担。

这枚火箭和我们印象中的火箭长相大不相同。我们印象中的多级火箭应该是细长的，比如在电视里看到的长征运载火箭。然而 R-7 却是矮胖的，火箭的中心有一个喷气发动机，而四周捆绑着四个同样大小的发动机。这种设计虽然增加了一些阻力，但是火箭的效率会高一些<sup>8</sup>，能产生巨大的推力，火箭的稳定性也因此好了很多。

9

不包括四个捆绑的火箭。

在上个世纪 50 年代，前苏联在火箭技术上可以讲领先美国整整一代。下表是前苏联 R-7 火箭(早期型号)和美国同期的木星 -C 火箭的各项指标对比。

表 16.1 前苏联 R-7 火箭和美国木星 -C 火箭技术指标对比

10

各级火箭的推力并不可比，因此将各级火箭每个发动机的推力加起来意义不大，但是这是唯一可以用一个数字来说明火箭推力的指标，因此我们采用了它。

火箭	R-7	木星 -C
级数	2	3
长度	34 米	21.2 米
直径	3.04 米 <sup>9</sup>	1.78 米
质量	170 吨	28.5 吨
推力 <sup>10</sup>	5974 <sup>11</sup> 千牛 <sup>12</sup>	467 <sup>13</sup> 千牛
负载重量	3000 千克	140 千克
射程 <sup>14</sup>	8000 千米	1100 千米

11

由于 R-7 有诸多发动机，它的总推力是这样计算出来的：

$$907 \times 5 + 38 \times 12 + 907 + 38 \times 2$$

从这些数据中可以看到，R-7 的很多指标比木星 -C 高了一个数量级。

12

火箭的推力一般用千牛顿(简称千牛)来衡量，1 千牛的推力大约相当于 0.1 吨。

面对与前苏联的巨大差距，冯·布劳恩并不服输。其实在此之前，美国人已经开始积极研制和发射人造卫星了，只是失败一次接着一次。其中最惨重的一次是 1956 年底的美国第一次卫星发射试验。在苏联卫星上天两个月之后的 12 月 6 日，美国人翘首期盼的第一颗实验性人造卫星终于发射了。很多美国人都希望它能够顺利上天，遗憾的是，这个期盼几乎

在运载火箭离地的那一刹那就终结了。运载火箭“先锋号”在发射后离开地面仅几英尺后就出现故障，翻起跟斗，落回到发射台上，发生了爆炸。现场人员因为身处拥有厚厚墙壁的保护室里，才躲过了这场劫难。事后调查报告显示，当火箭发射出去两秒钟以后，第一级火箭便丧失了推力。

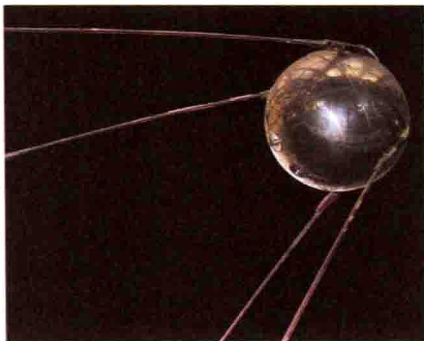


图 16.6 世界上第一颗人造卫星

13  
木星 -C 比较简单，它的总推力为  $370+73+24$

14  
火箭的射程和负载重量有关，表中的射程是在上述负载重量条件下得到的。

这次发射失败让冯·布劳恩等人乃至整个美国航天界压力倍增。在冷战岁月，这种压力不亚于战场上战败。当时不仅是美国人，而且包括他的德国同胞在内的全体西方人的航天梦都寄托在他们身上。当然，如果冯·布劳恩没有顶住这些压力，就不会成为后来的阿波罗登月之父了。到了第二年，他终于迎来了他辉煌的一天。1958年1月29日，朱诺一号运载火箭（Juno 1）和“探险者1号”卫星竖立在美国南部佛罗里达州的卡纳维拉尔角发射场（即现在的肯尼迪发射中心）上，只待一声令下，即可点火升空。然而，这次发射出师不利，由于高空风大，发射推迟24小时。24小时后，风速仍然在增大，发射再次被迫推迟！直到1月30日清晨，载着“探险者1号”的朱诺一号火箭才在紧张的气氛中点火升空。8分钟后，卫星从天外传回声音——发射取得完全成功！五角大楼里的将军们纷纷抢着与冯·布劳恩握手拥抱。冯·布劳恩一言不发，只是流下两行热泪。当晚，白宫举行盛大的庆贺仪式，艾森豪威尔总统亲自为冯·布劳恩颁发了美国公民服务奖。

有意思的是，美国的卫星只有9公斤重。这一方面说明美国的火箭不如前苏联的，另一方面说明美国的电子技术要领先于苏联。但是从航天的角度讲，在这个回合的竞争中，科罗廖夫领导下的前苏联航天工作者取得了完胜。

## 第四节 第二回合：载人航天，科罗廖夫再胜

15  
在这一点上，科罗廖夫和坚持发展洲际导弹的军方有非常大的分歧。

无论是科罗廖夫还是冯·布劳恩，都志在实现人类飞出地球的太空旅行，而不在于制造导弹攻击对方<sup>15</sup>。因此，美苏太空竞赛的第二场就在载人航天上展开了。通过这场竞赛，双方不仅想在航天技术以及军事技术上压倒对方，而且都想借此证明自己的社会制度比对方优越。

为了实现载人航天，前苏联制定了东方计划（Vostok programme），挂帅的当然还是科罗廖夫。我们之所以用“挂帅”这个词，是因为科罗廖夫不仅仅是火箭的设计师，而且确实实是前苏联载人航天计划的统帅。载人航天比发射卫星又复杂得多，除了火箭技术，还涉及其他相关技术，比如太空舱的设计制造。当然，还有就是宇航员的挑选和训练。事实上，科罗廖夫不仅过问一切和技术相关的事情，而且还负责制定宇航员的选择标准。我们并不打算讨论载人航天的方方面面，只是想通过火箭技术发展这“一斑”来窥视航天技术的“全豹”。

按照科罗廖夫的要求，首批宇航员必须是25—30岁之间的男性，身高不超过1.75米，体重不超过72公斤。挑选工作从1959年开始，经过海选，挑出了200个符合条件的候选人。在挑选过程中，前苏联严格保密，没有告知候选人这次选拔的目的。但是这些有经验的飞机飞行员们，很多其实已经猜到他们将肩负的使命。在这两百人中，科罗廖夫又精选出20人作为第一批参加受训的宇航员。这20人的姓名前苏联已经解密，可以在维基百科<sup>17</sup>中查到。他们中的19人是空军飞行员，另外一名是工程师，军衔都在中尉和少校之间。其中最为人熟知的名字就是尤里·加加林（Yuri Gagarin, 1934—1968），我们后面还要提到他。在这20人中，有12人最终乘坐宇宙飞船上了天。

17  
<http://t.cn/8sD2nLE>

与此同时，美国的载人航天计划也在紧锣密鼓地进行着，美国国家航空航天局（即NASA，以下简称为美国航天局）的第一任主管格伦南（Keith Glennan, 1905—1995），于1958年正式批准了载人航天的水星计划（Project Mercury）。这是美国空前庞大的航天计划，它包括多达26次

发射，其中前 20 次为非载人任务，中间有两次是载人亚地球轨道<sup>16</sup>的飞行，最后的四次是真正的载人航天飞行。挑选宇航员的方法与前苏联类似，但是规模要小些——首先要选出 110 名符合条件的飞行员，然后从中选择了 7 名作为宇航员培训。

这七个人后来被称为水星七子（Mercury Seven），虽然在他们中间包括了美国第一个上天的宇航员和第一个环地球飞行的宇航员，但即便是美国人，也没有多少人知道他们的姓名，倒是很多美国人都知道一个名叫加加林的苏联人。在这个世界上，人们往往只知道第一名，没人关心谁是第二名。



图 16.7 美国第一批宇航员——水星七子（从左到右：格里索姆 Grissom<sup>17</sup>、谢泼德、卡彭特 Carpenter<sup>18</sup>、施艾拉 Schirra<sup>19</sup>、斯雷顿 Slayton<sup>20</sup>、格兰和库珀 Cooper<sup>21</sup>）

美国虽然不想做第二名，但是美国人心里清楚，前苏联会抢在他们前面实现载人环球飞行，因为前苏联的运载火箭已经准备好了，而自己这边还得从头研制。我们前面讲到，前苏联的 R-7 系列火箭比同期美国的火箭领先整整一代，它的推力足以将几吨重的宇宙飞船发射上天。而美国当时的火箭推力都远远不足。

双方经过数次失败后，1961 年 4 月 12 日，全人类历史性的时刻到来了：

16  
不能绕地球旋转，火箭飞出大气层后，进入失重状态，然后重返大气层。

17  
美国第一个完成两次太空飞行的宇航员，在阿波罗一号爆炸中遇难。

18  
美国第二个完成环绕地球飞行的宇航员。

19  
阿波罗七号的机长。

20  
1975 年美、苏太空飞船对接时的美方宇航员。

21  
美国第一个在太空停留超过一天的宇航员。

前苏联宇航员尤里·加加林登上了耸立在拜科努尔航天发射场的“东方一号”宇宙飞船。当天上午9点零7分，火箭点火发射，飞船奔向预定的地球轨道。火箭和飞船一切正常，加加林和基地通过甚高频无线电保持着通信，他在太空的讯息（类似于电报）也很快传回了地球。但是很快，飞船飞到了地球的背面，前苏联在地球的另一面没有地面站，加加林和基地的联络暂时中断了，万一出了故障，就要全靠加加林自己随机应变了。当加加林和地面的联络中断后，发射基地的所有人只能祈祷。所幸，一切正常，很快加加林又飞了回来，并且和基地取得了通信联系。但是飞船在重返大气层时遇到了麻烦。按照设计，当飞船降落到一定高度时，降落装置（主要是反推火箭）应该和飞船分离。但不幸的是，东方一号的降落装置和飞船被一些电线给缠在了一起，两个部分绑着一起下降。这时，加加林显示出超乎常人的心理素质，为了不让发射中心担心，他当时还是报告一切正常。好在进入大气层后强烈的气流把电线扯断了，加加林才得以安全返航，但是这个意外却让降落地点比预定的偏离了280公里。当降落舱距离地面还有2500米时，加加林被弹射出降落舱，他的降落伞按时打开了。但是飞船落地时把地面砸出了个大坑。据两位目击的学生讲，一个直径两三大球从天而降，砸到地上，高高弹起，然后又落下。接着加加林穿着宇航服，背着降落伞从天而降。当地一位农夫和他的女儿见此情景吓了一跳，直往后退，还以为外星人来了。加加林告诉他们说，你

们别怕，我和你们一样也是苏联人，说俄语。然后，加加林让他们带他到有电话的地方，因为他必须在第一时间通知总部。

加加林的整个太空旅行持续了108分钟，大约环绕地球一周。



图 16.8 当年加加林的宣传画

他成功的主要原因是前苏联的火箭技术领先于美国。当然，和很多成功一样，里面多少也有运气的因素。当时苏联为了抢在美国前面将人送入太空，更加敢于冒险。这种做法为后来俄罗斯航天的发展埋下了隐患，导致了后来的一些事故。科罗廖夫本人是非常反对让宇航员冒险的，但是在当时政治第一的情况下，他的建议无人理睬。

加加林在完成了史无前例的太空飞行后，前苏联为他举行了隆重的庆功仪式，并在接下来的时间里授予他无数的光荣称号。加加林成为了时代英雄，他的形象不仅出现在各种媒体和海报上，甚至上了邮票。不久，他回到大学学习，后来还通过函授获得了硕士学位。他的军衔和职务也不断提升，成为了前苏联宇航员训练局副局长。在以后的岁月里，他的时间更多地花在了培养新的宇航员上，虽然他自己依然在坚持训练，希望再次进入太空。遗憾的是，他在1968年一次例行训练中因飞机失事而丧生。

和加加林不同的是，出于保密的原因，载人飞行的幕后英雄科罗廖夫却长期不为人知。在苏联第一颗人造卫星成功发射后，瑞典皇家科学院曾经询问它的设计者是谁，赫鲁晓夫答道：“是全苏联人民”。但是科罗廖夫却从来没有因此而抱怨过，继续书写着他的传奇，创造着人类航天史上更多的第一。

世界各国对加加林上天反应不一。印度总理尼赫鲁说这是“人类战胜自然的胜利”、“和平的胜利”。英国人则担心来自太空的核打击。日本人和埃及人则希望美苏两国把太空竞赛用于和平目的。比较有意思的是西德人，或许是因为他们将最优秀的科学家送到了美国，他们认为美国应该先于苏联将人送入太空才对，因此美国是故意输的。当然，最重要的还是美国人的态度，他们外松内紧。一方面官方地对苏联的成就表示祝贺，另一方面加紧自己的载人航天计划。

继加加林之后，美国人迫不及待地将艾伦·谢泼德（Alan Shepard，1923—1998）送入太空，毕竟这在当时是两种制度的竞争。美国人当时



虽然还没有能力将宇航员送入环地球轨道，但是总要做点什么鼓舞一下国民的士气，并且在冷战的盟国中树立威信。1961年5月5日，谢泼德乘坐自由七号飞船，由红石火箭发射升空，整个飞行时间只有15分钟多一点，飞船只飞行了480多公里（303英里），降落在大西洋里。严格地讲，谢泼德这次不是真正意义上的太空飞行，因为他并没有进入地球轨道，而只是飞了个抛物线，飞出大气层，再重返大气层，中间飞船处于失重状态的时间仅仅5分钟。真正实现环绕地球轨道飞行的第一个美国人是约翰·格兰（John Glenn，1921—），他在加加林环球飞行的10个月后才成功地乘坐水星—宇宙神6号进入了地球轨道。在此之前，第二名苏联宇航员提托夫（Gherman Titov，1935—2000）完成了太空飞行，他也成为全世界在太空中滞留时间超过一天的第一人。

需要一提的是，虽然冯·布劳恩设计的红石火箭系列参与了水星计划，并且把美国第一个宇航员送上太空，但是美国水星计划中大部分的发射，尤其是后面的几次载人飞行，使用的运载火箭宇宙神（Atlas）却不是他研制的，而是由美籍比利时科学家卡雷尔·博萨尔特（Karel Jan Bossart，1904—1975）<sup>22</sup>设计的。在阿波罗计划之前，冯·布劳恩当时还隶属于陆军，而水星计划是由美国航天局负责，双方彼此没有隶属关系。而从上个世纪60年代初开始，冯·布劳恩和他的团队就把精力转到了研制下一代火箭系列——著名的土星火箭上，为今后的登月使命服务。因此，水星计划在冯·布劳恩的航天生涯中只是一个小插曲而已。对于早期载人航天的贡献，冯·布劳恩在美国的作用远不如科罗廖夫在苏联的作用大。

## 22

卡雷尔·博萨尔特也是一位世界级火箭专家，但是由于他主要是为美国军方工作，他的很多档案至今没有解密，外界对他工作的了解甚少。

在上个世纪60年代初，科罗廖夫继续保持着对美国的领先。1963年，前苏联的捷列什科娃（Valentina Vladimirovna Tereshkova，1937—）成为第一位进入太空的女宇航员。6月16日，她驾驶东方六号飞船进入太空，与两天前进入地球轨道的东方五号共同完成太空编队飞行。她飞行近三天时间，绕地球48圈。这次飞行完成了很多生物、医学和科学技术的考察和实验，证明女性也能在太空正常工作。这之后，科罗廖夫又在为载多人太空飞行、长期载人太空飞行和宇宙空间站而努力。从

上个世纪 60 年代起，他的身体就已经非常不好了，因为他在三四十年代被囚禁时落下很多病根，但是他依然忘我地工作着。对此，我认为唯一的解释是，他热爱这项事业。他的成就包括多艘飞船编队飞行和太空对接、人类太空行走以及飞船和太空站对接。遗憾的是，他没有看到联盟号飞船和礼炮号太空站对接就与世长辞了。

回顾载人航天的历史，可以说前苏联在这个阶段依然保持着对美国的领先，这里面科罗廖夫的个人因素起了很大的作用。因此，我们说在这一回合的竞争中，科罗廖夫依然完胜。但是，急于求成和过分冒险的前苏联宇航计划为它之后的很多事故埋下了伏笔。事实上，科罗廖夫在这个阶段与前苏联的领导层已经发生严重的分歧，他反对后者不顾宇航员安全、大跃进式的航天计划，更加反对前苏联把钱花在弹道导弹而不是航天上。而这个阶段，美国做了很多脚踏实地的工作，缩短了与前苏联的差距。这些坚实的工作，为之后的阿波罗登月做好了准备。

### 第五节 第三回合：登月，冯·布劳恩完胜

科罗廖夫在进行载人航天的同时，开始了飞出地球的努力，当然离地球最近的月球是人类走向太空的第一个着陆目标。为了登月，需要至少三个人乘坐同一艘飞船，这样飞船的体积和重量就要比先前运载一名宇航员的东方号大很多，再加上登月的距离比环绕地球轨道航行要远得多，因此火箭的推力就必须比先前的 R-7 大很多。科罗廖夫对 R-7 的改进工作从 1958 年就开始了，但是由于前苏联政治动荡，导致经费不足，他的工作遇到不少麻烦。1959 年前苏联的第一艘探月飞船探月一号（Luna）的任务是接触到月球，但是最后比预定的轨道偏出了 6000 公里。好在探月二号获得了成功，成为人类第一个到达月球的飞行器，科罗廖夫又为前苏联争得了一项世界第一。第三艘更进一步，它发回了月球背面的照片。

按照科罗廖夫的规划，前苏联人的登月是早晚的问题，而且应该在美国人之前。为了适应登月的需要，科罗廖夫提出了大型火箭新的设计方案

和长远规划，这就是著名的前苏联 N1 运载火箭。N1 还有两个小兄弟 N2 和 N3，它们的尺寸和推力逐次减小，后者用于运载洲际导弹。但是就在 N1 的设计方案刚出炉，还没有来得及实施，前苏联就陷入了优先发展洲际导弹还是载人火箭的争论。1959 年 12 月，经过主管官员和各级专家的激烈讨论，优先发展导弹的意见占了上风，既然如此，就没有必要制造 N1 这样的超大型火箭。虽然科罗廖夫也获得了一些经费继续研制登月火箭，但是前苏联的登月计划却暂时搁浅了。

而与此同时，美国白宫迎来了新主人，而美国也进入了他们的新时代。太空竞赛的天平开始向有利于美国的方向倾斜。

1961 年 1 月 20 日，白雪覆盖着美国的首都华盛顿。美国有史以来最年轻的总统，只有 43 岁的约翰·肯尼迪，在白宫前面宣誓就职。几个月前，他在大选中击败了当时的副总统尼克松，而两人在竞选中总是回避不了一个争论的主题——如何在冷战中战胜苏联。美国的努力自艾森豪威尔总统就开始了，而当时任副总统的尼克松做了很多工作。但是，年轻气盛的肯尼迪雄心比他的前任要大得多。在肯尼迪著名的就职演说中<sup>23</sup>，

他把探索星际的奥秘作为科学工作的第一位，放在征服沙漠和治疗疾病之前。而且他呼吁美苏在这些领域联起手来。仅仅四个月后，肯尼迪就提出了一个雄伟的航天计划——十年内登月，这个计划以太阳神的名字命名，就是著名的阿波罗计划（Apollo Program）。当时，水星计划还没有结束，阿波罗计划暂时还无法送人上天，为了做好衔接，美国还进行了一个过渡性的计划——双子星计



图 16.9 冯·布劳恩和肯尼迪总统在一起

划（Gemini）。在上个世纪 60 年代的最初几年里，美国是三个计划（即水星计划、双子座计划和阿波罗计划）并行，这需要强大的国力支持。

阿波罗计划是人类探索太空和未知领域最庞大的计划，美国全国上下都动员起来了。有上百家的大学、研究机构和公司，两万多名科学家和 40 万人直接和间接地参与了这项航天计划。一般的航天计划，比如前苏联的东方计划和中国的神舟计划，都是这样进行的：当第一次发射成功后，再设计和制造第二次发射所需的火箭和飞船。这样每一次发现的问题在下次都能被克服，成功率较高。但是这样一来时间会拖得很长。据美国航天局的一位主管后来在 Google 介绍，为了确保在苏联人之前登月成功，美国在双子座和阿波罗计划中采用了高密度的流水线式的研发方式，也就是当第一号火箭发射时，第二号在测试，第三号在组装，第四号在制造，第五号在设计研制……每一枚火箭发射的间隔只有半年甚至更短。当然，这里面也存在一个问题，如果在中间某个环节，比如说在测试环节，发现前面某个环节上都出了问题怎么办。答案是已经在流水线上的所有火箭全部报废，所有工作推倒重来。事实上，在双子座和阿波罗计划中有三枚火箭因此而报废。毫无疑问，这么做就是用钱来换时间。

阿波罗计划的关键是登月火箭的研制，众望所归的人选非冯·布劳恩莫属。因此，在该计划即将开始之际，冯·布劳恩和他的团队从陆军转到美国航天局。冯·布劳恩担任了马歇尔太空中心主任，负责研制登月的火箭，项目代号为土星。冯·布劳恩新的工作从 1961 年开始，他在与苏联那位他不知名的对手在抢时间。

相比科罗廖夫，冯·布劳恩要幸运得多，美国在财力和人力上都比前苏联更有保障，因此美国人追赶的速度很快。1961 年，冯·布劳恩的土星一号火箭研制成功，这是美国制造出的第一枚大推力火箭，第一级火箭的推力就达 6670 千牛，超过 R-7 全部发动机的推力。由于美国综合国力比前苏联强很多，他们能负担得起更多的实验。土星一号火箭的前四次试验都只试验第一级火箭，第二和第三级虚设，火箭按照既定的轨道打到海里即

算成功。这样的试验方式更容易测试和改进火箭性能，但缺点是成本很高。总体来讲，土星一号非常成功，它不仅在1964—1965年间，把五艘登月飞船的包括指令舱和服务舱成功送进地球轨道，而且将一些和阿波罗计划有关的人造卫星和地月之间的微波测量船（为后续登月时的通信做准备）送到预定的轨道。

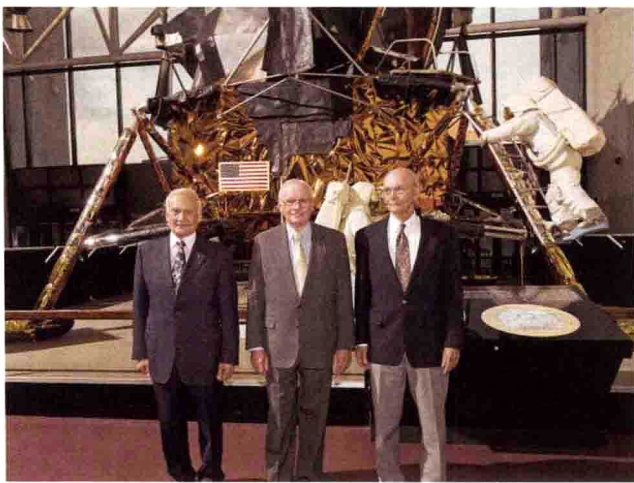


图 16.10 阿波罗 11 号的三名宇航员重逢在当年的登月舱前

美国航天局原本计划在1965—1966年间使用土星一号再进行四次载人航天，但是后来发现该火箭的推力稍显不足，于是冯·布劳恩在1963年又研制出了推力更强劲的土星一B火箭，它的一级火箭推力比土星一号提高了百分之十左右，而二级火箭的推力更是增加了一倍不止（890千牛对400千牛），至此，美国在火箭技术上已经超过了前苏联，在其他登月的准备上也遥遥领先。除了火箭技术外，登月需要的尖端技术非常多，让我们来看看在几项最关键的技术上，美国人做的准备工作。

首先是着陆和离开月球的技术。让宇航员安全着陆月球并不是一件容易的事情。在地球上，因为有大气和海洋的帮助，可以通过降落伞给即将着陆的太空舱减速，为了防止太空舱和地面撞击，还可以降落在海洋上。月球和地球不同，既没有大气，也没有海洋，因此在地球上着陆的这些

办法在月球都用不上，唯一的办法就是用反推火箭让登月舱减速，缓缓落下，就像我们在电影《星球大战》和各种科幻片中看到的那样。但是在现实中，这么做非常困难，火箭喷速和角度都必须控制得非常好。

当然，宇航员既不是嫦娥，也不是吴刚，无法在月球上长期生活，还需要离开月球返回地球。在阿波罗计划一开始，美国宇航局就提出了四种返回方案。

第一种方案是随登陆舱一起带一枚大火箭到月球上，然后直接发射返回地球，这样登月设备的总重量就非常大，需要从地球上发射一枚比阿波罗计划实际使用的土星五号大得多的巨型运载火箭，但这种方法最为简单。

第二种方案是在地球轨道上组装一枚火箭和一艘飞船飞往月球，同时迎接从月球返航的火箭，这需要多个火箭将各个部件运到地球轨道，更需要卓越的空间对接技术，但是可以适当降低登月总设备的重量。顺便提一句，前苏联一开始考虑的就是这种方案。虽然前苏联没有能成功登月，但是却按照这个方案研制出著名的联盟号宇宙飞船。

第三种方案和第二种类似，差别是在环月球轨道对接，然后一起返回地球。这种方法需要的总设备重量最小。

第四种方案是发射两枚火箭到月球上，一枚运载登月舱，另一枚运载从月球返回地球的火箭，然后在月球上组装。这种办法的缺点是如果两枚火箭的轨迹出现一点偏差，登月舱和返航火箭的着陆点就会差出百八十里甚至更多，宇航员就回不来了。

大部分专家倾向于第一种方案，因为它简单。当时大多数专家对于空中对接都没有把握。事实上冯·布劳恩也是支持这个方案的，并且已经打算设计一种比土星五号更大的新星火箭（Nova）来完成这个使命。但是，有一个叫约翰·侯博尔特（John Houbolt，1919—）的科学家坚持认为登月设备的总重量越轻越好，并想方设法说服了大多数人，于是，包括冯

24

"Without NASA's adoption of this stubbornly held minority opinion in 1962, the United States may still have reached the Moon, but almost certainly it would not have been accomplished by the end of the 1960s, President Kennedy's target date."

·布劳恩领导的马歇尔空间中心的专家们接受了第三种方案。阿波罗计划最终采用了这种方案并获得成功。美国历史学家认为，如果不是因为美国航天局最终采用了少数人的意见，就不可能在上个世纪60年代末登月，虽然最终美国人能够登月<sup>24</sup>。

当然这个计划的难点之一是对接，为此阿波罗9号在环地球轨道进行了对接试验，试验获得了成功，美国人这才继续往前走。

其次是登月飞船的技术，登月的飞船包括指令和服务舱（Command and Service Module，简称CSM）和登月舱（Lunar Module，简称LM）。

如下图所示：

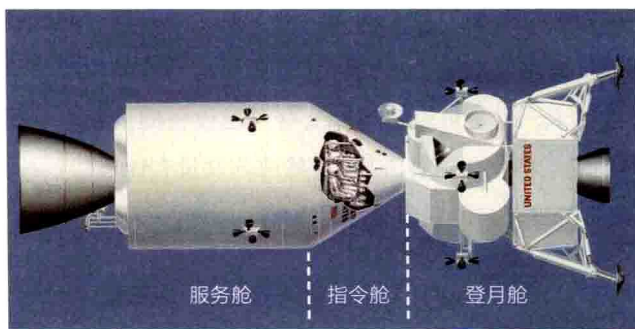


图 16.11 阿波罗 11 号的三个部分，从左到右分别为服务舱、指令舱和登月舱

指令舱是往返途中宇航员的栖身之所。它不仅要把宇航员从地球上送到月球轨道，并且接回，而且也是唯一重返大气层将宇航员送到地表的部分，因此阿波罗计划中对它所做的试验最多。这个模块的直径大约三米半，近四米高，有 5.5 吨重。服务舱（SM）和指令舱（CM，新闻中有时也称之为太空舱）相连，直径也和指令舱差不多，但是长度却达七米。它运输登月所需的各种物资，包括液态燃料和各种设备，重达 24 吨。服务舱和指令舱相连，一同飞往月球，但是在飞船重返地球大气层时会被抛掉。大部分时候服务舱和指令舱的试验一起进行。登月部分包括登月时降落所需的反推火箭和离开月球的火箭，以及登月舱。尽管设计时已经尽可能地降低这部分的重量，但是仍重达 15 吨。

再接下来是控制技术。这里面最关键的一项技术就是自动控制中的卡尔曼滤波。这种滤波方法由美籍匈牙利数学家鲁道夫·卡尔曼（Rudolph E. Kalman, 1930—）等人发明。在卡尔曼提出这种控制理论之初，它的实用性颇受怀疑，以至于他没有在电子工程和自动控制的杂志上发表这个成果，而是将它发表在数学期刊上。1960年的一天，卡尔曼去拜访在美国航天局工作的斯坦利·施密特（Stanley Schmidt, 1944—），发现他的方法对于解决阿波罗计划中轨道预测的难题很有用，于是就将它传授给施密特。后者成为了世界上首次实现卡尔曼滤波器的人，并对卡尔曼的工作进行了进一步的扩展。卡尔曼滤波器不仅用于阿波罗飞船的导航和控制，而且在雷达、计算机视觉、航天飞机和潜艇上都有广泛的应用。

最后还有地月之间通信的难题。月球距我们的地球有38万公里，是地球周长的近10倍。这么长距离的双向通信，以前人类没有进行过。信号的衰减是否会让通信中断？另外无线电波往返地球和月球之间一次也需要两秒多钟，如何消除该延时对控制的影响？这里面有诸多问题需要一一试验才能确定。为此，美国发射了一些航天器，专门测试地月之间的通信情况。最后，由摩托罗拉公司提供了月球和地球之间的对讲设备。遗憾的是，这家伟大的公司今天已不再独立存在了。

在登月竞赛中，前苏联除了火箭技术和美国略有一比，其余关键技术都远远落后于美国。

当然，最后一切都要回到火箭上，因为整个登月飞船几部分加起来重量超过45吨，这使得制造大推力火箭又成了整个计划的瓶颈。冯·布劳恩的团队需要设计推力比土星-B大得多的火箭。之前的十几次各种发射试验，无疑为他们后来研制新火箭提供了丰富的技术积累。1967年，冯·布劳恩的杰作土星五号诞生了。

2002年，笔者有幸参观了肯尼迪航天中心并且看到了冯·布劳恩设计的土星五号火箭。看到它的尺寸，任何人都会感到震撼。这个庞然大物长度超过一个足球场，直径超过一个排球场的宽度。它被水平地安放在展



示大厅里，人们从下面走过，只感觉到个人的渺小。

土星五号一级火箭的推力就高达 33400 千牛，是土星一 B 的四倍多。

现在美国航天局对阿波罗计划所有的细节都考虑周全了，任务也落实了，各项工作也在按计划展开，一切进展顺利。从 1966 年 2 月到 8 月短短的半年里，美国航天局进行了三次代号为 AS201、AS203 和 AS202 的（无人）发射试验。代号 AS 是阿波罗和土星的首字母缩写，分别测试火箭和飞船的各种性能。之后的试验，代号更名为阿波罗。

但是 1967 年 1 月，阿波罗一号还没有发射就出事了，在一次地面的试验中，氧气舱爆炸，飞船着火，三名宇航员全部罹难。这次事故没有动摇美国人的决心，反而帮助美国人发现了很多问题，做了大量改进，大到飞船的设计、小到宇航服。其中有些改进，让后来的阿波罗 13 号受益匪浅，避免了新的悲剧。虽然阿波罗计划因此稍有延迟，但是到了 11 月，阿波罗四号<sup>25</sup>成功发射，这是土星五号火箭的第一次试验。在之后的半年里，美国又进行了两次试验，在无人状态下把登月所需的各个环节测试了一遍。又经过了半年的准备，从 1968 年的 10 月起，美国开始使用载人飞船（阿波罗七号）进行模拟实验。在短短的 7 个月里，美国进行了多达四次试验，有 12 名宇航员进入太空。其中阿波罗八号首次载人进入月球轨道，三名宇航员围绕月球转了 10 圈，阿波罗十号测试了飞船到月球的降落过程，降落到离月球表面只有 15000 米的高度，这个高度只比现在商用飞机的巡航高度略高。

接下来的任务就是要降落在月球上，并让宇航员们踏上月球的表面。对于人类首次登月之旅，美国宇航局做了充分的准备。前期多次实验发射，把能想到的都试验了一遍。余下的就是确定执行首次登月任务的人选了，经过多重考虑，最后确定了由尼尔·阿姆斯特朗（Neil A. Armstrong, 1930—2012）、巴兹·奥尔德林（Edwin E. Aldrin, 1930—）和迈克尔·科林斯（Michael Collins, 1930—）三人执行这次具有历史意义的任务。当然，为了保险起见，美国航天局还准备了一套对应的后备团队。即使

25

为了纪念罹难的三名宇航员，阿波罗 1, 2, 3 号空缺，从第四号开始。

选定了三人团队后，谁将第一个踏上月球又成了几个宇航员争执的焦点。在训练时是由奥尔德林先爬出舱门，最后才改成阿姆斯特朗，完全是因为舱门的设计更方便他而不是奥尔德林先出去。关于阿波罗登月的内幕细节，读者可以参看《阿波罗——月球远征》一书。

很快，人类历史上辉煌的一刻到来了。1969年7月16日，在佛罗里达卡纳维拉尔角的肯尼迪航天中心，阿姆斯特朗等人登上了高高耸立的阿波罗11号宇宙飞船，即将开始人类登月之旅。这次阿波罗登月，美国向全世界进行了电视转播，时任总统的尼克松也在白宫的椭圆办公室中通过电视观看实况。我想，每一位读者如果能回到那一天，一定也会坐在电视机前观看的。所幸的是，30多年后，在肯尼迪航天中心的指挥室里，我在模拟现场看到了阿波罗登11号登月任务的指挥情况和登月的录像。

好了，现在请读者们随我来到指挥中心。上午9时32分（美国东部夏令时间），火箭发射进入了最后的倒计时。宇航员和火箭的状态良好。或许是出于兴奋抑或紧张，阿姆斯特朗在火箭发射时的心跳达到了每分钟110次，这在以前是不曾有过的。在控制台上各种仪器的显示屏和显示灯不停地闪烁着，墙上的计时器开始倒计时——10、9、8…3、2、1，这时背景响起了“发射”的声音。大屏幕上，土星五号点火成功，橙色的火焰推着110米高的庞然大物徐徐升起，速度越来越快，直到火箭消失在屏幕上。第四天，也就是7月19日，火箭进入月球轨道；第五天，7月20日，阿波罗11号准备着陆月球。镜头切换到阿波罗11号着陆月球表面的影像，在登月舱的下方有一个摄像机，将模糊不清的月球表面图像传回地球。只见登月舱离月球表面越来越近，终于停在了那里。这段影像在美国航天局的网站上可以看到<sup>26</sup>。在登月舱安全地降落在月球表面后，指挥长阿姆斯特朗传回了人类在月球上说的第一句话：“休斯敦<sup>27</sup>，这里是静海基地。鹰<sup>28</sup>着陆成功。”

接下来，阿姆斯特朗和奥尔德林按照事先设定的行程，应该先睡五个小时的觉，因为他们在飞行途中没怎么合眼。但是他们俩兴奋得谁也睡不着，

26  
http://dwz.cn/  
i742m

27  
指挥总部的代号。

28  
阿波罗11登月舱的  
代号。

在征求了总部的同意后，他们提前踏上了月球的表面。在控制室的屏幕上出现了阿姆斯特朗走下登月舱，踏上月球大地的影像，他的动作非常缓慢。由于距离遥远以及通信技术远不如今天发达，传回的影像和声音断断续续，但是还是能分辨出阿姆斯特朗那句著名的话，“这是一个人的一小步，却是人类的一大步。”这几秒钟的录音在互联网上可以听到<sup>29</sup>。

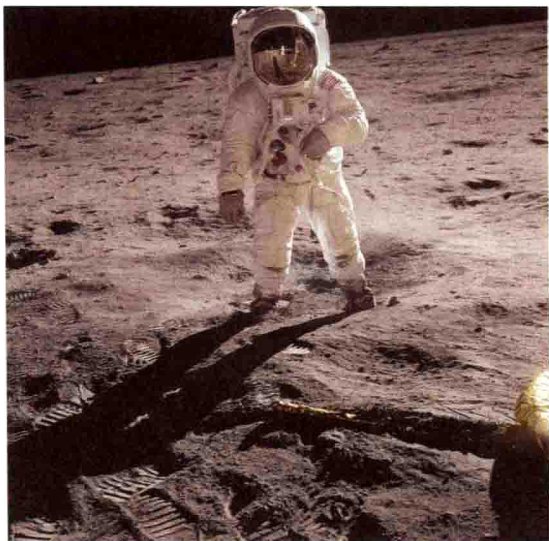


图 16.12 奥尔德林在月球表面

全球有六亿多观众通过电视观看了人类首次踏上月球的活动。阿姆斯特朗和奥尔德林在月球的表面安放了一些实验仪器，并且采集了 20 多公斤的月球岩石标本。他们两个人在月球上滞留了大约两个半小时，然后回到登月舱睡觉。虽然奥尔德林不小心搞坏了返回火箭

的点火开关，但是有惊无险，他们用一支笔打开了开关，火箭将他们先送到月球轨道和控制 / 服务舱汇合，然后返回地球。7 月 24 日，运载三名宇航员的指令舱落入太平洋。从发射到安全降落到地球表面，整个过程大约是八天零三小时。

在宇航员们返回地球 20 天后，即 8 月 13 日，美国全国举行了盛大的庆祝仪式，纽约、芝加哥和洛杉矶等三大城市同时举行了游行庆典。当晚，洛杉矶市为宇航员们举行了国宴，总统尼克松到场致辞并向宇航员和参加阿波罗计划的人员代表授勋。到场的政要还有当时的加州州长（后来成为美国总统）里根、联邦大法官、50 名国会议员、（50 个州中的）44 位州长和 83 个国家的代表。用尼克松的话讲，即使是白宫的晚宴，也从



图 16.13 阿姆斯特朗等三名宇航员从月球返回后，在隔离舱中度过了十几天。当时的美国总统尼克松在第一时间前往隔离舱看望他们并透过玻璃窗向他们表示祝贺

来没有来过这么多的州长。这一天还只是他们 45 天环球庆典的第一天，接下来他们应邀访问了 25 个国家，见到了包括英国女王在内的诸多外国政要和名流。

阿波罗登月的成功是全人类的胜利，直接和间接参加阿波罗计划的人员多达 40 万人（尼克松的原话），他们来自世界不同的国家，其中包括很多华裔科学家。第二个踏上月球的奥尔德林说：“这不仅仅只是三个人去月球完成一次任务，也不仅仅是一个政府和产业团队的努力，也不仅仅是一个国家的努力。我们感觉这象征了人类对未知世界探索的求知欲……”

在阿波罗计划中，冯·布劳恩的贡献有多大呢？用阿波罗 11 号的成员柯林斯的话讲：“……把我们送入轨道的土星五号火箭的复杂程度是难以想象的，它的每一部件都很完美……我们始终对它抱有信心。没有为这个计划流血、流汗、流泪的人们，这一切都不会成为现实……我想对他们说：‘十分感谢’。”美国航天局是这样评价他的：“毋庸置疑，他是历史上最伟大的火箭科学家。他最大的成就是在担任美国航天局马歇尔太空飞行中心主任时，主持土星五号的研发，成功地在 1969 年 7 月首次达成人类登月的伟业。”可以说没有冯·布劳恩就没有土星五号，虽然人类最终还是可以登月，但不会是在肯尼迪设定的期限内——20 世纪 60 年代。

在美国全民支持阿波罗计划并为之奋斗的同时，他们的竞争对手苏联又在做什么呢？由于内斗、资金不足和配套工业跟不上航天计划的需求，前苏联从 60 年代中期在各个方面就落后于美国了，包括火箭技术。虽然科罗廖夫等人仍然壮志凌云，怎奈严酷的现实让他们举足维艰。当美国在 1961 年 5 月宣布实施人类登月计划时，科罗廖夫也提出了苏联自己的登月计划，并开始着手研制登月火箭 N1 和相应的飞船。我们在前面提到，对接技术是登月的关键之一，科罗廖夫在他生命的最后岁月，研究了联盟号宇宙飞船和礼炮号空间站，并且解决了两者之间对接的理论问题。然而当时的苏联已经无力像美国那样进行高密度的发射，因此登月计划进展缓慢，而且各项准备工作做得也非常不充分。这中间前苏联还经历了赫鲁晓夫下台事件，新的领导人勃列日涅夫并不像他的前任那样无条件地支持航天计划。

1966 年 1 月 12 日，科罗廖夫死于一次外科手术，年仅 59 岁。很遗憾，他没有看到自己设计的宇宙飞船联盟者号和礼炮号空间站成功对接——那时他已经长眠于地下四年多了。

科罗廖夫的继任者瓦西里·米申（Vasily Mishin, 1917—2001）没有科罗廖夫的影响力和魄力。虽然他在很艰难的情况下完成了 N1 火箭的研制，

但是该火箭四射四败。再加上不断的航天事故，尤其是宇航员的丧生<sup>30</sup>，导致前苏联登月计划的整体失败，并且最终被放弃了。

前苏联和美国在火箭上的差距最容易被外界看到的是在技术上。的确，美国的土星五号 11 次发射无一失败，而 N1 火箭 4 次发射 4 次爆炸，技术上确实存在差距，但是在这背后有着更深层的原因。在说明这些深层原因之前，我们不妨先对比一下这两种火箭，它们分别是冯·布劳恩设计的土星五号和科罗廖夫的压轴之作 N1。

表 16.2 土星五号和 N1 主要参数指标的对比

火箭	土星五号	N1
高度	110 米	105 米
最大直径	10 米	17 米
质量	2800 吨	2735 吨
负载	120 吨	90 吨
发射次数	11	4
成功次数	12 <sup>31</sup>	0
推力 1	34020KN	50300KN
推力 2	4400KN	14040KN
推力 3	1000KN	1610KN
推力 4	无第四级火箭	446KN

从上面的对比中，我们可以看到 N1 的推力其实比土星五号更大，但它只能将 90 吨有效载荷送入地球轨道，而土星五号可以运送 120 吨有效载荷。这是由于 N1 全箭以煤油做燃料，而土星五号的第二和第三级火箭是以液态氢做燃料，因此效率较高。虽然说作为火箭的燃料，煤油和液态氢各有千秋<sup>32</sup>，但是具有很高比冲量的液氢对提高第二和第三级火箭性能颇有帮助。前苏联方面并非不想用液态氢燃料，但是一来液态氢价格昂贵，二来它的燃烧不好控制，而前苏联在这方面的研究和准备落后于美国，因此他们选用了更有把握的煤油。

30

1967 年 4 月 23 日联盟 1 号降落失败，科马洛夫丧生。1971 年，联盟 11 号的三名宇航员多布沃斯基、帕查耶夫和沃尔科夫在返回途中窒息而亡。1968 年，加加林，在一次米格 -15 战斗机坠毁中丧生。

31

土星五号唯一一次完全不成功的发射是在运载阿波罗 6 号的时候。那次发射，土星五号的两个发动机点火失败，但是并没有影响阿波罗 6 号完成任务。

32

理想的火箭燃料应该是比重大而同时高比冲量（相当于单位质量单位时间产生的推力），但事实上任何燃料都难两全。液氢具有高比冲量，但是比重太小，同样的质量需要很大的体积才能装下，导致火箭的外壳太重。相比之下，煤油虽然比冲量低，但是比重是液态氢的 7 倍，因此可以让火箭的外壳变得较小。一般来讲，占火箭总重量大头的第一级火箭都不会用液氢做燃料。

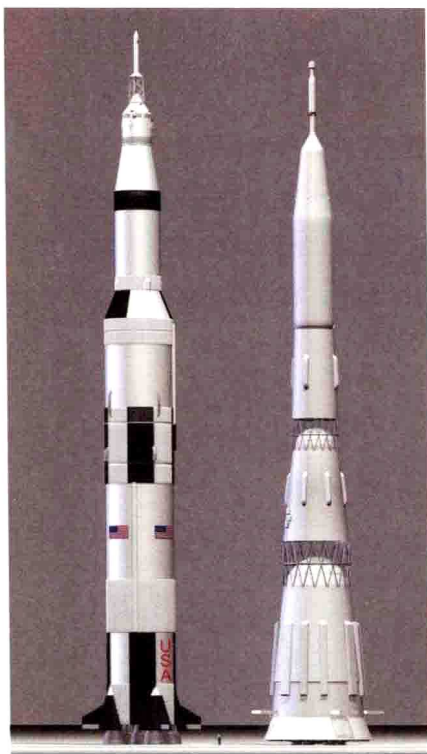


图 16.14 土星五号（左）和 N1 的对比

N1 火箭最主要的问题还不在于它的效率低，因为即使效率低一点，它还是可以把登月所需的飞船送上天。作为一个非常复杂的机体，它从制造、组装到测试都反映了一个国家整体的工业水平和质量水准，而在这方面前苏联远远落后于美国以及主要西方国家。首先，N1 火箭设计的过程本身就一波三折，虽然科罗廖夫早在 1959 年就提出了 N 系列火箭的总体设计方案，但是由于前苏联内部的政治斗争，N1 火箭的研制断断续续，直到 1969 年科罗廖夫去世后的第三年，才第一次发射。而与它同期设计的土星五号在那一年已经完成了人类首次登月的任务。其次，因为火箭非常庞大，整个设计过于复杂，我们都知道越是复杂的东西就越容易有小毛病，这种极端脆弱的结构导致了 N1 最后失败。另外，大型火箭都是在制造后运到发射场组装，土星五号是在海港城市新奥尔良制造，然后整级火箭装船运到在位于佛罗里达海边卡纳维拉尔角的发射基地组装，而 N1 的制造和前苏联的拜科努尔发射基地都在内陆，铁路无法运送这样的庞然大物，因此箭体各级都被拆散后运输，然后再重新组装。拼装出来的火箭比整体制造的火箭出现小毛病的概率高很多。最重要的是，由于缺乏资金支持，加上做事情一贯粗糙，N1 从未经过严格的出厂测试，导致它四次发射全部失败，而且每次爆炸都发生在一二级分离之前。不过需要指出的是，虽然 N1 火箭彻底失败了，前苏联还是获得了不少火箭设计经验，这促使了后来前苏联和俄罗斯主力火箭质子火箭的诞生。

N1 火箭最主要的问题还不在于它的效率低，因为即使效率低一点，它还是可以把登月所需的飞船送上天。作为一个非常复杂的机体，它从制造、组装到测试都反映了一个国家整体的工业水平和质量水准，而在这方面前苏联远远落后于美国以及主要西方国家。首先，N1 火箭设计的过程本身就一波三折，虽然科罗廖夫早在 1959 年就提出了 N 系列火箭的总体设计方案，但是由于前苏联内部的政治斗争，N1 火箭的研制断断续续，直到 1969 年科罗廖夫去世后的第三年，才第一次发射。而与它同期设计的土星五

最终美国人多次成功登月而前苏联一次也没有，这里面的根本原因不是科罗廖夫的能力不行，而是前苏联输在了综合国力上。

没有了对手的冯·布劳恩继续在为航天事业奉献着。继阿波罗 11 号之后，美国又有五次成功登月，完成了人类历史上的一个壮举。1972 年，在达到预期目的后，美国终止了阿波罗计划，转而开发可重复使用的太空飞行器——航天飞机。在最后一艘阿波罗飞船登月的五年后，冯·布劳恩也走到了他生命的尽头，1977 年他死于癌症。就在去世前不久，他获得了美国科技的最高奖——美国国家科学奖，但是他已经无力去白宫领奖了。14 年前，将他从德国带到美国的冯·卡门获得了第一届美国国家科学奖，12 年后，为阿波罗计划做出杰出贡献的另一名科学家卡尔曼也获得了这项殊荣。冯·布劳恩来到这个世上，似乎就是为了完成将人类送入太空、送上另一个星球的使命。他这一生过得匆匆忙忙，从 26 岁开始主管纳粹德国的火箭项目，到领导美国航天计划，三十年如一日地工作着。当他完成了这个使命后，上天似乎不愿意让他在这个世界上多停留，就召他回去了。

## 结束语

美苏太空竞赛产生了很多正面结果。它首先让人类飞出了地球。虽然人类目前只能在月球上短暂停留，距离真正的太空旅行乃至太空殖民还相差甚远，但是人类的太空探索只有短短几十年的历史，相比人类的历史只是一瞬间而已。当我们的远古祖先第一次抱着漂浮的树干漂过一条湍急的河流时，一定想不到自己的后代能够远渡重洋到达新的大陆。在哥伦布看来，原始人过河的行为再简单不过，但这却是探索未知的开始。当然，哥伦布也无法想象今天登月的壮举。或许几万年后，我们的后代可以自如地在太空旅行时，他们到达月球就如同我们过河一样，他们应该知道我们今天人类半个多世纪的努力是千里之行的第一步。历史将永远记住这些名字：科罗廖夫、冯·布劳恩、加加林和阿姆斯特朗。



太空竞赛的第二个结果就是培养了美国、前苏联和世界很多国家的一代科技人才，造就了今天的高科技时代。当苏联的人造卫星经过西方媒体广泛报道后，导致了美国的恐慌和政治上的争论。这件事史称史泼尼克危机。作为回应，美国采取了一系列措施以夺回技术优势，当年美国国会就通过了《国防教育法案》，并由艾森豪威尔总统立即签署生效。该法案授权的花费超过 10 亿美元，广泛用于改造学校、为优秀学生提供奖学金（和助学贷款）以帮助他们完成高等教育、发展职业教育以弥补国防工业的人力短缺等。据当时还是小学生的希拉里·克林顿女士 2008 年在 Google 讲演时回忆，那时整个美国天天宣传的都是要学习科学，发展科技，这些宣传影响了一代人的一生。在那时，大中小学生们都响应总统的号召学习科技，学习工程。美国也因此诞生了一大批世界一流大学，包括斯坦福大学和加州理工学院。按照希拉里的观点，那时美国的教育水平普遍比现在高不少。

太空探索极大地促进了科技的进步，我们今天使用的很多东西，最初都是为太空探索的需要而发明的。比如我们今天婴儿使用的尿不湿，其实最早是为宇航员开发的。我们用的反辐射保暖衣和保温包，都是太空服的一部分。今天有记忆海绵的床垫和枕头，也是采用航天技术。今天数码相机成像的 CMOS 传感器，最初也是为了将登月图像传回地球而发明的。阿波罗计划一共成功登月六次，在月球上进行了很多的实验，带回来几百公斤月球的岩石标本，对我们了解太阳系的形成起到了关键的作用。这些岩石标本证实了月球起源于一颗早期行星和地球碰撞的理论。

太空竞赛也带来很多负面影响。但是很多人夸大了负面影响，甚至认为它最终拖垮了苏联。太空竞赛确实造成了很多浪费和可持续发展的投入，但是相比它的成绩来讲，这些投入微不足道。美国阿波罗计划历时 11 年，耗资 200—250 亿美元，折算成上一次金融危机前（2007 年）的购买力，相当于 1360 亿美元，还不如 2008 年金融危机时美国政府救助银行的零头，也远比美国陷入越战泥潭中的花费要小得多。在上个世纪 70 年代，美国因为陷入了越战泥潭，耗费高达 1110 亿美元（相当于今

天的 7000 多亿)<sup>33</sup>，无力也无心进行大规模的空间探索活动，终止了阿波罗计划。虽然在 70 年代，美国航天局预算的绝对金额没有太大减少，但是占 GDP 的比重从 1970 年的 1.9% 降到了 1980 年的 0.8%。阿波罗计划的终止，导致两万多名科学家失业。前苏联对其在航天上的投入一直不公开，但是在 70 年代，它在很多航天项目，比如空间站的建设等方面的投入依然可观。在前苏联，更耗费资金的是，它利用火箭技术大量生产弹道导弹，这使得关乎国计民生的轻工业和农业长期得不到发展。最后又陷入了阿富汗战争的泥潭，直接从经济上拖垮了前苏联，令其最终在冷战中失败，导致国家的解体。

33

<http://t.cn/apnNcg>

回顾美苏太空竞赛，如果仅仅概括成科罗廖夫和冯·布劳恩两个人的竞赛，多少有点以偏概全。但是这两个人在这次竞赛中起到了关键性的作用。一方面他们是造时势的英雄；另一方面，是两个超级大国成就了他们的英名。积极推动探索太空的美苏领导人肯尼迪和赫鲁晓夫在历史上都是富有传奇色彩的领袖，遗憾的是他们分别在 1963 年遇刺和在 1964 年被政变推翻，没有能分享他们倡导的事业的成功，但是人类探索太空的努力并没有因此而停止。

法国思想家圣西门（Henri de Saint-Simon，1760—1825）在他的著作《寓言》<sup>34</sup>中曾经讲过，一个国家如果失去了 100 名高官，它会照样前进；但是如果法国失去了各 50 名最好的物理学家、化学家、数学家和工程师……，后果将难以想象。科罗廖夫和冯·布劳恩就是这样的科学家。

34

*A Political Parable*

科罗廖夫以囚徒的身份，在没有人身自由的情况下，忘我地工作，为他的祖国贡献了许许多多多个世界第一。他生前（因为保密的原因）默默无闻，没有得到他应得的掌声和荣誉，也没有享受到普通人的快乐。他在去世后才为人所知，前苏联为他举行了国葬，他的陵墓在红场的墓园内。2007 年，在科罗廖夫诞辰 100 周年之际，俄罗斯为他举行了大型的纪念活动，也可谓是荣于身后了。

相比科罗廖夫，冯·布劳恩是幸运的，他虽然为纳粹服务过，但是他的

新国家对他和他的同事们完全信任，将最机密最重要的任务交给了他。而他那些去了前苏联的德国同胞，因为得不到信任，早在太空竞赛真正开始前就被排斥在了门外。相信移民，重用移民，这是美国强大的重要原因。单比较这一点，前苏联就已经输了。

冯·布劳恩不仅是世界上第一个把航天器送出大气层的人，还把人类送上了月球。他设计的土星五号火箭，在他去世 30 多年后的今天，依然保持着世界最大火箭的纪录。我们很难讲他们二人谁的本事更大，但是毫无疑问，他们是人类历史上迄今为止最伟大的火箭专家。当我们提到他们时，自然还会想到加加林和阿姆斯特朗，以及几十万直接和间接服务于太空探索壮举的人们。

在本章的最后，我们再回过头来提一下本章开头提到的年轻的中国人钱学森。他后来回到了中国，成为了中国的航天之父。他师承冯·卡门，而冯·卡门和冯·布劳恩其实没有太多的关联，因此过去一个流行的说法是中国的航天得益于美国（和德国）早期的研究是不对的，或许这个说法把冯·卡门和冯·布劳恩混为一谈了。中国航天的成就，虽然多少得到了前苏联专家的一些帮助，但主要是靠自己的努力实现的。

## 附录 人类航天大事记

- 1944, 冯·布劳恩设计的人类第一枚弹道火箭，德国 V-2 火箭从德国发射到英国本土，飞行距离 300 公里
- 1945, 冯·卡门和钱学森将冯·布劳恩带回美国
- 1947, 在科罗廖夫的领导下，前苏联成功发射了第一代 R-1 弹道火箭
- 1949, 在科罗廖夫的领导下，前苏联发射了 R-2 弹道导弹，第一次实现弹头和火箭分离
- 1952, 在冯·布劳恩的领导下，美国研制出第一代弹道导弹红石导弹，并且部署在欧洲
- 1953, 前苏联成功发射世界上第一枚中程导弹 R-5
- 1955, 中国导弹之父钱学森回到中国
- 1956, 在冯·布劳恩的领导下，美国研制出第一代中程导弹木星 1-C

- 1957, 前苏联成功发射世界上第一枚洲际导弹 R-7, 该导弹第一次成功使用了多级火箭  
前苏联使用科罗廖夫研制的火箭, 成功地发射了人类第一颗人造卫星
- 1958, 美国使用冯·布劳恩研制的朱诺一号火箭, 成功地发射了自己的人造卫星
- 1961, 前苏联成功地进行了载人太空飞行, 宇航员加加林成功地完成环地球一周太空飞行的壮举  
美国总统肯尼迪宣布了阿波罗登月计划  
年底, 美国宇航员格兰成为第一个环地球太空飞行的美国人  
前苏联探月卫星“探月二号”到达月球, 成为到达外太空星球的第一个人造物  
冯·布劳恩从陆军调到了成立不久的美国宇航局 NASA, 负责登月火箭土星系列的设计  
土星一号研制并发射成功, 这是美国第一次在火箭推力上超过前苏联
- 1963, 土星二 B 研制发射成功, 美国火箭技术全面超过前苏联  
前苏联女宇航员捷列什科娃成为世界上第一个完成环球飞行的女宇航员
- 1966, 前苏联航天之父科罗廖夫去世
- 1967, 冯·布劳恩设计的巨无霸火箭土星五号发射成功, 为登月扫清了火箭方面的障碍
- 1968, 阿波罗 7 号升空, 成为第一艘通过土星五号发射的载人飞船  
阿波罗 8 号发射成功, 第一次将人类送入月球轨道 (没有登陆)
- 1969, 阿波罗 9 号发射成功, 第一次实现指令舱 / 服务舱和登月舱的对接
- 1969, 阿波罗 11 号发射成功并且成功地完成了人类登月的使命。阿姆斯特朗成为世界上第一个踏上天外星球的人  
中国成功发射第一颗人造卫星
- 1971, 前苏联成功发射人类第一个太空站礼炮 1 号
- 1972, 阿波罗 17 号登月, 并且成为了阿波罗计划中最后一次登月的飞船, 不久阿波罗计划结束  
美国的先驱者 10 号探空飞船发射成功, 在访问了一些太阳系的行星后, 驶出太阳系, 成为第一个驶离太阳系的人造飞船
- 1977, 德国和美国航天之父冯·布劳恩去世
- 1981, 美国航天飞机首次发射成功
- 1998, 世界多国合作的国际太空站发射升空
- 2003, 中国神州 5 号飞船首次完成载人太空飞行的任务, 杨利伟成为中国第一个环地球飞行的太空人
- 2011, 美国最后一次发射航天飞机, 在过去的 30 年里, 美国成功发射航天飞机 134 次, 失败 1 次

## 参考文献

- 1 Matthew Brzezinski. 红色月亮升起——史泼尼克卫星和被遗忘的太空时代的对手 ( *Red Moon Rising: Sputnik and the Hidden Rivalries that Ignited the Space Age* ). Holt Paperbacks, 2008.
- 2 Edgar M. Cortright. 阿波罗——月球远征 ( *Apollo - Expeditions To The Moon* ). Dover Publications, 2009.
- 3 太空竞赛 .Space Race.BBC 视频节目 .
- 4 当我们离开地球 ( *When We Left Earth: The NASA Missions* ). 美国 Discovery 频道节目 .

# 索引

## A

爱迪生 170, 194, 209~218, 221, 223, 224,  
226, 227, 235  
爱因斯坦 20, 35  
安培 204, 205, 208, 209, 232, 235  
奥本海默 27, 229, 247, 250~254, 261, 263,  
264  
奥斯特 186, 204, 208, 235

## B

巴尔的摩 - 俄亥俄铁路 175, 199  
巴伦支 55, 56, 57  
巴罗 5, 9, 12, 25  
白炽灯 211~213  
拜科努尔发射基地 312  
北美独立运动 92, 114, 119  
贝尔 23, 105, 163, 166, 168, 179, 190~196,  
200  
贝尔电话公司 190, 195, 196  
宾夕法尼亚大学 89  
宾夕法尼亚州 88, 92~94, 126  
波普尔 161, 162, 166, 168  
波士顿大屠杀 93  
波士顿倾茶事件 114, 115, 129  
玻尔 239, 241, 242, 249, 261, 262, 264,  
267, 277  
玻意尔 10, 18, 27  
博尔顿 74~77

## C

查理一世 43, 52, 64, 81

## D

达尔文 1, 75, 151~157, 161  
达朗贝尔 23  
达灵顿 77, 81, 171, 172, 199  
大西方铁路 182  
戴维 43, 171, 207, 208  
氘 - 氦反应 232  
德漠克利特 17  
登月舱 302~304, 307, 308, 317  
狄德罗 127  
笛卡尔 5, 7, 16~19, 24, 32, 131~134, 136,  
138, 139, 141, 150, 156, 166, 168, 209  
电报机 181, 182, 190, 218  
电动机 143, 182, 204, 205, 207~209, 214,  
219, 220, 235  
东方计划 294, 301  
东方一号 296  
东印度公司 53, 54, 56, 58~60, 71, 81

## E

恩里克亲王 48  
二项式定理 8, 12, 13, 17

**F**

- 发电机 202, 204, 205, 208, 214, 215, 226,  
227, 235
- 法拉第 1, 145, 147, 205~209
- 凡·艾克 49, 50, 323
- 反射式望远镜 8, 10
- 范德比尔特 177~179
- 方以智 18
- 费城 88~90, 92~95, 98, 115, 117, 121~123,  
125, 126, 129
- 费米 231, 238, 242, 245~248, 250, 251,  
253, 257, 259, 261, 264, 267, 277
- 冯·布劳恩 258, 262, 281, 283~289,  
292~294, 298~303, 305, 310, 311, 313,  
315~317
- 冯·卡门 282, 283, 284, 313, 316
- 冯·诺依曼 33
- 弗吉尼亚大学 99, 103~105
- 弗吉尼亚州 97~99, 102, 103, 111, 115, 122,  
124, 126, 128
- 弗里施 237, 239~241
- 伏特 204, 235
- 服务舱 302, 304, 308, 317
- 福岛核电站 268, 271, 278, 280
- 富兰克林 75, 76, 84~99, 102, 104, 105,  
109, 114, 116, 117, 120, 125, 128, 129,  
130, 170, 203, 209, 235

**G**

- 格兰 3, 25, 49, 57, 63~65, 68, 73, 98, 110,  
111, 114, 124, 176, 191, 295, 298, 317
- 格兰瑟姆国王中学 3
- 格雷 191, 192, 202, 235
- 格利克 202
- 格罗夫斯 249~254, 256, 260, 264, 267

**H**

- 哈恩 229, 237~240, 242, 255, 257, 261,  
262, 267, 277
- 哈雷 10~12
- 海姆斯凯尔克 55, 56
- 海森堡 241, 246, 255~258, 260~262, 280
- 核反应堆 248, 253, 262, 268~270, 275,  
276, 278~280
- 核聚变 228~234
- 赫德森 173~175, 177, 178, 199
- 赫胥黎 156
- 赫兹 207, 215
- 亨利八世 2, 61, 62, 65, 81
- 洪堡教育体系 5
- 胡克 9~12, 18, 20, 25, 28
- 华莱士 153, 154
- 华盛顿 27, 61, 83, 84, 86, 95~102,  
104~109, 113, 115~123, 125, 126, 129
- 皇家学会 9~13, 15, 19, 25, 26, 34, 36
- 惠更斯 20, 28
- 霍普金斯 6, 89, 175, 179

**J**

- 吉洪拉沃夫 292
- 加加林 294~298, 311, 313, 316, 317
- 剑桥 2, 4~9, 11~13, 16~18, 21, 25~28, 30,  
31, 36
- 剑桥三一学院 5
- 交流电 214~217, 235
- 焦耳 143~148, 158, 166
- 焦耳定律 144
- 杰弗逊 27, 75, 76, 84, 94~105, 108, 109,  
114~117, 124~126, 128, 130
- 进化论 1, 75, 143, 148, 151~154, 156, 161

居里 168, 218, 237, 238, 259, 260, 274, 275  
 伊莲娜·居里 259, 274  
 约里奥·居里 259, 260, 274, 275

## K

凯恩斯 27, 31  
 康沃利斯 107, 108, 120  
 科尔逊 13  
 科罗廖夫 285~294, 297~301, 310~313,  
 315~317  
 柯西 15  
 可控核聚变 230~234  
 孔多塞 140, 142

## L

拉格朗日 15, 23, 32, 34, 140, 142  
 拉马克 149, 151, 152  
 拉普拉斯 24, 32  
 拉瓦锡 76, 131, 137~143, 147, 158, 159, 167,  
 168  
 莱布尼茨 12~15, 28, 34  
 劳伦斯 233, 234, 245, 246, 251, 253, 254  
 劳伦斯-利弗莫尔实验室 233, 234  
 勒柏辛斯卡娅 165, 166  
 雷恩 10  
 李森科 165  
 利文斯顿 117  
 利物浦 172~175, 199  
 联邦党 100, 109  
 联盟号宇宙飞船 303, 310  
 链式反应 241, 242, 246~249, 257, 260,  
 274  
 列克星敦 94, 99, 116, 129  
 列文虎克 148, 149  
 留声机 210, 218, 221~223

卢米埃尔 223~225, 235  
 卢卡斯教座 5, 16  
 卢梭 127  
 陆士嘉 284  
 路透 183, 200  
 路透社 183, 200  
 罗蒙诺索夫 139  
 罗卡角 48  
 罗尚博伯爵 119  
 罗斯福 80, 81  
 洛厄尔市 194  
 洛克 1, 80, 97  
 洛斯阿拉莫斯 251~253, 274

## M

马拉 137, 140, 171  
 马里兰州 128  
 马萨诸塞州 94, 98, 99, 111, 115, 116, 121  
 马歇尔太空中心 301  
 迈特纳 229, 237~242, 262, 267, 277, 280  
 麦迪逊 84, 100, 101, 103, 104, 109, 122,  
 123, 125~127, 130  
 麦克斯韦 1, 144, 205, 208, 209  
 曼彻斯特 144, 146, 172~174, 199  
 曼哈顿计划 229, 245, 249, 251~256, 259,  
 260, 262, 264, 267, 274  
 毛奇 169, 185~189  
 美国电话和电报公司 195  
 美国独立战争 71, 94, 95, 117, 119  
 美国国家航空航天局 294  
 美国联邦快递公司 199  
 美国陆军弹道导弹局 288  
 门罗 101, 103, 104, 126  
 孟德尔-摩尔根遗传学 165  
 莫尔斯 179~182, 184, 192, 198, 199



**N**

拿破仑 72, 101, 109, 118, 167, 173, 185~190  
 尼德兰 43~45, 47, 49~52  
 牛顿 1~36, 69, 77, 81  
 纽黑文 180, 193  
 纽曼 5  
 浓缩铀 249, 259

**O**

欧几里得 5, 16, 17, 23  
 欧拉 23

**P**

帕特里克·亨利 99, 115, 125  
 培根 24, 63, 97  
 皮萨罗 40, 42, 81  
 皮特 68, 69, 71  
 朴茨茅斯家族 31  
 普法战争 169, 185, 189, 199  
 普利茅斯 111  
 普利斯特里 137, 140  
 普鲁士 49, 139, 169, 185~190

**Q**

卡尔曼滤波 305  
 卡纳维拉尔角 293, 307, 312  
 钱学森 282~284, 316  
 切尔诺贝利 268~270, 278, 279  
 伽莫夫 229, 239  
 青年教育学院 89

**R**

燃素说 137, 138, 158, 159  
 日本国铁 178

**S**

萨克斯 244, 245  
 三哩岛事件 268, 270, 278, 279  
 沙哈罗夫 287  
 莎士比亚 63  
 施莱登 149, 150  
 施旺 149, 150  
 十河信二 178  
 史蒂芬森 77, 81, 169~175, 199, 200  
 史泼尼克一号 289  
 舒曼 241, 256, 261  
 双子座计划 300, 301  
 水星计划 294, 298, 300, 301  
 斯坦福 177, 179  
 斯托克顿 172

**T**

泰勒斯 90, 201  
 探险者1号 293  
 汤姆森 145  
 堂吉诃德 47  
 特斯拉 209, 213~218, 235, 271  
 通用电气公司 213~217  
 土星五号 303, 305~307, 310~312, 316,  
 317  
 土星-B火箭 302  
 土星一号 301, 302, 317  
 托勒密 2, 16, 136, 159  
 托雷多 47  
 托卡马克装置 231, 233

**W**

瓦特 73~77, 81  
 万有引力定律 7, 9, 11, 12, 16, 17, 22~24, 36  
 威廉·玛丽学院 65, 75, 89, 97, 99, 103

威廉三世 61, 65  
 威廉一世 61, 108, 189  
 威斯敏斯特教堂 1, 33  
 微积分 8, 9, 11~17, 31, 36  
 魏尔肖 150, 165  
 无敌舰队 45, 46, 58, 62, 63, 81

## X

西拉德 242, 243, 244, 245, 247, 259, 261,  
 264, 267, 277  
 西拉德 - 爱因斯坦信 244  
 西门子 209, 226, 235  
 西塞罗 97  
 西屋 209, 213~217  
 西屋电气公司 213~215, 217  
 细胞学说 143, 148~151, 165, 166  
 新干线 178, 200  
 信托责任 54~58, 60, 61, 79

## Y

亚当·斯密 68~72, 74, 81, 82  
 亚当斯 84, 94, 98~101, 103, 104, 109,  
 114~117, 125, 130  
 伊比利亚半岛 44, 46, 47, 48, 51  
 伊丽莎白一世 3, 52, 61~63, 65, 66, 78, 81  
 伊利铁路 177  
 伊士曼 223, 224  
 汉密尔顿 84, 95, 100, 101, 104, 108, 109,  
 122, 128  
 印加帝国 40, 42, 81  
 原子核裂变 238, 248, 263  
 约翰·杰 122  
 约米尼 187  
 约瑟夫·亨利 205~207  
 月光社 74~76

## Z

詹姆斯·韦伯空间望远镜 9  
 詹姆斯一世 63, 64  
 质量守恒定律 138, 139, 140  
 指令舱 302, 304, 317  
 重商主义 61, 63, 66, 67, 68, 71  
 重水 248, 254, 255, 257, 260, 274  
 朱诺一号 293, 317

# 第十七章 从巴赫到柴可夫斯基

## 近代音乐的发展历程

音乐不仅是人类发明的最美妙的声音，更是人类交流和表达感情的一种方式，当语言不足以表达感情时，音乐便产生了。人类的文明和进步不仅体现在科技和经济上，也体现在音乐和其他艺术上。

虽然今天的年轻人似乎更喜欢听“歌”，也就是当下流行的音乐，并且喜欢追星，但是在更长的时间跨度上，古典音乐更经得起时间的考验。如果我们把每一个音乐家对社会的影响力比作一条河，一些流行歌手，比如迈克尔·杰克逊，他的听众很多，但是影响力并不持久，其音乐思想的深度也不突出，因此他的音乐像是一条宽广但很短很浅的河。不过把它的三个维度乘起来，体积还是很大的。和杰克逊等人相反的是一些古典音乐家（或者古典音乐的表演者），比如贝多芬，他的作品很有深度，但是喜欢的人不一定很多，不过可能影响力深远，这就如同一条不很宽，却很长、很深的河，体积依然很大。每一个人的兴趣和爱好不同，喜爱的音乐也不同，这两类音乐家谁的影响力更大，很难比较。不过，值得一提的是，虽然流行音乐看似有更多的听众，但古典音乐依然占据全球音乐市场的半壁江山。

在这一章里，我不想谈流行音乐和当下歌手，而是要谈谈古典音乐，具体地说就是要讲一讲从巴洛克时期直到19世纪末民族主义时期的音乐。这倒不是因为后者比前者更重要，而是因为透过古典音乐的发展历程，

我们可以感受到近代人文主义的兴起与发展，以及产生不同音乐的时代的变迁。

## 第一节 精制而典雅的巴洛克音乐

人类的各个文明阶段都有各自的音乐艺术，但是早期的音乐都与宗教（包括祭祀）相关。而音乐成为生活娱乐的一部分，则是在物质生活相对富裕以后，这时音乐里宗教的气息也就相应减少了，世俗的气息渐渐增加。不过欧洲的音乐却是经历了两次从宗教到世俗的过程，第一次是从远古到古希腊罗马时期，音乐从祭祀、祈福和对神灵的赞美等礼仪用途，慢慢发展成世俗生活的重要组成部分。但是到了中世纪，音乐又基本上从人们的日常生活中消失了，所剩不多的音乐大多出现在宗教的场合。教会一方面供养了音乐家并且培养了歌手，另一方面却把音乐变得单调而波澜不惊。欧洲音乐第二次走向世俗的过程，就是渐渐摆脱教会影响的漫长过程，虽然这个过程从文艺复兴时期就开始了，但是真正产生质变的是在18世纪初的巴洛克时期，因此巴洛克音乐是所有古典音乐的基础。

巴洛克，源于西班牙语的 Barocco，本意是不圆的珍珠，引申的意思是“有很多细节”，它最初用来形容文艺复兴后期那些豪华的建筑及其精致细腻的装饰风格。因为在那个时期，欧洲世俗王权（包括贵族们）的势力

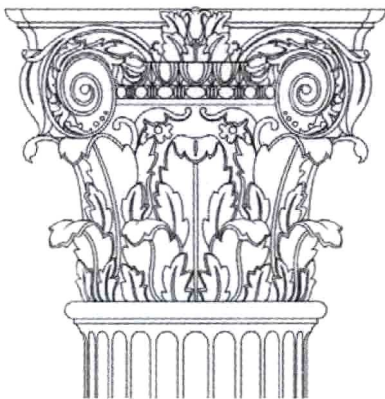


图 17.1 巴洛克建筑的立柱

得到扩张，他们喜欢富丽堂皇的宫殿，讲究奢华的排场。后来这个词被用到绘画和音乐上，其含义也是类似的。巴洛克音乐的特点是华丽而精致，加入了大量装饰性的音符。不过与后世的音乐相比，巴洛克音乐旋律短促，高低起伏很小，这说明它还没有完全摆脱宗教音乐的影响。

巴洛克时期最重要的代表人物包括意大利的维瓦尔第（Antonio Lucio Vivaldi, 1678—1741）<sup>1</sup>、德国的亨德尔（Georg Friedrich Händel, 1685—1759）和塞巴斯蒂安·巴赫（Johann Sebastian Bach, 1685—1750）。他们三个人都是伟大的音乐家，限于篇幅，这里只介绍其中最具有影响力的巴赫。

<sup>1</sup> 意大利著名作曲家，代表作为小提琴协奏曲《四季》。

巴赫来自于一个音乐世家，很多传记作家说巴赫的家族出了上百名音乐家，这多少有点夸大，因为这上百人中很多人不过只是能演奏一下乐器或者写一两首早已失传的歌曲而已。不过，他们家族还是出了不少在德国音乐史上享有一定地位的音乐家，其中包括塞巴斯蒂安·巴赫的父亲，约翰·安布罗休斯·巴赫（Johann Ambrosius Bach, 1645—1695）。当然，把所有的巴赫们加起来，成就也不及塞巴斯蒂安·巴赫。但是，就是这样一个音乐天才，他的音乐生涯却差点就被他的亲哥哥扼杀了。这一切要从巴赫小时候说起。



图 17.2 伟大的音乐家巴赫（奥斯曼 Elias Gottlob Haussmann 作，私人收藏）

巴赫生于 1685 年，他的父亲算是个颇有才气的音乐家，但是在他 10 岁那年就与世长辞了，而他的母亲在一年前已经过世了，全家的生计就靠巴赫的大哥约翰·克里斯托夫·巴赫（Johann Christoph Bach, 1671—1721）勉力维持了。我想罗曼·罗兰一定是按照这个名字给他的名著《约翰·克里斯朵夫》中的主人翁起了名字。这位大哥对弟弟妹妹们应该还是不错的，除了养活他们，还教巴赫演奏乐器和简单的创作，但是却不让巴赫碰任何乐谱。巴赫只好在晚上趁哥哥睡着了，悄悄将乐谱偷出来抄写。当时没有电灯，蜡烛也很贵，因此巴赫只能在月明的夜晚做这件事，然后白天练琴

时练习。当然，这样一来二去，终于被他哥哥发现了，巴赫受到了严厉的惩罚，不过巴赫并没有因此嫉恨哥哥，他还把自己早期的一部作品献给了他的这位大哥。

等到巴赫 15 岁时，他哥哥已经有三个孩子，家庭的负担实在太重了，于是巴赫不得不自己去挣钱糊口。当时没有一个音乐的市场，能供养音乐家的除了贵族就只有教会，于是巴赫在教会里表演了两年，先是作为唱诗班的歌手，后来嗓子变音了，就改做管风琴手和小提琴手。巴赫在修道院的图书馆里读了很多前辈的作品，这些作品为他后来的创作奠定了基础。到了 17 岁，他便离开家乡，在一些王公贵族拥有的乐队里担任管风琴师，在这一期间，他不断地学习、演奏和创作。

在巴赫成长的道路上，他不曾正式拜过师，但是他不断地去寻找名师指点，在他成名之后有人问他，何以写出如此完美的音乐，他说，如果谁像我这样下一番苦功夫，也能达到同样的境界。为了聆听当时管风琴大师布克斯特胡德（Dieterich Buxtehude, 1637 或 1639—1707）演奏的音乐，巴赫当时请了一个月的假，跋涉 300 公里从安斯塔特（Arnstadt）到吕贝克（Lübeck）来向这位大师学习。在获得了宝贵的音乐创作和演奏经验的同时，他也因此丢了工作（因为他实际上离开了四个月时间，而不是一个月）。这一年，巴赫 21 岁，他已经成为德意志境内（当时没有统一的国家，德意志只是对欧洲说德语地区的总称）很有名气的乐师了，于是他获得了一个相当于城市乐团首席音乐总监的位置，有着颇为丰厚的年薪（85 金币加上足够的粮食和生活物资）。和凡人一样，他开始娶妻生子，一辈子生了 21 个孩子。两年后，即 1708 年，巴赫离开那里，来到了当时德意志文化的中心魏玛共和国，一呆就是九年。这生活相对稳定的九年不仅是巴赫早期创作的重要时期，也成为了西方音乐发展的重要阶段。1817 年，巴赫另谋高就，在柯滕（Köthen）的宫廷里担任首席乐队长，一干就是六年，在这六年里，巴赫的创作水平达到了炉火纯青的地步，他的代表作《勃兰登堡协奏曲》就是在这个时期创作的。

讲到这里，就要说说巴赫在音乐上的贡献了。任何艺术都可以从道和术两方面来谈，先说说巴赫在“音乐之道”上面的贡献。巴赫在世界音乐史中的地位非常高，甚至有人认为他超过了后来的莫扎特和贝多芬，原因是他奠定了古典音乐的基础。德国学者史怀哲（Albert Schweitzer, 1875—1965）认为巴赫教会了后人如何用音符构建出音乐作品，就如同怎样使用单词写文章一样，因此他是音乐的建筑师和音乐的语法学家。当然，巴赫一生没有写过任何音乐理论方面的书籍，他是通过其大量的作品告诉后世的作曲家们，音符怎样连接就能构成具有美感的音乐，一首完整的曲子应该具有什么样的结构才能表现好主题，以及如何通过乐曲的变化产生丰富的内涵。和后来的贝多芬或肖邦不同的是，巴赫的音乐很少带有主观的感受，它们表达的是一种客观的美，因此很容易被后人学习和掌握。

巴赫在音乐之道上的另一大贡献就是帮助音乐从宗教走向世俗。在第一册“一个家族的奇迹——文艺复兴”一章中，我们介绍过绘画的发展曾经历过由“天上”到“天上人间”，再到“人间天上”的过程，而所谓天上人间，就是通过宗教的题材反映现实的生活。在音乐发展的过程中也有类似的阶段，而巴赫的时代就对应于“天上人间”的艺术阶段，那时宗教创作的音乐在数量上依然占大多数，因为教会在当时依然是音乐家的主要资助者。在巴赫的作品中就包含有大量的宗教音乐，但是这些宗教音乐虽然冠以宗教的名称，比如“受难曲”<sup>2</sup>，可在这个名称之下，我们听到的却是戏剧的合唱，抒情的咏叹调。在配器上，巴赫已经不局限于教堂的管风琴，还增加了完整的乐队。这样，原本沉重的受难曲，就变成了美妙绝伦的、优雅的戏剧表演。在巴赫的其他宗教音乐作品，比如清唱剧、弥撒曲和圣母颂歌中，你都能体会出这种人文主义的实质内容。就像达·芬奇和米开朗基罗将圣经上的人物用凡人的形象绘制出来一样，巴赫也用丰富多彩的世俗音乐把宗教题材描绘出来。

<sup>2</sup> 以基督受难为题材所谱写的音乐。

巴赫还确立了德意志地区今后几百年在古典音乐上的中心地位。在巴赫之前，德意志在音乐上明显落后于意大利。自文艺复兴开始到18世纪初期，意大利作曲家的音乐在欧洲是首屈一指的，虽然文艺复兴已经过去，

佛罗伦萨和威尼斯已经开始衰落，但是有着四个世纪商业繁荣和文化沉淀的意大利，依然是世界上艺术和音乐的中心。相比典雅而充满了诗情画意的南欧音乐，德国的音乐还显得那么古板而单调。巴赫则是将南欧新颖而丰富的音乐表现形式融入德意志庄重而神圣的音乐的第一人，他创造出了崭新的音响组合和丰富的音乐内容。

前面我们讲了巴赫在“音乐之道”上的贡献，再来看巴赫在“音乐之术”上的贡献，可以从声乐和器乐两方面来看。

首先让我们来看看声乐。如果你去买一套巴赫全集（感谢数字音乐对音乐作品价格的冲击，一套近两百小时的巴赫全集对大多数人来讲而今完全负担得起），你会发现他的声乐作品，尤其是康塔塔（Cantata）在数量上占了非常高的比例。康塔塔原本是意大利的一种民间声乐形式，它以合唱开头，以合唱结尾，中间交错有伴奏的朗诵调（类似京剧的对白）、独唱或者重唱的咏叹调以及不同规模的合唱。这种民间音乐充满诗意，但是不规范。而同期德国的教堂音乐庄重而死板。巴赫将康塔塔这种民间音乐规范化，并引入了庄重的教堂。在巴赫的康塔塔中，首尾都是宗教的赞歌，而中段都是由围绕主题的独唱咏叹调、重唱以及合唱构成的，这样的结构非常合理，既能表现宗教音乐的神圣，又带有民间艺术的美感。要理解巴赫的康塔塔作品，大家可以想象一下达·芬奇的《岩间圣母》或者米开朗基罗的《圣家族》，它们都是用民间的形象创造宗教题材的作品。康塔塔在巴赫时期达到顶峰，但是由于没有布景和表演，它不如后来的歌剧那么普及。不过巴赫的康塔塔作品依然经常在音乐会上表演，这足以说明这些声乐作品的艺术水平之高，以至于让它们的影响力跨越了时空。

在器乐曲上，巴赫是今天我们经常听到的奏鸣曲和协奏曲的先驱，我们不妨以协奏曲为例看看巴赫是如何对以往音乐的形式进行改造的吧。

协奏曲最早诞生在意大利，开始只是为一两把提琴加上少量的配器谱写的。巴赫受南欧人声乐中各种演唱形式组合的影响，整天沉醉于各种乐器的组合实验中，如同当年达·芬奇对绘画进行的诸多尝试一样。巴赫



用各种型号的提琴、羽管键琴（见图 17.3）和各种管乐器进行有趣的实验，创造出各种搭配，加入到协奏曲中，从此有了以一种乐器为主，其他乐器为辅的协奏曲。在这些协奏曲中，配器有弦乐、羽管键琴<sup>3</sup>、双簧管、小号、圆号、低音维奥尔，等等，其中最著名的是他的六首《勃兰登堡协奏曲》。一个多世纪后，当这些协奏曲开始在欧洲的大众中流行时，听众们无不为之这些精致、和谐而又欢快的乐曲感到震惊。即使到了今天，你无论是正襟危坐地坐在音乐厅里，还是端着一杯茶坐在家中的客厅里来欣赏巴赫的《勃兰登堡协奏曲》，都会被那些行云流水般的音符、华丽典雅的旋律以及完美无瑕的配器手法所折服，尤其是其中那些 F 调的圆号部分，它让圆号能表达的音乐达到了极致（正是因为如此，演奏巴赫的一些协奏曲要求圆号手有非常高超的技巧）。巴赫以后的音乐家莫扎特、贝多芬等人在他的基础上不断完善协奏曲的创作技巧，使协奏曲成为今天最常见的器乐形式。



图 17.3 巴赫时期的羽管键琴

<sup>3</sup> 又称为大键琴，Harpischord，是比钢琴更早的键盘乐器，相当于把竖琴横放在音箱内用键盘操作。

在巴赫的时代，并不存在将创作的音乐普及到全欧洲的条件，虽然乐谱的印刷已经出现，但是价格昂贵，出版量很少，更不要说被广泛演奏了。巴赫的一生往返于各个王宫贵族的宫殿和各个教区的教堂之间。虽然他后来收入不错，并且每走到一处就受到当地贵族的欢迎，但是他所创作的大量音乐在生前既没有出版也没有被演奏过。因此，在他去世几十年后，他基本上已经被人们遗忘了。巴赫的作品被发现、被重新认识，要感谢另一位著名音乐家，浪漫主义时期的德国作曲家门德尔松（Felix Mendelssohn Bartholdy, 1809—1847）。门德尔松整理和出版了巴赫的音乐，巴赫去世上百年后，人们才重新认识到这位奠定了近代音乐基础

的作曲家的伟大。顺便说一句，门德尔松一生整理和出版了很多音乐大师未发表的作品，包括舒伯特（Franz Schubert, 1797—1828）和舒曼（Robert Schumann, 1810—1856）的作品，我们今天能够享受到这些大师美妙的音乐，都要感谢门德尔松。

1850年，65岁的巴赫走完了他的人生。巴赫的作品数量之多、质量之高，让后世的音乐家很难望其项背。他一生创作了大量的音乐作品，包括几百首康塔塔、大量的协奏曲、五部弥撒曲、大量的赋格，以及后来被称为钢琴作品中的《旧约全书》的《平均律钢琴曲集》。巴赫一生辗转于德意志的各个城邦，用西方人的话讲“像狗一样努力工作”<sup>4</sup>，他不断地把他对音乐（尤其是乐器）的研究通过各种作品表现出来，一个个作品有如一条条小溪，就如同他的名字的含义<sup>5</sup>。这些小溪最后汇成滔滔奔腾的大河，这条大河也哺育了后世的音乐家，至今依然流淌着。

<sup>4</sup> 等同于中国人说的“像老黄牛一样工作”。

<sup>5</sup> Bach 在德语中是小溪的意思。

## 第二节 英雄史诗般的古典主义音乐

古典主义音乐和古典音乐不能混为一谈。古典主义是特指欧洲18世纪末到19世纪初的文化和艺术思潮，因此并非所有的古典音乐和绘画都被称为古典主义。古典主义时期正是资产阶级取代贵族统治欧洲的时期，那时的音乐和艺术是以资产阶级追求自由和人性解放为背景创作的。古典主义讲究理性、秩序和和谐，这些特点在海顿、莫扎特和贝多芬的音乐中以及达维特的绘画中都表现得非常明显。因此在古典主义的音乐中，不会有斯特拉文斯基（Igor Stravinsky, 1882—1971）的音乐中那种“不和谐”的旋律<sup>6</sup>，而在古典主义的绘画中也不会有印象派那种模糊而朦胧的表现手法。古典主义时期，音乐的题材从赞美上帝变成了讴歌人类的英雄，在形式上，其最高成就体现在交响乐的成熟。

<sup>6</sup> 斯特拉文斯基的舞剧《春之祭》在音乐手法上不断极端化和超越对传统舞剧的理解，在首演时引起了骚动。

<sup>7</sup> 海顿的交响曲编号为1-106，加上A、B两部作品。

古典主义音乐的代表人物是海顿、莫扎特和贝多芬。生于奥地利的海顿不仅是古典主义时期第一位重要的作曲家，也是“交响乐之父”，他不仅确定了交响乐的形式，而且一生创作了108首交响曲<sup>7</sup>，超过莫扎特、

贝多芬、舒伯特、舒曼、门德尔松、柴可夫斯基（Pyotr Ilyich Tchaikovsky, 1840—1893）、马勒（Gustav Mahler, 1860—1911）等人的创作总和。不过平心而论，海顿早期的交响乐曲虽然“好听”，但是没有什么特点。如果有人把他的第20交响曲和第32交响曲混为一谈，也毫不奇怪。到了晚年，他的技巧运用到了炉火纯青的地步，而他对生活的感悟也变得非常



图 17.4 音乐天才莫扎特（克拉夫特 Barbara Kraft 在莫扎特去世 19 年后，根据当时人们的回忆绘制）

深刻，海顿晚年创作的 12 首《伦敦交响曲》堪称精品。由于他在英国生活了很长时间，并且他最出名的作品也是在英国写成的，因此很多人误以为他是英国人。海顿最大的贡献在于确定了交响乐的形式，即由四个乐章组成，分别是快板—慢板—诙谐曲或者小步舞曲—快板。直到今天大部分交响乐曲依然沿用这个传统。

莫扎特是一个值得大书特书的人物，他在历史上被赋予了太多的光环和传奇——神童、天才、生活穷困却心灵伟大的音乐巨匠等词语都被用来形容他。莫扎特从小就显示出音乐的天赋，6岁就在维也纳宫廷里为特蕾莎女王（即我们在第一册介绍瓷器时提到的那位女王）表演过钢琴。女王非常喜欢这个神童，见到他时把他抱到腿上，6岁的莫扎特一点也不怯场，对女王说“我喜欢你”。故事到这里还没有结束，后来莫扎特在宫殿的地板上摔倒了，一位和他同龄的公主将他扶了起来。充满稚气的莫扎特亲吻了这位公主，并且说“我爱你，等我长大了一定娶你。”在场的人都哈哈大笑。当然这位公主后来没有嫁给莫扎特，而是成了王后。不过，这些在场的人应该有很多人都活得足够长，看到了这个故事的结局：1793年，这位奥地利公主被送上了断头台，她就是路易十六的王后玛丽·安托瓦内特（Marie Antoinette, 1755—1793）。如果这位公主嫁给了



8

地址: 28 Rue Antoine  
Lécuyer, 02100 Saint-  
Quentin

图 17.5 小莫扎特喜欢的奥地利公主安托瓦内特（收藏于法国圣昆廷的勒古叶博物馆，Musée Antoine Lécuyer<sup>8</sup>）

莫扎特（这当然是不可能的），能不能寿终正寝呢？

莫扎特是历史上最伟大的音乐家之一，他的故事可以写成一本书，他的音乐也值得大书特书，但在这里我还是要一笔带过。除了篇幅受限，主要是因为大部分年轻的读者未必能喜欢和有时间欣赏他美妙的音乐。莫扎特虽然只活到了 35 岁，可他一生创作的音乐，如果按演奏时间的长度来计算，几乎抵得上是他两倍寿命的巴赫的作品长度。不过有意思的是，

这位不曾老的年轻作曲家的音乐，大部分听众却是 35 岁以上的人。我年轻的时候，时常出入清华大学无线电系（即现在的电子工程系）的老系主任张克潜教授的家，这位曾经担任中国 863 计划首批首席专家的学者，是一位超级音乐迷。他有一个颇为出名的外甥高晓松，和一个身为杰出科学家的婶婶，就是我们在第二册提到的陆士嘉。张克潜教授总是用他那套昂贵的英国音响请我欣赏莫扎特的作品，可是我当时的兴趣在贝多芬，因此他想和我谈的，跟我想和他谈的感受常常对不上。相对而言，莫扎特的音乐总是充满了欢乐和宁静，当一个人回首往事时，听着莫扎特的音乐，望着窗外的春光秋色，实在是一种享受。莫扎特的音乐轻柔曼妙，总是充满了阳光，即使有些风雨，也是“斜风细雨不须归”的那种意境。但是那些要为生活和生计打拼的年轻人，很难有这个心情和心态来欣赏莫扎特的音乐。20 年后，当我不再年轻，有了一些闲暇并且积累了一些人生经历时，我才发现其实莫扎特的音乐很适合自己。不过，如果再回到 20 年前，我恐怕还是不会去欣赏他的音乐。出于这个原因，我在这里跳过了莫扎特，因为我估计本书读者中有闲暇欣赏莫扎

特音乐的人可能有限。而贝多芬的音乐则不同，它的跨度非常大，我们后面还会介绍，它适合从年轻到年老各个年龄段的人。因此，本书将古典主义音乐的重点放在贝多芬身上。

贝多芬为世人奉献了他们从未领略过的美好的音乐，以至于被后世称为乐圣，他把音乐提到了前所未有的高度，而他本人的生活也和音乐一样富有传奇色彩。在罗曼·罗兰看来，贝多芬是人类历史上最伟大的英雄。他在《贝多芬传》的序言中写道：

我称为英雄的，并非以思想或强力称雄的人；而只是靠心灵而伟大的人。好似他们之中最伟大的一个，就是我们要叙述他的生涯的人所说的：“除了仁慈以外，我不承认还有什么优越的标记。”没有伟大的品格，就没有伟大的人，甚至也没有伟大的艺术家，伟大的行动者；所有的只是些空虚的偶像，匹配一般庸人的：时间会把他们一齐摧毁。成败又有什么相干？主要是成为伟大，而非显得伟大。

好了，既然罗曼·罗兰给予贝多芬这么高的评价，我们还是来谈谈贝多芬吧，看看这位伟人是如何通过音乐为人类的文明做出巨大的贡献，相信大家读完这一节后一定会说，“贝多芬是实至名归”。

路德维希·贝多芬 1770 年生于波恩（前西德首都）。他的爷爷是宫廷乐队长，父亲是一位男高音歌手，母亲则是位宫廷厨师的女儿，贝多芬是这个家庭实际的长子。他的家庭用今天的标准衡量应该是中产阶级，不过贝多芬有一位酗酒、脾气暴躁的父亲约翰。这位父亲可能是看到了少年莫扎特的成功，于是也希望贝多芬能成为莫扎特一样的神童，从贝多芬 5 岁起就逼着他练琴，稍微弹错一

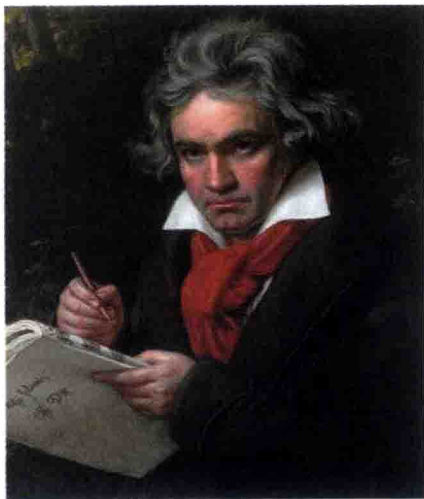


图 17.6 贝多芬的肖像（斯德勒 Joseph Karl Stieler, 1781—1858 绘制，收藏于波恩贝多芬故居<sup>9</sup>。根据贝多芬的要求，手中的作品是他的《庄严弥撒曲》）

点，就对孩子一顿毒打。贝多芬也确实有音乐天赋，8岁开始登台演出，11岁进入当地乐队。不过，贝多芬的父亲约翰实在不是一位好老师，这一点当时的人都看得出来，他不仅脾气暴躁，而且教得是东一榔头、西一棒子，再这样教下去，贝多芬就得被他毁了。因此大家都建议约翰为贝多芬另找名师，好在约翰虽然脾气坏，却听得进这条意见，于是就让贝多芬跟着当时波恩乐队的指挥奈弗（Christian Gottlob Neefe, 1748—1798）去学习音乐了。事实证明奈弗是个不错的老师，他将巴赫和莫扎特的作品系统地介绍给贝多芬，他知道贝多芬的天赋所在并且引导贝多芬如何形成自己的风格，同时，他也发现了贝多芬的弱点，即容易情绪化和缺乏教养。后来，贝多芬的这些缺点影响了自己一辈子的幸福。在奈弗的指导下，贝多芬两年后就成为了乐队的管风琴师并且发布了早期的作品（三首奏鸣曲）。奈弗对贝多芬的评价非常高，认为他将成为另一个莫扎特。贝多芬对奈弗也非常感激，他说：“如果我有所成就，这一定是您的功劳。”

很快，波恩大公弗朗兹（Archduke Maximilian Francis of Austria, 1756—1801）便对年轻的贝多芬十分赞赏，他成为了贝多芬早期的保护人，并且推荐他去维也纳拜莫扎特为师。17岁那年，贝多芬一个人离开故乡独自前往维也纳。遗憾的是，当时莫扎特正在创作歌剧《唐·璜》，并没有时间听贝多芬的表演，更不要说指导他了。不过向来我行我素的贝多芬不管这些，当即坐在钢琴边弹奏起来，据传莫扎特当时说了这么一句话：“注意这个年轻人吧，日后他会名扬世界。”不过很多人认为两位大师的这段传奇交往并不属实，因为莫扎特当时也许并不在维也纳，这成为了音乐史上的一个悬案。两个月后，贝多芬因为母亲病重回到了波恩，不过在那里他遇到了另一位古典主义时期的前辈大师海顿，后者对贝多芬大加赞赏，并且建议他到当时的音乐之都维也纳学习。在科隆大主教的支持下，贝多芬于1792年第二次来到维也纳，并且在那里度过了他一生的大部分时间。

10

当时波恩大学的教授，后来担任了下莱茵州的检查官，激进的自由主义者。

在来到维也纳之前，贝多芬在波恩大学学习了一年多，在大学里他从厄洛热·施耐德（Eulogius Schneider, 1756—1794）<sup>10</sup>等人那里接受了法

国启蒙运动平等自由和博爱的思想。1789年法国大革命爆发，贝多芬受大革命思想的熏陶，成为了一位坚定的自由主义者。他喜欢读那些充满了自由思想的诗歌，比如“……摧毁愚蠢的幽灵，为全人类而战斗……啊，这需要自由的灵魂，我们宁可死亡也不愿意谄媚，我们宁愿贫穷也不愿奴颜婢膝……”<sup>11</sup> 贝多芬一生都在追求人性的解放，他的作品中一直体现出一种向上的理想主义倾向。到了维也纳之后，贝多芬跟着海顿学习创作，不过据说海顿曾经批评贝多芬作品中的平民主义倾向。如果这是真的，这可能反映出海顿纯粹的古典主义和贝多芬作品中的浪漫主义的冲突。大多数音乐史家认为贝多芬不仅是古典主义最伟大的音乐家，同时还开创了浪漫主义的先河。

11

作者不详，来自施耐德编印的《革命诗集》。

贝多芬在不到20岁<sup>12</sup>时就试图创作自己的第一部交响曲，但是直到他30岁这一年（1800年）才最终完成，而且在作品中依然能看到莫扎特的身影。不过，他两年后创作的《第二交响曲》就形成了自己的风格，英雄主义的倾向非常明显，并且为接下来的《第三交响曲》奠定了基础。又过了两年，贝多芬完成了世界交响曲历史上里程碑式的作品《第三（英雄）交响曲》（作品55号）。受到法国大革命思想的影响，贝多芬早在1789年时就有创作一部英雄史诗般的交响曲的想法。1801年他觉察到自己的耳聋，贝多芬开始和命运抗争，他甚至想过自杀，但是按照他自己的话讲“我的艺术把我拉回来”。他在这样的背景下开始创作《第三交响曲》，既是对英雄的歌颂，也是表达了其内心的奋斗历程。这部伟大的作品完成于1804年初，贝多芬原本打算将它献给拿破仑，但是后来他听说拿破仑称帝了，非常气愤，便将拿破仑的名字划掉，改为“纪念一位英雄”，这部交响曲也就因此得名。《英雄交响曲》规模宏大，结合了诗意和力量，极具独创性。

12

以富尔特文格勒指挥的版本为准。

《英雄交响曲》一共分为四个乐章。第一乐章为快板，描写了法国大革命的情景，人民在英雄的带领下为自由而冲锋陷阵，场面非常宏大。第二乐章为慢板（非常慢的柔板），就是著名的《葬礼进行曲》，描写英雄在大革命中牺牲，人们为他送葬的情景，罗曼·罗兰称之为“全人类

13

18分钟的时间是以富尔特文格勒指挥的版本为准。

抬着英雄的棺柩”，这个18分钟的乐章<sup>13</sup>，极为沉重而哀伤，充满了艺术的感染力，这种感染力是贝多芬音乐所特有的。第三乐章为节奏非常快的诙谐曲，法国著名作曲家柏辽兹认为是勇士在他们英雄的墓前祭奠的舞蹈。第四乐章为快板，对应第一乐章宏大的场面，奔放而剧烈的旋律和柔美平静的旋律交替出现，音乐渐渐变得越来越强烈，直至一个强有力的壮丽的高潮。最后，整个交响曲暴风雨般的开头重现，全曲在快速而强烈的高潮中结束，表现出英雄的精神永存。《第三（英雄）交响曲》的完成，不仅标志着贝多芬自己风格的形成，也标志着古典音乐从莫扎特的那种以崇尚明晰、匀称的结构形式到凸显主观感情的过渡。从近代到现代艺术（包括音乐和绘画）的发展是一个不断彰显个性的过程，这和社会发展的脉络是一致的。

贝多芬在创作《第四交响曲》时正在谈恋爱，因此在这首交响曲中充满了平和的春天气息，与贝多芬其他的交响曲差别较大，舒曼评价它为“两座北欧大神（指第三和第五交响曲）之间的温柔希腊少女”。贝多芬不仅是乐圣，也是情圣，他虽然没有结过婚，却一生都在追求爱情。他多次爱上自己的学生，其中最接近婚姻的有两次。

14

虽然在中国的小学课本中这首著名的钢琴曲被说成是贝多芬在一个月夜为一名盲女即兴所作，但是这种说法只是杜撰而已。贝多芬的这首奏鸣曲是为他热恋的爱人所作，该曲名称来自音乐评论家莱尔斯塔勃（Ludwig Rellstab, 1799—1860）的一篇评论，他认为该曲第一乐章里的朦胧气氛可以与琉森湖夜晚的月色相比。

第一次是在1801年他和琪丽哀太-琪却尔第（Countess Giulietta Guicciardi, 1784—1856）相爱了，这位风骚而幼稚的贵族小姐也爱着贝多芬。贝多芬为她写下了著名的《月光奏鸣曲》<sup>14</sup>，但是这段爱情不仅没有结果，而且深深地伤害了贝多芬。后来琪丽哀太-琪却尔第嫁给了一位伯爵。贝多芬当时正被耳聋折磨着，而失恋则进一步把他推向死亡的边缘，他当时已经给自己的两个弟弟卡尔和约翰写好了遗嘱。

第二次是在五年后的1806年，贝多芬成了琪丽哀太-琪却尔第表姐特蕾莎·伯仑施维克（Countess Teréz Brunszvik de Korompa, 1775—1861）伯爵小姐的家庭教师，而她的哥哥伯仑施维克伯爵当时正是贝多芬的保护人。这段爱情不仅对贝多芬是刻骨铭心的，也成为后世无数春情萌动的少男少女梦幻的爱情向往。特蕾莎还是个小姑娘时就爱上了贝多芬，



但是两个人正式相爱是在 1806 年贝多芬来到他们家。两个人常常坐在一起抚琴，爱情在两人心中默默地燃起。根据罗曼·罗兰在《贝多芬传》里的描述，特蕾莎在她的回忆中这样描述了两人的爱情：

一个星期日的晚上，用过了晚餐，在月光下贝多芬坐在钢琴前面。先是他放平着手指在键盘上来回抚弄。我和弗朗索瓦都知道他的这种习惯。他往往是这样开场的。随后他在低音部分奏了几个和弦；接着，慢慢地，他用一种神秘的庄严的神气，奏着赛巴斯蒂安·巴赫的一支歌：

若愿素心相赠，  
不妨悄悄相传；  
两情脉脉，  
勿为人知。<sup>15</sup>



图 17.7 特蕾莎·伯仑施维克——贝多芬心中的爱丽丝（老约翰·冯·兰皮 Johann Baptist von Lampl the Elder 绘制，收藏于波恩贝多芬故居）

15

这首美丽的诗歌是写在巴赫的夫人安娜·玛格达兰娜的手册上的，原题为《乔瓦尼尼之歌》。有人疑非巴赫原作。

母亲和教士都已就寝；哥哥严肃地凝眸睇视着；我的心已被他的歌和目光渗透了，感到生命的丰满。——明天早上，我们在园中相遇。他对我说：‘我正在写一本歌剧。主要的人物在我心中，在我面前，不论我到什么地方，停留在什么地方，他总和我同在。我从没到过这般崇高的境界。一切都是光明和纯洁。在此以前，我只像童话里的孩子，只管捡取石子，而不看见路上美艳的鲜花……’一八〇六年五月，只获得我最亲爱的哥哥的同意，我和他订了婚。

罗曼·罗兰在《约翰·克里斯朵夫》中也有类似的描写：两人静静地坐着，不敢呼吸，生怕呼吸声把爱情吓跑。

就在这一年，贝多芬放下了已经创作了很长时间的《第五交响曲》，投入到《第四交响曲》<sup>16</sup>的创作中，并且一气呵成，很快完成了这部被罗曼·罗兰誉为“一朵精纯的花，蕴藏着他一生比较平静的日子的香味”的交响曲。除了这部交响曲，贝多芬还为特蕾莎创作了很多其他作品，包括被俾斯麦和列宁誉为“最美妙的音乐”的《热情奏鸣曲》和大家所

16

交响曲的编号通常是根据完成的时间而不是开始创作的时间排序的，《第四交响曲》因为完成得早，因此排在前面。

17  
 在《贝多芬的生活》  
 (Elliot Forbes (1967,  
 ed.): Thayer's  
 Life of Beethoven.  
 2nd ed. Princeton:  
 University Press.)  
 一书中,有详细的  
 叙述,说明特蕾莎  
 就是贝多芬所指  
 的爱丽丝。

熟知的《致爱丽丝》<sup>17</sup>。遗憾的是,贝多芬和特蕾莎·伯仑施维克的爱  
 最终没有产生结果。没有人知道是什么原因阻碍了这一对相爱的人的幸  
 福——也许是世俗的偏见和社会地位的不同,也许是贝多芬暴烈的脾气  
 和愤世嫉俗的性情。最终他们的婚约被解除了。

然而两个人都没有忘记这段爱情。贝多芬一辈子都在想着她,他写下了《给  
 永恒爱人的信》(见附录),这和《热情奏鸣曲》一样为后世恋爱中的  
 人们所推崇。多年之后(1816年)贝多芬谈起这段感情时说:“当我想  
 到她时,我的心仍和第一天见到她时跳得一样的剧烈。”“我一见到这  
 个美妙的造物,我的心情就泛滥起来,可是她并不在此,并不在我旁边!”  
 贝多芬一直把特蕾莎送给他的画像带在身边(这幅肖像至今还在波恩贝  
 多芬的故居)。一位朋友看到贝多芬在晚年独自拥抱着这幅肖像哭泣,“你  
 是那样的美,这样的伟大,和天使一样!”这位朋友没有打扰他,过了  
 一会儿再来看贝多芬,看见他已经在平静地弹琴了。这位朋友对贝多芬说,  
 你今天的脸上全无可怕的神情。贝多芬答道:“因为我的好天使来访问  
 过我了。”

而特蕾莎对贝多芬也是一往情深,终生未嫁,并且毕生献给了慈善事业。  
 特蕾莎直到她生命的最后一刻,还爱着贝多芬。

贝多芬从30多岁后,耳聋日益严重,同一时期,奥地利和法国战争不断,  
 维也纳政治动荡,他把自己和命运抗争的心情写在了《第五交响曲》这  
 首不朽的作品中。贝多芬在解释第一乐章一开始剧烈的主旋律时说那是  
 “命运的敲门声”,因此这部交响曲在东亚又被称为《命运交响曲》(在  
 欧美没有这个称呼)。《第五交响曲》体现了他一生与命运搏斗的精神,  
 其实这是另一部英雄交响曲,它描绘了人民力量和反动势力斗争,并且  
 通过斗争夺取胜利的过程。全曲充满了戏剧性的变化并且具有排山倒海  
 的气势。恩格斯评价它说:“要是没有听过这部壮丽的作品的话,那么  
 你这一生可以说什么作品也没听过。”

贝多芬的恋情虽然没有结果,但是美好的爱情还是给了他创作的动力,

贝多芬一生热爱大自然，他经常到郊外冶游，他说：“我在灌木、大树、草坪和岩石间行走的时候，是多么快乐啊！因为树丛、花草和岩石，都能给人以共鸣。”为此，他决定写一首交响曲，讴歌大自然，在这样的背景下，贝多芬写了《第六（田园）交响曲》。《田园交响曲》创造了很多的第一。首先，它突破了海顿确定的一个交响曲有四个乐章（除了那些没有写完的，如舒伯特的《未完成交响曲》只有两个半乐章）的限制，全曲由五个较快的乐章<sup>18</sup>构成。其次，这是一个标题音乐，和传统的交响曲不同，贝多芬给每个乐章起的标题分别是：

18

五个乐章分别是快板、行板(Andante)、快板、快板和小快板。

1. 到达乡郊，复苏轻松的心情 (*Erwachen heiterer Empfindungen bei der Ankunft auf dem Lande*)
2. 小河旁边的情景 (*Szene am Bach*)
3. 乡民们快乐的集会 (*Lustiges Zusammensein der Landleute*)
4. 暴风雨 (*Gewitter. Sturm*)
5. 雨后天晴牧羊人感恩之歌 (*Hirtengesang. Frohe und dankbare Gefühle nach dem Sturm*)

在该曲中，贝多芬用乐器模仿自然的声音，比如鸟语和电闪雷鸣，这是在古典主义时期和以前的西方音乐里所没有的，因此当时还有人对此有争议。不过后世的音乐大师柏辽兹对此评价很高：“这是一幅令人惊叹的图景，应该由普桑设计，由米开朗基罗执笔。那些伟大、崇高而美丽的古代诗篇，在这一音乐的奇迹面前也变得苍白！”柏辽兹自己的代表作《幻想交响曲》和后来柴可夫斯基的《彼得和狼》都沿用了贝多芬的这种创作风格。在贝多芬的交响曲中，大部分体现着人和命运的搏斗，《田园交响曲》则描绘了人与自然的和谐。

贝多芬到了中年以后，创作的水平到了炉火纯青的地步，这个时期他最优秀的作品当属《第五钢琴（皇帝）协奏曲》，这首献给奥地利鲁道夫公爵的作品，在首演就获得空前的成功，它被称为“有史以来最独一无二、

最天马行空、最传神，亦是最难演奏的协奏曲之一”，如果用两个字来形容它，那就是“华丽”。除了《皇帝协奏曲》，贝多芬在这期间还创作了第七和第八两部交响曲。

1814年，欧洲的反法同盟在莱比锡打败拿破仑，欧洲的王公贵族们云集维也纳召开维也纳和会，贝多芬的作品成为官方推崇的音乐，在维也纳一遍又一遍地被演奏。贝多芬的经济状况有些改善，但是他一生不善于交际，也不善于理财，很快又陷入了穷困潦倒的境地。拿破仑时代之后的欧洲，重新陷入专制的黑暗，而维也纳的上层社会也充斥着浮华的风气和靡靡之音，这一切都使得贝多芬非常痛苦。在经济上，贝多芬过去的保护人死的死，走的走，他的生活变得非常窘迫。但是那个埋藏在他内心深处的追求自由的理想依然在，这是他一辈子的奋斗目标。他决心写一部宏大的交响曲来讲述他一生的理想——让人类团结成兄弟。距离《第八交响曲》已经过去了四年（1815年—1819年），很多人都怀疑贝多芬是否还有创作灵感。但是他要在生命的最后，为人类奉献一部最完美的音乐作品，以慰藉他的理想。他和友人回忆起年轻时读席勒的《自由颂》（当时因为新闻审查制度，自由这个词变得说不得，改成了《欢乐颂》）的情景，贝多芬说他要把这些文字通过合唱的形式加到交响乐中。

要在交响乐中加入人声，不仅以前没有过，而且在技术上难度非常大。贝多芬做了非常多的尝试，比如他曾经设想在开头使用合唱，但是后来不得不推翻这些想法。在长达四五年的时间里，贝多芬拖着疾病缠身的身体，嘴里含着一根小木棍（他那时已经完全聋了），坐在钢琴旁创作着这部后来被称为《合唱》的《第九交响曲》。

1824年5月7日，《第九交响曲》在维也纳首演了，贝多芬亲自指挥，整个演出非常成功。尤其是到了第四乐章（合唱乐章），“欢乐”的主题在短暂的宁静后从天而降，然后切入到人声，先是低沉的男声，然后声调渐渐转入高音，整个乐队和合唱团都沸腾了，整个交响曲在英雄胜利的高潮中结束。当最后一个音符停在了空中时，整个音乐厅爆发出雷鸣般的掌

声，可是贝多芬因为耳聋已经听不到了，当女高音牵着贝多芬的手转过身来，贝多芬看到这个情景，激动得昏了过去。当时的热烈场面简直如同暴动，观众给予了五次掌声，以至于警察不得不出来干涉，因为当时即使是对国王也只能有三次鼓掌。

《第九交响曲》的成功一扫维也纳的市侩之气，这是文明史上的一场伟大的胜利。用罗曼·罗兰的话讲“（拿破仑）波拿巴的哪一场战争，奥斯特里茨哪一天的阳光，曾经达到超人的努力的光荣？曾经获得这种心灵从未获得的凯旋？”贝多芬起于贫困，年轻时又不幸耳聋，他没有家室，一生孤独，世界并没有给他带来什么幸福和欢乐，但他却教会我们要坚强，给我们这个世界带来欢乐。用他自己的话说，就是“用痛苦换来的欢乐。”

1827年3月26日，贝多芬走完了他57岁的人生。三天后，维也纳为他举行了隆重的葬礼，他的崇拜者、著名作曲家舒伯特和他的学生、著名的钢琴教育家车尔尼（Carl Czerny，1791—1857，今天孩子们学钢琴时依然在使用他编写的教程）等人为他护灵，维也纳全部的学校都停课以示哀悼，两万多名市民参加了他的葬礼，而当时维也纳只有三十多万人口。奥地利诗人和剧作家格里尔帕策（Franz Grillparzer，1791—1872）在贝多芬的墓前这样说：“当你站在他的灵柩前，笼罩着你的并不是气馁和忧伤，而是一种崇高的情感：我们只有对他这样的人才能说，他完成了伟大的事业<sup>19</sup>。”

19  
在贝多芬墓前的演说。

贝多芬一生的作品在数量上只有巴赫、海顿或者莫扎特的一半左右，因为他每一部作品的创作时间都特别长，但是他的作品几乎每一件都是精品，而且两百年来都在被不断地上演。相比另外两位古典主义大师海顿和莫扎特，贝多芬作品的风格跨度也非常之大。海顿和莫扎特是完完全全的古典主义者，作品都是隽秀典雅，如和风细雨，不过正如我在前面讲到的，这些阳春白雪的音乐未必是为生活而奋斗的年轻人有闲暇欣赏的。贝多芬则不同，他既有典雅的《第四交响曲》、庄重的《第五交响曲》和宏大的《第九（合唱）交响曲》，也有非常华丽动听的《第五钢琴（皇

帝)协奏曲》，更有适合年轻人送给情侣的《致爱丽丝》和两首非常浪漫的罗曼斯——《F大调小提琴浪漫曲》和《G大调小提琴浪漫曲》。这两首小提琴曲，轻柔婉约，如歌如泣，哪怕没有任何音乐细胞的人，都会觉得好听，都会被打动。而对于多少有点音乐细胞的人来讲，他们更容易领会隐藏在《月光奏鸣曲》和《热情奏鸣曲》中那炽热的爱情含义。更重要的是，贝多芬的音乐可以给人以力量，尤其是对于那些在困苦中奋斗的人，因为贝多芬自己就是其中的一员。

在贝多芬去世后的近两个世纪里，他的音乐渐渐被全世界的人所喜爱，这些人不分种族，不分阶级，不分贫富。从德国的民族主义者俾斯麦到前苏联的革命领袖列宁，从纳粹头子希特勒到被他迫害的犹太人的代表海菲茨（Jascha Heifetz，1901—1987，20世纪最伟大的小提琴家），都酷爱贝多芬的音乐。而贝多芬的音乐风靡全世界则有另一个德国人很大的功劳，他就是20世纪最伟大的指挥家富尔特文格勒（Wilhelm Furtwängler，1886—1954，也译成富尔特万格勒），富尔特文格勒在1922年到1945年期间执掌柏林爱乐交响乐团，他对贝多芬音乐的诠释成为了后世指挥家的参照系。在20世纪30年代和40年代，富尔特文格勒指挥的贝多芬的交响曲通过当时的无线电广播传遍全欧洲。希特勒非常喜欢他指挥的音乐，对他照顾有加，不过这给他在战后带来无限的麻烦，他先是被送上了法庭，罪名是指挥了两场纳粹的音乐会。虽然后来他被判无罪，但是却丢掉了交响乐团指挥的职位。这时，大洋彼岸的美国芝加哥交响乐团（世界著名交响乐团之一）请他担任指挥，但是这遭到了一大批在美国的犹太裔音乐家的抵制，这些人中，包括美国当时最著名的指挥家托斯卡尼尼（Arturo Toscanini，1867—1957），托斯卡尼尼是美籍意大利指挥家，他长期担任纽约爱乐交响乐团的艺术总监（指挥），在他的努力下，该乐团成为与柏林爱乐交响乐团和维也纳爱乐交响乐团齐名的世界三大交响乐团之一。此外，还包括20世纪全世界最优秀的两位钢琴家阿瑟·鲁宾斯坦（Arthur Rubinstein，1887—1982）和霍洛维茨（Vladimir Horowitz，1903—1989）以及和海菲茨齐名的小提琴家斯坦恩（Isaac Stern，1920—2001）。在这些重量级人物的反对下，

芝加哥交响乐团只能收回任命。坦率地讲，虽然托斯卡尼尼等人都是我最喜欢的音乐大师，但是我对他们的做法持保留态度，因为把对纳粹德国的仇恨施加到一个穷困潦倒的指挥家身上是不公平的。1952年，富尔特文格勒终于再次担任了柏林爱乐交响乐团的指挥，也就是在这一年底，他再次指挥了贝多芬的《第三（英雄）交响曲》，这次指挥被认为是历史上对《英雄交响曲》的最佳诠释，至今无人能超越。1954年，在富尔特文格勒去世之前，他最后一次指挥了贝多芬的《第五（命运）交响曲》，这也被认为是至今无法超越的杰作。之后，他将指挥棒交给了当时年轻的卡拉扬，从此退出了历史的舞台。在贝多芬的九部交响曲中，有六部被公认的最佳指挥至今还是由富尔特文格勒保持着，此外他还是诠释巴赫和布鲁克纳（Anton Bruckner, 1824—1896）<sup>20</sup>的权威。

20

奥地利著名作曲家。

全世界讲述贝多芬生平精彩、生动的书和影视作品非常之多，最精彩的当属罗曼·罗兰的小说《约翰·克里斯朵夫》，这部史诗般的巨著前半完全以贝多芬为原型写的，而前四分之一完全就是在讲述少年贝多芬的故事。通过这部巨著，大家能知道贝多芬是如何成长起来的，他是一个什么样的人。我必须说贝多芬是迄今为止对我影响最大的几个人之一，虽然他生活的年代和我相差了两百年。在我一生生命的最低点，是贝多芬（和尼采）使我站了起来，让我有了今天的一切。至于为什么贝多芬可以给人如此大的力量，罗曼·罗兰写道：

在此英勇的队伍内，我把首席给予坚强与纯洁的贝多芬。他在痛苦中间即曾祝望他的榜样能支持别的受难者，“但愿不幸的人，看到一个与他同样不幸的遭难者，不顾自然的阻碍，竭尽所能地成为一个不愧为人的人，而能借以自慰。”经过了多少年超人的斗争与努力，克服了他的苦难，完成了他所谓“向可



图 17.8 伯恩斯坦指挥的贝多芬《第九（合唱）交响曲》，背景是东西两德的人们在勃兰登堡门周围庆祝德国的统一，交响曲的标题由《欢乐颂》改成了《自由颂》

怜的人类吹嘘勇气”的大业之后，这位胜利的普罗米修斯，回答一个向他提及上帝的朋友时说道：“噢，人啊，你当自助！”

贝多芬的音乐及其创造历程，以及贝多芬的理想，在某种程度上是促使我写《文明之光》这一系列的原因，它们让我有一种冲动，让我通过讲述文明的故事，介绍文明史上的英雄（而非屠夫们），来赞美人类向善的力量和人性美好的一面。

现在，贝多芬走了，富尔特文格勒走了，他们却为我们留下了经典，让我们今天依然能欣赏这些天籁。对世界上的很多人来讲，贝多芬已经超出了音乐的范畴，他成为了自由的象征。1990年10月3日，东西柏林的居民高唱着贝多芬的《欢乐颂》聚集在勃兰登堡门，庆祝冷战的结束和东西德国的统一。两个月后，在柏林举行了一次盛况空前的音乐会，由当时全世界指挥家中最负盛名的伯恩斯坦指挥由纽约爱乐交响乐团、列宁格勒（今天的圣彼得堡）基洛夫交响乐团、伦敦交响乐团和巴黎交响乐团组成的空前强大的乐队，在柏林举行了贝多芬《第九（合唱）交响曲》的演奏音乐会。这四个交响乐团，分别来自二战后占领德国的美、苏、英、法四国，而作为犹太人的伯恩斯坦则代表了二战中遭受纳粹德国迫害的各民族，他们聚集到柏林，不是庆祝对德国的占领，而是庆祝德国的统一，伯恩斯坦还专门把这首交响曲中的《欢乐颂》改回到符合贝多芬创作本意的《自由颂》，象征着世界和平的再一次到来。对比半个世纪前伯恩斯坦的前任托斯卡尼尼等人排挤富尔特文格勒，我们可以看到世界在进步，而贝多芬的音乐就是在讴歌这样的进步。

贝多芬之后，音乐就进入了浪漫主义时期。

### 第三节 凸显个性的浪漫主义音乐

任何新事物的出现都有其时代背景，浪漫主义也不例外。在拿破仑战争之后，欧洲进入了相对平稳的阶段，欧洲相对富裕起来的市民们有了轻松的文化生活的需求。另一方面，由于工业革命带来了乐器的改进，尤其是



在 18 世纪末到 19 世纪初钢琴的改进，使得演奏者可以尽情地展示他们的技巧，而这反过来又帮助了音乐本身的发展。在这样的背景下，涌现出一大批优秀的作曲家和演奏家，他们的音乐富于想象力并且需要高超的演奏技巧，他们被称为是浪漫主义的音乐家，其中最重要的代表人物有舒伯特、门德尔松、舒曼、肖邦、李斯特（Franz Liszt, 1811—1886）、威尔第（Giuseppe Verdi, 1813—1901）和瓦格纳（Richard Wagner, 1813—1883）等。相比古典主义时期的音乐家海顿和莫扎特等人，浪漫主义的音乐家更注重感情和音乐本身的外在表现，而不看重形式和结构，因此从古典主义到浪漫主义过渡的过程其实是一个彰显个性的过程。这种过渡其实在贝多芬身上已经体现出来了，因此贝多芬也被认为是开创了浪漫主义先河，只是后世依然把他归类为古典主义时期的音乐家。

浪漫主义的音乐大师们每一个人都充满了传奇色彩。先说说舒伯特，他是贝多芬的超级粉丝，他们都住在维也纳。有一次舒伯特去向贝多芬请教，但是那天不凑巧，贝多芬不在家，于是舒伯特就将自己的作品扔进了贝多芬的院子里，遗憾的是贝多芬至死也没有看到。舒伯特才华横溢，但是一生贫穷，他只活了短短的 31 岁，不过却给我们留下了 600 首歌曲、10 部交响曲、22 部钢琴奏鸣曲和大量的其他作品。

门德尔松是少有的来自富有家庭的音乐家，他和贝多芬、舒曼等人不同，他从事音乐不为生计，完全是出于爱好，他不仅创作了脍炙人口的《仲夏夜之梦》等作品，而且收集和整理了从巴赫到舒曼等著名音乐家的大量作品，对欧洲音乐的传承贡献很大。

舒曼的爱情故事和他的作品一样有名。不同于莫扎特、贝多芬和舒伯特这些从小就显示出音乐才华的天才，舒曼在音乐上是大器晚成的。他是一个书商的孩子，小时候喜欢的是文学而不是音乐，后来学的是法律。直到 20 岁那一年他听了帕格尼尼的一次音乐会，被帕格尼尼魔幻般的音乐所感染，决定学习钢琴并成为钢琴界的帕格尼尼。于是舒曼拜当时最有名的钢琴教授维克（Friedrich Wieck, 1785—1873）为师。由于起步较

晚，他的水平提高不快，尤其相比维克十几岁的女儿克拉拉，他差得实在太远。为了增加手指的力量，舒曼在钢琴上用滑轮拴上一个砝码，另一头拴在自己的手上，结果这种不科学的方法把他的手指弄坏了，从此再也无法弹琴了，迫使他从此开始了音乐创作生涯。不过在跟着维克学琴时，舒曼认识了克拉拉，并且两个人最终不顾维克的反对结成眷属。从此，舒曼创作，克拉拉表演，宛如一对神仙眷侣。不过他们的幸福生活并不长久，舒曼家族有精神病史，他自己在四十多岁时也精神病发作，并且在两年后去世。克拉拉从此没再嫁人，一生宣传和表演舒曼的作品，这才使舒曼的作品闻名于世。

在这些浪漫主义的代表人物中，最富传奇色彩，同时音乐也最受欢迎的当属肖邦，因此他将是这一节的主角。

肖邦 1810 年出生于波兰。他的父亲是一个生活在波兰的法国人，母亲则是波兰人。由于会法语，肖邦的父亲就成为了那些贵族孩子们的法语教师，这让肖邦从小可以接触到上流社会。肖邦从 6 岁开始学钢琴，8 岁登台演出，被认为是继莫扎特和贝多芬后的又一位音乐神童，不过他的父亲并没有因此而揠苗助长，而是慢慢却卓有成效地鼓励肖邦追求自己的理想，

并且终其一生以绵薄之力帮助儿子实现了自己的理想。



图 17.9 肖邦的签名，上下对称，如同一个四分之一音符

在波兰，十几岁的肖邦就成为了一流的钢琴家，他从小体弱多病，因此很难长时间弹奏，这个问题困扰了他一生。不过，他文弱的气质和细腻的演奏技巧很受女听众的喜爱。1830 年，肖邦来到维也纳巡回演出，同时也和当时的音乐家进行了交流。他听了帕格尼尼的小提琴表演之后，也下决心要成为钢琴界的帕格尼尼。但是公平地讲肖邦在弹奏技巧方面一直没有达到同时代李斯特的水平，加上他身体不好，他无法像李斯特那样高强度地演出，因此在那个时

代，最出名的演奏家是李斯特而不是肖邦。不过，肖邦创作的钢琴曲极其优美动听，被后来全世界的钢琴迷所喜爱。

就当肖邦在维也纳演出时，波兰爆发了反对沙俄的起义，但是很快就被沙皇的军队镇压了。鉴于国内局势的动荡，尤其是沙俄在波兰搞大屠杀，他父亲建议他暂时不要回国，肖邦本想移居美国，这样就要途径法

国、英国，然后登船去美国。1831年，当他途经巴黎时，受到了法国人民热烈的欢迎，和波兰人一样，法国人在拿破仑战败后同样憎恨沙俄，加上这里是他的父亲之邦，这样肖邦便有了回家的感觉。肖邦就决定留在巴黎。

在巴黎，疾风骤雨式的革命已经结束多年，上层社会又恢复了浪漫而享受的生活，肖邦的音乐比那些德意志（当时还没有统一的德国）作曲家的作品更受巴黎人的喜爱，肖邦也成为法国上流社会最受欢迎的钢琴家。肖邦外表柔弱，但是内心却很坚强，他在心底对沙皇俄国有着刻骨的仇恨，他打算抓住一切机会，向世人展示波兰民族要比侵略者文明得多。肖邦创作了大量波兰风格的玛祖卡舞曲和华尔兹舞曲，这些作品至今仍深受钢琴演奏家和听众的喜爱。

肖邦的作品大多以柔美著称，不过也有例外，其中最有阳刚之气的当属《A大调军队波兰舞曲》（作品40号）和《降A大调英雄波兰舞曲》（作品53号）。这两首作品，以歌颂波兰历史上反抗外族入侵的英雄为背景而创作，虽然叫做舞曲，但是内容已经远远超出了舞曲的题材，肖邦通过它讴歌了那些被压迫的民族不屈的抗暴精神。这是世界钢琴作品中的经



图 17.10 《肖邦像》（德拉克罗瓦创作，收藏于卢浮宫）

典之作，一方面它们情绪激昂，气魄宏大，富于戏剧性；另一方面又体现了肖邦的创作特点，悲壮而细腻，富于诗意。以《军队波兰舞曲》为例，肖邦在一开始就采用了非常铿锵有力的节奏，这种节奏在他的作品中不多见，接下来是像交响乐一般，非常丰富的和弦音响，这个气势宏伟的主旋律华丽而辉煌，后来被当作波兰的象征而流传于世。在曲子中间的部分，肖邦转到D大调上，展示出舞蹈优美的一面，不过同时在低音部分发出阵阵颤音，仿佛是战鼓在敲响。在结束时，全曲再现第一段，整个舞曲在雄壮威武的气氛中结束。这两首曲子成了李斯特的保留曲目，几乎每场音乐会必演。今天，虽然我们无法听到李斯特的表演，但所幸的是，20世纪著名钢琴大师霍洛维茨演奏的这两首波兰舞曲非常精彩，他在去世前将自己平生最得意的演奏录音精选出来，由RCA出版了两张激光唱片，从很多渠道都能够买到。

21  
19世纪欧洲最富有的家族，控制着很多国家的金融。

肖邦在巴黎，虽然刚开始的日子清苦一些，但是他很快就得到了上流社会的赏识，包括罗斯柴尔德家族<sup>21</sup>，这让他进入了上流社会的名利场，结交了很多社会名流而且财源滚滚。但是，当他希望迎娶也爱着他的伯爵小姐玛丽亚·沃德津斯基（Maria Wodzińska，1819—1896）时，却遭到了她的父亲老伯爵的拒绝。肖邦一度心灰意冷，再次想要去美国，后来在朋友们的挽留下，他终于留了下来。后来经李斯特介绍，肖邦结识了他生命中最重要的女人乔治·桑（George Sand，1804—1876）。

如果说肖邦是男人中的女人，那么乔治·桑彻彻底底是女人中的男人。乔治·桑原名阿尔芒迪娜·杜班，不过等这位杜班小姐长大了，自己给自己起了个男人的名字。乔治·桑才貌双全，是一位有名的女作家，也是一位女权主义者。她不仅在自己的作品中宣传妇女解放和追求自由，而且在平时穿着男装，叼着香烟，满口粗话，却从来没有得罪过人，也算是奇迹。这位成熟而泼辣的女文豪很快就俘虏了肖邦的心，当然也有人说肖邦像个需要母亲照顾的大孩子，而乔治·桑恰恰扮演了这个角色。（当时肖邦28岁，乔治·桑34岁。）对于肖邦，乔治·桑将爱情、母爱和友谊混合在一起，全部倾注在肖邦身上。肖邦体弱多病，常常病倒，乔治·桑就像母亲照顾

儿子一样不知疲倦地守护着他。这段时期是肖邦创作的高峰期。乔治·桑在回忆录中留下了这样的记录：他的创作能力是天然而不可思议的，他无需酝酿信手即来，但是他的创作又是我见到的最劳神的劳动，为了修饰一个细节，他要不断地尝试，还会发脾气，他有时一连几天将自己关在屋子里，走来走去，一个地方修改了上百遍，最后写上的还是最初草稿上的东西。

乔治·桑和肖邦在巴黎有了个“家”，这里一下子成了巴黎最著名的文化沙龙，喜欢交际

的乔治·桑喜欢这样的生活，可是这对性格内向的肖邦来讲却是一个负担。在两个人相爱和同居的大部分时间里，他们住在乔治·桑位于巴黎南部一百多公里的住所诺安城堡里。这个城堡四周是一片绿地和森林，宛如世外桃源。乔治·桑和肖邦的生活习性完全不同，但是这不影响他们在最初的十年里相爱。他们的关系可以说是“感情甚笃”，经常出没于他们在艺术界共同的朋友圈里，人们也把他们看成是正式夫妇。当时很多著名的文人和画家都是他们的朋友，包括德拉克罗瓦、大仲马、巴尔扎克，等等。每天早上，肖邦起来，教一些学生钢琴，下午他独自创作，晚上早早就去睡了；乔治·桑则完全不同，她每天晚上的沙龙晚会要搞到快天亮，然后一觉睡到中午，下午才开始吃饭，然后她写自己的东西，接下来应酬交际又是搞得通宵达旦。就这样，两个人每天见面的时间其实很少。

两个人这样的生活在一开始由于彼此兴奋而且互相愿意付出，过得还是



图 17.11 巴黎蒙索公园 (Parc Monceau)<sup>22</sup> 的肖邦塑像，旁边听琴的是乔治·桑

22

地址 35 Boulevard  
de Courcelles,  
75008 Paris

不错的。肖邦从乔治·桑那里得到了母亲般的关爱，他在法国不再孤单，同时他也满足了乔治·桑的新鲜感。但是在新鲜感过去之后，时间一长两个人性格上过大的反差带来的问题就暴露了出来。在和乔治·桑相处的后期，肖邦的创作灵感已经枯竭，身体也一天不如一天，乔治·桑也厌倦了照顾肖邦的生活。她写了本小说，讲述女主人翁如何辛苦照顾里面的男主人翁，而后来当男主人翁康复时，身心疲惫的女主人翁却病倒离开了人世。很明显，乔治·桑写的就是她和肖邦的故事，不过真实的结局是体弱多病的肖邦在39岁那年便因为肺结核而早逝，而乔治·桑则活到72岁，而且一直风流韵事不断。

肖邦在法国生活了近半辈子，但是他一直眷恋着故国波兰。根据他的遗愿，他被葬在巴黎市内的拉雪兹神父公墓，而他的心脏被带回到波兰安葬，封在了圣十字教堂的石壁中，上面刻了《马太福音》里的一句话：

“因为你的财宝在那里，你的心也在那里。”在肖邦的葬礼上，根据他生前的愿望，演奏了他自己创作的《葬礼进行曲》和莫扎特的《安魂曲》。肖邦当初的恋人玛丽亚·沃德津斯基参加了他的葬礼，肖邦曾经为她写下了著名的《告别华尔兹》，而和肖邦生活了10年的乔治·桑却没有来。后来肖邦的一位波兰好友专门从故乡带来一罐泥土洒在了肖邦的墓上，使肖邦能够安葬在波兰的土地下。

肖邦一生坎坷，加上长期身在异乡为异客，他的故事总是让人感到伤感，但是他的音乐却没有多少忧伤。他一生创作了很多钢琴曲，成为后世钢琴家在音乐会上表演得最频繁的曲目。根据体裁，肖邦的作品可分为四类：第一类是波兰的民族音乐，包括很多叙事曲和波兰舞曲。第二类是法国的沙龙音乐，包括圆舞曲、即兴曲和夜曲。第三类是炫技性作品，主要是练习曲。第四类是表述内心情感的作品，包括一些叙事曲、波罗涅兹舞曲、奏鸣曲和船歌等。但是，不论哪种形式，都强烈地渗透着肖邦精神世界的情感体验，他对祖国的思念，对自由的渴望，对故土人民的热爱，是贯穿在他的全部作品中的主线。这种通过音乐记述心境的特点，是浪漫主义时代音乐的明显特征。

20 世纪最伟大的钢琴家鲁宾斯坦是肖邦的波兰同胞，他被认为是肖邦音乐的最佳演绎者，和肖邦一样，他在成年后一直生活在海外。在肖邦钢琴曲这个领域中，鲁宾斯坦总的来说是天下无敌的，他演奏的肖邦钢琴曲美妙绝伦，那诗一般的旋律直接来自音乐本身，而鲁宾斯坦对音乐的处理则像是在精雕细琢一颗钻石那样一丝不苟，他让人们享受到最美妙的钢琴音色。著名唱片公司 RCA 将鲁宾斯坦演奏的肖邦作品做成了 11 张金蝶光盘，堪称音乐经典，听起来声音清澈而不乏温暖。

演绎肖邦作品另一位权威的大师是女钢琴家阿格丽姬 (Martha Argerich, 1941—)。这位出生在阿根廷的音乐神童被誉为钢琴界的女大祭司，她演奏的肖邦作品热情奔放，力度和速度都非常夸张，但是同时又具有女性独到的见解，就连鲁宾斯坦对她都产生了爱慕（虽然年龄上大她半个世纪）。当然，我们前面提到的 20 世纪另一位大师霍洛维茨演奏的肖邦作品也非常有特色，尤其是《英雄波兰舞曲》和《军队波兰舞曲》。我们很幸运地生活在科技发达的年代，可以有机会享受到大师们演奏的名曲。

#### 第四节 丰富多彩的民族主义音乐

到了 19 世纪末，随着欧洲人国家意识的加强，浪漫主义的音乐渐渐演变成了民族主义的音乐。这些音乐不像巴洛克时期、古典主义时期和浪漫主义前期，以德国和奥地利（当时德、奥已分家）风格为主，而是具有各个民族的特色。在欧洲很多国家，都涌现出优秀的音乐家，比如捷克的斯美塔那 (Bedřich Smetana, 1824—1884) 和德沃夏克 (Antonín Leopold Dvořák, 1841—1904)、芬兰的西贝柳斯 (Jean Sibelius, 1865—1957) 等，而其中成就最高的是俄罗斯的作曲家们。

俄罗斯民族音乐的先驱是格林卡 (Mikhail Ivanovich Glinka, 1804—1857)，但是真正把俄罗斯民族音乐推向世界舞台的却是“五人强力集团”，这五个人是巴拉基列夫 (Mily Alexeyevich Balakirev, 1837—1901)、穆索

尔斯基 (Modest Petrovich Mussorgsky, 1839—1881)、里姆斯基-科萨科夫 (Nikolai Andreyevich Rimsky-Korsakov, 1844—1908)、鲍罗丁 (Alexander Porfiriyevich Borodin, 1833—1881) 和居伊 (Cesar Cui, 1835—1918)。和我们前面提到的大多数音乐家不同, 这五个人有着各自不同的职业, 音乐只是他们的业余爱好。例如, 巴拉基列夫是学数学的; 穆索尔斯基出身贵族, 小时候根据家族的传统上了军校, 后来又学习历史和德国哲学, 他还在军队医院里任过职; 鲍罗丁则是个医生和化学家, 他和穆索尔斯基还在同一个医院里任过职。但是他们每个人的音乐素养不在任何职业的音乐家之下。因此, 今天所说的跨界有时并不像想象的那么难。五人强力集团的成员受当时俄罗斯民族主义的革命作家车尔尼雪夫斯基等人影响较大, 他们的作品多取材于俄罗斯的历史、民间传说、文学名著和老百姓的生活, 并从民歌中汲取素养, 在音乐表现方式上进行了大胆的革新, 创作出大量不同于德奥风格的优秀作品。

限于篇幅, 这里只介绍一部作品, 穆索尔斯基的钢琴组曲《图画展览会》。



图 17.12 俄罗斯著名画家列宾 (Ilya Repin) 为穆索尔斯基绘制的肖像 (收藏于圣彼得堡郊外的列宾故居 Penaty Estate Museum of Ilya Repin<sup>23</sup>)

这部作品的创作背景在音乐史上非常独特。1873 年, 穆索尔斯基的一位挚友, 画家维克多·哈尔特曼 (Victor Hartman, 1842—1873) 去世了, 彼得堡艺术学院为他举办了画展, 穆索尔斯基作为音乐家和死者生前好友参观了这次画展。他从画展展品中选出十幅对他触动最大的画, 写了一首钢琴组曲, 以纪念哈尔特曼。穆索尔斯基用钢琴的语言再现了美术作品, 他用自己的音乐天才把视觉效果完全融进了听觉艺术之中, 这在音乐史上是空前的。这组



钢琴独奏曲被誉为19世纪最具有俄罗斯风格的作品，也被许多钢琴家所钟爱，后来被改编成很多管弦乐作品。整个音乐的10个部分，用“漫步”的旋律串成一个整体，而这个旋律起伏跌宕，时而雄壮有力，时而悠闲轻松，极富诗情画意，后来变成了很多影视作品的插曲。1995年，王志文和刘佩琦主演过一个电视剧《无悔追踪》，就使用了这个作品中的旋律作为谍报人员的联络暗号。

在所有的民族主义音乐家中，最著名的当属俄罗斯伟大的音乐家柴可夫斯基，无论从作品的深度还是广度来看，柴可夫斯基都是贝多芬之后世界上最杰出的音乐家。柴可夫斯基一生的作品数量（和古典主义时期的作曲家相比）并不是很多，但是涉及面非常广，包括交响曲（六部），歌剧（两部），芭蕾舞剧（三部）、一些钢琴曲、序曲和交响诗。这些作品几乎全是精品，我们在后面会详细介绍。

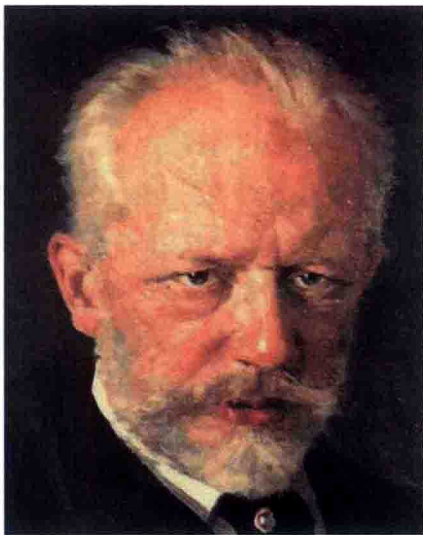


图 17.13 伟大的俄罗斯音乐家柴可夫斯基

柴可夫斯基出身于俄罗斯的一个贵族家庭，从小在母亲的指导下学习钢琴，但是他的父亲坚持要他学习法律，因此他就进入了法学院，并且后来一度在法院工作过。不过柴可夫斯基并不喜欢这份工作，他在22岁时又考入了圣彼得堡音乐学院，跟随著名的音乐教育家安东·鲁宾斯坦（Anton Rubinstein, 1829—1894）<sup>24</sup>（不是后来的钢琴家阿瑟·鲁宾斯坦）学习音乐创作。在学院里，柴可夫斯基是最优秀的学生。毕业后，安东·鲁宾斯坦将这名得意门生推荐给他的弟弟、时任莫斯科音乐学院院长的尼古拉·鲁宾斯坦（Nikolai Rubinstein, 1835—1881），就这样，柴可夫斯基成为了一位音乐教授。当时的音乐教授薪水很低，而且教学

24

安东·鲁宾斯坦和他的弟弟尼古拉·鲁宾斯坦创办了圣彼得堡音乐学院。

任务繁重。不过即使在这样的条件下，柴可夫斯基依然在 1876 年写出了他最著名的芭蕾舞剧《天鹅湖》，这是最受中国观众欢迎的芭蕾舞剧，剧情大概是这样的：

已经成年的王子齐格弗里德第二天要选一位公主做新娘，晚上他到了天鹅湖畔去散步，遇上了被女巫施咒变成白天鹅的公主奥杰塔。奥杰塔只有在晚上才会变回人形，只有当一位男子真心地爱上她时，她身上的魔咒才会被破解。王子被奥杰塔的美貌打动，爱上了她，并邀请她第二天晚上来参加舞会，然后他会向母亲表示，娶奥杰塔为妻。

可是巫婆知道了这件事，让自己的女儿奥吉莉亚（黑天鹅）化装成奥杰塔的模样，在舞会上骗得了王子的相信，并且与她缔结了婚约。当王子齐格弗里德意识到真相时，大为震惊，并马上赶往天鹅湖。王子请求奥杰塔的宽恕，而奥杰塔也原谅了他。这时女巫用魔法卷起大浪，要淹死齐格弗里德。奥杰塔跃入湖内救出王子，终于爱情的力量战胜了邪恶，白天鹅恢复人形，舞剧以大团圆的方式结尾<sup>25</sup>。

25

该剧早期还有另一个悲剧性的结尾，即奥杰塔和王子双双化成泡沫，消失在湖水中。

《天鹅湖》是一部非常长的芭蕾舞剧，整整两个多小时的配乐非常优美，全曲中最为人们所熟悉的是第一幕结束时的音乐，这是白天鹅的主题，它充满了略带伤感的优美和伤感，在竖琴和提琴的伴奏下，由双簧管和弦乐先后奏出。这个主题贯穿全曲，并且在舞剧结束时经过变奏变得高亢起来，表示爱情战胜邪恶，将整个舞剧推向高潮。

《天鹅湖》是柴可夫斯基早期作品中最重要的一部，也是今天最为人知的一部。但是这部大作在首演时并不成功，在接下来的几十年里也很少演出，直到作曲家去世后，观众对这部作品的反应也是平平。后来，前苏联的很多艺术家对它进行了修改和润色，直到 1934 年，这部芭蕾舞巨作才在伦敦获得了巨大的成功。1940 年好莱坞著名的电影《魂断蓝桥》使用了天鹅湖的白天鹅主题曲作为电影的背景音乐，使得中国的观众开始熟悉这个旋律。今天，我们看到的版本（包括芭蕾舞的编排）是俄罗斯圣彼得堡（当时叫列宁格勒）基洛夫芭蕾舞团于 1969 年确定的版本。

柴可夫斯基的处境并没有因为《天鹅湖》和其他作品的完成而有所改善，他的梦想就是能够不被干扰地创作，这个机会终于来了。1876年底，尼古拉·鲁宾斯坦来到了梅克夫人家，弹奏了一曲柴可夫斯基的《暴风雨》，这位富商的遗孀完全被音乐打动了，她向这位音乐学院院长打听到了柴可夫斯基的很多情况。几天后，柴可夫斯基收到了一位陌生人的来信，在信里对方谈了对他的音乐的感受，柴可夫斯基由衷地感到被理解，并且用激动的笔调回了一封热情洋溢的信。就这样，世界音乐史上最传奇的友谊开始了。

梅克夫人给柴可夫斯基的支持是全方位的，她不仅是后者的知音，而且在财力和精神上给予了他很大的帮助。和很多音乐天才一样，柴可夫斯基不仅多愁善感，而且情绪很不稳定，他在给梅克夫人的信中经常流露出沮丧和悲观，而梅克夫人则在心中不但给他排忧解难，而且鼓励他创作。在物质上，梅克夫人以付稿费的形式给了柴可夫斯基巨大的资助，于是柴可夫斯基辞掉了音乐学院的工作，成为一名专职的作曲家。

1882年，柴可夫斯基创作完成了著名的《1812序曲》，以纪念俄罗斯人民在1812年打败法国拿破仑入侵，赢得俄法战争的胜利。这个只有一刻钟长度的序曲分成三部分，开头是俄罗斯风格很强的旋律，描述俄罗斯广袤的国土和在这片土地上生活的人民，接下来躁动不安的旋律由远而近，仿佛在告诉人们战争的来临。然后音乐进入发展部，马赛曲响起，表示法国人的入侵，接下来是另一个进行曲，表示俄罗斯军民奋起抗击法国人，两个旋律的冲突越来越激烈，直到高潮，之后马赛曲渐行渐远，表示法国人渐渐退去。最后俄国的国歌在枪炮声和教堂的钟声中回荡，代表了俄罗斯的胜利。这首序曲完成后，柴可夫基本人并不很满意，但是日后它却成为俄罗斯民族，乃至全世界最受欢迎的作品之一。1995年，水星（Mercury）唱片公司和美国明尼安波利斯交响乐团精心制作了一套《1812序曲》的激光唱片，他们从西点军校借出了18世纪法国的加农炮，并使用了教堂的大钟来录制这张经典唱片，水平非常高。这也成为很多人测试顶级音响的试音盘。



图 17.14 和柴可夫斯基精神上交往了 13 年的梅克夫人

我们回过头来讲柴可夫斯基的经历。他的婚姻颇为不幸，他的夫人倒追了四年将他追到手，但是两个人的感情一直不好，而梅克夫人则成了他的红颜知己和倾诉对象。梅克夫人对这位音乐天才也非常倾心，她在给柴可夫斯基的信中很直白地表达了这一点。

“你知道吗？当你结婚的时候，我是多么的难受。在我心中好像有什么东西破碎。想到你和那个

女人亲近，我简直忍受不了……当你和她产生了裂痕，我竟高兴起来，我恨那个女人，因为她使你很不愉快，但如果她能使你非常愉快，我会百倍地恨她。我认为她把只应属于我的东西掠夺走了，把我的权利剥夺掉了。在这个世界上，我爱谁都不及爱你，你的宝贵价值高于一切。”

让人不解的是，这两位柏拉图式的恋人虽然相距不远，却从未谋面过，而且他们刻意避免见面。不过，一些传记作家认为两个人之间可能有过一次不期而遇。这完全是一次巧合，两个人同时外出，他们的马车在街上迎面相遇了，两个人的眼睛对视了一下，互相行了个礼，然后又默默地走开了。柴可夫斯基和梅克夫人平生唯一一次见面就这样短暂，他们互相连一句话都没有讲。两个人的友谊维持了 13 年之久，成为千古佳话。

遗憾的是千里搭长棚，没有不散的筵席。终于有一天，柴可夫斯基收到了来自对方的一封冷冰冰的信，说自己即将破产，不能再为他提供赞助了，这让他非常吃惊，他首先还是感谢了梅克夫人，他写道“我一点儿也不夸张，是您救了我，如果没有您的帮助，也许我早已经发疯了……当我不能再分享您的财富时，我才全力说出我无限热诚的谢意。”但是，柴可夫斯基一直想搞清楚为什么梅克夫人突然变得绝情，因为拥有两条铁路的梅克夫人找的破产借口实在不符合实际情况。一个众所周知的解释

是，梅克夫人的小儿子病了，她突然发现自己因为沉溺于音乐和自己的感情，没有照顾好孩子，因此良心上不安，决定把心思转到家庭上来。美国著名的音乐史家约瑟夫·马克利斯（Joseph Machlis, 1906—1998）<sup>26</sup>这样评论梅克夫人的行为：她热爱音乐，尤其是柴可夫斯基的音乐。但是由于她受到那个时代和她那个阶级的约束，她必须向世人表明，她热爱的是一个音乐家，而不是一个男人，因此她一方面爱对方，一方面又严格规定自己不和对方见面。

26  
著名的音乐欣赏读物《音乐欣赏》一书的作者。

这时的柴可夫斯基，已经蜚声世界了。当时正赶上美国纽约的卡内基音乐厅落成，美国政府邀请他参加音乐厅的落成典礼，并且在美国巡回演出。在那里，他受到了万人空巷的欢迎，无论是百万富翁、达官贵人，还是新闻记者、贩夫走卒都为他倾倒。在欧洲，他同样获得了巨大的荣誉，无论是在俄罗斯，还是在法国和英国，他都被授予了各式各样的荣誉头衔，他的音乐在欧洲各国的音乐会上不断地被演奏。从此至今，他成为了俄罗斯民族音乐的代表。

1893年，柴可夫斯基创作了他一生最重要的作品《第六（悲怆）交响曲》，他把自己一生的酸甜苦辣都写进了这部名作。整个乐曲旋律非常低沉而不安分，中间穿插着一些优雅而明快的旋律，表现出音乐家一生痛苦而悲惨的境遇，以及对幸福生活和爱情的强烈追求。全曲在黯淡而绝望的旋律中结束，预示着作曲家的生命行将结束。这部作品对听众极具震撼力，以至于很多听众在交响乐结束之后长时间缓不过神来。就在《悲怆》首演后的第九天，伟大的作曲家柴可夫斯基离开了人世。

柴可夫斯基的音乐是那个时代，那一大批俄罗斯旧知识分子心境的写照，就如同当时俄罗斯那些大文豪们（如托尔斯泰）一样，这些知识分子只能通过作品述说自己对现实的困惑和对理想的追求。柴可夫斯基的音乐和托尔斯泰等人的文学作品都有着鲜明的时代和地域特点，透过它们，我们能够了解当时的社会，当时的俄罗斯。在柴可夫斯基之后，民族音乐在欧洲各国蓬勃发展起来了。音乐不仅彰显着人的个性，而且成为民族文化中最重要的一个组成部分。

## 结束语

到了20世纪，音乐越来越多样化，以适应各种人群的口味。虽然流行音乐的从业人员和听众都超过了古典音乐，但是创作经典音乐的大师依然不断涌现，比如法国的拉威尔（Joseph-Maurice Ravel, 1875—1937），前苏联的普罗科菲耶夫（Sergei Sergeyevich, 1891—1953）、肖斯塔科维奇（Dmitri Dmitriyevich Shostakovich, 1906—1975）和美国的伯恩斯坦（Leonard Bernstein, 1918—1990）。甚至中国的冼星海、何占豪和陈钢等人也可以算是古典音乐的作曲家，这里我们就不一一讲述了。相比从巴洛克时代到上个世纪末的音乐大师，今天的作曲家们更强调个性，这和近代以来强调个性解放是分不开的。

人类文明的进步不仅表现在经济和科技上，也表现在音乐艺术上。音乐的发展历程凸显出人文主义的发展和文明的进步。具体到西方的古典音乐，音乐从颂扬上帝（巴洛克和它之前），到颂扬英雄（古典主义时期），再到个性解放（浪漫主义）和颂扬民族精神、针砭时弊（民族主义），这和欧洲的文艺复兴、启蒙运动、民主和自由思想的确立、民族的觉醒过程完全吻合，佐证了我们人类追求自由、解放和进步的过程。

今天，我无论是在音乐厅、家里或者汽车上听到那些美妙的音乐，都由衷地感谢那些音乐家和表演者。

### 附录一 贝多芬给他的永恒爱人的书信

我还躺在床上，但我的思绪已经飞向了您，我永恒的爱人。有时喜悦，有时悲伤，等待着命运的消息，不知道它是否会听从我们的心愿。我只能完全和您生活在一起，要不然根本无法生活下去。

是的，我决定漂泊到离您如此遥远的地方，直到我能奔赴您的怀抱，告诉您，我真的回到了您身边，让您紧紧包围我的灵魂，一起进入精神家园。是的，不幸非如此不可，您会比我更坚决，因为您知道我对您的忠心。您应该知道，任何别的女人都无法得到

我的心，不会，永远不会！

啊，上帝，为什么要让我与深爱之人离别？我目前在维也纳过着悲凉的生活，你的爱让我成为了世界上最幸福的人，同时，也让我变成了世界上最痛苦的人。像我这个岁数，生活需要的就是稳定和规律，在我们目前的情况下能办到吗？

我的天使，我刚听说每天都有邮车，为了让你尽快收到这封信，我必须到此搁笔。请静下心来想一想，只有平心静气地思考时，我们生活在一起的目标才能越来越接近——冷静——爱我——今天——昨天——撕心裂肺地想念你——你——你——我的生命——我的一切——再见。要一如既往地爱我，不要错判了你的情人胸膛中那颗最真诚的心。

永远是你的，永远是我的，永远是我们的！

## 附录二 格里尔帕策（Franz Grillparzer, 1791—1872）在贝多芬葬礼上的演讲<sup>27</sup>

我们站在这里，站在已故者的墓前，在某种意义上代表了整个民族，代表了全体德意志人民，为丧失了光彩已经减退的故土艺术<sup>28</sup>——这祖国的精神财富给我们留下的那受人高度推崇的一半而悲悼。虽然用德意志语言歌唱的英雄他还健在——我们祝愿他长命百岁！——但是谱写动人的歌曲、用美妙的声音歌唱的最后的音乐大师，亨德尔、巴赫、海顿和莫扎特不朽荣誉的继承者和发扬者，与世长辞了。琴弦在一场声音已经消逝的演奏中折断了，我们站在折断了了的琴弦旁哭泣。

一场声音已经消逝的演奏！让我这样来把他称呼！因为他是个艺术家，他生前一切都是为了艺术的。生活的荆棘深深地刺伤了他。呵，你——真和善的姐妹，痛苦人的安慰者，来自上界的艺术！他象一个遇难的落水者去抓堤岸似地，投入你的怀抱。他紧紧地拉住你；甚至当你走到他那里向他说话所必须通过的门户已经关闭，他还拉住你不放。当他由于耳聋致使他不再能看见你的倩影，他还把你的画像扣在心头，当他死时，那画像还贴在他的胸口。

他是一个艺术家，然而有谁能和他并列？他象穿渡五洋四海的河马，冲破了他的艺术的疆界。从鸽子求情彼此娇柔的鸣叫，到滚雷发出的隆隆轰鸣；从各种奇特的艺术手段的精心交织，致使艺术上的塑造转变为自然力无规则的可怕的任意爆发；一切他都涉足过，领略过。他的后来人是无法继续这一切的，他们必须从头开始，因为他们的这位先行者，只要艺术允许，哪件事没有做过？

27

摘自《你应该知道的最具影响力的经典演讲词》

28

此句翻译得不太通顺，但是原文如此。英文的翻译是“come to mourn the passing of one celebrated half of that which remained to us from the vanished brilliance of the fatherland.”大意是说贝多芬虽然去世了，所幸的是他在一定程度上还和我们在一起，使得祖国的艺术不至于失去光辉。

阿黛莱德和莱奥诺拉！维托里阿英雄欢庆凯旋！弥撒祭献的虔诚歌唱！你们，这些分成四声部、三声部的孩子啊！惊天动地的交响曲！《欢乐女神，众神爆发的美丽的火花！》，你这动人的天鹅之歌！司掌歌和琴的缪斯女神呵，你们站到墓边来吧！把月桂叶撒在他的墓上！

他是一个艺术家，但他也是一个人，一个在这字眼最完全意义上的人。因为与世隔绝，人们把他说成与世为敌；因为他躲避感情，人们便说他无情。唉，只有铁石心肠的人，才不会逃避！正因为感情太丰富，所以才躲避感情！——如果说，他逃避世界，那是因为他胸怀深处充满了爱，找不到武器来反对这个世界；如果说他躲避人群，那是因为他把一切都给了他们，然而自己却从未在他们那里得到什么。他寂寞，因为他找不到别的什么！但是一直到死，他对一切人怀有一颗富有人性的心，对亲属他怀着一颗慈父般的心，对全世界他献出了他全部的心血。

他的一生就是这样，他就这样地死去，他也会这样世世代代地活在人间。

把他一直送到这里的人们啊，你们不必过分地悲伤！你们并没有失去他，你们赢得了他。只有当生命的大门在我们身后关上，通向永生的庙堂的门户才会打开。现在，他在那里和各个时代的伟人站在一起，这是无可置疑的，将来也不会有疑问。你们在离开他的安息地时，心里充满悲伤，但你们也尽可因此而放心。假若一生中，他作品的威力会象那即将到来的风暴使你们受到震动；假若你们的泪水也会在现在尚未降生的一代中滴流，那么请记住这时刻，并想到：当他被埋葬的时候，我们是在场的；当他死去的时候，我们曾为他哭泣。

### 附录三 经典音乐发烧唱片推荐

不同的演奏家对同一首音乐作品的理解常常会有差异，而他们的技巧和表现手法也不同，因此音乐的表现是一个再创作的过程。一张好的音乐唱片需要满足三个要素，首先是音乐本身要好，其次是演奏家对音乐理解要到位，演奏技巧和水平发挥要高，最后是唱片的制作要尽善尽美。下面是根据我的体验，向大家推荐的一些发烧唱片。

巴赫

《勃兰登堡协奏曲》

李希特指挥慕尼黑巴赫乐团版本，DECCA 公司制作。



莫扎特

《第40交响曲》

富尔特文格勒指挥维也纳爱乐交响乐团版本，EMI公司制作。

《第41（朱庇特）交响曲》

阿巴多指挥伦敦交响乐团版本，德意志唱片公司（Deutsche Grammophon）制作。

贝多芬

《第三（英雄）交响曲》

富尔特文格勒指挥维也纳爱乐交响乐团版本，EMI公司制作。

《第五（命运）交响曲》

克莱伯（Carlos Kleiber）指挥维也纳爱乐交响乐团版本，德意志唱片公司制作。

《第六（田园）交响曲》

伯姆（Karl Bohm）指挥维也纳爱乐交响乐团版本，德意志唱片公司制作。

《第九（合唱）交响曲》

富尔特文格勒指挥拜鲁伊特音乐节管弦乐团版本，EMI公司制作。这部作品也可以考虑美、俄、英、法、德五国的七个乐团为庆祝两德统一的演出实况录音，其场面极其宏大，伯恩斯坦指挥，德意志唱片公司制作。

《第五钢琴（皇帝）协奏曲》

古尔达钢琴，斯坦恩指挥维也纳爱乐交响乐团版本，DECCA公司制作。

《钢琴奏鸣曲全集》

阿什肯纳吉演奏，DECCA公司制作。

《F-大调小提琴浪漫曲》和《A-大调小提琴浪漫曲》

大卫·奥伊斯特拉赫（David Oistrakh）演奏，德意志唱片公司制作。

肖邦

《最喜爱的肖邦》

霍洛维茨演奏，CBS出品。

《奏鸣曲全集》

阿格丽姬演奏，德意志唱片公司制作。

《夜曲全集》

鲁宾斯坦演奏，RAC制作。

《前奏曲全集》

阿格丽姬演奏，德意志唱片公司制作。

《叙事曲全集》

鲁宾斯坦演奏，RCA 制作。

《波兰舞曲全集》

鲁宾斯坦演奏，RCA 制作。

穆索尔斯基

《图画展览会》

朱里尼（Corlo-Maria Guinini）指挥芝加哥交响乐团版本，德意志唱片公司制作。

柴可夫斯基

《1812 序曲》

多拉蒂（Antal Dorati）指挥伦敦交响乐团和明尼苏达交响乐团版本，水星制作。

《交响曲全集》

阿巴多指挥维也纳爱乐交响乐团版本，德意志唱片公司制作。

## 参考文献

1. 罗曼·罗兰. 巨人三传. 傅雷, 译. 江苏文艺出版社, 2012.
2. 傅雷. 傅雷家书. 辽宁教育出版社, 2004.
3. 罗曼·罗兰. 约翰克里斯朵夫. 傅雷, 译. 江苏文艺出版社, 2012.
4. 聿木, 爱玲. 乔治·桑传. 长江文艺出版社, 2011.
5. Edward Garden. 柴可夫斯基传 ( *Tchaikovsky Second edition* ). Oxford University Press, 1994.
6. Joseph Machlis. 音乐欣赏 ( *The Enjoyment of Music* ). W. W. Norton & Company, 2011.
7. 马瑾文. 你应该知道的最具影响力的经典演讲词. 中国长安出版社, 2013.

## 第十八章 从达维特到麦克斯

### 绘画的发展和个性的解放

随着文明的进步，艺术和科学都在不断地发展，但两者的发展模式有着根本的不同。艺术没有科学那种积累的效果，即 21 世纪的科学水平一定比 17 世纪的高。今天，几乎所有的物理学家水平都会超过牛顿，可在艺术上，我们就未必敢说今天的艺术家水平超越了前辈艺术家。事实上今天的画家很难超越米开朗基罗，今天的音乐家也很难超越贝多芬。艺术的发展带有明显的时代色彩和地域特点，并且为时代服务，因此对不同时代的人来讲，最好的艺术是他们喜闻乐见的，而不是他们理解不了的。正因如此，艺术不仅浓缩了历史上不同地区的文明特点，而且成为了解人类文明过程的一把钥匙，透过一种艺术，我们能够了解产生它的那个时代、那个国家（或地区）的社会经济和文明发展。

艺术和科技在发展模式上虽然有着根本的不同，但也有相似之处，那就是两者都有人才辈出、快速发展的高峰，以及发展相对平缓的低谷。比如在人类的绘画史上有过两个高峰：文艺复兴时期的意大利和 19 世纪的法国。关于文艺复兴，第一册已作过介绍，这里我们不妨从人类绘画史的第二个高峰，即 19 世纪从古典主义到印象派的这一百年讲起。通过回顾绘画艺术从古典主义，到浪漫主义和现实主义，再到印象派的发展和演变，我们不仅能够看到人类审美不断完善和进步的过程，艺术家对个性解放的不断追求，而且可以看出近代以来，人类社会都在朝着追求人的幸福和个性解放的方向发展。到了 20 世纪，绘画艺术的发展趋势是个

性化、多样性和自我表现主义，这其实折射出整个社会发展的轨迹。现在，就让我们回到18世纪末的法国，体会一下那些古典主义大师们所生活的年代和他们的代表作。

## 第一节 标准审美的（新）古典主义

我们在前面介绍古典音乐时讲过，古典主义是18世纪末和19世纪初这一时期文化和艺术的整体潮流。它出现在欧洲启蒙运动之后，强调理性和秩序，这些特点在绘画中体现得非常明显。为了区分古希腊古罗马时期的古典艺术和启蒙运动之后的古典艺术，后一个时期在艺术史上也被称为“新古典时期”，相应的艺术就是“新古典主义”（Neoclassicism）。但是，在不混淆的情况下，艺术家们一般直接称后一个时期为“古典主义”，而称前一个时期古希腊和罗马时期。

洛可可，即Rococo或者Roccoco，又被称为晚期巴洛克，是欧洲18世纪时期的艺术流派，最初诞生在巴黎，在路易十五统治时期达到了高潮，这和路易十五的情妇蓬巴杜夫人的大力扶持有关。洛可可艺术突破了早期巴洛克艺术的那种庄严、对称和充满繁复文饰的特点，同时保留了巴洛克艺术精致、优雅和华丽的特征，并增加了轻快、纤柔、甜腻和温柔的色彩。洛可可艺术一度风靡欧洲，被广泛地应用于建筑、雕塑、绘画、文学、音乐、陶瓷、服装设计等众多艺术领域。到了18世纪末，随着欧洲的君主制走向没落，这种艺术流派渐渐被（新）古典主义等其他艺术流派所取代。

古典时期音乐的代表人物（比如莫扎特和贝多芬）都出现在德国，而在绘画上古典主义大师都出现在法国。第一位也是最重要的一位古典主义大师就是达维特（Jacques-Louis David, 1748—1825）。达维特出生在法国最后一个封建王朝波旁王朝末期，他9岁那年便失去了父亲（死于决斗），于是和妈妈一起来到舅舅家生活。达维特从小喜欢画画，在书本上画满了画，并且很早就立志当一个画家。但是他的妈妈和舅舅都反对他从事这个职业，认为当穷画家养不活自己，而是希望他像舅舅那样成为一个建筑师。我的老师、著名书画家王乃壮在讲述幼年经历时，说他自己学习绘画时也遇到过家里人反对的情况，但是坚持做自己喜欢做的事情是日后成功的开始。在达维特的一再坚持下，家里人还是允许他学习绘画了，并且把他送到一位当时颇有名气的洛可可<sup>1</sup>画家那里学习。很快，他的老师就很难再指导他了，于是达维特进入法国当时最高等艺术学院——皇家艺术院继续学习。

在达维特之前，西方艺术的中心在意大利，因此达维特的梦想就是赢回去罗马学习的大奖（每年评选一次的一种奖学金）。他向皇家艺术院申

请了五次，但是都没有成功，其中一个原因是当时法国流行的洛可可画风和他的风格颇有不同。这件事情让达维特非常烦躁，而且后来变成了他对君主制下艺术学院教育系统的反感。当然，最终达维特还是成行了，因为所有的老师都承认他确实非常优秀。在罗马，达维特一方面看到了很多前辈大师的巨作，并且学习到很多受用终身的知识和技巧，另一方面他又不按照这些前辈的方法来，这让他成为了学员中的异类，不过他的绘画天才是大家公认的。绘画史上的很多突破和发展，都是建立在对先前艺术风格和流派否定的基础上的，在这一点上，艺术和科学有相通之处。

在意大利期间，达维特形成了自己的风格，这种风格后来演变成为了新古典主义。它的精髓是讲究布局的平衡，画面线条的清晰，以及色彩鲜艳。绘画的题材主要是古希腊和罗马的传说，以及现实的大事件和英雄人物，既没有宗教题材，也没有男欢女爱。画面中的人物形象（不论是喜剧性的还是悲剧性的），都具有英雄气概，这一点从达维特在意大利时期创作的早期代表作《荷拉斯兄弟的誓言》（简称《誓言》，在第一册“罗马人三次征服世界——罗马法”一章中介绍过）中彻底体现了出来，这幅旨在讴歌英雄主义的作品，色彩庄重，布局平衡，构图严谨，并且体现出一种积极向上的精神。达维特的这种画风一扫当年法国上流社会奢华淫靡的洛可可艺术风格，也正好符合了当时法国大革命的需要，他说过：“艺术必须帮助全体民众的幸福与教化，艺术必须向广大民众揭示市民的美德和勇气。”而在那个时代，绘画能做的事情就是向社会传达一种争取自由、积极向上的精神。

达维特本人的生活也深受他那个时代的影响。在专制制度下，来自中下层社会的达维特对社会的不公平非常反感，因此他渴望着变革。1789年，法国大革命爆发，憎恨旧体制的达维特成为坚定的革命者，并且加入了激进的雅各宾派。在大革命时期，达维特被选为国民代表，并担任艺术委员，相当于今天的文化部部长。从那时起，他使用画笔作为武器向旧世界宣战，并且忠实记录了许多重大的历史事件。

2

地址: 16 Rue des  
Francs Bourgeois,  
75003 Paris.



图 18.1 网球厅的誓言（收藏于巴黎卡纳维拉特博物馆，Carnavalet Musée<sup>2</sup>）

达维特记录法国大革命历史事件的第一幅油画是《网球厅的誓言》（*The Oath of the Tennis Court*），这幅画再现了法国大革命的原因。要讲述这幅画，就得从法国的三级会议讲起。在历史上法国有三个阶

层，包括神职人员（第一阶层）、贵族（第二阶层）和市民（第三阶层）。凡是重大的决定国王是不能一个人说了算的，而要通过召开三级会议讨论。1789年，法国当时的波旁王朝遇到了前所未有的内忧外患，路易十六债台高筑，作为债主的城市商人要求召开三级会议共商国是。在此之前，法国曾经几次召开三级会议，不过都是由贵族和教会主导。这次会议则与以往的历次会议完全不同，它和上一次会议之间间隔了175年，整个法国社会结构已经开始变化。受启蒙运动的影响，法国民众已经接受了平等自由的思想，这一次市民们的代表们（主要是商人）态度非常坚决，既然国王（和贵族）欠了我们的钱，就要用权力来交换（取消前两个等级的特权）。国王和第一、第二等级的代表当然不干，这样一来会议就开不下去了，于是第三等级的人跑到皇宫附近的网球厅自己开起了“国民会议”（当时天在下雨）。在那里，577名第三等级代表中的576人签署了一个誓言——史称“网球厅宣誓”，他们发誓不实行宪政就决不休会。达维特的这幅画描绘的便是这个场景，网球厅宣誓通常被认为是法国大革命开始的标志。

作为一幅历史巨画，达维特试图将几百人的场景反映在一幅画中，同时又能突出重点。画面中央是当时在大会上最活跃的几个代表，当然也包括了唯一没有签署誓言的那位代表，而整个画面的背景是激愤的群情。需要指出的是，这幅巨画并没有完成，不过这成为几年后他绘制另一幅场面宏大的巨画《拿破仑的加冕礼》的路演。

法国大革命可以用血雨腥风四个字来形容，各个政治派别和阶级集团，不仅在明面上斗得死去活来，而且还经常搞一些见不得人的暗杀勾当，革命家马拉（Jean-Paul Marat, 1743—1793）成为暗杀的牺牲品。马拉被认为是法国大革命时期最坚定也是最有才气的革命家，他为了躲避政敌的追杀，一直躲在地下室里工作，并因此染上了风湿病。为了减轻病痛，他只能在泡满药水的浴缸里工作。不过马拉的藏身之所最后还是被政敌们找到了，一名女刺客刺杀了马拉。法国的百姓们听到马拉遇刺的消息，都非常难过和愤怒。作为马拉的战友和雅各宾派的一员，达维特在马拉遇刺的两个小时后就赶到现场，并被眼前的惨状震惊，于是他决定用画笔来记录这悲壮的历史场面，同时揭露敌人的残忍。在这样的背景下，达维特创作了油画《马拉之死》。画面表现了马拉刚刚被刺的惨状：被刺的伤口清晰可见，鲜血到处都是，马拉握着笔的手垂落在浴缸之外。在浴缸边立有一个小木台，这是马拉的“办公桌”，木台上有马拉刚刚写完的一张便条：“请把这5法郎的纸币交给一个有5个孩子的母亲，她的丈夫为祖国献出了生命。”这让人想起了一百多年后的宋教仁，他为实现共和而被刺后，留下类似的遗言“我本寒家，老母尚在，如我死后，请克强与公及诸故人为我照料”。

《马拉之死》画面非常感人，它成功地塑造了一个能够博得众人同情的革命领导人的形象。马拉在生前对政敌颇为残忍，但是在历史上的口碑并不差，某种程度上要感谢达维特的这幅名画。达维特在这幅画中将马拉塑造成一个为共和捐躯的悲剧英雄形象。画作完成以后，达维特完成画作后将它交给接下来召开的国民大会，作为对他的战友的祭奠。在艺术上，《马拉之死》是古典主义的代表作之一，它确立



图 18.2 马拉之死（收藏于卢浮宫）

了古典主义的艺术形式，强调理性而非感性的表现，它突出的是人物的形象，而非洛可可时代夸张的色彩。在构图上强调完整性，在造型上重视轮廓的准确，在细节上精雕细琢。

由于雅各宾派的红色恐怖让巴黎的市民天天提心吊胆，1794年巴黎爆发了热月政变，推翻了雅各宾派的统治，进入到相对平稳的资产阶级领导的时代。很多激进的雅各宾派领导人包括罗伯斯比尔被处死，但是达维特没有受到一点冲击。作为拿破仑的好友和支持者，他以拿破仑为题材创作了两张巨幅传世名作：《拿破仑越过阿尔卑斯山》和《拿破仑的加冕礼》（简称《加冕礼》）。

《拿破仑越过阿尔卑斯山》创作于1801—1805年之间，反映了拿破仑率军翻过阿尔卑斯山，进军意大利的历史事件。在这幅高2.6米宽2.2米的画作中，拿破仑是唯一的人物，他骑在高头骏马上，右手指向前方，沉着坚毅，那不可一世的神情被描绘得惟妙惟肖。达维特强调绘画要突出英雄人物，体现人类不可战胜的气概，这些特点在这幅画中得到了充分的表现，这幅肖像也因此成为拿破仑诸多肖像画中最著名的一幅，并成为世界绘画史上最出名的肖像画。



图 18.3 拿破仑越过阿尔卑斯山（收藏于马迈松宫，Château de Malmaison<sup>3</sup>）

另一幅巨作《加冕礼》则描绘了拿破仑的加冕仪式。在这幅长10米高6米多的巨幅作品中，画家忠实记录了1804年在巴黎圣母院举行的拿破仑加冕仪式。这一年拿破仑称帝。欧洲的皇帝和中国的皇帝不是一个概念，从某种程度上说，欧洲的皇帝是教皇认可的欧洲最高统治者（而不是每个国家都可以有一个皇帝），因此历史上皇帝的加冕是由世俗的皇帝到罗马请求教皇授

3

这是拿破仑的一个行宫，位于距离巴黎8.5公里的西北郊的小城吕埃。地址是 Avenue du Château de Malmaison, 92500 Rueil-Malmaison, France.



予。作为革命者的拿破仑，根本不相信什么君权神授的思想，在他看来这一切都是他自己获得的，当然不可能去罗马祈求教皇为他加冕。但是，他又需要借助教皇在宗教上巨大的号召力，让欧洲人民承认他在法统上的合理性。于是干脆把教皇庇护七世（Pope Pius VII, 1742—1823）“请”（其实和抓没有什么区别）到了巴黎为他进行加冕。在以往的加冕礼上，都是由世俗的皇帝跪在地上，由代表上帝的教皇把皇冠给跪着的皇帝戴上，但是拿破仑不仅拒绝跪在教皇面前让庇护七世给自己加冕，而且对这位已经被吓得魂不附体、哆哆嗦嗦的教皇（当时教皇已经62岁了）没有了耐心，干脆抢过皇冠自己戴到头上，表示他皇帝的位子是自己挣得的，不是什么人恩赐的。接下来，他拿过另一顶桂冠给皇后约瑟芬戴上。《加冕礼》描绘的就是这一瞬间。



图 18.4 拿破仑的加冕礼（收藏于凡尔赛宫，卢浮宫有一幅同样出自达维特之手的复制品）

《加冕礼》中的人物多达百人，有大臣、将军、中下级官员、王公贵妇、主教与各国使节等。为了保证每个人物的形象精准而不致雷同，许多历史人物被达维特请到画室里来作模特儿。整个作品场面壮观，富丽堂皇，画中的人物之多，均为以往作品所罕见。米开朗基罗的《创世纪》虽然规模更加宏大，但是其中的人物并没有《加冕礼》那么密集，而背景的

复杂程度也不如该画。达维特为了画好这一鸿篇巨制，专门制作了一座模仿加冕全景的木质模型，以便对画面整体的光线进行调整。这幅画成为新古典主义的代表作，充分体现了达维特对绘画意义的诠释：绘画艺术必须是严肃的、雄伟的、有感染力的。同时它包含着生活的真理，把握着时代的脉搏。它应该用来讴歌和赞美英雄，通过艺术和激情唤起民众。

达维特一生创作非常辛勤，但是他的画作并不算多，原因是他在绘画上精益求精，而且每一幅画都尺寸巨大，一般要占据着整整一堵墙。他的画作大多收藏在卢浮宫里，由于画幅巨大，很远就能看见，成为卢浮宫画廊里最抢眼的作品。艺术是时代的镜子，透过达维特的绘画，我们能够体会到法国大革命时代的波澜壮阔。

由于和拿破仑在政见上一致并且保持着非常亲密的私人关系，达维特成为了拿破仑时代法国绘画的掌门人。达维特一生培养了大量的优秀画家，他和他的学生们一扫波旁王朝末期欧洲颓废的画风，将绘画艺术带

入一个欣欣向荣的新时代。但是，也正是因为他和拿破仑走得很近，在1815年拿破仑被第二次流放后，达维特也只能亡命他乡。好在他培养的一大批画家都成长了起来，继续控制着法国的画坛。其中最杰出的是安格尔（Jean Auguste Dominique Ingres, 1780—1867）。



图 18.5 安格尔的代表作《泉》  
（收藏于巴黎奥赛博物馆，  
Orsay Musée）

安格尔被誉为古典主义的捍卫者（达维特被誉为古典主义的旗帜），他的画风完全承袭了达维特倡导的那种构图严谨、线条工整、轮廓确切、色彩明晰的理性倾向。但是，在创作的题材上，他和达维特完全不同。达维特以刻画从古代到现实生活中的英雄人物为主，而安格尔则以描绘女性阴柔的美著称。安格尔是一位不折不扣的

唯美主义者，他毕生追求和表现理想的美。安格尔认为女性的人体是最美的，在他的笔下，每个女性都画得圆润细腻，温文典雅，健康柔美。从他的画中能看到希腊雕塑的影子。他最著名的画作当属《泉》（*Source*），在这幅画中，一位赤裸的少女举着一个古希腊式的陶制水瓶，少女的造型遵循古希腊雕刻的原则，但更为细腻微妙。她右臂高举，以弯曲的肘部为顶点，身体略微倾斜，这是典型的古希腊雕塑造型；左边水罐与抬起的手臂组成圆和三角的几何结构，胸部和腹部的转折起落则形成波浪式的曲线，与左边的单纯形成对比。整个画面严格遵守比例对称的原则，少女的体形姿态遵循古希腊雕塑的S形曲线美。

安格尔画了大量反映女性的作品，这些作品非常柔美细致，他对皮肤和轻纱的处理达到了绘画史上的高峰，比如油画《浴女》（图 18.6）。不过这些并不表明安格尔只能画女性，他也创作了不少和达维特风格类似的讴歌英雄的画作，比如《拿破仑的座像》，又如反映特洛伊战争的《阿伽门农的使者》，等等。

安格尔一生最崇拜的画家就是文艺复兴时期的拉斐尔，他在作画时也像拉斐尔一样注重细节，因此今人看他的画，会觉得非常耐看。在绘画风格上，安格尔承袭了达维特开创的古典主义，他严谨的素描功力充分发挥了线条的表现作用，把人物的形体动态刻画得极其准确，简洁而概括，对后世的绘画，尤其是对 20 世纪的绘画产生了巨大的影响。20 世纪两位最著名的西班牙画家毕加索和达利（尤其是毕加索），都深受安格尔的影响。

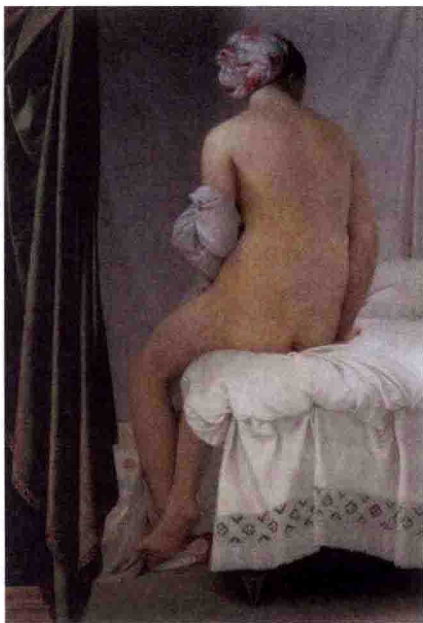


图 18.6 《浴女》（收藏于卢浮宫）

4

虽然董希文 1939 年曾在越南的巴黎艺术学校学习过半年，但是受法国绘画的影响并不深，他艺术成就提高最快的时期是 1942—1946 年在敦煌研究和临摹壁画。新中国诞生后，受前苏联的影响，中国一度重油画而轻国画，这使得新中国的油画艺术得到了长足的发展，刘春华等艺术家就是在这样的环境下成长起来的。由于当时与西方的艺术交流不畅，中国的艺术家没有机会模仿欧洲的古典主义，但是由于处在相似的时代，他们创作出的作品就有共同之处，这就是时代给艺术留下的烙印。

古典主义诞生在 18 世纪末到 19 世纪初的法国，有着历史的必然性，因为那时社会需要这样的艺术。类似的情况还发生在 1949 年后的中国。新中国诞生后的十几年里，无论是在视觉艺术（绘画、雕塑等）还是在表演艺术上，发展的历程和法国大革命后欧洲的艺术发展过程都十分相似。革命刚取得胜利，无论是电影还是舞台剧，主题都是讴歌英雄，主人公的形象都是高大全，这和达维特与贝多芬倡导的英雄形象完全吻合。在绘画上，无论是董希文的油画《开国大典》还是刘春华的《毛主席去安源》，都可以与达维特的《加冕礼》和《拿破仑越过阿尔卑斯山》形成对比。中国的艺术家并没有模仿欧洲的古典主义<sup>4</sup>，但是由于处在相似的时代，他们创造出的作品就有共同之处，这就是时代给艺术留下的烙印。

在古典主义后期，浪漫主义绘画已经在法国兴起，相比注重素描线条和准确性、强调理性和秩序的古典主义，浪漫主义更注重色彩和个人表现，于是在绘画史上就出现了一次非常有意思的争论，争论的双方是安格尔和浪漫主义的代表人物德拉克罗瓦（Eugène Delacroix，1798—1863）。

## 第二节 温情脉脉的浪漫主义

浪漫主义绘画和我们很多人从字面上理解的意思完全不同，说起浪漫，很多人会想到温情脉脉，讲究精致的生活情调，或者想到所谓的小资情调，但是浪漫主义绘画不是指这些。反倒是 17—18 世纪尼德兰的绘画更接近于很多人心目中的这种浪漫。

要讲清楚浪漫主义绘画的艺术特点，还要再回顾一下古典主义。相对而言，古典主义强调美的共性和客观性，比如女性的人体曲线一定要柔和，肤色一定要健康，造型常常是直线的几何图形和曲线（比如圆）均衡地搭配在一幅画中。古典主义绘画中的男性人物多是英雄人物，他们大都高大而俊美，即使并不高大漂亮的拿破仑在达维特和安格尔的笔下都显得十分英武。古典主义画家绘画的目的，常常是讴歌英雄，反映出时代的精神和歌颂美好的生活，反映出来的美相对都是客观的、写实的，不太掺杂个人的感受。（上个世纪 70 年代之前出生的读者不妨对比一下中

国的样板戏，看看是否具有类似的特点。)古典主义在创作技巧上要求线条准确，因此非常强调素描的基本功。

法国浪漫主义时期的绘画，特点则是张扬个性，并希望跳出古希腊和(新)古典时期定义的那种标准的审美。画家追求个人内心的独特美感，他们试图通过绘画揭示独特的自我，实际上这体现了审美的主观性。因此，在画家的笔下，自然的形象，比如英雄人物和历史事件不再是创作的原型和对象，而是体现画家个人情感和思想的一种假托。这一点我们在后面介绍一些浪漫主义代表作时会进一步提到。在创作技巧上，浪漫主义强调色彩，而非线条。

对于绘画来讲，到底是线条重要还是色彩重要，这就是安格尔和德拉克罗瓦争论的焦点。这场争论如同金庸小说里写的华山“气宗”和“剑宗”之争，没有一个结论。因而，两个画派的绘画也就由此特点鲜明。说到这里，可能有人会问，为什么不能同时兼顾色彩和线条呢？这并非做不到，（当然会有一些难度），而是没有必要这么做，因为一幅画不可能取悦于所有的观众。坦率地讲，即使是《蒙娜丽莎》也会有人觉得它不过如此。好的画家都懂得取舍，他们会突出自己的风格，加进自我的元素。这样他们虽然会失去一些观众，但是却能够保证欣赏他们的人不会走开。至于什么风格的绘画在当时受到最多的人的喜爱，那就要看那些画是否具有时代的色彩，并符合当时人们的品味。在浪漫主义时期，整个欧洲都在强调个性解放，因此，中规中矩的古典主义作品就被浪漫主义的绘画取代了。

正如讲到古典主义不能不提达维特和安格尔一样，说到浪漫主义就不能缺了席里柯(Theodore Gericault, 1791—1824)和德拉克罗瓦。席里柯出生于一个律师家庭，从小就热爱绘画，17岁时全家搬到巴黎，他跟随一位古典主义大师盖兰(Pierre-Narcisse Guérin, 1774—1833)学习绘画，不过他从盖兰那里学习到创作的技巧，却没有坚持老师的创作风格。在拿破仑之后，巴黎已经取代意大利成为绘画艺术的中心，文艺复兴时的很多名作也被带到了巴黎。席里柯经常出入于巴黎的各个艺术馆，他对文艺复兴时的大师拉斐尔和提香十分推崇。为了直接从那些文艺复兴大

师的真迹中学习绘画，席里柯 27 岁时只身来到意大利，在那里他不知疲倦地临摹米开朗基罗的作品，并且按照自己的理解复制了米开朗基罗的名画《最后的审判》。或许是由于对米开朗基罗的偏爱，他后来被称为“法国的米开朗基罗”。离开意大利之后，席里柯又到英国和比利时游学，尤其是在比利时，他专门去布鲁塞尔拜访了被流放的古典主义创始人达维特。在这个时期，席里柯开始形成自己的绘画风格，他已经不受古典主义的约束，在绘画上开始大胆地表达个人的情感，风格上他的绘画色彩对比强烈，笔法奔放，整个画面富于戏剧性变化。席里柯的代表作《梅杜莎之筏》就创作于他这次游学之后。



图 18.7 浪漫主义的经典之作《梅杜莎之筏》（收藏于卢浮宫）

“梅杜莎号”是当时法国的一条军舰，1816 年它作为旗舰带领三条舰船前往塞内加尔，执行接受英国归还该殖民地的任务。船长是一位 20 多年来很少出海的贵族，由于他不具备丰富的航海经验，结果导致“梅杜莎号”偏离航线一百多海里，在毛里塔尼亚海滩搁浅了，船长和一些高级船员抛下乘客自己逃跑了。被丢下的一百多名乘客，只好搭制简陋木筏在大海上漂泊，等待过往的船只救援。几天之后，因为没有了水和食物，饥

饿难耐的人们开始互相残杀，靠吃死者的肉坚持。最后当木筏被救起时，上面只剩下 15 名奄奄一息的人，情形非常悲惨。当时拿破仑刚刚在滑铁卢战败，波旁王朝复辟，整个法国处于黑暗的专制统治之下，因此这件事激起了法国民众对专制制度的不满。

席里柯虽然不像达维特那样是个坚定的革命者，但是他富有良知和正义感，同时他对封建专制制度也非常反感，他从这一真实事件出发，创作了这幅世界名作《梅杜莎之筏》，表达对现实的不满和对光明的向往。要在一幅画中将整个梅杜莎事件描绘清楚并非一件容易的事情，席里柯一开始构思了很多草图，最后他选定了遇难者在见到远处船只时呼救的那一瞬间的场景。在木筏上，遇难者已经奄奄一息，但是当他们在看到远方的船只时，求生的欲望让他们挥动一条红巾向远方的船只呼救。席里柯在背景上画了一个风帆，而木筏却是被风逆向往后吹行，这就使得遇难者渴望求生的心情和逆风将木筏往后吹的现实形成鲜明的对立。这种强烈的对比，正是浪漫主义绘画的特点。与古典主义时期画家通常就事论事地记载史实不同，在浪漫主义时期，绘画的内容常常是画家表达内心的手段，席里柯将《梅杜莎之筏》上的人们比喻成在专制统治下法国的民众，那条红色的围巾寓意着法国的民主思想，远方的船是希望所在，而现实又是逆风的困境。法国历史学家弥列什（Jules Michelet, 1798—1874）赞扬说：“席里柯凭一己之力把船引向未来，法兰西本身，我们本身都在《梅杜莎之筏》上被表现出来了<sup>5</sup>。”

<sup>5</sup> 卢浮宫《梅杜莎之筏》的说明。

为了创作好这幅画，席里柯可谓呕心沥血，他不仅阅读了幸存者的回忆文章，访问了其中的一些人，还在他们的指导下，做了一艘类似的木筏，亲自在海上漂泊，以体验真实的环境、气氛。为了准确地描绘那些将死之人的肤色、表情和神态，他亲自到医院观察垂死的人。不仅如此，他还将解剖的尸体浸于海水中观察其色彩变化。在绘画室里，他用黄疸病人做模特儿，绘制垂死的人。《梅杜莎之筏》在世界美术史上占有重要的地位，这除了绘画本身有着鲜明的时代特点和寓意外，与画家一丝不苟的创作努力也是分不开的。

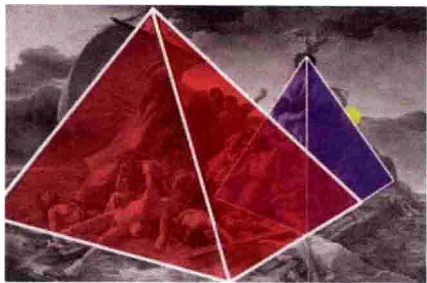


图 18.8 《梅杜莎之筏》的两个金字塔三角形构图

《梅杜莎之筏》这幅画高五米，宽度超过七米，结构宏伟，气势磅礴，人体塑造坚实而有力，尤其是在画面上，十几个人构成了两个金字塔式的几何图形，这些是古典主义的特色。另一方面，画中的情节紧紧抓住人心，构思大胆而富有戏剧性，充满动感。

光影对比强烈，整个色调阴森沉郁，显示出震撼人心的悲剧力量。这是典型的浪漫主义特点。席里柯生活的时代是从古典主义向浪漫主义过渡的时代，因此，这幅画体现出这种过渡的特点丝毫不奇怪。

《梅杜莎之筏》的问世，开辟了浪漫主义的先河。而他的一位同门师弟曾这样写道：“在画《梅杜莎之筏》时，席里柯允许我去看他作画，他给我这样强烈的印象，当我走出画室后，我像疯子一样跑回家去，一步不停，直到我到家为止<sup>6</sup>。”这个人就是被誉为“浪漫主义之狮”的德拉克罗瓦。

6

摘自《德拉克罗瓦日记》。

德拉克罗瓦比席里柯小七岁，年轻时也跟随着盖兰学画，他一生对绘画的色彩有深刻的研究，并且留下一本关于绘画色彩的专著《德拉克罗瓦日记》。如果说席里柯的画风还兼顾了古典主义和浪漫主义，那么德拉克罗瓦的画风则完全与古典主义相对立。比如说古典主义强调理性，而想象力和热情则是德拉克罗瓦的创作之源。他在绘画中，不再坚持安格尔提倡的那种客观的、绝对的美，而认为“美丑皆可入画”。德拉克罗瓦用色彩掩盖了古典主义强调的线条，用动态感很强的颜色对比，对抗古典主义在色彩上讲究的静态和谐。

德拉克罗瓦最出名的画作是《自由引导人民》，在中国知道这幅画的人可能比知道德拉克罗瓦这个名字的人更多，因为他的名字长而绕口，不好记，而这幅画则经常出现在各种场合。《自由引导人民》的创作背景是1830年法国的七月革命。我们介绍《梅杜莎之筏》时提到，拿破仑失败后法国在波旁王朝统治下非常黑暗，包括资产阶级在内的法国民众对



政府的不满情绪日益高涨，到了1830年7月，终于又爆发了革命，巴黎市民再次走向街头进行了武装起义，推翻了查理十世的统治，法国从此结束了波旁王朝的封建复辟，进入君主立宪时代。

作为生于大革命时期的法国人，德拉克罗瓦对自由充满了向往，他决定用绘画来歌颂这次起义。他在写给他兄弟的一封信中谈到：“当我努力创作的时候，我的心情便好转了……即使我没有为了我的祖国战斗，我也可以用我的画作来歌颂它。”



图 18.9 德拉克罗瓦的代表作《自由引导人民》（收藏于卢浮宫）

这幅画的正中是袒露双乳的自由女神，她右手挥动着法国的红白蓝三色国旗，面向右侧后方。画面右侧的背景是巴黎的地标建筑巴黎圣母院，代表着革命发生的地点是在巴黎。在巴黎圣母院和主要人物之间比较空旷，显出画面场景的深远。画的左侧是一群手持刀枪向前冲的民众。最突出的是前方的两个男人，最左边的一个是工人装扮：敞开的白衬衫，头上是工人们常戴的鸭舌帽。在他右侧的男人则是资本家打扮，头戴黑色卷边圆礼帽，

身穿黑色正装，手上端着步枪。在自由女神的左侧，有一个正举着右臂的小男孩，他戴着法国少年常戴的小帽，身背挎包，双手各拿着一把手枪。这些人构成了1830年革命的主题。人群的前方是倒卧的尸体，其中很多穿着波旁王朝时期的蓝色军装，自由女神正跨过这些尸体，向前迈去。

德拉克罗瓦不喜欢古典主义那种强调精确细致的艺术特征，而倾向于使用更为奔放自由的笔触和明亮强烈的色彩。因此，当《自由引导人民》于1831年第一次在巴黎沙龙展上向公众展出时，便引起了争议。有评论家认为它的画面“太过脏乱”。直至1874年，这幅画才被收入巴黎卢浮宫。不过，后世对这幅画的评价非常高，因为它集中反映了浪漫主义时期绘画的特点。1980年，这幅画的局部被做成了法国10法郎的邮票，1993年德拉克罗瓦和他的这幅名画上了100法郎的钞票。



图 18.10 1980 年 10 法郎的邮票



图 18.11 1993 年的 100 法郎钞票，画面由德拉克罗瓦和《自由引导人民》局部组成

德拉克罗瓦完成了绘画从讲究素描到加强色彩变化，强调个性的第一步。在德拉克罗瓦之后，绘画进入了现实主义时代。现实主义的出现不仅是绘画发展的需求，也和法国的时代背景有关。1848年拿破仑三世当政之后，法国完成了工业革命，经济和社会有了突飞猛进的发展，但同时劳资矛盾加剧，贫富分化加剧。在这一时期，法国的知识分子和艺术家们表现出强烈的忧国忧民之心，他们用自己的方式，比如文学和艺术，对现实中不合理的现象进行抨击。就在绘画进入现实主义的同时，法国的文学创作也进入了批判现实主义时期，法国涌现出一大批优秀的作家，包括巴尔扎克、福楼拜和莫泊桑等人。因此，现实主义绘画的出现有着历史的必然性。



图 18.12 现实主义绘画的经典之作《画室》（收藏于奥赛博物馆）

现实主义绘画的题材更贴近生活，其中的代表人物是库尔贝（Gustave Courbet, 1819—1877）等人。正如达维特颠覆他之前的洛可可风格，德拉克罗瓦颠覆古典主义风格一样，以库尔贝

为代表的现实主义也是建立在对古典主义和浪漫主义颠覆的基础上的。库尔贝坚决反对传统的风俗观念，他主张艺术应以现实为依据，反对粉饰生活，他的名言是：“我不会画天使，因为我从来没有见过他们。”库尔贝的代表作是《画室》，他在其中画出了当时法国社会各阶层的人物，还包括画家自己和模特。库尔贝除了绘制很多反映现实生活的大作，还画了很多风景画。

和库尔贝同时代的画家米勒（Jean-François Millet, 1814—1875），则进一步把绘画的主题从城市拓展到农村，他的代表作《拾穗者》完美地表现了三个辛勤工作的农妇的形象。这幅作品带有纯朴而浑厚的乡土气息，歌颂了辛勤的农妇，仿佛诠释了歌德在浮士德中的观点“劳动最美”。罗曼·罗兰曾评价说：“米勒画中的三位农妇是法国的三女神。”到了现实主义时期，绘画已经完全脱离了各种条条框框，成为画家表现自我感受，反映社会生活的工具。在这样的背景下，绘画在 19 世纪末进入了一个高峰时期——印象派。



图 18.13 米勒的代表作《拾穗者》（收藏于奥赛博物馆）

### 第三节 光与色交织的印象派

世界上有两种艺术作品几乎为所有人喜爱，一种是青花瓷，另一种就是印象派绘画。不过“印象派”这三个字一开始可并非什么褒义词，而是评论家对这种画风的嘲笑。

欧洲的绘画发展到19世纪后半期，再往前如何发展，画家们都有点迷茫了，而一次偶然的画展让一位“另类”的画家脱颖而出。那时正值拿破仑三世执政时期，国家达到了空前的强盛，拿破仑三世为了营造一个文化繁荣的社会，于1863年在巴黎举行了一次规模空前的画展。不过，由于筛选作品的评委大多来自法国艺术学院，因此入选的绘画还都是传统风格的。为了取悦那些落选的中下层画家，在拿破仑三世的亲自过问下，巴黎举办了一个落选作品的画展。在这个画展中，一位不知名的画家马奈



图 18.14 马奈的代表作《草地上的午餐》（收藏于奥赛博物馆）

（Édouard Manet, 1832—1883）的一幅作品《草地上的午餐》引起了争议，成为轰动一时的作品。虽然它当时没有得到主流画家们的认可，却以大胆写实的风格和准确的光与色的效果得到了一批青年画家和文学家的赞赏。

此后，一批不受传统艺术束缚，追求创新的“文艺青年”，包括年轻的艺术家和作家，便经常聚集在巴黎克利奇大道（Avenue de Clichy）的盖尔波瓦（Gail Bova）咖啡馆里谈论艺术和文学。这些人中包括后来印象派的代表画家莫奈（Claude Monet, 1840—1926）、雷诺阿（Pierre-Auguste Renoir, 1841—1919）、毕沙罗（Camille Pissarro, 1830—1903）和塞尚（Paul

Cézanne, 1839—1906) 等人, 以及作家左拉。后来马奈和德加 (Edgar Degas, 1834—1917) 也加入其中。由于马奈年长, 在艺术上已经有一些名气了, 因而成为这个团体的核心。

这些年轻画家的作品虽然在题材上大多是对现实生活的写实描绘, 但是他们对现实生活进行了特殊的艺术再现 (这和现实主义完全不同)。在印象派之前的传统绘画, 画家创作时大都在室内, 在光线处理上比较简单, 主要是通过明暗的变化进行处理。在现实主义时期, 室外的题材, 包括风景画成为绘画中很大的一部分, 但是, 画家们还来不及细心去研究在室外光线下会产生怎样的色彩效果, 而欣赏者也慢慢养成了欣赏这种室内油画的习惯。在这样的背景下, 这些年轻的画家不自觉地承担起了尝试在绘画中对各种光和色彩进行搭配的实验。

1872年, 莫奈创作了一幅名为《印象·日出》的绘画, 并且在两年后的一次小规模沙龙画展中展出。当时的批评家莱罗伊 (Louis Leroy, 1812—1885) 根据这幅画的名称中的“印象”二字作为他评论的标题“印象派的绘画”,



图18.15 印象派的代表作《印象·日出》(收藏于莫奈博物馆, Musée Marmottan Monet<sup>7</sup>)

这个不经意起的名字后来就成了这种画派的名称。不过当时莱罗伊使用这个词有讽刺的意味, 他当时在报纸上这样评价, “这完全是根据印象作画, 画面太过随意, 即使是海报的草稿也比它更完美”。但是, 正是这种当时不被批评家看好的绘画风格, 日后却受到了大众的欢迎。有意思的是莱罗伊本人写的美术评论今天已经没有人关心了, 大家还记得他, 是因为他起了“印象派”这个名字。

7

地址: 2 Rue Louis Boilly, 75016 Paris.

印象派画家在绘画上的第一个贡献就是对光线和颜色的处理。在印象派之前，油画的色彩普遍偏灰暗（比如达·芬奇的《蒙娜丽莎》），即使是一些人体画也是如此。这除了上面提到的绘画的色彩是以画室内的色调为背景颜色之外，还有另外两个原因。首先，这和过去画家们观察事物的方法有关。在19世纪初期之前，画家们对绘画中不同物体的颜色有固定的认识，比如天一定是蓝色的，树一定是绿色的，花是红色和白色的，因此油画的色彩看上去千篇一律；其次，当时的人们搞不清楚颜色和光亮度的关系，一般的认识是，浅色和鲜艳的颜色就是亮，深色就是暗，所以明暗则通过加入褐色或者灰色等深颜色表示出来，因此，19世纪以前的油画，基调常常是深褐色的，大家看看本章从图18.1到图18.12的绘画作品就能体会这一点了。到了19世纪后期，由于科学的发展，人们已懂得光的强度和颜色是两回事，物体之所以呈现不同的颜色，不是因为光的强弱，而是由于它们吸收和反射不同的光所造成的。物体吸收全部的日光便是黑色，全部反射回来则为白色，吸收一部分，反射一部分就呈现出不同的颜色。善于观察的印象派画家们注意到，哪怕是同一个光源，比如日光，在早晚和白天不同的时间里，也会在物体上产生不同的色彩影响。而且光照的角度、物体表面的质地（光洁度）均会影响物体色彩的变化。因此一些敢于挑战传统的画家们，通过自己的作品对光和色彩之间的搭配进行了大量的尝试。比如莫奈就曾尝试在不同的光线和角度下对同一个物体连续创作多幅作



图 18.16 转成黑白色的《印象·日出》

品，以寻找最理想的颜色搭配。后来，这种就同一主题重复作画的方法被20世纪的艺术家安迪·沃霍尔（Andy Warhol，1928—1987）和麦克斯（Peter Max）等人大量采用。就这样，在印象派画家的尝试

中，传统绘画对光和色彩的固定认识就被彻底打破了。我们不妨以莫奈的《印象·日出》为例说明这一点。

我们在生活中有这样的体会，在日出或日落时（尤其是日落时），天是亮的，太阳是深红色的，并不比周围的环境亮很多，因此你可以直视太阳而不会伤及眼睛。那么如果我们画日出或者日落时应该怎么画呢？很显然，这时既要保证突出太阳，又要保证它的相对背景不要太亮了。莫奈在这幅画中对此做了很好的处理，首先整幅画的基色很亮，和日出时基本一致，然后，他用红色突出太阳。和一般人想像所不同的是，这幅画中的太阳并不比周围的背景亮多少。图 18.16 是我用 Photoshop 把《印象·日出》的彩色图片转换成黑白灰度图片后的效果图，你会发现太阳其实并不是整个画面中最亮的部分，如果不仔细看，太阳好像从画中消失了一般。读者朋友如果有兴趣，可以自己从网上下载这幅名画的彩色图片，然后用 Photoshop 转换成黑白灰度的，看看是否如我所说。这个例子说明，到了印象派时期，画家将亮度和颜色完全区分开了。

由于对颜色有了更深刻的认识，印象派画家自如地应用各种色彩来表现他们内心的感受，这使得绘画的表现力超过了从前，这是印象派对绘画的一大贡献。从印象派开始，绘画中主观的元素越来越多，这也是印象派之后近代的绘画作品比印象派之前的绘画作品更难看懂的原因。

到了 19 世纪末，欧洲涌现出一大批优秀的印象派绘画大师，除了我们前面提到的马奈、莫奈、塞尚和雷诺阿等人，还有后期印象派著名画家梵高等。这些人通过绘画表达自己对世界的看法，并且抒发自己的情感。虽然他们的绘画都同样具有善于使用光和色的特点，但是他们创作的主题和风格迥异，每个人的绘画都是他们所生活的社会的再现。

印象派画家中最著名的可能当属莫奈，他也很幸运，生前他的艺术就得到了社会的认可，因此他的晚年生活过得非常富庶。由于不再需要为生计发愁，莫奈晚年时搬到了巴黎西北郊的乔万尼（Giverny）养老和作画。在他住的庄园里，有一个不大的日本花园，他每天一有闲暇，就以这个花

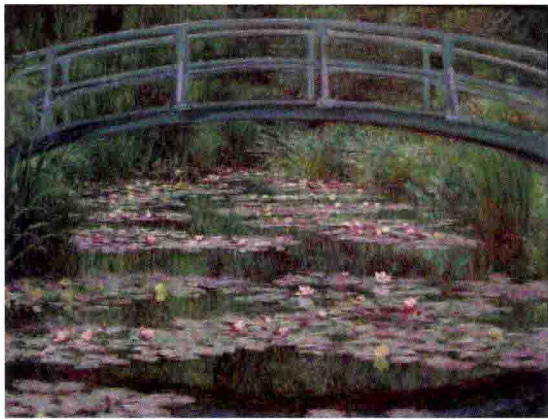


图 18.17 莫奈的代表作《日本桥》（收藏于华盛顿国立绘画馆）

园为题材进行创作。在这个时期他的艺术水平达到了一生的巅峰。这些以日本花园中的景致为题材创作的作品，比如睡莲、日本桥等等，独具东方风韵，在莫奈诸多作品中最受人们的欢迎。莫奈在这个时期创作的一幅睡莲图，

2008年在佳士得创下4000多万英镑的拍卖记录。莫奈晚年患了眼病（可能是白内障），虽然经过手术治好了，但是他却从此能看见别人看不见的紫外线，因此他对颜色的识别都偏蓝。所以，在他晚年的一些画作中，原本应该是绿色的荷叶被画成了蓝色，这倒不是他的什么新尝试，只是他的视觉出现了偏差而已。

并非所有的印象派画家都像莫奈那么走运，相比之下，雷诺阿的生活就显得很悲惨了。雷诺阿原本是一个瓷器工厂的画工，但是他想成为一名画家，便只身来到巴黎。在巴黎他一度穷困得连颜料都买不起，第一次画展也不成功。在30岁那一年，他赶上了普法战争和巴黎公社运动，有一次在塞纳河边作画时，被当作间谍抓了起来。直到35岁，他创作了一生中的代表作《煎饼磨坊的舞会》，这才开始出名。但不幸的是，几年后他在旅行时染上了肺病，从此身体一直不好。

虽然自己的生活并不顺利，可雷诺阿是位乐观的画家，一生创作了许多深受大众喜爱的作品。雷诺阿的绘画以人物画最为出名，尤其是那些甜美、悠闲的法国女性，在他的笔下，她们都丰满、健康、神态迷人并且脸上充满了阳光。雷诺阿对光线的处理非常到位，他认为，虽然绘画不是科学的光线分析，但是也不能随意布局，若处理得当，画面上的光亮就会给观众带来愉悦的感觉。他的代表作《煎饼磨坊的舞会》则很好地体现了这些特点。





图 18.18 《煎饼磨坊的舞会》（收藏于奥赛博物馆）

在这幅画中，光线透过树荫，照射在每个人的衣服上、头上和脸上，这种斑驳的光线充满了整个的画面。在这样柔和的光与影中，透露出印象派对光线处理上的那种朦胧的美。在整个画面中，人的脸部都很朦胧，不强调真正肌肤细腻的感觉（这和古典主义完全不同），有些人的五官被影子所遮挡，画家捕捉到人在树下不同的位置时，光线透过树荫射到人脸呈现出不同色彩，这种色彩给人以既真实又神秘的感觉。

历史上的画家们，无论是中国的还是西方的大多比较长寿，这可能与他们通过绘画陶冶性情有关，总体来讲他们是心态平和的艺术家群体。但是，在画家中也有例外的，他们像音乐家一样通过燃烧自己来创作艺术（音乐家寿命相比画家要短的多），这其中最著名的就是后期印象派大师梵高（Vincent Willem van Gogh，1853—1890）了。

和大多数职业画家从小开始学习绘画不同，梵高在 27 岁那年才开始学习绘画，33 岁才进入美术学院正式学习。但是他叛逆的性格和对艺术迥然不同于老师的看法，使得他很快站到了老师们的对立面。梵高是个相当

我行我素的人，在这种情况下他很快就退了学，只身来到当时的世界艺术之都巴黎自行学习和创作。在巴黎，他遇到了另外一些印象派画家，包括后来颇为有名的毕沙罗和高更，这些人是他少有的几个知音。然而，梵高的性格使得他很难和别人相处，在一次和高更吵架之后，他割掉了自己的半只耳朵。

在巴黎，梵高接触到很多日本浮世绘的作品，这对他的画风影响很大。他大胆尝试着各种新的画法和颜色的搭配，虽然每天过着吃了上顿没有下顿的艰难日子，却依然创作不止。在他短短的十年创作生涯中，他创作了将近一千幅油画。梵高创作这些作品的目的，根本不是为了卖掉挣钱，而是像科学家通过实验来探求真理一样，通过从线条到颜色的各种尝试，追求更有表现力的绘画技巧。梵高最成功的实验是在颜色的搭配上，他喜欢把对比度最强的两种颜色放在一起，这使得他的绘画色彩斑斓，波光流泻。比如在他的名作《星空》<sup>8</sup>中，蓝色和黄色的搭配产生了星光流动的感觉。在笔法上，梵高粗旷的笔下透露出饱满的（甚至是骚动不安的）生命活力。梵高是一个将生命高度有机地融入到绘画中的艺术家。

<sup>8</sup>  
这幅画又被译成  
《星夜》。



图 18.19 梵高的名作《向日葵》（收藏于伦敦美术馆）

梵高的画在很长一段时间内并不被世人所接受，直到 20 世纪初人们的思想得到空前的解放，对新事物的接受能力也大大提高，因而相对超前的梵高的艺术作品，这时才适应了人们的审美需求。因此梵高的出名是在身后，他生前没有享受到快乐，也没有体会到成功。1890 年，梵高 37 岁，他的癫痫病越来越严重，最后终于举枪自杀了。



图 18.20 梵高的《星空》（收藏于纽约现代艺术博物馆）

又过了 37 年（正好是梵高的寿命），世界上才举行了第一次较大规模的梵高画展，当时一位 26 岁的美国年轻作家欧文·斯通在朋友的怂恿下去看梵高的画展，斯通一下子就被那些充满活力，色彩灿烂的油画吸引了，他对画家的生平产生了浓厚的兴趣并且很快写成了一本畅销书《渴望生活——梵高传》。几十年来这本书销售了上千万本，被翻译成几十种语言，使得全世界对梵高有了全面的了解。因为有这本书，很多人即使不喜欢梵高的绘画，但至少也对他的故事津津乐道。二战以后，梵高的绘画被日本收藏家所钟爱，使得他的绘画作品在拍卖中屡创新高，这或许是因为梵高在绘画中融入了日本浮世绘的元素吧。

印象派作为一种艺术思潮，在 19 世纪末到 20 世纪初对整个西方的文化产生了巨大的影响。在追求绘画艺术新突破的同时，印象派（也被称为印象主义）也代表着艺术家和年轻一代追求个性解放的趋势，这些趋势在当时或多或少被看成是叛逆，但是后来随着时间的筛选和淘汰，其中

的一些优秀作品日后成为了经典。印象主义对文学、音乐和舞蹈都产生了连带的影响。在音乐方面，德彪西（Achille-Claude Debussy, 1862—1918）的音乐作品《大海》堪称印象派在音乐中的体现。在舞蹈方面，美国舞蹈家邓肯（Angela Isadora Duncan, 1877—1927）大胆挑战了传统的舞蹈，她的舞蹈动作让人感觉模糊不清，转瞬即逝。在文学上王尔德（Oscar Wilde, 1854—1900）的作品明显具有印象主义倾向，他的一些小说只剩下对印象的朦胧追求。

在印象派之后，强调个性成为绘画艺术发展的特点，在这样的基础上，20世纪的绘画呈现出了多样性。

#### 第四节 写实人生的新世纪绘画

说到20世纪的绘画，大家必然会想到毕加索（Pablo Picasso, 1881—1973）。不过我估计虽然毕加索名气特别大，看过他的画作的人，无论是真迹还是印刷品，也不少，但是如果我现在让喜欢毕加索作品的人举手，恐怕不一定多。为什么他的知名度和他在人们心中的喜爱程度有如此大的反差呢？我听到的最多的原因有这样两点：

1. 他的画看不懂。的确，对大部分人来讲欣赏古典绘画比欣赏古典音乐容易，而欣赏现代绘画则要比喜欢现代音乐难得多。

2. 他的画不就是涂鸦吗，我也能画，或者我的孩子也能画。一些艺术家朋友抱定这样一个观点，因为他们觉得学习毕加索，或者成为毕加索似乎不是难事，至于他们没有能像毕加索那样出名，是因为怀才不遇。其实他们想错了，并非他们怀才不遇，而是大部分人没有理解毕加索成功的背后有着非常特殊的原因。在这一节，就让我们围绕这两个问题说明为什么毕加索能靠看似涂鸦的画成为20世纪在西方最受艺术家和收藏家欢迎的画家之一，同时让我们来看看另外一些20世纪的绘画大师是如何炼成的。透过他们，我们就能看到20世纪的绘画在千差万别表象下的共性。

要懂得毕加索的这些“涂鸦”还真不是一件容易的事情，至少我自己从第一次看到他的真迹到能够比较好地（至今依然不敢说完全）理解这些画，就花了十多年时间，这还不算在此之前我曾经专门上课去学习如何欣赏这些画，如果算上去，又是十年时间。20多年后回过头来看，我自己走了一个大弯路。我之所以在此自曝“丑事”，是因为很多人有着和我过去类似的困惑，却又不肯开口，生怕别人笑话他没文化。我想通过这个例子说明，对艺术的理解需要一个过程，而在这个过程中无知的天真其实并不可怕。当然，悟性比我好的人，自然是不需要走那么长的弯路的。

先讲讲我和毕加索绘画的“缘分”。在我还是中学生时，就从各种杂志上或者新闻中看到了毕加索的画，当然今天的孩子们第一次接触他的作品的时间可能已经提前到了小学。但是坦率地讲，那时候不会对他的作品产生比“涂鸦”更好的印象。今天一个十几岁的孩子如果说毕加索的画不好看，这也一点都不奇怪，如果这个孩子说如何如何欣赏毕加索的画，倒是奇怪了，这或许多少有点吹牛的成分。

上了大学，我跑去修专门给清华建筑系的学生开设的艺术史课程，讲课的王乃壮先生是徐悲鸿和吴作人先生在建国后最早的学生，今天他是一位很有些名气的艺术家，我要感谢他教会我系统地欣赏和理解西方绘画的知识，并且在那个无法看到真迹的年代，给我看了上千张幻灯片，让我能广泛地接触西方的绘画作品。但是，讲到毕加索的绘画时，他对这种只有“神似”没有“形似”<sup>9</sup>的作品并不感冒，因此他在讲述毕加索绘画上花的时间远没有介绍米开朗基罗来得多。虽然我那时的鉴赏能力并不算太低，但是却很难理解毕加索的绘画好在哪里。

好在我是一个喜欢把事情弄清楚的人。1996年，我第一次来到华盛顿的国家艺术馆，在那里我第一次看到了毕加索的真迹。虽然看不懂这些绘画，但是至少我从这些真迹中看到了在印刷品和幻灯片上看不到的细节。首先，毕加索绘画时使用的颜色远比印刷品上能看到的丰富得多；其次，他的绘画作品中线条的力度在原作上通过油彩（或丙烯颜料）的厚薄程度是可以看出来的，而在复制品上则完全丢失了。在此之后的十几年里，

9

齐白石讲“画妙在似与不似之间，太似则媚俗，不似则欺世”，强调绘画的形似和神似相结合。

我在欧美各大艺术馆、博物馆和画廊里，至少看到了100—150幅毕加索的真迹。这期间，我还看到了西方绘画史上七八成最有名的绘画的真迹，并且有幸见到了一些当今一流的画家，应该讲对绘画欣赏早已不是门外汉了，但是即便如此，我对毕加索的绘画还是没有太多感觉。虽然我可以很容易地说出他画的是什么东西，但是很难理解为什么要这么画。直到有一天，一个偶然的机让我彻底领悟了毕加索的绘画艺术。

那次是在并不出画家的城市悉尼。在那次旅行的最后一天我没有安排什么特别的行程，便去了当地的美术馆，也是全澳大利亚最大的美术馆去看画，正好那段时间有一个专门的毕加索艺术展，主办方从世界各地借来了上百幅毕加索的绘画作品，覆盖了毕加索各个时期的创作，其作品完整性超过了世界上所有收藏毕加索绘画的博物馆。主办方做的另一件看似不经意的事情却对了解和欣赏他的作品很有帮助，就是提供了一个专业水平很高的导游录音和内容非常详尽的书面印刷材料，这些材料不仅从毕加索早年的素描开始渐进地介绍他的艺术历程，而且介绍了他在创作不同的绘画时欧洲（和世界上）大的社会背景。我那天时间非常宽裕，可以一边听着毕加索成长的故事，一边看着他的画，了解他的艺术演变的过程。一天下来，我对毕加索的认识突然开窍了，这就如同武侠小说里讲一个练武之人，怎么练习功力也上不去，突然某天有一个高手给他一点拨，打通了他的任督二脉，从此他就觉得通体舒畅，有了用不完的内力。

好了，我们现在回到毕加索的话题。大多数人的成长都深受大环境的约束和影响，尤其是艺术家们，可以说什么时代什么地点出什么样的艺术家。如果毕加索早出生一个多世纪，他可能会是一位不错的古典主义画家，当然考虑到他的寿命特别长，他晚年的绘画应该带有浪漫主义的色彩。事实上，对毕加索早期绘画影响最大的人物就是古典主义大师安格尔。当然大家会说毕加索的绘画和安格尔的看上去完全没有相似性，一个是细致到了极致，另一个则是随意得像涂鸦。不过如果把毕加索早期的作品（有些只是练习习作而已）和安格尔的绘画作品做一个对比，你就会发现它们之间的相似性。

毕加索早在十几岁时就展现出了非凡的绘画天分，他不仅手法巧，而且脑子特别好使。毕加索是一个非常用功的人，他在十几岁时绘制了非常多的素描作品，而这些作品严格遵循古典主义对绘画的定义，即线条和比例是绘画的灵魂。毕加索自己也承认他的绘画受到安格尔强调线条重要性的影响，这种影响持续了他的一生。因此理解毕加索绘画的秘诀之一就是**从线条入手**。



图 18.21 毕加索早期的素描作品（收藏于巴塞罗那毕加索博物馆，Museu Picasso<sup>10</sup>）

10

地址：Carrer  
Montcada, 15-23,  
08003 Barcelona.

如果当时毕加索生活在 100 多年前的巴黎，他可能会沿着这条艺术道路走下去。但是他出身在西班牙，因此他的绘画后来受到了西班牙画家格列柯（El Greco, 1514—1614）、委拉斯凯兹（Diego Rodríguez de Silvey Velázquez, 1599—1660）和戈雅（Francisco José de Goya, 1746—1828）很大的影响。从毕加索早期的油画作品中，可以明显地看到这些大师的影子，很显然，那时他个人的风格还不明显。毕加索年轻时正值 19 世纪末 20 世纪初，大背景是欧洲处在列强争夺霸权的时代，因此他创造的题材和这个背景有着莫大的关系。而在艺术本身，现实主义和印象派的艺术已经兴起，当时的艺术潮流已经是强调个性发展，因此毕加索就注定了要走自己的创作之路。

1900 年，19 岁的毕加索只身来到欧洲艺术之都巴黎，开始了他在法国的艺术生涯。和大多数艺术家早期都很贫穷一样，毕加索当时也是穷困潦倒，以至于不得不和一位记者合租只有一张小床的陋室。好在他们二人一个白天睡觉晚上工作，另一个则正好反过来。就是在这样艰苦的条件下，毕加索大量地创作着，在这段时间里，他对绘画中不同色彩的表现力进行了大

11

地址: 111 South  
Michigan Avenue  
Chicago, IL 60603



图 18.22 《老吉他手》（收藏于芝加哥艺术学院，Art Institute of Chicago<sup>11</sup>）

量的尝试，最初是蓝色，后来是玫瑰色，后人有时又把他这段时期的绘画称为蓝色时期和玫瑰色时期。在蓝色时期他绘制了《老吉他手》，这是他早期的代表作，在这幅作品中，毕加索描绘出一个巴塞罗那街头老年驼背的盲人吉他手憔悴的形象，这幅画很有感染力，让人看了几乎要哭出来。从单纯艺术的角度讲，它的感染力来自于毕加索的三种尝试：首先是绘画的平面化，19世纪中期以前的画家都在尝试用二维绘画描述三维世界，而毕加索（包括后期的梵高）实际上在

反其道而行之，他将一个活生生的人在绘画中压扁了。其次是色彩的使用，毕加索使用了单一而且让人感到忧郁的蓝色，而这并不是梵高那种充满生命力的蓝色。再次是夸张的表现方法，如果大家注意一下这个老人的手，会马上想到骷髅的手。这三个趋势后来的发展形成了毕加索特殊的（也是很难理解的）风格。这幅画虽然不是他巅峰时期的作品，但是对理解毕加索画风的演变非常关键。这时候毕加索的作品还算不上是现代派的，它们和印象派后期的作品更相像一些。

接下来的几年是毕加索的玫瑰色时期，他开始受到非洲艺术的影响，开始尝试用简练、有点类似立方体似的几何形状作为绘画的基本元素进行创作，这在后来发展成为绘画流派中的一支——立体主义。这期间毕加索的代表作包括《阿维尼翁的少女》（Les Femmes d'Alger (O. J. R. M.)）。

在这幅画中，毕加索描绘了巴塞罗那街头的一群妓女的百态。对比《老吉他手》那幅画，毕加索的风格产生了两个变化，首先线条更加简洁，人的



皮肤的色彩（玫瑰色）更加单一；第二引入了几何图形，尤其是立体的方块（Cubic）来构造人体。这种画法在后期印象派画家塞尚的作品中已经可以看到，不知是谁将Cubism这个词翻译成了立体主义，其实更准确的翻译应该是立方块主义。简洁的线条、单一的色彩和立方块为主的构图，

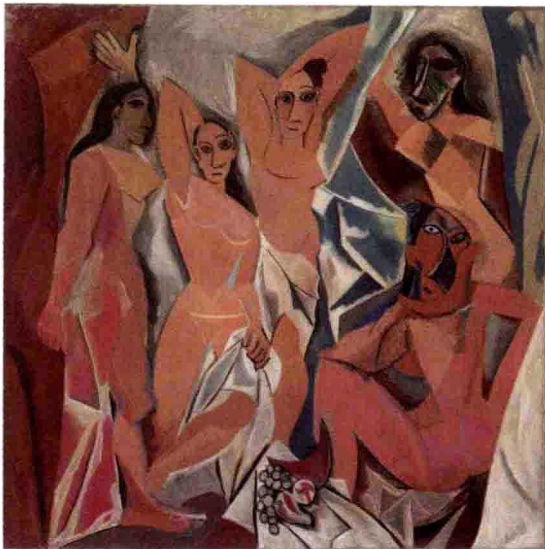


图 18.23 毕加索的代表作《阿维尼翁的少女》（收藏于纽约现代艺术博物馆）

使得画中的人体已经完全没有有了古典时期的人体美，毕加索牺牲人体美的目的是为了突出主观的情绪，它伴随着画家对女性的一种渴望和恐惧交织的情绪。在那个时期，毕加索经常出入妓院，对女性的渴望是显而易见的，而恐惧则来源于他怕染上性病。早期这幅画的画面上有两个男性，分别代表嫖客（画家自己）和一名医生，医生拿了个骷髅，它代表“罪恶的代价是死亡”，但是最终毕加索选择去掉这两个人。毕加索通过无名裸女轻蔑的眼神给观众以压力，她们似乎在嘲弄那些男性，让观众产生恐惧。

毕加索在这幅画上投入了相当大的精力，他将绘画抽象化的过程并非“胡乱涂鸦”。为了摆放这五个妓女的位置和姿势，毕加索在创作的过程中绘制了上百种的素描和草稿，我们今天看到的这幅作品是他最后定稿的，而其他的草稿则全部销毁掉了。毕加索的很多作品虽然看上去很随意，但是他在创作时却是非常认真的。《阿维尼翁的少女》的创作过程，成为很多美术学院老师教育学生要用功的例子。《阿维尼翁的少女》不仅被认为是毕加索绘画的一个转折点，因为从此以后，毕加索的绘画开始往越来越抽象的方向发展了，而且被认为是绘画艺术进入 20 世纪的标志。



12

注意这是巴黎的毕加索博物馆，不是巴塞罗那的，地址是 5 rue de Thorigny 75003 paris

图 18.24 毕加索“古典时期”为奥尔加·科赫洛娃画的坐像，这时毕加索的作品呈现出平和的复古倾向（收藏于巴黎毕加索博物馆，Musée Picasso<sup>12</sup>）

在接下来的大约十年时间里，毕加索的绘画变得越来越抽象，当然这是一个渐进的过程。直到在 1917 年的一天，他邂逅了芭蕾舞演员奥尔加·科赫洛娃（Olga Khokhlova, 1891—1955），并且爱上了她。第二年他们结婚并诞下一子。这段时间是毕加索生活比较安逸的时期，正好也是欧洲战后比较繁荣的日子，幸福的生活让毕加索画风为之一转，恢复到了他自己的古典时期。那种压抑、喧嚣的元素不见了，他的画变得宁静并且带着梦幻的色彩，他在创作手法上开始走法国古典主义的路线，毕加索这个时

期的绘画风格非常秀美。然而，这段时间他的绘画风格的改变，也使得后人在理解他的绘画时遇到了困难，因为大家感觉他的画风似乎没有规律可循。当然，如果了解了当时欧洲的时代背景和毕加索人生的经历，就能找到他绘画风格变化的线索。毕加索在这一段时期绘画风格的改变，让我想到贝多芬在和特蕾莎恋爱时音乐风格的改变。看来爱情可以改变人的行为和思维方式。

但是，现实并不总是美好的。1930 年之后，欧洲的局势再次开始紧张，首先毕加索的祖国西班牙发生了内战，德国人为了在军事上支持西班牙的独裁者佛朗哥，对西班牙共和国所控制的格尔尼卡进行了人类历史上第一次地毯式轰炸。毕加索受西班牙共和国政府委托绘制了巨幅画作《格尔尼卡》，描绘了经受炸弹蹂躏之后的惨状。这幅长达七米多的巨画只用了灰、黑和白三种颜色，因为在画家看来世界已经变得如此灰暗。1944 年，一直反抗法西斯的毕加索加入了西班牙共产党。



图 18.25 毕加索的巨幅作品《格尔尼卡》（收藏于马德里索菲亚艺术馆）

毕加索在晚年之后的绘画风格变得越发简洁而超脱，在他的笔下无论是人还是物都只剩下了简单的轮廓、简单的色彩和具有象征意义的各种符号式的几何图形，这似乎反映出他那种看透人生的生活态度。

毕加索一生非常勤奋，他尝试了各种绘画的方法和技巧，并且努力将世界各地的艺术融入他的绘画中，如果将毕加索所有的绘画一字排开，得有好几公里长。毕加索的一生，浓缩了从古典主义开始到现代绘画艺术的变化过程，追踪他一个人绘画风格的变化，在某种程度上便能看出过去二百多年以来绘画的发展。反过来，要理解毕加索的绘画，必须把他放到两个历史大环境中，一个是欧洲绘画发展的历史环境，这是他风格变化的依据，另一个是画家本人生活的小环境和当时世界的大环境，这为他的创作提供了现实素材。很多年轻的画家看到的是毕加索“涂鸦”成功的表象，但往往忽视他在创作时的艰辛。

毕加索的绘画被一些人高度评价的另一个原因是他对绘画的发展进行的大胆尝试，而这种尝试的核心是将艺术抽象化。我们不妨用一个比喻来说明他这种尝试的意义。远古时代，中国人发明了象形文字，即使不认识这些字的人，从画出来的图形上也可以猜出它的意思，比如“家”字上面是一个房子，里面有一只猪。古语用“豕”字代表猪，而甲骨文的“豕”字非常像一个四脚的动物。因此，如果让一位不认识中文的学者猜甲骨文的“家”字，他有可能根据房子里面有猪猜出这个字的意思，但是如



图 18.26 “家”字的演变

果把今天的写法拿给他看，他猜出来的可能性几乎为零。但是从文字演化的角度来讲，这种简化和抽象（变成两个偏旁）是有意义的。如果我们把这种思路用于绘画，就能理解毕加索绘画在艺术史上的地位了。

当然，如果一定要搞懂为什么“家”字从原始的象形文字一步步演变成今天这个样子的，就必须把这个字的甲骨文写法、金文大篆写法、小篆写法和后来隶书的写法放到一起，按时间顺序看过来。在悉尼艺术馆我看到的毕加索绘画作品就是这样按照时间很好地组织起来，而且根据他的绘画发展历程提供了很好的书面说明材料，这就如同将“家”字的写法变化过程从甲骨文开始一路展示下来，看过之后就懂了。而世界上大多数的博物馆（包括毕加索绘画收藏量最大的巴塞罗那毕加索博物馆）也很难将毕加索各个时期大量的绘画作品全部组织好，以至于大部分人看起毕加索的绘画作品，就如同把不同时期的不同汉字随意打乱，拿出来一堆让观众辨认。那样的话，观众确实很难理出一个头绪来。

纵观整个 20 世纪的绘画，是画家们自我发挥的百花齐放时代，在这个时代涌现了大量风格鲜明的一流画家。除了毕加索，人们熟知的还有夏加尔、达利、安迪·沃霍尔等人。这些人画风迥异，任何人见了都不会把他们弄混淆。这除了和 20 世纪艺术家们着重追求自我的价值之外，还和他们丰富的人生经历分不开。这些画家，已经不像他们的前辈，比如荷兰著名画家弗美尔（Jan Vermeer, 1732—1675）、伦勃朗（Rembrandt Harmenszoon van Rijn, 1606—1669）那样一辈子生活在一个城市里。丰富的生活经历给他们的绘画赋予了深刻的内涵。这些画家中最传奇的可能当属夏加尔。

俄罗斯、法国和美国都宣称夏加尔是他们国家的人，而以色列则称他为犹太画家。夏加尔出生在俄国，当时沙皇反感犹太人，将他们安置到今天位

于乌克兰、波兰、立陶宛和拉脱维亚之间的四不管地带，那里的犹太人并不是今天大多数人想象中的银行家，而是从事缝纫和手工业的下层劳动者。俄国政府当时甚至不让这些犹太人的孩子在俄罗斯人的学校里上学，因此夏加尔小时候只能上以教授希伯来语和圣经为主的犹太学校。在学校里他看到大孩子画画，非常羡慕，就问那些孩子怎么画，那些孩子告诉他，“找本绘画书，照着画就好。”夏加尔从此开始习画，并且告诉父母自己要当个画家。父母虽然觉得他的想法很不切实际，但还是让他去跟一位现实主义画家学画了，由于没有钱，老师也就没有收他学费。不过他对那种科班的绘画训练没有兴趣，不久便退了学。19岁那年他们家搬到了圣彼得堡，在那里，犹太人的活动范围依然受到限制，夏加尔便在他能够活动的范围内学习绘画并且为人画肖像和风景画。三年后，也就是1910年，夏加尔在别人的赞助下来到巴黎，向当时各种画派的画家们学习。在这期间他受到现代艺术风潮的影响，并且受犹太宗教的影响，形成了他独特的绘画风格。夏加尔的画，大多记录梦幻的感觉，这些画常常让我想起蒲松龄的聊斋故事，作者在人间得不到的欢乐，可以在鬼怪的世界中获得，夏加尔也是如此，他仿佛在告诉人们梦中可以获得生活中所没有的幸福。台湾音乐人姚谦曾经做过一首歌《我爱夏加尔》，歌中唱道：

恋爱的人总是浮在城市半空中  
 视若无睹的忘情忘我紧紧眷恋着  
 连公鸡都在温柔歌颂  
 我看爱情爱情看我两头  
 我唱了歌歌给了我美好期待中

你在哪里呢我们将在哪座城市相逢  
 小猫想作见证趴在窗口  
 流星划过我们就恋爱了  
 你还没来我一个人就跳跳舞解闷  
 你还没来我一个人看着 chagall 画册  
 虚构着可能属于我的美丽爱情  
 怎么忽然流泪了  
 后来又笑开了



图 18.27 夏加尔的《贝拉》，具有梦幻般的意境（私人收藏）

这首歌比较准确地描绘出夏加尔的绘画风格，而也只有看了夏加尔的作品后，才能理解姚谦为什么这样作词。

夏加尔很快在巴黎画家成群的环境下脱颖而出，1914年，他举办了个人画展，并且获得相当大的成功。在巴黎获得成功之后，夏加尔回到俄国和他的未婚妻相聚，这时的夏加尔已经是欧洲绘画界颇有影响力的画家了。几年后，俄国爆发了十月革命，作为犹太人，夏加尔坚决支持推翻沙皇专制的革

命。布尔什维克考虑到夏加尔在艺术界的影响力，任命他为政府主管艺术的委员（相当于文化部部长）。夏加尔积极投身到新的工作中，并且创办了前苏联最著名的艺术学院——维捷布斯克艺术学院（Vitebsk Arts College）。但是，夏加尔很快就发现，布尔什维克的革命和犹太人理想中的共产主义大同世界完全是两回事，于是夏加尔和很多俄罗斯艺术家一样，开始设法逃离前苏联，他悄悄申请了法国的流亡许可，并且终于在1923年回到了巴黎。

夏加尔人是逃到了巴黎，但是他的画作和所有的草稿却都留在了前苏联。夏加尔试图凭着记忆重新绘制那些作品，但是并不是很成功。夏加尔只有往前看，去创作新的作品。1926年美国举办他的画展，但是他对美国并没有兴趣，因此在画展期间他没有前往美国，而是继续呆在法国创作，让他想不到的是，这个当时他并不看好的国家日后将成为他的避难所。在巴黎的十几年中，夏加尔创作了大量的作品，并且成为当时法国现代绘画的代表人物。

1941年，纳粹德国占领了法国，夏加尔面临双重困境。首先作为犹太人，他是纳粹迫害的对象；其次，德国纳粹在绘画艺术上非常反感现代绘画（当然那些现代画家诸如毕加索也不喜欢纳粹），因此，夏加尔选择了再次逃亡，于是来到了美国。或许是在美国的这段生活，使得他成为了美国收藏家最喜爱的画家之一。在纽约期间，纽约现代艺术博物馆（MoMA）为他举办了大型画展。夏加尔也为这个城市留下了纪念碑式的作品——林肯艺术中心歌剧院的两张巨幅壁画。

1948年，夏加尔回到了法国，他被法国人看作自己国家最优秀的画家。在欧洲，他和毕加索等人有非常多的交往，而后者对他赞誉有加。据毕加索的情人弗朗索瓦斯·吉洛特（Françoise Gilot）回忆，毕加索认为夏加尔是马蒂斯（Henri Matisse, 1869—1954，野兽派的创始人）之后对绘画颜色掌握最好的画家。1963年，77岁高龄的夏加尔受法国歌剧院的邀请，开始创造他一生最宏大，也是最重要的作品——法国歌剧院的天顶画。法国歌剧院建于拿破仑三世时代，是欧洲最豪华的歌剧院。能为这个有百年历史的歌剧院绘制天顶画，是无上的荣誉，因此夏加尔接受了这个任务，这位七十多岁的老人花了一年多的时间绘制完成了面积达220平方米的巨幅作品。这个天顶画中，夏加尔将他喜欢的那些音乐家，比如莫扎特、瓦格纳、穆索尔斯基和柏辽兹等人的形象用他自己特殊的绘画风格描绘出来。这幅现代派作品刚完成时，一些巴黎市民觉得它和歌剧院古色古香的风格大相径庭，但是，今天，这幅画却成为了巴黎人的骄傲。在巴黎，类似的事情还发生过多。19世纪末，工程师埃菲尔（Alexandre

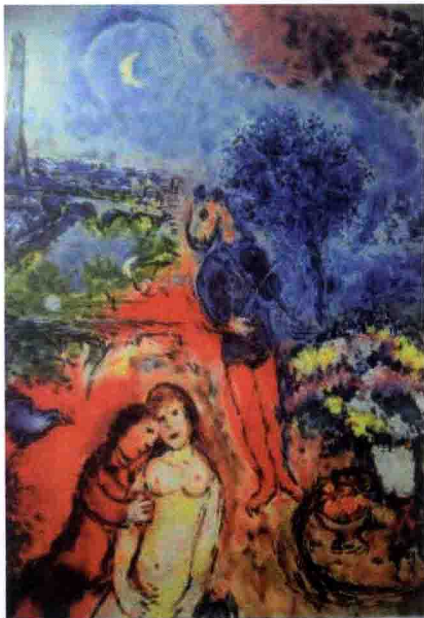


图 18.28 夏加尔的《巴黎的爱情》（私人收藏）

Gustave Eiffel, 1832—1923) 提出为当时的世博会建一个能看到巴黎全景的铁塔时, 巴黎市民大多持反对态度, 因为在这个由大理石砌成的、古典韵味十足的城市里耸立这样一个高大的“铁家伙”, 被认为是破坏了原有的景观, 但是今天埃菲尔铁塔已经成为巴黎乃至全法国的标志。到了 20 世纪 80 年代, 当贝聿铭试图在卢浮宫中央的场上加入一群玻璃的金字塔时, 巴黎市民同样是一片反对声, 好在当时法国总统密特朗全力支持, 才让贝聿铭的设计被通过。今天, 人们已经习惯了这简洁的现代建筑和源于 12 世纪的经典建筑完美的结合。在历史上, 如何将现代的艺术和传统相结合始终是一个难题, 解决的不好就会煞风景, 真正的大师就要能通过他们对未来的预见性, 解决这个一般人看似不可能的难题。夏加尔创作的法国歌剧院的天顶画就给后人解决这类问题提供了一个成功的样板。

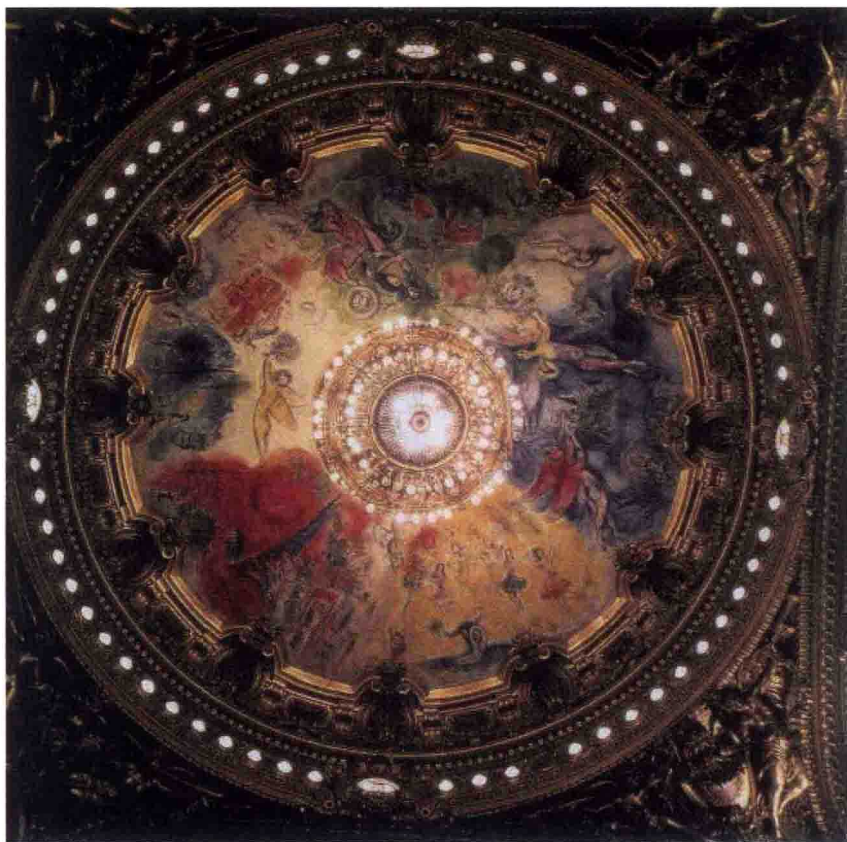


图 18.29 夏加尔的代表作——巴黎歌剧院天顶画



在创作风格上，夏加尔独来独往，无门无派，不仅前无古人，而且后无来者，一些艺术画派试图将夏加尔纳入其中，但是都被夏加尔拒绝了。夏加尔之后，就再无这种风格的画家了。

任何一位成功的艺术家或多或少地都是时代的产物，夏加尔也不例外，他的绘画是他的人生，以及他生活的时代的一种体现。夏加尔生活的一个世纪（从19世纪末一直到20世纪末），是全世界从近代到现代，从战争到和平的变化时代。而在这一百年里，犹太人则是受时代变化影响最大的群体，他们经历了从被人歧视、迫害和驱赶到赢得人们尊重的过程。具体到夏加尔，他一生四海为家，从艰辛到成功，在这不断的变迁中，支持着他成功的动力是犹太民族对宗教信仰和坚毅的内在精神。夏加尔自己讲，“如果不是一个犹太人，那么我就决不会成为一个画家，可能成为一个和今天的我完全不同的人……我在生活中的唯一要求不是努力接近伦勃朗（Rembrandt Harmenszoon van Rijn, 1606—1669）<sup>13</sup>、格列柯（El Greco, 1541—1614）<sup>14</sup>、丁多雷托（Jacopo Tintoretto, 1518—1594）<sup>15</sup> 以及其他的世界艺术大师，而是努力接近我的父辈和祖辈的精神。”

13  
荷兰著名画家。

14  
希腊出生的西班牙著名画家。

15  
文艺复兴时期威尼斯画派的代表人物。

任何一位有特色的画家或多或少都会从自己民族的文化中汲取养分，同时他们又都具有与众不同的风格，这两点在夏加尔身上都能看到。

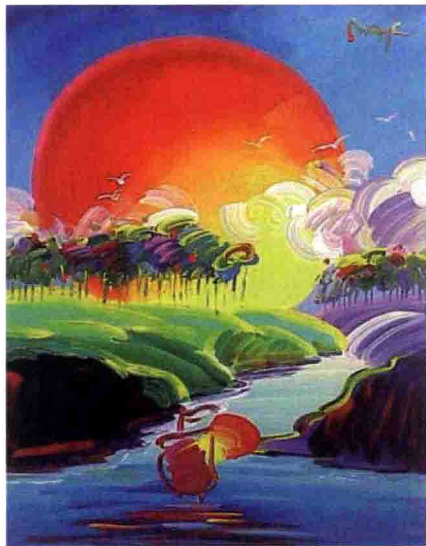
在这一章的最后，我们要介绍一位依然健在的绘画大师——彼得·麦克斯（Peter Max, 1937—）。在这里我之所以要介绍他，并非他在名气和影响力上达到了毕加索和夏加尔的水平，也并非因为他是当今依然健在的画家中最优秀的一名，而是因为他的绘画具有鲜明的时代特点和与众不同的创作风格。麦克斯的绘画是美国二战后时代精神的集中体现，同时他也是当今最受中国收藏家推崇的画家之一，这可能和他有很长一段在中国的生活经历有关，而他本人对这段经历也是津津乐道。

麦克斯原名彼得·麦克斯·芬克尔斯坦（Peter Max Finkelstein），1937年出生于德国的一个犹太家庭。他一出生就赶上希特勒迫害犹太人。当

时全世界很多国家和地区都不敢或者不愿意接收犹太人，唯独中国在上海给他们开辟了避难之所，于是他们全家于1938年逃到了上海，并且一住就是10年。这一段生活使得麦克斯走上了绘画之路。

2011年，麦克斯和我讲起了他学画的经历。他的第一个绘画老师是一位中国小女孩。在他家不远的地方，常常有一位中国画家在卖画，他看到那些画都画的特别好，自己很动心。于是麦克斯让自己的父母找到这位画家，要求跟他学画，这位画家就让自己比麦克斯大不了几岁的女儿教他绘画，这就是麦克斯艺术生涯的开始。麦克斯后来经常怀着感激的心情提到这个女孩，几十年过去了他还能记得很多关于她的细节，比如非常瘦弱，穿得很单薄，比他高不了多少，等等，但是他一直没有能找到这位小老师的下落。

到了1948年，犹太人在以色列建国，和全世界很多犹太人一样，麦克斯全家搬到了以色列，不过很快他就来到了巴黎，在卢浮宫系统地学习绘画。1953年，他们全家又移居到美国纽约。从此，麦克斯在纽约学习和创作绘画，直到今天。到了60年代末，麦克斯在美国已经非常出名了。那时



正赶上美国自建国以来一次大的社会变革时期，整个美国社会都在快速发展，民权运动席卷全美国，年轻人追求个性解放。那个年代的美国社会可以用充满活力来形容，而不是像今天这样有点死气沉沉。在50—60年代美国诞生了摇滚音乐和波普艺术，纽约取代巴黎成为世界文化之都。麦克斯的绘画很好地展现了当时美国社会的活力和快速变化。

图 18.30 麦克斯的代表作《没有边界》（私人收藏）

麦克斯的绘画属于新表现主义，所谓新表现主义是针对从后期印象派到毕加索的“旧表现主义”而言。和以往的艺术家的不同，二战后成长起来的艺术家对社会和未来更有信心，他们的生活态度也更加积极，而不是一味逃避，这些在麦克斯的绘画中很好地体现出来了。他几乎所有的绘画都采用了简洁的线条和非常靓丽的色彩，每一幅画都能给观众留下深刻的印象。和毕加索不同的是，麦克斯的每一幅绘画都非常容易理解，这是美国艺术最鲜明的特点之一。或许是因为这些原因，麦克斯从三十多岁起就声誉鹊起，被整个美国社会追捧。热衷于收藏他的绘画作品的，包括美国多位总统，以及很多企业界巨子，比如福特和克莱斯勒公司传奇的总裁李·艾柯卡（Lee Iacocca, 1924—）等人。从70年代起，他便为美国历届总统画像，当然是按照他特殊的风格绘制的。

和梵高一样，麦克斯喜欢尝试各种颜色的组合，因此对同一主题，他常常使用不同的色彩搭配画出不同版本的作品。因此他的很多绘画有好几幅相似的“原作”。和19世纪末期至今的很多艺术大师一样，麦克斯晚年喜欢在绘画



图 18.31 麦克斯后期作品《芦苇、彩虹和打伞的人》（私人收藏）

中融入东方情调，他的一幅反映东方隐者（应该是禅师）立于天地大自然之中的作品《芦苇、彩虹和打伞的人》，成为了他后期的代表作。

麦克斯的艺术历程再次证明了艺术（包括表演艺术和视觉艺术）都是和社会大环境以及艺术家的个人经历分不开的。他们的作品都是时代的反映，而不是自己闭门造车的结果。从毕加索，到夏加尔再到麦克斯，无一不是遵循这个规律。和17—18世纪画家不同的是，今天一流的艺术家，常常行万里路，都有着丰富的人生经历。

## 结束语

艺术是语言文字之外的史实记录，是表达思想的另一种方式，有时甚至是比语言更有效的方式。不同国家的人可能因为语言的不同而无法交流，但是他们有可能通过艺术而进行心灵的沟通，这也是艺术的诸多魅力之一。从达维特开始到今天，西方绘画走过了各个时期，产生了很多的流派，不过这些变化都遵循着一个趋势，就是越来越强调个性和多样性。这也是世界文明发展的大趋势。

### 16

八大山人（约1626年—约1705年），名朱耷，法名传髡，字刃庵。

### 17

金农（1687年—1764年），清书画家，扬州八怪之一。字寿门、司农、吉金，号冬心先生、稽留山民、曲江外史、昔耶居士等。

东西方在绘画艺术上有很多相通之处，早期的绘画艺术都有一个从不似到形似的过程，之后都再有一个从形似到神似的过程。而在后一个过程中，审美本身从强调客观慢慢地向强调个性转变。中国完成这个过程的时间要早于西方。我们把讲究理性和秩序的古典主义作为一个分水岭，在此之前的绘画是严格遵循客观的审美，描述客观的事物，和它对应的中国绘画时期则是北宋的院体画和工笔画。在此之后，中国的绘画也是越来越抽象，越来越体现画家的心境。比如明末清初八大山人<sup>16</sup>的绘画和清代扬州八怪中金农<sup>17</sup>的绘画，和毕加索的绘画有很多相似之处。从绘画演变的过程可以看出中西方文化发展过程的相似性。当然，不同文化一定有着自己的特点，比如西方人更多地靠色彩表现自己的思想，东方人则更多地是靠线条。

东西方艺术不仅是相通的，也是在不断地相互影响的，今天，西方的绘画中大量地融入了东方的元素，尤其是日本的浮世绘对近代西方艺术有着非常大的影响。而在现代东方绘画中（尤其是油画中），则采用了西方的技巧和审美方式，甚至可以说中国的油画就是中西方绘画艺术结合的产物。中国不少优秀的现代画家，比如朱德群、赵无极和陈逸飞等人，后来旅居欧美，成为西洋画界的主流画家，而他们的作品则完完全全是中西合璧的产物。艺术的这种融合其实反映了当今世界上各种文明相互之间取长补短，相互融合的大趋势。

在本章的最后，值得一提的是，中国的油画艺术走过了1949年之后的古典时期，在文革之后也迎来了自己的浪漫主义时期。随着中国人生活的富裕，

人性的解放，中国油画素材与风格也不断多样化。所不同的是，中国人在油画上只用几十年的时间便走过了欧美人用了两个世纪所走过的路，这就如同中国在工业发展上，用30年的时间走完了欧美两个世纪的历程一样。因此可以说，绘画的发展折射出历史的发展，这又是绘画艺术的一大魅力。

## 附录一 近代到现代绘画艺术的主要流派

流派	时间	代表人物（和作品）
（新）古典主义	18世纪末—19世纪初	达维特（《拿破仑的加冕礼》、《马拉之死》、《荷拉斯兄弟的誓言》） 安格尔（《泉》）
浪漫主义	19世纪上半叶— 19世纪中期	席里柯（《梅杜莎之筏》） 德拉克罗瓦（《自由引导人民》）
现实主义	19世纪中期— 19世纪下半叶	库尔贝（《画室》） 米勒（《拾穗者》）
印象派	19世纪下半叶— 20世纪初	莫奈（《印象·日出》、《睡莲》） 马奈（《草地上的午餐》） 雷诺阿（《煎饼磨坊的舞会》） 梵高（《向日葵》、《自画像》、《星空》）
野兽派	20世纪初	马蒂斯（《舞蹈》）
立体主义	20世纪初	毕加索（《阿维尼翁的少女》、《格尔尼卡》）
超现实主义	20世纪中期	达利（《记忆的永恒》）

## 附录二 世界著名艺术博物馆馆藏介绍

### 法国

如果你对艺术感兴趣，到了法国巴黎，一定要去两个博物馆——卢浮宫（Musée du Louvre，地址 Musée du Louvre, 75058 Paris）和奥赛博物馆（Musée d'Orsay，地址 1 Rue de la Légion d'Honneur, 75007 Paris）。卢浮宫是一个综合性的博物馆，不仅有绘画和雕塑，还有很多重要的文物，比如《汉谟拉比法典》。卢浮宫诸多收藏品中，以达·芬奇的名作《蒙娜丽莎》、《米洛的阿芙狄狄忒》雕像（俗称《断臂的维纳斯》）和《萨莫色雷斯的胜利女神》最为出名，堪称是卢浮宫的镇馆之宝。卢浮宫的收藏从数量到质

量上都在世界各个艺术博物馆中首屈一指。卢浮宫著名的藏品还包括达·芬奇的《岩间圣母》（两幅中早期的那一幅）、米开朗基罗的《被缚的奴隶》和《垂死的奴隶》、拉斐尔的《圣母子》、文艺复兴时期威尼斯画派的提香和丁多雷托的许多作品、尼德兰画家维米尔和伦勃朗的作品、西班牙大师鲁本斯和格列柯的作品，以及法国从古典主义到现实主义时期各位名家的代表作。不过，卢浮宫的馆藏截止到现实主义时期之前。因此要看现实主义、印象派和之后的名画就要去奥赛博物馆了。奥赛博物馆原本是巴黎早期的火车站，里面古色古香，现在专门收藏19世纪后期到20世纪初的绘画精品。奥赛博物馆收藏了库尔贝、米勒、莫奈、马奈、雷诺阿、梵高和马蒂斯的代表作。

### 意大利

全世界在艺术品收藏上能和卢浮宫相提并论的可能只有梵蒂冈博物馆（Musei Vaticani，地址 Viale Vaticano, 00165 Rome）了，那里有教皇们几个世纪的收藏品，其中最值得一看的是西斯廷教堂的天顶画《创世纪》和壁画《最后的审判》，这是米开朗基罗的惊世之作，可以说在人类绘画史上无出其右。此外还有拉斐尔的《罗马学院》、达·芬奇的《在旷野的圣哲罗姆》和古罗马的雕塑《拉奥孔与儿子们》等艺术杰作。梵蒂冈博物馆还保存了大量古希腊和古罗马时期的雕像，包括很多古罗马皇帝的大理石雕像，其中最著名的是奥古斯都大帝（屋大维）的大理石像。梵蒂冈博物馆也收藏了少量当代大师的作品，包括夏加尔和达利等人的作品。

18

《大卫》像原本放在市政广场，后来有人砸坏了它的一个脚趾，原作就放到了美术学院博物馆里，放在市政广场的是一个非常逼真的复制品。

作为文艺复兴之都，佛罗伦萨的乌菲兹博物馆（Uffizi Gallery，地址 Piazzale degli Uffizi, 6, 50122 Firenze）收藏了大量文艺复兴时期的代表作，包括波提切利的《维纳斯的诞生》、《春》，米开朗基罗的《圣家族》，达·芬奇的《三博士来朝》等。乌菲兹博物馆外不远处就是佛罗伦萨市政广场，那里有许多著名的雕塑作品，包括米开朗基罗的《大卫》<sup>18</sup>，切利尼的《帕尔修斯》等。

作为文艺复兴的另一个中心，威尼斯各处的教堂和博物馆均收藏有大量文艺复兴时期的作品。其中威尼斯艺术学院美术馆（Galleria dell'Accademia，地址 Campo della Carità, 1050, 30123 Venezia）的收藏在质和量方面都堪称一流。

### 英国

英国最著名的是大英博物馆（British Museum，地址 Great Russell St, London WC1B 3DG），虽然它主要是一个历史博物馆，而不是艺术馆，但是里面却有不少艺术品，包括古埃及的《死者之书》，亚述的狮子，古希腊的帕特农神庙浮雕群，雕塑《掷铁饼者》、《狩猎女神狄安娜》，以及中国最早的绘画顾恺之的《女史箴图》的唐代摹本等。不过，要看油画作品，则需要去距离大英博物馆不远处的英国国家美术馆（National Gallery，地址 Trafalgar Square, London WC2N 5DN），该博物馆藏品的数量可以媲美卢浮宫。其

中最著名的是扬·范·艾克的《阿尔诺非尼夫妇像》，这不仅是现存最古老的油画之一，也是英国的国宝。这幅绘画有非常多的细节值得细细欣赏，画正中有一面镜子，镜框上雕有 10 个微型纪念章，每一个画得都非常清晰，更引人注目的是镜子的反射，不仅反射出阿尔诺非尼夫妇，而且还反射出凡·艾克自己的小自画像，和见证婚姻的另一名男子。伦敦国家美术馆其他著名的藏品还包括波提切利的《维纳斯与战神》、达·芬奇的《岩间圣母》（两幅中较晚的那一幅）、委拉斯凯兹的《镜前的维纳斯》和梵高的《向日葵》等。

英国国家美术馆后面是英国国家肖像馆（National Portrait Gallery，地址 St Martin's Pl, London WC2H 0HE），我们在书刊杂志和网络常见的很多名人的肖像都保存于此，其中不乏艺术精品。

## 美国

美国最著名的博物馆当属华盛顿的史密森尼国家博物馆群，其中包括国立美术馆（National Gallery of Arts，地址 6th and Constitution Ave NW, Washington, DC 20565）。该馆分旧馆和新馆两部分，中间有通道连接，新馆是著名建筑师贝聿明作品，里面陈列了 20 世纪之后的艺术作品，包括毕加索的作品。旧馆则收藏有从中世纪直到印象派的作品，其中质量最高的当属大量的印象派代表作，包括莫奈的《日本桥》和《睡莲》等。

美国在博物馆方面唯一能和华盛顿抗衡的城市是纽约。纽约的大都会博物馆（The Metropolitan Museum of Art，地址 1000 5th Ave, New York, NY 10028）有点像大英博物馆和卢浮宫的结合，它既有大量的文物藏品，尤其是直接将古埃及的一些神庙整体搬运到了博物馆，也有大量的艺术作品，和卢浮宫以及华盛顿国家美术馆的收藏方式类似，这里的收藏截止到印象派时期。和欧洲众多博物馆不同的是，大都会博物馆收藏了大量美国和东方国家的精

品绘画，包括很多日本的浮世绘。在纽约，要看现代的绘画作品则需要到纽约现代艺术博物馆（Museum of Modern Art，简称 MoMA，地址 11 W 53rd St, New York, NY 10019），这里有达利最著名的绘画作品《永恒的记忆》。



图 18.32 达利受爱因斯坦相对论启发创作的《永恒的记忆》（收藏于纽约现代艺术博物馆）

19  
安德鲁·惠氏的作  
品。

其他著名绘画作品还包括《克里斯蒂娜的世界》<sup>19</sup>和毕加索的《阿维尼翁的少女》等。

除了上述博物馆外，俄罗斯的埃尔米塔日博物馆（即东宫），德国柏林的博物馆岛上的博物馆群以及美国的芝加哥博物馆都藏有大量的艺术精品。

## 参考文献

1. Robin Langley Sommer. 毕加索 (Picasso) .JG Press, 2003.
2. Jacob Baal-Teshuva. 夏加尔 (Chagall) .Taschen, 1998.
3. Charles A. Riley II. 彼得·麦克斯的艺术 (The Art of Peter Max) . Harry N. Abrams, 2002.
4. Lawrence Gowing. 卢浮宫 (The Paintings of Louvre) .Stewart, Tabori and Chang, 1987.
5. Peter J. Gärtner. 奥赛博物馆的艺术和建筑 (Art & Architecture Musée d'Orsay) . H.F.Ullmann Publishing GmbH, 2013.
6. William Barcham, Augusto Gen. 英国国家美术馆的绘画 (Paintings in The National Gallery) .Bulfinch, 2000.
7. John Walke. 华盛顿国立美术馆 (National Gallery of Art: Washington) .Harry N. Abrams, 1995.
8. Michael Collins. 梵蒂冈: 圣城的秘密和宝藏 (The Vatican: Secrets and Treasures of the Holy City) .DK, 2008.
9. Kiki Smith. 纽约现代艺术博物馆简介 (MoMA Highlights: 350 Works from The Museum of Modern Art) . New York: Revised Edition, The Museum of Modern Art, New York, 2013.
10. 德拉克罗瓦. 德拉克罗瓦日记. 李嘉熙, 译. 广西师范大学出版社, 2002.



# 第十九章 计算的时代

## 从算盘到人体的一部分

电子数字计算机（也就是我们平时所说的计算机）的诞生，不仅是 20 世纪最大的技术进步，也是人类文明史上的一次飞跃。在人类的历史上，只有很少的几项发明（比如人工取火、轮子、瓷器和印刷术）能像计算机一样，让我们对它产生如此之大的依赖。

今天，计算机的功能早已超越了科学计算，它的式样也远不止常见的台式机、笔记本电脑和智能手机，而可以是一个大机柜、一块电路板或者一颗小小的芯片。计算机存在于我们的城市，存在于我们家中的每一个角落，而且从城市的交通指挥，到飞机、火车和汽车等交通工具；从商场、银行的收款机和结算系统，到办公和家用的各种电器，或多或少都是由计算机在控制。计算机已经成为现代社会生活中不可或缺的一部分了。

计算机不仅遍布我们的四周，甚至还在很多人的身体里。下面是一个发生在我身边的真实故事。几年前，心脏一直不太好的母亲在斯坦福大学医院安装了一个智能起搏器，我们原本以为这只是一个电子装置，按照一定频率发出脉冲信号而已，但是当母亲作术后复查时，我才了解到这其实是一台功能颇为齐全的计算机。这种智能起搏器记录了安装之后患者全部的心电图数据和其他有关心脏活动的的数据。在复查室里，医生通过无线通信装置取出这些数据，并且存到医院的仪器中，然后根据这些数据和病人的感觉，调整起搏器的设置和部分程序，最后通过无线通信装置把程序写回到

起搏器中，这样病人会感觉更舒服。这个起搏器具有较强的学习功能，可以根据携带者每日的活动情况自行调节心跳速度（以保证供血量）。对于携带者来讲，这种起搏器其实已经成了身体的一部分，它在帮助（甚至取代）病人的神经系统和内分泌系统控制心脏和循环系统，延续病人的生命，让携带者生活得更好。安装了起搏器后，母亲的生活质量大为提高。将来我们的身体内或许会植入更多的计算机，到那时，可能很难说清楚我们是肉体的人，还是机器人。

从第一台电子计算机诞生至今，还不到70年。它发展得如此之快，应用如此之广，早已超出了当年所有人，包括被我们称为“现代计算机之父”的冯·诺伊曼（John von Neumann, 1903—1957）和阿兰·图灵（Alan Turing, 1912—1954）最大胆的想象。历史上其他重大发明，比如轮子和瓷器，从出现到完善再到广泛使用，通常需要上百年甚至更长时间，但是计算机只用短短一两代人的时间就完成了这个过程，应该说是人类文明史上的奇迹。

不过，和人类历史上许多重大突破一样，计算机的出现并不只是短短几年间技术突破的结果，而是靠着上千年来无数代人长期的努力和技术的积累。在美国硅谷中心的山景城（Mountain View）有一个计算机博物馆，一进门，在最显眼的地方放着一个大展牌，上面写着“计算机2000年的历史”，意思是说计算机的历史已经有2000年了。参观者大多会有一个疑问，既然世界第一台电子计算机诞生于1946年，怎么会有两千年的历史呢？因为人类试图用机器来计算的梦想在几千年前就有了，而人类最早的计算机器大致出现在2000年前，此后人类一直在为改进它而奋斗着。

## 第一节 自动计算——从梦想到实现

著名物理学家伽莫夫在他的科普名著《从一到无穷大》一书中讲了这么一个故事，两个原始部落的首长要比一比谁说的数字大。一个酋长想了想，先说了一个“3”，第二个酋长想了半天，说你赢了。这个故事说明，人

类早期对数字并不敏感，数字大了就数不清了，更不用说计算了。不过算术和计数工具其实出现得很早，甚至早于文字的出现。在非洲的斯威士兰发现的列彭波骨（Lebombo Bone）和在刚果发现的伊尚戈骨（Ishango Bone）<sup>1</sup>是迄今为止已知最早的计数工具，距今已有上万甚至数万年的历史了。我们的祖先在这些兽骨上面用一道道刻痕记录着不同的数字，以帮助计算，因此历史学家一般把它们作为算术起源的证据。在人类的早期文明中，计算是一件很不容易的事情，所以大部分人都不会计算。即使个别会计算，算术水平恐怕比今天的同龄人甚至是小学生还差很多。因此，为了方便计算，各种早期文明都在寻求一些可以帮助计算的工  
具，许多文明都先后发明了算盘和数学用表（九九表就是一种简单的数学用表）。这两种工具我一直用到上小学和上中学。



图 19.1 人类最早的辅助计数工具——伊尚戈骨（收藏于比利时皇家自然科学院）

<sup>1</sup> 伊尚戈骨出现的年代大约在前 9000—前 6500 年之间。

在大部分人的印象中，中国应该是发明算盘的国家。但是更准确地讲，中国人发明的是真正实用的算盘，因为类似算盘的计算工具更早地出现于美索不达米亚地区，但是它们远不如中国的算盘使用方便。到了公元前五世纪，希腊出现了和中国算盘颇为相似的铜质（或木质）计算工具（如图 19.2 所示），它实际上是用一些小石块（Marbles）帮助计算过程中的计数，很多计算工作还是要靠心算。



图 19.2 古罗马人复制的古希腊算盘（从右到左的字母含义分别是：十分位、个位、十位、百位……）

中国人发明的算盘不再需要心算，不仅远比其他文明的同类产品先进，而且有本质的区别，因此硅谷的计算机博物馆把中国的算盘（而不是其他文明的类似产品）算成是世界上最早的计算机，只不过它要靠手工操作。

## 1.1 算盘——手工计算机

美国作家西德尼·谢尔顿 (Sidney Sheldon, 1917—2007) 在小说《假若明天来临》(If Tomorrow Comes) 中讲了这样一个故事。上个世纪 70 年代, 还没有出现便携式计算机, 一个骗子在报纸上刊登了一则邮购广告, 说几千美元就可以买一台最轻便、最易用也是最可靠的计算机。一些人就去买了, 结果收到的却是中国的算盘, 于是大呼上当。显然, 广告的说法偷换了计算机的概念, 因为计算机一般是指电子计算机, 但是严格来讲这则广告并无大错, 因为中国的算盘确实是一种手动的计算机。

我给算盘这么高的评价, 并非要证明中华文化的优越性, 而是因为根据英国数学家图灵对计算机的定义, 算盘确实具有了现代计算机的一些基本设计思想。1936 年, 图灵从数学上定义了什么样的设备可以算是计算机, 这就是我们今天所说的图灵机。而所有的现代计算机, 无论多么快、多么复杂, 在数学的功能上与图灵机都是等价的。算盘虽然不能算是图灵机, 但是细说起来, 它的原理和图灵机有着很大的相似性。比如, 在图灵机的四条原理中, 最核心的一条是这样规定的:

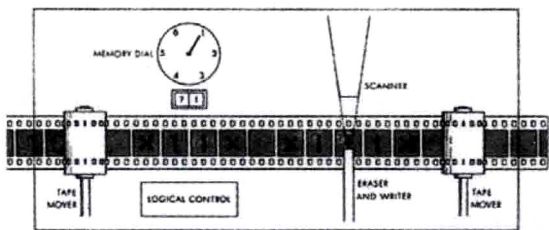


图 19.3 图灵机的原理图

机器有一套规则表来控制机器的运行, 使用这些规则, 机器根据当前的状态以及输入的数值计算出一个新的数值, 并且让机器进入一个新的状态, 同时改变机器 (寄存器) 所存的数值。

这句话通俗地讲就是, 一个工具能否算是计算机, 关键要看它是不是不需要人脑而采用一套规则表就能进行计算。而算盘就具备这个特性。我们不妨看看算盘是如何满足图灵机的这一条原理的。

假如我们在算盘上随便拨弄几下, 算盘上就有了一个数字, 用上面图灵机的术语, 我们可以说这是算盘处于状态 1; 现在要加上或者减去一个新

的数字，操作者根据珠算口诀（而不是人脑的思维），用手指完成一些操作，算盘就处于状态 2。如果还要进行更多的运算，只要用手指头根据口诀不断操作下去即可，而每一次操作结束时，算盘就进入了一个新的状态。而最终的状态就是计算结果。

中国算盘和古希腊或者后来西方的早期算盘最根本的不同点在于，中国的算盘完全是靠口诀来操作的，无需心算，这些口诀对应于图灵机中的规则表。我上小学时还要像背九九乘法表那样背这些口诀，比如加法口诀：

- 一上一（加一）
- 二上二（加二）
- 三下五除二（加三）
- 四去六进一（加四）
- 五上五（加五）
- 六上一去五进一（加六）
- ……
- 等等。

一个不知道的人，如果背会了这个口诀，照样可以用算盘进行准确的计算。他只需要在算盘上先拨（也就是计算机所谓的输入）上 7，然后按照“六上一去五进一”这个由下面三条指令组成的口诀（程序）完成 + 6 的运算：

- （在个位拨一个珠子）“上一”，
- （在个位去掉五位数的那个珠子）“去五”，和
- （在十位数的地方增加一个珠子）“进一”。

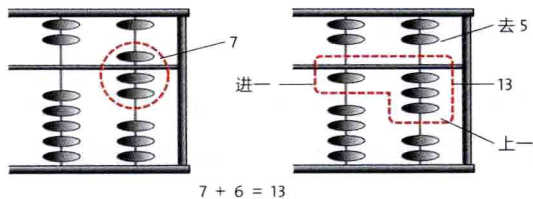


图 19.4 用算盘和珠算口诀计算  $7+6=13$  的三个步骤（上面每一个珠子代表 5，下面每一个珠子代表 1）

即可得到答案。

至于为什么这样操作就是对的，操作者其实不需要知道，他只要相信动作正确（珠子没有拨错），算盘肯定不会骗他，给出的答案一定是正确的，这就可以了。这就像我们今天在使用计算机时，没有人怀疑如果程序正确，答案会出错一样。写这个珠算口诀（操作序列）的人，有点相当于我们今天的程序员。在过去，打算盘是一种技能，就如打字一样，而且是一种可以熟能生巧的技能，它和算术水平没有什么关系。算盘打得好的人，无非是口诀背得牢，手法练得熟，拨弄算珠准确无误，跟好的打字员没有什么区别，他们都是在做机械性的操作，计算则是算盘完成的。因此，我们说算盘是一个手动计算机，一点也不为过。

中国人很早就发明了这种实用的算盘，按照《计算机的历史》（本章参考文献 [1]）一书中的说法，发明算盘的时间应该在公元前两世纪，远远早于很多人以为的北宋时期（这是根据清明上河图所画的实物推测的结果）。算盘的发明应该不是某个人某一天忽然就完成了，而是经过了很多代人不断改进，才成为了今天我们看到的样子。遗憾的是，中国诸多史籍和文物都没有记载发明算盘的过程以及为改进算盘做出重大贡献的人，更不用说记载那些编写珠算口诀的人了。

很多科技史学家，比如李约瑟，对算盘本身都称赞有加，但是对珠算口诀给予赞誉的人却非常少，这可能是全社会重视硬件而忽视软件价值的结果。或许因为我自己过去一直在做计算机软件，所以对它特别敏感，在我看来珠算口诀（软件）的重要性绝不亚于算盘（硬件）本身，这才是中国的算盘能够有别于其他文明类似的发明并且被广泛使用的根本原因。珠算口诀完全有资格申请人类非物质文化遗产，因为它其实是最早的计算机软件。

几千年来，算盘这种手工计算机在中国的社会生活中扮演了非常重要的角色，直到上个世纪 80 年代，算盘还被广泛地使用，那时任何像样一点的商店都少不了算盘。甚至在计算机开始普及之初，还有一种国粹的观点认为计算机在某些方面不如算盘，算盘在中国文明过程中的贡献由此可见一斑。

## 1.2 齿轮的机器——机械计算机

算盘毕竟有很多不便之处，比如说使用者必须熟记上百条四则运算的口诀，拨打的过程完全是手工，不仅长时间操作会感到劳累，而且很难避免由于疏忽而产生的错误。因此到了机械时代，欧洲人就开始想办法用机器代替人手拨算盘珠，这就导致了机械计算机的发明。

机械计算机，有时也被称为机械计算器，通过一些齿轮的转动来完成基本的四则运算，其中最早的机械计算机是由法国数学家帕斯卡（Blaise Pascal, 1623—1662）在1642年发明的帕斯卡计算器。那一年，帕斯卡还不到20岁。帕斯卡计算器的原理很简单，它由上下两组齿轮构成，每一组齿轮可以代表一个十进制的数字，在齿轮组的上方有对应的一排小窗口，每个窗口里有刻了0—9十个数字的转轮，用来显示第一个操作数和计算结果，如图19.5所示。该计算器的动力来自于一个手工的摇柄（图中没有显示）。



图 19.5 帕斯卡计算器（由上下两组齿轮构成，每一个齿轮代表十进制数字中的一位，收藏于美国硅谷的计算机博物馆）

帕斯卡计算器的原理并不复杂，比如我们要做加法运算  $24+17$ ，就把第一组最后两个齿轮（分别代表十位数和个位数）分别拨到 2 和 4 的位置，在第二组齿轮上，类似地将最后两个齿轮分别设置到 1 和 7 的位置。然后转动手柄直到转不动为止，在这个过程中，齿轮带动有数字的小转轮运转，最后停到应该停的位置，这时计算结果就出现在计算器上方的小窗口里。类似地，帕斯卡计算器还可以做减法和乘法。

操作帕斯卡计算器很简单，但不是很快，操作者先要把每个齿轮的计数清零，然后仔细地将齿轮的位置拨到运算数字对应的位置，这个速度不会比打算盘更快。但是，帕斯卡计算器却是人类在计算工具上的一个大进步，因为它只需要输入数字，不必牢记珠算口诀了，而且齿轮的进位是自动的，这就避免了拨打数字和手动进位可能引起的错误，也就是说，

只要输入不错，答案就错不了。

帕斯卡计算器在计算机发展史上占有重要的地位，虽然还有诸多的不足，但它毕竟是历史上第一个自动的计算机器。帕斯卡本人因此被当作计算机工程的先驱，20世纪70年代，一门通用的程序语言还被命名成Pascal。不过，帕斯卡计算器在商业上算不上成功，虽然帕斯卡本人取得了专利，并且还卖出来十几台，但是这种计算器的应用也就到此为止了。它造价昂贵（相对算盘）却不够快，而且不如算盘那么轻便灵巧，因此无法得到普及。

为了改进帕斯卡计算器，著名数学家莱布尼兹花了足足40年的时间，先后制作了两个机械计算器。其中的一个后来被人们发现，经过修复后居然还可以工作，但是工程师们发现这个计算器也并不好用。不过，在制作这个机械计算器的过程中，莱布尼兹发明了一种转轮——莱布尼兹转轮，利用这种转轮，工程师们在接下来的两百年中设计了各种各样的机械计算器。直到20世纪70年代（电子计算器尚未普及），这些打字机大小的机械计算器在欧美科学和工程界仍广为使用。我小时候在父亲的实验室里就见过这种机械计算器，大约一个针式打印机的大小。



图 19.6 莱布尼兹轮是机械计算器中重要的部件，通过转动数码盘来完成加减计算



图 19.7 莱布尼兹轮的实物（收藏于美国硅谷的计算机博物馆）

在莱布尼兹的时代，机械计算器可以完成四则运算，但是对微积分运算还是一点办法也没有，直到100年后英国的数学家和发明家巴贝奇（Charles Babbage, 1791—1871）设计出差分机（Difference Engine）才解决了这个



问题。不过这个机器重达4吨,过于复杂,巴贝奇只完成了1/7。直到1855年,英国发明家舒茨(Georg Scheutz, 1785—1873)才建造出世界上第一台可以工作的差分机。

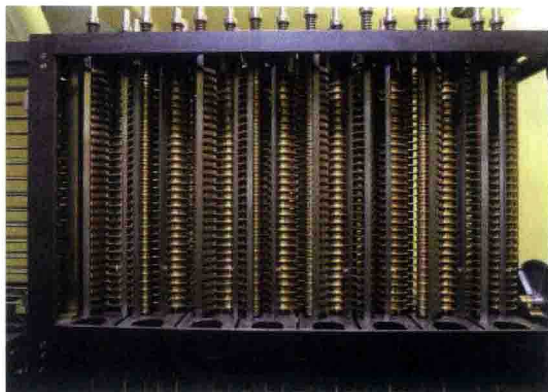


图 19.8 差分机的内部构造,有上千个齿轮(收藏于美国硅谷的计算机博物馆)

到了19世纪末,虽然

人类在制造可计算的机器方面有了进步,但是所有这些计算机都只能进行一步运算,而不能通过编程自动完成一系列的计算。为了能让计算机执行程序,就需要理论上的突破了。因此,我们先来回顾一下早期和计算机相关的数学理论。

### 1.3 二进制和布尔代数

世界上有很多重大的科技进步,都始于工程上的改进,依靠的是经验,这种经验积累到了一定程度后,相关的理论才得以建立起来。这些理论早期一般不会引人注意,直到某一天,一些既懂理论又善于改进产品的工程师(比如改进蒸汽机的瓦特)利用这些理论发明了新一代产品时,人们常常才会回过头来“追忆”这些提出理论的先行者,给他们在文明史上补上浓墨重彩的一笔。人



图 19.9 德国伟大的哲学家、数学家莱布尼兹(收藏于德国乌里希博物馆,18世纪德国画家 Christoph Bernhard Francke 绘制)

类在计算技术上的进步也是遵循了这个规律,先有一些初级的机械计算器,然后有了初级理论,最后应用这些理论发明更高级的计算机。在计算机科学的发展史上,莱布尼兹和布尔就是这样的理论先行者。

莱布尼兹对计算技术最大的贡献不在于改进了帕斯卡计算器,而是在1679年发明了二进制。对八卦略知一二的人都知道我们的祖先(传说是伏羲氏),通过三条连续或间断的线段,组合出八种不同的卦象,如表19.1所示:

表 19.1 八卦的卦象、编码和含义

卦象	编码	含义
☰	111	乾 qián
☱	110	兑 duì
☲	101	离 lí
☳	100	震 zhèn
☴	011	巽 xùn
☵	010	坎 kān
☶	001	艮 gèn
☷	000	坤 kūn

但是,八卦虽然用三个连续或中断的线段(---和-- )表示出八个不同的值,但它并不等同于二进制,因为发明八卦的人既没有用这两种线段表示任意的数字,更没有用它来完成数值的计算,比如给出诸如“艮+坎=巽”的公式。但是,当八卦遇到莱布尼兹这位热衷于东方文化(Sinophile)的大数学家时,就催生了二进制。

2  
莱布尼兹是通过法国耶稣会1685年派往中国的传教士白晋(Joachim Bouvet, 1656—1730)接触到《易经》的。

莱布尼兹是在研究哲学而非数学时接触到中国的哲学著作《易经》<sup>2</sup>的,并且在易经中见到了八卦图。莱布尼兹在中国人的八卦以及从八卦衍生出的六十四卦中受到启发,他把中断的短线变成0,长线变成1,这样就用了000000—111111,表示出0—63这64个整数。莱布尼兹进一步将任意一个十进制数字通过0和1的组合表示出来,这就是二进制。然后,莱布尼兹给出了使用二进制进行加减乘除的方法。这使得二进制可以像

十进制一样完成所有的数学运算，以至于今天的计算机可以基于二进制来建造。图 19.10 所示的是他发明二进制运算方法时的手稿。

为什么是莱布尼兹而不是某位中国人发明了二进制？这是一个科技史专家们喜欢讨论的话题。在莱布尼兹接触到《易经》之

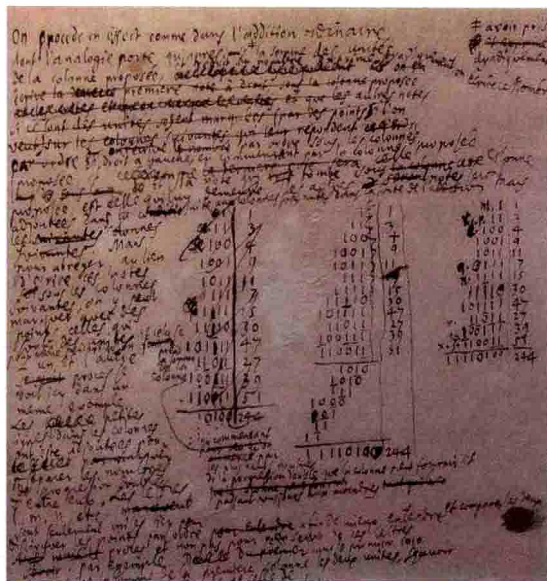


图 19.10 莱布尼兹的二进制计算手稿

前，它在中国已经被广泛传播了上千年，但是中国人对八卦的认识一直停留在占卜、炼丹或者推演阵法上，而没有上升到完整的算术体系。这里面的原因很多，坦率地讲我也很难给出完美的答案，不过至少我们可以看到这样两个现象，首先，古希腊人思辨的特长在文艺复兴（尤其是科学时代开始）之后对欧洲人的思维产生了重大影响，并且得到发扬光大。中国人虽然在先秦同样具备思辨的特长，却在后世失去了，并且再也没有得到恢复。其次，二进制这种发明要在 200 多年后才看到成果，中国人对这种不能马上应用的发明没有多大兴趣。

言归正传，作为一个信仰上帝的哲学家，对于二进制的用途，莱布尼兹首先想到的是神学。他认为上帝创世纪的天数 7 在二进制中正好表示成 111，只有 1 没有 0，证明了上帝是全能而没有缺陷的。莱布尼兹对这样的结果非常满意，于是还写了封信通过传教士转给喜欢数学的康熙皇帝，信中除了介绍二进制外，还试图用二进制证明上帝的全能，希望康熙皇帝皈依基督教。莱布尼兹认为中国古代的数学水平应该比当时还要高，因为中国人在几千年前就知道了二进制。

莱布尼兹虽然同时发明了二进制并且改进了机械计算器，但是他并没有把两者结合在一起，甚至没有看到它们之间的相关性，他为计算机设计的莱布尼兹轮还是基于十进制计算的。实际上，对于各种不需要编程的机械计算器来讲，十进制的方便程度甚至超过二进制，因此，二进制在发明后长达两个半世纪的时间里没有发挥什么作用。

二进制最大的好处在于它比十进制更容易用电路来实现。但是将二进制这一数学工具对应于由开关控制的电路，中间还需要一座桥梁，这座桥梁在19世纪被英国一个叫做乔治·布尔（George Boole，1815—1864）的中学数学老师建成了。

## 3

书的英文原名是  
*An Investigation  
of the Laws of  
Thought, on which  
are founded the  
Mathematical  
Theories of Logic  
and Probabilities*

布尔当过中学数学老师，还创办过一所中学。后来在爱尔兰科克（Cork）的一所学院当教授。生前没有人认为他是数学家，尽管他也曾在很权威的《剑桥大学数学杂志》（*Cambridge Mathematical Journal*）上发表过论文。布尔的研究工作完全是出于个人兴趣，他喜欢阅读数学论著，思考数学问题。1854年，布尔完成了在近代数学史上颇有影响力的著作《思维规律》<sup>3</sup>。在书中，他第一次向人们展示了如何用数学的方法解决逻辑问题。在此之前，人们普遍的认识是数学和逻辑分属两个不同的学科，联合国教科文组织至今仍将两者严格分开。

布尔代数简单得不能再简单了。运算的元素只有两个：真（TRUE，简称T）和假（FALSE，简称F），正好对应二进制的1和0。基本的运算只有“与”（AND）、“或”（OR）和“非”（NOT）三种。后来发现，这三种运算都可以转换成“与非”（AND-NOT）或者“或非”（OR-NOT）的运算。全部运算只用下列几张真值表就能完全描述清楚。

表 19.2 与运算真值表

AND	T	F
T	T	F
F	F	F

表 19.2 说明，AND 运算的两个元素只要有一个为假，则运算结果永远为假。两个元素皆为真，运算结果为真。例如，“太阳从西边升起”这个判断是假的（F），“月亮从东边升起”这个判断是真的（T），那么，“太阳从西边升起并且月亮从东边升起”就是假的（F）。下面两个表是或运算和非运算的真值表。

表 19.3 或运算真值表

OR	T	F
T	T	T
F	T	F

表 19.4 非运算真值表

NOT	T	F
	F	T

那么这种运算和算术有什么关系呢？首先我们可以用它们组成任何想要的逻辑运算，比如说有一种叫做异或的逻辑运算，其真值表如下。

表 19.5 异或运算真值表

XOR	T	F
T	T	F
F	F	T

如果把 T 和 F 对应成 1 和 0，那么用“异或逻辑”就能完成（没有进位的）二进制加法运算，而“与逻辑”则可以解决进位问题，二者合在一起就能解决全部的加减法问题。

在布尔代数提出之后的 80 多年里，它也并没有什么像样的应用，直到 1938 年香农（Claude Shannon, 1916—2001）在他的硕士论文中指出用布尔代数来实现开关电路，才使得布尔代数成为数字电路的基础。所有的数学和逻辑运算，比如加、减、乘、除、乘方、开方，等等，全部能转换成二值的布尔运算。

布尔代数的另一个优美之处在于，与、或、非三种二值逻辑运算都可以用另一种二值逻辑运算“与非”或者“或非”来表示。这样一来，只要能机械或者电路实现一种逻辑运算，就可以实现全部布尔代数的运算，

也就等于实现全部二进制运算了。因此（机械）计算机的设计就从原来要设计非常复杂的机械结构，变成了只需设计一种实现布尔运算（通常是与非）的简单模块。然后用很多相同的模块就能搭出整个计算机。这种设计思想一直沿用到今天。

布尔代数的第三个神奇之处在于，它可以把一系列控制计算机操作的指令变成算术和逻辑运算，这样就有可能让计算机接受指令序列（也就是程序）的控制。有了程序的控制，计算机就可以计算任何数学问题，而不像过去那样只能完成特定的加减乘除和差分运算。二进制和布尔代数奠定了可编程计算机的数学基础。

当然，除了二进制和布尔代数之外，现代的计算机还用到了两个重要的理论——图灵机和冯·诺伊曼系统结构，这些我们会在稍后介绍，因为早期的可编程计算机并没有用到它们。

#### 1.4 德国工匠的奇迹——可编程的计算机

在电子计算机诞生之前，出现过两代过渡型的产品，与电子计算机一样，都采用了布尔代数的二值逻辑进行控制。不同的是，这两代过渡产品分别采用了机械装置和继电器。

在上个世纪两次世界大战之间，世界科技的发展一直围绕着两个中心：欧洲大陆的德国和大西洋对岸的美国（当然美国从英国人那里得到了很大的帮助），很多技术，比如原子能技术和航空技术，双方都是在互不了解对方的情况下独自发展的，在计算机的研制上也不例外。今天，我们熟知在美国（和英国）这一边香农、图灵和冯·诺伊曼等人对电子计算机做出的巨大贡献，而对德国人在计算机技术上的成就所知甚少。其实在电子计算机出现之前，德国在计算机技术和工程上一点也不落后，甚至在一些方面还颇为领先，而这在很大程度上要感谢一件事——德国在制造飞机时遇到的大量计算问题，并且感谢一个人——力学工程师康拉德·楚泽（Konrad Zuse，1910—1995）。

楚泽在大学学的是力学，不过在他那个年代，力学和数学是不分家的（直到上个世纪 50 年代清华大学的数学和力学还是在一起，称为数力系）。因此楚泽的数学基础很好。大学毕业后，他在一家飞机制造厂从事飞机的设计工作，这项工作涉及大量繁琐的计算，而当时真正能帮上忙的工具只有计算尺。楚泽发现很多计算其实使用的公式都是相同的，只是要代入不同的数据而已，这种重复的工作似乎可以交给机器去完成。有了这个想法后，1936 年，26 岁的楚泽干脆辞了职回家自己去研究这种机器了。

楚泽在此之前对计算机一无所知，他不仅不了解大洋彼岸的科学家们的工作，也不知道图灵的理论，甚至连一百年前的巴贝奇的名字都没听说过，他完全是凭着一股热情，独自在父母的家里研制能够计算的机器。不过，楚泽知道布尔代数，并将它用于计算机的设计，他想到了用二值逻辑控制机械计算机的开关，这其实比香农提出用布尔代数实现开关逻辑更早。1938 年，在独自工作了两年之后，楚泽研制出第一代电动机械计算机 Z1。这台计算机拥有今天计算机的很多组成部分，比如控制器、浮点运算器、程序指令和输入输出设备（35 毫米打孔胶片）。更重要的是，这是世界上第一台依靠程序自动控制的计算机，在计算机发展史上是一个重大突破。此前的各种计算机无论结构多么复杂，动力来自于人还是电，都无法自动运行程序。不过这台计算机依然存在着明显的缺陷，由于楚泽不知道图灵的计算机理论，因此

Z1 并不能实现图灵机的全部功能，比如不具备逻辑判断和逻辑运算功能。此外，这台计算机由电机带动庞大的机械装置，因此计算速度很慢，电机每秒钟转一下，也就是说计算速度为每秒一次。

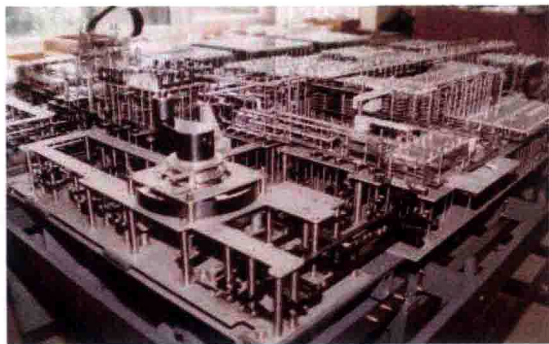


图 19.11 世界上第一台可编程的计算机 Z1（复制品，收藏于德国技术博物馆）

在接下来的第二台计算机 Z2 中，楚泽用继电器取代机械实现了开关电路。要知道开关电路可是今天数字电路的基础，因此楚泽也可以说是数字电路设计的先驱。前面提到，楚泽是一个人闷头工作而很少和同行交流，因此在很长时间里并不知道图灵的理论，他主要是靠自己对数理逻辑的理解和经验来设计计算机的。在功能上 Z2 和 Z1 相比并没有太多改进，Z1 算不了的问题 Z2 照样不能算，不过由于使用了继电器取代机械开关，Z2 的速度是 Z1 的 5 倍，即每秒计算 5 次。

二战期间，为了获得研制经费，楚泽开始跟纳粹德国政府合作，后人考虑到他当时的难处，没有深究他曾经为纳粹工作的事情。1941 年，楚泽研制出了 Z3，它使用了 2000 个继电器。这是世界上第一台功能等同于图灵机的计算机，每秒可以进行 5—10 次运算。有意思的是，即使研制出了 Z3，楚泽依然不了解图灵的理论，这件事简直令人难以置信，但事实就是如此，否则他应该能在计算机领域走得更远。在历史上，经常会出现有几个人同时独自发明了一样东西，在计算机方面，楚泽和图灵也几乎是同时分别从经验和理论出发，设计出近代计算机原型，真可谓是时势造英雄。

Z3 的诞生标志着人类让机器（在程序的控制下）自动完成一系列计算的梦想变成了现实，尽管它并不快，编程也不方便，实用的意义并不大。楚泽当时还不知道，这时在大西洋对岸聚集了一批世界上最聪明的头脑，他们正在紧锣密鼓地研制一种新的计算机——电子计算机，而这种机器最终将改变人类的命运。

## 第二节 划时代的发明——电子计算机的诞生

从继电器开关计算机到电子计算机不仅仅是一个元器件的改变，而是在计算技术上的一次飞跃，这就如同炮竹和洋枪洋炮的区别。完成这个飞跃，既要靠技术的长期积累，还要有一个实现最终突破的契机，这个契机终于在第二次世界大战时出现了。



## 2.1 战争的需要

恩格斯说过，“社会一旦有技术上的需要，比十所大学更能推动社会的进步。”二战期间，这个需要早已不是为了了一般商业利益，而是关乎许多民族和国家的命运。为了取得对德国的武器优势，美军决定设计和制造更精准、更有威力的火炮，这项研究涉及到大量的、重复性的计算，在当时前线不断吃紧的情况下，后方根本不可能让人用计算尺慢慢计算，也不可能用每秒几次的继电器计算机来完成计算，为了抢时间，美国陆军决定建造一个“超级大脑”来完成火炮设计的计算问题。

于是，这项艰巨的任务就由美国陆军弹道设计局（本书第二册中提到的冯·布劳恩也曾经就职于这个设计局）交给了宾夕法尼亚大学的摩尔工学院<sup>4</sup>来完成，当时的经费预算是50万美元，虽然远远低于曼哈顿计划的费用，但是比楚泽从纳粹德国那里获得的区区几千马克还是多很多的。和曼哈顿计划一样，军方也为这个项目派来一位协调合作的代表欧文·戈尔茨坦（Irwin Goldstein，生平不详），但是他并不像曼哈顿计划中的格罗夫斯那样直接领导研制工作。其实戈尔茨坦精通技术并且曾经还是密西根大学的数学讲师，但他还是将研制电子计算机的任务完全交给宾夕法尼亚大学

4

这个工学院是以捐助者阿尔弗雷德·摩尔（Alfred Moore）的名字命名的，和后来提出摩尔定律的戈登·摩尔没有任何关系。

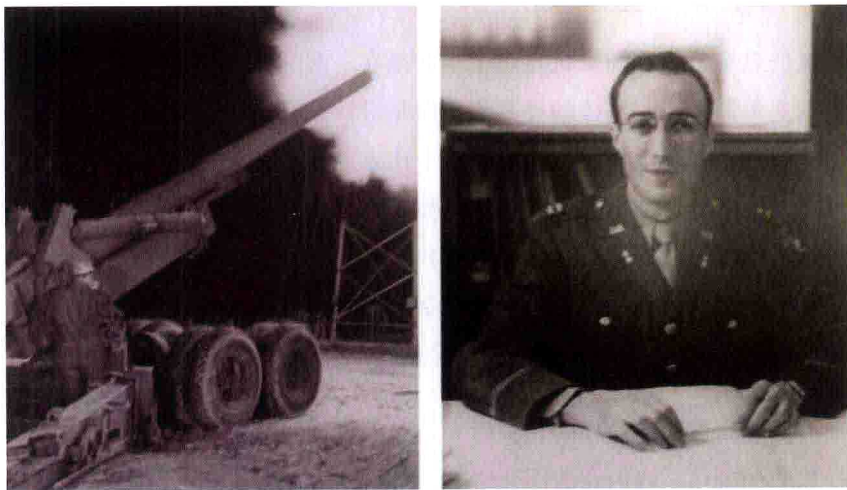


图 19.12 新型火炮和该项目陆军与大学的联络人欧文·戈尔茨坦

的莫奇利（John Mauchly, 1907—1980）博士和他的学生埃克特（John Eckert, 1919—1995）全权负责。

莫奇利和埃克特的想法是以电子管取代继电器实现数字开关电路，从而将计算机“电子化”。当时这个设备取名为“电子数字积分器与计算器”（Electronic Numerical Integrator and Calculator），简称 ENIAC，由莫奇利负责计算机设计，而埃克特则负责工程实现。用电子管实现开关电路，好处是开关速度可以非常快，不像继电器计算机那样，开关的过程是一个机械运动，速度受到限制。因此，从这时候开始，计算机才算真正进入了电子时代。

ENIAC 的研制过程和以往的计算机不同，它的设计不是根据经验来的，而是有明确的计算机理论做指导的，这个理论来自于数学家阿兰·图灵的图灵机理论。在 ENIAC 造到一半时，另外一位科学家加入了进来，他就是后来被称为“现代计算机之父”的冯·诺伊曼。冯·诺伊曼的贡献在于为计算机的系统结构奠定了理论基础。因此，在介绍 ENIAC 时，我们必须讲讲图灵和冯·诺伊曼的计算机理论。

## 2.2 图灵和冯·诺伊曼的贡献

图灵的名字常常和图灵机这三个字联系在一起。那么什么是图灵机呢？它其实不是某一款具体的计算机，而是对计算机的一种数学描述。为了说清楚这一点，我们用汽车来打一个比方。虽然在街上跑着各种各样的汽车，但是它们都有一些共性，比如说它能在陆地上移动，不需要人或者牲畜作动力，能够运载人或者货物，能够转弯、启动和停止。我们把凡是满足这些条件的交通工具都概括成一种虚拟的汽车，比如叫做“约翰汽车”，那么图灵机就是这样一个虚拟的计算机。

图灵机的原理非常简单，它实际上是对人用纸和笔进行计算的过程的一种数学抽象化，我们在前面介绍算盘时提到过部分原理，而图灵对计算机的全部定义一共只有四条，用通俗的语言讲就是这样：

要有一条（无限长的）分成一个个格子的纸带，每个格子里记录着符号或数字，为了清楚起见，可以为这些格子编上号：1, 2, 3……这就相当于人们计算数学题使用的纸张。

有一个指针（可以想象成铅笔），在纸带上左右移动，它停在哪里就可以改变哪里的符号或者数字，这就相当于人们算题时写写画画的过程。

有一套规则表，根据图灵机当前的状态和指针所指格子中的符号或数字，进行查表后，就知道下一步该做什么，当然完成这步操作后，图灵机也就进入了新的状态。这张表就相当于老师教的算题方法，或者珠算口诀。

当然，图灵机的状态需要记录在一个地方，即寄存器，里头的内容就相当于我们算题的中间结果。

图灵认为这种机器就能模拟任何具体计算的过程，至于如何实现这样一台计算机，图灵并没有指出来。

根据图灵的理论，莫奇利和埃克特就开始设计计算机了。由于当时的任务是计算火炮的弹道，因此他们二人对 ENIAC 的设计完全是为了这个目的，这样一来 ENIAC 就被设计成了一个专用的计算机，只能计算这一类问题，而非今天我们见到的可以计算任何问题的通用计算机。如果不是冯·诺伊曼的偶然介入，人类的计算机发展过程中可能还要多走几年的弯路。

1944 年，也就是 ENIAC 项目启动一年之后，当时正在洛斯阿拉莫斯实验室研制氢弹的冯·诺伊曼听说莫奇利和埃克特正在研制计算机，因为自己也需要解决大量计算的问题，就参加到研制队伍里。这时，冯·诺伊曼等人发现，ENIAC 的设计使得它无法进行其他的计算，而这时设计已经完成，开始建造了。在二战时，人们没有时间将这个设计方案推倒重来，只能继续按原来的设计做下去，以便按期完成。不过与此同时，美国陆军决定按照冯·诺伊曼的想法再造一台新的计算机，这样冯·诺伊曼和莫奇利、埃克特一起提出一种全新的设计方案：EDVAC (*Electronic Discrete Variable Automatic Computer*，电子离散变量自动计算机)，

5

1944年，美国陆军弹道研究所决定按照冯·诺伊曼的设计再制造一台新的计算机，这台新计算机的设计报告 *First Draft of a Report on the EDVAC* 是由冯·诺伊曼、莫奇利和埃克特共同起草的，不过当他们交给军方时，负责人随手写上了冯·诺伊曼的名字，因此以后大家知道的就是冯·诺伊曼，而对莫奇利和埃克特知之甚少。

这个方案彻底解决了计算机通用性的问题。这个方案一般称为“冯·诺伊曼系统结构”（*von Neumann Architecture*）<sup>5</sup>。

那么什么是计算机的系统结构呢？如果我们将图灵机比作一种对汽车的抽象描述，那么冯·诺伊曼系统结构就是针对这种抽象描述的一种可行而有效的设计，比如它要求汽车有三个以上轮子，有发动机，有方向盘，有座椅，有刹车装置，等等。总之，它是抽象的“约翰汽车”的一种具体可实现的设计。按照冯·诺伊曼的设计思想，一台自动的计算机应该包括（算术和逻辑）计算器、控制器、存储器和输入输出设备，它是由程序来控制的。我们今天的计算机无论大小快慢，都是用冯·诺伊曼的系统结构来实现一个图灵机。从冯·诺伊曼系统结构开始，计算机科学也慢慢就演变为硬件（计算机本身）和软件（控制计算机的程序）两部分。

到此为止，现代计算机的理论基础已经完备，接下来就是在此基础上造出越来越好的计算机了。

### 2.3 比炮弹还快的电脑

6

美国没有预料到日本人会这么快投降，根据中央情报局的解密档案，他们原本准备每个月向日本投三枚原子弹。

ENIAC 当时只好将错就错地造下去，并于 1946 年最终建成了，当时二战已经结束一年<sup>6</sup>，再也不需要计算火炮的弹道轨迹了，因此最初这台计算机是用于计算洛斯阿拉莫斯实验室氢弹研制中的数学问题。ENIAC 是个庞然大物，它占地 160 多平方米，重达 30 吨，一共使用了 17000 多个电

子管，7000 多个晶体二极管，7 万多个电阻和 1 万多个电容，有超过 500 万个手工焊点。它还非常耗电（150 千瓦），据说每次一开机，整个宾夕法尼亚大学周围的电灯都要黯淡一些。

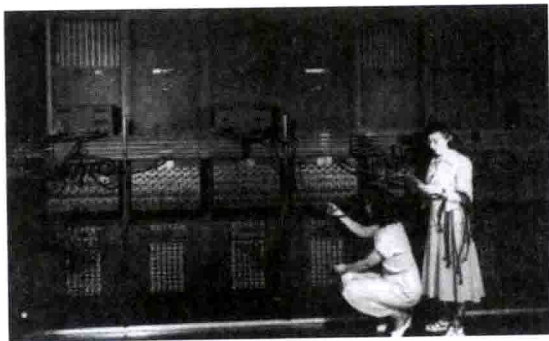


图 19.13 世界上第一台电子计算机 ENIAC

不过在当时的人们看来，它的计算速度非常快，每秒可运算 5000 次加法，这比以前最快的继电器计算机快了上千倍。它一天能完成几千万次乘法，而以前的继电器计算机要算 40 年。当 ENIAC 公开展出时，一条炮弹的轨道用 20 秒种就能算出来，比炮弹的飞行速度还快。因此，当时英国的蒙巴顿元帅（Louis Mountbatten, 1900—1979）将 ENIAC 誉为“一个电子的大脑”，“电脑”一词由此而来。

在 1949 年美国研制出第二台电子计算机 EDVAC 之前，美国搞原子能研究的科学家们都依赖 ENIAC 解决大量的计算问题。虽然按照今天的标准看它还不够快，但是在当时科学家们的眼里，已经是快得出奇了。在 1946 年以前，为了应付大量的计算，费米只能用计算尺，费曼（Richard Phillips Feynman, 1918—1988）<sup>7</sup> 则使用机械计算器，而冯·诺伊曼干脆用心算。ENIAC 投入使用后，大大加速了美国氢弹研制的步伐。

7  
1965 年诺贝尔物理学奖获得者，他的自传《别闹了，费曼先生》深受中国读者欢迎。

正如同刚出生的婴儿常常是不美的一样，ENIAC 也有很多不足之处。首先，由于它并未采用冯·诺伊曼结构，因此它每算一道新的题目都需要改变电路，而不是像今天的计算机这样直接加载程序。要知道早期的计算机内部连线是非常复杂和混乱的，例如下图就是 20 世纪 50 年代一台真实的计算机内部的连线图，估计不管让谁来改里头的线路，头都会变大。

这样一来，ENIAC 每次计算一道题可能只需要几分钟或十几分钟，但是重新连线的却要花几个小时或者几天。更致命的是，这个庞然大物还很容易损坏，比如说它使用的电子管，平均几十分钟就要坏掉一个，而找到那个坏掉的电子管又要花好几个小时。

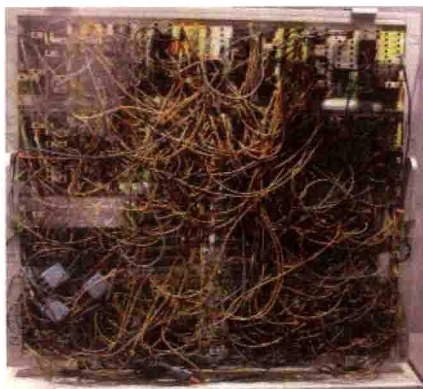


图 19.14 一台 20 世纪 50 年代计算机的内部连线（美国硅谷计算机博物馆）

另外，ENIAC 还有一个明显的不足，就是存储量太小，至多只

能存 20 个 10 位的十进制数，因为在设计之前，没有人知道大量计算时要用多少存储单元来储存中间结果。ENIAC 的这些不足之处，为后来计算机设计的改进提供了宝贵的经验。

ENIAC 的诞生具有划时代的意义，它标志着人类从此进入了计算机时代。从算盘的出现开始，人类历经两千年，才完成了让人脑得以延伸的壮举。在这个过程中，无数人做出了贡献，包括中国很多的工匠和技师，包括欧洲近代的科学家和发明家帕斯卡、莱布尼兹、巴贝奇、布尔、楚泽、图灵，等等，当然，完成最后临门一脚的是莫奇利、埃克特、戈尔茨坦和冯·诺伊曼等人。如果没有二战，没有莫奇利和埃克特，没有 ENIAC，电子计算机或许会晚几年诞生，但是不会晚太多。在德国，楚泽几乎以一人之力，在不知道图灵理论的前提下，实现了世界上第一个图灵机，这说明到了 20 世纪中期全世界的理论和经验的积累已经为技术的突破做好了准备。从这个角度来看，电子计算机的发明是历史的必然。

当然，历史也同时带有很大的偶然性，这正是历史的魅力所在，至于 ENIAC 正好在那个时间（二战后），出现在那个国家（美国），而且居然是世界上唯一一台非冯·诺伊曼系统结构的计算机，有很多机缘巧合的偶然因素。

很多人可能会问，为什么第一台电子计算机没有出现在德国？我想，至少有两个重要原因。首先，德国人力和资金的投入不够大；其次，德国的计算机研究主要体现为个人行为，甚至与外界没有交流，不像美国那样是由诸多科学家组成的群体行为。在文明的过程中，集体的力量总是比个人要来得大。

电子计算机的发明，既是很多代人共同努力的结果，也体现出英雄人物的特殊贡献。这个特殊人物就是美籍匈牙利裔科学家冯·诺伊曼，他提出并且实现了一种沿用至今的计算机系统结构，并亲自负责研制了 EDVAC 计算机（1949 年问世）——这是今天所有计算机的祖先。虽然 EDVAC 的速度还不及今天一个智能手机的万分之一，但是从系统结构上，它和今天的计算机没有根本的差别。冯·诺伊曼的设计思想可以称得上是超越时空了，也正因如此，他被后人尊为现代计算机之父。

值得一提的是，冯·诺伊曼被认为是 20 世纪和爱因斯坦齐名的天才（据说他的心算速度从来不输给使用机械计算机的同事们）。他对世界的贡献远远不止在计算机上，至少在七八个（计算机以外）学科领域都有杰出的贡献，包括：



图 19.15 1952 年冯·诺伊曼和奥本海默在一起，背景是当时的计算机

- 发明博弈论
- 发明线性规划
- 建立数理统计的理论基础
- 完善测度理论、格理论和集合论
- 提出量子逻辑和量子机（计算机是一种量子机）
- 提出冯·诺伊曼代数
- 发明连续几何学

同时，他还是美国原子能计划及氢弹工程的主要负责人之一。

和很多天才英年早逝一样，冯·诺伊曼和图灵都不长寿，但是他们在并不长的人生里，完成了人类文明的一次跳跃式进步。

### 第三节 超越科学计算

虽然计算机最初是为了计算复杂的科学问题而设计的，但后来计算机的主要应用却不是科学计算。我在上个世纪 80 年代学习计算机科学时，当时世界上大约还有 5% 的计算机主要用于气象预报、核反应模拟等纯粹的科学计算，但是今天这个比例恐怕连 1% 都不到了。计算机的用途从科学

计算到超越科学计算的过程，其实就是全球信息化的过程。这个过程长达半个多世纪，可以再细分为两个阶段：首先是从科学计算到商业应用，这也是本节介绍的内容，然后是下一节要介绍的从商业应用到民用。在这两个阶段里，我们会看到，当技术和商业很好地结合在一起时，能够大大加速文明的进步。

### 3.1 从政府行为到市场决定

各国早期计算机的研制都是国家行为（虽然有私营公司参与部分项目，但是资金由国家出，私营公司并不承担亏损的风险），可以用“不计工本”四个字来形容。第一台电子计算机 ENIAC 当时的造价是 50 万美元，如果按等价的黄金来衡量，相当于 2013 年的两千多万美元，这还不包括莫奇利等人的工资。这么昂贵的计算机只能给重要的国防项目使用。

像计算机技术这种在战争环境下靠国家大量投入发明的新科技，在二战前后还有很多，比如航天技术和雷达技术。不过大部分这样的技术长期以来一直依靠政府扶持，远离民用，因此半个多世纪下来其实发展并不快，比如直到今天，世界上最先进的火箭依然是上个世纪 60 年代末研制的土星五号。当然，这对世界经济的影响也不会太大。计算机的发展则不同，它从上个世纪 50 年代起就逐步开始摆脱政府的支持并且按照市场规律来发展，这才最终让它成为了对人类文明影响最大的发明之一。当然这是一个漫长的过程，有很多人或公司参与其中，而 IBM 公司则起了至关重要的作用。

在 20 世纪 50 年代到 80 年代，IBM 一直是计算机的代名词，由此可见它在计算机发展史上的地位和重要性，不过最早将计算机商业化的公司却不是 IBM，而是由埃克特和莫奇利创办的埃克特-莫奇利公司（Eckert-Mauchly Computer Corporation）。这师生二人在发明电子计算机后，显然是看到了这种神奇机器的商机，于是想把它商业化。不过宾夕法尼亚大学认为发明权属于大学，而不是这两个发明者，结果双方闹翻了，莫奇利和埃克特最终选择了辞职办公司。1947 年，他们成立了世界上第一家计算机公司——埃克特-莫奇利公司，该公司研制出一种叫 UNIVAC（起初叫 EDVAC II，



后来改名为 UNIVAC) 的计算机, 提供给美国统计局和军方使用, 这是世界上第一台商业化的通用计算机。但是, 埃克特和莫奇利都不怎么懂经营, 很快他们的公司就因为赔钱而关门了。不过 UNIVAC 本身还是有很多亮点的, 尤其是它在通用性上做了重大的改进并且提供了相对完整的指令集, 因此在它上面编程变得更容易。

当然“更容易”也是相对的, 它使用了很不直观的汇编语言。为了方便输入和显示计算结果, 后期的 UNIVAC 还配备了带键盘和显示器的终端(如图 19.16 所示)。UNIVAC 的产品线由此得以维持了一段时间, 几经转手后成了优利(Unysis)公司的一部分。



图 19.16 UNIVAC 的终端(收藏于硅谷计算机博物馆)

埃克特和莫奇利的失败说明并非每一个学者都适合办公司, 类似的例子在计算机发展史上还有很多。不过从普及计算机的角度来看, 埃克特和莫奇利的失败也许并不是一件坏事, 因为在他们眼里计算机只是为计算而设计的, 并没有办公、商业等用途。这样, 将计算机从科学计算推广到商用领域的历史使命就落到了具有商业头脑的小沃森(T.J. Watson, Jr.)和他领导的 IBM 身上。

二战后, 小沃森接替父亲当上了 IBM 的总裁, 当时他还很年轻, 对新技术非常敏感, 他敏锐地看到了计算机将在今后社会中扮演非常重要的角色, 决定投巨资发展计算机。IBM 以前是制造卡片机和其他办公设备的公司, 它现有的客户都是未来的计算机用户, 这是它的优势, 不过公司里没有人懂得计算机技术。小沃森并没有因此就知难而退, 他认为只要商业的方向看准了, 技术问题是花钱来解决的。于是, 小沃森将 IBM 的研发经费从他父亲在任时公司营业额的 3% 增加到 9%, 聘请了冯·诺伊曼担任顾问, 并与麻省理工学院(林肯实验室, Lincoln Labs)合作研制计算机。莫奇利和埃克特也曾考虑过加入 IBM 公司, 但是因为很

复杂的原因他们最终没有能够一起合作。

IBM 时机把握得非常好。由于当时计算机商业化水平不高（埃克特 - 莫奇利公司也很小），美国军方和政府部门要使用计算机都得自己定制，这样既费时间又费钱，因此，美国社会有这样一个需求——由一家公司来研制和生产大家都用得起的计算机。IBM 恰恰把握住了这个机会。1953 年，IBM 一边和美国空军谈研制计算机的合同，另一边与林肯实验室一起建立了一个专门研制计算机的部门。1954 年，IBM 终于和空军签署了正式的合同，它将为空军开发一种项目代号为 SAGE<sup>8</sup> 的计算机，用于整个北美地区的防空指挥。

8

Semi-Automatic  
Ground Environ-  
ment 的缩写。

9

[http://www.  
extremetech.com/  
computing/151980-  
inside-ibms-67-  
billion-sage-the-  
largest-computer-  
ever-built](http://www.extremetech.com/computing/151980-inside-ibms-67-billion-sage-the-largest-computer-ever-built)

为了研制 SAGE，IBM 投入了全公司 20% 的人力，堪称一场豪赌。不过大投入也为 IBM 带来了丰厚的回报。IBM 从整个 SAGE 项目中一共获得了 100 亿美元的收入（相当于 2013 年的 670 亿美元）<sup>9</sup>，这不仅占了当时 IBM 计算机销售额的 80%，而且帮助 IBM 确立了在计算机行业的霸主地位。

10

以前计算机的操作  
系统只能执行预先  
设定好的批处理，  
不能进行实时处  
理。

第一台 SAGE 于 1958 年交付使用，后来经过改进居然一直用到了 80 年代。相比之前的各种计算机，SAGE 的实用性要强得多。之前的计算机，主要考虑的是计算功能，对存储、控制、输出等部分做得都非常简单，因此，计算机更像一个裸露的计算器，而非功能齐备的产品。这些计算机，除了专家，没有人能操作。SAGE 则不同，它除了有更快的（用于计算的）中央处理器外，还采用了当时最先进的磁芯存储器、视频显示器、（通过电话线的）数据传输设备，并且安装了一个实时操作系统<sup>10</sup>。SAGE 是真正意义上的商品，而不再是过去的实验设备，一般的操作人员经过学习和培训后，就可以使用 SAGE 工作了，它的用途也从单纯的科学计算拓展到军事指挥。虽然这些特点在今天看起来稀松平常，但是在当时却是计算机走向商业的关键一步。

不过，虽然 SAGE 可以批量生产，但它还是太贵了，它实际上只有一家客户——美国空军。如果不能解决计算机的造价问题，它还是无法进入商业领域。

## 3.2 从军用到商用

有两个公司对于计算机的普及和用途的拓展作出了重大贡献，它们就是 AT&T 和 IBM。前者在技术上的发明使得计算机的造价大幅降低，而后者在商业上的成功使计算机得以普及。

我们前面提到，早期的电子计算机（又称为第一代计算机）是用电子管搭成的。电子管不仅很贵，还特别费电。如果读者还能找到几十年前的古董收音机，就能够理解这些电子管制作的电器效率有多么低。一个电子管收音机一般使用五六个电子管，这些电子管的输出功率加在一起只有 1 瓦左右，却要耗电 40—50 瓦，其他的电能都转化成热能浪费掉了。电子管还有其他很多不足，比如电子管的电器预热时间很长，打开电源开关，要等一两分钟才能工作。电子管也很容易损坏，这样计算机的可靠性高不了。总之，电子管的计算机可以说是造价高、运行和维护成本高而寿命短的瓷娃娃，很难普及。

因此，要普及计算机就需要有一种比电子管更加便宜、耐用又省电的电子元器件。而恰恰在计算机诞生后不久，一项发明解决了这个问题，这就是 1947 年 AT&T 贝尔实验室的肖克莱（William Bradford Shockley, 1910—1989）和巴丁（John Bardeen, 1908—1991）发明的晶体管。1956 年，他们因此获得了诺贝尔物理奖，这也是贝尔实验室获得的第一个诺贝尔奖。值得一提的是，16 年后巴丁因为发现超导第二次获得诺贝尔奖，成为了历史上为数不多的两次获诺奖的科学家。

在发明晶体管后不久，AT&T 公司在 50 年代研制出世界上第一台晶体管计算机，其速度是以往电子管计算机的上百倍。不仅如此，相比电子管，晶体管还有很多无与伦比的优点，首先它的价格和功耗比电子管低了一个数量级，体积和重量降低了两个数量级，寿命却则提高了一个数量级。因此只要能批量生产，计算机的价格便有望降低一个数量级，而且这种计算机的运营和维护成本也降低了很多。

为了保持刚刚在计算机领域确立的领先优势，IBM 很快也研制出自己的

晶体管计算机。从第一代电子管计算机到第二代晶体管计算机能够在短短的几年时间里就完成，一个重要的原因是计算机的系统结构并没有大的改变，从根本上讲依然是冯·诺伊曼的，由此也可以看出一个超越时代的科学家的影响力是多么的深远。不过晶体管的计算机依然是分立元件的，可靠性还是有问题，而且一旦坏了，很难找到原因。对于银行、证券公司或者航空公司而言，这个缺点是无法接受的。因此，晶体管计算机也只能算是一代过渡型产品。

计算机真正进入商业，是靠集成电路的发明和普及，而集成电路的诞生和发展，在很大程度上成就了硅谷。在1958到1959年间，德州仪器公司的工程师杰克·基尔比（Jack Kilby, 1923—2005）和仙童公司的罗伯特·诺伊斯（Robert Noyce, 1914—2008）分别独立发明了集成电路，当时一个纽扣大小的集成电路芯片，内部就集成了上百个晶体管，这就使计算机变得运行速度更快、体积更小、价格更便宜。最重要的是，它使得计算机的元器件数目减少了两个数量级，这样一来计算机的可靠性就非常高了。

11  
COBOL是Common Business-Oriented Language几个字的缩写，意思是“通用的面向商业的语言”。

计算机发展到这一步，进入商业领域的硬件技术条件已经具备，但是要让计算机从单纯科学计算扩展到商业和管理上，还需要有一门便于处理商业数据的高级程序语言，而COBOL语言<sup>11</sup>便在这时应运而生。现在，剩下



图 19.17 创立仙童公司的八叛徒，仙童公司后来成为硅谷很多半导体公司之母

的事情就要看IBM等公司能否把这些技术变成有用的产品，并且有能力在市场上推广。在历史上，很多好技术在商业上并没有成功，比如磁悬浮技术。在计算机的推广方面，IBM公司可以说是功不可没。

晶体管 and 集成电路都不是 IBM 的发明，但 IBM 却是利用这两项技术将计算机做得最好的公司。1964 年 IBM 研制出采用集成电路的大型计算机 IBM/360 系列以及后来升级的 370 系列，这两个系列的大型机非常成功，以至于 IBM 靠它们就占到了整个世界市场份额的一大半。COBOL 也不是 IBM 发明的——它是基于女科学家格蕾丝·霍普（Grace Hopper, 1906—1992）早先的编程语言设计而开发的，但是它被工业界接受并得到普及却是 IBM 的功劳。在 COBOL 之前，软件人员使用最多的高级程序语言是 FORTRAN<sup>12</sup>，主要针对科学计算，而不是商业应用。到了 20 世纪 60 年代，靠着 IBM 的大力推广，COBOL 才被整个计算机工业界接受，并逐渐成为占主导地位的程序设计语言。

至于说为什么 IBM 能成功，主要是因为它发明了以服务为核心的 IT 商业模式。在 20 世纪 60 年代，各行各业刚刚接触计算机，对它既不熟悉，也不大会使用，IBM 每进入一个新的行业，一般都会先和行业里比较大的公司合作开发行业软件，然后向全行业推广。为了保证这些客户能把计算机和软件用好，IBM 会派人到客户那里提供服务，然后每年收一些服务费。就这样，在 IBM 的“辅导”下，计算机被推广到一个又一个行业中。1959 年进入银行业，1963 年进入汽车工业，1964 年进入航空业……当一个行业中有一家企业开始使用计算机后，其他企业为了竞争不得不跟进。例如，1964 年，美国航空公司（American Airlines）率先采用 IBM 研制的计算机订票系统，成为全球首家计算机化的航空公司。虽然这个订票系统在运营初期，还有人担心这样是否会增加成本，但是一年以后，再也没有人提出这个问题了，所有航空公司都开始采用计算机订票了，因为这些公司发现，如果不这样做，它们将无法与美国航空公司竞争<sup>13</sup>。计算机不仅帮助了航空公司的售票业务，还及时地为航空公司和旅客提供世界各地机场和航班的信息，大大方便了航空公司和乘客。这样就推动整个社会进入信息化的时代。

随着计算机的普及和发展，围绕着计算机形成了一个大的产业和研究领域，各个大学相继成立了计算机系，在工业界出现了一个新的职业——程序员。

## 12

FORTRAN 是 Formula Translating 的缩写，意思是公式翻译（的语言），从字面上就能看出这是为科学计算设计的。

## 13

在此以前，航空公司的订票业务完全依赖人工。各地的订票员接到客户的订票电话后，给客户预留一段时间，然后在航班的座位表上写上客户的名字，各个订票点之间再经常通过电传同步。这种方法既不方便，各个订票点之间还经常发生冲突。在采用了计算机订票后，美国航空公司的各个订票点都通过电话线连到了 IBM 的大型计算机上，由计算机统一处理，上述问题就得到了根本解决。

在 20 世纪 60 年代，你只要会 COBOL 语言，就能生活得很好，比今天的程序员日子过得舒服多了，因为当时各行各业使用的软件大多是用 COBOL 写的。一些优秀的工程师的成就也被全世界认可，例如英国工程师托尼·霍尔（Antony Hoare，1934—）因为发明了计算机算法中的快速排序算法（Quick Sort），被英国女王授予了爵士称号。从 20 世纪 60 年代直到今天，计算机工业一直是全球发展最快的行业。

计算机从 20 世纪 40 年代被发明开始，大约用了 30 年时间，完成了一系列转变：从科学计算到商用、从不计成本的定制品到企业和大学都买得起的商品、从只有专家才会使用的复杂仪器到一般操作员都能使用的办公设备。在这个过程中科学家和工程师的贡献固然是巨大的，而 IBM 等私营公司的作用也是功不可没的。当然，这些公司的动机是为了赢利，但是同时也促进了文明的发展，从这里我们可以看到技术和商业一旦结合在一起，就大大地加速了文明的进程。

#### 第四节 让每个家庭都拥有计算机

由于 IBM 的大型机实在太贵，中小企业和学校根本用不起，因此当时就出现了一些公司，如 DEC 和惠普，制造相对廉价的小型计算机，作为在低端市场对 IBM 产品的补充。但是，即便是后者价格也不菲。图 19.18 所示的是我在硅谷计算机博物馆见到的一台惠普中型机的标价，当时主机的售价是 28500 美元，加上外设价钱在 5 万美元以上。这么昂贵的计算机显然无法进入家庭，即使降价一半或更多，也无济于事。价格至少降至原来的十分之一或二十分之一，同时性能还不能太差，计算机才有可能走入家庭。



图 19.18 70 年代惠普中型计算机主机的售价（美国硅谷计算机博物馆）

价格因素只是妨碍计算机进入家庭的原因之一。抛开价格的因素，如果免费将这个冰箱大小的家伙送给大家，即使你家里有足够的地方放置，并且不考虑耗电量，你可能也不会要，因为它对大家来讲没什么用。要让计算机变得体积足够小，价格足够便宜，而且对家庭还有用，光靠一两个公司是不够的。实际上，这件事最后是由成千上万个公司共同努力完成的，而这些公司的利益并不相同甚至有冲突，但是它们都被一只看不见的手引导着往前走，这只手就是摩尔定律。

#### 4.1 摩尔定律 (Moore's Law)

约翰·霍普金斯大学工学院院长施莱辛格 (Ed Schlesinger) 讲，正如在牛顿之后的二百年里世界的发展是由牛顿三定律决定的一样，过去 60 年世界的发展是由摩尔定律所决定的。这句话或许有些夸张，但是从一个侧面说明了集成电路的发展对整个世界发展影响之大。

顾名思义，摩尔定律是由一个叫戈登·摩尔 (Gordon Moore, 1929—) 的人提出来的，关于他的故事我们在后面介绍硅谷时还会详细介绍。摩尔曾经和朋友共同创办了两家非常有名的半导体公司——仙童公司和英特尔公司，不过他最出名的是提出了摩尔定律。1965 年，集成电路还不为大多数人所知，这时摩尔就大胆地预测它的性能可以每两年翻一番，后来翻番的时间又缩短到 18 个月。当时没有太多的人（包括摩尔本人）相信摩尔预测的增长速度会持续很多年，因为连续翻番的事情一旦发生是很可怕的。我们都知道古代印度那个在国际象棋棋盘上放入麦粒的故事，只要后一个格子里的麦粒比前一个翻一番，只要几十次，数量就增长了万亿倍，甚至还多。

过去 50 年里，集成电路就是按照翻番的速度在发展的——每 18 个月性能翻一番，或者说同样性能的产品价格降一半，一连翻了 30 次左右。我们可以想象，当这种翻番的进步进行到某一天时，会出现一个拐点，让计算机便宜到个人能够消费得起。从这时起，小小的半导体芯片的影响

力就不局限于计算机行业了，而是开始改变整个世界的经济结构。这个拐点就出现在 1976 年。

这一年，没有读完大学的天才史蒂夫·乔布斯（Steve Jobs，1955—2011）和一名叫做沃兹尼亚克（Steve Wozniak，1950—）的工程师在一间车库里“整”出了世界上第一台可以商业化的个人电脑 Apple I。与以前各大计算机公司做法不同的是，乔布斯和沃兹尼亚克并没有从计算机的芯片开始设计，而是直接拿来一款代号为 MOS 6502 的微处理器“攒”出了一台个人电脑。Apple I 的速度连今天智能手机的十万分之一都不到，不过却比世界上最早电子计算机 ENIAC 快了几十倍，而售价只有 666.66 美元。如果不是乔布斯透露沃兹尼亚克喜欢重复的数字，大家还会以为他们请了一个中国销售人员定的价格呢。这个价钱比当时任何商用的计算机便宜 1—2 个数量级，是一个中产家庭所能接受的价格。当然，Apple I 是一台空壳主机，显示器要用家里的电视机，键盘要单买，内存很小而没有外接的存储器，更没有什么现成的软件可以使用。因此 Apple I 的使用者一般都是计算机爱好者，而并非普通的老百姓。不过，沃兹尼亚克很快就开发出一种新的机型——Apple II，虽然它的处理器还是和 Apple I 一样，并且需要接电视机作为显示器，但是可以接入家庭的卡式磁带机作为存储设备，也可以配置软盘驱动器，这样写的程序再多也不会丢了。不过对大部分家庭更有意义的是，Apple II 提供了游戏卡的接口，这让它变成了很多家庭的游戏机。虽然 Apple II 的价钱比 Apple I 贵了一倍，不过依然热销。



图 19.19 世界上最早的通用个人电脑 Apple I，当时售价 666.66 美元，今天在 eBay 上售价高达五千到两万美元

虽然 Apple II 的价钱比 Apple I 贵了一倍，不过依然热销。

Apple II(及其兼容机)可能是计算机历史上销量最大、生命力最长的个人电脑之一，它的扩展型 Apple IIe 居



然卖到了1993年。另外,它在中国有一个中国版的孪生兄弟——中华学习机,在20世纪80年代,中华学习机的销量居然是当时中国其他PC销量的总和,因为它是唯一一种家庭可以承受得起的PC,售价在1000元人民币以下,而当时一台IBM-PC兼容机要卖到一两万元人民币。由此可见价格在早期计算机进入家庭时扮演着非常重要的角色。

苹果公司早期的几款电脑的意义不在于它们真的对人们的生活产生了多大的影响(事实上大多数人不过是拿它玩游戏而已),而是证明了电脑是可以进入家庭的,而且这个市场可能比原有的企业级市场还要大。

IBM在历次技术革命中常常不是领跑者,在晶体管计算机和集成电路方面它都是如此,但是它常常是笑到最后的那个选手。不过在PC时代,IBM的这一神话没有得到延续,它在某种程度上是替他人做了嫁衣。

IBM在PC上的起步其实并不晚,1980年IBM的总裁弗兰克·卡里(Frank Cary)就决定开发个人电脑。起初,IBM只是想小打小闹,当时有十多万人的IBM将这件事交给了在佛罗里达一个只有十几人的小组。不过,正是因为人员不足,而且远离公司在纽约州的本部,这个只有十几人的小组不得不打破以前IBM开发计算机时自行设计全部硬件和软件的做法,采用了第三方的处理器——英特尔公司的8088芯片,并且委托独立软件公司为它配置各种软件,尤其是操作系统。IBM找到了当时还只有两个人的微软公司,询问比尔·盖茨是否能开发PC的操作系统,盖茨知道这是一个千载难逢的好机会,就答应了下来,然后转身花了5万美元买了一个叫QDOS



图19.20 被认为是20世纪最具革命性的计算机产品IBM-PC,对比苹果早期的产品,确实高级了很多

的小型操作系统，改名为 MS-DOS 后，拿去向 IBM 交账了。就这样仅仅用了一年，也就是在 1981 年，IBM-PC 就问世了。第一批 IBM-PC 的性能比当时苹果公司的个人电脑好了很多，它与 Apple II 电脑的差别就如同 iPhone 和诺基亚老式翻盖手机的差别那么大。因此，IBM-PC 从一问世就大受欢迎，当年卖掉了 10 万台，一下子占领了四分之三的 PC 市场。《时代周刊》当年就评选 IBM-PC 为 20 世纪最伟大的产品，《华尔街日报》也高度评价了 IBM 的这一贡献。电脑进入家庭，并且能够帮助人们做日常的事情，是从这时候开始的。

如果回到 20 世纪 80 年代初问大家，谁将会是个人电脑时代的领导者，十有八九的人会说是 IBM，剩下可能会说是苹果。遗憾的是历史和 IBM 开了个大玩笑，在个人电脑时代的这场大戏中，IBM 连头号配角都算不上，而发明个人电脑的苹果也只是头号配角而已。真正的主角是一开始藏在 IBM-PC 背后的微软公司和英特尔公司。关于这场大戏以及这四家公司的故事，在拙作《浪潮之巅》里有详尽的描述，这里就不重复了。而最终形成这样结局的原因，并非这些公司的领导者能力不济，眼光不够长远（事实上上个世纪 90 年代 IBM 的 CEO 郭士纳和苹果的创始人乔布斯都是历史上数得着的优秀领导人），而是因为摩尔定律在背后起作用。

在个人电脑时代，IBM 其实是摩尔定律的受害者，当微机的价格一降再降，而性能不断逼近其大型机时，IBM 面临了一个两难，要么放弃这个快速发展但利润却越来越低的个人电脑市场，要么放弃过去的优势，和所有个人电脑厂商站回到同一条起跑线上，无论怎样选择，IBM 都将非常痛苦。最后它选择了放弃利润很薄的个人电脑市场，虽然这个市场的规模更大。30 年后证明，它的选择是正确的，它舍弃了本来不属于它的，却守住了它应得的市场。不过这样也就将新时代的主角让给了微软和英特尔。

那么这两家公司又是如何“合作”将计算机这个看似高不可攀的高科技产品变成了每个家庭都能拥有，而且还离不开的普通电器的呢？这还得说到在摩尔定律的影响下，这个行业特殊的规律性了。

## 4.2 WinTel 王朝

摩尔定律本身只是解决了计算机成本的问题，并没有解决易用性的问题。20 世纪 80 年代的个人电脑在今天看来是很难用的。当时占了大部分市场份额的 IBM-PC 及其兼容机，绝大部分都采用微软的 DOS 操作系统，在 DOS 操作系统下，人们要用键盘与计算机不断地对话，当然使用的是计算机规定的语言而不是人讲的自然语言。比如你要找一个文件，然后编辑打印，需要先用“DIR”命令列出目录下的文件，抄下或者记住这个文件的文件名（FILENAME），再用编辑命令“EDIT”打开这个文件进行编辑。当编辑完成后，再用 PRINT 这个命令打印文件到指定的打印机上。各位读者看到我列举的这些枯燥的命令可能已经有点烦了，但是如果每天这样使用计算机大家会更烦。更要命的是，使用者还要将这上百个命令记熟，这个门槛对于一般的家庭主妇、蓝领工人或者老年人们并不低。如果不解决这些问题，计算机的普及就很困难。

公平地讲，这个难题是乔布斯的苹果公司和盖茨的微软公司共同解决的，虽然乔布斯可能不会同意我这种说法（他会认为微软偷了他的想法）。早在 1973 年，施乐公司帕洛阿图研究中心（PARC）就发明了一种图形界面的操作系统原型和可实用的鼠标，但是施乐并不知道它们有什么大用途。1980 年乔布斯将这些技术用到了苹果的 Lisa 个人电脑上，第二年又用到了新设计的麦金托什<sup>14</sup>计算机上。这一年，已经在 IT 领域颇有名望的乔布斯邀请还是小字辈的盖茨来到硅谷洽谈合作事宜。当然乔布斯事先并没有告诉盖茨要谈什么，而是要给后者一个惊喜。乔布斯给盖茨看了新设计的麦金托什个人电脑，以及漂亮的图形界面的操作系统。乔布斯让盖茨大吃一惊的目的确实达到了，后者果然被这种图形界面加鼠标的操作系统迷住了，这比他微软的 DOS 不知道要强多少倍。盖茨马上意识到，眼前这种基于视窗的操作系统代表了今后的趋势。不过让乔布斯没有想到的是，原本被找来帮助苹果开发（图形界面）应用软件的盖茨，却在想如何开发类似的操作系统和苹果竞争。

14

Macintosh，加州的一种苹果，后来成为了苹果计算机的代名词，今天说的 Mac 就是 Macintosh 的缩写。

盖茨回到微软后，向同事们展示了苹果的产品，大家也都被这种图形操作系统迷住了，从此微软研发的重心转到了视窗操作系统上。微软的工程师们花了十几年的时间，几经坎坷，直到20世纪90年代中期，才做出一款可以媲美苹果操作系统的软件——Windows 3.0，好在他们长期的努力在市场上得到了回报，这个版本的视窗操作系统一上市，就确立了微软在个人电脑时代的领袖地位。在接下来短短的两年里，不仅所有的个人电脑全部由DOS升级成了视窗操作系统，而且微软把苹果的市场份额挤得只剩下不到5%。对于今天的人来讲，操作系统就应该是基于视窗的，但是如果没有盖茨和微软的努力，这一天不会来得这么快。公平地讲，乔布斯发明了一个好东西，但是盖茨将它普及开来，因此他的贡献是不可忽略的。这位志向高远的业界领袖有很多理想，但第一个理想就是“让每个家庭都拥有计算机”，有了视窗操作系统，他的这个理想实现了。



图 19.21 在麦金托什诞生的二十多年后，乔布斯（左）和盖茨（右）两大IT巨头再聚首

讲到这里读者可能会有一个疑问，苹果不是早就有了图形界面操作系统，那么为什么它的计算机没有成为主流呢？要说清楚这个道理，我们还要回到摩尔定律，这只控制计算机行业的看不见的手上来。

摩尔定律对于用户来讲是个福音，对于制造计算机的厂家却未必。如果18个月后计算机的价格不变，性能翻了一番，或者性能不变价格降了一半，谁还会急着买计算机呢？如果从个人到企事业单位大家都等18个月才买计算机，那么这个市场一定发展不快。幸好在PC时代，还有一个安迪-比尔定律（Andy-Bill's Law）也在支配这个领域的商业行为。这个定律的原文是“安迪所给的，比尔都要拿去”<sup>15</sup>，其中安迪是指英特尔公司

共同创始人兼当时的 CEO 安迪·格罗夫，而比尔当然就是比尔·盖茨。这条规律的意思是，微软等软件公司的新软件总是要比从前的软件耗费更多的硬件资源，以至于完全吃掉了英特尔等硬件公司带来的性能的提升。事实也是如此，我们并没有觉得今天的 PC 比一年半以前快了很多，而在 18 个月前的计算机上跑最新的软件，大家会发现慢得不得了。

如此说来，似乎软件公司非要和用户做对，其实不然，这是计算机工业发展的需要。我们前面讲，为了让计算机真正对个人和家庭有用，必须开发出各种各样的应用软件，而运行这些软件是要消耗内存和处理器时间等硬件资源的。同时，为了管理这么多应用软件和越来越多的用户数据，计算机的操作系统也要做得更复杂，这也要消耗掉硬件资源，这也是大家都感觉微软新版 Windows 总是比老版来得慢的原因。另一方面，随着应用软件越做越复杂，软件开发的难度也就越来越大，因此开发人员不得不采用编程方便但是运行效率降低的程序语言，否则新软件的开发周期和维护成本都会高得受不了。从 20 世纪 70 年代到今天，PC 程序员们（包括比尔·盖茨）最初使用汇编语言，然后是 C 语言、C++、Java，再到现在的各种脚本语言，比如 PHP 或者 Python，编程是越来越容易了，但是执行效率却越来越低了，这毫无疑问也要消耗掉更多的硬件资源。由于软件会吃掉硬件性能的提升，为了让新的软件能够运行得比较流畅，设计处理器、内存和硬盘的半导体和硬件公司就必须做到 18 个月让计算机的性能翻一番；同样，当硬件性能提升后，所有的软件公司就必须努力开发出新的软件或功能再“吃掉”硬件的提升，这样软件和硬件就形成了一种非常紧密的相互依存的关系，使得计算机产业能够不断地升级换代，飞速发展。由于摩尔定律和安迪-比尔定律的共同作用，几十年下来，计算机整机的价格不仅没有提高而且还能缓慢下降，占家庭收入的比重越来越低，而计算机的功能却越来越强，用途越来越大，大家就有意愿购买和更新个人电脑了。当然，计算机得到普及的另一个重要原因是互联网的普及，以至于人们为了交流和获取信息，家里必须有一台计算机。关于互联网的内容我们在本书第二十二章会详细介绍。

上面这一环扣一环的产业链堪称完美，但却不是一家公司能够通吃的，这需要大家的分工协作。而在分工协作时，各家厂商既没有一起开会商量，也没有像电信行业那样制定一个整体的标准（当然局部的标准协议还是有的），整个行业完全是靠着一只看不见的手，通过摩尔定律、安迪-比尔定律等几条 IT 行业的规律来维持的。在个人电脑时代，制造电脑的厂商非常多，而开发软件的公司也非常多，不同的 PC 之间，同类功能的软件之间，从功能到质量都没有本质的区别，因此这些公司都不在计算机产业的关键路径上。不过任何 PC 和应用软件都有两个绕不过去的环节，即中央处理器（CPU）和操作系统，而它们分别被英特尔和微软这两家公司控制了<sup>16</sup>。如果不采用英特尔的处理器和微软的操作系统，原有的各种软件就无法运行了。因此没有一家 PC 厂商会选择做和其他厂商不兼容的机器。这样一来，英特尔和微软就主导了 PC 时代，于是有人发明了一个词来概括个人电脑的时代——WinTel，即视窗（Windows）加上英特尔（Intel）的意思。在这个时代，微软和英特尔就是整个 IT 帝国中两根无法撼动的支柱。

16

AMD 虽然也生产兼容英特尔处理器的产品，但是，它的存在只不过是英特尔出于反垄断的考虑没有并购它。

现在，我们就很容易看清楚为什么苹果公司在个人电脑时代是一个配角。苹果在某种程度上是置身于这个产业链之外的，从处理器芯片的设计到应用软件的开发全要靠自己做，它的计算机自成一体，和其他的 PC 完全不能兼容。这种封闭的做法导致了三个后果：价格贵、软件少和不兼容。因此，即使苹果电脑的界面做得再漂亮，大家也不敢买，按照当时通用汽车公司 CEO 的说法，这是一辆只能在 5% 公路上行驶的汽车。更何况一个公司也很难在方方面面都做得很好，因此以一个公司的智力抗衡整个行业，时间一长就必然落入下风。苹果公司产品的市场占有率从 IBM-PC 诞生之后就一直下降，直到后来它也采用了英特尔的通用处理器，并且在自己的 Mac 机上运行微软的 Office 办公软件<sup>17</sup>，甚至可以运行微软的视窗操作系统，市场占有率才回升到 10%—15% 之间（当然这时的苹果电脑已经部分融入 WinTel 体系了）。

17

虽然微软 Office 套件中的部分程序，比如 Word，很早就有了 Mac 的版本，但是并不全，而且和微软视窗上的版本兼容性并不好（主要是由于苹果硬件的兼容性所导致的），直到 Mac Office98 版，才真正包装了 Office 中的全部套件，并且和微软视窗版本全面兼容。

WinTel 和苹果之争从表面看是产品之争、技术路线之争，而从更深层看是两种商业模式和文化之争。WinTel 代表着开放与分工合作，这是现代

工业社会的基本特征，而苹果则是代表着封闭和对技术的垄断，因此，苹果在市场份额上落败是必然的。有意思的是，历史有时会出现惊人相似的一幕：20年后，苹果在智能手机领域也是因为同样的原因，在市场份额上输给了 Google 采用开放路线的 Android 系统，这是苹果公司的基因<sup>18</sup>使然。不过，虽然苹果不是 PC 时代这场大戏的主角，也毕竟是一个不小的得益者。

18

关于公司的基因理论，读者可以参看拙作《浪潮之巅》。

经过英特尔、微软和众多公司的努力，计算机这种原本非常复杂且用途单一的产品居然成为了家庭必备的电器产品，而且在人们的日常生活中发挥了巨大的作用。从上个世纪 70 年代初到 2010 年，计算机处理器的性能提升了一百万倍，而且价格还在不断下降。至于为什么只有信息产业能够一直按照摩尔定律规定的速度发展，不同人有不同的解释，我们这里就不一一说明了。但是有一条是明确的，那就是半导体公司的数以十万计的几代工程师不断挑战极限、超越前人的结果。同时，这也要靠世界上数百万软件工程师通过不断推出新功能的软件，最终使得计算机这个原本只能做科学计算的仪器成为了几乎无所不能的智能机器。今天，没有人会否认计算机是人类文明史上最伟大的发明之一，而在为这项文明成果做出贡献的是上百万人（甚至更多），可能还包括读者你，因此大家可以为自己感到自豪。计算机的普及再次说明文明不只是由几个英雄人物创造的。

与过去很多文明成就不同的是，计算机的发展速度快得超出人们的想象力。盖茨曾经这样说：“如果通用汽车公司像计算机行业那样紧跟技术的发展，我们今天的汽车只要 25 美元一辆，而且早就可以用一加仑汽油跑 1000 英里了<sup>19</sup>。”虽然汽车业人士认为这种比喻不公平，但是盖茨用一个大家容易懂的比喻说明了计算机工业发展速度之快。

19

盖茨说这句话时，一加仑汽油可以跑 30 英里。

## 第五节 “三无”时代

随着半导体技术的发展，计算机成本、体积和能耗的不断下降，它已经变得几乎无所不在了。在互联网尤其是移动互联网兴起之后，计算机和我们的生活开始有机地结合，伴随我们左右，可以说是无时不在。而随

随着大数据、机器学习和计算机软件技术的发展，计算机已经变得越来越“聪明”，在人们看来似乎是无所不能的。计算机的未来可以用三个词来形容：无所不在、无时不在和无所不能。

## 5.1 无所不在的计算机

我想现在大部分人都会同意计算机无所不在的说法。但是，我这里要强调的是它所使用的场合要比一般人想像得还要多，而且它们控制着我们身边的一切。

30年前的汽车不带任何处理器，但是今天出产的汽车，哪怕是最便宜的，也或多或少地由计算机控制它的各项功能，一辆高档的汽车（比如奔驰的E系列或S系列），大大小小的处理器多达上百个，因为任何一个小的功能都是由一个小的芯片控制。即使是那些生产了很多年的同一款工业产品，今天制造出的产品和几十年前的产品从本质上讲已经完全不同了。以波音747大型客机为例，虽然这是20世纪60年代末的产品，今天却还在不断地升级更新，其原因是今天的波音747和1969年首飞的机型其实已经是两种不同的产品了。过去那些采用复杂的模拟电路和机械控制的装置早已经没有了，取而代之的是全部由电脑控制的部件，因此今天生产的波音747客机要比20年前的安全可靠得多。在过去的几十年里，计算机已经悄悄地将全球的工业乃至各行各业完全“数字化”了。从大往小看，国家的管理、城市的管理、大型工业企业的管理，几乎所有设备（汽车、飞机）的控制，一直到我们日常生活中的各种电器，比如电视机、电冰箱、洗衣机、空调、照相机和DVD机功能的实现，其实都已经是通过计算机来完成，甚至就连小孩的电子玩具也不例外。

虽然在半个世纪前各行各业没有使用计算机时，人类照样生活，但是将各种控制的功能数字化，并且交给计算机去完成有很多好处。首先是计算机能实现过去看似复杂的控制逻辑，比如全自动洗衣机，如果想用机械的方法同时控制水量、转速、水温、漂洗次数、洗涤时间等各种组合，几乎是不可能的，而有了微处理器，这些控制简直就是“小菜一碟”。



那么在大型工业产品中这种优势更是明显。其次，数字化的东西可以降低成本，而机械的东西，甚至模拟电路的东西成本只会上升不会下降。靠着数字产品成本的不断下降，工业化国家的整体通货膨胀率在二战后才能一直控制得很好。第三，可以提高可靠性，任何系统的可靠性是和器件数量成反比的，比如每个器件的可靠性为6个9，即99.9999%，如果一个设备有10个器件，可靠性就降低成5个9了，如果有100个器件，则只剩下4个9的可靠性了。今天40岁以上的人应该有这样的经验，过去的模拟电视机（尤其是分立器件的），用一段时间小毛病就越来越多，因为里面的器件太多。今天的数字电视，里面只有几个解码和图像显示的芯片（都是微处理器），你想等它坏了换一个更新更大的，它就是不坏。当然，比电视机可靠性更重要的是保证我们社会运转的各种产品和服务（比如国家的应急和指挥系统、电力系统、火车飞机和各种医疗仪器）的可靠性，虽然我们还不能说它们是百分之百地可靠，但是却比半个世纪前有本质的提高，这主要归功于数字电路和微处理器。在过去的30年，全球经济发展的动力其实就是“数字化”，也就是计算机应用到各行各业，而这个过程也提供了全球GDP增值的大部分。

当计算机以各种形式不断渗入到各行各业时，它不仅仅停留在降低成本、改进产品质量上，而是在不断地让原有的行业产生革命，甚至颠覆这些产业。人们不断惊讶地发现，自己使用多年的东西，忽然有了新的玩法，而这个新玩法就是计算机赋予的。

在通过计算机颠覆原有行业方面，苹果公司堪称创新的典范。苹果公司在1990年到2006年较长的时间里，一直处于计算机行业的边缘。虽然从1996年起，乔布斯回到了苹果公司并且将它办成世界上最赢利的公司之一，但是当时人们关注的焦点依然是微软和新崛起的Google的竞争，而不是苹果公司。不过2007年，苹果公司再次成为了信息产业中最受关注的焦点，因为这一年它发布了一款新产品——苹果手机iPhone，这款当年销量只占全世界数量2%的手机，在短时间内彻底改变了世界通信产业，也因此创造了乔布斯的神话。

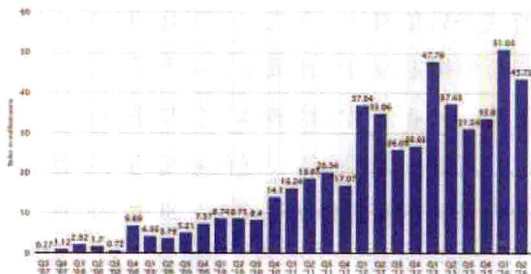


图 19.22 苹果 iPhone 全球销量的增长

很多人，尤其是传统电信行业从业者，曾经怀疑苹果能否在已经非常拥挤的手机市场站稳脚跟。诺基亚当时的首席战略家维尼奥克（Anssi Vnjojki）曾经评论道，手机主

要的功能是打电话，苹果的手机界面做得再漂亮也成为不了主流。但是，苹果公司不仅站稳了脚，而且和 Google 一起，将三星除外的全部传统手机制造商逼得几乎没有了活路。苹果 iPhone 的销量从第一年（2007 年第三季度到 2008 年第四季度）的 540 万部，猛增到 2013—2014 年度的 1.6 亿部，六年增长了 30 倍（后来的安卓手机增长速度更快）。而曾经占据手机市场份额四分之三的诺基亚和摩托罗拉，很快跌至不到 10% 了，最后不得不双双被出售了<sup>20</sup>。苹果的这次成功说明了计算机在颠覆现有行业上几乎是无所不能——它会以某种形态（比如手机）进入到一个行业中，然后以大家想象不到的速度占据这个行业中心，并将这个行业彻底改头换面。我们不妨以苹果的 iPhone 为例，看看电信这个巨大并在快速发展的行业是如何被计算机颠覆的。

20

诺基亚的手机业务于 2013 年卖给了微软公司，摩托罗拉先是被 Google 收购，然后又被转手卖给了联想。

在 iPhone 发布之前的很长时间里，电信行业和计算机行业基本上是井水不犯河水。手机业务原本是摩托罗拉和诺基亚这些通信设备公司的地盘，不关计算机公司的事情。早期的手机主要功能是通话，里面最重要的部分是数字信号处理器（其实也是一种特制的计算机），虽然手机内还有一个通用处理器管理手机的其他功能，但它不是很重要。那时手机的质量主要取决于数字信号处理器，当然这是通信公司和生产通信半导体的公司的特长。但是随着手机中那个通用的计算机芯片越做越快，它就逐步成了手机的主体，而数字信号处理器的重要性逐渐下降并最终由通用的计算机芯片替代了。这样，在某个时间点，计算机的某些功能，比如上网、查看邮件、玩游戏、听音乐、看视频等会超过通话功能成为手机的主要功能，智能手机就是这样出现的。

iPhone 并不是第一款智能手机，日本 NTT 下属的移动电话公司 Docomo 早在 1999 年就开始销售能够上网的智能手机，并且在两年里发展了 4000 万个用户。不过早期的智能手机厂商，无论是日本的 Docomo、加拿大的黑莓（Blackberry）、美国的微软或者欧洲的诺基亚，思维方式还没有摆脱以通信为主（电话、短信加电子邮件）的限制，而不是以计算机为主的思路。当时的智能手机虽然能上网或者玩游戏，但这些都是次要功能，而且用户体验相当差，因此这些手机与传统手机相比，优点并不明显。

但是，智能手机到了乔布斯的手里，就完全不同了。它首先是一部便携的、可以随时上网的计算机而不是电话。iPhone 诞生和普及之后，使用者不知不觉地做出了一个选择——将过去在计算机上做的一些事情，比如上网看新闻、查看邮件和聊天，用手机来做了。继苹果之后，Google 推出了开源的智能手机操作系统安卓（Android），让几乎全部的手机厂商停掉传统的手机业务，转向制造 iPhone 那样的触屏式智能手机。再接下来，这些智能手机改变了运营商的商业模式。由于打电话的功能被弱化，运营商的收入就从以话费为主转向以数据套餐为主，不过由于智能手机可以通过 Wi-Fi 和计算机互联网相连，运营商的数据流量收入也受到挑战，迫使它们不得不再寻找新的商业模式。

智能手机在改变电信产业格局和用户习惯的同时，反过来也改变了计算机产业链。随着智能手机的普及（和云计算的兴起），移动互联网逐步取代原来基于 PC 的互联网，成为很多人获取信息的首选渠道，大家每天使用 PC 的时间开始下降。2010 年苹果公司又推出了极具人气的触摸型平板电脑 iPad。早期的 iPad 有一个 9.7 英寸的显示屏，没有键盘，非常轻巧，大约一本 200 页 16 开书的大小和重量，可以通过触摸输入文字和指令来上网或使用各种应用软件，因此有人说它是一个放大的 iPhone，但是它对 PC 产业同样是具有颠覆性的。从功能上讲，小小的 iPad 可以在大多数时间替代人们对个人计算机的需求，却比台式计算机甚至笔记本电脑要便于携带，能在更多的场合使用。在苹果之后，三星等很多厂商推出了基

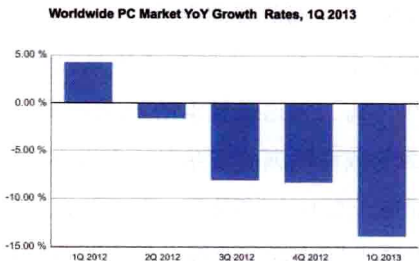


图 19.23 从 2012 年起全球 PC 市场开始萎缩

于安卓操作系统的平板电脑。这样，过去由微软和英特尔控制的产业链也开始动摇了，因为这些手机既不用微软的 Windows，也不用英特尔高性能但费电的处理器。从 2012 年起，自上个世纪 70 年代开始一直持续增长的 PC 销量开始下降，这标志着一个

旧的计算时代的终结，同时也是新的计算时代的开始。

透过智能手机的发展我们看到，当计算机的触角伸向社会生活的每一个角落时，这些领域甚至和它们相关的领域都被改变了。

## 5.2 无时不在的计算机

基于智能手机和平板电脑的移动互联网，不仅将人和人的距离拉得更近，而且让人和计算机无时无刻不在一起。在 PC 互联网时代，虚拟世界和现实世界是隔阂的，人一旦离开了电脑，其实就离开了互联网。因此人们的时间可以分为使用计算机和不使用计算机的时间。但是在移动互联网时代，人们总是挂在互联网上的，这时互联网和计算机不仅成为人们最常用的一种工具，而且成为人们日常生活的有机组成部分，我们除了睡觉时，很难分清什么时候不在使用计算机。

既然苹果公司可以将计算机做到手机中，并且让计算机和人的生活有机地结合，那么是否能够将计算机做得更小，并且成为人日常穿戴物甚至是身体的一部分呢？2012 年以后在 IT 行业出现了一个很时髦的名词——可穿戴式设备。苹果公司和 Google 公司开发的智能手表，其实就是一种比手机更小的计算机。虽然它们叫作手表，看时间对它们来讲并不重要，其主要的功能是不断地测定身体的各种数据并且通过云计算分析这些数据，最终达到改善生活的目的。例如，智能手表通过记录人的生活习惯（每天的运动量、24 小时的心电图、血压、血氧量，等等），不仅让每一个人了解

自己的身体状况，同时也会在数据分析后，提示使用者按照更加健康的生活方式。这些大量的数据也将为医生做出更准确的判断提供依据，帮助保险公司优化整个医疗保险行业的经营，降低投保人的平均保费。如果说我们在睡觉时还可以离开智能手机，那么这个智能手表可能连睡觉时都是戴着的，因为它可以监测我们睡觉时的身体情况。



图 19.24 基于安卓操作系统的 Google 手表

智能手表的出现，从表面上看，是计算机由台式到便携式再到移动终端（手机和平板电脑），最后到携带式不断小型化的过程，但更深层的意义在于计算机和人的结合越来越紧密了。

相比智能手表这些以收集和传输个人数据为主的可穿戴式设备，Google 眼镜将人和计算机结合得更紧密。这个只有 50 克重的 Google 眼镜，成功地把计算机的绝大部分功能（显示屏、蓝牙、Wi-Fi、GPS、音箱、摄像头、麦克风、触摸板等）集成在一起。使用者可以通过手指触摸、语音甚至是眨眼来操作这台特殊的计算机。作为一个联网的计算机，我们通常使用的功能它都有，比如上网看新闻、看视频、发短信、照相和录像，或者通过语音识别写笔记，等等。在不同的国家旅行时，它的翻译功能还可以帮助旅游者和当地人交流。通过 Google 眼镜，人们可以获得天涯近在咫尺的感觉，因为你可以在眼镜里，看到你远处的亲人朋友，以及周围的环境。

当然，如果它的功能仅仅局限于此，今天大部分智能手机也能够完成。但是 Google 眼镜还可以在在生活中扮演另一个角色，就是真正连接使用者自己、互联网，以及他人的媒介。Google 眼镜可以记录人一生看到的所有一切，包括一个人自己可能都没有注意到的生活细节，按照今天的存储器成本计算，存储人一生所看到的世界的成本大约 32 万美元（以人均寿命 80 岁计算），但是按照摩尔定律发展的速度预测，这个价钱今后可以降低几万美元。如果

这件事能够做到，它就等于是扩充了我们的脑容量，让我们把以前可能会忘掉的事情全部记录下来，这件事情的影响力会超过 1000 多年前人类开始的记日记的习惯。而且由于不需要再记忆一些琐碎的事情，或许我们的脑子可以想更多的问题。这不仅将彻底改变人的生活，而且会引发整个社会的变革，

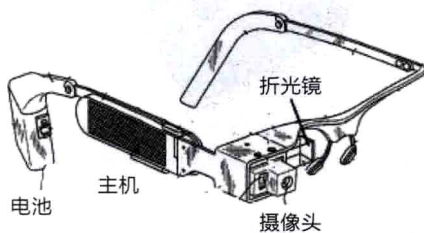


图 19.25 Google 眼镜

比如改变人与人之间的关系，改变司法制度，等等。当然，这些事情并非依靠 Google 一家公司就能够办到，而需要 IT 行业的共同努力，这就是 Google 在眼镜产品还没有上市时就很早地公开其公共接口 API 的原因。

无论是简单便宜的智能手表，还是售价高达上千美元功能齐全的 Google 眼镜，这些可穿戴计算机产品将成为人们生活中不可或缺的一部分，它对社会的影响更是不言而喻的，在计算的时代，计算机从无处不在慢慢发展到了无时不在。

计算机无时不在的结果，是让我们人类对它的依赖越来越大，我们的很多技能正在因此而丧失，而一些新的技能也在同时进化出来。过去我们能记得住很多电话号码，但是有了手机以后，我们甚至记不住自己的电话号码了。过去我们要学习认路，并且记住经常去的地方的路况，但是有了全球导航后，我们认路和记路的本事越来越差了。过去有经验的图书管理员或者书店的售货员，自己就有点像百科全书，他们可以帮助读者找到所要的资料或者图书，现在读者们更喜欢通过互联网找这些信息。过去摄影需要高超的技巧，摆弄照相机是一件技术活，现在几乎所有人都能照出高质量的照片，而对专业摄影者来说，比摆弄照相机更重要的是用软件对图像进行后期处理。这些例子非常多，我们就不一一列举了。美国著名作家尼古拉斯·卡尔（Nicholas Carr）在《浅滩》（*The Shallows*）一书中讲述了这样一个事实，当人们习惯于使用搜索引擎查找信息后，人脑中负责深层阅读部分的脑沟变浅，而负责快速浅层阅读部分的脑沟变深。这说明在我们不断改进计算机的同时，计算机也改变了我们。

### 5.3 无所不能的计算机

很多媒体讲 Google 眼镜是第一款成为身体一部分的计算机，如果它的性能可以按照摩尔定律规定的速度进步，其摄像机的分辨率能在几年内超过人眼，并帮助占人口比例 5% 的弱视患者<sup>21</sup>看清楚远景以及夜景，这样 Google 眼镜一类的产品就成为了人体的一部分。不过，我们在本章一开始介绍的那种（智能）心脏起搏器，其实已经是身体的一部分了。

21

这些患者因为眼球和脑部之间的信息传输有障碍，一般无法靠佩戴眼镜来矫正视力，他们尤其在光线较暗时看不清物体。

科学家们正在开发更多这类与人体有关的可穿戴式设备。2014 年，Google 又宣布正在测试的原型隐形眼镜将有助于糖尿病人管理疾病。该设备使用无线芯片和微型葡萄糖传感器，通过眼泪测定葡萄糖。这远胜于刺手指的微创技术，或用粗针头嵌入患者胃部监测的方法，也将降低肾功能衰竭和失明的风险。可穿戴设备甚至可能帮助残疾人和重病患者享受原本只能奢望的生活。在以前，美国只有 5% 的心脏病重症患者有机会通过心脏移植而重获生机。2013 年，约翰·霍普金斯大学开始试验一种人工心脏。该人工心脏是一个由计算机控制的泵，代替心脏进行血液循环，可以根据人的活动调节供血量。这是 IT 技术和传统医学结合的典型案例。此类特殊的可穿戴设备还很多，虽然它们离实际应用尚有时日，但长期来看，这些可穿戴设备不仅可以拯救千百万人的生命，也能提高人类的生活质量。

计算机不仅能监控、修补甚至替代我们身体的器官，而且有可能替代人类完成很多需要高度智能才能完成的任务。随着计算机速度和内存容量的不断增加，计算机算法的不断改进，它变得越来越“聪明”<sup>22</sup>，并且最终将拥有智能。当然，怎样判断计算机是否具有了类似人类的智能，在学术界是一个有争议的问题。不少人认同计算机先驱图灵对机器智能的定义。1950 年图灵在《思想》（*Mind*）杂志上发表了一篇题为“计算的机器和智能”的论文。在论文中，图灵并没有提出什么研究的方法，而是提出了一种来验证机器是否有智能的方法：让人和机器进行交流，如果人无法判断自己交流的对象是人还是机器，就说明这个机器有智能了。这种方法被后人称为图灵测试（Turing Test）。如果计算机通过了图灵测试，那么它就具有了类似人类的智能。

22

当然这是靠计算能力和数据量取胜，而并非真的像人一样去思考。

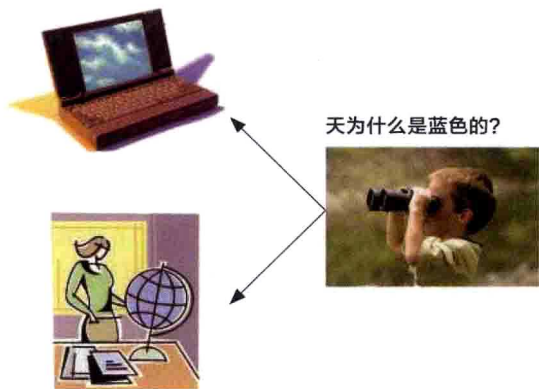


图 19.26 图灵测试

人们根据图灵给出的这个定义给出了一些实例，比如在国际象棋中战胜人类，能够识别语音、翻译自然语言或者回答人类的问题，如果计算机做到了这些，就说明它们有类似人类的智能了。1997年，IBM的

超级计算机“深蓝”在六番棋中战胜了当时的国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫。这是计算机超越人类的一个里程碑。在接下来的近20年里，计算技术在一个又一个智能问题上取得了突破，先是在语音识别上，然后在机器翻译中。2014年，我带领Google的一些科学家和工程师部分地解决了计算机自动回答人类提问的难题，比如计算机可以回答“天为什么是蓝色的”或者“海水为什么是咸的”这种相当难的问题。根据图灵的标准，现在的计算机已经有了智能。如果按这个趋势发展下去，计算机将越来越多地完成原本只有人类才能做到的事情，并且将变得无所不能。

计算机变得越来越强大，这也让一些社会学家和经济学家开始担心。2011年，麻省理工学院的两位学者布林约尔松（Erik Brynjolfsson）和迈克菲（Andrew McAfee）出版了《与机器赛跑》<sup>23</sup>一书，书中列举了许多事例说明计算机将在未来全方位地超越人类，比如驾驶汽车、处理法律文件，甚至通过医疗图像识别疾病，等等。他们担心未来计算机将抢走人类的饭碗，以致造成社会的分化。当然，我并不同意他们的结论，因为在我看来，计算机越来越聪明可以解放人类，让人类享受科技进步的成功，并不会因为社会上必须由人来完成的工作越来越少而加剧失业。在《文明之光》的前两册中，我们两次提到了美国开国元勋亚当斯的那句话：“我必须学习政治和战争，这样我的孩子才有可能学习数学和（自然）哲学，以及地理、自然历史，等等。然后给我的孙子创造学习绘画、



诗歌、音乐、建筑、编织女红和瓷艺的机会。”这句话换一个说法，或许对我们这一代人，以及今后的几代人会适用——我们必须让机器“聪明”起来，这样才能给我们的后代，然后给我们的孙辈们创造学习绘画、诗歌、音乐、建筑、编织女红和瓷艺的机会。无所不能的计算机给人类带来的将是人的进一步解放，就如同历史上很多技术所产生的效果一样。

## 结束语

计算机的出现在人类文明史上的作用，堪比几万年前的工具在人类进化和文明中所起的作用。如果说工具是人类手脚的延伸，那么计算机就是人脑的延伸。有了工具，我们的祖先才开始了文明的进程，人类的寿命也从十几岁提高到现在的 80 岁。而计算机的诞生，导致了后来的信息革命，才有了过去 60 多年的全球经济和社会的飞速发展，以及今天人类的繁荣和进步。

美国著名的发明家和未来学家雷·库兹韦尔（Ray Kurzweil）曾多次讲，随着技术变革的不断加速，在人类必然进化过程中的下一步是与机器的结合。或许人和机器会实现真正的现实与虚拟的融合，两者没有明确的区分。在实际意义上，人的衰老和疾病将得到扭转，污染将被停止，世界饥饿和贫穷将被解决，并最终甚至把死亡变成可溶性的问题。在计算的时代，这一切皆为可能。

## 附录 计算机大事记

公元前 2 世纪，中国人发明了实用的算盘，并且在世界上使用了两千多年

1642 年，帕斯卡发明机械计算器

1703 年，莱布尼兹发明二进制

1854 年，布尔发表关于布尔代数的论文

1936 年，图灵提出抽象的计算机——图灵机的概念

1938 年，楚泽制造出世界上第一台可编程的计算机 Z1

1941 年，楚泽实现了第一台与图灵机等效的计算机 Z3

1945 年，冯·诺伊曼提出冯·诺伊曼系统结构

1946 年，第一台电子计算机 ENIAC 诞生

- 1947年，贝尔实验室的肖克利发明晶体管
- 1951年，埃克特-莫奇利公司推出了世界上第一台商用电子计算机 UNIVAC I
- 1957年，“八叛徒”成立仙童公司，这成为了所有半导体公司的鼻祖
- 1958-1959年，德州仪器公司的基尔比和仙童公司的诺伊斯发明集成电路
- 1964年，IBM 推出 IBM System/360 大型机系统
- 1968年，英特尔公司成立
- 1974年，施乐公司发明基于图形界面的操作系统，这成为今天各种苹果、微软和太阳（已被 Oracle 收购）诸多操作系统的原型
- 1976年，乔布斯、沃兹尼克和韦恩研制出 Apple I（苹果-I型）个人电脑，第二年他们成立了苹果公司
- 1978年，英特尔公司推出 8086 微处理器，这成为了后来 IBM-PC 的处理器，英特尔公司从此开始占领全世界微处理器市场
- 1984年，苹果公司推出基于图形界面的麦金托什（Macintosh）计算机，今天这一系列的计算机简称 Mac
- 1990年，微软公司推出 Windows 3.0，从此基于视窗的操作系统占领了全世界 PC 市场
- 2007年，苹果公司推出 iPhone，这是第一款将计算机和手机功能完美结合的电子产品，第二年 Google 推出 Android 操作系统，并且在之后的几年里主导了全球智能手机的市场
- 2010年，苹果推出 iPad 平板电脑，以其便携性和易用性迅速抢占了 PC 市场的大量份额
- 2012年，可穿戴式计算机 Google 眼镜诞生
- 2014年，Google 智能手表上市

## 参考文献

1. Ifrah, Georges. 计算机的历史 ( *The Universal History of Computing: From the Abacus to the Quantum Computer* ). John Wiley & Sons, Inc., 2001.
2. 吴军. 浪潮之巅: 第二版 (精装本). 人民邮电出版社, 2013.
3. Perkins, Franklin. 莱布尼兹和中国 ( *Leibniz and China: A Commerce of Light* ). Cambridge University Press, 2004.
4. Leslie Berlin. 站在微芯片后面的人: 诺伊斯和硅谷的发明 ( *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley* ). Oxford Press, 2005.
5. Nicholas Carr. 浅滩 ( *The Shallows - What the Internet Is Doing to Our Brains* ). W.W. Norton & Company, 2011.
6. 埃里克·布林约尔松, 安德鲁·麦卡菲. 与机器赛跑. 阎佳, 译. 电子工业出版社, 2014.
7. 诺曼·麦克雷. 天才的拓荒者——冯·诺伊曼传. 范秀华, 朱朝晖, 译. 上海科技教育出版社, 2008.

## 第二十章 伟大的博弈

### 华尔街的今昔

人类是介于天使和魔鬼之间的动物，既有天使一面——这一点我们在前面诸章节中已经介绍了，也有魔鬼的一面——贪婪、自私而且不断地重复错误，尤其是在有巨大利益诱惑下，这个弱点会表现得特别明显。

在人类身上的另一个习性就是好赌。英语里有一个词——博弈（Game），它既含有游戏的意思，比如朋友之间下棋打牌，同时也含有赌博的意味，比如赌场中那些和金钱联系在一起的游戏。不过对大多数人来讲，比这更有趣也更刺激的是在证券市场上的游戏。自从17世纪初荷兰人正式发明了有价证券的交易市场，四百多年来人们在这个看不见硝烟的战场上乐此不疲地博弈着，很多人因此在短时间里暴富，但是更多的人在博弈中倾家荡产甚至妻离子散。在这四百年间，虽然后人有幸能看到历史上一个个金融泡沫破碎后的恶果，但是依然会在资本市场上吹起一个个新的、更大的泡沫，而且每一次都会给自己找理由——这次和以前不一样，不是泡沫。在过去的4个世纪里，这样的荒谬场面不停地反复上演：整个国家全民疯狂地炒作一个个外表漂亮但却空无一物的概念（当然是被包装过的），然后，几乎所有投资人都要经历财富集体大幅缩水。让人难以置信的是，这个游戏永远有人在玩，这不仅是因为它满足了人类喜欢玩游戏、喜欢冒险的天性，而且还因为人类天生不长记性。

不过，如果你作为一个局外人，来看看这几百年来在资本市场进行的伟大的博弈，就会发现这跌宕起伏的历史很是精彩。虽然每一次资本的泡沫和

金融风暴的原因都各不相同，但是在这精彩的背后有两条清晰的主线，一条折射出人性的弱点——自私和贪婪，即魔鬼的一面；另一条则反映了人类理性的一面——不断去规范资本市场。人类自身有一种进步的力量，能够不断改善投资环境，完善交易的制度，让这场永不停息的游戏从无序到有序，逐渐往公平的方向发展。这个过程反映出了人类文明与进步。因此，我们在了解人类的文明进程时，有必要了解人类在资本市场上的一次次伟大的博弈，这样不仅可以帮助我们了解人类自身的弱点，也有助于我们今后避免诸如2008年那次的金融危机，或者至少降低它带来的损失。

在世界的金融市场上，华尔街无疑是中心，因此我们有必要通过它来了解世界证券市场的历史。不过在正式介绍华尔街之前，让我们先从人类的赌性说起，因为只有深刻了解这一点，才容易理解华尔街历史上的那些事件发生的原因及后果。

## 第一节 庞氏游戏和泡沫

中学时，不少同学都收到过老鼠会的邀请信或者电子邮件，内容大抵是这样的：请你给下面10个人每人寄一份礼物，然后划去名单中第一个人的名字，把自己的名字加到最后，再把信转发给10个朋友。如果你这么做了，你很快就能获得成千上万的礼物，否则，你就会遭受这样或者那样的厄运。信里面接下来的内容，无非是一些例子，说某人按照要求做便收到了很多礼物，某人没有按照要求做就倒霉，等等。

任何人只要承认物质守恒，就应该知道这些凭空而来的礼物是无稽之谈，不过不仅有中学生上当，还有很多受过高等教育的人也相信并从事类似的活动，比如传销，当然这些人都有一套看似有理的歪理。人们为什么会相信这么荒唐的骗局呢？因为人们常常会迷信自己并非很懂的理论而忽视常识。就拿这个例子说，行骗者还真能从数学上找出一点根据，他们的理论依据大致如下：

当一个人发出这样一封信，把自己的名字写在接受礼物的人当中，那么

他可以收到他的 10 个下线的礼物，而假如他的 10 个下线每个人都这么做了，他又收到下线的下线送来的 100 份礼物，只要这个游戏玩下去，他将获得也就是 100 多亿份礼物。那么，只要所有的人都遵守这个游戏规则，任何参与游戏的人总有一天会收到这样的回报。

这看上去很美，很多人甚至不能发现它的问题所在——能实现上述假设的前提是人的数量要无穷大。具体说，第一个人的后面要有 100 多亿人玩这个游戏，他才能实现上述利润。（遗憾的是，直到 2014 年，全球人口只有 70 亿。）而他的下家，难度就更大了，因为需要 1000 多亿人才能维持同样的回报。以此类推，第三层的人要有 1 万多亿人来玩这个游戏，第四层要有 10 万多亿人参与，才能得到第一个人的回报。当然我们知道这是不可能的，也就是说，在人口有限时，处在这个游戏金字塔底层的人是永远收不回成本的。因此当游戏进行到某一时刻，不再有新的傻子来维持这个骗局，那么这个游戏金字塔就轰然倒塌了。在金字塔倒塌的一瞬间，处于底层的数量众多的玩家将血本全无。这个游戏在西方有个专门的名词，叫做庞氏骗局（Ponzi Scheme）或者庞氏游戏，也就是我们俗称的老鼠会。老鼠会中的每个人就像是击鼓传花游戏中的一员，他们祈祷鼓声不要在自己手里停止，但是鼓声终有停止的一刻，手里拿着花的人要为所有人买单。

说到这里，大家或许会嘲笑那些玩击鼓传花游戏玩家的愚蠢，或许会笑话他们数学不够好，缺乏常识，但是这种简单的骗术并没有因为人类科技的发展和知识水平的提高而消失。今天很多人依然不知不觉地（甚至不承认）在玩这样的游戏，而且玩得还很大。这些玩家，除了一般的平头百姓，也包括像牛顿这样绝顶聪明、学富五车的科学家和获得诺贝尔经济奖的经济学家。甚至各国政府也在不同程度上玩——美国的国债和社会保险金其实就是庞氏游戏，只不过它们背后的经济学理论比上面那个简单的数学公式更复杂，更不容易被看穿而已。不过每一次鼓声停止的时候，就是一次次经济危机或者金融危机发生之际。既然人类的这种行为与人的智力学识无关，与社会的科技发展水平也无关，那么我们就只能将其归结于人的本性了。

当然，人们一般不太愿意承认自己上当受骗，因此也不愿意用骗局这样的贬义词，而选择了一个中性词——泡沫，不过庞氏游戏的恶果并不因为换了一个词就消失了。在人类并不长的金融产品公开交易历史上，出现过很多次泡沫，我们不妨看几个有代表性的，便可从中找到共性，看出人性贪婪的一面对市场的影响。下面我们还是从有记载的第一次金融泡沫——郁金香泡沫说起。

### 1.1 郁金香泡沫

荷兰是第一个全球范围的强国，荷兰人不仅富于冒险精神，而且在金融产品上很有创意，因此第一次金融泡沫出现在荷兰也在意料之中。

郁金香在今天是最常见不过的花了，在美国好市多（Costco）仓储式量贩店里，18美元可以买到50头郁金香，很便宜，也很好养。在荷兰，郁金香深受国民的喜爱，被誉为国花。到了暮春时节（那里的春天来得晚），城市郊外都会有大片大片的郁金香开放，煞是好看。不过很少有人知道这种花原本产自土耳其，经过奥地利人的手才传到了北欧的荷兰。郁金香有时会感染一些无害的病毒，于是原本单色的花朵上就会出现火焰般的条纹。荷兰人非常喜欢这些被感染了病毒的郁金香，认为是名贵品种（当时人们还不知道基因这个概念）。



图 20.1 被病毒感染了的郁金香，花朵呈现出火焰般的条纹

17世纪初期，荷兰从对外贸易中挣了很多钱，全体国民都很富庶，一般市民都会种上一些郁金香来点缀庭院，而富人们则喜欢在自家花园中展示稀有的郁金香新品种。由于民间聚集了大量的财富而暂时又无其他投资渠道，一些郁金香的珍品便被卖到了不同寻常的高价。到了17世纪30年代，人们购买郁金香不再是为了其内

在的价值或作观赏之用，而是期望其价格能无限上涨并因此获利。1634年，人们10月份花10块钱买一头郁金香的球茎，11月份就可能以20块的价钱卖出。既然炒作郁金香挣钱这么快，还要工作干什么？荷兰全国表现出一种病态，各行各业的人们放下手中的工作，开始争相抢购郁金香球茎。

于是，一些机敏的投机商开始大量囤积郁金香球茎，以待价格上涨。囤积果然导致价格进一步上涨。到了1636年，一株稀有的郁金香品种Chider卖到了1600弗罗林<sup>1</sup>的高价。这是什么概念呢？当时一头公牛只要120弗罗林，一辆马车也不过500弗罗林，也就是说，这头郁金香球茎能值13头牛。面对如此不合理的价格，所有人都昏了头，他们即使隐隐地感觉到有点匪夷所思，但是想到下个月就有人愿意出更高的价钱从自己手里买走，很多人变卖家产，只是为了购买一株郁金香。也就在这一年，为了方便郁金香交易，阿姆斯特丹的证券交易所干脆开设了固定的郁金香交易市场。

外国的投机者听说到荷兰炒郁金香能发大财，便纷纷带着钱跑到荷兰。大量热钱的涌入进一步推高了本来就不合理的价格。对此，当时一位历史学家是这样描述的，“谁都相信郁金香热将永远持续下去，世界各地的有钱人都会向荷兰发出订单，无论多高的价格都会有人付账。在受到如此恩惠的荷兰，贫困将会一去不复返。无论是贵族，还是工匠、农夫、船夫、随从、伙计，甚至是扫烟囱的工人和旧衣店的老妇，都加入了郁金香的投机。无论处在哪个阶层，人们都将财产变换成现金，投资这种原本很普通的花卉。”<sup>2</sup>

郁金香价格上涨的过程就不细说了，总之从1636年到1637年郁金香的价格又涨了60倍。但是好戏有时伴随着黑色的幽默，1637年2月，一株名为“永远的奥古斯都”的郁金香以6700荷兰盾的高价成交，这相当于当时440个荷兰人一年的收入，或者在阿姆斯特丹运河边上买一栋水景豪宅的价钱。要知道当年荷兰政府将各种特权作价给东印度公司，才获得25000荷兰盾的股份<sup>3</sup>。

接下来荷兰人创造了一种伟大的证券——期权。这东西说起来有点罗嗦，

1  
即Florin，原本是佛罗伦萨的金币，后来成为荷兰流通的货币。

2  
Mackay, Charles (1841), *Memoirs of Extraordinary Popular Delusions and the Madness of Crowds*.

3  
详见第二册“荷英时代—为什么英、荷统治世界”一章。

简单地讲，在价格上涨时，它可以用较少的资本锁定较高的利润，但是如果涨幅没有达到预期（更不用说是下跌），它会放大投资人的损失，甚至让投资人血本全无。有了期权的交易，荷兰人的炒作更疯狂了。

但是，郁金香这东西，既不珍稀，又可再生，可以说是要多少有多少，因此以喜剧开场的大戏注定要以悲剧结尾。没有人知道是什么原因让人们清醒过来，或许是因为不再有资金能够接棒了。这时，郁金香的泡沫就要破灭了。如同房价下跌总是从周边地段开始一样，郁金香价格的下跌也是从一般品种开始，而那些所谓的名种在多撑了一两个月后，也终于撑不住了。这时，或许是某个无名小卒，或许是一个无知无畏的青年，如安徒生童话里的小男孩，说了句“国王原来一丝不挂”，其他人马上跟着卖空。接下来，卖空的狂热与此前买进的狂热不相上下。于是，郁金香的价格崩溃了，成千上万的人在这一万劫不复的大崩溃中倾家荡产。最终，喜剧变成了悲剧，而回头看时却是荒诞剧。

郁金香泡沫给历史留下两样东西：期权和博傻理论。我们在后面还会看到期权这种带有杠杆性质的工具如何能够让资本市场暴涨暴跌。顺带说一句，作为发明股市的民族，荷兰人发明了今天的很多股市操纵方法，除了期权，还有做空（卖出自己并不拥有的股票，指望股价下跌后平仓）、卖空袭击（指公司的合伙人卖空自己的股票，导致股票暴跌，然后再悄悄买回）、对敲（指公司合伙人之间互相买卖股票，以抬高股价）以及逼空（指多头悄悄买下全部流通的股票，等空头平仓时，不得不以极高的价钱从操纵者手中买进），等等。这些手段我们会在附录中介绍，以方便读者了解证券市场上交易的把戏。关于博傻理论，名字不大好听，也很容易从字面上推测出它的含义，即大家一起傻，具体地说就是在投资时总是期望有人愿意用更高的价钱从自己手里买走原本不值什么钱的产品。按照中国相声演员们的说法就是，“没有最傻，只有更傻。”

这次泡沫有多少人倾家荡产无从得知，当然考虑到这种投机本是零和游戏，早期或许造就了一些暴发户也未可知，但是郁金香泡沫对荷兰经济的危害是巨大的。至于为什么在那个年代一个国家所有的人都会集体贪



婪，这是后来学者们一直想搞清楚的课题，也发表了很多研究论文。在这里我们不想讨论它的社会学或者经济学原因，只是要说明一个事实。当荷兰人在17世纪财富急剧增长时，很多能够导致价格暴涨暴跌的金融产品被发明出来，在人的贪婪本性驱动下，那种暴涨暴跌的特性被无限地放大了，以致于出现了灾难性的崩盘。

虽然人们试图从郁金香泡沫中吸取教训，但是因为人类贪婪的本性没有改变，这种荒诞戏还在不断上演，包括中国早年炒作君子兰和近年来的炒作大蒜、普洱茶、木头和石头，都与郁金香泡沫有着惊人的相似之处。

17世纪30年代为郁金香而疯狂的荷兰人，到了18世纪初可能都已经作古了。没有经历过这种庞氏骗局灾难的人可能不会想到它的危害性有多大。以至于近100年后，荷兰发生过的荒唐剧又搬到英国继续上演了。

## 1.2 南海泡沫

1711年，英国成立了一家职权和经营范围非常奇怪的公司——“南海公司”（South Sea Company）。这家公司的经营范围原本是海上贸易，但是它又能像英格兰银行一样协助政府融资。根据南海公司注册时定下的章程，它需要等到6年后，即1717年才能开展贸易，在这之前它没有什么收入，并且根据它和西班牙王国签订的协议，该公司一年只能派3条船去西班牙控制的南美地区做生意。到了南海公司真正可以开始做生意的第二年，即1718年，由于英国和西班牙的关系已经恶化，公司连这么一点点规模的生意都进行不下去了。但是，就是这样一个不仅当下没有大生意可做，而且今后的前景也不很美妙的公司，在老百姓看来却是一个香饽饽，因为大家觉得它有政府背景。英国人甚至幻想着它能像荷兰东印度公司那样给全国的百姓带来可观的红利。南海公司也故意误导投资者，吹嘘它将来能给股东带来可观的回报。就这样，南海公司的股票开始疯长，1720年初还是128英镑一股，到3月就涨到了300多英镑，翻了一番还多。

由于有全国民众的信任，以及所谓的政府背景，南海公司就开始通过将债

4  
关于公司如何通过  
将债券转换成股票  
来稀释流通股，读  
者可以参看附录。

5  
根据英国公布的国  
家核算数据，直到  
1831年，英国的国  
内生产总值才达到  
4.8亿英镑，数据来  
源：[http://www.  
measuringworth.  
com/ukgdp/](http://www.measuringworth.com/ukgdp/)。

券（Bonds）转换成可流通的股票（Common Stock）的方式向全社会增发股票<sup>4</sup>，大量圈钱。4月，南海公司以每股300英镑的高价出售了225万股股票，但是稀释后的股票非但不跌反而大涨。接下来的事情简直匪夷所思，南海公司越是发行更多的股票，英国上下越是疯狂追捧，有人描述当时的情形是“政治家忘记了政治，律师放弃了打官司，医生丢下病人，商人关闭了生意，牧师离开了教堂，就连平时矜持的贵妇们也放下身段去抢购股票。”到了5月，股价上扬到了500英镑，6月到890英镑，7月突破1000英镑大关。这时公司的董事会进一步发行了500万股股票圈钱，这笔股票价值将达到50亿英镑，超过当时英国国内生产总值的10倍<sup>5</sup>。

当然，任何股市当泡沫达到一定程度后，如果没有新的资金流入，高股价是维持不下去的。为了维持高股价，南海公司又出“奇招”，借钱给炒股的人买股票。在南海公司的带动下，各种证券公司和海外贸易公司如雨后春笋般地诞生，其中很多根本不做股票交易，只是借着证券公司和贸易的名义，浑水摸鱼，骗取公众的钱财。他们大多模仿南海公司的手法，在市场上发布假消息杜撰本来并不存在的大宗生意，从而诱骗市民购买股票。这些公司的生意今天听起来完全荒诞不经，比如发明了永动机，或者干脆是一些空洞无物的吹嘘，比如正在进行“有潜力的生意”，等等。但是当时英国的市民居然会相信。就这样，这些皮包公司的股票便跟着南海公司一同上涨。

面对越来越混乱的市场，英国政府决定规范市场行为，以保护南海公司不受到泡沫的伤害。1720年6月份，政府出台了《1719年皇家交易所及伦敦保险公司法案》（又称“泡沫法案”），但是，这个迟到的法案不仅没有能保护南海公司，而且使得正处在资本主义发展初期的英国跌进万劫不复的深渊。该法案颁布后，南海公司游说司法部门，促使法院宣布86个皮包公司为非法，并予以取缔。

南海公司的目的达到了，但是自从那些坑蒙拐骗的泡沫公司被取缔后，老百姓对各种股份公司就有了防范之心，这样一来南海公司自己的神话也就破灭了。它的股价下跌的速度比上涨的速度还快，这时就看谁跑得快了，

先跑的避免了损失全部财富的厄运，但是稍稍犹豫的人就注定要血本全无了。从1720年7月开始，南海公司的股价一路下跌，到了9月底，跌破200英镑，并且在最后跌破了上涨前的基准价128英镑，停在124英镑。

股价：英镑

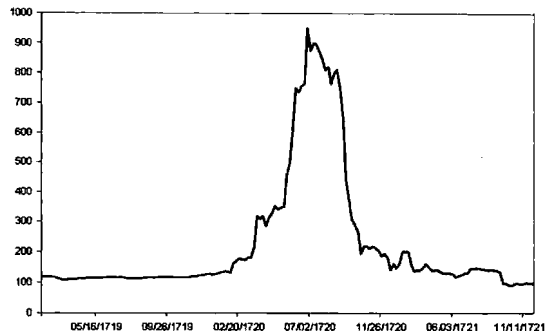


图 20.2 南海公司股价走势

英国政府的本意是保护南海公司这样的“官商”，不料这把火最终还是烧到了南海公司这个始作俑者身上。南海公司还害得英格兰银行也因此被拖累，人类历史上的第一次股市泡沫就这样结束了。这次股市泡沫，让成千上万的投资人血本无归，包括很多上层社会的名流。其中一些人还是靠借贷炒股，因负债太多无法偿还而逃到了国外。著名物理学家牛顿也是南海泡沫的受害者之一，他在第一次进场时赚了一笔（7000英镑），等到股价到达高峰时他再次进场，结果赔了两万英镑。牛顿因此感叹道：“我能算出天体的运行，却无法预测人类的疯狂。”（I can calculate the motions of heavenly bodies, but not the madness of people.）在南海泡沫之后，英国社会各界和舆论都要求调查有关官员和南海公司的董事，以追究其责任，由于民众对政府产生了严重的不信任，当时正在休假的英王乔治一世只好匆匆赶回伦敦主持大局。

或许是连牛顿这样的聪明人都无法避免南海泡沫带来的股灾，而使得这次泡沫格外有名。当然，也有人认为牛顿是科学家，未必懂得金融，因此认为牛顿亏钱只是他不懂得投资而已。事实上牛顿并不是那种不食人间烟火的科学家，他还是当时英国的铸币大臣，相当于今天央行的行长，在当时来讲应该是相当懂金融的人。如果说郁金香泡沫证实了博傻理论，那么南海泡沫的教训则说明聪明人一旦被贪婪所控制，在资本市场上的

表现并不比常人更好。后来的历史还证明，即使是那些比牛顿更懂得金融、更善于操纵资本的人，一旦开始贪婪，其后果常常是聪明反被聪明误。

1994年成立的长期资本管理公司（Long Term Capital Investment L.P.）就是一个很好的例子。该基金公司的创始人和主要的资金管理者都是金融界和经济学界大名鼎鼎的人物，比如创始人约翰·梅里韦瑟（John W. Meriwether）是当时华尔街活跃的资本管理专家，也是原所罗门兄弟公司的高管，另外两个董事迈伦·斯科尔斯（Myron S Scholes）和罗伯特·默顿（Robert C. Merton）因为发明期权价值的理论，获得了1997年诺贝尔经济学奖。这家公司的投资策略和兴衰我们在后面还会介绍，不过在这里可以先告诉大家一个结果，就是该公司在美股大牛市的1998年破产了，而且差点引发一场大的金融危机。事实上，在资本市场上，聪明和投资回报没有直接的关系，一个聪明的专业人士，常常比不上一个智力平庸但是守纪律的外行。

或许有人会说，郁金香泡沫和南海泡沫的破裂是因为炒作的东西可以源源不断地产生出来（郁金香可以培育，南海泡沫的股票可以稀释），那么，那些供应量有限的物品是否就不会出现这样的泡沫呢？20多年前日本人和炒作日本房地产的人也是这么想的。

### 1.3 日本泡沫

上个世纪70年代和80年代，可以说是属于日本经济的时代。20世纪60年代末，日本已经成为世界第二大经济体，70年代一大批日本企业成为大型跨国公司，包括索尼、丰田、本田、松下、三菱等。到了20世纪80年代中期，GDP基数已经很高的日本依然保持着高速增长，这确实是一个奇迹。相比之下，美国自越南战争以后尼克松、福特和卡特三任总统都没有完成经济复苏的任务，而前苏联自从入侵阿富汗之后更是每况愈下，因此全世界都看好日本。大家都在谈论日本能否超过美国成为全球最大的经济体。日本一些右翼人士也开始对美国说不。在这样的大背景下，日本的股市和楼市都屡创新高，出现了严重的泡沫。

我们不妨看看这次泡沫的形成过程：

- 1986年初，日本日经指数<sup>6</sup>为13024点（1月6日），不到一年就涨了将近50%，达到18821点（同年12月1日）。这一年，东京地区的商业楼宇价格比一年前上涨了129%，居民住房价格上涨了45%。上涨的理由是：日本地少人多，土地和房屋是稀缺资源。
- 1987年初，日经指数突破20000点大关（1月5日），到8月2日再次上涨30%，突破26000点。虽然1987年11月华尔街的大股灾导致全球股市下跌，但是日本恢复得非常快。
- 1988年，日经指数突破30000点大关，12月1日收盘于30159点。虽然东京的房价开始稳定，但是大阪、京都和奈良等地房价继续攀升。
- 1989年，东京地区的房价增长已经成了强弩之末，但是整个日本的房价还在创新高，理由是房子是不动产，再跌也跌不到哪儿去。日经指数在这一年年底（12月29日）达到了历史最高点38957。

这时，日本股市的总市值超过了世界上其他国家的总和。日本股市的市盈率（P/E值）<sup>7</sup>高达52（中国2008年的股市也是如此的离谱），而美国即使在2008年金融危机前，股市的市盈率最高点也不过是21。

日本的房价更是高的离谱，一代人靠分期付款已经无法买房了，买房需要借所谓的父子债。也就是说，如果家里有一个男孩子（因为有财产继承权），银行可以借钱给他，到时候父债子还；如果只有女儿，那么对不起，银行不能借钱，因为购房所借的钱一代人是还不起的，而当时

6 又称为日经225指数或者日经平均指数，是日本股市最重要的指数，包括225家在东京证券交易所上市的公司，被认为是日本经济的晴雨表。

7 市盈率是指一个公司的股价和上一年盈利的比值，比如一个公司的股价是每股10美元，上一年的盈利是0.5美元，那么市盈率就是20。



图 20.3 图中的绿色部分为日本东京的御所，它南北长大约 2.1 公里，东西宽度大约 1.6 公里

的日本，女子大部分不工作，也无继承权，因此无法还债。无独有偶，英国在 2008 年金融危机前，开始发行 50 年的国债，因此还债也需要两代人。很多人问我中国的房价什么时候会到头，我就给他们讲了上面这两个故事，什么时候中国还房贷需要两代人（在一线城市已经如此了），那房价肯定到头了。当时日本的房价是年收入的 17 倍，而美国在 2008 年金融危机之前，房价最贵的加州地区，不过是年收入的 8.5 倍。最令人不可思议的是，日本东京的御所（相当于故宫），只有 3.41 平方公里，地价超过美国地价最贵的加州地区的总和，要知道加州的面积是 42 万平方公里。

接下来又是喜剧变悲剧的故事了。1990 年新年伊始，在年前下了班的牛没有来上班，改成了熊接替牛来上班。股市从 1990 年 1 月 1 日起就开始下跌，一路跌到 12 月 1 日，跌幅高达 35%，从 37000 多点跌到 23000 多点。虽然房市还坚持了一年，但是到了 1991 年就再也坚持不住了，全国房市普遍小跌。在整个 20 世纪 90 年代，全世界的股市都在增长，唯独日本不仅不增



图 20.4 日本股市的泡沫和崩盘（日经指数）

长，反而一路下跌，经济也是零增长。到了 2003 年，日本股市跌到历史最低点，只剩下 7862 点，不到峰值的 20%。而同期美国的股市（标普 500）却涨了 2.5 倍还多。到 2010 年，日本东京和大阪等地的房价依然只有其峰值的三四成。

上面这些数据和材料均来自 2011 年初高盛提供其客户的年度展望报告<sup>8</sup>，高盛报告的目的是说明美国 2008 年的金融危机不会造成像日本资产泡沫那么严重的后果。那么日本那次泡沫破碎后，带来了什么样的后果呢？首先是经济停滞 20 年，增长率基本为零，国民和公司的收入也没有增长，

全球竞争力下降，产品占世界市场份额大幅下降。其次，原本要靠股票和房产退休的老人一下子面临老无所依的局面，全体国民的自信心跌到了二战后的低点，而且长期看不到希望。在政治上，从二战后一直领导日本的自民党分裂，政局一直动荡。大家还能找到除此之外的各种后果。如果能再给日本人一次机会，他们一定不会选择泡沫经济。

人类的幼稚通常表现为高估自己的能力和判断力。大家喜欢找“我们和他们不一样”或者“现在和过去不一样”这一类理由拒绝接受历史的教训。几乎就在日本人遭受到空前的房市和股市灾难时，大洋对岸的美国人却正在吹起另一个泡沫——互联网泡沫。

#### 1.4 美国互联网泡沫

虽然日本人的殷鉴不远，但是美国人对 20 世纪 90 年代疯长的股市依然信心满满。美国人坚信自己的股市和日本的不一样，因为他们一来有冷战胜利的和平红利做基础，二来发明了一种新的经济模式——互联网经济。美国的一些经济学家甚至宣称在新经济模式下可以杜绝金融危机。

20 世纪整个 90 年代，美国的资产大幅升值，股市泡沫大得惊人。1997 年初，在克林顿总统的第二个任期开始时，以科技股为主的纳斯达克指数（Nasdaq）<sup>9</sup> 只有 1280 点，三年后便突破 5000 点大关，并且在 2000 年 3 月 10 日这一天达到迄今为止的历史最高点（5048.62 点）。当时在美国也出现了几百年前荷兰和英国出现过的怪事，我们不妨看看这些在今天看来非常滑稽可笑的现象。

1. 任何公司只要跟互联网挂钩，不管有没有盈利，股票就一定上涨。
2. 一个公司即使没有什么营业额，更不用说利润，也能上市（和南海危机时同出一辙）。
3. 对于没有利润的公司，传统衡量公司价值的市盈率已经没有用了，于是华尔街的投资人发明了用公司价值和销售额之比的衡量方法。比如当时雅虎的市值是 600 亿美元，年销售额是 20 亿美元，即市值和营

<sup>9</sup> 全称为纳斯达克综合指数，是美国电子股票交易所（即俗称的纳斯达克）推出的在该交易所上市的综合指数。由于在该交易所上市的主要公司多为科技公司，因此该指数被看成是美国科技行业的晴雨表。但是该指数常常和衡量美国整体经济的道琼斯和斯坦普尔 500 指数相差较大。

## 10

美国硅谷风险投资公司的聚集地，也成为了风险投资的代名词。

业额之比是 30 : 1，那么没有什么利润的小公司，如果有 1000 万的营业额，不论是否亏损，那么华尔街也能给它 30 倍的作价，即 3 亿美元。

4. 对于那些连销售额都没有的公司，沙丘路<sup>10</sup>不看这些公司是否有技术，产品将来是否有市场，也能给它估值。他们发明了一种市值和流量比。比如雅虎当时一天的用户访问量是 10 亿页面浏览次数，那么市值流量比为 60 : 1；而某家小公司是 100 万次，不论这些流量是自有的还是买来的，根据这个比例也能值 6000 万美元。

5. 在 3 和 4 的前提下，任何人只要搞个网站，起个名字叫 e-John 或者 e-张三，只要你每天搞出上百万的流量（哪怕是买来的），也能按照雅虎的市值流量比，被估价几千万美元，然后融资几百万美元。因此当时最容易提升流量的做法就是烧风险投资的钱买流量，然后再拿流量数据去融更多的钱进来。这有点像 2011 年中国的团购网站泡沫。

6. 由于股价上涨很快，小公司滥发期权，并且随意稀释股票。因为他们发现自己印钞票总是有傻子接手。而员工也出现了不要工资要废纸的怪现象，当然这些废纸在那个年代有个好听的名字——期权。有人将自己的年薪下调 20% 甚至更多，以换取几万股的期权。

7. 研究生纷纷退学加入这些股票疯涨的小公司，我当时所在的约翰·霍普金斯大学，1996 年招收 12 名博士生，到了 1998 年只剩下 6 名，1997 年招收了 15 名博士生，到 1999 年只剩下 2 名，其余的全部到互联网大潮中淘金去了。教授们看到自己的学生挣到了钱，也纷纷离职创办公司或者加入到自己学生所办的小公司中。大公司的人更是不断向小公司跳槽。

8. 还在大公司没有离开的高管们，在上班时间都在办公室里悄悄炒股。

9. 股市开盘，大家活跃的不得了，股市关门后，大家应该歇一歇了吧？不对，大家依然挂在网上刷屏。为什么呢？因为当时几乎每天都有公司上市，谁得到了消息马上登录认购就能发财。我在 1999 年访问硅谷时看到这样一个怪现象：上午大家查一下电子邮件，就忙着炒股



（偷偷进行），因为美国股市是太平洋时间上午 6:30 至下午 1:00 开门，中午快快地吃个午饭，然后等着股市关门后 IPO（Initial Public Offer，即俗称的“公司上市”）消息的发布，折腾到下午三四点钟，才开始安生。晚上这些员工开始加班做公司里的正事，弄到深夜才能休息会，夫妻一周也见不到几次面，因为谁都怕错过了发财的时机。

10. 餐馆跑堂的、理发店的理发师、家庭主妇都在谈论股票。

当然还有很多其他的怪现象。接下来的事情大家都知道了，美国股市在克林顿的任期还没有结束就撑不住了，2001 年的 911 事件将股市进一步推入深渊。到了 2003 年 2 月 13 日的低点，纳斯达克指数只剩下 1277.44 点，跌掉了 75%，十多年后的今天还没有回到 2000 年的高点。股票下跌的不仅仅是那些没有利润的小互联网公司（它们最后大多被清零了），而且包括各种明星公司，甚至一些百年老店。下表是几家大公司的股价跌幅。

表 20.1 互联网泡沫破裂后四家大公司的股价跌幅

公司	2000 年峰值市值 (10 亿美元)	2002-2003 年谷底市值 (10 亿美元)	跌幅
朗讯	258	15.6	94%
思科	75.39	8.1	93%
雅虎	91.25	4.54	95%
太阳	121	10	92%

这场荒诞戏之后，接踵而至的是公司和个人无穷的灾难，直至今日，上表中的这几家公司的股价也没有一家恢复到哪怕当年一半的水平，而朗讯和太阳这两家公司更是陷入年年亏损，以更低的价格被出售了。很多人为了炒股或购买公司的期权卖掉了自己的房子，自然血本无归；更可怕的是，一些曾经在期权上获利的创始人或者早期员工因为没有及时兑现现金，不得不为他们实际上并没有得到的利润交付巨额的个人所得税<sup>11</sup>，这些人大部分都破产了，而且到今天还欠着国税局和州政府的税钱。

克林顿时期吹起的另一个泡沫就是美国房市的泡沫，不过这得等到他的

11

根据美国的税法，期权的所有者一旦行使期权，即使没有出售股票，即被认定有投资所得，须在第二年的 4 月 15 日之前缴纳投资所得税。如果行使期权者当年没有卖出股票，即使第二年股价暴跌，可当年的投资所得税依然不能免除，在这泡沫破裂的情况下，这些人其实并没有足够的钱缴纳所得税。

下任小布什总统入主白宫时才能看到其恶果，而如今则需要小布什的下任奥巴马来收拾残局了。

这样的泡沫过去有（我们已经从历史上看到了），今天也有（我们正在经历），今后还会有（我们的子孙将会见证）。所有的泡沫都有一个共同点，就是都出现在经济快速发展时期。照理讲，经济的快速发展带来的应该是大众财富的增加，但事实通常是，因泡沫的崩溃而让相当多的人蒙受巨大的经济损失，这样的结局颇有讽刺意味。

12

如果预测错的时候比预测对的时候更多，那么只要将这种预测反过来用即可，因此最糟糕的预测是对错各一半。

13

1990年诺贝尔经济学奖获得者，以发明衡量投资回报和风险的夏普值而著名。

每一次泡沫之后，很多投资人和经济学家都会倾向于从技术上寻找解决的办法，比如今天一些经济学家在考虑大数据是否可以防止这些灾难的发生，但遗憾的是迄今为止这种技术上的万灵药并不存在。不管经济学理论在解释经济学现象上是多么的有效，一旦用在股市预测上总是对错各半，这当然是最糟糕的结果<sup>12</sup>。这倒不是因为经济学家们水平不够，而在于世界上的很多东西，包括人的感情和情绪是无法用几条规律来概括的，因此，比较理性的投资人和经济学家，比如比尔·夏普（William Sharpe, 1934—）<sup>13</sup>从来不对股市的涨跌做任何预测。所幸的是，当人类了解到自身这个弱点之后，就开始不断地规范人们在资本市场上的行为，这种规范化的过程贯穿了整个证券交易的历史，而人类懂得要约束自己的行为，也是文明的象征。

为了向读者朋友们展示这一过程，让我们把目光集中到华尔街这个金融博弈的主战场上。

## 第二节 华尔街的诞生和发展

华尔街的所在地、纽约的曼哈顿岛原本是荷兰人的殖民地，叫做新阿姆斯特丹，因此早期居民大多是荷兰人的后裔，他们喜欢经商，而且喜欢在资本市场博弈。同时他们也很务实，只要有钱挣就好，没有什么民族大义。

17世纪中叶，英国崛起并和荷兰争夺北美的殖民地，它很快占领了新阿姆斯特丹周边的地区。1652年，英荷战争爆发，新阿姆斯特丹很快就成了孤城。此地三面环水，只有北边和英国的殖民地接壤，当时荷兰驻新阿姆斯特丹的总督斯特文森（Peter Stuyvesant，1612—1672）害怕英国人从北边陆地上打过来，便修建了一个东西贯穿曼哈顿岛的城墙，把城市和周边隔开。不过英国人从海上打了过来，这堵墙也就没有用了，全城都在英国人大炮的射程内<sup>14</sup>。斯特文森是个军人，还想抵抗，但是全城的居民大多是生意人，不仅不愿意和这个城市共存亡，而且还生怕炮弹打坏了他们的财物，于是纷纷要求投降，最后连斯特文森的儿子也反对打仗，这位总督只好开门投降了。从此新阿姆斯特丹就用一个英国约克郡的名字命名了，叫做新约克（New York），音译就是纽约。我们从这件事上可以看出，纽约人关心的是他们的生意，而不是所谓的国家利益。

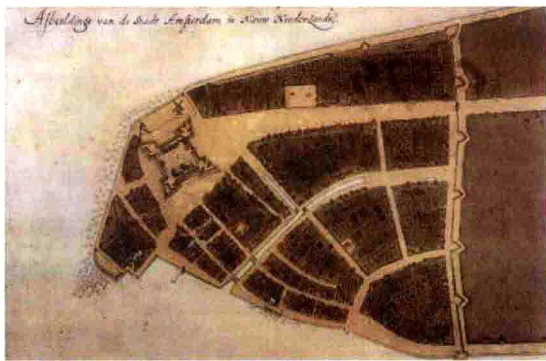


图 20.5 位于曼哈顿岛下城区的新阿姆斯特丹（左边是南方，图中右边的那个城墙就是后来华尔街的所在地）

当英国人占领纽约后，斯特文森建的那道墙就成了废物，被拆除了，不过人们还记得那里曾经有道墙，墙后面原来是练兵的场地，现在也没有用了，被改成了一条街，就取名为墙街（Wall Street），按照音译，就是华尔街。作为荷兰人的后裔，纽约人继承了他们荷兰祖先喜欢冒险、喜欢炒作的特点。这些纽约人跑到墙街的空地上，拿着各种证券（有各国各地政府发行的，有公司发行的）进行交易，这里渐渐就形成了一个交易市场，当然这些交易毫无规矩可言，欺诈也是少不了的。

美国证券市场的发展史其实是一部让交易不断规范化的历史。在上述杂乱无章的交易持续了一段时间后，一些著名的交易人，比如平塔德（John

14 曼哈顿岛只有2公里宽。

15

根据这份文件给出的日期。[http://abish.byui.edu/specialCollections/manuscripts/Collections/CollMss43/PDFs/mcevers\\_james\\_and\\_louisa\\_howard.pdf](http://abish.byui.edu/specialCollections/manuscripts/Collections/CollMss43/PDFs/mcevers_james_and_louisa_howard.pdf)

Pintard, 1759—1844)、哈特 (Ephraim Hart, 1747—1825) 和麦克埃文斯 (Charles McEvers, 1755—1829)<sup>15</sup> 等开始在华尔街自己的办公室举行各种有价证券的拍卖活动, 这样华尔街的证券交易就向着规范化的方向迈进了一步。到了 1792 年初, 这些经纪人的办公室演变成了证券交易所的雏形。想要卖股票的人把证券放在交易所里出售, 想买证券的经纪人来参加拍卖, 经纪人和交易所当然会收取一些手续费。这看上去既规范, 又公平, 可是却进行不下去, 因为无论是出售证券的, 还是来参加拍卖的, 其实都不想花手续费在这里交易证券, 他们大多是为了从这里获取证券的真实价格信息 (Fair Market Value Information), 然后他们就回去私下里交易, 这便省去了手续费。这就像今天很多人到百货店看了货, 了解了价钱, 然后在淘宝上下单一样。这样一来, 这些原始的交易所自然就维持不下去了。这时, 一些有远见的经纪人认识到大家必须遵守一个行业规范, 并且需要建立一个大家都愿意参与的交易所, 才能杜绝私家交易。于是他们在一棵梧桐树下商量出一个协议, 就是证券历史上有名的《梧桐树协议》(Buttonwood Agreements)<sup>16</sup>, 有 24 名交易人在上面签了名。根据这个协议, 在交易所挂牌的中间商必须承诺不进行私下交易, 而且收取的佣金不能低于 0.25%。

16

这份协议的原件保留在纽约的美国金融博物馆 (Museum of American Finance)。

《梧桐树协议》被看成是美国规范化证券交易的开始。这个协议达成后,



图 20.6 经纪人在签署《梧桐树协议》(收藏于在美国国会图书馆)

经纪人们创建了一个新的交易所, 它是纽约证券交易所的前身, 这个交易所本身为股东们所有, 因此纽约证交所从一开始就具有私营企业的性质, 它在很长的时间里和美国政府无关, 而且不受美国政府的监管。

早期在交易所筹款的是当时各个大小银行，因此很大一部分交易是银行的债券，而非工业公司的股票。美国在独立战争之后，经济快速增长，很多公司发展起来了，于是迎来了建国以后的第一个大牛市。不过当时金融秩序非常混乱，一些大家族，比如在纽约最有影响力的利文斯顿家族<sup>17</sup>，开始操作股市，他们还把钱借给政府官员，包括财政部部长助理杜尔（William Duer, 1743—1799），参与投机。后来杜尔为了还钱，直接挪用了财政部23万美元的巨资，这在当时是天文数字。这让我们联想起了几年前上海市的陈良宇挪用社保款案件，这两件事有很多相似之处。我们在后面还会看到最近几十年中国发生的很多贪腐案件以及金融诈骗案，在美国200年前都出现过类似的事件。虽说后人应该可以通过了解历史而避免错误，但是更多的时候似乎不交点学费就长不了记性。腐败使得美国建国后的第一个大牛市很快就结束了，并且陷入第一次金融危机（史称“1792恐慌”）。好在财政部长汉密尔顿十分精明，他马上动用手段，通过国家干预化解了危机。汉密尔顿起诉了杜尔并且把他丢进了监狱，而操纵股市的利文斯顿家族则是偷鸡不成反蚀把米。

对于这件事，联邦党人汉密尔顿和他的政敌共和民主党的杰弗逊有不同的看法。前者是个精明的商人，他主张要有一个区分好人和恶棍的界限，不能对证券商一棒子都打倒。对于那些他眼里的恶棍，他很乐于和他们斗一斗。杰弗逊是一个嫉恶如仇的人，他认为华尔街是人类本性堕落的大阴沟，里面没一个好人，但是他又强调政府应该让商业自己运行，他更相信看不见的手，而不是政府干预。很难说他们谁的话更有道理，杰弗逊因为相信华尔街人性本恶，因此倾向于在制度上加以限制，但是他又让政府少管闲事，想法颇为矛盾。而汉密尔顿主张由政府做最大的庄家，在经济上加以控制，但是实际上是靠他这样的强人进行人治，因此也不是什么长久之计。美国早期的政治家管理市场的经验远不如今天的领导人丰富。杰弗逊和汉密尔顿两人争锋相对，谁也没占得上风。不过毕竟汉密尔顿是财政部长，而杰弗逊主管的是外交，因此在早期对金融的影响力显然是前者更大。汉密尔顿通过建立美国第一个央行和纽约银行（今天依然在运营），实际上控制了美国的金融业。虽然后来他辞去了财政

17

这曾经是纽约州的一个大家族，他们的先辈是签署美国独立宣言的国父之一，并且和发明家富尔顿一起开创了美国的蒸汽航运业。他们家族的后裔包括老布什和小布什两任总统。

部长的职位，但还是牢牢控制着这两家大银行。

面对金融这个利润滚滚的行业，自然有人也想分一杯羹。这个人就是后来成为杰弗逊的副总统的亚伦·伯尔 (Aaron Burr, 1756—1836)，他和汉密尔顿一样聪明，一样懂得金融。作为支持杰弗逊的共和民主党人，伯尔也想在纽约办一个银行，这样于公于私都有利，于公他们为纽约市提供了自来水，于私则打破了联邦党人对金融的垄断，他们可以贷款给一些中间派商人，让他们投共和民主党的票。但是伯尔不能让汉密尔顿等人知道自己的动机，否则后者绝不会同意，于是他采用了瞒天过海的方法集资，名义上是办一家公司给纽约市提供自来水。汉密尔顿从来不用权力谋取私利，他看到这是一项利民的举措就同意了，不过他的妹夫却乘机捞了个董事做。坦率地讲，汉密尔顿这种靠人（他自己）而非制度监管美国金融业的做法，无法杜绝金融行业的各种腐败，今天在很多国家依然能看到类似的事件上演。所以每当有人向我抱怨今天中国的腐败现象如何之多，我总是说一切都会好起来的，因为中国今天的问题，两百多年前美国也遇到过，但是改变现实需要时间。

言归正传，伯尔的公司不仅建立起来了，而且为了集资还顺便办了一个银行，结果是自来水管还没有铺，伯尔的银行倒是欣欣向荣。当然，最后这家公司还是给纽约通了自来水，但是伯尔办的银行今天更有名，它就是大名鼎鼎的大通曼哈顿银行。后来伯尔做了副总统就不能再经商了，便辞去了在银行的职务。汉密尔顿和伯尔两个人向来不对付，后来矛盾闹得不可开交，两个人决定以决斗的方式结束一切纷争。最后的结果是，美国第一位天才的前财政部长倒在了枪法很差的伯尔的枪下。这件事导致了美国反对决斗的运动。当然这是题外话了。从这些事情可以看到，在美国早期，权力和金钱是绑在一起的。

美国独立后，经济发展非常快，证券交易也有了很大的发展，当时美国有多个金融中心。在19世纪初，巴尔的摩和费城完全可以在金融业上与纽约抗衡。不过纽约率先建立了股票交易委员会，这不仅帮助纽约成为

美国的金融中心，也标志着美国股市运作朝着有约束的规范化又迈进了一大步，而促使这个委员会诞生的却是一场战争。

1812年，美国和英国之间再次爆发战争，英国人一度攻占华盛顿并且一把火烧了白宫。英国人似乎总是很爱烧别国的建筑，不过英国人的好运并不长，2年后他们被美国人赶走了。这次战争史称第二次独立战争，美国人虽然赢得了胜利，却欠了一屁股债，大约有1000多万美元，相当于当时半年的税收。这些钱是美国政府发行债券募集的，债券数量之大前所未有的，为了保证债券的募集和交易，纽约决定成立一个证券交易委员会以规范交易，纽约证券交易委员会就这样成立了。该委员会最早的董事会包括28名董事，他们来自7个不同的证券公司，因此这个委员会从一开始就是私人性质。当时为了防止过度投机，委员会规定买卖股票的交割是在第二天，和今天中国的股市一

样，但是今天美国的股市已经允许同一天买卖。另外，为了杜绝上市公司自己操作股市，委员会严格禁止对敲，不过在接下来的100多年里，这项禁令很难执行。

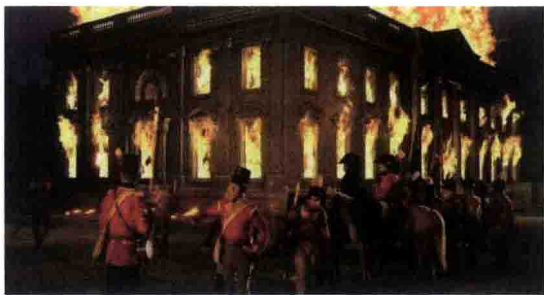


图 20.7 英国人火烧白宫

总的来讲，美国建国之初经济是持续增长的，在华盛顿任职当总统的1792年，美国的税收还只有367万美元，到了1817年就高达3300多万美元了，历经四分之一世纪提高了9倍。即便如此，华尔街和今天一样，也总是牛市和熊市交替出现。有些时候看似经济形势一片大好，其实已经暗流涌动，接下来就是崩盘和萧条。有时看似已经山穷水尽，但是新的发现（比如加州的黄金）和新技术（铁路）的出现，又使得形势柳暗花明。不过从整体上来看，美国这半个世纪经济在快速发展，似乎和股市的起伏无关。这一点也和今天的中国有很大的相似性。

在美国金融史上规范化的重要一步是统一货币，而这件事又是由一场战争——南北战争促成的。

在南北战争以前，美国原则上实行金本位，也就是说，任何银行，如果你有 1 万美元的黄金储备，你就可以发 1 万美元的钞票。美国在独立战争胜利后，各地的银行如同雨后春笋般冒出来，这些银行中，虽然有一些准备了足够的黄金储备，但是大部分银行是有 1 万块钱的黄金，能够发 10 万块钱的纸币。但是，名义上老百姓可以随时将这些纸币拿到发行的银行兑换黄金，可一旦发生挤兑，银行就要关门了。因此，如果纽约某个银行发行的纸币流通到了 400 公里外的马里兰，那里的人就会犯嘀咕，心想这个钱能不能收，因为一旦发现它的银行被挤兑，坐着马车赶到纽约肯定来不及。这样，纽约银行发行的钱，虽然在纽约还是一块钱顶一块钱用，但是到了马里兰的巴尔的摩，可能就只能值 80 美分或 90 美分了。同样，巴尔的摩银行的钞票，到了纽约也要贬值。因此，当时每年要出一本书，告诉你不同银行发行的纸币在不同城市的实际购买力。美国当年的金融秩序就是这么混乱。今天有些人，包括



图 20.8 19 世纪 30 年代美国一个地方银行发行的美元钞票

诺贝尔奖得主鼓吹全世界货币发行的去中心化，但是如果他们多研究研究历史，就会知道这种无政府背书的货币除了让金融秩序混乱外，没有什么好处。

1860 年，提倡废奴的林肯当选为总统，于是第二年南部各蓄奴州便组成邦联，从合众国中独立了，美国南北战争即内战因此爆发。这次历时 4 年多的战争是 19 世纪世界上自拿破仑战争之后最大的战争，双方死亡 62 万人，超过美国在之后全部战争中死亡人数的总和。内战巨大的开销使得联邦政府债台高筑，战争前美国政府每天的开销为 17 万美元，开战后马上涨到 100 万美元。虽然美国政府向华尔街借贷获得了一些钱，但是



等它再去借钱时，华尔街也负担不起了，剩下最好的办法就是印钞票了。好在南北战争之前，美国从墨西哥手中获得了加利福尼亚州，并且在那里发现了黄金，因此美国国库还是有相当多的黄金储备的。美国内战的一个结果，就是在无意中统一了美国的货币。新的货币就是美国财政部为了战争所发行的绿钞票，也就是今天的美元。

战争期间，美国政府强制推行财政部发行的绿色美钞，要求商家一律接收绿钞票。当时财政部的纸币和黄金名义上是一比一的挂钩，即面值 10 美元的钞票和 10 美元的金币等值，但是根据格雷欣法则<sup>18</sup>，也就是劣币驱除良币的法则，所有人都把金币留着，把绿色纸钞票花出去，这样一来，黄金实际上已经退出了流通，而美元纸币开始流行。随着北方军队节节胜利，美元取代了各个银行自己发行的货币，成为美国唯一流通的纸币。

在战争尚未结束时，华尔街已经走出了战争初期的熊市，开始了美国有史以来最长的牛市。不过在接下来的半个世纪里，华尔街完全被一些金融强人操纵着，公平交易还是一种奢望。

### 第三节 一个人掀翻华尔街

随便找一本介绍华尔街历史的书籍，里面可以找出一大堆在华尔街历史上翻云覆雨的人，比如曾经一个人拯救了华尔街的 J.P. 摩根，金融史上最成功也是最无耻的股市操纵者古尔德（Jay Gould，1836—1892）和菲斯克（James Fisk，1835—1872）等，但是其中傲立群雄的是范德比尔特（Cornelius Vanderbilt，1794—1877）。

范德比尔特在金融史上的地位相当于亚历山大之于军事史，贝多芬之于音乐史。他最神奇的一次记录是一个人掀翻了整个华尔街。范德比尔特是美国历史上靠自我奋斗实现美国梦的最好范例，他 16 岁时就借钱买了条帆船，开始了他的航运事业，自己也因此获得船长的绰号，今天的拉里·埃里森<sup>19</sup>就处处以他为榜样。范德比尔特建立起庞大的航运帝国，在大西洋两岸的很多港口都有他的船队出入，此外，他还控制了美国从五大湖区到

18

格雷欣法则（Gresham's Law）使用者倾向于保留贵重的货币，而先将手中的价值低的货币花出去。格雷欣（Thomas Gresham）是英国金融家，英国证券交易所创始人。

19

甲骨文公司的创始人。



图 20.9 一人掀翻华尔街的范德比尔特

东部港口的运输。到了 19 世纪 50 年代，铁路开始在美国兴起，火车取代轮船成为北美最重要的运输工具。范德比尔特这时已经快 60 多岁了，一般来讲，这个年龄的人再赶上一次技术革命浪潮的可能性不大了，但是范德比尔特可不是一般的人，这个曾经通过托拉斯控制了世界最多财富的人（据估计他曾通过不断地建立信托控制了美国大约十分之一的财富），直到生命的最后都没有落伍。

范德比尔特被称为美国的铁路大王，但是他没有修过一条铁路，而是通过收购的办法从事铁路运输。范德比尔特研究了纽约 - 哈莱姆铁路公司（New York and Harlem Railway）很久，当时这条连接纽约和五大湖区的铁路并不被人看好，因为它途经的地区都是贫穷的农村。不过范德比尔特敏锐地看到了它的价值，因为它的一头连着纽约，而且这家公司和纽约市官员的关系很好，它不仅每年花不少钱贿赂议员们，还将十分之一的收入送给纽约市的小金库。可见当时美国政府的腐败程度，要想获得公共交通的经营权，就要贿赂州议员或者市议员。看到这些价值后，范德比尔特于 1862 年开始悄悄购入这家公司的股票，虽然在此之前他在股票交易上毫无经验。

整个华尔街对这家公司的股票看法和范德比尔特正好相反，他们认为这是一支可以做空的股票。于是就出现了整个华尔街在做空，而范德比尔特一个人在买进的奇观。有意思的是，做空股票背后的黑手竟然是这家公司的董事丹尼尔·德鲁（Daniel Drew, 1797—1879）。内部人士做空自家公司的股票，这种行为今天已经被证监会严令禁止，但是当时还没

有。经过几天的交锋，做空者卖掉的股票已经超过了这家公司的总股数。比如说这家公司一共发行了100万股股票，做空者居然卖掉了150万股，那么其中的50万股必须在规定时间内购回平仓。不过麻烦的是，这150万股都在范德比尔特的手中，做空者必须按照范德比尔特规定的高价回购。一仗下来，范德比尔特不仅控股了纽约-哈莱姆铁路公司，而且还大赚了一笔。

纽约-哈莱姆铁路是范德比尔特控制的第一条铁路，范德比尔特还花了不少经费游说，将这条铁路修到了纽约市中心，并且修建了今天著名的纽约中央火车站（Grand Central Terminal）。之后，范德比尔特控制了多条铁路，并兼任数家公司的董事长。范德比尔特对股票投机没有兴趣，他的目标是建立一个铁路王国。范德比尔特一生在和华尔街的投机者对决，最凶险的一次是在1868年争夺对伊利铁路的控制权，他和另一个金融集团——德鲁、古尔德和菲斯克开始了殊死决斗，这其实也是美国工业资本家（范德比尔特一方）和金融资本家（华尔街一方）之间的斗争。

范德比尔特资本雄厚，买下这条铁路的全部股份并非难事，但是德鲁等人开始钻空子，他们利用做公司董事的便利，随意稀释股票。美国南北战争之后，政府是一片混乱和腐败，而华尔街则成了权钱交易



图 20.10 范德比尔特家族建造的纽约中央火车站，被认为是美国铁路时代的标志

的平台。大的投机商们控制着法官，随意解释股市上的游戏规则。这样股市上的盈亏，完全取决于各自控制的官员和议员们的无耻和贪婪程度。德鲁在担任伊利公司财务主管时，利用职务之便发行了很多债券。那么这些债券是否能转换成股票，就成了范德比尔特和德鲁等人争斗的焦点。如果

债券不能够转换成股票,那么伊利铁路的股票很快就会被范德比尔特买光,但是如果反过来,债券可以转换成股票,那么德鲁等人就可以不断地借债,然后把债券转换成股票,这样从理论上讲市场上将会有无穷多的股票。因此双方的做法都是控制法官,就这个问题做出对自己有利的判决。范德比尔特控制了一位叫做巴纳德的纽约州法官,让他做出了“债券不能转换成流通股”的规定,然后就放心地去购买这家公司的股票了。但是范德比尔特低估了德鲁的无耻,后者根本不理睬法官的裁决,将所有的债券随意转成流通股,并且通过另外一名法官新的判决确认了他这么做的合法性。德鲁等人还随意稀释股票,他们卷走了范德比尔特 700 万美元,这在当时是个天文数字,超过了美国当时国民生产总值(GNP)的千分之一。这让范德比尔特忍无可忍,他把法官从床上叫起来,签署了对德鲁、古尔德和菲斯克的逮捕令,这 3 个人闻讯连夜逃出了纽约。从这些事情可以看到,当时美国金融秩序比今天的中国要混乱百倍。

到目前为止,德鲁等人赚了范德比尔特 700 万现金,而后者换回了 10 万股凭空发行的股票,看上去德鲁等人赢了一局,不过好戏并不会就这样结束。范德比尔特控制了纽约州政府,只要他不发话,德鲁等人这辈子就别想回纽约了。当时可没有互联网,可以通过网络交易股票,除非德鲁等人从此退出金融界,否则必须回纽约。最终德鲁等人和范德比尔特达成妥协,伊利铁路公司花费了 900 万美元平息这场官司,范德比尔特最后的所得比他的付出

还多得了 200 万,他手中的 10 万股原本是废纸的股票也慢慢地被卖出了,他大赚特赚了一笔。最后倒霉的是其他持股人,中小股东们发现经过这场交锋,他们的股票被稀释了 40% (来自于德鲁增发的部分)。

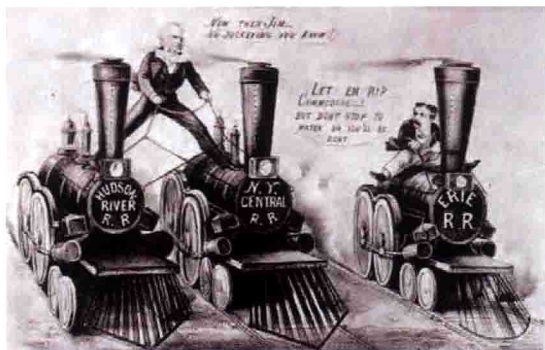


图 20.11 1870 年的漫画,描绘范德比尔特(左)和古尔德(右)等人争夺伊利铁路的所有权

从伊利铁路股权之争上，我们看到了人性中魔鬼的一面——自私和贪婪，在金融市场的行为还没有完全被规范时，一些人会尽可能地利用法律的漏洞肆无忌惮地掠夺他人的财产。在这些股市操纵者翻云覆雨时，为他们买单的常常是一些中小股东。而具体到德鲁、古尔德和菲斯克等人，简直可以用无耻二字来形容。对比一百多年前美国的股市，中国所有的投资人都应该庆幸当下中国的股市即使秩序再混乱，也比当年美国好得多。说实话，今天人们的道德水准比 100 多年前没有太多的提高，只是大家懂得了建立规范和遵守规范的重要性而已，这便是文明的体现。

范德比尔特其实不是想炒股，而是想通过收购控制公司，然后经营铁路，因此他一旦控制了铁路就远离华尔街，把心思放在经营业务上。而古尔德和菲斯克等人就不同了，他们没有经营企业的远大抱负，只是想通过操纵股市发大财。他们和范德比尔特围绕伊利公司进行了一番较量后，继续通过不断发行伊利公司的新股票来赚钱，纽约股票交易所终于对此忍无可忍，将伊利公司摘牌了。在这之后，《商业和金融周刊》（*Commercial and Chronical*）建议实施以下法律：

1. 除非三分之二的股东同意，董事会无权发行新股票；
2. 现有股东对发行的新股票具有优先认购权，新股必须公开发行，必须给予足够长的预告期；
3. 所有公司都必须在第三方金融机构保存其所有流通股票的总数记录，并且随时接受任何股东的检查；
4. 违反上述任何一条即构成犯罪。

显然这些条款都是针对古尔德和菲斯克滥用职权胡作非为的行为的。他们擅自发行股票，不符合上面的第一条；而发行股票是暗地里进行的，不符合第二条；他们还刻意隐瞒流通股的总数，违反第三条。这些条款后来成为了美国《证券法》的基础，但是这个立法的过程却很漫长，不过纽约股票交易所在立法之前率先对上市公司提出了这些要求。在被交易所摘牌后，古尔德终于同意遵守这些条件。等伊利公司再次回到纽约

股票交易所重新挂牌后，股东们发现这家公司的流通股数量其实已经超过了它原来登记数量的两倍。

20

Jackson, Tom;  
Evanchik, et  
al., Monica.  
The Wealthiest  
Americans Ever.  
The New York  
Times. 2007-07-15

范德比尔特后来的交锋中没有再输给过古尔德和菲斯克，虽然后者时不时地给他捣乱。1877年，范德比尔特去世，享年82岁，他留下了估计高达1亿美元的遗产（在今日约相当于1800亿美元）<sup>20</sup>，超过了当时美国国民生产总值的1%，在有史以来最富有的人中，他仅次于洛克菲勒排在第二位。他创造了一个人挑翻华尔街的记录，也开创了一个人控制整个金融的先例。

经历了和范德比尔特就伊利铁路的交锋，古尔德和菲斯克名声大嘈，并且开始在华尔街呼风唤雨了。他们要做一件不仅是前无古人，而且看上去不可能的大事。玩过纸牌游戏拱猪的人都知道，如果收个满堂红，所有负分数都变成正的了，这两个人类金融史上最大的投机商要做的就是这样一件事，他们试图操纵整个黄金市场。当然，古尔德和菲斯克二人并没有足够的资金将美国所有的黄金买下来，他们的方法在于利用杠杆。而这个杠杆就是当年荷兰人发明的期权。古尔德、菲斯克二人的诡计分为以下三步。

首先买下美国流通的黄金。我们前面说过了，由于在南北战争之后，美钞大量发行，黄金和美元脱钩了，根据劣币驱逐良币的效应，美国市场上流通的黄金量并不多，大约只有几百万美元，这一点黄金以他们的财富是可以买下的。

接下来就是买下所有看涨黄金的期权。当时美国进出口贸易是以黄金（而不是美元）交割的，进出口商为了防止美元和黄金的波动，需要用看涨期权和看跌的期权来对冲。也就是说，出口商为了防止在收到货款后黄金的价格下跌，要提前购买黄金下跌的期权（Put Options）。反过来，进口商为了防止货物进口后，黄金上涨而多付美元，那么要提前购买黄金上涨的期权（Call Options）。因此市场有大量的黄金期权。在当时没有人从数学的角度给出期权到底价值是多少，这件事直到一百年后才由

芝加哥大学的费舍尔·布莱克（Fischer Sheffey Black, 1938—1995），哈佛大学的罗伯特·默顿（Robert C. Merton, 1944—）和斯坦福大学的迈伦·斯科尔斯（Myron Scholes, 1941—）完成，默顿和斯科尔斯也因此获得了1973年诺贝尔经济学奖，布莱克因为已经过世而错过了这项殊荣。按照后来古尔德自己所说，在那个年代，当前价格黄金期权<sup>21</sup>（option at current strike price）的价格只有当前金价的1/200，这个价格比期权的实际价值要低很多。在今天的市场上，（一年期的）当前价格黄金期权约为金价的1/10。由于当时期权价格偏低，使得古尔德和菲斯克二人只花了很少的钱就买下了大量的黄金期权。

21

比如今天黄金价格为每盎司1000美元，明年还按照这价钱交割的期权，就成为当前价格的黄金期权。

看涨期权只有在黄金价格超过期权上规定的价钱时才有用，否则就是废纸。因此，古尔德和菲斯克二人要做的事情就是确保在期权到期时，黄金的价格超过期权规定的价钱。既然他们已经把市场上流通的黄金收到自己的口袋里了，那么黄金的价格上涨应该不成问题，到时候他们就等着收钱了。不过问题并没有这么简单，因为这里面还有两个漏洞。第一个漏洞是美国民间有大量的黄金，对于这一点他们二人并不担心，因为民间的黄金在短期内很难流入股票交易市场，第二就是美国政府的国库中黄金储备非常充足，美国当时一大半的黄金都在国库中，只要政府抛售一点点，黄金价格就得大跌。因此这两个投机商要做的第三件事情就是防止美国政府抛售黄金。

古尔德的具体办法就是设法影响美国当时的总统格兰特。这位南北战争时北方的统帅，在军事上是一把好手，但是对金融却一窍不通。为了接近格兰特，古尔德找到了一个叫做科尔宾（Abel Corbin, 1808—1881）的家伙，这个人并无大本领，而且很贪财，不过他的身份很特殊——格兰特的妹夫。古尔德送给了科尔宾一笔黄金期权，如果黄金价钱每涨一美元，后者就将获得15000美元的利润。通过科尔宾，古尔德认识了格兰特，他不断以金融自由为幌子给这位总统洗脑，目的就是不让政府干预黄金的价格。格兰特觉得两个人说得不无道理，但是直觉告诉他似乎哪里不对，因此在这点上不置可否，不过他最后还是答应了科尔宾

和古尔德的要求。古尔德和科尔宾还成功地劝说总统任命了巴特菲尔德（Daniel Butterfield, 1831—1901）为财政部部长助理，这个人接受了古尔德 10000 美元的贷款。由此可见，当年的美国政府有多么腐败。至此，古尔德似乎一切准备就绪。

在 1869 年的夏天，古尔德和菲斯克不断地购进黄金和黄金期权，到了 9 月，这两个人开始对决整个华尔街了。古尔德和菲斯克当时可以说是信心满满，因为他们手中已经有了面值 9000 万亿美元的黄金债券，这相当于当时纽约交易所每天成交量的很多倍，而且超过美国当年国民生产总值的 1%。如果到时候黄金价格在期权规定的价格之上，古尔德和菲斯克就可以找卖出期权的人按照规定的价格兑现黄金，而对方又没有地方去搞黄金，其结果就是只能让古尔德和菲斯克随意敲竹杠了，这样他们的逼空战术就会成功。等到那些卖空了黄金期权的华尔街大佬们意识到古尔德和菲斯克打算收满堂红，顿时头都大了，因为随着黄金价格的不断上涨，他们的亏损将越来越大，于是他们找到了财政部，希望财政部干预黄金价格。古尔德闻讯马上起草了一封信，阐述黄金的价格需要由市场（其实就是他古尔德自己）决定，然后让科尔宾交给总统。恰巧这一次格兰特总统身边的一位部长提醒了他，他才发现上了古尔德和科尔宾的当，于是指示财政部干预此事。

古尔德得到这个消息，知道必须见好就收了。他和菲斯克一方面继续造势，一方面悄悄开始卖出。到了 1869 年 9 月下旬，黄金的价格已经从一个月前的 131 美元上涨到了 150 美元，一些“扛不住”的做空者不得不高价平仓。整个黄金交易室乱成了一锅粥，简直就像是葛优在电影《大腕》中描述的那个精神病院，由于交易量过大，很多电子设备过热而烧坏了。这时华尔街出现了有史以来最大的一次恐慌（史称黑色星期五），整个美国都在关注着黄金的价格。古尔德和菲斯克到了这时候还没有收手，还在通过对敲操纵着黄金市场，古尔德悄悄抛出，而菲斯克则虚张声势地买进。黄金的价格已经被菲斯克提到了 160 美元的高价，他的经纪人放了一个以 150 美元的单价买进 500 万美元黄金的大单子托盘，没有人敢接这个大单子，菲



斯克的经纪人得意洋洋地一遍遍重复着报价,如果再没人接单,金价只有进一步上涨。但就在这时,一位资深的经纪人跳出来接下一个大单子,这下轮到菲斯克傻眼了,黄金价格应声而落,一下子就跌到了140美元,而就在这时,

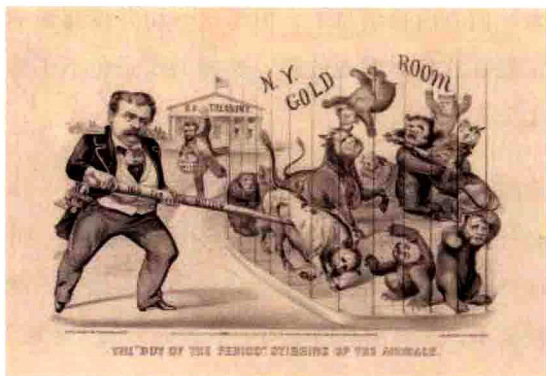


图 20.12 1869 年的漫画,近处拿枪的是菲斯克,远处拿着钱袋的是古尔德,后面的背景是美国财政部,牢笼里是被这二人锁住的众多炒家

财政部的黄金开始抛售了。原来,格兰特总统绕过了接受贿赂的巴特菲尔德,直接动用国库的黄金来平息市场。空头开始平仓了,整个交易所安静了下来。

这次黄金恐慌给美国政府一个大教训,从此美元又回归到金本位上来。作为善后,美国国会开始调查这次黄金操纵案,被古尔德和菲斯克买通的巴特菲尔德辞职了,古尔德本人也花了8年时间才平息对他的起诉。没有人知道古尔德和菲斯克两人从中赚了多少钱,但是他们俩却否认自己挣到了钱。在接下来的时间里,古尔德和菲斯克继续在华尔街呼风唤雨。几年后,菲斯克死在了一个女人的手里,他被情敌开枪打死,而古尔德在56岁那年死于肺结核,两个人也算是得到了报应。

在整个19世纪的下半叶,华尔街就是这么混乱,市场的操纵者能量之大是我们今天无法想象的,他们甚至可以买通总统身边的人并且对国家的经济政策施加影响。如果拿中国今天的股市对比当年的华尔街,不知道要公平多少倍。不过华尔街的混乱并没有影响美国经济的发展,毕竟在那个年代上市的公司还不多,拥有股票的人也很少,美国靠着第二次工业革命和制造业,终于在19世纪最后的10年里超过了英国,成为世界第一大经济体。这一点也和今天的中国非常像,有人操纵股市大发不义之财,一个个毫无金融知识的演员和电视主播也大言不惭地自称股神(因

为她们有内幕消息），但是这一切并没有影响中国经济的发展。历史常常就是这样，要走的路，要摔的跤是免不了的。而明天的中国，一定会比今天的美国更好。

金融业发展到这一步，大家终于认识到进一步规范金融市场的行为势在必行。1890年美国国会通过了反托拉斯法，开始限制范德比尔特、摩根这样的大家族对美国经济和金融的操作，而规范金融秩序不仅要完善各种法律，更要动真格地对一些有能力的大家族开刀。

#### 第四节 将鸡交给狐狸照看

在美国南达科他州的黑山地区，有一座海拔1800米的拉什莫尔山，山頂上有四位杰出总统的雕像，他们分别是华盛顿、杰弗逊、西奥多·罗斯福（Theodore Roosevelt，1858—1919，即老罗斯福，不是二战时的总统富兰克林·罗斯福）和林肯（下图从左至右）。对于华盛顿、杰弗逊和林肯，可能大家都没有争议，那为什么要将名气似乎不是那么大的老罗斯福并列其中呢？因为在美国人心中，他对社会的公平性贡献非常大。

1901年，西奥多·罗斯福接替被刺的总统麦金莱（William McKinley，1843—1901）就职美国总统。这位老罗斯福总统，虽然来自一个显赫的家族，但是他一生倾向于为劳工和弱势群体争取权益。老罗斯福深知，虽然当时的垄断公司为公众提供了更便宜更好的服务和产品，但是如果不把美国拉回到自由竞争的轨道上，这个国家就没有未来。因此，他上台

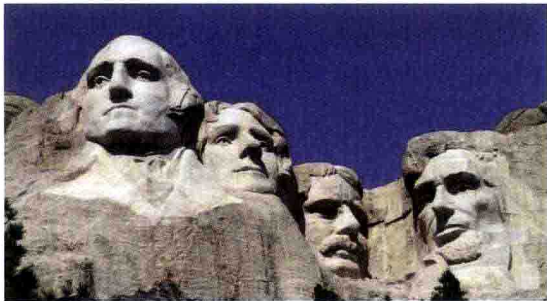


图 20.13 拉什莫尔的伟人山（左起第三为西奥多·罗斯福）

后做的第一件事就是反垄断，他要求国会展开行动，但是当时美国政坛非常腐败，大家族和大公司的势力还非常强大，因此国会没有理会他的要求。老罗斯福干脆自

已动手，发起针对 44 家大企业的法律诉讼，从此开始了美国历史上的反垄断风潮。老罗斯福在担任总统的近 8 年里，一共赢得了 25 场诉讼的胜利，最出名的就是肢解了垄断北大西洋铁路、昆西铁路和芝加哥铁路在内的运输巨头北方证券公司，这家公司背后是金融巨子 J.P. 摩根。老罗斯福还调解了劳资纠纷，他把劳资双方请到白宫来谈判，并且为劳工说话。谈判的结果是将劳工每天的工作时间从 10 小时降到 9 小时。

老罗斯福的继任者塔夫脱（William Howard Taft, 1857—1930）虽然在感情上倾向于大企业，但还是坚定地执行了老罗斯福反垄断的政策，把 90 多家大企业告上法庭，并且肢解了美国当时最大的垄断企业标准石油公司（是今天埃克森 - 美孚、雪佛龙和康菲等数家大石油公司的前身）。该公司的创始人、商业巨子洛克菲勒到死都不能明白为什么美国政府要拿他开刀。他一生热衷慈善，他为美国赢得了世界上很多的石油资源，他为美国民众提供了更便宜更好的石油制品。他不懂的是，由于他的垄断（标准石油公司曾经占了美国原油产量的 91%），使得以后的人无法进入这个领域，从此破坏了社会的公平性。在美国，反垄断叫 Anti-Trust 反托拉斯（信托）而不叫 Anti-Monopoly，因为信托是大家族用来控制财富和避税的手段，反托拉斯就是反对富有的大家族，以达到社会的公平。到了伍德罗·威尔逊（Woodrow Wilson, 1856—1924）担任总统期间，他超越了老罗斯福和塔夫脱针对个别垄断财团打官司的反托拉斯方法，改为通过联邦贸易委员会预先阻止不公平的交易行为，以此来鼓励竞争。威尔逊还迫使国会通过了克莱顿反托拉斯法案（Clayton Anti-Trust Act），使得美国的商业从此开始规范。而在此过程中，美国政府成了企业规范化经营的监督者。美国联邦储备银行的出现和政府对于金融业的规范化，就是在这样的大背景下开始的。

美国联邦储备银行的成立源于 1907 年的一次短暂的金融危机。这次危机如果放到今天是根本不可能发生的，但是，当时由于美国没有央行，同时政府对资本的运作几乎是完全放任的，才使得一次很小的事件产生的蝴蝶效应居然让华尔街几乎崩盘。

1907年金融危机的起源本是一次没有什么新意的股市操纵。这年10月份，海因斯（又译作海因策，Fritz Augustus Heinze, 1869—1914）等几个试图操纵股市的人，合计着重复范德比尔特、古尔德和菲斯克当年的神话。这次他们选定了自己控股的美国铜业公司作为操纵对象。海因斯等人将自己拥有的股票借给那些做空的经纪人（设下圈套），然后再试图通过贷款买下市场上的其他流通股，达到逼空的目的，这样等到做空者偿还股票时，会因为市场上买不到股票而不得不向他们高价购买，到那时，价钱就完全由他们说了算。当然，他们为了购买股票需要借钱，当时有不少银行都借给他们钱，这里面还包括了当时第三大证券公司尼克伯克信托投资公司（Knickerbocker Trust Company），它的地位相当于2008年金融危机前的美林证券，但这家投资公司当时其实已经被海因斯等人控制。众所周知，借钱是需要抵押的，而他们用的抵押品又是美国铜业公司的股票。这就好比一个人用自家的房子做抵押从银行借来钱，把自家的房价炒高，然后再用纸面上价值更高的房子（还是同一栋）借来更多的钱，继续炒作这一栋房子。

读者可能已经看出来了一——这其实就是本章开篇时所讲的那种庞氏游戏。如果美国铜业公司的股票上涨还好，如果控制不住下跌了，那么这些抵押品就成了废纸，各个银行和尼克伯克信托投资公司借出去的钱肯定是还不上，更可怕的是，该投资公司的钱也不是它自己的，而是投资和存款人的，因此很多投资人将因此破产。这就是风险所在。

海因斯等人的对手是J.P. 摩根和约翰·洛克菲勒等人，后者虽然都是美国铜业公司的董事，但对于海因斯等人利用管理公司的便利侵吞他们的资产也毫无办法。后来，海因斯可能真觉得J.P. 摩根等人是病猫，他把自己在公司里胡作非为的行为搬到了华尔街，决定和华尔街赌一把。一开始，海因斯等人通过逼空的办法抬高了股价，但是他们远远无法控制所有的流通股，这就像玩拱猪的人，原本打算收满堂红，但是一圈圈的牌打下来后，发现还有一人手中的红桃花色似乎很长，这个试图收满堂红的人就可能要精神崩溃了。海因斯他们现在就面临了这样一个困境，他们不像范德比尔特

特那样用的都是自己的钱，而是靠巨额的借款在支撑，这是一个不折不扣的定时炸弹。当他们债台高筑却还是不能控制所有流通股时，没有人敢再借给他们钱了，接下来，崩盘就开始了。起初，只是那些没有被他们控制的银行开始要他们还贷了，这逼迫他们不得不卖掉一些股票来还贷。一旦他们开始抛售自己的股票，美国铜业公司的股价就开始往下走了，很快海因斯等人抵押出去的股票已经抵不上他们所借的贷款了。损失最大的就是他们自己控制的尼克伯克信托投资公司，这家投资公司的客户担心它拿不出钱，纷纷开始挤兑。很快挤兑的风潮就蔓延开了，凡是借给海因斯钱的银行都遭到了挤兑，再接下来那些信誉很好的银行也发生了挤兑。如此下去，不仅华尔街得关门，美国的银行业也就完蛋了。

当时美国没有中央银行因此无法为市场注入流动资金来平息这场挤兑风波，这时大家只能把希望寄托在唯一具有威望和实力拯救这次危机的 J.P. 摩根身上。J.P. 摩根的威望来自于他的诚信而不是金钱。他一生在商业活动中所坚持的原则是，如果要想在商业上获得长期的成功，诚信至关重要。他曾被问及什么是让他给一

家企业贷款的决定因素，是对方的资产还是流动资金，他说，“都不是，先生。最重要的是品德……如果我不能相信一个人，他就是拿上帝来做抵押也别想借走一分钱。”

现在轮到 JP 摩根出来拯救市场了。



图 20.14 1881 年帕克 (Puck) 杂志上的漫画，J.P. 摩根和山姆大叔一同掌舵美国这条船，画中山姆大叔相比 JP 摩根显得非常的渺小（保存于美国国会图书馆）

虽然摩根和洛克菲勒在海因斯等人的失败中出了口恶气，但是，这时也不得不出来救火。J.P. 摩根拿出自己的一部分钱，洛克菲勒也拿出来 1000 万美元，单纯从数量上讲仅洛克菲勒的这笔钱就比 1791 年财政部拿

出来拯救华尔街的 600 万美元还多（当然考虑到通货膨胀，实际的价值没有那么大）。不过挤兑仍然在继续，常常是上百万美元投入到一个银行，一会儿就被取光了。摩根只能再次去和财政部交涉，最后说服财政部将美国政府的 3500 万美元存款注入这些银行，加上他自己从各家银行筹措的 2700 万，但是谁也不知道这够不够应对挤兑。至此，J.P. 摩根也没有办法了，只好以他的名义把各大银行的老板找来商量对策，大家你看着我，我看着你，都傻眼了。最后在 J.P. 摩根的保证下，各大银行的老板们同意将各自存在银行结算中心的抵押款 8400 万美元拿出来。当储户们看到源源不断的现金流到市场上，便停止了挤兑，于是，这次短暂但是十分危险的危机算是渡过了。

这件事使得原先反对政府干预金融的政治家们也意识到建立一个中央银行的必要性。虽然历史上美国已经建立过两个中央银行，但目的只是为了还战争的借款而已，一旦任务完成，中央银行也就自行解体了。由于 J.P. 摩根在平息这次金融危机中发挥了决定性的作用，因此他成为众望所归的美国联邦储备银行系统（简称美联储，Federal Reserve System）的发起人。1913 年美联储正式成立，它包括了 12 家地区性的联邦储备银行（现在为 7 家）。虽然它是以私有公司性质注册的政府部门，但是它直接听命于总统，它的主席由美国总统提名，国会批准。美联储虽然名字叫储备银行，但是它并没有什么储备，和各国的央行一样，它的职责基本上是发行美元和制定利率。也就在美联储成立的这一年，J.P. 摩根去世了，他留下了大约 6000 万美元的财产，远不如人们想象得多。



图 20.15 位于华盛顿的美联储总部

就这样，在经历了反托拉斯的高潮和 1907 年的金融危机，成立美联储之后，华尔街的运作开始受到政府越来越多的监管。不过，美国资本市场

真正进入有序还是在美国证券和贸易委员会（即美国证监会）成立以及1933年《银行法》颁布之后。

对于1929—1933年的全球大萧条，我们就不必细说了。下面的几个数据显示了这次大萧条对美国的影响：近1万家银行关门（当时美国有近3万家银行）；道琼斯工业指数<sup>22</sup>到了20世纪50年代末才恢复到大萧条前的1929年的水平；失业率超过20%。当然，还有无数华尔街的弄潮儿破产甚至自杀。不过在这次危机中，也有挣到大钱的人，其中的一个人就是肯尼迪家族的创始人，约翰·肯尼迪总统的父亲约瑟夫·肯尼迪（Joseph Kennedy Sr, 1888—1969），人称老肯尼迪。美国最终形成比较规范的金融秩序与他有关。



图 20.16 曾经担任证监会主席的老肯尼迪（左）和儿子约翰·肯尼迪（右）在一起

1920年，老肯尼迪刚到纽约市，就差点被无政府主义者搞的一次恐怖袭击要了命。在那个年代，受俄国十月革命的影响，美国的一些激进人士开始搞恐怖活动，计划暗杀资本家，老肯尼迪那时候既不老，也不是什么大资本家，他只是在路上恰巧遇到了那次爆炸，他被爆炸的气流掀翻在地。不过按照中国的古话，大难不死必有后福，这句话果然在老肯尼迪身上应验了。无人知道他早期的财富是如何积累起来的，虽然他自称是银行家，但其实是什么钱都挣。肯尼迪娶了波士顿市长的女儿，进入了上流社会。他渐渐开始在华尔街呼风唤雨。一次他岳父的支持者在股市上被套牢，老肯尼迪指挥着他在全美国的代理人硬是把这家公司的股票炒了起来。最后，空头不得不向他投降，让他狠狠地挣了一票。1928年，老肯尼迪是当时美国金融界少有的几个嗅出了大风暴即将来临的人。大家后来把

22

全称为道琼斯工业平均指数，由美国财经记者查尔斯·道（Charles Dow, 1851-1902）创立，是美国最早的综合性的工业指数，1896年该指数创立时只有12家成份股，今天增加到30家。由于该指数所包含的公司数量很少，而且指数的计算采用的是简单平均而不是加权平均，因此今天它在金融上的指导意义远不如斯坦普尔500指数。不过考虑到它的历史悠久，而且成份股均为大公司，因此它在财经新闻上的影响力较大。

他捧为天才，但是他自己却说得很轻松，“当我听到纽约街头擦皮鞋的小童也向我兜售股票经时，我知道该做空了。”他后来回忆当时的危机感“如果有办法让我保住一半的财富，我愿意放弃另一半。”

但是和前面提到的其他华尔街大亨不同的是，肯尼迪的抱负不仅仅在金融上，而更主要是在政治上。从1932年起，他看好了政治新星富兰克林·罗斯福，并且利用他的财力成功地帮助罗斯福当选总统。当然，即使没有肯尼迪的助选经费，罗斯福照样会当选，因为经济糟糕到了那样的地步，在台上的总统是不可能连任的。不过肯尼迪却不这么想，这是他后来和罗斯福产生矛盾，并且觉得罗斯福一直对不起他的原因。肯尼迪希望罗斯福让他当财政部长，不过罗斯福却给了他一个职务虽小但是后来证明作用更大的职务——新成立的美国证监会主席。这一下子，美国社会炸开锅了，媒体评价说，这简直是“让狐狸来看小鸡”、“从前的投机者现在要制止投机”。由于社会各界对他的不信任，这使得国会对他的正式任命延迟了半年。

不过事实证明罗斯福用人还真有独到之处。挣够了钱的老肯尼迪，想的不再是以权谋私去挣更多的钱，而是自己的政治前途。老肯尼迪接手的是一个烂摊子，问题多多，不仅大家对华尔街没有信心，华尔街自身对投资也没有了信心。作为华尔街最有经验的坐庄者，老肯尼迪知道华尔街里全部的猫腻和雷区。华尔街的小混混们，这回如同小偷遇上了贼爷爷，那些操纵市场的把戏再也玩不起来了。他很快在人们心中建立起一个公平而高效的管理者的形象。接下来他必须解决银行不愿意借贷的问题，因为这些银行家都被吓破了胆。没有借贷，经济活动就没有了血液，经济就无法恢复，这在历史上被称作“资本罢工”。老肯尼迪在各种场合宣传罗斯福的新政，重树华尔街的信心，银行的信贷又开始恢复了。老肯尼迪在监管金融的同时，做的另一件事，就是打击华尔街那些维护经纪人利益的保守力量，扶植维护投资人的新生力量，这样也树立了民众对华尔街的信心。两年多过去了，华尔街再次走向正轨，老肯尼迪觉得这份差事已经没有了新鲜劲，辞职去追求更高的政治目标了。罗斯福



和老肯尼迪开创了美国政府严格监管金融的先河，从此美国证券交易才真正走向正轨。

## 第五节 不断重复的愚蠢

金融行为得到了约束，交易开始公平，不等于证券市场的风险从此消失，因为人最大的敌人不是别人，而是自己的贪婪。今天人类的贪婪和愚蠢和两个世纪前相比并没有多少改进。只要有这两条在，金融危机还会周期性地重复下去。

自罗斯福执政起直到今天，这 80 多年华尔街的历史，今天的人应该比较熟悉，也就不需要我们全面回顾了，我们只需要聚焦一些重大事件和危机，就不难得出“历史在不断地重复”这一结论。

我们在本章一开始谈到了各种泡沫，其中一个共同的特点就是炒作概念。在 19 世纪美国全民（甚至是全世界）都在炒作铁路和运输的概念。在英国，曾经发生过全民投资和炒作铁路的风潮，这固然集资修建了大量的铁路，却也因为泡沫而带来了巨大的灾害。在第二册“缩短的距离—交通和通信的进步”一章中，我们介绍过英国铁路泡沫带来的股灾，著名作家、《名利场》的作者萨克雷就把全部财产都赔在了铁路股票上，就连著名的惠灵顿公爵也不能幸免，最后只好找铁路投资人帮忙。20 世纪初，炒作的概念是汽车，到了二战后就成了电子产品。

在美国 20 世纪 50—60 年代，什么公司只要和电子挂上钩，股票就疯涨，后来掀起了一场公司改名字的热潮。我们知道电子的英文写法是 electronics，结果很多公司都把自己的名字改成什么 -tronics。比如汽车配件公司改名为 autotronics，股价就能上涨，这些看似荒唐的事情和 2000 年所有公司都宣称自己是互联网公司（.com 公司），2007 年所有互联网公司都宣称自己是互联网 2.0 公司，而 2011 年后所有的互联网公司都宣称自己是移动互联网公司，没什么两样。从二战结束到 20 世纪 60 年代末，美国股市经历了长达 20 多年的大牛市。然后随着电子概念

带来的泡沫的破碎而结束，1971年美国股市开始暴跌。

虽然各种规范可以约束人们的贪婪，降低不理性行为带来的恶果，但是并不能从根本上消除人类自私和贪婪的天性。今天，各种概念依然在不断地被炒作，各种泡沫还在不断地被制造。在泡沫期间，不理性的人永远比理性的人多10倍，而泡沫制造者们不仅比他们的前辈更加“雄辩”，而且他们还拥有更复杂的金融理论作武装。

除了概念的炒作，依然不断有人试图操控资本市场。我们在前面讲到了古尔德和菲斯克在19世纪60年代曾经操纵了黄金的价格，而100多年后，美国两个最富有的人，得克萨斯石油大王亨特兄弟（纳尔逊·亨特和威廉·亨特，Nelson B Hunt & William Herbert Hunt）又试图操控白银的价格。他们的做法和古尔德、菲斯克如出一辙，就是买下整个市场上全部流通的白银，然后逼空。他们将白银的价钱从1974年的每盎司3美元出头，炒到了1980年的将近50美元每盎司。到了1979年，他们囤积了两亿盎司的实物白银，这足足有6000多吨。亨特兄弟一心要模仿古尔德和菲斯克操控黄金的“壮举”，他们万万没有想到自己的结局也和古尔德、菲斯克差不多。这次他们不是栽在美国政府手上，而是栽到美国老百姓手上。随



图 20.17 20 世纪 70 年代末到 80 年代初，被炒作起来的世界银价

着银价上涨十来倍，美国老百姓抛出了大量的银器，在美国凡中产以上的家庭，大都有一两公斤的银器，比如咖啡具、茶具、刀叉、餐盘，等等。既然这些银子能卖这么多钱，大家就都拿出来抛售。在 2011 年银价飞涨时，这种情况再次出现，在 eBay

上有大量的银器出售。与此同时，原先因为银价低而亏损停业的银矿，在银价上涨了十多倍后，全部变成可以盈利的企业，他们开足马力开采和提炼白银，这也导致大量的白银流入市场。亨特兄弟二人再也没有钱购买白银了，银价开始下跌，而他们欠银行的钱因为银价下跌、抵押金不足而导致平仓。在1980年3月27日这一天，世界银价大跌一半。这次同样造成了股市的恐慌，当天股市大跌。

不过这次操纵对美国经济并没有伤筋动骨，因此股价第二天就回升了。但是亨特兄弟的命运就没有这么好了，他们在被称为“白银星期四”的这一天就由盈利变成了亏损10多亿美元。银行不得不重组他们的债务，给他们10年期限还债。但是，这一切是以白银价格未定并上涨为前提的，随着他们操控银价的结束，白银的价钱还在不断下跌。7年后这两个曾经是美国最富有的兄弟宣布破产。

就在亨特兄弟为偿债苦苦支撑的7年间，里根的新政把美国带出了经济衰退的低谷，但是同时美国开始了借债经济，这最终导致了1987年10月史称“黑色星期一”的股灾<sup>23</sup>。虽然这次股灾没有给美国带来太大的危害，股市也很快得到了恢复，但是，美国经济对债务的依赖却变得越来越严重。到2013年11月23日，美国发行的国债（还不包括各级地方政府的）超过17万亿美元，超过了美国的GDP（2013年GDP预估为16万亿左右）。很多中国的朋友问我美国政府是否会赖账，是否会还本金。这个答案是显而易见的，美国政府不会赖账，否则以后他们就借不到钱了，事实上美国联邦政府至今还没有赖过账。至于会不会还本金，这个答案是“会还”，也是“不会还”。说它“会还”，是因为

23

1987年10月19日，  
美国股市一天暴跌  
了20%以上。



图 20.18 1987 年纽约股市黑色星期一，导致全球股市恐慌

当债券到期时，美国政府每次都是连本金带上（最后一次的）利息还给债主。但是，这些都是以借到新债为前提的，也就是说美国政府一直在玩借新债还旧债的庞氏游戏，它永远欠着一笔越来越大的本金。事实上美国政府从来就没有打算还掉一部分本金，将债务减少，国会和总统之间争执的只是如何让债务上涨速度可控。而这一切和华尔街没有半点关系，因为借钱的不是华尔街。这件事说起来是和美国的主街（Main Street）即所谓的主流社会有关。

一位美国历史学博士曾经讲过，有什么样的民众就有什么样的政府。比如阿根廷等一些拉美国家有对经济发展漠不关心的民众，就有经常性破产的政府。美国中下层民众只想到享受福利，不打算纳税和通过自己的努力改变现状，而中上层的人则要求减税而不愿意进一步承担社会义务，私营公司有全世界最大的现金储备而四处避税，政府工作人员效率低下却要拿着高得骇人的福利，有这样的民众，就有从来不打算真正还债的政府。这些问题不是通过规范华尔街能解决的。

到了克林顿时代，他除了吹出了互联网泡沫和开始了房地产泡沫外，还开了放纵华尔街利用杠杆做最危险的投资的先例。而在失败前，这些使用超高杠杆的人和机构从来不承认他们的做法有非常大的风险，或者说他们从来不认为最坏情况会发生。但是事实上，坏事总是会来的。说到这里，我们就不得不回过头来讲讲长期资本管理基金公司（Long Term Capital Management）的案例了。

这家基金挣钱的原理其实并不复杂。我们谁都知道存款或者债券（比如国库券），存期长的利息高，比如年利4%；存期短的利息低，比如3%。这家基金就是用这个特点进行对冲。他们通过短期借款集资，然后去买长期债券，从中挣得利息差。当然，这个利息差很小，为了多挣钱，需要利用杠杆大量借钱，长期资本管理使用了25倍的杠杆，借了1200多亿美元的债。此前，并非别人看不见这种利息差（Spread），而是觉得这个利息差不算很大，为了挣它要去冒很大的风险，人们认为不值得。

长期资本管理在最初的两年里靠杠杆获得了不错的回报，这时人们常常会忽视这种做法的高风险，而这家公司胆子却越来越大。开始还只是利用美国长短期债券的利息差价，后来发展到利用不同国家的利息差价赚钱，比如日本的利率低，韩国的利率高，那么他们就从日本借钱买韩国的债券。这时，他们眼里只有利润，而完全忽视了风险的存在。在债券市场上有一条铁律，就是只有风险高的债券才愿意付出相当高的利息。1997年，二战后亚洲最大的金融风暴发生了，长期资本管理购买的亚洲债券暴跌，而他们卖出的美国债券却很稳定。这种事情属于小概率事件，但是它偏偏发生了。长期资本管理当年就开始亏损，而且资产快速缩水。第二年，又一个小概率事件发生了，俄罗斯宣布破产，所发债券全部赖账了。这下子引发了欧洲债券市场的剧烈震荡，当一个资本市场不稳定时，优质低回报的债券价格上涨，而低质高回报的债券价格下跌，因此其结果导致长期资本管理购买的那些高风险、高回报的债券，比如意大利债券价格暴跌，而它做空的低风险、低回报的债券，比如德国债券价格上涨，这一进一出就让这家公司亏了20亿美元，同时导致它的净资产快速缩水，它的债务和资产的比例一下子扩大到200:1以上。

下图是1000美元投资在这家公司净值的变化，蓝线为长期资本管理、红线为道琼斯、橙色线为美国国债。在1998年，它是一跌千丈。

至此，长期资本管理只能找华尔街的同行救助，他们先找到股神巴菲特来收购，巴菲特愿意出的钱连他们期望的一半都不到。他们又找到对冲基金的领袖索罗斯，索罗斯正在和中国香港政府打汇率战，根

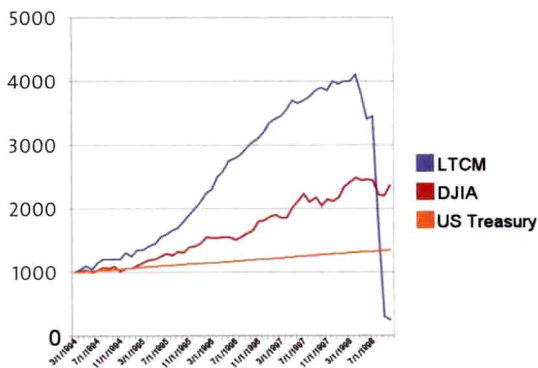


图 20.19 投资长期资本管理不同时期所剩的净值

本没有钱帮助他们，何况亚洲金融风暴和俄罗斯主动破产幕后的始作俑者就是索罗斯。看来长期资本管理公司免不了要破产了。更可怕的是，这家公司偏偏和华尔街的主要投资银行都有商业往来，而它的投资人也是各大银行，因此它一旦破产，可能第二天华尔街就无法开门了。因此，1998年10月23日，在高盛、美国国际集团(AIG)和伯克希尔·哈撒韦(巴菲特的旗舰公司)牵头下，由纽约的美联储协调，各大银行和投资公司一共凑了36亿美元的救市基金，帮它暂时维持一段时间，到2000年，这家公司解体。而瑞士最大的银行瑞士联合银行(UBS)因为投资它亏损了7.8亿美元，导致其董事会主席的辞职。在救市过程中，贝尔斯登(Bear Stearns)是唯一一家拒绝出资的公司，这被华尔街同行普遍诟病，因此，在2008年金融危机时，没有公司愿意救助贝尔斯登。

24

信用违约互换(Credit Default Swap, 即常说的CDS)是债券市场中最常见的信用衍生产品，通俗地讲就是金融产品的保险。在CDS交易中，购买者将定期向出售者支付一定费用(相当于保险金)，而一旦出现债券的发行者出现违约事件，CDS的购买者可以将债券以面值上的价格卖给CDS的出售者，从而有效规避信用风险。

25

因为根据它们和保险公司的协议，当这些投资公司和基金所投的金融产品亏损超过一定程度时，保险公司将支付它们的损失。

长期资本管理的失败说明，不论多么聪明的人，一旦贪婪起来，眼里就只有利润，而看不到风险，他们可能成功一时，但是最终都是以惨败收场。长期资本管理事件背后一个更深层的问题是，为什么美国政府会允许基金使用25倍的杠杆？在这家基金失败之前，所有人都低估了这种杠杆潜在的风险，但遗憾的是，在此之后大家依然没有意识到这一点。华尔街的人士对长期资本管理的失败进行了技术分析，虽然他们看到了杠杆对投资亏损的放大效应，但是他们认为这只是因为长期资本管理的模型还不够完美，而不认为这种利用杠杆的冒险终究要出问题。为了弥补模型上的缺陷，华尔街在设计新的金融衍生品(比如美国次级贷款的信用违约互换<sup>24</sup>)时对自己的投资进行了再保险，这样就可以在遇到下行风险时保底<sup>25</sup>，当然为了逐利，他们依然采用了长期资本管理高杠杆的投资方法，岂不知保险公司也是会倒闭的。当整个华尔街都开始玩这种冒险的游戏时，当全世界各大银行都纷纷加入进来时，最终导致在2008年爆发了二战后最大的金融危机。

金融危机过后，全世界从投资界到学术界都进行了深刻的反思，一些有识之士承认这些看上去很完美的模型其实不过是一种新的庞氏游戏的复杂包装而已。当然，依然有人觉得依靠技术的力量可以预测今后的风险

并且能够防止金融危机的发生。但是，正如牛顿所说“我可以预测天体运动的轨迹，却无法预测人性的贪婪”，而人类的贪婪依然是左右资本市场的重要因素。金融危机是过去了，但是造成金融危机的根本原因并没有消除，比如其中一个原因是美国原本没有经济实力购买房屋的低收入者，靠借次级贷款拥有了房屋，但却无力供养房屋。而奥巴马政府解决这个问题的方式，并非让那些人能够面对现实，过相对简朴的日子，并通过自身努力来改变现状，而是用更低的利息让那些人能够拥有住房。这其实不过是一个更大的庞氏游戏而已。而在金融史上，任何庞氏游戏最终的受害者恰恰是那些曾经认为自己讨到便宜的人。

不过，金融危机改变了世界的格局，加速了中国的崛起和欧洲的进一步衰落，当然这是题外话了。关于2008年这次金融危机的细节，读者可以参看拙作《浪潮之巅》。

## 结束语

关于华尔街，还有很多可以写的内容，比如巴菲特、索罗斯和西蒙斯（James Simmons）<sup>26</sup>等人的投资神话，比如计算机的使用对交易的影响，比如美国对股市的监管，等等。我们把这些精彩的内容省去，除了篇幅的原因，也因为它们和我想强调的这一章的主题关系不大。

如果对这一章提到的这么多历史事件做一个总结，那就是整个资本市场总是在疯狂的上涨和令人绝望的下跌中循环。这里面有两个原因，首先是由人的天性决定。冒险是人类的天性之一，就像人类不会因为雪崩而停止攀登珠穆朗玛峰一样，人类也不会因为有金融危机而停止投资和对资产的炒作。在资本市场的博弈是所有博弈中最伟大的一种，人们在游戏规则内不断追求自己的利益，而后面那只看不见的手（市场规律）其实才是资本市场真正的庄家。第二个原因是因为早期游戏的无序。回顾这200多年资本市场的历史不难看到，几乎所有的玩家都在作弊。为了让这个游戏能够不断地玩下去，大家就制定出各种规则，并且严抓作弊

26

世界上最成功的  
对冲基金文艺  
复兴技术公司  
（Renaissance  
Technologies）的  
创始人。

现象，而政府则成了游戏的裁判员。由于利益的驱动，永远有人试图作弊，或者打擦边球，不过应该看到，这场游戏还是越来越规范了，这便是人类文明的进步。不过，正如中国著名思想家王阳明所说“破山中贼易，破心中贼难”，设定游戏规则、监管资本市场容易，克服人性的弱点难。如果人真的没有了贪婪和恐惧，那么他就不是介于天使和野兽之间的动物，而是神了。不过，正是人类的这些弱点，给了后来者无穷的机会。

回顾美国金融历史的另一个目的，就是借此展示人类文明有时需要走过一个曲折的过程，而这个过程可能会经历相当长的时间，但是，最终人类身属于上天使的那一半——一种向上和向善的力量，使得文明在不断地进步。对比今天的中国和 100 多年前的美国，读者可能已经发现中国今天遇到的问题，当年美国都遇到过了，但是这些问题最终得到了较好的解决，因此我们有理由相信，不仅未来中国的金融秩序会变好，而且中国的社会也会更加进步。

## 附录 一些金融术语的含义

期权，是一种特殊的金融合约，是合约的一方给另一方在一定期限内按照某个价钱购买（Call）或出售（Put）股票的权利。

比如，股票 A 今天的价格是每股 50 元，某家证券公司（Underwriter）给期权的买家两年内任何时候，以 55 元的价格买进这家公司股票的权利，不管到时候股价涨到什么地步。当然，作为回报，买家要付给该证券公司每股 5 元。也就是说，买家花了 5 元钱，买了一个两年 55 元买进的期权（Call Option）。假如在两年内某个时候，这家公司的股价涨到了 70 元，那么期权持有者可以要求以 55 元的价格买进，便可得到  $70 - 55 = 15$  的价差，而他付出的只是当初付给证券公司的 5 元，他的回报率则高达  $(15 - 5) / 5 = 200\%$ 。如果这两年内 X 公司的股票从来就没有超过 55 元，等到这个两年的期权到期后，期权自行作废，证券公司获得 5 元。如果两年后股价为 58 元，买家依然可以以 55 元的价格买进，他在股票的差价上赚了 3 块钱，但是由于他购买期权花掉了 5 元钱，他实际上还亏了 2 元。卖出期权（Put Option）的操作方法类似。期权是一种使用杠杆的投资手段，风险较高，没有经验的投资者不建议使用。



做空，指卖出自己并不拥有的股票，指望股价下跌后再买回股票平仓。

比如股票 A 今天的价格是每股 50 元，如果某人（机构）预计今后这只股票将会下跌，而他手上又没有这只股票（或者数量不多），他可以从其他股票所有者手上借股票，以现在的价格卖出。当然，他必须抵押一些现金。如果将来股票真的像想象的那样价格下跌，比如跌到了 40 元，那么他可以按这个价钱回购还给股票的所有人，然后每股可赚 10 元。如果很不幸，入股上涨，那么他就赔钱了。做空是一个非常危险的股市操作，因为它的损失率从理论上讲可以是无穷大，没有经验的投资者不建议做空。

卖空袭击，指公司的合伙人卖空自己的股票，导致股票暴跌，然后再悄悄买回。在 19 世纪，一些公司的董事甚至自己印股票来做空它。现在各国都已经禁止这种内部交易了。

对敲，也称相对委托或合谋，指几个人（常常是公司合伙人）之间互相买卖股票，制造虚假的成交量，以抬高股价，美国现已禁止这种操作。2001 年，L&H 两个创始人进行对敲，事情败露后公司破产，两个创始人被捕。

逼空，指多头悄悄买下全部流通的股票，等空头平仓时，不得不以极高的被操纵价格买进。这是多头常用的手段。

## 参考文献

1. 伯顿·G. 麦基尔. 漫步华尔街. 张伟, 译. 机械工业出版社, 2012.
2. 约翰·S. 戈登. 伟大的博弈. 祁斌, 译. 中信出版社, 2011.
3. Arthur T. Vanderbilt II. 幸运的孩子 ( *Fortune's Children: The Fall of the House of Vanderbilt* ). William Morrow Paperbacks, 2012.
4. 2011 年高盛展望 ( 内部客户报告 ).
5. David Wessel. 我们相信美联储 ( *In FED We Trust: Ben Bernanke's War on the Great Panic* ). Crown Business, 2009.
6. Peter Lynch. 在华尔街 ( *One Up On Wall Street: How To Use What You Already Know To Make Money In The Market* ). Simon & Schuster, 2000.

# 第二十一章 亘古而长青

## 硅谷的奇迹

1968年的一天，41岁的罗伯特·诺伊斯（Robert Noyce，1927—1990）找到投资人阿瑟·洛克（Arthur Rock，1926—），后者曾帮助诺伊斯和七位同事一起创办了他们的第一家公司。

“鲍勃，听说你要辞去公司总裁的职务。”洛克问。

“是啊，阿特<sup>1</sup>，华尔街找来的这些老爷们只会玩政治，我的话他们已经不听了，戈登和我想离开了。”诺伊斯回答。

“好啊，”洛克说，“你们下面有什么打算？”

“戈登三年前就说，集成电路的性能会两年翻一番，可是有些人不相信。我们想自己干，设计超大规模集成电路。”诺伊斯说。

“鲍勃，这确实听起来让人难以置信，不过集成电路你们是行家，我相信你们的判断。需要我帮什么忙么？”洛克想进一步了解诺伊斯的意图。

“是的，阿特，我们需要1000万美元。”诺伊斯开始狮子大开口，要知道当时的1000万美元大约相当于2013年的1亿美元。

“哦，鲍勃，这可不是个小数目，就你们两个人？”洛克虽然这么说，却并没有要拒绝诺伊斯的意思。

“是这样，阿特，我们打算把一个叫安迪·格罗夫（Andy Grove）的小伙子带出来，”诺伊斯补充道，“这小子超级棒。”

<sup>1</sup>

阿特（Art）是阿瑟（Arthur）的昵称。

不久之后，诺伊斯和他提到的戈登（摩尔）离开了公司，创办了他们的第二家公司，洛克也为他们筹到了所需的1000万美元。诺伊斯和摩尔这段时间一直在说服格罗夫离职加入他们的新公司，格罗夫开始很犹豫，但是后来他还是被说动了。这恐怕是格罗夫一生中最正确的决定。

上面这一幕是曾经发生在硅谷的真实故事，很多朋友可能已经猜到故事中的主人公是谁了，不过即使不知道也没有关系，在读完这一章后就会对他们有更多了解。故事中诺伊斯先前的那家公司和后来他又创立的公司在科技史上都是鼎鼎大名，它们改变了硅谷，也改变了世界。这样的故事至今还经常在硅谷发生，帮助硅谷崛起并且不断地发展。

硅谷的崛起和人类历史上很多地域的崛起都有相似之处，它们都是依靠一个产业再加上很多偶然的因素而兴起。比如，欧洲中世纪末期，纺织业和金融业将佛罗伦萨变成了文艺复兴的中心，高岭土的发现和靠近长江便利的交通让景德镇成为元、明两朝的世界瓷都，19世纪末到20世纪初，钢铁工业和汽车工业分别造就了钢铁之城匹兹堡和汽车之城底特律。而具体到硅谷，它的崛起靠的是集成电路，也就是半导体工业，当然也有很多的机缘巧合，比如上面故事中提到的诺伊斯，以及他们两次“叛逃”行为。不过，硅谷的发展和结局与佛罗伦萨、匹兹堡和底特律这些城市不同，那些城市和地区会随着原有支柱产业的衰退而衰落，硅谷却不断地由一种产业催生另一种产业，于是当旧的支柱型产业消失后，它反而具有了新的活力，这可以算是人类文明史上的一个奇迹。

今天已经剩不下多少“硅”公司（半导体产业）的硅谷在世界上的地位比1968年还要高。这个不到美国国土面积千分之



图 21.1 底特律废弃掉的剧院，从它的内饰可以想象出当年的繁华

一、人口不到 400 万的地区，每年创造了大约 8000 亿美元的财富（包括硅谷公司的海外分公司的收入。如果不包括海外的收入，大约为 4000 亿美元）。更重要的是，这里是世界高科技公司的摇篮。在过去的 50 年里，硅谷创造了无数的神话。

- 硅谷平均每天都有十几家公司注册，大约每 10 天便有一家公司上市。
- 美国纳斯达克前 100 强公司中，硅谷占了四成，财富全球 100 强公司中，硅谷占了两成，例如苹果、Google、惠普、英特尔、甲骨文、基因泰克、吉利德科学（Gilead Sciences, Inc.）、Facebook、eBay、思科、雅虎、VISA 国际组织、应用材料公司（Applied Materials）、Twitter 和 LinkedIn 等，可以说是明星璀璨。
- 硅谷有凯鹏华盈（KPCB）、红杉资本和 NEA（New Enterprise Associates）等世界上最著名的风险投资公司。
- 硅谷地区的斯坦福大学和加州大学伯克利分校（University of California at Berkeley，简称 UC Berkeley 或 Cal），按照顶尖专业的数量，在全球排名前两名。此外，硅谷还聚集了大约 50 名诺贝尔奖获得者。
- 在文化领域，硅谷有世界上最著名的动画制作公司皮克斯（Pixar），不过这里更出名的是上个世纪 60 年代末的嬉皮士文化。

在过去的两年里，我接待了几十个来自中国的大大小的政府代表团，以及上百名中国的企业家和公司高管，他们来到这里都想搞清楚两个问题：首先，为什么硅谷能创造出上述的奇迹；第二，这个地方的高科技产业为什么可以长盛不衰。当然，他们的目的是回国后复制一个硅谷。我想，对于这两个问题我给了让他们满意的答案，但是听众们在得到答案后常常也会有些泄气，他们发现硅谷的成功是难以复制的。因为不断创造奇迹的硅谷，它本身也是人类文明的一个奇迹。为了讲清楚这一点，我们先要从硅谷的所在地旧金山湾区说起。

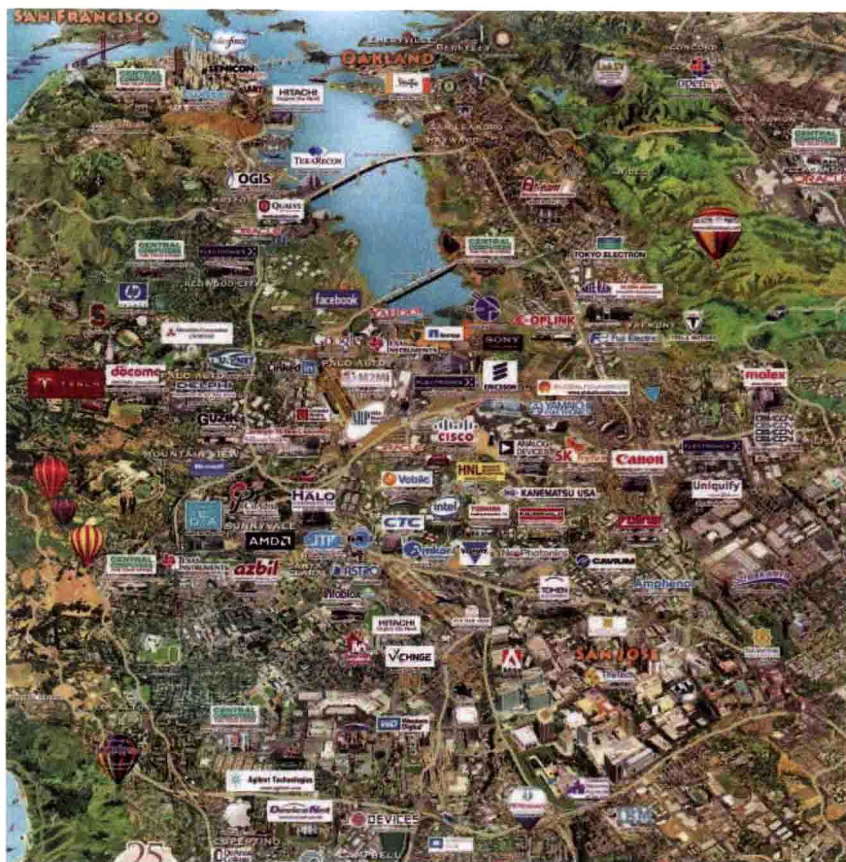


图 21.2 硅谷众多的公司

## 第一节 旧金山湾区

美国旧金山市的东边是一个狭长的海湾，南北长大约 80 公里，东西最宽的地方不过 16 公里。海湾南部的两岸，即分别从旧金山和伯克利往东南方向延伸到圣荷西市，是宽度不过 8 公里的狭长谷地。外面的人喜欢把这里称作硅谷，但是这里的人更喜欢称它为旧金山湾区（San Francisco Bay Area），简称湾区（The Bay Area）。

1769 年，西班牙探险家加斯帕·德·波特拉（Gaspar de Portolà）<sup>2</sup> 首次发现旧金山海湾，几年后西班牙人开始在这里定居。他们用 13 世纪意大

2

今天旧金山湾区的一个城市就是以他的名字命名的。

3

全名是亚西西的方济各（意大利语：Francesco d'Assisi），又常常简称为方济各、方济。

利圣徒方济各（Saint Francis of Assisi, 1181—1226）<sup>3</sup> 的名字命名了这座新城市，在英语里它被称为圣弗朗西斯科（San Francisco）。当地属于地中海式气候，因此这里冬暖夏凉，四季如春，成为全球为数不多的最适合居住的地区。到了1777年，西班牙人在旧金山南端的圣荷西（San Jose）建立了定居点，这样整个旧金山湾区就成为了当时被称为“新西班牙”的殖民地（包括今天的墨西哥和加利福尼亚等广大地区）中的一部分。这就是今天硅谷地区的地名大多来自西班牙语的原因。



图 21.3 美国发行的纪念圣荷西市成立 200 周年的纪念邮票

4

其实不只 49 人，但是人数不多，不会超过百人。

5

以纪念当年在费城签署独立宣言的 76 位代表和秘书。

1828 年、1835 年和 1842 年，在北美西海岸加利福尼亚的圣地亚哥、旧金山和洛杉矶等地先后发现了金矿。一开始，只是当地的人在淘金，规模也较小，但是到了 1848 年，在美洲就掀起了到加利福尼亚的淘金热，史称 Gold Rush。涌入加州的淘金者，除了来自美国东部各州，还有来自南边墨西哥，甚至远到秘鲁和智利。当然其中最早来的一批冒险家（历史上被称为 49 人<sup>4</sup>）确实是发了大财，他们每天能淘到价值上千美元的黄金，这相当于今天的大约 10 万美元，真可谓是日进斗金。为了纪念这些早期冒险者和开拓者，今天旧金山的职业橄榄球队取名为 49 人队，就如同费城的职业篮球队叫 76 人<sup>5</sup>队一样。



图 21.4 旧金山 49 人队徽标，队名是为了纪念早年的淘金者

又过了一年，也就是 1849 年，包括华工在内的新的一批淘金者跨越重洋来到了这里，他们把自己住的城市称为金山，后来因为在澳大利亚的墨尔本也发现了黄金，便把这里改称为旧金山，而称呼后者为（新）金山。除了华工以外，很多欧洲人和拉美裔人

也来到这里，他们有的是为了逃避欧洲 1948 年的革命，有的就是为了冒险和发财，但是不论是什么原因来到这里，他们都带来了各自的文化，从此这里开始了第一次文化的融合。也就是在这一年，整个加州黄金产量超过美国自 1792 年立国到 1847 年美国黄金产量的总和（37 吨）。



图 21.5 华工在淘金

在加州掀起淘金热的同时，美国和墨西哥之间爆发了一次战争，战争的结果是美国从墨西哥手里夺得了包括加利福尼亚在内的大片土地，1850 年，加利福尼亚正式加入美国，成为了它的第 31 个州。从这以后，大量的美国人源源不断地从东部跨过密西西比河，穿过北美中部的大平原，再艰难地越过犹他州的荒漠来到西海岸。当时，不仅没有通往西部的火车，甚至没有道路，整个旅行全靠马车和步行，即使一切顺利，完成穿越整个北美大陆的旅途也需要大约半年的时间。很多人走一半就没了钱，只好在当地住下，还有很多人丧生于西部的马匪和强盗之手。因此当时选择到加州淘金的这些人，血管里都流淌着喜欢冒险的血液，他们也把这种基因传给了后人。由于大量人口涌入，加州的黄金产量大幅增长。在 19 世纪高峰期，加州的黄金产量为每年 76 吨。要知道，全世界有史以来的黄金总量不过十几万吨，而我们在第二册“荷英时代——为什么英荷统治世界”一章中提到，西班牙人在南美洲几十年也不过开采了上百吨黄金。

淘金热同时带来了对整个美国西部的大开发。和中国西部远离沿海的情况不同，美国的西部濒临太平洋，交通便利，气候适合农作物生长和人们居住，因此美国西海岸的加利福尼亚州和华盛顿州很快成为全国发展速度最快的地区。加州的电话、电报和铁路也相应发展起来。在这个过程中世界各地大量移民的涌入对当地的发展起了巨大的作用，但是同时也引发了一次种族冲突，并且通过了美国历史上唯一一个对某个国家族群的歧视性法案——《排华法案》。这里需要指出的是，华人对加州的

开发和发展有着巨大的贡献。淘金热和铁路热带来的一个结果就是旧金山湾区人口结构的多元化，这也为后来吸引世界各国的移民创造了便利。

19世纪末，随着美国西部的铁路热，加州出现了一位铁路大王，他就是(老)利兰德·斯坦福。他于1861年当选加州州长，第二年，林肯总统为了增强北方的实力，签署了“太平洋铁路法案”，目的是修建密西西比河和太平洋海岸之间的铁路。一年后，即1863年，斯坦福为了实现林肯的设想，成立了中央太平洋铁路公司，经过多年的建设和经营，成为了加州的铁路大王。除了修建铁路，斯坦福还经营金矿和港口，因此变得十分富有。1883年，斯坦福夫妇唯一的儿子在去欧洲旅游的途中不幸病逝，晚年丧子让斯坦福十分悲痛，为了纪念爱子，他决心创办一所大学。1886年的夏天，斯坦福捐出250万美元，作为创立斯坦福大学的基金。1893年，斯坦福去世，将全部财产捐出来办学，这才有了今天著名的斯坦福大学。关于斯坦福大学的故事，拙作《浪潮之巅》中有详细的记述。

到了20世纪，加州的淘金热和铁路热都已退去，但是由于气候条件优越，加州渐渐撑起了美国农业的半壁江山；同时，加州的新兴工业，包括军事工业、航空工业和电子工业也开始起步。洛克希德·马丁公司(Lockheed Martin)<sup>6</sup>、诺斯罗普·格鲁曼公司(Northrop Grumman)<sup>7</sup>和惠普公司在这里相继诞生。由于地处太平洋沿岸，加州成为了对太平洋沿岸国家实行贸易的桥头堡。到了二战前，加州有了4所比较好的大学，它们是旧金山附近的加州大学伯克利分校和斯坦福大学，洛杉矶的加州大学洛杉矶分校和加州理工学院。但是，相比美国东北部发展较早的各州，加州还是非常落后的。

<sup>6</sup> 美国著名的军火商，产品以军用飞机和包括雷达在内的多种电子设备为主。

<sup>7</sup> 美国著名的军火商，产品以军舰、飞机和卫星为主。

加州的起飞很大程度上得益于第二次世界大战、朝鲜战争和越南战争，以及亚太地区经济的发展。由于地理原因，加州形成了以洛杉矶和旧金山为中心的一南一北两个都市，中间是广阔的农村。而南北加州经济结构也迥异，南部因为靠近圣地亚哥军港和喷气推进国家实验室，最终发展成国防和航空航天工业的中心，而北部的旧金山地区则以发展电子工业为主，在这样的大背景下，硅谷诞生了。



## 第二节 硅谷的诞生

硅谷为什么能在二战后诞生于旧金山湾区，一直是人们研究的课题。这方面的书，包括很多硅谷老兵们写的书，一共不下百种，大家总结的原因也不下十几种，包括历史、气候、地缘政治等各种原因，应该讲这些原因都有道理。不过，除了这些客观必然性之外，人类活动的一些偶然因素也对硅谷诞生起了很大的作用，其中特别值得一提的有三件事。

第一件事是1952年IBM公司决定在西海岸建立一个实验室。当时，IBM的计算机业务刚刚起步，需要研制磁存储器，因为这是个新的领域，IBM决定干脆找一个远离纽约总部的地方建立实验室，这样可以不受固有思维的影响。经过考虑，IBM选择了圣荷西南部的Almaden山区，这个实验室最初叫做IBM圣荷西实验室，后来改用它的所在地命名，即现在的IBM Almaden实验室。这个实验室的建立，给旧金山地区带来了大量高层次的科技人才。在过去的半个多世纪里，Almaden实验室成果不断，包括很多新的计算机、各种存储设备和DB2数据库系统等。应该讲，在IBM来到旧金山湾区之前，这里只有无线电技术，没有计算机技术，更缺少大批的IT正规军。IBM的到来让硅谷的科技产业上了一个大台阶。

第二件事就是1953年斯坦福科技园的建立。

很多人对硅谷有一个误解，以为“因为有世界一流的斯坦福大学，所以在它的边上出现了硅谷。”这其实是颠倒了因果关系。

在美国众多大学中，斯坦福大学算不上历史悠。到二战后，斯坦福大学的历史才不过50多年而已，虽然它有不少不错的专业，包括电机工程，但是它依然排不进美国一流大学的行列。和斯坦福形成鲜明对比的是，它的邻居加州大学伯克利分校当年无论从名气上讲还是从水平上看可比它强多了。曼哈顿计划的一半领导，包括奥本海默、劳伦斯和康普顿等人<sup>8</sup>都来自伯克利。因此，斯坦福大学并不能给早期的硅谷提供什么技术上的支持，而20世纪50年代初的实际情况是斯坦福大学都快维持不下去了。

<sup>8</sup>

他们的事迹详见第二册第十五章“打开潘多拉的盒子——原子能的使用”。

9

在美国，一个大学从美国联邦政府获得的研究经费与它到华盛顿的距离成反比。即使在今天，斯坦福大学的政府科研经费也只有约翰·霍普金斯大学的1/3左右——后者虽然办学水平不如斯坦福大学，但是距离华盛顿市只有70公里。

10

相当于五万多亩，或者32平方公里。

斯坦福大学是一所完全靠捐赠办起来的私立大学。美国私立大学的经费主要有三个来源——学费、研究经费和捐赠，并不像公立大学那样主要来自于州政府的税收。斯坦福当年的名气并不大，学生人数也不多，学费收入还不够学生的开销（今天依然如此）。由于远离华盛顿，斯坦福得到的政府研究经费远比美国东部的名校少很多<sup>9</sup>。私立大学捐赠的收入主要来自于那些有名有钱的校友，可是当时斯坦福的校友中有钱人并不多，因此捐赠也指望不上。二战后，斯坦福大学真的到了山穷水尽的地步，如何解决财务危机成了校长和董事会的难题。

斯坦福大学其实有一笔很大的财富，那就是斯坦福夫妇留下的8000多英亩<sup>10</sup>地，相当于两个澳门大小的土地，而斯坦福大学自己使用的土地至今也不到它的十分之一。但是斯坦福夫妇的遗嘱规定学校永远不许出售土地，这样，学校便只好眼睁睁地看着这些土地荒着却无法变现发挥作用。后来，工学院院长特曼（Frederick Terman，1900—1962）教授仔细研究了斯坦福夫妇的遗嘱后，发现里面并没有限制大学对外长期出租土地，于是特曼提出了一个解决财政危机的办法——建立一个科技园，向公司出租土地。为了让租赁土地的公司感觉着好像它们拥有了这块土地，斯坦福大



图 21.6 被誉为“硅谷之父”的特曼

学允许租期长达99年，而且以后还可以续约，租户（公司）可以按自己的意愿盖工厂、盖办公楼或者做其他用途。我们前面讲到，旧金山湾区非常窄小，可用的土地并不多，因此这个方案在1953年一经提出，马上就有很多公司和学校签署了租约。第一批公司包括大名鼎鼎的柯达公司、通用电气公司、肖克利晶体管公司（晶体管和集成电路的先驱）、洛克希德·马丁公司和惠普公司。这件事影响深远，对于

斯坦福大学来讲，这不仅解决了它的财政问题，也成了该校跨入世界一流大学的契机；而对工业界来讲，它促成了硅谷的形成。特曼本人后来还当过斯坦福大学的教务长，但是大家记得住他，是因为他乃“硅谷之父”。

斯坦福工业园是美国第一个专门划出一块地来吸引公司的科技园，并且在较长的时间里它是唯一的创业园区。直到 20 多年后的 20 世纪 70 年代末，在波士顿的 128 号路附近诞生了很多创业公司，天然地形成了一个创业园。但是波士顿 128 号路附近的创业园，在公司的数量和规模上一直没有达到硅谷的水平，以至于我们说不出在过去的 20 年里，那里诞生了什么大的跨国公司。

第三件事就和本章开篇讲的那个故事有关了。1956 年，曾为贝尔实验室赢得第一个诺贝尔奖的科学家肖克利因为家庭原因，离开了新泽西的 AT&T 公司，在加州办起了自己的公司——肖克利晶体管公司。作为晶体管的发明人，肖克利利用自己的名气，网罗了一大批英才。但是他非常有个性，不仅很难共事，在管理上也非常糟糕。第二年他手下的八个年轻人就忍受不了他的领导作风，集体叛逃，并且成立了一个新的公司——仙童半导体公司（Fairchild Semiconductor）。这些人史称“八叛徒”<sup>11</sup>，他们后来都成了大名鼎鼎的人物，其中包括发明集成电路的诺伊斯（就是开篇提到的那位，他两次和诺贝尔奖失之交臂<sup>12</sup>）、英特尔公司的共同创始人戈登·摩尔、凯鹏华盈的共同创始人克莱纳（Eugene Kleiner，1923—2003）等人。肖克利和“八叛徒”的故事在硅谷形成了一种说法，“坏的管理不一定是缺点，而是特点”，因为这样会派生出更有竞争力的新公司，肖克利和“八叛徒”的经历验证了



图 21.7 “八叛徒”在仙童公司（面对大家的是诺伊斯）

#### 11

他们是摩尔、罗伯特·茨（Sheldon Roberts，1926—）、克莱纳、诺伊斯、格里尼奇（Victor Grinich，1924—2000）、布兰克（Julius Blank，1925—2011）、霍尔尼（Jean Hoerni，1924—1997）和拉斯特（Jay Last，1929—）。

#### 12

诺伊斯第一个应该获得诺贝尔奖的发明是隧道二极管。诺伊斯和日本科学家江崎玲于奈（Esaki Reona，1925—）同时发明了这种今天被广泛使用的二极管，但是由于肖克利的干扰，诺伊斯的成果没有被发表，于是这个诺贝尔奖授予了江崎等人。他的第二个发明是集成电路，等到诺贝尔奖委员会将 2000 年的物理学诺贝尔奖授予集成电路的发明时，诺伊斯已经过世了。



可以毫不夸张地说，是仙童给旧金山湾区带来了半导体产业，由于半导体的材料是硅，因此到了上个世纪 70 年代，这个地区得到了一个新名称——硅谷<sup>15</sup>。有人也把肖克利和特曼并称为“硅谷之父”，意思是肖克利逼走了诺伊斯等八叛徒，从而导致了硅谷半导体的兴起，这当然多少有点讽刺意味。

今天我们回过头来冷静回顾硅谷诞生的过程，就会发现这个过程其实在世界其他地方是很难复制的。IBM 公司到美国西海岸开设研发中心这种事不常见，因此硅谷的出现占到了天时；而当时在世界气候最好的地方居然空着几十平方公里的土地，现在是不可能了，因此硅谷占到了地利；一个诺贝尔奖获得者靠自己的名气聚拢了八个在世界上最优秀的半导体技术人才，然后又把他们赶出去办了公司，这件事也很难

再发生了，因此硅谷当年占到了人和。今天再遇到这样的天时地利人和就难了。如果说硅谷的诞生是中了一次头彩，那么它在接下来靠不断地成功转型而长盛不衰，相当于不断地中头彩。硅谷是如何做到这一点的呢？让我们回顾硅谷的发展历程，探寻其中的原因。

### 第三节 硅谷的发展

硅谷的发展可以分为三个阶段。从它诞生到上个世纪 70 年代中期为第一个阶段，以半导体工业为主，这时它是名副其实的“硅”谷。从 20 世纪 70 年代中期到 2002 年互联网泡沫破碎为第二个阶段，它以软件和互联网为主。2003 年之后进入第三个阶段，为后互联网时代，这时它的创新覆盖了很多领域。



图 21.9 英特尔公司三巨头（从左到右：格罗夫、诺伊斯和摩尔）

15

硅谷这个名字最早是由当地的企业家瓦爾斯特（Ralph Vaerst）发明的，并且在 1971 年首次出现在媒体上。

### 3.1 硅谷 1.0

硅谷刚成形时，虽然有很多创新的小公司，但是根本算不上是世界科技产业的中心。硅谷从小到大，成为公认的创新之都，花了大约三四十年的时间。因此，要复制一个硅谷（如果能够成功复制的话），至少也需要有几十年的耐心。

20 世纪 70 年代中后期，硅谷大部分公司除了搞半导体的，就是做计算机硬件和系统的。如果在 1975 年对硅谷的公司按营收排个座次，大约应该是这样的次序：惠普、IBM Almaden、英特尔、洛克希德·马丁、国家半导体、仙童（自从它分出很多公司后，自己的排名反而落后了）……那时，这些公司在硅谷除了研发外，还建有工厂，真有点像当年的底特律。但是随着硅谷当地劳动力成本的上升，半导体制造业很早就开始向外转移了，先是往周围的各州，比如俄勒冈州、亚利桑那州迁移，然后就往日本和中国台湾地区等东亚地区迁移。1965 年，从硅谷回中国台湾的半导体工程师还不到 50 人，但是到了 1967 年，每年回中国台湾的半导体技术人员已经超过 1000 人了。随着一些亚洲公司，特别是日本公司和台湾公司的兴起，硅谷在世界半导体市场的份额从绝对的主导地位开始萎缩，而且越来越小。到了 20 世纪 80 年代，世界上前三大半导体公司都是日本公司。很多人开始猜测硅谷会步匹兹堡和底特律的后尘，但是后来证明这是杞人忧天。

硅谷得以维持长青的秘诀之一，就是在发展半导体工业的同时，培养了它自己的风险投资人。在此之前，投资仙童等半导体公司的投资者都是外来的，并非硅谷土生土长的。在这些外来投资人中，最著名的就是前面提到的阿瑟·洛克。这位来自华尔街的金融家最初只是把风险投资当作副业，不过他有自己的一套投资理论，即“为了获得最大的利润，就得在别人还没有动起来之前投资”，这在后来被认为是风险投资的理论基础。洛克曾经为了兼顾他在东部的工作和在加州的投资，每周乘坐夜班飞机横跨北美大陆，后来他终于受不了这样的生活，来到加州成为专职的风险投资家。洛克一生最成功的投资是英特尔和苹果。硅谷早期的外来投资人还有

威廉·德雷珀（三世）（William Henry Draper III, 1928—），坦率地讲，他近半个世纪的投资记录乏善可陈，最成功的是 Hotmail 和 Skype<sup>16</sup>，但是他先后创办了两个风险投资基金公司<sup>17</sup>，并且提出了 3 个风险投资的原则，即“投资就是投人”、“储备人才”（即今天的创业孵化器思想）和“多家风险投资一起参与项目”（即把原来由一家承担的风险分散到几家风投公司），因此他和洛克一样被尊称为“风投之父”。

20 世纪 70 年代之后，硅谷风险投资的格局开始发生变化，一些在著名半导体公司工作过的成功人士改了行，或者用今天的话讲就是“跨界”，成为硅谷培养出来的新一代风险投资人，他们在很大程度上帮助硅谷成功转型。

1972 年，国家半导体公司的创始人之一、曾经担任过仙童公司副总裁的瓦伦丁（Don Valentine, 1932—）在硅谷创办了著名的风险投资公司红杉资本，瓦伦丁也因此被称为硅谷风险投资的先驱。后来像瓦伦丁这样从科技公司自己跑出来做风险投资的人越来越多，他们构成了硅谷 1.0 后期风险投资的主体。同年“八叛徒”之一、仙童公司的共同创始人克莱纳和惠普的高管珀金斯（Thomas Perkins, 1932—）创办了凯鹏华盈，而从英特尔跑出来的约翰·多尔（John Doerr, 1951—）后来加入了他们的团队。当时，风险投资的钱远没有今天的多，相比现在的投资规模，只能算作天使投资，一次投资常常是几十万到上百万美元。瓦伦丁等人决定是否投资，主要看技术是否符合未来发展的趋势以及技术水平是否足够领先，对这两方面的把控是硅谷早期风险投资人的专长。这些投资人的投资回报都非常高，比如瓦伦丁投资成功的公司包括苹果、甲骨文、思科和艺电游戏（Electronic Arts）等，多尔则在康柏（Compaq<sup>18</sup>）、网景、赛门铁克、太阳公司、亚马逊、Intuit<sup>19</sup> 和 Google 等公司上创造了神话。那时，不仅是瓦伦丁和多尔，其他风险投资人也经常打出“本垒打”，也就是说投资之后一路成功，直到上市，回报平均在 50 倍以上。

外来的投资人在进行新一轮技术投资时，不一定非要投到硅谷，但是硅谷本地的投资人则不同，他们不仅在本地投资，而且还要求所投的外州的

16  
这两家公司均被微软收购。

17  
分别是德雷珀-约翰逊投资公司和萨特-希尔风险投资公司。

18  
曾经是全球第二个人电脑制造商，后来被惠普公司收购。

19  
全球最大的财务软件公司。

项目搬到硅谷来。因此，硅谷投资人逐渐引导该地区从单一的半导体工业向 IT 全方位发展。反观底特律和匹兹堡，都不曾培养出自己的投资人，一直守着单一的工业，所以渐渐地就衰落了。

### 3.2 硅谷 2.0

从 20 世纪 70 年代末到 80 年代初，硅谷一方面遭遇半导体工业外移的困境，另一方面又遇到了信息革命带来的机遇。当时的硅谷面临着一个选择，一方面半导体工业虽然已经开始外移，但是硅谷在世界上依然很有竞争力，如果一定要把半导体产业留在硅谷，那么它还能再为硅谷地区多做几年贡献，另一方面，这样就可能错失新技术革命的良机。如果硅谷有个权力很大却平庸的行政领导，他可能会尽力保住这些半导体行业的工作机会，以赢得选票，就如奥巴马不合时宜地试图保住美国一些低端制造业机会一样。如果这么做，今天的硅谷会有一个每况愈下的半导体产业，以及大量低水平的工人，就如同今天的俄亥俄州一样。好在美国大部分地方政府对商业没有太大的发言权，硅谷的发展也从来没有被政府干预，这件蠢事才没有做成。

从上个世纪 80 年代开始，随着世界全面计算机化，最需要的是各种计算机软件，美国主要的软件公司都是在这个大环境下产生并且快速发展的。这些公司，除了微软在西雅图，剩下的基本上都在硅谷地区，比如做图像处理和排版软件的 Adobe、做财务软件的 Intuit、做安全软件的赛门铁克（Symantec）和做电路设计的 Synopsis 等著名软件公司。就连 IBM 这样以前以硬件和系统为主的公司，也转向软件开发，其 Almaden 研究中心原来主要开发计算和存储设备，在这次浪潮中逐渐转向开发数据库软件 DB2 并从事各种 IT 服务，这帮助 IBM 一度成为最大的软件公司，直到 2000 年前才被微软超过。当然在所有这些硅谷软件公司中，最有代表性的是甲骨文公司。

甲骨文对世界的贡献不仅在于它是最大的数据库软件公司，而且在于它



发明了一种新的商业模式——用出售软件使用权的方式取代 IBM 收取服务费的“合同制”。合同制在全社会计算机水平不高时是非常必要的，但是，IBM 等公司的服务特别贵，一年的服务费可以高达系统售价的 10% 以上。甲骨文为了和 IBM 竞争，给了用户一个选择，即一次性购买软件的使用权而不需要每年再缴纳服务费。这种商业模式今天说起来简单得不能再简单了，但是在当时可是对 IBM 模式颠覆性的革命。甲骨文就是靠这种“卖软件”的方式迅速占领了市场，成为世界上第二大软件公司。关于这个变革的细节，读者可以参看拙作《浪潮之巅》里介绍甲骨文和微软的章节。总之，甲骨文的商业模式，让硅谷的这些纯软件公司都有钱可挣了。

到了 20 世纪 90 年代，硅谷的就业人员发生了巨大的变化，与集成电路以及硬件系统有关的工作在不断减少，而软件工程师的工作机会却在大幅增加。后来，即使在那些以硬件产品为主的公司，比如思科、3Com 和 Novell 公司，里面的大部分从业人员也变成了软件工程师。至此，硅谷开始由硬变软了，而在这个过程中风险投资起了很大的作用。

关于风险投资的作用，瓦伦丁和多尔给了很好的解释。瓦伦丁说，他在仙童和国家半导体公司任职时，仔细观察了工程师们所做的事情，他发现工程师们总是有无限创造力的，也就是说，如果没有人限制这些工程师，你不用担心创新的问题，因为他们自己会去尝试新的东西。但是，对大多数工程师来讲，要将创造力转换成商业上的成功，他们缺乏两样东西：一是资金，二是放弃目前高收入高福利工作的动力。因此，瓦伦丁等人就需要创造一个体系，让这些工程师有足够资金来实现自己的想法，同时有足够大的诱惑让他们跳



图 21.10 硅谷著名投资人瓦伦丁

出来“单干”。多尔讲，我们需要让他们“合法地暴富起来”，注意，他讲的是迅速暴富，而不是一般的富有。瓦伦丁和多尔等人就在做这件事，他们实际上是鼓励员工的背叛行为，而且为“长了反骨”的员工的行为保密。这种背叛的行为，对于原有的公司无疑是损失，但是却让硅谷在整体上受益。像诺伊斯这样的人如果不离开仙童公司，就不会有今天的英特尔公司。因此，风险投资人其实是不断地在挖大公司的墙角，用其中最好的砖石来搭建更新更好的大厦。事实上，他们自己也是一群背叛了原有职业的人。

硅谷在从半导体到软件工业的转型过程中，没有刻意地做出艰难抉择，一切显得那么自然。虽然半导体和软件是两种不同的东西，但是其内部却有着很强的联系。半导体工业的发展导致计算机成本的下降和普及，进而导致对大量软件的需求。而在硅谷，众多工程师最擅长把握技术的发展方向，只要有资金和制度帮助他们，从半导体到软件的转型就在不经意间完成了。在这个过程中，并没有一个高瞻远瞩的人建议硅谷该如何发展，一切都是靠着商业的力量，靠着每一个人在最大化自身利益的同时对社会带来的正向效应。毫无疑问，在这个转变的过程中，得益的是风险投资人和创业者，而损失的是现有的大公司。

到了硅谷 2.0 的后期，即上个世纪 90 年代，互联网开始爆炸式地发展。全世界第一个得益于互联网的大型跨国公司是硅谷的思科，它从成立到上市只用了 6 年，而且还创造了许多股市上的神话，比如业绩和股价连续十年上涨，打破全球市值增长最快的记录，等等。思科之后，各种互联网公司如雨后春笋般在硅谷诞生，然后上市。这时，加州移民的冒险精神再次显露出来了，年轻人和一百年前的祖辈一样，为了自己的梦想，当然也为了经济利益，投身到互联网这个金矿中。到了 20 世纪 90 年代后期，在硅谷最热门的事情是自己办公司，然后是到雅虎等互联网公司工作，最后才是去 IBM、惠普和苹果等大公司。

需要指出的是，硅谷 2.0 的后期风险投资已经完全变味了。由于硅谷几十年的成功，大量风险投资的钱像潮水般涌入硅谷。这么多的钱，如果像当年瓦伦丁等人那样一家一家地细细研究各公司的技术特点，恐怕 10 年也

投不完，而且硅谷也没有那么多懂技术的行家来评审创业项目。于是，这些风险投资公司饥不择食地大量引进华尔街的人士。这些人大多不懂技术，无法准确了解公司的技术特点和内在价值，只能看看这些公司做的事情是否时髦，有无炒作的空间。在本书第二十章“伟大的博弈”中我们提到，这些华尔街的炒家还发明了很多荒唐的公司估值方法，比如公司价格和流量比。总之，本来以技术和价值为主导的风险投资变成了纯粹烧钱的炒作。图 21.11 显示了从 1995 年到 2013 年间，每年美国风险投资的金额。从图中可以看出，1999—

2001 年这 3 年间，是历史上风险投资额度最高的时期。2000 年风险投资的强度不仅是历史最高水平（高达 1050 亿美元），而且远远超过 2013 年的水平（300 亿美元）。

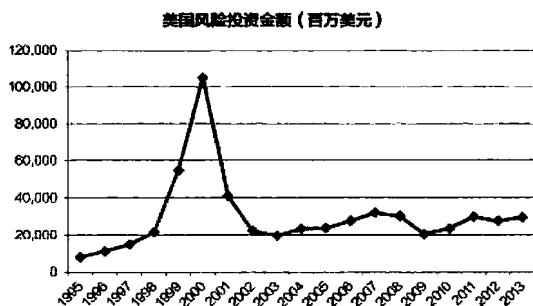


图 21.11 1995—2013 年美国风险投资规模（数据来源：普华永道）

这么多风险投资基金要在 3 年里投出去，一个大问题是找不到那么多值得投的项目。因此这 3 年也就成了创业者最容易拿钱（甚至是骗钱）的 3 年。只要有一个小点子，不论是自己的，还是模仿他人的，只要和互联网沾上边，都能找到投资。这样一来，风险投资就成了危险投资了。2001 年之后，互联网泡沫破碎，大部分风险投资都打了水漂。那个时期红杉资本回报最好的一期融资，融资金额接近 20 亿美元，除了投资 Google 算是幸运地打出了一个本垒打，剩下的几乎都失败了，要不是 Google 给投资人带来了足够多的回报，这一轮红杉资本融资的回报也是负值。

就这样，硅谷 2.0 以一次成功的转型（半导体到软件）开始，却以一次巨大的科技泡沫崩溃而结束，因此毫不奇怪当时有很多人怀疑硅谷的科技神话是否还能延续<sup>20</sup>。不过对互联网的投资带来了非常积极的社会效益，

20

不过事后证明，事情没有像想象得那么糟糕，投到硅谷的钱并没有浪费。红杉资本和凯鹏华盈在 Google 投资的 2500 万美元如果持有到 2014 年夏天，价值在 1500 亿美元以上（按照 2014 年 6 月 Google 的股价计算），超过了风险投资最高的 2000 年，全美国所有风险投资的总和（1050 亿美元左右）。只不过挣钱的风险投资人是少数，而赔钱的占大多数。

这些投资让互联网行业在开始的几年里为用户提供了免费的服务（当时被戏称为免费午餐），不仅让互联网以难以置信的速度发展起来，而且保证了互联网免费和开放的运营发展的模式。可以讲没有风险投资，就没有今天的互联网。

硅谷 2.0 时代的另一个特点就是使得行业内的竞争变得非常激烈。这个时代的硅谷可以用四句话来概括：过度投资，自由竞争，优胜劣汰，赢者通吃。过度投资的现象是普遍的，我们就不再多说了。自由竞争本身就是硅谷的一大特点，历史上它没有得到政府什么资助，不过上个世纪 90 年代之后的过度投资和大量年轻人开始创业，则进一步加剧了硅谷公司的竞争。当然，自由竞争的结果必然是优胜劣汰，这本身没有什么奇怪的，只不过在硅谷 2.0 时代，由于互联网带来了商业效率的提升，这个淘汰的过程变得非常快。当然，公司胜出的速度也是同样地快。当某个行业里一旦有一个公司开始胜出，它就以极快的速度开始通吃市场，成为大型跨国公司，这成为了硅谷的一大特点。硅谷过去的英特尔、思科等公司如此，后来的雅虎、Google 和今天的 Facebook 公司依然如此，只不过通吃的速度也越来越快。这四个特点，导致硅谷成为全球最具竞争力的地区，虽然它的办公和生活成本不断地提高，但是它依然活力无限，世界上依然找不到第二个地区能够取代它的位置。

### 3.3 硅谷 3.0

硅谷是 2001 年经济危机的中心和重灾区，大部分互联网公司都倒闭了，只有少数现金充裕的公司还在苦苦支撑。位于硅谷中心的圣塔克拉拉县，2002 年失业率超过 10%，这还不包括那些持工作签证、没有资格领取失业救济的人。很多来自印度的工程师，干脆把用分期付款方式买来的新车扔到了机场，然后坐飞机直接回国了，一时间旧金山机场出现大量无主的新车。很多经济学家还猜测硅谷是不是要完蛋了。

但是，硅谷在短短 6 个季度后就走出了危机。从 2003 年初开始，雅虎等优质的互联网公司率先走出亏损，恢复了盈利，同时股价开始猛涨。而

当时还没有上市的 Google 一直都在盈利，同样一直都在盈利的硅谷互联网公司还有 eBay。经济危机帮助硅谷淘汰了那些人云亦云、缺乏竞争力的跟随者，造就出一批互联网时代全球最具影响力的公司。整个硅谷地区的经济结构乃至社会结构也发生了翻天覆地的变化。从 2003 年起，硅谷进入了它的 3.0 时代。

硅谷 3.0 时代最显著的特点，就是这里的公司拉大了和美国以及世界同行们的距离。在硅谷 1.0 时代，虽然硅谷的半导体业领先于世界，但是 IT 整体水平却比不上美国东部传统的发达地区，比如新泽西和纽约。到了硅谷 2.0 时代，虽然硅谷的软件业和互联网在整体上已经领先于世界，但是世界上最大的软件公司微软并不在硅谷。然而 2003 年之后，硅谷在技术和产品上在全世界可谓风光无限，遥遥领先。下表列出了纳斯达克指数成分股中的前十大公司，其中有六家（根据流通股价值计算）来自硅谷。

表 21.1 纳斯达克指数成分股中的前十大公司

公司	地点
苹果	硅谷
微软	西雅图
Google	硅谷
英特尔	硅谷
亚马逊	西雅图
Facebook	硅谷
吉利德科学	硅谷
思科	硅谷
高通	圣地亚哥
Comcast	费城

2003 年之后，硅谷第一颗耀眼的明星是 Google。这家以搜索引擎起家的公司，今天几乎成了互联网的代名词。全世界大约有 70% 的网民直接或间接地在用它的产品。即使在那些无法使用它的搜索引擎，或者 YouTube 视频服务和 Gmail 邮箱服务的地区，依然有大量用户在使用基于 Google 安卓操作系统的手机。在这家公司身上，浓缩了硅谷很多的优

点——创新、活力、多元化和全球眼光。

在 Google 之后，互联网进入了一个崭新的时代，被人们称为互联网 2.0。在互联网 2.0 时代，基础的网络服务和互联网上面的内容以及应用开始分离。而最能代表这种技术趋势的是 Facebook 公司。这家在互联网泡沫之后才诞生于硅谷的公司，在短短的两三年时间里，就成为全球最大的社交网络公司，同时也成为在移动互联网出现之前承载各种互联网上的应用程序（包括游戏）的公共平台。Facebook 的诞生，使得很多互联网公司不再需要搭建自己的网站，而是通过 Facebook 把自己的服务推向市场。

硅谷另一颗耀眼的明星就是今天炙手可热的苹果公司，虽然这家发明了实用化个人电脑的公司曾经一度濒临破产，但是在硅谷 3.0 时代，它成为史上市值最大的公司。而且从 2000 年开始，苹果的产品，从笔记本电脑到手机再到平板电脑，一直是时尚和品质的代名词。

#### 21

一个图片和视频分享应用的公司，和一般多媒体分享服务不同的是，上传者可以限定上传内容的有效时间，通常不到 10 秒钟。

硅谷优秀的公司非常多，如果要一一仔细道来，足足可以写成一本书，这里我们就略过了。值得一提的是，当下硅谷的这种创新力不仅体现在上面几个明星公司里，而是普遍存在于湾区的每一个角落。相比 2.0 时期，今天硅谷的创新力在进一步增强，这一点从这些年硅谷诞生的众多明星小公司就能看到。像 Snapchat<sup>21</sup>、WhatsApp<sup>22</sup> 和 Dropbox<sup>23</sup> 等只有几十人或者上百人的小公司，在短短几年里就获得了上亿甚至超过十亿的用户，并且在各自的领域成为世界第一的公司。

#### 22

其产品类似于腾讯的微信。2014 年，这家不到 100 人的小公司被 Facebook 以 190 亿美元的高价收购。

促成硅谷创新力增强的原因是创业的成本变得非常低，而帮助创业的相关服务达到了空前完善的地步。

#### 23

世界上最大的针对个人用户的云存储公司，用户数量超过 3 亿。

四五十年前，在硅谷创业开发一款芯片，没有两三百万美元的投资是无法做出样品的。英特尔公司成立时获得了 1000 万美元的投资，这在当时是一笔大钱。当时风险投资的整体规模并不大，加上集成电路的开发周期一般都比较长，很多公司做了四五年，依然拿不出一款销量很大的芯片，因此硅谷每年诞生的公司数量并不多。

30年前，开发一款软件，至少要把几个人集中到一起，如果没有100万美元，就无法买计算机并且雇上几个专职的软件工程师。整个软件开发的周期，通常需要一两年。当开发完成后，在较长的时间里软件的销售额可能还无法赚回开发的成本<sup>24</sup>。

20年前，虽然计算机便宜了很多，但是如果办一家互联网公司，哪怕只服务于几十万用户（用户再少的话公司也就做不起来了），买服务器的钱也不少，加上网络带宽等支出，费用甚至不比创办一家甲骨文这样的软件公司低。事实上，2000年，风险投资平均每一笔投资为1300万美元，远高于今天的每笔700万美元。

今天，做一款下载量上百万的应用软件，除了几个创始人需要没日没夜在家写程序之外，其他成本非常低。他们甚至连车库也不用租了，可以在家干活，通过网络远程办公，即使需要租用办公室，那些收费很便宜的孵化器也可以提供帮助。很多孵化器一个座位一天只收5—10美元，比在星巴克喝两杯咖啡贵不了多少。和十年前不同的是，今天办一个公司的IT成本更是低得令人难以置信，亚马逊和Google提供的云计算服务几乎是免费的。如果从亚马逊租用1000台服务器（8000个核），按照20%的使用率<sup>25</sup>计算，一年的费用大约是15万—20万美元，只相当于这些服务器（加上空调）一年的耗电量，加上半个系统管理员的工资。如果只是搭建一个为少量用户提供演示的系统，费用更是低得惊人。我本人支持过一家做大数据处理软件的小公司，他们从开发到完成在亚马逊上的演示系统，云计算费用只用去500多美元。

当然，创业成本的降低对全世界都是一样的，那么为什么硅谷能诞生那么多成功的公司呢？这就涉及到创业的环境了。正如同硅谷1.0时代造就了一批风投专家，为硅谷后来的发展创造了条件一样，Google、eBay、思科和Facebook等公司的成功为硅谷缔造了一批新贵。他们既有钱，又懂技术，对硅谷的继续发展起到了巨大的作用。这些人中，有的成功地第二次、第三次创业，比如特斯拉和Space X的创始人马斯克（Elon

24

Dropbox 用户数量超过10亿。根据<http://soft.zol.com.cn/412/4125283.html>。去年底用户数突破2亿。

25

世界上大部分互联网公司的服务器还达不到这个使用率。

26

马斯克在 PayPal 卖给 eBay 后挣到了大约 1 亿美元的现金。

27

威廉姆斯将他的 Blogger 卖给了 Google，获得了他的第一桶金。

28

赫利和陈士骏把 PayPal 卖给 eBay 后，挣到了上千万美元。

29

《黑客与画家》一书的作者。

30

YC 孵化器一共在 500 多家小公司投入了大约 10 亿美元，今天这些小公司的估值大约在 137—300 亿美元之间，因为不同人的估计偏差较大。

Musk)<sup>26</sup>、Twitter 的创始人威廉姆斯 (Evan Williams)<sup>27</sup> 和 YouTube 的创始人赫利 (Chad Hurley) 和陈士骏<sup>28</sup> 等，但更多的人则成为了当今活跃的风险和天使投资人。与 2000 年前后从华尔街来的那些基金管理者不同，这些人不仅对技术目光敏锐，而且有过去成功创业或者在那些明星公司工作的经验，因此他们在做风险投资的同时，还有能力对创业者进行辅导，大大提高了这些创业者成功的概率。这里面最著名的是计算机专家和作家保罗·格雷厄姆 (Paul Graham)<sup>29</sup> 创办的 YC 创投公司 (Y Combinator)，它聚集了硅谷很多有经验的创业者、法务财务专家和公司里的资深人士，对旗下的小公司进行全方位的辅导，因此投资的成功率比其他的早期风险投资要高不少。从 2005 年成立到 2014 年，它的总回报率大约是 14—30 倍左右<sup>30</sup>，这些小公司中最著名的是云存储公司 Dropbox。

像 YC 创投这样的风险投资基金在硅谷有很多，它们的背后大多有一些大公司高管和成功企业家在参与。这些资深人士亲自挑选有前途、愿意创业的年轻人，加以培养。他们深知自己的公司需要什么技术，而由于种种原因，不适合在公司里开发，他们就让自己培养的这些年轻人在外面做，给予投资和指导，如果达到了预期，就由公司出面收购进来。我们常常看到这些年 Facebook 花高价收购的一些似乎不很知名的小公司，其实这些公司的一些投资人和顾问都是 Facebook 的高管。今天，在硅谷这类合伙人团体非常多，这些人是连接创业者和潜在收购者的桥梁。



图 21.12 创业者们在 YC 孵化器接受培训

我在《浪潮之巅》中曾经讲过，创业并非易事，有很多杂事需要创始人自己处理。但是在硅谷 3.0 时代，创业不再是一件难事，创业者们只要做好两件事即可：第一，



想出真正有创新（而不是抄袭）的点子，并拥有过硬的技术；第二，以最快的速度去实现它。正是因为创业的大环境比以往任何时候都好，硅谷在过去的10年里，开始“批量制造”创新公司。至此，“硅谷”这个词已经成为了一个历史的称谓，创新才是它最重要的元素。

应该讲，硅谷在3.0时代比以往任何时候都更繁荣，以至于在2008—2009年全球金融危机时它可以独善其身，这似乎已经跳出了世界各地都难以避免的“从兴起，到繁荣，再到衰落”的周期律。至于它有什么常青的秘诀，我们后面会仔细讲。

在这一节的最后我们需要指出的是，从硅谷2.0到3.0，我们依然能够看到一种“叛逆”的力量，因为支持创新的人和资金都来自以往成功的公司，他们的行为实际上是对过去公司的一种叛逆，甚至对过去具体的每一家公司会有伤害，却在整体上保证了硅谷的活力，并不断产生新的技术。当然，光靠叛逆或许能够摧毁一个旧的行业，却未必能开创出一个新的行业。20世纪60年代的嬉皮士运动也是叛逆的体现，但是时过境迁，事实证明并没有产生什么正向的社会影响力。硅谷不断推陈出新，必定有其内在的优势。这里面，最重要的应该是多元文化、机会均等和拒绝平庸。

## 第四节 常青的奥秘

### 4.1 多元文化

硅谷吸引人的地方除了气候宜人，更关键的是倡导多元文化。

在加利福尼亚，人种的分布非常多元化，白人占不到人口的40%，与来自拉美的西班牙裔相当，亚洲裔和非洲裔一共占人口的20%左右。在硅谷地区，亚裔和第一代移民占人口的比例更高。一般认为，斯坦福大学所在的帕洛阿尔托市是硅谷的中心，这里亚裔人口约占30%（其中3.8%的家庭由亚裔和其他族裔组成）。往南五公里处的库帕蒂诺市，即苹果公司所在地，亚裔人口占一半以上，在一些好的学区，亚裔甚至占到60%多。

上个世纪 90 年代，这个市曾经为是否将汉语作为中小学必修课进行过公决，虽然没有被通过，但也说明了亚裔在当地的影响力。即使在白人族群中，真正土生土长的美国人（来到美国两代以上）也只占白人的一半左右，剩下的一半来自于东欧（包括前苏联）地区和中东地区，另一半则来自于德国、法国和北欧等欧洲发达地区。在每次移民入籍的仪式上，由于申请者要按照原国籍一个国家一个国家地起立宣誓，在硅谷地区的仪式持续时间就特别长，因为每次有来自 60—80 个国家的移民。

31  
库帕蒂诺学区包括临近城市的几条街道，上面的统计数字以库帕蒂诺市为准。

32  
有微小的进位误差。

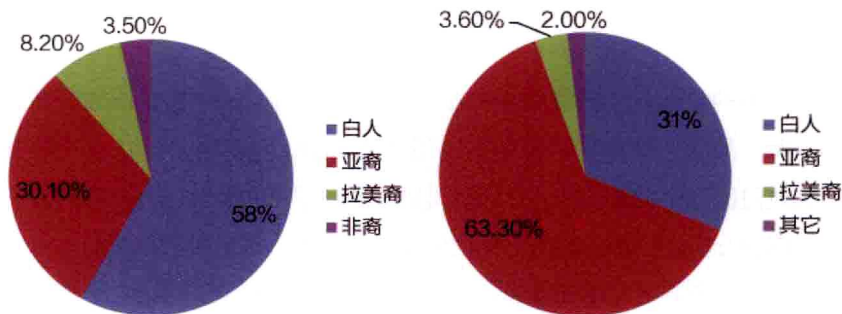


图 21.13 帕洛阿尔托学区（左）和库帕蒂诺学区<sup>31</sup>（右）学生中各族群的比例<sup>32</sup>

在人类的历史上，很多人口多元化的地区遇到的首先是麻烦而不是好处。历史上的诸多战争都是因为民族混居而引起，而小的冲突更是不断发生。即使是在旧金山周围，一个多世纪前民族矛盾也是很尖锐的。19 世纪末的加州排华法案，并非完全是白人资本家的种族歧视，而是体现了各国劳工与中国传统文化的冲突。在意大利记者欧利阿尼和斯达亚诺所著的畅销书《不死的中国人》（*I Cinesi Non Muoiono Mai*）中，详细讲述了文化差异导致其他族群对中国人产生了巨大的误解。让多种文化融合，产生正向的合力而不是矛盾，是一件非常难的事情。直到 20 世纪末，在加州南部的大城市洛杉矶还发生过种族冲突，但是在离洛杉矶不远的硅谷地区，人口的多元化带来的却是好处而不是问题，那么这一点又是如何做到的呢？

首先，从自己的家乡千里迢迢（甚至是万里迢迢）来到这个地区的移民，是为了“淘金”和生活的，而不是来打架的。在历史上，移民到硅谷的

有钱人很少，大家都是两手空空来到这里，谋求发展，向着社会的上层走，因此大家需要和平共处。这是避免种族之间矛盾的大前提。

历史上造成种族矛盾的一个重要根源是宗教信仰的不同，不同宗教之间的纷争可以超过国家之间的纷争。美国早期从欧洲来的移民大多是为了逃避宗教迫害跨越重洋而来的新教徒，因为自身受过宗教迫害，故而容易抛弃宗教上的一些负面观念，比世界其他地区更容易做到对各种宗教和文化的尊重。加州原本是西班牙人的殖民地，当地的移民信仰天主教，因此当美国东部的淘金者来到这里时，新教和天主教在这里就产生了一次碰撞，好在大家都忙着淘金，因此对宗教事务看得相对比较淡漠。大家采取的是一种折中的态度：“我尊重你的宗教自由，但是你不要干涉我的宗教信仰。”后来各国人、各种宗教的信徒都来到了这里，大家依然保持着“你信你的教，我信我的教，但是我们一起挣钱”的想法。今天，世界上大多数宗教和教派的教堂和寺院，在硅谷都可以见到。硅谷既是各种宗教最混杂的地区，也是大家对其他宗教和文化习俗最好奇的地区。2014年，少林寺主持释永信方丈率代表团来到硅谷，在 Google 和苹果等公司受到了热烈的欢迎。这两家

公司的佛教徒很少，但是几乎所有员工都对佛教非常好奇，苹果的 CEO 库克还与释永信作了深度的交流，这些都体现着硅谷对外来宗教和文化的尊重与认可。

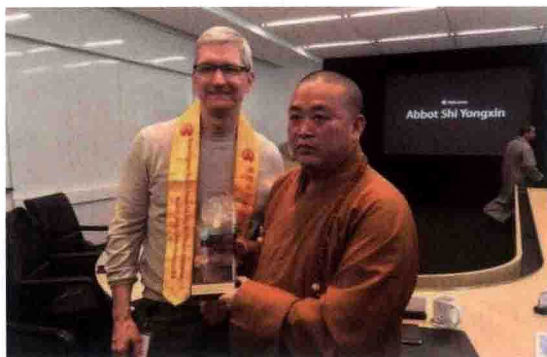


图 21.14 库克和释永信方丈

不同国家、不同文化背景的人，生活习惯上也有很大的差异，在一种文化中广受喜爱的风俗习惯，在另一种文化中就可能遭人反感，因此，自律和宽容就成为多元文化共存的必要条件。比如说，燃放烟花鞭炮是中国人过春节的习惯，对于是否允许燃放烟花爆竹，各个城市的规定不同。

在一些城市（包括我所住的城市）是允许的，这是对中国文化的包容。而大家也知道如果在大年三十晚上放一通宵，则不仅影响邻居，而且容易引起火灾，因此大家放个几分钟就好，不会过度，这是自律。在硅谷每一家公司里，都有来自不同国家的人，一起出去吃饭时各个人的忌讳就多了，穆斯林不吃猪肉，印度人不吃牛肉，素食主义者和一些环保主义者什么肉都不吃。那么大家一般遵循的原则是，如果分餐（自己点自己的），你不要管我吃什么，这是宽容；如果没有条件分餐，最好安排大家都能够接受的食物，而这一般只有奶酪比萨饼和蔬菜色拉了，这是自律。因此，这两样食物成了硅谷乃至全美国最流行的食物。

## 33

在清明节前后，庆祝基督教传到爱尔兰，同时相当于中国的寒食节，要禁食一天并且穿绿色的衣服。

## 34

虽然这是整个基督教世界里仅次于圣诞节的重要节日，但是东正教徒的庆祝活动比其他教派更隆重些。

节日是各个民族文化中颇具代表性的特征，虽然不可能将所有民族的节日都定为法定假日（这样一年就没有几天时间上班了），但是在中小学里，老师都会和学生家长们在各个民族节日期间开展介绍各民族文化的活动。比如在中国的春节，学校会请华裔家长到学校介绍春节的由来、习俗和食物等，通常在这天学校会让学生们尝尝中国的饺子。在中秋节，一些学校则会发给学生一块月饼。虽然华裔占美国总人口的比例还不到2%，但是在每年春节前，美国邮局也会像中国邮政一样，发行一枚生肖邮票。在爱尔兰传统的圣·帕特里克节<sup>33</sup>，学校和公司会希望（不是强求）大家穿绿色的衣服。同样，在印度的杜尔迦节、东正教看重的复活节<sup>34</sup>、犹太人的光明节和穆斯林的斋月，学校和社区都会有相应的活动。当然，美国邮局也会发行相应的纪念邮票。

## 35

在加州有四成人口平时使用西班牙语，而不是英语。

语言是传承文化最重要的工具，生长在硅谷的第二代移民，大多能通晓三门语言，除了英语外，还有父母原住国的语言，加上西班牙语<sup>35</sup>。硅谷绝大部分人都认同国际化的必要性，大部分中小学都和世界不同国家的中小学建立了交换学生计划（Student Exchange Program），一般是由双方的家长提供住宿、交通和饮食。大部分参与这些计划的学生，除了到国外学习语言之外，更重要的是了解世界上不同的文化，以便为今后的国际化工作做好准备。一些有条件的家长会自己出钱将孩子放到其他国家生活更长的时间，比如惠普公司的CEO惠特曼（Whitman）暑假就

曾将自己的儿子送到一个中国家庭生活和学习。

多元文化是硅谷发展的必要条件,它的好处非常多,这里我们不妨从创新、国际化和吸引人才这3个方面看看它的重要性。

我们在第一册介绍青花瓷时讲过,青花瓷的成功很大程度上受益于多种文化的融合,硅谷的很多创新也是如此。最有代表性的是苹果公司的很多产品。作为从 iPod、iPhone 一直到 iPad 的设计者,乔布斯本人就受益于多种文化,尤其是东方简约的艺术风格和接近自然的生活方式。乔布斯认为他在为期不长的大学生涯中上过的最有意义的课程就是书法课,他从这时候开始喜欢上了东方的文化,并且后来多次到日本,从日本的工匠精神中汲取养分。他设计的产品简洁实用,同时具有艺术美感。乔布斯从来没有强调自己的产品技术指标是最高的,或者质量是最好的,但是他给大家的是一个在整体上最好的产品。我曾经在各种场合讲,在乔布斯的时代,之所以没有人(和公司)的产品超越苹果,是因为他们的境界达不到乔布斯的高度,在当时(甚至直到今天),在技术和艺术的结合上,世界上没有人超过乔布斯。而乔布斯身上艺术的细胞,一半来自于多元文化。乔布斯的继任者库克曾经向释永信讲,自己每天要打坐20分钟,这样的沉思和冥想给他带来远见。硅谷很多公司的成功得益于多元文化,犹太人的精明,亚裔的勤奋,西班牙裔的吃苦耐劳,德国人的一丝不苟,以及美国西部牛仔后代(和传人)的开创精神,都是硅谷公司成功不可或缺的条件。

硅谷公司的另一个特点就是国际化。世界上大多数公司,包括美国东部的一些老公司,都是在周围市场、本土市场逐渐饱和后才开始国际化。但是硅谷的公司,几乎从一开始就定位在为全世界(而不只是美国)做产品,大部分100来人的公司甚至更小的公司就已经是一个国际化的公司了,比如我们前面提到的 WhatsApp、Snapshot 和 Dropbox 等。硅谷一位华裔工程师发明了一种精度极高的计算机时钟芯片,他的公司只有几个人,产品却是面向全球市场的。他的客户大多数是在亚洲的计算机

硬件生产厂商，而他的代工工厂也在亚洲，其亚裔背景帮助他得以将产品推销到各大计算机厂商中。

国际化成功的一个因素在于文化的多元化。在硅谷大部分公司一半左右的高管出生在美国之外的国家，比如苹果公司首席财务官梅斯特里（Luca Maestri）、甲骨文的第二号人物萨夫拉·凯兹（Safra Ada Catz）、英特尔公司执行副总裁苏爱文（Arvind Sodhani）、Google 八个产品线中的六个负责人都是移民。这些高管们教会了公司如何和世界各国的人们打交道，而员工们则不得不在公司内和各国人打交道，因此硅谷的公司相比其他公司更容易想到国际化，也更容易做到国际化。

从世界各国来到硅谷的移民（以中国和印度最多），都是原来国家里最优秀的人，这些人专业技能强，而且具有冒险精神。他们不仅成为了硅谷科技公司研发的主力军，而且很多也成为新公司的创始人。为什么这些人愿意到硅谷安家落户呢？除了看重硅谷快速发展的机会外，生活方便是一个重要原因，这里的多元文化给他们提供了和家乡非常相似的生活环境。我曾经在美国东部生活多年，在整个华盛顿周围地区（俗称大华府地区，包括华盛顿、弗吉尼亚北部和马里兰的南部）最好的中餐馆饭菜的水平连北京街头一个家常菜馆都不如，而一位印度同学带我去吃一顿“正宗”的印度饭，需要驱车 40 公里。但是在硅谷，各个族裔都会觉得生活很方便，亚洲人会感觉这里还是亚洲，墨西哥人会觉得自己是在墨西哥，就连一些法国人也认为这里虽然没有巴黎的繁华和文化沉淀，但是生活却比法国更方便。靠着这样的多元化文化，硅谷不断地从全世界吸引优秀人才，因此很多公司在和硅谷公司竞争时感觉很吃力，因为他们其实不是在跟哪个国家的公司竞争，而是在和全世界竞争。

## 4.2 机会均等

硅谷成功的另一个重要原因是为每一个人提供了相对平等的机会。任何人、任何国家和制度都无法保证我们的社会绝对公平（事实上也没有必

要追求绝对公平)，但是，一个好的制度要保证每个人有均等的机会，尤其是要保证新的人、新的公司能够崛起。

硅谷是一个到处可见权威却从不看重权威的地方。这里不仅有像约翰·亨尼西（John Henessey，斯坦福校长，RISC 处理器系统结构的发明人之一）那样的科技界泰斗，拉里·埃里森（Larry Ellison，甲骨文的总裁）和思科总裁钱伯斯那样的出类拔萃的工业界领袖，还有被称为风投之王的约翰·多尔和迈克尔·莫里茨（Michael Moritz，红杉资本的合伙人）。这里集中了近百名诺贝尔奖、图灵奖和香农奖得主。各国科学院和工程院院士多如牛毛。你在星巴克喝咖啡，坐在你对面桌子旁的，可能就是一个大人物。

但是，硅谷却从不迷信权威，也不太看重学历和资历。任何人要想在这里获得成功，都得真刀真枪地拿出真本事干出个样子，这一点不仅和世界上大部分国家不同，也和美国其他地方（尤其是东部和中部传统产业）普遍不同。这种现象也可以说是对传统工业社会的一种反叛，其背后的原因是，在硅谷大家不觉得有什么技术可以长期发展下去，有什么技能可以使用一辈子。很多技术的生命期远远短于人一生的工作时间（35—40年），而工作所需的技能变化更快，因此，一个人过去十年的工作经验在新公司看来算不上什么财富。坦率地讲，硅谷是一个在大街上非常尊重老人，而在公司里非常不尊重老人的地方。硅谷公司的这种做法在传统的价值观看来，确实有些不人道，但是如果看到一个大公司的生命期可能不超过20年，就能理解这种做法中的合理因素。因为只有这样才能更多地吸收新鲜血液，让公司充满活力，而不至于被淘汰。

机会均等对于鼓励创业更加重要。四十年前，很多风险投资倾向于把钱投给从大公司出来的一些明星，比如高管、技术骨干或手上有大把客户的销售人员，从仙童出来的诺伊斯和桑德斯都是这样的人，但是这样一来实际上人为地降低了年轻人成功的机会。然而，今天的风险投资家们普遍承认“自古英雄出少年”这样一个事实。年轻人除了他们的学识和勤奋，没有

36

美国人把干活勤奋辛苦的人比作狗，中国把他们比作老黄牛。

什么值得炫耀的资本，但是他们有很强的饥渴感和想发财的愿望。因此，今天硅谷的风险投资人最喜欢的是那些有着强烈的成功欲望，有足够多的专业知识和新思想，而且还能“像狗一样干活”<sup>36</sup>的年轻人。事实证明，在硅谷最容易成功的也是这批年轻人，而不是功成名就的精英们。

### 4.3 拒绝平庸

拒绝平庸是硅谷在整体上获得成功的另一个重要原因。当然做到这一点并非靠行政管理，比如给一些所谓的高科技企业以政策倾斜，而完全是靠市场规律来调节的。

硅谷地域狭小，整个硅谷的可利用面积大约只有北京的十分之一到五分之一，硅谷气候非常好，因此世界各地的人都想来，加上之前成功的公司炒高了房价，导致这里生活和办公的成本非常高。最后的结果就是只有最具竞争力的公司和人可以留在这里。

先谈谈高成本对人员构成的影响。在美国，拥有住房是美国梦的重要组成部分，美国70%的家庭拥有自己的住房，但是在加州这个比例不到20%，在硅谷就更低了。在硅谷，一个家庭没有足够的收入就买不起房子，更别说在帕洛阿尔托或者库帕蒂诺这样的好学区了，而且越往后越买不起。1999年，帕洛阿尔托市一个中等价位的独立屋价格大约是50万美元，相当于当时该城市中等家庭年收入（11万美元左右）的4.5倍，有两份工作的家庭省吃俭用还是买得起的。到了2014年，虽然该市中等家庭的年收入增加到了16万美元左右，比全美国工资增长得要快，但是房价却涨得更快，中值房价到了200万美元以上，大约是年收入的13倍，因此最近两年在这里买房子的人除了个别外来的富豪，就是Google或者Facebook这类明星公司的早期员工或者职级较高的人士。帕洛阿尔托周边的城市库帕蒂诺和洛斯阿尔托斯（Los Altos）情况也类似。这么重的生活负担也促使每一个人只能发挥自己最大的潜能去获得成功，同时和同事们一起努力让所在公司的股票涨上去。高昂的生活成本迫使退休人



员必须搬出硅谷，为年轻人腾出生活空间。从 2013 到 2014 年，硅谷的美国人减少了 5000 名左右（主要是退休人员的离开），而外国移民增加了 18000 人左右（主要是新增加的工作机会）。

高成本也在不断地调整硅谷的产业结构，尤其是把一些利润率低或者发展缓慢的产业和公司淘汰出去。硅谷中心地段办公室的租金是西雅图地区（微软所在地）的五六倍，是南加州洛杉矶地区的两三倍，因此，当一个行业或者一个公司的利润率无法维持硅谷高昂的费用时，它就没有留在硅谷的必要了，因此它们会将生意挪到成本更低的地区。比如硅谷地区原来有一家丰田汽车的组装厂，虽然丰田公司在世界汽车行业里算是利润率较高的企业，但是它的利润不足以支撑呆在硅谷的成本，因此在 2008 年金融危机后它便搬出了这里<sup>37</sup>，而将厂房和部分生产线卖给了毛利率和利润更高的特斯拉公司。这其实有助于硅谷完成技术的更新换代。

37

2009 年 11 月，丰田宣布关闭在硅谷的工厂，此前它已经将部分生产线已到了成本更低的得克萨斯州和密西西比州。2010 年 4 月 1 日，当最后一辆 Corolla 轿车从生产线上下线后，丰田在这里的生产就终止了。该工厂原本卖给思科公司和当地的职业球队建一个体育场，后来特斯拉表示愿意接手，丰田也愿意用它来换取和特斯拉的合作，部分生产线得以保留并转手给特斯拉。



图 21.15 在佛利芒市的特斯拉工厂（原为丰田在美国的合资工厂）

最早搬出硅谷的产业是半导体制造公司，接下来是低端（如存储器）或者产量低的半导体设计公司。有趣的是，硅谷人从来没有为缺少了“硅”而发愁过，更没有像某些行业那样给公司施加压力把这些工作机会留下来。再接下来，很多软件开发和 IT 服务的职位被外移到中国和印度去了。但是苹果、Google 和 Facebook 的新增职位使得硅谷的失业率不断在下降，同时有更多的人涌到这里来。如今，通过云计算、移动互联网、可穿戴式设备和生命科学技术，使得硅谷有很多新公司诞生。尤其值得一提的是，目前一些将 IT 和生物医疗相结合的公司是硅谷最热门。在 Google 边上有一家小公司 23AndMe，任何人只要向它提供自己的唾液，它就可以解

读提供者的基因，并且告诉他（她）未来得各种病（心血管疾病、糖尿病、癌症和老年痴呆等）的风险，这对于医疗保健有非常重大的意义。由于采用了大数据的技术，基因解读的收费只要 100 美元，而一般医院里则要 2000—5000 美元。这样的公司在硅谷还有很多，它们被看成是今后解决人类健康问题的希望所在，因此就连 Google 著名的机器翻译专家奥科（Franz Och）都跳槽到这样的小公司去了。虽然这里面的很多公司今后可能会失败，但是剩下的成功的公司可以确保硅谷在即将到来的新技术革命中的领先地位。硅谷的一些大公司在这方面也不甘落后，2014 年 Google 投入了一大笔资金，成立了一家利用 IT 技术解决医疗保健问题的子公司 Calico，并且聘请了基因泰克的前 CEO 李文森担任 CEO。

在不久的将来，硅谷的产业结构还会再进一步调整，现在的一些一线公司将来不得不搬出硅谷，给那些新的热门公司挪地方。硅谷的这种淘汰机制，实际上否定了现代工业企业试图通过成功转型而达到基业长青的想法。在硅谷的投资人和企业家看来，如果一个公司没有了竞争力，一个行业正在萎缩，最好的办法是让它们死掉或者离开硅谷，而不是通过转型而复兴，因此新的技术交给新的公司去做效率会更高。这对每一个公司来讲未必是好事，但是对硅谷作为整体确实是有利的。经过这样不断地淘汰，那些平庸的企业不断地被最有活力和创造力的企业所取代，从原有公司、原有行业获得成功的投资者和创业者会及时卖掉公司，兑现他们的收益，而一般的从业人员会另谋高就，所有这些人已经习惯了这种快速的产业变迁，他们不再是试图维持一个百年老店，而是不断地在寻找着下一个思科、下一个 Google 和下一个 Facebook。当然他们寻找的领域不仅包括 IT 行业，也包括生物制药、新能源、电动汽车等新行业。

拒绝平庸不仅体现在引领技术潮流上，也体现在同一个行业内，各个公司都力争在技术和商业模式上不断创新，而不是跟在别人后面模仿。对硅谷的大部分人来讲，模仿是可耻的，以至于他们不好意思去找投资人融资。大公司对待这些由其他小公司发明的新技术，一般的态度是收购而不是自己在内部开发类似的技术，因为它们知道时间比金钱更重要。

硅谷的成功让不少地方政府萌生了发展自己的科技园的念头。在过去的几十年里，很多国家都按照硅谷的模式，投入了大量的资金和土地建造自己的科技园，以鼓励创新，不过其水平和硅谷相比差距依然很大，这里面固然有天时（二战后亚太崛起和加州 IT 工业发展的大前提）、地利（良好的气候，斯坦福和伯克利等大学的技术力量）和人和（多元文化）等诸多的因素，但是舍不得淘汰旧的产业是不能成功的重要原因。中国有句古话：“旧的不去，新的不来”，创新本身意味着破旧，只有拒绝平庸，才能成为真正的常青树。因此，从这个角度上讲，硅谷也是对那种追求百年老店、基业长青的现代工业制度的一种否定。

如果说一定要在世界上找一个类似于硅谷的地方，那就是在地球上正好与之在经度上相差 180 度的以色列了。以色列和硅谷从地理、文化和环境上没有什么可比之处，但是却是全球除美国之外在纳斯达克拥有最多上市公司的国家。如果说它和硅谷有什么共同的特点，那就是拒绝平庸。硅谷拒绝平庸的原因来自于对技术的特殊喜好和对财富的追求，而以色列则是出于生存的考虑。以色列处于一个强敌环伺的地区，没有战略纵深可言，凡事如果不做到最好，就无法生存。用以色列人自己的话讲，“即使成功 99 次，一次失败也会导致亡国灭种。”正是在这样的忧患意识下，以色列人养成了拒绝平庸的习惯。不过，由于自身没有巨大的市场，加上地缘政治的原因，以色列的公司大多是技术突出的小公司，而非大型跨国公司，这一点又是它和硅谷的不同。

顺便强调一句，硅谷的成功和政府没有半点关系。这句话对美国人来讲是多余的，因为在很多美国人看来，“政府不能解决问题，政府本身就是问题的根源。”（里根语）但是因为我接触的来自中国的政府官员们都会问“政府是否对硅谷有扶植政策”，因此不得不费一些口舌澄清。喜欢抬杠的朋友会拿“政府把互联网技术免费提供给了大众”为理由，说明政府的作用。但是，这项技术免费提供出来，不仅仅是给硅谷，而是给了全美国乃至全世界，因此谈不上是对硅谷的扶植。政府的扶植肯定对产业的发展有好处，但在硅谷地区，它没有沾到政府的光，而是完全靠每一个人的个人努力聚集起来的力量不断发展的。

## 结束语

今天，旧金山湾区已经无人去挖金矿了，虽然这片土地的地下还有黄金存在，“旧金山”这个名字只能代表它过去的历史。而“硅谷”这个词在今天看来，其实也只是一个历史的称谓而已。今后它或许还会有新的、更合适的名字，但是不管叫什么名字，这里都是世界科技之都。硅谷的崛起除了天时地利的因素外，它也得益于多元文化的融合，得益于不同国家、不同民族的人们相互宽容、自律和合作，从这个角度来讲，它不仅是美国文明的体现，也是全世界人类文明的成果。硅谷能够长盛不衰，真正的秘诀或许要从“叛逆”二字中寻找，从硅谷 1.0 到 2.0，然后再到 3.0，靠的是那些早期的创业者和风险投资人离开了原有的行业另辟新路。硅谷不断地淘汰旧的产业，从来不试图挽救一个百年老店，这是对现代工业制度的一种叛逆行为。而在各种变化、各种机会里，唱主角的永远是个人而不是集体，这也是对现代工业制度下劳动力成为社会大机器中的一个螺丝钉这种现实的一种否定。或许，对现代工业社会的否定，恰恰是后工业时代的特点，而硅谷又正巧具有这个特点，才能在二战后的历次技术革命中引领潮流。

人类对未知世界不停的探索精神、敢冒风险不断进取的精神在硅谷得到了很好的体现。无论是在过去、今天还是未来，这里都是年轻人梦开始的地方。

### 附录 硅谷大事记

- 1952 IBM Almaden 实验室在圣荷西成立
- 1953 斯坦福大学把闲置土地租给了工业界，硅谷的前身斯坦福工业园建立
- 1957 八叛徒创立仙童半导体公司，它开创了全球的半导体行业，硅谷从此得名
- 1968 诺伊斯、摩尔等人创立英特尔公司，它后来成为全球最大的半导体公司，并且一度成为市值最大的公司
- 1972 风险投资公司凯鹏华盈和红杉资本在沙丘路成立，风险投资从此在硅谷快速发展，沙丘路也成为了风险投资的代名词

- 1976 伯耶等人创立基因泰克公司，它后来成为了全球最大的生物制药公司。同年，乔布斯和沃兹尼亚克创立苹果公司，它后来成为全球市值最大的公司
- 1977 埃里森创立甲骨文公司，随后很多软件公司在硅谷成立，硅谷的软件业也开始腾飞，硅谷进入 2.0 时代
- 1984 思科公司成立，它后来成为全球最大的网络设备公司，并一度成为全球市值最大的公司
- 1995 互联网在硅谷兴起和发展，同年雅虎公司成立，并成为了互联网 1.0 时代的代表
- 1998 Google 公司成立，它是今天全球最大的互联网公司
- 2001 互联网泡沫破碎，硅谷一度进入发展低潮
- 2004 Google 上市，很快硅谷再度繁荣。同年，扎克伯格等人创立 Facebook 公司，它是世界上最著名的互联网 2.0 公司
- 2005 互联网 2.0 和云计算在硅谷等地兴起
- 2007 苹果推出智能手机 iPhone，移动互联网兴起
- 2012 Facebook 上市

## 参考文献

1. Robert X. Cringely. 偶然的帝国 ( *Accidental Empires* ). HarperBusiness, 1996.
2. Rand Richards. 历史上的旧金山 ( *Historic San Francisco: A Concise History and Guide* ). Great West Books, 2007.
3. 吴军. 浪潮之巅: 第二版 ( 精装本 ). 人民邮电出版社, 2013.
4. 阿伦·拉奥·皮埃罗·斯加鲁菲. 硅谷百年史. 闫景立, 侯爱华, 译. 人民邮电出版社, 2013.
5. 硅谷指数. Silicon Valley Index. <http://www.siliconvalleyindex.org/>

## 第二十二章 互联网时代

没有人能够想象美国当初连接几个大学、几百台计算机的网络会改变世界。在这个网络上建立起来的互联网（Internet，过去称为因特网），在过去的30多年里，几乎以指数增长的速度在发展（如图22.1所示，注意纵轴坐标不是等比例的，而是指数的）。截至2013年，互联网已连接了10亿台主机，27亿的用户<sup>1</sup>。互联网不仅仅是一种将各种计算机连到一起的技术，也不只是为人类提供了一种全新的通信手段，而是从经济、文化和政治上根本地改变了我们的社会，并且带动了全世界的社会进步。

1  
<http://www.internetworldstats.com/stats.htm>

2  
<http://www.emarketer.com/Article/Ecommerce-Sales-Topped-1-Trillion-First-Time-2012/1009649>

从经济上看，在过去的20多年里，互联网可以说是带动世界经济发展的火车头，想必许多读者朋友对此都有体会。2012年，仅是基于互联网的电子商务一项，全世界的产值就超过了1.2万亿美元<sup>2</sup>。从文化上看，互

联网不仅方便了文化的传播，比如把美国的电视剧传播到亚洲国家或者反过来，而且产生了基于互联网的新文化，比如韩国鸟叔的江南体表演或者中国的网络视频脱口秀（如《罗辑思维》

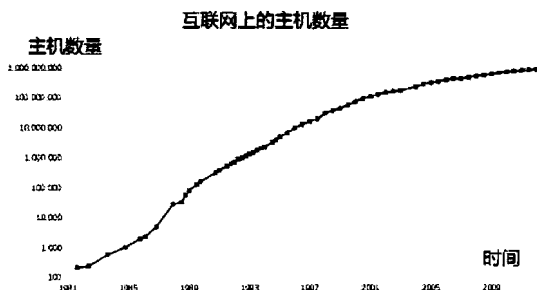


图 22.1 互联网的规模快速增长（以互联网上的主机数量）。  
图片来源：<https://www.isc.org/solutions/survey/history>

和《晓说》等)。从政治上看,它不仅帮助美国总统奥巴马竞选成功,帮助中国政府反贪污反腐败,而且在加速中东地区许多政权的更替上,起到了过去通过军事手段达不到的作用。不管大家是否喜欢,毫无疑问,互联网都已经改变了世界。

那么这个无所不在的互联网是如何产生和发展起来的呢?它为什么能够在短短的几十年里遍及全球,并且深刻地影响社会生活呢?很多人都试图回答这两个问题,但是大部分回答都停留在表面,缺乏对深层原因的挖掘。中国中央电视台在拍摄大型电视纪录片《互联网时代》时,试图通过采访搞清楚互联网是如何产生和发展起来的。他们在全世界范围内搜寻那些早期“发明”互联网的人,但即便是采访了上百名为互联网做出巨大贡献的科学家、工程师、企业家和其他相关人士,他们发现居然还有很多的遗漏。其中的根本原因就在于:互联网不是一个人、一个研究机构或者公司,甚至不是一个国家的发明,而是世界各国共同贡献的结果。要讲清楚互联网是如何影响世界的,难度就更大出许多了。因此,我也只能试着从我个人的角度来回答这两个问题。为了讲清楚互联网,让我们先从它的诞生说起。

## 第一节 互联网的诞生

互联网的雏形是美国在 20 世纪 60 年代建立的 ARPANET。ARPA 是美国高等研究计划署(Advanced Research Projects Agency)的英文缩写,也就是今天美国 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency,国防高等研究计划署)的前身。在鼓吹“星球大战”的里根时代,DARPA 是炙手可热的政府研究管理组织,今天它对世界高科技依然有很大的影响力。ARPANET,顾名思义,是由 ARPA 出资建设的计算机网络,因此有些文献中也将它译作 ARPA 网络。虽然在此之前世界上已经有了计算机网络,但是 ARPANET 还是有着自己的技术特点,主要体现在它是世界上最早实现分组交换(Package Switching,也称为包交换)的网络,同时也是第一个实现了 TCP/IP 协议的网络。在此之前,很多网络使用的

是电路交换（Circuit Switching），比如电话网络就是如此。大家不必关心分组交换和 TCP/IP 协议的含义，只要知道它们是现今互联网的技术基础，并且为不同网络的互联互通提供了技术保障，这就足够了。

至于为什么 ARPA 要建设这个网络，今天有很多错误的传言，包括一些阴谋论。其中流传最广的传闻是，在冷战期间美国害怕核战争造成指挥系统的瘫痪，国防部（ARPA 的上级）决定建设一个网络，以防止在传统通信网中断时，指挥失灵。DARPA 对这一类传言从来不确认也不辟谣，不过这个说法今天还是被证实为误传，“互联网简史”<sup>3</sup>一文指出这种说法其实是无稽之谈。ARPA 当时建设这个网络的初衷很简单，就是为了尝试在远程的计算机上共享处理器和存储器资源。

<sup>3</sup>  
<http://www.internetsociety.org/internet/what-internet/history-internet/brief-history-internet>

虽然说是共享资源，20 世纪 60 年代计算机的那点资源在今天的人们看起来，就如同今天的亿万富翁看待原始人的贝壳钱币那样。ARPANET 最早连接的几台计算机是霍尼韦尔公司（Honeywell，早期制造计算机的七个矮人之一）的 DDP-516 小型机。这是一个个头高达两米的庞然大物，但是只有 24KB 的内存和 5M 的主频，内存容量和计算速度分别相当于今天笔记本电脑（英特尔 i7 处理器，8GB 内存）的 1/320000 和 1/10000。整个工程有两家公司竞标，最后波士顿地区的 BBN 公司中标，并且在 1969 年铺设了第一条 ARPANET 的网络线，当时的传输速度为 50kbit/s，只有如今家庭用同轴电缆（10Mbit/s）的 1/200。最初接入 ARPANET 的只有美国西部的 4 所大学，其中 3 所位于加州，它们分别是斯坦福大学的斯坦福研究中心（Stanford Research Institute，简称 SRI，今天是一个独立于斯坦福大学的研究机构）、加州大学的洛杉矶分校（UCLA）和圣塔芭芭拉分校（UCSB），第四所大学是犹他大学，所在地犹他州也跟加州相邻。图 22.2 是当时 ARPANET 的设计草图。

1969 年 10 月 29 日，UCLA 计算机系的学生查理·克莱恩（Charley Kline）向斯坦福研究中心发出了 ARPANET 上的第一条信息——login（登录），遗憾的是 5 个字母的信息刚收到 2 个，系统就崩溃了。工程师们又



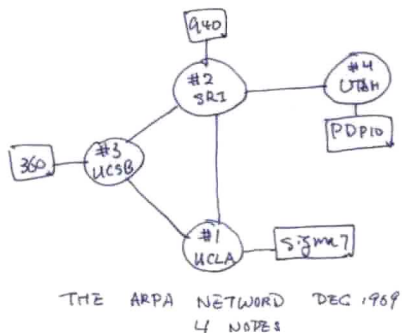


图 22.2 ARPANET 的设计草图

忙的学者，可能没有几个人听说过 BBN 公司<sup>4</sup>，不过它在信息产业的历史上还是留下了浓墨重彩的一笔。除了铺设了最早的互联网外，BBN 还发明了电子邮件（Email）的地址写法，即在邮件地址中加入 @ 符号分隔收件人和其机构或公司，当然 BBN 也发出了人类第一封电子邮件。BBN 接下来要做的事情，就是把 ARPANET 连回到公司所在的麻省坎布里奇市（Cambridge, MA），那里有美国著名的哈佛大学和麻省理工学院（MIT）。在当时，这项工作的难度并不小，因为从加州到麻省要横跨整个美国，距离相当于从中国的哈尔滨到新疆西部。不过仅仅到了第二年的 3 月，横跨美国东西海岸之间的这条网络线便开通了。我们在本书第二册“缩短的距离——交通和通信的进步”一章中讲过，当年电报线从美国东海岸拉到西海岸，可是花了十几年的时间。

接下来，ARPANET 以每年增加几个到十几个节点的速度发展，并不是很快，而它的用户也只有少量的科研人员，包括学生。而与此同时，在欧洲也出现了基于分组交换和 TCP/IP 协议的远程计算机网络，其中包括英国的 NPL（国家物理实验室）网络和法国的 CYCLADES<sup>5</sup> 网络。尤其

忙乎了一小时，克莱恩再次尝试，才将这 5 个字母发送过去。

回想这一段历史，我们不禁感慨，当年互联网的技术是如此的落后和不稳定，但就是这个当年并不起眼的新鲜事物，却成了今天世界经济和社会的支柱。今天除了做语音识别和机器翻

4

今天，BBN 公司以语音识别和自然语言处理而出名，业务和互联网几乎无关。

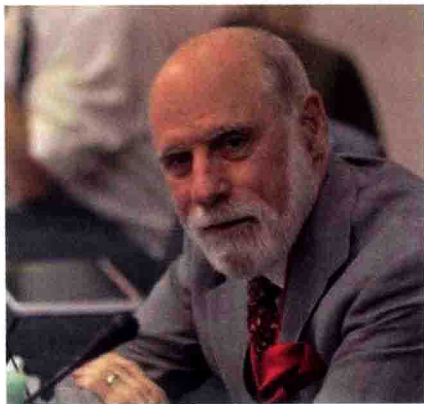


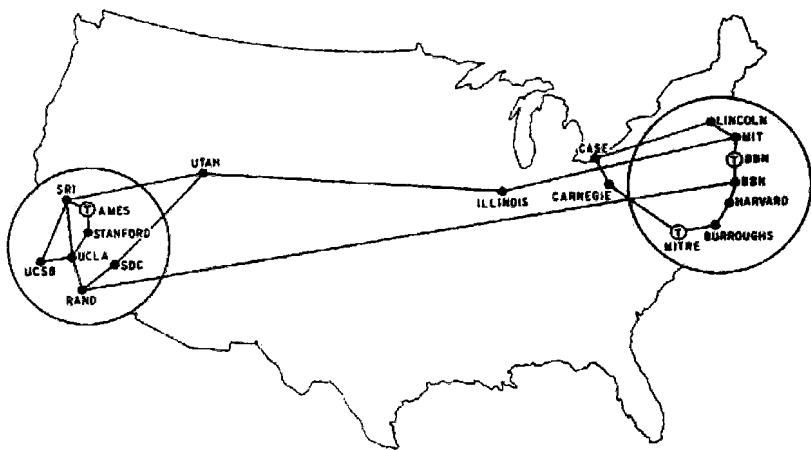
图 22.3 被誉为互联网之父的瑟夫

5

法国最早的全国性科研网。

6  
Specification of  
Internet Transmis-  
sion Control Program,  
by Vinton Cerf, Yogen  
Dalal, and Carl Sunshine

值得一提的是后者，它的设计思想和 ARPANET 不同，它是靠网络上的主机，而不是（像 ARPANET 那样）靠网络来保证传输的可靠性，这种设计思想对早期的远程网络有很大影响。不过早期各国建造的这些远程广义网络彼此之间并不是互联的。互联网（Internet）这个词要直到 1974 年才被后来成为互联网之父的瑟夫（Vinton Cerf, 1943）等人提出<sup>6</sup>。



MAP 4 September 1971

图 22.4 1970 年 9 月的 ARPANET，还只有十几个节点，和今天的互联网无法相比。上个世纪 80 年代初是全球互联网诞生的关键时期。1981 年，美国自然科学基金会（National Science Foundation，简称 NSF）首先在 ARPANET 原有的基础上做了大规模的扩充，形成了后来的 NSFNET。建设这个网络的直接目的是为了更方便研究人员（主要在大学里）远程使用美国几个超级计算中心的计算机。生活在今天的人们很难想象 30 年前计算资源有多么稀缺和昂贵，就如同今天的欧洲人无法想象他们的祖先所食用的胡椒粉有多么昂贵一样。在美国，一所名牌大学的工院所具有的计算能力，比今天游戏玩家自己攒的电脑强不到哪里去。因此，美国建立了一些超级计算中心，供全国的科研人员使用。在 20 世纪 80 年代以前，使用者必须亲自到那些超级计算中心去上机才行，因此，机票钱和旅馆费的开销自然不会少。直到 20 世纪 90 年代末，我在约翰·霍普金斯大学的一些朋友，还在通过互联网远程登录到匹兹堡的超级计算中心，计算他们

那些运算量极大的题目。当然，为了学习使用这些超级计算机，教授和研究生们还得先到那里接受培训，这又是一笔不小的食宿差旅开支。于是，在申请科研经费时，教授和科学家们会申请一笔特殊的款项用于支付使用超级计算机的费用。美国自然科学基金会最初建设 NSFNET 的目的，就是为了方便这些人使用计算机，也是为了节约差旅费。

到了 20 世纪 80 年代初，美国各大学、各大公司都有了自己的局域网，为了让这些网络能够连接到一起不至于互相冲突，1982 年，大家同意将 TCP/IP 协议指定为标准，作为 NSFNET 上的标准通信协议。这样各个大学就连入了 NSFNET，而这个网络也成为了真正意义上的互联网。早期互联网的建设和维护都是由 NSF 出资，大学免费使用。由于没有商业的投入，80 年代互联网的发展并不快，NSFNET 主干网最初的带宽为 56kbit/s，很快升级到 1.5Mbit/s，然后到 45Mbit/s，即使是 45Mbit/s 的速度，也还不及今天一个小公司对外的带宽呢。到了 20 世纪 80 年代末，一些公司也希望接入互联网，当然 NSF 没有义务为他们买单，因此就出现了商业的互联网服务提供商。不过，那时互联网上不允许从事商业活动，比如做广告卖东西，因为 NSF 建设 NSFNET 的初衷是为教育和科研人员提供便利。

就如同 20 世纪 50 年代计算机的商业化得益于政府将这个产业交给了私营公司一样，互联网的商业化同样得益于政府的退出。1990 年 APRA 退出了对互联网的管理，NSF 也在 5 年后退出了。从这时起，整个互联网迅速开始商业化，大量资金的涌入使得互联网开始爆炸式地增长。互联网的发展说明，产业的发展更多地是靠市场机制而不是政府的扶持。

中国互联网的发展历程和美国非常类似。20 世纪 90 年代初，

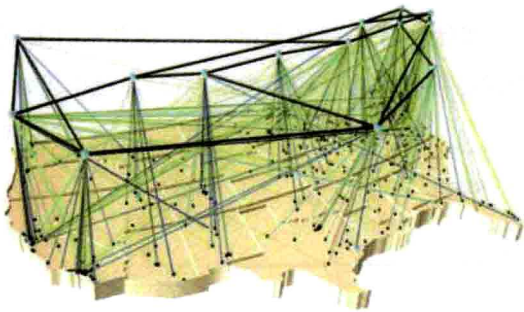


图 22.5 互联网的雏形，美国的 NSF 网络，图中的粗线是主干网

诺贝尔奖获得者、美籍著名物理学家丁肇中教授和中国科学院高能物理所开展科研合作。为了方便双方每天及时汇报交流实验结果，经批准，高能物理所通了一条 64kbit/s 专线直接连接到美国斯坦福大学线性加速器实验室 (SLAC)，这样中国就和互联网开始联系起来 (当时还只能访问美国所指定的一些网站)。1994 年初，高能物理所允许所外的少数知识分子使用该网络，这是中国社会第一次接触互联网，我也成为了中国第一批网民，大家当时使用的电子邮件地址还是 stanford.edu 的。也就是在这个时候，当时的教育部副部长韦钰提出要由教育科研机构建立互联网，并且派了一个包括吴建平、李星等中国最早研究互联网的学者在内的代表团到美国考察互联网，订购了路由器等网络设备。几个月后，中国教育科研网最初的几个站点就建成了，这便是中国互联网的雏形。顺便说一句，当时并没有一个机构来为中国教育科研网的运营买单，因此在 20 世纪 90 年代中国的大学里，通过教育科研网访问国外的网站是要收费的 (当然常常是由科研经费出)，而且费用不低。

互联网的普及要解决两大问题，一个是主干网的建设，另一个是互联网连到每一个家庭。前面提到的各个国家在互联网上的努力其实还只是在解决第一个问题，没有涉及到第二个问题，因此在很长的时间里，宽带网络电缆并没有通到每一个家庭，即使现在这个问题还未彻底解决。为了解决第二个问题，电信科学家和工程师们有一个临时性的解决方案，那就是利用电话线上网。

我们知道，电话线传输的是模拟的电信号，而我们使用互联网传输的文本、图像和视频都是数字信号，因此在计算机和电话线之间需要加入一个设备将数字信号转换为模拟信号，这个设备就是调制解调器 (Modem，

也就是我们常说的“猫”)，这个词的英文写法实际上是调制 (modulation) 和解调 (demodulation) 两个英文单词前几个字母的缩写。图 22.6 说明了利用调制解调器上网的原理。

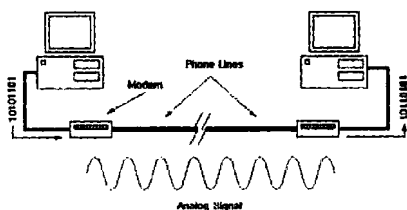


图 22.6 利用调制解调器和电话线上网的原理

使用调制解调器上网问题很多。首先是占用了家里的电话线后，电话就打不进来了。其次是上网的速度太慢。根据香农信息论的原理，在电话线上数据传输的速率不会超过电话线的带宽（64kbit/s），因此大家无论怎样改进调制解调器的性能，传输的速率也无法突破这个上限，事实上调制解调器改进到2000年（最后一代），传输率也没有超过56kbit/s，在这个速率下聊天是没有问题的，收发纯文字的电子邮件尚可，但是浏览哪怕只有纯文本的网页都嫌太慢，更不要说看图片和视频了。使用调制解调器上网的另一个问题是经常掉线。这些问题不解决，互联网用起来会很不方便，以至于很多人没有动力去使用它。

当然，可以将计算机网络的同轴电缆（甚至是光纤）拉到每一个家庭，不过这项大工程需要时间和大量的资金，在这项工程完成之前，科学家们找到了一种过渡性的替代方法，解决家庭上网的网速问题，这个解决方案就是数字用户线（digital subscriber line, DSL）。简单而言，DSL技术就是利用扩频技术突破电话线64kbit/s带宽的限制，然后用更好的信道编码算法实现数字信号和模拟信号之间的相互转换。从理论上讲，使用DSL技术可以在电话线上以10Mbit/s左右的速度传输数据，是原来调制解调器的200倍左右。这项技术原本是由贝尔实验室发明的，但是这个著名的实验室既没有找到它的用途，也没有解决实用的问题。将DSL技术用在互联网上，是由斯坦福大学的查菲（John Cioffi, 1956—）教授完成的，他也因此被称为DSL之父。我之所以花这些篇幅介绍调制解调器和DSL的一些技术细节，是为了说明互联网的普及需要很多关键技术，它们是由很多人先后发明的。DSL的广泛使用不仅使得个人家庭上网变得比较顺畅，而且促进了多媒体技术在互联网上的发展。

互联网的完善，远不是把计算机物理地连接起来那么简单，它还有好多技术问题要解决，首先要把互联网上的内容都连接起来。今天互联网上的内容，比如超文本文件，都是通过链接相互关联在一起的，从理论上讲，通过一个网页的链接可以遍历互联网上几乎全部的内容，这样，我们才具备了网上冲浪的可能性。但是早期的互联网却不是这样的，不仅内容

7

1965年美国信息检索专家尼尔森在Xanadu项目中提出了超文本的概念。

很少而且是相互孤立的，比如早期的一些网络操作命令（比如FTP）或者只是针对获取或者发送一个文件的操作，并不具备通过一个文件自动找到另一个文件的功能。这种情况的改变得益于一个应用协议——超文本传输协议HTTP（Hyper Text Transfer Protocol）的发明。这种超文本的信息表达方式虽然可以追溯到20世纪60年代<sup>7</sup>，但是直到1989年，英国计算机科学家伯纳斯-李（Tim Berners-Lee, 1955—）在万维网（World Wide Web，即WWW）项目中，才正式提出HTTP协议，并且发明了针对该协议的超文本标注语言，即我们今天制作网页所使用的HTML（HyperText Markup Language）。

上述这些发明创造，对互联网真正能够实用起到了关键性的作用，这一点在任何介绍互联网历史的书籍中都会提到。但是互联网的普及光靠这些技术还远远不够，有两项看似和互联网无关的技术其实也起到了非常重要的作用，却常常被人们忽略，那就是多媒体技术和信息加密技术。如果没有多媒体技术，今天互联网上的内容恐怕还是以文本为主（早期的互联网就是这样），这样大家不仅无法在网上购物，而且看新闻都会觉得不方便。而如果没有加密技术，不仅电子商务开展不起来，而且很多人发邮件都会提心吊胆的。

今天，在大多数人看来互联网是一种继电话之后新的通信工具，但是它的诞生和历史上其他通信手段的发明完全不同，以前的电报、电话、电视或者其他什么通信手段，常常可以找到一个或者几个关键的发明人，以及几项重大的技术突破，而且这些发明常常始于一两个国家，然后推广到全世界，当然，它们在全世界普及往往要用上几十年甚至将近一个世纪。在这样的行业里，发明者和早期进入行业的公司，比如经营电话的AT&T公司和经营电视的RCA公司（曾经是GE的子公司），则成了行业的领导者和中心，整个产业都是围绕着它们展开的。正因为有中心，政府对它们也容易规范。但是互联网则不同，它并不存在一个或者几个明确的发明人，虽然瑟夫和尼尔森（Ted Nelson, 1937—）这样的科学家贡献很大，但是他们对于互联网的重要性远不如摩尔斯对于电报或贝

尔对于电话那么重要。互联网不是靠几项特殊的、关键的技术就能让它从无到有发展起来，互联网的发展是一个平行、渐进的结果，是很多国家、很多科学家和工程师合作的结果。这个特点使得互联网在一开始就不存在技术的垄断，因此在互联网行业，后来的公司有可能利用新的技术快速地超越先前的公司，这在客观上帮助了互联网的快速发展。当然，互联网得以快速发展，还有一个重要的原因，即它有一个特殊的商业模式。

## 第二节 商业模式之争

当互联网开始面向公众时，各国政府便渐渐停止了对互联网的补贴，接下来用什么商业模式维持互联网运营的费用就成了一个无法回避的问题，并且决定了互联网的发展方向和发展模式。

1994年，当杨致远和费罗（David Filo）的雅虎还在斯坦福大学的实验室里时，美国在线已经开始发展它的付费拨号用户了。美国在线的商业模式和当年的AT&T公司一样，每月每个用户收20美元左右的上网费，外加一些莫名其妙的费用，比如不打招呼就从你的信用卡上划走50美元，然后给你寄一本没用的网络指南。即使如此，美国在线在互联网初期阶段发展速度很快，它一度在全球有上亿的用户，至今还剩下上千万老用户。在中国，我的同学龚海峰等人办起了一个中国版的美国在线——东方网景，不过收费是按小时（或者按流量）计算，更贵。如果像今天很多人那样没事就泡在网上，每个月的上网费要上千元甚至更高。

按这种模式发展下去，互联网是很难快速普及的，因为只有那些收入超过一定水平的家庭，



图 22.7 雅虎的创始人杨致远和费罗

8

2010年后，随着宽带互联网进入普通家庭以及网络视频的兴起，有线电视观众数量基本上不再增长。

才会考虑每个月花那么多钱来使用它。有线电视比互联网早发展几十年，但直到2010年，全世界也只有4亿的用户<sup>8</sup>，不到当时互联网用户的四分之一（同期全球互联网用户数为19亿）。退一步讲，即使经过更长的时间，互联网采用美国在线的商业模式发展起来了，它至多不过是家庭的第二种电话，很难带来以后的商业革命。美国在线这种商业模式不是孤立的，至今，AT&T、Verizon、Comcast和其他一些电信服务商还企图像控制电话网一样控制互联网。好在互联网刚刚商业化时有了雅虎，也有了风险投资。雅虎及其追随者们把互联网办成了开放、免费和营利的产业，这样一来美国在线那种像发展电话和有线电视那样发展互联网的做法就没有了市场。

为什么雅虎能够把互联网办成开放和免费的呢？这里面有客观和主观两方面的原因。从客观原因上看，这与ARPANET和NSFNET从一开始就是免费的有关。因为这些早期互联网的用户（包括杨致远和费罗）已经习惯了免费使用这两个网络，如果在互联网商业化后停掉他们的免费午餐，很多早期的用户会在感情上难以接受。另一方面，中国的互联网早期不是免费的，而且收费非常昂贵（1994

年我通过高能物理所上网，收发一封邮件需要一块钱以上），因此中国商业性的互联网公司，比如东方网景，从一开始就是收费的。

当然，主观的原因也非常重要，因为当时并非所有人都认定互联网应该是免费的。雅虎的创始人杨致远和费罗一开始搞互联网，并不是为了像美国在线那样明确地要挣钱，很大程度上是出于自己的兴趣，正因如此，他们才愿

## Yahoo - A Guide to WWW

[ What's New? | What's Cool? | What's Popular? | Stats | A Random Link ]

Top Up Search Mail Add Help

- [Art\(466\)](#) new
- [Business\(6426\)](#) new
- [Computers\(2609\)](#) new
- [Economy\(743\)](#) new
- [Education\(1487\)](#) new
- [Entertainment\(6199\)](#) new
- [Environment and Nature\(193\)](#) new
- [Events\(53\)](#) new
- [Government\(1031\)](#) new
- [Health\(367\)](#) new
- [Humanities\(163\)](#) new
- [Law\(163\)](#) new
- [News\(185\)](#)
- [Politics\(148\)](#) new
- [Reference\(474\)](#) new
- [Regional Information\(2006\)](#) new
- [Science\(2634\)](#) new
- [Social Science\(93\)](#) new
- [Society and Culture\(648\)](#) new

23836 entries in Yahoo / Yahoo / Up | Search | Mail | Add | Help |

图 22.8 1994 年的雅虎，当时互联网上只能找到两万多个网站



意将自己做的工作成果免费让大众使用。作为斯坦福大学电机工程系博士生的杨致远和费罗本来不是学习网络的，当年他们和另一个同学搞起雅虎完全是为了好玩。1994年，三个人趁着他们的导师离校学术休假一年的机会，悄悄地放下手上的研究工作，开始玩起互联网。杨致远很快发现互联网上的内容已经很多了，需要做一个分类整理和查询网站的软件，这就是后来雅虎的技术基础。这个工具放在斯坦福大学校园网上供大家免费使用，互联网用户发现通过雅虎可以找到自己要去的网站或有用的信息。这样，大家在上网时，先去雅虎，再从雅虎进入别的网站。这样，门户网站的概念就此诞生了，雅虎的流量像火箭一样上窜。网景公司发现这个现象以后，便来找雅虎合作，网景公司在自家浏览器上加了一个连到雅虎的图标，这样，雅虎的流量增长得就更快了。很快，斯坦福大学服务器和网络就处理不了日益增长的流量了。只好请杨致远等人把雅虎搬走，这时，网景公司送了雅虎一台服务器，雅虎公司就正式成立了，这是1995年的事。

有了独立的公司，资金就是一个问题。杨致远找到了红杉资本，并成功融资200万美元。几年后，红杉资本又成功地投资Google。和美国在线不同，雅虎所有的服务（包括邮箱服务）都是免费的，它不仅将搜索引擎（采用Inktomi的技术）和网站目录向全世界开放，无条件地为全世界的网页建立索引，而且免费提供电子邮件业务以及很多原本收费昂贵的专业服务（比如金融股票信息）。在2001年网络泡沫破碎以前，雅虎甚至在美国主要的都市提供免费的拨号入网服务。今天，吃惯了互联网免费午餐的我们觉得免费得到这些服务是理所应当的，可是一直追述到有文字记载的历史的尽头，世界上也没有过这样的免费午餐，因此，互联网的挣钱手段，或者用专业术语说是商业模式，是一个奇迹。每当我享受这些免费的互联网服务时，从心底里感谢雅虎当年把这种免费模式确定下来。

雅虎这种开放和免费的商业模式，使得雅虎的流量呈几何级数增长，不过，随着用户数量的剧增，红杉给的200万美元很快就花完了。雅虎再次从日本最大的风投公司软银（SoftBank）集团融资，软银开始只占了雅虎5%的股份，但是后来它在雅虎快上市时，发现这家公司前途无量，强行

将股份占到了近 30%，并且在雅虎上市后，它没有抛售反而增持雅虎的股票，一度占了雅虎近 40% 的股份，成为雅虎第一大股东。顺便提一句，软银也是中国阿里巴巴公司的投资人和最大股东。1996 年，成立仅一年的雅虎在纳斯达克挂牌上市，当天股价从 13 美元暴涨到 33 美元。各大媒体争先报道雅虎上市的盛况，雅虎一下成了互联网的第一品牌。而杨致远和费罗也双双迈入亿万富翁的行列。

当然，任何可持续发展的产业不能总是靠烧钱来维持，它必须能够挣钱，进而将利润再投回这个产业的发展中，然后才有可能做大做强，互联网也是如此。那么雅虎等公司靠什么挣钱呢？具体到雅虎本身，它靠得是在线广告，但是从更广义上讲，几乎所有的互联网公司都是从（网上和线下的）商家那里挣钱，来补贴为用户提供的免费午餐，只有腾讯是一个例外<sup>9</sup>。直到今天，雅虎的商业模式都是将商家的广告放在自己的网页中，按照每千次展示收钱。当然，要想多挣广告费，就必须设法增加网站的流量。除了前面提到的网站分类和搜索之类的服务外，雅虎这些公司还要尽可能多地提供互联网用户喜欢的内容，这就促使各种门户网站都逐步演变成了网络媒体，并最终导致了新闻业的变革。在雅虎的商业模式里，网站的流量是核心，只要每天有足够的流量，就能有足够的收入支付它为提供免费服务所需的费用。

<sup>9</sup> 腾讯 90% 以上的收入来自于个人用户。

雅虎为全世界互联网公司树立了榜样。Excite、Lycos 和 Infoseek 等公司纷纷效仿雅虎的做法，一年中，各种门户网站相继出现，两年后，中国的三大门户网站搜狐、新浪和网易也先后成立了。而同时，采用美国在线商业模式的东方网景却开始亏损并被出售。从 1994 年到 2000 年，可以说是互联网的大时代。各类网站相继出现，从政府部门、学校、公司到个人都在搭建自己的网页，原来通过各种报纸传递的信息，通过网页以更快的速度传播开来。互联网上的内容呈几何级数增加，人类真正进入了信息爆炸的时代。杨致远和他的雅虎公司在这次革命中功不可没。首先，雅虎定下了互联网这个行业的游戏规则——开放、免费和营利，制止了美国在线和同类公司试图把互联网办成新的电话网的企图。雅虎

开放、免费的模式刺激了后来电子商务的出现和蓬勃发展。其次，雅虎建立了互联网自己的产业链，使得互联网上大大小小的网络公司可以不依靠其他 IT 公司而独立生存和发展。当然，这些公司最终只有少数生存了下来，因为互联网上的总流量有限，不足以养活那么多公司。

就在雅虎快速发展的同时，美国在线却没有放弃它按照传统通信公司的商业模式来经营互联网的努力，除了上网要收费外，它还采用了电话公司注册索引词的方式来查找公司。（有些读者也许并不熟悉美国的电话号码注册方法，即一个公司为了方便消费者记住自己的电话，常常用公司的名称做电话号码，比如 AT&T 的服务电话是 1-800-CALL-ATT，用户可以通过电话键盘上的字母对应出数字，即 1-800-2255-288。一家公司要取得这个与自己名字相同的号码，必须向电话公司购买。）过去使用美国在线的用户不仅必须记住公司的网址，还得记住它们在美国在线的注册词，直到美国在线 2002 年采用 Google 的搜索引擎为止。

雅虎的做法带来的另一个结果其实是连杨致远和费罗一开始都想象不到的，那就是他们让互联网这个行业变化得特别快，以至于在这个行业中，是那些跑得最快的公司，而不是资金和资源最强大的公司最终可以获胜，因此任何互联网上的服务都必须以最快的速度获得大量的用户。这样一来，不仅后来进入这个行业的公司会倍感辛苦，而且原本领先的公司也感到压力巨大，不敢松懈。比如微软在互联网时代前进的速度已经跟不上雅虎和美国在线了，其结果就是在短短几年内它就严重落后于雅虎等公司。在电话时代、计算机早期时代甚至是 PC 时代，落后几年的差距还是有希望追上的，比如戴尔和联想就后来居上地超过了早期 PC 制造商康柏。但是在互联网时代，公司一旦落后，就很难再有第二次机会了，因此，为了适应这样的快速变化，互联网公司改变了 IT 行业的工作方式，它们以类似于敏捷开发的方式取代了传统软件工程的工作流程。

微软是一家很好的公司，但是按照乔布斯的观点看绝对不是一家有创意的公司，它一方面看到了互联网的重要性，但是另一方面对于“在互联网上做什么”这个问题，一直也没有搞清楚，因此直到今天微软都不能

算是一个真正意义上的互联网公司。这样一来，微软只能仿照其他公司的做法亦步亦趋。在微软进入互联网领域时，雅虎的免费模式和美国在线的收费模式还没有分出胜负，毕竟免费的模式在以往的商业史上从来没有过。不过善于商业化的微软懂得，不管采用什么模式，快速获得用户是关键，而新的公司要想后来居上，简单的办法就是烧钱买用户。好在那个时候微软正如日中天，财大气粗，它能够同时学习雅虎和美国在线两种不同的方法。微软一方面和美国全国电视新闻网 NBC 合办了在线媒体 MSNBC，学习雅虎做门户网站，另一方面，它也学习美国在线提供家庭上网的接入服务。不过，作为后来者为了与雅虎和美国在线抢用户，微软使用了它惯用的经济补贴的手法来排挤竞争对手，对于那些新购买 PC 的个人用户，如果和微软签订三年通过 MSN 上网的合同，它就返还 400 美元的购机费，要知道当时一台便宜一点的计算机不过七八百美元而已。微软靠这类办法，着实抢到了不小的市场份额。但是，这种靠补贴抢用户的方法毕竟不能持久，在 2001 年互联网泡沫崩溃后，微软逐渐停止了这种补贴，并且退出了上网接入市场。直到今天 MSN 也没有找到好的赢利手段，以至于现在人们在谈论互联网时，已经很少能想到它了。

可以讲，雅虎为互联网开了一个好头，确立了对用户开放和免费的服务方式。这样，互联网的核心竞争力不再是计算机时代所强调的技术和稳定性，而是快速获取用户的手段。但是雅虎最终没有成为互联网最大的受益者，它制定的这两条规则使得它快速崛起，也让它被快速地超越，因为有人对互联网本质的理解比他们要深刻得多。

### 第三节 互联网的本质

#### 3.1 互联网就是平台

对于互联网这样一个庞大的，无所不在的，任何人既看得见摸得着，却又无法完全找到其边界的“怪物”，不同人肯定会有不同的认识。当然，这些认识有正确的和错误的，有深刻的和肤浅的。第一个深刻认识互联

网的人是亚马逊的创始人杰夫·贝佐斯（Jeff Bezos，1964—）。

由于互联网获取信息快速、便捷和形象的特点，大家在互联网上冲浪和逛商店一样爽快，因此非常适合将商品放到网上销售，电子商务应运而生。在各种网店如雨后春笋般诞生的 20 世纪 90 年代后期，纽约商人贝佐斯在 1995 年创办的网上书店只不过是其中之一。不过，贝佐斯对互联网的认识却比他的竞争对手们深刻得多。在贝佐斯看来，互联网并不仅仅是一个方便购物、能为客户省掉一些中间费用的新媒体，更重要之处在于，它是一种很容易将一个领域成功经验推广到另一个领域的平台，这样一个平台可以节省大量劳动，大大提高整个社会的效率。因此，亚马逊绝不仅仅是一个网上书店或电商，而是一个平台公司，不过为了说清楚这一点，我们还是要先从贝佐斯卖书说起。

亚马逊的员工喜欢讲一个笑话，说当年贝佐斯听说硅谷有许多优秀的工程师，于是驾车横跨北美大陆，从大西洋边上的纽约一直开到美国西部太平洋的海岸，在快开到美国西海岸时，贝佐斯走错了路，本来该南下到加州硅谷，却北上来到了西雅图。后来他发现西雅图同样有大量优秀的工程师，于是就决定在那里发展了。笑话归笑话，亚马逊选在了既有科技基础而人口又相对稀少的华盛顿州西雅图附近，是为了给占美国人口八分之一、在线购买力占全美五分之一的加州人省去 8—9% 的销售税<sup>10</sup>，以刺激自己的

销售。这种跨州邮购是否应该缴税，当年在美国一直有争议，但是卓有远见的克林顿总统搁置争议，让这些电子商务公司先发展再说，这在一定程度上帮助了电子商务的起步。后来志大才疏的奥巴马总统开



图 22.9 传说中贝佐斯从纽约到西雅图的行车路线，他在进入旧金山湾区前拐错了弯北上来到西雅图

10 根据美国的法律，如果从外州邮购来的商品，而那家邮购公司在本州没有实体店的话，用户可以暂时不交销售税。

始贪图在线销售税的蝇头小利，大大降低了美国电商的竞争力，当然这是后话了。

亚马逊一开始规模很小，无力控制货源、物流和仓储，于是选择以图书这种特殊的商品作为网上销售的起点。相比其他商品，图书更适合在网上销售，原因很多。首先，它不像食品那样会腐烂，需要特殊的执照，也不像大电器那样害怕磕碰，便于运输。其次，读者都是知道自己要买什么书的，书不像衣服和鞋子那样需要试穿，这样，退货的比例就比较低。另外，在美国，图书价格和毛利都很高，而传统书店因为店面的成本很高，书价难以下降，因此网上销售的价格优势较大。除了这些众所周知的原因，贝佐斯选择先在网上售书还有两个特殊的原因。第一，贝佐斯最终的目标是建立一个网上的沃尔玛，当然这件事不是一天能做成的，因此他选择先解决其中简单的问题，然后将成功的经验推广到困难问题的解决上，图书是很好的切入点。第二，贝佐斯看中了互联网上内容的重要性，他希望通过售书最终能拥有数字化的内容，包括图书、音像和新闻内容。他显然比微软的鲍尔默要高明，没有在互联网泡沫时随大流，办一家二流的媒体，而是通过销售图书、音像制品逐步进入数字内容的市场。今天，它不仅向用户出售电子书，而且一个用户每年只需要交99美元（2014年以前是79美元）的年费，就可以在线观看电影电视、听音乐和借教科书。2013年，亚马逊终于买下了一家很有影响力的媒体——华盛顿邮报，向着拥有自己的新闻内容迈进了一步。

亚马逊在打造网上书店的同时，积累起了互联网技术和零售业的经验，并将它们成功地推广开来。在贝佐斯看来，互联网是一个非常好的将工程规范化的平台。以前大型软件公司在开发软件时，不同的项目和产品的负责人常常强调自己辖区内的特殊性，以至于每一个项目和产品都有独立的程序代码库，项目之间的接口很难统一。当然，在互联网时代之前，要让各个项目统一接口，成本也确实很高。但是，并非工程师出身的贝佐斯却看到了互联网的平台效应，他要求亚马逊所有的项目在互联网这个平台下必须统一接口，并且在亚马逊内部强制推行。这个做法的好处

很快就显现出来，因为所有的接口都标准化（当然是亚马逊内部的标准）后，很容易就将亚马逊的系统给类似的商家使用。这些标准化的接口就是今天亚马逊云计算服务 AWS（Amazon Web Services）接口的雏形。

亚马逊利用互联网这个平台做的另一件事情是将几乎所有的商品搬到互联网上。有了卖书以及为其他线下连锁店建立网店的经验后，亚马逊最终建立起了世界上最大的“网店”。亚马逊在全球有很多的“仓储中心”，每个仓储中心都有好几个足球场大。

当然，光靠这些仓储中心还不能完全发挥互联网的平台效应，在贝佐斯看来，互联网不仅仅是一个小商家们可以开网店的平台，更是一个可以重



图 22.10 亚马逊的仓储中心（图片来源：路透新闻）

新整合零售业中各个环节资源的平台。在对互联网的理解上，贝佐斯的境界比一般从事电商的老板以及建设网站的创始人要高得多。作为平台，亚马逊要做的第一件事是把其他大小商家都拉进来。当然，这些商家也不傻，如果亚马逊在自己的平台上和其他商家打价格战，那么吃亏的自然是这些外来的商家。为了打消商家们的这个顾虑，亚马逊一直坚持不在价格和商家竞争，以至于在亚马逊平台上大多数网店商品的价格要低于亚马逊自营同款商品的标价。至于用户是从哪个商家购买，则要看各商家的服务和信誉了。除了吸引商家入驻，还要统一电子商务一些至关重要的环节，这样才能为买家提供一站式服务。事实上，对于诸多的商业环节，亚马逊只把控了两个——付款和送货。对于一个买家来讲，他们的付款方式（比如信用卡）只存在亚马逊，他们不需要提供给商家们，这样就大大降低了信用卡信息被盗的可能性。其次，商品递送的价格由亚马逊和物流公司统一谈好（在美国是统一的 3.99 美元），这样既避免

了商家乱收费的可能性，也让商家在物流上享受到了“大宗批发”的价格优势。

当然，亚马逊对互联网的理解并不是从1994年成立的第一天就形成的，而是在20年的发展过程中不断深化、不断完善的结果。不过早在1998—1999年各互联网公司在烧钱抢流量、花钱买用户时，亚马逊对自身定位就有了相对清晰的认识。它那时做的两宗并不起眼的收购，今天看来都符合它后来十几年来的战略，其中的一次是并购在线电影数据库IMDb公司，这和亚马逊后来控制图书音像内容的宗旨相吻合，另一次是并购监控互联网流量公司Alexa，使亚马逊得以了解互联网上各网站的流量分布以及用户上网的行为。

2000年前后，那些烧钱与亚马逊抢用户和打价格战抢流量的电商公司，由于缺乏清晰的战略，要么在烧完钱后倒闭了，要么成为了今天亚马逊上众多的商户之一，而亚马逊则成为了一个平台。

和亚马逊同时的电子商务网站还有eBay公司。它采用了与亚马逊完全不同的商业模式——网上拍卖，在美国以外的地区，这种模式还没有成功的案例，主要原因是其他国家既没有美国那么完善的信用体系、也不像美国人那样关注信用记录。不过eBay很快将自己扩展成一个为小商家提供服务的电子商务平台，并且在全球互联网哀鸿遍野的2000—2003年间，成为唯一一个连续十几个季度股票跑赢大盘的公司。和亚马逊不同的是，eBay只是提供了一个交易平台，既没有控制物流和商品的供应，也没有提供数字内容的服务，因此它的发展速度渐渐趋缓。

与亚马逊和eBay非常相似的公司还有中国阿里巴巴，大家对它都不陌生，在此不再赘述。

不同人对互联网的认识也不同，贝佐斯看到的是平台，而Google的创始人佩奇和布林看到的则是数据和信息。



### 3.2 互联网就是信息和数据

我们在“伟大的博弈”一章里介绍过，当2000年整个互联网行业的营收和风险投资的资金不足以维持数量庞大的.com公司集体烧钱时，互联网泡沫很快就破碎了。从2000年到2002年，每天都有很多互联网公司关门，大量上市公司被迫下市，不下市的，股价也一落千丈，就连领头羊雅虎也亏损了几个季度，股价跌掉了九成以上。然而，就在这时一家不大的公司从雅虎手里接过了开放、免费的旗帜，而且将它进一步发扬光大了，这就是Google公司。

讲到互联网，无论是现在和将来，都不能不提Google公司，它是互联网时代的巨无霸。2013年全年利润达到129亿美元，几乎等于亚马逊、eBay、雅虎、Facebook、腾讯、阿里巴巴和百度的总和<sup>11</sup>。当然，它不仅是最大的互联网公司，而且被认为是最好的科技公司，它总是给人以惊喜。从搜索引擎，到安卓(Android)操作系统；从可以看清楚地球上每一个角落的地图服务，再到容量近乎无限大的电子邮箱；从神奇的眼镜计算机，再到无人驾驶汽车。不过在这一切的背后则是数据和信息。

关于Google的故事，在拙作《浪潮之巅》里有非常详细的介绍，这里重点介绍Google是如何通过利用数据和整合信息引领互联网发展的。

佩奇和布林进入互联网行业要比他们的学长杨致远和费罗晚了三年，就是这三年的迟到，让他们错过了对决美国在线和微软，来确定互联网运营模式的大时代。但是，正如我在前面讲到的那样，由于互联网快速发展变化的特点，后来者如果能对互联网的某个领域有深刻的理解，同样有可能把握住互联网的下一次机会，而佩奇和布林就是这样的人。

当佩奇和布林决定在互联网这个领域找一个博士论文题目做研究时，互联网上的内容已经不少了，比杨致远和费罗创办雅虎时多了成千上万倍，而当时查找信息就成了一个大问题。虽然当时已经有包括AltaVista在内的各种搜索引擎，但是搜索结果很不令人满意，十次搜索能有两三次找到想

11

2013年，这些公司的利润如下：亚马逊3亿，eBay 29亿，雅虎14亿，Facebook 15亿，腾讯21亿，阿里巴巴30亿(估计)，百度18亿，共计130亿。



图 22.11 Google 总部的演示屏，背景以地球，上面的颜色表示不同地点、各种语言的搜索量

12

Google 并没有像贝尔实验室那样严格意义上以研究为主的研究院或者实验室，而是将它的研究工作分散到各个产品线中，Google Research 今天其实是属于 Google 知识产品领域 (Product Area) 的一个部门，主要从事和机器学习、图像处理以及自然语言处理相关的研究和产品开发。

13

指 1929—1933 年世界经济大萧条时期。

14

当时 Google 为雅虎和美国在线提供搜索业务。

要的东西就不错了，因此佩奇和布林会选择在这方面做研究就毫不奇怪了。最终他们从搜索引擎出发，创办了 Google 公司。

佩奇、布林和很多 Google 早期的员工从一开始就体会到数据的重要性。2001 年，在互联网行业尸横遍野的时候，NASA 的人工智能专家诺威格博士却选择加盟

Google，负责机器学习和后来的 Google 研究院 (Google Research)<sup>12</sup>。后来他的伯克利校友们问他是什么原因做出这样 (明智) 的决定时，他回答到，“这个决定做起来很容易，你们知道在大萧条<sup>13</sup>时，那些买银行股票的人后来都发了大财，后来人们问他们为什么敢在经济危机最严重时买那些随时可能倒闭的银行的股票，他们说，因为钱都在银行里。对我来讲，因为数据都在 Google。”在 Google 内，持这种观点的人非常多。比如 Google 早期的副总裁霍尔 (Urs Hölzle) 博士就曾经说，“我们拥有网上所有的数据，我们还拥有 70% 用户<sup>14</sup>部分的搜索习惯，这些是 Google 最宝贵的资产，只要善加利用，我们的产品就能达到其他公司无法超越的水平。”就在霍尔说这番话的同时，刚刚从剑桥大学毕业的西蒙·童 (Simon Tong) 博士已经开始行动了。2002 年，我提出借助用户点击数据提高搜索质量，同事们告诉我，西蒙·童正在做这件事了，事实证明采用了用户点击搜索结果的数据后，搜索质量有大幅提升，而且因为其他的公司没有这么多的数据，因此在搜索质量上很难追赶 Google。关于点击数据在提高搜索质量上的作用，读者朋友可以阅读拙作《数学之美第二版》中的第 31 章“谈谈数据的重要性”。西蒙·童还发明了一个利用大数据进行机器学习的工具 SETI，以方便大家都用数据来改进产品。这个工具后来帮助提高了 Google 诸多产品的质量。在 Google 内部，有大量像西蒙·童这样的工程师，他们并非天生就对数据那么敏感，但是到了 Google 这个环境中，不知不觉地把互联网理解成信息和数据了。

Google 的创始人和早期的工程师们，最终把“互联网就是信息和数据”这个朴素的想法上升成了 Google 的使命，即“整合全球信息，使人人皆可访问并从中受益”。当然，这句话的原文“to organize the world's information and make it universally accessible and useful”其实含义更丰富，尤其是 universally accessible 可以理解成随时随地访问。为了实现这个目标，Google 在很多城市提供免费的 Wi-Fi 服务，大力发展包括 Android 操作系统在内的智能手机技术，并且努力让光纤连到家庭。在外面很多人看来，Google 内部的项目特别多，而所做的产品涉及各个领域，似乎毫无关联，但是如果用整合、处理和使用信息（包括数据）这条主线串起来，一切都可以理解了。

先谈谈 Google 的商业模式，大家都知道它主要的收入是广告，这和雅虎没有什么区别，但不同的是，广告在 Google 看来不过是一种商品和服务信息而已。Google 第一个广告产品是搜索广告，对于它的处理（投放）可以大量使用搜索技术，因为搜索和搜索广告（AdWords）同为信息处理，它们之间是相通的。这样不仅使得它能够极短的时间（半年）内开发出来广告系统，而且能做到很好的广告投放效果。Google 的第二个广告产品是根据网页内容投放的广告 AdSense，其核心是对网页内信息的分析和处理。

Google 的其他产品（包括并购来的）都是与信息处理和访问相连的。比如 Google 地球和地图，实际上是地理信息的处理和应用，即便是自动驾驶汽车，其实核心技术之一也是依靠街景信息定位汽车的当前位置，并规划后续的路径。当然，Google 地球最初的数据是通过并购 Keyhole 公司获得的。Google 的 YouTube 实际上是



图 22.12 Google 的数据中心

视频信息的存储和服务，当初正是因为 YouTube 上有大量的视频信息，而且每天还在不断地增加，Google 才抢在微软之前并购了它。另外，在 Google 众多并购中，最早期收购的博客软件公司 Blogger 也是信息的提供者，其用户创造了大量的博客（另一种信息），而 Google 在 2013 年并购的 Nest 智能家居公司，则是因为它的产品是收集（家庭）信息最好的工具。当然，除了收集和处理信息外，如何让用户可以方便地访问和共享这些信息，也成为了 Google 业务的重点。它的电子邮箱服务 Gmail，在线办公套件 Google Docs，都是为了方便用户访问和共享信息的。为了做到随时随地访问和使用信息，Google 并购了一家很小的手机操作系统公司 Android，并且投入大量人力物力将其打造成为智能手机市场的主流操作系统，借由智能手机实现了随时随地使用信息的可能。在 Google 诸多的并购中，唯一一个例外是收购摩托罗拉，那是为了获得这家老牌移动公司的专利，而不是跟什么信息有关。因此，在达到获取专利的目的后，Google 又卖掉了这家与自己的使命没有什么关系的公司。

Google 成功的另一个原因是它拥有无比强大的全球系统架构（Global Infrastructure），这包括它在全世界各地巨大的数据中心，以及在数据中心硬件之上的云计算服务，它们是 Google 得以不断推出新产品的技术保障。在 Google 和其他公司工作过的人估计都会同意，Google 的系统架构是任何公司无法比拟的。而搭建这样强大的系统架构的目的，也是为了方便信息的存储和处理。

为了实现上述使命，Google 一直在大量地招聘一流的人才，并且大规模建设全球互联网的基础设施，这些都需要大量的资金，而且远不是通过烧风险投资人或者华尔街的钱就能满足的，它需要有很稳定的收入来源。我们今天知道，Google 大部分的收入来自于在线广告。为什么 Google 能从广告中挖出那么多真金白银呢？其他一些互联网公司，比如雅虎、Facebook 和腾讯，流量也很大（甚至一度更大），为什么广告收入只有 Google 的一个零头呢？因为 Google 的广告比较有效——Google 搜索广告单位流量产生的价值比传统的展示广告高出两个数量级。相对来讲，

Google 的各种服务在界面上是最干净的，但是广告收入却是最高的，这在很多互联网公司看来是不可思议的事情。而这种不理解恰恰说明了两者之间境界的差异。Google 懂得一个道理，就是在一切看似免费的互联网中，什么东西最值钱，那就是人的关注度。互联网上的内容可以无限制增长，服务可以无限制增加，但是每个人上网的时间是有限的，因此每个人每天能关注到的网络信息是有限的。对于广告这种商业信息，与其强行灌输给用户，不如在他们真正需要时提供。因此，Google 的广告系统和其他互联网公司类似产品在理念上的一个根本不同之处是，其他在线广告是向用户推送，而 Google 的则是由用户在有广告需求时拉取，这个差别导致了广告效果的天壤之别。用 Google 主管销售的高级副总裁科斯坦德尼（Omid Kordestani）的话讲，“客户永远是喜欢买东西，而不是被卖东西的。”

有人说 Google 是幸运的，因为它碰巧找到了搜索广告这么好的挣钱方式，然后再利用充足的资金，围绕信息的处理和使用打造了完整的互联网生态链。但是光有运气显然是不够的，因为运气可以给它带来一次成功，却不能给它带来后来很多次的成功。或许恰恰是因为有了 Google，互联网的广告业才变得如此之大，才能长期维持提供免费服务。根据我对这家公司十几年来密切观察，牢牢把握住用户是 Google 长期立于不败之地的根本原因。

和以往的公司不同，Google 严格地将自己的“用户”和自己的“客户”分别开来。以前大多数公司是把用户和客户划等号的，比如 AT&T 的用户就是给它付钱的客户，如果你像乔布斯年轻时那样，不打算给钱就偷偷使用它的电话服务，小心被抓。只有在互联网时代，用户和客户是可以分开的，Google 的用户就是你、我和他这样的每一个人，对于用户，Google 的服务基本上都是免费的。Google 的客户是那些向它付钱的广告商和使用其云计算增值服务的企业，对于企业是收钱的。当然雅虎的用户和客户也是分开的，但是在用户的利益和客户的利益发生冲突时，两家的做法就完全不同了。雅虎和绝大多数早期互联网公司的做法是维护

客户利益，其结果就是在网站上放满了广告。而 Google 的原则是先保证用户的利益。Google 认为，它对于客户的价值在于那些客户可以通过它渗透到它广大的用户，只要用户在自己的手里，客户即使有流失也会再回来，而没了用户，就什么都没了。这样，尽可能地获取广大的用户，不仅成为 Google，也成为有志向的互联网公司的不二选择。而获取用户最好的办法，就是给他们提供最好的免费服务。因此，从一开始，它就为用户提供干干净净的搜索服务，不带有商业功利，它后来一直坚持这个原则，比如开放并免费提供安卓操作系统。实际上，今天最成功的互联网公司都是拥有大量忠实用户的公司，除了 Google 外，Facebook、腾讯、阿里巴巴无一不是如此。Google 将用户和客户分开的做法，其实是今天互联网商业模式的精髓。

当然，Google 对互联网本质的理解也是有限的，比如它对互联网的通信功能理解就未必深刻，因此也有很多它不擅长的领域，而在那些领域能够做得好的公司必定是对这些领域有深刻认识的公司。因此，在 Google 快速发展了近 10 年后，它遇到了自成立以来最大的一次危机，而这次它的对手是一个不到它十分之一大的小公司 Facebook。

### 3.3 互联网就是通信

Facebook 不仅是互联网时代的一个奇迹，也是金融史上的一个奇迹，这家每年仅有 20 亿美元利润的公司，居然有将近 2000 亿美元的市值。如果按照人均市值计算，它人均 2700 万美元的市值不仅在全世界所有公司中高居榜首，而且远远高于第二名 Google 的人均 800 万美元。2012 年 Facebook 的上市过程也成了金融史上最轰动的事件，很多股票承销商最后亏损为它“打工”，目的只是为了获得该公司早期员工的资产管理权。说到这里大家可能会有一个疑问，为什么这家似乎不很大、也不很赚钱的公司这么受投资者们追捧呢？排除其中资本泡沫的因素，Facebook 必然有很多“过人之处”值得大家这样做。那么，Facebook 是一家什么样的公司呢？

关于这个问题，很多人首先会想说 Facebook 是一家非常成功的社交网络公司，这一点没有错，因为 Facebook 起源于社交，并且它的故事已经被拍成电影《社交网络》（*Social Network*）。但是 Facebook 并不像那部电影里描述的那样，仅仅是贴了哈佛金字招牌的又一家 Friendster<sup>15</sup>，否则它的命运也不会比 Friendster 好到哪里去。当然使用过 Facebook 的人都知道这家社交网站胜过之前诸多类似网站的一点是，Facebook 每个用户的脸谱下，是一个实实在在的人，而不是像 Friendster 等社交网站那样，虚拟世界的人和现实世界的是连不上的。在 Facebook 之前，我们常常看到一些关于网络交友上当的报道，原因就是源于这种不实的脸谱。Facebook 起初只对在校大学生和教授开放（当然后者不是它的发展对象），因为它要求有一个 .edu 的 Email 账号才能登录，而大多数人一旦离开了学校便不再拥有这样的账号。Facebook 根据大学和大学的系把用户分成组，一个人可以得到自己同学的真实资料，而无法直接获得其他大学学生的资料。由于每个用户的 Email 是真的，而且早期几乎所有资料（包括年龄、性别、地址和电话）都是真的，便为大学生们谈恋爱提供了方便。不少本科生对我讲，他们去“早期”的 Facebook 的原因是需要真实的性爱（他们的原话是 Young people need sex）。这就如同 Facebook 共同创始人的女朋友也是这么找到的一样。由于 Facebook 早期只对大学开放，甚至在不同的大学之间也无意识地通过 Email 的域名筑起了一道虚拟的围墙，大学生们通过 Facebook 交往是安全的。Facebook 就这样发展起来了。这其中，原 Napster 的创始人，Facebook 的首任总裁肖恩·帕克（Sean Parker）对 Facebook 的快速发展做出了巨大的贡献，使 Facebook 得

15

在 MySpace 和 Facebook 之前最大的社交网站，今天已经没有人上面进行社交了，在东南亚还有些人在上面玩游戏。



图 22.13 2006 年 Facebook 首次向全社会开放，当时这家才创办两年的公司已经是一个全球化的公司

16

Google 2004—2014 年间的一个社交网站，Google 已经宣布在 2014 年 9 月 30 日关闭其服务。

以迅速从哈佛扩张到欧美各大学。当 Facebook 第一拨用户从大学毕业后，Facebook 便渐渐向全社会开放。这时 Facebook 的性质才由原来以交友为主的网站，变成了一个虚拟的社会，但是在这个虚拟社会下，一直具有着真实性。相比之下 Orkut<sup>16</sup> 和 MySpace 则是割裂了虚拟世界和现实世界，因此虽然它们是 Facebook 的同一代产品，而且规模一度远超 Facebook，但是很快就被 Facebook 超越并且被永远地甩在了后面。

不过，虚拟社会的真实化虽然让用户感觉在这样的网站上交友踏实，但不能保证这个社交网站就比竞争对手发展得快。在中国，腾讯的 QZone 是一个完全虚拟的世界，而和它同时代的人人网却是一个类似 Facebook 的、比较真实的社交平台，但是人人网从来不曾对腾讯构成什么威胁，这又作何解释呢？有人试图把人人网的不成功归结于腾讯的垄断性以及竞争对手的毫不留情。不过，要知道 Facebook 刚起步时情况比人人网好不到哪儿去，Google 的 Orkut 领先于 Facebook，而且有 Google 众多的财力和用户资源在支持，但是却丝毫没有能阻止 Facebook 的崛起。因此，只能说社交网站的真实性并非 Facebook 成功的根本原因。事实上，在腾讯内部还有一个实名制的社交产品“朋友”，而且还是由 QZone 的同一个 VP 主管，也有充足的资源，但是做得也很不成功，以至于可能很多读者都没有用过。

当然，今天回过头来看 Facebook 的发展，都知道它除了社交网络的功能外，还是一个很好的互联网 2.0 公司。关于互联网 2.0，我们会在下一节中详细介绍，这里我们要强调，在互联网 2.0 的网站上，内容和服务都是由第三方提供的，而不是像当年雅虎和 MSN 那样自己产生的。应该讲，Facebook 为用户和软件开发者提供了一个很方便的网络平台。在这个平台上，任何人不但可以提供内容，而且可以提供服务。按照 Facebook 前总裁帕克的话讲，他们其实不需要知道用户想在 Facebook 上做什么，只是让用户感到酷，至于在这个平台上用户需要什么，就让他们自己去开发好了。这样，Facebook 就不必承担任何产品决策错误的风险，而是一门心思专注于把这个平台做酷、做好。到了 2008 年，为 Facebook



提供服务的各种软件技术人员多达十万人，并且在短短的几年里，为 Facebook 提供了上万种大大小小的服务，这才是让 Google 感到最担心的事情。

太史公在《史记·货殖列传》中论述管理者和商人的关系时讲到，“故善者因之，其次利道之，其次教诲之，其次整齐之，最下者与之争”。意思是说，好的管理者应因势利导，不干预商业活动，次一等是对商人和企业家诱之以利，再下一等的是对商业行为指手画脚，差的是将商业管得死死的，而最差的是自己跳进去和商人争利。作为一个互联网公司也是一样，好的公司不需要提供具体的内容和服务，而是让用户自行解决，这是互联网 2.0 的精髓所在。假的互联网 2.0 公司，自己一方面提供平台，另一方面思维还停留在互联网 1.0 时代，身兼内容和服务的提供商，与用户争利，中国很多视频网站都是如此。从这个角度看，Facebook 做到了互联网公司的最高境界。

接下来我们还有两个问题必须回答。第一个问题是，为什么 Google 不能够同样搭建这样一个平台。事实上 Google 在互联网 2.0 时代并不落后，它从很早就开始布局了，并且在很多方面（比如视频）还颇为领先。关于这方面的细节，大家可以阅读拙作《浪潮之巅》第 18 章“挑战者——Google 公司”。第二个问题是，在智能手机和移动互联网兴起之后，Facebook 的平台效应被大大地削弱了，因为更多的开发者从 Facebook 上转到 iOS 或者安卓上去开发应用程序，而更多的互联网用户使用手机或者平板电脑，而不是 PC 上的服务。那么在这样的情况下，为什么 Google 和苹果还是无法撼动 Facebook 的根基呢？

其实，答案很简单。Facebook 从本质上讲是一家互联网上的“通信”公司，而 Google 不是。同样的道理，在中国只有腾讯是互联网上的通信公司，而百度和阿里巴巴都不是。根据我的“公司基因理论”，没有通信的基因就做不好通信的事情。人类和其他动物的一个非常大的差别就在于人类有很强的通信能力和需求。Facebook 在帮助大家交友和提供互联

网 2.0 平台服务的同时，它实际上在很大程度上取代了电话和电子邮件成为了 30 岁以下的年轻人通信的工具。在很多国家，大学生和高年级高中生每时每刻都挂在 Facebook 上，以便通信，就如同今天中国的手机用户都挂在微信上一样。当然，在互联网时代，通信的形式不只是语音和文字，而且包括多媒体和游戏这些应用。应该承认，在通信功能上，Facebook 做得比 Google 同类产品要好。

从 2008 年起，Google 开始感受到来自 Facebook 的威胁，但是 Google 最初看到的只是 Facebook 利用社交网络这个平台吸引了大量的大学生“泡”在上面，以至于流量上涨很快，而并没有看到 Facebook 其实填补了 Google 在互联网上的一个短板，那就是通信的功能。Google 当时甚至认为，在 Facebook 上浪费时间是年轻人打发时间的表现，佩奇甚至说过，我从不玩 Facebook，因为它已经不是我这个年龄的人的兴趣所在，当时佩奇只有 36 岁。不过，到了 2009 年，随着越来越多的所谓“成熟的”互联网用户开始使用 Facebook，而自己的社交网站 Orkut 在南美洲和印度以外打不开市场，Google 倒是真的有点着急了，一方面和 Facebook 的竞争对手 MySpace 合作，另一方面打造了一个后来颇有争议的 Buzz 社交工具。应该讲这款产品的通信功能还是不错的，但是在对个人隐私的保护上有所欠缺，因此 2010 年初上线不久就惹了官司，很快就下线了。

2011 年，Google 又推出了一款社交网络产品 Google+，这是迄今为止 Google 最成功的社交产品，不过在很多 Google 忠实用户的印象中，这款产品除了非常积极地“拉用户”外，没有什么亮点。按照 Google+ 自己的讲法，它在商业上是成功的，因为在短短的 3 年时间里就发展了 5 亿以上的用户，并且有效地抑制了 Facebook 的势头。但是从产品上讲，却非常不成功（如果不算失败的话），因为它的 5 亿多用户大多是僵尸用户——他们是通过 Google 的其他产品，尤其是从 Gmail 上强拉过去的。公平地讲，Google+ 的功能并不少，但是为什么没有人用呢？主要是 Google 对互联网的通信本质理解不够深刻。

Google 看到了 Facebook 这类的社交网络在建立和使用用户关系链上的重要性，以及通过社交网络这个平台将网上的各种应用串联到一起的功用，因此它的 Google+ 在这两方面下了大功夫，应该讲效果还是不错的，但是它的通信功能非常弱。2012 年，我回到 Google 之后向主管 Google+ 的高级副总裁冈多特拉（Vic Gundotra）介绍了腾讯的微信产品，并且建议 Google+ 放弃 PC 的市场，把重点完全转到移动互联网上，并且学习腾讯做一款类似微信的通信产品。冈多特拉对我讲，微信的这些功能，在手机版的 Google+ 上都有，于是我们一一做了对比，对比之后我承认他所言非虚。但是，我和他都奇怪的是使用这些功能的用户很少。他的看法是这说明通信功能对 Google+ 不重要，而我的看法是这正说明 Google+ 的通信功能没有做好。举例来说，在微信上两个人聊天时，要再拉进来一个人一起聊非常容易，但是在 Google+ 手机版上却很难办到。总的来讲，Google+ 依然没有跳出 Google 分享信息的框框，在使用 Google+ 时，一头是用户，另一头是组织得当却有点冰冷的信息。而在使用腾讯或者 Facebook 的产品时，用户感觉到另一头也是一个人。这便是这两类公司非常大的差别。

2012 年后，Google 成功地抑制了 Facebook 毫无阻力的扩张势头，但真正起作用的是 Google 的安卓操作系统，而非 Google+。至于为什么这么讲，会在下一章详细分析。而正是因为来自安卓的压力，Facebook 才耗资 190 亿美元收购了不到百人的小公司 WhatsApp，因为这家小公司不仅在运营一款类似腾讯微信的产品，而且它的活跃用户数比腾讯还多。

分析到这里，我们可以对 Facebook 做一个总结。它是一家互联网时代的通信公司，在它的眼里，互联网的本质是通信。

亚马逊、Google 和 Facebook 对互联网有着自己独特却非常深刻的理解，正因如此，他们才能在各自的领域里引领风骚。相比之下，雅虎虽然开发了无数互联网产品，在历史上它的产品线几乎涵盖了 Google、Facebook 和亚马逊三家的总和，但是这些产品都没有什么特色，做得比较平庸，而

且各产品之间彼此没有什么联系，给人的感觉是，只要是能带来流量的产品，雅虎就会去做，这种做法延续至今。业界很多人调侃说，雅虎开发了很多排名第二、第三的产品，但是这么多第二、第三加起来不如一个重要领域的第一名，而做到第一名就必须有第一名的境界和水平。

互联网在本质上讲，除了平台、信息和通信这三个核心，是否还有其他的本质未被发现？对此我现在也无法给出答案。但是有一点是肯定的，如果有这样一个本质，那么把握住这个本质的小公司就是下一个 Google 或者 Facebook。

## 第四节 互联网从 2.0 到 3.0

### 4.1 互联网 2.0 的特点

关于互联网 2.0 的细节，读者朋友可以阅读拙作《浪潮之巅》的第 21 章“互联网 2.0”，这里不再赘述。为了说明它在互联网发展中的作用，我们这里简单地对比一下互联网 2.0 公司和互联网 1.0 公司的差别。

在互联网刚刚发展时，网站处于互动的主动一方，而用户处于被动的一方。门户网站除了提供上网的服务和主要的网络应用（比如电子邮件），还提供内容。从信息的流向分析，总体来讲是从门户网站向二级网站以及用户推送，这和传统的媒体——报纸、广播和电视完全相同，只是信息的载体变成了互联网。在这个时代，网民（包括个人和团体）要想拥有发言权，最好的途径是自己创办网站，因此到 2000 年前后，全世界各种网站如雨后春笋般涌现出来。当然，全世界并不需要这么多网站，而众多小网站的服务是很难保障的，因此，在 2000 年，当风险投资的钱和通过上市行动融资得到的钱烧完了以后，大部分的网站也就都关门大吉了。

互联网 2.0 始于互联网泡沫破碎之后，它是对互联网行业各公司业务的一次重新洗牌。在互联网 2.0 时代，网络的基础服务，包括上网的服务、网

站的托管、用户的登录服务等，由一些大型的平台级公司，比如 Google 和 Facebook 来提供，而内容服务和各种具体的应用，则由具有专业知识和经验的专业网站提供。用传统媒体的术语讲，就是制播分离<sup>17</sup>。

17

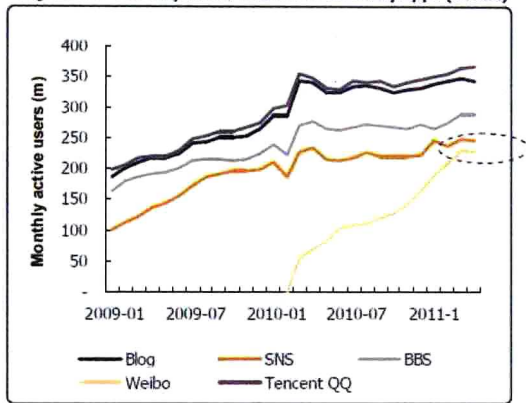
指影视节目的制作和传播由两家不同的公司完成。

互联网 2.0 的这种服务模式带来了非常大的好处。首先对于有能力提供优质原创内容的人和公司，他们自己就可以办报纸或者电视台。今天，那些著名作家和评论家的博客，以及自己制作视频的自媒体从业者，将自己创作的内容放到豆瓣、新浪或者 YouTube 和优酷这样的互联网 2.0 网站上，就相当于自己办了一份报纸或者一个电视台。

对互联网的用户来讲，互联网 2.0 的好处也是显而易见的，博客和自媒体新闻的及时性和全面性极大地方便了用户获得新闻或者其他内容。以前，一家公司的执行官要做一个新闻发布是一件颇为费时费力的事情，因此他们对于一些“小事”，不愿意轻易麻烦媒体。而博客则弥补了这个不足，任何人都能最及时最准确地发表自己的动态和观点。以往传统媒体的报道，经过记者和编辑一转手，有时和讲话人的原意难免出现偏差，很多误会就是这么产生的。博客既然是自己写的，无论对错，都是讲话人自己的言辞和观点。正是由于博客的这些优点，它得到了各个层次各种职业用户的喜爱。包括美国总统奥巴马和很多大公司的首席执行官都通过这种方式发表言论，作为对传统平面媒体的补充。在博客里，不仅作者可以自由发表言论，读者还可以和作者非常方便地互动交流，因此它的有效性大大超过了传统的印刷媒体。今天，在世界上所有互联网发达的国家，几乎所有的印刷媒体，包括那些有上百年历史的著名报纸和杂志（如《华尔街日报》、《纽约时报》和《时代周刊》等），读者数量都在下降，而博客的流量却几乎呈几何级数上升。在中国，博客的出现催生了一批意见领袖，比如韩寒等人。

在中国互联网 2.0 最好的代表是微博，相比美国最早的微博服务推特（Twitter），中国的新浪微博和腾讯微博虽然起步稍晚，但是却有了十足的创新。在中国以外的国家，微博的社交性较强，而媒体特征很弱，

Figure 1.1 Monthly active users of community apps (actual)



Source: IUT, Mirae Asset Research

图 22.14 微博用户的增长速度超过以往任何互联网产品

这里就不作分析了。因此，微博对传统的媒体，包括互联网网站的新闻媒体造成了极大的冲击，成为了老百姓最喜闻乐见的新闻渠道。同时中国老百姓在微博上也非常活跃。在美国，一个博主能有一两万粉丝就不错了，票房最好的演员汤姆·克鲁斯不过四百万粉丝，连中国大V几千万粉丝的零头都不到。在中国，微博改变了整个社会的生活方式，由于这种可互动的媒体的出现，很多原来关注不到的社会问题得到了关注，民众对社会的责任感明显提高。李开复著书讲“微博改变一切”，多少有点夸张，但是，微博改变中国，却是实实在在发生了的。

互联网 2.0 的公司还有很多，概括起来，这些公司都有以下特点。

首先，它们是一个平台，可以接受和管理用户提交的内容，并且这些内容是服务的主体。当然，这里面用户的内容不是指在 BBS 灌水，而是实实在在的新闻、信息和基于各种媒体的娱乐内容。一个很好的例子是 YouTube，它提供了一个很方便的平台，让用户可以发布自己的视频录像，但 YouTube 自身并不拥有什么视频内容。和以往各个视频托管（Video Hosting）网站不同的是，YouTube 允许用户在 YouTube 上开设自己的频道，这样它就完完全全扮演起电视台的角色了。近 90 岁高龄的英国女

虽然它有几次及时地发布了传统媒体传不出来的一些新消息，但这种时候并不多，平时大家还是通过电视，在线视频和在线报纸获得第一手新闻。但是在中国则不同，微博成为了老百姓获得准确信息最好的方式，其中的原因说起来比较复杂，这里

王最喜欢 YouTube 的这项功能。以前，即使是女王要想告诉公众什么事，无论是节日的问候还是她日常的生活，都得找 BBC 电视台，约好时间到她的王宫，制作好节目后，让她审核，然后再广播出去。也就是说，个人包括女王的声​​音，必须通过媒体才能传达给大众。哪天女王心血来潮，想谈谈她的起居，那是很难实现的。现在，女王自己在 YouTube 上开设频道，让王宫里的录像师把自己的日常生活告诉给民众。在她的频道上，经常讲的是皇家如何做点心、种花这类琐事。

其次，这个平台是开放的，方便第三方在这个平台上开发自己的应用程序，并且提供给互联网的用户使用。这一点也是 Facebook 最大的特点。

第三，也是最重要的一条，那就是非竞争性和自足性。互联网 2.0 公司是通过提供交互的网络技术和资源，将互联网用户联系起来，使得这些用户自己提供、拥有和享用各种服务和内容，是一种自足的生态环境。互联网 2.0 的公司不应该过多主导内容和服务，不应该参与和用户的竞争。以 YouTube 为例，它托管的内容是用户（包括个人和专业的传媒公司）提供的，它自己并不制作和拥有内容，与其他提供内容的用户竞争。从这个角度看，它们更像一个单纯的传播渠道，而不是传统的传媒公司。

互联网 2.0 对整个互联网生态链来讲是一场革命，它导致了这个行业明显的分工。概括地讲，就是每一个人或者一个公司做自己所擅长的事情。如果你擅长做内容，那么就专注于产生内容，然后放到 YouTube 或者博客上；如果你擅长做服务，那么就把它变成大众可用的应用软件（和应用服务），放到 Facebook 上。这样一来大家都可以发挥特长，而不需要做很多自己不在行的事情（比如演员办网站等）。作为在技术和产品上实力强的公司，比如 Google 和 Facebook，则专注于做好平台，为大家服务。这样，整个互联网行业变得更加有序。

作为互联网 2.0 时代最好的代表，Facebook 无疑是一颗耀眼的明星，不过它的光辉还没有来得及照耀太长的时间，就被另一片光芒盖过去了。

这不是因为 Facebook 进步得慢，而是因为时代进步的太快——互联网 3.0 开始了。

## 4.2 互联网 3.0 时代

2008 年的时候，我自己还反对互联网 3.0 这个提法，因为我从当时炒作的语义互联网的概念里看不到什么实质性的东西。不过今天，我要说互联网 3.0 已经来了，相比几年前，它有了本质的变化。那么互联网 3.0 的明显特征是什么呢？用一句话来讲就是通过云计算和移动互联网，使得互联网由机器的网络真正变成人的网络。

通过手机访问互联网本身并没有什么技术难点，这和通过电话线上网一样，因此早在 1996 年互联网刚刚开始普及时，诺基亚就推出了一款带有上网功能的手机诺基亚 9000 通信者（Nokia 9000 Communicator），不过当时的互联网还不值得大家花大价钱随时随地去访问，这款手机卖得很不好。1999 年，日本 NTT 公司下属的移动子公司 Docomo 建立了第一个移动互联网，而且卖掉了不少能够上网的智能手机，但是当时日本用户通过 PC 上网和通过无线上网时所做的事情完全不同，在 PC 互联网上，干的是“正经的工作”，除了处理公务外，还包括写正式的邮件，阅读网页内容以及网上购物等个人的事情，而智能手机的功能除了收发邮件和短信外，就是满足年轻人在地铁上打发时间。由于数据服务费非常昂贵，当时的年轻人在下班前或者离开实验室前，会在 PC 上通过 Wi-Fi 将路上要读的新闻发到自己的手机上。2004 年，Google 组织大家访问日本了解日本人使用互联网的习惯，我们惊奇地发现了这个有趣的现象。那时，日本的大学生们即使想尽了办法省钱，也还是把打工挣来的钱的一半（平均每个月 200 美元左右）用来支付手机的流量费了。因此直到 2008 年，世界上通过手机上网的互联网用户比例并不高，而且除了玩游戏，就是使用黑莓查看邮件，如此而已。

但是从 2006 到 2008 年，几件事情让互联网迅速向移动化转变。第一



件事是在 2006 年 Google 的前 CEO 施密特提出了云计算的概念，并且很快得到了亚马逊和 IBM 的响应。第二件事情是 2007 年夏天，苹果公司推出了它的第一款智能手机 iPhone。Google 原本也计划在这一年年底推出基于安卓操作系统的智能手机，只是后来安卓的负责人安迪·鲁宾（Andy Rubin）觉得安卓操作系统和苹果的相比太土气，硬是将产品的上市压后了一年，不过 Google 的安卓操作系统的成型是在这一年。第三件事情是在 2007—2008 年，包括中国在内的 40 多个国家都开始了移动网络从 2G 或者 2.5G 向 3G 的升级。很多事情在这短短的两年时间里发生，导致了移动互联网井喷式的发展，以至于很快移动互联网的潮流席卷全球了。



图 22.15 施密特（右）在谈论云计算

为什么云计算对移动互联网来讲那么重要？因为只有将原本是由自己在 PC 上完成的工作和所存储的数据搬到云计算的数据中心（也称为云端），才可能通过移动设备（比如智能手机，平板电脑等）随时随地访问、处理和分享这些信息。在云计算出来之前，无论对于个人还是单位，需要由计算机完成的大部分工作是在自己本地的电脑上完成的。如果这个单位的工作涉及的计算量大，那么它就多买些计算机，对个人也是如此。如果将计算（和存储）能力抽象地看成是一种资源，就如同水和电一样，那么在这个时期，相当于是各个单位或者个人拥有发电站和水井。今天，我们说起过去各个单位自己发电，各个院子自己有水井，觉得是一件不可思议而且显得颇为落后的事情，但是，在上个世纪 80 年代，北京的供电紧张而且不稳定，经常停电，北京很多单位（也被称为大院），包括清华大学，都有自己的发电厂（在清华北门的位置）。当时不少人还认为自己掌握发电的主动权既方便，又靠得住，而且不受供电局的控制，

当然那时人们很少考虑这样自己发电不仅成本高，对环境的污染非常大，而且真是遇到要在短时间里大幅提高用电量的情况，自己的小电厂是无法做到的。当然，在今天电力供应充足而稳定的前提下，已经没有单位保留自己的小电站了。或许再过 20 年，下一代看到在 21 世纪初，每个单位都要购买一大堆计算机，会同样地觉得是件不可思议的事情。

云计算的好处我们在前面“计算的时代”一章里已经介绍了，这里就不再赘述了。正是由于云计算的种种好处，它普及的速度比想像的要快得多，很多原本运行在个人电脑上的程序，比如字处理和表格处理软件 Office，都可以安装在云端。这样一来，个人的电脑就不需要那么“强大”了，因为真正大量的计算可以在云端完成。只有在有了云计算之后，轻巧便携的设备才能完成原本高性能个人电脑完成的复杂工作。因此，云计算是移动互联网普及的一个必要条件。

当然，所有的这一切能够实现的必要条件就是互联网足够发达，同时移动通信的网络要足够快。在 1999 年日本 Docomo 公司开始推广移动互联网时，这些条件都没有具备，因此当时的移动互联网只是 PC 互联网的一个补充而已。

等到了 2007 年苹果和 Google 进入智能手机市场时，这些条件都已经具备了，因此这两家公司“轻易地”主导了移动互联网的时代。从结果看，似乎是因为苹果和 Google 运气特别好，在市场上需要智能手机时，它们正好进入了这个市场。但是，在现象的背后有着很多外人不知晓的原因。

首先，苹果公司和 Google 公司“盯着”移动互联网市场已经很长时间了。早在 2004 年 Google 刚刚上市不久，当时的 CEO 施密特就在公司内部强调无线产品的重要性，并且预测在几年后，无线的流量就将超过 PC 的流量。为了掌握在移动互联网时代的制高点，第二年，也就是 2005 年，Google 收购了安迪·鲁宾的小公司 Android，开始正式开发手机操作系统。而苹果手机的起步时间甚至稍早于 Google。苹果和 Google 手机最终上市的时间和云计算的推广以及 3G 移动通信网络的建设进展非常吻合，这

并非巧合，而是这些公司对互联网未来的发展把握得准确。

其次，苹果和 Google 在有意识地促成用轻便的移动设备取代过去的 PC。在 PC 时代，起决定作用的是微软和英特尔，我在拙作《浪潮之巅》一书中讲过，当一个公司处于一轮科技发展的浪潮之巅时，没有其他的公司可以挑战它，也就是说，只要 PC 时代的 WinTel 体系在，苹果和 Google 就要被微软压在底下。苹果和 Google 要想超越微软，就要让用户少使用 PC，进而颠覆掉 WinTel 体系，而它们的希望就在移动互联网上。事实证明，随着移动互联网的推进，IT 的格局被重新洗牌了，苹果和 Google 在市值和影响力上都超过了微软，而产品以手机和平板电脑芯片为主的高通公司，也超越了以制造 PC 芯片为主的英特尔公司，成为全球市值最大的半导体公司。

苹果和 Google 的初衷或许是为了自身的发展，但是在客观上极大地推动了互联网的移动化。相比之下，诺基亚等传统的电信企业对互联网的发展毫无把握，诺基亚甚至在 iPhone 刚出来时质疑它的必要性。可是，就在 iPhone 问世仅仅五年（即 2012 年）后，智能手机的销量便超过了传统手机（市场占有率分别为 53% 和 47%）<sup>18</sup>，达到 9.1 亿部，而且远远超过 PC 的 3.5 亿台。也就是在这一年，PC 的销量首次比前一年下滑。

智能手机因为屏幕（同时也是触摸输入的键盘）较小，PC 的一些功能还无法在上面实现。不过不要紧，苹果当年的 CEO 乔布斯似乎想到了这一点，2010 年初，苹果公司又推出一款对 PC 冲击更大的移动终端——触摸式平板电脑 iPad，

你既可以把它看成是放大的手机，也可以把它看成是没有键盘的笔记本。随后三星、HTC 等公司先后推出了基于安卓操作

18

<http://marketingland.com/global-handset-sales-fall-but-smartphones-continue-to-gain-33364>

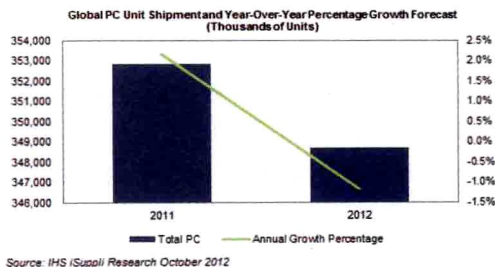


图 22.16 2012 年 PC 销量首次下降

系统的平板电脑。这些 25.4 厘米（10 英寸）左右大小、不到 1 厘米厚的电脑，从大小来看介于智能手机和笔记本电脑之间，但是它的使用习惯更接近于智能手机。重要的是，它具备几乎 PC 所有的功能，如果加上一个外接键盘，它就是一台小笔记本。虽然不能百分之百地取代笔记本电脑，但是却比笔记本电脑有很多优越的地方，比如可以通过 3G/4G 无线网络上网，电池的使用时间长，轻巧便携，可以同步自己手机上的各种应用软件，等等。在平板电脑问世的短短几年里，它的用户数量快速上升。据 IDG 的估计，2013 年全球平板电脑的年销售量达到了 1.7 亿部<sup>19</sup>，大约是 PC 销量的一半，而到了 2016 年将达到 2.8 亿部，赶上 PC 的销量。今天人们使用智能手机和平板电脑的时间越来越长，似乎更习惯于苹果操作系统 iOS 和安卓的用户界面，以至于微软在它最新的 Windows 8

19

<http://bgr.com/2012/12/05/tablet-market-share-2012/>

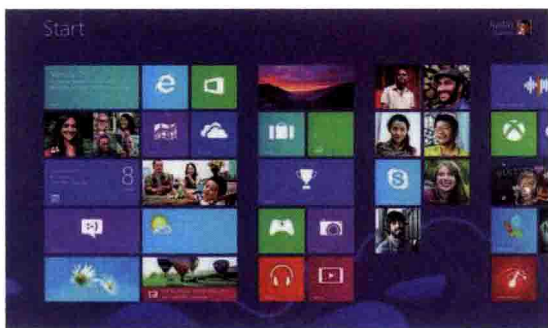


图 22.17 微软新版视窗界面很像手机的操作系统

操作系统中不得不使用类似苹果平板电脑 iOS 或者安卓的用户界面，各个 PC 厂商也纷纷把自己笔记本和台式机的显示屏做成触摸式的。智能手机和平板电脑终于反过来影响 PC 市场了。

云计算加上移动互联网，不仅使得人们随时随地访问互联网上的各种信息成为了可能，而且信息更加容易分享，并且有助于工作效率的极大提升。我们不妨看这样一个实际的场景：

市场经理王晓华要赶到外地签合同，在以前，她需要通过电话或者邮件和对方敲定会面的日程安排，然后手工加到自己的日历上。她的公司的产品介绍需要提前准备好，然后用电子邮件发给对方，对方在收到后会存到 PC 上。另外，销售合同的草稿需要用微软的 Office 编辑好，提前发给对方，并且经过很多邮件的讨论基本上确定下来，否则她这次出差可能会毫无收获。这样在出发前，她必须把所有这些工作做完。在过去的几十年里，大公司的销售人员基本上就是这样有条不紊却慢条斯理地工作着。但是，

如果在半中间跑进来一个竞争对手，王晓华要马上赶去和客户见面，这样的做事流程就有问题了，比如她的产品介绍可能还没有准备好，在出发前给对方的只是草稿，而合同也还没有来得及和对方沟通，最后她和对方会谈的时间地点都有待确认，王晓华现在可能要抓瞎了。

但是在云计算和移动互联网时代，王晓华和对方的很多工作可以并行地一起做。比如她的产品介绍可以通过基于云计算的 Google Docs 来写，并且分享给客户；如果她需要更新内容，她可以随时更新，对方马上就能看到；由于使用了移动互联网，她可以在旅行的途中来做这件事。对于合同，双方也可以用 Google Docs 来起草，王晓华只要将这个合同的修改权限授予对方，对方就可以对有异议的条款进行修改，而不需要用电子邮件来回讨论。至于王晓华的行程和会议安排，就更简单了，双方在电子邮件上或者电话里讨论的会议安排可以随时加到自己的日历上，而不需要手工操作，如果某个会议安排在时间上有冲突，日历会提示她，也会提示对方。因此这件事情，她甚至可以在旅途中完成，不需要提前好几天。如果王晓华要为对方做个产品介绍的报告，也非常简单，因为所有的文件都存在云端，也没有兼容的问题，只要客户给她提供一个投影仪就好。如果王晓华要演示什么大系统，并不需要带很多用于演示的服务器或者 DVD 安装盘，只要通过一个浏览器就可以调动在数据中心的多台服务器完成演示。

在移动互联网时代，不仅原本主要通过 PC 上网所做的事情，如看新闻、收发电子邮件、购物和聊天等，都可以用手机和平板电脑代替了，而且随着众多的软件开发商和个体开发人员为智能手机和平板电脑开发了越来越多的应用软件，像办公、软件开发、图像处理、语音识别等不需要上网使用 PC 完成的工作，也能借助于云计算在移动终端上完成，而用户手中，只需要一个移动终端而已。

在移动互联网时代，互联网乃至 IT 行业的格局发生了变化。2012 年，IT 行业发生了两件大家没有太注意的事情，第一件是全球 PC 销量首度下滑，第二件是为移动设备提供芯片的高通公司超过了为 PC 提供处理器的英特尔公司，成为全球市值最大的半导体公司。这两件事情其实意义深远，它标志着以 WinTel 为核心主导了 IT 行业长达 20 多年的 PC 时代的结束，而从 PC 时代到移动时代的新旧交替已经完成。曾几何时，几乎所有人都认为英特尔和微软搭建的 WinTel 体系是无法被撼动的，但是到了 21 世纪的第二个十年，这座大厦在不知不觉中就坍塌了。回到我们这一节开头的那



图 22.18 Google 的手机支付系统 Google 钱包，将线上交易和线下交易联系起来

句话，一切变化只因为互联网发展太快。在互联网 3.0 时代，一切皆有可能。

在移动互联网时代的另一个格局变化是，在互联网 2.0 时代发展落后于 Facebook 的 Google 重新获得了竞争的优势，因为它基于移动互联网的 Google Play 应用软件平台（以及苹果的 App Store 平台）在很大程度上取代了原来 Facebook 的应用软件平台，越来越多的人使用移动设备上的应用软件，越来越多的开发者从 PC 平台转到手机和平板电脑上。因此 Google 走出 Facebook 给它带来的阴影，根本不是靠它那个使用率很低的 Google+，而是靠它的安卓操作系统，并得益于整个移动互联网的快速发展。

移动互联网不仅改变了 IT 行业的格局，也改变了我们的上网习惯，比如从 PC 移到手机上，从连续几小时泡在网上改成了使用碎片时间上网，等等。不过，更重要的是，移动互联网把互联网从机器的网络变成了人的网络，这无疑是一场了不起的革命，因此我把它称为新一代的互联网，或者说 3.0 时代的互联网。

回顾在 PC 互联网时代上网的经历，我们实际上有现实世界和虚拟世界之分。当用户泡在互联网上，他在很大程度上进入了一个虚拟的世界，和他的日常生活多少会脱钩。反过来，一旦用户从 PC 前面离开，比如在下班回家的路上，他们就脱离了互联网。因为从本质上讲，互联网连接的是机器，而每一台用于上网的计算机，虽然有着各自的 IP 地址，并没有和人完全对应起来，因此每次查看电子邮件，相应的网站要求用户每次都要登录（使用 Cookie 自动登录是另一回事，那是计算机浏览器提供的功能）。

移动互联网时代情况就不同了，几乎所有的移动设备（比如手机）都是和人紧密联系在一起的，因此当互联网连到了这个设备，就等于将这个人连进了互联网，这样移动互联网实际上就将人实实在在地连接了起来。为此，各个互联网公司开发出很多专门针对移动互联网特点的应用软件，比如腾讯公司开发的微信。这些软件和服务对人的帮助是过去 PC 互联网各种服务做不到的。这款原创于中国的手机通信产品，不仅聚集了你能想到的各种通信方式，文字、语音、图像和视频，而且是一个很好很方便的社交平台，它可以承载各种游戏和应用软件，如果不是因为它是源于一家缺乏国际化经验的中国公司，微信已经可以在全球挑战 Facebook 了。

除了智能手机和平板电脑外，各种可穿戴式设备将人和互联网更加紧密地联系在了一起。另外，由于人和移动设备绑定在一起的特性，在移动互联网上使用各个网站的服务，尤其是那些需要登录的服务，要比以前容易得多。今天使用互联网的方式早已不是几年前用 PC 联网，打开浏览器，登录网站，然后使用服务这种刻意的行为，而在更多的时候是不知不觉地在使用着它。可以毫不夸张地讲，未来移动互联网将取代 PC 互联网，成为互联网时代的主角。而在这个时代，互联网的格局在改变，它的游戏规则也在改变，这对于新进入这个行业的人和公司来讲应该是件好事，因为他们可以和原来的大公司重新站到同一条起跑线上，一切奇迹皆为可能。

## 结束语

互联网在过去的十几年里是世界经济的晴雨表和经济发展的火车头。在《浪潮之巅》中我详细讲述了互联网发展和世界经济增长的关系。但凡互联网产业有长足进步时，世界的经济都是向上的。虽然它们之间并不是什么因果关系，但是这说明互联网的发展对世界经济的重要性。当年只有几台计算机连接起来的 ARPANET（互联网的前身），已经成为二战以来继计算机之后，带动全球 IT 行业乃至整个经济发展的动力。而这一切，是我们今天每一个人都见证到了的。

互联网还带来了重大的社会变革，这一点是我们今天每一个人都有切身体会的。今天很多事件，很多社会现象受到关注，都要感谢互联网。比如原本不可能被注意到的“郭美美事件”、“表哥事件”，不仅引发了全社会对慈善、对廉政的关注和大讨论，而且唤起了民众的社会责任感——这是现代社会最重要的标志。互联网增加了社会的透明度，使得正义的力量在社会上得到伸张，这是技术对社会进步起推动作用最好的例子。

互联网能够快速发展到今天，得益于免费和开放这个宗旨，而将互联网这样一个强大的工具（很遗憾，我们很难找到一个词来描述这个从渗透率来讲无所不在、从功能上来讲无所不能的互联网）免费地提供给全世界的人使用，恐怕还是人类历史上的头一遭，不仅如此，很多公司还致力于让一些落后地区的人能够上网。因此，在介绍互联网的发展之余，我们不禁要说透过互联网的发展，我们再一次看到人类身上一种向善的力量。互联网能做到免费和开放这件事本身，标志着我们人类不仅在物质的层面，而且也在精神的层面进入了一个新的文明高度。

## 附录 互联网大事记

- 1969     ARPANET 传送了第一个数据包
- 1970     英国互联网的雏形 NPL 网络建成
- 1973     法国互联网的雏形 CYCLADES 建成
- 1974     互联网的概念首次提出
- 1982     TCP/IP 协议组发布
- 1984     为互联网提供网络设备的思科公司成立
- 1986     NSFNET 开通，主干网带宽只有 56kbit/s
- 1991     有超文本链接的 WWW（World Wide Web）文件格式开始在互联网上使用
- 1994     中国教育科研网 CERNET 诞生，雅虎公司成立
- 1995—2000    美国形成互联网泡沫
- 1998     Google 公司成立
- 2004     Facebook 公司成立，互联网 2.0 开始蓬勃发展
- 2005     云计算出现
- 2007     苹果公司推出 iPhone 智能手机，次年，基于 Google 安卓操作系统的智能手机上市，



标志着移动互联网时代到来

- 2012 全球 PC 销量首度下滑，同年，为移动设备提供芯片的高通公司超过了为 PC 提供处理器的英特尔公司，成为全球市值最大的半导体公司，标志着以 WinTel 为核心的 PC 时代的结束，从 PC 时代到移动时代的新旧交替完成
- 2014 阿里巴巴公司在美国上市，成为全球市值及营业额最大的电商公司

## 参考文献

1. 吴军. 浪潮之巅: 第二版(精装本). 人民邮电出版社, 2013.
2. Katie Hafner. 术士们熬夜的地方——互联网络传奇 (*Where Wizards Stay Up Late: The Origins Of The Internet*). Simon & Schuster, 1999.
3. Steven Levy. 在 Google 总部 (*In The Plex: How Google Thinks, Works, and Shapes Our Lives*). Simon & Schuster, 2011.
4. 布拉德·斯通. 一网打尽: 贝佐斯与亚马逊时代. 李晶, 李静, 译. 中信出版社, 2014.
5. Ben Mezrich. 偶然的亿万富翁 (*The Accidental Billionaires: The Founding of Facebook: A Tale of Sex, Money, Genius and Betrayal*). Anchor, 2010.

## 第二十三章 上帝的粒子

### 希格斯玻色子和希格斯场



图 23.1 《我们从何处来？我们是谁？我们向何处去？》（高更绘制于 1897 年，收藏于波士顿艺术馆）

上面这幅画是著名的后期印象派大师高更（Paul Gauguin, 1848—1903）的代表作。这幅画之所以出名，除了单纯的艺术成就外，还因为高更在画的左上角用法语写下了三个非常具有哲理性的问题“D'où Venons Nous, Que Sommes Nous, Ou Allons Nous”，即“我们从何处来？我们是谁？我们向

何处去？”这三个问题从人类诞生开始就困扰着我们，并被认为是难以回答的终极哲学问题。



图 23.2 高更在画的左上角写下了三个终极哲学问题

在几千年的文明过程中，人类在很多领域的研究和科学实践其实都是为了回答这三个问题。从

远古，到早期文明，到近代的科学时代，再到当代的科技大爆炸，人类对这三个问题的认识越来越深刻，离问题的答案也越来越接近。从某种意义上讲，对这三个问题的回答其实成为了衡量我们社会文明程度的标尺，相信有一天人类能够圆满地回答它们。

要了解我们从何而来，往何处而去，不能不了解我们所生活的宇宙：它的构成、它的起源、它的运动规律和它的归宿。如果说300多年前牛顿揭示了宇宙中星体宏观运动的奥秘，那么彼得·希格斯（Peter Higgs, 1929—）等人则揭示了宇宙基本粒子构成的奥秘。后者的学说回答了关于

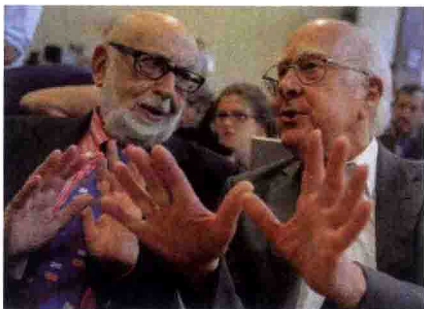


图 23.3 恩格勒特和希格斯(右)在诺贝尔物理学奖颁奖现场

宇宙的一些基本问题：为什么基本粒子有质量？为什么能量和质量能互相转换？等等。彼得·希格斯在20世纪60年代提出的模型希格斯场（和希格斯玻色子），终于在他有生之年得到证实。2013年，他和另一名物理学家弗朗索瓦·恩格勒特（Francois Englert, 1932—）众望所归，获得了这一年的诺贝尔物理学奖。这可能是半个世纪以来，含金量最高的诺贝尔物理学奖。

那么，什么是希格斯场（Higgs Field）？它为什么这么重要，以至于全世界花掉了上百亿美元来做实验？这还得从我们生活的宇宙谈起——它是由什么构成的？它是怎样产生的？它未来的命运如何？

## 第一节 世界是能量的

关于构成宇宙的基本元素是什么，它们能否无限制地分下去，这个问题几千年来一直困扰着人类。早在2400多年前的中国，就有了惠子和庄子之间一次著名的争论。庄子又名庄周，是中国古代著名的哲学家和道家的始祖之一。惠子名叫惠施，虽然他的名气比庄子小得多，不过他是中国诸子百

家中名家的代表人物，以善辩著称。惠子认为宇宙中的万物由最基本而不可分的粒子组成。“至大无外，谓之大一；至小无内，谓之小一”，他所说的至大，可以理解为整个宇宙，宇宙之外没有东西；他所说的小一，可以理



图 23.4 惠子和庄子的争论

解为基本粒子，基本粒子之内是不可再分的。而庄子则认为，“一尺之捶，日取其半，万世不竭”，也就是说基本粒子是一层套一层，可以永远分下去的。他们两人的争论都没有证据的支持，因此谁也说服不了谁。

在古希腊，不少人持类似惠子的观点，其代表人物就是德谟克利特（希腊文：Δημόκριτος，约前 460—前 370），他提出了朴素的原子论。他注意到水汽蒸发以及香味传递等现象，推测出物质应该由很小的颗粒组成，他把这种颗粒称为原子。他还认为在宇宙中，有的地方有原子，有些地方没有，没有的地方就是真空。和惠施一样，德谟克利特的结论主要源于他的哲学思想，而非科学证据。至于原子是什么样的，有什么性质，无论是惠施，还是德谟克利特，或者是印度的学者，都无法想象。早期各种关于物质组成的学说还有一个非常含混的地方，就是搞不清分子和原子之间的区别，很多对原子的描述讲的其实是关于分子的事情。

近代物理和化学的发展，让我们认识到了构成物质的基本单位——分子，它是维持物质化学特性的最小单位。将分子再往下分，物质的性质就变了，



图 23.5 意大利邮票上的阿伏伽德罗

比如一个氧原子和一个碳原子构成一氧化碳，这是一种毒性气体，而构成它的氧是无毒的，而且是我们新陈代谢必需的元素，碳也是无毒的。当我们试图将一个分子继续分下去时，得到的物质已经不再是原来的物质了。

分子非常小，不仅肉眼看不见，而且任何光学显微镜都看不见。虽然意大利科学家阿莫迪欧·阿伏伽德罗<sup>1</sup>（Amedeo Avogadro, 1776—1856）和英国科学家约翰·道尔顿（John Dalton, 1766—1844）等人在19世纪初都提出了现代分子学说，尤其是后者的学说非常完备（今天的中学物理课本关于分子的理论基本上来源于道尔顿），但是仍然缺乏有力的证据证实分子的存在。在19世纪，物理和化学都有了许多重大发现，因此虽然人们看不见分子，但是各种实验结果表明，如果分子论是正确的，那么这些实验结果就解释得通，否则就解释不通，因此科学家们普遍接受了道尔顿的分子理论，并以此指导自己的研究。我们在前面提到，任何科学的结论，最终必须有办法证实或者证伪，否则就是伪科学。在道尔顿之后科学家们就一直试图找到间接的证据来证实分子的存在。（在没有电子显微镜的条件下，无法直接看到分子。）1827年，英国生物学家罗伯特·布朗（Robert Brown, 1773—1858）在显微镜下发现灰尘或者花粉等小颗粒在移动，开始他以为自己发现了一种微生物，但是很快证明这种毫无规律的运动并非微生物在移动，而是另有原因。直到半个世纪后的1877年，德赛尔（J. Desaulx, 生平不详）提出了水分子随机的热运动导致花粉运动的解释。1905年，爱因斯坦给出了分子热运动带动花粉布朗运动的数学模型，几年后法国物理学家让·佩兰（Jean Perrin, 1870—1942）在爱因斯坦理论的指导下进行了大量的试验，证实了分子的存在，他也因此在1926年获得了诺贝尔物理学奖。爱因斯坦可谓是继牛顿之后科学的集大成者，虽然人们了解他一般都局限于相对论，但是他对世界科学的贡献远不止于此，对于分子论的确立，爱因斯坦居功至伟。

宇宙中的分子有成百上千万种，而构成分子的基本单位原子却只有几百种，包括100多种元素和200多种它们的稳定同位素（即便考虑到不稳定的放射性同位素，自然界中不同的原子也不到3000种）。化学家们发现两种或多种不同的物质发生化学反应，会产生新的物质，因此他们认识到分子是由更基本的单位——原子组成的。最早科学地论述原子论的还是英国化学家约翰·道尔顿，1803年他在《化学哲学新体系》一书中提出了科学的原子论。道尔顿在进行各种化学实验时注意到，在任何化学反应中，

<sup>1</sup> 意大利著名物理学家，以物理学中的阿伏伽德罗常数而著名。

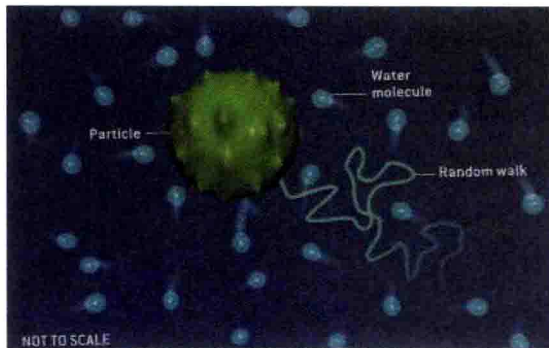


图 23.6 布朗运动(大球体为花粉或者灰尘,小的是水分子)

发生反应的不同物质都是呈整数倍,而生成的各种物质也是如此,即符合倍比定律(Law Of Multiple Proportions)。因此他提出一种科学的解释,即不同物质的分子都是由若干个原子组成,

不同的原子对应不同的元素,而化学反应是这些原子的重新组合,只有这样才能很好地解释倍比定律。他还提出,物质有单质和化合物之分,如果一种物质只包含一种元素,则称为单质,而不同元素的原子相互结合,就形成了化合物。道尔顿还用原子论解释了为什么某些气体比另外一些更容易溶于水。在道尔顿之后,原子的概念已经被科学界普遍接受,可以说整个近代化学都是建立在“原子构成分子”这个前提之下的。

19世纪,化学得到了很大的发展,科学家们在化学实验中,认识到不同化学性质的元素其原子重量也不同,有些原子比较重,有些比较轻,同时化学家们也发现一些元素之间的化学性质很相近,而其他一些元素之间的化学性质则相差很大。1869年,俄罗斯伟大的化学家门捷列夫(Dmitri Mendeleev, 1834—1907)根据自己多年的研究和教学经验,并总结了以前的很多科学家如安托万-洛朗·拉瓦锡(A.L.Lavoisier, 1743—1794)等人的贡献,提出了第一张元素周期表。在元素周期表中,一些元素的位置当时是空缺的,根据门捷列夫的理论,这些元素应该存在,虽然暂时没有找到。门捷列夫的元素周期律,给科学家们寻找这些元素提供了一个理论指导,这样科学家们很快就发现了很多新元素,元素周期表上的空当也都被填满了。

在发现原子以后,人们便好奇它的内部结构是什么样的。当然,并没有一种显微镜可以看清原子的结构,更没有一把“刀”可以把原子切开。怎么办呢?1909年,著名的实验物理学家、诺贝尔化学奖获得者欧内斯特·

卢瑟福(Ernest Rutherford, 1871—1937)设计了一个实验,解决了这个难题。

卢瑟福的实验说起来很简单。为了更好地理解它,我们先打一个比方。假如我们想知道一个草垛子里面到底有什么东西——它是实心的,还是空心的?一个简单的办法是用一挺机关枪对它进行扫射。如果所有子弹都被弹了回来,那么我们知道这个草垛子是实心的。如果所有子弹都穿过去,并且没有改变轨迹,那么这个草垛子应该就是空心的了。卢瑟福把原子想象成一个草垛子,不过“扫射时”他用的是一把特殊的枪—— $\alpha$ 射线<sup>2</sup>。卢瑟福用 $\alpha$ 射线轰击一个金箔做的靶子。如果所有的 $\alpha$ 粒子都被弹回来,那么说明原子是实心的;如果所有的 $\alpha$ 粒子都穿过了金箔靶,打到了靶子后面放置的感光胶片上,那么就说明原子内部是空心的。至于为什么卢瑟福使用金箔,那是因为金原子“个头”比较大,而且金箔可以做得很薄。有意思的是,实验的数据显示,有很少量的(大约只有八千分之一) $\alpha$ 粒子被反弹回来,大部分基本按照原来的轨迹穿过了金靶,还有一些拐了弯四处乱溅。这说明原子核内部既不是完全空心的,也不是完全实心的,而是有的地方空心,有的地方实心。卢瑟福根据 $\alpha$ 粒子反弹和溅射的轨迹(通过感光照片获得),推断出在原子的中心有一个很小的原子核,在原子核四周是密度很低的物质(后来证明是电子云)。中间那个核,直径只有整个原子直径的几万分之一。这相当于一个足球场中间竖起的一支铅笔。卢瑟福的整个实验过程持续了两年左右,收集数据的照片多达几十万张,直到1911年卢瑟福才发表他的结果。由于这个发现,原子的模型便以卢瑟福的名字命名了。

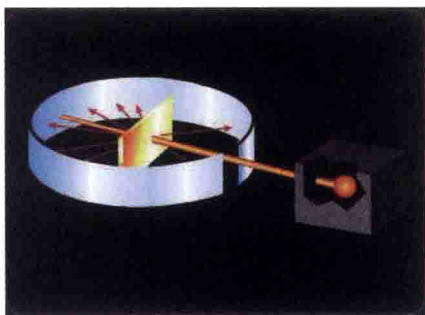


图 23.7 卢瑟福实验示意图

后来,随着近代物理学的发展,人们进一步了解到原子核是由质子和中子(统称强子)构成的。至于质子和中子内部结构如何,一直到1968年才被破解<sup>3</sup>。原来它们都是由一种叫夸克的更基本的粒子构成。美国物理学

<sup>2</sup> 能量很高的粒子束,每个粒子包括两个质子两个中子,即氦原子核。

<sup>3</sup> 模型是在1964年提出,1968年在斯坦福大学线性加速器实验室得到证实。

家穆雷·盖尔曼（Murray Gell-Mann）也因为提出夸克模型获得了1969年诺贝尔物理学奖。至此，似乎庄子的结论是正确的，因为我们的实验数据表明基本粒子似乎不断地在分下去。但是，就这样下结论还为时尚早，因为我们夸克的结构又是什么样的，它是不是由更小的粒子构成的呢？科学家们很快得知夸克

是一个像圆锥形状的螺旋结构，一个强子由两个头朝上和一个头朝下的夸克组成，或者反过来，由两个头朝下一个头朝上的夸克组成。但是至于这个螺旋结构里面是什么，在很长时间里大家都无从了解。后来有科学家又想到了卢瑟福当年的老办法，于是使用更高速的粒子轰击夸克，看看里面到底有什么。让所有科学家惊诧的是，夸克内部空无一物！也就是说夸克不可再分了。于是，似乎又是惠子的结论对了。到了这一步，我们已经得到了按照今天物理学认知所确定的标准模型（Standard Model）。对于物质，不论怎么分，最终总会得到一大堆夸克和一大堆电子之类的粒子。除非今后物理学的发展能否认这一点，否则这就是结论了。



图 23.8 提出夸克理论的盖尔曼（左）和量子电动力学的奠基人费曼在一起



图 23.9 夸克（三个夸克构成一个强子）

4  
他们是奇夸克、粲夸克、底夸克和顶夸克。

5  
包括电子、 $\mu$ 子和 $\tau$ 子，以及3种几乎没有质量的中微子。

事实上除了构成质子和中子的上述两种夸克（通常被称为上夸克和下夸克），另外还有4种夸克<sup>4</sup>。从20世纪60年代开始，很多物理学家因为发现了新的夸克或者研究发现了夸克新的性质而获得诺贝尔奖，其中包括美籍华裔科学家丁肇中——他发现了粲夸克（Charm Quark），俗称J子。在标准模型中，电子则属于



另一个家族，即轻子家族，因为它们的质量较小，这个家族也有 6 种粒子<sup>5</sup>。所有这 12 种物质粒子，被统称为“费米子”，都各自拥有一种与它们完全相同、只是电荷相反的反物质粒子。就目前人类的认识来讲就是这样了。物质不可能再分割成比这些基本粒子更小的东西了。

大家读到这里可能会开始困惑了：怎么基本粒子里面没有物质？原来，夸克是纯能量，和光子一样。这个发现很好地解释了以前困惑大家的两个问题。第一，为什么质量和能量可以互相转化，即爱因斯坦著名的公式  $E=Mc^2$ 。因为构成物质的基础就是能量。第二，为什么在宇宙大爆炸之初，宇宙只是一个没有体积的质点，因为，宇宙最初是纯能量的，并没有物质，后来能量转变为物质，形成了宇宙中的基本粒子。我们过去常说世界是物质的，现在我们发现其实世界是能量的。说到这里，我们必须为后面的内容引入一个概念，即基本粒子的质量：单位电子伏特 eV。还记得中学物理内容的读者可能会问，这不是能量的单位么？没有错，不过既然爱因斯坦把能量和质量统一起来了，为什么不可以用能量的单位来衡量基本粒子的质量呢？采用这个单位的好处是方便，如果我们讨论基本粒子质量时，讲中子的质量是  $1.675 \times 10^{-27}$  千克，大家都会觉得很不方便，但是如果说是 940MeV（或者 0.940GeV），就容易得多了。



图 23.10 因发现粲夸克而成为第三个获得诺贝尔奖的华裔物理学家丁肇中，他用几个西红柿来说明夸克模型

回到基本粒子的问题上，如果构成基本粒子的是能量，又带来一个新的问题——那么它们为什么有质量、有体积、有形状呢？另外，上述 12 种不同粒子的质量各不相同，从质量最轻的电子中微子到质量最重的顶夸克，相差 11 个数量级之多。这些质量来自何方，为什么又如此千差万别？这个问题困扰了科学家们很长时间，直到苏格兰爱丁堡大学的物理学家彼得·希格斯（Peter Higgs）和其他几位物理学家提出了一个假说，很好地解释了这个问题。

## 第二节 上帝的粒子

20 世纪 60 年代初，苏格兰爱丁堡大学的物理学家彼得·希格斯提出了一个假设——宇宙中存在一种特殊的场（或者说一种力量），如同一种胶把这些纯能量的东西固定在一起，它赋予了我们宇宙基本粒子的质量、体积和形状。虽然场这种东西，看不见摸不着，但是它们实实在在地存在着，而且每一种场对应我们所说的一种力。到目前为止，我们发现宇宙中的场只有 4 种。

第一，重力场，对应着重力或万有引力，这一点大家都知道。

第二，电磁场，对应着电磁力，我们现在对它有些恐惧，它是各种电磁辐射的来源。不过，另一方面，正是地球的电磁场挡住了射向我们星球的强烈的宇宙射线。

第三，强核力场，对应着原子核中的强力，大部分人对此知之甚少，不过因为有了它，原子核中的质子才不会因为电磁力互相排斥开来，否则我们的宇宙就会被电磁力炸得灰飞烟灭。

第四，弱核力场，对应着弱力，它与原子的裂变和放射性有关。

这 4 种场，都各对应着一种粒子，一般称为玻色子，比如电磁场对应的玻色子是光子（光是一种电磁波），弱核力场对应的是 W 玻色子和 Z 玻色子。那么，假说中的希格斯场，也应该对应着一种粒子，物理学家们称之为希格斯玻色子（Higgs Boson）或者希格斯粒子（Higgs Particle）。

希格斯的理论非常好地解释了我们宇宙的构成，但是要证明它是正确的，就必须有数据支持。希格斯在提出他的理论时并没有数据支持，因此当时欧洲的物理学杂志拒绝发表他的论文。于是他只好寻求在美国发表，1964 年美国的《物理学通讯》（*Physics Review Letter*，美国最著名的物理学杂志）发表了他的论文<sup>6</sup>，他的理论和那篇只有两页纸的论文引起了物理学界的轰动。在此两个月前，比利时物理学家恩格勒特也发表了类似的论文。他们二人的工作是独立进行的，希格斯的理论成型更早，因

6

Peter Higgs, Broken Symmetries and the Masses of Gauge Bosons. *Physical Review Letters* 13 (16): 508, 1964

此这个理论以他的名字命名了。而恩格勒特发布得稍早一些，因此他们分享诺贝尔奖也是很公平的事情。不过在自然科学领域，没有数据支持的理论只能称其为假说。为了证实它，美国和欧洲展开了一场几十亿美元的实验竞赛。尤其是欧洲，当初拒绝了希格斯的论文，后来又花了几十亿美元来证实它，这恐怕是希格斯无论如何也没有想到的。

有读者可能会问，场这个东西看不见摸不着怎么证实？别忘了，我们前面讲到，场总是和粒子相对应的。只要证明了希格斯玻色子的存在，就能证明希格斯场的存在，很多宇宙的奥秘将会就此揭开，因此有人将希格斯玻色子又称为上帝的粒子，表示它如同上帝造宇宙时来固定万物的胶。那么如何找到这个粒子呢？希格斯玻色子存在的时间非常短暂，在自然界中是很难捕捉到的，但是人类发明了一种人工生成粒子的办法，就是用高能量的强子束（质子束）进行对撞，能量会生成物质，世界上很多新的粒子就是这么发现的。

接下来的问题是，如果这些希格斯粒子存在并且被撞出来了，怎么才能观测到呢？这恰恰要利用希格斯玻色子存在的时间非常短的特性了，这种玻色子一旦被撞出来，就可能会衰变成两个光子。根据希格斯玻色子的质量，能够推算出这两个光子的能量。那么在相应频谱上就应该出现一个鼓包。当然希格斯玻色子也可能衰变成4个轻子（Leptons），这4个轻子也同样是可以接收到的。这就是后来发现了希格斯玻色子的ATLAS和CMS实验的设计原理。当然，物理学家事先估算出希格斯玻色子的质量必定介于大约100 GeV到400 GeV之间，后来更精确地锁定在125 GeV附近。具有这样质量的玻色子是一个非常“大”的粒子，其质量是质子或者中子的上百倍（它们的质量都不到1 GeV），因此要撞出这么大的粒子，就需要一个巨大的强子对撞机，为此欧洲和美国都投入巨资建造高能加速器。

美国的实验是在芝加哥大学所属的费米实验室进行的。该实验室以著名的美籍意大利物理学家恩里克·费米的名字命名，历史上这个实验室走出了包括杨振宁和李政道等一大批诺贝尔奖获得者。它的强子对撞机CDF（Collider Detector at Fermilab）是一个周长达10公里的回旋加速器，

建造于上个世纪 80 年代，但是在 1989 年和 2001 年进行了两次升级。在欧洲核子研究中心（The European Organization for Nuclear Research，以下简称 CERN）的大型强子对撞机 LHC（Large Hadron Collider）建成以前，CDF 是世界上最大的强子对撞机。在这里，曾经发现过质量高达 175 GeV 的顶夸克粒子。2004 年，寻找希格斯粒子的实验在费米实验室



图 23.11 阿尔卑斯山下的欧洲核子研究中心（图中的红圈是加速器所在的位置，8 个小红点是拐点的位置）

进行，经过 6 个月的实验，科学家们没有找到希格斯粒子，但是大家普遍相信，这是由于费米加速器还不够大，产生的粒子束能量还不够高。因此，全世界都把希望寄托在欧洲核子研究中心上。

LHC 是一个回旋加速器，它建立在瑞士阿尔卑斯山下面，周长 27 公里，是费米加速器周长的两倍半还多。之所以藏得这么深，是为了防止外界任何震动对它的影响。它的加速轨道是一个八边形，在直线的地方加速，在拐弯处靠超导产生的巨大磁场让粒子束拐弯，这样形成环形的闭路，它巨大的能量和磁场可以将质子加速到光速的 99.99999999%，在这么高的速度下，每个质子的能量可以高达 7 万亿电子伏特（7 TeV 或 7000 GeV）。为了能准确对撞，粒子束的直径又非常细，只有 90 微米，比头发丝还细。在进行对撞实验时，两束运动方向相反的质子束分别被加速，然后对撞。在加速的轨道四周有很多探测器，用来提取实验数据。

为了找到希格斯粒子，CERN 设计了两个实验，代号分别为 ATLAS 和 CMS，它们的实验原理基本相同。当两个质子在大型强子对撞机的探测器中心对撞时，它们携带的能量会变成朝各个方向四散奔逃的大量粒子。这些探测器的任务就是收集这些产生出来的基本粒子，使得它们减

速，并根据能量分辨这些碰撞产生的粒子。唯一的区别在于 ATLAS 的探测器填充的是液态氩，而 CMS 采用钨酸铅晶体。顺便说一句，这两个实验应该讲是人类历史上迄今为止规模最大、投入人力和资金最多的科学试验，据《福布斯》杂志披露出的数据，人类为这两项实验投入的成本估计为 132.5 亿美元<sup>7</sup>。



图 23.12 ATLAS 实验接收装置，两束高能粒子对撞后，产生新的粒子，四周环形的探测器收集所需要的数据

像 LHC 这样庞大而精密的系统自然也很容易出故障。因此，ATLAS 实验进行得并不是很顺利，还没有开始正式进行，加速器就坏了，经过多次维修、调试、测试、再维修和调试，该加速器终于在 2012 年进行了一系列寻找希格斯粒子的实验。实验数据多得惊人，每 50 纳秒就有两束粒子在 LHC 中发生对撞，而且今后的实验密度还要提高到 25 纳秒。而 CERT 每年产生的数据，相当于 2012 年整个互联网索引的大小（基本上等同于互联网上文字信息的存储量），当时 CERT 数据中心的存储量已经达到了 30 帕字节（即 30PB，等于 30000TB，或者说  $3 \times 10^{16}$  bit），现在还在不断地增加。无论是 ATLAS 还是 CMS，数据的处理工作均非常繁重，这么多照片，已经不能像卢瑟福那样通过人工看、手工找的方法来处理了，而是通过图像处理和数据处理软件来实现的。根据《福布斯》的估计，每年为了处理这些数据，计算成本就接近 3 亿美元。

2012 年 6 月，ATLAS 实验获得成功，实验结果和预想的完全一致，无论是对光子的观测，还是对轻子的观测，人们都在 125 GeV 的位置发现了科学家们所期待的鼓包（图 23.13<sup>8</sup>）。希格斯粒子被发现了！但是，CERN 并没有马上宣布这个消息——他们需要确认这不是噪音，虽然出现噪音的概率只有 1/3 500 000。2012 年 7 月 4 日，在对实验结果进行了反

7

Forbes Online: <http://www.forbes.com/sites/alexknapp/2012/07/05/how-much-does-it-cost-to-find-a-higgs-boson/>

8

这是 CERN 给出的原图，标注为英文，读者不必深究图中文字的含义，注意 125GeV 处的鼓包即可。

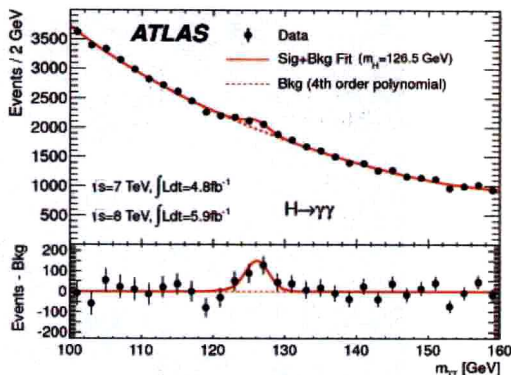


图 23.13 CERN 公布的 ATLAS 实验结果：在 125 GeV 附近发现新的粒子

复确认后，CERN 向全世界宣布了这一结果。几乎是与此同时，CMS 实验也获得了同样的结论。至此，人类算是破解了宇宙物质构成之谜。

消息传出，英国著名物理学家霍金博士向他的同胞、当时已经

87 岁高龄的希格斯教授表示祝贺，并且愉快地付给了密西根大学的物理学家凯恩（Gordon Kane, 1937—）100 美元——多年前霍金和凯恩曾经为希格斯玻色子而打赌，赌注是 100 美元。2013 年，希格斯和恩格勒特共同获得了诺贝尔物理学奖。本来，很多人和我一样以为他们应该获得当年（2012 年）的诺贝尔奖，在 2012 年底时，大家还为他们有些遗憾。后来著名物理学家张首晟教授解释说，除了希格斯和恩格勒特外，还有 3 个科学家对这一理论有贡献，再加上两个通过实验证实这个理论的科学家（ATLAS 和 CMS 的负责人），已经达 7 人之多。而根据惯例，诺贝尔奖（除和平奖）从来没有授予超过 3 个人，因此诺贝尔奖委员会要想办法将这 7 个人减少到 3 个以内。看来，诺贝尔奖委员会是在花时间权衡谁的贡献相对较大，因此就拖了一年。

希格斯玻色子的发现，不仅完善了宇宙微观结构的标准模型，同时揭开了宇宙中的质量来源之谜，而且对先前关于宇宙形成的理论做了完美的解释。在这些理论中，最重要的，也是今天被大家普遍接受的就是宇宙大爆炸理论。可以讲，希格斯等人的理论将过去人们常说的微观世界和宇观世界联系在了一起。接下来我们就从微观世界跨越到宇观世界，来看看我们所生活的宇宙。

### 第三节 宇宙的起源——大爆炸

关于宇宙的起源，自古至今就是一个百家争鸣的课题。目前最通行的理论是大爆炸（Big Bang）理论，它是由美国俄裔物理学家伽莫夫（G.Gamov，1904—1968）、阿尔菲（Ralph Asher Alpher，1921—2007）和赫尔曼（Robert Herman，1914—1997）在1948年提出的，其中，伽莫夫就是我经常提到的《从一到无穷大》一书的作者。我们这一章介绍的全部内容都是基于这个理论的正确性，至于它是如何被证实的，我们在这一节的后半部分会讲到。这一章里涉及到的知识和观点以截至2013年初的物理学发现为准，当然如果有人试图用哲学或者神学的原理来否定这些结论，那么就不在我们讨论的范围之内。

根据宇宙大爆炸理论，宇宙始于一个温度近乎无穷大、没有体积的质点。在大约138亿年前（前后误差3700万年），发生了大爆炸，从此诞生了我们的宇宙。在大爆炸发生后的极短时间（大约一个普朗克<sup>9</sup>）里，重力场开始形成（而另外三种力——电磁力、强核力和弱核力还没有开始形成）。要知道普朗克是非常短的时间，一秒钟内包括的普朗克的数量，比宇宙从开始形成到现在所拥有的秒的数量还大得多。在这个时刻，任何物理学的定律都不起作用。在大约 $10^8$ 普朗克时间里，也就是 $10^{-36}$ 秒的时候，强力开始分离。这时候宇宙的温度还很高，大约是 $10^{27}$ 摄氏度<sup>10</sup>。在 $10^{-12}$ 秒时，宇宙中的弱核力和电磁力开始产生，然后夸克和反夸克开始形成（ $10^{-6}$ 秒），这时宇宙的温度降到了 $10^{13}$ 摄氏度。至此，宇宙还没有严格意义上的物质，甚至没有光。

光子大约产生在宇宙大爆炸后的0.02秒，从这时开始的若干普朗克时间里，光子是宇宙中唯一我们熟悉的物质。据说当年教皇约翰·保罗二世（John Paul II，1920—2005）非常喜欢宇宙大爆炸理论，他说，你看看，这不是和《圣经》上说得一模一样么？上帝在创造宇宙时，宇宙开始是混沌（没有物质），上帝先造出来的是光，“上帝说要有光，就有了光”<sup>11</sup>。这位教皇对近代物理学颇感兴趣，不过他也知道，要让《创世纪》和今天

<sup>9</sup> 可测量的最小的时间单位，大约 $10^{-44}$ 秒。

<sup>10</sup> 也有估计说温度还更高一点，大约 $10^{28}$ 度。

<sup>11</sup> 《圣经·旧约》中的《创世纪》第一章，第三段。

12

英文名字为 Saint John Paul II, 他的圣名并非姓保罗叫约翰, “约翰保罗”是一个整体, 因此约翰·保罗的写法不正确。在历史上, 有很多教皇的圣名叫保罗, 一般称为保罗 x 世, 最后一任是保罗六世 (1897—1978), 而约翰保罗二世是第二个以这个名字为圣名的教皇, 其原名为 Karol Józef Wojtyła。

13

范围可以放宽到 0.01—1 秒之间。

所有的物理学及天文学发现完全一致是不可能的, 因此对这些不一致的情况非常不情愿承认。这位教皇还曾经对霍金教授说, 大爆炸以前的事情你们就不要研究了, 因为那是上帝的事情。我每每想起约翰保罗<sup>12</sup>二世的行为, 就觉得这位教皇也蛮可爱。

好了, 当宇宙中有了光以后, 那些光子的能量可比我们的太阳光强得多, 成对的高能量光子, 产生出成双的正电子和电子, 这样, 宇宙中的一部分能量就变成了物质。几乎是同时间, 大量的能量转化为质子和中子, 但是它们很不稳定。到了 0.11 秒<sup>13</sup>的时候, 质子和中子开始大量地存在。它们的比例大约是 2 : 1。在这个过程中, 宇宙中能量减少, 物质增加。

在大约 1 秒的时候, 宇宙中最初形成的中子因为不带电, 最先冲出宇宙大火球, 弥散到宇宙的四周, 它们所携带的能量形成了今天宇宙的背景辐射。如果宇宙大爆炸理论是正确的, 那么应该能测量到宇宙形成时的这些背景辐射。此刻, 中学物理课本中讲到的那些基本粒子 (质子、中子、电子) 就都已经产生了, 但是因为这时候宇宙的温度还非常高, 大约是  $10^{10}$  摄氏度, 质子和中子处在一种高温等离子状态, 运动速度太快, 无法形成原子核。我们可以看到, 在宇宙形成的过程中, 能量被不断地转换成物质, 宇宙的温度也在不断地降低。

在宇宙中形成由多个强子组成的原子核是在 13 秒左右的时间。对于氢原子核, 虽然我们可以称呼它为原子核, 但是它只有一个质子, 因此它的出现并不代表真正原子核的形成。当宇宙温度下降后, 质子和中子 (统称为强子) 运动的速度逐渐慢了下来, 在强力作用下形成多强子原子核。我们给这个过程打一个比方就很好理解, 两个试图拥抱的男女, 如果他们向对方跑去, 张开双臂, 可以抱到一起, 但是如果他们坐着火箭冲向对方, 即使碰上了, 也会被弹开。除了氢原子外, 宇宙中最小的原子就是氦原子了, 因此最先形成的多强子原子核为氦原子核。这时的宇宙还非常热, 有大约  $10^9$  摄氏度, 不可能形成原子质量数大于 5 的原子核 (氦原子核的质量数为 4)。同时由于宇宙的密度还非常高, 光线实际上是无法穿透宇宙的, 光子不断地撞到各种基本粒子上, 被反射和散射掉了。保罗教皇虽然讲上



帝已经创造了光，但是如果你那时站在宇宙之外，是看不见任何光的。随着宇宙温度的降低，其他一些比氦原子核稍大的元素也开始出现了。

大爆炸经历了半个小时后，大爆炸直接产生氦和其他元素的过程就停止了。但是，宇宙继续快速膨胀，继续降温，同时密度下降，这时宇宙中终于射出了第一束光线。我有时在想，如果真有一个上帝站在宇宙之外，在大爆炸的几小时后，看到从宇宙中射出的这第一束光，会是一种怎样愉快的心情？当然这束光频率非常高，不是我们肉眼看得见的。宇宙的这个降温和膨胀的过程大约持续了70万年。当温度降低到几千度时，电子和原子核的运动变得不那么快了，它们之间的电磁力将它们结合成原子。虽然宇宙作为整体继续膨胀冷却，但是在局部地区，会因为平均密度较高，就会由于万有引力而停止膨胀并开始坍缩。当它们坍缩时，在这些区域外的密度不均匀的其他物质对它产生的引力将牵动这一团物质开始很慢地旋转，这就形成了原始的星云；当坍缩的区域变得更小时，星云会自转得更快，这就像花样滑冰运动员在旋转时只要收起双臂就能更快地转动一样；最终，当这团物质的区域变得足够小，其自转的速度就足以平衡引力的吸引，碟状的旋转星系就以这种方式诞生了。

在大星云的内部，各处的密度也不是均等的，一些地方的密度相对更大，这些地方的氢原子和氦原子相互吸引，形成密度更高的区域。当这些区域的密度达到一定高度后，原子的碰撞使得气体温度升高，直到最后，热得足以开始发生核聚变反应。这些反应和氢弹爆炸的原理类似，释放出大量的能量，它不仅阻止了气体团的进一步坍缩，而且将能量以热和光的形式辐射出来，这就形成了我们宇宙中早期



图 23.14 星云形成星系

的恒星。那时宇宙的体积已经足够大，密度足够稀疏，原始的恒星已经开始产生热核反应，由此产生的光子向宇宙黑暗的地方送去一缕缕光，这些光才是我们肉眼能够看到的。至此，整个大星云最终变成了像我们银河系一样的星系。而宇宙中有亿万个这样的大星云。

在第一代恒星中，只有氢和氦元素，因此在它们的周围不可能有固态的行星。在很多第一代恒星中，核聚变反应进行得极快，经过大约1亿年的时间，氢就用光了。这时，这些恒星会进一步缩小，进一步变热，开始将氦转变成像碳和氧这样更重的元素。但是，这一过程并没有释放出太多的能量，以至于无法支撑恒星的体积，这下子麻烦就来了，恒星的中心区域会坍缩成一个非常紧致的状态，譬如中子星或黑洞，它的温度将会越来越高，最后可能会导致超新星爆炸。恒星外部的一些重原子，比如氧、碳和铁有时会在超新星的巨大爆发中被吹出来，一些重元素集聚在一起，就形成了像地球这样围绕着太阳公转的固体星球。因此，我们的太阳系应该是第二代或者第三代的恒星系。而在我们自己的太阳内只有大约2%的元素是重元素，剩下的依然全是氢气和氦气。

## 14

开尔文是绝对温度的度量。按照热力学理论，如果分子停止了运动，温度为绝对零度，即零度开尔文，大约相当于-273摄氏度，因此开尔文和摄氏度相差大约273度。如果宇宙是经过爆炸“冷却”下来的，那么无论经过多么长时间的冷却，都不会下降到绝对零度，而是要比绝对零度略微高一点点。

说到这里，宇宙大爆炸的说法似乎很完美，但是正如本书第二册“从笛卡尔到达尔文——科学时代”一章中所述，任何科学理论都需要能够被证实或者证伪。那么如何证实（或者证伪）宇宙大爆炸这个“假说”呢？从大爆炸理论一提出开始，科学家们就在找证据来说明大爆炸的真实性。到目前为止，人类对宇宙的观察结果都符合大爆炸学说，包括我们后面会讲到的红移现象。不过，在所有证据中，被称为“3K背景辐射”的证据最有说服力。我们前面讲到宇宙最初是温度非常高的质点，在爆炸后向四周扩散，并且渐渐冷却。宇宙冷却到今天，四周任何一个方向的温度应该还残留几度开尔文<sup>14</sup>（绝对温度），而不是绝对零度。只要不是绝对零度，就应该有热辐射存在，就应该能检测得到。

1964年，美国贝尔实验室的工程师阿诺·彭齐亚斯（Arno A Penzias，1933—）和罗伯特·威尔逊（Robert Wilson，1937—）在无意中发现了这种宇宙背景辐射。他们架设了一个天线，本来是要接收卫星发回的信

号的。为了检测这台天线的噪音性能，他们将天线对准天空中没有卫星的方向进行测量，结果发现有一种厘米波在各个方向都存在，而且这个信号与地球的公转和自转都无关。

起初彭齐亚斯和威尔逊怀疑是他们的天线系统有问题。1965年初，他们对天线进行了彻底检查，甚至把天线上的鸽子窝和鸟粪都清除了一遍，然而这个噪声仍然存在。于是他们在《天体物理学报》上以“在4080兆赫上额外天线温度的测量”<sup>15</sup>为题发表论文，正式宣布了这个发现，整篇论文只有两页纸。不久，狄克（Robert Henry Dicke, 1916—1997）、皮伯斯（Jim Peebles, 1935—）、劳尔（Peter G Roll, 生平不详）和威尔金森（David Wilkinson, 1935—2002）在同一杂志上以“宇宙黑体辐射”为标题发表了一篇论文对这个发现给出了正确的解释，即：这个额外的辐射（3开尔文黑体产生的辐射，也简称为3K辐射或者3K背景辐射，互动百科里有比较通俗的介绍<sup>16</sup>）就是天文学家要寻找的宇宙微波背景辐射。1978年，彭齐亚斯和威尔逊“幸运地”获得了诺贝尔物理学奖。很多重大的科学发现看上去来得很偶然，但是只有那些有准备的头脑才能从看似不经意的现象中发现事物的本质。他们那篇两页纸的论文可能是获得诺贝尔物理学奖的论文中最短的一篇，有趣的是希格斯获得诺贝尔物理学奖的论文也是两页，而和他一起获奖的恩格勒特的论文也只有三页纸，有时候有价值的论文并不需要啰里啰唆地写很长。

关于地球的历史，我们在本书第一册的引子中已经讲过，这里就直接跳过去了。有意思的是，科学家们对于地球和太阳系的未来，反而比对它们的起源要了解得更多一些，因为人类看到了其他恒星死亡的过程。

#### 第四节 宇宙的终结

太阳系的形成至今已经将近46亿年了，目前它正处在其中年时期。和万物一样，太阳和地球也会有终结的一天，根据目前太阳核聚变的速度推算，这大约是60亿年之后的事情。不过在此之前，稳定的太阳系首先会陷入混乱。比如火星有可能太靠近木星，进而被抛射出太阳系。我们今天用火

15

Wilson, R. W.; Penzias, A. A. (1967). "Isotropy of Cosmic Background Radiation at 4080 Megahertz". *Science* 156 (3778): 1100–1101

16

<http://www.baike.com/wiki/3K%E8%BE%90%E5%B0%84>

星撞地球来说明不可能发生的事情，但是到了那一天，狂奔的水星却可能会和地球相撞。科学家们通过计算发现，从现在到太阳死亡，出现这个灾变的可能性大约是 2%，要知道，超过 1% 的概率就不能算是小概率了。

与此同时，由于太阳的质量在减小，它的引力将无法吸引外围的物质，因此它会膨胀。在太阳系最后的 20 亿年里，太阳的边际可能和地球靠得很近，它的高温足以杀死地球表面的所有生命，而火星如果仍然处于现在的位置，在温度上将会是太阳系中最适合人们居住的星球。

当太阳中的氢燃料进一步耗尽时，太阳的体积会渐渐地膨胀到目前的 100 万倍，成为一颗红巨星。而按照最新的数值模拟，那时太阳会吞噬水星、金星，可能还有地球。这时从火星上看太阳，它将占据大部分的天空，在这么近的距离里，火星会热得变成地狱。而土星和木星这些原本冰冷的卫星，此时会开始焕发出生机。其中土星的一个卫星——土卫六特别有希望形成生命。

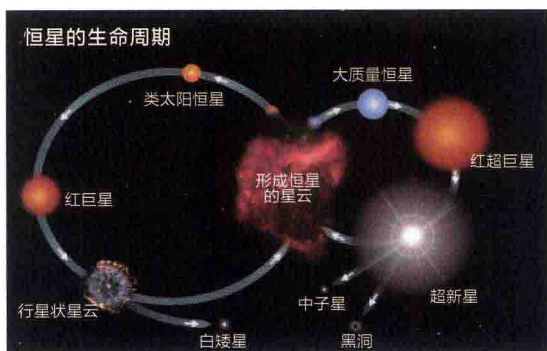


图 23.15 恒星的生命周期

如果那时人类还存在的话，也会看到和我们现在看到的截然不同的天空。银河系也许已经和邻近的仙女星系发生了碰撞，正在融合形成一个超级银河系。很多气体分子和灰尘聚在一起，

可能会引发一次大规模恒星形成过程，那时夜晚的天空会比今天的更明亮。

太阳在度过了短暂的红巨星阶段以后，其内部的核反应最终会停止，它会抛射出它的外部物质并且收缩成一颗白矮星。整个太阳系会变冷，土卫六又会再一次被冰封。最终太阳还会由白矮星变成黑矮星，最后一丝光亮也将消失。

天文学家和物理学家对太阳系的未来还是有很准确的把握的，因为他们观测到了很多已步入老年的恒星在不同时期的表现。但是对于宇宙最终的未来，天文学家过去曾经有过两种不同的假说。

第一种假说认为宇宙在膨胀到一定时间后，由于万有引力定律的存在，膨胀会放缓，并且渐渐停滞下来，然后局部高密度的星系将吸引周围的物质，产生巨大的黑洞，并且这个宇宙在万有引力的作用下会开始收缩，这样就会扭转当初宇宙大爆炸的过程，这是一个坍缩的过程。就如同黑洞的形成一样，宇宙在坍缩的过程中，中心的质量会越来越大，引力越来越强，并且坍缩成一个质点，重新爆炸。当然这种假设成立的前提是宇宙的总质量要足够大，而把这个质量刚好能形成坍缩的宇宙称为临界宇宙（Critical Universe），对应的质量则是临界质量。霍金在他的《时间简史》中基本采用了这种说法。霍金把这个坍缩的过程称为大挤压（Big Crunch），和大爆炸对应，并且一旦宇宙恢复到无限密度的状态，物理定律在这种状态下将失效，就如同大爆炸初期物理学定律不起作用一样。这也就是说，完全无法预言会发生什么事情。或许以后还会有新的大爆炸，这有一点像是投胎。不过以前的生命遗传特征和记忆将不存在——即使有新的宇宙，也会和现在的宇宙完全不同。不过霍金当时还不知道这几年最新的天文学大发现，否则他不会再讨论这种情况。

那么宇宙的前途便只剩下另一种情况，即宇宙将无限地扩张下去。物理学家早就知道，如果宇宙的密度（或者说质量）小于能让宇宙坍缩的临界值，万有引力便无法对减缓膨胀有任何效果。星系们会继续相



图 23.16 对宇宙终结的几种猜测（从左到右分别是 1. 宇宙最终通过大挤压回到大爆炸前的初始状态；2. 宇宙的密度正好在临界密度放缓膨胀速度；3. 宇宙均匀膨胀；4. 宇宙加速膨胀）

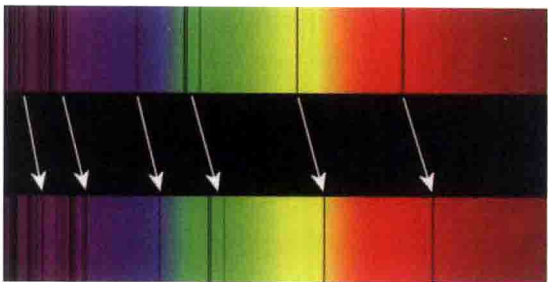


图 23.17 恒星光谱线的红移

互离开，宇宙就会继续永远膨胀下去。

我们是怎么知道宇宙是在继续膨胀的呢？

一个直接的证据是所谓的红移。为了说明什么是红移，我们不妨

回顾一个中学物理书上讲到的原理。当你站在铁路旁时，你会发现当火车驶向你时，汽笛的频率比它停在月台时要高；而当它驶离你时，其汽笛的频率听起来要比它在静止时低。火车汽笛的频率是恒定的，那么为什么人会感觉听到的声音频率不同呢？其实你的感觉并没有错，因为火车在驶向我们、静止和驶离我们时，测量到的频率却是不同的，这种现象被称为多普勒效应<sup>17</sup>。至于造成这个现象的原因，任何高中物理课本里都有解释。在宇宙中也是一样，遥远的星体并不发音，而是发光。当然我们知道光和声音一样也是一种波，有着同样的性质。如果星体朝我们的方向运动，那么，它传来的光谱应该比我们观测到的太阳光谱往频率高的方向移动。由于在光谱中，蓝光的频率高，因此我们看到的光偏蓝，这就是所谓的蓝移。反过来，如果它远离我们而去，传过来的光谱频率会向低的方向移动，我们知道红光的频率相对偏低，因此这时我们观察到的光偏红，也就是红移。因此通过蓝移或者红移现象，就能判断出恒星是向我们驶来，还是离我们而去。

宇宙的红移现象最早是由法国物理学家斐索 (Armand Hippolyte Louis Fizeau, 1819—1896) 首先发现的，他指出恒星光谱线红移现象是由多普勒效应引起的，也就是说宇宙星系之间的距离在拉大，后来这种效应也被称为多普勒-斐索效应。后来美国天文学家哈勃发现大多数星系都存在红移现象，并建立了关于红移的哈勃定律。红移成为了后来宇宙膨胀说的有力证据。在哈勃之后，天文学家都承认宇宙在膨胀，但问题是宇宙膨胀的速度是在增加，还是已经开始减缓了。弄清楚这一点，这样就可以了解宇宙的未来是无限膨胀还是大挤压。

17

多普勒效应，由奥地利物理学家和数学家多普勒 (Christian Andreas Doppler, 1803—1853) 首先提出。

就在霍金完成《时间简史》10年后的1998年，美国劳伦斯国家实验室（Lawrence Berkeley National Laboratory）和澳大利亚斯特朗洛山（Mount Stromlo）天文台，开展了一项寻找高红移超新星的项目（High Z Supernova Search Team）合作。为什么要寻找超新星呢？因为超新星们特别亮，在几十亿光年外也能通过太空望远镜看见。通过观察高红移现象，科学家们都得出了“宇宙正在加速膨胀而非减速”的结论。此前，宇宙学家们一直预期宇宙是在减速膨胀。那么是什么原因导致宇宙的不断加速膨胀呢？

2011年底，我在约翰·霍普金斯大学听了一个小型的学术报告会，报告者是当时刚刚获得诺贝尔物理学奖的亚当·里斯（Adam Guy Riess, 1969—）教授。他介绍了宇宙的加速膨胀和红移等概念，然后介绍了他的工作。1998年他和布莱恩·施密特（Brian Paul Schmidt, 1967—）博士（另一位诺贝尔物理学奖获得者）领导了上述那个寻找高红移超新星的项目。

里斯讲到，在计算宇宙质量时，他得到了负值！宇宙的质量怎么可能是负数呢？如果里斯是一位不认真的科学家，可能会造假或者放弃，不过他相当认真，而且善于捕捉异常的现象。最后他和布莱恩·施密特博士指出宇宙的质量真的是负的，因为存在大量的暗物质和暗能量。

根据里斯等人的推算，宇宙中我们看得见的物质不超过宇宙的5%，大约有20%—25%是所谓的暗物质，也就是无法观测到但是却存在的物质；剩下的占据了宇宙70%以上的，是我们一无所知的暗能量，而恰恰是这些

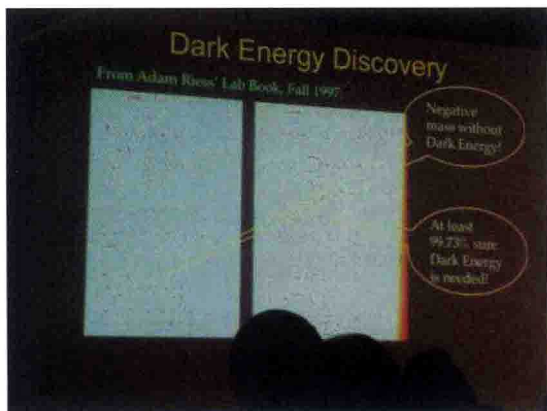


图 23.18 里斯的笔记——发现宇宙质量是负值的原始计算依据

18

霍金辐射是以量子效应理论推测出的一种由黑洞发出来的热辐射。霍金辐射说明黑洞会慢慢蒸发，而质量会降低。

19

1970年，赞比亚修女 Mary Jucunda 给斯坦林格(Ernst Stuhlinger)博士写了一封信，在信中，Jucunda 修女问道：

“目前地球上还有这么多小孩子吃不上饭，他怎么能舍得为远在火星的项目花费数十亿美元？”斯坦林格博士很快给 Jucunda 修女回了信，同时还附带了一张题为“升起地球”的照片（图 24.8），这张标志性的照片是阿波罗号宇航员安德斯(William Anders)于 1968 年在月球轨道上拍摄的（照片中可以看到月球的表面）。他这封真挚的回信随后由 NASA 以“为什么要探索宇宙”为标题发表。在信中，斯坦林格博士指出，太空探索不仅仅给人类提供了一面审视自己的镜子，它还能给我们带来全新的技术，全新的挑战和进取精神，以及面对严峻现实问题时依

暗能量在推动宇宙加速膨胀。

对于宇宙的未来，里斯教授是这样描述的：即使我们的星球（包括整个太阳系）能永远存在下去，也会有一天，我们将看不到任何星星，因为它们离我们太远，而且越来越远，最终整个宇宙将是死寂一般。这个过程会非常漫长，需要大约  $10^4$  亿到  $10^6$  亿年的时间，在这之后所有可能用于形成新的恒星的物质都将消耗殆尽，没有任何闪光的星星，即使是黑洞，因为霍金辐射<sup>18</sup>带走了能量，也将消失。或许是害怕听众过于悲伤，里斯教授又说不过也许有一天有人会推翻我的结论。不过就目前人类得到的所有科学证据而言，宇宙将是有始无终。

## 结束语

从这套书的引言开始，我其实一直在尝试回答高更提出的这三个问题，而这一章实际上是从物理学角度对“我们从何处来？我们向何处去？”的回答。当然，给出这些答案的不是我，而是几千年来一直在为文明做贡献的所有勤于思考的人们。有读者朋友在知乎上问“耗费巨资做实验证实希格斯玻色子，何时能产生回报？”我想，世界上很多事情都不应该以“是否很快有回报”来衡量它的意义的。希格斯等科学家对人类文明的贡献，是无法用金钱衡量的，因为他们在解决人类终极的哲学问题。美国国家航空航天局(NASA)斯坦林格博士写的“为什么要探索宇宙”<sup>19</sup>一文，则是从另一个角度回答了这一类“大投入搞科研是否值得？”的问题，这篇文章在互联网上广为流传。

至于“我们是谁？”这不是一个物理学的问题，因此我无法回答。不过，每当我想到浩瀚的宇宙时就会以我的方式来思考这个问题，这时我总是不禁要感叹人生的短暂，个人的渺小。当我们把时空的范围放到宇宙这个量级来看时，王侯将相们的功绩简直就不值得一提，而发现各种宇宙规律的科学活动对后世的影响力则不会随着时间的推移而被磨灭掉。每一个人在宇宙中是多么的微不足道，因此，人们在任何时候都不必为自



己的一点所得而沾沾自喜；但是另一方面，人类作为一个整体却是伟大的，他（她）在不断破解宇宙的规律，而作为这个整体中的一员，如果我们能够做一些对文明有益的事情，无论大小，我们都足以为自己感到骄傲。

世间万物都有生有死，就连宇宙也概莫例外，这就是规律。既然人的生命如此短暂，我们唯一能做的就是过好每一天，过得有意义。

然乐观自信的心态。我相信，人类从宇宙中学到的，将充分印证诺贝尔和平奖得主施瓦策（Albert Schweitzer）的那句名言：“我忧心忡忡地看待未来，但仍满怀美好的希望。”

## 附录 宇宙诞生的时间表

1 普朗克	重力形成
$10^{-36}$ 秒	强力场形成
$10^{-12}$ 秒	弱核力和电磁力形成
$10^{-6}$ 秒	夸克形成
0.11 秒	强子形成
13 秒	氦原子核形成
35 分钟	由强子直接形成原子核的过程终止

## 参考文献

1. 史蒂文·温伯格·宇宙最初三分钟：关于宇宙起源的现代观点·张承泉，译·中国对外翻译出版公司，2000.
2. 史蒂芬·霍金·时间简史·许明贤，吴忠超，译·湖南科学技术出版社，2010.
3. Dicke R. H., Peebles, P. J. E., Roll, P. G., Wilkinson, D. T. (1965). *Cosmic Black-Body Radiation*. *Astrophysical Journal*, vol. 142: 414-419.
4. A.A. Penzias, R.W. Wilson *A Measurement of Excess Antenna Temperature at 4080 Mc/s*. *Astrophysical Journal*, vol. 142: 419-421.
5. Adam Reiss etc, *Observational Evidence from Supernova for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant*, *The Astronomical Journal*, 116:1009-1038, 1998 September.

## 第二十四章 增长的极限

### 珍爱我们的地球

从第一册到第三册，我们一共用了二十三章来描绘人类进步的历程，虽然这些内容只涵盖了人类文明发展很小的一部分。不过我们可以看出，经过了大约六千年的进步，人类已经从非常野蛮的社会进入到一个相对文明的社会。六千年，对于地球的历史来讲，只相当于一一年中的 41 秒那么短暂，因此，我们可以为人类在这么短的时间里取得如此之大的进步而自豪，同时相信再过六千年，世界会变得比我们最大胆的想象更加美好。不过这里面有一个前提，就是要善待我们生活着的星球，同时要控制我们对物质无休止的追求。

因此，我们这本书的最后一章将是这套书的一个另类，它不是谈增长，而是谈增长的极限。当然，我们谈这个问题的前提是，大家都是关心人类长期发展的，而不是诸如挖完山西地底下的煤就跑到北京享受生活，或者移居海外。我所说的这个长期不是几代人、几百年，而是几亿、几十亿年这个数量级，因为我们的地球还能存在几十亿年，我想我们都不希望在地球消失以前，人类便早早地消失了。

#### 第一节 人类对环境的影响

1972 年，罗马俱乐部<sup>1</sup>发表了一篇名为《增长的极限》的研究报告并正式出版成书。这是一份少有的对人类的未来表示悲观的预言性报告，当时在世界上引起了极大的震动。不过里面的很多数据在今天看来已经过时或者

1

罗马俱乐部由意大利学者和实业家佩西(Aurelio Peccei)和苏格兰科学家金(Alexander King)于1968年发起成立，其成员是“关注人类未来并且致力社会改进的各国科学家、经济学家、商人、国际组织高级公务员、现任和卸任的国家领导人”。现任主席为约旦王子侯赛因(Prince Hassan bin Talal)。

不很精确，比如对世界石油储量的估计就过低，使用的数学模型也过于简单，因此很多严肃的学者认为它的结论不太可信。但是，无论是对未来悲观还是对未来乐观的学者都认为他们提出的问题，比如能源短缺问题、人口增长问题、生态环境问题等，应该得到重视。

20年后，这本书发行了新版本《超越极限》，作者在书中给出了一个可怕的新发现：“在过去的20年里，人类的活动已经透支了地球所能承受的极限。”这也是新版书名的由来。作者认为人类消耗地球资源的速度比地球产生（或者恢复）资源的速度要快得多，因此，照这种方式透支下去，人类只能再存活几个世纪，远在地球毁灭之前就消失了。作者建议人们一方面要节约物质资源，一方面帮助恢复物质资源。

我从来不是一个悲观主义者，总是相信人类能够解决自身的问题（在本章的最后说明为什么我对人类的未来表示乐观），但是，我依然反对当前以破坏生态换取发展的做法。人类在地球上留下足迹的时间相比地球存在的时间，实在是非常非常短暂。如果我们把地球比喻成一个40岁的中年人，把10万年前现代人走出东非算做是现代改变自然的开始，那么人类在地球上迄今为止的活动，相当于一个婴儿出生后的最初10分钟。今后人类还有很长的路要走。倘若人类依然按照今天的方式发展，可能再过几千年就能把地球毁灭掉。不过我相信人类会在不久的将来意识到这一点，现在看到的各种各样丑恶的现象，包括政治上、经济上和对待环境的态度上，都是可以被改正的，但是这可能需要较长的时间，几十年，上百年，或者上千年。既然人类相比地球还只是个婴儿，所以人类做出了一些愚蠢的行为一点也不奇怪，但是随着这个婴儿的成熟长大，他会为幼时因无知和贪婪做的荒唐事而感到不好意思。现在就来看看人类做了哪些“荒唐事”。

## 1.1 不经意的行为带来的巨大灾害

### 澳大利亚的“人兔大战”

人类的活动在自然界留下了深深的足印，它创造了人为的生态系统，并且

改变了地球上的原生态环境。什么是人为的生态环境呢？比如人类开垦荒地，就使得原有生态系统消失，原有的物种（比如野兔和狼）无法继续生存。人类开垦土地，种植庄稼，随之而来的是害虫和捕食害虫的动物，以及和庄稼形状非常相似的杂草<sup>2</sup>，这些物种形成一个新的生态系统，这个生态系统和原生态环境不同，是人为造成的。新的生态系统依靠人类的活动而维持，如果离开人的活动就无法继续存在下去，比如人们迁徙别处，抛荒的农田很快就会形成新的生态系统，即杂草遍地，也许还会沙漠化，但不会自动恢复到原有的生态系统。我们现在还很难度量人类活动对生态改变导致的结果，有些时候是好的改变，有些时候是坏的变化，但所有学者都同意一点，那就是地球再也无法恢复到有人类活动之前的生态。

人类的能力远非地球上其他动物可比，一些不经意的行为会带来难以想象的生态失衡。人类活动可以令物种长距离迁移，也可能会给原有的生态系统带来预期之外的破坏。而有些灾难居然始于一些看上去很小的事件。

1859年，一个名叫托马斯·奥斯丁的英国人移民来到澳大利亚。他在英国就嗜好打猎，主要是打兔子。到了澳大利亚后托马斯·奥斯丁发现没有兔子可打，便让他的侄子威廉·奥斯丁从英国带来了24只兔子，这样他就可以继续享受打猎的快乐。这24只兔子（很多是杂交过的家兔，生命力很强）到了澳大利亚后被放到野外，当时他认为就这么几只柔弱的兔子，不会造成什么影响。但是他可能不知道兔子的繁殖力极强，一年可以生好几代。而在澳大利亚，由于没有天敌，于是这些兔子便呈指数膨胀地繁殖起来。10年后便达到两百万只，这是世界上迄今为止哺乳动物繁殖最快的记录。几十年后，澳大利亚的兔子数量飙至40亿只，遍及澳大利亚的大部分地区。它们不仅消耗大量的牧草，而且破坏庄稼，啃食嫩树皮和树苗，损坏田地和河堤，使澳大利亚的畜牧业面临着灭顶之灾。另外，加上兔子破坏了植被，又引发了水土流失。虽然在1929年的经济危机中人们开始吃兔子肉，但是这些兔子的数量实在太庞大了，根本捕杀不完。后来澳大利亚政府甚至动用军队对兔子进行歼灭，也收效甚微。最后，在1951年，澳大利亚从南美引进了一种能使兔子致死（而对人类和其他动物无害）的

2

因为这些杂草不容易被人类锄掉而生存了下来。

病毒，终于让 99% 以上的兔子病死，暂时控制了兔害。可是少数大难不死的兔子对病害产生了抗药性，于是兔子们又重新迅速地繁殖。上个世纪 90 年代澳大利亚的兔子数量再次超过 3 亿余只，“人兔大战”再次展开。

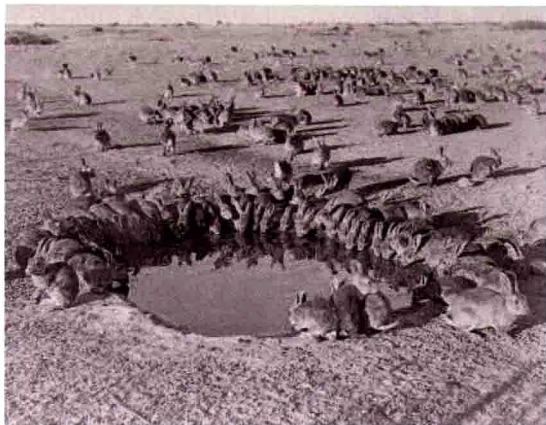


图 24.1 1938 年，澳大利亚的兔子多得像蝗虫一样，把草场变成了荒漠

90 年代中期，科学家们发现，一种源自中国的兔出血症（Rabbit Haemorrhagic Disease）的传染病病毒，可以让四分之三感染的兔子死亡，同时并未发现这种病毒会伤害其他哺乳动物，于是澳大利亚再次引进这种病毒，并且控制了兔子的数量。但是这种病毒同时对家兔也有伤害，因此科学家又花了大量的时间和经费研制这种病毒的抗体，以防家兔感染。

看到英国人奥斯丁当年不经意从英国带来的 24 只兔子，竟然给澳大利亚带来持续了这么多年的巨大生态灾难，有些读者可能会问，如果我们知道一种物种是无害的，是否就可以放心地从一个国家（地区）引入到新的地区呢？我的答案是否定的。人类总是很快就能认识到一件事的好处进而喜欢夸大这种好处，而对一件事的危害的了解却总是很慢而且常常有意忽视或回避。回顾我们在第二册的“从笛卡尔到达尔文——科学时代”一章中谈到的科学需要证伪，而这需要很长的时间，我们今天尚未意识到危害，不等于危害就不存在。

### 亚洲鲤鱼美国成灾

另一个人工引入外来物种造成生态灾难的例子是上个世纪 70 年代美国从中国引进亚洲鲤鱼。亚洲鲤鱼（Carp）是美国人对青鱼、草鱼、鳊鱼、鲤鱼、

鲢鱼等 8 种鱼的统称，在中国已经有 1000 多年的养殖历史。在美国南方的一些水产养殖场，渔民们为水草发愁，当他们得知来自中国的亚洲鲤鱼可以吃掉这些水草时，经过严格的专家论证，认为不会有什么副作用，就引进了亚洲鲤鱼。一开始并没有发现什么问题，这些亚洲鲤鱼吃掉池塘里的水草，直到有很少的亚洲鲤鱼溜进了密西西比河。

鱼类的繁殖能力比兔子可还要强多了，来自中国的亚洲鲤鱼在美洲没有天敌，它们一旦进入了天然的河流，就开始大量繁殖，并且沿着密西西比河逆流而上。它们不仅食量巨大（草鱼一天可以吃掉相当于体重 40% 的水草，其他几种鱼可以吃掉相当于体重 20% 的食物），比本土的鱼类更有竞争力，而且会降低水质，导致淡菜等贝类死亡。这些亚洲鲤鱼沿着密西西比河一路北上，所到之处，各种本地鱼类数量大减，而这些鲤鱼却多到捞也捞不完的地步。由于密西西比河支流众多，覆盖美国 31 个州和近 40% 的国土，因此，亚洲鲤鱼使得整个美国的水域生态都受到了严重的破坏，同时让美国

每年产值达 70 亿美元的淡水渔业也受到很大的危害。现在美国能做的就是设置障碍，避免亚洲鲤鱼进入五大湖区，否则将危及整个北美洲的水域生态<sup>3</sup>。



图 24.2 美国的亚洲鲤鱼成灾

在人们眼里，兔子和鲤鱼都是非常温顺的动物，但是一旦在自然界失衡繁殖，对环境造成的破坏可远比那些凶猛的野兽厉害，造成这一切的并非兔子和鲤鱼自身，而是人类的疏忽。

## 1.2 水和空气污染

进入工业化社会以来，人类的活动对自然环境的影响速度要远远高于农业社会，就如同工业化社会的 GDP 远远高于农业社会一样。人类在享受

3

对这个问题有兴趣的读者可以关注美国政府的相关网站：<http://www.nps.gov/miss/naturescience/ascarpover.htm>

工业化成果的同时，也在饱尝它带来的恶果。最早尝到这些恶果的也是最早尝到工业革命甜头的，是英国人。工业化使得伦敦在19世纪初成为世界上最大的都市，同时也带来了许许多多的环境问题。

### 泰晤士河的恶臭事件

根据英国皇家学会出版的《污染：原因、影响和治理》<sup>4</sup>一书介绍，当时的泰晤士河从上游到伦敦这一段河道，因沿途城镇、村庄与住户排放的污水不断注入其间，使得河水越来越污浊不堪。更有不少造纸厂、制革厂等高污染的工厂直接将废水排入泰晤士河。周围的农庄还会将各种动物的尸体抛进河里，顺流而下，泰晤士河成了藏污纳垢之所。而伦敦人饮用的，却正是这种遭受严重污染却仅用砂石过滤的泰晤士河水。

4  
参考文献 [1]。

当时整个英国完全没有环保的意识。为了取水、排污方便，大量的屠宰场、造纸厂和制革厂等都沿河而建。很快，泰晤士河污水四溢，恶臭连连。到1850年左右，河水的含氧量竟然为零，而河中的各种水生动物均一一灭绝。

人类对它的污染，早已超过了泰晤士河生态环境能够自我净化的速度，泰晤士河的气味越来越难闻，开始大家还忍着。终于，在1858年那个出奇炎热的夏天，在伦敦泰晤士河出现了所谓的“恶臭事件”（Great Stink），这一年也被称为“巨臭之年”。由于河水里细菌大量繁殖，泰晤士河畔恶臭难当，英国的下议院正好位于泰晤士河的北岸，议员们只好在窗帘上撒上漂白粉抵挡恶臭，有些人实在受不了，只好搬到远离河岸的法院所在地工作。直到几天后一场大雨的到来冲走了这些腐臭味。“恶臭事件”促使英国下议院成立了一个专门的委员会，来解决河水污染问题。

在此以前，英国的一些有识之士已经预见到了污染的问题，并且提出过一些废物减排的建议，但并未受到重视，1855年相关议案被市政议会否决了。1859年，在“恶臭事件”之后，因为害怕污染（当时主要还是脏水和垃圾，有毒的化学污染并不多）导致霍乱的流行，市政议会终于下定决心改造排

5

<http://www.lifeweek.com.cn/2005/0317/11371.shtml>. 19世纪上叶, 伦敦的人口增加很快, 1800年约为100万, 而到1850年增至275万。人口的增加不可避免地会带来生活污水的增加, 这些污水未经任何处理, 直接排入泰晤士河的感潮河段。1850年, 法律规定所有废水废物都必须流入地下排水道, 这使河流水质状况更加恶化。这一措施造成了严重的污染后果, 泰晤士河穿过市区的河段及其下游河段都被废水污染了。1858年, 伦敦到处是硫化氢难闻的气味, 以至于英国国会大厦的窗户都用浸过消毒剂的床单挡上了。更为糟糕的是, 1853—1854年、1865—1866年、1931—1932年和1948—1949年, 连续爆发了霍乱, 这几次流行病夺取了不下4万市民的生命。当时, 伦敦的穷人们的水源主要为伦敦的八口浅井或直接从泰晤士河引水, 那些井由于较浅极易被污染, 而泰晤士河里的水, 就更不必说了。1852年, 人们认识到霍乱和污水之间的关系, 政府颁布了城市水法, 禁止将感潮河段的水作为饮用水源。

水系统和供水系统, 但是为时已晚, 工程尚未结束, 1860年, 伦敦还是爆发了霍乱。打这以后英国政府才痛下决心, 开始治理泰晤士河, 这一努力持续了一个多世纪, 直到1970年, 泰晤士河才重新出现鱼类, 如今, 泰晤士河已经有上百种鱼和几百种其他水生动物。《三联生活周刊》对这一段历史有过生动的描述<sup>5</sup>。

## 伦敦烟雾事件

造成环境恶化的原因不仅来自于工厂, 也来自于每一个国民。随着经济的发展, 很自然地, 每个人都想过上更加丰富的物质生活, 并因此消耗更多的自然资源, 同时排放更多的废物。从19世纪开始, 伦敦冬天(长达5个月)用于供暖的燃煤消耗猛增, 因为每个人都希望自己的家里暖融融的。而到了20世纪, 汽车的数量猛增, 因为很多家庭都希望拥有汽车。英国人在治理泰晤士河的同时, 空气质量也在不断恶化, 这种污染在二战之后达到高峰。

从工业革命开始, 伦敦人使用的燃煤一直在增长, 从经济上考虑, 英国人将价格高的优质无烟煤出口, 自己烧的是含硫量较高的低质或劣质燃煤。在伦敦周边地区, 以烧煤为主的火电当时是主要的电力来源。从20世纪开始, 汽车在英国开始普及, 以前街上的有轨电车和出租马车被烧柴油的公共汽车和烧汽油的私人小汽车代替。而伦敦(甚至整个英国)的气候特征都是潮湿多雨, 因此大量传统燃料产生的废气和潮湿的空气混在一起,



图 24.3 1952年时的伦敦, 白天和黑夜差不多(左), 警察执勤时不得不戴上防毒面罩(右)



形成黄黑色的雾气，对人的呼吸道伤害极大。1952年冬天，伦敦连续五天雾霾不散，能见度不到10米，白天得开灯，因为看不清道路，汽车只能龟速行驶，即使室内也能闻到二氧化硫的气味。全城百姓都患上咳嗽，医院病员爆满，当时死亡了4000多人，主要是老人和小孩，此后两月里又死亡8000余人，前后超过12000人，史称“伦敦烟雾事件”。今天，在英国已经不再有这样的空气污染了，而如今，中国北方（甚至南方）一些人口密集的城市到了秋冬季节，频频出现空气质量指数值高达400以上的雾霾天。

“雾霾深深锁故宫”这样的图片，不断被网友发到微博上，反映出人们对环境恶化的深切担忧。



图 24.4 2011 年的伦敦，蓝天白云下河水清澈，与 60 年前形成鲜明的对比

### 洛杉矶光雾事件

正如同工业化是从英国到美国再到日本有个时间差一样，污染也是如此。英国出现过的污染，若干年后就会轮到美国，再过若干年就会轮到日本。从上个世纪40年代开始，美国西海岸最大的城市洛杉矶上空便弥漫着一种浅蓝色的烟雾，空气变得浑浊不清。由于洛杉矶是个新城市，占地面积较大，因此没有限制汽车的发展，在上个世纪40年代这座城市已经拥有了两百多万辆汽车，每天要消耗几千吨汽油，排出大量的碳氢化合物（CH），一氧化氮（NO）或者二氧化氮（NO<sub>2</sub>）和一氧化碳（CO）。而洛杉矶这个地方又常年少雨，从4月份到11月更是滴雨不下，阳光特别强烈。这些化合物在强烈阳光的照射下，变成毒烟雾。这种烟雾，又称为光化学烟雾，或者光雾，使人眼睛发红，咽喉疼痛，呼吸憋闷。

到了1943年，光雾更加肆虐，一些老人因呼吸衰竭而死亡，大量的市民开始得红眼病，就连城市郊区的树木也开始枯死。到了1947年，人们才

开始正视这个问题，研究污染物的成分、性质和来源，寻找解决办法。洛杉矶光雾事件给整个美国的环保敲了警钟，美国政府为此进行了立法，美国的《清洁空气法》就是在这样的背景下诞生的。洛杉矶也花了大力气治理环境，很多措施今天都被世界各大都市普遍采用，最重要的三项是：

第一，设立排放许可证制度，严格控制排放源，并增加相应的税费。

第二，为交通污染源（包括汽车内燃机和汽油）设立了严格的环境标准；在此之后，美国汽油的质量有了大幅度提升，汽车内燃机的废气排放量有了数量级的下降。

第三，干道在交通高峰期间设置搭车车道，鼓励搭车，减少汽车上街的数量。

经过半个多世纪的治理，尽管洛杉矶的人口如今增长了3倍、机动车辆增长了4倍多，但是全年健康警告的天数却从1977年的184天降至2004年的4天。

### 日本的水俣病

世界各国在实行工业化时，似乎都很难吸取他国教训，英国水污染的悲剧二战后在日本又上演了，而且危害更加严重。日本在二次世界大战后工业飞速发展，但并没有制定相应的环境保护法律，也没有采取相应的环保措施，致使工业污染和各种公害病随之泛滥成灾，其中最可怕的就是所谓的“水俣病”。

上个世纪50年代，日本熊本县水俣湾的居民得了一种怪病，患者手足协调失常，有些人行走已经困难，视力、听力和智力均出现障碍，严重者出现神经错乱、痉挛，最后死亡。怀孕妇女会将这种病带给胎中幼儿，令幼儿天生弱智。当时无人知道这是什么怪病，于是就以当地地名命名为“水俣病”<sup>6</sup>。后来得知这其实就是汞中毒。

水俣这个地方并没有汞矿，历史上也没有出现过这种怪病，那么这些居

6

水俣病最早出现在猫身上，又叫猫跳病，因为这种病症最初出现在猫身上。病猫步态不稳，抽搐、麻痹，甚至跳海死去，被称为“自杀猫”。

民是怎么得上的呢？这都要怪这个小城市建起的几家化工厂，包括氮肥厂、醋酸厂等等，它们把没有经过任何处理的废水排放到水俣湾中。

汞进入海洋后下沉，长期生活在这里的鱼虾贝类最先被汞污染，据测定水俣湾里的海产品含有汞的量已超过可食用量的 50 倍，汞在鱼虾体内进一步浓缩，当地居民长期食用这种含汞的海产品，自然就成为汞的受害者。

日本 50 年代在处理发展和环保的问题上，和今天的中国一样，总是以发展为优先。在 1956 年，专家们已经确认当地氮肥公司的排污为病源，但是日本政府对此无所作为，以至于该公司继续排污 12 年。后来，46 名受害者联合向日本最高法院起诉日本政府在水俣病事件中的不作为，并在 1996 年获得胜诉。这家氮肥公司和日本政府最终向上万名受害者（包括上千名死难者）付出了巨额的赔偿金，每个受害者除了一次性可获得 1600 万—1800 万日元的赔偿金，每年还可获得每月 6.8 万—17.1 万日元的年金，以及终身医疗费用。到 2012 年，日本政府和这家氮肥公司一共为此赔偿高达 3600 亿日元（约合 200 亿人民币）<sup>7</sup>。

7

<http://www.chisso.co.jp/minamata/torikumi.html>

表 24.1 日本水俣病受害者及家属获赔项目和金额

项目	内容
一次性补偿金	A 类，1800 万日元 / 人 + 近亲家属慰问费（最高 1900 万日元） B 类，1700 万日元 / 人 + 近亲家属慰问费（最高 1270 万日元） C 类，1600 万日元 / 人
每年补偿	6.8 万—17.1 万日元 / 人月
医疗费	患者医疗费全额支付
其他继续补偿	其他医疗手段、护理费、温泉治疗费、针灸、安葬费 从患者医疗生活基金中支出

新兴的国家如果想超越前面的国家，真正具备后发优势，就必须少犯前人犯过的错误。第一批进入工业化的国家，难免要走些弯路，但是，如果后面的国家看到了前面的国家犯过的错误，却依然要重复这种错误，甚至以“当年某某国家也走了弯路”为借口给自己的短视开脱，简直就是愚蠢而不负责任了，不仅危害自身，也会贻害子孙。

我们过去过多地强调人定胜天，其实是给自己的胡作非为找借口，而人类对自然界的过度索取，必将遭到来自自然界的报复。在中国、美国和前苏联出现的土地沙漠化和沙尘暴就是很好的例子。

### 1.3 黑风暴和罗斯福植树大军

如前所述，人类的活动，多少都会破坏环境。如果人们能够意识到环境对人类的重要性，则会有意识地避免破坏，甚至主动改善环境。

黄土高原的变迁是人类活动对生态影响的一个负面例子。如今，中国的黄土高原给人的印象是苍凉、干旱而贫瘠的黄土之上光秃秃的一片，了无生机。但是在史前时期，黄土高原上也曾有茂密的森林和草原植被。黄土高原地区并不缺水，黄河许许多多的支流都在那里融入黄河。虽然气候的变迁是形成黄土高原的主要原因，然而人为的破坏则大大加速了那里环境的恶化。这些人为的破坏里，首推战争。自秦汉以来到清朝，中原民族和北方民族之间的战争就没有中断过。其次是过度开垦。自秦汉以来黄土高原经历了三次垦伐高潮，第一次是秦汉时期的大规模“屯垦”和移民开垦。这次大屯垦使山西和山西北部的森林遭到大规模破坏。第二次是明朝推行的大规模屯垦，毁林开荒。第三次是清代推行的奖励垦荒制度，垦荒从山西和陕北向北，深入到内蒙古南部，大片的草原被开垦为农田。各种人为因素汇集在一起，致使黄土高原出现大面积土地沙化，水土流失加剧<sup>8</sup>。

8

参见郭正堂、侯甬坚所著《黄土高原全新世以来自然环境变化概况》气象出版社2010。[http://sourcedb.cas.cn/sourcedb\\_igg\\_cas/cn/zjrck/200907/W020101210582438363472.pdf](http://sourcedb.cas.cn/sourcedb_igg_cas/cn/zjrck/200907/W020101210582438363472.pdf)

黄土高原的变迁只是人类活动对环境负面影响的一个例子。在世界各种文明的历史上，这样的例子不胜枚举。这些固然可以归结于在科学时代之前人们对保护自然界缺乏认识，但是在科学时代之后，人们是否认识到了自然界对我们生存的重要性呢？答案是否定的，人类并未主动地保护和恢复自然，直到吃尽苦头方才醒悟。美国黑风暴的灾难唤醒了美国人的环境保护意识，也使得美国的生态环境走过拐点，从此开始往良好的方向转变。

黑风暴是怎么一回事呢？说起沙尘暴大家可能更熟悉些，每年春天，住在中国华北地区的人们都会感受到沙尘暴的侵袭，不过跟当年美国和前苏联的黑色沙尘暴——黑风暴比起来，中国的沙尘暴简直算不上什么。

美国和前苏联相对其他工业化国家地广人稀，按理说环境保护做起来应该容易，不过由于对自然界过度的开发，也曾经造成了环境的极度恶化，在两个国家都发生过所谓的黑风暴。1934年5月，美国西部草原地区发生了人类历史上第一次黑风暴。风暴整整刮了3天3夜，形成了一个两千多公里长、一千多公里宽迅速移动的巨大黑色风暴带，它覆盖了美国本土面积的五分之一。风暴所经之处，溪水断流，水井干涸，田地龟裂，庄稼枯萎，牲畜渴死，成千上万人流离失所。客观上，美国中西部风暴的形成与大气环流和地貌（平原）有关，但是夹杂着大量土壤的黑色风暴则与人为的生态破坏密不可分，也是土地沙漠化的结果。

美国黑风暴的出现正值大萧条后罗斯福新政时期，当时的失业率很高，罗斯福总统下决心将300万失业工人组成植树造林大军，史称罗斯福植树大军（Roosevelt's Tree Army）<sup>9</sup>，采用完全军事化的编制，浩浩荡荡开到西部和南部植树。当时不少人恨死了罗斯福，称他为奴隶主，威胁说下次总统选举谁也不投他的票。罗斯福说，我宁可不再当总统，也要把森林恢复起来。三年过后，上百万平方公里的荒芜土地上长出了树苗，罗斯福的威望也随着树木的生长而上升，1936年他以高票连任总统。几十年过去了，这些树苗都长成了参天大树，美国的森林重新铺天盖地，人们时常念叨着罗斯福的远见。更重要的是，从这次黑风暴之后，美国人的环保意识一下子得到了大大的增强，因此，在发展经济的同时，美国政府一直都很重视环保。根据美国农

9 <http://www.thehistorychannelclub.com/articles/articletype/articleview/articleid/1257/roosevelts-tree-army>



图 24.5 罗斯福的植树大军

10

<http://www.ers.usda.gov/publications/eib-economic-information-bulletin/eib14.aspx#.UrFJGfRDs1K>

业部 2002 年的估计<sup>10</sup>，美国的森林占国土面积的 28.8%，草场占 25.9%，耕地占 19.5%，公园和野生动植物栖息地占 13.1%，城市面积只占国土面积的 2.6%，其他面积占 10.1%。如果将森林等绿地加起来，则占到国土面积的近 90%，即使在城市中，绿化面积也占到 26%。

可是，人类似乎更乐于学习别人的经验而不愿意接受别人的教训。美国自这次黑风暴后非常重视环境保护，这种事没有再发生。然而其他国家却未能吸取美国的教训，黑风暴在前苏联继续上演。前苏联自上个世纪 50 年代开始在哈萨克、西伯利亚、乌拉尔和高加索等地区盲目开垦荒地。一开始它们还采用隔年一耕的轮休制，后来就急功近利了，取消了轮休，耕地每年都种植庄稼，导致土壤损失沙化。1960 年 3 月和 4 月，前苏联新开垦地区遭到黑风暴的侵蚀，经营多年的农庄几天之间全部被毁。不过前苏联政府依然没有接受教训，导致 3 年之后，同一地区又一次发生了黑风暴，这次黑风暴的影响范围更为广泛，新开垦地区受灾面积达两千万公顷，相当于中国耕地面积的六分之一，致使前苏联损失了大约 600 万公顷的耕地（相当于中国耕地面积的 5%）。在此之后，前苏联也停止了垦荒，并且开始保护那里的环境，但至今仍未恢复到开发之前的水平。

人类在向自然界索取的同时，还要有意识地保护好生存环境，否则将会自食恶果。前事不忘，后事之师，回顾历史，我们是否应该从中学到点什么。

## 第二节 缓慢的增长

在过去的 30 年里，中国的经济增长率超过年均 8%，因此全国从上到下，都习惯了这样的经济增长速度。做领导的要保 8，老百姓希望自己的工资每年能有这样的增长。但是，大家已经忘记了（或者甚至不曾知道），这在人类历史上是绝无仅有的长期高增长。自从有准确的经济统计数据以来，世界上还没有过第二个经济体能够做到这一点，即使是在大航海时代的荷兰、工业革命时代的英国和电气时代的美国都没有做到这一点。在历史上，只有美国在 1933 年到 1945 年期间的经济增长速度或许可以和中国改革开放后相比，那还是依靠从大萧条后的经济低谷起步，又赶

上世界大战的需求拉动，才让美国在 12 年里保持了平均年增长 12% 的奇迹。但是一旦二战结束，这个奇迹也就结束了。在中国，人们已经习惯了高增长和生活明显的改善，这样便会产生一个错觉，以为这种高增长可以维持下去。殊不知长期这样增长下去，将不仅仅导致经济的硬着陆，更会给我们生存的环境带来不可修复的灾难。

世界上的财富为什么不可能长期高速增长？答案很简单，因为地球上没有这么多的物质。物质财富的增长对于我们消费是一件好事，因为我们想要什么就有什么了，但是这对地球却是一个非常大的负担。如果我们的物质财富（无论是土地还是消费品）以每年 8% 的速度维持下去，200 年后是什么概念，它将增加 500 万倍。以能源为例，你今天一个月消耗哪怕一克汽油，如果能源的需求如此增长，那么 200 年后你的子孙平均一个月要消耗 5 吨汽油。对于其他资源也是一样，但那时世界上没有这么多资源可以使用。我常常看到国内的报纸在为钢铁的产量增长而叫好，其实这样下去只会非常危险。即使把这个需求放慢到每 10 年增加 8%，即每年增长 0.77%，那么 2000 年后我们的子孙也会面临同样的困境。再往远一点看，如果我们以每 10 年 8% 的增长速度消耗任何物质，即使今天我们每人每年只消耗一个原子，那么两万多年后，我们也将消耗掉整个宇宙中全部的基本粒子<sup>11</sup>。因此，物质的消耗如果只增加不减少的话，用不了多长的时间就能够达到宇宙能够提供的极限。为了不让这种情况出现，人类必须控制物质增长速度，并在某个时候开始减少物质的消耗。在有识之士看来，今天就是这个时刻。

11

今天地球上  
有 70 亿人，大约是  
 $10^{10}$ ， $1.08^{2100} \approx 10^{20}$ ，  
 $10^{10} \cdot 10^{20} = 10^{30}$ ，而宇  
宙的基本粒子数只  
有  $10^{78} \sim 10^{82}$  左右。

我们应该可以得出这样的结论：文明的增长不应该以过多消耗物质（包括能源）为前提，否则，即使《增长的极限》一书中给的“末日”不在未来的几十年内到来，在几千年内也一定会到来。

人类历史上，人均国民生产总值（GDP）其实增长得并不是很快。有人可能会问，你这个结论是如何得到的？虽然我们无法得知公元前普通人的生活情况和实际收入，但是无论是在东方还是在西方，在公元前后都有关于社会生活的详细记载，凭此今天可以大致推算出他们当时的富裕程度。对

比当年人类创造的财富和今天的 GDP，就可以知道在过去的两千多年里世界经济的发展速度（大家都以 1990 年美元的购买力来衡量）。当然，在 18 世纪之前，因为没有关于 GDP 的直接记载和各国物价之间公平的对比方式，越往远对 GDP 的估计越不准确，我们在讨论 GDP 的历史数据时，也只能保证数量级是正确的。

英国学者安第斯·麦迪森（Angus Maddison, 1926—2010）是研究古代经济最权威的学者，不过即使是他的数据，如果相差 50% 甚至更多也不奇怪，但是如果我们没有更好的数据，就只好用他的，毕竟他的数据在学术界还算有点权威性。麦迪森分析了公元前后古罗马帝国（包括东到美索不达米亚，西到伊比利亚半岛，南到埃及，北到土耳其等广大地区）的经济发展，他估计当时罗马人平均的 GDP 为 560 美元（1990 年美元的购买力）。当时的罗马应该是世界上最强大的国家，如果我们对比今天世界上最强大的国家美国（这比与意大利做对比更有意义），其 2012 年人均 GDP 为 50700 美元，如果折算回 1990 年美元的价值<sup>12</sup>，则只有 28800 美元，比古罗马时期增长了 51 倍，大家可能看上去觉得不少，但是如果摊到每年上，正好是每 10 年增加 2%。如果刨去中世纪没有发展的一千年，也不过每 10 年增长 4% 而已。如果我们按照每代人年龄差距为 25 岁计算，则每一代人的生活水平提高不过 10% 左右，而不是像中国今天这样，几乎每年提高 10%。即使世界按照这样的增长速度，经过几千年，地球似乎也已经不堪负担了，每年都会因为人类的活动而导致大量的物种灭绝，而我们生存的环境也在一天天地恶化。

12

按照美国公布的 CPI，1990 年 100 美元的购买力相当于 2012 年的 176 美元。

或许有人会说西方世界经济增长不快，是因为他们的文明曾经中断过。而我们中华文明两千多年来一直是延续的，是否我们的经济增长会比他们快。事实恰恰相反，中国在历史上经济增长的速度比世界的平均速度还要慢一些。公元前后正是中国东西汉交替的年代，按照麦迪森的估计，那时中国的人均 GDP 不如罗马高，但是超过罗马的一半，大约为 400 多美元，可是，今天中国人均 GDP 不到美国的七分之一。这样算下来，每 10 年只有 1.4% 左右的增长率。即使把中国历史上的几次经济大倒退（比如东汉到



隋唐的割据、金元的入侵)除去,经济增长平均速度也只是每10年接近2%。因此,生活在今天的中国民众对每年百分之几的收入增加应该非常知足了,要知道日本人在过去的20多年里收入没有增加,而荷兰阿姆斯特丹的房价从18世纪至今,扣除通货膨胀,没有任何增长。如果经历了30多年的高速增长还觉得不满意的话,那就是贪得无厌了。

文明带来经济的增长,同时也带来人口的增长。在早期,人口的增长对经济发展是一件绝对的好事情,因为只有人口基数足够大时,才有可能完成重大的工程并且养活一批脑力劳动者。但是当人口多到一定数量时,问题就出现了。在人口超过一定的数量时,它的负面影响就高于正面的了,因为每一个人对环境的索取远不止是一点粮食,而是非常非常多的各种资源。我们在上一节中讲过,即使像兔子这样温柔的动物,增长过快也可以把环境破坏殆尽,而人的生存对自然资源的索取比兔子多得多。因此,稍微有点理性的人都会明白人口的增长要适度,而且到一定程度后需要将人口的总数稳定在某个区间内。

在世界历史上,公元前世界的人口就达到了两亿,但是直到19世纪初全球人口才首次达到10亿。如果从人类走出东非算起,这经历了几十万年的时间。然而,世界人口达到第二个10亿只花了123年,这比前面快得多了。由于基数变大,这以后人口越增长越快。下表是全世界人口每一次增加了10亿的年代和达到这个数量所花的时间。

表 24.2 世界人口增长速度

世界人口台阶(亿)	达到年代	和上次达到的时间间隔/年
10	1804	-
20	1927	123
30	1960	33
40	1974	14
50	1987	13
60	1999	12
70	2011	12

从表中可以看到，时间间隔越来越短。当然，有人可能会说由于基数变大，因此绝对数量增长过快也是必然的，因此用相对增长速度来衡量更为准确。在公元元年前后，世界的人口达到两亿，经过了大约 1800 年，增长到了 10 亿，人口增加了 5 倍。但是，从 10 亿到 50 亿这第二个 5 倍，只花了 183 年，所花的时间是达到第一个 5 倍的 1/10。人口从近代开始快速增长，其实不难理解，主要是因为文明进步导致战争和疾病减少，人类的寿命大大延长。

中国由于历史的延续性，对人口数量的记载相对完整可信。因此，我们使用中国的数据来说明人口和经济的关系。在中国古代，一直逃避不了一个兴衰的周期律，就是一个王朝由出现到衰亡，长则数百年，短则几十年，如此反复。用黄炎培先生的话讲，是“其兴也勃哉，其亡也忽哉”，当然他和历代政治家们一样，看到的是载舟覆舟的道理，探讨的是政治原因，一个王朝开始的时候政治清明，蓬勃向上；到了后期骄奢腐败，每况愈下。而费正清则是从经济的角度给予了解释，在我看来更加有说服力。

根据费正清等人的观点，一个王朝经过战乱兴起时，人口数量相对较少，它有足够的资源分配给每一个老百姓。在中国以家庭或者家族为单位的经济体中，只要有了土地和生产资料，经济就会自动地发展，就像汉朝初年采用黄老之术，中央政府什么事情都不做，经济也能得到长足的发展。而经济的发展让中国的人口快速增长，加上土地的兼并，土地一下子就不够用了。在西汉初年，朝廷有大量无主的土地可以分给每一个人，一个男丁可以分到一百亩土地，这在今天是多得无法想象的。而到了西汉末年，朝廷已无土地分给新增的人口，而土地的兼并又让大量的农民失去了土地，于是，这个朝廷的末日就到了。虽然王莽希望通过土地公有收回土地解决这个问题，但其结果是，没有土地的人并没有得到好处，而拥有土地的人又要失去土地，因此他所谓的“新朝”注定要失败。

刘秀作为中国历史上杰出的政治家（同时也是杰出的军事家），在土地问题上也没有什么超出常人的解决办法，只是经历了几十年战争后，人口减

少了三分之二，又出现了大量的土地可以分配，社会矛盾自然就解决了，于是中国农耕文明的列车再次启动，王朝进入平稳发展的时期，经济增长，人口增加，等到了土地无法负担所有人的生活时，再通过战争解决问题。中国历史上几乎每次大的改朝换代对老百姓来讲都是一个灾难，因为人口都要减少一半左右。在大规模农民起义或者内乱之后，人口大幅下降，使得新的政权有足够多的土地分给生存下来的人，国家重新发展。

战乱是中国古代人口没有太快增长的主要原因。下表是中国每次大的改朝换代前后人口减少的比例<sup>13</sup>。

表 24.3 中国历次改朝换代人口的减少幅度

年代	人口 / 万	变化
西汉末年 <sup>14</sup>	6000	
东汉初年 <sup>15</sup>	2100	-65%
东汉末年（黄巾起义前）	6, 500	
三国末年	900 <sup>16</sup>	-86%
隋朝末年 <sup>17</sup>	4600 (891 万户)	
唐朝初年	210 万户 <sup>18</sup>	-77%
盛唐时期	5200 <sup>19</sup>	
安史之乱后中唐	1600 <sup>20</sup>	-69%
北宋末年	11800 <sup>21</sup>	
南宋初年	6000 <sup>22</sup>	-50%
宋金末年	2200 万户 14000 万人 <sup>23</sup>	
元朝初年	5800 <sup>24</sup>	-59% <sup>25</sup>
元朝末年	8700 <sup>26</sup>	
明朝初年	6000 <sup>27</sup>	-30%
明朝末年	15200 <sup>28</sup>	
清朝初年	10100 <sup>29</sup>	-33%

由于中国每过几百年人口就大幅度减少一次，因此两千年平均下来增长缓慢。从公元 2 年的 6000 万增加到 1949 年的 4.9 亿，总数增长了 8 倍，年平均增长率仅约 1‰，连 1949 年至今 1.2% 的年增长率的零头还不到呢。

- 13  
附录一，说明 1。
- 14  
附录一，说明 2。
- 15  
附录一，说明 3。
- 16  
附录一，说明 4—6。
- 17  
附录一，说明 7。
- 18  
附录一，说明 8。
- 19  
附录一，说明 9—10。
- 20  
附录一，说明 11。
- 21  
附录一，说明 12。
- 22  
附录一，说明 13。
- 23  
附录一，说明 14。
- 24  
附录一，说明 15。
- 25  
附录一，说明 16。
- 26  
附录一，说明 17。
- 27  
附录一，说明 18。
- 28  
附录一，说明 19。
- 29  
附录一，说明 20。

欧洲历史上虽然没有那么规律性的改朝换代，但是也经历了几次大的人口减少，第一次是罗马帝国崩溃，第二次是蒙古人西征，第三次是14世纪的黑死病，第四次是30年宗教战争（这场战争使得欧洲中部大约40%的人口，其中男性近一半死亡，十分惨烈）。因此，在历史上欧洲人口增长得也不快。在美洲，阿兹特克文明曾经因为人口增长过快而消失，当时城里没有足够的食物和燃料可用，印第安人不得不将城市房屋拆了当劈柴烧掉，当



图 24.6 阿兹特克文化遗址，断垣上部由石头砌起来的部分是后来修复的，下部灰浆砌的是原来遗留下来的，阿兹特克人离开城市前烧毁了他们亲手打造的建筑

城市里再也没有可供使用的燃料时，他们不得不放弃城市，重新开始过他们祖先的那种游牧生活。今天，在墨西哥城东的阿兹特克文明的遗址，也就是著名的太阳和月亮大金字塔所在地，我们还可以看到焚烧建筑木料的痕迹。

直到近代以前，人口的数量也并不大，因此对自然界的影响也不是很大，有些人人为的破坏尚可慢慢恢复。但是到了近代，人类不再进行大规模的杀戮，即使是两次世界大战对欧洲的破坏，也要远远小于30年的宗教战争带给欧洲的损失。加上医疗水平提高，大规模的人口减少时期不再有了，因此人口只增不减，这一方面是文明的体现，另一方面也是文明的负担。世界人口不可能无休止地增长下去，如果按照现在的速度增长，即每年1.1%的增长率，再过3000年，世界上人口的体重将等同于地球的质量。再过一万年，人口的总质量将超过宇宙中物质的质量。当然，有可能在没有到达那一天时，要么爆发大规模的战争，要么环境被破坏，人类被毁灭。

因此，世界人口增长到一定阶段就必须开始往下降，这个拐点必定出现，如果不能做到人为的控制，无论是自觉的控制还是被迫的控制，那么战

争肯定会发生。在当下中国社会有一种观点，就是认为中国经济的腾飞靠的是所谓人口红利，而人口一旦不增长了，似乎经济就要完蛋了，就要衰退了。其实这种观点经不住数字的推敲，从1980年至今，中国的GDP以美元计算增长了近30倍，（以人民币计算则更多），但是人口只增加了不到一倍。而其中13倍多是靠科技进步、政策（改革开放）、国际环境（冷战结束和全球化）带来的。中国现在的问题，倒是如何安置新增劳动力的问题。美国是世界人口增长最快的发达国家，从1980年到2013年，人口增长了40%，但是GDP却增长了5倍（是原来的6倍），也就是说人口贡献了40%，科技进步等因素贡献了4倍。

另外一个说法是养老要靠不断增加人口。如果真要靠增加人口而不是提高劳动生产率来养老，那么这其实就是一个庞氏骗局。为了养活第一代，需要更多的第二代，以及比第二代更多的第三代人，如此下去，社会的负担会越来越大。我们在前面已经看到，人口是不能够无休止增长的，终究有一天这个游戏会破产，而这个游戏的破产对于人类来讲是灾难性的，更是毁灭性的。相反，在人类历史上，人均GDP增长是高于人口增长的，因此靠科技带动经济才是解决养老问题的关键。解决养老问题的另外一个关键是养老的社会化，这一点日本和西北欧国家解决得很好，这些国家都是老龄化国家，但是并没有出现任何老无所依、老无所养的现象。在后面介绍北欧社会时，我们还会再谈到这一点。

我们在第一册介绍农业文明时曾经指出，当世界有一百万人和有一亿人时，创造文明的能力是不同的。而在今天世界人口已经有几十亿的基数条件下，人口的多少已经不再是决定文明程度的最关键因素了。如今，衡量人类幸福的关键是看人均的GDP水平，而不是总量。当世界上有10亿或20亿人时，对于创造文明来讲都足够多了，这时人口对文明的帮助就不那么明显了。人口数量的增加提高不了人均GDP水平，相反在一些国家和地区还会出现人口过剩、大量失业的情况。因此，回到我们这一章中心的论点，也就是今天解决世界问题的关键要靠科技进步，而不是靠人口的增加。

由于物质（包括土地等资源）无法满足人类几百年的持续高速增长，因此整个文明史总是增长和衰退相伴随。衰退在文明的进程中是必要的，正是这种衰退使得人类有了思考的时间，有了不断改进和优化自己行为的可能性。当然，它同时也使得地球有个喘息的机会。

图 24.7 所示的是高盛给出的亚洲各国（地区）在经济腾飞开始后 10 年、20 年、30 年……的经济增长速率。图的横轴是从经济腾飞开始算起的年代，纵轴是增长率。从图中可以看出，图中所有的国家（地区）都可以在前 20 年里保持一个高增长（6% 以上），有些国家（或地区）可以维持得长一些，比如台湾地区维持了近 50 年的高增长；有些则短一些，比如日本只维持了不到 30 年。在此之后，所有的国家都进入中低速发展，没有例外，而日本更是进入了长期低速发展（因为它的基数比较大）的阶段。中国已经高速增长了 30 多年，已经是一个奇迹了，如果不出意外，也会慢慢降低发展速度。对中国来讲最好的情况就是能够以中等速度（4—6%）再发展 30 年，即所谓的软着陆。而再往后，就进入发达国家那种缓慢的发展阶段了。而这缓慢的发展，不仅有利于地球，也有益于人类本身，同时还能够让我们更关注生活质量，而非物质的多少。我们在后面会讲到，国民的幸福并不完全取决于物质的消费，而和很多因素有关。

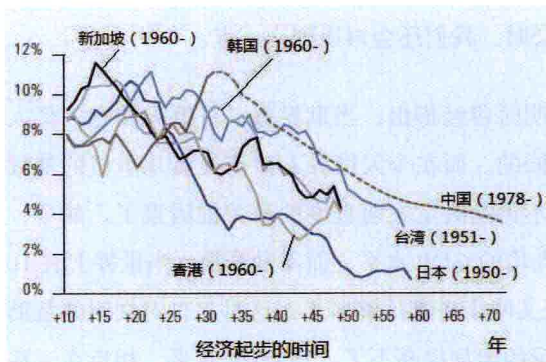


图 24.7 亚洲各国经济腾飞结束后的经济增长速度（虚线部分为预测）

地球能为我们的发展提供的物质是有限的，无论什么样的发展速度，只要它对物质消费的依赖是呈指数增长的，很快就会用光地球的资源，学过高中数学的人很容易得出这个结论。而宇宙中并不存在第二个地球供我们消费。

### 第三节 珍爱地球

我们生活的地球是一个美丽的蓝色星球。1968年美国宇航员安德斯（William Anders）在执行阿波罗8号环月飞行任务时，拍下了这张题为《地出》（*Earthrise*）

的照片。照片中下部

光秃的岩石是月球的表面，而冉冉升起的地球在太空中显得如此美丽，又如此的孤独。



图 24.8 《地球升起》<sup>30</sup>

30

NASA 为这幅照片创造了一个英语单词 Earthrise，是相对“日出”Sunrise而言，中文媒体一般把这幅照片称作“地球升起”，当然如果按照 NASA 的意思，翻译成“地出”更符合它的原意。  
[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Apollo\\_10\\_Earthrise.ogv](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Apollo_10_Earthrise.ogv)  
 （一段 Earthrise 的视频）

地球的自然环境历经几十亿年方才形成，在迄今为止我们所了解到的宇宙中，它是独一无二的。首先，地球的大小和温度非常适合生命的存在。要是太小，必然像火星那样无法保有大气和地表水分；要是太大，它的重力将压垮我们的骨骼，不可能产生能够站立的高等生命。同样，温度也不能太高或者太低，否则不可能有液态的水分。在宇宙中恒星周围的温度从几开尔文（零下 270 度左右，冥王星就是这个温度）到上千开尔文不等，而像我们地球这样正好处在合适的位置，温度在 0—100 度的“巧合”是很难找到的。

我们已经知道，在太阳系中，唯一有希望存在生命的是木卫二。在它厚厚的冰层下可能有水，但是这个环境并不适合高等生物生存，它的水中应该有大量有毒的硫化物，比如硫化氢。在太阳系以外寻找能有生命存在的行星和卫星就更加困难了。

在美国约翰·霍普金斯大学西北角，有一座不起眼的三层楼建筑，这里是开普勒太空望远镜的控制中心（也是哈勃太空望远镜和将来要投入使用的韦伯太空望远镜的控制中心）。发明开普勒太空望远镜的目的就是



图 24.9 位于约翰·霍普金斯大学的 NASA 太空望远镜控制中心

寻找太阳系以外有生命存在的行星。2011 年该中心主任麦特·芒特因 (Matt Mountain) 博士给我们做过一个很小的内部讲座, 介绍他们迄今发现的行星, 以及发现行星的方法。

我们知道, 行星是不发光的, 虽然太阳系的行星可以通过反射太阳光被看到, 但其他星系的行星因为距离地球太远, 那点微弱的反光我们根本没有办法接收到, 因此, 发现行星的方法主要是根据“行星凌日”的原理。在太阳系中, 水星和金星运行的轨道处于地球和太阳之间, 当水星或者金星正好处在地球和太阳之间时, 太阳上会出现一个黑影, 太阳光的强度会变弱。这就是所谓的水星凌日或者金星凌日。同样的道理, 如果有个恒星系中某颗行星正好处在地球和这颗恒星之间时, 观测到的恒星的亮度会比平时稍微弱一点, 根据这个亮度细微的变化, 我们就能知道这个行星的大小, 并且根据它围绕恒星运动的速率, 估计出它和恒星大致的距离 (根据开普勒第三定律), 进而根据万有引力定律计算出它的质量。最后, 天文学家会根据行星的质量和大小计算出它的密度, 还会根据其他一些数据<sup>31</sup> 测出行星的温度。根据这些数据, 就能圈定那些适合生命生存的行星了。

31 比如行星的色谱、恒星的温度 (从亮度推算) 以及行星和恒星的距离等数据。

截至目前, 该望远镜已经发现了上百颗行星, 但是一大半是类似于木星那样的气态巨行星——体积和质量巨大、大部分质量由浓密的气体构成, 不适合生命存在。但是也有一些类似地球的固态行星, 比如开普勒-78b, 质量是地球的 1.86 倍, 直径是地球的 1.17 倍, 密度为 5.57 (地球的密度为 5.51), 但遗憾的是它的温度却高达 2250 开尔文, 也即近摄氏 2000 度, 在这样的温度下, 铁也要被融化了。这个行星应该是刚刚形成, 或者和恒星的距离太近。在这上百颗行星中, 最适合生命存在的是下表列出的几颗行星。



表 24.4 目前发现的可能存在液态水的固态行星

编号	质量	半径	密度	温度 / 开尔文	公转周期 / 天	离地球距离 / 光年
地球	1	1	5.51	255-288	365.24	0
开普勒 -11g	25	3.3	<4.0	377	118.4	1998
开普勒 -61b	NA	2.15	4.85	273	60	NA
开普勒 -62e	36	1.61	7.45	270	122.4	1200
开普勒 -69c		1.71	NA	299	242.5	440

这些星球从密度上看应该都是固态行星，而且从温度上看可能存在液态水，但是我们对它们知之甚少。因此，科学家在继续寻找类型行星的同时，第二步就是要确定这些温度合适的星球是否存在液态水（海洋）。当然，使用倍数再大的望远镜也无法从地球上看到遥远行星上的水，具体的方法是要根据水的质谱（反映在颜色上）来判断，这样就需要一个放大倍数更大、分辨率更高的太空望远镜。根据要求计算，这个天文望远镜的光学反射面直径为 6.5 米，它的直径是今天最大的太空望远镜哈勃望远镜的 2.5 倍。这个望远镜在太空展开后，面积将有一个网球场大小，人们从上个世纪 90 年代末就开始酝酿设计这样的太空望远镜（当时我还在约翰·霍普金斯大学读书），一开始叫做新一代太空望远镜，2002 年它又被命名为詹姆斯·韦伯太空望远镜，至今仍未完工，定于 2018 年发射升空。我们希望这个巨无霸天文望远镜可以给我们带来惊喜。当然，制作韦伯望远镜的目的不光是为了找有水的行星，更重要的是探测宇宙初期星云和星系的形成。

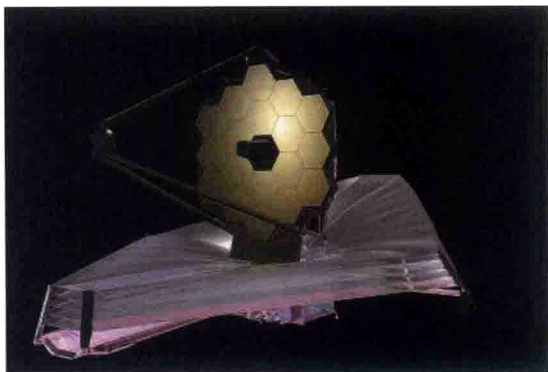


图 24.10 韦伯太空望远镜

不过，即使韦伯太空望远镜找到了有液态水甚至有海洋的行星，也只是让我们了解到生命或许不仅仅存在于太阳系，上面给出的几个行星至少不适合今天的人类生存。我们一方面希望韦伯望远镜为我们找到第二个地球，但是谁都知道，几百到几千光年的距离，估计人类在几千几万年内都无法逾越。因此，至少从现在的发现来看，我们人力所及的范围内并没有另一个适合我们生存的星球了。我们除了保护好自己的星球外，别无选择。

地球自身是一个完整的、平衡的生态系统。当这个生态系统的平衡遭到破坏时，它有一定的自我修复能力，但是一旦破坏的程度超过它的自我修复能力后，就无法再恢复了。生态灾难就是这样形成的。目前，除了大自然具有自我平衡功能外，人类尚不知道如何建造一个能够自我平衡的生态环境。

在上个世纪80年代，美国亿万富翁艾德·巴斯（Ed Bass，1945—）资助建设了一个前所未有的巨大封闭环境——生物圈二号（Biosphere 2）。按照当初的计划，整个生物圈最终占地将达到10平方公里，这需要分期建设。第一期封闭系统当然没有这么大，只有13000平方米（0.013平方公里），大致相当于两个足球场的大小，不过里面容纳了地球上主要的生态环境，包括近2000平方米的热带雨林、400多平方米的红树林沼泽、1000多平方米的热带草原，以及差不多同样面积的沙漠，甚至还有850平方米可容纳珊瑚礁、能掀起海浪的海洋。在这个封闭的环境中还有足够的空间用来种植食物，并且配置了完善的农业设备。

“生物圈二号”的名字源自其原始模型“生物圈一号”即地球。它的目的是尝试在没有地球做备份的环境中，人类能否营造出一个适合人类长期居住的环境。在这个封闭的生物圈中，志愿者将与外界完全隔绝，尝试仅仅利用生物圈中的资源实现再生产并生存下来。当然在整个实验中使用了当时最先进的技术。

从1991年9月到1993年9月，第一次任务开始，有8名志愿者入住这个封闭的环境。这8个人虽然拥有将近10亩土地，但是生产出来的农作物根本不够吃，因为没有足够的昆虫传播花粉。

第一年，8名队员全部处于长期饥饿状态，体重下降，经过一年多的摸索，他们终于生产出了更多的口粮，这才填饱肚子。但是接下来更严重的问题来了，生物圈里二氧化碳的浓度增加

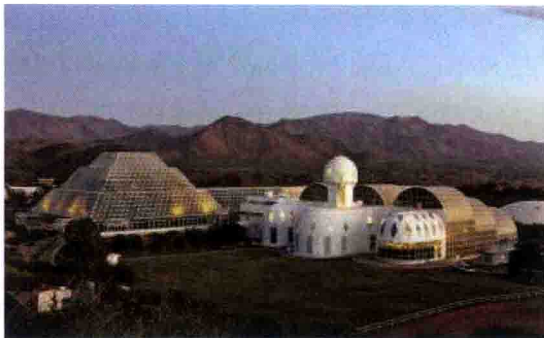


图 24.11 生物圈二号

而氧气浓度下降，最终氧气浓度降低到了危险水平，一些人开始有了明显的缺氧反应，最后管理公司不得不做一次弊，从外界输入纯氧。至于为什么氧气浓度会下降，原因至今仍没完全搞清楚<sup>32</sup>。

32  
一种说法是微生物过多所致。

氧气的减少和二氧化碳的增加，导致大量授粉昆虫的灭绝，以及蚂蚁和蟑螂的大量滋生，同时，由于二氧化碳浓度过高，很多植物长得不结实而倒塌。结果，两年后这些人员离开了生态圈，实验表明人类尚无自我调节生态环境的能力。

在第二次任务开始前，管理公司修复了一些发现的问题。但是第二次任务进行的更加不顺利，当然这包括很多人造的失误，比如他们打开了舱门和外界进行了物质交换，这违反了实验的规定。最后由于管理公司在财务上也出现了困难，整个计划失败了。不过生物圈二号的尝试对人类了解自然非常有意义，它让人类懂得了我们目前还不能在除了地球之外的环境中生存和繁衍，我们在《星球大战》等科幻片中看到了那些在地球轨道上建造了卫星城市的幻想故事，但是在现实生活中这是不可行的。同时，这个实验也让我们了解到在地球人类赖以生存的环境中，各个物种之间的平衡非常重要，没有其他的物种，我们人类是无法生存的。

既然我们的地球对人类的未来如此重要，我们现在的生存环境又是如何的呢？地球上的物种是否平衡呢？答案是：不容乐观，因为地球上大量的物种正在消失。

生态的变迁会导致地球上大部分物种的灭绝。据芝加哥大学古生物学家大卫·劳普 (David M. Raup) 估计, 在地球上曾经存活的物种有 99% 现在已经灭绝, 其他古生物学家的看法类似。化石记录表明, 地球上的物种至少经历了五次大灭绝。我们谈论最多的是 6500 万年前恐龙灭绝的那一次, 但是规模最大的一次是发生在 2.25 ~ 2.45 亿年前, 当时有 96% 以上的物种灭绝了。相比之下, 6500 万年前的那次还保存下来四分之一的物种。这五次物种灭绝的原因都属于自然原因, 有火山说, 也有小行星碰撞说, 等等。但是, 大部分生物学家都同意目前地球正在经历第六次物种大灭绝, 不过和前五次不同, 这一次是由人类的活动造成的。

目前世界上已经发现的物种有 180 多万种, 考虑到一些物种只是名称不同, 因此实际上不同的物种只有 150 万。科学家估计地球上的全部物种, 包括未发现的, 可能有 200 万到 800 万之多<sup>33</sup>。但是, 由于人类活动尤其是气候变暖的影响, 地球上的物种正在迅速灭绝。来自欧洲、澳大利亚、中南美洲和非洲的科学家们在对占地球表面面积 20% 的全球六个生物物种最丰富的地区进行了为期两年的研究后, 得出了一个惊人的初步结论: 在未来 50 年中, 地球陆地上四分之一的动物和植物将遭受灭顶之灾。他们预计, 在 2050 年地球上将有 100 万个物种灭绝。更可怕的是, 在将要灭绝的物种中, 有十分之一的物种的灭绝已经是不可逆转的。研究显示, 在巴西中西部热带草原地区, 163 种树木中有 70% 以上的树种将会灭绝。从现在起各国能做的就是控制全球有害气体和温室气体的排放量, 以免更多的物种遭受同样的命运。

虽然从进化论的角度来看, 物种灭绝本是自然规律, 比如大熊猫种群目前就处于一种衰退的状态。但是与此同时, 会有新的物种诞生, 补充那些灭绝物种留下的空间。不过这种平衡自从人类出现以后, 特别是工业革命以来, 就不复存在了。地球人口不断地增加, 需要的生活资料越来越多, 人类的活动范围越来越大, 对自然的干扰越来越多。大批的森林、草原、河流消失了, 取而代之的是城市、公路和农田。在过去的 2 亿年中, 平均大约每 100 年就有 90 种脊椎动物灭绝, 平均每 27 年就有一种高等

33

Costello, Mark;  
Robert May,  
Nigel Stork (25  
January 2013).  
"Can we name  
Earth's species  
before they go  
extinct?". *Science*  
339. doi:10.1126/  
science.1230318.

植物灭绝。但是，因为人类的干扰，鸟类和哺乳类动物灭绝的速度提高了100—1000倍。人类在修建高速公路时，可能并没有意识到每一条道路对于动物来说都是一道难以逾越的屏障，就连分布在道路两边的蝴蝶种群都产生了隔离，不再像以前那样飞来飞去进行基因交流，更不用说大型动物了。

现在的问题是，新物种的产生速度并没有因为旧物种的灭绝而加快，地球生物圈各种物质的平衡正在被打破，当它被损害到一定程度时，就会导致人类赖以生存的体系崩溃。因此，一些科学家和政治家（比如美国前副总统戈尔<sup>34</sup>）担心，人类本身能否逃过第六次物种大灭绝还尚未可知。

世界各地环境被破坏的程度和受全球气候变化影响的程度也不尽相同。欧洲受到的影响最小，该地区动植物生存的概率要大于世界其他地区，这与欧洲长期以来重视保护自然环境有很大关系。不过即便如此，在人类活动、污染和气候变暖的影响下，四分之一的鸟类和六分之一的植物也将在未来逐渐灭绝。在拉丁美洲、亚洲和非洲，由于人类的破坏和干旱，动植物受气候变暖影响最大。三分之一的高等动植物将在未来出现生存危机。

要想让我们的地球、生态环境包括我们人类免遭灭顶之灾，一个重要的原则就是所有人都必须明白人类需要过一种环保而非（物质上）奢靡的生活，因为只有这样，人类才能减少在生态系统上留下的印记，减少对自然资源的依赖。要做到这一点，人类的各种活动就要有长远的考虑，比如修建水坝时，不仅仅要考虑是否能发电挣钱，还要考虑几十、几百乃至几千年后，它是否会给环境造成不可逆的破坏。在这些方面，欧洲和日本做得比同为发达国家的美国要好很多。相对来讲，欧洲人和日本人过着一种朴素而节制的生活。日本的人均GDP高达5万多美元，是中国的10倍左右，但是大部分日本人的住房都非常狭小，一般三四口之家的住房面积不会超过40平方米。作为拥有国土面积70%广阔森林的国家，他们只要砍掉5%的森林就可以让国民的住房面积扩大一倍，但是他们没有这么做。因此，虽然日本的人口密度是中国的两倍多，但是他们的自然环境保护得非常好。在西欧和北欧诸国，情况类似。去西欧和北欧旅游过的人会发现，他们四

34

作为一个关注环保问题的政治家，戈尔主持拍摄了大型纪录片《难以忽视的真相》。在片中，他站在非政治的立场上，从保护环境的角度出发，向世界展示了大量有关全球气候变暖给人类带来的巨大危害。该影片于2006年5月24日美国国殇日（Memorial Day）的周末在美国纽约市和洛杉矶上映，不仅创下了该周所有电影的最高票房，也创下了有史以来纪录片的票房新纪录。

星级和五星级的酒店，比中国和美国的都要简朴得多，如果去这些国家的家庭里看看，他们房间的装饰和家具大多都很简单。

朴素而自然的生活方式，并不意味着贫困。相反，日本和西北欧国家都是出了名的高福利国家，无论是像法国那样通过革命，还是像德国那样被从独裁者统治下解放，或者是北欧走的所谓第三条道路（既非资本主义又非社会主义的民主社会主义），他们的制度保证了国内的政治和社会稳定，公众广泛参与政治生活。尤其是北欧，国民普遍生活幸福。2012年4月，一份联合国与美国哥伦比亚大学共同发布的《全球幸福报告》出炉，报告提出了一套“国家幸福指数”作为测评全世界各国国民幸福程度的指标，其中包括稳定的经济收入、良好的人际关系、高就业率和高质量的工作、相互信任和尊敬的社会生活、身心健康、供养家庭、良好的教育等。报告显示，世界上最幸福的国家大多在北欧，前三位分别是丹麦、芬兰和挪威，排第七的是瑞典。

为什么北欧人普遍感觉幸福呢？除了社会发达进步，国民人均收入较高以外，这与他们相对超脱的幸福观有关。北欧人（和大部分西欧人）在生活方式上对物质的欲望相对较低，而对生活的方便性、社会的平等性，以及人们之间的关系更加看重。

北欧和西欧国家有着完善的社会保障体制，保障范围包括教育、医疗保险、养老、失业救济、职业事故保险等多方面，覆盖了从摇篮到坟墓的人生各个时期，这些福利是每一个公民的基本权利。

由于对物质的追求不像亚洲国家那么强烈，因此这些国家的工业化进程速度适中，能够兼顾发展和环境之间的关系。西欧和北欧各国公众对环境问题十分关注，有强烈的环保意识。丹麦和挪威是世界上最早成立环境部的国家，并且在中小学实行环境教育。在发展和环保的关系上，这些国家基本上是采取环保优先的政策。它们非常注意限制工厂的地区分布，以便将工业化对环境的负面影响降至最小。在整个北欧，消费产品都根据环保标准贴上了标签，不环保的行为被看成是可耻的。

北欧国家是世界上最早提出“可持续发展”理念的，并且把这一理念推向联合国。今天，可持续发展理念已经成为全球发展政策中占主导地位的原则。

#### 第四节 科技的力量

人类不可能无限制地向自然界索取，因此提高科技水平，同时减少对环境的影响是唯一的出路。人类因为文明过程，尤其是工业化的过程，破坏了我们赖以生存的环境，但是恢复我们的生存环境，并非要退回到刀耕火种的年代，而是要靠科技进步。让我们不妨看看科技进步给环境带来的好处。在许多人的想象中，农业是一个低附加值粗放型的产业，要高产就要有大量的耕地、充足的水分和肥料。为了增加耕地面积，就要破坏森林草原；为了灌溉，就要透支水资源；为了有充足的肥料，就要使用化肥，其结果就是环境被破坏，发展不可持续。但是，很少有人考虑如何利用科技在不增加耕地面积，仅仅使用有限的水资源，同时不滥用化肥的前提下大幅度提高农业产量。

2005年 Google 一些好事者学着以色列人的做法，在总部门前开辟了很小的一片蔬菜种植园，试图重现以色列人在过去几十年里在农业上取得的成就。几年试验下来，证明以色列人的做法是可以复制的。那么以色列人是怎么做的呢？我们还得先看看以色列人的生存环境。

1990年我去中国西部出差，参观一些治理沙漠的项目。当地人告诉我这样一件事，他们听说以色列人能在干旱的土地上实现农业高产，就请了一些以色列的专家来指导农业。这些以色列人到了中国的大西北



图 24.12 Google 员工学习以色列的滴灌技术种植的蔬菜瓜果

考察了自然条件之后说，你们这里哪儿叫缺水，水比我们以色列多多了。以色列的自然环境实在是太差，绝大部分土地为沙漠，可耕地面积不到五分之一，而且土地之贫瘠世所罕见，更要命的是水资源严重匮乏。在以色列境内只有一条约旦河（还要和阿拉伯人共享水源），以及一个小得微不足道的淡水湖。以色列降雨极少，年降水量约 200 毫米，占土地面积一大半的南部内盖夫沙漠，年降雨量仅有 25—50 毫米。这么少的降雨量是什么概念呢？对比一下我们常说的缺水的大西北就知道了。兰州年降雨量达 325 毫米，西宁 380 毫米，乌鲁木齐 200—800 毫米不等，都比以色列多很多。

35

<http://www.cnagri.com/mucaixw/aigeshidian/20130308/220677.html>

然而，就是在这样一块生存条件恶劣之地，以色列人创造了令人咂舌的奇迹，许多农产品的单产量领先于世界先进水平。他们的奶牛单产奶量居世界第一，平均每头产奶 10500 公斤，鸡年均产蛋 280 个，棉花单产居世界之首，亩产近千斤（中国为 228 斤）<sup>35</sup>，柑桔亩产多达 3 吨（中国为 0.5 吨），西红柿亩产 20 吨<sup>36</sup>。由于单产高，以色列居然是个农产品出口大国，有“欧洲的厨房”之称，每年向欧洲出口大量的蔬菜和水果。不仅如此，这个干旱的沙漠国家还成为仅次于荷兰的世界第二大花卉供应国。2007 年，以色列农业总产值为 55 亿美元，其中，农业出口占了 40%，达 21.72 亿美元，也就是说，以色列平均一个国民贡献了世界上 1.7 个人的食物。而以色列取得这样的成就，不是靠破坏生态环境，竭泽而渔，因为它也没有可破坏的环境了，其根本原因是靠科技兴农。

36

<http://www.ishitech.co.il/0112ar8.htm>

以色列曾经和中国一样，使用了很多的普通农用化学品。后来他们意识到这对人的危害，开始研发生物杀虫技术，培育出既能消灭某种害虫而又不会对作物本身造成损害的生物天敌。比如针对吃草莓的害虫，他们用一种蜘蛛吃这种害虫，或者利用马蜂消灭橙子的害虫。再比如以色列一家公司还研制出了可以产生紫外线阻止昆虫的聚乙烯薄膜。

以色列严重缺水，为了最大限度地节省和利用水资源，以色列人发明了滴灌技术，装有滴头的管线直接将水和肥料送达植物的根系，大大节约了水和肥料。所有灌溉方式都采用计算机进行自动化控制，灌溉系统中有传感器，它可通过检测植物的茎果的直径变化和地下的湿度，来决定对植物的



灌溉量，这样可以节省人力和水资源。雨水在以色列是宝贵的自然资源，为收集有限的雨水，他们在麦田里装了一套系统，可在降雨时收集雨水。由于缺少肥沃的土壤，以色列人并没有大量



图 24.13 以色列将荒漠改造成的良田和牧场

施用化肥，而是开发出一种新“土壤”，这种“土壤”是在 1000 度高温下烧成的，具有良好的通风和保湿功能，可以高密度种植农作物。自二战后立国以来，以色列的农业生产增长了 10 多倍，而每亩地的用水量仍保持不变。靠着农业高科技，以色列给传统的农业带来了质的革命，二战前是一片荒漠的内盖夫地区（以色列所在地），现在已经出现大片的绿洲了。

人类的发展应该减少对自然资源，尤其是不可再生自然资源的依赖。同样的国民生产总值，可以是以大量使用自然资源为代价的，也可以是不依赖于自然资源的。

从下表（数据来源：世界银行）<sup>37</sup>中可以看出，在世界主要工业国中，欧洲国家和日本的单位 GDP 对能源的依赖最少。如果世界上的主要工业国的单位能耗 GDP 都能够达到欧洲和日本的水平，今天世界上就不会有能源短缺的问题了。

表 24.5

世界主要工业国 单位能耗 GDP 国家	每公斤燃油产生的 GDP (美元：按照购买力计算)
美国	6.8
中国	4.1
日本	9.4
德国	10.4
法国	9.1

37

<http://data.worldbank.org/indicator/EG.GDP.PUSE.KO.PP>

续表

世界主要工业国 单位能耗 GDP 国家	每公斤燃油产生的 GDP (美元:按照购买力计算)
英国	11.9
意大利	11.8
加拿大	5.7
俄罗斯	4.4
西班牙	11.8
印度	6.6
巴西	8.5
墨西哥	10.4

2013 年底,美国宣布今后不再生产和销售瓦数超过 40 瓦的白炽灯,因为 LED 的灯泡可以节省 80%—85% 的能源。顺带提一句,2014 年,诺贝尔奖委员会将物理学奖颁发给三名日本科学家和工程师(赤崎勇、天野浩和中村修二),以表彰他们在 LED 实用化上做出的贡献。在汽车行业,特斯拉的 S 型电动车,其体积和性能都和以内燃机为动力的保时捷 Panamera 房车相当,但是能耗却只有后者的四分之一到三分之一。这些产品使用的技术都已经非常成熟,而一些正在研究的高科技则将对节能起到关键性作用。很多科学家也试图将自己的理论研究转变为改善世界环境的新技术,斯坦福大学有两位知名的华裔教授所做的工作就代表了这种趋势。材料学教授崔屹利用纳米技术设计的电池,可以将现有电池的容量增加几十倍,这项技术最终应该能够商品化,那样就不仅可以解决电动汽车和各种电器的电池问题,而且可以让电能的存储成为可能。今天所有的发电厂(尤其是水电站)都在为非用电高峰期剩余的电量发愁,而电池的容量相比之下小得无法有效存储电能,如果能够将夜间用电低谷剩余的电能储存起来,供给白天高峰期使用,那么发电量就可以大幅度减少。

另一个美籍华人科学家张首晟教授的研究意义更加重大,他是世界上最知名的研究拓扑绝缘体的物理学家。这项研究一旦成功,将引发整个半导体工业的革命。2014 年 11 月 3 日,美国富兰克林奖委员会决定将本年度富兰克林物理奖授予张首晟,奖励他在拓扑绝缘体研究领域的开创性贡献<sup>38</sup>。

## 38

富兰克林奖章  
(Franklin Medal)

于 1914 年由塞缪尔·英萨尔设立,是美国富兰克林学会的最高荣誉奖,以本杰明·富兰克林的姓氏命名。富兰克林不仅是美国的建国者之一,也是一位在国际上享有盛誉的物理学家,是电气研究的先驱。

富兰克林奖章是一枚金质奖章,每年颁发一次,授予物理学及技术领域中作出卓越贡献的人士,获奖者国籍不限。从设立以来,有许多科学巨匠曾荣获此奖,其中包括家喻户晓的爱因斯坦、居里夫人、爱迪生等。

大家可能要问，什么是“拓扑绝缘体”呢？简单地说，就是这种物质内部是绝缘体，但是表面却是导体甚至超导体。据张首晟教授介绍，今天的半导体工业很大程度上得益于五六十年前理论物理学，尤其是量子力学的一些重大发现。后来半导体行业遵循摩尔定律，芯片集成度越做越高，但是散热问题却无法解决，因为大部分电子的移动是随机的，这些运动最终都变成了热能，而非用于计算。今天的半导体行业，虽然依然遵循摩尔定律在提高速度和容量，但是在 IT 行业里，半导体行业就如同汽车工业在工业行业一样，成为了传统行业，很难有质的突破。张首晟教授指出，拓扑绝缘体可以将计算机芯片的功耗降低几个数量级，将信息产业带到一个更高的层次，而最乐观的估计是，这种革命在未来的 10 年左右时间就会发生。今天，各大数据中心一方面为社会提供了云计算，另一方面它们也是世界上耗电最多的“工厂”。2011 年，Google 的数据中心耗电量达 26 万千瓦<sup>39</sup>（今天可能更多），大约相当于大亚湾核电站装机容量的七分之一。而世界上其他数据中心更加耗电，同等计算能力的耗电量是 Google 的两倍<sup>40</sup>。如果计算机能采用拓扑绝缘体的芯片，耗电量可以降低一到两个数量级，甚至更多，到那时一台网络服务器的耗电量可能只有几瓦，而不是今天的几百瓦。

再回顾一下我们在第二册讲到的核能和未来可能的核聚变，这些都是利用高科技，兼顾发展经济和保护环境的方法。除了解决能源问题，节省其他资源也需要依靠科技的力量。我们还能给出很多例子，说明科技的力量、文明意识才是真正扭转今天人类面临的环境、人口和发展等诸多问题的解决之道。

在人类的文明进程中，我们需要的是真正的体制优化、社会公平和技术进步，而不是拆了盖、盖了又拆的短



图 24.14 华裔物理学家张首晟（中）因量子霍尔效应和拓扑绝缘体的研究而获得狄拉克奖<sup>41</sup>

39

[http://www.nytimes.com/2011/09/09/technology/google-details-and-defends-its-use-of-electricity.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2011/09/09/technology/google-details-and-defends-its-use-of-electricity.html?_r=0)

40

<http://www.google.com/green/bigpicture/>

41

狄拉克奖设立于 1985 年，以纪念诺贝尔物理学奖获得者、英国理论物理学家保罗·狄拉克，每年 8 月 8 日狄拉克诞辰日公布获奖者名单，是国际理论物理学领域最高奖，仅授予尚未获得诺贝尔奖的杰出物理学家。

期GDP。那些今天盖明天拆的工程，在世界的文明史上不会留下任何印记。世界需要的是像崔屹和张首晟这样的“文明之星”，他们的工作是我们人类文明进步的根本。所幸的是，今天不仅是科学家们，全世界很多人都在关心环境问题，并且以自己的方式在为改善环境和保护地球尽一份力量。

## 结束语

写到这里，我对《增长的极限》一书的想法应该已经讲得比较清楚了。它所说的问题确实都存在，但是因为有了科技，有了文明和进步，人类还是有希望、有未来的。长远来看，人类还处于婴儿期，相信随着时间的推移，人类会长大，变得成熟，有能力解决自身的各种问题。我们至少已经看到，在过去的60多年里，人类通过合作避免了诸多的战争，人类开始习惯于通过外交谈判的手段解决矛盾和纠纷。在处理与自然的关系上，越来越多的人开始懂得了环境的重要性。这些都是积极和进步的力量，这些力量最终将战胜人类贪婪的另一面，引导我们这个星球上的文明向前发展。

### 附录一 有关中国历代人口变化的说明

1. 由于中国历代版图变化很大，因此数据不可能完全可比。如果人口数据只是相差3%—5%，这样的对比意义不大，但是中国主要的王朝一直处于人口集中的中原地区，而人口的变化常常是几倍，因此前后的对比还是有参考意义的。另外，有些朝代只统计户数，有些只统计男性人口，因此总人口是专家们推算出来的。
2. 根据《汉书》记载：汉平帝元始二年（公元2年），有12,23,3062户，59,594,978人。
3. 根据《后汉书》记载：汉世祖光武帝建武中元二年（57年），有4,279,634户，21,007,820人。
4. 根据《通典·食货》记载：魏元帝曹奂景元四年（公元263年）灭蜀之后，魏国人口为5,372,881。当然千位数以后的数字在统计上没有什么意义。
5. 根据《通典·食货》记载：蜀汉后主刘禅炎兴元年（公元263年），蜀国人口940,000人。带甲将士102,000，吏40,000人，总计1,082,000人。
6. 根据《三国志·吴志》记载：吴后主孙皓天纪四年（公元280年），吴国2,300,000人。此外，

- 带甲将士 230,000, 吏 32,000 人, 总计 2,567,000 人。
7. 隋炀帝大业五年(公元 609 年): 8,907,546 户, 46,019,956 人。
  8. 《通典·食货七》记载:“大业所有八百余万户, 末年离乱, 至武德有二百余万户。”
  9. 《旧唐书·地理志》和《新唐书·地理志》记载:唐玄宗天宝十四年(755 年) 8,914,709 户, 52,919,309 人。
  10. 葛剑雄在《中国人口发展史》中认为, 唐朝天宝年间人口数量在 7500—8000 万之间, 当时朝臣和史学家杜佑也估计盛唐时有 1300 万—1400 万户左右, 人口数在 7500 万到 8000 万之间。
  11. 安史之乱之后肃宗时期统计不全, 因此以“安史之乱”完全平定后稳定的中唐时期做对比。《旧唐书》唐宪宗元和十五年(820 年), 有 2,375,400 户, 15,760,000 人。
  12. 据《宋会要·食货》记载:宋徽宗大观三年(1109 年)有 20,882,438 户, 男口 46,734,784 人(宋朝不统计妇女), 估计人口接近一亿; 到了宋徽宗宣和年间(1119 年—1125 年)估计有 22,000,000 户, 人口有 118,800,000, 这还不包括辽和西夏的人口(估计分别超过 1000 万人和 300 万人)。
  13. 这是靖康之变后, 经历了 30 年恢复后的数据, 在靖康之变后, 人口应该比这个数据少很多, 据《宋会要·食货》, 当时有 11,364,377 户, 男口 24,202,301 人。
  14. 据《金史·食货志》记载:金章宗泰和七年(1207 年)时, 金有八百八十二万七千六十五户, 宋、金、西夏、大理四国实际人口总数估计达到一亿四千万人。据《文献统考·户口》记载:南宋 1223 年, 有 12,670,801 户, 男口 28,320,085 人, 因此历史学家估计加上西夏和大理的人口, 中国当时的人口应该在 1.4 亿。
  15. 《元史 卷五八志第十地理一》记载:“十三年, 平宋, 全有版图。二十七年, 又籍之, 得户一千一百八十四万八百有奇。于是南北之户总书于策者, 一千三百一十九万六千二百有六, 口五千八百八十三万四千七百一十有一。”
  16. 在蒙元战争中, 人口减少最多的是北方金国地区和西南四川地区。元军占领四川受降后, 在 1280 年的户口调查仅为 15.5 万余户, 77.5 万余人, 只有蒙古入侵(1231 年)川陕四路前的 2.38%。元军占领四川受降后, 在 1280 年的户口调查仅为 15.5 万余户, 77.5 万余人, 只有蒙古入侵(1231 年)川陕四路前的 2.38%。
  17. 现代学者赵文林、谢淑君认为 1351 年为元代的实际人口峰值, 实际人口有大约 87,587,000 人, 而现代学者王育民认为大约有 123,590,000 人。
  18. 明太祖洪武十四年(1381 年) 10,654,362 户, 59,873,305 人
  19. 曹树基《中国人口史》(第四卷)认为明末万历年间, 人口为 152,470,000, 这是几个权威估计中最低的一个, 最高的估计接近两亿。
  20. 康熙二十四年(1685 年): 101,710,000。

## 附录二 有关韦伯太空望远镜有趣的统计数据

1. 有网球场般大小。
2. 反射面使用的是镀金膜，薄膜的厚度只有 0.0001 毫米，整个反射面只用了不到 50 克的黄金。
3. 能看清楚 40 公里以外的一个一分钱硬币。
4. 离地球的距离是月亮到地球距离的 4 倍。
5. 分辨率是哈勃望远镜的 7 倍。
6. 能找到太阳系以外的水。
7. 能看到宇宙中第一束光。
8. 面向太阳的一面(太阳能板)温度高达 85 度(摄氏)，背向太阳的一面(望远镜的反射面)温度只有 -233 度(摄氏)。

## 参考文献

1. R M Harrison. 污染 (*Pollution Causes, Effects and Control*). Royal Society, 2001.
2. 德内拉·梅多斯, 乔根·兰德斯, 丹尼斯·梅多斯. 增长的极限. 李涛, 王智勇, 译. 电子工业出版社, 2013.
3. 中国历代人口略统计表. 中华文化网. [http://www.chinaculture.org/gb/cn\\_zggk/2004-06/28/content\\_56014.htm](http://www.chinaculture.org/gb/cn_zggk/2004-06/28/content_56014.htm)
4. 亚洲鲤鱼概述. <http://www.nps.gov/miss/naturescience/ascarcover.htm>
5. 郭正堂, 侯甬坚. 黄土高原全新世以来自然环境变化概况. 气象出版社, 2010.
6. 葛剑雄. 中国人口发展史. 福建人民出版社, 1997.
7. 曹树基. 中国人口史: 第四卷《明时期》. 复旦大学出版社, 2000.
8. 费正清. 剑桥中国史. 杨品泉, 译. 中国社会科学出版社, 2012.
9. 班固. 汉书.
10. 范晔. 后汉书.
11. 杜佑. 通典.
12. 陈寿. 三国志.
13. 刘昫. 旧唐书.
14. 脱脱, 宋史.
15. Michelle L Bell, Devra L Davis, Tony Fletcher. *A Retrospective Assessment of Mortality from the London Smog Episode of 1952: The Role of Influenza and Pollution*. *Environ Health Perspect* 112 (1): 6-8PMC 1241789, PMID 14698923, 2004.
16. S. C. Zhang. *Quantum fluctuations of the superconducting cosmic string*. *Physics. Review. Letter.* 59, 2111 (1987).

# 索引

1812 序曲 33, 40

## A

Adobe 198  
ARPA (高等研究计划署) 221~224,  
230, 261, 262  
ARPANET 221~224, 230, 261, 262  
AT&T 113, 193, 228~230, 233, 243  
ATLAS 实验 275, 273~276  
A 大调军队波兰舞曲 25  
阿里巴巴 232, 238, 239, 244, 247, 263  
阿莫迪欧·阿伏伽德罗 267  
阿诺·彭齐亚斯 280, 281  
阿瑟·鲁宾斯坦 20  
阿瑟·洛克 184, 185, 192, 196, 197  
阿维尼翁的少女 70, 71, 83, 86  
埃克特 104~106, 108, 110~112, 136  
安德斯 286, 309  
安迪·比尔定律 122~124  
安迪·格罗夫 123, 184  
安迪·鲁宾 255, 256  
安第斯·麦迪森 302  
安东·鲁宾斯坦 31  
安格尔 48~51, 54, 68, 69, 83  
安魂曲 28  
安托万 - 洛朗·拉瓦锡 268  
安卓 (Android) 125, 128, 129, 130, 131,  
136, 203, 239, 241, 242, 244, 247, 249,

255~258, 260, 262

## B

八卦 96, 97  
八叛徒 114, 136, 193, 195, 197, 218  
巴贝奇 94, 95, 101, 108  
巴尔扎克 27, 56  
巴赫 1, 3~8, 10, 12, 15, 19, 21, 23, 37, 38  
巴拉基列夫 29, 30  
巴洛克 1~3, 29, 36  
巴洛克时期 1~3, 29  
白矮星 282  
柏辽兹 14, 17  
保罗·格雷厄姆 206  
鲍罗丁 30  
BBN 公司 222, 223  
贝多芬 1, 5, 7~24, 31, 36, 37, 39, 41, 42,  
50, 72, 159  
贝拉 76  
比尔·盖茨 119, 121~123, 125  
彼得·麦克斯 41, 60, 79~81, 86  
彼得·希格斯 265, 271, 272  
毕加索 49, 66~74, 77, 79, 81~83, 85, 86  
毕沙罗 58, 64  
波恩 11, 12, 15, 16  
伯恩斯坦 21, 22, 36, 39  
伯纳斯 - 李 228  
勃兰登堡门 21, 22

勃兰登堡协奏曲 4, 7, 38  
 布尔 95, 96, 98~101, 108, 135  
 布尔代数 95, 98~101, 135  
 布朗运动 267, 268  
 布林 134, 238~240  
 布鲁克纳 21

## C

CMS 273~276  
 CYCLADES 223, 262  
 蔡夸克 270, 271  
 查菲 227  
 差分机 94, 95  
 柴可夫斯基 1, 9, 17, 31~35, 40  
 长期资本管理公司 146, 180  
 超新星 280, 282, 285  
 车尔尼 19, 30  
 CMS 实验 273, 276  
 崔屹 320, 322

## D

Dropbox 204~206, 211  
 DSL(数字用户线) 227  
 达·芬奇 5, 6, 60, 83~85  
 达利 49, 74, 83~85  
 达维特 8, 41~53, 57, 82, 83  
 大爆炸 265, 271, 276~280, 283  
 大仲马 27  
 丹尼尔·德鲁 86, 160~163  
 德彪西 66  
 德加 59  
 德拉克罗瓦 25, 27, 50, 51, 54~57, 83, 86  
 德谟克利特 266  
 德沃夏克 29  
 邓肯 66

第二次独立战争 157  
 第五钢琴(皇帝)协奏曲 17~19, 39  
 丁肇中 226, 270, 271  
 东方网景 229, 230, 232  
 董希文 50  
 多普勒效应 284

## E

eBay 118, 176, 186, 238, 203, 205, 238,  
 239, 206  
 恶臭事件 293  
 恩里克·费米 273  
 二进制 95~100, 135

## F

Facebook 202~206, 214~216, 219, 239,  
 242, 244~251, 253, 254, 260~262  
 F大调小提琴浪漫曲 20  
 范德比尔特 159~164, 168, 170  
 梵高 61, 63~65, 70, 81, 83~85  
 方济各(圣弗朗西斯科) 188  
 菲斯克 159, 161~167, 170, 176  
 费罗 229~233, 239  
 冯·诺伊曼 100, 104~109, 111, 114, 135,  
 136  
 冯·诺伊曼系统结构 100, 106, 108, 135  
 佛洛伦萨 6  
 孵化器 197, 205, 206  
 弗朗索瓦·恩格勒特 265, 272, 273, 276,  
 281  
 富尔特文格勒 13, 14, 20~22, 39

## G

Google 125, 127~134, 136, 197, 201~205,



209, 212, 214~216, 219, 231, 233,  
238~244, 246~251, 253~257, 259,  
260, 262, 263, 206, 317, 321

G 大调小提琴浪漫曲 20

盖尔波瓦咖啡馆 58

高更 64, 264, 286

告别华尔兹 28

戈登 103, 117, 184, 193, 183

戈登·摩尔 103, 117, 193

格尔尼卡 72, 73, 83

格兰特 165~167

格雷欣法则 159

格列柯 69, 79, 84

格林卡 29

格罗夫 103, 123, 184, 185, 194, 195

古典音乐 1, 2, 5, 8, 14, 36

古典主义音乐 8, 11~13, 17, 19, 23, 29, 31,  
36, 41~43, 45, 46, 48~54, 56, 57, 63,  
68, 69, 72, 73, 82~84

古尔德 159, 161~167, 170, 176

股票 143, 146, 149~152, 154~158,  
160~165, 167, 170, 171, 173~175, 182,  
183, 214, 231, 232, 238, 240, 244

## H

哈勃 284, 309, 311, 324

哈勃定律 284

哈勃太空望远镜 309

汉密尔顿 155, 156

海顿 8, 9, 12, 13, 17, 19, 23, 37

荷拉斯兄弟的誓言 43, 83

黑矮星 282

黑风暴 298~300

亨德尔 3, 37

亨特兄弟 176, 177

红巨星 282

红杉资本 186, 197, 201, 213, 218, 231

红移 280, 284, 285

华尔街 120, 138, 146, 147, 149, 150,  
152, 153, 155~161, 163, 164, 166, 167,  
169~175, 178~181, 183, 184, 196, 201,  
206, 242, 251

画室 47, 53, 54, 57, 60, 83

欢乐颂(自由颂) 18, 21, 22

幻想交响曲 17

皇帝协奏曲 18

惠普 116, 186, 190, 192, 196, 197, 200,  
210

惠子 265, 266, 270

霍金辐射 286

霍洛维茨 20, 26, 29, 39

## I

IBM-PC 119~121, 124, 136

Intuit 197, 198

iPad 129, 136, 211, 257

iPhone 120, 127~129, 136, 211, 219, 255,  
257, 262

iPod 211

## J

基因泰克 216, 218, 219

集成电路 114, 115, 117, 119, 136, 184, 185,  
192, 193, 199, 204

加州大学伯克利分校 186, 190, 191

甲骨文 73, 74, 159, 197~199, 205, 212,  
213, 219

煎饼磨坊的舞会 62, 63, 83

降A大调英雄波兰舞曲 25

杰夫·贝佐斯 235~238

杰弗逊 155, 156, 168  
 晶体管 113~115, 119, 136, 192, 193  
 旧金山 186~192, 194~196, 202, 204,  
 208, 218, 219, 235  
 旧金山湾区 186, 187, 190~195, 204, 218,  
 235  
 居伊 30

## K

开尔文(绝对温度) 280, 281, 309~311  
 开国大典 50  
 凯鹏华盈 193, 194, 197, 201, 218  
 康柏 197, 233  
 康拉德·楚泽 100~103, 108, 135  
 康塔塔 6, 8  
 克拉拉·舒曼 8, 9, 14, 23, 24  
 克莱纳 193, 197  
 库尔贝 57, 83, 84  
 夸克 269~271, 274, 277, 287  
 夸克模型 270, 271

## L

Linkedin 186  
 莱布尼兹 94, 96~98, 108  
 浪漫主义 7, 13, 22~24, 28, 29, 36, 41,  
 50~54, 56, 57, 68, 82, 83  
 老吉他手 70  
 雷诺阿 58, 61, 62, 83, 84  
 里姆斯基-科萨科夫 30  
 李斯特 23~26  
 李文森 216  
 利兰德·斯坦福 190  
 临界宇宙 283  
 刘春华 50  
 芦苇、彩虹和打伞的人 81

鲁宾斯坦 20, 29, 31, 33, 39, 40  
 伦敦交响曲 9  
 伦敦烟雾事件 294, 295  
 罗伯特·布朗 267  
 罗伯特·默顿 146, 165  
 罗伯特·诺伊斯 114, 184  
 罗伯特·威尔逊 280, 281  
 罗马俱乐部 288  
 罗曼·罗兰 3, 11, 13, 15, 19, 21, 40, 57  
 罗斯福 168, 169, 174, 175, 298, 299  
 罗斯福植树大军 298, 299  
 洛可可 42, 43, 46, 57  
 吕贝克 4

## M

马拉之死 45, 83  
 马勒 9  
 马奈 58, 59, 61, 83, 84  
 马斯克 205, 206  
 迈克尔·莫里茨 213  
 麦金托什 121, 122, 136  
 毛主席去安源 50  
 梅杜莎之筏 52~54, 83  
 梅克夫人 33~35  
 美国证监会 173, 174  
 美联储 172, 180, 183  
 门德尔松 7~9, 23  
 门捷列夫 268  
 米开朗基罗 5, 6, 17, 41, 47, 52, 67, 84  
 米勒 57, 83, 84  
 民族主义音乐 29  
 命运交响曲 16  
 摩尔 103, 117, 120~125, 131, 133, 185,  
 193~195, 218, 228, 321  
 摩尔定律 103, 117, 120~125, 131, 133, 321  
 莫奈 58~62, 83~85

莫奇利 104~106, 108, 110~112, 136  
 莫扎特 5, 7~14, 19, 23, 24, 28, 37, 39, 42,  
 77  
 穆索尔斯基 29, 30, 40

## N

NEA 186  
 Novell 199  
 NPL 223, 262  
 NSFNET 224, 225, 230, 262  
 拿破仑 13, 18, 19, 22, 25, 33, 44, 46~51,  
 53, 54, 56, 58, 77, 83, 158  
 拿破仑的加冕礼 44, 46, 47, 50, 83  
 拿破仑越过阿尔卑斯山 46, 50  
 南海公司 143~145  
 尼古拉·鲁宾斯坦 31, 33  
 尼克伯克信托投资公司 170, 171  
 诺伊斯 114, 136, 184, 185, 193~195, 200,  
 213, 218

## O

欧内斯特·卢瑟福 268~270, 275  
 欧文·斯通 65

## P

帕格尼尼 23, 24  
 帕斯卡 93~96, 108, 135  
 庞氏骗局 139, 143, 307  
 庞氏游戏 138~140, 170, 178, 180, 181  
 泡沫法案 144  
 佩奇 238~240, 248  
 皮克斯(Pixar) 186  
 平板电脑 129~131, 136, 204, 247, 255,  
 257~261

平塔德 153  
 苹果 118~122, 124, 125, 127~130, 136, 186,  
 196, 197, 200, 203, 204, 207, 209, 211,  
 212, 215, 219, 247, 255, 256, 257, 258,  
 260, 262  
 珀金斯 197  
 普罗科菲耶夫 36

## Q

期权 141, 150~152, 164~166, 182  
 钱伯斯 213  
 乔治·桑 26~28, 40  
 泉 48, 49, 83

## R

热情奏鸣曲 15, 16, 20

## S

SLAC (美国斯坦福大学线性加速器实验  
 室) 226  
 Snapchat 204  
 Snapshot 211  
 Space X 205  
 Synopsis 198  
 塞尚 58, 61, 71  
 赛门铁克 197, 198  
 瑟夫 35, 173, 224, 228, 229  
 沙丘路 150, 218  
 生物圈二号 312, 313  
 圣彼得堡 22, 30~32  
 圣荷西 187, 188, 191, 218,  
 施乐 121, 136  
 施密特 255, 256, 285  
 拾穗者 57, 83

史蒂夫·乔布斯 118, 120~122, 127, 129,  
136, 211, 219, 233, 243, 257

受难曲 5

舒伯特 8, 9, 17, 19, 23

水俣病 296, 297

思科 151, 197, 199, 200, 202, 203, 205,  
213, 215, 216, 219, 262

斯美塔那 29

斯坦恩 20, 39

斯坦福大学 87, 165, 190~193, 207, 209,  
218, 222, 227~231, 269, 320

斯坦福夫妇 190, 192

斯坦福工业园 193, 218

斯特拉文斯基 8

斯特文森 153

搜狐 232

## T

Twitter 186, 206, 251

太平洋铁路法案 190

特蕾莎·伯仑施维克 9, 14, 15, 16

特曼 30, 192, 193, 195, 210

特斯拉 205, 215, 320

腾讯 204, 232, 239, 242, 244, 246, 247,  
249, 251, 261

天鹅湖 32, 33

田园交响曲(第六交响曲) 17

通用电气 192

图画展览会 30, 40

图灵 90, 91, 100~106, 108, 109, 133~135

图灵测试 133, 134

图灵机 90, 91, 100~106, 108, 135

图灵奖 213

托斯卡尼尼 20~22

## U

UNIVAC 110, 111, 136

## V

Verizon 230

## W

WhatsApp 204, 211, 249

Windows 122~124, 130, 136, 258

瓦格纳 23, 77

瓦伦丁 197, 199, 200

万维网 228

万有引力 272, 279, 283, 310

王尔德 66

网球厅宣誓 44

网易 232

威尔第 23

威廉·德雷珀(三世) 197

韦伯太空望远镜 309, 311, 312, 324

维瓦尔第 3

维也纳 9, 12, 13, 16, 18~20, 23~25, 37, 39,  
40

未完成交响曲 17

沃兹尼亚克 118, 219

梧桐树协议 154

伍德罗·威尔逊 169

## X

西奥多·罗斯福(老罗斯福) 168, 169

西贝柳斯 29

希格斯玻色子 264, 265, 272~276, 286

希格斯场 264, 265, 272, 273

席里柯 51~54, 83

夏加尔 74~79, 81, 84, 86

仙童 114, 117, 136, 193~197, 199, 200, 213,  
218

仙童半导体公司 193, 218

仙童公司 114, 117, 136, 193~195, 197, 198,  
200, 201

现实主义 41, 56, 57, 59, 69, 75, 83, 84

香农 99~101, 213, 227

肖邦 5, 23~29, 39

肖克莱 113

肖克利 136, 192, 193, 195

肖克利晶体管公司 192, 193

肖斯塔科维奇 36

新阿姆斯特丹 152, 153

新古典主义 42, 43, 48

新浪 232, 251

星空 64, 65, 83

## Y

YouTube 203, 206, 241, 242, 251~253

雅虎 149~151, 200, 202, 219, 229~234,  
239~243, 246, 249, 250, 262

亚伦·伯尔 156

亚马逊 197, 203, 205, 235~239, 249, 250

岩间圣母 6

杨致远 229~233, 239

YC 创投 206

艺电游戏 197

印象·日出 59~61, 83

印象派 8, 41, 57~66, 69~71, 81, 83~85,  
264

英特尔 117, 119, 120, 122~125, 130, 136,  
193~197, 200, 202~204, 212, 218, 257,  
259, 263

英特尔公司 117, 119, 120, 122, 136,  
193~195, 200, 204, 212, 218, 257, 259,  
263

应用材料公司 186

郁金香泡沫 140, 142, 143, 145, 146

浴女 49

元素周期表 268

约翰·道尔顿 267, 268

约翰·多尔 197, 199, 200, 213

约翰·亨尼西 213

约翰·洛克菲勒 164, 169~171

约翰·梅里韦瑟 146

约瑟夫·肯尼迪 173

云计算 129, 130, 205, 215, 219, 237,  
242~257, 259, 262, 321

## Z

增长的极限 288, 301, 322, 324

扎克伯格 219

债券 143, 144, 155, 157, 161, 162, 166,  
178~180

张首晟 276, 320~322

致爱丽丝 16, 20

庄子 265, 266, 270

左拉 59