

# 科学思想的概念基础

——科学哲学导论（新校译本）

〔美〕M·W·瓦托夫斯基 著 范岱年 吴忠 金吾伦 林夏水 等译





科工委学院802 2 0006163 7

# 科学思想的概念基础

## ——科学哲学导论

(新校译本)

【美】M.W.瓦托夫斯基 著

范岱年 吴忠 等译  
金吾伦 林夏水



求实出版社

责任编辑：曲 炜

封面设计：岳 昕

*Marx W. Wartofsky*  
CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF  
SCIENTIFIC THOUGHT—AN  
INTRODUCTION TO THE PHILOSOPHY  
OF SCIENCE

据 The Macmillan Company, Collier-  
Macmillan Limited, London, 1969年版译

**科学思想的概念基础  
——科学哲学导论**

〔美〕M.W.瓦托夫斯基 著

范岱年 吴 忠 等译  
金吾伦 林夏水

求实出版社出版发行

新华书店经销

北下关印刷厂印刷

850×1108毫米 32开 24.375印张 590千字

1989年7月第2版 1989年7月第1次印刷

印数1—5000册

ISBN7-80033-051-6/B·7

定价：8.80元

# 目 录

---

译者前言〔1〕 中译本第二版说明〔4〕 原书序言  
〔5〕

---

## 导 言

---

### 第一章 科学与哲学：导言〔7〕

理解科学 概念和概念框架 哲学诸学科：形而上学、认识论、逻辑 科学中存在哲学问题吗？

---

## 第一部分 科学思想的起源

---

### 第二章 作为人类活动的科学〔32〕

科学概念的具体化 结构和功能：研究科学的各种方法 理论知识和实用知识 知识与生存  
理性的根基：习惯形成、智能和适应性行为  
知觉的结构：经验的整理 知觉、抽象和概念形成 概念抽象的优点

### 第三章 前科学的认识方式〔58〕

什么不是科学 神话诗的思想：拟人化和万物  
有灵论的解释 经验的概括：描述性规律

立法性规则、技术格言和规范性法律

#### 第四章 从常识到科学：出众的希腊人与批判的起源【84】

常识 从常识到概念批判 希腊科学和哲学的背景 理性思辨的产生和自然科学的起源 理由和形式：逻各斯 原子论：元素和化合物 唯理论和经验论：雅典哲学和科学的成长 柏拉图：形式世界 亚里士多德：形式、功能和物质 希腊科学与当代科学的连续性

---

## 第二部分 科学方法

---

#### 第五章 观察【129】

观察与经验科学 观察的显而易见 直接提供的东西：感性材料和认识 知觉的对象 观察陈述和分析-综合的区别 认识论理论和观察的标准 观察和指称 变化着的可观察物：理论框架和观察

#### 第六章 形式系统、模型和事实表达法【162】

科学、秩序和推理 表达、抽象和秩序 映射数据：不变性和秩序关系 理论和模型：形式系统及其解释 算术的形式化

#### 第七章 测量【204】

测量过程 种类、比较和分类 量值和量标度、比率和定标 测量的使用 精确性和检验 测量与发现

#### 第八章 假说和实验【241】

假说的意义 检验与证明：实验的框架 实验

的类型

## 第九章 归纳法和或然性【273】

归纳法：习惯、预期和有根据的信念 归纳概括、  
归纳推理和归纳证明 对归纳法的批判：科学推  
理的标准 消去归纳法：米尔准则和条件逻辑  
统计概括、或然性和相信的程度 机遇数学和  
概率演算

## 第十章 科学解释：定律和理论【320】

学习、理解和解释 定律 定律是怎样表述的  
解释的演绎模型 理论 理论模型的认识论和  
本体论地位

---

# 第三部分 科学中的一些基本概念

---

## 第十一章 因果性【387】

莱布尼茨、休谟和康德对因果性原理的探讨

## 第十二章 较新近的空间、时间和物质概念【421】

这里、现在、那里和那时 不同的时空观 事  
物、事件和过程 测不准性、不确定性和互补性

## 第十三章 有机体和机械：生物学中的还原和 解释【459】

生命和非生命：机械论、二元论和还原论 还原  
和解释 有机体和机械：结构和功能 生物学  
的生命观

## 第十四章 精神、社会和历史：人类科学中的某些基本 概念【493】

为什么是“人类科学”？ 思维、意识和行为：心理

学中的一些概念问题      心和身：二元论和一元论  
观点      机器和思维：机器能思维吗？      社会和  
历史

---

## 第四部分 尾 声

---

### 第十五章 科学、价值和人文主义的理解【535】

一个问题分成三个问题      科学的价值：“好”科学  
和“坏”科学      作为理性活动的科学      科学和人  
文主义的理解

---

## 附 录

---

### 附录A 一切都在下落：运动概念从亚里士多德 到伽利略的发展【553】

引言      对运动的原始经验      对运动的抽象：作  
为位置变化的运动概念      希腊哲学和科学中的早  
期运动观      亚里士多德的物理学：对“自然运动”  
和空间的分析      亚里士多德以后对运动和加速度的  
分析      各种批判和不同观点      中世纪的力  
学：计算者和默顿定理      落体运动      距离、速  
度和时间：伽利略的错误及其解决      运动的数学  
化：伽利略的《对话》及近代物理学的诞生      从运  
动的几何表达到代数表达      力、质量、加速度：  
导数

### 附录B 科学的成长：柏拉图和亚里士多德之后希腊 科学的某些发展【625】

宇宙模型：天文学和天体结构 亚里士多德学  
派：提奥弗拉斯特、斯特拉托和亚历山大里亚的科  
学

附录C 逻辑符号【637】

附录D 参考文献提示【642】

译名对照【743】

---



# 译者前言

---

科学哲学是当代哲学发展最快的一个分支，也是成果最显著的一个分支。我国哲学界现在对此也开始重视，已经有一些高等院校和研究生院准备开设这方面的课程。为了提供这方面的基本教材与参考资料，我们翻译了M. W. 瓦托夫斯基的这本名著《科学思想的概念基础——科学哲学导论》(伦敦，1969年)。

瓦托夫斯基是当代著名的哲学家，1928年生于美国。自60年代以来，他开始担任美国波士顿大学教授兼哲学系主任。他和著名哲学家R. S. 科恩合编的数十卷《波士顿科学哲学研究》文集收集了当代著名科学哲学家的大量重要论著，探讨了科学哲学中一系列重大问题，在国际哲学界有重大的影响。

作为一位自然科学与社会科学哲学家，瓦托夫斯基所涉及的研究领域有：知觉、美学与创造性艺术的哲学，18世纪的法国哲学，19世纪的德国哲学以及当代的科学哲学，他不仅精通费尔巴哈、黑格尔与马克思的著作，也熟悉亨普尔、波普尔、拉卡托斯等人的工作。他还研究政治与道德哲学、医学方法与伦理的哲学等。他学识渊博，说理透彻。所以，他的长期合作者R. S. 科恩称他为“一位哲学家的哲学家，但又是一位大众的哲学家。”他的主要著作，除了本书以外，还有论文集《模型——表象与科学的理解》(波士顿，1979年)等著作，都得到科学哲学界很高的评价。

瓦托夫斯基是一位科学的实在论者，他对马克思主义哲学表示好感，赞成唯物论和辩证法，坚持逻辑研究与历史研究的统一。

他反对逻辑实证论者的“取消形而上学”(即取消我们所说的哲学)的观点。他认为哲学是“表述和分析各种概念,对存在的原理及存在物的起源和结构进行批判性、系统性探究的事业”,是“对科学的概念和概念框架进行系统研究的事业”。“这种概念框架是科学理解的工具”,“理论性的理解只有在这种框架之中才成为可能”。科学的哲学就是“理解科学理解的事业”。他的这种哲学倾向,在本书中已有充分的反映。第一章“科学和哲学”就着重讨论了这个问题。

本书主要分三个部分。第一部分“科学思想的起源”主要探讨科学观。作者认为:科学是人类的认识活动。他论述了“从前科学的认识到常识再到科学”的发展过程,特别强调了概念的批判对形成科学的关键性作用。作者还论述了古希腊科学与当代科学的连续性(附录A、B对此作了补充),这些都是富有启发性的。

第二部分“科学方法”对“观察”、“形式系统与模型”、“测量”、“假说与实验”、“归纳与演绎”、“定律与理论”作了细致的探讨。本书的特点是对这些科学方法都从最根本的概念谈起,深入浅出,论证严密。与我们常见的教条式哲学著作有很大区别。

第三部分探讨了“因果性”、“时空与物质”、“生命”、“思维、社会与历史”等基本范畴。对因果关系他比较详细地介绍了七种不同的理解。在时空观、物质观方面,他对古希腊的概念、牛顿的概念与现代科学的概念作了十分清晰的介绍与对照。关于生命与思维的问题,他着重探讨了机械论、还原论与整体论的对立。第四部分“尾声”简要地论述了伦理观念、价值标准与科学的关系。这两部分对于我们研究辩证唯物主义的基本范畴也极有参考价值。

由于这部著作是一本导论性质的书籍,所涉及的问题十分广泛,其中有些问题探讨得还不够深入。又加之本书初版于1968年,

因而不可能反映近十多年来科学哲学的进展。这些都有待于大家作进一步的研究。

本书的第一、二、七、十、十三章由金吾伦译，第三、六、九章及附录C由林夏水译，第四章及附录B由徐荣庆译，第五、八、十四章及附录A由吴忠译，第十一章由范岱年译，第十二章由罗嘉昌译，第十五章由严家其、赵鑫珊合译。全书由吴忠初校，范岱年复校定稿。所以这个译本是集体合作的成果。但限于我们的水平，错误与疏漏在所难免，欢迎读者指正。由于本书内容丰富广博，我们一时无法作细致的介绍和全面的评述。这些也都有待于读者作进一步的探讨。

如果这个译本能够对我们了解国外科学哲学的情况和对我国马克思主义哲学的研究起一点促进作用，将是对我们近两年的劳动的最大安慰。

范 岱 年

1982年3月1日于北京

# 中译本第二版说明

---

中译本第二版是在第一版译文的基础上，根据原文重新校译的结果。参加第一版译校工作的人员及其分工，请见《译者前言》。第二版的校译分工如下：金吾伦初校第二、七、十章，吴忠统校全书，最后由范岱年审阅定稿。新版本还适当地增加了一些新译注。

新版本除了改正第一版中的错漏之处及印刷错误以外，还增加了原来因排印困难而删去的《附录D 参考文献提示》（吴忠 翻译整理、范岱年校定）。考虑到这个参考文献是原作者为有能力的专业研究者作进一步的研究而提供的，其中许多篇目尚无中译，也为了节省篇幅，因此，参考文献中的作者及篇名仍以原文照排。不感兴趣或不懂外文（主要是英文）的读者，可以对这个《参考文献提示》忽略不理，这并不会影响到对正文的理解。

中译本第二版在正文里加上了原书页码，并在书末的《译名索引》中也相应地加上了原书页码，以便于读者检索。除有注明者外，译文正文中所提到的页码均系中译本页码（正码）。

至此，这个中译本可说是一个“全”译本。但错漏之处，仍在所难免，敬请广大读者不吝指正。第二版的校译和出版，自始至终得到吴义生同志和求实出版社编辑部的热情支持和大力帮助，在此谨表谢忱。

第二版校译者

1986年1月

# 原 书 序 言

---

科学哲学，正如菲力浦·弗兰克(Philipp Frank)所描绘的那样，是自然科学和人文科学之间的一座桥梁。它把科学思想的概念和模式以及它们的本质内容当作批判反思和人文主义理解的对象而进行阐释。在最近半个世纪里，自然科学发生了根本的变化和发展，科学哲学本身也发展成为一门多边的和严密的独立学科。它把逻辑批判和改造的分析工具连同哲学概括的综合努力一道应用于科学史和当代的科学思想。本书从哲学事业的这些历史的、分析的 and 综合的组成部分的广泛前后联系上介绍科学哲学。因而，第一部分涉及科学的起源。科学产生于常识和人们的共同实践中，产生于由神话、格言和技术规则所例示的前科学的解释模式中。科学知识的根基溯源于知觉、行动和思想这些普通的人类活动，溯源于论说的形式和作用及其在批判的起源中和在古希腊哲学和科学的理性科学思想的起源中的发展。第二部分论述各种科学方法，考虑产生自观察、描述、分类、测量的前后联系以及形式系统和模型在科学中的应用的各方法论以及认识论和本体论问题。随后几章论及假说和实验、归纳、或然性、科学解释的各种复杂问题以及科学中的定律和理论的本质和作用。第三部分涉及科学的一些基本概念，例如因果性；空间、时间和物质；生物学中的有机论和机械论以及还原问题，心理学和社会学中所出现的思维、意识和行为问题；以及各门社会科学和历史中的内容和方法论等特殊问题。最后的结尾简略地论述了科学、价值

和人文主义理解等重大问题，并且力图再次阐明本书应用广义的发生-分析的探讨方法的基本理由。

使用历史资料，引用各门科学中的例证，开头关于科学的起源的讨论依赖于社会学、人类学和心理学方面的前后联系的目的，是想力求齐全，以向学生和有能力的外行人提供必要的内容，帮助理解正文中的正式分析。然而，当代科学哲学的广阔范围要求人们，对这些专题的这样一种介绍必须靠阅读广泛的历史文献和当代文献来补充。所以，对于每一章，都有扩充的文献目录提示，列举和讨论了有关的选择读物。这些将会为在范围、细节及技术水平上超越于本导论的进一步研究提供指导。

三个附录——它们提供出(1)运动概念从亚里士多德到伽利略的历史发展情况；(2)对亚里士多德以后的希腊科学发展的简略说明；(3)对正文的某些部分中使用的逻辑符号的注释——是对正文的补充；但在极大程度上又是独立于正文的。

贯穿全书的重点是强调科学哲学是一门哲学的学科，因而与形而上学、认识论和逻辑学等古典学科有联系。哲学方法从来就不是简单的解说方法。它是批判的、分析的、辩证的方法。因此，本书重点在于说明各种不同的表达方式、它们的论证和反论证，强调构成哲学论述的本质的不断批判性。课文的中心正是这种辩证的方法，而不是其中的任何一套结论。希望读者将深入到这种批判精神中，不是简单地去学习科学哲学，而是本人作为批判者和思考者去深入各种至关重要的问题。把这本书作为他本人反思理解的材料，并由此而达到对科学的人文主义理解，这正是本书所提出的目标。

M.W.瓦托夫斯基

# 导 言<sup>[1]\*</sup>

---

## 第 一 章

### 科学与哲学：导言

#### 理 解 科 学

每个人都知道科学是什么。也就是说，每个人都知道科学是干什么的。科学从事实验；作出发现；进行测量和观察；它建立起解释事物的方式和原因的各种理论；发明出技术和工具；提出建议和安排；它作出假设并进行检验；它提出种种有关自然界的问题并加以解答；它进行猜测、反驳、证实和否证；它将真理与谬误相区分，将明智与愚蠢相区分；它告诉你如何到达你想要去的地方，如何做你想要做的事情。科学家是像其他人一样的人，但也是与其他人不一样的人，因为他知道如何去做所有这一切事情。他在正规的学校中受过严格的训练，带着冷静的头脑、信心和知识而出现于世。在他身上，理论的和使这种理论有效地应用于实践的方法已经结合在一起。而且，科学家享有使用自己的头脑、实践自己的高深而又独特的思维艺术的罕有特权。不过，他

---

\* 此为原英文本页码，以下同。

又是属于一个讲着一种世界性语言的世界性共同体；他在波士顿、东京、莫斯科、斯德哥尔摩、北京、布宜诺斯艾利斯、新德里、达卡，都像在自己的家里一样。尽管他自身具有种种个性，但他的调查结果、报告、发现，都必须接受其同行的普遍检验，这些同行们越过所有个人兴趣的壁垒，越过一切情趣、骄傲和民族观念的狭小眼界，批判地、客观地评价新事物，改造旧事物。〔2〕总而言之，科学是一项巨大的成就，科学家是以成就为标志的人。他是一位有知识并且知道自己是有知识的人物。

可是，上面所描述的这一切也许反而会使人感到这种说法不太可靠——因为，虽然很难否认事实上这就是每个人所知道的科学，但也很难否认任何美好事物都会引起怀疑。人们难以从面值上接受这样一种上帝般的目的和方法的确凿性以及这样一种成就的盛名。它使我们紧张不安，在我们的心中激起一种古代意义上的过分自信的某些深沉的鸣响。我们对科学的完美程度和它所显露的疵瑕同样地感到满意。科学家的成就赢得我们最深切的尊敬；但是，科学家承认还存在许多他不能解释的事物，承认他的知识基础中存在一种根本的不确定性，或者说未能“科学地”说明我们人人都了解的某些家常事物，这给了我们大家一种同为人类的感觉，产生了一种颇感自得的优越感，并在明智地认识到科学家毕竟像我们当中的其他人一样也是有缺陷的人时，获得一种自我安慰的感觉。

在我们这种矛盾心理的根源处，存在着这样一种感觉，即不知怎么地科学已经为它的成功付出了代价，就是加深了（一方面）各种人道的考虑及人们的日常交往与（另一方面）赤条条地面对真理这二者之间的鸿沟，在真理面前，那些人道的考虑黯然失色，变得微不足道。在较古老的神话中获得像科学今天所代表的这样一种高级知识会带来一种惩罚，即放弃某种无知的幸福的原初状



态的舒适。它是一条诱惑过夏娃、并通过她又诱惑了亚当的毒蛇，它是一心想把浮士德\*的灵魂弄到手的梅菲斯特\*\*。在我们的普及文化中，科学家一直被描绘成疯疯颠颠的、不讲道德的，或者是天真轻信。在我们对于科学家的印象中，我们似乎认识到科学家受到某种根本的和危险的强制去探究、发现、打开潘朵拉的盒子\*\*\*。我们感到战兢兢。好奇惹祸。这种无约束的揭示将使我们难以保留隐藏在我们自身之中的任何东西。我们苦于既想要认识又害怕发现，苦于既向往这种知识所带来的力量又厌恶这种力量强加于我们大家的令人畏惧的责任。我们的各种社会与文化制度，我们的教育体制。我们的经济全都暴露出这种分歧。这种分歧明显地表现为“科学的”和“人文的”这“两种文化”之间的区别，我们深陷于此，一方面知道科学是理性和人类文化的最高成就，另一方面又害怕科学业已变成一种发展得超出人类的控制的不道德和无人性的工具，一架吞噬着它面前的一切的没有灵魂的凶残机器。

不过，虽然还存在着关于科学在我们的文化中的地位这样一些现实问题，但是对于科学的许多畏惧以及许多期望都是建立在无知的基础之上的。【3】我们需要理解科学，这种需要就存在于我们希望有一种人道主义的文化，有一个自由和文明的社会的心愿之中。这对于科学家和非科学家都是一种同样重大的需要。唯有这种理解本身超越出世袭的神话，超越出习俗，超越出教条的和传统的观念。它在对科学的基本特征作批判的和理性的考察中超

---

\* 浮士德 (Faust)，欧洲中世纪传说中的人物，为获得知识和权力，向魔鬼出卖自己的灵魂。德国名作家歌德曾创作同名诗剧。——译注

\*\* 梅菲斯特 (Mephistopheles)，欧洲中世纪关于浮士德传说中的魔鬼。——译注

\*\*\* 潘朵拉的盒子 (Pandora's box)，出自希腊神话，宙斯命潘朵拉带着一个盒子下凡，潘朵拉私自打开盒子，于是，里面藏着的疾病、罪恶、疯狂等各种祸害全跑出来散布到世上。——译注

越了这一切。不可能从科学中剔除出神秘的东西，因为科学中没有“神秘”。唯一所有的只是需要加以理解和研究的东西。

理解科学有两种主要方式。一种是对科学本身的研究。这是我们的综合性教育所申明了的目标，这种教育的全部过程，从小学到大学都提供了这种研究。小孩儿在他的学习中接触到有关周围世界的知识。他学习关于“自然”，“物理世界”、“生命”、“社会”等的已知知识。他往往以戏剧般的形式描绘他所学到的东西：各种分立的界域，有的聚居着恐龙，有的具有可以生动描绘的星座中的星星，有的具有乒乓球式的“分子”，有的具有像在植物和动物组织中可见的显微结构奇迹。从骨骼结构中，从一种不可见的实在原子——地球上的普通物体大概就是由它们构成的——模型中，他理解了表观之下的形式。他被介绍了各种过程及其不变的形式和顺序，并且开始认识定律的模样和理论的范围。他学习干预、实验、观察、记录以及报告他所记录的内容。在示范实验中向他例举说明和解释了一些抽象的原理。他的日常语言现在习惯于使用能量、力、染色体、原子量、适应和重力这类理论术语了。同时，普通的加减运算变得更抽象、更具有理论性了，“数的知识”代替了直观计数，规则代替了习惯。“某数的平方”，“求X”以及“证明一条定理”这类抽象概念和抽象运算加入了先前凭观察而得到的图象和感性真理的行列。数学被结合到物理的描述和有关事实的推理中。

理想地说，在某种程度上进行这种广泛范围的科学学习是成为当代有文化者的起码条件。学生完成中等教育的时候，他已获得大量的科学基础知识，人们往往不太看重这种知识恰恰就是因为把它看作是基本的知识。此外，他——不管较好地或是较差地——已经获得了包含相当丰富内容的概念框架，他便按照这一框架去整理和理解所学到的事实、运算和观念。在进一步地学习科

学时，这种框架会受到修改和阐发，但它自身作为科学研究的主题决不会从根本上受到怀疑或考察，除非是在科学自身的范围之外去进行研究才有这种可能。

这后一种研究就是对科学的概念框架的研究。【4】它同对科学的研究密切相关，因为这些框架正是在科学领域内发挥作用的。但是它也同样与我们的非科学的理解有着密切的联系，与我们通常称之为常识的知识有着密切的联系。在科学本身的基础上，铭刻着它同普通经验、普通的理解方式以及普通的交谈和思维方式的历史连续性的印记，因为科学并不是一跃而成熟的。它是通过合生、修正、彻底重新表述而与各种尚未成熟的概念并肩成长起来的。科学已经创造了十分严格和优雅的人造语言，并把我们的普通语言和知觉所表示的世界跟科学对话所展示的非常语言和知觉的世界联系起来。

这种科学对话所揭示的是一个关于世界或其部分的概念，它常常迥然不同于我们的日常观念。科学家具有和其他人一样的眼睛、耳朵和手，然而，指导他去看到，听到和操作事物的内在眼光，却与我们的天大不相同。在普通的事务中，我们所感知和处理的是地球上的普通事物——桌子、椅子、星星、动物、雨水以及像我们一样的其他人，而科学家则根据结构、规律、部分与部分之间的关系以及部分与整体之间的关系、起源与发展、变化及其有序序列等去研究这些事物。他坚持把我们日常环境中的各种粗大物体和过程归结为它们的元素和这些元素的结合。他的探究导致各种概念的形成，借助这些概念，他表达了对各种事物的不同的和日益增长的理解，并使他得以整理和交流自己所做出的分析的种种最复杂特征。像质量、运动、位置、时间、化学元素和原子结构、物种和适应、社会和文化这类概念并不是一些孤立的理解决。相反地，它们是彼此联系的，而且联系于一个概念网络并依

照这个概念网络而得到理解，形成我们可以称之为概念框架或概念结构的东西。这些概念指导着科学家的工作——既包括他的理论活动也包括他的实践研究和实验——而那些概念结构则使科学家的工作系统化，从而使他在此处的发现影响着他对彼处的发现的理解，因为二者通过那种概念框架所提供的思维和推理网络而彼此联系在一起。

因此，我们可以说科学概念是从事科学思维的工具。它们是一些途径，科学家经由这些途径已学会了理解复杂现象，认识它们的相互关系，并以可交流的形式把它们表述出来。【5】在我们认为属于科学发明的事物中，最奇妙的就是科学概念。它们实际上是科学思维和对话的尖端工具和高技术。

不过，这些概念的世系可以追溯到常识中的一些普通观念，即我们大家各自学会用以向自己和他人表达事物的存在方式的种种方式。从科学与常识的联系中理解科学并在这里发现科学与人文学的共同根源，如此所达到的对科学的理解与通过研究科学本身所达到的理解不同。我们将把这种理解当作科学哲学的对象，并且把科学哲学事业的任务规定为系统地研究科学的概念和科学的概念框架。因为我们在这里主张，这些概念框架是科学理解的工具，是科学家理解他所探索的世界的方式，所以我们可以把科学哲学描绘成一种理解科学的理解的事业。而且只要这种概念框架提供了科学思想的基本形式，或它的基本结构，那末，就可以把科学哲学研究的特点描绘成是对科学思想的概念基础的一种研究。无可否认，这种描绘是不严格的，而且科学哲学的界限如同（一方面）它和各门科学本身与（另一方面）它和更一般的哲学学科之间的分界线一样，最好是含糊地加以规定，但是在这个含糊定义的区域內，当我们着手进行研究时，实质性的、硬性的内容就会以具体、详细的方式而开始出现。我们关注于这些边界区域并

不是把它们当作有待于作出划分的区域，而是作为例子来说明科学哲学是——正如菲力浦·弗朗克所描绘的那样——科学和人文学之间的桥梁。

所以，科学和哲学之间的关系不仅涉及科学是什么，或科学思想是如何发生的问题，而且也涉及到科学思想与其他类型的思想——常识、对文学艺术的人文研究以及创造性艺术家的思维的非常方式等——的关系。因此，科学哲学提供了两种文化之间的联系，力图以某种首尾一贯的方式将它们彼此联系起来。哲学如果不致力于寻求首尾一贯性，不致力于把我们在这一领域的知识与其他领域的知识综合起来，那它就无存在的必要了。有些时候这种综合的热情会走向极端，导致出各种空想的体系和包罗万事万物的痴想的统一性，这类统一性在批判的考察下就会烟消云散，而且这种体系和统一性常常只不过是科盲者的良好愿望和追求首尾一贯性的虔诚希望的表现。

然而，身兼二者的科学家-哲学家已经从严格的哲学分析和结构的坚石中凿辟出综合的伟大成就。这种成就在古代世界以亚里士多德为代表；柏拉图和德谟克利特建立起一些思想体系，在当时最先进的科学中留下了印记，它们对人类探究的极其多样的领域一直具有深刻的影响。【6】在我们这个时代，自然哲学家爱因斯坦和怀特海都曾致力于这种广泛的综合。

我们比较有节制的任务是努力去理解这类综合所必须回答的问题，并力图对它们作出系统的表述。

## 概念和概念框架

用粗略简单的方式来说，椅子的概念就是我们通过椅子所理解的东西。因此，在我们面前放着的这张椅子本身不是椅子概

念，写在这页纸上的椅子也不是椅子的概念。前者，椅子是一个物理客体，通常有四条腿，可用来坐。后者，椅子是一种字迹（在这个例子中是用墨水写在纸上的），有五个字母\*并且属于英文。“椅子”这个概念是我们用这个词所意指的东西，凭借这种意义我们用这个概念来指称像摆在我们面前的椅子那样的物理客体。在这个意义上，一个词或一种更复杂的语言表述的意义，或我们通过语言表述所理解的东西，是与这一表述所命名或描述的实际客体有区别的。但是，我们只有理解了某种这样的表述是指这种事物或那种事物，才会同意某物是不是一把椅子。

于是，一当我们开始思想和利用语言进行交流，我们的活动就与这种意义和理解有关。因此，我们的思维的成长和演化是一个形成概念的过程，是一个精心构制或多或少地系统化的结构（在其中，这些概念彼此联系起来）的过程。但是超出于此，一旦我们清楚地表达出这些概念，我们就可以对这些意义以及它们的相互联系本身进行研究。这就是说，我们可以批判地反思我们的理解，并且不仅是简单地研究我们的概念的含义，而且研究概念本身。我们可以以这种方式来着手分析我们关于事物的普通常识性概念和科学理解之间的关系。

我们的普通概念，乍一看是相当具体和实际的。但是分离出和批判地认识我们的最普通的概念也许是困难的，因为我们把它们视若当然。〔用G.E.摩尔(Moore)的一个例子来说〕当我十分年轻时我比较小，或，椅子在桌子和墙壁之间，或，昼去夜来，对于这类事情人们并不花费许多时间去思考。一个人也不会对小刀可用来切割，水是湿的，火燃烧这种事情感到困惑。然而，所有这些事情到了某个关节点上必须加以学习才能确立我们对它们

---

\* 英文中的“椅子”一词是Chair，共有五个字母。——译注

的理解的。我们的各种概念，虽然是有关这个或那个具体的事物或情况，但通常又都是关于某种事物或某类情况的。这就是说，它们具有或大或小的概括性或适用范围，常常包括事物的种类或者确立这个或那个事物对其他同类事物的关系。【7】分析这个范围和这些概念之间的关系常常向我们揭示出我们的概念框架所达到的系统化程度以及我们对一个概念的理解影响着我们对其他概念的理解的方式。

我们的最根深蒂固的概念中有一些是具有高度概括性的，可以说它们构成我们思想的基本框架。例如，我们有坚硬性、固体性的概念，内和外、形状以及地方和在某一地方等概念，这些概念具有极大的概括性并且适用于我们经验中的许多事物。但还有一个更普遍的概念，这些概念或多或少系统地与它联系着（不管我们是否有意识地认识到这一点）：即物的概念，我们也还有一个关于不同物如何彼此联系的普遍概念。例如，两个不同的物不能同时存在于同一空间。然而，物能够取代其他物所占据的处所，能够与其他物相接触，能够贴近其他物或者处在其他物之间；物能够改变别的物并且也能被别的物所改变。通过考察，任何这种像物这样的普遍概念被看作是与具有同等普遍性的其他概念有联系的，用这些概念，我们得以解释或者有意识地认识我们所指的是什么，或者我们所理解的一个物究竟是什么。因而，设想某物存在于某地或跟其他处在“它们的”位置上的物有联系时，我们求助于空间这个一般概念。再者，想像物在与其他物的联系中如何作用、运动和变化时，我们求助于时间这个一般概念。在我们的关于物相互关系的基本概念中，我们把某些物当作是其他物的原因，求助于原因和结果或因果性这个普遍概念。这些并不是奥秘、“奇特的”概念，而是我们普通思维的普通概念。它们表现在我们在思想中构筑我们的经验世界的方式。不论人们愿意与否，

不论我们是否有意识地试图整理这些概念，它们都以多少成系统的方式相互联系着，而且这样一种概念系统构成了一个共同的框架，在这个框架中，我们才能相互理解和自我理解。所以，这种概念框架是一种我们用以理性地整理我们的知识的方式。而且，只要我们的思想和认识与我们的信念和行动密切联系在一起，这种概念框架也就起着整理我们的行动和期望的作用。

科学在构筑这种概念框架中已经取得显著的严密性，这种严密性超出常识、通常语言、通常活动的普通要求。通过采用适合于其特殊研究课题的特殊语言，通过达到适合于这一课题的精确性，以及通过不断地用我们的经验事实批判和检验这些概念，人们对科学的工作概念的分析已经发展到非常高的程度。但是，科学的工作概念大多是高度专业化并且是在限定的范围内形成的。科学家已经能够分离或抽象出世界的某些特征以供深入的研究，并使自己的概念适应于它们的特殊应用。【8】但是，当他从事这一切的时候，他像我们其余的人一样，是一个思维着的人，因而他已经获得的常识概念的一般框架便构成了他的特殊概念框架的基础。可是，对于常识来说是足够好的东西，对于科学工作来说有时却不够好。物理学家关于位置、物、坚硬、因果等概念在严峻的科学的批判和检验下，可能已经发展到与我们的日常概念大相径庭，甚或是互不相容的程度。然而，科学家身上仍然带有常识、普通教育和寻常语言的影响，而且一点也不比我们少。

科学家时常用较新的概念代替我们较旧的概念，或者根本上修正这些旧概念，因此常识便受到科学的改造。例如，关于空间位置的概念，关于在某处的概念，对于一切实际目的说来，它们是清楚和适当的。例如，我们既不能设想任何一个物在给定的时刻不在某一位置上，也无法设想某物程度或多或少地存在于一个地方，或者在同一时间内它存在于两个地方。然而，经过考察，我



们可以从我们这里所说的意思中挖掘出有问题的方面。简单地断言“某物”在“某处”必须以一物的边界或界限的某种明确概念为前提，也必须具有某处是在“这里”而不是在“那里”的明确观念。我们的日常概念非常适合于经典物理学，经典物理学则使得这些关于位置的常识概念变得明确了。不过，最古老的希腊物理学和当代量子物理学两者揭示了关于在某处的一些不同的概念，经典物理学史本身也例示了在求得严格的和毫无疑义的位置或处所的观念时所遇到的困难。例如，如果一个人想像物理世界最终是由许多在一个连续和均匀的空间中运动着的极小的点一般的粒子组成的，那末，这些粒子还有“内”和“外”吗？如果这些粒子处在不断运动中，那末，我们是否能够谈论它在某一给定时间“瞬间”中所处的“场所”，还是只能谈论它们运动通过的地方，从而它们从来就不是真正地在“那里”，而是要么到达，要么离去？或者，能否设想这种基本粒子可以不“经过”中介空间而从一个地方到达另一个地方呢？它能否不经一条路径而在不同时间突然出现在不同的地方？这些奇怪的概念上的可能性严重地扭曲了我们的常识框架，然而它们是属于理论科学不得不加以考虑的概念上的选择对象。随之而发生的问题是：对于这样一种微小领域的说明是否与我们对日常中等规模的客体和环境的普通说明互不相容，或者能否证明这两种说明是以一种可能的方式互相联系着的。同样地，把地球表述为经过空间绕太阳旋转的庞大物体，这种概念框架似乎与那种把地球看作是静止的而其余一切天体都绕着它运动的常识概念互不相容。【9】太阳并不像表面看到的那样真的在“升起”，而是我们旋转进入到它的光照之中，这种情况看起来也同样与常识相抵触。当这种概念革命发生时，我们(当时的)关于事物的普通观点和科学所表述的观点之间的抵触变得非常严重，因而对该概念系统的重新表述就成了必然之举。

同样的事情不只发生在科学和常识之间，而且也发生在科学本身之内。在现代，这种概念上的紧张关系的一种最尖锐的表现就在于：关于光现象（以及一般的电磁辐射）的两种不同的和明显地互不相容的说明看起来对于充分地描述这种现象都是必需的。一种观点认为这种辐射是一种波或者说是一种连续的辐射，这种概念解释了某些实验现象。但是，还存在另外一些只有认为光是由粒子组成且其结构是不连续的才能得到解释的现象。近年来理论物理学家们花了很多时间力图形成一种包括这两种情况的统一的物理图景，他们当中的一些人甚至已经相信这是一种误入歧途的尝试而放弃形成这种统一图景的努力。

可是，存在着一种强烈的倾向，希望把我们的知识综合成一个整体，把我们在此处获得的认识与在彼处获得的认识结合起来。不严密的裂缝在美学上和理智上都是令人不快的；人不仅要去做，而且还要理解。为了概念的明晰性和体系的一致性而进行哲学分析的强烈愿望太根深蒂固了，在理论科学家身上尤其如此，以致于不能容忍概念的不一致和混乱。存在着一种系统感和对于我们思维的明晰性和统一性的要求——它们进入我们思维活动的根基，并完全可能进入到更深处——它们导源于我们所属的这个物种和我们赖以生存的这个世界。科学的训练和实践加强了这种系统感和这一要求。于是，当科学家面对着科学概念框架中所出现的哲学问题时，他便是在以某种方式促进一种人类活动，这种活动越出了科学活动的范围而涉及到我们存在的根本本身——我们追求认识 and 理解的强烈愿望。

## 哲学诸学科：形而上学、认识论、逻辑

在这个探究的开头，我们将简略地描述一下三个主要的哲学

学科以及它们与科学的相关性。可以提出的最基本问题中包括：  
(1)什么东西存在？存在的东西的本质和结构是什么？(2)我们如何能够知道存在的物以及如何证明我们的待证实的知识主张\*是成立的？【10】(3)各种概念是如何相互联系的？什么是有效的推理或正确的推论？真理是什么？哲学在(1)形而上学、(2)认识论、(3)逻辑的一般标题下，已经以各式各样的方式介入了上述这些问题，以下的讨论只起着梗概地勾划特征的作用，因为只有当我们从科学本身的概念结构的前后联系去观察这些哲学骨架时，它们才表现出有血有肉的特征。

### 形而上学

不管是古典形式还是现代形式的形而上学思想，其驱动都在于力图把各种事物综合成一个整体，提供一种统一的图景或框架，使我们经验中的事物多样性能够在这个框架内依据某些普遍原理而得到解释，或可以被解释为某种普遍本质或过程的各种表现。因此，哲学和科学，在公元前6世纪希腊的殖民都市爱奥尼亚的起源最初产生自一些自然思辨，即：自然界中事物和种类的多样性是如何从某种原初的质料或某种原初的活动或运动中产生出来的。根据某种单一原理而做出的这类解释涉及到自然界的产生，因而代表了宇宙演化论的前科学的和思辨的形式。它大部分来自神话和宗教的创世说，但又与神话宗教有很大的区别，因为它力图用自然力和不具人格的力，而不是用各种超自然的拟人化的神和精神来做出解释。

这种思辨的宇宙演化论的推论是关于世界结构的宇宙论的思辨。它提出这样一些问题，如“万物是由什么组成的？”，“人们如

---

\* 指主观想象、未经证实的知识。后文中的“真理主张”含义与此类似。——译注

何能根据一种原初基本质料，或几种这样的元素——典型的像空气、土、火和水——或几种基本质料的结合物的转化来说明事物的多样性？”从这里可以清楚看到最早的形而上学已经暗示出各种问题，它们后来成为典型的物理学和化学问题——即关于物质结构的问题。

经过柏拉图和亚里士多德的工作，早期的自然思辨或自然哲学变成了对各种原理和解释本身的一种明确的分析——也就是说，去思考人们在追求这种统一和普遍的解释时所需要的那种事物。关于何物存在的问题变成一个有关各种理性原理的问题，根据这些原理，已知的和经验过的事物的多样复杂性才能得到理解。希腊形而上学家们所说的理性原理大体上类似于我们所说的最一般概念，依据这些最一般概念，任何事物都能被理解。“任何事物”这个说法没有明确限定可被选作理解对象的特殊事物的范围。【11】但这正是形而上学的独特性和力量：其基础性的假定是，宇宙中的任何事物都具有某些为其他事物所共有的特征。所以，存在着一切存在物的普遍特征，或理解存在的普遍原理，它构成可称之为“首要”或“基本”哲学的批判地思考的最基本的问题。因此，亚里士多德认为这种主题是关于本原的科学，并且把它说成是关于存在本身的科学——也就是说，它不是关于存在的这种或那种形式、这个或那个方面或部分的具体科学，例如生物学、物理学、心理学或政治学（关于这些他已分别撰有专论），而是关于各种前提或最高原理——根据这些前提和原理，任何别的科学都能够得到研究并从理性的角度得到理解——的科学。

形而上学的历史是一部关于这种普遍的或一般类别的概念的批判史，是一部致力于系统表述这些概念的体系的历史，在这些体系中它们间的关系应当是明确的，并遵循着逻辑的相容性和一贯性的准则。我们也许可以这样总结这种历史，即把形而上学定

义为“表述和分析各种概念、对存在的原理及存在物的起源和结构进行批判性、系统性探究的事业。”

这个定义在以这种形式表述时，除其极端概括性和模糊性外，也完全可以说是科学事业的一个广义的定义。对形而上学的一种经典批判认为，它所表述的问题的形式使这些问题只有通过最纯粹的思辨才能得到回答，而不能依靠具体的、经验的、科学的探究的证据或证明。这类批判的一种更宽宏的说法是，在可以重新表述为能用硬性的、实验的研究作出回答并因而能通过科学手段进行检验的科学问题以前，形而上学问题一直是纯思辨的问题。但是还有另一种观点，它把这种系统性批判和思辨的思想看作是科学的一部分：即充当了科学假说和理论在其中得到阐述的最一般的概念框架的那个部分。形而上学因此充当了一种观念的来源，对科学思想的不同部分进行系统化的指导。科学家信念中的一些普遍特性，诸如自然界是均匀的，科学定律是非地方性的、适用于宇宙的一切部分，无中不能生有（所谓守恒原理的最早表述方式），或无事不有因——所有这些观念虽然本身并不属于那些其真理性可用实验加以检验的事物，但它们却都是科学中的基本的调节性、启发性的观念。这就是说，它们形成了科学家的基本世界观及其思想方式的深刻结构，构成他的（可能未经明确表述的）关于事物本性的信念。正因为这样，当〔事情〕涉及到在科学家看来是重要的或似乎有理的那些事物时，这些形而上学思想就对科学家起着调节或指导的作用。【12】反对这种关于形而上学的乐观见解的批评家会坚持认为，这类神话和诗歌的想像的遗风不是指导科学家，而是将他引入歧途，或者更糟糕的是，把他的思想紧紧地束缚在刻板的和教条的框架里。

总之，与形而上学有关的各种问题，可以分类整理如下：如果问题涉及到存在物的结构，涉及到世界上的事物的联系方式，我

们就把这叫做“宇宙论”，或叫“结构性形而上学”。如果我们的问题关系到事物的起源是什么，它们形成的方式和原因是什么，就可以把这叫做“宇宙演化论”。这涉及到用某种原理，或基础，或——按古典的观点——原始的原因或目的来描述各种事物的起源的特征。如果我们问何种物料，何类实体构成这个结构或具有这种起源——这就是说，如果我们从存在的某些基本特性的角度去提出“何物存在”的问题，——例如，我们可以说“万物都是运动着的物质”或者说“万物都是由分立的一份份能量构成的”，或者说“万物要么是物理客体，要么就是存在于某个头脑中的非物理的观念”——那么，我们可以把涉及到何物存在的这种研究，叫做“本体论”。另一方面，我们可以提出极不相同的另一类问题：既不是关于事物的结构和起源，也不是关于何物存在的问题，而是关于这种或那种思想体系或语言对于上述问题所作的断言或采纳的见解。因此，我们可以描述某一群人或某一具有共同信仰或意念的共同体形而上学信仰或信奉，而不去操心何物存在，只是关心这一群体所说的何物存在。这可以叫做“描述性形而上学”。

## 认识论

科学既是一种知识体，也是认识世界的一种方式，它的特征可以描绘为一种探究的过程，一种对真理的探索。我们还可以把科学的特征描绘成由这种探究所产生并积累起来的确立真理和真理主张组成的结构或体系。有关这种知识和这种真理主张的状况便出现了一组基本问题：说一个人有认识或说一个人的这个或那个信念是有根据的，究竟是什么意思？获得这种知识的手段是什么？最初的猜测和假说与那些我们认为已被证实的知识之间有什么不同？在知识获得过程中感性知觉起什么作用？思维与这种知觉是怎样联系的？推理在知识主张的产生过程中起什么作用？人

们如何在各种互不相容的知识主张之间作出选择？用什么（一方面）确保或证明信念是正当的，（另一方面）靠什么来怀疑、反驳信念？

对这些问题的分析可以叫做“认识论”，或者叫做“关于认识的理论”。〔13〕它与科学事业的相关性在一般基础上应该是清楚的，因为科学本身既是认识的方法又是知识主张的体系。认识论对科学哲学的特定关联涉及到各种获得和证实科学知识的工具手段，即科学家达到认识的方法的特殊方面。例如，观察和实验的作用，描述和分类的作用，科学中推理或推论的作用，假说的本性，以及模型、定律和理论的作用，科学发现的条件和特性全都与获取和确立科学知识的方法有关，因此也与那些使一些科学观点可以被批判地检验、反驳和摒弃的方法有关。探索真理就需要摒弃谬误。在这个意义上说，科学是一种使其一切主张经受检验和批判的批判性的、非教条的事业。广义地说，产生并检验科学的知识主张的条件也属于科学认识论的范围。因此，在这种意义上，我们这本书中所涉及的科学方法论的内容，从特点上说，大部分可以看作是与认识论有关的问题。

## 逻辑

我们的某些认识或知识主张似乎是直截了当的、在直觉上看是确定的、不证自明的和无可辩驳的。关于疼痛和饥饿的感知或感觉；有关一个人的自我同一性的确信；关于同一物不能在同一时间内处于两个不同的空间中的信念；或者关于整体大于任何部分的信念；或者关于如果某一陈述是真的，那么，它不能同时在同一方面又是假的——所有这些看起来都是确凿无疑的事情，或是属于感觉或知觉的必然性，或是属于信念的必然性，或者正如有时人们所说的那样，属于思想或理智的必然性。

然而，我们的许多知识，也许是大多数的知识，都是间接的或者说是经过中介的知识，或者是由推理得到的知识。在从作为一个前提的一个陈述到我们所说的从前提“得出”作为论证中的结论的另一个陈述的推理这种“运动”范围内，我们如此进行的“运动”便构成了我们通常叫做“推理”(reasoning)的过程〔或用老一些的词是“ratiocination”(推论)〕。如当我们说我们通过思考某件事情而达到一个结论时，我们确实可以被说成是在进行我们自己的“内部”推论。但我们的推理大多采取外部的或公共的形式。我们的推理程序以某种语言而表现得明晰可见。我们以如此一种方式提出理由、进行论争、论证、证明、演示，使得我们认为任何其他有推理能力的(或“理性的”)个人在给定相同的前提和同样一些从前提到结论的“运动”规则情况下，最终应该得出与我们已经得出的相同的结论。因此这种清晰和明白的推理具体体现在某种语言中，而且这种语言既是公共的又是共同的，因为：各种特异性和歧义性都受到限定，从而使一个会话者共同体具有共同的语言特性，因而能用这种语言进行交流。【14】然后我们才能谈到为这样一种语言所具体例示的一个论域，以及在这种论域内关于合适的“语法的”表达形式的形成规则和正确推理的规则的普遍性。

希望有这样一种理想化的普遍语言，所有使用这种语言的有理性的人或对话共同体的成员将具有共同的规则，共同承认按照这些规则进行的推理的有效性，这似乎是希望有一个理想化的理性共同体。对于任何人通过正确的或有效的推理求出的各种结论，大概将具有普遍的一致意见；并在共同承认任何这类论证的前提的真理性的基础上，共同承认其结论的真理性的。逻辑史上充满着关于这样一种理想化合理性的广泛设想。莱布尼茨把它想象为一种普遍数学(mathesis universalis)，它依靠一致同意的博奕规则可以毫不含糊地解决所有的论争。



比较节制一些的希望是对适当的或正确的推理进行分析，以澄清我们的知识，即清楚地阐明我们据以证明我们的信念的种种推理和论证。这涉及到一门科学或一种合理的推理理论，即人们有时所称的演绎科学。这种科学有时被描绘成一种形式科学，因为它所研究的并不是这种或那种论证的内容，而是论证的形式，或者说推理的形式。

因此，逻辑学的一个组成部分是对种种正确推理的形式进行分析。另外一个与此相联系的部分则涉及到定义的问题——即把我们的意义弄精确并证明概念是如何与其他概念相关联的，或怎样用一个概念去定义另一个概念。事实上，这个任务就是确立那种理想的对话共同体所共同使用的共同语言，消除或限制各种含糊性和歧义性。此外，在科学中使用形式体系引进了一个重大的哲学问题：逻辑与实在的联系，推理的形式、证明和论证的形式与事物的真理性之间的联系是什么？换言之，这就提出了科学中的一种语言体系或概念体系或理论模型，与这种体系或模型所指称的该语言之外的事物之间有什么联系的问题。

当涉及到所谓的科学的普遍语言即数学而产生出这种关注的时候，也许就可以看到它的力量。数学可以被看作是一个处理抽象实体以及对这些抽象实体作抽象运算的推理形式体系（或一套这样的体系）。现在，我们可以把这样一个体系当作是计数、集合、根据诸如大小数量这类属性按某种秩序将各种事物分成集合等具体运算操作的一种抽象表示。这样，“形式体系”就可以被当作现实世界中的这些性质和关系的最抽象和最一般的表示，它向我们提供了论说这类事物的最经济和最系统的方式。〔15〕可是，从下述意义上说，也可以把数学看作“未经阐释”的推理体系：即它的术语完全不适用于该体系本身之外的任何事物，该体系本身被当作是一个“纯形式的”或理想的结构。在数学哲学中存在若干

关于这些形式系统的困难问题和各种不同观点，我们在这里还不能开始讨论它们。不过这就产生了一个问题：“在形式系统中，例如在算术或几何学系统中演绎是如何应用于现实世界、应用于事物的物理性质之间的各种关系的？”形式的演绎体系中的数量关系怎样得以映射在测量的物理操作上，即我们怎样代入数字？在数学的形式体系或逻辑推理步骤与在这种形式中得到表述和系统化的科学事实之间（如果有的话）存在什么对应关系？许多有关我们借助推理方法所获得的知识的地位的问题产生了。斯宾诺莎在17世纪对物理世界的数学描述的成功洪流中，能够把思想与事物的对应关系表述为一种同一性：“思想的秩序和联系就是事物的秩序和联系”，实际上，我们关于世界的一种合理的概念表示的构造与世界存在的方式是相对应的，因为理性（数学推理是理性的例证）也是世界结构本身的例证。这样一种信念，即世界在合理性上和数学上都是有秩序的，是前面我们作为形而上学讨论过的那种问题，而逻辑哲学常常近似于这类形而上学观念。更进一步地说，对推理和定义的逻辑分析影响着通过推理而形成的知识主张的地位和有效性，从这个程度上说，这种分析也对我们前面提出的各种认识论问题有影响，尤其是真理的问题有影响。

如果一个人认为逻辑是关于有效推理和关于推理中所使用的项词的精确定义的科学，那他所能提出的关于逻辑的最基本的哲学问题也许就是有关“正确”或“有效”的推理，或“确切”定义指的是什么的问题。因为这个问题涉及到逻辑本身的规范或标准，以及逻辑规则的地位。它们是靠法令决定的规约、即我们可以随意改变的公设吗？它们是从自然语言本身的特性和结构中推导出来的吗？是从交流本身的条件中得出来的吗？这些规则仅仅被证明是帮助我们到达想去的目的地的工具，即作为科学思维各路站之间的“好运输工具”或“推理乘车券”吗？或者它们事实上反映了实

在本身的秩序并因此使我们得到关于实在的基本结构的一种正确的表示？

在这个初步概述中，我们只能提出诸如此类的问题，旨在于描绘逻辑、形而上学和认识论的典型特征和一般界限。〔16〕这三者并不是完全分立的，而是在许多方面有所重迭的、有所联系的哲学学科。例如，如果我们从更广泛的角度考察这些学科的话，就会清楚地看到，科学的某些基本概念是逻辑概念，这些逻辑概念中有一些影响着关于我们的知识的本性和正确性的认识论问题，更进一步地，这种逻辑—认识论问题中有一些对形而上学问题具有直接的影响，像必然性、可能性、概率性、存在、同一性那样的概念；其他的像种类、个体、元素、集合、群体；以及一般的关系概念像部分——整体，种类——个体、秩序、实体——属性、物——性质、遗传——物种、本质——偶性；以及逻辑语言学的关系概念像命名、指称、抽象、符号表示、意义等全都在科学中的批判和概念形成中发挥着作用。

哲学的这三个相互关联的学科都具有一种严格的批判性探究的丰富历史。三者都对科学史产生深刻的影响，并且反过来又受科学史的深刻影响。对科学的较为充分的理解——这是科学哲学声明要达到的目标——依赖于这三门学科中的成就并受其指导。人们希望科学哲学在探究科学思想的概念基础的过程中也能对这些哲学学科做出贡献。

## 科学中存在哲学问题吗？

说了以上这些话以后，再提出科学哲学的基本问题之一，即科学中是否存在哲学问题，也许就显得自相矛盾了。比方说，人们可能争辩，虽然有关本体论、认识论和逻辑等问题是从科学思

想中产生的，但它们本身不是科学问题，因而不能靠科学方法加以解决。另一方面，可能有这样的主张：一切科学问题“最终”都是哲学问题，或以哲学的前提或假定为依据，因而这些哲学前提或假定便构成了科学思想本身的基础。或者至少可以声称，科学通过把这些“永远存在的”和永远无法解决的问题变为好的、清晰的、可解决的科学问题而有助于解决这些一度被认为明显地属于哲学的问题。

这里，科学中不同种类的问题之间自己提示出一种区分：作为工作中的科学家\*的科学家在他的具体领域内所研究的问题——例如，“铂的比重是多少？”“水银的化合物是些什么？”“用什么来说明超导体的奇异行为？”这些问题中没有一个涉及到任何通常被称之为哲学上的问题。相反，这些问题似乎需要直截了当的事实性的回答。【17】但是，显然还存在与此相联系的另一类问题，它们似乎具有更广泛的理论性，例如“物质的最终结构是什么？”，或者“生命起源能否严格按照物理——化学的相互作用来解释？”或者“光，是用波动图象还是用粒子图象来描述，或者是用二者的结合或以某种全然不同的方式来解释？”，这些问题似乎与事物的最终联系的方式有关；与可以称之为存在着的东西有关，与怎样设想自然界有关。又有一些问题与科学判断有关：“什么样的实验被认为是一种合适的实验？”，“实验证据怎样证实或者否证一种假说？”，“科学中的定律在科学的推理和预测中如何发挥作用？”。在这些问题的范围内，产生出了有关科学探究的方法和科学信念的正当性的问题——简言之，就是关于科学知识的

---

\* 工作中的科学家，即Working Scientist，是一个抽象的概念，指的是正在从事科学工作的科学家。因此，当一位科学家完全脱离了科研工作（例如从事行政工作）或眼下不在从事科研（如正在煮饭或进行哲学思辨）时，他就不是——译注

本质和有效性的问题。还有另一类问题，它们的产生与一个探究领域的形式系统化有关(例如，元素周期表，波动力学的矩阵形式，或植物学和动物学中族、类和种的分类方案)。而且，当两个或更多个探究领域通过一种统一性解释或形式模型彼此联系起来时，例如像在电磁理论中，或在几何光学与量子力学的联系中，便会出现更复杂的形式系统化问题。在这些地方就会出现关于科学理论的形式结构或逻辑结构的问题。

科学思想的这些方面如果存在的话，似乎也存在于科学中的。虽然研究种种具体问题的科学家可能不会明确地关心这些抽象问题，而一个在这一科学领域内的理论家则必定要把它们当作一组有待于在其探究中作出具体回答的问题而加以探讨。因此，它们以其实际的具体表现而成为日常科学探究的材料。

但是，如果人们从其一般形式即作为有关何物存在、有关科学知识的获得和证明、有关科学的逻辑结构和科学推理的本质等问题而考察这些问题的话，那末，它们可以被看成是与前面讨论过的特定哲学问题相近似的问题。若这些问题不是被简单地在实际科学实践的具体的前后联系上加以处理，而是抽象出来作为对科学知识的本质的反思，那么，从这个角度上说，这些问题就不再是科学之内的问题，而是关于科学的问题。用另一种方式说，即它们与其说是科学理论的问题，不如说是与一种关于科学的理论有关的问题。

一种探讨科学中所出现的实质性问题和方法论问题的科学论的确存在于日常的科学实践之外。然而，它却正是与科学家用以看待他的工作和宇宙的那种方式有关。科学家跟我们其余的人一样，把未经阐述和含混不清的常识影响随同他一起带进了他的工作中，正如他也带有先前的形而上学、认识论和逻辑形式化的影响一样，这些影响在他的科学历史发展中已经嵌入他的科学

中。【18】情况也许就是这样：这种非批判性的和未经批判的影响可能以隐蔽的和未经识别的教条羁绊着科学家；情况也许就是这样：因此而被挪用的种种思想形式也可能起着一种启发式的作用，指导着科学想像力沿着未经考察的和理解得很少的发现途径前进。在科学家活动的一些关键时刻，有时发生这种情况，即对这些有关方法和实质性的问题的反思或对科学概念的反思批判，对于科学的进步，对于科学基本思想的重新表述变得颇为必要。在这种时候，工作中的科学家很可能变成一位科学哲学家。他如果在哲学上是幼稚的和无批判能力的，那也许就是一位十分低劣的科学哲学家。或者他可能取得像笛卡儿、牛顿、莱布尼茨、普朗克或爱因斯坦那样在哲学上的殊荣，这些人都不仅曾帮助了科学概念框架的重新形成，而且也帮助了哲学基本概念的形成。

因此，科学中是否有哲学问题存在的问题已经把我们卷进了对科学特征的描述中，卷进了对科学问题的本质的反思中——这就是说，它是一个哲学问题。它并没有一种简单的答案，而是一开始就把我们卷进分析、推理和论证中，卷进批判的辩证法中，而批判的辩证法正是哲学的生命线。

在这一学习课程中，我们准备把关于科学的特征性问题分成两大类：（1）与科学探究的步骤和方法有关的问题；（2）与科学家的世界观——科学家在此框架内实践这些步骤——有关的问题。我们把第一类叫作方法论的问题，把第二类叫作实质性问题。第一类将涉及诸如下面这些科学概念和实践：观察、测量、假说和实验、证实和否证、归纳和概率、科学推理的形式、各种形式体系的一般性质及其作为事实的表象和作为探究的工具的经验性解释或描述性解释。接着，我们将考察科学解释的典型结构或模式以及科学中的定律和理论的本质。对定律和理论作用的讨

论提出各种有关规律性和因果性概念和理论实体的地位的实质性问题。这引导我们考虑这样一些基本概念，这些概念规定着科学探究在其中得以进行的框架，并且影响着方法论方面的考虑，亦即：空间、时间和物质的概念；生命的概念；智力的与生理的关系的概念；精神和行为的概念；最后还有社会和历史的观念。

这种学习的目的不只是相继考虑科学哲学的各种问题和研究课题，而要在这些学习过程中达到对科学和科学事业的某种人文主义的理解。这种人文主义理解所必需的内容，我们将在本书结尾的章节中明确加以研讨。但是，在我们探讨标志着当代科学特点的各种方法和实质性的问题以前，我们从一开始就涉及到这种理解的前后联系，【19】因为这些问题并不是突然出现的，正如科学也不是突然进现于世一样。它根源于普通的理解中，根源于普通的认识方式中，根源于基本的人类活动中，这种情况说明需要一种关于科学的人文主义——不是在某种含混不清的伦理意义上，而是在科学作为一项特殊的人类事业的实际意义上的人文主义。因此，我们在下面的章节里将要讨论科学的产生和它在普通人类活动中、在知觉中、在常识中、在前科学的认识方式中的基础，科学就是从这些基础中产生出来的。

# 第一部分

## 科学思想的起源<sup>[21]</sup>

---

### 第二章<sup>[23]</sup>

#### 作为人类活动的科学

##### 科学概念的具体化

科学是一种人类活动，它植根于我们全都共同具有的普通人类能力之中。像这个真理一样平常和明显的是，其意义常常在我们关于科学的许多定义和我们对于科学的看法中被弄得模糊不清。

一种普通的和一般说来是正确的科学观认为，科学是一种应用着一般定律或原理的有组织的或系统化的知识体；科学是关于世界的认识；它并且认为科学是这样一种知识，对于这种知识，具有一种共同语言（或若干种语言）和验证知识主张及信念的共同标准的科学家们能够达成普遍的一致意见。我们把科学看作是具有普遍性的，又把科学真理看作是和时间、地点和环境无关的。我们从如下的意义上把这些真理当作是客观的：即它们之为真，与是否有人碰巧认识到它们或相信它们无关，而且也不依赖于这种认识和信仰。我们对于这些真理的存在具有一个强烈的常识性信念，正好比当我们说，“迄今还没有人发现关于X的真理”（无论X



可能是什么)时一样。这句话便蕴含着某种事情是真实的，不管任何人认识与否。我们也认为科学和科学真理是累积性的，独立存在的，超越于具体的科学家个人的寿命甚至超越于特定的科学共同体的寿命的。因此，我们认为科学是连续的、自主的、客观的、普遍的，科学真理是不具有时间性和地域性的。

这是一种关于科学的客观性的重要观点。【24】然而根据这样一种“客观主义”观点的一个解释，科学就被看成为是某种超越人类或高于人类的本体，一种自我存在的实体，或一种脱离了它赖以产生和发展的人类的状况、需要和利益的母体的“东西”。在这种科学概念的具体化中埋伏着一种危险。科学与常识、科学活动与人类的基本活动、科学理解与平常的理解的连续性被打断了。实际上，这一点反映了科学家从人类共同体的其他成员中分离出来，反映了科学家被分派给了某个出类拔萃的僧侣阶级，这个阶级从前在别处从事它自己的玄奥的神秘活动。这也不仅是一种想象的可能性。因为某些科学家与其在人类共同体中的根基相脱离，已经在我们当代的文化中造成了一种严重的社会危机。解决这个问题不是通过虔诚地指责科学家的与世隔绝或试图把他从“象牙之塔”拉回到地面上来。因为在科学家的许多工作中需要孤立和隔离，这样才使他能以充分自主的方式从事真理的探究，免受各种超科学关系的压力和影响。因此，这并不是使科学家走出他的实验室或书斋的论据，也不是使他“卷入”某种诸如“人性”一类含糊设想的事物的论据。相反地，我们需要重新提出问题，以使得科学工作本身能够被看作本质上是人类的工作，并且在高度完美的意义上，可被看作是人道的事业。为了这个目的，我们必须考虑在普通种类的人类活动中有什么是科学活动的基础，我们还必须确立存在于科学和日常生活之间的实际连续性。我们还必须考虑科学的特点是什么，但不是从科学超越于人类活动的意义上，

而是从科学本身是一种与众不同的、独一无二的、在一些具有决定意义的方式上与其他人类活动不同的人类活动这种意义上考虑。如果以这种方式探讨问题，那么将可以看到，科学代表着人类的一项最高成就，而不是某种置身于人类之外的东西。

## 结构和功能：研究科学的各种方法

科学是“一种有组织的和系统性的知识体”这个定义从其结构的观点描述了科学的特征。但是科学也是一种活动，一种持续不断的探索过程，这单用结构的术语来描述是不够的。从这后一种意义上说，我们还需要从它们的目标和目的方面来描述科学的功能、活动模式、典型程序的特点。

我们可以用类比来清楚地说明这种区别。【25】一个人可以从两个不同的但又互相联系的观点——即从解剖学和生理学上，或者说按照结构和功能——来研究脊椎动物的机体。第一个方面的研究集中在该有机体的骨骼和组织结构方面，集中在对各个部分以及它们在结构上的相互关系的描述上。为此目的，解剖是一个非常合适的方法。另一方面，人们也许想要研究该有机体的生命过程，例如，机体的代谢率、它的饮食、睡眠和繁殖习性等等。解剖学的分解方法显然不适用于这种目的。我们当然也可以从解剖结构推断有机体的某些功能特点。从颞部和牙齿结构、消化道，尤其是适合于挖掘和探查的器官，我们可以假说性地重新构思出其典型的饮食是什么；从身体和附肢的结构中，我们可以重新构思出其行走方式以及它可能适宜哪一种地域。然而这需要同时具有生理学和解剖学的知识。所以说两种方法都需要，而且它们又是互相促进的。忽视这一种方法而偏好另一种，对于生物学是有害的，尽管在实践中科学家出于持续研究和加深知识专门化的

目的，也许在一段时间内仅仅注重某一种方法。

这个类比的要点是想说明科学不只具有结构，而且还具有功能；它不仅是一个我们可以研究其解剖结构的知识体，而且也是导致某种目的的多种活动和功能的复合体。在科学的发展中，科学与其说像一本在恰当标题下收有各种词条的词典，或是一只由可以拆散和组装的孤立零件组成的一只表，不如说更像一个有机体<sup>①</sup>。当然，种种类比只是在最初有助于提示我们应当注意些什么。这个类比表明，为了理解科学就应该既从结构方面也从功能方面去考虑科学，也就是说，应该考虑它的独特的活动，它的目标和它的发展。

我们将本着这种精神，在本章和随后几章中，讨论科学思想和知识的起源。从其存在于普遍的人类认识方式（即：知觉、常识、早期的解释模式所特有的前科学的认识方式）中的基础上的演变。最后，在这第一部分中，我们将讨论古希腊思想是以什么方式形成其框架从而使科学在此框架中发展成为与众不同的、独一无二的求知方式；并且讨论希腊科学和哲学赖以为现代科学奠定模式的种种方式。

### 理论知识和实用知识<sup>[26]</sup>

人们通常在理论知识和实用知识之间，在为理解而探究的知识和作为工具或指导有成效的实践的知识之间作出区分。如果说后一种知识似乎与我们的直接的（甚或是长远的）利益或关系相联系的话，那么前一种知识的特点就可以被描绘成是不谋利的（这

---

① 有关对物理科学的机体和机构的类比的讨论，请参见Pierre Duhem,《物理理论的目标和结构》(Aim and Structure of Physical Theory, Princeton, NJ: Princeton University Press, 1954), pp. 187—88.

意思不是说对我们没有利益，而是说这种“利益”与实践的需要没有直接联系)。我们都知道孩子们的天然好奇心，这不仅表现在他们直接提出的问题上(这方面的一些古典问题有“天为什么是蓝的?”以及“草为什么是绿的?”)，而且也表现在作“不谋利”的探索、实验、冒险这类对事物本性的天真探究的游戏活动上。一些理论家曾经设想这些自发的不谋利的游戏实际是高度实用的，因为孩子们以这种方式逐渐知道如何处理客体、发展他们的运动技巧并且逐渐变得社会化，他们玩游戏实际上是在为成年生活作准备。但是不论老天爷为儿童的游戏安排了些什么样的巧妙用途，游戏本身和它所显示出的好奇心从满足任何需要采取行动的直接眼前利益的意义上都不能说是“实用”的。因此，这种活动常常被描述成是“自发的”、“未经指导的”和“自由的”。(当然，一旦孩子进了学校，在指定的“自由活动的”课时内，指定他的自发活动就将受到指导了!)但这些自发的和比较非实用的活动也是许多成年人行为的特征。如果有人问我：“你为什么要知道天空为什么是蓝色的”，而我回答：“就是为了想知道的缘故”，或者“因为我好奇”，那么我断言我寻求的知识并不是为了其他目的，而是为了知识自身的缘故。<sup>①</sup>

传统上把这种为了渴望认识，为了知识本身而追求的知识叫做理论知识，以别于那种其主要作用是应用于实践的知识。这种区别溯源于希腊人，尤其是公元前第五、第四世纪的雅典哲学家。有一篇历史论文把这种区别追溯到古希腊时头和手的分离<sup>②</sup>，也

---

① 关于动物和孩子中的这些行为的最近心理学研究的讨论，请参看H. Fowler:《好奇心和探险行为》(*Curiosity and Exploratory Behavior*, New York: Macmillan, 1965) 和 D. E. Berlyne:《好奇和探险》(“Curiosity and Exploration”, *Science*, 153:25—33 July 1, 1966)。

② 参见Benjamin Farrington:《古希腊的头和手》(*Head and Hand in Ancient Greece*, London:Watts & Co., 1947).以及他的《希腊科学》(*Greek Science*—

就是追索到理论解释与实践操作知识的功能的分离，【27】人的实践活动（即他的商品和生活必需品的生产）与他的理论活动（即他对自己的实践活动和事物本性的理性反思）的分离。

理论的和实用的知识之间的这种区分，在传统上即被视为“高级”和“低级”类型知识之间的区别。这部分地来自于如下事实，即：只有一个闲暇集团可以献身于为求知而求知的理论知识，而且这种有闲暇集团在历史上的大多数社会里是一个特权集团。因此，理论家的社会地位便转化为他的活动的地位，而理论也开始获得围绕着这种特权社会地位的“纯洁”、“理想”、“高度完善性”的含义。与实践活动的脱离成了这种特权的标志。某种为其自身的缘故所做的事情被看作高于只是为了其他目的而做的事情；后者的工具性价值或实用价值与前者的内在价值相比是“较低”的价值，可以用主仆之间的等级关系来类比。仆人所做的是为了他的主人，而不是为了他自己；主人不受这种为他人服务的束缚，而是追求着他自己的目的。他是“自由的”，而仆人却是“受束缚的”。于是理论活动被看作是“自由”活动；实践活动却被当作是“受束缚于”某种为了更高的目的而从事的“实用”服务。就它对这种较高目标起着辅助服务作用而言，它的价值仅仅是工具性的。很清楚，不论产生这些区分的社会背景如何，沉思、批判的智能和理论思维所需要的思考的时间确实要求与繁忙的直接实践活动保持一定的距离或相分离。在这种意义上，历史上属于社会特权集团的特权闲暇，事实上正是理论活动的需要。这种“自由的”活动，

---

ce, rev. ed., Baltimore Penguin Books, 1961). 这种观点的另一种表述方式可参见 John Dewey:《哲学的改造》(*Reconstruction in Philosophy*, Boston: Beacon Press, 1959)第1章。它曾引起争论(例如, 在Cornford的“马克思主义的古代哲学观”(“The Marxist View of Ancient Philosophy”)一文中, 载*The Unwritten Philosophy* (Cambridge: Cambridge University Press, 1950), pp.117 ff.)。

从它不是与直接的实用考虑相混合而是出其自身的缘故而从事追求的意义上说，也是“纯粹”的。直接关心的不是旨在于应用这种理论概念的理解以求得实践的成功，而是为了满足不谋利的好奇心，或是为了满足关于事物的整体化或秩序化的“非实用”的美学爱好。

我们从纯科学和应用科学这两个术语的使用中认出这个区分，其中前者被定义为〔例如，像N·坎贝尔(Campbell)所定义的〕“旨在满足智力需要的一个纯学术部门”。然而，尽管它们存在这种区别，但我们的知识的这两个方面显然是具有密切联系的。理论受到实践的刺激、被实践所丰富并从实践获得内容；实践依靠理智的反思，通过各种对实践具有启发和指导作用的规则及理性原理的表述而变得大大超越于单纯的盲目模仿、重复、本能或动物习性。因此，时常发生这样的情况：这种可能远离直接的实际生活的理论知识具有令人惊愕的出乎意料的重要的实践意义。【28】科学思想中纯粹的理论 and 形式的思考已经产生了种种结果，它们不仅引起思维方式的革命，而且也在我们普通日常存在本身的基础中引起了革命。科学中的概念革命与社会中的技术革命的联系是现代历史的一个显著特点，虽然是一个被人们视为当然的特点。有时候情况显然就是这样：科学革命、科学概念框架及科学探究方法的根本重新表述是技术的某种迅速进步的结果。例如，公元前六世纪的古代米利都(Miletus)在工程、制造业和各种支配自然界的技术方面的发展也许提供了一种框架，使第一批哲学家从神秘的理论转到自然的理论以解释事物的本性和起源。又比如火药从中国传入封建的欧洲以及由此引起的军事技术上的革命也许引起了一系列与冶金学、化学、射弹运动的分析、以及筑城的机械工艺有关的自然探究。另一方面，米利都的自然哲学家们还从希腊的宗教和神话中，从与地中海沿岸其他民族和

穿过大陆通往巴比伦的广泛的商业贸易来往所带来的混合文化中获得一种丰富的概念传统。后期封建欧洲的自然哲学家、炼金术士、数学家和冶金学家也继承了实用工艺和思辨的丰富传统，这在很大程度上决定着他们的理论的表述方式。

因此科学的各种概念来自各式各样的前后联系：有技术的、文化宗教的、社会的、政治的、经济的。引起一次历史性的科学革命的关键事件，有时是像某种标记法（例如，记数法和把零引进数字系统）那种表面上看来并不重要的事情；有时则是诸如对军事技术的需求那种直接的实用的事情，或者是出于某种特定的目的，如需要一种解释航海的实际原理的理论。有些时候，就像由巴斯卡的德拉米列骑士（Cheralier de la Mére）所提出的要求那样，带有随机和个人的因素，他按照概率的数学分析来考虑机遇的博奕。个人的癖性和历史的需要二者都在科学概念的发展中发挥着自已的作用。还有一个令人惊奇的事实是：明显地不谋利的和抽象的理论探究已经导致了对事物在实践中的活动方式的更广泛理解，并从而把无联系的、单凭经验的各种实践活动改造成为范围广泛的可用于预见和控制的合〔乎〕理〔性〕的系统。

科学所代表的这种认识活动肯定涉及到这种知识在作为人类用来支配自然界的一种工具方面的效能和力量。【29】它还涉及到满足某种渴求理解的愿望，某种不属于实用范围的好奇心。我们已经提到，那种为求知而求知的欲望可以看作是与科学指导成功的实践的功能具有显著的密切关系。人们因此可以猜测到：对真理的认识本身是一种手段，借助这种手段，人类加强了存在的地位并成功地完成其生存的任务。因此科学的工具性功能（它如何“使人获益”）和科学的认识性功能（不谋利的追求真理）也许并不像人们有时所描述的那样具有鲜明的区别。

## 知识与生存

获取知识——包括实用性知识和理论性知识——是人类特有的活动。我们可以设想，如果我们是来自另一个行星的科学观察者，像赫胥黎(T.H.Huxley)的土星人那样，那么我们也许就想知道这种独特活动是怎样在人类生活的经济领域进行的，它又是如何逐步发展的。我们按照进化论生物学家们的指引可以设想一个大致的论点，即：认识活动，以及涉及到推理的那种特定的认识活动，是由前认识反应和对环境的适应中进化而来的，而就它们对于人类具有生存价值这个意义上说，它们都是自然选择和文化选择的产物。

人类据认为优于其他生命形式的特别长处就是他所特有的批判的智能或推理能力。用亚里士多德的话说，人与其他动物的区别就在于人类是一种理性动物。这种理性可被认为是精制的物种生存的适应性工具。如果人不能作为一个物种生存下去，那么我们也许就可以说(如果我们当中有某个人留下来说出这番话的话)这种批判的智能，这种理性尽其发展之极限，终不足以适应人类环境的变化——这种环境的变化不仅包括生物学的环境而且还包括人类自身在这个环境中所创造的文化和历史的变化。所以，从这方面说，理性可能只是一种特定的适应行为，它适合于一套相当短暂的、非典型性的宇宙环境。所有这一切假定了，不论何种人类活动的意义，包括人类独一无二的理性思维活动的意义，乃取决于它如何巩固人类的持续生存，即它怎样帮助确保物种的生存。关于理性知识，关于人的存在的理由(*raison d'être*)，有许多其他说法也许是正确的；但有一种说法显然也是对的，亦即：理性知识(尤其是科学知识)是人类适应的一种主要工具，因而也是



人类生存的一种主要工具。人们希望，科学知识作为人类适应和控制自然界的方式或许也是人类依靠理性智能而实现自我控制的重要工具。这种理性的自我控制，这种对于我们自己的本性的明确认识就是人类自我认识的理想，就是在实现雅典哲学家们所说的“认识你们自己”的目标。〔30〕这正如他们已经认识到的那样，是人类自由的条件。

## 理性的根基：习惯形成、智能和适应性行为

既然我们一心想表明科学在普通的认识方式中有着它的根基，既然我们一般把科学理解为理性知识的原型，那么，我们应该怎样把推理与诸如感性知觉、习惯形成或者甚至本能的或天然的行为之类的前理性功能联系起来呢？

对这个问题的最早的一种系统表述是亚里士多德作出的。如前所述，亚里士多德把人定义为理性的动物；这就是说，用一种更乖巧的说法可以把人说成是一种科学的动物。亚里士多德论述科学思想基础的主要著作（《形而上学》）开头的段落便明确提出这种观点，我们这里差不多完整地摘录于下，因为它对有关科学认识与普通认识方式的关系的关键性问题作出了相当新鲜和明晰的表述：

“人类对于事物天生地怀有好奇心。例如，我们喜欢使用我们的感觉，尤其是视觉，以追求感知的纯粹乐趣，而不仅仅是为了满足日常的需要。我们最大的快乐之一就是凝视一个物体，不仅当我们打算以某种方式利用它时是这样，而且甚至当我们脑子里不怀有任何实际目的而研究它时也是这样。这是因为视觉比任何其他感觉更能使我们十分清楚地感知和分辨事物。感觉能力是一切

生物的天生的特性。某些生物能记住它们所感知的东西，因此比无记忆能力的其他生物更有智能，能够更好地学习。……动物通过对它们所感受的映像直接起反应而行动，同时也靠记忆而行动；它们偶尔甚至能够利用它们的记忆力从经验中学习。然而，人却利用着技能和理性思维，并且一直使用他的记忆从经验中学习。……技能是从许多已经被理解的特定经验概括推广到其他类似情况而获得的。一个只凭经验而无技能的人知道一种具体的疗法能帮助卡里亚斯(Callias)和苏格拉底(Socrates)和其他一些具体的人，解除某种具体的病痛；但是一个有技能的专业者的标志是他认识到一种具体疗法能够帮助所有那些受到某种具体病痛的人。——例如，一种疗法帮助所有患重感冒的人，一种疗法有助于所有急性消化不良症患者，而另一种疗法有助于所有正在发高烧的人。”

[31]“就实际结果而论，一位依赖于经验而无技能的业余者和一位技巧娴熟的专业者之间似乎没有多少差别——除了有经验的人一般地比那些已掌握了理论，但还没有实践所学理论的人更有成功的把握以外……有的人已掌握了理论，但从未实践过这种专业，他知道各种一般原理，却从未直接接触过实际病例，这样的人常常表现出是一个不成功的实践者，因为归根到底一个医生是必须治愈病人的。”

“然而，一般认为，有技能的专业者比单凭经验的人具有更多的知识和理解，前者的智力水平比后者高，因为我们认为智力成就来自于真正的知识。这个一般观点的依据就在于：有技能的专业者懂得自己为什么正在做某事，而单凭经验的人却不知道。后者只知道他正在

做什么，但却不懂得为什么要做这件事……总之，我们对有技能的专业者要比对普通工人更尊重，其原因就在于：我们把智力成就与对理论的有条理的掌握联系起来，与对事物原因的理解联系起来，而不是与不断地涉及事物的实用方面联系起来，……。此外，我们通常并不把智力成就与感官的使用视若等同。确实，感性知觉是获得关于特殊事件的信息的主要手段，但单凭感觉决不可能提供给你关于任何事物的原因。例如，我们的感觉能告诉我们火是热的，但却不能告诉我们为什么火是热的……人们所说的智力成就普遍地与种种深入到对关于事物的解释中和对关于一切事物所依赖的基本概念的解釋中的基本要素的认识相联系……，这就很清楚，真正的智力成就来自关于一定主题所依赖的基本概念的知识，来自为完整地解释这一主题所必需的种种要素的知识。”<sup>①</sup>

亚里士多德的探讨方式的突出之点是他把普通人类的认识方式追溯到人类的动物性起源上。这并不是说，他具有一种认为人类能力是从动物起源中进化来的观念，而是说他看到了二者具有某种共同的东西。动物和人所共有的东西是感性知觉和记忆。亚里士多德想证明除了这些共同的能力以外，使人区别于动物的特点。他并不认为这种区别是智能，因为他认为动物也是有智能的。这就是说，它们都能够从经验中学习，并用过去的经验来调整行为。但人除智能外，尚有其他能力：人具有推理能力，所以推理超越于单纯对一种情况与下一种情况的相似性与差别性的认识。【32】这就是说，它超越出能够成功地操作的能力（这种能力

---

① 亚里士多德，《形而上学》A编，980a—982a。我这里采用的是A编的出色新译本，译者是Daniel E. Gershenson和Daniel A. Greenberg。载于《自然哲学家》（纽约，Blaisdell出版公司，1963）第Ⅱ卷，第5—9页。

是任何有机体存在所需要的实际技能),而涉及到认识事物的实际操作的原因。亚里士多德把这样一种知识定义为能够解释某种事物为什么像它实际所做的那样进行操作。因此,理性认识是解释事物原因的知识,而不是关于事物以某种方式进行操作的知识。

这种理性知识包含了亚里士多德所说的“基本概念”或解释原理,这种原理超越于由经验所提供的特殊和有限的事例而具有普遍性。这意味着如果这些解释原理是正确的或恰当的,它们将适用于一切事例,既包括那些已经被经验过的(这是那些原理大体上可以作出解释的)也包括那些有待于被经验的(这是那些原理大体上可以预见的)事例。因此这种理性知识的实际作用是对经验的预见——能够预见并因此而能够在进行行动之先考虑到各种行动,考虑到它们的预期的结果。这一点的重要性就在于行动不再是盲目的,不再仅仅是对给定情况的反应了。相反地,它是深思熟虑的。亚里士多德强调过去的经验是这种深思熟虑和选择要采取的行动的基础,因为若无以前关于类似情况的经验,就没有根据判断出选择这一行动比选择另一行动成功的把握更大。那样,我们会回到单纯本能地或随机地行动。然而若仅仅依靠从前对类似情况的经验,我们会局限于只根据习惯做出反应。

这些“习惯”包括着行动的模式,因而也包括对某些经验模式的认识,因为对于同类的情况会做出同类的反应。记忆通过把过去发生的情况和现在情况的类似性联结起来而有助于确立这些模式。这种基于习惯性的行为是智力的行为,因为可以进行试错性的学习:对于过去失败的记忆会制止重蹈先前不成功反应之复辙,而鼓励用新的反应去作实验。这种试错法学习经过一段时间就会确立起关于已知情况的最佳习惯。对于类似情况的反应的大的起伏就减少到最低限度,此时各种最佳反应的一个平均近似即被加

强为一种强烈的习惯<sup>①</sup>。在亚里士多德看来，最佳习惯是那些适合于有机体“本性”的习惯，因此“正确活动”是那些与本性相一致的活动。【33】但是，除非有某种独立的方式得以认识这个本性是什么，否则一个人怎么知道一种活动是不是“与这种本性相一致”的呢？于是，看起来，亚里士多德的说明是空洞的，或者说是循环论证。不过亚里士多德提示了一个判定什么是和什么不是与有机体的本性相一致的实验性标准。当有机体最佳地起作用时（这就是说，当它以这样一种方式操作或行动时），它的存在、成长或正常发展得到保障，它经验着欢乐。当它不是最佳地活动时，它便经历着痛苦，这是临近发生解体的征兆或对机体生存的威胁。因而欢乐加强各种有利的活动，痛苦则禁止不利的活动，随着避痛趋乐的习惯得到确立，学习便发生了。于是，按照亚里士多德的看法，任何有机体“发现”什么是它的本性或发现什么构成成功操作的方法是依靠它的行动中的实验，依靠在形成行动的习惯中欢乐和痛苦所提供的调节。所以，有机体具有一种保存自己并通过以有利方式进行适应或吸取经验而成长或成熟的“天然（本能）的倾向”。这种倾向表现在有机体所显示出来的对环境的“天然”反应上，表现在它的避痛趋乐的〔本能〕上。

这种说法存在着明显的困难。例如，倘若把痛苦的事情定义为要避免的事情，欢乐定义为要寻求的事情，那么这种论证是循环的论证。不过这里面包括有一种看来很难拒绝的常识见解，即：我们对动物或植物或人的观察似乎导致我们作出存在着我们可称做“生存机理”或“适应机理”的概括。生物一般似乎是善于克服不利

---

① 亚里士多德在其伦理学（研究什么构成人的美德，并因此研究那些会促成美好生活的行动）著述中，发展了关于这样一种理想手段以及如何通过经验取得（或学会）这种手段的理论。换言之，他试图提出一种关于如何形成好习惯的理论。〔实际上，亚里士多德论证了这种情况，伦理学（ethike）这个术语的语源词根为ethos，意思就是习惯。〕

形势、避免危险、排除威胁、适应环境变化、或寻找提高生存机会的有利环境的。我们倾向于用自然选择来解释这种生存机理。我们认为有机体的适应行为，它的通过试错法而学习的能力，是进化的产物，在进化中，这类学习机理把生物学优势给予了具有这些学习机理的有机体和物种，而这些物种便因此而被选择出来得以遗传生存和传种接代。但这种适应行为是在有机体对可能产生什么样的结果毫无预见而且当然对它的行动或行动习惯的成败的原因毫无认识的情况下进行的。所以，这种行为要么是出于本能，要么是出于盲目的经验，只不过是确立起适应于刺激模式的反应模式而已。它与其说是创造性的活动，不如说是反应性的活动，因而显然还不是理性的活动。

然而，这种适应行为业已预先设定了一些整理经验的方式、根据某种最佳状态进行分类和选择的方式，这些方式已被置入有机体的结构之中。

### 知觉的结构：经验的整理<sup>[34]</sup>

如果我们的知觉只不过是有一个或另一个感觉到的千百万独特的和分离的可分辨的特性聚集而成的；如果不可性数的无秩序的颜色、形状、构造、声音、触觉、味觉、嗅觉、发痒等遍布于感觉领域的话，那末，很难设想我们怎么能够整理这些感觉碎片。但知觉已经是选择性的，感觉领域的组织化是知觉过程的一个首要特点<sup>①</sup>。此外，情况似乎是这样的：这种感觉按照这种抽

---

① 假如我们考虑一下(例如)一种复杂和高度专门化的器官(如眼睛)和视觉过程的单个特点(如色觉)的话，知觉选择的关键性本质就会变得清楚了。据估计眼睛能够感知其差异的颜色超过700万种。然而我们当中没有一个人被如此众多的色彩所压倒以致使日常的行动和决断受到妨碍。关于这方面的讨论，可参见J. S. Bruner, J. J. Goodnow和G. A. Austin的《思维研究》(A Study of

象选择作用所提供的经济性和效率而赋予有机体以生存的优势。实际上,概括种种对已感知的经验模式的反应、对同类情况的同类反应,就是习惯的形成。因此,我们可以说,这种习惯形成和学习是来自于各种已经确立起成功标准的试错性机理。例如,在新生动物的本能的亲趋和躲避的行为中,生来就有的对适当的形状和大小的感性认识都有利于帮助新生动物识别食物和非食物,安全和危险,所有这些都看作是从生命的第一天起就有利于生存的。

因此,对于这样一个明显的问题:“这种感觉整理对有机体有什么作用?”最容易浮现的答案是:它是有机体赖以能够使自己的行动适应其环境的一种手段。这就是说,它允许满足于有机体生存需要的有序的行动。对经验的整理变成行动成功的工具,而正是这种行动的成功对于有机体具有生存的价值。【35】我们还可以推测,经过若干世代之后,许多这样的“成功”,就会按照有利的遗传特性在传给后代时所具有的统计优势而从遗传的角度上受到选择。因此,某些趋于成功的倾向便通过(从遗传学家们绘声绘色地称之为“基因库”中进行选择的)遗传选择的作用而变成遗传特性了。我们可以管它们叫“本能”或叫“继承本性”或“先天能力”。总之,近来的研究提供出有力的证据,表明整理经验的倾向是有机体遗传继承结构的一种特性。

---

Thinking, New York: John Wiley & Sons, 1956) 第一章。作者写道:“假如我们充分运用我们的辨别事物差异的能力并把对所遇到的每一事件都当作独一无二的来作出反应,那么我很快就会被我们的环境的复杂性所压倒……这种分辨能力……如果被彻底运用,那就会使我们成为个别性的奴隶……”(p. 1)使我们免于淹没在分辨个别性的大海里的,是我们具有的选择和整理这些个别事件并仅把其中的某些当作有关的或应加以注意的而挑选出来的方法。正如新近对知觉的生理学和心理学研究所表明的那样,即使是在外缘感觉接受器的初级水平上,即使是在机体的婴儿初级阶段上,这种整理和组织的特殊性程度也远超出亚里士多德所能够猜想的范围。有关这方面可参见参考书目中所列的Huebel和Wiesel; Lettvin和Maturana; Frantz; 以及 Bower 等人的著作。这种选择性和组织的程度和意义就是早期格式塔心理学(Gestalt Psychology或称“完形心理学”——译注)的见识。

## 知觉、抽象和概念形成<sup>①</sup>

我们通常的知觉,像所有动物的知觉一样,是在抽象地操作;这就是说,它从一些或可说在某些方面相同或相似的不同情况中挑选出若干特征,而不是全部的特征,加以注意、认识和概括。因此,当知觉的心理学家谈论知觉的概括、或刺激的概括或型式识别时,他们所暗示的是知觉的行为,在其中各种不同项目被按照它们相似或相同的某些标准特征或性质而加以分类。因而,对一种形状或一种颜色形成条件反应的鸽子,会对在其他方面不同但却与此种形状或颜色相同的各种物件(或根据某种为该鸽子所注意而我们却不知道的特点)发生反应。虽然某些实验心理学家把这种感觉概括叫做鸽子的概念形成<sup>②</sup>,但人们并不清楚把“概念”赋予这样一种有机体是什么意思。很难赋予鸽子以“概念的表达〔能力〕”,除非是用类比或隐喻的方式,在任何情况下,我们都不会声称这已经涉及到概念推理或解释,虽然它显然是一种整理经验的情况。

我们可以说,知觉在这个层次上达到的“抽象”还没有脱离实际知觉的情况本身,也没有被表示为不同于对环境刺激的直接反应的某种明确的符号。感觉的“抽象”至多是在实际知觉情况中的感觉经验之内的一种操作方法。记忆和想象把我们推进一步,跨出实际的比较直接的知觉范围。【36】实际上,我们把感觉印象从直接外向的感觉活动或运动活动中分离出来。因此想象和记忆是对变化不居、杂乱繁多的感觉识别和反应的一种分离。但记忆和

---

① 关于这一题目的古典的和新近的观点的总结,参见 Anatol Pikas:《抽象和概念形成》(*Abstraction and Concept Formation*, Cambridge, Harvard University Press, 1966), 特别是第 1, 2, 5, 6 章。

② 例如,参见 R. Herrnstein, “鸽子的复合视觉观念”(“Complex Visual Concept in the Pigeon”, *Science*, 146: 549—551, oct. 23, 1964.)



想象两者仍然受到感性知觉的直接意象的约束，甚至当这种意象以幻想的或歪曲的形式表现出来时，也是这样。记忆的映象或想象的映象可以是鲜明的，也可以是微弱的，可以是模糊混乱的，也可以是清晰独异的，但它一直受颜色、形状、声音、触觉、嗅觉等等感觉性质的约束。

另一种不同的抽象则完全涉及到用符号或代码表达感性知觉的这些特点。这种可能性随着语言的使用而显示出来，在语言中，知觉特点被符号化，而不是在文字上得到再现。比如，红这个字就不是红色的，方这个字也不是方形的。有人用语言中的这种符号表象进行类比而争辩道，神经系统中的感知过程同样地把感觉的各种性质转变为电的或化学的“代码”，因为触发我们识别红或方的神经脉冲本身既不是红的，也不是方的。差别就在于，在人所使用的语言中，符号系统本身变得脱离了它所表示的直接感觉到的情况。再者，一种语言系统脱离了使用感性形象的表达方式，因而能够更加从感觉经验中独立出来，其独立程度，既大于记忆也大于想象。（然而，如通常所知，这种语言符号的交往是借助于感性知觉的——说话必须被听到，写字必须被看到，如此等等。）在语言的发展过程中，抽象从直接外向的感觉活动或传出活动的前后联系中开始进行，直到我们能够运用或操作符号来代替事物。词和句子代替了被感知的事物或情况，因此这个符号的语言抽象从直接感性知觉和行动的前后关系中得到某种自主性<sup>①</sup>。

---

<sup>①</sup> 关于被他们称之为“语言媒介的自主性”的这种发展的说明，可参见H.Werner和B.Kaplan著的《符号形成》(Symbol Formation, New York: Wiley, 1963)。这是对思维和语言的关系的发展性探讨的一种发人深思的见解。尤其参见第I部分第4章、第II部分第13章。关于心理语言学的介绍性说明，可参见Roger Brown:《言词和事物》(Words and Things, New York: The Free Press, 1958)。论及这方面的内容全面的各种文章载于S. Saporta主编的《心理语言学文选》(Psycholinguistics, A Book of Readings, New York: Holt, Rinehart & Winston, 1961)一书中。

这种借助符号表示知觉和直接外向的活动的表象，以及这种符号系统在语言中的形成如是达到了一种完全新型的抽象。我们实际上有一种经验的抽象符号模式，它的要素可以被思维所操作，它的范围既不受直接知觉的约束，也不受记忆或想象的感觉印象的限制。

## 概念抽象的优点

这种语言符号所提供的概念抽象有些什么优点呢？我们可以用综述的方式，提出六个这样的优点，然后再说明理性思维和理论如何在这个基础上而成为可能的。

### (1) 语言中的概念表象是经济的

用符号代表事物、事件或过程的最明显的特点也许是表达的经济性。表示客体的词，一旦从所指称的或命名的现实客体的感性情况中被抽象出来，它们就可以用来表示非现实客体和这些客体的类别，或同属某一类别的或具有某些属性的全部客体。语言抽象也可以体现为一条行动规则，它以符号化、可交流的形式表示出一些指示，为那种需要通过模仿或习惯形成并且经过长期实践和学习才能够获得的复杂活动的行为指明方向。虽然已获得的技巧、技术、看法和信念能够通过重复和例示而传给下一代，但这种文化信息的传递却要通过语言的使用。人脑随着语言的获得变成善于贮存器官记忆（即对知觉和传出活动的记忆）和词语记忆，在范围、抽象性和信息量方面都得到极大的增加。因此，交流的能力和概念的共用促进了一个具有种种共同的意义和实践的共同体诞生，这些意义和实践不再限制为遗传继承和比较缓慢的遗传生物进化过程。反之，惊人迅速的文化进化过程遂变得有

了可能，因为概念抽象和符号表达的媒介在信息的获得、贮存、传递和使用方面使工作量大为节省了。

(2) 概念表达与直接知觉和行动的分离使得有可能对目的和手段进行思考，并引进了判断与理性选择的可能性

在概念的抽象中，对过去的经验和未来的结果的表达是可以独立于直接的知觉和行动的，这就是说，它并不受直接的、外向的知觉活动和传出活动的约束。这就使我们得以对过去经验和未来预见的各种要素进行比较“自由”的或分离的操作，因为它们已再现在概念这种内向的“空间”中。人们因而可以谈论关于人类行动的一种模型或抽象表达，即所谓的一种思维的演习，在其中行动的各种过程的“排练”（“rehearsals”）可以在没有直接行动、也没有后果的情况下而进行。

这种对各种不同方案进行想象演习的优点是：它提供了在思考的基础上对各种不同方案进行选择的机会。但是这种思考，如果不想使它徒劳无功的话，【38】那么在对于预想行动的目的展望〔即在该行动的预期结果和其目标（或其结果将为什么服务）这两种意义上的目的展望〕方面以及在赖以成功地达到这些目的的手段方面需要有一个选择的基础。因此，深思熟虑地考察目的和手段之间的关系的可能性，只是随着行动的概念表象的发展而开始出现。这种慎重选择的对象已不再是知觉形象，而是抽象的判断；而且，这些选择已不再简单地受本能或习惯的支配，至此可以由有意识的推理来决定。简言之，理性判断和理性选择的可能性现在已经开放了。

(3) 概念模型是与时间相关的

在世界上的事件和行动的“实在时间”中，过去的是过去了，

未来的还没有出现，而(深奥中的深奥是)只有现在的是现在的。在记忆中，过去以某种方式被保留在记忆的印象中，正如在想象中我们能构思出假设性的过去和未来的状况，或者甚至把现在想象为不同于我们的直接的或现实的感觉经验中的现在。(如当我们用现在时态在幻想那样：“我现在正在指挥波士顿交响乐团……”。)所以，记忆和想象提供出种种手段，依赖这些手段过去和未来便被表示为在我们意识的“内部时间”中的“现在”。但这种对过去的重建或对未来的规划是与对记忆的或想象的意象的具体表达联系在一起的——即根据知觉表象的各种具体的、特殊的要素而做出的。关于过去—现在—未来关系的纲要式表达系根据某一概念上的现在而对这类感性印象进行抽象，并提供给我们一种关于时间关系或序列的抽象模型。如此抽象表示的对选择性的时间关系或序列的操作可以独立于“实在时间”的条件而进行。在对时间关系或序列的一种概念模型的反思思考中，外向行动暂时中止：沉思转向内部并构思出一个与外向行动的条件无关的时间序列模型。显然，即使在我们思考时，时间也在“流逝”，所以，正如我们平常所说的，我们需要时间思考，或相对的闲暇，在其中直接外向行动的暂停才是可能的。如果我们不能“停下来去思维”，那末，沉思当然是不可能的。但我们的时间序列的抽象模型是与“实在”的时间中对外部刺激的直接反应无关的，而且这种模型能够为批判的反思表示出各种关于过去—现在—未来的与时间相关的序列。

(4) 含蓄的行动习惯或学得的行为型式被阐明为可受到有意识的考查和批判的规则或计划

一种行为型式或那类通过试错法而学到的有序的反应暗含着一种规则；这就是说，对该行为型式的某种描述可以以全称的方

式来做出，使之适用于该模式的所有实例。【39】但是，一条暗含的规则，或径直体现在某类行为中的规则，并不是一种实际规则，因为这类规则般的行为也许符合某一规则但它又不受这一规则的支配或调节。我们的习惯用法指示出规律般的行为和规则般的行为之间的区别。规则可以被打破，而规律，如自然规律，既不可被“打破”，也不可被“服从”。它们只是事物行为的方式。再者，“规则”的一种用法（例如，“作为一条规则，我七点起床”）表明规则所描述的是通常发生的情况，但并不一定总是这种情况。

但是，遵循一条规则或根据一条规则行动比简单地体现为一条规则具有更多的含义。它意味着以一定的方式行动，这是因为有了规则的缘故，而这种行动要求对这条规则作出明确的表述。因此，一条行动规则的系统表述需要用某种语言或某种符号形式做出明确的表达。一旦规则以这种方式得到阐明，那就有一种新的要素加入了对我们的活动的调节。这种新要素超出了习惯的范围（习惯也可以说是调节我们的活动的，比如一种获得性的反应模式，或一种在一定情况下以一定方式作出反应的倾向。）一条阐明了的规则按照有目的的有意识的预想，并通过实现这些目的的手段有意识的指引来调节活动。例如，如果这条规则是“绿灯亮方可通行”，那末，执行一种由该规则所支配但又不只是偶然地符合这一规则（如我在既没有注意到灯光，也没有留心规则的情况下碰巧在绿灯亮时通过）的活动，就是一种其“目的”在于只有绿灯亮时才通过的活动。康德在谈到规则时，甚至更严格地提出：行动的“目的”就是为了执行该规则而行动，就是因为它是一条规则而服从该规则。因此，对规则的服从或受规则的支配本身被列为一条第二级的规则，即“规则是必须服从的”。在这种情况下，出现了用规则进行有意识的自我调节。用康德的话来说，就是我们的行动变成“自由的”，即自我决定的，或者说是自主的

了。按照他的观点，这种行动是属于理性的，或是受我们的理智所支配的；所以，只有理性的行动才是自由的。

因此，以这种方式所调节的活动，既不再是本能的或生来就有的对某类刺激的反应，也不是通过试错法而学到的习惯性反应。它们是受符号指导的或受规则支配的活动。于是，就这些符号或抽象了的概念“规则”可被说成支配着我们的活动这一点而言，这些规则便构成了新的不同种类的活动，这种活动不仅仅是对感觉领域的反应，而且是对这些规则在其中得到明白表示的语言领域的反应。按照我们自己业已创造出的语言表述，我们作出行为、行动和反应。语言中各式各样的单词、句子、命令、问题、描述、表达逐渐构成一个意义域，我们对这些意义的反应变成是受过教育的了。我们不仅创造出符号，我们还使用符号。再者，我们是自我指导地使用这些符号的，这一点最为重要。【40】因为目前出现了一种人类活动，它不仅受习惯的型式指导，而且受我们自己所构造的规则的指导。

就其自身而言，这也许不过是动物的那种受信号指引的行为，这类动物通过一些有效信号，例如警告、命令、危险、发现食物的信号以及交配的信号等等，的确调节着自己以及本种内的其他个体。因此，语言极有可能是从这种有声的、手势的、或其他种类的调节信号中发展起来的。但是，随着规则的明确表述，又取得了某种超越于此的成就。规则本身现在能被考查、思考、适应、改进、接受和摈弃。关于某种行动是否符合规则的判断，正像一个反思判断一样，现在变得可能了，并且还能对规则作明确的批判。当一个人考虑到这种批判的反思成为整个共同体的并可能变成为全人类的活动时，这种效果就以一种引人注目的方式成倍增加。这就是说，对这些规则（一旦它们以语言这种公众的和可交流的形式而得到表述）作批判性和校正性的考查，便可以

利用使用规则的有机体的整个共同体的多方面经验；规则背景的广度和深度大为扩展，跨越了空间和时间。语言与时间相关的特征，使保存下来的过去的经验，甚至是该共同体已不在世的成员的经验影响着这类规则的表述和再表述。而这些规则跨越空间的交流（在语言使之成为可能的交流网络中），极大地扩大了其应用范围。从局域性的规则中发展出非局域性规则。这些规则所适用的并使它们受到检验的各种经验和行动的形式，不仅能从个人的有限经验中甚或从一个共同体的整个生存期间中得来，而且还能从整个人类的连续经验中得到，只要跨越时间和空间的语言交流是可能的话。

在共同语言和共同经验的熔炉中形成的这些规则构成了我们称之为常识——最低限度的一套指令性概念，一个共同体用这套概念调节它的实践活动和日常活动——的一大部分，同时也为发展成科学的那类批判性常识提供了基体。

#### (5) 关于矛盾和一致性的明确规则随着理性论说的发展而出现

规则的一个调节性特征对理性的发展产生着影响，这就是论说规则的功能。论说中的矛盾和一致性作为明确规则的发展是一种特殊的和比较晚的发展，它们起源于古希腊。然而，这些规则似乎蕴含在日常经验的某种共同特点中。【41】假定对于一种给定的预想目的，存在两种可供选择的行动过程，而且进一步假定它们是相互排斥的。例如，从纽约到芝加哥去，一个人要么坐火车去，要么乘飞机去，但显然一个人不可能在同一次旅行或同一个时间既坐火车又乘飞机去。这种选择贯穿在我们的许多日常活动中。存在有一种通用于所有这类行动的形式，它可以抽象出来并用符号术语做出表述。用概念表述这两种对立的选择时，在语言

中，就可以明确表述为论说的规则。比如，如果我们肯定X，那末，我们就不能也意味着肯定非X。这条明确规则可以是像这样的形式：“要么是X，要么是非X，但不能同时是两者，”或者，“一个人不能在同一问题上同时既肯定一种陈述又肯定其否定。”

这里出现的是语言论说中的肯定和否定的整个概念，和它一起出现的是真理和谬误的概念。对于两个相互排斥的陈述，或对于一个陈述及其否定陈述，我们不能同时肯定这两者，因为我们不能说，两者都是真的。其中的一个或另外一个必定为真，但二者决不可能同时都为真。

这样一种规则是高度抽象的，虽然它可以从行动型式导出，但它确实与论说有关。它引入并调节那种我们可称之为论证的符号活动，即以某种语言的明确形式所进行的推理活动。如果我们的肯定和否定得到系统的整理，并且整个断言系统是遵守这一规则的——它是一条非矛盾规则——那末，相反的断言如：“这是X的情况”和“这不是X的情况”二者就不能同时作为真的表述出现在这个系统中。如果在整个断言系统中没有任何这类互不相容的断言，那末该系统就是一致的。

这是对有关真理的朴素和常识性信念的稍具形式化的描述。但只有通过阐明非矛盾性和一致性规则，对论证的理性批判才成为可能。确实，非矛盾规则本身随后可以被批判地考查，因为它已经受到某些逻辑学家和哲学家的考查。这样，可以把理性批判看作是取决于对我们的概念和规则的明白表述，从而使它们以这种形式而得以成为批判反思的对象。

赵

## (6) 解释或理解关于事物的“为什么”依赖于借助概念的认识

概念和规则的使用是一种使用符号的有机体的标志，这种有



机体按人类的方式可以说是具有智能的。对这些规则和概念本身的反思是批判性智能的标志，是某种可说是理性的有机体的标志。虽然理性依赖于概念的使用，但它还需要比这种〔概念〕使用更多的东西；它需要反思活动，在这种活动中概念和规则本身是考查和批判的对象。【42】由概念作过整理的经验，依靠概念的使用而获得的知识事实上也许具有这样的优点：即教育我们按事物的实际情况预见事物将要发生的情况。理解事物为什么会如此发生并能够作出解释，这要求对概念自身做出进一步的反思，因为概念是理性智能的标志，是理论科学探究开始的标志。

### 第三章<sup>[43]</sup>

## 前科学的认识方式

科学知识和普通认识方式之间的连续性可能导致我们得出错误的结论：所有的认识活动都是科学的。科学知识和普通认识方式之间的间断性可能导致我们得出另一个同样是错误的结论：科学与普通认识方式无关。科学思想在使用概念的智能人的行动中 和在对概念进行反思的理性人的理解中的起源，导致出比这两个结论中的任何一个都更合理的结论。一切科学都是运用概念的知识，但并非所有应用概念的知识都是科学的知识。当我们断奶并且开始呀呀学语的时候，概念形成就已经在进行了；而且当我们提出关于这些概念和术语的使用和意义（“如果她是外祖母的话，那末外祖母怎么会成为母亲呢？”）时，对概念的反思就已经开始了。这种受到概念整理的知识的确可以是科学发展所必需的，这孩子因而可以具有成为科学家的能力。但是，用这种方法所获得的大多数知识显然还不是科学的知识。在考察科学的起源中，我们需要区别科学与非科学。但除此以外，我们还需要证明，某些普通认识方法怎样形成科学得以产生的不同策源地；并且从这个意义上说明，思维的某些模式和方式如何是前科学的。我们尤其想表明，从前科学的种种前后联系中是怎样产生出理论解释和规律表述的。

这实在是一项复杂而艰难的任务，因为它需要对那些〔前科学〕思想模式进行重建，需要对前科学社会的文化和技术进行重建。因此，这是历史学家和人类学家的任务。但是，关心科学思

想的起源和特性的科学哲学家利用社会学家和历史学家的证据，可以从思辨上重建出这类前科学的认识方式。这样一种重建并不涉及到这种或那种宗教仪式或神话或技术的具体发展，但与这些思维和活动的模式所呈现的形式有关，而且还与这些形式赖以在典型的科学知识形式上留下它们的痕迹的方式有关。因此，我们在这一章将探讨前科学以前解释的本性，因为它影响到科学理论和规律的产生。

## 什么不是科学

(1) 对科学这个术语的显然成问题的使用是把它应用于骗术、伪造以及系统化了的迷信。人们花一包香烟的价钱就可以买到诸如“数秘学”、“祥梦与预言的科学”、“占星术科学”这样一些专题论文。有一种健康的常识把这类伪科学的骗术都打上“迷信”的印记，也就是把它们当作是没有实际知识基础的、建立在实现愿望的幻想或恐惧基础上的非理性的信仰。然而，现在被认为是迷信的信念却一度在科学的发展中起过作用。这些信念当时也是迷信吗？当然。在那时它们并不是象现在这样的反常。当时它们不仅仅是迷信，而且是力图在早期的概念框架内解释各种神秘的、使人畏惧的、令人恐怖的以及奇妙的事物的尝试。

科学解释的原型在我们的视野中往往是隐匿的，因为我们倾向于把它们当作普通常识或无知和迷信的产物而加以取消。宇宙充满着神祇和恶魔、邪恶和善良的精灵、魔力、妖术、符咒和宗教礼仪、人们可以用来控制各种事件和行动的咒语和秘数，求助恶魔的魔术和不求助恶魔的魔术、神秘习俗、禁忌、各种诀窍和秘药：它可以使人获得爱、生男育女和令人惧畏，或可以使五谷丰盛，可以避开恶毒的眼光、愚弄神祇、或使仇人失明——迷信

信念的名目繁多，五光十色。〔45〕但是，它的意义并不在于它是人类愚昧的象征，而在于它是人类企图解释和控制自然界的例证。这些解释的尝试变得仪式化和制度化，它们变成社会上公认的和强制的行动规则和信仰要求，这种说法道出了社会文化发展的某种本质，因为这种迷信信仰的阶段是各种迥然不同的社会普遍经历的阶段，而且在除此以外没有任何联系的各种文化中，这类信仰模式却是惊人地相似的。<sup>①</sup>

(2) 还有另外一种知识，虽然它并不自封为科学，但在科学思想的起源中却具有重要意义。这就是那种在格言、民间谚语和经验法则中表达出来的知识：“晚霞使水手高兴，早霞使水手警惕”；“宁可输给聪明人，也不愿赢一个大傻瓜”；“来得容易去得快。”这种与人类经验有关的民间学问和职业知识都是许多世代的多种经验的精华。这种知识的简洁表达方式便于人们把它牢牢铭记在心中，而运用类比把它与其它方面联系起来，从而扩大它的范围和用途。这种表达肯定了共同经验中的事物之间存在的某种规律性的联系。人们可以用来意译许多这类格言的最一般格式是“每当……，就……”（“每当猫走开，耗子就出来。”）这些表述用经济、形象的形式表达出在整个共同体的经验中得到很好遵守的各种一致性。它们采取归纳概括的形式，但也具有真正发现的天才。它们具有机敏和眼光，它们用明确的术语把我们已经朦朦胧胧意识到的真理表达出来，这给我们留下深刻的印象。

(3) 最后，有一种流行的错误见解表现在我们的共同习惯用语中，而这种误解包含着半真理的成份：人们可以知道怎样驾驶一辆汽车或拧一个钉子，或者怎样建造一座桥梁或一条隧道，或

---

① 例如，关于这种跨文化的相似性的言过其实的说明可参看Sir J.G. Frazer: 《金花束——魔法和宗教研究》(The Golden Bough——A Study in Magic and Religion, abridged edition, New York: Macmillan, 1963)。

者怎样管理家禽饲养场。流行的习惯是把知道怎样做(Knowhow)这类对技术或操作规则的掌握视为“科学”，如“桥梁建筑的科学”、“家禽饲养场的科学”或者甚至“开车的科学”。在这种习惯用法中存在着传统的势力，正如存在着词源学上的证据那样。科学(science)这个词归根到底来源于scientia这个拉丁词，它来自简单的日常动词scire，其意思是“知道”。【46】例如在德语中，科学与通常所说的“知道”的密切联系同样是一目了然的，因为科学一词是Wissenschaft来自表示“知道”的动词Wissen。然而，用科学这个词指称一切知识似乎是对科学一词的现代涵义的滥用。因此，这是一种令人不快的用法，它把任何技巧或技术不论什么样的都描绘成“科学”。避免这种用法的方法之一是按其操作意义把种种技巧和技艺称为“技艺”。（例如，我们谈到“医术”或者“男子防身术”或者“教育的艺术”，关于历史是艺术还是科学的争论仍在激烈进行。）但是，这也许是一种教条的纯粹主义，它并不理解在历年的实践中得到完善和系统化的有条有理的技艺和技术与科学发展的关系。

在这里，我们已经讨论了三种类型的知识：(a)用某些想象的力量和存在物来解释的知识；(b)从经验中概括出来的知识；(c)某种有条理的操作规则或技术规则的知识。这些认识方法没有一种可以合适地纳入我们所要称之为科学知识的范围。不过，这三种知识都提供了种种科学知识形式的原型，而且这三者全都已经在科学发展中发挥了重大的作用。它们都企图用某种方法整理经验、达到对环境的控制，而且全都使用这种或那种语言中的符号表述这种媒介。

因为其中的每一种都代表着一种前科学的认识方法，因此，若不考察这些模式的形式和功能，任何关于科学从普通认识方式中发展而来的起源性说明都是不完全的。而且，因为科学并不是

突然出现的，而是经过了漫长而又艰难的过程才发展成为一种独特的认识方式的，所以，任何想鲜明地标出科学从前科学的认识模式中突现而出的界线的企图，都必然使明晰性被庸俗化和歪曲。科学是长期产生的，它的起源和发展是复杂的，有时是模糊暧昧的，它身上带有分娩阵痛的痕迹。正如可以从成人中认出他小孩时的样子，科学的童年及其在科学以前的认识方法中的起源在现代科学中留下它早期形式和思想方法的痕迹。因此，这种前科学的认识方式也可以看作是原科学的认识方式。关于科学成长的能力我们已经作了说明。现在，我们转而纲要式地阐述一下，在这三种认识方式中究竟是些什么具体内容表现出这种原科学形式。同时，让我们看一看，在每一种方式中出现的是何种科学思想的雏形。

## 神话诗的思想：拟人化和万物有灵论的解释

### 起源、理由和原因

一种最早的解释形式是按照人类和个人的行动和目的去说明自然界的各种现象，或把各种自然力描绘成活的、有意识的和有目的的力量。在对人类行动和感情的具体形象的描述中，诗歌和戏剧的想象力重新塑造出我们经验中的畏惧、惊奇和异常情况；而神话则唤起我们与自然界的亲密感，即一种使我们对自然界和我们自身二者之中的未知事物产生亲切自如的感情的方法。这种神话诗式的对经验的重建当然足以说明人类想象力的创造力、人类思维的自由审美的发明能力；【47】不过它也起着解释的作用，即作为理解和说明那些模糊的、威胁人和不可控制的现象的方式。

如果允许我们在思辨上重建出关于这种解释的一个实例如何

得以发生的情况，那么我们关于这种功能的说法也许会变得更清楚些。我们想象某个古代人在大自然的灾难或大祸面前的恐怖，比如说铁器时代的人面临着雷暴雨，夹杂着空中野蛮能量激起的电闪雷鸣。我们进一步想象，在这种情况下闪电击中一棵大树，这棵大树就倒在近旁燃烧起来了。动物性的反应是恐惧的、无理智的、本能的，这种反应促使它们逃命，或者由于受到如此恐惧的打击以致发生瘫痪或歇斯底里发作。假定除了没有理性的动物性反应外，别无其他反应，那么，就不会有更多的情况了。然而这种创伤性的经验被记忆下来，而且由想象力重新形成。早期的哲学家问：“闪电是什么？它是从哪里来的？它为什么在我附近闪击呢？”这就已经超出动物性的恐惧而开始进行思索了：即把从“上面”降临“下来”的闪电假设为有点儿象下落的或抛下的东西那样；并且寻找能够令人满意地说明这种现象的起源、理由和原因。例如，提出的问题可以是，“为什么闪电在我附近闪击？为什么在这里而不在那里呢？”承认闪电是偶然的，就是束缚在动物性恐惧的无可奈何状态中。把闪电的闪击设想为是出于某种（不论多么邪恶的）理由，就已经等于把闪电设想为与出于某种理由而发生的其他一些事物相类似的事物。而理由（通过类比于人类的理智）是必须有目的的：“为了……起见”或者“带有……的预想目的。”有害的或破坏性的或恐吓性的现象的出现是因为或出于它要伤害、破坏、恐吓的缘故。在人类经验中，这种“理由”是可以理解的。一个人通过报复进行伤害或破坏：以恶报恶。以眼还眼（lex talionis）这种报复法被纂入人类行动的最早记载中。因此，这种伤害被解释成一种惩罚或者对以前所做的伤害的还报。总之，这已经提供了在人类行动的理解范围之内说明“理由”的某种方式。然而更进一步的问题是，“闪电是什么？”它是光亮的、火焰般的，它引起燃烧因而也是热的，但又不象火，它具有比较确定的形状。它是某种物

体，在铁器时代的人的经验中，这种物体酷似熔化的金属，它使人联想到当时存在的铸造金属的技术；而这种技术又进一步使人联想到其实践者和他的工艺器械。闪电来自高空，它是出于某种理由而发出的——因此，是有目标的或者投掷下来的——而且那位投掷者大概是在一个锻炉中冶炼金属，把它锻造成一种有目的的报复器械。

为什么会出现这一切想象的构思呢？是出于某种渲染、描写、虚构故事的天生愿望吗？有可能，但它不是一种无所事事的愿望，而是生活的需要。【48】面对这一未知现象而发生的动物性的恐惧反应让位于关于闪电的起源、理由和特性的带有意图性的知识。在这样一种力量的面前，如果没有任何办法想出应该怎么办，就会束手无策。但是，根据其熟知的和可理解的特征所形成的关于该未知现象的概念，其自身便提示出一种通过某种有理由的行动来处理这一现象的方法。如果雷电的投掷者是愤怒的，那么或是通过发现其愤怒的原因而弥补过失，或是通过贡奉牺牲的方式供献某种替身来平息愤怒（因而也是靠替身来弥补过失），如此便能使他息怒了。或者，在最坏的情况下，如果这位恶神是仇敌的话，那末就把他当作仇敌来对待：呼唤人们“自己的”神即人们的敌人的敌人（我们的上界人口大大增加了）起来战斗，或者采取威胁或报复的行动。以恐惧对付恐惧：以敌人之道还治敌人之身，即制造声响、或者装扮出可怕的面孔（如佩带原始的假面具），并且装扮得丑陋到足以吓跑如此一位敌人。

存在其他一些对人们的动物性恐惧的适应模式，但这些模式都有这种共同特点：自然事件被对象化了，采取了人的事件的形式，具有一位对个人的反应模式做出反应的拟人的行动者。通过类比于人类已有的经验：他们的动机、反应、目的、愿望和恐惧，来设想自然界。恐惧被赋予形状（象目的、动机、愿望也都赋有形



状),而且实际上人们吓跑或平息自己的恐惧,那么它已经具有了客观的和可理解的形式。自然界中的一切事件都被设想为有意志事件的形式,而且这些事件的行为者自己扮演戏中人。概念化的和想象构思的因素采取了故事的形式,充满种种行动、意图和结果。但是,这类事件已不再是一种没有理智的事件,而且反应也不再是一种动物性的反应。事件得到理解,反应是深思熟虑的。法兰克福(Frankfort)对此作过这样的描写:

“在古代人那里,自然现象经常是按照人类经验来加以设想的,而人类经验则按宇宙的事件来设想。……。在原始人看来,世界既不是无生命的也不是空虚的,而是充满着生命的。……在任何时候,任何现象都可能出现在原始人的面前,但不是作为它而是作为您。在这种对抗中,您表现出其个性、品质、意愿、……。整个人类在自然界中面对着活的您,整个人类——易动感情的、有想象力的和有理智的——对这种经验作出表达。您的一切经验都是高度个人性的;事实上,早期人类确实把发生的事件看作是个人的事件。对这种事件的说明,以及对它们的解释只能被表达成行动,而且必然采用故事的形式。”<sup>(1)</sup>

这些例子也表明了因果关系的原型概念。【49】一个引人注目的例子是广泛流传的关于疾病的“邪魔说”。在某些前科学的社会中,流行着一些致命的疾病。症状(用我们的话来说)是高烧、极度的体力疲劳、发抖痉挛、无保留食物的能力;而且无论采取什么样的出自天性的同情行为,例如提供食物和饮料,或安慰、爱抚——这些行为与动物的反应并没有多大的差别——都是没有希

---

(1) Henri Frankfort, et al.《哲学以前》(*Before Philosophy*, Baltimore Penguin Books, 1949), pp.12—15.

望、无可救药。还有一些传统的民间医术，它们使用在过去的类似病例中发现了具有疗效的各种草药或混合剂。但是，这种早期医术没有一种是单纯用来减轻症状的。还涉及到寻求对疾病作出解释，这种解释随着这类问题的进展而深入：“它是什么？它从什么地方产生的？是什么使它发生的？它为什么在这种情况下出现？”这些都是原科学的问题，而答案对我们来说，显然是颇为天真的，都是原科学的回答。根据某种起源、传染的方式、它在现在的影响程度，而且还根据关于它为什么在这种情况下发生的可以理解的理由来设想这些疾病。如果病症是发烧，那末起因就是某种火之类的物质，或者是某种具有加热能力的东西。如果症状是发抖，那末就存在某种引起发抖的力量；如果体力衰竭，那末就存在某种耗尽力气的东西。也许在我们看来好象是，在每一病例中，这不过是把症状再重新陈述一遍而已。说某种东西是热的似乎就是等于说某种东西被加热。但是，在推诿于这种关系的那种常识中，已经存在关于某事物是它事物的原因的概念表述。显然，这种空洞的表述本身——即每一种症状都存在它本身的一个原因——作为行动的指导是不充分的，因为它太含糊了。指导行动所需要的具体性要求这类原因具有一种具体和特定的特性，然后才容许以某种特定方式作用于这种原因。神话诗式的想象力再次以某种已知事物的形式对因果关系作出具体的想象：不是已知的事物本身而是具有已知的事物性质。引起疼痛或死亡的病症被认为（象闪电那样）是存心为害的，而且被归咎于具有个人的或特定的动机的个人作用。这种动机又可以被解释成对于某种错事或敌对行为的惩罚。出于这种原因作用的行动方式显然来自受害者的体内，并引起表面的症状，就象对作用的反作用一样。此外，这种原因是看不见的，虽然它明显引起可见现象。在这一重建中，某些邪恶的或存心为害的个人力量被看作是原因，而报复或惩罚

是其动机。首先，企图控制这种力量就是企图确定它是哪一类事物，为什么它如此发生作用。然后，一种受概念指导的反应模式才有可能形成。咒语、清泻、吓唬性的噪声、丑陋得足以吓跑恶魔的假面具、足以诱使他(她、它)分心的赎罪供奉、同情地重演受害者所受的苦痛以便把恶魔的活动吸引到另一个躯体去——所有这些“魔术的”或“迷信的”行动方式全都是在认定某种假想实体是疾病的原因的基础上，【50】经过深思熟虑的思想指导下的行动方式。

构思这些行动方式的思想模式大多是以想象的类比为特征的。它根据对某种具有因果效验的东西(在关键方面象某种已熟知的东西)的想象构思来解释未知的事物，总之，它是借助于一种模型来做出解释的。我们可以描述这种引起疾病的力量形态特征：(1)它是一种实体或者某种事物，(2)它直接作用于其他事物。这种模型在概念上所表述的最共同的经验特征就是因果关系。但是，存在许多不同的关于这种因果关系的模型。例如，一个人可以寻找这种恶魔力量的起源。一个人可以寻求刻画它的作用方式，比如，是靠直接接触或者是借助某种媒介的力量。因此，病魔也许并不是直接起作用，而是通过语言的诅咒或者借助于它本身的一种复制物或幽灵——可以说是替身——或者借助于另一个人，它把这个人当作实现它的目的的一种工具。但是，这样一些诅咒、幽灵、代理人的工具本身都被当作各种事物——例如，言词和偶像都被当作对象，它们本身作用于其他事物，而且又可以被其他事物所作用。因此，语咒术、巫术、梦幻显灵、魔法、图象和符号全都被认为具有因果作用，对于其中的每一种，都发展起特定的反应模式或礼仪方式。

小结：在拟人的和魔术的解释中，如在有关雷电神的神话中或在有关疾病的所谓邪魔说中，已经存在一种原科学的概念框

架。如果疾病是由狠毒的眼光或者复仇的精灵引起的，那末我们就不仅要按其症状做出对疾病的描述，甚或关于疾病的各个发展阶段的更复杂的说明，而且也要说明其病理——也就是发病的缘由。我们有一个概念框架，它是由人类的想象构造的，这种想象力力求用某种臆想的原因来解释观察到的事实。这种原因被用神话诗的术语想象为某种个人的、具体的力量，而不是用抽象的语言表达成“原理”；然而又象解释的后来阶段所用的“原理”那样，这个原因不论作为“精灵”或是“魔鬼”或是“神”被赋予各种属性。它们全都是在根据已知事物解释某事物为什么发生时所必需的，这种已知事物在其形式特征上是相似的或类似的。因此，“精灵”不是神秘的，而是人们熟悉的：它们是“邪恶的”或“爱报复的”：它们通过鼻孔或耳朵或其他开窍处进入体内。【51】对它们可以进行吓唬或抚慰；简言之，它们是模仿熟悉的事物而被想象出来的。在某些情况下，它们不能被直接观察到，而只能通过它们的效果来认识。但是，对于另外一些情况，则存在着一种坚定的信念，即它们可被观察到，而且是在歇斯底里的想象中它们才被观察到，所以，在某种荒唐的幻想性描述中，它们显然具有人或动物的外观。

我们今天感到这种“观察”纯粹是幻觉或歇斯底里的产物，这已经是根据一种以科学发展为条件的更先进的观察理论所作出的批判反思。但是，甚至我们自己的习惯说法也保留有不自觉地从一种公认的概念框架引出的关于观察的意义，如当我们说，我们“观察”气泡室里基本粒子的碰撞，或者在日出时“观察”地球的转动。神话诗式解释的概念框架，在极为相同的有保证的确定性的意义上，也在该框架内部进行“观察”，所以整个社会在有关各种恶煞、邪魔和神祇受到有意察看时是什么模样方面，具有一种共同的标准或共同的约定。

## 解释的物理原理

根据这类想象的人格化实体做出的神话诗解释遭到摒弃，是与最早的一些物理解释的实例的出现密切相联系的。科学解释的发展中的这一革命性进展的前后联系并不是单纯属于智力方面的：神话并不仅仅是因为它们它们在理性批判的思想家面前突然显得愚昧不堪而被抛弃的。相反，理性批判思想成长的条件与神话遭到抛弃的条件是紧密联系的，这都是一些社会和政治以及智力方面的条件。神话和魔术不仅用来作为解释的模式，而且也用来作为社会控制的意识形态和方法。因此，在许多早期的社会中，手里掌握着魔法力量的僧侣也依靠这种手段而成为一个有特权和社会权力的统治集团。国王们是神话中的神的后裔，他们的权利就是因此而得到批准的，他们继承神的权力和统治权，因而国王们往往把神话学作为国家统治的意识形态。正如弗兰西斯·培根在说到：“知识就是力量”时所理解的那样，神话的僧侣监护人所认定的知识本身就带着对他们所认定的权力的尊重。

在社会变革的过程中，僧侣统治阶级和僧侣神权政体中的国王们被推翻或者被剥夺了权力，这种社会变革过程包含着获得新的解释方式，继之而取得支配自然界的新技术和新方法。在古代希腊的思想和历史中，这种发展情况太复杂和太疑难了，以致在这里无法作出深入考察。不过其结果是，随着这种社会的和技术的变革以及新的解释模式的成长，神话诗和魔术的模型也从根本上被改造了。根据常见的自然实物所构思出来的物理原理开始作为独立的解释方法而起作用，【52】代替了具有某种拟人性动机和一个“您”的相貌特征的人格实体。因此，不再把邪恶的人格精灵和魔鬼当作疾病的起因，而是按照人体内部的物理实体的平衡或不平衡来寻求解释（比如，所谓四种体液：血液、黄胆汁、黑胆汁和

痰，或者用自然界的“元素”或“原理”来说是：热、冷、干、湿)。用水、空气、火、土这些“元素”，或者这些元素的组合对自然现象作出的解释也取代了任性的神祇。不过，对于解释模式来说具有重要意义的是，神话诗解释的形式特征不是被抛弃而是被改造了。根据起源、原因、理由作出的解释和关于臆想实体(它们的那些性质或活动的形式解释了自然现象)的构思被保存下来了。物理的理论代替了拟人的和魔术的理论，但是，事物之间因果关系的深刻观念已经以某种可以明白构思的方式为这些较新的解释形式提供了模型。

这些物理思辨的最早的一种认为，万物都是水。现在不清楚的是，这是意味着所有的东西都是由水组成的、起源于水呢，还是所有东西都是水的不同形态(比如，冰和水蒸气就是水的不同形态)。但是，一个人不论选定这些不同答案中的哪一个，随即可能产生一些批判性的问题，如水是怎样“组成”各种可观察到的万物，或者说，它们起源于水意味着什么，或者在什么意义上说它们是单一质料的各种“形态”。“由……所组成”或“由……所构成”预示着某种“被结合在一起”的意义；但是，如果只存在一种基本质料，那末“被结合在一起”的又是什么呢？“起源于……”意味着以某种方式从……中产生出来，或由……所产生(借助于对熟悉的生物“起源”即父母与子女的关系的类比)。但是能够“创造”或“产生”出世界上各种不同东西的水又是什么呢？在某种意义上我们可以重复古代的隐喻说，“生命起源于海洋”。但是，我们通常所指的意思是，海洋为生命提供食物，或者海洋“产生”海中的生物，从这个隐喻的意义上说，水是这种生命在其中得以产生和发展的媒介；甚或在更一般的意义上，生物需要水来维持生命。而“单一质料的各种形态”则表明这种质料经历着各种转化，而且虽然它改变着自身的“形态”，但经过这些改变后，它仍然保持为同

一种质料。

这些说法没有一个是精确的；而完全是隐喻式的、含糊的，或者纯属暗示性的。还有，诸如此类的问题乃是人类思想的急剧转折的结果。它们显示出一种批判的和反思的才智，一种力求在单一的或者统一的解释原理下概括整个自然现象领域的尝试。原理在这里的意思也似乎指尚未得到明确区分的两种事物：一方面，“原理”好象是一种物理质料或一种物质，一切东西都是由它组成的。【53】另一方面，原理看来又意味着一种解释方法或模式，它表明我们所获知的各种各样事物，或者说我们关于这些事物的各种各样的概念，是怎样与某种贯穿性的概念或观念联系在一起的，后者以某种明白易懂的方式——也就是说以一种使我们感到理解了这些关系的方式——对这些事物进行整理。这样一种整理原则（也就是解释原则）的概念导致早期希腊哲学和自然思辨表述出关于一种可以理解的或者理性的原理的概念，这种原理不仅是我们思维的原理而且也是世界本身的原理。因此，我们可以用这样一种整理的原理来理解世界，因为世界本身也是靠这种原理而加以整理的。总之，世界在其本性上是可以理解的，或者就其存在方式来说是合乎理性的。\*

这种思辨超越了自然哲学，或者说超越了用水、空气或者用诸如热、冷、干、湿这样的“物理”原理来作出解释的物理思辨的范围。相反，它考虑到事物的形式和秩序。如果“质料说”是最早形式的物理思辨，那末“形式说”就是最早形式的形而上学思辨。这两种学说在早期希腊哲学中并不是明显有别的，早期希腊哲学既谈到象水或空气一类的物理“原理”也论及象逻各斯——即使一切事物可以被理性认识的那种可理解的秩序和形式——这样的形

---

\* 原理(Principle)一词在英文中又具有“本原”、“原则”诸义。——译注

式“原理”。

从根据人的作用和动机进行拟人的和魔术的解释这种具体想象活动，到利用这种或那种自然质料作出物理解释的进展仍然保持着与所看见、触摸和听到的事物(或者是想象中可视的或有形的事物，如恶魔)的具体知觉的指称关系。关于“不可见”精灵的一切议论依然在想象中把它们设想为具有一些形象化性质，而朝着按照所谓可理解原理做出形而上学解释的这一方向的进展，则没有给想象留下丁点地盘。因为这些原理是不能形象地加以描绘的，虽然它们是可以被思考的。实际上，这些解释原理是不再束缚在感性想象中的高度抽象的概念。不过，所有这些解释模式贯穿着一种连续性。在所有这些模式中，都设想某种实体(不论是具体的、可描绘的还是抽象的)的存在，它的“性质”或它的活动模式使得它可以说明自然现象。这里就包含着理论解释的起源。

### 经验的概括：描述性规律

在上一节中，我们讨论了一些想象中所设想出的实体，它们的“本性”或活动方式奠定了事物外部表现的基础，从而说明了这些表现。但是，对这样一种表述存在着先验的要求。如果前面讨论过的那种实体具有某种“本性”，那末这种本性应该是保持不变的，如果要用它作某种解释工具的话。【54】引起颤抖的魔鬼使受害者X发抖，也象它使受害者Y打颤一样。在被当作疾病起因的无论什么样的事物的行为中存在着某种规律性。惩罚地行事的怒神就有惩罚性行为作为它的“本性”。说明各种事物的物理元素具有某种属性作为它们的“本质的”或不变的性质，例如，如火的、或如土的、或如水的性质。这类作用，或原因、或原理的基本观念就是它们的行动的规律性或一致性。



象许多探索者业已表明的那样，这在我们的言谈方式中、在语言应用的特征方面，是有其根源的，两次指称或提到“相同的”事物就是假定两种情况具有一定的同一性。“相同的”这个概念构成了用“相同的”名称表示“相同的”事物这种可能性的基础；并使得有可能保持所涉事物的同一性。但是，又是什么构成这种语言用法——它发展成为我们最早的语言习惯之一——的基础呢？声称语言莫明其妙地“赋有”这种形式，它是语言的先验“本性”，因而这最终说明了“相同的”这个概念是如何产生的，那将是很离奇的。相反，认为发生在知觉和传出活动的这种前语言层次上的经验模式已经预示出这一语言概念，似乎更为合理一些。早先讨论过的习惯形成已经包含着对某一类“相同的”概念的含蓄应用，假如记忆想在过去和现在之间做出任何联系的话。因此，在动物直到最低等的生命有机体的行为中，存在着选择性的、非随机的对刺激的反应模式。模式化的行为就已预示着某种选择原理，以及某种“识别”不同情况下的类似物的方法。在某种前语言的和前概念的层次上，这种“识别”就是我们所说的“习惯”，或者可以说是“本能”。

这些习惯形式大致如下：“每当有X时，就有Y”，或者“X—刺激或X—情况之类引起Y—反应”。一旦存在关于这种形式的语言的或符号的表示，那末明确的概念表述就可以代替暗含的行为模式。曾经作为一种反应习惯的东西就变成明确的语言形式中的一种公式。活动的习惯模式所包含的含蓄概括变成一种明确的经验概括，因为现在经验不仅仅限定在对某些种类的具体刺激反应中，而且可被抽象为一种语言描述或表象，因而可以被反思。最简单的这样一种概括也许是那种把事物与其某些属性联系起来的概括。例如，在一个采集食物的社会的共同知识中对可食用的果子、浆果和块根的识别和分类，即把某些可识别的视觉特征与

可食用性联系起来，而把其他特征与不可食用性联系在一起。我们大多数人很早就懂得，青苹果使你倒胃口，青香蕉是生的不能吃，而青西红柿最好留着让它变红。青色、生的和不能吃就以一般的方式结合在一起，好象超越了那些已经被体验过的生果子的各个具体实例，因为它也提示出在未来的任何情况下，应该怎样去做。【55】这些常识性概念的十足实用性似乎缺乏任何关于规律或规则的形式观念。可是，关于所有这些归纳概括〔也就是，在通常为数很多的具体实例的基础上做出的概括，这些实例表现出在与一些属性的联系中（如上例中，青色和生的）的某种规律性和一致性〕还存在一个重要的特征。这个特征可以说成是把一个客体的每一属性或性质与某一被认为理所当然会与之一道出现的其他属性或性质分别配对，或简单地说，联系起来。理所当然这个短语在此意味着对于过去的观察和经验具有普遍性或与它们相一致。但是，简单地列出诸如在具体例子中碰巧出现的那类成对属性的表目还不能产生概括。它不过是提供出关于已知实例的一个报道或一种资料汇编。当然，列出这种表目可能具有某种本质的意义；它可以满足这种特别的癖好：即我们必须把我们记得的某些值得注意的事物记录、保留下来，使它们的流传可以超过任何个人的记忆能力。但是即使这样，对过去事件的记载也是有选择性的。因此，当用这种记事讲课，或者提出来作为道德训诫时，它便采取了一种概括的形式。例如，食物采集者在叙述当时的经验时，会告诉听众关于尝到多少青苹果并发现它不好吃的故事。不过这个故事的要点是“不要吃青苹果！”所以，这里所提到的这个概括就超出那些已被发现不能吃的特定青苹果的范围。它提出，任何青苹果都有不能吃这一相同的特性，或者在一切未来的情况中，苹果的青色和不可食用性总是联系在一起的。

如果一个人打算把这种联系扩大到香蕉和西红柿，进而扩大

到一般水果的情况，那末这个概括将变成：“所有青色的果子都是不能吃的，”但这显然是错误的（实际上对于苹果来说也是错误的，有些苹果品种成熟能吃时也是青色的）。还有，从有限的实例中作出概括的倾向接近于我们的天然的习惯构成的来源，并且由于这种方式而得到加强：我们用这种方式形成了语言的习惯，使用各种抽象的种类名词来指称各种具有共同性质的事物的集合。我们很容易掌握这样一些假说性的概括，并倾向于去预见各种熟悉的联系的重复出现。

经过千百年的精炼和修改，一套共同的经验概括开始构成了各种几乎是不可动摇的信念的坚硬核心，这些信念受到如此广泛的检验以致最终实际上是作为自明之理而出现的。我们可以在民间谚语和我们的语言本身的结构中发现这些信念。比如，谁会明智地怀疑：“为了上升必须下降”，或者“有烟必有火”，或者“一针及时省九针”呢？关于这些概括的有趣之处是，它们不止在一个层次上起作用。【58】一方面，它们具有字面上的直接含义，因为我们从中发现，它们涉及到实际的“上升”与“下降”，实际的火与实际的针的意思。但是，这些字面上的事件还具有一种隐喻的解释，把它们解释为关于人类事务的格言。这种自然事件与人类事件（象实际上的烟和说明问题的隐喻性的烟）之间的联系，技术格言与道德箴言（象裁缝的针与其蕴含的及早补救人类祸患的意思）之间的联系，表现出前科学思想的一个重要特征：即用来作为人类必要活动的可靠基础的自然秩序和规律性与有秩序地调节人类生活的需要有点相似，如果这一点得到可靠探讨的话。这一点本身也许是很有意思的，但在这种前后联系中却只是一个边缘论点，除非它对前科学的解释模式具有影响。其影响就在于，在前科学思想中，来自经验的描述性概括与指示性规则和强制性规则融合在一起，这些就是人类的管理规则和法律的特性。让我们把

这一点说得更加明确一些。

青苹果这类经验概括显然都是实践知识的例证。我们的青苹果概括所具有的指示(或禁止)是强制性的：“不要吃青苹果！”如果我们采用一种更复杂的概括(虽然仍属相同类型)，我们就能够发现在概括和强制性规定之间这种表面上无关痛痒的联系的更广泛的结果。假设成对联系出现在对一定天文星象的综合观察(例如，这一年迄时尚未观察到一些星象出现在夜空地平线的附近)和农业实情(例如，最适宜的种植季节)之间，我们此时姑且设想这两件事实尚无联系，最适宜的播种季节迄时尚一直是用依赖于某些非天文学的事实(比如，一年一度的洪水泛滥或某一种类的鸟筑巢)的计时方法推算出来的。而如今在一年一度夜幕降临时出现在地平线上的某一星座和标志着最适宜种植时间的一年一度出现的事件之间确立了这种相关联系。现在，“每当……就……”这个公式被看作适用于这些成对的事件，但所用的也许只是一种描述性的方法。这两件事碰巧一起发生，因而就出现一种归纳概括，这与关于它们总是一起出现的说法和期待它们永远将是如此的想法有关。但是，在这种配对中的第二个因素是一种人类的活动(生存必不可少的活动——即播种)的情况下这种联系就呈现出一种强制性的特性：“每当X星座出现在地平线上时，你就(应该、必须、被命令去)播种。”在这种情况下，配对中的第一个因素对于第二个因素就具有一种指示性的关系，因而一种强制性的人类法律或行为的规则的全部特征都转移给了这种配对的概括。因此，具有关于星辰的特定知识的社会集团可能变成一个制定法规的集团，它规定农业社会的生活活动应该在什么时候以什么方式进行。

关于这种前科学认识模式的总结要点是，来自习惯形成本身这种深刻的实用根源的经验归纳概括在概念上被表述成一种规

律。【57】这种规律的最一般形式是，“每当……就……”这种普遍而抽象的表述，它把过去和将来的实例都包含在内了。但是，这样一种规律的形式（在它最直率的描述形式中）与这种规律般的知识在实践上的强制性有着密切的联系。而且这些强制性规定赋予规律以规定性的特性，即给以那种在一个社会的规则或法律中得到例证的人类强制性规则的特性。这些法律存在的前提是要有一位法律制定者，一种人类幸福的目的性和一种对不服从行为的惩罚手段。这些道德上的特性容易转移给支配着经验概括的简单明了的配对标准，正如人类的活动和自然界的事件都在一个普遍的概念族中得到表达那样。人被想象成小世界，每个人和人类社会是一种小宇宙，小宇宙在大自然中的投影产生出大宇宙。自然法则在人类目的的实现中找到最终解释，正如人类的法则在自然界秩序的巨大必然性中得到认可一样。

## 立法性规则、技术格言和规范性法律

第三种前科学解释起源于人类的共同实践，这与前两种很相似，但它从技术的实践和社会的法律和规则中获得更明确的形式。人类的大部分活动与生活资料的生产有关，因而与组织这种生产和保留以及传播其技术所用的方法有关系。我们从对古代文化的研究中以及从古代文化的手工作品中了解到，一种文化内部在工具和经济生活手段的生产的基本方法方面存在着高度的一致性。例如，对石器时代工具的分类往往取决于确定制造这些工具所用的技术。由敲打或凿削所形成的特有形状，或者编制篮子的特有技术标志出不同的文化，或一种文化内的不同时期。事实上，人类学家对手工制品进行分类和确定年代的手段之一就是重建出一种人工制品所体现出的生产规则和技术。我们从对古代社

会的研究中获知，这些规则往往变得具有立法的作用，人们往往用宗教仪式的方式对待这些规则，一种生产方法被当作是“正当的方法”，而且生产一种工具的特有步骤顺序变得与使用这种工具的最终效率有密切关系。

随着工具制造的专业化和劳动的分工，工具制造者的工艺变成一种近乎宗教的活动，而且它的规定变成宗教仪式般的法令：【58】“只能用这种方法做这件事，不能用别的方法！”在这个意义上，调节社会的法律与这种技术规则有密切关系，以某种方法——“正当的方法”——从事活动的必要性获得道德和宗教的泛音。事实上，宗教仪式和魔术都是支配自然界和人类本性——这种本性把自然界设想成存在于自己的想象中——的技术。

劳动技术也严格受到规定，并被宗教仪式化，其中的缘由并不难发现。因为在涉及到许多人一起协调地或以共同的节奏干同一件活计的集体劳动中，动作的一致性成功操作的必要前提。前不久的时代里的海上船歌和劳动歌曲以及至今仍然存在的打猎或战争这些舞蹈仪式就是这类美学规则的证据。类似地，中世纪行会关于布料和日用器具的生产规则，也证明这种规则的立法特点。任何工艺都具有自己的成功的和经过核准的操作方式，学徒在学习此工艺时作为规则而学习的正是这些方式。技术开始于秘诀和传统的技艺的保留，因为该文化通过这种方式方能使它所获得的积累性的实际操作的技术知识一代传给一代（当然，在这些情况下，革新变得很困难，新生事物和自由的实验受到限制，这种限制有时是致命的）。所有这一切似乎清楚地表明了这类技术规则与我们认作（用于维护各种社会设施的）法律的立法性规章之间的关系。技术组织本身就是一种十分重要的社会设施，而且在早期（例如埃及和巴比伦）的社会中，祭司阶层把它的礼仪及宗教的职能与支配技术知识的霸权结合起来。在这样一种社会背景

中，科学和数学如同操作的“正确方法”那样，变成了神圣的占有物，因为这两者是紧密联系的。理论知识（如天文学和数学）与实用的技术规章（比如种植与收割或测量土地面积）的联系变成一个特殊集团的一种职能，这个集团的尊严及其与执掌人类祸福的权力和作用的直接联系确保了这个集团在社会制度中的地位。

人们倾向于做出如下揣测，即关于用某种得到准许的方法做某些事（如果要得到正确结果的话）的仪式的“必要性”起码是我们关于必然真理（即那种不能被想象出别的样子真理）概念的来源之一。显然，还存在其他一些来源。例如，（有关的）政治权力的行使和关于自然中不改变的自然序列和不可抗拒的自然力的经验。传统的力量——由于规则的明确表达而变得严密，而关于这些规则的神圣起源的神话则使它们神圣化——要求绝对信仰这种“正确方法”。这种“正确信仰”或“正统观念”于是逐渐含有必需信仰的意思。【59】从这种前后关系上说，这种信仰不是从实践经验获得的，而是作为已接受的教义，作为先验的真理世代相传下来的。在这样一种文化传递的传统中，这类信仰和作为这种信仰对象的“必然真理”似乎完全是不证自明的。怀疑它们就是怀疑整个技术组织和技术训练的结构，而且确实也是怀疑整个社会结构和把自身建立在这种正统观念上面的社会价值体系。言词本身的意义包含在这个社会-技术结构中，所以这些信仰的语言表述和在这样一种语言框架中的各种术语的定义在仪式上固定下来了。如果我们考虑到原来这种知识体中的许多知识和规则是靠口头流传，用完全相同的方法重复相同的叙述而传下来的，那么，关于这种固定意义的一个实际原因变得很明确了。实际上，这种仪式重复的效能是它保持一定的准确性；复制件不太可能与原件大不相同，如果传达的技术需要一种正式的和细致的仪式活动的

话。<sup>1</sup>

总之，各种规则容易变成固定的，变成具有自身必要性的独特实体。它们变成立法性的，而不仅仅是对于如何操作作出描述性的说明。它们采取规范性法律的形式，规定着正确的或错误的行为方式。伦理规则和技术规则、艺术和道德的规则起源是紧密联系着的；而且由于它们在本质上和形式上都与社会的、政治的准则具有内在的联系，这些规则便具有强制性的特征，遵守规则是受鼓励的，而违反规则则要受到惩罚。

这些前科学的表述的意义就在于它们把立法的必然性或规范性法律的概念和神恩准的概念带进了科学思想中<sup>\*</sup>。在早期的科学史中，这样一些观念支配着许多科学的和理论的解释并给予指导。科学着手发现“工作的正确方法”，它被当作是对工作的“神圣方法”（或者换一种解释，是“大自然”的工作“方法”）的模仿。真正的手工艺人模仿自然的操作方式，因而通过这种模仿，其工作即与自然界相一致。【60】因此，他的成功操作的保证就在于认识这种神圣的或自然的“方法”。正确的行动和真正的知识，或者正统的信仰之间的联系被看作是一种本质的联系：没有一方，另一方就不可能存在。这是宗教仪式、伦理活动和技术操作的一种共同的思维方式。宗教、伦理和早期科学理论的这种结合是早期科学中常见的事情。规范性法律、被奉为经典的规则、技术格言是作

---

1. 无论什么时候每当有机会研究当代的例子时，关于这种传达的精确性的把握都是令人感到惊奇的。例如，印第安人的赞美诗和祈祷词在各种不同场合被背诵几百遍，根据对不同的表演进行录音并加以比较，可以发现在音乐和歌词这两方面都是异常逼真的。人类的这种重复礼仪的能力本身还非常明显地表现在强迫行为的病理事例中，这种强迫行为要求必须准确无误地重复事件和活动的次序；而且背诵在普通的学习中的作用强调说明这种技巧在我们开始接受知识时和在学习使用语言中的中心地位。（给孩子们第十五次朗读一个故事是对这种仪式主义的很好检验；在还不会诵读的幼童中，一个单词甚或语调的微小变化都会引起抗议“读得不对”。）

在英语中“规律”、“法律”、是同一个词law。——译注



为有待在实践中得到仿效的理想化形式、作为正确的操作或行动将会趋近的极限而设立起来的。

拟人化解释的各种理想化实体仍然是形象化的具有人格的。规则、格言和规律通过一个重大步骤已经消除这种形象描绘，这个步骤是：它们是语言的表达，神所恩准的强制性规定，是在日常言谈中讲述的或是用宗教仪式的神圣语言讲述的，但也还是叙说出来的。抽象性正是随着这种规则和规范性法律被明确用语言加以表述而进入的，因为词汇本身成为神圣的，宗教仪式的系统阐述本身就被赋予规则性的威力，戒律本身变成神的意志的语言表现。

还有，这样一种语言并不一定是明白的词句式的。一条规则可以含蓄地用一个模型来表示。那种没有使用过的痕迹的石矛尖也许原来是用来作为工具制造者的模型。其中蕴含(或明确)的指示是，“按这一个的样子去制造”。一张图表或一幅图画——它们是那种交感魔术的组成部分，这种魔术把图画的各性质转移给那些(通过制造或观察它们)“参与”这些图画的人们——可能也曾经起着一种模型的作用(“必须按此方法去做!”)。在美洲印第安人鹿皮画的自成一格的象形文字中，或者在撒哈拉沙漠的岩石绘画中，描述性的记载构成了过去的战斗和狩猎的历史。但也存在一种规范性艺术，即那种用例子指明理想的关系并具有强制性力量的记载，象在图腾柱中和在作装饰性的划痕中那样，这种艺术也用来表明地位等级或性别状况(例如，处女、妻子、首领等等)。这些都是以绘画的形式表示的行为规则。它们建议或命令各种事情必须按一定的方法去做，如果要取得某种结果的话。某些行动或关系是允许的，而另一些关系和行动则受到禁止。

符号本身被认为具有指导的力量，而且它的效验与其正确使用有关系。给独木舟添上“眼睛”并且通过斋戒仪式来保证武器功

效的那同一种万物有灵论，现在又依附于种种具体化了的规则。阐述本身变成一种规范性东西，关于服从具体化规则或者违反这些规则的见解被蒙上道德和宗教的看法。具体化规则变成一种具有它自己的独立地位的神圣事物。违犯这样一条神圣规则（那怕它是一条关于工作或操作方法的技术规则）就等于违犯了一条道德的、社会的或宗教的法律。因为整个共同体与这种规则的正确实施利害攸关，整个共同体会因为这种违犯而遭受苦难，只有通过惩罚违犯者，才能重新确立正确的平衡。各种操作规则就这样变得人格化。在这些规则被看作代表着正确的工作方法、或自然界本身的工作方法、或者是具有神圣的必要性的操作方式的情况下，冒犯这些规则就是冒犯自然界或神。【61】其结果——对后来科学思想的发展具有影响——是，这些语言实体被认为表达出或表示着自然规律（或神律），而这些规律的力量和必然性被认为是规则本身的必然性的特性。“正确”的人的操作的立法规则被当作是对自然界作用的规律的表述，而且这些规律本身被认为体现着正确的因而是必然的联系。

早期科学的历史表明语咒魔术曾得到应用，这种魔法赋予言词的表述以一种能够完成工作的效验。认为符咒、咒语、“秘方”给了使用者某种支配自然事件的力量。其原因用不着到远处去寻找。这些宗教仪式的表述归根到底都是体现了自然界自身规则的“秘诀”。所谓交感魔术对事物起作用，是因为事物“服从”这种魔法秘方，而且事物之所以服从，是因为这种秘方提供出事物的真正“本质”或“本性”。关于一个秘方中指示出自然界的某一本质的这种想法（虽然我们在这里是以它的万物有灵论的和神秘的形式重新加以构思的）在科学的发展中以及在自然规律的概念的发展中发挥着重大的作用。

这样，我们已经考察了三种前科学的认识方式：（1）拟人化

解释，(2)归纳概括，(3)技术规则。在每一种情况下，一些基本的解释模式都按其最早的方式加以表述：首先，根据一些假定存在着的想象的或假说性的实体及其“本性”或性质所做出的解释说明了否则就是莫名其妙的自然现象；其次，对经验和行动中的模式的概括，在描述性法则的原型中得到明确表述；第三，对规律的规定性或规范性的表述，在这种表述中规律本身被认为具有某种必然性和某种神圣的或超人的地位，即某种超越局部人类目的的客观性。一门发展了的科学的更广泛的概念涉及到理论解释，经验的或描述性的规律涉及到自然的必然性及决定论的观念（我们在后面的章节将要加以探讨）。这些更广泛的概念已经包含在它们在这些前科学认识方式的萌芽形态中。

但是，对于普通的认识方式，除了我们在这里已经考察过的关于它们以明确方式得到系统阐述的情况以外，还需要考虑它们的最一般特点。所有这些认识方式所共有的根源就是常识这块土壤，常识一直没有得到明确表述，也并未形成神话、格言和规则那种明确格式，而是与人类的经验和实践的最广泛范围直接相关的。从这个意义上说，常识既没有被这些前科学解释方式、也没有被科学所代替。不同之处仅在于，常识作为普通的和普遍的日常工作本身这种境界被代替了，作为对好奇心或奇迹的需求或对技术的需要已经超出寻常实践和寻常理解力的范围。【62】

常识是难以捉摸的，其特点是非常难以描绘的。常识还有一些特征直接影响到科学的起源，而且有助于（通过对比）形象说明科学思想的独特性质。因此，我们关心的是，从常识到标志着哲学和科学的开端的那种审慎地批判的和系统的思维方式的转移。

## 第四章<sup>[63]</sup>

# 从常识到科学：出众的希腊人 与批判的起源

### 常 识

我们的很多知识是实际的“知道怎么办”（know-how）的操作知识。这种知识以十分现实的方式说明，应当怎样办事，应当怎样达到目的，以及一个人在通常的情况下应当怎样行动。这种“常识性”知识是共同的，因为它是每个人都应该懂得的知识。因此，这是一批日常的、到处皆是真理，几乎没有经过批判反思的推敲，因为它们是如此尽人皆知，并在我们的实际言行中处于牢固的地位。的确，这种真理大量表现在一个民族的文学与宗教、神话与道德中，也表现在它的技术格言的汇集中，象我们在讨论那些前科学认识方式时所了解到的那样。这类遗产的常识性内容以如此一种方式被人们吸收，以致成为大家不用言传的理解的组成部分：它的“真理性”是显而易见的，被视为理所当然的，非反思的，虽然这些真理具体体现在语言的形式中，并且在人们的日常语言中表达为谚语、格言或者口头禅。甚至在这种场合常识也是如此地同习惯用语交织在一起的，以致其表达方式是省略的，<sup>[64]</sup>其中有许多是包含在语言的所谓惯用语或隽语之中的（例如在“他又去了！”“你期待什么？”或“到时间了！”这些略语中）。

这种常识性知识的特征就在于：它既不是明确地系统的，也

不是明确地批判的，就是说，既没有把它的所有各个部分同所有其他部分联系起来，也没有自觉地企图把它当作一个首尾一贯的真理体系。但是，它有一种勉勉强强的整体性，是一种文化的共同财产，是有关每个人在日常生活的一般基本活动方面应当懂得的事情的一套可靠的指望。因此，它在一般人类行动事务上能保证有可靠的预见，不致出乎预料而惊慌失措。在使一般工作和社会生活成为可能，在划清行动上的随意性和危险性的界限方面，它的作用是极其重要的。

常识并不是一成不变的或万能的，它要随着具体情况和历史时代而变化。上一代人的常识到了下一代有时候就变成谬论了。晚上关窗户以御污浊空气一度是合乎常识的；现在却认为夜间保持房间里良好的空气流通是合乎常识的。但是，贯穿于这些变化之中似乎存在某些普遍的前后联系，某些跨越不同的时间、地点和环境的独特的人类状况，因而存在某些普遍适用于一切前后联系的常识。寻求确立或取消这种普遍的共同特征是比较人类学者心爱的把戏。“共相论者”在大不相同的社会中寻找这种共同的特征，并思辨关于“人类本性的共性”。“相对主义者”则喜欢通过发现例外和反例，来驳倒这种对普遍性的主张。但是，有些低级的常识性看法和信念看来确实到处都在流行，至少有初步的证据看起来是这样的。不管在哪儿，都不会把往硬东西上撞当作可行的实践，“三思而后行”的警句是到处都有的。尽管对待外乡人的习惯有很大的不同，但总可以说，在每个社会里都有一些关于不要什么人都相信的格言，和一些要信赖某人的义务。

困难就在于此，因为这类表述是如此地广泛和含糊，以致不论多少种不同的解释都能适合它。正如在“证明经文”的活动中，可以引证《圣经》中的适当章节和诗文来证明相反结论是正确的那样，一个人对于每一种相反的行动都可以从常识那里找到支持。

例如，一个人可以用“三思而后行”来强调小心谨慎，也可以用“不入虎穴，焉得虎子”来鼓励冒险。从这两种显然相反的意见得出的常识性结论可能是“凡事不要过分”。但是，属于这一类行动的决定性特征一直是一个“好的、可靠的常识性判断”，对于这个判断不存在任何特殊情况。<sup>①</sup>全人类的传统和一致看法有时会受到感染而支持这类判断。【65】但是，在这种情况下我们或是采用一个实用的谚语，或是陷入循环论证：即依靠最好的判断去做出最可靠的判断。实用谚语提供出有关常识的本质的线索，因为“最好的判断”是一个具有最广泛经验的判断。而常识显然是广泛的、长期经验的产物。它可以是在最实际的水平上进化而来的对人类环境的适应。它的适应性证明它有着很大的生存价值，而且从某些进化的观点来看，它是人类生存的一种精炼的重要手段，就象某些动物种类中的保护色或社会性组织一样。

在为常识辩护时，一个人可以说，常识是逐渐地仔细地形成的，是在最广泛的共同经验领域内经过有效检验的，其核心的形成也许已经经过上百万年，它是生活和工作的实际事务中的社交性和共同性的条件。不过虽然常识也许是科学赖以成长起来的土壤，但它并不属于科学，因为它不是有意识的反思批判的对象。经过漫长的时期，它可以由于经验的“批判”的作用而成为合适的。但是，因为按我们常识信念的普通方法来看，它是那么不用言传而又未经证明，因而看起来它更近似于习惯而不是有意识的思想。它常常出错误，甚至在实用的情况中也是这样，对于实际问题，它常常显得不真实，显得过于暧昧含糊，以致不适合在特定的和新的情况下作为行动指南。常识面对着变化时的这种固定性业已向某些批评家和辩护人表明，常识接近于本能。常识的第一批哲

---

<sup>①</sup> 我认识一位厨师，他对于如何烹调一盘别有风味的菜肴的忠告是：“稍微放多一点儿醋。”

学辩护人，即所谓的苏格兰的常识实在主义者，如托马斯·里德(Thomas Reid)和杜高尔德·斯图尔特(Dugald Stewart)，他们认为，对常识的基本信念是自然的本能，有了这种本能我们才适合生存在这个世界上。例如，关于存在着一种不依赖于我们的认识的客观实在的信念，被这些常识的理论家看成并不是一种哲学概括，也不是靠经验得来的某种东西，而是一种无可置疑的天然本能的信念。

除了本能的说法外，这是对常识特性的一种公正的描述。常识信念在所有非自我意识的真诚信念中，被认为是确凿无疑的。对这种信念所提出的挑战，或者被视为是不可思议的，或者被视为非理性的明显标志，或者被视为挑战者的赤裸裸的愚蠢行为。所以C.S.皮尔斯(C.S.Peirce)认为，常识的特点就其真正的本质而言，是非批判的，<sup>①</sup>这就是常识(就其归纳的宽度和强度而言)同本质上是批判的科学思想和哲学分析的无关之处。而正是这种批判的出现成为由常识向科学转变中的关节点，这就是本章其余部分所要讨论的内容。

## 从常识到概念批判

常识可以为行动提供规则或指南，但其应用的方法却是含糊的。【66】在这一方面，它依赖于“出色的辨别力”或“可靠的判断”，正象我们通过常识所知，再多的教育或空谈都不能担保这种可靠的判断。我们说，它依赖于“经验”，依赖于在实践中已经懂得或认识这种判断。探查出色的辨别力的常识性方法是指定一些模型

---

① C.S.皮尔斯：《批判的常识论》(C.S.Peirce, "Critical Common-Sensism". 载《皮尔斯哲学著作集》*Philosophical Writings of Peirce*, ed. J. Buchler, New York: Dover, 1955, pp. 290—300.)

或范式，要求加以模仿。因此，在判断方面我们受到的教育据说有许多是来自好的范例，这就象前面讨论技术的来龙去脉中所提到的使用示范模型的情况一样。这种指令就是：“照这样去做”或“用这个办法去做”，对于傲慢者提出的诸如为什么应当做这件事或为什么应该这样做这类问题的回答就是：“因为那就是曾经做过的方法”或“因为那就是做此事的正确方法”。

然而，一旦这类含蓄的规则通过例证或明确的格言而被表达得清清楚楚时，它们本身就可能变成判断的对象。批判最初是由师傅针对学徒的操作行为或某种行动的结果提出来的——例如，“这是你造的一支坏箭”，或“那是你干的坏事”，现在，这一批判则可能明显针对着不遵守规则或遵守的是错误规则的情况——例如，“你没有照指示的办法办”，或者说，“你所遵从的规则是错误的”。这一转变似乎是细微的，如果这终究是一种转变的话。但是注意力已从操作或生产转向支配它的规则或判断上来了。这一批判现在超出了对实践本身的批判，上升为针对着描述和规定这一实践的各种语言的表述和概念。随着纯常识过渡为批判性常识——即从运用常识性的概念到对它们的批判和反思，这种反思把实用的智能同理性加以区别——对规则和判断的批判便代替了对经验的批判。

随之带来一系列形式上的考虑，例如对于常识性判断的有效性和首尾一贯性的考虑。常识本身也许可以说是没有意识到其自身结构内部的各种“互不相容的信念”或“非一致性”，这完全是因为常识在很大程度上是不可言传的。这种不相容性只是依靠批判的反思才变得明显易见。但是，这种反思因而需要某种关于系统性、关于各种不同常识的看法如何相互影响、一个概念怎样同另一个概念发生联系、或一个判断如何规定另一个判断这样的见解。需要进一步弄清楚的是诸如一致性和不矛盾性这类系统性标准。



为使这种标准得以生效,为使这种批判终究成为可能,常识的内容就必须成为一种论说体系,即以某种比较恒定的形式(这种形式可被检查并能为大家所采用)明确得到系统阐述的语言表达的体系。

科学和常识之间最重要的区别就在于科学命题的明确性和可反驳性,在于科学的目标理所当然具有自觉的和审慎的批判性。【67】可批判性的条件至少是,批判的对象必须是被明确表达出来的,是自觉反思的对象,而不再是不能言传的东西。但是,构成这样一种批判对象的是什么呢?什么东西能够用这种方式加以批判呢?这不能只是经验本身,因为经验不过是过去的存在。要使经验成为批判性的,就需要用一种方法来表述经验,以使得经验能够成为反思的对象。那么,从最低限度上来说,这个经验必须被记住或回忆。但这是不够的,因为回忆一种经验从某种意义上说是使其重演和再现。但是“经历过的”经验本身是无法批判的。而叙述或描述一种经验已不再是简单地具有这种经验了。用一种语言的公开表述便成了批判反思和公共反思的对象,因为,既然经验是以公开的语言形式描述出来的,那么就可以提出有关经验的各种问题了。一旦语言成了交流有关经验的信息、交流对经验的想法、交流各种说明与整理经验的尝试的外在工具,批判就能够进行了。于是有关话语的意义应该怎样理解以及它是正确还是错误的问题就可以提出来了。而回答本身再次成了同样一种批判反思,即同样是对意义和真理的探究的对象。

用语言表达的概念和判断于是变成了阐明——就是使常识性知识与习惯用法的大部分不能言传的和尚未清楚表达的内容变得明确起来——的课题。对概念和系统框架(在其中各种概念是互相联系的)的这种分析是哲学的一个来源。我们可以说,哲学部分地是对常识的一种阐明,这种阐明使常识成为持续的和系统的反思的对象,因而它迫使我们去考虑我们自己用常识的普通方法所认

识和所解释和所相信的到底是什么。在哲学上对语言的探讨并不是语言学家的那种探讨，虽然语言是怎样构成的，它的意义如何，以及怎样变化，可以对哲学问题具有影响。然而，哲学是对语言的思想内容进行批判性探讨，也是对这样一种方法进行批判性探讨，用这种方法，一种语言形式的明确表达方式得以形成并靠这种思想内容而形成。因此，哲学取代了常识，它是关于常识的知识，而不是常识性知识自身的另一种形式。这样，哲学就从对常识的直接实用的考虑中分离出来了，常识的对象是日常的决定和行动本身，而哲学则是对支配这种实践的各种概念的批判，或者说是体现在其中的各种信念的批判。

在这个意义上说，哲学就是批判。但是我们已经看到，人类的大部分思想所关注的远远超出各种常识性的问题。在日常活动的短期界限之外，存在着有关事物的原因和理由的思辨性和理论性问题。这些问题也可以是有关系人类幸福和苦恼、有关人类生活的更广泛和长期的经济的实际后果的问题。【68】但是，它们是如此高度抽象和极其一般的问题，以致只有语言才能加以表达。对这种范围里的问题作出的表述本身把语言提供的概念抽象当作自己的条件。因此，在指向特定和具体事物的常识可能提出这样一些问题：“在这一例子或这类例子中，什么是好的或正确的？”或者：“这个或那个事物是从哪里来的？”的场合，思辨的探究用这样一种方法作出概括从而使这些问题在性质上成为不同种类的问题：“人类生活中什么是好的或正确的？一般说来，是什么使得某种事物是好的或使某个行动是正确的？”或者说：“万事万物是从哪里来的？万物的起源或开端是什么？”一旦这些问题被清楚地表达出来，它们本身就成了批判反思的对象：这个问题意味着什么？它要求哪一类回答？一个人应当怎样判定对这些问题的回答是正确的还是谬误的？

于是，这里还存在另一类课题可以作为哲学批判的对象，但是，这种批判担负着阐明与分析和理论解释的双重任务。因为这类问题并不容许由常识性的观察和实际知识做出的回答，虽然它们也许可以靠来自这种知识的概括而得到重建。相反，需要的是—种假说，这种假说超越了普通经验，却又被普通理解所认为似乎有理的限制因素所约束：它为理性所称赞，而知觉和普通实践却不否认也不认为它是荒唐的。

由于理论推定与常识之间、为回答思辨理智问题而构造的假说与日常知道怎么做的实际知识及观察的显明事实之间的张力而产生出—种更为复杂的批判。对于我们的目的来说，在考察科学思想的起源中这是具有决定意义的。因为这标志着非批判性的常识向批判性的、理性的科学思想的根本转变。最早的哲学思辨和批判的实例同理性的自然哲学的最早的实例是—致的，这一点决非偶然。因为科学和哲学有着共同的来源：—方面，有着不言而喻的常识性知识的来源，以及神话、技术格言和社会规则这些前科学的表述形式；另—方面，有着由语言的客观形式使之成为可能的反思和批判。从这些情况的结合中，希腊人发动了—场概念革命，其影响是如此深刻而又如此地具有决定意义，以致于科学思想的主要特征——我们这里称之为科学思想的概念基础——直到今天仍然保持着这种模式的特征。

对科学思想在普通的认识方式中、在前科学的解释模式中以及在常识的基础上的起源和批判的出现作了—简—介—性—说明—之后，现在，我们转过来描述希腊哲学和科学的某些主要特征。

### 希腊科学和哲学的背景<sup>[69]</sup>

神话、法律和技术实践的背景提供了一些系统的框架，在其

中，对于事物本性的哲学批判和思辨在古希腊思想的繁荣中得到了发展，从而产生出理性的科学。另外，包含着道德生活和政治生活的优美的常识性格言的希腊睿智文学，以及具有显著的形式感和秩序感的希腊艺术，都是哲学分析和概括的现成材料。

希腊神话包含有一种对宇宙是怎样形成的以及它是如何被安排的粗略的系统说明，也包含有一套含蓄的关于人类行为的法规和模式。同所有关于宇宙起源的神话一样，希腊神话也靠类比于人的经验来设想宇宙的起源和发展，神之间的关系表达出在想象上和拟人地加以设想的自然界的各种要素之间的关系。从某种原初混沌状态和早期几代神为争夺统治地位的争斗中，浮现出一种秩序，各种事物按照一条其必然性是不可动摇的统一性规律被整理得有了秩序。人类的法律和社会秩序的特征在神话的结构中都得到了具体的体现：领土的划分，权力的等级，对犯罪行为的惩罚，这一切都被看作是按法律行事的，而且，最早形式的人类正义的公平是用正确的平衡和比例的意思来表达的，这种公平就是法律从争斗中产生出来的和谐，这种和谐贯穿于神话说明之中。因而这就是对事物缘由进行系统说明的原型，是根据假说性的存在而作出的前科学理论解释。

而且，法律的制定和编纂是在政治动乱和激变的情况下迅速进行的。希腊的城邦采用并试行了各种各样政府和行政的管理形式。尤其在雅典，德雷科(Draço)(于公元前621年)编纂的法典和梭伦(Solon)(在公元前594年)的法律改革，提供出明确表述的公开、系统的法律遗产，这是哲学和科学中的系统性和规律的原型之一。<sup>①</sup>

希腊艺术的繁荣——尤其是音乐、诗歌、戏剧这些相关艺术

---

<sup>①</sup> 这个时期产生法律的程度可用这一事实来估量：亚里士多德在撰写他的《政治学》的准备研究阶段，考察了希腊158个不同城邦的宪法。

以及建筑和雕塑的造型艺术——和在希腊的殖民地伊奥尼亚，尤其是在大海港城市米利都发展起来的高水平的工艺活动，充实了这种丰富复杂的背景。这些艺术体现出渗透在希腊人生活的许多方面的高深的美学理想。希腊人在艺术中正象在生活中一样，都寻求以某种有序的、统一的与和谐的方式把各种要素联系起来；【70】追求一种秩序良好的生活的理想表现在很有秩序的艺术理想中。各种要素的平衡、对称和正确结合构成艺术上的美，正象它们也构成美好的生活和秩序井然的国家一样。人类事务中的正义被认为是和谐的实现，是整体的各个部分的结为一体，其中每个部分都按其自身的“适当的”或“合适的”本性向理想化的统一的目标而行动。与此相对照，非正义就是由于违反事物的天然的或固有的秩序所引起的冲突。宇宙起源的神话反映出“完好秩序”的这一深刻意义：宇宙是通过这一有序安排或正确比例，从原初混沌中产生出来的。刚刚诞生的希腊人的理性主义已经把其自身表现在这样的见解之中，即充满着各种无序的事物的原初未定形、混乱状态可以被归纳到某种统一的有序的原理之下。诗歌和戏剧表现出有秩序的对话结构。在各种事件和行动的表示方面，语言本身被认为是能够以这样的方式反映出人类经验和自然事件的模式。这种方式能被人们所理解并能说明这些模式的意思和意义。

希腊人对语言、词句的纯真音调、讲故事以及辩论的爱好，也许就是理性批判从中发展而来的主要经验。故事（它是所有民族如此主要的经验，以致时至今日仍是每个社会中青年人进入对话共同体的最初入门）对于希腊人具有无限的吸引力。一个人可以用词汇构造出可理解的结构，人人都可以具有这种共同的可理解性、这种逻各斯，言谈可以交流真理、法律、感情和命令，并能有效地调节和指导人类的行动——所有这一切都作为一种天启叩动了希腊人的心灵。这不是简单地当作有关会话的启示，而是关

于这种会话可以交流的各种事物的真正本性的启示。言谈、思想和行动构成一种实在的各个方面，而语言能够表达人类生活和世界的秩序与本性。因此，人可以通过在他的艺术和会话中再现世界和他自身来理解他的世界和他自身。世界的可理解性的秘密也就是艺术和语言的可理解性的秘密：形式、结构和良好的秩序。

## 理性思辨的产生和自然科学的起源

在神话、艺术和法律的这种特定的背景下，最初试图对世界如何产生以及它是由什么组成的做出自然的或物理的说明的，是米利都派的自然哲学家，这些哲学和物理学的创始人活跃于公元前六世纪的米利都这个伊奥尼亚的大商业殖民地。把这一学派从早期的宗教和神话背景中区分开的主调，就是这个学派力图完全依据自然原因来说明我们经验世界的起源和结构。【71】但这并不象说起来那么简单，因为自然这一术语并不具有明白确定的意义。【71】我们翻译为自然(nature)的那个希腊术语是 φύσις\*，由此，这一批思想家被人们看作是 physiologoi，即“自然探索者”。这种自然探索者的最重要的方法论论点是：事物的多样性和复杂性是由一个统一的原理安排的，或者说，是由某种统一的质料派生出来的，所以这一多样性从起源方面来说可以解释为是由这种基本的物质质料或过程演化而来的。简言之，他们所做的尝试就是建立一种统一的宇宙理论，即仅仅根据一些自然原理本身，说明宇宙如何形成、它的结构和它的变化与转化过程的统一理论。

这些自然哲学家(有时被称作前苏格拉底哲学家，因为他们的思维模式在苏格拉底独树一帜于希腊哲学中以前一直占支配地

---

\* 即physis，该词兼有自然、物质、物理等多种含义。——译注

位)提出了一系列不同的宇宙论假说以作为有关事物本性的理性思辨。但是,对于我们的说明具有特别重要意义的是,它们并不是一些简单的可供选择的结构。相反,它们是在批判的过程中得到发展的,而其中的每一个都表现出力图克服前一种解释中的不当之处或自相矛盾的地方。这里出现的是一种辩证法——即一种推测和批判的过程——这个方法把这种思维模式从非批判的常识和神话中区分出来。这些自然哲学家中的第一个是泰勒斯,他提出万物“产生于”水,或者说是由水“构成的”。作出这种思辨的理由是相当清楚的,虽然这在今天看来似乎是很朴素的。水是生命的源泉,这是从几种意义上说的:一切生物看起来都起源于水中或产生自某种水状的来源,水是一切生物所必需的。此外,人的出生过程本身就表明了这种水状的来源,希腊人已经懂得胎儿是在羊水中发育的。水也能够由液态转变成气态和固态,它是完全可塑的,本身虽不定形却可以采取各种形状。许多宇宙论神话把地球想像为浮在水上,或者四周被水所环绕(人们可以在江河或海岸边的文明中发现这类神话)。<sup>①</sup>因此,这种“朴素”的思辨在当时的

---

①. 最早的宇宙论神话中有许多已经表示出这种基本概念,例如埃及的“创世前”的神像努恩(Nūn)就代表着原初的水,又如自我产生的祖神阿图姆(Atum)是从原初水中产生出来,以从混沌中创造出宇宙来;或者,更令人惊奇的是,在被确认是巴比伦人的第一个宇宙论神话的《伊努玛·伊利斯》[*Enuma Elish* 约在公元前1500年间成书于阿卡底(Akkadian)]中,宇宙的始初阶段被描绘成一种水状混沌,即三种“本原”的混合体。这三种本原是:阿普苏(Apsu, 即淡水)、梯亚马特(Ti'amat, 即海水)和姆母(Mummu, 可能是云雾)。[详细的说明请参见Frankfort的*Before Philosophy* (Baltimore: Penguin Books, 1949), pp. 183ff]泥沙从水中分离出来并淤积下来[代表着两位神即拉木(Lahmu)和拉哈姆(Lahamu)从水状混沌中诞生出来],于是宇宙原初元素的产生开始了。自然界的起源是用神的诞生拟人化地表述的。当泰勒斯提出第一个“自然的”宇宙论时,他也许曾经间接地汲取了埃及和巴比伦的神话源泉,或者,他也许是从早期希腊神话(希腊神话本身也可能和这些其他的神话源泉有联系)中得出他的本原的,按荷马在《伊利亚特》中所描述的,希腊早期神话提到“奥卡诺斯(Okeanos),众神之父”或“万物的缔造者”。请参见G.S.Kirk和J.E.Raven的*The Pre-Socratic Philosophers* (Cambridge: Cambridge University Press, 1957), p. 15, 关于奥卡诺斯的详细论述,请参见该书第11—19页。

境况中可以被看作是合理的思辨。生命本身的维系对水的依赖，对生物之水状源的观察，水的可转化性和可塑性，以及水作为一种组成部分存在于多种多样的物体中，这一切向泰勒斯提示出，水是万物由以产生或由以构成的一种“质料”。虽然这一切在各种早期神话中已有过叙述，但是泰勒斯的猜测的非神话形式却是新的。随后的各种力图用某一共同的统一性本原或质料来解释事物本性的尝试都是这种精神的继续，正如关于自然界的神话被这种自然的思辨所代替一样。

当第二个米利都的哲学家阿那克西曼德用不定质料的概念作为万物的起源，来代替泰勒斯的猜测的时候，【72】就是用批判的方式对泰勒斯的解释加以修正。阿那克西曼德把这种起源设想为一种无限的、性质不定的、具有内在运动的物质。这种质料——“无定”（τὸ ἀπεiron或“阿派隆”）——靠这种固有的旋转运动或涡旋从自身中分离出（或者说分解成——对此的解释各异）一些元素。因此，这些元素本身是从这种无定物质的原初运动或自我活动中生成（或“成长”或“生产”出来）的。所以，泰勒斯关于水——作为一种有着确定的质的来源——的猜测遂被阿那克西曼德所抛弃。阿那克西曼德进一步把这些质或元素看作是成对的对立面（热和冷，湿和干），看作它们本身是通过某种过程或靠某种运动才产生的（这些质是用“质料”的术语对那四种标准元素，即：火、空气、水和土所作出的早期说明）。这些元素的“分离”是自然的，或者用阿那克西曼德的话来说是“依据必然性”的，因此这可以被认为是“正义的”。但是世界上的物是这些元素的混合物，或者说是对立性质的混合物，而这种混合是“非正义的”。在希腊文的语境中这种非正义就是“对立面的斗争”，这一斗争最终必然得到纠正。因而，世界上的物至多不过是这些元素的暂时混合物，它们的分解是不可避免的，如同希腊人的见解一样，正义是不可避免的。



据说阿那克西曼德说过，在混合物中相互侵犯的这些元素“按照时间的评定，对它们的非正义行为彼此偿以惩罚和还报”。因此，变化乃是报应性正义的不可避免的作用，它把构成各种物的混合体分解为原初元素。世界上的变化就是各种物(通过结合和分解)的产生和消逝。

阿那克西曼德的物理概念的丰富性并不是一眼就能看清的，我们在这里也许不能恰当地评价其概念上的进步，【73】因为他在这里首次表述出来的这些概念在我们现今的常识性观点中已经变得如此根深蒂固，以致难以引起我们的注意。这些概念的修正了的形式存在于当代的许多科学之中，我们可以扼要地综述如下。

1. 活动性或原初运动的概念(起源和转化靠这种运动而进行)，以及关于这一运动怎样起作用的概念(例如，从“无定”中分离出原初元素的涡旋运动)。

2. 元素概念，以及世界万物是这些原初元素的结合物或混合物的概念。

3. 关于世界是在不断变化，万物是暂时的混合物，以及变化是通过元素的结合和分解而进行的概念。

4. 关于作为一种基础或来源、以及作为一种其本身包含着世界形成所必要的一切要素的统一场或统一过程的“无定”的概念。

5. 关于一种通过时间而起作用的立法般的必然性的概念，即关于自然界中贯穿着一种合乎规律性的概念。

阿那克西曼德以后的一些自然哲学家随后又对他的观点进行了批判，提出一些代替的观点，或者对以前的观点加以推敲和精炼。具有重要意义的是阿那克西米尼的思想，他是阿那克西曼德的同时代人和朋友。从初步考察看来，阿那克西米尼的观点好像是泰勒斯的解释的翻版。但他不用水，而提出空气(或雾气)作为一种构

成万物的质料。阿那克西米尼的建议的意义在于，它密切联系着对自然的观察和当时的技术知识。希腊人的空气的观念是，它是潮湿的，或是浓雾状的。阿那克西米尼抛弃了阿那克西曼德的无定，引进了若干主张把空气当作原初质料的天才的解释性设想。首先，它是可看得见的（犹如在薄雾中，或者在这种气雾进一步“凝聚”而成云一样的东西中），或者说是看不见的（透明的大气）。但是当它受到压缩时，如在呼吸或刮风的情况中，即使这种看不见的空气也能被感觉到。所以空气有种种现象的表观，它或多或少可以被压缩或凝聚（照字面说是“变得更稠密”）。在更大的压力之下，空气就变成土状或者甚至是岩石状的了。当空气变稀散的时候，它就更轻了，而在蒸发或燃烧的情况下，它就轻飏上升。于是，凝聚使它下降，蒸发使它上升（当时还不能说明云彩为什么会“漂浮”的原因）。阿那克西米尼在说明云的形成时用技术过程进行类比，他说云是由于压缩的作用而产生的，就像压制毛毡的情况一样（毡子是米利都的一种产品，压制毛毡的过程——把毛毡纤维彻底浸透，然后加热和压缩而形成毡布——当时是众所周知的）。

【74】于是，阿那克西米尼不仅提出了一种能够转化的统一“质料”，而且还借助凝聚和稀散的自然过程提示了这种转化的机制，而这种自然过程来自有关压力变化的共同经验和专门技能，来自对蒸发和凝聚的观察。因此，阿那克西米尼是明确采用技术模型的第一个人，这样一来，技术知识和人类控制与利用自然的手段成为解释性类比的来源了。

## 理由和形式：逻各斯

这些米利都的自然探索者根据某些物质“质料”或过程，对物

的起源和本性提出了统一性的解释，而另外两位伊奥尼亚的哲学家则采用另一种观点，强调物的形式是它们的统一的原理。色诺芬尼主要以公开反对神话的拟人论而著称。如同在早些时候的犹太人和埃及法老伊克纳托恩(Ikhnaton)的一神教中一样，色诺芬尼宣称，宇宙间只存在一位“无论是在躯体方面还是在思想方面同凡人毫无共同之处”的上帝。色诺芬尼所称为上帝的这个一在形式上类似于米利都人的“一种质料”。但是，这不是一种物质性的“质料”。相反，这是一种“始终保持在同一个地方，完全不运动，……靠他头脑中的思想而动摇着万物”的存在。这是根本违背米利都人有关世界形成的概念的，因为米利都人有关世界形成的原理乃是依据某些自然过程的——运动、漩涡、压缩、组合和分解。这些过程被“精神”的整理和“思想”的手段所取代了。假如理解世界就是使世界能被思维所理解，那末，被理解的事物(即世界)的本性就被认为是类似于理解世界者的本性，或者说类似于它(在思维中)如何得到理解的方式。这里面存在着交感魔术的老框架的一些强烈因素，在这类魔术中，同类物作用于同类物，而且，这种情况继续渗透到后来的许多物理思辨中。但是色诺芬尼选定思想的本性作为自然实在本身的模型，作为它的根本的统一性或形式，就像作为构成万物存在的基础的那个一。

赫拉克利特发展了这一基础性的形式统一性概念，提出了一种全新的说明事物本性的方法。他没有采用一些元素或某一种物来作为万物的最终来源，而是把变化过程本身看作是最最终的。所以，不存在任何构成万物的一些元素或单一元素，相反存在的是“川流不息”或“流动”，即一个不断变化和转化的过程。因此，世界上的所谓元素或物不是别的，正是这种持续变化的“方面”或“瞬间”或“阶段”。这里的根本问题在于，这看起来同我们关于物的普通概念相对立，这个普通概念构成我们关于世界的大部分常

识性观点的基础。【75】“物”是相对恒定的，并且具有一种同一性。但是，按照赫拉克利特的观点，如果这个变化着的“流”是根本的，那末各种物就不过是这一变化的各个阶段，完全是转瞬即逝的东西。在这个流动中，万物不断生成，又不断消逝，就这个意义来说，一个“物”既是“其自身”，又“不是其自身”，因为在这种持续的变化中，自我同一性至多也是转瞬即逝的，因为每个物永远在转变为某个他物。

“既是又不是其自身”之间的这种对立是由赫拉克利特作为“对立面的斗争”提出来的，万物是这些对立面在瞬息间的统一。阿那克西曼德也在各种元素的“混合物”中看到对立面的斗争，并认为这是“非正义的”，而赫拉克利特则认为这是“正义的”，按本性来说这是事物存在的方式。他说，“万物都是通过斗争和必然性而产生的”。并且寓意地说，“战争是万物之父和万物之王”。亚里士多德是这样转述赫拉克利特的观点的：“赫拉克利特指责‘愿神祇和人们之间的争斗化为乌有’这句话的作者说：因为，要是没有高音和低音，就不存在音阶(谐音)，要是没有雌和雄也就不会有生物，这些都是对立的。”

赫拉克利特认定了事物中的这个永恒的和必然的内在对立，那么他又是怎样看待自然界的统一性的呢？他说，这看起来是不明显的，因为事物的表观说明，它们是杂多的，分立的和分离的，但是这种表观并不是事物实际存在的方式。构成这些表观的基础的实在乃是靠必然性或规律而起作用的那种永恒变化或转化本身的统一性。他说，这一点通常看来是隐匿的，“事物的真正本质是惯于隐匿自身”，而且，“一个不明显的联系比明显的联系更牢靠”。我们感官所感知的东西并没有错，或本身并没有出差错，但是，需要把感知的东西当作揭示着某种更基本的本质来理解。一方面，他说，“看到、听到和感觉到的事物，这些都是我所喜欢

的”。但又说，“眼睛、耳朵对于人们乃是最坏的见证，假如这些人所具有的心灵并不理解它们的语言的话。”所以，感性世界是一种需要加以理解的“语言”，不过，正是理性或心灵在“阅读和理解”这种语言。因此，对于所有表观来说，事物都有着它们“自己的”同一性，同时，它们又不断地变化着。在他最著名的残篇中，赫拉克利特写道，我们不能两次踏进同一条河流。因为流动在不断进行，在两个瞬间它决不是相同的，并且赫拉克利特还以火为例，把这种流动描绘成是一种永远运动、永远变化的过程。“万物都变换成火，火也变换成万物，正像货物换成黄金，黄金换成货物一样。”然而，在这一转化当中存在着统一性，这种统一性使得变化着的世界并不只是一种随机的过程。根据万物都变换成万物的说法，掌握着这个统一性的理性本身就是通用的货币。这种理性或逻各斯——用赫拉克利特的令人惊奇的话说，它“通过万物而指导万物”——是流动的量度或合乎规律性。因此，这一流动是有秩序的，并且由于这种秩序它才能得到理解。这个世界是可理解的，因为它是合乎规律的。能够认识世界是可理解的或合乎理性的那种理性，就是构成这种可理解性的同一种理性。认识和被认识的东西是相同的，因此，当我说着实话时，我的话语只不过是例示了内部隐蔽的理性即逻各斯，逻各斯是世界本身的真正本性，因为它是我对世界的认识。

这个观念在这里是难以理解的，但它在科学的发展中却具有非常重要的意义。表观和基础性的实在之间、感官所感知的东西和理性所理解的东西之间的鲜明区别，表现出感性和理性、观察和理论之间的冲突，这差不多就是整部科学史的特点。用人类的交谈来作类比，这在赫拉克利特的全部著作中到处明显可见。我们在这里翻译成理性的逻各斯这个术语原来的词根的意思是“讲述”或“叙说”，如同一个人讲故事时那样。“故事”是讲说一种语

言的共同体都能理解的东西。所以，虽然各个故事的内容不同，变化多端的语言中的词句相互不同，但是存在着基础性的逻各斯，即会话共同体所共同具有的各种含义、理性理解的统一性基础，而这种理性理解又构成进行交流的能力的基础。各种涉及到《自然之书》或《自然的语言》的共同隐喻，其实质都是出自赫拉克利特所推论的关于理解的自然知识和自然知识之间的类比。一个人的本族语的统一性、结构和理解力变成了世界本身的统一性、结构和理解力的一种模型。尽管有着永恒的流动和转化（这就像思想活动一样，看来是飞逝易变，不会两次都相同的），却仍然存在着逻各斯这种根本的统一性，它是可理解性的保证。

色诺芬尼和赫拉克利特用互有联系的方法，强调自然界的根本的统一性与形式和理性思维的统一性与形式属于同一种类，所以，世界能被理性所认识。对于感官表现为多的最终还是一；因此，缺乏理性的感官是靠不住的。

这种关于存在的统一性观点的最充分的发展是随着一个哲学学派一道出现的，这个学派第一次明确提出理性认识的逻辑条件，并且总结出不矛盾原理作为推理的基本原理。这个学派就是埃利亚派，为首的有埃利亚的巴门尼德和芝诺。他们的观点同赫拉克利特的观点是对立的，虽然他们强调的重点跟赫拉克利特一样，都是关于表观之下的形式的统一性。他们论证说，假如存在是一，变化或转化就是不可能的，变化的表观是感觉在骗人。按他们的观点，变化意味着运动，或一个物体的位置的改变。但是，假如要发生这种运动，那末就必须把某物从它所存在的地方移动到一个虚空的地方。虚空意味着一个地方没有任何东西存在；但在埃利亚派看来，假如存在着虚空和充满（即如果存在着空的地方或虚空的话），那末存在就不是一而是二。但是，任何物的空就意味着不存在，而存在是不能既存在又不存在的。【77】这听起来

非常像一个人同孩子们逗嘴的语言游戏：“盒子里有什么？”“无”。“假如我把**无**从盒子里拿出来，还剩下什么？”“无”。“假如我把**无**放回盒子里去，那么盒子里还有什么呢？”“无”。**无**这个术语像**非存在**一样，当一个人把**无**本身设想成“物”或“存在”时，就会产生前面谈到的那种混乱。巴门尼德如此论证说，“不存在的东西是不能被想象的，也是不能言说的”。而且“被说出来或被思考的东西必然是存在的，……但是存在**无**是不可能的。”这至少是一种难于理解的表述，假如不单单是混乱的话。但是其中的意思似乎是这样的：假如不存在任何**非存在**，那么，就不存在任何**非存在**所“存在”的地方，因而不存在任何空或虚空的地方。但是，假如不存在虚空，那末也就没有从一个位置到另一个位置的运动，而假如没有运动，也就没有变化，没有转化，没有流动。而且，不可能存在着**多**，而只有**一**——一种单一的、无空隙的、毫无变化和永恒的统一性，即一个“砖块般的宇宙”。由于我们清楚地看到和经验到多样性和多数性，所以这种感觉是虚妄的或错误的，因为它要求理性去支持一个矛盾：就是说，存在既存在又不存在。

这里得出的根本性方法论结论是：实在的标准是思维，按赫拉克利特的说法，是理性论说。但是，关于这种理性论说的标准是不矛盾，巴门尼德用这种特殊的方法第一个以明确的形式阐述了这个不矛盾原理。但是，他把它作为思维和存在二者的原理。实际上，他把理性论说的条件强加于实在的观念：凡不能无矛盾地加以表达的东西是不能存在的。他断言，不矛盾这个基本的逻辑原理，同时也就是本体论的原理。事物的真理是靠理性思维而且唯独靠理性思维才能得到发现，而且这种真理必须与理性思维的原理相一致。在后来的哲学传统中，这一点被说成是思维（即理性思维）和存在的同一性。凡是现实的都是合理的，凡是合理

的都是现实的。<sup>①</sup>

## 原子论：元素和化合物<sup>[78]</sup>

物理科学中一个最基本的概念是从批判埃利亚派的哲学中产生出来的。它是这样一个概念：它的发展清楚地揭示了科学思想中的概念基础及其精心制作之间的关系。这就是最初由希腊人提出来，并且直到今天一直被以这种或那种形式加以改造的原子论这个概念。谈论原子论这个概念或许是不正确的，因为存在着具有不同的来源以及仿佛是“杂交”而成的一族原子论概念。

这个概念的直接渊源在于关于元素的想法，或者说，通过结合而产生出世界万物的基本质料这种想法。这些元素——这点应当记住——最初是各种感觉的质（热、冷、湿、干）或者设想为与这些质相关的质料（火、气雾、水、土）。在早期形式的原子论中，这些元素被认为是有形体，这一点似乎是明确的，但是，对于一种质的空间广延或它的空间位置，只是泛泛地作出设想。相反，正是这些质的结合形成了通常在空间上有界和有确定位置的物，或物体，正是这些物体而不是质构成了世界的物理客体。

有两种不同的原子论传统进入这一相当不明确的概念框架之中，我们可以把其中之一的特点称为物理的，而把另一种的特点

---

① 巴门尼德的一位追随者，埃利亚的芝诺把巴门尼德的论证形式发展成所谓归谬证明的形式。芝诺著名的“悖论”试图用这种方法证明：运动是不可能的，不可能存在许多物，只存在一种物，以及不可能存在虚空，只存在密实。这些证明是从这样的假设（作为一种假说）开始的，即：凡不能被反驳的就是正确的。然后，依靠逻辑推理证明出，这个前提导致出两个相互矛盾的结论，如果认定前提是真的，那么这两个结论就是无法回避的。从这里（用归谬证明）得出的结论是，该前提因此一定是假的，因而这个前提的反论一定是真的。这一证明方法在逻辑学和数学中有过一段引人注目的经历，芝诺所引入的悖论也是如此，这些悖论的依据是关于一个连续统的无限性和无限可分性的概念。芝诺可以说是已经把逻辑证明的形式方法引入到哲学之中。



叫做数学的，虽然这种划分过于简单化。第一种追随米利都自然哲学的传统，它探讨这样一个问题，即把元素按各种不同的空间方式的结合看作是有界的、有形体的元素或物理客体的结合。在这个传统中，恩培多克勒设想那四种原初元素的不同比例的结合物“充满”了整个空间，以此来说明元素的结合。因此，空间仍然是充实的，这一点与巴门尼德的观点相同，但恩培多克勒的充实空间在不同性质的元素的分布方面却具有内在的差异。恩培多克勒所提出的这种充实空间的模型是荒谬的，因为他没有解决关于元素的运动或混合物比例的变化在这种充实空间中是如何发生的问题。于是，他说，这些元素“相互穿越”（这是难以想像的）。这些元素中的每一种本身都是不变的永恒的，就像巴门尼德的一，不过却有四种，因而，正如在阿那克西曼德的“混合”学说中一样，由于这些元素按不同的比例进行结合和分解，变化确实是发生了。

把一分成无限多种元素这种做法是把埃利亚派的统一性的分割推向极端。阿那克萨哥拉是最后一位出自米利都传统的自然哲学家，又是居住在雅典（当时是伯利克里斯统治的所谓公元前五世纪的黄金时代）的第一个哲学家，在他的方案中，存在着元素的无限多种类，也存在着无限多的元素。【79】对于世界上存在的每一种质，都存在着一种元素。而且，在他的关于这些元素的空间观念或有形体观念中，他认为这些元素可以被无限地分离或分割，因而“不存在所谓细小物中的最小的组成部分，而永远有更小的部分”。因此，构成万物的质料就是一种无限可分的质料，而这些可分割的元素太小了，以致当分割进行到无限小时就不能被发现。不过虽然不存在最小的元素，但无限小仍然是具有大小的，因为它可以分割成两半，并因此而构成空中的某种有形体。他的更怪诞的意见（它含有赫拉克利特的“万物变换成万物”的因素）在

于,我们所感知的世界上的物都是由所有无限种类的元素构成的。因此,我们认为一件物是什么这一点取决于某种元素在数目上压倒另一种。所以阿那克萨哥拉说:“在每一件物中,都包含着万物的一部分”。因此,产生和消灭乃是结合的特点,而不是这些结合的各个构成元素的特点,因而元素是永存的,但它们的混合物则是短暂的。他说,“希腊人关于产生和消灭的说法是错误的;因为没有任何东西产生或消灭,而只有物的结合或分解。因此,他们应当把产生叫做‘组合’,把消灭称为‘分解’,这才是正确的。”阿那克萨哥拉于是就把巴门尼德的一个无空隙的统一性分割成了无限的多样性,从而使得这种物质的多样性似乎丝毫不存有早期思想中的不论是关于质料的统一性或是关于形式的统一性的残余。

然而色诺芬尼和赫拉克利特的形式原理在这里也有所表现,并且阿那克萨哥拉对统一性重新作出论定。为使这种物质的多样性具有秩序,阿那克萨哥拉假设了某种物,它在这种物质混合物之外,但却支配着万物的混合和组合,它是运动或活动性的根源,是物理世界中一切变化的根源。这个某物本身是纯粹的没有混杂的,不是由任何别的物构成的,它是一种实际上给多样性带来秩序的自我运动的本质,并且是产生我们的经验世界的结合和分解这类变化的动力因素。阿那克萨哥拉把这个物叫做“奴斯”(Nous),通常翻译为“心智”,虽然人们并不确切了解他用它所指的确切含义。他把奴斯说成是“具有万物的知识”,并且把它说成是“也存在于其他万物存在的地方,存在于周围的物质中,存在于业已聚合或分离的物中。”出自赫拉克利特的逻各斯或色诺芬尼的上帝这种传统,奴斯是一种理性原理,它以某种方式存在于世界上,但并不是世界的组成部分;它是世界的形式方面而不是其“质料”方面。这就把二重性带到主动形式的本性和由这种形式加以整理的多样

性的物质中去了。

沿着原子论方向的这些物理思辨被一种数学传统所补充，该传统以一种在结构上更为精致的方式来表述原子论。在这一出自毕达哥拉斯学说的传统中，这些元素并不被当作是可以理解或感觉的物质实体；【80】而被认为是概念上的存在，思维的对象。毕达哥拉斯哲学的中心概念是数。实际上，他们认为万物都是数，或者以较明白的方式说，万物都是作为数量关系或比率而构成的。因此，任何物的最终结构或最终存在就是它的数学形式。这个理论的意义取决于毕达哥拉斯派所坚持的关于数的概念。在阿那克西曼德和恩培多克勒的结合观点中，万物都是由元素构成的。与阿那克萨哥拉不同，毕达哥拉斯派确立了万物可分性的极限。但是，假如物是由数构成，那末这个数的极限若表达为一种量就是单子，即单位或一，量本身即由此而构成。在毕达哥拉斯的数学观念当中，算术概念和几何概念还没有明确地区分开来，因此量的单位同时被表达为几何上的点。因此，这样一个“一”或一个点单位就是元素，它们的结合构成了世界的结构。几何的点被设想为不能被进一步“分割”为组成部分的点，因此，它就是一个不能分割的单位元素，其本身不是由任何更基本的元素单位构成的。因为它是不能被“合成”或“拆开”的，所以它是没有变化的或不可变的。因此，它本身没有大小，或者说它本身还不是数，按毕达哥拉斯的观点，是由它产生出数。（于是，在算术上，毕达哥拉斯派把二当作开头的数，而不是一。）把物质性的存在解释成最终的几何上的存在，随即便产生了“不可分割的”元素概念，即希腊语中称之为原子（atomos）的东西（从字义上说即“不可分割的”意思）。这个atomos或原子是毕达哥拉斯派用以产生他们的世界观念的单位元素。几何上的“线”是通过两个点产生的，面是通过三个点产生的（产生“最简单的”平面图形，即三角形），而最基本的体——

以三角形为底的棱锥体——是通过四个点产生的。所以“一”通过结合即通过若干个“一”的相加便产生出算术上的数。而在几何学上作类比，点单位产生出线、面和体。这种认为宇宙是一种几何结构的观念是由毕达哥拉斯派首先明确表述出来的，它是物理学发展中的一个非常基本的概念。

因此，数揭示出事物的隐藏在其知觉表现之下的真正本质。世界结构实际上是数之间的关系或比率。这一比率既被看作正整数之间的算术关系，又被看作大小量之间的几何关系，它们按这种正整数比率而相互发生关系。因此，我们的经验世界的可理解性就是作为其基础的数学结构的可理解性，这个结构只有通过理性才能把握。世界对于能懂得数的理性来说是可理解的，因此，世界是名副其实地合乎理性的。

【81】毕达哥拉斯派思想的大危机是无理数的发现，从此处的上下文中就可以看出为什么会如此的原因。通过应用毕达哥拉斯定理（顺便指出，古埃及人在实用方法上已经知道这个定理，而且巴比伦人似乎已经从数学上证明了这个定理）很容易证明一个正方形的对角线是一种所谓不可通约的长度。这就是说，假如我们把正方形的边看作大小单位，或看作由整数所表示的数量，那末，其对角线就不能表示为两个整数的比，所以它就是“无理数”（取定正方形的边为一数量单位，对角线就是无理数 $\sqrt{2}$ ）。毕达哥拉斯派把这个“无理数”称为“疯狂的数”，这并不太过份。因为，在毕达哥拉斯派的理性主义的境域内这个“无理数”破坏了迄时为止一直所展望的完美的数学结构，并威胁着整个毕达哥拉斯派的世界图景。有一个传统传说认为，毕达哥拉斯兄弟会的一名成员米塔朋图姆的希帕苏斯(Hippasus of Metapontum)，由于向那些尚未加入毕达哥拉斯教派的人泄露了“无理数”这个可怕的“秘密”而被开除，或许甚至被抛入大海里。

毕达哥拉斯派提出的关于原子是基本点单位的概念，在留基伯和德谟克里特的原子论中（以及在他们的后来的追随者伊壁鸠鲁和拉丁文诗人卢克莱修的精致化的阐述之中）得到了物理的表述。这就需要提出一种论据来反驳埃利亚派的观点，证明存在着虚空或空的空间。假如分离的不可分割的原子作为小物理实体而存在着，那末这些实体在空间上就是有界的。原子构成“充实”的空间，但在原子之间存在虚空，原子依据其固有的或“天然的”运动而穿越过这些虚空。所以世界是由运动着的原子和虚空组成的。物是这些原子的结合，而这些结合不是经过某种统一的作用或心灵的干预而产生的，而是靠机遇发生的，即这些原子“四处飞逸”相互碰撞而钩连在一起。从德谟克利特提出的关于原子为了连接在一起一定具有“钩”的说明中，可以清楚地看出这种观点的机械论实质，而从其不具备任何指导原子的形式的或精神的作用这一点上，也同样可以清楚看出这种观点的明确的唯物主义性质。原子的运动被认为是固有的。某些机遇的结合持续的时间比另一些结合长久一些，所以世界处在不断变化之中。但是，这种变化归根到底不过是物质原子在空间中的运动。

为了和毕达哥拉斯派的几何设想保持一致，德谟克利特认为不同种类的原子其大小和形状是不同的（不过他还添加上重量这种动力学属性）。所有感觉的属性——热、甜、酸、粗糙、冷等等都可用这些原子的形状、大小和运动来说明。比如，“最快的”原子是小的圆的，它们是“火的原子”，甚至思想本身和视觉都是由这种原子的运动来加以解释。思想是“敏捷的”，并且是能够“穿透”物的，所以思想被认为是由这种“火的”原子构成的。【82】而且这整个结构是根据一些看不见的、假说性的实体而着手建造起来的——即由思想构造出来的，其论据是，这种假说能够合理地说明自然现象和世界结构。它因而是自然哲学的这个早期年代中

最后的一个伟大的理性主义——唯物主义的世界假说。所以，这一希腊原子论乃是自然思辨传统的顶峰，它产生出哲学和物理科学。它可以被看作是争论和批判的成果，这种争论和批判的发展涉及到埃利亚派的不可分割的一、恩培多克勒和阿那克萨哥拉的多元论、以及毕达哥拉斯派的数学原子论。在搞清这一早期希腊〔学说〕发展的各种基本情况之后，就能十分清楚地理解这种原子论唯物论的进一步发展、雅典哲学家对这种自然哲学所提出的尖锐批评，以及随后柏拉图和亚里士多德非常系统的批判性分析。

## 唯理论和经验论：雅典哲学和科学的成长

迄今为止，我们所考察的是各种具有极大广度和想像力的思辨产物的发展，这些产物是在合理猜想和批判的基础上提出的有关世界的假说。在这些哲学中，有许多种含蓄地涉及到一些方法论和认识论问题——即感性和理性为我们对事物的认识所提供的相关依据是什么的问题。明确转向对我们的认识本身的基础进行如此一种理性的批判是在雅典开始的。唯理论者和经验论者的侧重点之间的对立，依赖于感性证据和依赖于理性论证之间的对立，导致哲学史上对知识和信念的最彻底最详尽的批判。常识性知识的本性自身如同科学知识的本性一样，也受到考察。科学观察、研究和理论的繁荣伴随着对观察和理论的方法本身的批判。我们后面将要探讨的所有那些科学上的重要概念：因果关系，决定论和规律，空间、时间和物质，运动和变化，生命的本质，思维的本质，精神同身体的关系等等，在这里也已得到详细阐述。最初的科学研究的学院性组织首创于雅典，是由柏拉图和亚里士多德建立的，实际上就是研究院。柏拉图所创办的（按人们所称呼的）阿卡迭米学院，在雅典持续存在 900 多年；亚里士多德创

办的莱西昂学园历时大约 600 年，先是设在雅典，后在亚历山大城。这些研究机构对科学发展的影响，无论是在其观念的质量方面，还是在其学院的持久性方面，都是具有决定意义的。【83】不过，我们要从两个合适的人物入手来开始对雅典哲学和科学的论述：其一是一个惹人讨厌的人，一个喋喋不休的讲演者，他提出的有关雅典人所熟悉的日常事物及他们抱有的信仰教条方面的问题，使雅典人感到如此烦扰，以致最终只好把他处死了事；另一位是一个研究疾病及其治疗方法的医生。前者是苏格拉底，后者是希波格拉底。

### 苏格拉底的哲学变革：辩证方法

理性分析的艺术的发展，那种自觉地审慎地对概念的批判（这种批判力求发现前提、隐匿的假设和论据本身的结构）的发展应当归功于这样一位哲学家，他蔑视关于自然的思辨，而致身于他的希腊同事们所追求的良知和理性。这位哲学家就是苏格拉底。他对科学思想的影响通常并未受到重视，因为他的旨趣所涉似乎主要是伦理学以及对普通论说和信念的批判。他的批判方法被称为辩证法，可以大致译成“论证的艺术”；但其含义更深远，这种方法本身在柏拉图撰写的所谓的苏格拉底对话中得到例示说明<sup>①</sup>。辩证法的技术在于：在辩论中引导对方明确承认自己的信念或论据中所包含的矛盾。这种批判对辩论是一针见血的，因为它所使用的盘诘方法把已表述的结论的根据和前提诱引出来，而且通过这种暴露使对方意识到自己的信念中的自相矛盾之处或结果，或者使他意识到自己的无知。因此，这个辩证法家并不为各

---

<sup>①</sup> 值得提出的有，Crito, Phaedo, Apology, Euthyphro, Laches, Lysis 和 Charmides 等篇。辩证法 (dialectic) 一词的词根出自对话 (dialogue) (来自希腊语动词 dialegein, 意谓“与他人论说或讨论”)。

种人们所赞同的观点作辩护，而是客观地力求使一切观点都经受同样严格的理性分析。因此，这就是雄辩的批判方法，是我们前面讨论过的那种对常识的自觉的批判反思的起源。因而，苏格拉底的方法即是为了批判地检验的缘故而把意义和待证实的知识连接起来的方法，是突出并阐明各种系统论述的方法，以使得这些论述得以受到理性的彻底检验，并成为批判分析的合适对象。

这种方法本身也许根源于认识某物的最普通的方法。正像当代的科学哲学家卡尔·波普尔(Karl Popper)所指出的那样，辩证法同试错法是近似的。波普尔更进一步地说，“假如试错法越来越有意识地得到发展的话，那末它就开始具有‘科学方法’的特征”<sup>①</sup>。这样一种方法的作用是否定的作用：它据说要“取消”那些不敢接受检验的理论。同样，苏格拉底的辩证方法也是否定的。【84】对于他所提出的问题他并不作出解答，而是证明一旦这些问题被批判地加以考察，那么提出的解答常常是不能被理性所接受的。这个辩证法的积极内容就是它坚持合理性，坚持公开地和有意识地用一种一贯的和明晰的观点批判每个事物。苏格拉底并没有致力于对世界的起源和实在的结构进行思辨，而是献身于在人类的社会生活和政治生活这种最普通的背景中找寻我们的认识和信念的依据。他的学说就是我们前面谈到过的批判性常识的范式。但是，这里可以看到它与科学思想的发展的联系，苏格拉底用来思考有关诸如勇气、虔诚、义务、死亡以及对死亡的恐惧这类平常问题的那同一种批判性反思，如今已随时准备用来处理有关事物本性的思辨-理论类型的问题了。我们看到自然哲学的发展例示了一种含蓄的、有时是明确的对流行的或先前的理论的批判。苏格拉底精炼并阐明了这个批判方法，于是磨炼了唯理论。

---

① 卡尔·波普尔：“什么是辩证法”（载于 *Conjectures and Refutations*, New York: Basic Books, 1962, p.313.）



的工具，并将一些理性严密性的标准引入后来的科学和哲学中，这些标准至今依然通行。苏格拉底的学生柏拉图也使用这种方法，但其基本着眼点则是理性假说的结构，以及对它们的批判。辩证方法的影响的最明显例子表现在柏拉图的著作中。在那些自成体系的哲学家当中，柏拉图是出类拔萃者，他曾致力于一部主要著作(巴门尼德篇)对自己的论述体系进行根本性批判。

### 经验论：希波格拉底和经验的检验

与强调纯粹理性批判相反，希波格拉底侧重于经验论的方法，坚持观察的检试，坚持理论的实际应用。许多希腊哲学理论都涉及到并产生自实用工艺和专门技巧。从某种意义上说，苏格拉底也是以经验为根据的，他在自己的类比和辩论中经常援引普通经验。在像医术这种技能的发展中，细心观察和经验分类适合于把理论论述同实践紧密地结合起来。在这种应用科学的范围内，似真的理论是不够的。实际应用的性质为检验经验提供出一种稳定的(假如是松散地组织起来的话)前后联系。公元前五世纪到四世纪，希腊经验科学的庞大主体就是所谓的希波格拉底全集——大约有70部论述医学实践、饮食、解剖和动植物分类的著作。希波格拉底这位“医学之父”，编纂出这一学派的许多著作，【85】他对建立在似真的理论基础之上并从先验的原理或假设中推导出有关自然和人的结论的那种科学，直截了当地进行批判。他在《箴言录》(Precepts)中写道：

“一个人在医学实践中必须注意的首先不是似真的理论，而是同理性相结合的经验……。若理论化把自己的基础置立在事件之上，并根据现象推出其结论，那我是赞成理论化的。因为假如理论化的基础置立在明确的事实之上，那末它就得以存在在理智的范围之内，而理

智本身又从其他来源获得自己的全部印象……。但是，假如理论化不是从明显的印象开始，而是开始于似真的虚构，那它就会时常引起令人痛心的和令人讨厌的情况。所有这样做的人都钻进了死胡同。”

希波格拉底在猛烈抨击先验的思辨时，宣称经验论的基本论点是“理智从其他来源获得自己的全部印象”。根据这一观点，一切可被确认为关于世界的科学真理都依赖于感性知觉。因此，观察对科学来说，就变得具有决定意义，而不只是附带的事情。然而，为了检验和证实科学理论而进行的有组织的观察，不仅仅是观视和察看。相反，从如下两方面看这是经过安排的观察：(1)它对已经观察到的现象进行整理，并确立起种种关系；这就是分类。(2)它安排观察活动，这不仅是在探究某些事物的方面，而且还有另一方面，即人为地安排某些事物作为观察对象。这种人为安排的观察就是实验。

关于希腊科学和哲学的一种通行观点认为，希腊人没有发展起实验和观察，他们过多地依靠先验的思辨构造，依靠理性批判的检验而不是经验的检验。这就是说，希腊人不是经验论者。其中的含意是，严格意义上的科学在所谓的实验方法未被采用以前是没有得到发展的（通常依据的是弗兰西斯·培根和伽利略的见解）。这个观点的错误部分出于对希腊科学中（例如在希波格拉底全集中存在的）丰富的经验工作的无知。但是，尤为重要的是，这个错误是一种解释的错误。因为在自然哲学中，甚至更明显地在伦理学政治理论中，希腊思辨的全部目的就是说明各种表观、经验材料和观察事实。当理论和思辨的论据还没有受到它们是否符合经验的检验时，先验论的失败就出现了。但这涉及到一些复杂的问题，如什么才叫符合经验，或者，应把什么看作是支持或反对某种观点的观察或证据。如果一个人赞成重新构思出希腊人的

体系的话，或者，如果一个人依赖于自己常识水平上的经验的话，那末希腊理论中的思辨性最强的部分就可以被看作是一种力求整理和解释常识世界的尝试。【86】对“似真的”理论的依赖触及到解释问题的另一根神经，因为似真性是同概念框架相联系的。希波格拉底坚持细心的观察、对现成可利用的普通感觉的经验材料予以应有的注意，坚持在治愈和减轻疾病过程中成功实践的检验。他认为，一个“仅仅是”似真的理论是一个在先验的假设跟前突然停步不前的理论。唯理论的这种蜕化形式也许确实就证明了这类无羁束的思辨和对如此构思出来的产物的教条式执着。但是，雅典哲学理性体系的建筑大师柏拉图和亚里士多德，以及他们在柏拉图学院和莱西昂学园的学生们（他们创立了物理学、生物学、地理学和天文学这些近代学科，并且从事具有高度首创性和复杂性的数学探究）则决不仅仅是先验论者。在科学理论和实践中已经存在着唯理论和经验论侧重点之间的对立的情况下，他们用一些至今在现代科学中我们依然认可的方法，来处理这个仍属新鲜的问题。

## 柏拉图：形式世界

我们已经看到，在赫拉克利特、阿那克萨哥拉和毕达哥拉斯的理论之中，是怎样把最终实在当作物的基础性形式的。因而，我们所看到、触到或听到的仅仅是这个基础性实在的外在表现。所以，我们的感官向我们传达的那个表现世界，在最好的情况下是这种实在的复写，在最坏的情况下则是这种实在的歪曲映象或不恰当的近似描述。虽然感官的感觉也许是我们接近这种实在的最初方式，或是我们获得关于这个实在的认识的不完善的手段，但归根到底正是理性智力才得以认识事物真正存在的方式，才能

对表观世界作出解释。

这种观点的精确化和系统化应归功于苏格拉底最伟大的门生柏拉图，总的说来，这种观点可以称作唯心论，因它认为最终实在是“理念”或表观之下的形式，并且把这些看作是非物质的存在，它们本身并不存在于感性知觉的世界“中”，而是深匿在感觉世界之下。表观世界是变化的，是实在的形式世界的一时映像，而形式世界本身则是不变的和永恒的。认为这样一种不变的理念实在是完善的而它的映像是不完善的这种观点，构成了柏拉图观点的规范性的和有价值的方面，因为按这些术语本身的意义而言，完善的比不完善的好。然而，正像在毕达哥拉斯派的数学结构观念中一样，这里存在着自然规律或自然原理的观念，这些自然规律或自然原理本身是永恒不变的，只是通过对经验进行严格的理性分析才被揭示出来。【87】我们马上可以看出这个观念是柏拉图的科学思想的重要方面，而且这个概念不仅在伽利略和牛顿的科学理论中，而且也在当代的物理学理论中起着重要的作用。

这样一个观点看来会导致二元论，导致两个世界的观念——实在世界和表观世界；导致两种知识的观念——理性知识和经验知识。柏拉图的体系主要是力图用某种理性上似真的方法来把它们彼此联系起来。因此，他的研究和理论同这一主张的本体论方面和形而上学方面有关，也涉及到这一主张所产生的认识论问题。因为他不满足于听任这两个方面毫不相关地存在着，而是要把一个方面看作是另一个方面的“影子”或“映像”，把表观世界看作是以某种方式例示了形式的世界，或是把感觉世界的多样性和复杂性看作是以某种方式“加入”到秩序井然和统一的形式世界中。柏拉图为对此作出前后一贯的系统阐述、为检验这种阐述应用于各个领域（诸如宇宙学、物理学、天文学、伦理学、政治学和语法）时的解释能力而进行了长期的奋斗，从这一事实中，就

可以看出这种系统阐述的困难和复杂性。正像已经提到的那样，他甚至写出一部主要著作来批判这种阐述的缺点。

柏拉图系统阐述的一个关键性的困难涉及到如下的主张，即物的形式或最终实在独立于它在现象世界中的表现而存在（或“生存”）；因此，即使物质世界不存在了，形式世界应当继续存在，因为世界既生成又消失，而形式则是永恒的。因而，这些形式存在的方式就颇可存疑，而且这提出了一种观念的存在方式，正如在某种意义上，“意义”或“真理”也可以被说成“存在”着一样。

因而，人们可能会问：“假如不存在万有引力定律行之有效的世界，那么万有引力定律还是真理吗？”阐明这一点的一种方法应当是说，这种真理是对于一切可能存在的世界都有效的“必然真理”。但是完全可以肯定，万有引力定律是一条有条件的真理，它仅对于一个这样类型的宇宙是成立的。然而人们可能还要问：“直角三角形两个边的平方和等于斜边的平方吗？”这看来一定是正确的，不论存在着三角形与否。所以一个人可以说，“假如某物是直角三角形（适当地加以定义），那么毕达哥拉斯定理对它就是正确的。这里提出的主张是这一定理在一切可能存在的世界里都是正确的。关于这种陈述或这种“真理”的地位问题，我们留待后面的章节里再进行讨论。不过，柏拉图毕生所追求的正是这种不变真理的“存在”，他力图系统总结出一种理论，在这种理论中，这类真理同经验世界或知识世界的关系能够得到澄清。

柏拉图在把他的理论体系应用于自然科学方面表现出他受到毕达哥拉斯学说的影响。在柏拉图的宇宙论中，他引入形式和物质的二元性，【88】并把一种活力或世界创造者（demiurge）假定为调解的手段，它把理念形式的秩序强加给充当了这些形式的“存身所”的难把握的和没有形式的物质。柏拉图的物理学理论显得深受毕达哥拉斯派的数学和比他年长的同代人德谟克利特的原子

论概念的某些方面的强烈影响，在这个理论中，他着手根据数学模型来构造宇宙。像毕达哥拉斯一样，柏拉图也把三角形看作是“最简单的”平面图形，并把它看作是他的构造的基本元素。他设定两种“基本的三角形”（“正方形之半”或等腰直角三角形；“等边三角形之半”或内角为 $30^{\circ}-60^{\circ}-90^{\circ}$ 的三角形），并通过结合的方法用这些平面图形来构造“基本的立体”。他进一步假设道，“基本的立体”就是五种凸正多面体，并把这些立体依次解释为物理的元素——火、空气、土和水——以及他所说的“宇宙”<sup>①</sup>。现在，这一假设的构造的空想性给我们留下的印象可能是天真的或怪诞的。不过，这是与数学物理的传统颇相接近的，数学物理把自己的模型构造成可数学形式化的结构，而后它们的性质即可以这样一种方式被解释为对各种物理性质的说明。因此，虽然柏拉图肯定还未能具有任何这类意图，但我们当代的晶体结构模型，还有我们的原子结构模型，都是出于这种数学-几何结构的传统的。同样，柏拉图的理论表现出追求经济性，追求用最小数目的元素的假设，用以说明自然现象的多样性和丰富性这一成为科学理论构成中的一种理想目标。按柏拉图本人的观点，理论构成充其量不过是假设的构造，它之所以似真，就因为它使理性得到满足，使

① 这五种正多面体已为希腊数学所熟知，当时也只知道存在五种正多面体。这就是正四面体、立方体、正八面体、正十二面体和正二十面体；除正十二面



正四面体

立方体

正八面体

正十二面体

正二十面体

体外，余者均可用柏拉图的“基本三角形”构成。（正十二面体的构成需要一个两个底角各为顶角的两倍的等腰三角形，即内角分别为 $72^{\circ}-72^{\circ}-36^{\circ}$ 的三角形。）

如此众多地充斥于希腊思想中的关于规律性、系统性和简单性的深刻美感得到满足。这是一种这样的尝试：它力图在流行的四元素说的框架内提出一种关于解释表观的原因的理论构造，假如这些元素现在是用一种几何-数学的方式来阐释的话。第五元素本身在天文学当中有着一段不凡的经历，在其后来的形式中含有“精英”(quintessence) (从字面上解为“第五元素”)之意，它把所谓的天界领域或天国与由原初四元素所构成的地界区别开。【89】

这样，我们可以注意到在柏拉图的思想中具有一些准则，它们引伸自苏格拉底的严格批判的唯理论，来自逻辑的和数学的首尾一贯性的标准，以及对理性分析结果的推崇。但是也存在另一类型的标准：即对简单和对称的某种赏识和嗜好。认为这种“完美无缺”是真正实在、理念形式的标志这个见解要求思维的经济性以对抗感性知觉和感情世界的丰富多样性。将这个丰富性条理化，就意味着把多样性简化成某种原初元素，简化成一些原理，这些原理通过揭示其隐匿的和基本的实在结构而对感性的现象世界进行整理和解释。

## 亚里士多德：形式、功能和物质

柏拉图和亚里士多德在基本方法方面是紧密地相互联系着的，他们具有共同的问题和解决这些问题的共同框架。但是他们所强调的重点有所不同，有时则大有区别，所以，柏拉图主义者和亚里士多德派的说法有时就蕴含着相互排斥和对立的观点。一个重要的区别是：亚里士多德并不认为理念形式是以某种脱离其在世界的实际事物和进程中的具体表现而存在着的。然而，在亚里士多德看来，也像柏拉图所认为的那样，只有理性才会认识这些形式。按亚里士多德的观点，形式并不是存在于感性世界之外

的某种柏拉图式王国内的抽象一般物，而是物及其活动方式的形式，它们是头脑通过抽象从感性知觉中产生出来的。所以，任何物的形式同时就使它成其为这个物，或是成为该类物——它使该物“个体化”，成为独特的物，而不是别的物。形式也就是当思维业已认识了物的本质时所进一步认识的东西。

在形式这个术语的最通常的用法中，我们把柏拉图派和原子论者对形式的联想转来指一种构形，或者是空间排列，或形状——一种在原子论中得到很好表达的、从几何学角度上设想出来的概念，在原子论中一切属性均由原子的形状和排列所决定。形式在希腊思想中还有另一个含义，这个含义在柏拉图那里已经有所表示，而亚里士多德则予以强调。按照这另一种意义，形式是任何一种物的活动的特征模式，是该物动作或发生作用的方式。比如，人的“形式”或把人“个体化”为与他物不同的人类之一员并把人从所有其他各类物中区别出来的那个东西，则是通过人是一种理性动物的定义而得到描述的。这并没有用人的肢体的空间构形说明其结构和外观，而是描述人类所特有的能动性这个本质模式。【90】亚里士多德的庞大的系统性方案涉及整个科学领域并帮助勾划出其轮廓，它精心进行这种功能方面的探讨，并力图将其应用到诸如物理学、天文学、生物学、心理学、政治学、伦理学和美学等如此不同的众多领域中。

根据亚里士多德的观点，对任何事物的认识，假如它是理性认识而不仅仅是知觉（即假如它是科学知识）的话，那它就是对特殊的活动方式（在这些方式为这一或那一种物所特有的情况下）的认识。因此，认识一个物就是认识其种类特性，就是认识它与本种类中所有物所共有的各种属性。借助于此，我们就能够知道，它是这类物而非另一类物。因而，使任一物成为这个特定的物的那些特性或属性并不是种类所共有的特点，对于那个物被归入这



一种类来说也不是本质的(必不可少的),因此,这些特性被称为偶然的。例如,有四条腿,一条尾巴和长脑袋,这是马的本质特性,但是,棕色的或有斑点或在前腿有一伤处,这是偶然的。<sup>①</sup>因此,这些偶然的特性不是科学认识的研究课题,而是把特殊性当作自己的对象的感性知觉的课题。科学认识就是对共性、亦即对“形式”的认识,从这个意义上说,也就是认识一定种类的全部物都具有的特性。

在这个基础上,亚里士多德提出了一些分类的原则,他把这些原则看作是对“实在的种类”的整理,或是对属于某一种类的全部个体的形式共性的具体表现的整理。例如,假如某一特殊物是可溶于水的,那末它就是所有可溶于水的物这个类中的一个个体。现在,这看起来是非常显然和空洞的,因为假如某一个特殊物不溶于水,那我们就说,它缺乏把它标志为我们刚才所谈的那种物的区别性的类别特性。实际上,从这里必然会得出:假如某物属于一定的种类,那它就应当具有那种物的种类特性。这似乎是同义反复地声称:一定种类的任一物就是一个属于那个种类的物。亚里士多德不得不考察断定一些物具有一定的种类特性这类论证的形式,他把这种论证的逻辑改造为类的形式逻辑。这种论证的形式大体如此:

K类中所有的物属于C类,

个别物T属于K类,

因此,T属于C类

这个推理形式的经典例子是人所熟知的:“所有的人都是要死

---

<sup>①</sup> 这种对本质和偶性的区分的相对性所造成的某些困难,或者说这一区分取决于所考虑的框架,在这个例子中是一目了然的。因为,可以存在有一类棕色的马或一类右前腿有伤的马;或者,按照柏拉图派的观点,甚至可以存在有一种所谓的个体类,类中唯一的成员就是那一匹具有一系列特殊属性的马。这一点在本书后面第六章(第210—212页)中有所讨论。

的。苏格拉底是一个人。所以，苏格拉底是要死的。”这种论证形式叫做三段论法。亚里士多德发展了对这种论证的形式分析，这种论证似乎不过是对常识的明确表述。不过，他证明了形式化的好处，他从具体论证的内容中抽象出一般的论证形式，并证明这种论证的有效性唯独是建立在它的形式基础之上的。从这一分析中发展而来的逻辑常常被称作类运算。因此，从它似乎没有提供出比我们已经具有的更多的关于有关物的知识这一点上说，它作为逻辑形式在内容上是空洞的（这是演绎论证的一般特性，不是类运算所特有的）。假如我们知道苏格拉底是人，那末当然我们已经知道他是要死的，因为“要死的”是当我们说某人是人时所包含的意思之一。这种知识当然不是空洞的，因为它依据的是对有关生和死这个事实的了解。事实上，作为论证的大前提断言所有的人是要死的，因而就不是一个简单下定义的问题，因为一个人可以做出经验性的声明，说某些人或某一个特殊的人是不死的，那他就必须把存在这样一个人确定为事实。或者人们可以在分类的基础上论证这样的个体因此根本就不是人。还有，分类的方法，即根据某一类的全体成员所共有的本质的或普遍的特性而将一些个体进行分类的方法，本身并不是获得关于物的实际知识的方法，而是整理我们已经发现的实际知识的方法。似乎是，单纯整理已知事物是不会给我们关于这些事物的知识增添什么新内容的。但是，假如这种整理会使这种知识明确起来，假如它明确地揭示出我们所认识的事物之间的关系的话，那末对这些关系的明确认识它可说是蕴含在我们的认识之中，但尚未受到自觉的认识和反思），从这个意义上说，本身便是“新的认识”了。所以，这种分类的分析不单是整理我们的认识，而且还使之系统化；这就是说，它揭示出我们的认识的各个不同部分是如何相互联系的，并引伸出一种逻辑推理，这种推理引导我们通过观察和认识有关的新事

实来检验我们的认识。

因此，按照亚里士多德的观点，我们是通过理性经验的能动性和对特殊事物的观察才达到认识共性的，而从对特殊事物的观察当中，我们则抽象地推知它们是某一种类中的个体、某一种类中的成员。这个观点的哲学的或形而上学的方面就在于，对特殊物的感性知觉所认识的物质决不是没有形式的，而这个形式除了与可感觉的物质发生关系或运用这种感性物质，是决不能得到认识的，物质就是这样被“认知”的。因此无形式的物质或无物质的、无具体内容的形式属于概念的范围，除了作为思维或观念的对象之外是不存在的。进一步从哲学上阐明这个观点，就把它和我们所说的功能主义联系在一起。因为世界上的任何事物都是时间中的过程，在这个过程中它的形式按其活动模式而得到实现。【92】因此，一个事物的自然史就是它的自然的可能性现实化的历史，就是这种事物“正常的”或“自然的”发展过程。物质本身就是可能性，就是使形式的这种现实化或实在化通过它才得以发生的原材料，但是，使这种物质现实化的则是形式。脱离物质的纯形式因而一定是“纯粹的现实性”。它不是这类或那类物的生成过程，而已经是纯粹的“种类”或柏拉图所说的“理念形式”了。脱离形式的纯粹物质因而一定是“纯粹的可能性”，或者是绝对的非特殊物。这些领域只是作为观念的领域而存在。纯粹的形式或“纯粹的现实性”可以作为纯粹思维的对象毫无变化地存在着，或者像亚里士多德所说，是“精神思考自身”。纯粹的物质或“纯粹的可能性”同样只是一种观念的物质，同那种被亚里士多德断定为必要的永恒的和空洞的质料的形而上学上的“原初物质”一样，这种质料既不能被创造，也不能被毁灭，但却具有形成无论什么样的物的绝对可能性。因此，亚里士多德认为，这种物质是永恒的，它既不能生成，也不能消失，从这个意义上说，物质是不存在“开端”的，

而只有各种作为物质和形式的统一体的单个物才有生成和消失。所以研究自然科学就是研究物的“变”以及它们的生活史。亚里士多德把这一点说成是从可能性向现实性的过渡。

这一变化不是被想像为简单的变化，而是被想像为受到指导的变化或发展，因为任何种类的物的自然形式或活动方式得到了实现。一类物的特殊活动方式就是“与其本性相一致”的那种活动。<sup>①</sup>因此，这个“本性”就是在一个物的“正常的”或“自然的”发展过程中，或在其“正当的作用”中得到实现的东西，从而它就被说成是这种活动所欲达到的“目的”（或叫telos）。所以，形式在一定种类的一个物上的具体体现就是这一“目的”的具体体现，这犹如一个使自然活动和发展成长据以进行的纲领。因而这一具体化了的“目的”（telos的圆极）就是关于一个物的活动或自然作用的科学认识的对象，因为正是在进行这些“有纲领”的活动时，理性经验揭示出一个物的形式。因此，我们看见或觉察到的仅仅是一个物的活动的各个部分；根据这种观察，理性理解力就想象或形成一个这种活动所揭示的关于先天的形式或“本质”的概念。【93】自然科学就是研究这些活动及其分类和序列，以求达到从理性上改造整个活动方式及其特征。这种活动有时被称为从一种状态到一种状态的“运动”或“变化”，这是感觉在观察自然界中的事物所掌握的。从理性上全面把握这种“运动”或模式化的活动的模式，就不是简单地涉及到说明事物以一定的方式而发生，而是关系到解释它们为什么如此的原因。因此，亚里士多德的分析引进两种描述的范畴或框架，在其中进行对这种状态变化的分析。

---

① 一个物的本性(nature)就是其“本质”(essence)，其“自然形式”，或(按以前的译法)是它的“美德”(virtue)。在希腊哲学中，这一术语有着复杂的意义，我们这里用的是亚里士多德所侧重强调的含义。更一般的含义是关于一个物的“美德”或“勇武”或“本份活动”，例如，在荷马那里，它意味着“大丈夫气概”或“勇猛”。

于是，他谈到了四种或四个方面的类概念运动：改变（或质的变化），增加或减少（或量的变化），产生和消失（形成或发展），以及位置的变化（或位移）。把这一切解释为变化的诸方面的理论构成乃是从可能性到现实性的过渡，是一个物的形式在该物生存的过程或历史中的实现。因为亚里士多德不是简单地把这一形式假设为形式的模式或说明一物活动的“纲领”，而是当作实行这一纲领的活动，是“为了”使纲领中的形式得以实现的操作活动，这就提出了一种受模式制约的能力，这种能力在事物中起着调节的作用，并且把事物引导向某种目的。因此，对一个物的特性活动的解释，就是根据这种被植入并构成该物真正本质的这类“目的”，以及该物产生的过程而进行的。各门科学就是研究关于不同种类事物的这种特征性“运动”的。比如，物理学研究的是自然物体在空间中的这种活动，而生物学则是通过有机体的行为和成长模式来研究这种“运动”的（有机体的特点在于它们自我运动，而物理物体的运动的源泉来自外部，或者与它们在空间中的“自然位置”有关）。伦理学也是从人类相互作用方面来研究这种“运动”或特性活动的。

我们可以称之为目的论分析的这种分析类型是许多希腊思想的特征，不过，在亚里士多德的功能探讨中得到了非常充分的精心阐发。这些概念支配着每个领域里的许多科学思想达20个世纪以上，它们在科学史和当代科学与哲学问题上所留下的痕迹是十分明显的，如同我们将在以后的讨论中会了解到的那样。毕达哥拉斯学说和柏拉图学说强调的是结构的观念，而亚里士多德的科学则强调功能的观念。生物学家代替了几何学家，这些生物学家通过对有机体的过程进行类比来认识一切自然过程，有机体从种子开始，按一定的模式成长和发育，以某种特征性的方式行动，并随着它们的发展的可能性或能力（正常地）得到实现而最终成熟

起来，然后便开始衰退和死亡。亚里士多德认为，从一种状态到一种状态的变化是一种复杂的运动，其中各个不同的方面可以通过思维的分析而加以区别，因为精神能够从理性上理解这类过程的普遍形式或模式。【94】这是对经验的理性分析或科学分析所揭示的结果，或者，用亚里士多德的话来说，这些就是精神在达到理解和说明自然界的活动方式时所掌握的可理解的理由。

## 希腊科学与当代科学的连续性

在这一对科学思想发展的说明中，具有重要意义的是在所有各门具体科学中占统治地位的概念的作用。科学系统表述本身的形态并不是简单地取决于观视察看，也不仅仅取决于对事物从头到尾加以思考这种中性的活动。思维的方式具有自己的风格，而一些天才人物则留下了他们解决问题或形成概念的独特方式的印记。但是，还有一些基本概念，它确定着科学工作的框架，有时则规定着科学工作的范围。感性和理性之间、实际应用和思辨理论之间的这种两分法在许多方面影响着希腊科学的特性。比如希腊科学家用以思考观察和实验的作用的方法，他们构思他们的科学模型的本质、他们的空间、时间、物质与形式、运动与变化的概念的方法，在很大程度上都受他们所持有的关于事物本性的更为基本的概念所制约。诸如万物通过元素的结合而构成的概念；元素是不能区分和不变的基元的概念；几何形式与对称性是实在的理念模型的概念；基础性的理性和万物的结构的统一性的概念；不变的形式这种理念王国以及生长、变化并具有多样性的现世王国之间的区别的概念；万物的最终实在的本性是它们的形式或起指导作用的活动模式的概念——从所有这些概念的系统表述中，人们可以看到思维的深刻结构对天文学、物理学、数学的具

体表述的作用。在许多情况下，这些思维的深刻结构在一些具体科学之内对具有巨大系统性和高度理论性的观念起着指导的作用。在其他一些情况下，这些同样的概念则用于限制和歪曲对经验世界的解释，支持某种建立在非经验基础上的先验的信条——宗教的、美学的、传统的和社会的信条。在这些深刻的和基本的概念结构中，发挥作用的不只是单纯的感觉经验的印象。人类的意愿、希望和忧虑在这里以一种隐匿的方式而起作用，正像味觉和感觉不知不觉在起作用一样。这并不是说，经验仿佛是某种等待着人们去接受的朴素纯洁的礼物。对经验也是必须加以探求的：对我们所接受的东西常常还要进行许多探究。

希腊人的“经验”来自我们前面已经讨论过、而且其中的大部分我们仍然与他们一道共享的常识这同一个母体。这就使我们得以理解，现在被我们认为是虚假的那些概念表述是怎样形成的，它们又是如何能够变得似真的。【95】这种连续性使历史的理解成为可能。它还使我们能够理解概念的发展和对概念的批判，这种发展和批判使科学得以代替一个时代的常识，并以新的方式重新组织我们的经验。

当代的科学仍然是在物质和形式、结构和功能、变化和发展的规律这些概念框架内起作用。像希腊人一样，我们假设出一些理论上的实体去解释现象，像希腊科学一样，我们的科学具有关于物质世界的基本的数学结构的深刻意义。也和希腊人一样，我们并不满足于仅仅承认我们思想中的这些普遍的深刻结构，而倾向于批判地评价它们，倾向于对我们所意谓和所理解的事物进行理性分析，这具有真正的广泛的哲学意义。但是，也像希腊人一样，甚至在我们的理性旺盛的时期，我们也受到各种非理性的、神秘的和不可言状的东西的纠缠。希腊人的超凡智慧把这种情况看作是对理性的挑战，而不是引向绝望。这使他们仍然活生生地

属于当代，因为虽然我们的科学在理论理解的内容上、在我们控制自然的规模上，都远远地超过了希腊科学，但这一切还是希腊科学的深刻继续。<sup>①</sup>

---

<sup>①</sup> 参见《附录B》中关于柏拉图和亚里士多德以后的希腊科学的发展的叙述。



## 第二部分<sup>[97]</sup>

# 科学方法<sup>[99]</sup>

---

## 第五章

### 观察

#### 观察与经验科学

“我们对世界的认识是依靠经验而获得的。”这个说法属于那些肯定可以使哲学家热情激昂地加以谈论而显然不会有所危害的陈述之一。我们关于外部实在的认识、科学对于自然界的认识从某种明白无误的意义上说，是我们依靠感性知觉对这个自然界的经验的产物，这种说法看来肯定是不成问题的。提出其他说法似乎会使我们陷入这种荒谬的（或可能是有趣的）结论：即我们所获得认识的每一事物已经以某种方式安排在我们的脑子里，所需要的一切不过是某种恰当的方法来诱发出这种先验的认识。关于我们认识的来源的哲学探讨很少有走得如此之远，以致断言出我们的全部认识都是通过经验而获得的或全都不是通过经验而获得的。然而，认识论中倾向于强调这两者择一的两极观点——一般被称之为经验论和唯理论——确实提出一些似乎有理的论据说明从经验中获得的认识的相对重要性，以区别于我们通过脑子本身

的组织能力和它的所谓固有的观念而产生的认识。这些区分也传到了科学哲学中，存在于科学哲学对科学思想中的理性和经验的因素的考虑中。

在科学哲学中，有时做出形式科学和事实科学这种区分。前者所研究的涉及到逻辑学和数学中所谓的形式系统或演算，它们是一些演绎推理的语言系统，这类系统的元素或是在该系统内得到定义的各种形式的或抽象的术语，或是“原始的”未经定义的术语，其他术语则根据它们而得到定义。比如，我们的代数学和逻辑学中的 $x$ 和 $y$ 内容上是空洞的，除非它们被解释为用以指称这种或那种事物。【100】这就是说，它们在事实内容方面是空洞的，或者说，在指称经验或外部（在该语言“之外”）的世界方面是空洞的。相反，事实科学据说是探讨经验的具体内容、探讨对外部世界的具体关联、各种自然事实以及用某种语言对它们所做出的描述。经验的科学必须与事实有关，因为这些事实是靠实际观察、测量、实验与世界上的各种客体、事件和过程的相互作用来确定的。

这种区分并不意味着断言在经验的科学中不存在任何形式的推理或在形式的科学中可以不存在经验的源泉（例如，形式化的几何学根源于大地测量这种经验实践，又如形式化的算术和数论的根源存在于计数和收款这种普通的实践中）。不过，被当作是经验科学的特点的是：它们依赖于感性知觉、依赖于观察、依赖于超越出在其中科学的各种发现和推理得到表述的语言系统之外的联系。唯理论和经验论对我们关于世界的认识依赖于这种感觉证据的程度做出不同的强调，这种证据有别于大脑的操作和它通过纯粹的推理过程所达到的、然而仍属关于世界的认识。

感性和理性的这一关系是认识论中的一个中心问题，而且也是科学哲学中的一个中心问题，因为它集中表现在关于科学知识的地位和证实、科学知识对观察和实验的依赖的本性这样一些问

题上。假如观察本身是如同它表面看来那样一种简单、无歧义的过程的话，所有这一切就会简单得多了。在我们的普通经验中，观察是透明的；也就是说，当我们“看和瞧”时，我们并没有同时意识到我们正在看和正在瞧。在实践中，我们依赖于我们的感性知觉的真实性，除非这种知觉发生问题，因而错觉和幻觉——一旦我们认识到发生了某种差错——使我们感到吃惊，而不当作理所当然的事情来加以接受。但是，对观察及其条件——它如何作为经验知识主张的基础而起作用、它与根据它的证据而做出的解释和推论的关系——作出更充分的思考，很快就会使我们涉及到科学认识论的一些基本问题。在这一章中，我们所要加以探讨的正是这些问题。

## 观察的显明事实

观察的显明事实似乎是足够显明的。我们看见我们的眼光所及的东西和有意寻看的東西。或者说，物自身强加于我们而不管我们愿意与否，物使它们自身被我们所观察，使它们自身引起我们的注意。可是我们也足够经常地受到愚弄或出差错。我们在朦胧中认作一个人的身影的，结果却是一束灌木丛。在红灯处，我们旁边的汽车无法解释地向后滑行，而当我们悟起是我们自己在行驶时，这终于提醒我们猛然踩下制动闸。【101】辨别或辨认陌生的客体一开始常常使我们感到困惑，而后来看起来则十分明显了，就像当我们学习一种新的（如俄文、或中文或阿拉伯文）字母时那样：这些陌生的符号看上去相当混淆，有一些字母不能清楚地和其他字母加以辨别，它们的顺序似乎也难以掌握。然后，随着逐渐熟悉起来，我们便能轻易地看到其区别，并且对我们开头所遇到的麻烦颇感惊奇。看着所谓模糊的身影或隐匿的身影，我们凝

视着、凝视着；而后，随着灯“咔嚓”一亮，隐藏在树丛中的脸面，或鱼目混珠的外貌，就变得清晰可辨了。然而刚才我们一直在看着却没有看到它。因此，观察的显明事实说明了一个同样显明的事实：我们观察到的一切在很大程度上是意向和境况的一种作用，而且在极大程度上依赖于思维、注意力的结构，依赖于我们知道去发现什么事物。这大多是在不知不觉的情况下发生的。机敏的头脑代替我们有效地承担了这项工作，不露形迹地进行工作，直到我们遇到麻烦，直到我们发现我们上当受骗。

我们无需牵扯到幻觉和错觉这些反常情况，即可认识到观察并不只涉及到眼睛看得见的情况。例如考虑一下各种我们习惯于说观察到的事物：我们观察天空，看到天空是蓝色的；我们观察到天色正在暗下来，或者说，观察到夜晚；我们观察到桌子上的钢笔、墙上的洞，观察到萨姆比杰克矮但比菲立浦高；我们观察一个人的谈吐方式，或者说观察到他正在生气；我们观察到一个纽扣丢失了，房间是空的，我们离开后并没有发生任何改变；我们观察日出日落、月蚀、气泡室中发生的原子蜕变等。因此，我们一般可说是观察各种物或物的类型、客体、事件、过程、质和质的变化、事态、各物之间的关系，甚至还观察到不存在或没有这一类情况。

一位怪癖的物理学家也许会试图显得比我对一件观察事实的平凡陈述高出一筹，而在我断言：“我看到天空”时，他说：“不，你所真正看到的是光子束进入上部大气层时发生折射的太阳光。而你按照常识的方式，把这解释成‘看见天空了’。”我如果不准备甘拜下风，就会回答说：“我所看见的是天空，正如你所看见的是天空一样。然后你才进而用折射光之类来解释这个观察事实。这种解释是你的，而不是我的。”我们各自主张“真正”所看见的是什么，什么才是引申地加以解释的东西。这两种情况都诉诸于某种

未加修饰的事实，而做出的解释最终都可以归结到这个事实上。在法庭上，并不要求证人做出解释，而是要求他提供出观察的显明事实：不是他听说的情况，也不是他认为某个事件像是什么，而是未经修饰的本来面目的观察事实。所有这一切情况都基于这样的假设：即知觉提供出某种东西，而且是以没有中介的或直接的方式提供的。

### 直接提供的东西：感性材料和认识<sup>[102]</sup>

那么这就需要我们追根究底，来到观察的零线起点处，到达不容置疑的、铁一般的直接感性经验，这种经验未受到判断的影响而是真实的，因为除了它所得到的领悟以外，它不可能得到其他不同的领悟。经验所直接提供的这种原材料接着就要受到知觉系统或头脑的加工；它是输入，我们根据这种输入开始进行操作，把它加以排列和解释，并作出一些结论。根据这种观点，未经加工的感觉证据，即感觉直接所报道的东西，就被认为是经验知识的*sine qua non*（拉丁文，必需的条件。）这就是我们的科学知识归根到底所涉及的东西；其余的一切则是解释、推理、构造。一旦加工过程开始。一旦我们超越出仅仅具有经验的水平，或一旦我们说出我们所看见的是是什么，这种直接经验便丧失掉其处女性了。

认识论中这种把感性当作是认识的原初材料，当作知觉的最初和原始的因素的观点具有悠久的哲学史。它与经验论的这种最早表述相联系：“思维中没有任何东西不是首先存在于感觉之中的”，这种表述也存在于由17、18世纪英国的经验论者，主要是洛克、贝克莱和休谟所提出的近代形式的经验论中。在经验论的当代形式中，这种观点（主要）被英国的哲学家如G. E. 摩尔(G. E. Moore)、伯特兰·罗素(Bertrand Russell)、C. D. 布罗德(C.

D. Broad)、H. H. 普赖斯(H. H. Price)和A. J. 艾耶尔(A. J. Ayer)等人精心推敲成所谓的感性材料论。这种观点存在大量的困难,而且在当代哲学中受到强有力的批判。不过,它强调指出了感觉(我们可把它当作是有感觉的生物体的表面接受器这一层次上的一种基本的有机活动)与知觉(大体上包括某种更高级的综合活动,在这种活动中,感性材料被当作对某物或客体的知觉的“证据”,该物或客体是知觉活动从这些材料中构造出来的)之间的重大区别。感性材料被典型地当作是一些定性的印象:颜色、形状、音调、坚硬、柔软、光滑等触感性质,等等,而从这些材料中构造出的知觉客体则是普通的桌子、冰块、洋白菜和国王、以及随处可见、虽然是圆的但在水中“看来”却是椭圆的硬币和虽然是直的但在水中“看来”却是弯曲的棍子。因而按照这种观点,我们据说是感觉到感性材料而知觉到各种桌子和硬币。观察涉及到的是知觉的客体,因为我们并不“观察”感性材料。因而按这种说法,经验所直接提供的东西决非是被“观察到”的而是被“得到”的。罗素把这两种知识区分为(直接获得感性材料的)相识性知识和(我们对这些感性材料所做出的稀释了的结构的)描述性知识。

而且,感性材料似乎具有不可复得的个人性。【103】它们可以被获得但却是不能被共享的:我的是我的,你的是你的。这便使得在把它们描绘为任何种类的“知识”方面出现了困难,因为我们认为知识应该是公共的,是可用一种为感觉者共同体所共有的语言加以表达、可以某种公共的或许多人所使用的方法加以检验的。因而看起来,人们肯定不能用感性材料来作为科学知识的基本指称物,科学知识必须是公共的可以共享的。不过,在一种关于感性材料的心理学理论内仍可整理出关于感性材料的适当的公共性特征。例如,我们可以说存在一种感性材料的语言,它是公共的、科学的,具体地说,就是对人类的感觉结构、对感觉规律的一种

描写。比如，生理学可以对视觉、触觉、味觉、嗅觉、听觉这些共同的、继承性的种属结构做出说明，而心理学则可以对支配物理刺激对于感觉反应的关系的规律加以探讨总结。我们接着可以声称，从这个层次上说，感性材料在类似情况下是共同持有的，因为反应的结构本身是共同的或者说是种属的结构，而不是个人独特的结构。即使在每个人特定的感觉结构方面存在独特性，但所有感觉结构却是如此相似，足以使我们提出感性经验的共同模式。这是一种似乎相当有理的常识性观点，因为看起来在感觉经验的正常范围内存在着足够的相似性，使我们得以融洽相处，仿佛这个世界就是这种经验的共同世界。在这样一些基础上，一个人或可引申出共有的感觉经验的共同世界。但这与那种重点集中于感性材料的直接性、独特性和绝对第一性的哲学分析仍有一大段距离。

总而言之，我们对观察在科学知识的获得和证实中的作用的关注，是不能停留在以感觉感知性质这种方式中的归根到底属于个人性的启示上的。看起来，反而需要我们把所说的观察的含义与直接感觉经验这种公设的情况分离开，而把它同知觉和知觉的客体联系起来。

## 知 觉 的 对 象

因而，知觉到的并不是一种感性材料，而是某种客体、情况、关系或事态，是被认出或当作一定种类的某种事物。因为知觉并不是未经修饰或直接的，而是涉及到在一定程度上认识知觉对象作为这种或那种事物。这并不是说，在陌生的意义上的各种“不可认知”的客体是不可知觉的。事实上，正如常识所提出的和实验所表明的，当某种新颖和生疏的东西进入我们的知觉领域内时，其陌生性引起我们的警觉，使我们易于察觉，并以高度的兴趣加以

注意[104]。相反，完全熟悉的事物则会逃脱我们的注意，虽然一旦要求我们加以注意，我们是清楚地认出它是这种或那种事物的，但我们通常却对它熟视无睹。还有，某种程度的认识是某物作为知觉对象的一个条件，即使是陌生的对象也具有一定的知觉可认的特征——比如说，某种形状或颜色，甚或某种像“存在”这样含糊的特征——虽然我们也许不能对它加以鉴认。这种微弱意义上的“认识”（我们可把它和明确确认某物是此物或该物区别开来）包含着把我们知觉到的当作是“某物”。如果当我们在知觉方面连这一点也达不到时，我们就可说是毫无知觉了。未受过训练的观察着看着显微镜下的载物玻片，也许实际上并未能知觉出受过训练的观察者所能一清二楚地加以察觉的东西。如果有人提醒我们以适当的方式或在适当的框架内对某事物加以注意，那么也会发生类似的情况，它对于我们来说应该是十分明显的。

我们至此所叙述的情况是隐匿的语言方面的情况；知觉某个事物似乎是达到对自己或对他人说：“这是如此这般，这样那样。”我们的知觉和语言的框架是如此密切相联系，以致我们用该语言确认各种事物和事物的属性事实上影响着我们看到什么和未能看到什么。语言因而可说是教我们做出知觉的辨别（否则我们也许做不出这种辨别），也引导我们忽略其他的区别。如同一位受过训练的乐师能够听出音调和音程中的区别，而外行人则也许听不出来，即使提醒他去注意这些区别。一门语言的讲说者也可以被训练或调节得能获得一定的知觉辨别力。语言与知觉的关系是如此密切，以致常常使艺术家们不得不把二者分离开，并迫使我们回到知觉的纯朴状态中，以使我们重新获得一种在语言上纯真的知觉，并松动我们与那种使我们把事物看作这种或那种事物的习惯性语言框架的联系。

所以知觉至少在会说话的成年人这一级水平上，总是关于某



物是某物的早期断言。当我们从漫不经心地浏览转而看着某物，或寻看某物，即因此而达到严格意义上的观察这种更高度的集中注意力时，那么我们的观察陈述就是关于某物是某物的明确的语言断言。观察本身当然并不是陈述，但却是可以用来表述的。这时，这样的陈述是各种断言，这些陈述的对象是观察的据称事实。因此，对一个观察的表述，亦即用某种语言对它做出的明确陈述，是关于某个命题P是真的的一个主张。

### 观察陈述和分析-综合的区别<sup>[105]</sup>

我们因此便得到一类表述，我们可称之为观察陈述或观察判定。不过，我们怎样判断某个给定的表述是否属于这一类呢？我们应该使用何种标准来确定某一表述是一个观察陈述呢？如果经验科学的语言的特性被描绘为在某种意义上和在某种程度上构成这类陈述，那么我们将如何区别它们呢？因为当然存在一些这样的陈述，它们并不是观察陈述，它们的真假性也不依赖于它们与经验事实的相符程度。例如，假如有人说：“在1到10之间有四个比1大的素数”，那么声称这断言了一个观察事实，的确就会显得很古怪。相反，我们会说，其真假性取决于“素数”和“数”的定义。与此类似，假如有人宣称：“一切具有四个边的图形都是四边形”或“所有正多边形都是正多边形”，那么为了发现这些陈述事实上是真的或假的而着手去观察各种四边形或正多边形，这显然是荒谬可笑的。同样，若一个人断言：“所有红玫瑰都是红玫瑰”或“这里正在下雨同时又不在下雨”，如果为了确定这些陈述的真假性而去做出观察，那就是把科学热忱用错地方了。

在四边形的例子中，具有四个边的图形正是四边形的含义，而且因为我们把这些表述当作是同义的，可以互换的，因此，做

出观察以发现一切四边形是否真的是有四个边的图形就等于是检查所有具有四个边的图形是否真的具有四条边。根据这些术语的意义，这个陈述是真的。在正多边形的例子中，谓语（“是正多边形”）中关于主语（“一切正多边形”）所做的断言已经包含在主语中，因而并没有说出任何并非已经包含在主语的含义中的新东西。因而这些表述并不是“观察的事实”，而是对这些术语的公认含义的分析性表述。这些含义可以靠规定、定义、普遍惯用法而固定下来，而且在这些语境内因术语的含义而为真的各种表述，是通过对这些含义的考察或分析而被看作是真的。它们一般被称作分析性陈述，因为它们的真假性取决于对这些陈述本身的分析或考察，而不需要对外部世界的实际观察或经验。“所有红玫瑰都是红玫瑰”表述的是一种同一性，“这里正在下雨同时又不在下雨”表述出一个矛盾，我们说第一个在逻辑上是真的，第二个在逻辑上是假的。如果我们用变项或定位项替换这些陈述中有内容的术语（即“红玫瑰”，“正在下雨”），使得这些陈述的形式结构可以给出“一切x是x”和“x和非x”，【106】那么我们就说这些陈述对于该变项的任何一种解释，或者说对于置放到变项所标定的位置上的任何有内容的术语，都具有相同的真值性（即“真”或“假”）<sup>①</sup>。第一个总是真的，而与解释的内容无关，第二个根据其陈述的逻辑形式则总是假的。这类陈述一般称为同义反复，因为它们的真或假始终是空洞的，所根据的仅仅是它们的逻辑形式，因而是逻辑上的真或假，在内容方面则是空洞的。

因此，这种分析陈述和同义反复显然并不是观察陈述。就它们的真假性并不取决于经验或观察而言，它们一般被称为先验的

---

<sup>①</sup> 比如，若我用“绿宝石”或“40岁以上的棋手”或任何其他术语来代换“红玫瑰”，“一切x都是x”这种逻辑同一性命题都具有相同的真值（真），同样，对于矛盾命题，其真值总是（假）。关于真值性，请参见附录C。

(a priori)陈述，而这一类陈述则可叫做分析的先验陈述。康德在《纯粹理性批判》一书中讨论这些区别时，认为一切非分析性（即真假性取决于考查）的陈述都是综合性陈述——也就是说，谓语中对于主语所做出的断言并不包含在这类陈述的主语中。他声称一切事实性的知识或关于世界的知识都属于这一类型。例如，“太阳离地球93,000,000英里”的断言就是这样的—一个陈述，因为离地球93,000,000英里并不是“太阳”的含义的一部分。因此，谓语中包含着比主语的含义更多的内容。我们对这种“更多的内容”的认识因而一定是来自某种超越于意义考查活动的。当它来自经验、来自对世界的知觉或观察、来自对自然的探究时，康德称它为后验的(a posteriori)知识，以区别于先验的知识。接着，这种基于通过经验和观察而获得的关于世界的知识的真理即被叫做综合的后验真理。康德进一步认为，有一些关于世界的真理因而也是事实性真理是可以靠纯粹理性先验地认识的，它们不因观察和经验而变化，而是理性的必然真理。因此，它们不是简单的分析性真理，而是综合性的；然而它们并不是后验的，而是先验的真理，是理性本身的真理。他因此把这些真理称做综合的先验真理，他举出关于这种真理的一个类型的例证就是数学真理——例如， $7+5=12$ ——他认为这不是分析性的（因为“12”这个概念含有比“ $7+5$ ”的概念中所已经包含的“更多的”内容）；但这类真理却是先验的，它们产生自纯粹的理性或我们的数学直觉。综合的先验真理——它们既与世界或事实有关而又不依赖于观察而先验地得到认识的——这个难解的概念，在哲学史上、在数学中以及在科学哲学中已经引起很多讨论，不过我们在这里不准备深入探讨了。

【107】我们前面所提出的关于形式科学和事实科学的区别可以在这种语境中得到进一步阐明：各门形式科学是那些探讨且只探讨分析性先验命题的科学。事实科学则探讨其真假性取决于观

察和经验的综合性后验命题。科学的推理可以使用各门形式科学即纯数学或逻辑作为推理的工具，或如卡尔纳普(Carnap)称它们为“辅助的演算”，但是使科学成为经验的或事实的科学则在于其内容依赖于各种观察事实，因为这些事实是在观察陈述中得到表述的。

可是请注意，虽然这种分析-综合的区别似乎通过把不论是真的或假的一切陈述区分为分析性的和非分析性的陈述而利落地解决了我们的问题，但却确实没有解决(因为未触及到)确定究竟是什么表示一个观察陈述本身的特性的问题。否定的条件，即不是分析性或非同义反复的，并没有向我们提供出这样一种特性的描述；充其量，如果我们把这种观察陈述当作是非分析性陈述这类的元素，就会产生出一个逻辑上或形式上的真理，即非分析性的陈述是非分析性的，所以，不论它们是真的或假的，在其真假性方面都取决于其他因素。因而如果我们把一门经验科学定义为一门在其主体中包含有观察陈述的科学，我们就只不过是在说经验科学是经验科学，除非我们进一步描绘出这样一些陈述的特点。一门经验科学看来肯定包含有许多非分析性陈述，但我们通常并不把这些陈述当作是观察陈述。那么这些陈述便属于综合陈述这个类的元素，不过从我们迄今所确立的任何一种明确的意义上说，它们本身并不是观察陈述。例如，倘若我们说光在真空中的速度是每秒 $2.99792 \times 10^8$ 米，那么在何种意义上这个事实是“观察”到的，这一点并不明确，虽然看起来十分清楚：它是一个据称的关于世界的事实而且它依赖于观察。不过，说它“依赖于观察”，它到底是依赖于什么呢？每秒 $2.99792 \times 10^8$ 米这个情况是一个“可观察的事实”吗？若非如此，那么当我们说它依赖于“观察”时，它所依赖的可观察的事实又是什么呢？难道人们想得到如此广泛的一种对观察的解释，以使得所有综合性陈述都是观察陈述(不论是多

么高度的“理论性”陈述)吗?或者,我们是想(以稍微不同的方式)主张观察陈述和理论陈述不过是具有程度上的而不是性质上的区别,也就是说,所有观察陈述或多或少都是“理论性”陈述,所有理论陈述或多或少都是“观察”陈述,它们都处在某个不具有明显区别的连续区之中?或者,我们将依赖于在某种程度上求助这种通常的理解:即认为“观察”必须与普通的看、听、触摸有关吗?

这里提出了各种分析-综合这个区分所未触及到的问题。下一步我们需要的是关于观察的某种标准,它可以使我们确定什么是可观察的,或观察陈述究竟是什么。【108】超越出关于观察的意识性观点范围之外的任何观点都涉及到一种关于我们的实际知识是怎样获得的、这种知识涉及到什么的理论。简言之,任何这样的观点都涉及到各种认识论的问题。

## 认识论理论和观察的标准

我们将考察观察和可观察性在四种不同的表述中的含义,这四种表述是:(1)实在论,(2)现象论,(3)普通语言的分析,(4)语言学实用主义,或“不同语言”的探讨。前两种是古典的认识论学说,后两种则代表着新近力求根据语言的使用来重新组织认识论问题的这类尝试。因之,实在论和现象论观点具有一种共同的态度:即判断可观察性的标准是要靠一种关于认识的理论加以探讨的,在这种理论中,某些实体在理论上被定义为可观察物。普通语言〔分析〕和实用主义的方法二者显然回避开各种认识论而把注意力集中在关于一个讲说者共同体是如何使用观察或可观察的这类术语的,或关于在谈论观察的各种方式中哪一种最适合于特定的交流和描述的任务。

实在论和现象论作为关于我们对外部世界的认识的理论,提

出了不同种类的实体作为认识的客体。实在论者论证道，我们所认识的和我们所感知的是独立于我们的认识和感知活动而存在的，因而认识和知觉的对象是世界中的物。“直接实在论者”则说，外部世界的物质客体和属性是直接被认识的，我们按其实在面目感知它们。一种具有代表性的实在论例如洛克的理论认为，我们对外部世界的认识是间接的，是通过实在客体在我们身上引起的直接印象或观念而获得的。所谓批判的实在论则强调作为我们关于外部世界的认识的根据的知觉证据的解释性和批判性判断的作用；不过却把这种解释性活动看作是引起一项知识的中介，这项知识依然是对一种独立的实在的认识。相反，现象论则把外部实在说成至多不过是一种有根据的思维构造或一种假说，所以就此而言并不是被认识的，而是从认识的直接对象推论而来的，这些直接对象乃是感觉印象，或叫做“表观”（所以有现象之说）。至于它们是何者的表观则是一件靠精神对“一大堆感性材料”的操作而进行构思推理的事情。现象论者会典型地论证说我们所能认识的是物的表现方式，而不是它们的自在方式，因为自在的物是不可认识的——充其量我们所能干的就是做出一些多少是似真的猜测和假说。激进的现象论者甚至或许会争辩道，相信“物”或“外部世界”的存在至多是一场精彩的赌赛——是通过习惯或由于它的报偿而在我们身上引起的一种信念；【109】我们可以相信物是超越于知觉表观而存在或存在于这些表观之下的，但我们不能认识它们实际存在的状况。外部世界因而是想象或信念的构造物，而不是认识或知觉的对象。

在这些理论中产生出一个有关感知者与他所感知的物之间的关系问题。按照一种解释即所谓的旁观者理论，感知者被认为是对作用于他（或他的精神或感觉器官）的来自外部世界的观念或感觉印象或刺激的一个被动的承受者。在洛克的解释中，精神则被

当作是一张白板(*tabula rasa*), 经验就在这张白板上进行书写。知觉或精神的活动就是按照精神的结构或靠精神的各种“自然操作”(例如,“观念的联系”, 或者说把彼此相似的或一齐或接连地发生于时空中的一些事物联系在一起的自然配置)对这些被动地接受到的输入的安排和再安排。知觉并没有向外征集印象或观念, 而可以说是把它所得到的接受下来, 从这种意义上说, 知觉是被动的; 然而从对这些接受到的观念进行整理的“精神操作”的角度上说, 知觉又是主动的。

另一种观点则把精神或知觉器官当作完全是主动的, 它们从事实选择、探索、寻求和确定从一个不确定的和才开始的可能知觉领域中所感知的东西的秩序。感知者带给知觉某些先验的形式, 唯有通过这些形式他的知觉才得以发生。知觉器官是一种扫描和过滤装置, 只有那种适应于感知者的先验框架(他把这种框架强加于否则就是无差异的知觉领域)的东西才能成为知觉的对象。任何可以超越出这些形式和框架而从假说的角度加以设想的“实在”客体, 不论它们是什么, 从知觉上说都是不可认识的; 用康德的话来说, 它们都是“自在之物”(Ding-an-sich)而非“为我之物”。如果说精神具有任何关于这类事物的认识, 那么它并不是通过知觉、因而不是从经验上或通过对现象的认识而获得的, 而是超验地即超越于能够从经验中学到的东西而获得的, 因而是先验的认识。

对这些认识论问题的另一种探讨方法是借助于语言学的分析。语言学的分析不是提出一种关于哪些种类的实体(不论是感性材料或是物质性客体还是表观)是可观察的理论, 而是打算描绘出观察这个术语是怎样被使用的或一个讲说者共同体认为这个术语具有什么样的含义。在一种这样的观点中, 所谓的普通语言被当作是关于观察的含义的线索。另一种这样的观点则考察了出于某些目的、某些习惯用法的优点: 特地为了科学的目的而构造出

来的一种理想化语言被认为提供出对于可观察的这个术语的可取的科学用法。

经过分析，结果表明观察\*一词有着多种用法，其中某些用法与某种日常方式相联系，有一些则不然。【110】例如，观察被当作是指看、触、尝、嗅这类事情；【110】也就是说，它与表示感性知觉特性的术语相联系。然而它也可以含有理解或从理性上领会的意思\*，如在“我们观察到黄道岁差的周期是26,000年”，或“我们观察到英国国王受到一项限制独裁政策的约束”等句子中。这当然不属于那些可以看或嗅到的事物。同样，人们也在注意到或认为的意义上使用观察一词，如“他观察到事情的进展比原先预料的更糟糕。”在这些情况中，观察的含义和范围取决于应用的语境。要详细说明这些用法，我们也许应该问在各种不同的语境中，观察一词被用于哪些种类的事物。比如，在第一个例子中，观察仅仅用于可视、可触或可听的这类对象，这类对象的例子表现在“我看到一个红球”，“我触摸到那张粗糙的桌子”中，但不表现在“我看我再呆下去也无益”或“他的恳求触动了我的心”这类句子中。从另一个角度来解释，即只有那些标记着自然事物的术语方可被当作观察这个动词的宾语。（因而在这个意义上不能说我“观察到一个假日”也不能说我“观察到上帝”，除非我把上帝和假日当作自然客体。）

简言之，观察陈述这个类是要通过对观察的普通用法做出一番思考或靠它在特定语境中的用法来确定的。离开关于各种“普通”用法的报告或描述，就不存在关于可观察性的“本质的”或理论的定义。所以，假如物理学家共同体（在他们之间）把观察用于诸如原子的蜕变或在一个磁场里的涨落这一类“对象”，那么这些“对象”在这种框架中就是可观察物。有人也许会反对说这是一

---

\* 在英语中，observe(观察)一词兼有多种含义，不完全等同于汉语的“观察”。  
——译注



种特定的用法而不是普通的用法——即不是一门语言的讲说者共同的用法——但那样一来，这个问题看来不过是一个有关该语言共同体的范围或规模的问题。对于说英语的共同体的一大部分人来说，谈论“看到一次日蚀”是不成问题的，而对于中世纪中国话共同体的一大部分人来说，“见有龙吞日”是可观察的这一点或许也一样是毫无问题的。还有，有人可以提出异议说，这两个共同体所真实地看到的是同一个事物——亦即，一个暗圆盘遮盖住一个明亮的圆盘——但却把它看成为两个不同事物，这种反对意见经过解释就简单地变成如下的主张：即在一个第三种语言的共同体中，关于“暗圆盘和亮圆盘”的谈论取代了“日月蚀”和“龙”而成为观察的语言。

这样一种把观察语言看作是相对于语境或语言共同体的观点提出了我们所要加以讨论的第四种探讨方法，我们可称之为实用主义的或方法论的方法。这种观点拒绝就有关何者是“真正的”知觉对象（是外部世界中的物质性客体，某种主观意识中的现象，还是像感性材料之类的奇怪东西）的问题做出认识论的判断。按照这种观点，产生于认识论的这些问题涉及到真实存在的是什么或能够真正被认识的是什么，这是一些本体论或形而上学的问题，它们不属于确定应该如何使用“观察”这个范围。【111】这是一个实践的问题：即在会话或科学探究的各种领域内使用观察的最好方式是什么。

现象论和实在论确实提供出真正不同的选择方案，但并不是以它们的古典认识论形式提出来的。相反，在现象论或实在论的框架之间作出选择就是在各种不同的语言框架之间做出选择。在某些语境中以赞同现象或感觉表观作为“观察”所归结的关联物这种方式来谈论是否有用或适当？或者，用自然客体或事物的术语来谈论更适合于一种科学的探究吗？语言被当作是一种工具，而且

在各种语言之间加以选择是根据哪一种最适用于某种特定功能而做出的。对于日常实践的目的来说，情况也许确实如此，即常识性实在论的“事物语言”是最适合的了；在涉及实践常识的语境方面，它也许是最适合的并且是缓慢地演化的工具。但是对于各种理论的目的来说，我们也许要求我们的语言应该比日常实践更具有首尾一贯性、严格性或经济性。科学探究和科学家共同体将（明确地或以其他方式）阐明这些特定的需要和兴趣是什么，科学的论说在引入技术性定义时，在它的描述标准中，在使用分类、测量和数学推理等方法时，都例证了语言的这些特定的用法。

按照这种实用主义观点，科学哲学家，就他是一位关于科学论说的语言和逻辑的理论家而言，可以试图以一种理想化的方式来重建科学的语言，划定意义不明确的界线，引入形式逻辑的严密性和精确性。所以，这类重建出来的语言（不论是在现象论的或是物理主义实在论的论说模式中）被提出来作为分析和改造科学论说的精制的工具。倘能成功，这种重建纲领将会提供关于科学内部的语言的和方法论的统一的前景，因为语言即如同科学的其他工具一样，将会得到标准化，就象各种标度和示波器那样。

因此，没有任何一门语言本质上是“观察的”语言；反之，这取决于一个人选择何者作为观察的术语或谓语。在那种重建的科学语言的形式系统中，当然存在着“辅助演算”，即推理和定义的逻辑结构，不过这样一门语言的经验内容则取决于一个人选择什么来作为观察术语和一个人怎样描绘这些术语所标示的各种操作或过程的特性。因为该语言的全部经验内容将最终可归结为各种观察陈述，亦即各种含有观察术语、涉及这些术语所标记的具体操作的表述。一门科学具有经验内涵的所谓理论术语将由于依附于观察术语而具有这种内涵；它们可以“归结为”观察术语或“用”这类术语而“得到解释”。

这样一来，确定可观察物是什么就可归结为选择这种经过重新构造的语言的所谓基本谓语的问题。【112】例如，倘若一个人选择诸如红的、重的、热的、大声的这类“现象的”术语和比…长或比…明亮这类“现象的”关系作为基本谓语，那么，这就把这类术语固定作为标示着该系统的可观察物。唯一的问题是，一门科学的理论术语是否可以某种方式归结为这些术语，并因此而作为约定的东西与观察联系在一起。另一方面，一个人可以选择物理测量的术语来作为基本谓语，从而使得每一事物原则上都可归结为这类谓语，如测得的距离、时间间隔或者质量或电荷的量值。

根据这种观点，人们正是基于实用性或工具性而在各种语言之间加以选择的——即是在与科学方法论相关、涉及到科学家们在观察、测量等等时所干的事情这些基础上进行选择。人们并不是简单地在各种流行的语言之间进行选择，在科学史上，这些语言也许曾偶然地得到发展；相反，人们构造出一些人造的语言即理想化地重建而成的语言，选择最适合于科学框架的各种术语甚至还有逻辑结构。<sup>①</sup>

表现为关于“观察”的彻底的相对主义的观点因而受到某些限制。虽然某人可以选择任一事物来作为他的基本的或观察的谓语，但在实践中，这种选择并不是任意的。当科学家谈论观察某个事物时，其语境和操作就已经受到科学文化的限定了，正如在平常习惯用法中提到观察时，就存在着对于观察的含义和观察是怎样完成的一致意见。神秘主义者可以声称在上帝的私下天启中观察到上帝的尊容；有的人在谵妄状态中也许会极真诚地声称观察到

---

① 这种“逻辑重建”纲领产生自逻辑实证主义运动，它的关于“科学的统一”的展望主要在卡尔纳普、亨佩耳(Hempel)、弗兰克(Frank)和菲格尔(Feigl)等人的工作中得到例示。这种“科学的统一”被解释为一种有待于在这类逻辑重建的基础上科学语言中所达到的统一。“归结”为基本谓语这个中心思想在本章后面和第13章中将得到更充分的讨论。

一些我们认为的幻觉的形影和物体。然而我们不认为这些是正常的观察事例，虽然我们可以承认，在有关的人身上是具有正常的集中注意力的知觉或观察的全部特点的。原因就在于我们把可观察物看作是共同的和公共的；我们的出发点是这样一种期望，即我们所看到的，任何一个人都将会看到，只要他看的话；因而我们认为观察受到涉及着公共对象的检验所限制。甚至现象论者也不主张他的观察是个人的，而是认为，虽然他的感性材料或表现也许属于他个人感知的事情，但他从这些材料推论而得的思维构造物却是公共的、可交流的，从这个意义上说，是可以受他人核实的。对立的观点是唯我论：这种理论认为一切经验都是私人的、不可共有的，【113】所有能够被证实的只是个人现有的经验。按这种观点，一个人所能认识的唯一事物就是当他意识到自己的经验时他自己的存在：其他一切事物都是由于他想到它或认识到它而派生地存在的。（叔本华说，对这种观点需要加以改正而不是抛弃；而作为一种理论设想，它在关于知觉的哲学探讨中曾经发挥过重要的作用。）

观察的这种公共性〔我们可以戏称为可观察物的共产主义，在这里，没有任何一种财产（属性）是私有的，一切都是公有的；因而在这里“各尽所能、按需分配”这条箴言是成立的〕，这种观察的公共性完全适用于一切观察事例，因而就是这样一条标准，它不允许把某些经验诸如天启和幻觉当作是观察的经验。看起来，除此之外，没有任何其他限制条件是具有决定性的。还有，这条标准象观察陈述的非分析性标准一样，是一种否定性标准，而且，我们在认识论理论中已经看到，在提出关于可观察性的肯定性特性方面存在着强大的动力。我们要求我们的观察陈述与事实联系起来，并由它们与事物的存在方式的指称关系决定其真伪。简言之，我们希望有一种方法来挣脱语言的外壳，并在我们所说的存

在事物和实际存在的事物之间建立起某种联系。

## 观察和指称

观察表述具有事实的指称关系。但是，一个人怎样采用一段文字或言语，使它有所指称呢？我们已经探讨了从观察的操作和过程到用一种语言表述出这种观察的途径，现在，我们想了解言词如何回到事物，我们写在纸上或用声音表达的内容又是怎样和语言以外所发生的事情相联系的。这个问题并不是简单地把我的表述和我个人的经验或知觉联系起来，当我作出一个观察陈述时，我大体上知道我所要指称的是什么。反之，这是一件以某种公共的、可交流的方式来确立这种联系的事情。然而，其答案已经包含在该问题的陈述中，因为用以做出陈述的那种语言本身按其本性乃是一种共同的语言，我在一个讲说者的社会中学会这种语言，而且它是作为一种交流的工具逐渐发展起来的。那么，它如不是共同的又能是什么呢？还有，该语言所指称的或所表示的事实世界被认为是共同的世界而不是我个人的构造物。我把它当作共同的、客观的，这是我的理性的标志，是我被承认为那个与我共同具有这一世界观的理性人类社会中的一员的标志。而且，该文化中的每一事物的作用都使我在这些方面、在语言上和本体论方面被社会化了。【114】我选择认作共同世界的那个世界和我用来描述它的那种语言全都支持着我的指称的客观性这种意义，因为我的语言和行动的社会在我身上所加强的正是这些东西（而且尽我所知，我也许是为此而被塑造成这种生物形态的）。

因此，这个问题并不在于观察陈述是否指称着客观事实。这是观察陈述的确实意义。然而，这种分析涉及到这种指称是如何实现的，这种过程本身是怎样可以在描述上或从理论上得到重建

的。构成关于观察陈述的指称关系的语境是一种人们所熟知的邻居关系和熟知的言谈方式的框架。不过，它们是怎样变得为人们所熟知的？

分析是从简化入手的。它力求寻找出各种使复杂事物赖以构成的原始因素。这里，分析也力图寻找出最基本的指称，即用一种语言进行指称的最简单、最单纯的模式的一些例证。分析发现，这种例证存在于直接指称中，即借助于指点而把某种言词和一个客体或一件事情联系起来。简单朴素的关于直接指称关系的解释大致如下：我说出“桌子”这个词并指着一张桌子，因而我所发出的声音就被当作是指示或称呼着这个客体；或者说，在我的听众和观众的脑子里确立起一种关于我所说的言词和所指之物之间的联系。从几个方面上说，这是一种简单朴素的说法。首先，在这种指称得以发生之前，显然必须确立起指点或指示的概念。它并不是原始的，用家养的玩犬和婴孩所做的简单的家常实验就会表明这一点。其次，当我指点时我脑子里想到的东西也许并不是你按照我的指示所看的东西。因为手指尖的指示是含糊的，在这里即使用针尖般的指示物也是不会提高指称的明晰度和精确度的。我指着一个烟灰缸并且向某人说：“烟灰缸”，此人可能并不知道这个词的含义。假定他理解我的指示，顺着我的手指尖看去而不是在欣赏我的伸直的手臂，这时，他也许仍会认为我是指着我的指尖所及区域内或指示的方向的无数特征的。我可以是说“黄色的”或“缸里的烟灰”或“圆的”或“直径有五英寸”；我的语言学习者如果一点也不知道这些词，他就难以知道应当去看这些属性或物体中的哪一个，或者难以知道我脑子里想的是哪一个。

有这样一个故事，说的是有一位移居到澳大利亚的人第一次看到一只奇怪的蹦蹦跳跳的动物，就问一位澳大利亚土著人那是什么动物（当然，他掌握的当地语言已足以用来提出这个问题了）。

那位土人用他自己的语言说：“我不知道”，这在那位土人的语言中的发音就是“康嘎入”(Kangaroo)\*。故事的寓意是清楚的，但正常的情况并非如此糟糕。我们并不是象学会我们的第二语言一样获得我们的第一语言或母语的。我们作为自己母语的土生土长的讲说者，在开始学说话时并不提出一些有关一种“外国”语言的问题。【115】学说话是与命名和指示、说出一些句子和得到反应，对听到的话语作出反应的整个机制联系在一起的；根据现在的某些解释，它也是和我们这个物种所具有的获得语言的遗传机制联系在一起的。因此，指称的模式并不简单等于我们前面所提出的那种关于直接指称的经过删割了的重建(这是易于被挑选出来的，因为它是简单朴素的、抽象的)，而是在它们的操作方面必定是无限丰富和复杂的。比如，直接指称肯定是以某种方式起作用的，因为我们确实是通过别人向我们指出或展示事物而学习的，但是直接指称必定比前面所提供的那个简单例子更丰富、更复杂。

因此，使用一个陈述来指称语言之外的某种事物、某种可感知或可观察的事物，就已事先设定了一个把指称概念包括在内的框架。或许这是靠学习而获得的：即通过诱发和加强对言词的适当反应而获得的，从而使我们逐渐按照我们的老师所期待的那样进行行动。关于你已经理解了我的一种指称的语境中所说的意思的证据，就是你做出我期望你在理解我的意思之后去做的事。假如我指示并说着：“开那扇门”，而你事实上把那扇门打开了，如果这个反应是可靠的，而不是特异的或偶然的反应，那我就认为你不仅(从你的脑子中领会了我的意思这种个人的意义上说)理解了我的意思，而且也能够按照我所指称的意思恰当地行动。然而，我可以训练一只狮子或一只狗，使它们根据命令行动，但我并不

---

\* 即袋鼠。据传，后来以讹传讹，Kangaroo就成了英文中的“袋鼠”一词。——译者注

认为这些动物以语言的方式“理解”了我的语言的言词，而仅仅认为它把这种言词当作是一个让它根据受训方式进行表演的信号或暗示。用恰当的反应作为关于语言指称用法的特征化的标准，这看来太过于简单化了。而且，如果观察陈述难得像“房间里有一张桌子”，或“你正在走进围墙”这类陈述那么简单，那么似乎就不可能描绘出对于复杂例子的“恰当反应”的特点，至少是不能用简单的行为术语来描绘。当科学家讲述事实和实验结果时说：“在适当制备神经元的细胞体的部分中，尼色尔(Nissl)颗粒作为精细的喜碱性颗粒出现在细胞质中，这些喜碱颗粒通常聚集成密集的团块，”那么通过什么恰当的反应他才能知道他的指称已经得到理解了呢？大体上是通过做出表示事实就是如此的行为，或开始着手去发现情况是否如此这类行为来理解的。对“理解”的检验，在回答考试问题的情况中，也许就是用该语言内部的另一个陈述对该陈述的意义作出解释。例如，问题或许是“可以在哪里找到尼色尔颗粒？”而所需要的回答不过就是对最初陈述的“观察”。如果说观察陈述能够如此简单地通过语言内部对其他陈述的指称来加以确立，那么，指称外部世界这件事情的情形并不见得就会好一些。

【116】我们前面间接提到的关于归结基本谓语的论证完全就是关于归结为具有各种所谓操作定义、能被明确地与某种公开的行为或可与易于确定的恰当反应联系起来的谓语这样一种论证。因而，虽然前面所引的那种复杂的观察陈述也许并不具有简单的恰当反应，但这种归结要求就在于，各种使之成为观察陈述的关键性的术语确实具有这类与易于辨认的公开反应的关联，尽管是通过一串所谓结合性的定义或归约语句（它们从复杂的理论阐述引向基本谓语）的方式而发生的。一个神经元的“适当制备的部分”大体上就是人们在实验室的实际训练中学会做到的某种东西，和人们学会按颜色或形状或某些部分的原来面目这类“基本



的”知觉特征来辨认它的标准。“密集团块”就是所要求的共同可辨认的特征，虽然在显微镜显示下“密集”和“非密集”之间的区别也许是一个需要经过特别训练的人才能加以辨认的。“喜碱性”也可以被解释或归结为“与碱基亲和”的这种化学检验，它具有一种知觉类型的可辨认的特征，对于这些特征，一个人要受过训练才能加以辨认，并为此被教会去做有关的检验。

因而，观察陈述的指称就与各种复杂程度不等的框架联系在一起，指称可以在这类框架中受到检验。知道如何检验这类陈述的指称含义就是知道在一个人自己观察的何种条件下这类陈述是真的或是假的。使这样一个检验具有可推知的客观性的就是一个人自己的观察条件被认为是其他任何人都能再产生出来的那些条件。观察陈述因而公开要求实验的证实或否证：即提出确认真实性条件得到满足的手段，或要求事物确实具有某种存在方式。“天正在下雨”这个观察以天正在下雨为其真实性条件。确认这个条件实际上是否得到满足以及因而确认这个陈述是真的方法，涉及到一组观察在公认的框架中被当作是天正在下雨的证据——在这个例子中，如“看到雨水”、“被淋湿了”等等。在特定的科学事例中，关于“有一个 $\alpha$ 粒子通过云雾室”的真实性条件就是有一个 $\alpha$ 粒子通过云雾室。我们用来作为这一事实的证据则是靠理论和仪器操作的复杂体系来确定的，这种体系把具有一定长度和一定曲率的一串小水滴阐释为这样一个事件的效应。使这成为一个观察事例的是，对 $\alpha$ 粒子的指称从操作上说(在这个例子中)取决于一种为了视觉显示目的而建造起来的仪器装置；这就是说，云雾室表述的“基本谓词”，从它涉及到观察术语的方面说，是一些视觉和测量的术语：一串小水滴、长度、曲率。

【117】在把什么当作是观察陈述的恰当指称这一点上，各门科学、一门科学内部的不同研究都有所不同。但是，人们正是根据

这种由语境规定的观察来确定各种陈述是真或是假，确定有意义的观察事实是不是事实，确定语言之外的事物的存在方式是否就是该语言声称所说的那种样子。

## 变化着的可观察物：理论框架和观察

按照实用主义的观点，可观察的东西就是一个讲说者和探究者共同体当作为可观察的东西。谓语被要求作为确定真实性条件是否得到满足的手段，作为关于真理断言的经验检验或根据，因此，这些谓语决定着一种探究框架的观察语言。这适用于描述观察概念对于通行的科学惯用法的相对性，或不同科学的不同惯用法的相对性。它也适用于把什么是经验的这个问题从古典的认识论框架中提取出来，这个框架涉及到确定感性材料或自然客体或其他种类的事物是不是知觉对象的问题。可以肯定，一切观察都具有知觉的特点；但这使我们陷入一种循环论证，因为这一点也没有告诉我们知觉到的东西是什么，就像没有告诉我们观察到的东西是什么一样。摆脱这种循环论证的方法似乎就是诉诸于对这些术语的共同理解，或求助于考察知觉如何发生的心理学理论。但这些各自又依次构成一种框架，它提出某些谓语作为知觉的或观察的东西，因而相对而言（以及从相对主义的角度上说）使我们的处境并不比以前稍好一些。

常识的良好见识促使我们使用共同理解作为我们的出发点和归宿的基础。然而即使是共同的理解也是变化着的，时常受到科学理解和科学对“可观察的”用法的变化的影响。“看到一次日蚀”是这方面的一个例子，因为直到把日蚀当作某种不是神秘的事物的理论框架发展起来之前，没有一个人能够从观察的角度去谈论什么“看到日蚀”。我们知道，我们的知觉器官，从其生理结构和

能力方面上说，在这个时候并没有发生变化；然而把知觉器官限定在生理学描述的范围内，则会一再进入一种理论框架，在其中，知觉和观察用该框架的基本谓语加以定义。

如果我们所要谈论的是关于科学中的观察，是关于科学的可观察物，我们就起码可以从此着手：即谈论科学家们按照他们所理解的意义或按照在科学中、在被当作观察的和实验的语境中所使用的各种概念，使他们自己进行观察的东西。实用的检验是，【118】究竟是观察的语言还是描述性语言能够保证具有使科学共同体感到满意的指称作用，它是否将含糊性限制在使科学家们能够进行交流的限度内。因而，按照这种实用的观点，不存在任何可以取代这一点的、或科学家必须与之一致的关于“观察”的神圣不可侵犯的或最终的或本质的意义。如果事实表明，科学家们曾经选择并确实依然选择那些围绕着各种感性知觉的常识性概念的术语来作为观察术语，那么这个事实只不过是一个文化上的人工制造物而已，因为观察“真正是”什么的问题并不是一个认识论的问题，而是一个方法论的问题。另一方面，如果“可观察的”指称意义在科学框架内部发生根本变化，这也只是意味着为了科学探究的目的和利益而采用了一种不同的工具。例如，对于普通的目的来说，关于颜色的描述性或观察的谓语，诸如“红的”，“橙红的”，也许完全足以诱发出恰当的反应或预期的辨别。但是对于物理研究来说，一个人想要知道的就是波长了，此时，观察的语言所用的是物理测量的谓语。比如，出于这类目的，“7000埃”就可以代替“红的”这个术语而作为一个观察术语。我们可以坚持说，经过考察就可发现物理学家并没有“观察”到一个7000埃的波长，而是“观察”到线光谱中的一条谱线和一个铭刻在该谱线出现的位置上的标度上的一个数字。不过，科学家用相似的理由也可以坚持认为当我们报告出我们观察到红色的时候，我“真正”所观察的是〔波长〕7000埃

的光，这种光如果显示在光谱仪上就呈现为某一标度上的一条谱线。我们可以进一步争辩说，“看到一条标有数字的线条”无论如何都不能被解释成一种“看到红色”的例子，而只能是某些其他的事物——谱线、数字，这些事物在科学推论和仪器使用的框架中被当作是有一定波长的光存在的证据。因之，“真正”所观察到的东西在这种框架内就被解释为“看见红光”，但这是在这种引申的意义上说的。不过人们还可以再次论争说，常识的框架，或把“红”和“谱线”、“数字”当作“直接知觉”的特征对象这种普通用法的框架只不过是(出于自身的需要和目的)用不同种类的基本谓语代替了科学观察的框架所需要的那种谓语。

这是一种相对主义观点，它认为，何者构成“可观察物”以及(因此)是哪些种类的谓语使一个陈述得以命名为观察陈述，这都是相对的，按照这种观点，观察和可观察性就变成是受框架决定的了。从语言实用主义方面说，这就等于是说任何谓语，不论是什么，如果在某种概念框架中，或在语言使用的某种语境中可以被当作是基本谓语，那么就认为这类谓语对于该框架而言是未经解释的。观察本身的“真正的”框架随着这种分析的深入而变得愈来愈难以捉摸了。【119】因为根据对究竟是什么把观察和解释区别开的逻辑重建分析，所谓基本谓语不过就是那些在给定的框架中作为原始术语或未经定义的术语而起作用的术语，不过就是那些使所有其他描述性的或有内容的术语赖以得到定义和解释的术语。因而，碰巧被当作“可观察的”东西就已经确定了一种框架，在其中，这种可观察物充当作为原始术语、作为经验的推卸责任的最终场所。

我们在前面讨论感性材料理论时所探讨过的某种“直接所与”的要求，本身就变成在其中考虑观察问题的各种不同的理论框架之间的一种要求。各种认识理论，不论是实在论的还是现象论的，

都被看作是支持这一种而不是另一种观察语言的哲学论证。在实用主义观点中，这类论证就归结为这样一些建议，即出于这种或那种目的，最好是用观察的自然客体、或感性材料或表现或属性或某种其他东西来进行论说。认识论的或本体论的问题因而就被改造成成为一些取决于实用的考虑或科学探究的便利的方法论问题。

我们可以用一个类比来考虑这种框架依赖性，即把观察语言的“基本谓语”当作是提供给关于解释的探究的原材料。“原始数据”或“原始经验”就像“原材料”一样，是按其与某种框架的关系而被看作是原始的未经加工的东西。对于书刊出版商来说，纸和油墨就是原料；对于造纸商来说，木浆、碎布、化学药品才是原料。而对于提供出木头的树木来说，原料就是水、阳光、氮和土壤中的各种磷酸盐。如果我们用一种隐喻的方式追问出版商，那他也许会承认他的“最终”原料是水、阳光和土壤（还有汗水和眼泪）。在这种气氛中，他也许享受到这种质朴隐喻的乐趣，并且退一步地承认说从长远的观点看，我们都是尘土并复归为尘土。不过他的账单票据都应付给造纸商而不是付给大自然这位母亲。因此他作为出版商这种活动的框架就限定了一些他当之为“原始”或“基本”的相关项目。同样，科学家的账单是要用一种特定的硬币支付给科学共同体的；就像商品交换经济中的钱一样，他的基本术语就是这样一些术语：其他术语（通过把所有商品转变成现金价值的转变过程）可以归结为这些基本术语。

这个货币的隐喻深深触及到那个归结问题的要害。为了便利交换起见，科学家可以不用硬币而用合法的纸币或支票来偿付他的账目。亦就是说，他可以不把他的所有描述性内容归结为基本的“便士谓语”，而可以使用他在该共同体中的存款或“理论”语言中的既定的交换手段——我们可称之为“钞票谓语”——因为每个人都知道用钞票变换成硬币是可以简单而又不费气力地进行的。

【120】关于一门科学中的理论术语(如原子或磁场或喜碱性)可以被归结或转变或解释为基本硬币的这种概念最终把我们引导到关于归结为基本谓语句这种论证的结果上。因为基本硬币不过是由于允许人们用它来交换其他东西的惯例而具有价值。它除了方法论的特性外没有任何其他特性,人们不能声称它具有固有价值而只能说它具有工具性的价值。确定它的这种价值的东西是保证着交换的整个系统——即货币的系统和支持这个系统的公共一致意见。因而,要阐明这个隐喻就是要看到,确认“可观察物”为该领域的硬币这种地位的是这样一种理论体系:对它的承认就是授予这种可观察物所享有的信用。我们可以(如果我们愿意的话)声称整个科学构成这样一种信用体系,可观察物因而是整个科学框架或科学共同体的标准信念的指标。

但是,假如可观察物的意义从一种框架到另一种框架是有所改变的,这也可以看作是(从历史的角度上说)科学的框架也在改变,因而一个时期的标准的“可观察物”随着“信用标准”本身的改变要么是有所增加,要么是被另一个时期的可观察物所取代。亚里士多德在很大程度上依赖于共同的观察来作为他的理论体系必须加以说明的原材料;但他甚少顾及我们在严格意义上所说的测量。伽利略的观察语言大体上使用的是对距离和时间的测量(虽然按我们的标准来看仪器是粗糙的),把数赋予给了物理量值。我们用他们的观察标准来例示说明这种科学分类,即区分为“精密科学”(即那些依赖于定量测量和使用数学的科学)和“非精密科学”(按照这种自信の説明,它们依赖于“定性的”区分,或者说,是“非定量的”或纯粹是“描述性的”科学)。对基本谓语句——比如说,数或类或质——的这种选择又是相对于要求而言的,而“精确性”本身也许就是这样一种相对性要求(正如爱丁顿有一次曾经说过,切黄油无需用剃刀。)

测量概念本身经历种种变化，因而把所谓直接或基本的测量与间接的或引申的测量加以区别就变成什么可以在理论上表达为“直接的”和“间接的”这样一个问题。借助于X射线，我们可说是直接地观察到体内的骨骼和组织结构；然而只有借助一种关于仪器的理论，X光照片才可说是一种要不然就是无法观察的结构的“图象”。而同样的结论也可适用于诸如平常的相片这类如此不成问题的例子，从常识的角度上说，我们可以毫不费力地辨认出相片上的物体，虽然它只是二维的而不是三维的，而且尺寸小得多，或许还不是彩色的，等等。当X光照相的结果变得如此奥秘以致我们借助X射线衍射“拍下”一张(比如说)晶体结构的“相片”时，[12]我们往往会说我们所观察到的并不是晶体结构，而只是根据理论可以被解释为晶体结构的视觉证据。相反，当我们透过显微镜看东西时，我们所看到的东是“真在那儿”。在某种情况下，有人也许会争论说，观察完全是间接的，“阅读”相片取决于一套理论，来支持从数据所作出的种种推论，而在显微术中我们是“直接看着证据”的。然而，使用显微镜作为病理学的一种工具，以判断所“看到”的是不是病理组织并使用这种材料作为支持或反对某个诊断的证据——所有这一切都需要的不单单是关于这种仪器的理论，而且还需要一种把显微镜载物玻片上的阴影和曲线解释为病理证据的复杂理论。因而，按照这种观点，除非是在某种解释框架中，否则任何东西都不是证据，而且通过目镜考察五颜六色的阴影和曲线尚不等同于考察作为病理证据的细胞组织的例子。未受过训练的观察将不会“观察”到这种证据，X射线衍射相片对于未受过训练的观察者也是如此。因之，可以被当作是可观察物的东西，取决于背景、理论的预期和观察者的理解，以及使人们得以把滴滴答答的声音或波纹线条或曲线或阴影解释成这种那种事物的仪器的理论。

在确定了观察对于框架的依赖性之后，有人也许会坚持问道：“但难道你不是真实地观察到滴答声、线条、曲线和阴影吗？尽管你把它们当作是关于某种事物（应当承认，这种事物是和理论纠缠在一起的，如‘放射性’或‘病理组织’）的证据。那么从原则上说难道你不应该按其实在面目来报告你的观察结果吗？”回答完全可以是这样的：“如果你坚持按这种方式来议论，假如停泊在常识知觉的世界使你感到更安全，那么请继续走下去并解释一下我用这些术语所说的意思吧。不过这并不是我作为一个科学家的观察语言。我的理论语言就是我的观察语言，而且在科学家共同体中，我谈论‘曲线’是显得很累赘的，就象每当你说到‘姑娘’时却谈论起什么‘有两条腿’、‘长头发’、‘迷人地蜷曲’和‘尖嗓子’时那样。”

我们并没有解决这个问题，但可以说观察并不是漫不经心的扫描，而是一种受观念支配的寻找证据的活动。因为纯粹的“材料”要作为证据，就已经预先假定这种材料将在某种推理框架中起作用。从几个方面说，盲目收集材料大概是不可能的，因为，即使是在知觉的最低水平上，某种选择性框架就已经在起作用了。当然，在科学观察的水平上，我们所说的“观察”和我们所说的“推理”是不可分割地结合在一起的。正如查理·达尔文所说的，科学中的观察如想具有任何用处，就必须证实或否定某种观点。观察的要点不单纯是收集和积累观察事实，【122】而且要寻找和揭示事实之间的某种秩序。演变着的“可观察物”因而随着探究的兴趣和目的而改变，并把我們所得到的结果和我们的意图结合在一起。然而我们并不是简单地看到我们愿意或希望看到的东西，我们的观察也不是一种简单的预期作用，因为那样一来，科学中的客观性就会受到根本的伤害。结论看来并不是要抛弃客观性，而是要有一定的节制。观察的显明事实在任何地方都不像它们最初在一



种朴素观点看来所表现的那么显明。可是，科学探究的目标是在于用某种更高级的手段再度确立起观察的经验作用，以检验我们关于对外部世界的认识主张。

## 第 六 章

### 形式系统、模型和事实表达法<sup>[123]</sup>

#### 科学、秩序和推理

科学研究不单单是一件积累事实的事情，科学也不是一大堆积累起来的事实。就科学是理性的和批判的而言，它是一项力图整理观察事实并在清晰的语言结构中，用某种首尾一贯的、系统的方法来表示这些事实的尝试。因此，科学大多开始于观察的终止处，而且，正如我们已经看到的那样，大多数科学还涉及到观察开始之前发生的情况。观察本身并不是没有框架的，它是在这种或那种预期的秩序中进行的，该秩序已经得到安排，它把这种现象看作是那种现象的一种情况。因此，观察从来就不是向科学家提供被动的资料，而是使他进入推理、推论、剪裁、调整、搭配的过程，这些标志着他的事业是系统性的和理性的事业。这样一种理性科学不是仅仅涉及到“认识事实”，而且关系到以这些事实为根据的推论，并确实也关系到推论出这些事实。

科学思维这种理智活动的手段是用某种模型、某种抽象的语言结构(在这种结构中，各种事实之间的关系得到阐明，而且这些关系的形式可以得到表达)表示这些事实。这种概念的和语言的抽象变成一种用表示事实及其关系的代用物或符号进行操作的手段，而不是用这些事实本身进行操作；它用符号操作代替对于事物和事件的操作，用反思推理代替事实世界中的直接行动和干预。事实上，这样一种表示法是〔映射出〕一幅地图，在这幅地图

上，科学的战役和攻击得到筹划，【124】并在想象中加以实行，然后（当用这种地图作为实践和实验的指南时）作为对将要发生的情况的预言而被付诸检验。因此，这种地图的目的就具有实践的意义：它是行动的指南，是理性指导实践的工具。但是，与所有地图一样，其绘制的意图和动机可能主要是美学方面的，各个部分的调整匹配和整幅图的连贯和雅致变成为了它们自身的缘故而欲达到的目的，或者为了完好秩序所提供给我们的独特的精神快乐和美的享受。在这一章中，我们将讨论对我们的经验世界进行这种映射的方法，探讨语言表达法的本性、探讨各种一般的模型和形式系统以及它们怎样发挥作用使我们得以从理性上改造我们的经验知识的结构。

## 表达、抽象和秩序

科学家史蒂文斯(S.S.Stevens)在最近的一篇文章中写道：“科学，这种理智探索的好奇的喧闹，其进步达到这样的程度，即它的模型得以成功地把宇宙映射在纸上。”<sup>①</sup>这种映射需要某些记号或标志以及某一套用来表示这个世界本身的特征的文字。我们可以把这套文字看作是一种密码或语言，我们通过某种使它与它所代表的东西协调一致的システム来学会阅读和理解这种密码或语言。人们最熟悉的这种映射方法就是那种极其普遍的通用映射图，即我们普通所言谈和书写的语言。我们利用语言把世界表示在纸上和我们的口头对话中。无论我们的语言具有何种别的功能，比

---

<sup>①</sup> S.S.Stevens, “定量表示感性经验”[“Quantifying the Sensory Experience”, 载*Mind, Matter and Method; Essays in Philosophy of Science in Honor of Herbert Feigl, Paul Feyerabend and Grover Maxwell, eds.* (Minneapolis, University of Minnesota Press, 1966), p.218.]

如它在表述或呼唤方面的作用——它充当了我们以一种公开的客观的书面和口头的形式来描述世界，对事实做出断言的工具。当然，还存在其他一些方法，用以表示我们所认识或相信为事实的东西，例如，使用图画或图表或各种人造符号系统这些人类业已发展形成的用以表达的人工造物。这些人工造物的范围包括从宗教仪式的和社会的等级或亲属关系的标志——图腾，宗教仪式的划痕，特殊的服饰或说话的方式——到科学中所使用的高度系统化和抽象的符号（比如，化学中所使用的关于分子结构和化学反应的示意记号或数学和逻辑学的“语言”）的所有方式。所有这些“语言”——我们在这种一般的意义上将所有这些表达形式都叫做语言——具有某些共同特征。下面我们将考察三个这样的特征：指称、抽象和结构。

### 指 称【125】

只要一种语言具有表达功能，它的标记符号就被用来代表语言以外的事物。也就是说，语言必须用某种方式来指称本身以外的事物。指称的方案也许最终依赖于该语言的基本术语的直接证明的定义，这种定义限于比较直接地指示和表达事物。我们在上一章了解到，这种直接指称已经怎样产生出有关指称的相对清晰性或者含糊性问题；但是，把词或语言的记号与事物联系起来的这种方法似乎是指称的最低限度的必要条件。情况也许是，这种指称方案不是简单地属于指示和标志事物的原始操作，而是如此系统地蕴含在语言的整个结构中，以致“简单的”指称已经是一种取决于框架的和复杂的操作。但是，如果没有某种办法使自身跨出纯粹“内部”关系的界限而与语言的其他部分发生联系，那末一种语言的任何部分就不可能用来表示这种语言以外的任何事物。

这样，指称的条件就是一种语言中的某一标记或符号被指派

给了这种语言系统以外的某一事物；因此，必须在两个事物之间确定一种关系（也就是， $x$ 和 $y$ 之间的“二元”关系）使得 $x$ 指称 $y$ 。但是，如果一种语言是由被认为是它的术语和短语的那种记号所组成的，那末这就（通过某个语言的使用者）被当作是某种语言 $L$ 中的表达关系，这就把语言的特征赋予了另外一套难以形容的、写在纸上或表现在语音中的物质性记号。在一种古典的语言方案中，一种语言内的实体与它们所指称的、该语言系统以外的实体之间的关系被认为是一种三元关系，而不是二元关系（亦即，是三种事物之间而不是两种事物之间的关系）。三元关系可以表示为： $S$ 采用 $x$ 作为一个指称 $y$ 的语言术语或短语〔或者更简单地记为 $R(S, x, y)$ ，其中 $S$ 用 $x$ 指称 $y$ ，并且使用某种东西作为指称手段赋予它语言的特性，这里 $S$ 代表该语言的讲述者或使用者，而 $R$ 是指称的三元关系〕。

因而，在这样一种方案中可以发现下列诸因素：当然，存在着一些记号和在该语言系统以外的事物，这些记号就是与这些事物相协调一致的；但也存在着把记号指派给事物的解释法或协调方案或映射法。比如，标志鸟的物质性记号或符号在某种意义上只不过是表示在纸上的具有一定形状的墨迹。通过某位解释者（他用这个标志作为代表这种事物的记号）而使得它得以指称飞翔在空中的真正的鸟（人们还可以论证说，要把字迹当作表示在纸上的物理性符号，就需要有由一些作为“物理性客体”的解释性实体的某种框架，所以，引起争论的是一些可供择用的解释性的、物理的和语言的框架）。【126】认为标志或记号与它们被用作符号所代表的事物并没有什么本质的或内在的联系的这种观点断定，这种指称或命名系出于约定俗成；也就是说，这是出于把物理标志解释成符号的某一目的的使用惯例，因而是一个如何选择或怎样才便利的问题。另一方面，如果人们推广使用语言的比喻而且

谈到自然的语言，那末自然界中的某些物理特征或性质就可以被当作代表其他一些特征和性质的自然的符号，或者看作是非约定俗成的表示。例如，我们说，“云是雨的征兆”，或者“发烧是生病的征兆”，把这些自然的征兆看作是一些征候，或者是一些我们已经知道的，与某些其他性质有着天然联系的性质。我们并不把这些征候看作是约定俗成的，或者是可以选择的东西。对自然的这种意义加以推广，我们也可以采用这样的观点，即事物在“自然语言”中的名称，如象在英语或法语中一样，是在语言的发展过程中形成的，这并不是简单的(在任意指称的意义上)约定俗成的事情，这些名称已经变得与它们所表示的客体具有“天然联系”了。可是，这样一种观点可能容易导致在这些“天然联系”(如雨和云之间的联系)与人类所创造和改进而成的用来作为指称工具的人工造物之间产生混乱。

如果我们把指称的三元关系看作是符号、其指称对象和作出这种指派的解释三者之间的特有关系，那末我们就可以把这种释义看作该符号的意义。如果我们按此方式推论下去，那末符号的指称是与它的意义大不相同的。似乎会出现这种情况，即如果一个符号无所指称的话，就很难赋予它某种意义，因为，如果它并不是代表某物的符号，那末人们怎么能够知道它是一个代表着什么东西的符号呢。然而，这种说法导致一些困难。在一种语言中存在有许多这样的符号——比如说，词或短语——对于这些符号来说，不存在任何可说是被符号所指称的事物。不过，这样的词或短语仍可以是完全有意义的，因为我们知道它们意味着什么。例如，象“墨克·忒特尔”\*(出自《爱丽丝漫游奇境记》)一类的人名，或者诸如“美国的第四十七届总统”或“乌托邦的现任国王”这样的

---

\* Mock Turtle, 原意“假乌龟”，童话《爱丽丝漫游奇境记》中的一个角色。  
——译者注

短语并没有指称任何现在存在着的或过去曾经存在过的事物。我们可以说，“墨克·忒特尔”“指称”的是一本书中的一个虚构的角色，那我们就涉及到虚构的存在物的问题，或者说，如果将来美国有第四十七届总统，那末这个描述就是指称他(或不从时间的角度考虑，即已经指称他了)。但是，撇除了象虚构的存在或将来的存在这类“存在”的外来意义外，我们还可以说语言之外并不存在这类短语所指称的实体(或者，在涉及到未来的存在的情况下，并没有办法知道它们是否会存在)。然而，这些短语的含义是一清二楚的；我们全都理解它们所表达的意思(撇开它们是否有所指称的问题不谈)。因此，我们对意义和指称加以区别。传统上是用涵义和指义来做出这样区别的，涵义是我们通过某一术语所理解的意义——即某种思维上的观念或该术语所含有的语言内部的“意思”或“意义”，[127]这种意义也被叫做该术语的内涵——指义是该术语在语言以外所指称的东西——某种语言之外的实体，指义也被称为该术语的外延。

补救指称的一种办法，即使是对于那些关于并不存在的事物的语言表述来说，就是把所有这些表述看作具有同一外延，尽管它们可能具有各种不同的内涵。比如，“墨克·忒特尔”和“乌托邦的现任国王”可以说是指称于空集或零集(即没有元素的集合或类)。从这个意义上说，这些表述一律具有与“身高30英尺的人”和“大于99的二位数”等说法相同的指称意义。十分清楚，我们可以想象一个人身高30英尺，我们理解这个短语；至于我们是不是能够想象出一个大于99的二位数那是另一个问题。这将引导我们陷入分析的谬误或矛盾，因为在普通的计数系统中，按其定义，99是最大的二位数。不管怎样，用这种方法，我们就可以清楚地把意义和指称区别开来。

然而，有另一种观点避免引入诸如事物或意义的概念这类“精

神”实体来作为内涵，根据这种观点可以争辩说，一个术语的意义就是它被使用的方式，或者它所诱发出的行为，从而把意义归结为“词语的行为”，并且通过把内涵的语境“归结”为对语言刺激的适当的词语反应来定义，从而使对意义的说明成为一种心理的或行为的说明。那么，两个术语只是在这样的程度上才可说是具有“相同的”意义的：即它们引起“相同的反应或以此种方式表现出它们事实上被用来意指相同的事物，因而可作为同义词而互相代换。事实上也许存在一些这样的情况：两个词具有不同意义，但实际上指的是同一事物。弗雷格(Frege)所介绍的一个普通例子，提到昏星和晨星这两个术语。这两个名词一度不仅被用来意指不同的事情——它们至今仍是如此——而且被当作指称着不同的客体，亦即指称着两颗不同的“星”，后来人们认识到，这两个名称所指称的是处在不同情况下的同一个物体，即金星。所以，指称看起来与对于事实的陈述的真假性有关系；因为虽然晨星在意义上与昏星并不一样，但若说晨星和昏星指称或指示的并不是同一个物体，这种说法却是错误的。

这样，指称便涉及到一种语言中的符号的外延或指义，因而它是表达的关键性方面。如果事实与所表达的并不一样，那么对事实的表达就是失败的。但是，不论怎样在指称和意义之间做出区别，这一点似乎是很明白的：假如不清楚语言表达的意义，那我们就无法知道实际上满足指称或不能指称的条件究竟是什么【128】例如，除非我们理解了雪这个词的意义，否则我们就不能知道，“现在正在下雪”这个陈述在什么条件下为真或为假。但是，单单理解这个词的意义并不能使我们获得关于这个陈述在给定场合下的真假性的任何知识。正如我们已经看到的那样，只有分析性陈述的真假性才确实能够仅仅靠考查其意义来加以确定（参看第141页）。因此，我们在表示事实时所需要的是综合性的陈述，



这些陈述的真假性取决于它们在语言以外对事实的指称。

## 抽 象

使用语言的表达所需要做的也许不过是把一些标签分派给各种事物，或者说是贴标签。因此在严格的意义上说，表达的目的不过是给每一事物贴上一张独一无二的标签，作为确认它是此物而不是他物的一种方法。关于对各个事物作出这种唯一表达的条件，简单说来就是，没有任何一个标签可以分派给一个以上的事物，亦即，没有任何两种事物具有同一个标签，任何两个标签都不能分派给一个事物；为了避免混乱，我们就要求任何标签都是有所指派的。事物和它们的标签之间的这种一对一的独一性映射法实际上就是把专有名称赋予给每一个事物。如果两种事物具有相同的专有名称，那末这种映射法就不能达到它的独一确认的目的，因为所确认的是二者中的哪一个便是模棱两可的了。例如，当两个人具有相同的名字时，那末我们就详细列举其他一些特征（比如，生日、父母的姓名、住址、相片）而加以区别。从这种确认的意义上说，一个专有名称“表示”一个个体，正象一块执照牌“代表”着它所附属的汽车一样。

但是，即使是执照牌和专有名称也并非简单地标示独一的个体，因为它们与分类系统有关系，在这些分类系统中，名称本身和它们所隶属的事物的类别联系起来。一块执照牌不仅唯一地确定一辆汽车，而且还证明它是某一类汽车中的一分子，也就是，属于那些在某个州注册的车辆。与此相似，一个人的姓名与家族的姓氏联系在一起，以表示这个人是一特定家族的一员。这种分类是根据一定种类的所有成员共同具有的一些性质而作出的。家族的姓氏意味着，这个家族的所有成员具有一位共同的祖先，而州的执照牌表示出一切具有这同一类牌照的汽车都是在这个州

里注册的。

在科学事实的表达中，这种鉴认和分类乃是描述的基本要求。我们希望（一方面）能够指称这个或那个特定的独一无二的实例；但除此以外，我们就希望把这样一些实例划归为属于一定的种类，【129】并与该种类中其他的实例具有一些共同的属性。科学探究的目的决不是简单地鉴认独特的实例，而是发现事实之间的关系或模式，以使用某种可理解的方法把这些事实加以整理，或者把它们彼此联系起来。因此，我们的表达方式必须能够辨别出在某一系列的观察中哪些是类似的和哪些是不同的。但是，相似性和差异性作为观察所依据的基本区别，包含着某些方面或在某种属性上的相似性和差异性，例如，当我们说，比起W之相似于Z来，X与Y更为相似时，选定的是比较中的关系。因此，对相似性和差异性的表示总是抽象的；也就是说，在考虑相似性和差异性时，我们挑选或抽象出某种或某些属性以进行这种区分，我们并不顾及其余的属性。如果我们不用这种方法进行抽象，那末识别和分类的第一步就不可能迈出。因为每一事物在无数个方面相似于每一个其他事物，而且每一个事物又在无数个方面不同于每一其他事物。因此，表达法体现了我们在观察一章中业已描绘过其特点的那同一种选择对比原则，这个原则根源于我们的感知器官本身的选择性。所以，表达事实总是意味着抽象地表示它们，严格地限定于一些我们将认为是有关的方面或一些将引起我们注意的属性，而忽视其他所有的方面和属性。因此，这种表达包含着一种对参数的选择，一种对我们将选择用以观察和测量的那些而且只有那些性质的严格抽象。因此，例如在表达物理学中的运动时，思考就限制在位移运动上，描述这种运动的参数就是距离和时间。与此相类似，在体格普查中对体格特点进行分类时，我们可以使用诸如一个人的身高、体重、年龄和血型这类参数，而

完全忽略他的政治观点、他的头发的颜色，或他的姓名，而简单地用某种不记名的标记或数字来鉴认其人。

所产生的问题是：如果抽象如此严格地限定我们的注意力的范围，以致忽略了事物所具有的大部分属性，那末我们怎样知道我们并没有因此而淘汰掉一些对我们的探究来说具有关键性的或决定性作用的参数呢？如果科学对事实的描述仅仅集中在取决于我们研究的需要和兴趣的那些参数上，那末，难道我们的需要和兴趣不会是宇宙的偏狭一角，难道我们的受狭隘思想指导的研究所给予我们的不就只是进入这种实用主义视野的一些事实片断吗？回答是：我们不可能不知道我们是受到如此严格的限制的，或者说我们的眼界并不比一种虫子的眼界宽广多少；更进一步的回答是，科学就是在这些限制中活动的。但是，这方面的情况并不象在这种极端的表述中所表现的那样令人绝望。如果我们认为科学是一种用以做出成功的预言和合理地控制环境的工具，【130】那末对确实符合我们的兴趣的或者由这个或那问题强加的实用限制所挑选出来的一套有限事实或属性进行探讨，就能为这一目的的服务了。另一方面，如果我们认为科学同时是对真理的探求，是一种力图超越于实际利益和工具主义的眼光而去穷究事物真实本性的尝试，那末抽象也是为这个目的服务的。因为它使我们精确地明了应当选择考虑的参数是什么，并允许我们（甚至向我们的探究作出提示）去自觉地引进其他参数以检验有意义的相关性的界限。因此，我们恰恰是通过自觉地意识到我们的探究所受到的限制，并摒弃把部分当作整体的教条主义而扩大了我们的探究范围的。因此，认为“知识就是限制”的古典哲学观点（或者用斯宾诺莎的话来说，“每一个肯定都是否定”）表达了抽象的这种双重职能：限定探究的范围，而突出其重点，从而使我们能够彻底深入地从事研究；并且向我们阐明了苏格拉底的批判性格言，它

敦促我们去认识我们尚未认识的东西，敦促我们去自觉地认识我们的无知。

## 结 构

每一种语言或映射法都有它自身的结构，它自身的部分或元素之间的系统关系，我们可以一般地把这种关系叫做语法或句法。例如，英语结构涉及到它的句子的句法形式，名词短语和动词短语的形式上的关系，这些关系构成其一切规范格式的表述的基础。我们可以抽象地表示这个结构，即把一种语言本身当作探究和表示的对象，从而借助一种更抽象的语言来映射一种语言。被当作表示对象的语言和用来表述(或谈论)它的语言之间是有差别的，就象对象语言和无语言之间的差别那样。因此，即使当我用英语来谈论英语时，我“谈论英语”的指称内容涉及到英语中的语言实体及这些实体之间的关系。例如，如果我按其普通的指称方式来使用这种语言，那末dog这个名词就被用来指称犬类的四条腿动物，也就是，指狗。但是，如果我把dog这个名词本身作为客体，那末我们可以把它称为(例如)一个由三个字母组成的英文单词，或一个名词，而且用一个名字来表示它〔按通常惯例表示一种语言中的术语的名称是给这个术语或短语加上双引号，例如“dog”；而这个术语或短语(本身)的名称则加上单引号表示，例如，‘dog’。因此，‘dog’是对象语言中的“dog”这个词在元语言中的名称。〕显然，我用‘dog’所表示的并不具有四条腿，而用“dog”所表示的并不具有三个字母。用这种方法，我便可以用一种元语言来表示一种语言本身的语言实体和语言结构。如同在所有表示中，映射一种语言需要(元语言中的)符号，【131】它们被用来指称元语言之外的、对象语言系统之内的事物。抽象在这里也发挥着作用，正如当句子的某些性质被选定用来映射而忽略其他性质时，

或当句子被按其共有的性质加以分类时，情况就是这样。同样，句子所共有的性质有无限多种，但这些性质中只有某些与给定的探究有关。在这些性质中，我们可以描绘出一种语言中的句子的两个特性：即句子的句法结构或语法形式和句子的语义方面或意义（在某些情况下，也是它们的指称）。因此，句法主要根据何者符合语法和何者不符合语法方面或按照本语言的句子构成规则，探讨句子规范格式。而语义学在词典编辑法的狭义范围内一般涉及到词或短语的“词典意义”，或者从更广泛的角度上说，与同义词、词义搭配、音节或拼写法等问题有关，因而也涉及到意义的相同性和语言内部的有意义性。我们可以用下面的例子对句子的句法方面和语义方面加以区别：

1. 这个小伙子温柔地吻着那个姑娘。
2. 那个姑娘狂怒地掴打这个小伙子。
- 1'. 那个姑娘被这个小伙子温柔地吻着。
- 2'. 这个小伙子被那个姑娘狂怒地掴打。

句子(1)和(2)在意义上显然是不同的，或者在语义上是不一

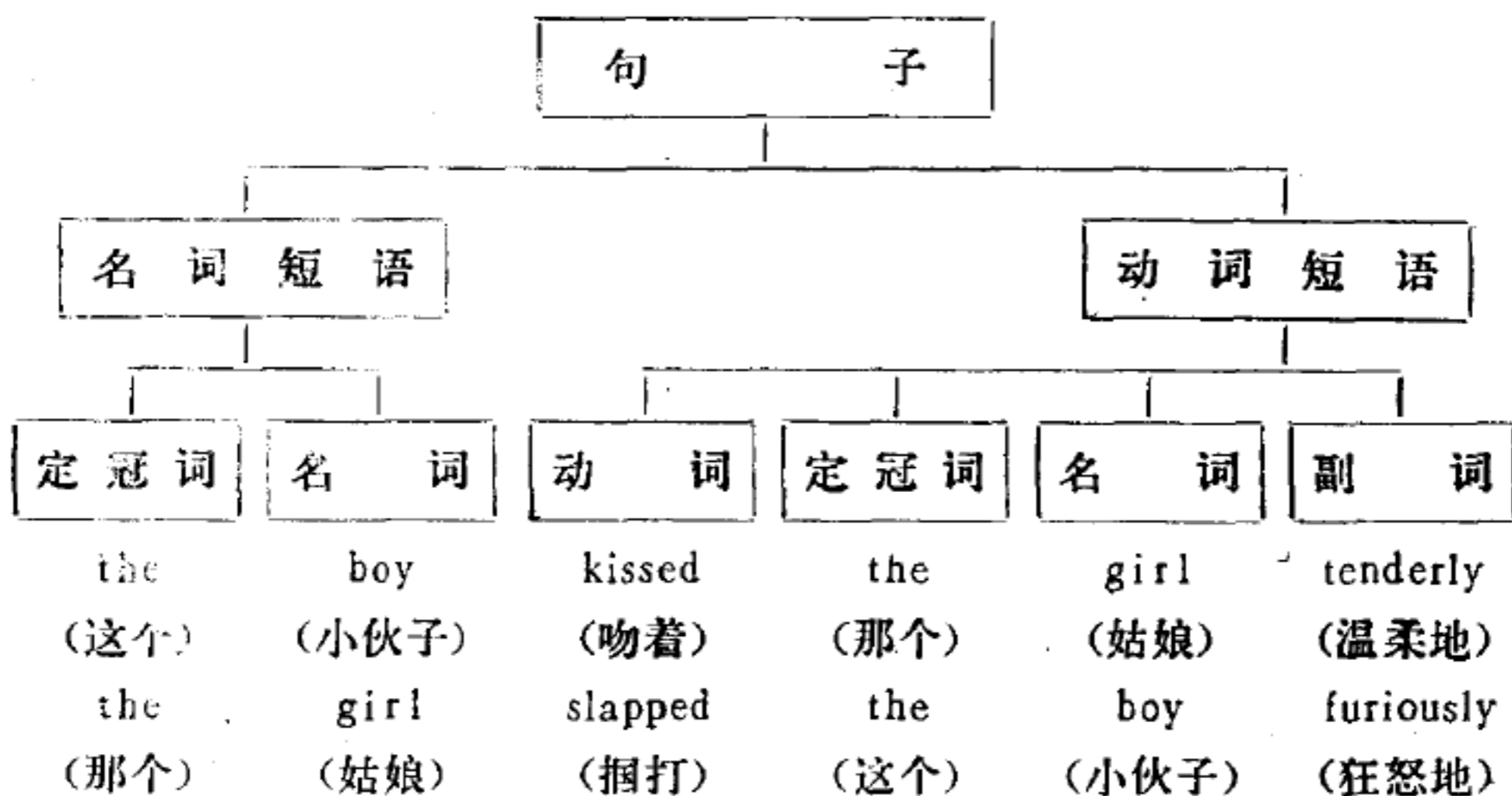


图 1

样的；但是，它们的语法形式或句法结构却是相同的，通过“分析”句子，即按其句法性质抽象地表示这些句子，我们就可以看出这一点。

句子(1')和(2')也是意义上不同而在结构上相同的。但句子(1)和(1')，句子(2)和(2')在意思上却是相同的，虽然这两对句子的外表结构上是不同的。不过，我们可以发现，“这个小伙子温柔地吻着那个姑娘”这个句子是根据某种规则而被简单地映射为这个变形句的：“那个姑娘被这个小伙子温柔地吻着”，所以(1)和(1')这两种结构按它们所映射的某种“核心”句子来说可以被看作是相同的。【132】因此，把(1)式变换为(1')式的规则就是一条变换规则，在这个例子中，就是主动句——被动句的变换规则，我们可以用抽象的模型：“ $aX' s b$ ” $\longrightarrow$ “ $b is X'd by a$ ”（对过去时态，副词位置作适当调整）简单地表示这个规则。这样一个句法表示是从各种不同句子的意思中抽象出来的，而且只是涉及到诸如名词、动词等“词类”或句法功能方面的形式结构。甚至在象：“The crabbage slimped the trackle fluviously”<sup>\*</sup>，这种无意义的句子的情况下，我们也可以认出它与(1)和(2)式有着同样的结构，而且可以把它转变成(1')和(2')式的结构——“The trackle was fluviously slimped by the crabbage”，当然，事物决不象它们在例子中所表现的那样简单，映射一种自然语言句子的结构的全部工作充满着困难。但关键是，至少可以像对任一科学领域中的事实及其关系所作出的抽象表示那样，对一种语言的结构也作出抽象的表示。

我们把任何一种语言中句子的构成和变换的一套规则叫做句法规则，这里的“句子”一般用来表示该语言中任何规范格式的和

---

<sup>\*</sup> 这大都是些生造的，无意义的词，作者意在表明句子结构的形式化。——译者注

完整的表述，而把关于将术语指派给它们的指称物或它们所表示的对象的一些规则，称为语义规则。如果这样一些句法规则和语义规则可以得到阐明的话，那末我们就可说是有了该语言的一种理论，接着，我们可以根据这个理论区分出符合语法的与不符合语法的句子，有意义的与无意义的句子。

如果我们把这看作是探讨任何一种语言(而不仅仅是自然语言)的一般方法,它就变成一种对这样一些语言的抽象结构的探究,变成一种力图做出关于它们的形式抽象表示的尝试。我们往往是从我们认为符合规范格式的术语或短语的实例开始进行这一种探究的,然后,试图设计出分类的规则,它将对这些(而且只有这些)规范格式的术语或短语作出区分。例如,我们承认happy(快乐)这个词是规范的,而c6bg"+yt8是不合式的。(最低限度的规则显然是:只有字母表里的那些字母符号才可以用来组成英文单词)。同样,我们认为“Quickly in saw the doggedly green up”<sup>\*</sup>这个短语的格式在语法上是不规范的。在数学中,我们承认“ $7+5=12$ ”是合式的式子,而“ $=75+$ ”是不合式的式子。与此类似,我们公认,在普通算术里“ $9-6=3$ ”从遵守减法规则的角度上说是“符合语法的”而“ $3-9=6$ ”则是不符合的。这里,有人也许会争辩说数学是约定俗成的,而且一个人可以用自己喜爱的任何方法来设计这些规则,只要他自始至终坚持这种方法,并且不设计出导致矛盾的规则。根据标志或标记的纯形式体系,人们确实可以玩耍这种游戏——或者发明这种游戏——作为形式构造方面的一种练习。【133】但是对算术的限制是,我们通常把它看作是一种研究数的性质的体系,亦即一种经过释义了的形式系统,在这个系统中存在一个解释方案或者把指称符号指定给该语言以外的性质

---

\* 这是一个词序打乱的短语。——译注

或运算。例如，在纯粹句法系统中，我们可以不加释义地把“3”或“6”，或者（就此而言）把“\*”或“#”简单地看作是一些有待于根据规则加以操作的符号。以这种方式我们可以按照一些发明出来的形成规则和变换规则，利用一些标记和标记序列来构造出一种人工语言作为一种不加释义的形式系统。不过，如果我赋予了这形状以一种意义，把它当作是数字三的一个便利名称（或者，根据我们前面的区分，把‘3’当作“3”的名称，而“3”则指称世界上各种事物集合的某种物理的或数量的性质），那末，这样一种释义就把这个形式系统固定为某个领域的一张映射图。根据它在不变地保留事实间持有的关系方面的恰当性，可以判断这种映射图与它所映射的对象是否一致。

给定了科学中的某个经验领域，我们就用一种语言来表示它。这正是我们的出发点。我们现在可以看出，指称和抽象的特征使这种表达成为可能；但是，我们最终所做的一切乃是在结构上映射结构：即把语言的结构映射到事实的结构上。因而，抽象表达所保留的是事实之间的关系的形式。映射图中适当选定的元素或术语之间的关系与在该映射图的指称领域内适当选定的元素之间的关系具有相同的形式特性<sup>①</sup>。所以我们说，映射图与它的映射对象是同构的，或者说具有相同的形式。可是，正象我们已经了解到的那样，这种映射图是抽象的，它只选列出某些性质作为与探究相关的性质，只选列出一些参数作为对探究有意义的参数。在这个意义上，它的同构性总是受到限定的。从保留被表示领域

---

\* 这是一个词序打乱的短语。——译注

① 这里的“适当选定”在目的性上是模糊的，因为一种关于映射的简单化的观点可能要求，（例如）对于被当作句子的一个元素的每个“词”来说，在被映射的领域内应该存在某种被它所“描绘”的事物。比如，对于单词“the”或“a”（作为定冠词和不定冠词）来说，按照一一对应的映射法，世上必定存在着the's, a's。参看有关讨论所谓语言的描绘理论的文献目录。



的所有特征的意义上说，它并不是对它的领域的复制，因为在这种情况下，这种表达本应是对被表达对象的一种复制。如果在一切特征上都是同一的，那末映射图实际上就是域；或者至少是它所映射的域的孪生兄弟，从而使我们无法加以分辨。但是，就限定的一组性质或一组事实之间的关系而言，这种映射图是可以给出一一对应或点对点应的表示的，因而，它在这一方面可以是同构的，正如前面例子中的句子分析图解对给定句子的句法结构特征做出点对点应的映射那样[134]，还可以造出许许多多具有与此相同的句法特征的其他句子，不论这些句子在其他方面有着多大的差异。尚待做出说明的是，应当如何根据映射图上的和它所映射的领域内的种种关系的形式属性的不变性，来揭示这种同构现象。

### 映射数据：不变性和秩序关系



研究的目的在于发现规律，或发现观察和测量的事实之间所持有的不变关系。整理事实就是一种手段，科学家利用这种手段就能够以明确的方式理解这些关系，并检验各种规律般的、断言某种关系是普遍成立的假说。但是，象我们已经说过的那样，如果事物间存在着无限多的关系，或事物彼此共有无限多的属性，那末我们可以说，在任何一组数据中都揭示出这种或那种关系，或者更多的关系。例如，某项探究的数据之间的关系可以是这样的：即它们都是科学家X在1956年9月9日早晨2点钟到4点钟之间所收集的。或者，这些数据之间的秩序可以被看作是它们在实验记录中所记的顺序。在观察和测量的可能参数中，一项探究将只是集中在少数几个参数上，而且对这些参数的观测所得出的数据，将只是用一种或少数几种可能的数据映射法来映射。

选择性问題，即参数选择和映射法的问题打扰了发现事实是

什么的这种貌似简单的事情，而且甚至更严重地干扰了用某种方法整理这些事实的任务。如果科学的大部分事务是发现全称范围的规律，那末映射有限的一组观察实例所需要做的工作就不单是象在杂货店和洗衣店的账单中那样，将这些数据编排列表就完事了。我们需要用映射做的事情是以揭示不变性或似规律性这样一种形式来展示各种关系。因此，我们在表示事实方面所需要的是这类抽象的或形式的结构或整理方法，据以说明至少是在观察到的实例中所具有的这种不变性，对于某些表示着测量两个参数的数据的有序数偶来说，例如，(1, 1), (2, 4), (3, 9), (4, 16)，我们希望能够给出这个关系的不变的形式，或者给出每一数偶中作为第一个数的函数的第二个数〔比如，这个例子中，对于每一数偶(x, y)，我们希望求出作为x的函数的y，即 $y=x^2$ 〕。如果我们根据这种映射法假设这些观测参数之间的关系是不变的，那末我们就可预言出同样的不变性在将来的观察实例中也是成立的，因而我们检验了我们的表述对将来的实例的适用性。【135】但是，这种映射图不仅是一种表示方法，而且也是一种预言的方法。它构造一个在其中可以进行推理和作出预言的数据模型。所以，这种映射图或模型实际上充当了推理的机器。对映射数据的方法的选择就是以这个目的为指导的。因此，表示数据的手段、映射的语言应该具有这样一种结构，在其中可以进行这类推理。

在前面所举的例子中，推理的系统就是算术系统，它允许我们在已知数偶中的一个数值时，计算或推算出另一个数值。在用于表示数据的标准曲线图上，推理是根据一组有限的数据的外推或内插而进行的，从而把图上一组分立的“点”变成一条映射着无限多个点的曲线。因此，用于映射数据的语言的特点可以描述成是一些计算的方法或演算，这些方法具有如此的内部结构，以使得从一个陈述到另一个的变换或“运动”可以根据一种规则而发

生,如同由前提( $y = x^2$ , 并且 $x = 5$ )到结论( $y = 25$ )的运动一样。这样一些计算规则,象上述这个规则或者英语句子的主动—被动语态变换规则那样,往往是含蓄的,或者是作为实际步骤或算法被人们学会的。然而,关于这门语言以及用此语言得以进行的推理或演算的理论,阐明了这些规则,或者构造出一种抽象的模型,这种模型以这样一种方法映射这些规则,以致它们在解释的基础上对于同样的“输入”产生出相同的“输出”,产生出与被做为模型的领域内所得到的同样的变换。

在这一方面,我们需要一种关于关系的理论,它可以抽象地和非常一般地说明这些关系,和用这样一种关系的语言可以做出的推理。我们还需要说明不变性,亦即描述一种关系的形式性质在变换下是如何保持不变的特性,举出射影几何学的一个例子也许可以使这一点变得更清楚。如果我们采用一定的图形——比如说,大写字母A——那末我们可以做出这一图形的许多射影变换,在这些变换中各部分之间的关系保持不变,如果我们把这个关系确定为构成这个图形的各直线上的各个点之间的一定秩序,而撇开诸如长度或曲率等方面不予考虑的话<sup>①</sup>,也就是说,通过这个变换,任何一个点将保持着它在最初图形中与其他点之间所具有的相同的顺序关系。简单而且熟悉的变换是A的镜像;另一种变换是A经过一个透镜的投影,它把A颠倒成V。同样,A的放大投影仍保持A的各部分间的关系的不变性或恒定性,斜体的A的倾斜也是如此,或者,甚至用橡皮筋绑成的A(其中直线变成曲线或扭曲线,形如或) ,各点关系也保持不变。【136】我们对经过变换的这种不变性的感性认识必然与对形状、大小、距离等的可

<sup>①</sup> 这是一种非度量变换或拓扑变换,在这里只是简单地、直观地加以表述。详细说明在这样一种变换情况下保持不变的“秩序关系”可能是一项专业性很强的工作。

靠的感觉稳定性有关。例如，我们认出图2a所示的物件形状与图2b所示的物体的形状是相同的，尽管在视网膜上的像是不同的，

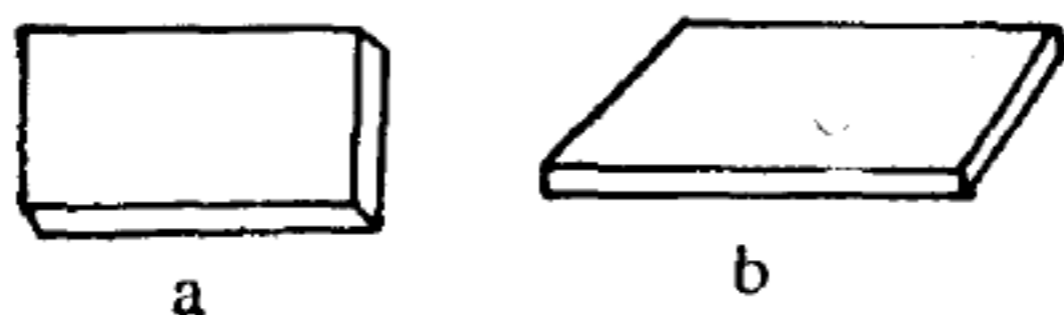


图 2

因此，即使在我们并没有直接悬浮在长方桌子上方时，我们仍认为长方形桌子是长方形的。透视变换就这样为我们提供出关于经历变换的不变性的规则。然而存在着同一类型的语言学上的不变性，它使各种关系的形式属性经过变换而保持不变。例如，一个数学等式的“镜像”或左右移项仍使等式各个项之间的关系保持不变（例如，“ $7+5=12$ ”的关系在“ $12=7+5$ ”中得到保持）。如果我们从(1)“若约翰比菲尔高，而且菲尔比萨姆高，则约翰比萨姆高”；(2)“若西比尔是苏珊的姐妹，而苏珊是塞琳娜的姐妹，则西比尔是塞琳娜的姐妹”这两个关系实例加以抽象的话，那末我们就可以发现“比…高”和“是…的姐妹”这些关系具有相同的形式结构，这种结构在这两个实例中都保持不变。如果我们抽象地映射这种形式结构，用变量(x、y、z)表示各项，R表示关系，那末这种结构就变成(3)“若 $xRy$ ，且 $yRz$ ，则 $xRz$ ”。

如果我们考虑到在许多不同的方面中所存在着的使关系保持不变的变换的范围时，就可以看到不变性的观念具有非常广泛的应用。例如，照相把光输入转化成照相乳胶上的化学反应，这种照相乳胶经过加工（即冲洗底片、印象、放大等）就变成相片。通过这些变换，被拍照的物体的某些性质——形状、明暗、颜色——得到抽象的映射，从而使得这张照片不变地保留了这些属性之间的某些关系。该物体的其他一些属性（例如，物体的三维性、重

量等等)在变换过程中消失了,因为反射光是不传递这些属性的。与此类似,新近对金星表面的摄影把来自该行星的反射光线变成无线电信号的编码,这种编码映射出诸如照片各个部分的相对位置和每个被映射部分中变化着的光强度这样一些性质。【137】因此,经过摄影机镜头所成的像到信号这样的变换,这些信号仍不变地保持着某些关系,然后接收到的信号通过这同一变换的逆变换被“译码”而在照片中再现出摄影机镜头所摄下的图像。映射为信号就是把光输入变换成一组一组的数码,这些数码依次代表着位置和光强度的各种参数的编码。

一般说来,每一种映射法都是一种变换,这种变换的目的是保持某些关系不变。每一种编码或译码的过程都是这种类型的变换,实际上是通过某种变换来对一个输入信号或一种消息编成“密码”,而用该变换的逆变换来“译出”输入或消息。这种变换的结果是对其对象的某一组相关性质或该对象各部分之间的关系映射。例如,把一种语言翻译成另一种语言就是这样一种变换,而且“出色的”翻译在经过这种变换之后应能使原文的某些有关性质保持不变<sup>①</sup>。当我们把这些测量操作翻译成数字,或者把一种数字语

① 在自然语言的翻译中,这类有关性质之一显然是原文的意思(虽然对我们所指的“意思”是什么做出定义是很困难的,但我们可以指其“精神”,或者“风格”,或者更简单地,某种公认的相似的意义)。机器翻译的不幸往往出自经过变换(或翻译)之后未能保持不变性,如同在下面的例子中那样。“精神随我愿,肉体本孱弱”这个英文句子通过计算机翻译成俄文,使用的是一种英俄翻译程序,或者我们可称之为Ter(英译俄)的“辞典”。为了核对不变性,如此译得的俄文句子通过Tre(俄译英)“辞典”返译成英文句子,本来应该得到原来的英文句子,或者接近原文的句子。原文经过一往一返的翻译变成了“威士忌甚佳,但肉却发臭”。(这是英文原文中单词的一词多义性所造成的结果。本句英文原文为“The spirit is willing but the flesh is weak”,其中的spirit含有精神、烈酒等义,flesh既有肉体意思,也指肉,如此等等。而计算机翻译时,只取其中一义,故有此谬误。——译注)为避免这类含糊性和误译,有人通过严格地限定或明确规定术语的含义,或者故意地使语言贫瘠而使它适合于特定的目的来构造出一些人工语言。如果一个人想保持自然语言的丰富性、错综复杂性和含混性,那末用人工语言来表示自然语言,即通过抽象地表示语言的结构和意义,是很困难的,不过,近年来这种映射法在复杂性和精确性方面已经取得相当大的进展。

言翻译成另一种数字语言的时候——例如，把普通的十进制数系（即十个数字的数系）翻译成只使用1,0和位置的二进制代码的时候——经过这些变换我们仍使数的关系保持不变。所以，借助于对某一领域的一种表达对该领域的秩序或关系结构的研究，是与经过变换而保持不变性这件事情密切相关的<sup>①</sup>。

【138】那么问题就变成：什么类型的秩序和关系才是科学家对数据进行映射的典型特点呢？这些映射法是如何揭示不变性关系的，而这些不变性又是怎样经过映射的变换而保持不变的呢？这样一些映射法怎样使它们自身适合于进行推理呢？为了进一步考究这些问题，我们要考察科学中的某些典型的秩序关系以及这些关系是如何得以被抽象地或从形式方面加以表达的。

这里，我们将简要地刻划这样一些秩序关系的特征，在论测量的一章中对此再详加讨论。一般说来，我们可以通过把事物分类，通过把事物与所有其他具有共同的某种性质或某组性质的事物划为同一种类来整理事物；正象我们已经看到的那样，我们可

---

① 关于这种映射法，一个最初来自工程学和信息论而现在也存在于计算机科学中的共同模型是所谓的“输入-输出”模型或叫做“黑箱”模型。这种模型的三个要素是：(1)一个输入，(2)某种变换，(3)某种输出。在实验研究中，数据是“输入数据”和“输出数据”；例如，在心理学中，对刺激和反应的观察或测得的数据，或者，在物理学中，某组参数初始测量值和终端测量值（例如，在某种机械装置中的输入能量和一定的输出功）。所谓“黑箱”是能够引起变换的现实机械，或有机体，其“内部”的操作可以是未知的，但它的描述却可以用一个数学函数作出，这个函数把输入映射成输出，把它们当作为测得值相对应的数值。N.维纳(N.Wiener)把这样一种函数映射叫做“操作图象”(Operative image)以区别于与“图景图像”(pictorial image)，后者是黑箱“内部”的实际机制的“图像”和描绘。他把这种操作图象看作是两种图象中更基本的描述。〔一种关于把输入变换为输出的生理机制或大脑机制的歪曲见解谈到“红箱”(pink box)，它同黑箱一样不透明〕。因此，对输入数据和输出数据之间的关系的这种函数描述是该数据的数学模型，它与参数的测得值是同构的，而且是对观察到的事实之间的关系的一种抽象的数学表示。从下述意义上说这样一种模型是“现象学的”（或者是“现象论的”），即它不过解释了观察数据而没有（在黑箱“内部”）引入理论实体。

以根据相互的关系整理各种类。把一定种类的事物互相联系起来的一种典型的和标准的形式就是根据它们共同具有的某种性质把它们加以整理排列，例如，我们根据硬度对矿物进行整理排列，或者估计诸如声响或亮度或味道这样一些感觉性质与强度的关系。我们按照单位间隔或某种单位间隔的倍数测量诸如长度或时间或量的大小。在各种方程式中，我们用相等的比率或比例等式进行整理排列，把方程一边的量的变化与另一边量的变化配平。例如，在物理学定律中，我们把距离的变化与时间的变化、把体积的增减与压力和温度的增减联系起来。例如，波义耳-马利奥特的气体定律中，我们说压力和体积是成“反比的”，并且这两者都“正比于”温度的“变化”。伽利略的自由落体定律给出下落的距离作为时间的一个“函数”，随着时间的平方而变化。又如在心理物理学中，我们说韦伯-费希纳定律(Weber-Fechner law)把刺激能量对于感觉的关系表示为一种“对数函数”，而史蒂文斯定律则把主观的量值估计作为刺激能量的一个“幂函数”。我们用数表、图表、曲线图、方程式来表示这些关系，所有这些方式都是以某种抽象的表达把数据之间的各种关系映射到纸上。【139】随着越来越强有力的分析手段的发展，随着越来越灵敏的、求出数据之间的秩序的方法的发展，表达的方法急剧发展了，而逻辑模型与数学模型的复杂深奥程度也增加了。但是正如我们从前面的语言学例子中抽象出关系的形式化性质那样，我们可以抽象出秩序的某些形式性质，它们具有高度普遍性并可以在范围极为广泛的各种不同语境中，被加以释义。

## 关 系

我们可以概括出关系的概念，把一种关系看作为两个或三个或更多个事物之间所持有，不论它们是些什么事物。因此，把诸

如“…的父亲”、“大于”或“包含在”这样一些实例作为两种事物之间的关系（“二元”或“双方的”关系）的例子，我们便可以用变量 $(x, y, z)$ 或常量 $(a, b, c)$ 来表示在这种关系中相互发生联系的各项，并用大写字母表示这些关系本身，例如， $F$ 表示“…的父亲”， $L$ 表示“大于”等等。三种事物之间的关系（“三元”、或“三方”的关系）， $n$ 种事物之间的关系（“ $n$ 元”或“ $n$ 方”的关系）也可以用同样的方法表示。当 $x$ 和 $y$ 之间保持着某种关系时，我们就说，“ $x$ 和 $y$ 具有关系 $R$ ”，我们可表示为 $xRy$ 。另一方面，我们可以把这个关系看作是适用于有序二元系 $(x, y)$ 或有序三元系 $(x, y, z)$ 或有序 $n$ 元系的一种谓语，其中 $(x, y) \ni (y, x)$ ，而且 $(x, y, z) \ni (y, z, x) \ni (z, x, y) \ni (x, z, y) \ni (y, x, z) \ni (z, y, x)$ 等。我们可以（在一定的逻辑系统中，如同维纳和库拉托夫斯基所证明的那样）用一些类或集合来定义这些关系，如果我们把二元关系看作是有序二元系 $\{\{x\}, \{x, y\}\}$ 的类或集合的话，例如，“…的父亲”可以定义为有序二元系 $\{\{x\}, \{x, y\}\}$ 的种类，即其中 $x$ 是 $y$ 的父亲。进一步推广，三元关系变成有序三元系的类， $n$ 元关系变成有序 $n$ 元系的类。顺序的重要性就在于 $x$ 对 $y$ 所持有的一种关系是可以或者不可以为 $y$ 对 $x$ 的关系所持有。例如，“…的父亲”就不是为两方面所持有的关系，而“在…旁边”的关系就是可逆的。记号“ $\langle x, y \rangle$ ”用于表示有序二元系，其中位置决定次序（第一，第二）。另一个记号（库拉托夫斯基引进的）是 $\{\{x\}, \{x, y\}\}$ 显然是与位置无关的，因为集合 $\{x\}$ 和 $\{x, y\}$ 是由元的差异来确定次序的。

这种关于关系的见解的普遍性就在于它可被当作一种形式表示而应用于我们前一节中所简述过的那些事实之间的秩序或关系的情况。例如，对于用“大于”、“小于”或“等于”所表示的秩序，我们可以应用这同一种记号（象我们在数学中通常所做的那样，其中，例如，“ $x$ 大于 $y$ ”，“ $x$ 小于 $y$ ”，或者“ $x$ 等于 $y$ ”相应地表示为“ $x >$



$y$ ”，“ $x < y$ ”，“ $x = y$ ”，其中“ $x$ 大于或等于 $y$ ”这种关系就表示成“ $x \geq y$ ”）。

如果我们考查一下这种关系的实例，[140]我们看到存在这样一些有序关系的特征类型，我们现在就可以加以定义。例如，“…的父亲”这个关系，如果它适用于一个人对另一个人，那它就不适用于后者对前者。用符号表示，即“若 $x F y$ 则非 $y F x$ ”。我们说这样一种关系是非对称的。另一方面，象“等于”这个关系，如果它适用于一个个体对另一个个体，那末它也适用于后者对前者，或者“如 $x = y$ ，则 $y = x$ ”<sup>①</sup>。这样一种关系就是对称的。但是，还存在另外一种情况，比如，如果我们想说，约翰要末比菲尔高要末就是跟菲尔一般高。在这里，这个关系是“要末高于要末就是一样高”；它既不是对称的，也不是非对称的，而是叫做反对称的。它的（有些独特）定义就是每当“若 $x R y$ ，并且 $y R x$ 则 $x = y$ ”成立时，关系 $R$ 就是反对称的，算术关系 $\leq$ （小于或等于）是反对称的。而且，我们取“大于”之类的关系，就可以发现，“若 $x G y$ 且 $y G z$ ，则 $x G z$ ”，这样一种关系叫做传递的。所有与此类似的程度关系（例如，高于、重于、老于）同样都是传递性关系。因此，所有相等关系（例如，“=”，“与…同年龄”、“具有相同的名字”等关系）同样是传递的，而某些蕴含有某种相等性的关系，例如，“…的同胞（有相同的父母）”等等也是如此。非传递性关系是不满足于这个条件的关系。比如，“…的父亲”就是非传递性关系；因为虽然 $x$ 是 $y$ 的父亲，而且 $y$ 是 $z$ 的父亲，但 $x$ 却不是 $z$ 的父亲。“直接居先”如同“直接后继”一样属于另一种非传递的关系，因此，

---

① “同一于”也用符号“ $\equiv$ ”来表示，这是“等于”的一种特殊情况，但它的条件更严格，例如，我们可以说， $A$ 和 $B$ 同样具有十个指头，虽然我们并不是说他们俩人具有完全相同的十个指头。我们当然可以说，他们同样具有同一数目的指头。

如果每当 $xRy$ ，且 $yRz$ ，那么非 $xRz$ 时，这种关系就是不可递性的。这样，我们的定义就是：

1. 对称性：若 $xRy$ ，则 $yRx$ 。
2. 非对称性：若 $xRy$ ，则非 $yRx$ 。
3. 反对称性：若 $xRy$ ，且 $yRx$ ，则 $x=y$ 。
4. 可递性：若 $xRy$ 且 $yRz$ ，则 $xRz$ 。
5. 不可递性：若 $xRy$ 且 $yRz$ ，则非 $xRz$ 。

在下一章中由于需要我们将补充介绍自反性、非自反性、连通性和强连通性这样一些关系。还有其他一些与对称性〔其中(1)，(2)，(3)都不成立〕和可递性(不可递性)都有联系的情况，因与我们这里的论题无关，故不作讨论。

用符号逻辑的记号来表示这些关系的标准方法如下。个体变项 $x$ ， $y$ ， $z$ 是集合 $A$ 的元素(或属于集合 $A$ )，它是用集合(或类)的元素符号“ $\in$ ”来表示的。“ $\rightarrow$ ”这个符号表示条件蕴涵或实质蕴涵，〔14〕我们把它读作“如果—则”，所以“ $x \rightarrow y$ ”读作“如果 $x$ ，则 $y$ ”。在“当且仅当”这种意义上的双重条件蕴涵或等价性则用“ $\leftrightarrow$ ”来表示。“ $\cdot$ ”表示联结词“和”，用“ $\vee$ ”表示包含“和/或”意义上的“或—或”。为了表示全称量词，亦即随全称量词而出现的情况在该条件的任何情况下都成立时，就把这个词“( $x$ )” (读作“对于任何 $x$ ”)放在它所作用的表达式前面。因此，例如，“( $x$ )( $y$ )( $xRy$ )”读作“对于任何 $x$ ，对于任何 $y$ ，都有 $xRy$ 关系”。对这些逻辑联结词，它们的真值表定义和量词的充分讨论可以在大多数逻辑入门教科书中找到，所以在里从略。(请参看附录C中对逻辑符号的简单说明)。所以，上述关系可以用标准方法表示为：

1. 对称性：当且仅当( $x$ )( $y$ )( $x \in A \cdot y \in A \cdot xRy \rightarrow yRx$ )时，集合 $A$ 中的一个关系是对称性的。
2. 非对称性：当且仅当( $x$ )( $y$ )( $x \in A \cdot y \in A \cdot xRy \rightarrow \text{非}yRx$ )，

集合A 中的一个关系是非对称性的。

3. 反对称性: 当且仅当 $(x)(y)((x \in A \cdot y \in A \cdot xRy \cdot yRx) \rightarrow x=y)$ 时, 集合A 的一个关系是反对称性的。

4. 可递性: 当且仅当 $(x)(y)(z)((x \in A \cdot y \in A \cdot z \in A \cdot xRy \cdot yRz) \rightarrow xRz)$ , 集合A 中的一个关系是可递的。

5. 不可递性: 当且仅当 $(x)(y)(z)((x \in A \cdot y \in A \cdot z \in A \cdot xRy \cdot yRz) \rightarrow \text{非}xRz)$ 时, 集合A 的一个关系是非传递性的。

在下一章中我们将采用这种形式来介绍自反性等关系。

当两个关系具有相同的形式性质时, 我们就说对一个关系的一种映射与另一个关系的映射是同构的。例如, “后面一个大于”的关系和“后面一个老子”的关系是同构的, 因为这两个关系既是非对称性的, 又是不可递性的。这两个关系都与序数系列同构; 也就是说与“第一, 第二, 第三, ……”这个序数同构, 我们说这个序列是象“…的后继”(或“…的前趋”)那样彼此发生联系的。因此, 我们可以利用序数对诸如“后面一个大于”或“后面一个老子”之类的关系进行映射。<sup>①</sup>也就是说, 我们可以用序数作为标签来整理排列该关系集合的所有元素。【142】但是, 如果我们这样做的话, 那么, “后面一个大于”的集合中必定存在一个最小的或者不大于任何其他元素的元素, 而且它居于“序列之首”, 因为序数中

---

① 只是在“后面一个大于”或“后面一个高于”的每一种位置中, 仅存在唯一的一个个人时, 这种说法才是正确的。如果存在几个身材或年龄相同的人, 那末可以说, 这些序数唯一地映射出一切具有同样身材或年龄的个人的类(不论在这些类中存在一个成员还是更多的成员), 所以, 可以把任何数目的人员指定在唯一的一个序位上。对于这种等价的类, 这些序数作出一一对应的映射; 但对于在某个类中存在多于一个的个体的那些个体来说, 这不是一种同构的映射或者一一对应的映射, 而是多一对应的映射了, 或者说是一种同态(homomorphic)映射, 因为把一个以上的个体映射到若干个(或全部)的序数上。

持有这种条件——即存在一个起始的数。如果“后面一个大于”这个集合中不存在最小的元素，那末与序数的同构性就不会成立。

假定我们选取事物的三种集合：

1. 所有那些处于“后面一个大于”关系中的事物，其中包含着一个最小的元素，或不大于任何其他元素的元素。

2. 所有那些处于“后面一个高于”关系中的成员，其中包含着一个最矮的成员，或不高于任何其他成员的成员。

3. 序数集合，它处于“后继于”的关系，从而使该集合的每一个元素(除不是任何数的后继的“第一”这个数以外)，都是某个数的后继数；而且不存在具有相同后继数的两个数，亦即，在这个集合中，每个数确实只有一个后继数。我们把这种序数看作是 $0, 1, 2, 3, \dots$ ，其中 $0$ 是“第一”个数。

可以直觉地看出，处在这三种关系中的事物的这三种集合是彼此同构的，在所有这三种情况中存在着关于这些关系的同一种形式结构。事实上，我们可以用集合(2)的元素来匹配集合(1)的元素，用集合(3)的元素来匹配前两种集合的元素，同时保持不变的次序关系。但考虑到如将一个房间里的人数与双手的手指相匹配的情况，则(1)、(2)和(3)中必须具有相同个数的元素，否则同构就不成立。我们可以证明，在集合(3)中虽然存在一个起始数，但不可能存在最后的数，因为在这种情况下会存在一个没有后继的数，而我们明确规定在这种集合中每一个数有一个并且只有一个后继数。因此，在给定的关系中，(1)，(2)和(3)的元素的同构性或一一对应性，只有在(1)中无最大的元素，并且在(2)中无最高的成员才能得到保持。如果出现这两种情况，那末(1)和(2)\*将不是与(3)同构，但却与(3)的某一有限子

---

\* 此处原文为“(2)和(3)”，疑有误，故改为“(1)和(2)”。——译注

集或一部分同构。

这只是说出了我们对对应性和序数的直觉印象。不过，我们再深入一步说，如果(3)的条件在(1)和(2)中得到满足，那末这三个集合都是用抽象术语说明这三种情况所表现的次序关系的某种形式理论的模型或映射。这引导我们去思考一个更抽象的问题，它构成了我们迄今已经谈论过的表达方法的大部分内容的基础，这就是形式理论及其模型的问题。

### 理论和模型：形式系统及其解释<sup>[143]</sup>

为了避免在有关这一课题讨论中有时会出现的混淆，现在有必要澄清一些习惯说法。迄今我们已经讨论过对某种事实领域的表达，即把它作为该领域的一种映射或模型，因而，把“映射图”或“模型”看作是对被映射或模拟的领域内所表现出的形式结构的抽象表示。这是自然科学和社会科学中流行的习惯说法，它们来源于常识的比喻，即，地图或模型是被当作原型的事物引伸出来的或表示性的译本。因此，这种关系是原件与复制件之间的关系，而且它也十分经常地被认为是具体和抽象的关系。在象比例(scale)模型这类事物的情况中(比如说，船和飞机)，模型是十分具体的，或者说正象它们所模仿的东西一样具体。在我们已经讨论过的某种语言的表示中，我们说语言的模型是抽象的，因为用符号来代表世界上的某些“具体”事物或“事实”。然而我们是从方法论的角度来使用抽象的，而不是依赖于有关抽象性和具体性的直觉。这种模型被认为是抽象的，因为对于表示来说，它所选出用作表示的只是模拟客体的一些被认为是相关的性质或关系，而不是它的所有性质。

现在，如果我们稍微回忆一下前面对柏拉图派的和毕达哥拉

斯派的理论以及一般地讲希腊人关于基础性形式结构的想法的讨论，那末就可以发现，一个人是可以颠倒模型的通常意义的。在柏拉图看来，“真正”存在的王国是事物形式(或“理念形式”)的王国。世界本身不是被这些形式所模拟，而是按照这些形式而被模拟；也就是，感觉世界是这些理念形式的具体体现，或者用柏拉图自己的比喻，是对这些形式的模写，所以，这些形式(象貌似抽象的实体那样)是原型。类似地，派生出柏拉图的毕达哥拉斯学派把世界理解为本质上是数：在事物的感觉表现之下的是数学结构，感觉世界是数学结构的一种映射图或模型。因此，柏拉图派一毕达哥拉斯派颠倒了通常意义上的映射，因而使我们通常称之为事实的世界或我们感知的具体世界本身成了对这些形式或形式结构的一种表示，而不是把这些形式看作是对事实世界的抽象表示。

柏拉图派的这种习惯说法统治着我们正在讨论的、研究这些形式结构的数学和逻辑学的学科。因此，在下面的讨论中，我们认为这种模型是“具体的”体现，或者用方法论的术语来说，是对形式系统的释义。因此，这样一种纯粹的形式系统就其自身而言是一种未经释义的形式系统。根据我们前面的区分，【144】它是一种纯粹的句法系统，它探讨的是一组被认为是构成该系统的实体的形式结构。在属于这种类型的语言系统或符号系统中，这些实体被认为是该系统未经释义的术语或原始术语。其他所有术语都可以“还原为”这些原始术语，或者用这些原始术语来明确地加以定义。尽管我们可以抽象地谈论诸如“个体术语(项)”、“谓语(谓项)”、“类术语(类项)”、“关系”或“运算”这样一些原始术语(原始项)，但原始术语(原始项)都是未给定义的。比如，我们可以把符号“[0]”看成表示对一个未经定义的项“[“和”]”作一种未经定义的运算“0”。我们还可以用一种元语言来讨论这些实体(象我

们现在正在做的那样)。但是直到我们对“〔, ”和“0”和“〔, ”作出词义解释以前, 这些项存在于其中的形式系统本身并不涉及任何事物。如果我们把赋予“〔”和“〕”以“数”的意义, 并赋予“0”以“乘法”的意义, 那末我们就可说是把这个形式系统映射为算术系统, 或者给予这个系统以一种具体体现。那么, 算术就成了该形式系统的模型(或者是它的一个模型)。因此, 如果我们通过对经验探究领域的结构性质作出一种抽象表达而求得一种方法——如我们现在所得到的这种方法——那末这样一种表达所通往的方向就是使该领域形式化。(我们将看到这不仅需要一种抽象的表达, 而且需要这种表达中的一种推理方案)。可是, 当我们沿其他方向进行探讨时, 我们可以以上述意义上的一种纯粹的形式系统为出发点, 并去发现和确定经验领域中的这种形式系统的映射或模型。所以在我们这一讨论中, 我们将把未经释义的形式系统或某一领域的形式化称为一种理论, 而把它的释义或具体化叫做该理论在某一领域上的一种映射, 或者是该理论的一个模型。

作出这一介绍以后, 我们就可看出, 可以映射到前节的关系(1)、(2)和(3) (“下一个大于”、“下一个高于”和“后继于”)上的一种抽象的形式结构就是以(1), (2)和(3)为其模型的一种理论。因此, 在这种意义上, 一个模型就是某一理论的一种映射。此外, 对于一定的理论——即仅仅是那些与我们的讨论有关的理论——领域来说, 该理论的任何模型都与任何其他模型同构, 也就是说它们是同一种理论的不同映射, 而且该理论中所展示的各种关系经过变换仍保持不变。实际上, 它们都是同一篇抽象课文或核心结构的完善译文。在这一点上可以看出柏拉图的比喻说法, 因为某一原型的所有完善的复制品——比如说, 从同一块蚀刻板上印出的所有令人满意的蚀刻画——在结构方面是相象的, 或者是彼

此同构的。①不论这些模型在其他方面彼此之间可以具有多么大的差别，它们在有关形式结构方面是相同的，【145】或者说构成一类在这些性质方面等价的模型，从这一方面说可以用任何一个模型来表示另一个模型。

假定现在我们想表示“下一个大于”和“下一个高于”这种集合的顺序。如果我们能够发现这些集合在它们的关系结构方面都是与序数集同构的话，那末我们就可以用序数表示这另两个关系的顺序。实际上，我们可以把一群人按照高矮排队，除了第一个人以外每个人都高于前面一个人，然后把一个有限的序数子集的一些数字（具有与人群中的人数相同的数码）一一对应地加于人群之上，来表示这个次序。如果我们进一步对每个号数指定一个名字，使这个人与已经指定的号数一致起来，那末我们就用指派给他们的名字的数字表示出按高矮次序排列的人的集合。我们用一组不同大小的木块（其中除最小的一块以外每块都比某个另一块大，如此等等）可以得出同样的结果，这些木块具有与序数同构的一切关系（或者在这些例子中，与序数的某个有限子集同构）。

但是，现在我们想得到的是把以(1)、(2)和(3)为其模型的理论形式化。此外，我们还希望这个理论是推理得以在其中进行

---

① 超出这种关于我们对“相同结构”的直觉的导言性的阐述外，而不涉及到集合论和群论的专业严密性（我并不想这样做），要对同构性提供一种令人满意的一般性说明是困难的。可是我们可以一般地说，如果存在把一个关系结构映射到另一个关系结构上的一一对应的函数 $f$ ，那末这两个关系、结构就是同构的。例如，如果我们采用简单关系结构(ABBA)和(BAAB)，那末函数 $f(A)=B$ 就一一对应地把第一个结构映射到第二个结构上。当一个理论具有这种意义上的同构的两个模型时，我们就说这个理论是范畴性的。考察两个关系结构(A, B, C, D)和(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)，我们通过把(1, 2, 3)映射到(A)，(4)映射到(B)，(5, 6, )映射到(C)，(7)映射到(D)，就可以把第二个关系结构映射到第一个关系结构上。于是这两个结构采取了多一对应的映射（从第二个结构到第一个结构），而不是一一对应的映射。这里的关系就叫做同态（比如，在一夫多妻制的社会中，妻子对丈夫的关系）。



的一种形式系统。实际上，我们想使这些模型形式化，或者构造以这些模型为其模型的形式理论。除了排列次序以外，在表达中还存在其他一些我们要进行的操作，而且我们认为这些操作对被表达的领域也是有效的。也就是说，我们想得到一种这样的理论，它在理论上支持我们在表达中所进行的计算，即阐明一些形式条件，它们允许我们把表达中的计算或演算看作对于被表达的领域也是成立的。简言之，我们需要一种阐明条件的理论，在这些条件下，一种表达和它所表达的东西可说是同构的。这样一种理论并不决定(例如)对事实的数学表达或符号表达，在其结构上与这些事实的结构是同构的。这是一种经验发现的问题。但是，这样一种理论是在这样一种对应关系被发现时所通行的种种条件的理性重建。

因为科学中最普遍的表达手段是数，或算术系统，所以这一点看起来是合理的，【146】即算术的形式化是这样一种理论的重要实例，因而我们将简要考察一下这种形式化是怎样完成的。

## 算术的形式化

就算术是对事实的一种表达而言，我们关于数的普通直观以及在计算、排列次序和收集事物方面的经验是算术的基础；从我们根据世界上实在的运算来解释算术符号这个意义上说，算术肯定是对事实的一种表达。例如，在科学测量中我们用数字来表达长度、时间和量的大小，正象我们用数来表示排列顺序一样。可是，现在我们所寻找的是这样一种形式理论，即这种算术是该理论的一种释义，或者(例如)测量是该理论的一种模型。然后，我们依赖于人人都知道的计算、收集和测量这些熟悉的活动，以作为我们构筑如此一种形式系统的最初资源。

我们在学习计数中所了解到的某些关系在此可选列出来作为主要的关系。例如，在数物时我们从一个物数到下一物，在用数表示我们所计算的物时，我们也是一个数一个数地往下数，我们可以把后一个数叫做前一个数的后继数。我们总是从某处开始计数，所以在数数中存在着一个起始数，它具有不是任何数的后继数这种与众不同的性质，而且我们通常假定，在计数过程中我们是不会穷尽数的（当然，孩子们的数是有限的），因而无论我们所计数的事物的集合有多么大，我们仍可以继续无限地数下去，因此我们假定，不存在最后的数<sup>①</sup>，因为在靠计数来排列事物时，我们想保持这种次序的唯一性，对同一事物不计两次数，也不用同一个数去数两个事物，所以我们可以表述出这个要求，说没有两个数具有相同的后继数。我们可以很方便地把人们熟知的这些计数性质列举如下：

- I.  $n$ 是一个数。
- II. 任何数的后继数是一个数。
- III. 没有两个数具有同一个后继数。
- IV.  $n$ 不是任何数的后继数。

可以看出，在这种形式中， $n$ 是起始数，因为根据IV，它不是任何数的后继数。【147】I和IV不过是向我们明确陈述：“起始数”是一个数，因为，正如我们将要看到的那样，“是一个数”这种性质随后就“沿此路线传递下去”，到任何适合这些要求的事物。如果我们考虑到计数的性质，我们就可以根据“…的后继数”这个

---

① 因此，这个假定是，对于任何数 $n$ ，存在着下一个数或它的后继数 $n+1$ ，因而存在着无限多个数。在按照逻辑学推导出算术的基础的过程中，为了对这个假设提出一个逻辑证明，罗素把无穷公理引入逻辑系统，这个公理说明存在无穷多个具体的个体。这是在关于数学的逻辑基础方面，亦即在为数学模型提供一个形式理论的工作中讨论得最多的课题，但是我们将不在这里作进一步讨论。

关系的形式性质来描述这种关系的特性。假定我们选取两个序数，使得 $y$ 是 $x$ 的后继数。那末显然“如果 $ySx$ ，则非 $xSy$ ”。所以我们认为“…的后继数”是非对称的。而且这个关系是非传递性的，因为“如果 $zSy$ 且 $ySx$ ，则非 $zSx$ ”。（可以把这个关系看作是由Ⅲ得出的，因为如果这种关系是可递性的，那末 $z$ 就是 $y$ 和 $x$ 二者的后继数，但Ⅲ却声明没有两个数具有同一个后继数）。因此，正象我们已经看到的那样，“…的后继数”是一种非对称性的和不可递性的关系。

尽管这里所做的尝试对于我们的计数直觉来说是偶然的，但可以看到陈述Ⅰ—Ⅳ已开始具有关于它们的一种形式的外观。我们根据对“数”、“后继数”和“起始数”这些术语的算术解释所理解的这些陈述实际上就是意大利数学家皮亚诺(G. Peano)提出算术形式化的开头四个公理，这已非什么秘密了，皮亚诺与狄德金(Dedekind)、弗雷格(Frege)以及其他的人一起开始提出这种形式理论，我们的经过释义的算术就是这种形式理论的模型。关于这是一种形式系统，我们简短地多说上几句。但我们需要再补充一个公理，它虽不象其他公理那样明显，但却牢固地建立在我们的算术直觉基础之上。我们用一种显得有些笨拙的方式将它表述如下：

Ⅴ. 所有(自然)数在下述条件下都具有某一给定的性质：

(a) 起始数具有这种性质，并且

(b) 如果任一个数具有这种性质，那么它的后继数也具有此性质。

这个公理涉及到所谓的数学归纳法，并表明了强烈的算术直觉，这种直觉使我们从一二个实例便做出结论说某种性质是一切数所具有的。例如，我们从“ $2^2=4$ ”和“ $8^2=64$ ”这些例子即可得出结论说，任何偶数的平方都是偶数，虽然我们决不可能对一切偶数来检验这个结论。或者在关于具有 $n$ 个项的级数和这个稍微复杂一点的算术定理中，当自然级数以0作为起始数开始时，它的

$n$ 项和等于 $n^2$ 与 $n$ 之差的一半〔或者用算术式子表示： $S = \frac{1}{2}(n^2 - n)$ 〕。

人们可以轻而易举地证明，这个定理对于只具有一个数(0)和 $n=2(0, 1)$ 或 $n=4(0, 1, 2, 3, )$ 的级数都是成立的。我们可以认真地用 $n=17$ 或 $n=372$ (它将得到很大的和!)来检验这定理。但一般说来，我们会认为它对 $n$ 的任何值都成立，尽管我们决不可能检验这一点。在数论中我们能够做出这个定理的证明，即靠证明而不是靠公理来支持它。但是在算术系统中，在沿此路线的某处，这种要求将会被提出来，所以这个公理(按照彭加勒的观点)是否建立在我们的算术直觉的基础上，【148】或者它是否能够在基于算术的理论中或算术的逻辑基础中的一个逻辑证明而得到证实，这已经成为一个热烈讨论的问题。

已知这五个公理以后，我们就可以看出演绎系统是怎样构造的，在这个演绎系统中从这些公理推导出各种作为推论的定理。但是，一个演绎系统是某种我们尚未加以考察的系统，所以我们在这里可以简要地提出一些对这种系统的要求。

如果我们从形式的角度重建我们迄今所讨论的内容，那末我们就可以说，(皮亚诺的)形式系统P是一种未经释义的形式系统或理论，而任何级数都是这个形式系统或理论的一种模型或解释。<sup>①</sup>这样一种形式系统或理论的元素应该是：

① 正如罗素(在《数学哲学导论》中)所指出的，皮亚诺公理并不唯一地把自然数(0, 1, 2, 3, ……)作为其模型或解释。例如，奇数级数或偶数级数或每第5个数的级数，各自满足这些公理所提出的条件。例如，由于偶数2是“起始”数，每一个数的后继偶数都是一个数，等等。既然作为序数的自然数集可以被一一对应地映射到偶数上，例如 $\left( \begin{array}{l} 0, 1, 2, 3, 4, \dots, \\ 2, 4, 6, 8, 10, \dots, \end{array} \right)$ ，或者映射到奇数上，例如 $\left( \begin{array}{l} 0, 1, 2, 3, 4, \dots, \\ 1, 3, 5, 7, 9, \dots, \end{array} \right)$ 或者映射到每个第5数上，例如 $\left( \begin{array}{l} 0, 1, 2, 3, 4, \dots, \\ 0, 4, 9, 14, 19, \dots, \end{array} \right)$ ，那么，所有这些集合都是同构的，或者具有一一对应的映射。因此，它们都具有相同数目的元素，或者它们的基数是相同的。

- (i) 原始的或未经定义的项：“0”、“数”、“后继数”。
- (ii) 原始项出现在公理 I—IV 中。这些公理是该理论的一些原始命题或原始公式。其他一切命题或公式都是通过证明从这些公理推导出来的。
- (iii) 形成规则和变换规则：这些都是关于合式公式的或该理论的可容纳的命题的规则，而且关于推理的规则允许做出从一个命题到另一个命题的“变动”。
- (iv) 定义：这些定义是利用未经定义的项来引入经过定义的项，因而可以通过还原为未经定义的项而被消除。但是，这些定义利于推理的步骤。
- (v) 可以根据(i)—(iv)得到证明的各种定理。

根据我们的目的，我们将采用下列使用 0、数和后继数的公理的形式。为了简略起见，我们用符号  $x'$  表示  $x$  的后继数，这里的  $x$  是一个代表任一数的变数。

I. 0 是一个数。

II. 如果  $x$  是一个数，则  $x'$  也是一个数 ( $x$  的后继数是一个数)。

III. 没有两个数具有相同后继数。【149】

IV. 0 不是任何一个数的后继数。

V. 所有的数都具有性质  $P$ ，如果

(a)  $P(0)$

(b) 如果对于任何  $x$ ， $P(x)$ ，则  $P(x')$ 。

我们引入两个定义：规定“+”和“·”的运算。

定义 1. 加法(“+”)：(1)  $x + 0 = x$

(2)  $x + y' = (x + y)'$

定义 2. 乘法(“·”)：(1)  $x \cdot 0 = 0$

(2)  $x \cdot y' = (x \cdot y) + x$

这些运算很容易被解释为：(1)任何数与0的和等于该数；(2)任何数与任何其他数(或自身)的后继数的和等于该两数和的后继数。对于乘法，(1)任何数与0的乘积等于0；(2)任何一个数与任一其他数(或自身)的后继数之乘积等于该两数的乘积与第一个数的和。当然，经过解释，就可以表现为一些普通的例子，比如， $2+4=6$ 和 $3\times 7=(3\times 6)+3$ 。但是，这些恰恰是我们希望形式系统与之适合的那些映射。因此，这个方案被剪裁得适合于算术。但是它被构造成一种形式的演算，其中的定理在得到解释时，就成为对算术定理的映射——以及对算术与之同构的任何东西的映射。

在这个系统中，作为一种比较简单的证明，我们可以把某种在其算术形式中易于认识的表述看作是个“定理”，如：“ $3+1=4$ ”。不过，人们是在对一些物体的集合进行计数和相加的实践经验中，即当人们用物体集合的物理量的属性来解释“3”和“1”和“4”、并从操作方面将“+”解释成把这些集合结合或收集在一起时，学会这条“定理”的，而我们只是求助于该系统本身的元素，这种证明的每一步的正确性要末是通过这些公理(或作为定义)来证明的，要末是通过我们刚才介绍的定义1和定义2，或是通过一个逻辑规则(例如，等量替换等量)，或是通过某种已被证明了的前提(例如证明中的前一步)来证明的。有关这样一种形式证明的外表奇特的东西就在于我们的普通数是由定义引入的。例如，(0')或者0的后继数是数“1”的定义，而(0')或者0的后继数的后继数定义“2”，所以，转变为通常的算术记号“ $3+1=4$ ”，完全是借助于可还原为原始项的经过定义的项。该证明如下表所示，其中右行是每一步的正确性的依据。【150】

证明： $3+1=4$

1. 0'是一个数。

1. 公理 I 和 II。

- |                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| 2. $0' = 1$ 。           | 2. 定义。                |
| 3. $(0')'$ 是一个数。        | 3. 步骤 I 和公理 II。       |
| 4. $(0')' = 1' = 2$ 。   | 4. 代入法和定义。            |
| 5. $2'$ 是一个数。           | 5. 步骤 3, 代入法和公理 II。   |
| 6. $2' = 3$ 。           | 6. 定义。                |
| 7. $3'$ 是一个数。           | 7. 步骤 5, 代入法和公理 II。   |
| 8. $3' = 4$ 。           | 8. 定义。                |
| 9. $(3+1) = (3+0')$ 。   | 9. 代入法和加法。            |
| 10. $(3+0') = (3+0)'$ 。 | 10. 加法定义的第 2 部分。      |
| 11. $(3+0) = 3$ 。       | 11. 加法定义的第 1 部分。      |
| 12. $(3+0)' = 3' = 4$ 。 | 12. 代入法, 步骤 11 和步骤 8。 |
| 13. $(3+1) = 4$ 证毕。     | 13. 代入法, 步骤 9 和步骤 12。 |

在这个形式系统中, “3”、“4”“1”、“+” 这些表达式除了它们根据原始项所得到的定义外, 并没有什么意义。它们也完全可以被写成(出于句法目的的)“A”、“B”、“C”、“%”, 正象原始项“0”、“数”、“后继数”可以写成“\*”“sherk”和“addressor”一样。但是, 这个理论显然是打算作为对算术的映射的。还有, 这些数代表着什么呢? 我们已经看到皮亚诺公理所映射的序数表示顺序或序列的关系, 比如, “第一”、“第二”等等。(注意, 这里是 0 而不是 1 为始数, 这与普通计数有点不同。)但是, 根据某种线性顺序或序列命名某物在级数中的位置与计算该级数有多少元素是不同的。这里我们遇到映射中的一种区别, 即表示序列中的位置的序数和基数(即个数)之间的区别。下面我们可以看出这种区别: 为了经过变换保持序列或排列次序不变, 序数必须唯一地映射在它们所表示(比如, 高度和重量)的级数上。但是, 为了确定两组具有相同个数的事物之间的一一对应关系, 完全不需要计算出全部的数, 而只要注意到一个集合的每一元素在另一集合中有一个

对应元素就可以了。这可以简单地通过检查在任一集合中是否存在任何“剩余的”元素而加以确定。比如，如果在一个音乐厅中，在场的人都坐到座位上而仍留有空座位，或者因为所有座位都坐满了，有某些人站着，那么我们不用计算就可以知道，人数与座位是不相等的；而如果没有出现站客和空座位，那末我们就知道人数与座位数相等。

用具体数字对数性的释义也可以用一种理论来表述；不过这里的方法也许具有更巨大的经济性。因为我们刚才所讨论那种形式理论和它的推理结构对于序数和基数同样是适用的。为了用这个理论映射基数，我们只须把数——所谓自然数或整数——解释为基数。【151】但是，这样一种解释是什么呢？

我们可以从考察我们认为是可计数的事物所具有的一种不变的性质入手：它们是它们自身，并一直保持为其自身。这看来好象是对事物的可数性的怪异的要求。然而，如果我们当作一来计数的东西决定变成两个或七个东西，然后可能又成为一个，那末计数就会是一种偶然的事情，如果不是毫无希望完成的任务的话。因此，不论我们是数手指还是数星星，如果一个指头仍是一个指头，而且一个星星仍是一个星星，我们便认为我们的计数是有效的。但是，数一个指头、一个星星或任何一个别的东西是以这种事实为依据的：即不论我们所数的是些什么东西，都具有与任何可被数为一的其他东西相同的形式性质。我们可以主张这一点，把“一”描述为一切可数的事物所共有的一种性质，即作为自我等同、比较恒定的单元。如果我们乐意，可以把这种形式性质叫做“单一性”，但是，把可数事物说成是事物的集合或类的元素更接近于我们对可数事物的直觉。如果我们采纳这种说法，那末我们所说的一就是某个类的所有元素共同具有的这种性质。任何属于一的事物从其作为那一个事物的自身唯一的同一性的方面上



说，是构成了具有一个元素的一个类。宇宙间一切事物都可说是自我同一的，从它们都是可区别的独一无二的事物的角度上说，每一事物都具有它自身的同一性，或者具有独一无二的一组使它成为该事物而不是其他事物的性质。这种一元素的类或单元类，虽然它们的元素是独一无二的，但它们本身还是共有着一种性质的，这就是每一个类只具有一个元素。所以，我们可以把基数一定义为所有只具有一个元素的那些类的类，或者所有单元类的类。类似地，基数二定义为所有具有两个元素的类的类，而基数0定义为所有无元素的类的类，或者空类(或“零类”)的类(因此，我们可以看到，只有一个空类，因为它没有任何元素)。

因此，我们可以〔用奎因(Quine)的话说〕用这种方法对数加以释义，即我们可以根据基数性(也就是，在同元素类的每一个类的元素个数这个意义上)对自然数作出一种释义，这次是在“多少”这个意义上产生出基数0, 1, 2, 3, ……来表示自然数级数的相继的项。可以有几种方法来做这件工作，即用各种不同的集合论或数论的探讨方法。从直觉上说，每个相继的数都是靠把1加到前一个数上而产生的。如果我们把“0”作为起始数入手，并把它解释成空类或不具有元素的类，那末我们就可以“产生”出第二个数即“1”作为拥有这个空类为其唯一元素的类。例如，如果表示空类的  $A$  是 0，那末  $\{A\}$ ，即含有空类为其唯一元素的类就是1。接着，包含单元类(它又包含空类作为它的唯一元素)的类是2，或者  $\{\{A\}\}$ ，等等。这是策梅罗(Zermelo)的办法。另外，根据冯·诺依曼(ron Neumann)的观点，我们可以从作为0的  $\Lambda$  开始，然后从作为1的  $\{A\}$  开始，【152】但是，把0和它的后继数1的结合看作“下一个”类，例如，把  $\{0, 1\}$  或  $\{A, \{A\}\}$  看作2。这样，3是所有比3小的类的类，因此  $\{0, 1, 2\}$  就是3， $\{0, 1, 2, 3\}$  即为4，等等。类似地，我们可以用加法的定义  $[x+0=x$ ，和

$x + y' = (x + y)'$ 去证明任何一个数的后继数都是靠把 $0'$ 加到该数上，亦即加上1而产生的。比如，如果 $2' = 3$ ，那末由于 $2 + 0 = 2$ ，并且 $2 + 0' = (2 + 0)'$ ，那末 $2 + 1 = 2' = 3$ 。加法的运算概念在形式上就由这种表示所映射。如何我们选用其元素可以互相独一对配的两个类，那末从加法上说，“下一个”数的基数类将是这样一个类：它的每个元素可与前面两个类中的任何一个的元素具有一一对应的关系，但却剩下一个元素（这个元素与任何单元类对应或配对）。

因此，同构性用“数性”这种性质或世界上事物的数的性质之间的关系来表示，就被这些有关数的定义所规定。一切二元素的类都可以使它们的元素具有一一对应的关系，三或四或 $n$ 元素的类也是如此。从“多少”的方面说，如果两个事物的集合都是具有相同基数的类的元素，那么它们就是同构的。在未经解释的形式系统中的数（或者数字，它们是这一系统中的数的名称）一旦被释义成基数，也就是，一旦数字“2”被用来表示一切二元素类的类，那么数“2”用一种经过释义的形式系统来映射数的性质就成为切实可行的了。因而，作为世上各种事物集合的数的性质的量之间的关系就可以用数学系统加以映射或表示。对这种表示的检验本身决非纯属形式上的，因为，世上各种事物集合的数的性质事实上是否与其数学表达同构，这是属于经验发现的事情。加法、减法、除法、乘法，完全像微分和积分那样，在事实之间的关系中具有那么多的它们的经验对应部分，而且我们关于这类数学运算的概念最初来源于实用上对测定量和整理序列、确定变化率等方面的关注。我们对事实之间的这些关系的表示，对自然结构及其过程的形式表示，依赖于我们在构思各种符号体系方面的创造才能，这类符号体系在映射中经过符号演算的变换仍保持着这些关系结构。

我们的智力对自然界的统治，我们对环境的控制和管理，极大程度上取决于我们以这样一种方式来表达自然，即保持我们经验的真实性并能经受新经验的检验。在这个意义上，所有这些表达都是一回事，即测量自然界；正是为了从它的经验和形式方面探讨这种测量，我们转入下一章。

## 第七章<sup>〔153〕</sup>

### 测量

#### 测量过程

测量是我们在一切季节和一切条件下，无论昼夜、冬夏所做的基本工作之一。认识和维持有序，一般地说是生命有机体的条件；从广义上说，一个有机体就是一个靠测量器官或者说靠一种通过测量而调节自身的机制维持种种活动的系统。希腊人在他们充满智慧的文学中、在他们的医学理论中早就认识了有机体整体性的条件：“凡事不过分”。太多和太少是疾病的条件，是威胁内稳态的条件，内稳态标志着有机体成其为有机体，成其为能够在维系生命的测量与测量的微妙交换中进行补偿，吐故纳新——即在生命过程中的原料：空气、食物、热量、水分的摄取和消耗方面保持平衡——的自我调节的系统。

人类生活的许多复杂活动包含着另一个等级上的测量。虽然身体是一种无意识的测量机制系统，而人却又是在标志着他是会思维和能说话的动物的整个活动范围内进行有意识的测量的。一旦概念和语言的形成发展到关于事物、相同和差异这些观念，那么，随着各种名称和描述将种种个别的事物在某种集合中把它们聚集并相互联系了起来，对话就已经表明种类这个概念是一个有序化的概念。测量在识别、比较和分类过程中已经有了它的根基。家庭和社会生活的物资和工具方面的计数、均分、分配和安排的经验实践产生出适用于比动物性生存更高级的测量新技术。〔154〕

公有和私有财产的发展；在生产、战争、狩猎以及成为古代社会的普通的有节奏活动的组成部分的诗歌和舞蹈艺术中的工作和职责的组织；社会各等级的设施，按一种阶梯次序而具有各自的权力、权利、责任的各种国家组织的设施；这种等级制度在法律和政治理论中的形式化；运用有序技术、出于某种形式和目的的考虑而把秩序强加到材料上的建筑结构艺术的发展；观察并记录重复出现的事件，以标示安排农牧业社会生活秩序的循环间隔——这些以及更多的事件提出了各种无休止的要求，从这些要求中产生出测量技术和测量的概念。

因此，测量过程是从实际生存的各种需求中产生出来的。不论它变得有多么奥秘，其基本过程仍然是日常生活结构的经纬的组成部分。恰如人们可以预期的那样，测量的各种概念成为日常语言的一部分，被编织进日常语言的最普通的术语和最普通的习惯用法以及日常语言本身的结构中。这些基本测量概念的提炼是人类最大的成就之一，它经常为技术的变化和社会的改革提供手段。我们将首先考察其中的某些基本概念，借助于形式分析发现诸如在比较、量值、有序化的概念中，在由质到量的关系中，在测量的标度及其定标的构成中，所表达的有关测量的基本特点。最后，我们将考虑测量在科学中的应用，了解这个过程及其形式理论使什么样的力量变得能为科学思想所利用。

## 种类、比较和分类

任何测量过程的真正基础是最低级的和最朴素的智力与语言操作：即确认某事物属于一定的种类。我们在后面将看到，这个“简单的”第一步常常也是测量过程的最后一步，它需要理论和观察的微妙而又复杂的交互作用。不过，在开始时，我们只需要指

明和描述这类“简单的”识别过程。在“观察”一章中，我们已经以观察所显示的初步方式，通过断言该事物属于哪一类而进行分类。接着，我们选列出事物的特征，我们在各种语境中或按照不同惯例把它们称为性质或属性或质。我们说一种事物属于某一种类，那是说它是属于那种事物的类的一个成员。甚至当我们用专有名称选定某物为“某一种类之一员”时，就已经认识到：单元类的概念仍然使之有可能把它当作是一个类中的一个成员。但是，种类已经是一种比较性的概念。同一种类的事物在某种性质上相似，或者说具有某种共同的质。【155】比较任何两个事物就是致力于发现它们的相同之处和不同之处。在亚里士多德最先作为生物学和物理学的分类工具而发展起来的古典分类语言中，对种属和种差作了区别，种属是相比较的任何两个或更多的事物所共属的类，种差则表示这个类的适当的子类，子类标志着该类内部的差别。于是，种属的类将是，例如，犬、猫、马。狗和狼属同一种属，但在该种属内则区别为狗和狼。如果我们把狗取作种属，然后再按其差别对这一类进行区分，即分成猎狗、獭，如此等等。这种分类的结果，用图解法表示就是分类树，或分支图解。这种分类的意义在于，它比之单纯的识别具有更多的内容；因为在分类中，被识别的事物间的关系以分类关系的形式得以表示。这就使得有可能发展起一种具有形式体系的一切性质的分类的形式体系，即：以如此一种方式阐明观察到的关系并进行鉴认，以便允许按规则作出推理。这样一种形式体系的最初发展，在亚里士多德的演绎推理逻辑中，实际上是阐明普通语言的分类特征，阐明描述性陈述的真正主语-谓语形式在什么程度上已经成为一种初步的分类方法。分类的这种形式分析的比较充分的发展，除了它在经验分类工作中得到精炼外，表现在分类关系的数学化，成为（由乔治·布尔和其他人在19世纪所发展的）类演算或一种类关系

代数的形式。布尔代数，或者说布尔逻辑使类关系和类属成员的概念形式化，因此可以以纯形式的项词进行演算。

这样一种类逻辑或初等集合论的基础概念就是类属成员、类的内含、类的并集和类的相交。我们把这种逻辑范围看作是个体的某一固定的集合或类，并把类的关系看作是该范围的子类之间所持有的。在把个体划归为类的这种运算的形式表达中所用的记号是各不相同的。其中，从个体是类的成员或属于这些类的角度上考虑，这些个体就被当作类(或集合)的“元素”，而且“作为成员”或“属于一个类”这种关系用符号“ $\in$ ”表示。小写字母用来表示元素：习惯上， $x, y, z$ 表示单个变量， $a, b, c$ 表示单个恒量。因此，表示式“ $x \in B$ ”指的是“ $x$ 是B类的一个成员”或者说“ $x$ 属于B”。另一种不同的记号表示把一些谓词指派给单个变量或恒量，因此以“ $B(x)$ ”或简单写作“ $Bx$ ”表示谓词B指派给单个变量 $x$ ，这里的B代表 $x$ 所具有的某种性质。后一种记号是采用了数学的函数记号(读作“ $x$ 的B”)。

一个类或一个集合用符号“ $\{ \}$ ”表示，括号内给出其成员的名称，因此表达沙姆和哈里这些个人的集合便写作{沙姆,哈里}。【156】它与{哈里,沙姆}是同一集合，因为成员的顺序是无关紧要的。当两个集合具有全部相同的成员且只具有相同的成员时，则说它们是同一的。这些集合或类之间的关系也可以被规定或用符号表示。

一个集合包含在另一个集合中(其中，一个集合的所有成员也是其他集合的成员)的表达在普通的言谈中即是如“所有——都是”，如“所有的狗都是犬”。这种关系用包含的符号 $\supseteq$ 来表示，因而，这个例子就可缩记成“ $D \supseteq C$ ”(D代表狗，C代表犬——译注)。这指的是集合D中的每个成员也是集合C的一个成员，所以也可以说D是C的一个子集。

因为显然“所有的狗都是狗”和“一切犬都是犬”，所以我们可以进一步地说，每个集都是它自己的子集，或者，对任一集合  $A$  来说， $A \supseteq A$ 。按我们关于同一的条件，如果两个集合  $A$  和  $B$  具有相同的成员，则有  $A = B$ ，或者说是  $A \supseteq B$  和  $B \supseteq A$  两种情况。但当  $A$  的所有成员也是  $B$  的成员，而并非  $B$  所有成员都是  $A$  的成员时，或者当  $A \neq B$  时，则  $A$  可称作是  $B$  的真子集。因此， $A$  是它自己的子集但不是自己的真子集。集合 {猎狗, 獾} 既是集合 {猎狗, 獾, 猯} 的一个子集又是它的一个真子集，但 {猎狗, 獾, 猯} 不是 {猎狗, 獾, 猯} 的真子集。真子集的记号是  $\subset$ 。

两集合的并集用符号“ $\cup$ ”表示，并集是一个集合，它的所有元素都是由并集关系所连接起来的那些集合中至少之一的成员。例如，玩棒球者和小提琴手的集合的并集是所有这样的人的集合，即他们或是玩棒球者或是小提琴手，而且作为一个联合的类将包括所有的玩棒球者和所有的小提琴手（有时记号“ $+$ ”用来表示这个关系，因此两个集合的并集就叫做它们的“和”）。

两个集合的相交被定义为同时属于两个集合的所有事物的集合，并用符号“ $\cap$ ”表示（或者也可以用代数中标志乘法的小圆点“ $\cdot$ ”表示，因此这种相交关系被称作两个集的“乘积”）。此外，当两个集合彼此排斥，或者说不存在同为两个集合的成员的任事物时，这些集合的相交被称作空集，这就是说，是没有成员的集合。因此，例如像玩棒球者的集合和小提琴手的集合的交是所有同时也是小提琴手的玩棒球者的集合（或同样可以说，是所有同时也是玩棒球者的小提琴手的集合）。如果没有玩棒球的小提琴手，那么，这两个集合就是互相排斥的，它们的相交就是空集。空集用符号  $\wedge$  来表示，并当作是每一个集合的子集。而且，如果  $A$  是一个没有成员的集合， $B$  是一个没有成员的集合，【157】那么凡属  $A$  的成员的每一事物也就是  $B$  的成员这一点就是真的，反之



亦然。因而  $A = B$ ；所以存在一个且仅一个空集。与之相对照，全集是该领域或逻辑论域中全部个体的集合。取决于对论域的选择，用符号  $V$  表示的全集合可不同地取作，例如，“所有实数的集合”，或“所有物理客体的集合”，或“所有玩棒球者的集合”，而其逻辑的范围就将包括该领域里的所有子集（根据定义得出空集是全集的一个元素）。

表示类关系的这种形式系统显示出类间的秩序关系，例如非对称性和可递性。我们可以看到，例如一个类对该类的一个真子类的关系是非对称性的（如果  $A \supset B$ ，则非  $B \supset A$ ）和可递性的（如果  $A \supset B$ ， $B \supset C$ ，则  $A \supset C$ ）。我们也可以看到类包含关系的这种形式性质可以被映射在另一种形式系统的形式性质上，例如映射在涉及“大于”的这种有序关系的自然数的形式性质上。这样一种关于类的有序化于是可以被看作是与自然数系统同构的，只要有可能用数来表示以某种关系互相关联的一些类，因为数映射出这同一种的关系。在这种意义上，我们可以把一个系统当作是对另一个系统的一种释义。因此，一旦我们关于这些经验操作的形式分析被看成是与数的系统或数系统的某个子集（它的形式化我们在前面已作过讨论了）同构的，那么，识别事物属于某一类和在这些类间建立关系的最初步骤就使我们开始了整个测量和标度的事业。

一般地说，任意两个被比较的事物，如果它们被当作某个共同的类的成员，那么，它们就因此而被认为在某种属性上是等价的，而这种属性便是使其成为该类的成员的条件。用另一种方式说，即：具有某种共同属性的事物可说是产生出这种属性的类；不管这些事物在其他方面是如何的不同，它们在这种属性方面是具有彼此等价的关系的。设想我们正在从其颜色属性方面对许多事物进行比较。其中一些是红的，一些是绿的等等，尽管如此，

它们全都具有某种颜色的属性，在这方面它们是等价的。于是我们可以说：在某种属性上可比较的事物的类对于一切具有这种属性的事物所产生的该属性而言是一种等价类。该类的任何成员对任何其他成员的关系，不论具有什么属性，都是在这种属性方面的一种等价性。但是，这种等价关系具有某些形式的性质：它是对称的和可递的。不过现在我们可以按如下的方式来丰富我们关于关系的属性的词汇。我们可以说，任何事物在某种属性上是与自身等价的，而且我们还可以说，一个等价类的任何成员对任何其他成员都具有等价的关系。【158】这种关系是自反性的，并且是强连接的。我们因此可以引出下面这些定义：

1. 当且仅当 $(x)(x \in A \rightarrow xRx)$ 时，关系R在集合A中是自反性的。

2. 当且仅当 $(x)(x \in A \rightarrow \text{非}xRx)$ 时，关系R在集合A中是非自反性的。

3. 当且仅当 $(x)(y)(x \in A \cdot y \in A \rightarrow xRy \vee yRx)$ 时，关系R在集合A中是强连接的。

4. 当且仅当 $(x)(y)(x \in A \cdot y \in A \cdot x \neq y \rightarrow xRy \vee yRx)$ 时，关系R在集合A中是连接的。

然而，根据一种属性比较事物时，我们可能仅限于区分出具有这种属性的事物和那些不具有这种属性的事物。正如我们已经了解到的那样，在具有一种共同属性的事物之间，存在着一些特定的差异，这种差异可以说把这种属性的等价类区分开，就像狮子和老虎把猫科的类（与别的猫种一起）划分开一样。但是，我们不能如此来谈论这些子类，即说这一个比另一个“更属于猫科”。在口语中我们也许可以说黑狗比小长卷毛狗“更像狗”，以此来表达玩赏动物方面的偏好，但这样一来我们就不得不具有某一按这个性质的程度所安排的“狗性”尺度。

某些属性使它们自身适用于这个解释，容许从程度上或数量上加以有序化。因此，在较严格地使用“比较”时，比较的等价类的成员可以按具有该属性的多和少的关系而彼此对应。长度是所有具有长度的物体的属性，正像甜味是所有甜的东西所共有的属性一样。但是这些属性具有程度和数量的差别。长度蕴含着不同长度间的比较，恰如甜味蕴含着甜的程度间的比较一样。所有取比较形式的属性术语如较长或较甜，允许将该属性的等价类成员整理有序，如同将类和真子类整理有序一样。然而，一个类按比较的程度来说，并不比一个真子类具有“更多”的某种性质，而不过是较大程度的某个性质“包含”较小程度的该性质作为一个子类。然而，一种性质的程度关系和类包含的关系二者都具有同样的形式性质，即：非对称性、可递性、非自反性和连通性。我们现在可以用几种方式来显现这种关系(图3)，它们在形式上是彼此同构的。〔159〕

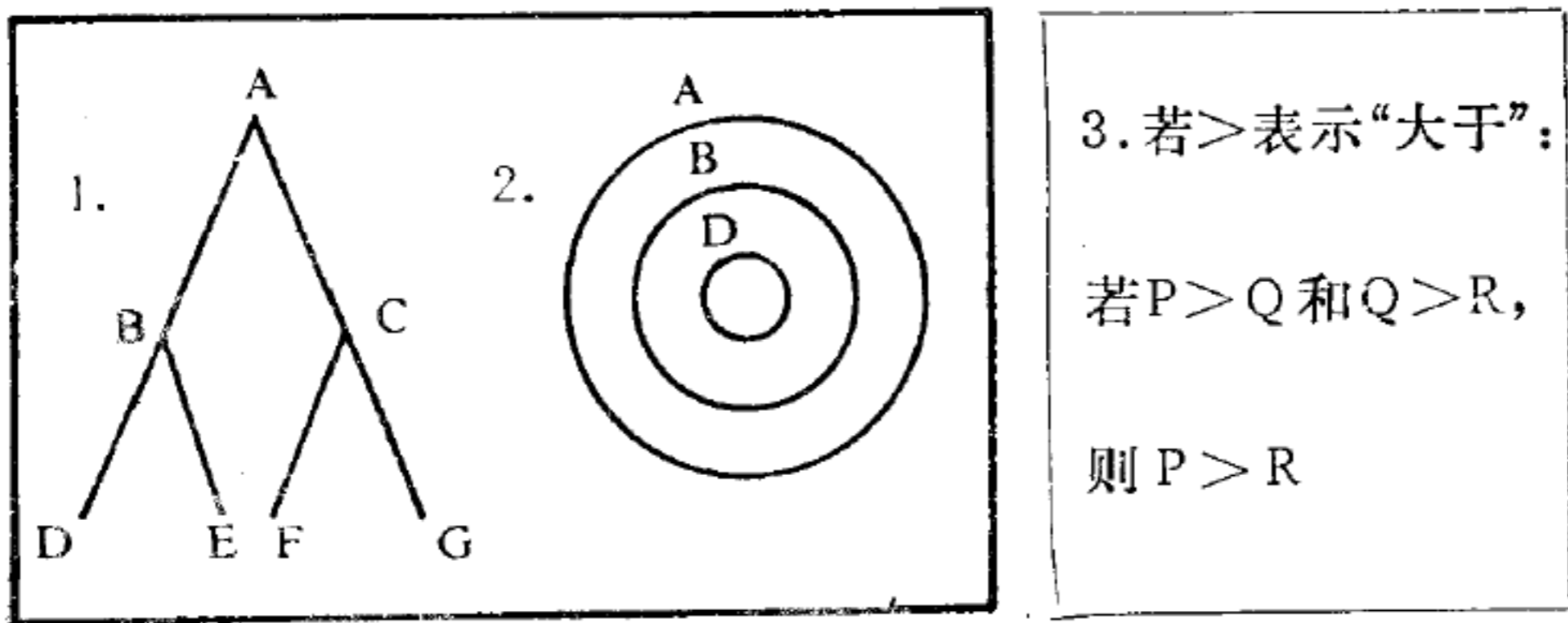


图 3\*

\* 注意在(1)中，B和C在A中相连接；D和E在B中相连接；F和G在C中相连接；但E和F不在C中相连接，因此E和F可在A中作比较，但不能在C或B中作比较。在(2)中，其中C意味着“包括作为一个真子集”

A ⊂ B  
B ⊂ D  
A ⊂ D

我们也可以把某种属性的一个等价类的具有同一程度的这种属性的任何两个成员定义为那些并且只是那些具有既不多又不少的这种属性的成员。因此，对于大于关系来说，在自然数系统中， $a$ 和 $b$ 两个数当不是 $(a > b)$ 且不是 $(b > a)$ 时，则 $a$ 、 $b$ 两数相等（具有相同的序数位置）。如果我们引进代表“既不……也不”的逻辑联结词，写作“ $\downarrow$ ”，则相等关系可以被定义为

$$(x)(y)[(x=y) \leftrightarrow ((x > y) \downarrow (y > x))]$$

它可用来表示所有那些容许在某种属性的程度或数量方面存在着差别的等价类的成员。不是所有的等价类都可以按这种方式来整理有序的，但显然其中有一些则是可以的。我们就把可以被如此整理有序的等价类的类的子类叫做一切量值类的类，并把量值类定义为容许其成员整理有序的等价类。如果我们用分类“树”或分支图(图3第一部分)来解释这一点的话，我们就可按如下分支来使之有序： $ABD$ 、 $ABE$ 、 $ACE$ 、 $ACG$ 。但 $DE$ 和 $FG$ 是不能沿这些分支进行比较的，因此不被有序化。用前面引进的集合论记号中(其中“ $\{ \}$ ”括号内是一个集合，“ $\langle \rangle$ ”括号内是一个有序集合)，我们可以把这个顺序描述如下：

$$\langle A, B, \{D, E\} \rangle \text{和} (7) \langle A, C, \{F, G\} \rangle$$

这样一种秩序(在其中并非一切元素都可以按某种量值的程度进行比较，因为 $DE$ 和 $FG$ 在这里就是不可比的)的所有元素并非都得到连接，因而被称为部分有序。它的所有元素并没有达到一种简单的线性有序。一种其所有元素都得到连接的有序，像沿着 $ABD$ 、 $ABE$ 等等的这些有序，被称作简单有序。因此我们将把量值类定义为其成员容许至少具有一种部分有序的类。我们将要看到，任何较强类型的有序化都包含这个条件，但不是所有量值类都具有比部分有序化更强的有序。

## 量 值 和 量<sup>[160]</sup>

序数标度：较多、较少和相同

量值是各种容许用度或量整理有序的特性。这些属性常常被当作可变质来谈论，在运动这个概念的发展中，一种质的程度，或内涵度、或形式的幅度的概念是一些从形式上探讨量值的早期尝试<sup>①</sup>。从历史上说，这些能够被这样整理有序的质或属性被称作内涵质，以对比于能进一步按照度或量的单元差异而整理有序的外延或维度的质。这种区别就是通常我们所说的质和量间的区别，质的差别包含着同一和差异，即通常靠感性知觉就能分辨的某种性质的或多或少的差别。而量的差别则涉及到究竟多多少，少多少，同时通常涉及到我们当作定量的测量。

不过按照我们的定义，并非一切量值都是定量的。普通的用法是着眼于某些作为特征量值的属性：长度、重量、大小或容积、力等等。我们通常并不把甜、可食用性、智力、愤怒或仁慈当作量值。但是，因为所有这些可以“定性地”从程度方面整理有序，所以，我们的定义也把它们包括在量值之内。然而，普遍感到这些属性由于某种原因而既不是精确的量值，亦非可精确测定的量值。在仁慈或愤怒的比较程度方面要达成一致意见，比在长度或重量方面达成一致意见要困难得多。我们认为后者的精确性乃在于：某种明确的定量差别的测量标准对于像长度或重量这些属性是可以应用的，但不能应用于诸如仁慈或愤怒这些属性。但是，“精确性”不是事物或事物间关系的一种内在的和可测量的属性——它取决于测量的目的。我们需要的是适合于手头的任务的

<sup>①</sup> 参看附录A，第7部分，关于中世纪时所谓默顿计算者们对运动的“质”和“量”的分析，这些计算者发现了力学中的平均速度定理。

精确性。为了将客体按大小次序排列，只要其大小的差别远远超出了感觉差别的阈值，那我们是不需要一具测微计的。因此，在任何测量中，我们都允许有公差，在这个公差的范围内，差别是无要紧要的，在那些具体的环境中，这些差别是可以忽略不计的。

如果所需要的精确性不大于可从定性方面加以确立的排列顺序的精确性的话，那么我们就只需要按照比较的程度对某一属性做出明确描述；用形式的术语说就是，这种属性的有序是与序数集同构的，或换句话说，这种属性的程度之间的关系是非对称的、可递性的和连通的。【161】这意味着任何这种类型的量值性质的程度，或这种量值类的成员都可按某一序数集一一对应的关系得到映射，因此，我们可以谈论甜的程度 $0, 1, 2, 3, \dots, n$ ，并且类似地谈论仁慈，可食用性和愤怒。很明显，对于任何两种具有同等程度的某种属性的事物来说，它们将在这种标度中占有相同的序数位置。在实际操作上，如果我们不能确定两个甜东西中究竟何者更甜的话，那么我们就把它们当作一样甜。在对这种关系的形式表达中，用有序位置表示某种量值的程度，比如使用序数，或使用字母表上相继的字母，或使用在一条直线上系列地排列着的点的某种几何图形，都将被称为一种标度，而且按其有序数同构的特征，称为有序标度。

因为任何具有这种顺序性的两个量值在这方面都是同构的，所以，它们可以相互对应，或可与作为一种标度的某种第三个这样的序列产生联合的对应关系（这就是说，同构关系的形式属性是可递性的）。这一点的重要性就在于，对任何两个这样的同构量值说来，其中的一个作为另一个的一种变换，可以用来表示另一个。

间隔、单位和可加性

然而，这里出现了困难。我们已经看到，如果我们要把数字

应用于计算之外的任何事情，那么，关于可数集合的皮亚诺公理需要用加、减等等的算术运算的定义加以补充。顺序性本身并不能使我们说一个数比另一个数大两倍或为其半，而只能说，它大于或小于或等于另一个数(这里，我们把较大数规定为“后继数”或“后继数的后继数”，如此等等)。我们可以用某数 $n$ 的一些后继数来引进一个“究竟大多少”的概念，这些后继数位于数 $n$ 和某个大于 $n$ 的数之间。例如，如 $(n')'$ 为 $n$ 的后继数的后继数，则我们可以说，它大于某个比 $n$ 大1级的数，或者说，它比 $n$ 大两级。但是为了不仅限于对此作出有序解释，也就是说，为了要定量地解释它，我们首先需要确立量的单位，而不仅仅是某种有序标度上的位置等级。比如，我们可以把仁慈的质安排为 $0, 1, 2, 3, \dots, n$ 等级。但一点也看不出来我们说的3级仁慈是比1级仁慈要大三倍，而且它肯定与我们的“起始级”0并没有算术的关系。又如，我们可以采用随意收集到的长短不一的管子并把它们按长短排列起来，但我们却不能接着就断言，排在第三个位置上的管子的长度比第一个位置上的管子长度要长3倍。也许会偶然出现这种情况，但它也完全可能长10倍！为了要知道它正好长3倍，【162】我们就必须在一个长度与另一个长度之间确定出某种差别间隔，我们将把它当作标准间隔。但把它取作标准就是把它当作一种不变的间隔，因此，若我们取这个间隔为 $m$ ，我们就需要有一种方法来建立起间隔 $m'$ ， $m''$ 的某种集合，使得该集合具有 $m = m' = m''$ 的关系。设想(参看图4)我们取一套管子，其长度按A, B, C, D的顺序依次增加。A和B的长度间隔是差 $(B-A)$ 。若取这作为我们的标准间隔，我们大体上就能测出任何其他间隔相对于它的差，以确定其他间隔是否等于、大于或小于它。但这样一来，我们就不得不把某一代表着间隔 $(B-A)$ 的物体转用来测量与它相对的这些其他间隔。我们关于不变性的假设要求 $(B-A)$ 在其表达中保持

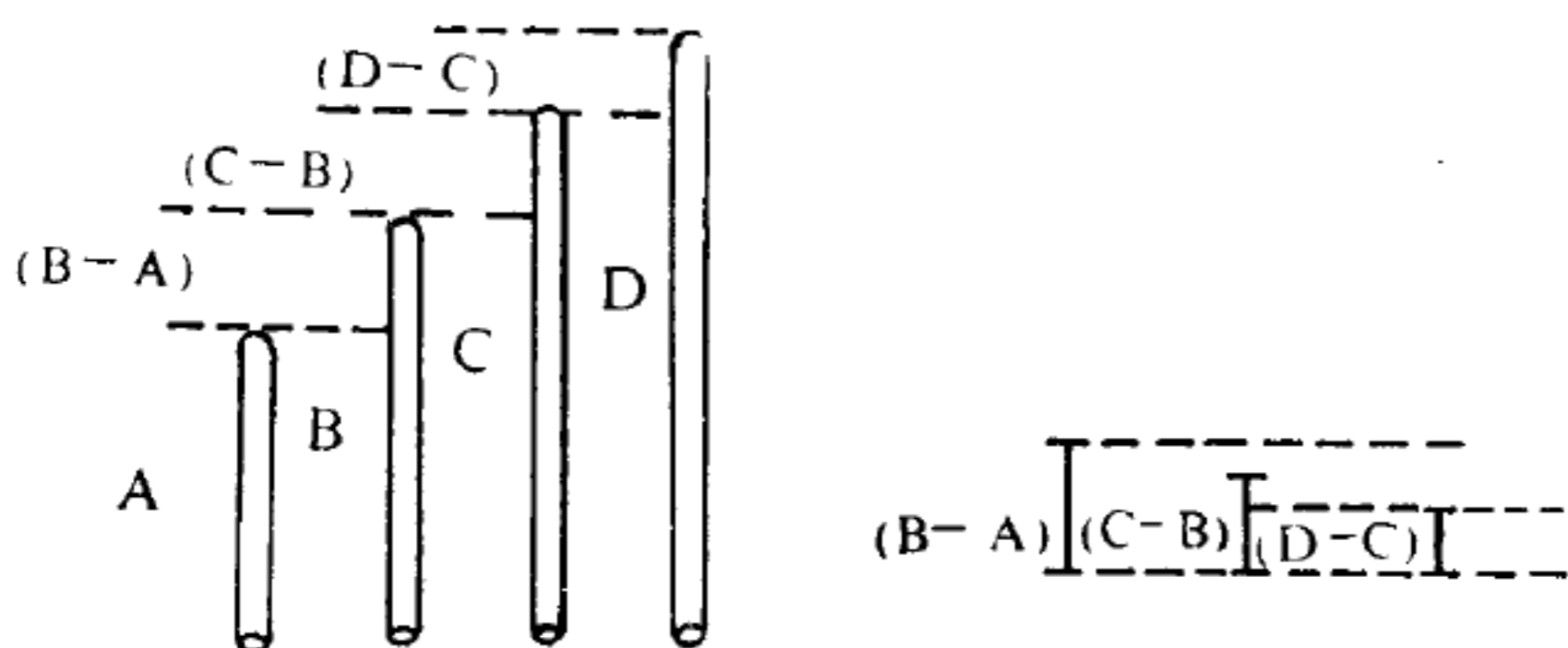


图 4

相同。如果我们是用一条橡皮筋来测量 $(B-A)$ ，那我们就不会有很高的信心认为我们能够以适当的精确性截取该间隔的长度，用来作为量度 $(C-B)$ 或 $(D-C)$ 的尺度 $(B-A)$ 。我们需要一种方法来检验被用作标准的一个长度差在其应用于测量的所有实例中，在不同的条件、不同的地点和时间的情况下，是否都保持与自身相等。我们当然不可能事先或先验地知道情况就是如此。如果我们认识了橡皮筋的性质，那么我们就可以得出这样的结论：它们的长度随张力的改变而改变。要是我们知道怎样精确地保持相同的张力，那么也许橡皮筋也能用来作为标准了。不过那时我们便需要有关于相等张力的另一种测量；它被适当地加以规定以使从一根橡皮筋到下一根橡皮筋，或同一根橡皮筋在两个不同时间上都能够使这种张力受到检验。我们宁可依赖于某种坚硬的、经过变换仍保持其长度不变的测量器具，例如钢棒，或卡钳。但是，能向我们担保这些器具保持相同的检验是什么呢？大体上说来，沿此线索追寻下来，我们在某处就一定会遇到某种按约定被当作标准的東西，例如华盛顿哥伦比亚特区标准局内的标准米尺。

通常对测量标度概念的简单化理解在这一点上陷入了错误。**【163】**因为随着标准米尺的使用，我们并没有解决这个问题，而只



是推迟解决这个问题。这些标准的自然长度并不是约定的，虽然我们从这样的长度中选用哪一个作为标准是约定俗成的，也就是说，它的选定是为了方便和实用起见，而一致同意使用这个而不是那个长度来作为标准。因为如果我们取长度作为一个量值，就是把它当作为某组事物的一种属性，因而这个量值的量不是约定俗成的，而是(在长度的情况中)某些客体或其部分的一种物理属性。

所以，明确确定某种量值的标准量是一件物理上得到定义的操作。我们可以从形式上确定，如果我们要以某种方式来使用这样一种量，这种量应该具有些什么属性；但我们是靠经验探索来发现具有这些性质的一些量的。我们的实践得出了某些这样的属性，其中最重要的一种是，某些量值是可以做部分相加或程度相加的，这类相加与数的相加同型，因此可以用数学上的一个加法系统来表示。这种可加性的必要条件就是我们刚才一直在讨论的条件，即确定某个量值单位取作标准并使用这个单位产生出一套这样的标准单位，它们在那个量值中全都相等。从操作上来说，我们可以这样来比较两个长度，即使它们重合，让一个跟另一个在所有点上接触(从技术的角度上，我们会说，具有这些长度的物体的曲率在接触的边缘上是相等的；若物体是“直的”，则它们的曲率为0)。然后，我们从经验上进行检验、看一看它们的终端，或刻在这些物体上的某些线或标记是否重合。例如，我们可以摸一摸终端，看看其中的一个是否与另一个重合，或者凭视觉估计精细的划线是否对齐。所以，迭合、重合和符合的条件规定了经验上关于相等长度的要求。以这种方式达到要求的(或可能的)精确度而建立起来的表示长度的数就构成了一套标准的单位量值。但这仅仅是走向可加性条件的一步。

我们要进一步说，终端与终端连接在一起的两个这样的〔单

位] 长度所构成的一个长度将比二者中的任何一个长一倍, 换句话说, 是一个具有两个单位的长度。这样看来, 为了检查这一点, 我们所需要做的一切就是选取某个单位量值并沿着这个双倍长度量上两次。如果这个单位长度的终端与双倍长度的终端相重合, 那它大体上就是两倍长了。但这显然是循环的, 因为我们只是做了两次相同的操作, 一次是确立“双倍长度”, 然后再对它进行“检查”。我们可以试着把一种 $45^{\circ}\text{F}$ 的液体“添加到”同一温度同一容积的液体中, 并说这种“添加”使我们得到两倍高的温度。如果我们为检查这一点而把“被结合的”温度的双倍容积与我们用两个单位新结合而成的双倍容积相比, [164]那么这两个“双倍容积”的温度当然将是“一致的”, 或相符的。然而, 这种“相加”并不使双倍容积得到 $90^{\circ}\text{F}$ 的“合成”温度。

因而, 我们所说的“可加的”含义并不由把事物或量值加在一起这种操作所定义。(在某些实例中, 甚至难以知道它是什么意思。难道我们能够按同等的程度把仁慈和仁慈“相加”起来吗? 我们能够测量出等量的正义吗?)相反地, 对可加性的规定是与算术的加法运算有关的。它根据基数性这种数的属性而被定义, 我们用这种属性来解释物理量值和数的相加。实际上, 这就是断言, 如果进行某种量值单位的组合运算, 那么, 这些单位组合而成的集将与基数集保持一一对应的关系, 基数集的元素已经经历了相似的或类似的组合运算。但是一个基数集实际上是什么呢? 它是某种量值的单位的集合, 这些单位在这个量值中被当作是不变的, 并且它们是可以被计数的; 而且进一步使得这种类型的一个集合通过单位的一对一的匹配在基数性方面对应于某种标准集合。

但是请考虑: 这事实上不是我们用长度已经讨论过的情况吗? 当我们说到“基数集”时, 我们仅仅是用另一种语言重复我们有关任何量值的标准集合方面所已经说过的内容吗? 根据基数性来定

义可加性不又是循环论证吗？或者说基数性确实就是我们在试图建立单位量值的标准集合时所一直谈论的属性吗？为了在确定每只手的手指的集合都有着相同的基数时，我们将它们一一加以匹配。每一个指头在其作为一个指头这种属性方面被看作是不变的。其他性质，例如它的长度或重量或位形在这里是无关紧要的。列入考虑的是可以一个一个计数的属性，假定或假设我们所用的单位是不变的\*。如果我们把这本身叫做量值的属性，因为它能够被整理有序，而且进一步地，如果我们把量定义为这样的属性，即它可用不变单位及其与这些单位的其他集合的对应关系的可数性进行测量，那么这个量值就不是相似于数，而就是数了。但它不是序数；它不仅仅是有序排列，而且是用那些标划出量值等级间相等差别的标准单位而整理有序的。基数集三与基数集二的差别，和基数集五与基数集四的差别具有相同的间隔。但是，这种关系对某些量值是真的。对另一些量值则不是真的，这却是一种经验的发现。我们已经看到，如果我们试图在单一量值，例如长度的范围内定义它，那么，我们所达到的充其量也不过是循环论证或是一种无限的回归。

单位量值事实上是怎样建立起来的呢？【165】最普通的例子是重量。重量是一种可加的量值。为了建立这个量值，我们需要一个标准单位，并且需要对它的可加性作出某些经验的解释。如果两个重物各放在称盘天平的每个称盘里而使天平处于平衡，则这两个重物就被认为是相等的（这里说它们相等其实是一种赘言）\*\*。

---

\* 有关单位不变性这一公设的讨论请参看：M. Wartofsky：“从物质到质量”（“From Matter to Mass——Comments on E. McMullin's View” in *Boston Studies in the Philosophy of Science*, Vol. II, ed. R. Cohen and M. Wartofsky, New York: Humanities Press, 1965.）

\*\* 在英文中“平衡”equilibrium和“相等”equal二词具有同一词根，故有此说。  
——译注

在操作上说，我们可以确定两个称盘是否处在同一高度或是否是一个显著地“低于”另一个。为了使精确度高于凭想像中的连接两称盘的线去判断其水平状态的定性感知，我们大概就会去测量两个称盘距离某个被认为是水平平面的高度。但这并不取决于重量的标准，而是取决于长度或距离的标准，以及水平性的标准(因为我们打算从相同的基准面上测出高度)了。或者，把重物放到称盘上后，天平的指针就像称盘上空着时那样对准同一个点，那我们就可以认为称盘处在平衡状态。但这也不是直接比较重量，而是根据某些线或点的等价或一致的情况所做出的解释，这又是取决于刚性棒或弹簧的相等拉力。

因此，测量相等重量的条件是与对一些非重量的量值和质的考虑交织在一起的。例如克这样一个标准单位，可以被定义为在 $4^{\circ}\text{C}$ 时1立方厘米蒸馏水的重量。这个重量依次又用惯性来定义，从而把它和力联系起来。我们是说，当且仅当两个重物需要相等的力使它们运动相等的距离时，这两个重物是相等的呢？还是说当两个力使两个相等重量的物体运动相等的距离时，就说这两个力相等呢？或是说当相等的力各自移动相等的重物经过一段距离时，这两个距离是相等的呢？而由于运动概念涉及到时间，所以，相等的时间或不同的时间大概也是需要明确加以定义的。总之，建立标准单位的工作只要超出选择代表一个量值的某一量值程度这种简单的约定俗成的范围，就需要建立起整个的对应系统。这些对应并不是约定俗成的选择；它们是作为量值间的关系而在经验上得到发现的，换言之，是作为各种量值类之间的同构性而被发现的。在我们称之为定量的那些量值的类之间所持有的最重要的同构性就是所有这些类和基数类之间所持有的同构性。这个关系的形式属性就是那些描绘出的可加性的特征的属性，可加性不是有序类本身的特点。在这方面，就像我们所已了解到的，皮亚

诺公理需要用算术运算的定义来加以补充。如果我们随后把皮亚诺的未经定义的术语数释义为“有限的基数”，同时设法把集合的概念理解成具有不变的基数性质的实体的集合，那么，在产生各种基数集合的集合时，我们也产生出定量量值的标准集合。【166】于是，任何定量量值将是一个能够与这个集合相对应的量值。这是一种形式观念，它并不完全保证这些集合存在于具体经验中，正是对这些属性和关系的物理释义使我们得到与非定量的量值类相区别的各种定量的量值类。那么，这种量值类应当具有何种形式结构呢？把我们已经说过的某些东西总结起来，再加上一些其他内容，我们就可以把这些条件描述如下：

1. 对于量值的任何度量 $x$ 和 $y$ ，存在一个量值度量 $z$ ，使得 $x + y = z$ 。
2. 量值的任何度量之和 $(x + y)$ 或者大于 $x$ ，或者大于 $y$ 。
3. 当我们把量值的任何度量 $x$ 、 $y$ 按 $x + y$ 的次序相加时，其在量值的度量方面等于这同两个量值度量按 $y + x$ 的次序相加之和。
4. 对于 $x = x'$ ， $y = y'$ 的量值度量来说， $x + y$ 之和等于 $x' + y'$ 之和。
5. 对于任意三个量值度量 $x$ ， $y$ ， $z$ ， $(x + y)$ 与 $z$ 之和等于 $x$ 与 $(y + z)$ 之和。
6. 对于任何一个小于某个其它度量 $y$ 的量值度量 $x$ ，存在一个量度的一些相等度量之和 $(x + x' + x'' \dots)$ ，其值大于 $y$ 。

当这些条件用以表述作为数的名称的数值的形式系统(被释义为有限基数集)时，就成了我们所熟悉的加法规则。例如条件(4)，提出了恒等量取代性，即我们旧说法中的“等量换等量”；条件(3)提出了交换律， $x + y = y + x$ ，这说明加法是一种对称运算，或者说，关系符号“+”表示一种对称性关系。条件(5)提出

了结合律： $(x+y)+z=x+(y+z)$ 。

形式算术的发展(如果能够对物理量值做出释义的话)，提供出了一种表示这些量值的属性之间的关系的方法，这些关系是与这种算术同构的，即它们在经验实践中显示出量值的度之间各种关系的这些相同的形式性质。简言之，这些量值具有我们刚才讨论过的那种数的属性，并且因此可以用显示出这些同样的数属性的算术的形式系统加以映射。正是在这种意义上，我们可以把一个定量量值定义为可以使之与数相对应的量值或定义为可用度量数学的形式系统加以表示的量值〔这里的度量的 (metric) 由条件(1)一(6)所规定〕。

定量测量因此具有两个方面：首先，它涉及到对某种量值的度量之间的可加关系的经验发现。【167】这毫不涉及形式数学，而是涉及到使用诸如长度、重量、时间、力等一类的标准经验单位的实际过程，以及发现这些单位的系统之间结构的对应性的实际过程。其次，这涉及到通过使量值关系与数字关系相对应而把数字指派给量值的度量。所有具有这些性质的量值类的标准集合就是基数集合，同时我们可以管它叫数的等价类，并把数当作是所有这些量值类所共有的物理属性。所以，它们全部是数类，同时任何数的(即，一定的基数的)类可以与任何其他数(相同的基数的)类发生对应。对于物理量值来说，发现它们也属于数类是一种经验的发现，是在实际测量操作过程中得到实现的；这不是一种约定的事情，虽然在测量实践中我们也可以约定俗成地选择这些数类中的某一个当作基础的数类。这将取决于实际操作时的方便，取决于实际效用、有效性、偏好和测量的具体问题的相关性。十分清楚，建立标准单位，例如标准米尺、标准克重，或标准秒或年，目的都在满足这方面的条件，这项工作通过选择可复制的标准单位，以使这种单位的标准量具可以被生产、运输和相

互校准，使它们的可靠性可以在能够广泛实行的对应系统中得到检验。

就这样，当科学共同体对测量的精确性和明晰性的要求、对新的和无可置疑的应用的要求随着科学探究的进步一道成长时，定量测量的基础便涉及到形式的和经验的概念的日益复杂的相互关系，涉及到一个更为广泛的系统地连接起来的对应关系的网络。

## 标度、比率和定标

测量过程涉及到使用标准量具来作为标度。任何有序化不论是用同一和差异，或是用量值的度量，或是用量值度量中按某种标准单位所表示的差别所实现的有序化，都牵涉到（像我们已经看到的）某物与其它物的对应关系。被用作对应的物在实际应用中就被当作我们的标度。例如，在检验一种溶液中某种化学物质的浓度时，我们可以使用一种特制的纸作为标度，按颜色的变化来区分该浓度量值的度量。在对尿中糖分的标准检验中，标度是一按次序排列起来的颜色的层次序列，用来与之作比较的是浸渗了纸的样品或化学处理过的尿样品。【168】在更精密的纸上色层分析技术中，特制的纸被用来测量化合物中各种化学元素的含量。扩散速率、颜色属性、曲线图标度中的高度、照相板上的明暗区、为了计算的目的，都可以翻译成为数字关系。这种翻译本身依赖于建立起数和可定性地确定的其他量值属性的某些标准的对应关系。这包括对一种标度进行分度。在人们所熟悉的标准量杯中，分度表现为刻在量杯侧面不同高度上的一些标有数字的线条，数字在此代表着线的高度之间的关系，而高度又代表了容积间的关系。在更高级尖端的仪器中使用着更复杂的对应系统，对它们的

证明和理解常常依赖于物理理论所提出的高度系统的、复杂的相互关系。因此，在标划出一种定性可感知的对应关系的标度上读出一个数字(如液体柱的高度和标度上某一数字线的一致)还不算作测量。只有对这种对应的解释才构成名副其实的测量。

例如，以某种有意义的方式在摄氏温度计上读出 50 这个数——也就是说，对这个读数作出一种测量，——就已经是读出了一个量，一个量纲数“50°C”，而不单纯是50这个数字了。温度计标度一类的标度分度涉及到确定不同(或相同)量值的量之间的一套标准的对应关系。那么，50在摄氏温度计上代表什么？它在该标度的分度或校准的方式中所表示的是什么呢？

该标度的某种间隔，如果是测量热这种质的话，乃是对应于水的某些经验属性而确立起来的，这些经验属性独特地与这种质的差异相互关联着，即水在结冰和沸腾之间的液态的界限。选择测量在此间隔中热变化的手段在这里取决于测量的目的。很清楚，我们通过皮肤表面的热感受器所作出的定性区分，从这些感受器未能做出微细的辨别且又是可变的这两个方面说，都是不可靠的。(有一个课堂实验可以清楚地表明这一点，在这个实验中，一只手放到热水中，另一只手放在冷水里，手拿出水后，试用每只手来判断某一物体表面或溶液的温度，每只手明显地感觉出不同的温度)。因此，我们依靠经验的方法去发现不同物质的热属性，目的在于找到能够确定出它和不同热度的对应关系的物质，以精确测量这些差异。这一发展的历史是科学思想中一个值得注意的案例研究，因为这里涉及到理论表述和经验发现密切的互相影响。【169】总而言之，可以想见在经过某些实验之后，液态元素中的汞和一般气体便被选定用来显示它们与所受的热成比例地膨胀的属性。这些物质与水的冰点和沸点建立起对应关系，它们被置放在某个管形容容器内，使它们的体积膨胀可以用液汞或气体在管



中的高度来测量。在水结冰时的高度与沸腾时的高度之间的间隔被划作标准间隔，在摄氏温标中是为 $0^{\circ}$ 和 $100^{\circ}$ ，那么 $50^{\circ}\text{C}$ 显然是这个间隔的一半，或者说是该间隔被划成的100个单位中的五十个单位。华氏温标则把这个间隔标示在 $32^{\circ}$ 与 $212^{\circ}$ 之间，把该间隔分成180个单位或度。每一种温标上的成比例的间隔之间的比率保持不变，因此“冰点到沸点”这个间隔的一半，一种标示为50个单位的“距离”，一种则是90个单位的“距离”，这就有可能使一个温标变换或换算为另一个温标，而保持其比率不变（即 $50:100=90:180$ ），结冰和沸腾的固定点通过简单等式 $0^{\circ}\text{C}=32^{\circ}\text{F}$ 达成对应，这样一来就得出我们在小学就学到的变换式： $F=\frac{9}{5}C+32$ 。但这只是靠对任意选定数字的一种约定的不变性。我们在测量中所寻求的比率不变性是在热度的定性变化和汞柱或气体柱高度的变化之间的不变性。在水的热度中，水的冰点和沸点之间的标准间隔便同某种物质柱的某个标准间隔相对应，这种物质的热性能把热的变化表示为体积的变化，而这些体积的变化又可以通过可用长度分度的柱的高度的变化来表示。我们把热看作是用度数的多寡所表示的可变的质，热的定性变化在这里被转换成一种能被同样有序化的量值（长度）。

显然，这是一种粗略简化的说明，文献目录提到有关这个课题的丰富而又特别有趣的参考文献。我们已经忽略或简化了关于热膨胀、热传导、体积与长度的比例等方面的考虑。这个简化模型的要点是，在划分一种标度时，我们实际上是在建立某种量值或某些量值比率之间可以建立的对应关系。其实，我们说热度A与热度B之比等于体积A'与体积B'，即 $A:A'=B:B'$ 。为了建立这种正比关系或这样一种比率不变性，我们假定：某些量值的量或某种量值的可整理有序的度在这些关系中互相对应。但为了证明这样一个假设，我们需要经验发现的工作，以发现事实上这些不变

性是否存在。在温度测量中，如果把柱高取作距离，那么，根据距离或长度是可加的假定，两个等长加在一起应该等于每一长度的两倍。但如果把两种各具有 $50^{\circ}\text{C}$ 温度的溶液“加在”一起，我们肯定不是得到 $100^{\circ}\text{C}$ 的混合溶液，因而在这种意义上，温度是不可加的。【170】然而，我们可以发现某种物质的单位量是跟温度有关的，并且是可加的。例如，为了确定热的单位量（这一次不是热的质了），我们用使1克蒸馏水——在水处于海平面或一个大气压和 $4^{\circ}\text{C}$ 开始（或在别的标准和特殊条件下）——的温度提高摄氏一度需要“多少热”来测量这种物质的量。我们所做的，实际上，就是使我们的各种测量标度连接起来，在这里，就是借助于对大气压的测量，对某种标准物质的质量或体积的测量，和借助于温度计的标度，以确立起新的用一种可加的单位来加以测量的热标度。上述这种单位的定义卡显然可以转换成华氏温标和重量的磅标度，并因此与英制热单位(B·T·U)\*发生关联，B·T·U是1磅水增加 $1^{\circ}\text{F}$ 所需的热量。再者，卡实际上是通过用电学方法测量热能（即焦耳）的标准物理测量从现实中定义出来的，而焦耳又是通过功或能的单位尔格（1焦耳= $10^7$ 尔格）而定义的，1尔格又被定义为1达因的力在受力方向上作1厘米位移所作的功。例如，克-卡路里，在 $15^{\circ}\text{C}$ 时，具有 $4.185 \times 10^7$ 尔格这个数值。因此，测量所建立起来的不单是这和那之间的一种对应关系或一种不变性，而是整个这种不变性的网络，在这个网络中，一种质的某一程度或一种量的数量被转变成可根据某些其他的量值属性加以测量的量值。这个网络涉及到深入于建立测量标度这种貌似“简单的”工作中的物理理论及其经验对应的密切的相互作用。因此，一个单一标度的分度已经是一桩有计划的事业：而通过某组

---

\* 即British Thermal Unit——译注

变换，还能发现其他一些与这种标度同构的吗？这种比率不变性对世界上的各种物理属性之间的关系又会有什么揭示呢？于是，这就决不仅仅是一件从仪器上读出数字来的事情了。

总起来说：一种标度的使用涉及到确定某些量值的量的比率之间的这种比例关系。所以，一种测量仪器是这样的仪器：它把某种量值量度上的变化与某种被称作为标度的其他量值的量度变化关联起来。所以，一种标度的标定取决于这些度量上的变化之间的对应性，而且是以经验探究所发现的标准经验单位来标示的。无法先验地知道气体是随温度而膨胀或者膨胀速率是均匀的。如在自由落体的运动中，无法先验地知道，自由落体这种运动在本性上是与匀加速运动的理想概念相一致的。这些都是一些假说，并在经验实践中得到检验。【171】一种标度的定标本身其实就是一个这样的实验，或者是这样一个实验的结果。我们可以根据习惯约定来选择定标，但它们交织在这类自然对应关系的系统中，在这种系统中，只有当对这些定标的解释得以成立时，才可以认为它们指示出对某个量的测量。这些对应关系虽然可以被假设出来，但只有在实验观察中得到证明时，它们在测量中才具有物理意义。

那些可以对比率作出直接比较的量值和那些不能如此比较的量值之间的区分常常被作为基本测量和派生测量之间的一种区分。因此，我们不能以热量的数量比率来比较热的程度，因为对热量或热度的测量取决于用体积、长度等所作出的关于它的定义。不过，我们可以用诸如沸腾、结冰、溶解、膨胀，或由热的影响所造成的、可定性地加以分辨的那些物的颜色变化这一类现象，把热分成次序。从有助于常识观察的关于热度的这种定性区分，到用某种标准单位的度量系统来测量热量，其间相隔了若干个世纪的科学工作和科学思考。在物理科学中，这项工作的成果就是

确定出一套所谓的基本量值和存在于这些量值及其派生量值之间的对应关系。例如，平均速度的概念，作为运动的一种内涵的质（即，速率），是出于测量这种质的量的目的而按距离对时间的比率来定义的。由此导出的加速度被定义为速度差与时间差的比率。力则用加速度的比率来定义，而且与质量之间的比率成正比。所以，这可以递归地回溯到距离和时间的比率。同样，质量由对某个单位质量的比率来定义，而这又与重量之间的比率成比例，而重量，正如我们已经了解到，是由某种标准物质在标准温度下的体积单位来定义的。电荷单位和电阻单位同样是用重量、距离和时间来定义的。密度用重量对体积的比率来定义，体积则用长度的比率来定义。

那么，在这些基本量值中，哪一个是用来定义其他量值的那个基本量值呢？从我们前面说过的内容来看，应该很清楚，不存在任何一个基本量值，而只有不同的量值的量度之间的基本关系和对应，测量的过程取决于对这些关系中的经验不变性的发现。倘若在物理科学中有某种量值可说是基本的，它们就是距离和时间。但是这些量值也完全像其他量值一样，处在系统的联系中。例如，我们不能用时间单位进行相互比较以检验它们的等同性；我们是通过参照某一被当作标准的其他事物做这种检验的：【172】如钟摆摆动的次数，或电磁振荡器的频率，天文年或其他某种被认为有规则的循环或周期间隔，并且根据这些来定义规则性。除非可以使某种别的规则性或周期性与之发生某种不变的对应关系，否则这种假设的规则性是毫无用处的。当人们最初用日夜的周期更替来调节自己的工作和睡眠时，就确立了一个基本的对应关系。不变性在这里似乎是一个选择的问题。然而动物有机体是靠所谓的生物钟以一种令人惊奇的自动方式进行调节的，而我们经由“低等”有机体进入自然界最终物理构成的领域，人类在选

择他的对应关系时所显示的调节可塑性就变得越来越小。到了人类“依赖钟”而生活的地步，他便是在自己的活动秩序和某种标度之间建立起了一种对应关系。一个工作时间表因而成了一种具有高度可塑性的定标。但它具有一切定标的特点：即属于由经验和实验所得到的与探究有关的量值之间的对应关系。

数按其特性乃是我们用以定标的秩序，其全部理由我们已在前面讨论了。但是，如果建立了同构关系的话，那么，任何具有数的性质的量值都可以用来作为一种标度。那么，为什么使用数字作为数的名称呢？为什么要把直尺和钟校准呢？在这里，方便是首要的；数字易于传送，而且又保持同一。你可以把它们“记”在心里或纸上。同样，钟和直尺也是可以方便地运送的。容器太庞大和笨重，且又难以管理，电阻难以四处携带，虽然人们知道如何复制它们。在这里，操作和思维的经济性发挥了作用，它明确确定我们将哪些标准量具作为标度，哪些定标最有用、最适宜于计算，哪些比率是有意义的并和特定的探究任务有关的。

## 测量的使用

理论科学和普通实践的连续性在任何地方都不如在测量的技术和理论的发展中体现得更明显。我们称之为技术的普通实践的理性化是测量概念据以形成的母体，测量概念的适当性的检验也要求助于它。但是，科学思想和常识的不连续性也鲜明地出现在这种前后联系中。在测量的技术实践和普通实践中，它的使用便利了货物的生产和分配的计划和组织，有助于保证质量的控制，有助于满足标准化的要求。在科学中，测量的应用是在理论的和证明这两个范围内为理论服务的。典型的实验产生出一个或一套测量。【173】典型的假说采取了测量陈述形式的预言而成为可

检验的。典型的理论表述在那些发展到应用着数学的科学中，涉及到某种形式系统的计算，这种系统与某种作为其释义的物理量值系统联系着。

在后面的几章中，我们将对实验、概括和假说的程序以及定律和理论的概念进行考察。那时，我们将在测量的天然的科学生长环境中，而不是在本章中出于特殊的考虑将其放置在其中的博物馆里，来认识测量。在这里，我们将限于扼要考虑测量如何可以说是把理论与实践联系起来，使科学概念的形成“经验化”的。我们将首先考虑精确性在科学测量中的作用，以及测量与科学预见的检验，对科学预见的证实和否证的关系。然后，我们将提出测量与规律发现的关系，而把有关这个课题的完整讨论留到下一章去进行。

## 精确性和检验

说一个测量是精确的，就是把这一点视为当然：即人们对一种框架有了理解，在这种框架中，某个测量相对地比另一个测量更精确。前面曾经指出，精确性很难说是测量的一种内在的属性，若不明确测量的相关性，我们就不可能知道，正或负 2 吋的公差是精确的或是不精确的。若一把英尺尺子的精确度的界限是如此泛泛，那么其精确度当然就遭到破坏了。然而，如果人们是向月亮表面某个小陷口“瞄射”一支火箭的话，那么，要求它落在某个假想的接触“点”的 2 吋范围内，这是不可想像的，在实践中是行不通的。在可测性的限度内，可达到的精确性并不总是与所要求的精确性相同的。对科学中的测量实践来说，问题在于建立为特定的探究所要求的精确性。但是，在这样一种场合，测量的目标是什么？这可以是收集这样的资料：其解释眼下尚不清楚，或者

它们在计算中的应用尚未得到解决。达到可达到的精确度极限的天文观察时常是以这样的方式开始进行的：资料收集是最初的步骤，这一步骤设定资料越是精确，就越有可能发现自然现象之间的某些关系。达到可达到的精确度极限的测量往往也是对已被承认的规律和理论继续进行检验的工作的一部分，在历史上这曾经使它们得到精炼，修正以及甚至被推翻。【174】在这样一种境况中，测量的检验对于反驳或确证一个特定的、严格受到限制的预见陈述并不起关键作用，在这里测量所揭示的（用卡尔·波普尔的话来说），超出了“预期的水平”，我们可以说，必要的精确性就是可以达到的精确性的极值。从这个目的——即超越目前的科学表述的水平——上说，精确度更高的观察和测量仪器的发明和发现始终是重要的。比如，望远镜和显微镜就曾揭示出各种深刻的信息，动摇了旧科学基础。同样，今天的质谱仪、激光束、离子加速器、原子钟揭示出量值中一些特性，它们适用于对理论作进一步检验以及发现有关各种量值之间的不变比率的新规律。这里的局限是实践和理论的局限。存在若干可设想但却尚未达到的准确度，若干在概念上行得通但在技术上尚不可行的精确度。不过，有人提出了关于测量极小事物的精确度的理论极限，这是量子论所引进的。这种理论实际上是说，按照与质量、长度和时间相联系的经典物理的基本量值和按照这种量值所做出的关于基本物理粒子的同时的动量和位置的经典描述，可测性有一个下限，超过这个下限，物理测量就不能进行了。

然而，测量的另一个用途是证实或否证在某一有意义的和适当的精确性的范围内已经形成的科学预见。例如，如果有人预言到本星期日将发生月蚀，适用于这样一个（十分含糊的）预见的时间测量的标度就是一本日历，而不是刻度为十分之一秒的跑表。举更实际的例子来说，在我们今天用化学分析或显微技术可达到

的最大精确性的情况下，血型的分类却只需要有相对粗略的近似值就够了。这就是说，可达到的精确性的极限是为那些这样的精确度对之有意义的实验和探究而设立的。就手头的一件具体任务而言，测量的允诺误差的规定与决定这些测量观察是用于支持还是否证这种本性有关。能够被测量观察所支持或否定的一个科学陈述总是在某种规定着必要精确性范围的语境中被构造出来的。

我们接着可以说，这些测量观察或与这些观察有关的测量陈述的一个用途就是检验科学预见。正像我们前面所主张的，如果每一个观察陈述是在某种使之成为有意义的框架中做出的，如果我们考虑到测量包括着这些观察陈述（从最简单的鉴别陈述到关于量值间比率不变性的最复杂的陈述）的连续区的话，那么，所有科学观察在这种或那种程度上都是测量。【175】“我观察到球是红的”这个简单的观察陈述，已经带有一个框架，在其中通过允许我们进行分类的某些标准属性就能把“球”和“红”与“非球”、“非红”区分开了。这些标准属性的使用使得我们在这样一种方案中得以决定出事物不是球或不是红的。但是，科学测量从它确实（在科学实践的“文化”内，明确地或含糊地）确定关于这种区分的标准这一点上说，在程度上是与常识观察不同的。因此，说我们已经分离出某种“纯态”的化学元素，就是宣称检测不出任何杂质的痕迹或有任何别的元素存在。但是，在每一种这样的场合，检测的标准条件被包括在或理解为在某个精确度范围内的测量。永远存在这种可能，即运用更精细的方法或许可以发现某些这样的杂质。所以，这类测量的容许误差总是得到明确规定的，如在“千分之几”或“正负某个量”的范围内。对一个科学陈述的经验检验因而始终是在某个精确性范围内的检验，不论这个范围是得到明确陈述的，或是不言自明地被人心领神会的。

比如说，如果一个预言声称：在由测量的最小单位所确定的



精确性范围内,比如说0.001吋,则某个客体的长度就应该是7.532吋 $\pm$ 0.001吋,我们理解这个预言的意思是:该长度将在7.531吋和7.533吋之间。如果两个不同的量值都没有超出这个范围,那么,二者都没有否定这个预测,这无异于看到三条腿的老虎和看到四条腿的老虎的观察都没有否认“老虎有多于两条的腿”的陈述。然而,我们确实认为7.5326吋这个长度测量值要比得7.532吋更精确,因为它包含着更多的信息。但若说“老虎有4.375条腿”的陈述比“老虎有4条腿”的陈述更准确,那就是毫无意义的,因为在这种语境中,腿这种单位的分数值是未加定义的和无意义的量值。所以,精确性总是跟取作标准或取作测量中可行的或有意义的精确性极限的某个单位相关的。但是,这是否意味着我们总是可以把精确性规定为是跟我们碰巧把它选作为最小单位量值的不论什么样的数值相关的呢?我们关于精确性的直觉观念与这种相对主义是不一致的。一般地说,我们把精确性概念跟某种绝对精确性概念联系起来。大体上,有关任一事实的最精确陈述是最恰当地表示出该事实的真理的陈述。精确性在概念上的局限是有关某种事实上的经验内容方面或是信息方面的局限。因此,绝对的精确性将使我们得到有关某一事物的全部认识;它将是“完整的真理”,就此而论,即是绝对的知识,没有剩下需要了解的东西了。但是,老虎有四条腿这一事实大概就是我们在关于老虎有多少条腿方面所能发现的一切事。如果我们发现两条腿或六条腿的老虎,那么,我们就会把它们说成是反常的怪物,或确切些说,它们完全不是老虎了。至多,我们可以对老虎作出子类划分,分成两条腿、四条腿、六条腿和n条腿的老虎亚种。但我们单元量值仍保持为一种可数的“一条腿”。【176】

然而,存在一些我们认为不是用分立标度而是用可变标度的量值。长度、时间、重量、电荷、角度、体积、速度、加速度和

能量是一些我们通常认为是连续可变的基本量值。当我们选择长度的最小单位量值时，我们设想存在着一个为此单位一半的长度，或者设想这个量值是无限可分的。同样，当我们谈到匀加速运动时，也假定在该量值的任意两个标度值之间（不论我们把这两个标度值取得如何接近），总存在第三个标度值。关于这一点的部分理由是，当我们使用这些量值的数学表达时，我们使用的是一个把数这个量值当作是无限可分的系统，因此任何量都可以分成它的部分。在这种观点中不存在数原子、长度原子或时间原子这样的东西。因此，用任何一种数字表达来表示这样一种量值的一个度数，即使之“量子化”，是选择一个被当作是分立的、与其倍数或分数值具有可辨差异——不论这个差异是多么细小——的标准单位。在物理量值中，对这种连续性的物理假定无论如何并不是我们先验地认识的。因此，即使我们知道或从理论上断定：在数字计算中存在一种最小的物理长度值  $L$ ，我们依然会坚持认为， $\frac{1}{2}L + \frac{1}{2}L = L$  或者  $\sqrt{L} \cdot \sqrt{L} = L$ 。不过像  $\frac{1}{2}L$  或  $\sqrt{L}$  这些表达式也许并不具有任何物理意义而只具有计算上的意义。

然而，这不同于当代物理学中所提出的另一个极限。当代物理学断言，测量在能量子的层次上具有其固有的物理极限。能量子是一种单位量值，从理论上说，它没有“部分”或分数值；而是以整体单位或这些单位的倍数而分立的。这种量值不是连续可变，而是分立地可变的，因此表示这些单位的部分的数值在物理上是无意义的，就像在老虎腿的例子中那样。

在这种框架中，超出理论所断言的可测性局限的精确性是多余的，在经验上是不可能达到的。这就是说，在这个系统中，不存在任何语言可被有意义地用来命名一个比这个单位小的量值的度。这个条件并不适用于连续可变的量值，对于这种量值，我们将需要一个这样的系统，其中一个量值的任何量度都可以有意义

地加以确定。正如我们已经了解到的那样，在希腊人看来，正方形对角线长与其边长是“不可通约”的，因而按其量值来说是“无理”数。这就是说，它不能用被当作整数比的有理数这种语言来命名。然而，从某种物理意义上说，这种对角线应当具有某种长度，并且是某个度的一个量值，虽然它也许存在于可以通常方式命名的任何长度数值之间。【177】对于在有理数系统内不可命名的这类量值需要作出某种具体说明。虽然 $\sqrt{2}$ 吋这个长度只能被确定为存在于其他两个有理数长度之间，所以它在这种方式上是可以确定的。实数系包括这些无理数（比能叫得出其名称的多得多），这就是说，无理数构成一种不可数的无穷，因而实数系是连续可变量值的合适的标度。因此，在关于某种量值（例如长度）具有无限可测性的假设的基础上所进行的测量，就使用这种标度。除某种基本长度有所限制——超出于此，长度概念就会遭到破坏（例如，超出于此，它就不再具有可加性）——外，这种测量的精确性在实践中受可利用的测量条件和仪器的限制，但是理论上它是没有限制的。量子物理中关于受限制的可测性的命题只是表明，同时对两个量值的联合测量是受到限制的。当我们认识到物理描述常常涉及到量值的比率时，（像速度涉及到距离跟时间之比），则可以把这种限制看成是在物理学上具有重要意义的。

我们前面已经看到，精确性在科学的经验陈述的可否证性中有着特殊的用途。在某种直观意义上说，否证这样的断言：一个教室内的全部学生都在6呎和6呎7吋高之间，要比否证他们全是“高个子学生”的断言“容易”一些。前一种情况的精确性使一个人可以明确地（在——比如说——英寸测量精确性限度内）决定这个问题，而在后一种情况中，高这一定性概念仍然太含糊，若不加以进一步的说明，就无法轻易做出决定。卡尔·波普尔曾经提出，科学陈述可检验性的程度与其精确性成正比。他认为范围就是指

“测量中的容许误差”，并断言，范围愈宽，经验信息的量愈小，精确性愈小。但精确性愈小，可检验性程度就愈低，或者说一个陈述愈难以被反驳或否证。他因此试图联系可否证性的程度和经验内容的程度来整理排列精确性的程度。因此，一门科学从其陈述是可否证的——亦即存在能证明这些陈述是假的检验——这种程度上说，具有一定的经验内容。测量中的精确性因此是这种可检验性的工具，精确性愈高表明陈述的经验内容就愈多<sup>①</sup>。

另一种(被波普尔所摒弃的)观点宣称，随着测量精确度的提高，与科学预见相符的测量陈述使这些陈述得到证实，而且随着日益精确的测量更充分地近似于物理定律的理想的数学陈述，这些陈述便得到更高度的证实。【178】伽利略曾声称，在斜面实验中他的预言和测量之间恰相吻合，这个说法一直受到挑战，或常被解释为消除了(他用比较粗糙的测量装置所得的相对于量值“真值”的粗略近似值中的)误差的结果。然而，伽利略在其他实例中的明确证言表明：为了维护他认为是关于在观察误差限度内的比率不变性的新发现而有意忽略理论预见和观察结果之间的歧异。于是，测量结果与预见结果的近似就被认为是理想表述的物理科学定律的证实，在这里，日益提高的精确性表明了对某种理想极限的日益接近的近似。

## 测量与发现

与关于测量在证实定律中的作用的这种观点相联的，是把测量看作是发现规律的一种工具的观点。我们将在后一章中讨论关于发现定律的归纳主义观点。但鉴于它以特定方式与测量相联

---

① 卡尔·波普尔：《科学发现的逻辑》(*The Logic of Scientific Discovery*, London, Hutchinson & Co. 1959 Ch. VI)。

系，所以我们在这里可以简要地描述一下这一观点的特征。门捷列夫创立的元素周期表是从拉瓦锡和道尔顿时代以来的测量及其理论解释的历史结果。众所周知，该表的周期性是按照元素的周期性质排列的。因此，具有相似化学性质的元素在表中互相列成一列，整个顺序是按原子量的次序(门捷列夫最初的方案中，一些位置的次序是打乱的)，或者更确切说，是按原子序数的次序排列的。英国化学家纽兰兹(Newlands)最早注意到，元素中的相似性质以某种周期的方式而重复出现，他力求用音乐标度中的“八音度”来定义这种规律性，系列中每当第八个元素上就有相似的性质出现。现代周期表表明，这只是在某些范围内有效。但如果我们把规定出诸如碱金属这一类元素的“族”的周期性质当作是它们在表中的排列的关键，那么，在碱金属一列中，我们看到氢(H)，它并不是唯一地与任何一族有联系，它具有特殊的性质，但又与碱金属和卤素，锂(Li)，钠(Na)，钾(K)，铷(Rb)，铯(Cs)和钫(Fr)有联系。这一族元素及其原子序数列表如下：

氢(H)	1
锂(Li)	3
钠(Na)	11
钾(K)	19
铷(Rb)	37
铯(Cs)	55
钫(Fr)	87

【179】这种表列出的是对这些元素的性质的定量和定性分析的结果，因而其序数表示出这些元素之间某种由测量所导出的关系。这些元素分在一族取决于它们在某些性质分类上的相似性，例如，它们是软金属，它们呈碱性，它们与水起剧烈的反应等等。如果我们考察原子序数的序列，它确实没有提供出关于重复出现

的周期性的任何直接线索。然而,经考察,便可以看到在该序列中每个序数之差排列成这个级数2, 8, 8, 18, 18, 32\*。除了级数的某些部分有所重复外, 还是不存在直接明显的周期性。但2, 8, 18, 32, 这些数却确实彼此带有一种级数关系, 随着它们按 $2(1^2)$ ,  $2(2^2)$ ,  $2(3^2)$ ,  $2(4^2)$ 这种关系(或者说按从1开始相继整数的平方的两倍)的增长而增长。

当人们最初注意到这种情况时, 对显示出数的规律的这种周期性未能作出解释。只是随着玻尔的带有电子“壳层”的原子模型的发展, 这些数字才确实呈现出某种物理意义, 如“壳层”被设想为把电子分为诸如2, 8和18一类特征数目的电子群。例如, 上表中的所有元素都是一价的, 在最外层上只有一个电子。但从关于2, 8, 18是“饱和”壳层电子群的特征值这种解释中可以看出这一点。比如Li有原子序数3, 就排列成2, 1; Na有原子序数11, 就排列成2, 8, 1, 如此等等(见图5)。

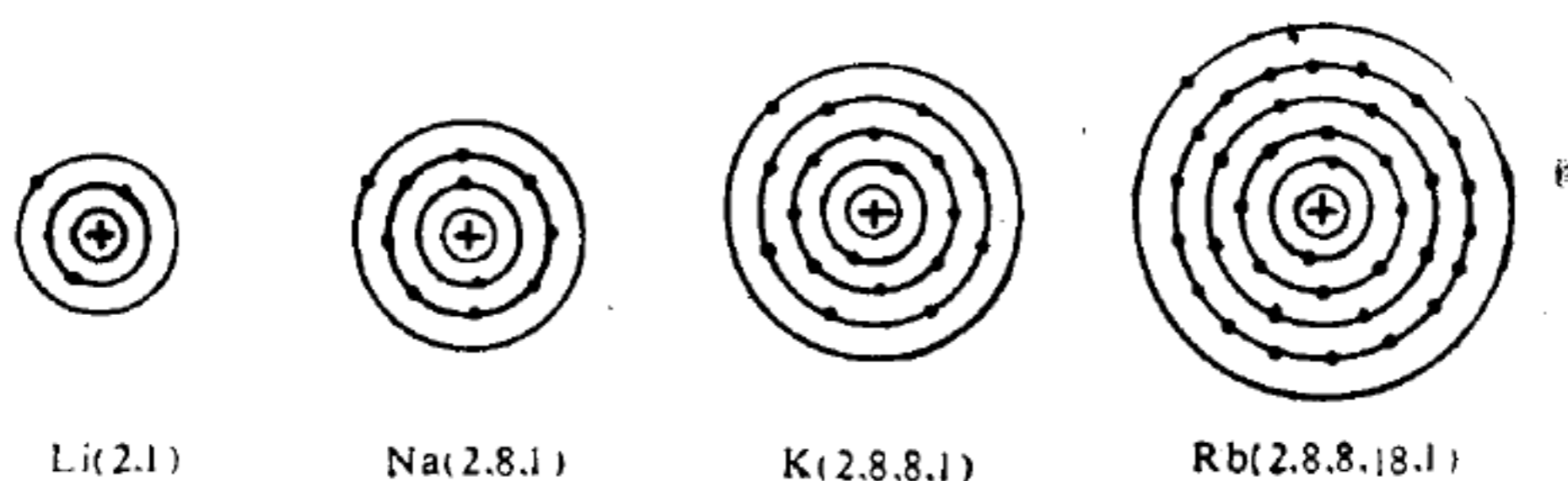


图 5

所谓惰性气体(氦、氖、氩、氙)具有8个电子的“饱和”外壳层, 其排列是:

氦Ne                  原子序数10                  2, 8

\* 原文中这个级数误为2, 8, 8, 18, 18, 18, 32。——译注

氩 A	原子序数18	2, 8, 8
氙 Kr	原子序数36	2, 8, 18, 8
氙 Xe	原子序数54	2, 8, 18, 18, 8

在周期表的例子中,在测量结果中发现一条数的定律,这一点并没有直接导致出对这条定律作出物理解释。玻尔原子模型并不是由玻尔从周期表的数性质中推导得来的。【180】但是,电子壳层模型导致出关于这些数的关系的物理解释,因而导致出对它们的理论解释。在这个实例中,  $2(1^2)$ ,  $2(2^2)$ ,  $2(3^2)$ …… $2(n^2)$ 所产生的抽象的数学序列并不是从物理学或化学的某些基本公设或理论表述中推导出来的;正相反,它是在定量测定的结果中发现的。

自然界中这种数学顺序的启示给所有那些(像毕达哥拉斯派所曾经认为的那样)觉得数学展示出实在本身的基本特征的人们带来安慰。J.C.麦克斯韦在他的《科学论文集》中,看到了这种对应性的意义,他用更为清醒的实践数学物理学家的术语写道:“一切数学科学都是建立在物理定律和数的定律之间的关系这种基础之上的。”<sup>①</sup>

在伽利略表述自由落体定律的例子中,数量定律(用现代的表达式就是  $S = \frac{1}{2}gt^2$ )先于任何定量的测量而出现。它反而是从有关匀加速运动的更基本的假设中推导出来的,并且被用来作为一种被测量所揭示的近似于其预见的结果所检验的实验假说(参见附录A中对此的充分讨论)。

在测量所提供的数据中发现数的规律远非直接“发现自然界规律”。数学创造才能也许可以提出任意数目的、用某种数学函数来整理测量数据的特设性(ad hoc)公式。不过,这类映射至多

① J. C. Maxwell, 《科学论文集》(Scientific Papers, 转引自H. Weyl, 《数学和自然科学的哲学》(Philosophy of Mathematics and Natural Science) Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1949, p.144)。

提出,可能存在一些具有科学意义的规律般的不变性,这就是说,它们表达了自然界中的某种秩序。在第9章中,我们将考察这种归纳断言对于发现自然规律所提出的一些问题;在第11章中,将考虑这种数学不变性与因果律的关系。但是,在测量数据中发现某种数学不变性还不等于是发现一条自然规律或一种因果关系,这一点甚至在我们作出更详细的讨论以前就是清楚的。但是,它在以一种经济的方式整理数据方面,在提示可以找到这种数的规律的某种物理解释方面确实发挥着重要的作用,而这种物理解释确实揭示出自然秩序或因果关系的某个方面。一旦这些规律般的假说被提出来,那么,正是测量再一次提供了检验这些假说的手段。这样,测量在经验规律的发现和证明两个方面都发挥着作用。



## 第八章

### 假说和实验

【181】在常识性的科学图景中，假说和实验构成了科学活动的两级。一个代表着科学家的“思维”，而另一个则代表着他的“观察”，这再一次说明了贯穿着科学和普通知识的发展的理性和感性的二重性。不过，这里强调的关键是由理性或想像力尝试性地提出来、而后再通过以某种方式直接面对“事实”来检验其真理性或有效性的某种东西。像一切凡言俗语一样，这个说法也含有其真理的颗粒。但是在普通观点中，假说和实验的概念所隐藏的同它们所揭示的一样多。在这一方面，我们在考察关于这些概念的解释时，将考虑到我们前面所做出的有关观察、形式系统和测量的探讨。如果我们要把科学的假说和实验同我们用以调节寻常活动的日常推断和检验区别开，那么科学类型的假说和实验就将被独特地安置在我们的更有系统性的框架中。另一方面，倘若我们要寻找出常识性推测和科学假说之间的连续性，它们就在于：“观察的显明事实”决不是如此显明，以致它们的特性用不着表现为某一解释和推测框架内的“事实”。在最平常的观察陈述中，最低级的据称事实即已预先设定一种概念框架，它在这种框架内获得了意义，并超脱了纯感觉的非理性的和不可言喻的愚昧性。

从这个意义上说，每一个自觉的观察行动都是一种探索，是预期同环境的相遇。从某种普遍的意义上说，这种探索是一切有机体和过去常常被称为细胞组织的“应激性”的特征。【182】阿米巴变形虫的伪足把细胞扩展入一种新的环境，在遇到这种或那种东

西时，它便吞噬或收缩，即按其结构和化学的特征方式对不同的刺激做出反应。在这个层次上，尚难谈到预见或预期，但是复杂程度更高的有机体就具有了一些按我们(类比于我们自己的行为)所说的预见方式进行反应的结构。我们自己的预见能力发展到有意识地预见的水平，即想像地排演预见的发生事件或结果；我们据以构成这些预见的结构是一些比较新的和非常值得注意的结构，我们称之为语言和思维。因而，正如我们已经了解到的，命名和鉴认涉及到把某事物当作某个类的元素的建议性活动，但要做到这一点就是使一个对象联结于某一关系网络，在这个网络中由于我们正是作为讲说者和领会者来使用一种语言而已经持有我们的类概念。因而树并不是一个记号，像X或\*（我们也可以用来“命名”种种对象）似的；相反，它是一种语言中的一个词，在这门语言中它的意义已经在语境方面受到每一个语言使用者所带来的无数句法和语义关联性的约束。

所有这一切都是在陈述一个初始命题：即任何描述性的语句、任何观察陈述已经是一种假说；而且，每一个这样的假说都已经带有一种相关性的基本形式，它指导我们去从事那些我们用来支持或未能用来支持这种假说的经验检验。在语言的框架内，名称和描述给予我们这种基本型式：熊是多毛的动物已经含有一个名称和关于这个名称的有效性的一组检验。多毛的可以被进一步加以描述，动物也是如此。但是常识性的假说和实验在此处即告终止，因为常识的方法是为着在该系统内操作的现成使用和经济性而形成的。告诉5岁的孩子说动物这个概念异常复杂，而且检验任何物种是否可纳入这个概念所需要的“证实”的整个范围涉及到一门复杂的生物学和一种实验室程序，这是毫无用处的。如果5岁孩童拒绝接受你的规定，那他是正确的。在与此类似的事情上，语言是适应于那些以迅速性和实际必然性为其首要特性的

决断的。

但是，如果说科学的假说中有某些内容是真实的，那这就在于它们并不是确定的，也不是可以迅即加以决定的。它们的力量不在于它们的决断性而在于它们的精确性。而这是同它们在其中得到表述的框架联系在一起的。这不是普通语言和常识性概念的框架，而是把测量陈述当作为特征性观察陈述的科学语言和概念的框架。如同在第七章中所指出的那样，这给予科学以经验的特性，使科学不是简单地作为对概念的理性批判。我们把科学的各种真理或有效陈述看作是受实验证据所支持的——因而是已经经受过科学经验试图加以否证的检验。【183】而且我们认为那些可以想像地承受这样一种检验的假说是经验的或与经验有关的假说。但是这样一种显然是直率的观念产生出一些有关假说和实验的哲学分析的问题，并时常引起科学哲学家之间的尖锐分歧。

## 假说的意义

在科学中没有一个术语比假说具有更大的模糊性。一个人可以表列出各种关于假说及其在科学讨论中的地位 and 用途的矛盾陈述，这会使科学共同体看起来就像是在阿丽丝的镜子背面的某种东西。<sup>\*</sup>关于假说的最著名的陈述大概就是牛顿的陈述，在这个陈述中他声称“不杜撰假说”（“Hypotheses non fingo”，对于这句话的意义至今仍有争议，但它通常被认为意味着他明确地不做假说）。在许多科学著述中，尤其是在描述性和传记性这类科学著述中（在这类著述中，作者报道的是他已经做的事情或他人正在做的事情），这个术语在各种不同的方式上被使用。那么，为了我

---

<sup>\*</sup> 指幻境，源自Lewis Carroll的著名童话故事《阿丽丝漫游奇境记》。——译注

们的讨论，整理出某些这类不同的意义，然后(倘若可能)确定我们在本书中所要使用关于这个术语的某种更严格的意义，这将是颇有益处的。

一般说来(而且关于这一点，看起来在习惯用法上存在某种一致之处)，一个假说被看作是 关于承认某一事实为真的一个建议。从这个意义上说，它带有尝试性和有意识的规定性：“倘若如此这般，事情将是怎样？”以区别于这种断言：“事情就是如此这般”，或“可以证明如此这般是真的”。我们将要保留这个一般意义并加以详细阐述。不过至少在两个方面：即关于这样一种建议的地位和它的范围，是存在着分歧的。

关于假说的地位，可以提出有关它们是哪种类型的陈述以及它们的来源是什么的问题。在经验科学中(暂时不考虑数学和逻辑中流行的关于“假说”的特定意义)，假说被视为或是有关事实的建议(例如，日心“假说”是认为太阳事实上位于太阳系的中心的建议)或是有关怎样才能更好地表达事实的建议。这个区别是微细的但却是重要的。因为在第一种情况中，提出了某种事物，它据称是真实的，或可以想像其真实性是可以确定的，大体上是通过实验和观察。然而，在第二种情况中则避而不谈任何事实性的解释；反之，这种建议声称，它对于以某种一定的方式来描绘或安排事物是有用的。假说在这里充当一种模型，它的正当性证明就是它所提供的便利或乐趣，或者说是它对于理解所提供的帮助。【184】所以它起着帮助思维或练习想像的作用。这种启发作用(例如)在教学中是司空见惯的：“让我们想像空间中有两个物体被一根弹簧联系着，”或“让我们设想一下整个空间充斥着一种完全弹性的流体。”这里所提出的规定性始终不仅仅是假说的尝试性；相反，它是这样一种明确的意义：这不是被当作为关于事实是什么的一种猜测，而仅仅是关于怎样设想和描绘事实较为有利。

我们或可把这两类假说区分为事实的和理想的假说，但要记住这丝毫不意味着在经验科学中对于“事实”或“理想”存在着某种内在的偏好，而只是标志着它们各自把什么当作自己的对象这种区别。

但这就产生出下述的认识论问题：如果假说是关于事实的猜测，那么，在我们的知识系统中它是从哪里来的？还有，倘若它真的是一种有关以某种方式思考某事物的建议，那么什么是这种建议的认识论的或心理学的起源？这里的问题不在于“假说涉及到什么客体？”而在于“这种建议的主观来源是什么？”或更明确地说，假说是有所指的吗，或者它们是一些仅仅在我们的理解中把概念集合在一起这样的系统框架内才是有用的一些含义或意义吗？这里我们可以区分出四种观点：

(1) 假说是经验概括。

一个假说就是一个全称形式的概括性陈述，它根据观察的一个全体集合中所发现的某些不变的特征或关系概括这个集合。然而，假说的建议性超越出单纯的总结性，因为它尝试性地猜测，对于观察的某一个有限集合普遍为真的东西对于该集合的任何可能增加的元素来说也是真的。这实际上等于声称假说是真正的归纳概括（关于这类概括，我们在下一章中将进一步加以探讨），它们的根源存在于观察或“发现事实”这种“直接经验”中；或者稍加限定地说，它们是在考察观察的或实验的种种结果中被发现的。

(2) 假说是根据某些较高阶的前提而做出的演绎推论。

科学中存在一些既定的、公认的具有全称范围和高度概括性的原理和理论陈述，诸如“每一个作用都具有一个大小相等、方向相反的反作用”。或“无因便无果”，或“在一个封闭系统中，能量是守恒的”，或“部分小于全体”，它们都可以用来作为一个形

式演绎的大前提。我们可以不考虑这类具有高度概括性的陈述的来源或地位——例如，它们是公设还是公理，是不证自明的真理还是直觉知识，是分析性真理还是归纳概括，或是天然的预感。【185】具有重要意义的是它们（连同一些被当作小前提的其他陈述以及某些推理规则）适用于作为形式推理的根据，从中可以引出某个具有经验意义的结论。这样一个结论接着可以用作为一个预言，该预言是在这类前提的帮助下产生出来的，并且是可以受测量或观察的检验的。这种用作为大前提的具有高度概括性的陈述的可接受性或是基于某些独立自主的根据——例如，它们是“理性的真理”或综合的先验真理——或是基于它们在产生有意义的或可检验的预言方面的效用，或是基于他们所帮助产生的预言的成功这种对它们的推测性的证实。（在这几种情况中各自存在一些重大问题，我们将在后面进行讨论。）

因而我们可以认为一个假说就是这样一个高阶的原理或理论陈述的“实例化”；这就是说，是经由一个把这个普遍原理与它的某个特殊实例连结起来的小前提而做出的一个演绎推论。我们可以把这样一个假说叫做一个实例性假说。举例来说，如果我们的概括性陈述是某个业已确立的理论陈述，如“汞(Hg)的原子量是200.61”，那么其实例性假说就是“若这种具体试样x是汞的试样，那么x具有原子量200.61。”这个前提（“这个试样是汞的试样”）的真实性大体上依赖于对该试样的某些检验。我们把前提看作是如此地在经验检验的范围内得到确定的，然后，我们便可以分离出推论（“x具有原子量200.61”），把它当作是该假说所做出的实际预言。

在某种通俗的习惯用法中，这种结论本身被认为是假说。亦即，预言本身被当作假说，如同在“根据我们所知道的有关这个试样的其它事实和汞的原子量，我的假说是这个试样的原子量为

200.61。”不过，这看起来只是用我们前面给出的形式来表述实例性假说的一种省略方式。然而，我们也可以选择大前提（“汞的原子量是200.61”）本身作为我们的假说，从而把高度概括性的意义留给了“假说”，而把其余一切当作是这个假说的一些可检验的结果。

可以如此用逻辑格式来表示其差异。在实例性假说的第一个例子中，大前提用作为一个定言判断陈述，它被当作是真的。因而，其论证的形式就是

P 和如果Q则有R

（其中P代表大前提，Q代表小前提，例示性陈述R则代表结论）。在第二个例子中，假说就是“如果某物是汞的试样，那么它就具有原子量200.61。”用逻辑格式表示就是

对于任何x如果Mx则有Ax

其中Mx代表“x是汞”，Ax表示“x具有原子量200.61”。【186】采取这种形式的假说因而就说是有待于被其实例，也就是说被Ma和Aa，Mb和Ab……Mk和Ak这些具体例子所“证实”或至少要受它们的检验的。这种假说的扩展形式及其可检验的推论即是

若P则（如果有Q则有R）。

但很显然，这样一个假说并不是由它自身的实例产生出来的，而且我们可以把它看作是根据各种具有更高概括性的前提所做出的一个演绎推理的结论，例如，根据某种基于其他理论思考而预言出一种元素的原子量是多少的定律。因而在这样一个具有高度概括性的演绎论证中作为结论的，可以用来作为一个概括性低的演绎论证的前提。在这个意义上，高层次的定律和原理可以作为低层次的定律的前提。对这种定律的检验大体上依赖于能够推演出可以用实例加以检验的这类陈述，换句话说，这些陈述能够被测量或观察的具体实例所检验。

(3) 假说是思维自由创造出来的公设或命题，以使它们可以整理或推导出其他陈述。

在这种场合，一个假说在其来源或由来方面不需要任何“证明”，而只是在它的使用方面需要加以证明。像传说中的民间英雄一样，这种公设出现了，干着整理事物、保全面子的工作，没有一个人去探究它们的玄秘的、神一般的由来。它们用自己的行为证明自身。与经验来源、与人类思维的“深刻结构”或与创造天才的联系因而不属于有关这类公设的范围。它们的功能并不是描绘出什么是事实或断言事实如此这般，而是提供出以某种比以前的整理方式更优越的方式来整理或重建已知事实的秩序的手段。这种公设也必定允许一个人去演绎出一些未经检验和认识的结果，因此，这种假说的功能既有形式系统性，而且在提示新的事实结果方面又具有经验的成效性。

(4) 假说或是关于似乎不证自明或必需加以相信的事物的、或是关于那些以某种含糊然而却是一贯的方式表现得似真的事物的直觉知识。

在这里，假说的来源被看作是“头脑”（尤其是准备借助关于与这些直觉相关的事实的广泛知识来使用这些直觉的头脑）的某些深刻起作用的“直觉”。在这类观点的这种或那种表述形式中，假说是“预感”，或是对潜意识的或前意识的思维中的类比的深刻认识的结果，或是适当的忆想，或是认识的先验结构（当它们被经验的提示带到表面上时）所采取的原型模式或明确的形式。这种假说是认识的“闪光”或“烁现”，是“我知道了”的经验，【187】在这种经验中，发现是通过某种无法解释的非推理活动而发生的。阿基米德的洗澡盆、牛顿的苹果以及普朗克迈上电车，这都是一些范例。对于这类直觉认识具有广泛不同的解释，从那些认为这在科学以及艺术中都一般是创造天才的特征的观点、到对于涉及



到它们在永格\*式的种族记忆原型中的来源的思辨、到各种模式概念或对不同形式的格式塔认识、到康德的知觉的超验统一性概念、到各种有关语言和思维的基础性结构的观点。简言之，关于这种直觉的许多解释，作为对某种基础性观念的直接或即时的认识，存在于对科学思想或对一般的人类的创造性活动的心理学和认识论探讨中。但是这种假说的使用，如同在公设性和猜测性的假说的情况中一样，并不需要有出生证。如第(3)节所示，思辨活动、想像练习的作用，是与对经验来源或某个系统内的逻辑演绎方面的考虑无关的，它们的作用是靠这种假说在整理，统一已知事实和(以有关未知事实的预言的形式)提出可检验的结论方面所起的作用而得到“证明”的。

假说的范围也大有变化。前面已经提示到这种多样性的某些方面；一个假说的概括性程度因而就是其范围上的差异的一种尺度。在这种前后关系中，实例性假说作为关于具体事实的预言，在范围上最为狭窄，它们实际上对应于观察陈述，但在这种前后关系中它们被看作是假说陈述。具有更广泛范围的假说则是有关观察陈述的一些全体类的概括，而这些概括又是有所不同的：从低层次的经验概括(“波士顿的居民的体型具有达到外体型-中体型曲线顶点的正常分布”，或“铁受热膨胀”)，到高层次的概括(“一切金属受热都膨胀”，或“行星的运转周期是不可通约的”)，到各种其范围使它们难以被称为概括的陈述(“空间是弯曲的”，“一个粒子在球面上的惯性路径是测地线”)，不过这些陈述大体上还是具有可检验的观察结果的。对这类陈述的一种通常的划分就是，当它们第一次被提出来时称它们为假说，而“当它们被证明了时”(这通常意味着在做出某种支持这个最初猜想的实验检验之后)就把

---

\* 卡尔·古斯塔夫·永格(Carl Gustav Jung, 1875—1961年)，瑞士心理学家和心理治疗学家。——译注

它们叫做定律。当定律具有高度概括性时，它们就是“理论”了。

这种习惯说法除了标示出这些假说的可接受性程度和概括性程度以外，并无多少内容可言。然而它所引起的混乱比它所澄清的更多，因此在我们论及定律和理论时，我们将提出另一种区分。有一位科学哲学家提议根据它们的功能方面的差异来对不同层次的概括性进行分类。比如，恩斯特·卡西列尔(Ernst Cassirer)[在《现代物理学中的决定论和非决定论》(*Determinism and Indeterminism in Modern Physics*)一书中]提出，【188】最低层次的陈述是测量陈述；经验定律居其次；原理为最后，这些原理代表着那些惟有在其中任何科学才是可能的思维形式(例如因果性原理)。迪昂(Duhem)\* (我们在前面引用过他的话)则区分出经验定律和理论，后者不过是对前者加以整理和分类的经济方式，以达到在物理学中做出数学表象的目的，从而使得数学这种强有力的推理工具得以对经验解释进行符号上的演算。然而，在所有这些情况中，对于如何使用假说这个术语这一点是不明确的，因为定律和理论二者都是尝试性的，都要受到否认，因而从这个意义上说是“假说性”的。但是迪昂使用假说来指各种具有最高程度概括性的理论公设，诸如万有引力的公设，它属于物理学理论的基础，或者说它在理论推导中被用作为公设。迪昂进一步认为：“物理学家并不是选择一些假说来作为一种理论的基础，假说是在没有他的情况下，在他身上萌发出来的。”<sup>①</sup>

不管怎样，这些观点一般说来都同意假说(不论它们怎样定义范围或概括性的程度)属于科学思想的范围。有一种观点则认

---

\* 法国物理学家，《唯物主义和经验批判主义》中译本译为杜恒。但按法文发音，以迪昂为宜。以下通译迪昂。——译者注

① Pierre Duhem: 《物理学理论的目标和结构》(*Aim and Structure of Physical Theory*, tr. P. Wiener, Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1954), p. 252

为假说的范围不但在程度上而且在性质上也是不同的，在这里，我们可以提出三类假说，其中各自的范围的差异是如此之大，以至于在假说的领域中产生出了一种非连续性。

(1) 常识性或观察的假说。简单地说，这些就是有关那些可以以某种观看的方式直接加以检验的事实的假说，例如“牛奶放在太阳底下会变酸”，或“早起早睡使人健康、富有和聪明。”这两个例子都能够被证明是错误的，因而它们像关于事实的可检验的和可否证的建议一样，是在一种低层次上，即不是按照它们的概括性而是根据检验它们所需的那种实验而起作用的。

(2) 科学假说。科学假说从下述意义上说高于常识观察：即，检验这种假说的观察语言并不包含有诸如酸、富有这类常识性术语，而是包括着一些其意义和指称在一门科学的某种理论框架内得到定义的术语。显然，一切测量陈述（其中使用着数和诸如质量、电阻和加速度一类的基本物理量值）所需要的就不仅仅是以普通的观察来作为其依据。任何其观察语言是一种在理论上得到定义的语言（如我们前面了解到的，量值语言就是科学中的这类语言）的假说就是科学的假说，对它的检验大体上需要的是受控实验，这种实验需要使用测量仪器和一种解释的框架，【189】在这种框架中，这类测量才具有意义。

(3) 形而上学的假说。形而上学假说提供出这些假说之间最重要的种类上的区别，例如，有一种观点认为，这类“假说”根本就不是假说，而是伪假说，因为它们并没有经过经验的检验或实验的程序。因而，它们并不是科学的假说；反之，任何设想为科学的假说，若不能接受某种经验的检验，或者说，不能被这种检验所否定，那就不是科学的假说，而是形而上学的假说了。另一种观点认为，前面提到的卡西列尔的“原理”以及仅仅用作为推理根据的公设（因而既不是“真的”也不是“假的”，而仅仅是有用的）

也可以被认为是这种形而上学的假说。这大概就是牛顿声称不做的那类假说。一种反形而上学的观点从有关“神秘性质”命题的意义上理解这些假说，认为人们可以抛弃它们而不会对科学理论有所损害，而且确实倒使科学理论具有经济性。奥卡姆的剃刀警戒人们不得在任何解释中增添任何不必要的东西，它将把这些不必要的假定从科学的表皮上统统剃去。但还有另一种观点认为，这种形而上学假说纯粹是最一般的科学假说，它们本身就是关于事实本质的猜测，因而是真的或假的。根据这样一种观点，形而上学假说是科学理论的范围广泛的系统性框架，或如斯蒂文·佩珀(Stephen Pepper)所称呼的，它们是“世界假说”。因而，原子论，或认为无中生有的观点，或伽利略的关于大自然是用数学的语言“写下”的观点，都是关于物理世界本性的猜测，它们已经找到了按照第(2)节所描述的那种科学假说所做出的某种解释。迪昂在《物理学理论的目标和结构》一书中，在坚定地维护物理学不过是一种整理实验所获得的事实的数学工具(是采取了某种理论方式的定律，它们不可能是对实在的解释)之后，接着便论证出对亚里士多德的形而上学的一种阐释是现代物理学解释的一种可行的框架。形而上学和科学之间的争论之点，如同我们在前面儿处所提到的，是科学哲学的一个关键之点，不过我们在此不作进一步讨论。

可以用来分割假说这个概念的方式的多样性表明一个人能够在某种程度上逐一说明怎样使用这个术语。而且，除了那些显然互不相容的观点(例如，那些认为形而上学假说是科学的一部分的观点，和那些认为不是的观点)，意义的范围允许人们看到它们之间的一些关系，而一种受限制的用法则不允许这样做。出于我们的目的，我们可以指定一种广泛的意义，把前面讨论过的若干意义包括进来，并挑选出它们所共有的一种特征，然而保留着解释

方面的争论之点。【190】我们将把假说定义得与实验这个术语相协调，定义为具有任何概括程度的陈述，它的证实或证明是以某种显然可详加说明的方式而同一种检验的实验程序联系在一起。使用范围的宽窄如今便依赖于两个方面：即“实验”的范围是什么、在详细说明一种对实验的关系时其明晰性的标准又是什么。

## 检验与证明：实验的框架

根据实验来定义假说而后再反过来把实验描绘成是从假说那里引伸出其意义的，这也许看起来是不合理的。然而，这正是我们将要开始谈论实验的方式。这种程序的正当性就在于假说和实验将被视为一种更复杂的程序的两个方面，是互补的概念，它们的意义是彼此结合在一起的。因而，实验概念本身需要某种有意安排的受控观察，它的相关性和意义部分地由它所想要加以检验的假说所决定，而且进一步取决于那种为解释实验结果提供依据的整个理论体系。由于实验描绘出科学中的经验内容并规定着一个假说的具体指称，因此假说已经限定了一个实验中的科学相关性，或其意义的指称范围。何时做实验，做什么实验，应该怎样解释实验的发现（即，在什么范围内来表达这些发现，或应该持有多大的保留程度以及在最初预期的框架内具有多么小的把握），这都是挑选和择定的事情。正如英国物理学家乔治·汤姆孙爵士所说的“在科学中选择要干的事成了一种艺术。”<sup>①</sup>乔治爵士引用了他父亲（开耳芬勋爵）的忠告：“大事在于正确的把握情况。”正确

---

<sup>①</sup> Sir George Thomson: 《关于科学方法的一些想法》(“Some Thoughts on Scientific Method”) 载 R. S. Cohen 和 M. W. Wartofsky 编的《波士顿科学哲学研究》(Boston Studies in Philosophy of Science, Vol. II, New York: Humanities Press, 1965), p. 82.

把握情况是一种艺术，也可能是某种运气；但使自己有机会去把握情况则是一件科学理论的事情。因为只有在科学的语言和概念这种更大系统的框架内以及在一个具体假说这种更狭小的框架内，观察获得了那种使它与科学密切相关的焦点和选择性。”

因而，实验是受到科学假说这种框架所控制的观察。然而，这种框架是什么，还有，在这种前后联系中，又是什么使得一个假说成为科学的假说？假如关于一个哲学的“假说”的标准是理性批判和概念分析，【191】那么在描绘一个科学假说的特点时，我们就可以在此之上再加上对观察的理性分析所运用的“批判”。但是，对于观察，科学理性一开始就有意识地把观察限制在某种有序化的系统即某种测量系统之内。歌德写下一句常常被人们加以引用的警句：“In der Beschränkung zeigt sich erst der Meister.”（“精通在于限制。”）如果一个人在谈论科学家的工作时，抱怨科学家们是一群头脑狭隘的家伙，这乃是一种头脑狭隘的抱怨。正是狭窄的限定范围和精确的结果——外行人看不到它们的意义，科学家则会为它们的平凡而感到失望——变成推理和解释的链条上的必要环节，这个链条就构成了科学的系统性和它的累积性的动力。可是如前面所指出的，观察的精确性本身并不需要意义也没有内在的优点。适当的精确性是需要，这取决于一个实验的范围和意图。实验因而受到其观察语言、测量、设计该实验的理论、可供利用和已知相关的仪器以及观察者的预期这一十分重要的方面等等所控制。对于观察的心理学研究业已证明观察者在他将选择什么进行观察方面的“定向”或预期的框架起着多么重要的作用。所以，科学家的感知力乃是理论背景的一种结合，即既对相关性的加以限制而又是思想解放、自由地进行构思，这是一种认识未曾料想和预见到的相关性的自由。“偶然”发现在科学中往往发挥着十分重要的作用（例如，放射线在照相底版上留下的雾影导致了贝

克勒耳发现铀的放射性辐射。)。但是即使是“偶然事件”也完全是为意外发现而准备下的，要不然它们就永远不会被觉察了。那么，在实验观察中起作用的是一些什么样的控制因素呢？

我们可以列举出四类最重要的控制：

(1) 测量系统。我们已经了解到，使用测量的这种有序化方法存在着三种各具特点又相互联系的形式：在某种分类方案中的鉴认；在某种有序化方案中，靠度来整理属性；以及用某种单位量值的度的差异来表示定量测量、而且更有系统性地用在这种整理中发现的比率不变性来表示定量测量。定量测量用某些数来表示某种量值的度的差异，从而产生出一个具体的或有量纲的数（由一个数连结上一个以某种单位所表示的量值所构成，如：3厘米、10磅、 $3 \times 10^9$ 兆电子伏）的系统。如我们所定义的，测量是以所有这些形式而发生的。定性确定事物的属性，如同通过化学元素或化合物的颜色、硬度、气味、对热的反应等等来决定它们的属性，这在得以用数来表示之前在实验室里发挥着重要的作用。【192】有一位化学家曾经（当然是私下地）谈到，他把自己的鼻子看作是他的实验室仪器的一个必不可少的组成部分，并且希望找到某种门路以得到财政资助，作为他的鼻子的保养费和折旧费。可是在数学物理中，鼻子除了它的普通功能以外，并不具有任何仪器的用途。但是作为一种经验演算的计数，就是观察的一种工具而且是一种基本工具。在察觉荧光屏上的闪烁方面视觉的敏锐性或在倾听微细声响方面听觉的敏锐性；实验过程中肢体的灵巧敏捷；以及建造设备的专业技艺都是测量的背景条件，是有意安排的观察这种实际工作的“必然条件”。不过把技艺和知觉能力同测量本身混淆在一起是错误的。正是测量语言在这里是一个控制因素，测量的单位系统以及这些单位进入于其中的、数学推理和计算中的演绎关系结构，成为实验中的一种重要控制因素。因而，

要测量的是什么，要达到什么样的精度和误差范围，就不仅仅是一些实践的问题了。当假说的语言（如同在科学的许多部分中那样）是数学语言时，有关的发现将被翻译成数的语言，它起着证实或否证作为该假说的结论的数学陈述的作用。这里便引入了近似和实验误差的问题，我们将简要地讨论这一点。

（2）理论框架。理论的框架与一个测量系统密切相联。一种理论或已经是用某种测量语言所构成，或是可以用这样一种语言从实验的角度加以解释。但从一种更广的、概念的意义上说，一个理论就是限定实验的相关性的一种手段。任何一个实验都是对可观察物和可测量物的整个领域中的某些而且只是某些特征的一种抽象。物理学出于最广泛的系统性内含和首尾一贯性的考虑在不同的量值当中选择自己的量值。如是，它选择了距离、时间、质量、能量作为它的特性参数，用这些参数把各种有关的性质解释成精确可测量的量。即便如此，选择一个量值也还不等于是选择用这个量值所测量的对象。物理学家并不是测量实验室中的每一个事物，他也没有测量实验中的每一个可测量事件，他所测量的只是一些受到严格限定的事物或事件。在这里，科学家的指南就是假说，以及他作为其追随者的那门理论科学这种更广泛的框架。汤姆孙说：“当你说你重复一个实验时，其真正的意思就是你重复了一个实验的所有这样一些特征，理论告诉你这些特征是相关的。”<sup>①</sup>

伽利略的斜面实验常常被认为是早期实验方法的典型。在附录A（尤其在第654页及以后）中关于伽利略对运动的分析中，对这些实验作了更充分的讨论。【193】当伽利略重复做这种斜面实验达“整整100次”时，如他所声称的，他并没有时而测量球滚动的距

---

<sup>①</sup> 同前引书，p.84.



离，时而测量球的温度，时而测量它的重量。他所注意的是实验装置而不是照明条件、时辰或气候。他所要检验的假说把这个实验的意义唯一限定在距离和时间这类参数本身，并决定与这种测量有关的测量仪器是一杆量杆和一架钟。平面的各种不同倾斜度是用不着测量的，因为伽利略的理论假设认为只有平面的高度才有关系，而且这是保持恒定的。数学假说的比例形式排除了一个距离对一个时间的比较，而只认可距离的比率与时间的比率之比较，而这并没有指引伽利略去发现 $\frac{1}{2}g$ 这个比例常数。伽利略也没有报告出他的实际测量结果；他只是宣称，它们的比率与假说所预言的结果恰相一致，具体地说，这些比率就是距离比率对时间的平方比率的比例关系。由于精确一致是极不可能的，因此有理由认为伽利略事实上是把一个接近的近似值当作是支持一个理想数学假说的充分证据了。因此，他是求助于一种直觉的（虽然是未经阐明的）实验误差理论。以所有这些方式，在实验的计划和装置中，在相关参数的选择以及在对它的解释中，广泛的理论假设和与距离及时间有关的假说的特定语言控制着实验，因而理论框架也控制着对一种测量语言和在实验上有意义的量值的选择。如果处在某种较古老的理论框架中，伽利略也许会把占星术关于某些天体同时出现的说法列为有意义的，就像科学家们实际上在许多年里曾经做过的那样。

把某些可测量的特征当作是无关的而加以排除因而就是对选定其他的来作为有关特征的补充。那末，限制性的这个优点也可能是一个危险的优点，正如科学发现史上的偶然和反常事件所表明的。如果一个假说或它的更广泛的理论框架并没有估计到实验情况的某些特征，这往往就会使实验者的注意力转向其他；更根本地说，这些特征也许甚至是不可以用该理论的语言来表述的，或者也许是存在于测量仪器的范围之外。因而，引入一种更精制

的仪器与引入理论表述之间或发现新量值和新概念之间具有一种相似性。望远镜扩大了有关观察事实的范围，而关于波的频率和振幅的理论表述则扩大了有意义测量的范围，并引进了一种新的语言，它不仅可以描述各种力学结果，而且可以描绘能量和辐射现象的全部范围。【194】近来，在涉及量子层次上的测量极限的物理学中，已经出现了“隐参数”的问题。隐参数这个问题并不是新问题，而是一个有关实验解释的普遍性问题：当某些实验结果不能找到根据一种理论或在该实验的测量术语范围内所做出的适当解释时，那么自然而然会提出某种未知原因或某种未被觉察或认识到的现象（对它的描绘不属于那些被认为是有关的描述）来解释这些结果。这样一种可能性并没有被注意到或没有被加以测量，因为它并不属于那些在实验的情况中明确期待出现的事物，从这个意义上说，它是一个“隐参数”。然而，在量子论中，该理论并不拥有任何一种可用来描述量子层次以外的任何现象的语言，但用这种语言却可以从理论上想像这些现象。这种情况所产生出的两种观点是由下述事实引起的：即在任何普通的关于物理本性的观点中不存在关于发生在量子层次上的情况的惬意模型。一个观点认为，这样一种模型是不必要的，只有那种想用一种旧式的经典概念来分析物理学这个新领域的非科学的愿望才提出这种要求。因而，某种似乎具有互相排斥的属性（时而是粒子的属性，时而是波的属性）的事物的这种“奇怪的”行为，只是当我们“多少”把关于粒子和波的经典图象强加于它时才是“奇怪的”。所以它的行为并不需要靠某种更基本的东西，即用一个隐参数来加以解释，按照现在的实际情况，这种理论排除了在该理论框架之内存在这类参数的可能性。另一种观点则声称，这种理论因此就是不完备的，它最终将不得不加以扩充或受到修改以包括进一种新语言和根据这种更基本的隐参数所做出的新的测量解释。但只有在发现一种

谈论和测量这类参数的方法之后，这后一种主张才具有实验上的意义。目前尚未提出任何一种这样的方法，虽然曾经使用过各种类比来说明这种方法的大致模样。在这里，理论和测量能力所施加于实验的控制就变得至关紧要了。如果一种理论内部已明确阐明测量的某些极限已与测量本身的物理本性连成一体，测量原则上不能超出一定的精度（例如在确定两个同时性量值时，如一个物理粒子的动量和位置），那么任何企图做到这一点的实验都将是徒劳无益的，除非它能够按某种其他的在物理学上有意义的理论来设计。这仿佛等于是，一个人先是说量值中的最小可能差异（据之可以构造出任何尺子）是一个单位量值  $k$ ，而后又要求测量出两个都比  $k$  小的长度之间的差异。【195】“小于  $k$  的长度”这种概念在这些条件下就不能作为测量中的操作概念。对于坚持这种测量（因为“终究一直存在比任何给定长度更小的长度”）的批判认为，这种观点把我们只是在涉及到中等大小物体的领域时从经验上所认识到的某些东西带进了极微小物体的领域。如果一种成功的理论是建立在一个最小单位量值  $k$  的基础之上，那么它将不会轻易放弃这个量值以迎合一种直觉类比的需要。因而理论不仅在控制这个或那个实验方面，而且在限定实验上可行的概念方面都发挥着一种根本的作用。

(3) 仪器。我们已经提到过仪器参与限定和控制实验观察的一些方式。我们可以说，仪器，即测量的物理工具和仪器是一个测量系统的具体化，是以硬件和技术体现着一种概念结构，在这种结构中，各种量值在理论上得到整理，各种具体的数被安置在一种演绎的理论网络中。因而一把尺子不单纯是一种读数工具，而是涉及到由这些具体的数所组成的各种有意义的关系，它是测量膨胀，或路径长度，或温度升高的一种方法。天平并不是简单地给出读数，而且是这样一些仪器：它们的理论证明存在于静力

学和动力学这些物理学理论中，因而一个重量测量被认为是（基于理论根据）与一个质量测量成比例的。一个仪表读数（任何一个笨人都可以传达）就不仅是一个测量数；它测量出电荷，或电流的反向，或一个粒子的能量。因此一种理论网络就把一束金属线、弹簧、螺帽和螺栓变成一个仪器，把标示数和指针的重合变成一些有意义的数，作为量值之间的各种关系。

然而，除此之外，仪器给测量带来某些属性，它们扩展了观察的范围、精确度和稳定性。我们的眼睛、耳朵、手指、鼻子、舌头也是测量仪器，而且对于某些用途来说，是高度精制的仪器。但是，对于定量科学的量值来说，发明已经用物理的手段以及在理论上扩展了我们的知觉。个人知觉的主观可变性已被仪器大大地减小了，因为仪器的可变性已在很高的精确性上被认知了，而其标准化引入了普通知觉所不能提供的均匀性。对一种量值的数学划分，借助一种标准的周期性诸如摆或原子振荡的周期而成为可能，这给予我们一些远远超出知觉的临界值的可测量的单位量值，也给予我们一些超出感性知觉的敏锐度和精确性的量值等值程度。每一种仪器都在有限的精确性、量程和稳定性的极限内进行测量，因而限定着实验中可获得的有意义的结果。在观念中，一个数字表示的量值并不是一个近似值。【196】“这有12吋长”和“这是12.000002吋长”这两个数学陈述并不是“近似地相同的”；它们是全然不同的。近似值仅仅是随着数学量值转变为测得的量值时才出现的一个术语。测量产生了近似。数学所交给我们支配的实数的范围是没有精确性限制的。数这个量值按其数学表示是无限可分的，可以达到存在着比它们的名称更多的实数的程度（“实数”在这里用的是包括着无理数的那种系统的数学意义）。从这个意义上说，数是连续的，而测量是非连续的。超过一定点，一个测得的量值只能给出一个接近于某个数学表达式的近似值。这就

是当我们说一切测量都是在容许误差的范围内进行时所指的意思。然而在古典的测量中，近似值的极限是改进测量装置方面的实践极限。伽利略的水钟具有的精确性足以使他利用比较粗糙的近似测量来支持他的理论结论。提高了的精确性已经更趋近这个理想的数学极限，其接近程度是伽利略所无法想象的。

虽然古典的测量理论含有这样一个形式化条件：即对于测量出量值中的一个度或差额的任何数 $n$ 来说，存在一个比 $n$ 小的数，但在实际测量中，这个条件却具有两个限制因素。我们可以把第一个叫做实践上受到限制的可测量性，用它来表示仪器和定标技术超出一定精确性的极限。但第二个则引入一种更基本的限制，即理论上受到限制的可测量性。在普通的常识观点中，以及在经典物理学中，（例如）我们把长度当作是一种连续的量值。换言之，我们设想，对于任何长度不论它是多么小，都存在一个更小的长度，或者说长度这种物理属性是无限可分的。但是设想理论插进来并且说：撇开我们的常识的物理直觉不谈，长度是被定义为可在想象上被某种可想象的使用仪器的操作所测量的。再假定物质的最终物理结构是如此这般，使得仪器本身作为一种物理客体超出了某个一定点，最终说来就是不连续的，也就是说，某个一定的长度达到如此地步以致它不具有任何部分。它实际上是一个长度“原子”，是不能进一步分割的。而且进一步设想这并不仅仅是一种思辨，而是一种已经确立、已经经过检验了的理论的结果。若这个长度是 $k$ ，那么可测量性终止于 $k$ 处，在长度方面不能做出进一步的测量了。

现在假设我们用能量的术语来转述这一点，说存在一些能量的原子单元，这是从它们是不可分割的能量子这种意义上说的。如果有一个仪器被用于任何一个测量对象，它就必须以某种物理方式同它所测量的对象发生相互作用，就像一把尺子必须以某种

方式同它的测量对象接触那样。【197】可是，现在设想这样一个量子是一个仪器和它的测量对象之间的最小相互作用，并进一步设想该仪器所测量的对象属于这种量子的量级。被测量的客体就会受到这种量子的干扰，因而在这种尺度上，测量本身的作用就会以如此一种方式剧烈地干扰着我们所测量的客体，以致我们无法说出在干扰以前它是什么样子。倘若我们问某个人：“当你不和任何别的人在一起时你是什么样子？”他就完全不能叫我们在没有其他人在场时去看他，他可以告诉我们他认为他像什么样子，但我们不能靠观察去发现，因为一做观察，我们的在场就破坏了做出回答的可能性。（这就是为什么心理学家要使用单向透光的玻璃来观察儿童，以及为什么生态学家要使用掩蔽物和伪装去观察自然状态中的动物行为的原因。）但量子层次上的物理系统却不能告诉我们当它不被观察时是什么样子，而我们的观察又通过相互作用干扰它。这里，观察卷入这样一种境况，在其中，仪器和观察的客体联系为一个紧密的系统，仪器本身是这个系统作为一个整体的必要组成部分。这就像是要求仪器测量出它本身在这种境态中的样子，然后又把这个测量从这种境态中减去。除开自我测量这个自相矛盾的概念不谈，这种分离在这里也是不可能实现的，因而在这个层次上，测量受到测量本身境态的限制。尼尔斯·玻尔曾经提出一个类比说，这就像是一个人在一给定时刻思考自己正在思考的东西。在思考自己的思考时，一个人就无可挽回地改变了自己正在思考的东西。而物理理论自身设立了一个极限，超出于此，测量由于影响了它的量值而无可挽回地干扰了被测量的客体，在这样一种境态中，我们就得到一种在理论上受到限制的可测性。仪器方面的任何改进都不能弥补这种情况，只有量子论中的另一种替换理论可以在想像上扩展这种场合中的测量。

在对于中等大小类型的物体的经典测量中，仪器也与被测量物体发生相互作用，但在这里，或者我们知道如何补偿这种畸变或者这种畸变小得没有什么意义。比如，当我们把温度计放入一种溶液时，我们就由于放入温度计而改变了该溶液的温度。因此任何仪器都是在这种近似值的范围之内、在我们认为不超出所要求精度的极限的容许误差范围内起作用的。因而，在任何实验的情况下，我们既检验假说也检验仪器，以确定它的相对于某种标准的精确度的极限，而且我们所取得的结果始终是在仪器所强加的测量极限范围之内。

(4) 观察者。关于科学实验和一般科学工作的一种标准的观点认为，在理想的情况下观察者是作为一种可变因素而被排除了。观察者的在场显然是需要的，就像他对实验结果的解释也是需要的那样。但这种观念是要把观察者的主观性当作实验中的一种可变因素而加以限制或排除。【198】所以理想的观察者是一个标准的观察者，他的在场可以看作是一个恒量，对结果毫无影响，因而至多只是透明地存在于背景中。在实验工作中，实现这个理想的方法可被描绘成科学客观性的认识论条件。其中最重要的条件就是，实验结果是可以由某种标准方法重演的，因而观察者们之间便可以达成一致意见。科学判断的理想典范就是这样的：对于它，观察者们之间能达成普遍的一致。人人都普遍同意 $1+1=2$ ，因而这种理想也应该是观察和实验工作的目标。这种要求可重演的实验的一些推论是颇为重要的。一则，所有观察者必须讲说一种共同的语言，以使得各种结果可以在理智上进行交流而不会产生歧义。数学再次表明是这样一种通用的和普遍可接受的语言的理想形式。训练和教育科学家也应当有足够的标准以使得一个科学家知道重演他人的实验所指的意思。还有，实验发生的情况或事件必须是一种重复发生的事件，这一点是十分显然的，因为一个独一无

二的事件按其定义乃是不可重演的。某些诸如“同因同果”之类的公理在这里起作用了。我们已经引用过汤姆孙的论述，他说理论的功能就在于使我们确信，我们应当把相继两次发生的同一些事物看作是相关的。因而从理想的角度上说，科学假说提出了某种对于实验观察来说是可重演和重复发生的事物，所以这样一种假说是“能被跨个人地检验的，”这就是说科学观察和实验中的客观性就是跨个人性，一致意见就被叫做科学的这项公共事业的唯一技巧，在实际中，它保证了科学发现的有效性。在一个比较小的规模上，单独一位实验者可以重复他自己的实验以进一步增强他对可靠性的信心。检验越是严格，做检验的次数越多，结果被证实的程度就越高(对于证实或否证某个预言结果这两种情况来说，这一点都是成立的)。

这种图景虽然提出一种作为科学实验和科学的客观性的规范的理想实验境况，但它并不是对于实验的一种描述性说明，而是一种规范性说明。它并没有描绘出情况是什么，而是提出情况应当是什么。但是这个“应当”就蕴含着情况并非始终如此，事实上也许从来就非如此。这种规范和事实之间的关系类似于根据一种理论所推演出的数学表达式与实验中所获得的测量表达之间的关系。后者是前者的近似情况。我们的问题就在于，观察者是怎样起着控制实验境况的作用的。但是实验境况是人造的，是科学家所做出的一种挑选、一种选择。【199】因而从这个意义上说，关于一位科学家应该从事哪一种实验方面并不存在任何规范(除了“正确的实验”这种不痛不痒的规范外)。由于引入标准的参数和仪器，由于把知觉的作用简化为读出仪表上的数字这种最简单的可能行动而减少了主观的可变因素，这就起着确保客观性的作用，如同上述的所有条件所起的作用那样。但是，实验的设计，参数和仪器的选择，把这种或那种情况当作有意义的而加以注意的倾向，



超出实验技巧的机制的范围,超出理论所设定的预见结构的范围,这是一种主观的可变因素,它不仅影响着实验,而且支配着实验。因而,我们应当对涉及到一个实验有效的客观性条件与那些导致选择或设计出要做的实验的条件加以区分。在作为一种程序的实验本身之外,存在着对实验结果的解释,而且确实还存在着关于把什么当作为相关的结果这类决定(因为这种相关性也许表现得与起初预期的结果并不一致)。

这就把实验观察者的工作分为两个方面:一方面,实验科学家是人类中最富有集体主义精神的人们,他们活动在一个具有共同语言、统一标准和公共地可再现的结果的共同体内。另一方面,他是一位孤零零的、在我们描绘为创造性的活动中做出种种决定、抽取出种种结论的思想家。科学家的道德个性参与这两项职能的程度也影响着对实验的控制。他的诚实、正直,不怀个人偏见或傲慢(这会歪曲或错误地表达他的发现),他对待批评的坦率态度,全都构成现实科学的实际的前后联系。但在现代的实验工作中出现了一种新的特征,它具有深刻的哲学的和认识论的结果,而且常常不被人们所注意。

随着现代技术和仪器的出现,实验变得从一开始就更近乎是一项公共事务,因为测量和计算的结果大部分是靠仪器处理的。因而,理论推理的工作日益变成“观察者”的活动,所有预备过程都自动化和计算机化了。那么可以说这样一位观察者所观察的是一组“未经释义”的测量陈述(它们在仪器内部已经经过一层又一层的“释义”,仪器把实验事件与远离的观察者联系起来,使之发生直接的相互作用)。注视着雷达的荧光屏寻找尖头信号就是这种意义上的一种远离的观察活动,录制下可以重构金星表面的摄影图像的传送数字也是远离观察。如果说曾经存在过一个直接观察的**黄金时代**,其间,质朴未化的科学家在直接的观察中,真实地

看到所发生的情况，那么，这个时代已经行将结束了。如果说直接性要求面对某些从理论上说是“赤裸裸的”或“纯粹的”材料的话，【200】那么，说一切测量和观察都是相对间接的，这也许更准确些。但在各门先进的科学中，观察的公共性已经大为提高，客观性大体上也是如此。观察，还有观察者的作用，变成一种具有高度理论性的和推理的活动，在这项活动中，符号和语言的交流把科学家同科学家、科学家同仪器和实验事件联系起来。更早期一些的科学哲学的认识论问题来自17世纪，有时则来自古希腊人。新的科学提出了一种新的认识论纲要，在其中，观察者对实验的控制必须受到重新考察和重新考虑。观察者的概念框架与有关相关性和解释的决定的关系一直是十分重要的。但是，长期以来对于实验者同实验事件的经验联系的关注则需要重新彻底予以考虑。倘若测量陈述确实是科学的经验语言的话，那么，在构成实验的框架的测量、理论、仪器和观察者的这种系统性联系中，科学的观察陈述就不再明显地有别于科学的理论陈述了。

## 实验的类型

因此，在涉及到测量系统、理论和假说的框架、仪器及观察者这些有关实验的四个方面的每一个方面时，对理论和假说框架的解释以及实验程序本身都被看成是具有决定性的。但所有这一切都是实验职能的背景。一个系统强加于对实验程序的分析的限制因素太过于经常地使人们对这种职能作出狭隘的描绘并倾向于遴选出某种本质性的职能。谈论实验的各种职能，并把那种与直接检验和证实假说有关的实验，同那种具有发现职能的实验区分开，这也许更好一些。这两个方面并不总是分离的，它们也可以构成一个单个实验实例的因素。而且还存在一种一般性的意义，

从这种意义上说，实验的这两个方面具有共同的根基和背景。不过我们先来考察一下这个区别。在对一个明晰的假说作出实验检验的场合，这个假说提出了某种事物，而检验就是一种发现经验上与这个提议是一致还是不一致的方法。比如在斜面实验中对伽利略的定理Ⅱ的高度有序的检验(见附录A第10节)就是按照假说提出作为一种明确预言的东西(涉及到用数表示的各种量值比率之间的关系)而设计出来的。在这种语境中，“证明”(prove)一个假说的意义用的就是其拉丁文词根probare的意义，意思是“付诸检验以看看某事物是否抗拒反驳或否证”。因而在(古老些的)英语口语的习惯用法中，人们谈论“证明一个人的勇气”，[201]这句话的意思不单指通过某种逻辑的或言辞的“证明”来使其他人相信这一点，而且指表明一个人能够经受起性格或胆量方面的严峻考验。不过从probare还可以引伸出另外一种证明的意义，它在词源学上更接近于probe(探查)和probate(检验)这两个词。在这里，这种意义似乎就是做出探究以发现某种前所未知或尚未确立的事物。如果从狭义的检验上说，一个人是用一个预言(它是某种更广泛的理论的结果)或用一个我们所称为的实例性假说来进行操作，那么，从这种广泛意义上说，一个人则力求发现在某些条件下将会揭示出其自身的属性或数值。因而，如果化学家从事实验去发现某种元素的一些尚未确定的属性，或者物理学家从事实验去发现某一给定事物的量值，他们并不需要做出有关于此的预言。相反，这种实验的数据是这样的，它们将被用来构成有待于进一步检验的假说，或者将被补充进表述一种理论所需要的信息之中。在此，我们可以对三种不同类型的实验进行比较，以考察这个区别。

(1) 发现或探索性的实验。让我们举两个例子。伽利略在他的《关于两种新科学的对话》中的“第三天的对话”中谈到，下落的

距离和冲力之间的关系是把加速度和力联系起来的一种方式。在尚无一个明确表述的动量概念的情况下，他还是做出了这样的观察：即如果一个重物从更高的地方落下砸到地里的一根木桩上，那它就会把木桩更深地打入地里去（这诉诸常识性的观察，也诉诸打桩机的技术经验）。如果我们把这个“实验”看作是提出去发现一个人从不同的高度扔下一个重物时所发生的情况的建议，那么它并没有提出任何预言，虽然它看起来似乎是要做出预言。它反而是诉诸于在发现事物一些属性的日常的“实验”中所已经发现的情况。它提出的问题是：“木桩被打入地里的深度与重物下落的高度之间的关系是什么？”与此相似，关于一种未知物质的一项化学实验将是在没有对这种物质的属性作出预言的情况下去探索这些属性；然而，同样的检验也可以发生在一个确实预言出这些属性的假说的语境之中。后者虽然也是一种“探查”，但却是在一个以理论为基础的预言的框架内进行活动的。〔参见后面的第（3）节〕。而前者则非如此。

还有，密立根的油滴实验是要通过测量一个电子的电荷来确定它的质量（因为电子的惯性只能根据它的加速度来加以考察，而加速度是由于一个电场或磁场的作用而产生的）。先前的〔汤姆孙、威尔孙、艾伦哈夫特（Ehrenhaft）、德布罗意所做出的〕估算是根据大量带电粒子在电场和重力场中的平均动态来推导出这个基本电荷的。〔202〕密立根提出根据对处在一个电场和重力场中的一滴油滴的观察来计算这个数值。如果已知重力和电的效应，那么，当油滴落向一块电极板并作为一个电荷被排斥而重新上升时，就可以求出油滴的运动情况。当油滴俘获一个被电离了的粒子时，就会使它的已知运动发生改变。密立根根据对这种变化的测量计算出单位电荷，他所列的表表明油滴的所有电荷值都是这个单位的整倍数。他由此所发现的关于这个单位电荷值的精确性远远高

于以前的估算值。当然，关于这个单位电荷的知识可用来证实关于物质具有分立的或原子的结构这种假说。但是，这项实验的直接意图在于发现一个数值，而不是证实一个预言值。

(2) 检验假说结论的实验。检验假说的结论最经常地被看作是有关一个实验的目的模型。如同我们已经了解到的，在伽利略的斜面实验中，对各种可测量值之间的一个关系的预言是对照着这些值的实际测量结果而得到检验的。如果测量结果与预言相符，那么该预言就说是被证实了，否则就是被否证了。这种对一个实例预言的证实与据以推导出这个预言的一般假说的关系——不论这个一般假说因此而被“证实”或“确证”与否——是我们后面要讨论的问题。但是在这里，关键之点就在于设计这样一个实验并不只是要发现测量的数值是什么，而且要发现它们与预言值相符合或不相符合。

(3) 混合实验。在一门科学的理论框架内，(1)和(2)之间具有密切的系统性联系，这一点是很清楚的，虽然它们各自的意图和注意的焦点有所不同。一个混合实验就是一个这样的实验：在其中，对某些属性的发现使这些属性被包括进某种已经确立的系统性的理论框架中；也就是说，此时，它表明关于这种新发现的属性的预言是怎样可以在某个假说-演绎框架内演绎地推导出来的。因而，一个混合实验就是一个这样的实验：在其中，对某种未知或尚未被做出预言的属性的发现导致了一种揭示出这个属性和其他一些属性之间的系统性关系的分类。就这样，一个未直接受到检验的假说便间接地被证实了。如此而被分类的这种新属性便在假说方案中找到了一个位置。

当门捷列夫注意到有一些共同属性出现在化学元素的“族”当中时，他便使用这个事实来建造元素周期表。我们也许可以说历史上发现这些属性的实例(例如，前面所讨论过的碱金属的例子)是

各种探索性实验的结果。按原子量的顺序对这些元素加以分类就利用了其他人的一些探索性实验的结果。但是周期表不仅仅是整理已知结果的一种方法，因为它的周期性尚在表中留下一些空位。关于表上的各竖行中所列的是具有相似化学属性的元素这个假说导致出这样的预言：这些元素是会被发现的。【203】例如，门捷列夫就预言出占据原子序数32这个空位（在竖行中处于硅与锡之间）将是一种灰白色的元素，它不受酸和碱的影响，在空气中燃烧时生成一种白色的氧化物，而且当门捷列夫也预言出它的原子量、原子体积、密度和沸点时，他使用着周期表作为据之得以推导出这些预言的假说。这件事发生在1871年。1886年，德国化学家温克勒（Winkler）发现了锗，这个元素（近似地）具有门捷列夫所预言的全部属性。于是，它就在周期表中找到了自己的位置，并帮助证实了门捷列夫的假说。但是，温克勒在发现锗时所做的是探索性实验而不是检验性实验，虽然一旦锗的属性被发现后这些数据意义是一目了然的。

迪昂在我们前面所引用过的那部著作中区分出检验的实验和应用的实验。做出后一种实验就是通过测量来确定与产生一种已知结果有关的某些事实。他举出点亮一盏电灯的例子。为了点亮电灯，就需要有一定的电动势。测量来自一组发电机的电动势以发现它是否产生出意想中的、与已知理论一致的结果，这就是一个应用的实验。它是在一个实验的框架内的一个检验，涉及到利用已知事实去确定解决各种涉及到诸如仪器这类事情的实际问题。另一方面，一个检验实验则是用来检验一种理论的。不过在这本书中，迪昂提出一些独特的想法。他认为，任何实验的框架都是如此地同理论系统交织在一起，以致没有任何分离的假说而只有它们的整体可以付诸决定性的检验。一个实验的结果并不能告诉我们，我们脑子里所想的假说受到证实或是没有得到证实。

假如这种结果否定了根据这样一种假说或理论的体系所推导出来的一个预言，那么，它并没有告诉我们该系统的哪个部分需要加以修改。他写道：

“物理学并不是一架可以使自身分开的机器；我们不能试验各个孤立的零件……物理科学是一个必须被当作是整体的系统；它是一个有机体，在这个机体中，不能使一个部分发挥作用，除非那些离它很远的部分也发动起来，其中一些部分比其他部分发动得彻底一些，但所有部分都要在某种程度上发动起来。”<sup>①</sup>

按照迪昂的观点，这种关于物理科学的有机特性的解释的结果是，一个判决性实验是不可能的。这个主张等于否认任何实验的假说本身能够被决定性地抛弃；通过在构成一门科学的整个理论系统内的其他地方做出一些调整，它就可以永远得到保留。这像是说，【204】一个证明一位病人的胳膊患病了的检验并不引出这种判决性的决定：让那只胳膊保持原封不动或把它切掉。因为那只胳膊是整个有机体的组成部分，还可以有一些更可取的、调整该系统内其他某个离患病处甚远的地方（例如使用抗菌素）的办法。因此，迪昂说，物理理论家更像是一位医生而不像一位钟表修理匠。简言之，迪昂是在断言一个实验的意义并不是一种头痛医头、脚痛医脚的简单情况，在这种情况下，一个特定的假说接受一个特定检验的检验，从而使它被抛弃或接受。相反，实验发现和理论框架的相互关系是如此密切，以致对于除了作为一个实验的基础支柱的整个理论系统以外的任何事物都不能作出毫不含糊的决断。

科学是首尾一贯的有机统一体，假说和实验是这个统一体的

---

<sup>①</sup> Duhem, 同前引书, PP. 187—88。

两个互补的方面。正如假说同一门理论的所有其他部分的合理的一致性并不足以使它无需经过实验检验就得到证实那样，一个实验检验本身也不足以决定对这个实验应该怎样加以解释，除非是在设计它的整个理论系统之内。这就使确定实验结果的意义这种创造性工作留有一些活动的余地，在其中，各种不同的假说如果是与理论系统合理地相容的话，就具有无限的生命力而一直保持为科学内部可供选择的学说；实验并没有裁决这个争端而只是表明某种理论调整是需要的。在科学家的选择的范围内，正是实践性的诸方面决定着应该采取这一条而不是那一条路线。



## 第九章

### 归纳法和或然性

#### 归纳法：习惯、预期和有根据的信念

【205】科学探究的功能是发现有关事物属性的新事实；并发现这些事实之间的各种关系，这些关系对我们关于自然界的巨大多样性的知识作出整理，并且帮助我们解释和预言自然界的各种作用。理性活动是建立在这样一种信仰的基础上的，即我们在以往经验中所学到的知识其意义超出过去的范围，并且与我们预期在将来一定的条件下将发生的情况有着某种关系。我们对自然界的控制（从基本的技术操作规则发展为以理论科学为基础的复杂技术）来自于我们的概括能力、超越现在时刻的预见能力以及通过对经验教训的自觉批判来调整我们活动的 ability。“活到老学到老”这一常识格言包含着比单纯的经验积累更丰富的内容；它提示出我们早先的经验信念能够接受更广泛的经验和批判反思的审查、受到修改，而且如果有必要，就抛弃它或者用某种更好的东西来代替它。在我们至此的全部讨论中所做出的假设就是，这样的学习活动确实象在日常生活中那样也发生在科学中，而且科学探究的方法都是整理和检验知识的高级方法，所以，我们所设想的情况和在现实实践中所发现的情况处在经常不断的批判的相互影响中。这样，在观察、测量和实验程序中，概念预期的框架在限定经验关系和检验的焦点时，使这些预期对我们最初的信仰和猜测产生更明显的影响。【206】通过检验和批判中的选择性对抗技术，

我们经常有条有理地冒着失去收益的风险而反对事实的偶然性。其结果(除非科学是完全虚幻的知识)是我们知识的积累性增长,而且大体上也是一种不断增强的信念:即经受过时间考验的知识是比较可靠的知识。

与这种乐观的观点相对立,科学中存在着逆回、否定和革命的历史,它们所涉及的并不是科学收获的枝节,而是各种基本的概念本身,这些概念的岁数并不确保它们的可靠性。

正如我们已经了解到的那样,实验的两个目的是发现和进一步检验。但在实验中,一个实例与一类实例是系统地相互联系的,并且每次观察都进入普遍化的预期的概念框架——一个测定的时间和一个测定的距离,在具体的测量条件下,以某种方式表示出对距离和时间的一种不变关系的预期得到实现。客观性的条件就是那些保证被观察到的关系的公共性的条件,我们知道这些条件包括一个实验的可重复性。所以我们可以说,关于普遍性的要求总起来说就是这样:如果你象我做过的那样去做,你就会观察到我所观察到的现象。因此,实验的理论和技术的如此设计的,以确保你和我在两种场合所做的实际上是同一件事。

这个要求(在一定条件下,已经出现一次、两次或更多次的现象将继续发生,如果再次产生出这些条件的话)的来源是如此基本,以致在一些论述中,它被看成是来源于我们的动物性行为,看成存在于学习本身的可能性的基础中。因为,正象我们早先讨论过的那样,习惯的形成完全是一种在不同的场合以同样的方式对据认为相同的情况作出反应的倾向的创造物。实验心理学不仅描述动物和人类这种习惯形成的模式,而且描述这种模式产生的最佳方式。例如,某种初始反应不论是出于本能的或出于偶然的,已经具有一定的可塑性;它可以通过适当的“奖励”或者“惩罚”而得到加强或抑制,所以,在可能行为这个广泛范围内,实验者可

以创造出想望的模式。习惯的获得和调节这些概念便与先天倾向的概念相互交叉，惩罚和奖励(或者反应的加强和抑制)已经是在一定条件下而不是在其他条件下获得习惯的某种最初的结构为先决条件的。但是，形成一种习惯比在类似的情况作出的某种类似的反应要做更多的工作。它涉及到这种反应模式即将出现的可能性。如果习惯这个词比对过去实例的总结描述具有更多的含义的话，那末习惯就比它的实例或具体的表现更普遍。“我习惯在饭后抽烟”这句话可能只是说出，我饭后抽烟已经好几年了。【207】但是，我们通常认为这句话的意思是，如果有人在一次饭后观察我，那末他就可能看到我在抽烟。因此，即使我现在并不在抽烟，我也被说成有这个习惯；而且这并不意味着在某次饭后你也许可以看到我不在抽烟这种情况是不可思议的。可能存在一些人为的、使习惯不能得到实现的条件。(例如，如果没有什么可抽，或者从更有意义的角度上说，在某次例外情况下如果我决定不抽烟，虽然原来我大概是会抽了。)习惯并不象逻辑推理的规则那样，它不包含必然的实例，而只包含可能的实例。

这里的要点是，根据一种解释，起码学习就是习惯形成，或者学习包括习惯形成并把它作为一种基本成分。这种差别大体上是，在学习中人可以超越纯粹的动物性习惯，并且进入有意识的、批判的理性活动。但这就把学习看作是包括有意识的批判的活动。至于人们应该怎样限制学习一词的使用，那只是一种言词的问题。但是，至少有一种观点认为，在对外界刺激型式的反应中，可以广义地把学习看作是获得某种一般的行为模式。皮尔斯(C.S. Peirce)把习惯用作模式的同义词，而且达到这种程度，即在自然界中存在有秩序的或模式化的特征，皮尔斯还把所有这些都看成是习惯形成的结果。用他的话说：“宇宙是习惯的获得”，这句话意味着自然界的规律只不过是事件之间的关系模式，这些

模式来自贯串于整个自然界(包括生物界和非生物界)的从实例中概括出来的普遍倾向,再没有比这类倾向更超验的了。(究竟什么比“普遍倾向”更不超验,这很难说。)

这种行为是存在的并且是有机体的典型特征,这是一个事实性问题(或者最起码是我们可以用习惯来表示其意义的问题)。因而,我们获得反应的习惯和这些普遍化的反应对未来的反应实例具有影响或决定作用,这是关于我们通常怎样描述非随机行动的问题。对于随机行为,我们不能表述出任何规则;而任何别的行动也许都表现出某种规则般的特征,因为我们可以用符号的全称命题来表示其中的某种不变关系。常识性的知识和信念是这些规则般的描述性的陈述的概要:“熊在冬天冬眠”,“蜜蜂造蜜”,“新英格兰8月份比6月份暖和”。动物园里的熊并不冬眠,或者有的蜜蜂不造蜜,或者新英格兰1904年6月份比8月份暖和,这些反对意见与前面的概括表述并不抵触,完全不象“正方形的对角线与其边是不可通约的”命题与“所有的几何长度都是可通约的”命题那样相抵触。我们说,上述概括所表达的仅仅是一种可能性,因而是允许出现例外的,[209]因为它表达的是仅仅在一定实例范围内的不完全知识和(一般说来)相信其他一切实例都将与已知的实例相符的信念。

就获得这种知识和信念的方法而言,时常把它们叫做归纳的知识,而从其要求成为真理的这种地位来说,则时常把它们叫做或然的知识。在最广泛的意义上说,一切通过经验获得的知识——以别于作为其他已经认识了的事物的必然结果(也就是通过逻辑推理)而获得的“认识”——都是偶然的知识。就我们在经验中所获得的知识是以有限个实例为基础的而言,关于概括对所有可能实例都应当成立的这种主张,其特性被描述成只不过是具有一定的或然性。在科学是经验的、关注于事实的这个意义上说,

科学也属于这种偶然的知识，科学的各种主张被认为是一些猜测或者是有根据的信念，而不是被看作是必然的或确定的真理。

但是，如果所有这种知识，或者基于这些知识的信念只不过是一种高度精炼的习惯形成，那末科学作为探索真理的认识地位就成问题了。我们在实验室的小白鼠身上所能归纳出来的习惯是否始终与从一位受到特定“刺激”的理论科学家身上所归纳出来的信念习惯属于同一类型？倘若如此，谈论“真”习惯和“假”习惯似乎是不可思议的，我们至多只能说，“好的”和“坏的”习惯，如果我们可以确定出在一般情况下，什么习惯是“好的”和什么习惯是“坏的”的话。因此，从最坏的角度说，我们对科学的解释也不过是对人类的某一特殊子类的(特有)习惯的描述。我们可以想象一位地球外的观察者在他向某个银河系的比较行为研究所的报告中会怎样说明科学活动的。(这里的唯一安慰是，设想某个银河系外观察者会如何说明地球外观察者的行为，依此类推，以至无限。)如果我们把这一步迈得更远一些，而且把科学规律看作是根据经验的概括，那末这些规律就成了不过是靠加强和抑制而在我们身上归纳出来的、被我们尊为“证实”和“否定”的信念习惯。我们可以说，除非某个宇宙妖捉弄我们所有的人，否则，根据过去的经验“证据”支持着这种信念，我们就逐渐承认这些种类的信念是“合理的”。这些信念被设想成高度复杂的有制约作用的实例，因此，它们就是我们称之为预期的这种行为习惯。因为不相容的信念会使我们去预期某种事物将发生，而某种又将不发生，所以，理性将参与对这些不相容性的整理，并且对我们的信念加以系统地整理，通过这样一些规则在不相容信念之间作出选择，诸如，“选择更牢靠的信念”，或者“选择与整组信念最相一致的信仰”，或者“二者都不选而是寻找证据支持或抛弃双方；【209】然后在某一点上，在这种证据的基础上加以选择，”或者也许是“选择最适

合你的目的的信念。”

根据这个理由，巴甫洛夫(Pavlov)的狗在铃响时分泌唾液 这种情况就被排除作为接受一种信念的实例，这仅仅是因为后面这种更复杂的情况有着更多数目的参与制约的条件。人们接受一种信念是由大脑思维器官“分泌的”，就象唾液是由某个腺分泌的一样。在进行比较和推理的活动时，引起的反应延迟就把信念的反应和唾液的反应加以区别，因为前者涉及到更高级的神经中枢(包括巴甫洛夫称为第二信号系统的东西，这个系统涉及到我们对符号刺激因而对一般语言刺激的反应)。皮尔斯在对认识和信念的实用主义理论的表述中，把信念描绘成一种行动的习惯，即在已知条件下以一定方式行动的倾向。所以，陈述一种信念只是报告这样一种倾向，而且这种陈述仅仅在这个意义上才能是真的或假的，即关于信念的一个假陈述就等于一个人并不把自己的钱放到自己的口袋里这种情况，也就是说，一个人不真实地陈述自己的真实信念。所以，从其并非明显地与其他持有的信念不相容的意义上说，合理的信念是一种有根据的信念而且实际上它得到经验制约作用的加强。

这可以说明科学家象其他人那样持有某些信念的心理条件。“证明”这些信念的唯一一些问题是，某种信念的习惯曾否得到确立，或者说它是否受到适当地制约。但是，这是一种空洞的标准，因为任何信念都是某种制约作用的产物，在一种信念上有不同意见的两个科学家将不是去寻找错误，而是去寻找制约作用方面的差异。或者我们可以假设这些差异是来自于“隐匿的可变因素”。所以，对于一些不同信念的最终要求就是，它们应该是习惯方面或者“动物信念”方面的事情，而最能说明它们的情况的是，其中有一些信念是人们所广泛持有的，而其他一些则只为一些与正常人不同的人所持有。有关这种信念的一种真理理论也许可以表述

为：真的信念就是那种对之存在着一致意见的信念。因而可以对应于在各种事情上(所表达出来)的意见的一致程度的经验调查结果来确立真理性的程度。可以定期进行一种真理的民意普查，在普查中每个人可以根据所提供的“真理”表投票支持自己的信念。此时，选择信念就象是选择买什么样的牙膏。

虽然这听起来显得荒谬可笑，不过，我们把相信是真的事情完全当作是真的，这似乎是真实，而且一般地说，我们相信那种(对我们的思维来说)存在着其最好的证据的事情是真实的。而我们判断最好证据的标准往往是这种证据过去是最经常地出现的，由是我们已经逐渐相信它在将来类似的条件下将继续出现。【210】或者，我们认为最好的证据是已经由最大多数的观察者所确定的，而且关于这种证据存在着最广泛的一致意见。根据实验心理学和生理心理学所告诉我们的大部分知识，我们是一些在生命机体的连续统中操作的归纳机制，而生命机体则以这样一种方式适应环境的变化，以便维持自身体内的稳态或者它们的有机整体性。因此，我们可以说，归纳法是自然界固有的方法，它在千百万年的进化过程中得到检验和证明。如果我们认真地对待自然选择，那末这种习惯形成的方法，从获得的模式化行为这种最低级类型到理论信念这种最高级习惯，都可以被认为是对通过进化的检验而选择保存下来的各种行为的可能方法或战略的最优选择。

从这种浮泛的思辨，转到对什么是归纳法，它在科学研究中如何起作用以及它是否需要“证明”等问题作出更为实际的考察，这也许是一件好事。我们可以带着以上的许多说明而进入下面的考察：实际上，归纳法给予我们的知识比我们所相信的更多吗？或者它是一种规范的或方法论的规则，为我们提供一条标准，以供我们判别应该(根据有关“合理的”或“有根据的”信念的“充分”证据)相信些什么？

## 归纳概括、归纳推理和归纳证明

象“蜜蜂造蜜”和“铁是一种受热时很快就氧化和膨胀的金属”这样一些命题，是描述性的、大体上通过观察而发现是真的一般命题。为了确认某物是蜜蜂，第一步，我们必须认识大小、构造等方面的一定特征，正如把某物认定为铁涉及到一定的经验检验，例如，它的密度、外表、对化学试剂的反应。因此，我们可以把某物分类为蜜蜂和铁，从而发现有关它们的更多的性质，例如，这种性质是蜜蜂造蜂蜜，那种性质是铁受热膨胀。观察足够多的蜜蜂和加热足够多的铁将使我们得出结论：或者(a)，我观察到的所有蜜蜂都造蜂蜜和(b)我加热过的所有铁都膨胀；或者(a')蜜蜂造蜂蜜，(b')铁受热时膨胀。(a)和(b)是对一组观察命题 $(a_1)$ ， $(a_2)$ ，…… $(a_n)$ 和 $(b_1)$ ， $(b_2)$ ，…… $(b_n)$ 的概括，这里的n是我已经做过的观察次数。而(a')和(b')则非如此，因为它们主张对于观察到的一切都属于 $(a_1)$ ， $(a_2)$ ，…… $(a_n)$ 的情况也适用于 $(a_{n+1})$ 的情况。简言之，我所观察到的都是一定类的所有已知实例的情况，【211】我用不着做附加的观察就把它看作是下一个实例的情况；或者从另一个角度上说，是这个类的所有实例的情况。因此，从各种具体实例作出一类具体实例的概括，只是在这个类具有比我已观察到的更多的元素而且所有这些元素都被看作是可观察时，才是真正的概括。如果这只是关于一组单个事物的一种总结性陈述，而且这些单个事物组成的这个类的所有元素都已经一一得到例举和观察，那末就不涉及到概括的问题。第一种情况是归纳概括，因为归纳法被定义为从特殊到普遍的“推理”，即到关于已知类的所有元素的陈述。但是，命题(a)和(a')是有联系的，因为(a')中的假设是：如果我确实一一枚举出蜜蜂这个



类的所有成员，那末(a')和(a)将是同一的。但是，是什么东西允许我做出这种假设呢？归纳概括有什么根据呢？的确，如果我确实把这说成是一种推理，那末只要我用它来表示从一组命题到另一组命题的一种逻辑“运算”，就必定存在某种我据以进行这种运算的规则。如果我所说的推理是指某种不同于根据某一规则的演绎运算的过程，那末至少必须假定存在两种推理：演绎推理和归纳推理。或者，如果我把命题(a')当作一条公设，那末我大体上就是以一种怀着希望的方式在提出某种见解，但却认为这不过是一种相信它的倾向，或者说是某种非正式的合理性。(皮尔斯说，“‘假设’一种见解只不过是希望它是真的。”)或者，如果我们根据这样的理由来表达我对(a')的相信：即如果我只是在观察到(a<sub>1</sub>)之后才相信(a')，则我观察(a<sub>2</sub>)时它就已经“自我证明”了，如果我在观察(a<sub>1</sub>)和(a<sub>2</sub>)以后相信(a')，则当我观察(a<sub>3</sub>)时它就已经“自我证明”了；因此，在观察任何(a<sub>n</sub>)之后，我都相信(a')，则当我观察(a<sub>n-1</sub>)以后，它将得到“自我证明”，那末，我是求助于这种实用主义的证明，即“具体实例与已经观察过的那些实例相一致总是有利于信念”。或者，我也可以求助于这种心理学“事实”，即“一般地说”，思维被组织得可以根据加强作用而形成信念的习惯，而且在更大的加强作用基础上形成更牢固的习惯，这里的“加强”意味着在相同条件下过去的实例以相同的模式再现。

在以上这些不同的探讨中，关于我们确实是从一些实例中进行概括这一点是没有疑问的，问题是：这种概括有什么根据呢？显然，这接近于经验科学研究的核心，因为即时观察、测量到作为关于不变关系的命题的概括(也就是，作为一般假说和定律的概括)的关系是实验研究的中心问题。除非追加的检验或观察者的数目可以说使该结果具有更大的可靠性和可信性，否则，实验及实验结果的客观性条件即可重复性和任何数目的其他实验者的一

致验证是不会有有什么意义的。【212】在法庭上，独立的证人的加强性证明大体上也是对关于某事确实曾以某种方式发生过的说法提供追加的可信性。然而，不论在法庭上还是在实验室中，都没有人提出这样的问题：“你有什么根据相信，即证人愈多，该说明就愈可信、愈有客观性呢？”虽然单个证人的可信性和他的观察技能确实造成性质上的差别。从关于一些的陈述跃迁或跳跃到关于所有的陈述总是大可怀疑的，我们在前面非正式地列出关于这种归纳跳跃的各种不同的证明，可以这样加以分类：

1. 这种跳跃实际上是一种演绎推理，这种推理是通过把前提看作是“(a)公理的，(b)形而上学的，或者(c)公设的”来证明的。演绎推理看来象下面这种样子：

大前提 凡是显示出自然界的有限个实例中每一个实例的某种模式或关系者，也将显示出自然界中的所有实例的同一模式或关系(即“自然界是一致的”)。

小前提 在有限个实例中，观察到蜜蜂造蜂蜜。

结论 在一切实例中，将观察到蜜蜂造蜂蜜。

只从小前提出发，演绎推理是无法进行的，所以这种推理依赖于大前提。

(a) 如果我们把这个大前提看作一个公理，并且可以从中推演出假命题，那末它就不是一个很好的公理。但显然，“在一切实例中，观察到蜜蜂造蜂蜜”，或者，“如果任何一种东西是蜜蜂，那么它就造蜂蜜”这样一个结论具有一些实例是真的和一些实例是假的。〔对于 $(x)(Bx \rightarrow Hx)$ 这种形式的命题，形式上的矛盾命题是 $(Ex)(Bx \cdot \neg Hx)$ ，因此，任何不造蜂蜜的蜜蜂都否证了这个结论；或者严格地说，因为只是命题否证命题，所以任何真的观察命题“这是一只不造蜂蜜的蜜蜂”就否证了这个结论。〕对于把造蜂蜜看作蜜蜂的标准，有人可以论证这个结论意味着，任何不

造蜂蜜的“蜜蜂”根本就不是蜜蜂，而是冒充的蜜蜂，靠其外表（和其他真的蜜蜂一道）来欺骗我们。但是，这样一来，为了拯救可演绎性，我们就得把结论转入一种分析的命题，首先不需要大前提的一切部分，因为那时我们就会说：“所有而且只有造蜂蜜的蜜蜂才造蜂蜜，”这当然是真的，但在描述性方面却是空洞的。此外，世界是充满着各种模式，其范围遍及某一类的事物的各个有限集合，但不可能对该类的一切事物都是真的。

(b) 如果我们把大前提看作形而上学的真，那末它就是关于自然界真正本性的某种断言。如果它的真理性的根据就是它概括了经验的广泛性，那末这个论据就会崩溃，[213]变成属于被认为是支持它的那种类型的另一个归纳概括，因而将出现循环论证——用归纳概括来证明归纳概括是正确的。（也许后者的范围比前者更广，但原理却是相同的。）另一方面，如果我们把“自然界是一致的”这个命题看作是一个（在第143页上讨论的那种）综合的先验真理，那末我们就可以在两种意义上采用它。首先，从它不可能被想象为别的样子这种意义上，认为它是先验的〔这显然是弱论据。（而且混淆了先验的意义）因为完全可以想象自然界是不一致的，自然界是一致的这一点并非“不证自明的”〕。其次，如果科学研究要成为可能，而且对于它的可能性，科学研究需要用大前提所表示的合乎规律性的公设，那末为着科学的缘故，就需要持有这个公设，否则科学存在的可能性就会土崩瓦解，因为概括从来不过是非理性的和随机的选择。

(c) 再者，如果我们把自然界的这种一致性看作是一条公设，那末这将是关于大前提的这些论据的最弱形式，而且是把它作为一种通过在实践中受到证实而被证明的假说提出来的。但是，通过它得到证实这一点来证明为什么要选择这一个公设（而不是别的公设）还是求助于归纳概括，如果这种希望被认为是通过它的

“自我证明”而得到加强的话。所以就出现了关于科学中的一般证实这种更广泛的问题。我们根据什么认为支持由假说推导出来的结论的实例数目越多就越能提高证实程度呢？所有试图把归纳概括复原为基于某个大前提的形式推理或演绎推理的这些方法似乎遇到了问题，要末是可否证的，要末是循环和空洞的论证，要末就是导致不相容性；<sup>①</sup> 所以，至多也不过是使这种演绎推理的形式得到维持罢了，但它的力量丝毫不比它的前提大一些。如果大前提是一个公设，那末这个结论的力量也不超过公设的。然而，这却给我们带来了某种希望，因为如果我们把这个结论（即“如果某物是一只蜜蜂，那末它将造蜂蜜”）看作是做出预言的方法，那末它适用于产生可否证的直接预言（这是一只蜜蜂，因此，预言它将造蜂蜜），从而导致对这个公设的修正和抛弃。

然而，当我们采取象(b')（铁受热膨胀）这样的命题时，该前提的似真性好象在增加，因为这个概括的力量不仅来自于铁的有限次检验，而且也来自对一般金属的有限次检验。【214】检验命题(b'')“金属受热膨胀”的实例数目大体上大于(b')的实例数，而且“受热膨胀”这个性质的范围比“造蜂蜜”的范围更广。我们说的范围是指，似乎存在着数目更多的不同种类的事物表现出这种性质。除了蜜蜂以外，我们不能用(a')来概括出（就我们所知）（比如）(a'')“飞虫供给蜂蜜。”而当我们考虑到把膨胀定义为某种物质的体积的增大，而且这种属性也同样为气体和液体以及非金属固体所持有时，(b')的约束力就进一步增加。此外，如果体积的增加被

---

<sup>①</sup> 例如，关于对所谓准三段论、统计三段论和基本归纳规则的分析可参看C.Hempel的《逻辑与语言》(Logic and Language Dordrecht, Holland; D. Reidel, 1962)一书中的“Inductive Inconsistencies”。这种分析表明，当这些论证作为演绎结构时，这些规则怎样导致不相容性。同时参看N. Goodman的《事实、虚构与预见》(Fact, Fiction and Forecast Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1955. pp. 73ff.) 关于Goodman“对归纳法的新谜语”，其中根据谓词“grue”检验这些不相容性，进一步的讨论请参看pp. 232ff.

解释成分子间平均距离的增加，而且这本身又表示分子系统平均动能的函数，那末“膨胀”的范围在理论上由于一个巨大的因子而变得更广泛。因而容易使人得出结论说：“一切物质实体受热都膨胀”，但这是假的（例如，橡胶受热时收缩，而且人人都知道牛肉放在火上烤的时间太长会发生什么现象）。不过全称命题(b'')看来比(a')可靠得多，而且它使自然界的一致性这个大前提具有更为令人信赖的样子。根据一种简单的观点，这种区别似乎就在于物理过程比生物所表现的过程更有规则性，这使某些哲学家做出这样的猜测：自然界在组织结构的较低层次上具有最大的一致性，而随着结构复杂性的增加，它就变得不那么硬性了<sup>①</sup>，但这又是一种归纳概括，它本身又依赖于归纳概括。

2. 对归纳跳跃的第二种证明并没有假定它具有任何演绎意义上的逻辑地位。如果它是一种推理的话，那末它是建立在演绎的或论证性推理和自然的或实际的或非论证性的或归纳的推理之间的差别的基础上的，因此，严格地说，它根本不是推理，那末它是什么呢？这里，我们可以在这种观点内区分出几种看法。

(a) 这种归纳跳跃是“人类思维的自然倾向”或者是“习惯形成的能力”，因而是学习行为的心理现象的特性。在前面讨论过的那种比较广泛的观点中，它是人类思想或信念中的一种自然倾向的特性形式，但它来自有适应性的有机体生命的真正本性。（这并没有作出多少解释，而只是重新把归纳概括命名为适应性行为，因而至少通过联想把它和被皮尔斯最普遍地把它描述为“习

<sup>①</sup> 也就是说，物理学研究范围内的个体比生物学研究范围内的个体更接近均匀性。例如，电子在有关方面大体上都是相似的，而动物种的成员却具有可以辨别的独一无二的特征，因而彼此之间是互不相同的，这充其量不过是一种模糊的、大可存疑的区分，我们在后面讨论生物学和人类科学的规律时再对此进行探讨。

惯获得”的学习自然界中各种各样相似或类似过程的活动联系起来。)休谟在论证不能把“归纳”推理当作必然推理时,【215】曾经力图把它辨认为这样一种习惯;因此,演绎推理是唯一的必然推理的形式,而且这个必然性的根据就在于演绎法本身的形式化,变成在经验上是空洞的取决于得到明确表述的使用语言的形式规则。这种必然性就象国际象棋中骑士的奕走方式的“必然性”,或者象找出适合于填字谜格的三个字母的单词“必然性”一样。

(b) 从“公设性的”意义上说,它是有假设性的,而且是靠实用方法而被证明是正确的。对它的“真理性”是没有争议的,有争论的只是它在产生有意义的和可检验的结论方面的有用性或启发价值。例如,如果我发现有的铁受热膨胀和有的铜受热膨胀,那末这也许会促使我去加热各种金属,观察它们是否也显示出这个性质。如果它们具有这个性质,那末我就是受这个公设的启发而有所收获的。它已经用来指导研究走上富有成果的道路。因此,我们还可以把门捷列夫在周期表中对化学元素的各个族间的关系的概括看作是一种产生预言的假说,它导致被预言的元素的发现。如果这些预言未能得到实验的证实,那末人们就要修改或放弃这个假说,并寻找新的假说。如果根据新的证据修改这个假说,那末这个程序就导致不断的和批判性的自我修正,而且使我们更加相信提出这种公设具有刺激条理性和积累性研究的效用。这与前节(a)有联系,表现为对普通试错法学习的一种改进,是人类学习的共同技巧的一个进步。

(c) (b)的一个推论就是,这种试错法并不是随机地进行的,而是沿着最成功的指导路线进行的。也就是,归纳概括的正确性是通过反复应用的积累性成功而得到证明的。这种观点在限制性频率的观念中进一步得到发展,我们将简要地考察这种观念。过

去的经验似乎证明了，随着从中形成某个归纳概括的抽样数量的增加，观察到的一个特征的出现次数与所做观察的总次数的概率比保持相对稳定，即趋近于一个极限。但是，这也是从过去实例的一个有限集合中得出的归纳概括，因而看起来是用一个归纳概括来支持归纳概括的方法。但是，如此表明的这种“支持”不是采取某一前提对一个演绎结论的那种形式的逻辑支持，而是实用的支持，即一种习惯从其寻求活动的成功中所获得的那种常识的“支持”或加强。

(d) 后面这一种观点在某种主张中受到进一步修改，这种主张认为，归纳法不能靠求助于某种另外的事物尤其是一个逻辑大前提来“证明”，这会使它变成演绎法。相反，我们把根据过去实例的一个论据看作是合理的，【216】因为它遵循着在这类问题上我们认为是标准的归纳概括的模式。因此，P. F. 斯特洛森(P. F. Strawson)写道：要求对归纳法作出一个一般的证明（而不是要求证明这个或那个归纳概括）是毫无意义的，因为它最终要求归纳法被证明为演绎法。因此，证明铁受热膨胀这个说法的是这个证据的性质：如果有“很好的理由”相信这一点，那末这个信念就得到证明。但是，我们所说的“很好的理由”恰恰就是，它经常受到观察和检验，它与我们对于金属的一般认识相一致。因此，斯特洛森写道：

“它是这样一个分析命题：有理由认为对于一个陈述的相信程度与有利于该陈述的证据的力量成正比；并且它是这样一个分析命题（虽然并不是一个数学命题）：在其他事物相同的情况下，一个概括的证据的力量是与支持它的实例数目的多寡、与它们从中被发现的各种环境的多样性成正比的。因此，问信赖归纳程序是否合理就等于问，使一个人相信的程度与证据的力量成比例是否合理。这样做出比例在这种前后联系中正具有‘合理的’

意义”。<sup>①</sup>

按照这种观点，经验知识范围内的合理信念正是归纳概括按照这种概括的标准所给予我们的。但是，这样一来就需要考察一下这些标准是什么。大体上因为来自证据的概括是我们称之为科学推理的特性程序，所以，我们应该在这种推理的范式中，或者在对于这种推理方法的批判反思的探究中寻找归纳的“好”例子。

在上述(1)和(2)节中，我们看到关于归纳法证明的两大类观点。第一类观点诉诸于某个更广泛的前提，证明归纳概括是一种演绎推理或者是演绎推理的一种类型。第二类观点避免这种逻辑证明，或是求助于天然习惯或倾向，或是求助于对归纳法（要末是当作在启发性方面具有价值，要末就是作为实践上成功的或自我校正的假说）的实用主义的证明。最后，诉诸于归纳概括——根据我们所说的具体的概括是建立在好的证据或相信它是合理的基础之上这种意义——的自我证明。

我们还可以用另一种方法来划分这些观点，把那些主张先验地支持归纳概括的观点和后验地\*即通过它在经验中的作用支持归纳概括的观点加以区别。【217】公理观点和形而上学观点（有一种说法认为，形而上学的“真理”不是一种广泛的概括，而是综合的先验真理或者被认为是一种关于“理性”的必然真理）以及（也许是出乎意料之外）斯特洛森的那类（关于靠我们使用该词或某种范式例子所指的意义所判断的）“好理由”的“分析性”的观点是先验的观点。所有其他诉诸各种经验、效用、成功或习惯的结果的观

---

① P. F. Strawson: 《逻辑理论导论》(*Introduction to Logical Theory*, London: Methuen & Co., 1952), 转引自Madden, ed., 《科学思想的结构》(*The Structure of Scientific Thought*, Boston: Houghton Mifflin, 1960), p. 308.

\* 此处先验地(a priori)含有“演绎的”意思。后验地(a posteriori)含有“归纳的”意思。——译注



点都是后验的。不过，那种认为我们天然倾向于归纳地进行概括或者形成习惯的观点也可以被认为是一种先验的观点，如果把它解释为意味着这种倾向不是我们后天获得的，而是先天固有的话。皮尔斯在他的若干著述中举例说明了某种这样的观点。例如他说：

“所有知识都是建立在经验基础上的，科学只有通过实验对理论的验证才能进步，与这样一些完好确立的命题……相并立，我们必须提出另一个同样重要的真理，即一切人类知识直至科学这些最高梯级都只是我们先天的动物本能的发展结果。

“自然界存在普遍的一致性这种观点不仅毫无根据，而且（除了人适应其环境这一点外）在任何其他意义上都是荒谬绝伦的……如果自然界在我们看来是高度一致的，那也只是因为我们的力量适应于我们的愿望。”<sup>①</sup>

因此，虽然皮尔斯否认在自然界的一致性这个命题中“归纳的根据”是某种公理或形而上学真理，但是，他确实认为某种超越经验的原理是支持归纳法的，这个原理把归纳推理的真理性描绘为是以人类知识与某种客观实在的关系为根据的。他写道：“虽然一个综合推理无论如何不可能被归结为演绎法，但从长远来看，归纳法的规则还是适用的，这一点可以从这样一个原理推演出来，即实在只是充分的探索所得出的最终见解的对象。信念倾向于使自己固定在探究的影响下，这的确是逻辑学作为出发点的事实之一。”<sup>②</sup>在这个意义下，皮尔斯的“归纳证明”是建立在一种关于真理和关于科学的职能的理论上基础上的，这种理论出自他的关于

---

① C. S. Peirce, “关于或然推理的一般理论”(“The General Theory of Probable Inference”载*Philosophical Writings of Peirce*, J. Buchler, ed. New York: Dover, 1955), pp. 215, 213.

② C. S. Peirce, “归纳的几率”(The Probability of Induction), 出处同上书, p. 189. 关于奎因对这种“最终见解”观点的批判, 请参看 W. V. O. Quine: 《言词与客体》(Word and Object, Cambridge, Mass: Technology Press, 1960), p. 23.

人类知识是根源于动物本能的适应性行为的观点。

因而，尚待考察的是，在其“方法”或在关于什么是它的范式情况、什么是它的潜在危险性的说明方面，对归纳法的批判揭示了什么。

## 对归纳法的批判：科学推理的标准<sup>[218]</sup>

迄今，我们所讨论的这种归纳法属于这种类型：即在其中正面实例导致出一个关于作为整体的实例的类的概括。为更完整地描述这种归纳方法的特性起见，可以把它描绘成使用简单枚举的归纳法。这种方法的标准形式是实例的枚举，而且是一种达到概括的“归纳跳跃”。

1. 6月17日6点零3分，太阳在P地升起。
2. 6月18日6点零2分，太阳在P地升起。
3. 6月19日6点零1分，太阳在P地升起。
4. .....
- .....

概括：太阳在每天早晨升起。

人们曾经用下面两种基本方式解释这种枚举归纳法：

1. 这种归纳法是从过去的实例到将来的实例的，因此，归纳概括是以过去经验为基础的，而且充当作为预言将来经验的根据。
2. 因为从这个概括可以推断出太阳在那年的一月份升起过，并且在1000年以前的一月份也升起过，因此，这种“从过去到将来”的特征描绘过于狭窄，应该说是从已知实例到未知实例。

与预言一起，人们还可以得到关于过去事件的追述。对过去

事件的证实必然是间接的，因为我不可能观察公元965年的日出。但是，如果太阳未曾升起过，那末这一种值得注意的事件大概就会被记载下来，于是，我们就可以找到这种极不可能的证据。

请注意，上述这个例子中的信息比它的概括所含有的信息更多。人们也可以根据其中所提供的证据概括出：“太阳每过一天便提前一分钟升起”。6月20日，从这个概括得出的直接预言也许会得到证实，令人更加相信这是一个“好的”概括。6月21日，我也许会有点震惊地注意到事情有点不对头。6月22日，我可能觉得我的概括需要修正。到了6月23日，我也许会概括出：“到6月21日为止，太阳每天提早一分钟升起，而后，太阳每天晚一分钟升起”，这时，如果我没有更多的了解，我可能不安地等待着下一个周期的变更。它在6月24日、25日会出现吗？到了9月底，由于有了大量的证实事例使我做出这样的概括：在1965年6月21日经过逆回以后，[219]一个有规则的序列（“每天晚一分钟”）似乎很好地确立了。10月、11月、12月的大部分日子也许会继续提供出证实例证（虽然我也许日益变得歇斯底里，因为注意到白昼正处于趋向完全消失的过程之中，假使情况如此继续下去的话）<sup>①</sup>。使我感到安慰而又有点困扰的是，我可能注意到在12月21日出现另一次逆回\*，因而开始怀疑我的概括应该是具有每6个月就发生一次逆回这种周期性的。

在这个简单的例子中，出现了枚举归纳法的某些危险性。用单个反例就可以轻而易举地推翻这个概括。例如，6月21日的逆

---

① D.格林伯格(Greenberg)博士使我注意到这样的事实，即犹太教法典关于《创世纪》的解释中提到亚当做出的一个与此类似的“归纳推理”。亚当把缩短日子看作是上帝的惩罚，也就是因为吃了智慧果而逐渐来临的“死亡”。参看 *The Babylonian Talmud*, I. Epstein ed. (London: Soncino Press, 1935), Seder-Nezikin Abodah Zarah 8a. Vol. IV, p. 37.

\* 作者这里所说的两个转折点是“夏至”和“冬至”——译注

回一下子就否证了这个概括。这里唯一可取之处是，我把这种概括看作是一个可以修改的假说，不断加以改正以适应观察事实，以使所有的观察事实都得以包括在这种更广泛的表述中。假说性概括因而是自我校正的。但是，如果这些修正的结果没有出现明显的一般类型的模式(例如，如果相继日出的时间回逆是非常不规则的，以致它们的次序不能以任何一般形式加以表述)，那末我只不过得到一个受到限制的数据汇集，从中不可能发现有限的若干组周期性发生的不变性。但是，在这种模式有意义地出现的地方，我们一般倾向于跳跃到结论。这时，我们大体上“发现”了表现在我们所知事实的汇集中的规律或规律般的型式，并在观察中把它们应用于尚未认识的、但能够得到认识的事实。

这种建立在观察(测量)事实基础上的归纳概括发生故障的一个著名例子就是博德-提多定律被打破。博德(J. E. Bode, 1747—1826)根据他的朋友J. D. 提多(J. D. Titus)的建议，发现一条适用于行星与太阳的平均距离的经验规则。简单地说是这样的(因为它容许对当时已知的行星作某些调整)：如果我们把R看作是行星轨道的平均半径，并且把这些行星按它们与太阳的距离从近到远的次序加以编号，结果是水星为1，金星为2，地球为3，如此等等，而且如果我们作出两次调整(下面注明)，那末R的规则或者博德-提多的定律就是：

$$R(\text{天文单位}) = 0.4 + (0.3 \times 2^{n-2})$$

对编号3的地球来说， $n=3$ ，所以 $R=1$ ，它是天文单位的定义(地球轨道的平均半径，或者地球到太阳的平均距离)。对于水星，只要我们令 $(0.3 \times 2^{n-2}) = 0$ ，【220】而规定木星的编号是6(虽然它处于第五个位置)，这条定律就可成立了。博德根据这个概括推出：在第五号位置上(火星与木星之间)应该存在一个平均轨道半径为2.8天文单位的行星。1801年，意大利天文学家皮阿

齐(Piazzi)在寻找其他星体时发现一颗新的“恒星”，结果弄清楚它不是一颗恒星，而是一颗行星，虽然它是直径小于500英里的一颗小的行星(即我们现在所说的小行星，迄今已发现并画出其轨道的已超过2,000颗)。这颗小行星——谷神星——据计算具有2.77天文单位的平均轨道半径，或者在与博德预期值相差百分之一的范围内。因为数目超过2,000颗的“小行星带”位于火星和木星之间，博德定律就可以根据在与该定律相符的轨道上某种突变式或断裂式的行星形成或解体来加以解释。在博德公布他的定律之后不久，赫舍尔(Herschel)在土星后的8号位置上发现了天王星，也提供出更早的“证实”，其平均轨道半径为19.6天文单位，在与预期值相差百分之二的范围内。这里似乎必然存在一条普遍定律，它是根据一些经验测量以及它们的关系的概括而求得的，这条定律表达出在六个已知行星的实例中所发现的一种数学不变性，而且成功地预言出另外两颗前所未知的行星。但是，象6月21日的日出那样，海王星以及后来冥王星的发现似乎打破了这条定律(冥王星的情况尤为严重)。在这两颗行星的情况中，求得的

六个近日行星与太阳的距离表\*

行星	编号 (n)	与太阳的平均距离 $\bar{R}$ (天文单位)	
		观察值	根据博德-提多定律的计算值
水星	1	0.39	0.4
金星	2	0.72	0.7
地球	3	1.0	1.0
火星	4	1.5	1.6
木星	6	5.2	5.2
土星	7	9.5	10.0

\* 摘自G.Holton and D.H.D.Roller,《近代物理科学的基础》(Foundations of Modern Physical Science, 1958, Addison-Wesley, Reading, Mass.)

R 出现重大误差。尽管如此，如果能够解释这条定律在包括天王星在内的范围内是有效的，[221]那末似乎存在某种机会去发现该定律超出天王星就被打破的原因。这项工作迄今尚未进行，不过，最近的工作揭示出，用天体力学的定律可以从理论上解释直到包括天王星范围内的周期性。

在这种场合，我们发现一个建立在有限资料基础上的概括适用于某些额外的情况，但不适用于其他额外情况。对于九个行星这个有限范围，它就不能作为一种概括了。可是它的适用范围就提出它为什么应该是这样的问题，因为在诸如一些行星轨道彼此间的距离那种基本情况中发现的任何规律性或不变性一定是具有某种意义，即使它超出某个点就无效了。因此，它原来可能是一种非本质的规律性，一种具有强烈感染作用的诱惑性假象，由于我们先入为主的倾向性而被某种秩序接受为有意义的；或者如果能够把这种规律性（根据它的有限应用）解释成可以从基本的和更普遍的力学定律推导出来的话，那末可以设想，遵守博德定律和不遵守该定律这两种情况可以被证明是服从于某种包括着这两种情况或对这种失败作出解释的更普遍的规律的。

## 消去归纳法：米尔准则和条件逻辑

象培根所知道的那样，枚举归纳法的危险性和局限性在于，它的表述只包括正面实例。在归纳概括方法的内部包含反例使它变成寻求检验的方法，这些检验可以淘汰掉那些不正确的假说性概括只留下那些经受住检验的概括，而后者又将进一步接受检验。这种方法叫做“淘汰归纳法”。有时则把它当作发现或证明因果关系的一种方法加以探讨，米尔(J.S. Mill)(或译穆勒)就是以这种方式来描述它的特征的，他在其《逻辑系统》(System of Lo-

gic, 1841)一书中把这种步骤表述为“准则”或者规则。

这里对米尔的求同法和差异法略作一番简要和简化的描述。在论及归纳法的大多数初等逻辑教科书中可以找到详尽的叙述和更充分的探讨。(参看附录C末尾提出的文献目录。)

米尔是这样说明求同法的：“如果所研究的现象的两个或更多的实例具有唯一的共同情况，那末作为所有实例的唯一共同点这个情况就是已知现象的原因(或结果)”。<sup>①</sup>例如，如果在一个实例中“情况”或先行情况A, B, C, D伴随现象P一起出现，而且在另一个实例中，A, E, F, G与P一起出现，在第三个实例中，A, H, K, L与P一起出现，那末作为所有实例唯一共同点的一个情况就是A，它被看作是P的“原因”(或“结果”)。这里具有很明显的弱点，[222]因为很可能A是偶然地伴随着P出现的，P可能是由B, C, D, E, F, G等等以不同方式引起的，或者由不属于我们考查的情况的某个事件引起的。因此，米尔提出差异法，并做出如下表述：“如果所考察的现象在其中出现的一个实例和不出现这种现象的一个实例共同具有每一个情况，而只有一个情况是不同的，它仅仅发生在前一个实例中，那末作为这两个实例的唯一不同点的那种情况就是结果，或者是原因，或该现象的原因的一个不可缺少的组成部分。”<sup>②</sup>

因此，例如，如果A, B, C, D与P一起出现，并且B, C, D在没有P的情况下也出现，那末A就是原因或结果，或者是P的原因的一个不可缺少的组成部分。人们在同一次研究中使用两种方法(求同和差异并用法)，试图发现是什么东西不变地与

---

① J.S.Mill, 《逻辑系统》(A System of Logic, Chapter V111)载F.Nagel, ed. 《约翰·斯图亚特·米尔的科学方法哲学》(John Stuart Mill's Philosophy of Scientific Method, New York: Hafner, 1950. P.214)。

② 同前书, P.215。

某种现象联系在一起，它在场时该现象总是发生，它不在场时该现象则从未出现过。在前一种情况——其中某个A总是造成或者与P一起出现——中，就说A是P的充分条件(虽然A不在场时P也可能出现，因此，A不是P的一个必要条件)。在后一种情况中，即除有A发生以外，P决不发生，这时我们就说，A是P的必要条件(虽然A的发生也可能不伴随有P，在这种情况下，A就不是P的充分条件)。

因此，米尔准则向我们提供了关于实验检验的共同方法的一种解释，在这种检验法中，推测的数据间的相互关系被置于受控制的观察之下。控制群的使用以及一次改变一个变量或参数的做法都是一些方法。以此来检验求同、差异以及伴随变化。这样的检验不是(象米尔所认为的那样)一种发现因果关系的程序，毋宁说它是一种淘汰未经检验的因果假说的方法(米尔也承认这一点)。

无论如何，一种简单求同法本身充其量也只不过是使我们得到可能是无意义的或非本质的“规则性”，它并不能向我们提供一种方法以了解是否所有或某个相关的情况都已经被列入考虑；它简单地把相关性当作是一个我们已经纳入考虑的问题。因此，求同法提供给我们不论什么样的相关性都不是我们所寻求的因果不变性。求同和差异并用法也未能提供出对这种不变性的适当检验，因为它至多只使我们得到一种淘汰检验，这种检验并没有把积极的力量赋予未遭淘汰的假说，除了它们不顾我们的机敏而坚持迫使它们去碰壁。也许这是一种精制的试错法，这是实验科学在其鼎盛时期所提供的方法，留下那些经过妥善检验的剩余假说，作为冲突假说之间的竞争中的胜利者，而不是经过证明了的真理。

这种淘汰归纳法对于任何有关实验推理——实验探究所特有



的合理选择和决定的方法的讨论都是很重要的[223]。这样，我们就可以用形式方法考察一个方案(例如米尔的方案)的逻辑结构。

假设我们把某种推测的不变性的联系(仿效米尔)看作是前件和后件，并根据它们在某个已知实例中的出现或不出现而着手重建它们之间的各种可能的关系。我们把A或C当作是表示前件或后件的出现的意义，而非A或非C表示它们不出现的意义。相应地，把合取符号“·”当作是表示在一个考察实例中关于前件和后件的出现或不出现的各种可能状态的连结。那末，在一个已知的实例中，四种可能的组合就是：

- (1)  $A \cdot C$
- (2)  $A \cdot \text{非}C$
- (3)  $\text{非}A \cdot C$
- (4)  $\text{非}A \cdot \text{非}C$

我们还可以进一步描绘出这些观察实例的某些组合的特点，前件和后件以各种不同的方式出现或不出现在这些实例中。

(5) 观察下列实例：

- (1)  $A \cdot C$

并且(2)  $A \cdot \text{非}C$

并且(4)  $\text{非}A \cdot \text{非}C$

但是，从未有(3)  $\text{非}A \cdot C$

在这样一种情况下，我们说A是C的一个必要条件。也就是说，每当C出现，A就必出现，或者说，除非A也出现，否则C从不出现，虽然A出现时，C是可能不出现的。例如，云彩是下雨的一个必要条件；可以有云而无雨，但决不会无云而下雨。

(6) 观察下列实例：

- (1)  $A \cdot C$

并且(3) 非  $A \cdot C$

并且(4) 非  $A \cdot \text{非} C$

但从未有(2)  $A \cdot \text{非} C$

在这样一种情况下，我们就说  $A$  是  $C$  的一个充分条件。也就是，每当  $A$  出现， $C$  总是出现，或者说，若无  $C$  出现， $A$  必不出现，虽然  $A$  不出现时， $C$  是可能出现的。【224】例如，断头斩决是死亡的充分条件，但不是必要条件。因为死亡也可以通过别的方式发生。

(7) 观察下列实例：

(1)  $A \cdot C$

并且(4) 非  $A \cdot \text{非} C$

但从未有(2)  $A \cdot \text{非} C$

和从未有(3) 非  $A \cdot C$

在这种情况下，我们就说  $A$  是  $C$  的一个必要和充分条件。也就是，除非  $A$  也出现，否则  $C$  从不出现，并且除非  $C$  也出现，否则  $A$  从不出现。因此， $A$  和  $C$  只有一起出现，或者不变地结合在一起。例如，如果气体的体积保持不变，那末每当温度升高时，压力就增大；而且每当压力增大时，温度也就升高——决不存在这样的情况，即一个变化而另一个不随着变化（所有其他条件都相同）。

(8) 可以看出，当  $A$  是  $C$  的必要条件时，那末  $C$  就是  $A$  的充分条件，而且当  $A$  是  $C$  的充分条件时， $C$  就是  $A$  的必要条件。〔在检查(5)和(6)时可以发现这种情况，显然，其中如果不存在(3)非  $A \cdot C$ ，那末也就不存在  $C \cdot \text{非} A$ ，等等。〕

(9) 此外，可以发现，如果  $A$  是  $C$  的必要和充分条件，则  $C$  也是  $A$  的必要和充分条件〔由(8)推出〕。

如果我们把因果关系严格地解释成某个前件和后件之间的不

变关系，从而使得当且仅当前件出现时，后件才出现，或者说，这时A是C的必要和充分条件，那末为了把这个关系确定为强一致性或不变性所要做的工作就仅仅是对A和C的联合的正面例子作详细说明，而且也涉及到详细说明出现或不出现的全部条件。按米尔的说明，这是通过求同和差异并用法来检验的。对这些条件——在这种条件下，我们得以断言实验结果表现出这种不变的因果关系——的表述的逻辑加工叫做条件逻辑<sup>①</sup>。在必要和充分条件这种最强情况下的这种关系的逻辑形式是等价形式或者双条件蕴涵的形式： $A \leftrightarrow C$ ，或者A当且仅当C（或C当且仅当A），这是一种联合断定： $A \rightarrow C$ 并且 $C \rightarrow A$ 。对因果关系的这种解释的一个结果是，【225】许多科学定律，即那些表述为普遍条件的形式，或 $(x)[F(x) \rightarrow G(x)]$ 的定律就不能看作是因果定律了。例如，规律般的陈述可以断言，如果铁受热，那末它就会膨胀，但是，它不能断言，铁膨胀当且仅当它受热，因为我们可以通过其他方法（例如把它延展或锤成薄片）使铁膨胀。因此，采取这种形式的规律所能断言的只是关于铁膨胀的充分条件，而不是其必要和充分的条件。可是，这样一种规律确实表述了一种不变性。看来，关于因果不变性的严格表述所断言的是，只有当某种事物的出现是某种结果发生的必要条件，而且这种事物的不出现是该结果未能发生的必要条件时，某种事物才是结果的原因。按照关于因果关系的这种解释，许多描述性的经验定律就不能符合这个不变性的标准。如果我们把对条件的这种分析看作是明确确定我们所说的因果关系的含义，那末这些条件就明确阐明了我们将认作规范的东

---

<sup>①</sup> 关于这种条件逻辑的充分探讨见G.H.Von Wright的《论归纳和概率》(*A Treatise on Induction and Probability*, Paterson, N.J.: Littlefield, Adams and Co., 1960) pp. 66ff. 早期的系统讨论见C.D. Broad的“论证推理的原则”(“The Principles of Demonstrative Inference, I”, *Mind*, Vol. 49, 1930)。

西，根据这种规范，我们可以推断出实验观察表现出一种不变性，或因果关系。观察到的不变性是否就是“实在”不变性的证据这个问题因而就变成了一个空洞的问题，因为我们用不变性的证据所意指的东西就是这种规范所确定的东西。承认这种规范就产生了关于证明的问题，这个问题不涉及到这种不变性在给定情况中的推理过程，只涉及到为什么人们应该接受证据的这种规范，而不是接受某种其他的规范(比如，直觉、洞察力，或随机选择)。

这样一来，淘汰归纳法就可以看作是，或者是(a)为我们所认为是一种合理的实验推理所提供出的一些规范，或者(b)对实验科学家检验一种关于不变性关系的主张的有效性这种活动步骤的描述性说明。无论在哪种情况下，米尔准则都断言出一个发现主张为了被承认是合理的而应当满足的条件；或者一个证实或否证的步骤为了被当作是有效的而应该满足的条件。因此，它们是科学发现或检验的规范指导(和描述)，而它们本身不是发现和证明的方法。这个差别似乎是细微的，但它的重要性却在于：如果我们把某种满足这些规范的东西看作是“被发现的”或者“被证明了的”，那末我们大体上就认为它是真的。由有限的一组观察所支持的任何归纳概括通过有效证据的支持而将被判断为真的。然而，归纳概括确实会被新证据的分量所打破。所以，我们就处在这样一种地位上，即必须说，要末归纳概括仅仅对于得到枚举的观察事实的范围(或参照类)来说才是真的，这就使它不再成为一种概括，而是关于已知事实的综述，要末(更粗略地)说，它在此时是真的，在彼时是假的。但是，如果它是对概括所涉及的所有可能实例的普遍范围的一种真概括，那末说它曾经适合于一切实例，但现在不再适合了，这种说法是很奇怪的。【226】(只有当它实际上所提到的整个事实范围随时间而改变，因而使得这

种概括的真理性的时间性，比如，只有从时间 $t_1$ 到时间 $t_2$ 才是真的这种情况下，这种说法才是正确的。)在我们所说的自然规律或者不变关系的一般意义上，这样一种约束将使它变得平凡(我们在下一章将进一步考察这一点)。因此，说这些准则为我们提供有根据的信念的条件也许更清楚一些，在这些条件中，这些信念随着证据而改变，但是，在其中作为这些信念的对象的真理性仍然保留着，并不随着变化着的信念而改变自己的模样，相反，它具有真信念据以塑造自身的某种客观性地位。因此，鉴于当时可利用的证据，认为地球是不动的，而天体则绕着它旋转，这曾经是有根据的信念。它现在已不再是一种有根据的信念了，这不是因为地球当时是静止的而现在却动起来了，而是因为证据已经改变了。(亚里士多德这样表述：“不是因为我们真实地想象你脸色苍白，因而你的脸色就是苍白的，而是因为你的脸色就是苍白的，而我们这样说，便是得到了真理。”<sup>①</sup>)

在这个意义上，归纳概括是一些真理主张，它们按照某些规范而成为合理的或有根据的。这种规范并不保证我们主张的真理性，而只是保证相信它们是真的，是合理的。因此，合理的信念可以是假的，而不合理的信念却可能变成是真的。例如我们可以相信，在银河系的另一边存在一个一模一样的具有九大行星的太阳系，其中的第三颗行星上有某个人此刻正在写字，他写的内容与我现在正在写的完全相同，而且除了位置以外，无论从那一方面看来，“他”都是我的Doppelgänger(德语：复身、幽灵——译者)。这从逻辑上和经验上说都是可能的，但我们根据所有的有限证据相信它是假的。你也会这样认为的。但它可以被想象是真的，虽然目前不存在任何方法使我能够确证这一点，而且这也许

---

<sup>①</sup> Aristotle,《形而上学》(Metaphysics), Bk.IX(θ).10.1051<sup>b</sup>7.

是我一辈子也无法证明的。即使它是真的，但目前相信它却是不合理的。然而，我们可以抱有不合理的信念这个事实却是发现中的具有重大意义的事实，而且成了幻象的概念在科学中的作用的证据。可是，这些观念的可检验性仍然受到实验推理规范的约束，这些规范表现出科学的共同体已经确认为有根据信念的标准。

再举一个例子，以转入新的问题。设想某个时候所有的天鹅都是白的曾经是有根据的信念（这是米尔所引用的一个例子，现在已经成了标准例子），也就是所有观察到的天鹅的实例都报道它们是白的，而且批判性的观察也确实肯定所有的天鹅都被列入考虑了。因此，所有天鹅都是白的这个概括就是有根据的。但是，由于发现黑天鹅，这个概括就失效了（象前面关于日出和博德定律的两个例子也是这样）。〔227〕现在，我们可以重新做出概括说：“所有天鹅要末是白的，要末就是黑的”吗？这个概括当然与观察实例相符合，它包括全部的实例，并作为一种基础，借以预言未来所有对天鹅的观察将会发现它们要末是白的，要末就是黑的。然后，我们再假设，发现了蓝天鹅，于是，对我们的概括作出调整，接着是黄天鹅、然后是绿天鹅。这可能使我们做出这样的概括：“所有天鹅不是白的就是其他颜色”，这样就已经取得一种似乎免于被推翻的概括。但是，白的或其他颜色这种谓语却是空洞的，它可以转译成白或非白，因而它完全不能算做一种归纳概括；因为对任何事物来说，都可以肯定地断言它不是白的就是非白的。关于“P或非P”这种形式的谓语是一种空洞的谓语，因为我们把“P或非P”描写成一种逻辑的真，即对于变项P的一切值都是真的。这大概也不是我所想要确定的形如所有天鹅都具有某种颜色，或者所有天鹅都具有天鹅的颜色这种类真。

在这个例子中，我们可以问：白天鹅的百分比是多少呢？黑天鹅的百分比是多少呢？这里，我将介绍所谓定性概括与度量概

括之间的区别。按照顺序术语，我们可以说，白天鹅比黑天鹅多。但是，要说多多少，我们就必须引入白天鹅和黑天鹅的相对分布情况的量度；简言之，我们必须引进统计概括作为归纳概括的一种形式。这就使得我们把或然率的问题引入归纳概括的一种形式之中。

## 统计概括、或然性和相信的程度

我们用不着抛弃作为对所有天鹅的一个定性概括的白天鹅概括，而可以说，在所有观察到的天鹅的实例中有相当一些是白的。如果我们把观察实例的总数记作 $n$ ，而且在这 $n$ 个实例中，观察到的白天鹅的只数记作某个数 $m \leq n$ ，那末我们就可以确立比率 $\frac{m}{n}$ 作为代表白天鹅与所有观察到的天鹅总数的相对频率。象前面对概括的讨论中那样，如果 $n$ 代表观察的次数，那末这只不过是对于已知实例的一种总结报告，而完全不是一种概括。这个概括随着对这个频率的解释而产生。如果我又作出“归纳跳跃”，并且声称，对某个确定数 $n$ 成立的情况随着 $n$ 的无限增加仍然有效，那末这就意味着，在某些实例的观察中成立的比率 $\frac{m}{n}$ 被认为适合于一切实例。例如，如果我观察到10只天鹅有9只是白的，那末这个比率 $\frac{9}{10}$ 或0.9对于100只、1000只和1,000,000只天鹅来说也将成立。【228】如果我坚持这一点，那末我就会倾向于相信：在100只天鹅中，我将看到90只白天鹅，依此类推。

这显然是错误的。首先，完全可以设想世界上所有黑天鹅都集中在一个地方，在这种情况下，我必须要么事先知道这一点，要么确知我在数黑天鹅时把一切存在天鹅的地方都包括在内，使得黑天鹅相对于天鹅总数的分布情况是已知的。但是，如果这是已知的，那末我一点也用不着概括，我只要计数就行了。在这

种情况下， $n$ 是一个事先知道的有限数，因而 $\frac{m}{n}$ 纯属一种报告。或者，如果我不对全体进行计数，而是假设一个合理的抽样将使我得到一个比率，它可以代表总数的比率，那末我就必须知道这个抽样是公平合理的。对抽样的公平合理性的检验大体就是，它会给我一个真实地代表着总数比率的比率。但是，如果我知道这个总数的比率，就根本不需要这个抽样，因为我已经知道这个抽样所代表的比率了。

在探讨统计概括时，我们关于归纳概括的所有考虑再次出现。比如，我们可以认为自然界的一致性随着抽样的增加保证小抽样中发现的比率的稳定性。或者我可以从实用的角度上实际把这个比率看作是随着抽样的增加而自我修正的。或者我可以发现，如果我根据一定规范来选择抽样，那末随着抽样的增加，这种抽样实际上所产生的比率将或多或少保持稳定。在后一种情况下，似乎存在着某种循环性。因为如果我以这样一种方式来选择抽样使得在10只天鹅中产生0.9这个比率，从而也从100只天鹅中产生出0.9的比率，那末抽样的技术将是建立在先验规范的基础上，即“一种公平合理的抽样，就是随着抽样的增加而确实产生出一个稳定比率的那种抽样。”就象我们决定除了白天鹅以外不数任何东西以证实所有天鹅都是白的这个定性概括看来似乎是在“充填”案例那样，如果我们以维持某个初始比率的方式进行计数，而当随着抽样的增加这个比率发生根本改变时，就大喊“不公平合理”，这似乎也是在充填案例。

反对这些批判责难的一个呼吁也许是，我们做出了一些有关“公平合理性”的初步常识性考虑。（例如，不重复计数同一事物的简单措施似乎是合理的，不使用某种抱有偏见的标准或用某种预先假定的顺序来选择计数对象的措施似乎也是公平合理的。）简言之，不出现可能使抽样偏向一方的控制看来是一种公平合理



的保证，即至少使某种有缺陷的先入为主的判断不致歪曲它。不出现有偏见的控制这个条件，我们可以称之为取样的随机性。因此，【229】虽然丝毫不能保证这样一种随机抽样不会巧合地或偶然地有所偏重，不过，我们往往尽最大努力去排除对选择过程的任何可能使之有所偏重的有意识的干扰（或者以某种显得自相矛盾的方式来说，我们自觉地进行干扰以留心不以有偏见的方法来“干扰”）。

那么，假设我们尽量保证公平合理性的这些常识性条件，而我们的抽样随着其增加确实表明了一定的经验特性。具体地说，即当 $n$ 增加时， $\frac{m}{n}$ 这个比率经过最初的某些起伏之后开始稳定化，并或多或少保持均匀。如果这种情况发生在足够多的独立实例中（即这样一些实例，其中一个实例的结果与另一个实例的结果不具有任何方式的因果联系）——比如说，天鹅、蜜蜂、铁和日出——其中每个这样的实例的某种属性都按某种统计比率与之发生联系，那末就可能使我们得以概括出关于在扩大抽样中的某个性质的相对频率这种结果，比如，对于任何抽样 $n$ ，当 $n$ 增加时，比率 $\frac{m}{n}$ 趋向保持稳定。我们可以判断这是一个经验的结果，它的条件就是关于公平合理性的常识观点所要求的那些条件，亦即抽样的随机性。（在这里，重要的是随机性不是被看作这个抽样的一个固有性质，而是被看作抽样的方法；我们完全不知道抽样是不是真正随机的。）我们用这种方法筑起防线以抵御关于先验地决定公平合理性是什么的（亦即用某种稳定比率的先验信条来定义公平合理性）的指摘，然后，我们就可以声称这个比率被发现是稳定的。

显然，存在持有这种稳定性和不持有这种稳定性的统计研究的案例。例如，如果我们计算知更鸟相对于一定地区鸟的总数的相对数字，那末这个数字将随着季节而改变，所以一个时期的比

率与另一个时期的比率将有巨大的不同。那么，我们可以加上其他一切条件都相同这个条件。这就把有关抽样的环境条件的考虑以及这些条件在(经过时间)改变抽样中某些属性的分布情况方面可以具有的影响引进了抽样的问题。在物理实验中，象在任何其他观察的技术中那样，我们试图确定标准条件，以作为保证抽样有效性的一种方法。我们已经看到，在测量中量值比率互相联结的网络是确定这些比率不变性的一种方法，因而测量本身并没有干扰测量的客体以改变它；但是，我们也已经看到，在有些实例中，这种干扰在理论上是不可避免的，在这种情况下，就在测量的仪器(或观察者)与测量对象的连结系统中寻找这种比率的不变性。

对于统计的结果尚有待于作出解释。如果主张某种性质相对于观察实例总数的频率的统计比率可以用归纳法加以概括，那末可以从这两种不同的前后联系来理解这个主张。(1)这个主张可以说是说，【230】这实际上表现出在某种公平合理抽样中的整个范围的相对频率。那末我们可以说，比率 $\frac{m}{n}$ 是客观的或然率(其中 $n$ 是某个指定的数)，因而对于 $n$ 有效的情况对于 $n+1$ 也成立。或者(2)这个主张可能是说，相信对 $n$ 成立的情况对于 $n+1$ 也将成立，这是一个符合合理抽样规范的有根据的信念；这些规范告诉我们实际上所谓合理信念指的是什么。这里的区别是，在第一种情况中，叙说出关于总数中被取样的个体与整个总数之间的关系的情况；就是说，提出关于事实的一个综合的或描述性的陈述。另一方面，第二种情况则从某个方面说明关于我们用观察方法所获知的东西与我们可以从理性上推断出的、关于尚未认识的东西之间的关系。

这里至少存在两种意义的或然性，这两种意义是非常含糊的，以致象亚里士多德的“或然的事物就是频繁发生的事物”这个

命题都可以按这两种意义来理解。首先，或然性只不过意味着频繁性，从这个意义上说，只不过是一种描述性的术语，它蕴涵着一种比较的概念，所以，或然性高的只不过表示频繁性高，而或然性低的只不过表示频繁性低。其中频率是某种观察到的性质的重现次数与被观察实例的整个类的比率。不过，当我们使用或然的这个术语时，脑子里往往想到可能的，预期的或者可信的诸如此类的意义。因而说到某事物是不可能的就意味着表达出对该事物的出现并不相信或者相信的程度较低〔不论是在过去或将来还是有时甚至是现在，比如，当一个人看到一头长颈鹿时，口头上也许会说，它未必是(不可能是)动物〕。混淆了这种差别的是第一种意义上的那个概括，如果我们把频繁性的描述归纳地引申为表示一个观察到的频率将继续被观察到的话。比如，如果我们把或然率定义为被归纳解释的比率 $\frac{m}{n}$ ，那末 $P = \frac{m}{n}$ 这个公式将被认为是能够据以产生预言的一种归纳概括。因为 $m$ 和 $n$ 是数， $P$ 是一个数的比率，它表示这个比率对于 $n$ 的任何指定值的一种预期的不变性，因此，对它做出解释就超出对观察事实的单纯统计报告。象我们早先说过的那样，如果我们规避这一点，以使得在合理抽样的条件下，我们仅仅是记录下随观察实例的增加， $P$ 的变化情况，那末我们确实可以发现 $P$ 一直保持相当的稳定。但这也只不过是关于事实的一种报告而已，除非它被归纳地加以解释或得到概括。在某一组观察中， $P$ 的值也许以下列方式变化：

$m:$	9	42	87	431	866	4327
$n:$	10	50	100	500	1000	5000
$p:$	.9	.84	.87	.862	.866	.8654

或者用图表示：【231】

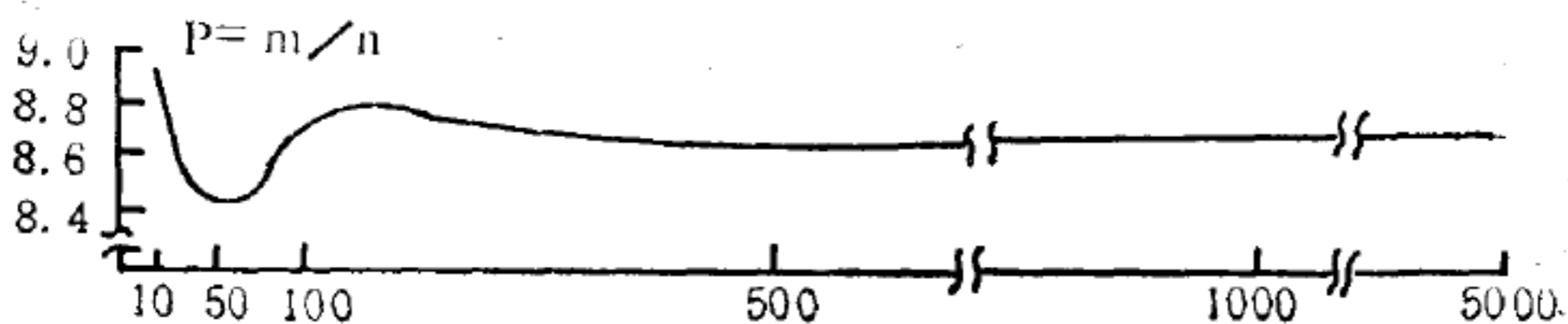


图 6

如果我们由此推论出的结果是， $m$ 、 $n$ 的未观察到的值将产生接近于已知值  $P$  的值，那末关于是什么“证明”这个推论的一切思考将再次发生。因为根据我们认为是高度一致或“标准”的对重复出现的事件的多次观察，从经验上可以观察到，随着  $n$  的增加， $P$  收敛于某个极限（从这个图象看，波动变得越来越小），因此，我们可以做出归纳概括说，用相对频率表示的或然率（概率），就是  $n$  增加时，比率  $\frac{m}{n}$  所收敛的那个极限。对于那些我们认为是无限大或者无限的范围的“总数”（例如，物理科学中的一些领域，在其中，我们不指望作出一一例举所有实例的“最后观察”）来说，我们可以把这看作是  $n$  趋向无限的情况。所以，对这个比率的归纳解释的形式表述可以给出如下： $(m$ 相对于 $n$ 的) $P = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{m}{n}$ 。

因为我们所说的“ $m$ 相对于 $n$ 的概率”可以用来表示这样的或然率，即一个全称命题（“所有天鹅都是白的”）对于它的一切应用实例来说都是真的，在这里，这些实例充当了证实或否定这个命题的证据，所以，我们可以对这个公式做出另一种解释。在那里  $h$  表示作为全称假说的全称命题，而  $e$  代表证据（一组陈述：“天鹅 1 是白的”，“天鹅 2 不是白的”，等等），我们可以把这个公式理解的  $P(h, e) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{m}{n}$ 。可是，这就引入了另一种意义的“或然率”，象“关于一个作为全称命题而提出的假说是真的或然率，或者关于这种假说它将产生真的即时命题或预言的或然率”。如果把这种或

然率看作是对即时证实假说的那种相对频率的一种描述，那末假说的更进一步的证实依然是描述性的。但是，更进一步的证实就具有规范的意义。一个在预言方面产生出更多的真命题的假说似乎胜过产生较少真命题的假说，它具有一个困难：如果一个假说是一个全称假说，那么，只要能够从中推出一个假命题，这个假说就是假的。所有的天鹅都是白的不光是证实实例的多寡问题，不光是取决于白或非白天鹅的比率。只要一只黑天鹅就足以使这个假说成为假的。

这里可以看到把归纳推理或统计推理解释成演绎推理所出现的“归纳的不相容性”。[292](参看第298页的脚注1)如果这种概括被纳入一种统计的拟三段论式的形式(由这种形式可以推出把概率或者可能性分派给各个实例这种结果)，那末就可能出现下面的情况：

假设我们的前提是：

约翰是匿名豪饮者俱乐部的成员。

少于1%的匿名豪饮者俱乐部的成员是大学教授。

如果我们使用一条推理规则，这条规则把这个适用于他们所属的类的概率或者可能性指派给各个个人，那末结论就是：

约翰几乎肯定不是一个大学教授(或者说，约翰是大学教师的概率是0.01)。

假设还存在这样的情况：

约翰是《哲学杂志》的定期读者。

而超过99%的《哲学杂志》的定期读者是大学教授。

那末，约翰几乎肯定(或者具有0.99的概率)是一个大学教授。

从统计学的观点来看，我们得到不相容的结论，即约翰是大学教授和约翰不是大学教授这两者几乎都是肯定的，或者说，约

翰是大学教授的概率是0.99,而约翰是大学教授的概率又是0.01。正象亨佩尔(Hempel)对这种情况所描述的那样:

“我们得到一对对立的论证,它们都遵守同一规则,并且是从真前提出发的,然而,却得出不相容的结论。因而,把统计论证的某些类型解释为广义统计三段论式的形式是站不住脚的,尽管这在表面上似乎是有理的,因为这些三段论在以下意义上产生归纳的不相容性:对于具有统计三段论形式的一些真前提的论证来说,一般存在形式相同的一个对立的论证,它也具有一些真前提,但其结论在逻辑上与第一个论证的结论是不相容的。”<sup>①</sup>

可是,如果我们重申这个假说是一个统计概括,那末大体上它就可以被看作是随着新事实的出现和P所表达的比率的改变而不断得到修正的假说。【233】因而,理想的假说是一种表明随着n的增加P所收敛到的那个极限的假说,而且这个假说的经验形式表述出在实际测量中所出现的“误差”或“发散”的范围内的理想假说。正象我们已经看到的那样,一个数学假说除了对于预计值是真的外,对于其他一切数值都是假的,除非对它作出近似的解释。比如,严格说对于每个平均轨道半径的测量值来说,博德定律都是不成立的,甚至对于据说它所适用于的那些行星来说,也是不成立的。但是,它在充分小的误差百分比的范围内作为一种近似是成立的。从数学的角度上说,如果我们的数学形式表述说明的是作为严格的经验预期的理想极限的话,那么毫末之错仍为错。但是,实验的误差(测量精确度的极限)和其他这类因素可以用来说

<sup>①</sup> C. Hempel,“归纳的不一致性”(“Inductive Inconsistencies,”op. cit.)p. 131. 还可参看S. Toulmin,《论证的应用》(*The Uses of Argument*, Cambridge, Cambridge University Press, 1958). pp. 109 ff和J. Cooley,“On Mr. Toulmin's Revolution in Logic,”*The Journal of Philosophy*, 56:297—319 (1959).

明，为什么会出现偏离预计值，而且为什么可以建立这种误差的规范，因为这些规范存在于误差理论之中。

然而，我们也可以把研究范围看作本来就是在某些极限范围内可变的，在这种情况下，我们将把一定的偶然性归诸于自然界本身，对她作出如此断言：“她时而这样时而不这样。”这样一来，我们所描述的概率比率就不是误差的结果或抽样数量的结果，而就一种过分简单化的和理想化的观念（这种观念允许我们为了计算的目的或为了所需要的理解的经济而用一种方便的方法来整理所有这些变化）而论，毋宁说是对自然界本身的易变性和随意性的比较精确的描述，所以，我们的各种理想的概括可能是为了适应我们的便利而强使自然界与之适合的一些普罗克拉提斯床\*。在这个意义下，或然率就是这样的期望或可能性，即根据过去的经验，任何抽样都会与这样一张床相吻合。

但是，在前面的讨论中没有展开的那种意义上，或然率也意味着对某种事物（由于它过去曾发生过）在未来将发生的可能性的主观估计的某种量度，而且也与过去观察力的证据有关系。假定某个比率 $\frac{m}{n}$ 对于 $n=1, n=2, \dots, n=k$ ，的一切场合确实都保持稳定，因此，我得到某种象数列 $\frac{1}{2}, \frac{2}{4}, \frac{3}{6}, \dots, \frac{50}{100}$ 那样的比率。虽然当 $n$ 增加时， $P$ 保持相同，我的信心大体上则随着证据的累积而增强，因此， $P$ 并不是反映出信心的任何增强，它所反映的仅仅是这个比率的稳定性。可见，不能明确地在这两种意义上来使用或然性，也不可能很容易地用量度的方法加以表示。一个人怎样判断他有“加倍的信心”呢？是否根据假说推出的一种预言

---

\* 普罗克拉提斯(Procrustes)是希腊传说中的大盗。他设有一张床、抓到俘虏后，就把他按在床上。个子比床短的，普罗克拉提斯就把他拉长；个子比床长的，就把他的脚剃去一截，强使俘虏与床一致。在西方的语言中，普罗克拉提斯床已成了强求一致的代用词。——译注

的证实实例翻一番就会使该假说的可靠性加一倍呢？这会使它实际上成为更可靠的吗？我们可以一般性地说，信任和可靠性是随着证据的增加而增加的，因为习惯从重复和加强中获得力量。但是，根据科学的理性经济原则，有时有一次证实就足够了。【234】在重大的实验检验中，这些条件被如此严格地标准化了，科学家共同体是如此地依据可重复性的条件而协调一致，而且科学报道的忠实性被认为是如此免遭公共交流中的结果的否证，以致在这种场合的单个实验的单个结果产生了其他实例下的一千次检验也不能达到的相信程度。米尔在《逻辑系统》一书中论“归纳法的基础”一章的结尾写道：

“为什么在有些场合，单个实例对完全归纳法是足够的，而在别的场合，大量并发的实例（已知或推测没有任何单一的例外）在确定一个全称命题方面却进展不大呢？谁能回答这个问题，那他就比古代最聪明的人对逻辑的哲学了解得更多，并因此而解决了归纳法的问题”。<sup>①</sup>

至此，我们可对这些区别作出总结如下：

1. 一个统计报告是这样一份报告，它提供出关于某种属性或某些属性之间的某种关系（比如，是天鹅，而且是白的）在观察实例的总数中的相对频率的比率。一个统计概括做出这样的归纳推论，即随着观察总次数的继续增加，这个比率将继续得到遵守。

2. 这个统计概括可以看作是一种或然率，也就是，从比较的程度做出的这样一种估计或预期：涉及所有情况的某个全称假说将得到证实。因此，这个假说也许将受到一个又一个实例的修正，因为它受到随着观察的增加而发生的比率变化的支配。例如，

---

<sup>①</sup> 前引J. S. Mill的著作第186页。



根据观察到一只白天鹅的单个例子着手进行归纳，我们就可以提出所有天鹅都是白的这个假说：因为该比率是 $\frac{1}{1}$ ，其中 $P = 1$ 。如果观察到的所有天鹅仍然都是白的，那末 $P$ 仍旧等于1。而当观察到非白的天鹅时， $P$ 值发生变化，即白天鹅与所有的天鹅数（包括那些非白天鹅）的百分比变成小于1。

3. 但是，(2)中的这个估计混淆了“或然率”的两种意义，因为估计是一种关于某个比率将继续得到遵守的信念，而相对频率只是关于一个观察到的比率的客观报道。“主观”或然率的意义所指的并不是频率，而是指对一个随着实例的增加仍保持稳定的频率的相信或信任，将随着实例数目的增长而增强，或者说，将随着根据这个被当作假说的频率比率所做出的预言的成功程度的提高而增强。

4. 相信或信任的程度随着实例的增加而增强这种意义，【235】或者又一次仍属于我们早先讨论其基础的归纳概括的标准情况；或者（超出于此）在特定场合是成问题的，在这种场合，实验检验的质的重要性也许可以超过大量的实例的分量。（一个简单的例子是，对一位专家见证人的信任与对一些被偶然叫来或未经训练的观察者的信任的对比。）

5. 在相对频率的场合，理想或然率表示抽样的一种状况，在这种状况中，人们确保或设定了抽样的随机性。

## 机遇数学和概率演算

正如算术和几何学可被形式化为一种推理运算系统那样，涉及有关概率判断的推理过程也可以被形式化。迄今为止，我们一直认为或然性概念来自于我们普通常识的归纳习惯，来自于对包括在归纳和统计概括中的那几种推理运算的考虑。关于概率的其

他常识性习惯用法表现在，今天你有机会顺便来坐坐吗？或者你也许是对的！这里，机会和或然性的意义在通常的用法中、在普通的含义上（这种含义涉及到对某种尚未划定严格界限的情况的——不论是有利的还是不利的——估计）合为一体。因此，所有表示试探性或不承担绝对义务的模态术语（“我也许可以制造它”，“也许我可以来”，）都是在摆弄机会的观念。从这个意义上说，机会蕴含着不可预见性（即不能做出肯定估计），以及为意外留下余地这是我们日常生活和科学活动的经验中认识到要加以考虑的。

可是，纯粹机会的条件是它们容易接受一种形式的分析，如果我们以一定方式定义我们所说的机会的话。我们已经想到一种方法：为了避免对某种抽样怀有偏见，我们随机地或者可以偶然地来选择实例。从常识意义上说，这似乎意味着不使用任何选择规则，但是实际上，随机性条件本身已经表明出一条规则，虽然是一条否定型的规则，而且也许是自相矛盾的规则：“不以任何能用某一规则加以整理的方式选择实例。”比如，我们不可以每隔两个实例选一个加以观察，因为这不能保证随机性，除非我们事先知道我们从中加以选择的全体实例并没有以这样一种方式排列而使得某种属性出现在每第三个实例中。所以，我们“搅混事物”，以使我们选定用以观察的实例的任何序列都是（尽我们所知）一种无序的或随机的序列。【236】我们对此可以这样来陈述：相对于我们选来观察的每一个实例，同样有可能选择某个其他的实例。如果我正在观察天鹅的全体，那末合理抽样的选择就应受选择的这种同等可能性的支配。一个随机的游戏，象简单的“捉迷藏”的游戏，就是把当作“瞎子”的人的双眼蒙起来，从而使得他除了知道他在追逐别人以外，不能知道他追的是谁，这样来保证选择的同等可能性的。“充分”洗牌保证了这种同等“盲目性”，而“偷做牌”

则破坏了这种“盲目的选择性”。又比如，司法被描绘成盲目的对所有人一视同仁地作出判决，从一开始裁判就是公平的，以使得任何判决都是没有先入之见的。还有，在司法制度中，当有证据表明一个人有罪，另一个人是无罪，而又不存在合理的根据来做出抉择，那末公平的原则将表现在陪审团的意见分歧和悬而不决。古代怀疑论哲学学派（有时也根据其主要人物皮罗的名字而称之为皮罗怀疑说）明确地推崇这样一种悬而不决，其根据是，支持和反对某一观点的证据总是可以被怀疑地评价为非决定性的，因而从必然选择的意义上说，理性选择并不适用于事实问题。

然而，理想的同等可能性的条件是使（经过分析）机遇的规律可以被严格地形式化，而且在给定的初始条件下，数学的随机演算可以建立成为一种演绎的或必然的推理系统。这里不准备介绍这种演算，在任何一本有关数学概率论和统计学的基本教科书中都可以找到其基本形式。但是，它的一些基本特点以一种独特的方式影响着归纳和或然性（概率）的问题。至今我们所讨论过的各种概率的特点可以按两种方式来描绘：首先，就关于相对频率的解释而言，概率是对观察到的比率的一种经验描述。因此，对于确定了的比率 $\frac{m}{n}$ 的描述不存在什么“理想化的”或“必然性”，这是观察的结果。但在“限制频率”概念中或者在把自然界的一致性作为一种公设的归纳法中，对这个结果的归纳概括需要（正如我们已经看到的那样）诸如“合理抽样”一类的想法，而合理抽样的条件就是随机选择。我们已经看到这样一种假设的困难，而且根据关于抽样的客观性质的更强条件，把这个随机性的要求修改成选择实例的规范，但在我们还不知道想要发现的是什么之前我们是不可能认识这些客观属性的。

但是，在随机演算中，我们可以提出这种同等可能性的理想域，而且在这个框架内计算出某些选择的组合结果。比如，在连

续投掷一些“匀称的”硬币过程中，已知正面和反面朝上具有同等可能性，【237】那末只要假定某些条件得到满足：(1)任何一次投掷的结果与任何其他一次投掷结果无因果上的联系(即实例是独立的)，以及(2)结果的不同种类是有限的(在投掷硬币的过程中存在两种结果)——正面朝上和反面朝上；从一副纸牌中抽出纸牌时，事先知道的独立实例的种类是52，等等，我们就可以计算出在一次投掷中、两个、三个或更多个硬币的正面朝上的概率。因此，在这些独立性的、有限种类的条件以及满足这些条件的有限的已知实体类的基础上，古典的概率论计算出一定的选择组合(用它们的概率所表示)的值。这种理想概率的关键是它的计算值适用于整个实体的类，而不适用于各个具体的实例。因此，投掷一个骰子出现六点一面的机会是 $1/6$ ，因为根据定义，一颗匀称的骰子的六个面具有同等可能性。在投掷两个骰子时，一个人能投掷出十二点这种组合的次数，是同等可能出现的组合总数的 $1/36$ 。但这并不意味着每投掷36次就有1次是十二点，也不是表明在每投掷36次中，每次组合都将出现1次。确切地说，理想概率的公设是，计算出的概率分布结果是针对整个投掷的类来说的，这就把匀称的骰子定义为一种在长期投掷的过程中将产生出这种预计值的骰子，这里，长期投掷可以被定义为“接近无限”。实际上，我们在使用这个标准时，决不能判定一个骰子是匀称的。但从实践的角度上说，在经验检验中出现六点的次数与投掷总数之比的频率这个理想集合确实表现为出现六点的次数与投掷总次数的经验比率收敛的极限。从这个意义上说，理想概率表示出在实际检验的范围内我们当作为是“匀称”骰子的一种范数(norm)。

可是，在自然事件的领域内，在不知道作为探究对象的整类事实(而知道这个类以后，探究就成为多余的了)的情况下，我们无法知道两个事件确无因果的关系或各种各样结果是互不相依地

有限的。但是，经验结果确实表现得接近于建立在某些公理基础上的一种数学理论内部所演绎地预言出的结果。也就是，在一定领域内，与利用概率演算所得出的预言相一致的各种结果使我们相信这个领域具有形式演算所假定的那种同等可能性的特征。在这种情况下，可以说我们已经找到了对这种演算的经验术语的解释。

这个“发现”的力量是，在全部科学研究和实验中，概括的基础是各个实例在所研究的实例的类中都是无差别的。对于某些基本特征(例如，观察的时间或者空间位置)来说，经典物理学假定它们对物理事件不起影响作用。空间均匀的假设(在那种代替了亚里士多德动力学的、质上有差异的空间的几何观念空间中)和时间“流逝”的“均等性”(即其各部分都相同)的假设都属于这种无差别性的假设。【238】因此，在古典物理学中，事件的时空条件是可以随机选择而不影响结果的。这是断言定律具有普遍性而不是局部性的条件。例如，我们把电子当作是无差别的，所以，任何一个电子都可以由任何别的电子所代替。这就提出下面的问题：如果我们“发现”某种客体的领域在这样一种意义上是“标准的”(即所有的电子都是标准的，或者标准桶装的黄油所有样品含有同样多的脂肪，或者某个厂家生产的所有标准零件都无区别地适合于所有由这些零件所组装的机器，或者骰子的各个面在长期的试验中以“公平的”比率表现出来)——那末，我们就可以认为，在已经“发现”这种标准性或无差别性之后，这个领域就是可以应用概率演算的领域，因为它符合这种演算的要求，或者可以看作是对这种演算的一种解释(就象一切可加量可以被看作是符合包括着加法作为它的一种运算的形式系统的“要求”那样)。但是，有人也许可以合理地反对说，标准的机器零件、黄油桶和骰子都是按符合于这些要求而被制造出来的人造物；它们的生产规范是，所有

成品在标准性方面都应当是彼此等价的。然而，电子却不是人造物，而是自然实体或事件，我们不能担保而只能发现它们的无差别性。任何一只不符合同等可能性和无差别性规范的骰子就会被判定为不“合格的”，而遭到抛弃。但是，我们不能同样地去选择那些“合格的”电子；我们不得不按它们的表现来认识它们，而且如果我们幸运的话，就会发现它们“的确”是象一个豆夹里的豌豆粒那样酷相类似的（除非更为相似），因而我们可以在概率演算中根据无差别性来计算统计组合。

可是，事情是这样简单吗？如果我们发现一个反常的“电子”，我们会认为它是电子，还是会认为它是别的什么东西呢？因为所有电子都是相似的，而这个电子却是不同的。首先，是什么东西使我们把这个粒子鉴认为电子，而不是正电子、中子或者 $\Omega^-$ 粒子呢？也许，它（从其电荷、质量、角动量等方面）表现出一个电子的标准特性，而没有表现出其他粒子的任何特征。总之，它首先是一个电子，因为它象其他所有的电子。我们假定无差别性是鉴定这种粒子的真正条件，而且在这个意义上，我们可以说已创造出一个诸如“合格的骰子”一类的人造物，通过这样一种方式来规定承认它的条件，以使得它遵从概率演算所规范地提出的条件。当然，这样一种演算也适用于匀称合格的骰子，因为匀称性是建立这种运算的理想条件。它当然也适用于电子和各种电子系综，因为为了使这种粒子的经验定义成为一个关于其种类的定义，它就必须符合无差别性的条件。【239】（与预言值不同的）反常的或意外的数值将迫使我们作出选择：要么是保存电子在其中被假定为无差别的那个框架（在这种情况下，我们必须用隐参数或引进一种新的基本粒子并找出它在这个理论框架内的某种系统性地位来说明这种反常）；要么是抛弃这个假设所嵌入的整个理论框架。简言之，能够说我们发现了与概率演算的形式系统同构的某个经验领

域吗？或者我们是以这样一种方式来构造这个经验领域以确保它将具有这些特征吗？我们实际上是在引进这样一种类型的——“所有而且只有酿造蜂蜜的蜜蜂才提供蜂蜜”——自我证实的假说吗？

总起来说，如果归纳概括断言或者提出有关事件的无穷大类或无限类的规律般的全称命题，那末这种假说性定律的有效性条件大体上就是从中做出这个概括的抽样的随机性。这种随机性的规范在数学的概率演算的公理和定理的理想情况下得到确立。于是，出现了这样的问题：在进行经验探究中，是否可以说我们发现了关于实例的因果无关性条件，结果的有限的多样性以及无差别性或同等可能性的这些条件都适用于客体或事件的一定领域？或者我们是否以这样一种方式来构造该领域以显示出这些属性呢？这些问题使我们对科学中的定律的地位、对这些规律描述了其不变性关系的那些实体的地位作出考虑。确定合乎规律性和假设普遍规律的条件是我们以这样一种方式在选择我们的理论框架和实体过程中创造出来从而使得规律可说是在这些前后联系内成立的条件吗？或者，我们是独立于这种考虑而发现规律，然后又发现必然要以这样一种方式构造我们的框架，即为了解释这些规律，我们被引导去假定实体的领域是无差别的，而且我们的证据是由于被当作随机抽样而得到合理说明的吗？

我们在下一章要考察对这些问题的实在论、约定主义和实用主义解释。本章所提出的关于归纳概括、抽样方法和随机条件的形式化的一些想法，将从它们在科学中的解释作用的角度来加以理解。

## 第十章<sup>[240]</sup>

### 科学解释：定律\*和理论

**解释某事** 就是以一个人能够使另一个人理解这件事这样一种方式来对它做出理解。“请向我解释这件事”这种要求大体推定被要求者以要求者所不理解的某种方式理解了这件事，而且这种理解是可以交流的。因此，有人也许会这样去探讨关于解释的问题，即希望借助于理解这个概念来解决这个问题。但是，除非理解了理解这个术语，否则，这就是毫无希望的循环论证或含糊其词。我们可以通过考察诸如“解释一下解释的含意”这样一种要求来强调这种循环论证性。除非双方从某种共同的最初理解开始，否则，这种要求就是无意义的，或者是悖谬的。反之，如果我们力图“表明”解释的含义而给出了解释的例子并摆出这些例子所具有的共同特征，那么我们大概正在给出一种关于解释的表面定义，基于通过把未领会的“解释”归结为具有可领会特征的可领会事例的假定，我们就是在以这样一种方式来变换或翻译未领会的概念以使它表现为不过是关于一些熟悉特征的某种合取。但这依次又依赖于熟悉性（而且理所当然地还有不熟悉性）的概念。简言之，解释的概念和与之相关的理解的概念在人类知识的真正基础方面提出了若干基本的问题。任何力求回避这个深奥而又复杂的问题而探讨科学解释的企图都已设定了某种先决条件，即解释的意义从某种初步的，难以定义的方式上说，已经是一个讲说者或思考者

---

\* 在英语中，规律、定律、法律、法则均为同一个词 (law)，这里只能根据其含义，选择不同译法——译注



共同体的一种共同属性。因而，一个人所能做的充其量不过是提出解释某事物是指什么的一些范式，并根据不言而喻地或明确地同意对这些范式的理解去进行工作。【241】并不存在在使事物得到解释的基础上你我理解了同一个事物的内在证明。相反，我们依靠最基本的做手势交流思想、点头表示同意。然而，虽然理解和解释的概念具有这一切的复杂性，但我们确实成功地做出理解，得到解释和作出解释，因此在概念分析中似乎是问题的东西在实际中却是一点儿也不成问题的。（正如比方说对看见红色的分析，可以说引出了所有古典认识论的问题，从看见红色的行动并不是看见红色这种意义上说，这个分析是成问题的）。但是，如果科学探究和思想从某种深刻和简单的意义上说是一种试图做出理解，如果科学体系是一种解释被理解了的事物的手段，那么，对科学思想的概念基础的分析本质上乃是一种理解科学本身的努力，或者是一种达到理解什么是科学的努力。这要么是一个真正的疑难，要么是一种混乱。我们也许可以说，在实践中不成问题的东西对于分析也不应该是成问题的，对概念的反思批判应该是澄清而不是搅浑基本性的东西。对于哲学分析的不耐烦常常是对于显明而又简单的真理所表现出的含糊性的不耐烦。这种含糊性所需要的治疗，按照认为简单地进行的事情可以简单地得到理解的信念，就是恢复明晰性和清楚的意义；倘非如此，那么就是分析模式本身出现某种差错。解决（或不解决）这些看来含混不清问题的简捷粗略方法就是把它们当作是由于某种最初的错误而产生的假问题而一笔勾销；有句格言：“南辕北辙，跑得越快，错得越远”，似乎贴切地说明了这些最初的错误。于是，我们可以说有两种选择：（1）解释这个问题完全不是在任何深刻的意义上的问题；凡学过英语的人都知道解释（explains）指的是什么。我们的工作，既要指明常识解释的范式如何同它们的表亲即科学解释的实例相联系的，也要说

明它们之间的差别。(2)科学解释的概念是不能通过还原为解释和理解的基本意义来理解的。离开在理论上重建出理解的“事实”或理解的实践,就不存在任何这种基本意义。第一种情况中的假设是,理解和解释存在着某种基本意义,超出了这种意义就不能做出进一步的分析。理解是从直觉上得到认识的而且只能靠举例来说明,而不能被解释。在第二种情况中的假设则是,对解释加以解释就是用某种关于解释的理论来表述一个概念;因此,理解某事物就是把它归入某一种概念,把它看作是某种普遍概念的一个实例。

用一种关于“科学解释”的混乱情况来开始对科学解释作说明,不论这显得是多么怪诞,但这种混乱是有指导意义的。【242】因为前面提到的各种观点都包含在关于科学解释的各种不同的说明中,因为它是在科学中的这种解释的实例中受到考察的。科学哲学具有特殊的附加任务,即阐明科学解释的概念本身,并在科学所理解的内容中考察(当它反身折回到科学思想活动本身时)构成了理解科学的条件的这同一种特性。因此,反思的探究所需要的就不仅仅是考察科学解释的实例,仿佛它们是探究的某些“外部的”对象(“科学所理解的内容”或“科学上已知的事实”);相反,反思探究变成考察探究本身:即理解理解和解释解释这种表面上自相矛盾的自身关联的任务。所以,可以把下面的说明看作是关于对理解这个概念本身的各种不同探讨的一种说明,这些探讨都披上关于科学家们如何理解自然界的观点的外衣。

## 学习、理解和解释

要学习某种东西,一个人也许就必须学习怎样根据某些行动规则或准则而以某种方式执行某项任务。学习拉小提琴就是意味着学习怎样持弓,怎样按弦,怎样再现乐谱上所记载的声音(即

“阅读乐谱”)；还得学习在“音乐感”这种较不明确的规范内的“断句”、“表达”和变化音质。从下述意义上说，学习的东西大体上是能够被教的东西：即对这些规则或准则的理解是能够由教师、通过举例、批评、解释和对演奏的评价来进行交流的。在技巧性这种较低级的层次上解释如何持弓也许意味着不过是用一种示范性实例来表明怎样持弓，或者是通过调整和直接指导来纠正〔学习者〕的握法，直至达到预想的持弓姿势。在演奏这种更复杂的层次上，解释一个经过句是怎样分句的，怎样维持一种音调或怎样改变音色，这些相同的技巧都可以得到运用。但如果一个人去问他的老师：“为什么要按这种方式而不是另一种方式来分句”，或“为什么这一个经过句中不应该出现颤音”，这时，他并不指望得到的回答是一种示范的演奏，或者重复引起这种问题的最初的纠正或提示。答复大体上将是这样的：这篇乐章的结构需要某种一定的分句方式才能达到目的；或者，在某些经过句中会出现颤音会破坏这种音乐所遵守的传统。总之，这种解释所根据的是某种更广的框架，被解释的特征在这种框架中找到它的位置，而找到这种位置就构成了解释。【243】这样一种解释转而又依赖于对框架的承认，以及对它的要求的理解。例如，“这是巴洛克音乐，因此，不应该象演奏十九世纪的浪漫音乐那样来演奏”，这就解释了某类音质为什么是不合适的，其间的联结论据（不论表达出来与否）是，“巴洛克音乐的特点是其音色为Q，而浪漫音乐的音色是P。”此外，此人也许反而会被告知说，以某种方式产生音调或划分一个经过句乃是一件通常怎么做的事情：“这就是标准的或公认的方式”，或“所有演奏都是按照这种方式的”。如果这被当作是一种解释的话，那么一位有批判精神的学生就会认为它是一种不完善的解释。不能说一个人单凭在所有其他“标准”实例中都以一定的方式来产生音调或分调这样的依据就“理解了”特定的实例的。下述类型的

附加前提是必需的，“事情应该以标准方式去做，而且这就是为什么你应该以这种方式做的原因”。如果一个人把标准看作是规范，看作是以某种方式代表着“正确”的方式，那么“如果你要做一件事，就按正确的方式去做”，这个原则就可以被作为以标准的方式做这件事的理由而加以援引。老师还可以诉诸另一种教育学的方法，“你自己听，你听起来‘好听’吗？‘觉得’好听吗？听它你感到舒服吗？如果你听到其他人以这种方式演奏这一段，你会赞赏吗？会使你感到快活吗？”在这里，就是诉诸于“好听”或“赞赏”的原始的或直观的意义，超出于此，大概就无所诉诸了(De gustibus non disputandum est.)。

学习某种知识，按照这些不同的解释就意味着(从其一端)达到这种或那种得到赞同的行动或(到其另一端)达到对框架的理解，在这种框架内赞同，即根据其理由而得到理解。这种意义上的达到理解可能意味着不过是获得某种知觉-运动的技能或习惯，这也许等于意味着这是对某一种类的某个事物做出理论或概念的证明的要求。我们可以因此而区分出两种类型的学习，一类是以最简单的知觉-运动的术语所表示的涉及到习惯形成的学习(从学习怎样走路到学习复杂类型的技巧性活动)，一类是包含概念形成和使用某种形式的推理的学习。我们将会想起这正是亚里士多德对那种原理性和因果性的知识与那种属于对具体实例中的应用技能的理解之类的知识所做出的区分。他认为前者是科学的知识；按照亚里士多德的说法，拥有这种知识的人的特有标志就是，他能够传授这种知识。然而，我们确实谈论“实例教学”，从这种意义上说，观看一位熟练的工匠的示范表演，一个人就可以学习某项工作应该怎样去完成。【244】对师傅的模仿是学徒学艺时期的方法，但若说一项示范性活动解释了应该怎样去做某事，那就显得颇为奇怪了。这种意义上的老师这个术语在这里就具有了

一种与众不同的内涵。因此，教师用例子便可以引导一个人去理解应该怎样完成某项任务。他可以对理智的考察展示出操作的模式。但是对示范性的实例做出概括，以使得人们达到对这种操作活动的原理，或对这种活动是其范式实例的普遍性标准做出某种反思的或有意识的理解，所需要的就不仅仅是理解怎么办的事情了。把这个类比加以推广，人们就可以说科学家是通过观察他当之为示范性实例的东西来了解自然界是怎样活动的。把大自然比做人类的老师这种隐喻从未推广至如此之远以致声称自然界把自然的原理传授给了观察。然而，科学家正是在这些自然的活动中，发现了自然的原理，或者（现在我们可以说是）自然的规律。自然界可以被说成是展示出它的规律，但按这种比喻说法，自然界并不解释这些规律；人才解释这些规律。但是，如果说自然界展示出活动的规律，那么，她是以具体的实例展示出来的。一个实例不是一条规律，一批实例的集合也不是一条规律。因此，对实例的观察不能说是揭示出了支配着这些实例的规律。这些实例之间的关系，当它是不变的时候，可以说它是展示出一条规律了。但我们只有通过包括了概括的概念活动才得以认识这种不变性。如同我们在第九章中所看到的，这种概括涉及到构成假设或普遍的定律般的陈述，这些假设或陈述的范围是这样的，即它们所设定的不变性，超出了能够作为对观察实例的说明而所做出的概括。假说因此是超越了“自然的课程”的概念飞跃。它们是与在一个系统的框架中的观察实例相连的普遍表述，在这个系统中涉及到观察的陈述是可以从假说中和从阐明观察据以发生的条件的资料中推演出来的。所以，一个假说就是这样一种猜测：即是在观察当中显示出来的被发现的一种秩序<sup>①</sup>，实际上确实显示

---

<sup>①</sup> 我们后面将简短地考虑一下在什么意义上这种认为假说是归纳概括的观点可能受到挑战。

出了一条自然定律，而不仅仅是一种关于短期特点的偶然联接。所以，对这种猜测的检验，就是在把已经做出的观察当作是假说的实例而与假说联系起来的条件下的继续观察；亦即，从下述意义上说是一些由假说指导下的观察：有关拟议待做的观察的陈述或预见是可以根据假说而系统地推演出来的。

在我们前面的例子中，在对于为什么音乐上的一个经过句应该以一定的方式来分句时，是诉诸于某种框架，在其中“逻辑地”推出这种分句方式是“正确的”方式。但在这里，我们却是在诉诸于一种关于“正确”方式的规范，这种规范大体上是一件美学的或历史的解释的事情，它涉及到某种价值判断，即一般地说，【245】这类规范是被观察到的。声称某种假说所设定的一条自然定律是这样一种规定着人们应该去观察什么的规范，那将是很奇怪的。存在着关于我们应该怎样去观察的规范和关于涉及到使用证据的合理推理及解释的规范。但是说自然规律是一种规定着自然界在给定实例中应该怎样行动的规范，那也是很奇怪的。但是，这种谈论方式的确为我们提供出关于人类在学习怎样行动的经验中的规范性定律和规则与自然规律观念之间的类比的线索。这里也存在着一条关于普通学习、理解和解释与我们当作是科学解释的特殊情况之间的关系的线索。

因此，我们可以将这个简要的介绍总结如下，可以从几种意义上说一个人在学习：

1. 通过事例和实践学习怎样按照某种规范行事；
2. 从理解规范同它的某种实例的关系的角度，学习理解为什么某事是一种恰当的行动。

在这两种情况中都有某种东西可说是有待于得到理解的：在第一种情况中，当一个人表现出按某种方式恰当地行动时，操作或行动的一种方式就得到理解了。因此，如果某人知道如何适当

地使用英语，能用英语回答问题并表现出作为该语言的一个讲说者的所有其他标志，那么，我们就可以说他懂英语了。这里的适当行动指的是〔话语〕讲得通，并且这还涉及到使用形成句子的规则、使用语法。但一门语言的使用者可以恰当地使用这种语言而不能解释各种规则或我们可称之为正确使用的“规律”（我们不关心“正确的”语法，甚至也不关心〔话语〕讲得通这个基本思想）。这些规则的阐明需要表述出关于该语言中一般性的不变结构或秩序的假说。这种知识将允许我们作出解释说某事是一种适当行动，因为它遵循着被阐明的使用规则。

这样，我们可以说，学习怎样做涉及的是理解一个人应该怎样去行动；学习为什么则涉及到理解一个人为什么应该以某种方式行事。在第二种情况中，人们给出了关于以这种方式行事的理由，于是，解释可以被说成是这种涉及到提出理由的理解。

但是，如果你一直密切加以注意，也许就会认识到这种表述中存在着一个问题。在例子中，我们注意到，说一个人应该以某种方式行事，因为其他人都按这种方式标准地行事，这如果算得上是一种解释的话，也是一种没有多大意义的解释。“你为什么要做X这件事呢？”回答是“因为在我之前我父亲做过X这件事”，或者“因为每个人都做X这件事”也许事实上解释了你为什么要做X这件事了。【246】但是，我们要说，这是一种说明为什么要做X这件事的拙劣的原因。你将不得不用某种一般的前提对此结果加以补充，这些前提的大意是说，“人人都做的就是最好的做法”或“父亲们是最好的指导”，而这进而又需要得到支持并且可能引起严重的疑问。然而，它确实解释了为什么你要做（或者说为什么你认为你要做）X这件事。显然存在着完好的解释和拙劣的解释，存在着一种这样的意思，即一种解释可以被说成是拙劣的，那就

是它所援引的理由是拙劣的理由。类似地，如果我提出，“一切金属受热时都膨胀”，作为解释一块特定的金属受热时膨胀的理由，那么，我就是在提出一种解释。但这种理由不比解释我做X这件事是因为大家都做它那种理由强多少。虽然很清楚，在这种情况下，一个人就是在求助于一种普遍原理来作为达到理解为什么某事会在给定的情况下发生的一种方式，而且这个实例(或者描述它的陈述)是可以从该原理中演绎出来，因此他是在提出一种理由，但这样一种理由表现出是通向我们希望一个优良解释所会提供出的启发的那种过渡，这一点是完全不清楚的。学习、理解和解释之间的关系将提供出对各种解释类型进行思考的框架。在前面关于解释的前科学模式的讨论中，我们考察了可以被看作是科学解释的起源的或历史的原型。在这里，通过对解释的类型做出区分，通过引入我们将据以讨论科学解释的定律和理论之间的区别，我们也许可以对这些情况作出概要的总结。

对前科学的解释模式，如本章前面提出的例子所示，我们可以作如下区分：

(1) 规则。规则是关于“恰当”的行动应该怎样进行的一些规定性或调节性指令。我们已经提到，这些规则产生自技术的、社会组织的等方面的实践，并可以用下面的方式来提出：(a)借助例子，“按这种方式去做”，以此来展示出应该遵循的范式或模型实例，或者对有关做法提出批评。对这种观念的科学的和哲学的概括，在亚里士多德的以模仿的意向或能力为基础的学习概念中被提出来了。按照亚里士多德的意见，理想的模仿乃是竭力仿效某种模型中的理想的或普遍的特征这样一种情况。在自然或自然过程被当作模型的情况中，理解自然意味着获得对自然过程普遍特征的认识，而这意味着通过竭力仿效它们而学习它们。所以，适当的技术乃是符合“自然规则”的行动，在这里，对自然的



研究提供了关于这种行动的典型。斯多噶派哲学家在他们的自然哲学和伦理学中进一步发展了这一思想：正确行为或恰当行动的规则在这里就是“遵循自然”。在这种前后关系中，这不仅仅是一件描述自然过程的事情，而且是把这些过程当作是通过例子规定性地提出一种规则。因而在这第一种情况中，规则是在实例中给出的，【247】它是一种用例子表示的规则。(b)借助格言。这里，规则是用一种普遍表述，而不是用实例给出的。关于操作的技术性规则包含在规定性的、定律般的陈述中。这种规定性的概括可以是一种技术规则或一种处方：“当金属在火焰中变成蓝白色时，就进行淬火”，或作为一个社会的或政治的规律：“你们不能和近亲结婚”或“所有公民到十八岁时都得服两年兵役”，或者一种道德戒律：“己之所欲，乃施于人”。在自然界，在社会以及在个人生活中同样所得到的自然(法)规律概念借用了这类规则的规定性的或立法性的观念，并且因此把自然界设想成是立法的产物，从中我们继承了自然界“遵守(法)规律”这种常识性概念。

(2) 定律。与前面(1)节密切相关的是定律的概念，但二者具有这样的区别：这些定律被当作是那种描述性的经验概括。我们将因此把规定性的“定律”看作是一种规则并保留定律这一术语用以指有关不变性的断言。因此，格言和“单凭经验的方法”代表了这些概括并具有这样的形式：“每当有X时，就有Y”（“当猫走开时……”和“晚霞……”是我们前面举过的例子）。当然把这些定律当作是行为的指导就消除了(1)和(2)两节之间的区别。我们所能保留的区别是：一个定律断言某事物被当作事实而得到认识，而对这个定律的规则性阐释则涉及到这种知识的使用。

(3) 理论。以上所举的，都是关于根据某种模型对种种要不然就无法领会的事件做出解释的例子，这类模型引进了具有作为对事件的解释的“本质”的某种实体。各种拟人化的理论因而把自

然事件解释为某种具有人性的活动或具有人性动机的“存在”（一位“您”）的行动结果，如同在关于疾病的邪魔说的例子中那样。形而上学的理论则援引某种剔除了拟人引喻的普遍和抽象的原理或本性。因此，例如，自然界的多样性可说是据以得到整理的原理是逻各斯；又如当这类形而上学的原理找到了用物理术语作出的解释时，现象的多样性就被说成是可还原为四种“元素”，即土、空气、火和水的结合。在这类形而上学的和物理的理论中，就象在拟人的或创造神话的理论中一样，解释是根据某种“实体”或“质料”或“原理”做出来的，从它们的本性中，人们能够推导出某种自然事件的特殊活动或性质。类似地，使自然事件据以得到（规定性地或当作事实）整理的规律就被看成是靠这些实体的本性来做出解释的。因此，定律就是这样一些实体的行为的规则或型式。

在上述的每一种情况中，所提供的解释就是一个不同种类的理由：规则说出一个人应该怎样按照一种理由行事，它被用一种示范的实例含蓄地表示出来或明确地作为一种箴言陈述出来。【248】既然科学是一种活动，正如我们在前几章中已经考察过的从科学的方法的所有方面上都可以说科学是活动那样，那么，这些规则在解释方面的作用就变得清楚了。这些规则提供出了关于恰当的观察，恰当的证据、恰当的实验技术、恰当的归纳推理、事实间关系的演绎或形式表达中的恰当的形式、恰当的假说等等的规范。从这个意义上说，规则并没有对自然过程或事实做出解释，但它们确实解释了为什么人们应该接受或赞同科学探究的结论，而且也充当作为这种探究行动的指南。人们接着可以说，这些规则提供出了关于什么将被当作是恰当的解释的标准；简言之，它们是关于解释的解释或是关于什么将是构成科学解释的条件的规范。定律作为理由，给出了一些普遍性概括或假设，据此具体实例由

于受定律支配而得到了“解释”。有一种观点(我们将简要地加以考察)认为,这构成了科学解释的本质形式。一事件如果能够被归类或者能够被证明是一种普遍或定律般陈述的推论,那它就得到解释了。这已经被认作是“解释的法[则]学模型[根据希腊文的 *nomos* (*νόμος*) (法律、习惯)或定律]。理论通过假设或断言“理论实体”的存在来作出解释,这种理论实体的性质是这样的,即一个人根据这些性质可以推断出它们的活动规律是什么样子。认识了规律所描述的某些自然性质或事件之间的不变关系,人们接着就可以随之构思出一种假说性实体,以使得它的存在得以解释这些规律。

在这里,各种观点之间出现了分歧:一方面,理论有时被设想为是一些高度概括的定律,通过推理程序而从中可以推导出概括性较低的定律。另一方面,由于前者这类存在性断言,理论又明显地有别于定律。按第一种观点,理论是对于经验定律的方便的概括,它们还可用来揭示出,如果已知的经验定律符合这种概括的话,还会有哪些更多的东西与之相符。例如,根据这种高层次的概括可以得出这样的结论:一组原来在经验上各自独立的定律可能是对某种共同经验领域的不同的描述,理论允许我们把该领域设想为这些不同定律的共同指称对象。理论阐明了或揭示出各种无联系的定律之间所具有的同构性,据此可以假设共同的不变性表示着一种共同的研究对象。所以,例如,在电学和磁学的定律中,电学和磁学就被看作是揭示出了共同的形式属性(电磁力成反比平方定律——库仑定律——这一定律可以设想两者是某种共同的“力”的现象)。按这种观点,理论“实体”是一些术语(或这些术语所代表的概念),【249】这些术语出现在高层次的概括中,它们可以“被还原”为由该理论所解释的各种不同的经验定律中所使用的术语,除此之外,从任何别的意义上说,理论“实体”并不

是实体。这些定律因此而被理论加以解释，因为它被划归在该理论属下，这在形式上类似于具体事件由于被划归在定律属下而据此被说成是由该定律所解释。另一种观点则对定律(不管具有何种层次的概括性)和理论作出鲜明的区分，因为理论提出了一些关于附加的、独特的存在或本体论的主张或猜测：即存在着由理论术语所指称的某种实体。据此而说这些理论实体是“存在”的，因而涉及到一种本体论的主张，而在认为理论是高层次的定律的观点中，是不存在这类主张的。

## 定 律

前面各章中所讨论过的许多内容必然都与定律的概念有关。尤其在第九章中，科学探究的目标大部分表现为表述出一些具有普遍性范围的陈述，这些陈述表示出属性或事件之间的某种不变性。例如，具有形式 $(x)(Fx \rightarrow Gx)$ 的这样一个陈述表述一个定律，有条件地断言如果某一事物具有性质F，那么它也具有性质G。从我们前面的讨论中可以清楚地看到，这种简单的表述掩盖了许多问题。首先，命题的含意是这样的，即作为一种事实如果某一事物有F则它就无例外地有G。假定F是于1961年6月的一天在某地L这种属性，且G是在L处不曾记录过低于 $45^{\circ}\text{F}$ 温度这种属性。那么下述陈述就断言出推定的定律：“如果某事物1961年6月的一天在L处，则它在L处将不会记录到低于 $45^{\circ}\text{F}$ 的温度”。我们可以把这表述为一个有待被证据加以确证的假说，然后，对那年6月份的30天中的每一天L处的适当得到定义的“L处的〔温度〕读数”进行查验，以发现这条定律是不是真的。因而，这条定律并不是别的，而是一个不仅是关于x的所有被观察到的实例的总结性陈述，而且是关于x的所有可能被观察到的实例的总结性

陈述。关于定律陈述是一个真陈述的条件完全在于，对x的每一个实例，它所断言的东西都是真的。我们无法知道陈述是一条定律，除非我们知道它是真的或不是真的，要不然我们就会处在陈述着时而为真时而为假的“定律”这种独特地位上(或者处在陈述着不知是真是假的定律的同样独特地位上)。在前者情况下，我们可以声称：“1961年6月22日L处产生了L处的温度读数 $78^{\circ}\text{F}$ ”这个陈述是一个从下午2:30到下午3:15是真的，而在其余时间是假的定律。在后一种情况中，我们可以声称谷神星表面的温度变化范围在 $\pm 247^{\circ}\text{F}$ 内，这是一条定律，但我们并不知道这个定律是真的还是假的。【250】可是除非我们知道它是否为真，否则断言它是一条定律就显得很奇怪了。我们把它作为一个假说来进行谈论，如果这个假说是真的就是表述出了一条定律，以此来改善这种处境；所以它是一种“定律般的陈述”。但是我们据以知道该定律在此类根据的基础上为真的唯一一类实例就是与有关6月那个月份的日子的“定律”相类似的实例，其中所有可能的观察能够在有限时间内完全一一枚举出来。但是简单地对所有已知事例的一一枚举并不是我们一般地看作是定律的东西，尽管它确实陈述出一种不变性并且声明它普遍地适用于一类事实中的一切单元。我们需要的是表述出某种情况对于一切可能实例(其数目大体上无限大于观察到的实例的数目)都不受限制地为真的这样一种定律，因为我们把一条定律看作是超越于手头现有的证据的一种概括。然而，如果它超越出手头现有的证据，那么我们就无法知道它在一切实例中都是真的。因此，我们处于一种不快的地位上：如果一条定律是真的，我们就不能认识它，如果我们认识到一个全称陈述对其所有实例都是真的，那么它就不是一条定律了。正如这听起来也许是“不快”的那样，它却提出了关于定律的某些条件，这些条件在阐明我们的定律概念方面具有重要意义，并可用来解释

象(x) ( $Fx \rightarrow Gx$ ) 这样一种陈述(当我们把它作为一条定律时)的意义。

为了把这一点说得更清楚一些,我们可以对“自然规律”和“科学定律”加以辨别。如果我们在声称某一事物是一条自然定律时旨在于保持其客观性的意义,那我们就应该认为它是一条自然规律,不论被人认识到与否。因此,我们假定伽利略的有关落体的加速度的定律,当他作出表述时就不是作为一条自然规律而出现。但是,我们假定这条定律对任何时间,包括在这个星球上有意识的生命出现以前都是完全成立的。如果自然规律能够被发现的话(也就是说,如果说规律被“发现”这种说法是有意义的话),那么,定律所断言出的不变性关系不问它们被认识与否都是成立的。我们进一步假定,这条定律在将来也是成立的,或者说对于迄今尚未观察到的实例也是成立的,不管这些实例事实上已被观察到与否。我们可以用肯定定律的经验性质的断言来表述这一点,因此,“如果会有任何实例被观察到的话,那么它会遵守这个定律的。”这正是确切地断言,这条定律是适用于那些事实上还没有被观察到的实例;更坚决地说,不管它们事实上是否被观察到,定律都是成立的。因为这作为条件而提出了在地球上存在任何有意识的生命以前就可想象地有观察者存在这种认识论上不可能情况,所以,我们可以说这种与事实相反的论断决不能意味着断言出观察这些实例的可能性,因而,如果我们想要坚持认为伽利略定律事实上在有意识生命出现之前就是成立的,那么,该定律的这种经验性质条件似乎是太强硬了。

我们倾向于对一条自然规律所提出的要求是,【251】它不依赖于是否有人知道它而成立,甚至不依赖于它是否可能得到认识而成立(这后一点要强硬得多)。但这是关于它的客观性的要求。因为如果我们做出任何比这要弱的要求,那我们将不得不说,自然规

律仅仅对于那些已经认识了实例才是成立的，或者仅仅对于那些（作为具有现实的可能性的事情）可被认识的实例才成立。因此，“如果某人正观察一个在有意识的生命出现以前的落体的话……”这种事实上不可实现的认识论条件可能被归结为这样的本体论断言：“如果真有一个落体，那么它就会按伽利略定律被加速”。这种“如果……那么”（“were-would”）的虚拟语气条件句被称为虚拟条件句。可能事实上已经有了这种落体（并且我们假定它确实有），因此这种条件句并不是与事实相违背。但是在有意识的生命出现以前就有一个观察者这种说法却与事实相违背，在这种断言的认识论形式中，这被叫做“与事实相悖的条件句”或者叫“反事实条件句”。我们可以在一种更强硬的意义上表述这一点。我们可以说，即使从未有过而且将永不会有落体，但是如果真有的话，那它还是会按照伽利略定律下落的，因此，就把这条定律看作是在每一个可能的世界里成立的，不管它是否适用于任何现实的世界。

在我们确实知道某一事物事实上并不发生的情况下，我们也可以作出与事实相悖的断言，“如果我在十分钟前曾把这位教授抛出窗外，那么他就会按伽利略定律而被加速”，在这里，事实上已知前提是假的，因为我并没有做过这件事（虽然这或许可以说具有认识论的依赖关系：“我知道我并没有这样做，因为我记得我没有做，或者，因为他正在那大厅里安然无恙地散步。”）在这种情况下，我们关于“自然规律”的意义就是：规律是“实在”或“自在”地存在于世界上或自然界中的，不论我是否同意，或者甚至也不管我是否有可能观察到它的实例。因此，定律的断言乃是一种推理，它或是根据某种证据，或是根据其他一些据之使它能够被演绎出来的定律。如果它是一条根据某种证据而做出的推理，那么，它大体上是一种归纳推理；即是一种这样的推理：“如果

它符合某些规范的话，那就被当作是合理的或可靠信念的根据。如果它是作为演绎的结论而从其他概括程度更高的定律演绎而来的，那么，它的力量丝毫不比据以演绎出它的那些前提的最弱力量更大。如果它是根据某些被当作必然为真的前提（例如，综合的先验“真理”，或者形而上学的“真理”，或者逻辑“真理”）的演绎结果，那么我可以声称，该定律也必然是真的；但观察对于它的确证丝毫不起作用，因为它是不依赖于任何观察而为真的，因而是一种先验的定律，而不是经验的定律，亦即，它不是一种可以通过检验而得到确证或否证的定律。如果它就是经验的定律，【252】那么，我对于该定律的断言至多不过是以证据为基础的一种有根据的断言，如果它据以被演绎出来的某一些前提进而又被当作一些以证据为根据而得到保证的全称陈述的经验概括的话。因此，我不能知道定律作为一个自然规律是真的，但我能够知道我相信它是真的这种信念是建立在证据基础上的合理的或有根据的信念。

因而，我们可以说“科学定律”是一些这样的假说或公设：它们是基于证据的合理信念的客体，而且如果事实上科学定律是真的，那么它们就陈述着自然规律。这是一种关于真理的“对应理论”〔或者说，是塔尔斯基(Tarski)和其他人就关于一般性陈述而不是特殊地关于定律或定律般的陈述而提出的“真理的语义学理论”〕。用“L”代表科学定律，L代表自然规律，于是这就有陈述：当且仅当L成立时，“L”才是真的。或者例如，当且仅当事实上一个自由落体所经过的各段距离都与下落时间平方具有相同比率时，“ $S = \frac{1}{2}gt^2$ ”才是真的。

这也许可以称为关于自然规律本质的实在论观点。你可以确信，并不是所有的哲学家都是这种意义上的实在论者，所以，还存在着其他一些不同的观点。下面我们将考察那些被称为唯名论



和概念论观点。但是既然前面已经介绍出了一些初始的观念，那就让我们先来简要地总结一下吧：

(1) 一个定律陈述着一个给定类的所有元素(就某些被看作是相关的参数而论)之间的一种不变关系。这可能采取了普遍条件句—— $(x)(F_x \rightarrow G_x)$ ——的形式，或双重条件句—— $(x)(F_x \leftrightarrow G_x)$ ——的形式，或者采取了虚拟或反事实条件句这种更强硬的形式：对于任何 $x$ ，若 $F_x$ 成立，则 $G_x$ 也会成立。我们认为一条自然规律适用于一种无穷大或无限的自然事件或实例的类并且一般地说是不受任何特定的时间所限制，或者说在任何时间都是无区别地成立的。(我们将会看到，这会产生出与历史时代有关的规律的一些特殊问题，人们假定这些规律只在一段有限的时间内才是成立的，或者说，是随时间而变化的，例如，某种类型的地质学的、生物学的或社会学的规律)。

(2) 一个定律般的陈述表述着一条自然规律，如果它事实上对于所有被归入该定律之下的实例都是真的话，而且当所有这些实例都属于(1)中所提出的那种类型，因而该定律的领域支持着一种真正的概括，而不只是一种对所有实例的总结性描述或罗列。据以能够断言该定律是真的诸条件就用虚拟条件句形式来表述：“对任何 $x$ ，若 $F_x$ 成立，则 $G_x$ 也会成立”。虚拟条件句保留了某事实际上过去、将来或现在都成立的可能性，但却蕴涵着这并不已知是真的。认识某事物事实上过去或现在并不成立，结合着断言如果它真的出现过，则该定律就适用，这种认识论的条件表达了一种信念，即该定律是不受限制地为真，并采取了与事实相悖的条件句或反事实条件句的形式。【253】不知道某事物曾经是否发生过和知道它并没有发生过，二者之间的区别就把虚拟条件同与事实相违背的条件区分开了。

(3) 一条科学定律陈述着一条这样的自然规律：即并不知道

这条规律在它的一切实例中都是真的，但存在着对于它的合理的或有根据的信念的各种根据。（因此，一条自然规律是预言性的：这就是说，它作出关于迄今还未知是真的实例的主张。更严格地说，“预言性的”与未来的实例相联系；因此，涉及到过去的实例，则是“追溯性的”。）

关于规律的实在论（或译唯实论——译者注）观点从该词在认识论和本体论的专门意义上说是“实在论的”。按照这种观点，规律是全称命题，它所断言的不变关系是不依赖于它们是否被认识，或不依赖于它们得以被认识的条件而独立存在于自然界中。对这种普遍性的认识因而是对它的发现，而相信这种普遍性规律实际上存在着的信念是由用某些规范所表示的知识声言的有效性来保证的。在这样的前后联系中，在科学的任何阶段上占统治地位的那些定律陈述的是关于自然规律或关于表述这些规律的命题的真理性的有根据的信念。按这种观点的另一种解释，任何科学定律是与证据和使证据在其中具有意义的框架相联系的一种正确观点的或部分的“真理”。因此，断言出自然规律的真命题在客观上是真的，但我们对它们的认识不论何时都是相对的。所以，科学定律的易谬性就在于这种相对性，因此，当证据增加时或者当证据在其中具有的意义的框架被抛弃而采纳了一种新框架时，一度是有根据的信念就变得不再是有根据的了。关于这些变化的原因部分就是第九章中所讨论过的那些原因。按照这种观点，用每个附加实例对一个具有相对频率的陈述作持续“修正”，因而就是持续地趋近于一个极限。<sup>①</sup>

---

① C. S. 皮尔斯提出“易谬论”并且还提出一个自我修正的相对频率概念，他在一篇早期论文“如何使我们的思想变得更明晰”中以令人惊奇的方式陈述实在论的观点。在谈到各种科学探究时，他说道：“他们开头时可能获得不同的结果，但随着每个人完善着他的方法和他的过程，各种结果就稳定地一起趋向于一个预先确定的中心。一切科学研究都是如此。不同的科学家可以从最对

实在论的规律观因而假定，存在着客观上是真的命题，【254】它们断言有这样一些规律，科学定律随着各种不同的假说被排除或随着证据增加、随着对方法的批判与改善的进展，而持续地接近于这些规律。

因此，按照实在论的一种意义（我们可以把它描绘为认识论上的意义），定律被看作客观上是真的或假的，与它们是否已知为真或假的无关。所以，各种定律并不简单地是一些我们赖以使经验世界适合于我们的认识的方式，我们的知识反而不得不以某种方式与之一致，如果这种知识是真的话。按照实在论的另一种意义（它以一种复杂方式与第一种意义相关联），自然规律被当作是“真的普遍命题”（在柏拉图的“形式”传统中），它们客观地存在着（或生存着）并通过理性探究的手段而被发现。因此，实例不过是例证了这些普遍命题，或者说实例是这些普遍命题赖以被揭示给我们的手段。

如果实在论者在这种意义上假定普遍的自然规律实在地存在的，那么唯名论者则向认为有“共相”（普遍）存在的观点提出挑战。

---

立的观点出发，但探索的进展却用一种在他们自身之外的力量把他们带到同一种结论上。这种思想活动不是把我们带到我们所希望去的地方，而是带向一个预先注定的目标，这种活动就象是命运的摆布。对所取观点的任何修正，对其他研究事实的任何选择，甚至精神上的任何自然癖好，都不可能使一个人逃脱命定的见解。这种巨大的希望体现在真理和实在的观念中。那种注定最终会被所有探索者一致同意的见解就是我们所说的真理，同时这种意见中表示的对象是实在的。”〔《皮尔斯的哲学著作》*Philosophical Writing of Peirce*, J. Buchler, ed. (New York: Dover, 1955), p.38〕。诺尔曼·坎贝尔(Norman Campbell)表述了一种相似观点，“科学是研究这样一些判断，对于这些判断能够达到普遍一致意见。”〔《科学是什么？》, [What Is Science? (New York: Dover, 1952), p. 27]我们在前面的一个脚注中曾提到，奎因责难这种真理观是以无限性为极限，在任何时刻，我们都可以说是比某一其他时刻更接近于这个极限，他写道：“这是在谈到理论的极限时错误地使用了数的类比，因为极限这个概念取决于“比……更趋近”的概念，它是为数而规定的，而不是为理论而规定的。”〔《言词与客体》, (*Word and Object*, Cambridge, Mass.: Technology Press, 1960), p.23〕。

名字的区别来自中世纪关于共相本性的哲学争论。唯实论观点断言 *Universalialia sunt realia* (“共相是实在的”), 而唯名论者则争辩道: *Universalialia sunt nomina* (“共相是名字”)。象业已解释过的那样, 唯名论反驳的力量具有一股经验主义的气味: 在我们的经验中, 我们确实不能认识共相, 而只能认识殊相(不管是感觉材料, 或是个别的实例或事件)。我们根据我们在实例之间所认识到的一些共同特征来集合这些实例。共相仅仅“存在于”我们用以标示这些共同特征的共同名称中。它们可以方便地用共同的名字来命名, 但是离开了我们经验到的或发生着的具体实例, 这些共同的特征就不存在了。因此, 共相具有的地位只不过是作为名称的地位, 而且这些名字也只是作为特殊场合中的特殊标志或记号或言词而“存在”。因此, 共相并不存在。用于说明定律, 这种观点断言: 定律本质上只是存在于显示出某些特征的实例之中。这些特征之间并不存在任何普遍性联系, 除了是在这种意义上: 它们可以全部被集合在单个的表达下, 出于指称的目的, 这种表达可以方便地把这些特征加以分类。【255】因此, 美国人民并不表示一种共相(普遍), 而仅仅是许多可以用共同名字来命名的个人的一种集合。存在的只有美国人民这个名称, 而且只存在于实例中, 比如这个句子就是一个实例, 它是用墨水写在纸上的具体文字。诸如  $S = \frac{1}{2}gt^2$  之类的定律也是这样的名称, 它所指称的并不是某种普遍的“实在的东西”, 而仅仅是具体实例的集合, 在这类实例中, 一个特定客体在特定时间和特定位置按其下落时间与下落距离成某种比率的方式下落。

实在论和唯名论这两种观点都有着重大的哲学困难, 我们在这里不能进一步加以剖析了。但可以认识到, 这种观点本身适用于这种解释, 即科学定律只不过是一种便利的“标志”, 被一个语言共同体用来作为表示或分选一组实例的方式而已。这些定律般

的陈述所给出的“方便的”或“经济的”速记式描述就是它们的唯一功能。就这样，唯名论倾向于支持工具主义关于定律和理论的观点，把定律和理论简单地当作是探讨自然的或多或少适当的手段，而不是象实在论那样把它们看成是真的或假的。但是这种功能确实可能具有极大的重要性，因为它促进并扩大了人类记忆、推理、计算的范围。这正是马赫在其观点中（例如，在他对数学的观点和描绘中）所具有的“思维经济”的意义。但是一种约定的或便利的标记既不是真的也不是假的。唯名论的定律观认为，据以说一个关系陈述是真或假的意义，完全是在其“外延”中，即在它所指称的实例中被领悟的。因此，标志着经验主义对假说的探讨的“例示性证实”的许多说法继承了这种唯名论的强调重点。

概念论的规律观则力图克服唯名论观点和实在论观点中的困难。如果说，唯名论者认为规律并不是真正的共相（普遍），而仅仅是在一个由共同的名称或描述所标志的实例集合中才是“普遍”（共相）的，又如果说，实在论者主张，在自然界或在世界上共相存在着或是实在的，那么，概念论者则提出了一些各与这两种观点有关的问题。实在论者的意思是说共相是脱离体现着它们的实例而存在的吗？倘若如此，那么，就存在有个脱离具体事实世界的某个共相王国，而且这些共相与事实世界的关系就呈现出各种不可克服的困难。这创造了一种关于共相的二元论，把共相当作是“理念形式”，只存在于某个理念王国中（如在柏拉图的实在论中，参见第四章），认为我们的经验或思维世界仅仅是一种影子的、第二手地反映的存在。另一方面，如果唯一真实存在的是具体事实的话，那么，它们的关系这个事实就成了一种不可理解的事实，因为一个集合不过就是一个集合而已，除非存在有某种规律般的、在各个具体事物之间“真实地”成立的关系。用彭加勒的话说：“科学是由事实建造的，就象一座房子是由石头建造的那样；但是事

实的一种积累并不是一门科学，【256】正象一堆石块还不是一座房子一样。”<sup>①</sup>如果唯名论者声称他正在把事实安排在某个约定的名字或符号之下，那么，他就是以所做的不过是命名为借口来掩饰他在做着安排时所做出的贡献。事实上，关于关系的陈述贡献出了为仅对积累的个别实例的排列所不具备的某种东西：这些个别实例之间已被发现出的秩序或关系，或使这些个别本身赖以被做出共同分类的东西。这不是以作为某种把这些个别事实约束在一起的实在的共相而明确表现在这些殊相之中，犹如一团生面团中的葡萄干一样。相反，在发现这种关系时，思维做出了联系，阐明了个别事实中所隐含的东西。共相因而是在思维中被构思出来的，或者被概念化为科学探究所揭示的秩序；在亚里士多德关于这种概念论的描述中，事实间的秩序或关系是潜在的，不过概念的发现与构思的过程却使之成为现实。一条自然规律所以说是存在于自然界中的，但并没有脱离特殊的和具体的自然过程。（因此，过程的概念比分立的和孤立的事件的概念要更容易地适合于这种观点，后者已经需要某种胶水把这些碎片粘合在一起）。因此共相，或定律并没有任何作为理念形式的独立实体。由于它隐含在构成自然过程的事件之间的实在关系中，思维就能够把这种形式或秩序变为明确的意识，仿效或创造一种对自然界的理想的模仿。因此，定律以这样的形式表现着自然过程：这种形式使这些过程得以被理性智能所认识。所以，科学定律就是这样的形式，在这些形式中，自然规律便成为理性的对象，或概念判断的对象。自然规律在这种概念活动中被实在化（或现实化），至于它们是真的还是假的，就看它们是确实代表了还是并不适当地代表了自然界中的规律般的关系。因此，它们不是约定，虽然表达它们

---

<sup>①</sup> H. 彭加勒，《科学与假说》，(Science and Hypothesis, New York: Dover, 1952), p. 141.

的形式可能是约定的。比如，表达式 $S = \frac{1}{2}gt^2$ 和 $AD/AE = (HM)^2/(HL)^2$ 是表述着同一规律或物理不变性关系的不同方式，它们是约定的，因为选择一种语言用来表达这种关系这是约定的。但这两者表达了同一个命题，该命题却不是约定的，而是关于事实间关系的真或假的命题。概念论者也许指责实在论者把抽象的共相构思得仿佛它们是实在的事物似的，因而用他们的抽象表达使一套事实的关系实体化了。唯名论者以放弃事实间关系的客观性或具体性为代价来避免实体化。（唯名论者也许会回答说，在他的方案中关系也是一些殊相）。概念论者自称得到这两个领域中的精华，而把规律当作具体的共相加以谈论，因而不仅仅是抽象的共相，也不仅仅是具体的殊相的聚合了。在其他的说法中，概念论者也许会声称，【257】规律是作为这样的条件强加在经验上的共相形式：即在這些条件之下，经验不仅仅是作为无区别的流动而被认识的。按照不同的说法，这些概念形式，要末是人类知识的先验条件（因而是科学可能性的条件），如一种康德观点所可能提出来的那样，要末是一种理智的直觉，这种直觉直接感知那些使经验赖以被认识的形式。这样这些形式即作为具体表现的自然特征而构成理性结构本身，在这里，特殊经验被视为抽象的〔即从整体中，或从格式塔（形态）中抽象出来的，这种整体或格式塔（形态）是在直觉中直接得到认识的，并且为了分析起见或者作为已经知道的东西的说明而才被抽象地想象为殊相〕。

这些哲学观点各自对共相与殊相的关系作出了不同的设想，因此在这种语境中，对规律与其实例之间的关系也作出了不同的设想。很清楚，这对于规律据以被当作是对特殊事件或事变的解释的这种意义是有所影响的。

按实在论的观点，从下述意义上说，一条定律解释着一个特殊事件：即，事实是规律的一个实例并且能够表明它是遵从定律的，

这就是说，具体事实在定律所断言的系统关系中找到自己的位置。

在唯名论者看来，因为在事实本身之外不存在基础性的“实在”，所以，“定律”只不过是对具体事实的一种方便的速记描述或总结，因而定律根本不能说是具有解释作用。从这个意义上说，蜜蜂造蜂蜜并没有解释为什么某一只具体的蜜蜂产生蜂蜜，或者为什么任何一只具体的蜜蜂都产生蜂蜜；这不过是谈论同一个事物的另一种方式，而且它至多提出了一种对所有实例都是真的描述。但是真的在这里不过意味着描述的适当性，在它的使用中作为一种标志而被语言惯例理解为代表着整整一系列陈述：蜜蜂1产蜜，蜜蜂2产蜜，蜜蜂3产蜜……正好象美国人民代表着在美国的每一个人（或每个公民或每个有选举权的成年人）的姓名表册。这种名册列表就是关于美国人民指的是什么的如此一种约定的事情。例如，在法律文件中，就明确定义出甲方当事人这种描述，从此以后，这种描述句就代表了所有也只有那些被明确定义出的个人。

在概念论者看来，经验中蕴涵的东西作为理解的对象而被纳入意识的明确形式中这种意义上，定律可说是具有解释作用。因此，科学定律是借助于实现或向意识思维显示出先前在经验中或在“自然界中”所蕴涵的东西而进行解释的。因此，解释和实现有意识的理解或明确的概念表述是一回事，因而解释变成了阐明的事情，变成做出明确理解的事情。【258】这种观点的一个翻版是：解释就在于把不熟悉的东西转译或翻译为已经熟悉的术语，正如在我们已经讨论过的拟人解释的实例一样。这也是为了有助于理解而使用模型和类比的特性，因为模型或类比把一套不熟悉的关系转变成某种熟悉的构型的形式，如关于链式反应的乒乓球模型，或把“力线”比作拉紧了的弦这个类比，就是用某种更熟悉的术语“说明”了在链式反应中以及在力“线”（其中线已经是对几何概念



的一种类比)方面所通行的是哪些类型的关系。

不应该把这一关于各种不同观点的说明看作是字面上的区别,以确立一些可以恰当放入其内的各种不同规律观的分类格屈,因为是不可能发现“纯粹”形式的任何这样的主张的。相反,这些区分所表示的是侧重点,并有助于解释这些重点是怎样产生出或反映出各种不同的关于定律本质的各种不同观点的。

## 定律是怎样表述的

虽然我们已经提出了一条定律陈述着一种不变关系这种一般的形式,但我们可以问是否所有的定律都是以这种形式陈述的;还有,即使这是一切定律般的陈述的形式结构,但我们仍可以问:在科学中或在各门不同的学科中,是否存在一些关于这种形式的独特解释。我们将扼要地考虑一下,(a)数的定律,(b)物理定律,(c)生物学和人文科学中的定律的表述形式。我们还将考察一下是否存在着历史规律,如果有的话,那么它们的形式会是什么样的。

### 数的定律

我们可以区分出陈述着作为事物集合的物理属性的数之间的不变关系的定律和陈述着数学语言内的形式关系的定律,数学语言的句法涉及作为数的名称的数字之间的关系。关于这种数学语言的形式主义阐释认为,只要某些逻辑条件得到满足,我们便可以使用我们所喜爱的任何定义完好的连接词来自由地构思出这种数的句法,这些条件中有:(1)限制歧义性的规则,以使我们不把数字相互混淆起来;(2)关于首尾一贯性的规则(或规范),以使我们的构思不致产生出矛盾的定理;(3)形成和转化的规则,关于形

成有意义的表达(或“完美构成的公式”)的规则;以及关于从一种陈述推出另一种陈述的推理规则。象我们前面讨论过的那样,假定了算术的形式体系的句法,【259】我们就可以说:一条数的定律就是关于数字之间的不变关系的一种普遍陈述,它由一个个变数、常数,以及某些算术连接词所组成。设想我们以这样一种方式来构思出一条将会产生出一个级数的定律,以使得该定律表达着这个级数中的相继数字之间的一种不变关系。比如,我可以这样说,级数中第  $n$  项(这里的  $n$  代表着级数中某个数字的顺序位置)总是可以从  $(n^2 - n)/2$  这种不变关系中推导出来。因而,第一项将是  $[(1) - 1]/2 = 0$ , 第二项将是  $[(2)^2 - 2]/2 = 1$ 。类似地,第三项是3,第四项是6,如此等等。这个级数则将是0, 1, 3, 6, 10, 15……。通过考察这个级数,我们就会注意到,每一个后继项和它前面那一个项之间的差也是一个可辨别的级数,即是1, 2, 3, 4, 5……。而且这些相继差数之间的差是一个常数,即1。对这些级数中的每一个,我们可以依次表述出形成它的定律。于是,我们可以说,对于这些级数来说,级数中后继项是表示该级数中序位数的函数,这是某种不变关系。其中序位代表某种数值,在这个位置上的项也代表某种数值,这些值中的一个值以某种不变关系与另一个相联系,我用函数  $y = f(x)$  来表示这个不变关系。这些定律,如果它们是在这种数的形式系统中被形式地构思出来的,那么它们在事实方面就是空洞的(然而,如果我们把次序性和可加性当作是现实事实关系的基本特征,那么,我们也许会争辩道:这些“形式”关系是对我们所具有的关于数的性质之间的关系的最广泛的经验概括)。对于任何给定的  $y$  值,就有一个与它相应的  $x$  值,因此给出一个值,我就可以通过算术的变换规则(或者这种数学句法在算术和自然数之外的任何推广的规则)而推导出另一个值。我可以用另一种框架来解释这种不变关系或给予它某种“内

容”，例如，把顺序位置定义为点并把该级数中相关的项定义为序数序列中给定点的连接线的数目(其中任何两个点之间有且只有一条直线)。那么，0, 1, 3, 6, 10, 15, ……这个级数就可以被说是得到了一种释义。如果我采用这样的约定，即：对于一个点，存在着 0 条线把它同它自身连接起来，那么，对于两个点，就存在有一条连接线；对于三个点，就有三条线；对于四个点，就有六条线，如此等等(参看图 7)。在这种释义中，数的定律被看成是“预言”着在给定数目的点之间存在有多少条连接线；或者说给

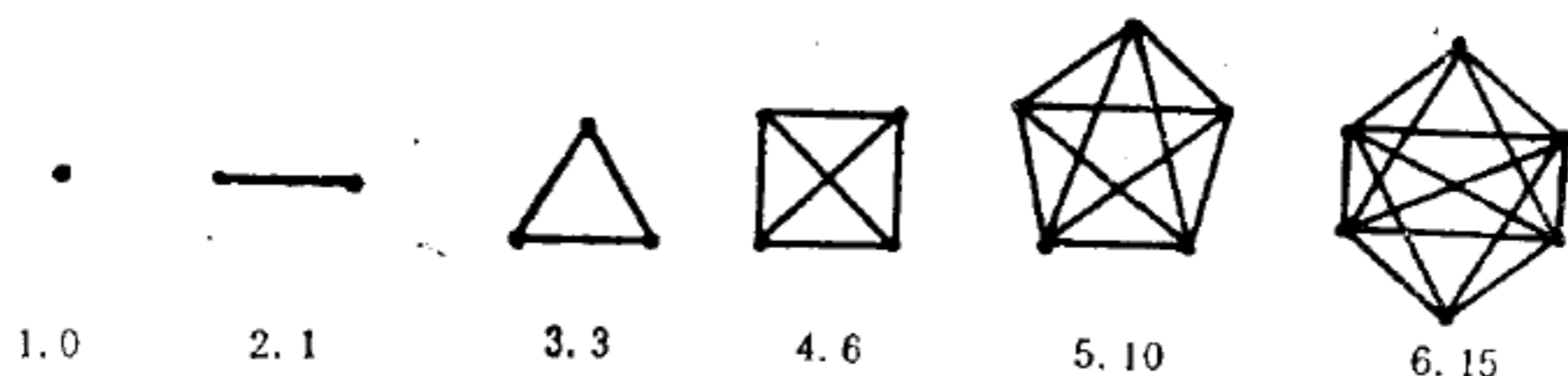


图 7

定一个连接线的数目。【260】我就可以根据前面给出的母函数来“解释”这个数目。不过经过考查，我可以发现，我已经是以如此一种方式定义了点、线和连接，以使得关于数字以及关于点和线的数目这两种表述形式完全是同构的，或者一种形式是另一种形式的变换。因而数的定律就用来表现若干假定实体之间的若干关系，只要这些关系显示出同样的不变性。可是，如果我把这条定律释义为关于某种地理位置的一个模型，例如在这个模型中，在任意两个城镇之间有而且仅有一条路，那么，只有当我发现找到这些条件所必需的东西时，那条数的定律的性质才适用于这种解释(更严格地说，我们应该说我们的“路”并不交叉，或者说路所指的是最短的可能距离，那样一来我们就进入了对这些几何概念的经验释义的领域了)。(这个函数在通讯工程中的一个著名模型，就是两终端之间的通讯线路)。我也可以引出斐波那契级数 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ……其中每一个后继项都是前两项之和(用某种约定

来产生头两个数0, 1), 并发现这涉及到若干其他的数定律(这些定律与螺线这种几何图形以及所谓的黄金分割相关联, 在生物学中, 则与生长和结构的模式相关联)。这条数定律在每个情况中的形式是这样的, 即对于某个自变量的每个值, 根据该定律所提出的一种不变关系而存在着有关的某个依变量的某个(或某些)值。如我们所知, 数定律在科学中的应用涉及到把数字释义为具体的数, 即具有某种物理量值的数的属性。当找到这种释义时, 一个人就可以预期: 按照数定律对各种数字结果(依变量的值, 自变量的给定值)的推演将提供出可以从物理学上加以解释的假说或预言, 这些假说或预言接着可被加以检验以了解这些演绎的结果是否与经验的测量相符。因此, 在伽利略对某个被释义为距离的变量与另一个被释义为时间的变量之间的某种关系的形式演绎中, 他求得出一条数定律, 根据这条定律按一个变量的给定值做出的演绎就是对斜面实验中测量值的预言。(参看附录A第653页及以后)。因此, 由经验发现测定距离间的关系彼此保持的比率近似地等于测定时间的平方比率, 这就是用物理量值确证数定律的释义。虽然以纯粹形式或未经释义的演算来谈论“解释”或“预见”会显得莫名其妙, 但是当这些术语被应用于这种演算的物理释义时, 就确实具有了它们的通常意义。我们将在下一部分中考察关于解释的演绎模型, [261]这种模型完全是一条定律与根据一条定律(以及根据取作初始条件的单个“自”变量的值)在确定“依”变量的值方面所能推演出来的结果之间的这样一种关系来定义解释的。这把我们直接引导到物理定律的形式上。

## 物理定律

如果我们把物理科学看作是定量的或一门数学的科学, 其观察陈述是测量陈述的话, 那么, 数定律的形式就向我们提供出物

理定律的形式，差别在于，在物理定律中数被当作是表示着诸如长度、电荷、质量、重量等物理量值的数属性。事实上，物理科学的定量化完全达到了这一点。这里的收益就是，借助于对数定律的物理释义的确证，或借助于用数学术语对物理关系作出形式表述的可能性，形式推理的和数学计算的巨大力量就变得适用于物理的思维了。但是，数定律和在物理量值间所发现的数关系之间的同构性并不是先验地确定的；而是一件物理发现和不断检验的事情。因此，人们发现，长度和重量是可做算术加和的，而密度和速度却不是。矢量加法的公设具有其独特的关于速度加法的规则，这种公设引进了关于假设的或被发现的速度性质的形式表达。在伽利略的例子中，借助于几何推理，一种假说-演绎方案产生出了一些数定律，这些数定律被用来释义距离和时间这些物理量值，然后又在这种释义中受到检验。形式化的数学理论因而被映射在一种物理模型上，这种模型或解释又接着受到实验的检验。

我们也许要将诸如每个事件都具有一个原因，或原因等于结果，或物质既不被创造又不被毁灭等这类定性原理算作为物理“定律”。接着，我们可以把这些看作是层次更高或具有高度一般性的物理定律或原理，它们所陈述的不变关系“解释”着层次较低的定律，而这些定律又解释着特殊事件。但这就提出了关于这些原理在经验科学中的地位若干严肃的问题。我们将推迟到后一节再来讨论关于这些是“定律”、“理论”，还是某种形而上学的或规则性的“原理”的问题。

### 生物学和人类科学中的定律

随着遗传学、分子生物学、生物化学、甚至还有进化分析(例如关于物种次序的血清学检验)中的定量化的进展，或许可以假定一门“完善的”生物学将接近物理科学的条件；它的定律也将是可

以用数字形式来表述的。【262】同样，随着心理学、社会学、人类学和经济学的定量化，这些人类科学中有越来越多的“规律”逐渐被表述为数定律。但是，在这些科学中出现了一种独特的规律，这种规律并不采取数定律的形式。事实上并不清楚，在许多情况中解释是采取了覆盖实例的“定律”的形式的。在分类学和类型学的研究（其中分类技术是最主要的）中，定律般的特征以定性的术语保存在定性谓语的不变关系内。因此，天鹅的白色，植物的根的向地性，一给定物种的染色体数目等都是可以用 $(x)(Fx \rightarrow Gx)$ 这种形式或用与这个形式有关的某种统计形式来表述的。但是属性的这种不变的或统计地整理出的联系也完全是物理学和化学的特性，正如它们是生物学和人类科学的特性一样。分类是一切科学中的一种共同规律般的关系，并且涉及到搜集和整理资料这种基本过程中。生物学解释中与众不同之处就在于，它们在这样的意义上常常是功能性的：即某事物是根据它在整个机体中的功能而被作出解释的。比如，我们从某个方面把呼吸解释为把氧带进肺里，又把二氧化碳从肺中带出这样一个过程；我们把肺解释为给红血球加氧的器官。我们把给红血球加氧解释为构成新陈代谢活动的氧化过程的需要；我们把新陈代谢活动解释为在把整个有机体作为一个能量加工和能量转换系统的内稳态方面维持整个机体的必要活动。总之，我们的解释是根据“出于”某种目的的功能而做出的，而这种目的依次又与某种更大的目的相联系，直到整个有机体为止，即囿于学科的范围，而超出这个范围就要研究有机体的生活系统和社会了。这些解释看起来是要回答这样的问题：“X是为了什么？”或者根据某种过程回答“为什么它这样起作用？”，在后面的情况中，我们可以用力学和化学的定律来解释呼吸活动，根据物理定律“推导出”收缩和膨胀的节律。但是，生物学解释中的为什么常常是为了什么目的。因此，这些解释已经被

称作目的论的(或teleonomic, 这里某种自然过程的类规律性是从它在有机体生命中的功能这种意义上加以对待的<sup>①</sup>)。对某种迄今尚未得到解释的器官功能的发现因此便构成了一种解释。例如,发现胰腺分泌胰岛素,而胰岛素涉及到糖和碳水化合物的分解以及它们在氧化过程中的应用(用一个普通的模型来说,是为了人的发动机的运转而贮存和使用的“燃料”),便解释了该器官的功能,但并非用该器官本身来作为解释的;相反,因为它是“为了”整个有机体,而且是在其“目的”是维持整个机体的生命机能本身这种过程中起作用的。【263】在这里,通过以如下方式对此作出阐释:“不论何物,只要它是胰腺,则它的功能就是……”就易于保持规律般的普遍陈述的形式。人们可能从这里演绎出:如果该器官功能失调,则由它所维持的过程就不能正常地发生;并且如果能够表述出更进一步的规律,即在不存在这种功能的情况下,有机体是不能维持它自身的,那么,人们就能以这样一种推理系统得出系统性的结论,该结论随之能在实验上得到检验。或许会发现,其他的器官或功能在某些情况(而不是在其他情况)下补偿了某些功能失调。化学和生物化学研究可以揭示这种功能的微观过程以及怎样可以人工地用代替性的器官、药物等等来执行这种功能。尽管生物学解释有着“功能性”或“目的论”的形式,但“自然规律”和“科学定律”的模型以及定律般的陈述这种形式在这里通过把功能这一术语纳入到定律中而得到维持。在第十一章中将讨论原因和功能被认为是相互联系的那种意义。可以看出,同样的情况对于有意识的行为以及社会和经济的行为的所谓目的论特征也是成立的。关于这些“奇怪的”特征“还原”为测量定律的形式,或数定律的形式的问题我们也将后面讨论。然而,即使象生物学和人类

---

① 参看Ernst Mayr,“生物学中的原因和结果”(“Cause and Effect in Biology”, Science, 134: 1501—1506, 1961)。

科学中的功能性和目的论说明所特有的那些具有“未经还原”形式的关系，也可以被用普遍性条件陈述这种通常的形式加以表述，因此，成问题的或独特的完全不是这些定律的形式，而是关于“功能”和“目的论”的特定特征的这种形式的阐释。

## 历史规律

我们可以以两种方式来设想历史规律：(1)一个规律如果描述的是某种依赖于时间的事件的过程或序列，就可以被说成是历史的规律。这就是说，如果规律所描述的那些事件或状态以早于或晚于的关系而彼此发生联系，那么我们就可以说，该规律是“时间上不对称的”或“有向的”。因此，以某种有序的和不可逆的形式来描绘一种变化的所有编年史规律就可以被看作是历史规律。进化规律，不论是生物学中的，还是地质学中的，或是语言学中的，从这个意义上说都是历史的规律。类似地，热力学定律——它们所描绘的是一些不可逆过程，在这些过程中，各种状态独一无二地具有“早于”或“晚于”的秩序——在这个意义上说也是历史的规律。(2)另一方面，我们也可从仅仅指那些涉及到更狭义的、作为人类活动和设施的记载的历史的规律。在这种情况下，真正的历史就与单纯的编年史有所区别，因为它涉及到的是独特的人类活动，即是这样一些活动，它们在特性上是有目的的而且是独一无二的个人活动。即使这类历史规律所描述的过程或事件是社会性的或制度性的，而不是个人性的或传记性的，按照这种观点，它们也不是可还原为甚至也不类似于那些描述自然编年史的“历史”规律的。【264】

当作出这样的主张，即：人类历史所表示的正是象(例如)进化论或热力学所表示的那种有序变化的过程时，有关历史规律的问题就变得清楚了。这种主张的最强硬形式认为，人类历史的规



律事实上就是自然规律；历史事实所揭示的不变性同物理学中所发现的不变性属于同一类型，并且因此认为对历史的科学研究原则上无异于任何自然领域的科学研究。相反的论点则援引了与自然事件的非独一无二性相对的历史事件的独一无二性，这是从这种意义上说的，即自然规律范围所涉及的是多发性的事件，而历史事件则是独一无二的事件，因而不接受规律般的描述。历史决不重演以格言的形式表达了这种观点。另一种观点认为，历史中存在着重复发生的模式。虽然事件和个人的动因可能是独一无二的，但它们之间的联系显示出可以用规律般的方式加以描绘的那类不变性。历史发展的“阶段”概念断言：在不同的地方和时间显示出类似的变化形式和次序。例如，比较的历史研究可说是揭示出不同人类社会中的类似的发展，这种发展被描述为经历了原始时期(Savagery)、野蛮时期(barbarism)和文明时期(civilization)这样几个阶段。或者举另一个例子，即按马克思的历史唯物主义观点，西欧发展的社会经济阶段被说成是显示出从奴隶社会到封建社会到资本主义社会特征性阶段；接着，通过对这同一个历史过程的研究，预言出这种发展最终将导致出社会主义。在十九世纪(例如黑格尔或斯宾塞的)先验论的历史方案中，关于历史阶段的展现或发展符合某种原则的某种固有的和必然的规律(在黑格尔那里是自由观念的展现；而在斯宾塞那里，则把日益加剧分工和专门化作为一条进化的普遍规律)被说成是描绘和整理已知事实，并因此把它们置于一规律之下而加以解释。在一些范围更小的实例中，历史学家可以把革命后的时期描绘成“热月反动”时期，把法国革命和它的后果当作它所研究的所有其他革命的特征性模式。他因此可以做出这样的假说：热月反动描绘出一条“革命发展的规律”的特性。

对于这些规律的批判认为，它们是常识水平上的概括，它们是

如此含糊,以致是不可否证的。所以,它们是不能在未来的实例中被加以检验的,而且也许至多不过是显示出关于某些有限实例的偶然的规则性——完全不是人们所称之为规律的东西。反对的主张则认为所有规律都是可以受到这种责难的,一个人或许可以推测,万有引力定律是“局部的”或“偶然的”定律,仅适用于宇宙上一个短暂时期之内的一个有限的领域(比如,皮尔斯推测,【265】物理定律也许本身正在经历着变化或进化,而我们的有限视野却将它们当作是不变的)。另一种批判认为,历史事实永远是根据某种观点所做出的阐释,所以一个人总可以以这样一种方式“制作”事实使之适合于他所断言的规律的框架。还有另一种批判认为,人类历史涉及到具有自由意志的人的动因的活动,并认为这类活动,如果是自由的话,那就是不能用规律般的术语来预言的。再者,这些活动所涉及的可变因素是如此之多,以致于甚至统计的方法也不适用于按规律般的形式来整理构成人类历史的这类活动。因而,一个人所能达到的至多是对特殊情况不赋预见力的某种粗糙的类比;假如历史是由一些独一无二的事件组成的,那么,缺乏预见力这种情况就使得任何声称具有规律般的性质的说法均告无效。

要回答这种责难,仍需比较,在物理学中,量子层次上的独一无二事件也是被当作不可预见的,是仍然可以做出关于大系综的统计特征描绘,以及求出关于一些独一无二事件的一种“趋势”的几率函数。在这种语境中所已经提出的进一步的问题是:因为历史规律涉及到有意识的个人活动,它们到底是不是心理学规律(社会学规律也可以如此被归结,因此,社会学是统计心理学的另一个名称,后者涉及到大群体的行为)?我们将在第十四章讨论这一类有关历史和社会科学的某些问题。

在关于规律表述方式的这个说明中,关于普遍条件陈述的一般情况似乎适合于所有可被看作是规律(在这些规律的形式范围

内)的情况。差别在于解释应该如何采用条件项。在数定律中,这些项是数值。在物理定律中,数值被释义为具有物理量值或这些量值间比率的这种数属性的物理上可测量的值。在生物学定律中,功能这一术语参与了对特征性实例的表述,因此,各实体(器官、过程等等)及功能之间、或各种功能之间的关系代替了数属性之间的关系。在历史规律中,所产生的问题不仅涉及到这些规律赖以得到表述的形式,而且也关系到这样一些条件,在这些条件下人们可以以经验上有意义的方式断言,历史事件提供了关于对这些规律作出有根据断言的依据。

这一章的要点是了解,诸如采取了普遍条件形式的规律般的陈述这样一种形式结构从何种意义上可被说成是解释中的功能。人们最广泛加以讨论的关于这种解释的模型之一是,在这种模型中描述特殊事件或事变的陈述(或测量陈述)可以从规律般的陈述演绎出来。因而我们转而考虑解释的这种演绎模型。

### 解释的演绎模型<sup>[266]</sup>

解释的演绎模型是试图研究被当作是科学解释的特征性结构中的种种陈述之间关系的一种形式模型。这种模型的形式理论是一种演绎推理的逻辑体系,在该体系中,一个特殊陈述是运用推理规则从大小前提中推演出来的,大前提含有一个全称陈述,小前提含有一个特称陈述。这种模型中所使用的推理规则是(肯定前言的)假言推理(*Modus Ponens*)规则,这我们已在前面考察过了。它具有下面的形式:

- (1)  $P \longrightarrow Q$
- (2)  $P$

---

- (3)  $Q$

在演绎模型中，这个规则的解释如下：(1)被当作是一种全称条件陈述(或是这类陈述的某个合取)；因此，大前提是一个规律般的陈述，(2)被当作断言着前言(P)所提出的那些条件事实上是存在的；也就是说，断言P的例示是真的；(3)是演绎的结果：若P的那些例示为真，则Q的那些例示也为真。我们可以用下列形式定量地将上述关系写成

$$\begin{array}{l} (1') (x) (Fx \longrightarrow Gx) \\ (2') Fa \\ \hline (3') Ga \end{array}$$

对这一推理规则的证明不是简单地认为它碰巧是一种逻辑的推理规则，而且认为它例证了作为科学推理中的标准类型的那种规则：事实上，一个事实性假说若当其前提条件得到满足，预期结果被观察到了时，那就可以认为它被实例所确证了。根据规律般陈述和有关初始或前提条件的陈述与特殊结果之间的关系来翻译这一规则，其模式看来就是这种样子：

$$\begin{array}{l} \text{解释性陈述} \left\{ \begin{array}{l} (1'') L_1 \cdot L_2 \cdot L_3 \cdots L_n \\ \quad \quad \quad \text{(规律般的全称陈述)} \\ (2'') C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdots C_n \\ \quad \quad \quad \text{(关于初始或前提条件的特称陈述)} \end{array} \right. \\ \hline (3'') e \\ \text{被解释对象} \quad \quad \text{(描述单个事件的特称陈述)} \end{array}$$

在把它释义为一种解释模型时，前题(1'')和(2'')被称作解释性陈述(explanans)，而演绎结果(3'')称作被解释对象(explanandum)。这就是说，如果e能够作为(1'')中规律的全称陈述和在(2'')中关于初始条件的特称陈述的结果而被演绎出来的话，则它就说是得到解释了。【267】相似地，我们可以把这种表述解释为意味着：根据(1'')和(2'')可以预言出(3'')。因此，解释就是这样一件事情：

它表明关于一个特殊事件的陈述能够被证明是某种规律和某些初始条件的演绎结果。这种模型因此而被叫作“法则学的”或“覆盖型定律”的解释模型。

这种模型取决于具有某个全称陈述作为一个前提，取决于具有某些大体上是基于观察或证据的真的或得到确证了的特称陈述。还可以看到，在这种模型中，解释和预见是对称的：当陈述(3'')已知是真时，那么(1'')和(2'')就被援引来解释它；当(1'')和(2'')被证实时，则陈述(3'')就可充当作为一个预言。然而，困难产生在证实(1'')。如果这是一个全称陈述的话，那么若它被当作是关于一个定律的陈述时，那它就不能知道是真的，而仅仅不过是一种有根据信念或合理信念的对象。或者它可以被当作是为了使它连同(2'')一道可以推导出(3'')而构思出来的一种公设。如果它是一个科学的定律，那么它就是假说性的，这就是说，它是易谬的，或许是假的。但是，如果(1'')是假的话，那它还是有可能借助有效的推理产生出真结论。有效推理的标准是：真前提不可能产生假结论，但谬误通过这种推理却可能产生出真理。确证实例e(或严格地说，特称陈述e)不可说是在逻辑基础上确证了大前提(1'')。坚持这样做将是犯了“肯定结果”的逻辑错误。(简要地说，如果天下雨，则街道被弄湿这个条件具有街道被弄湿作为结果。如果观察到街道被弄湿这件事，但它并不必然得出天下过雨，因为街道也可以用其他方式弄湿的)。如果我们仅当其解释性陈述是真的(亨佩耳把此表述为一个解释条件)时，把某事物当作是一个解释，那么就必然得出：并不是据之可以演绎出e的每一个前提都是对e的一种解释。

然而，演绎模型确实可用来产生出一些预言，这些预言可以基于先前的根据来否定假说。因为如果(3'')——根据解释性陈述而推演出来的一个预言——在观察中被证明是假的，那么，解释

性陈述就不可能是真的。推理的规则是：真理通过正确的推理不可能产生出谬误。因此， $e$ 的否定或非 $e$ 将否定解释性陈述。沿着这些方向进行论证，卡尔·波普尔作出结论认为，科学定律不能被肯定的实例所确证，而只能被否定的实例所否定。采取定律般的概括这种形式的假说的有用性就在于，它们确实产生可否证的实例陈述，惟有这类陈述（由于它们的可否证性）才使这些概括成为可检验的。波普尔进一步认为，一个假说被“确认”（而不是被“确证”）的程度就是这类检验的严格性。至多，这样一个得到确认的假说只不过可以说是经受了迄今为止的检验，因而没有被排除。【268】但是，检验并没有确证其真理性。所以，科学中的一个好假说乃是适合于最严格检验的假说——这就是说，是一种产生出范围最广泛的可否证结论的假说。（关于这些可否证结论的“否定者”或“潜在否定者”的陈述，波普尔叫做“基本陈述”）。但因为一只非燕子不成非夏天\*，所以波普尔并不是提出，一个否定性事例（亦即说，非 $e$ ）就能够否定一个假说，相反地，我们需要的是一个能依次被检验并且因此本身是可否证的否定性假说。但是，根据解释性陈述推演出来的特称陈述本身并不足以否定解释性陈述，而只是提出了一个可检验的假说，亦即将会产生出这些陈述的整个类的假说。因此，根据波普尔的观点，根据解释性陈述推演出来的特称陈述本身并不足以确证或否定全称陈述形式的假说。但是，这远远超出了简单形式的解释的逻辑模型的范围。例如，如果伽利略的第二定理（自由落体下落的距离正比于下落时间的平方）被当作一个全称条件陈述的话，那么，如果我们知道了某物体下降时间的比率，我们就可以预言经过这些时间它下落

---

\* 一燕不成夏 (One swallow does not make a summer) 源自伊索寓言，意为轻率推论必成大错。——译注

的距离的比率(参看附录 A 第642页及以后)。那么,设想我们在一个给定例子中观察到这种预言出的比率与测量结果不符。我们并不会根据这个实例就把这条定理当作被否证了而加以抛弃的;相反,我们将继续进行检验,我们所根据的是这样的否证性假说,即:如果第二定理是假的,那么再次做出的测量就会一贯与根据该定理及(下落特殊时间的)初始条件所作出的预言不相符合。

因此,如果一个全称条件陈述是真的,它就不可能有假实例。也就是说,如果它是一个作为严格的普遍性(即,不是作为具有在某种几率分布内可采纳的容许值的统计定律)来陈述的自然规律的话,那么,就不可能存在反例。但对于范围没有限制的科学假说来说,我们甚至连这一点都无法知道。我们所能知道的充其量只是,至此,没有任何否证性假说经受住检验,而某些初步假说却已经经受了。因此,在已知检验和实验的证据的情况下,把这样一种经受检验的假说或规律般的陈述当作一种有根据的解释,这看起来是合理的。因而,如果科学定律是易谬的并且如果事实上在历史上某一时刻存在有诸如科学解释这样的东西,那么,情况一定是这样的:想象上为假的规律确实具有解释作用;同时,情况也一定是这样的:任何这种解释都不可能免于被推翻。我们前面已经提到过(亨佩耳和奥本海默在他们的法则学模型观点中所提出来的<sup>①</sup>)的较强硬的条件是:【269】解释性陈述中的定律必须是

---

<sup>①</sup> 这种说法最初似乎起源于波普尔的《科学发现的逻辑》(The Logic of Scientific Discovery),该书第一版于1934年以《发现的逻辑》(Logik der Forschung)出版,1959年译为英文(London: Hutchinson特别参看第59页及以后各页)。亨佩耳和奥本海默在《科学哲学》(Philosophy of Science, 1948)第15卷中的“解释的逻辑”为题发表了关于演绎模型的描述,它今天已成为经典描述。〔该文重印在Feigl和Brodbeck编的《科学哲学文选》(Readings in the Philosophy of Science, New York: Appleton-Century-Crofts, 1953, 第319至352页)。更早些的说法见亨佩耳的“历史中一般规律的作用”,载《哲学》杂志(Journal of Philosophy, 1948)第39卷第35页至48页。有关这个论题的范围更完整的参考文献,参见关于本章的参考书目注释。

真的，亦即我们所说明的自然规律；并且事实上只有当这些定律是真的，它们才是科学定律。然而，按照这种条件，我们所得到的不过就是“潜在的”或“假说性的”解释，因而我们是处在谈论“假说性假说”的荒唐地位上。按此观点，解释这一术语总是一种公设性的术语，它与给定的证据或一门科学或一个定律及理论系统的相对进展有关。另一种观点则是把任何一个科学解释当作一种建议性的解释，当它所援引的那些科学定律是真时，就真正是一种解释，而在别的情况下根本上不成为解释。在这种条件下，我们就只是在其极限上，即在当科学探究已告完成、全部真理都被认识了的时候，才能知道某事是不是一种解释。这似乎是一种相当苛刻的要求。

这就出现了演绎模型中的另一个困难。如果事实上前提中的定律或定律般的陈述是借助归纳推理的某些规范而得出的概括，那么根据这些前提演绎地推导出来的东西就象用来作为前提的归纳主张那样不能声称是真理。产生的问题是，根据对事物属性的特定观察的说明中所已知的资料，一个人是否可说是在作一种演绎的（或“论证的”）推理，或者，这是不是归纳（或“非演示的”）推理的经典含义。如果人们确实只不过是表列出这些观察——或它们的合取——来作为一个前提，那么，逻辑可演绎性的全部问题是否被调和了呢？但当人们把这种证据中做出的概括当作是一个或多或少得到高度确证的全称陈述的时候，在这个形式中，它看起来当然满足关于演绎推理的形式要求，尽管我们不能要求结论具有比这种前提所给予它的更高的证据确证程度。

以上提出的这些考虑关系到亨佩耳和奥本海默所提出的关于经验科学中的一种适当解释的条件之一，具体地说，即解释性陈述具有经验内容，亦即，它不可能被看作是一种先验的或一种分析的真理。诚然，在解释性陈述中，可能存在这类先验的因素，例



如，在(1'')合取中的某些定律可能是逻辑上的真理，或者是用于推理目的的一种“辅助演算”中的陈述，但(1'')中的某些因素必须具有经验的或描述性的内容。所以，它们必须是经验定律，经验定律的根据是证据或依赖于用有限数目实例所作的检验。充其量这样一个定律能够被高度地确证(或确认，根据波普尔的观点，即它已经经受住了检验，但仍然可能是假的)。【270】在这些情况下，拯救这种模型的一个建议就是削弱可演绎性的关系并使之成为一种归纳推理的关系，而不是一种逻辑关系。不过，这样一来，它就不再是解释的一种演绎模型了。为了保持它作为演绎的模型，需要有某种别的解决办法。有关于此的一个建议是对关于把某个概括接受为一个定律并因而接受作为一个演绎推理前提的依据和关于用这个前提解释某个事件的依据加以区分。这就是说，如果我们合理地信服：某种定律般的陈述被充分地确证以保证我们的理性信念是合理的，那么，我们可以公设性地假定它是一条自然规律，并且因此用它来作为一个演绎推理的前提。根据舍夫勒(Scheffler)的关于这种类型的“解决办法”的说明，我们因此就是在把“事件的‘根据’、‘理由’、‘原因’与接受信念方面的‘根据’、‘理由’、‘原因’分离开来”<sup>①</sup>。这等于是这样的假说性陈述：如果归纳概括被(有根据地)当作是真全称陈述，接着如果它与某些前提条件的特称陈述一起，用作为一个演绎论据的前提的话，那么人们就可以从这些前提演绎地推演出某个特称陈述作为一个结论。

在演绎模型中，当结论是某种这样的有关一个特殊事件或事变的描述性特称陈述时，这种解释就被称作因果性解释。然而，一个人可以根据一些全称前提演绎出全称陈述。例如(参看附录A，第654页)，伽利略的系定理陈述了一条定律并且是从一个定

<sup>①</sup> I.Scheffler, 《探索剖析》(The Anatomy of Inquiry, New York: Knopf, 1963)第39页。关于演绎模型的全面和批判性的讨论，参见第25—27页。

律般的陈述即从定理演绎而来的。类似地，该定理的代数式 $(s = \frac{1}{2}gt^2)$ 可以根据其他一些全称陈述(例如， $s = \bar{v}t$ ， $\bar{a} = (v_t - v_0)/t$ ，如此等等)演绎而来。我们或可认为对特殊事件的因果性解释还具有解释性定律的功能。在演绎模型中，当一条定律能够被证明是某些别的全称陈述的演绎结果时，它就得到解释了。这些将随之构成该定律的解释性陈述，而该定律就是被解释的对象。在这样一种解释中，科学体系解释能力就在于人们在各种各样的定律之间所能建立的演绎的或形式的关系。那么，我们所得到的就是一个定律之网，不论这些定律具有较高的还是较低的概括程度，它们全部通过演绎推理的模式而彼此连接起来了。按这样的方式，从概括程度高的定律中，人们可以求得概括程度较低的法律作为前者的结论，而后者则依次或可最终地同诸如允许演绎出有关特殊的或可检验的事件或事变的实例性陈述的这类定律相联系。在这种模型中，最一般的科学定律本身就不是以具有直接可检验的结论这种方式来表述的；如果能够证明人们借助于某种推理过程便能够根据科学定律推演出可检验的结论，【271】那它们始终就是一些经验定律。这些较高层次的法律因而就是间接可检验的，因此是经验定律。因而科学体系就是由推理的长链组成的，所以理论性最强(即那些不具有直接经验相关性)的陈述将在某些点上与做出直接的经验指称的陈述相联系。在某种定量科学中，如果我们把测量陈述当作我们的观察陈述，那么推导作为某个定律中变量的值的量纲数，就充当了预言有关测量的实例的方法。在这种场合，演绎模型用作对科学是一种“有组织知识体”的这种常识性概念的一种说明，其中所说的有组织的被认为是意味着靠演绎推理过程而相互联系。这种理想的形式模型在数学物理学中得到例证，因为数学正是充当了这样一种建立在公理、定义和推理规则基础上的演绎体系。

然而，这又产生出了关于释义的另一个问题。设想我们取加速度的定义，即 $\bar{a} = (v_t - v_0)/t$ ，或速度的定义即 $\bar{v} = s/t$ 作为我们据以推导出 $S = \frac{1}{2}gt^2$ 这个定律的一些全称陈述之一。这些全称陈述就可以被释义为全称条件陈述，即，具有这样的形式：对任何事物X，若它是一个(平均)速度，则它等于距离与时间之比。它具有一种定律般陈述的形式，并且在一种推理系统中起着一个前提的作用，据此我们可以推出具有经验实例的定律般的陈述。我们是要把这些定义性陈述当作预期中的自然规律吗？或者它们是否只是用作定律推演的一种辅助演算的约定或规定性定义呢？还有，我们想要说这些定义是真的或假的吗？有可能根据借助于这种定义而推演出的结论来“间接检验”这样一种定义吗？但如果这些是规定性定义，那么我们大体上就是按我们的选择来规定它们。这种规定能接受经验的检验吗？设想我约定地把三角形的意义规定为有三条边的图形，那么我能通过考察三角形找出它们是否具有三条边，这样来检查，看看我的定义是否正确？显然我当作三角形的某物首先必须具有三条边，所以我决不可能找到一个具有四条边的三角形，如果我用三角形所指的东西是具有三条边的图形的话。如果我用a所指的是 $(v_t - v_0)/t$ ，那么，说我能够通过测量发现a不等于 $(v_t - v_0)/t$ ，这就没有什么意义了。然而原则上我能够发现S不等于 $\frac{1}{2}at^2$ ，因为只有通过测量我才发现“在自由落体的实例中距离彼此作为下落时间的平方”这个假说是真的。但我如何能根据纯定义得到一条经验定律呢？因为推导该定律的所有六个步骤(在附录A中给出的例子，第661—662页)，或是定义，或是根据定义推导出来的。那么我能规定自然规律将是什么吗？整个科学不就成了—种随意的约定了吗？【272】彭加勒对这个问题的回答是：“约定——是；随意的——不。如果我们看不到实验的话，它们就会是随意的，实验使科学奠基人采纳了

这些约定，尽管它们并不完善，但却足以证明采纳它们是合理的。我们最好是常常把注意力放在这些约定的实验起源上。”<sup>①</sup>他的要点是：我们所已经采纳的“约定”，其数目有任意之多，但其中只有某些产生出符合观察事实的结论；因而进一步地对这些约定的采纳首先就具有实验的起源。诸如关于速度一类的定义的来源追溯到常识性的观察。亚里士多德正是通过阐明较快和较慢的这种常识性概念而求得关于速度的定义的（他并不当之为一种约定，而是一种真实的描述）。因此，较快和较慢以及速率的定义（从它们的最初意义上说）追溯到直接的或外表的定义。我们所指的较快就是，（例如）在一场比赛中，赛跑者在较短时间内跑完了某段路程，人们就说他跑得较快。有人可能会争辩（彭加勒的确曾这样争辩）说，正是借助于对我们的意义的这种经验确定使我们得到最早的一些“约定”，它们一旦确立为习惯用法，这些有用的约定此后便充当了规则。类似地，我们可以设想，禁止乱伦的规则或约定是基于社会生活的组织中的某种长久的历史经验的，或者，在正教犹太人中的卡西卢斯（Kashruth）规则起源于长期的试错性经验，或者，普韦布洛陶器上所表明的规则或约定从起源上说是一种技术实验的成就。但是，一旦一个规则被采用，它就不再受到检验来了解它是否起作用了。按这种见解，人们可以设想，某种象逻辑中的无矛盾规则这些东西是最广泛的实践和语言经验的产物，并且实际上是作为人类行为中的理性标准而起作用。

关于定律的“约定论”问题是科学哲学中广为讨论、引起殊多混乱的问题，在这里值得考虑一下这种观点的某些主要的不同解释。

(1) 定律是我们据以作出推理的规则。作为规则，定律既不

---

<sup>①</sup> H. Poincaré, “经典力学”(“The Classical Mechanics”, *Science and Hypothesis*.) OP.cit, 第110页。

是真的也不是假的，也并没有断言出有关事实的任何内容。它们是我们采用来整理我们推理的有用约定，我们采用它们是因为它们证明了我们所要作的那些推理类型是合理的。在科学的解释和预言中，我们所要作的那类推理将使我们从某一套观察陈述中得到可检验的结果，因此我们可以断言：当条件 $C_1, C_2, \dots, C_n$ 成立时，我们就可以预期或预言： $e$ 将与它们相联。这就是说，我们所要的是一个将容许我们作出归纳推理的规则。因为如果规则既不是真又不是假，那它们当然不能作为一个演绎推理的前提。相反，它们表述出关于某一已知的事实领域的归纳推理的规范。然而，按这种关于定律的解释中，演绎模型将不得而被抛弃。因为它会归结为，【273】“如果你遵从肯定前件的假言推理 (*modus ponens*) 规则，而且如果观察到某种前件条件是成立的，那么你就可能推断：将会出现某些后果。这样一来，定律不过就是肯定前件的假言推理的释义形式了，因而并不是关于事实间不变关系的一种陈述，而仅仅是一张“推理证券”，它使我们有权归纳地推断出某种观察的结果应该是成立，如果某组前提条件已知是成立的话。因此，作为一种定律般陈述的全称条件形式仍然通行，但被解释成是一种规则罢了。

(2) 定律是公设。定律是由约定所规定的公设，但却是这样选定的，即它们将适用作为演绎推理的前提。作为约定性公设，它们只是在演绎模型的句法或逻辑前后关系内才是真的或假的，即，按照逻辑规则，根据模型中诸陈述之间的关系，它们表现为逻辑上的真或假。因此，如果关于后件的某种实例性陈述是假的，则这样一些公设就在形式上就被否证了，因为逻辑规则不允许从一个真前提中演绎出一个假陈述。因此，这类公设发挥着一种逻辑功能。它们不是被当作在经验上是真的或假的，而仅仅是在某种演绎方案中整理我们的经验陈述时是有用的。当这类公设被当

作为某种形式系统的公理——比方说，作为欧几里得几何学公理——时，它们只是被约定为“真的”，并且从这种意义上说是有用方面的“真”，这是因为它们允许推理并在整理一批科学思想时达到系统的经济性。只有当找到更为方便的约定来代替它们时，它们才失效。公理的这类抉择不单纯是约定的；更确切地说，它们是根据彭加勒所绘声绘色地称作为一种“无意识机会主义”而作出的抉择，亦即，是基于实用的或甚至是美感的依据而从我们可以规定出的无数约定中所作出的抉择。

表述这种观点的另一种方式是把定律当作是在前面所讨论过的意义上的“经过掩饰的定义”来谈论，定义不可能因为观察而失效，这完全是因为它们决定着我们将把什么（根据它与某种定律或定律系统的关系）当作是真正的观察对象。因此，在以某种方式定义出直线之后，那么我们就不能发现，对于两点之间的某条直线来说，在相同的两点之间存在着另一条距离更短的线。如果是那样，由定义则得：我们第一条“直”线不会是直的。然而，我们并不把直线的定义叫作定律；它是一种未经掩饰的明确定义。但是诸如表述着力等于质量与加速度的乘积的牛顿第二定律那样的定律，从上述观点来看，就是一种经过掩饰了的定义，因为我们所说的力的含义完全包含在 $ma$ 这个乘积中。这并不象我们是在陈述某个独立可测量的力和某种别的独立可测量的质量与加速度之间的一种不变性[274]相反，这类约定论者认为，力完全是某种属性的名称，它是用质量和加速度的乘积来定义的<sup>①</sup>。

① 这种约定论观点有多种说法，并且引起许多争论，这是该观点的一个著名的有启发性的例子。经典的说明见马赫的“论质量的定义”[“On the Definition of Mass”，该文已收入他的《能量守恒原理的历史和根源》(*History and Root of the Principle of the Conservation of Energy*, Chicago:Open Court 1911, 第80—85页)。彭加勒也在几个地方对此给出了清楚的说明，特别是参见他的《科学与假设》(*Science and Hypothesis*, New York:Dover, 1952)一书中“经典力学”(“The Classical Mechanics”第97页及以后各页和“论几何学”(“On Geometry”), 第35~50页。

(3) 定律仅仅是从它们赖以得到表达的形式方面说是一些约定。这种认为定律仅仅在它们的形式上是一些约定的观点是建立在陈述或句子同命题之间的区别的基礎之上的。我们将选择何种表达形式来表达一个命题，这完全是一种规定或约定的事情。但是，一旦某个陈述的意义被确定为这个或那个命题时，这个陈述就是在某种语言中具有意义的，并且它所断言的就是某个非真即假的命题。例如，我可以选用Cool(冷的)这个词来指超然的、理性的，或者，用现时流行的土话，作为既是妙极了或我满意的同义词〔以上意思均为Cool一词的转义——译者〕，以及表示某种温度或某种感觉的通常意义的同义词。但是一经选定了这种或那种意义之后，这是冷的这一陈述要么是真要么是假(或表示赞成)。它作为一种有意义的陈述(即作为表达一个命题)要么是真要么是假。虽然表达的形式是约定的，它的真理性或谬误性却不是约定的。因此，彭加勒写道：“在一件事实中，一位科学家所创造出来的是他用以把它发表出来的那种语言。”在与一种认为科学定律是约定的观点(关于这一观点，彭加勒被大大地误解了)争论时，他写道：

“〔M. LeRoy会说〕‘当我说重物自由下落所通过的空间正比于时间的平方时，我只是给出了关于自由下落的定义。每当条件不能得到满足时，我就会说，这种下落不是自由的，所以，定律将永远不会是错的’。〔但是〕很清楚，如果定律被归结为这种样子的话，那么，它们就不可能用作为预言了；那么它们对任何事情都没有什么好处，……于是，定律是这样的，它可以是真的或假的，但它并不归结为一种约定。”<sup>①</sup>

① “科学是人造的吗？”《科学的价值》(The Value of Science)引自上书第121—124页。按照类似的思路，石里克(Moritz Schlick)在他的《自然定律是约

【275】因此，在这三种不同的观点中，约定在每一种观点中指的是不同的东西。按第一种观点，定律是象规则那样的约定；按第二种观点，是用作为一个演绎推理的前提的公设；按第三种观点，约定的东西不是定律，而仅仅是它的表达形式。这个主题还存在其它变种，它引起了科学哲学的兴趣。因为归根究底，这个问题包含着关于科学中的解释和理解的本质是什么这个认识论的核心问题。我们是通过我们自己去确定我们的世界图景将是什么样子而做出解释或理解吗？我们因而是使我们关于自然界的图景、我们的科学适合于我们的语言，并按照我们自己的想象“创造”出事实来达到理解或解释它们的吗？难道理解就必需要把经验带进一种已经确立起来的关于理解的原始意义的模子里去吗？我们是用科学的语言把经验构思得适合于我们的先验概念的吗？或者，难道我们不是面对着经验中的客观秩序（它们是自身强加于我们，或者是我们在探究中寻找和发现出来的并且是科学定律所反映的）吗？

关于解释的演绎模型的结束语是：如果说我们对某个事实或某个定律的解释，是通过证明它是可根据某个覆盖定律而推导出来的，那么，解释是否纯系以某种方式整理我们知识的事情

---

定吗？》(Are Natural Laws Conventions?) (H. Feigl 和 M. Brodbeck 编, op. cit., 第187页)中，对这种观点做出了清晰的说明：“任意的东西是……规则，这些规则……的总体构成了科学语言的语法，……所有这些‘语法’规则，也惟有这些规则一起决定了科学的命题的意义。因为一个句子在意义当且仅当确切地表述出该句子是怎样被使用的时候才表明出来；而且这正是这些规则所做的事情。它们是唯一的约定，而不是自然规律。正是这些规则把粹纯的句子转变成真正的命题，因为它们确定了这些句子的意义。一旦规则被固定下来，即一旦就有关科学语言的语法达成一致意见，那么在关于怎样表述某一自然事实方面就不再存在着任意的抉择了……因而，一条自然规律只能以唯一的一种十分确定的形式、而不能以任何别的形式来表示……因此我们看到，一切真命题，例如，象自然规律那样，都是某种客观的事物，某种在表象方式方面不变的事物，而不以任何方式依赖于约定。约定的因而也是随意的东西，只是表达的形式……”



呢？我们从常识的角度的确说当某事被整理得有秩序时，它对我们就变得清楚了。不过如果解释仅仅不过是对我们已经了解的知识的一种秩序排列的话，那它似乎就是一种严格的形式演练，而就在信息方面从它那里取得更多的东西而言，则是空洞的。演绎模型的两个特征提出了反对这一点的论据：首先，表述出具有这种意义上的“解释”作用的假说看来就是一种真正的创造活动，一种理解的活动，如果这种假说不仅仅是对已知事实的总结，而真正是范围无限的普遍规律的话；第二，基于这种模型的预见似乎也是新的并且不纯粹是对已知东西的重新陈述。简言之，这种模型的解释和预言这两个方面似乎需要一种超越于单纯的重新整理的综合活动和智力发现活动。另一种观点认为，一定类型重新整理会引出某种有意义的假说，因为它已经被“包含”在事实中或在我们已认识的东西中，所以，解释是真正的阐明，亦即阐明出蕴涵在“明显事实”中的东西。但是，按这样一种观点，如此而引出的“真理”将是分析性的并且可通过对意义的查验而获得。然而，如果我们要求在可能的或已提出的解释或预言中，【276】只有那些被检验新确证的才是真的，那么，从某种深刻的意义上说，使我们得到这类假说或预言的整理模式，必须是与自然的模式同构的，这就提出了某个诸如综合的先验真理这样的概念。因此，达到理解就是领悟自然中(或我们关于自然的经验中)的形式的事情。在我们对事实的表达中创造出这样一种形式，其本身就是一种理性发现的活动；提出理由就是发现理由的事情。如果“达到理解”或“解释”就是发现或提出理由的话，那么，这就触及到了我们所说的理性知识的意义的核心问题。

# 理 论

## 理论和定律

至此，我们已在两种意义上谈及定律：首先，是当作“经验定律”，它们陈述“可观察”或“可测量”的属性之间的不变关系。（后面将说明加引号的理由）。这些是“直接”可检验的，因为人们能够用观察或测量语言从这些定律中演绎出实例性假说或预言。其次，我们谈到高层次的定律，根据这些定律，人们能推演出别的定律。这种高层次的定律对于被当作被解释对象的较低层次的经验定律，就象经验定律对关于特殊事实的陈述一样，属于同样的解释性陈述的关系。于是，人们可以把较高层次的定律称为理论，对它们只能用根据它们所推演出来的较低层次定律这类结论来间接加以检验，这表明它们更大程度地脱离了同观察和实验的直接联系。事实上，通常的用法常常是按序位的递升程度来排列假说、定律及理论这些术语。一个假说乃是一种预感，一种猜测、一种思辨的而且尚未被确证的论断；它是玩弄多种可择方法的儿童游戏，而不是严肃的工作。定律则是一种已经在科学共和国中取得了公民权的假说；而不再是玩耍的或摆弄预感，它较为严肃，它的发展已经超出了儿童的实验和想象力，它是繁忙的工作和谋生。理论是科学共和国的立法者、司法官和行政官；它通过作为一种定律的成功工作挣得了自己的地位，现在理论以老年人的反思睿智呈现出某种客观性和独立性。总之，它是理论的，具有这个术语所具有的重要常识性内涵。它是抽象的（如果不是玄妙深奥的话）并且是反思的，其他均依赖于它的指导。

按照这两种观点，定律和理论都被看作在类型和形式上相类似而具有不同的概括性、抽象性或确证程度。理论大体上由于它

的地位高而显得更加可靠。

但是存在一个为这类关于科学解释的说明所忽略的基本特征。【277】因为定律的发现，假说的产生以及使用假说来产生预言既不是科学探究的全部工作，也不是科学理解的总和。这一切意味着，不知怎么地，我们知道我们所正在寻求的东西，以及我们正在看到的東西。这就是说，演绎的或覆盖定律模型所表述的仅仅是各陈述间的形式关系；但是陈述要有意义就必须具有用处，就是说，它们不仅是一些陈述的形式，而必须是在语义学上有意义；而且作为是真的或假的综合性陈述必须具有在语言框架自身之外的关联。因此，我们可以说，观察陈述涉及到我们所观察到的东西，就象测量陈述涉及到测量的情况一样。于是，一般地说来，断言某物具有某种属性或某些事物的属性具有某种关系的陈述可以说成是涉及到各种属性，也涉及到各种属性之间的各种关系。

我们前面所刚考虑过的 $[(x)(Fx \rightarrow Gx)]$ 这种科学定律的形式代表了一种全称条件的定律般陈述，这种全称条件断言，对于任意个体 $x$ ，若它具有某种属性，那么它也具有某种其他的属性。此外，只有当能够断定或否定存在有某个 $x$ 或至少有一个 $x$ 存在并且它具有这些属性时，这种定律才可以被确证或否证。对这一点又可依次作出断言，如果事实上我们能够说，在单个例子中，即，对某一单个常数 $a$ 来说，它具有所谈论的属性。在关于这种模型的许多释义中引起混淆的是，使用着 $x$ 和 $a$ 的抽象记号使这些术语明朗化。这导致我们把属性当作是这些描述(由我们的谓词给出)的本质指称并把具有这些属性的事物看作不过是一种运载工具，即一种抽象的实体或物质，它们的唯一作用就是运载属性。因此，取谓词为 $F$ 或 $G$ (作为属性的名称)的个体变量 $x$ 或常数 $a$ ，在指称方面就不是绝对必要的，因为属性或属性集合被当作是指称的全

部对象。认为科学是寻求属性间的不变关系，尤其是寻求那些我们能用测量陈述表示的不变关系，这种观念加强了载货工具的抽象性意义。我们依赖常识来增添我们的信心，我们不言而喻地指的是：如果某物是属性，则它必是某种事物的属性。但主要之点是，我们所感兴趣的并不是作为某种空洞的或无质的实体的事物，而仅仅在于它所具有的这些资格，使我们得以通过其属性而认识它。最后，我们可以立即把事物定义为不是别的而是属性的集合，并没有具有这些属性的“基础性的”个体或实体。

不管怎样，在科学的每个重要阶段上，一种理论的提出和发展所根据的是我们所获得的关于事物属性的认识，而且所关注的是这类具有这种那种属性的事物是什么。比如，在讨论运动概念（参见附录A）时，那个运动的物“排除在方程式之外，【278】因为它们一直保持在背景中，而没有影响到作为现象定律的运动定律。或者表面看来是如此。然而，谈论中的这种“物”是什么呢？非常简单，它是一个运动着的物体，而且我们所具有的这种物体的“想象”就是，它经过某段时间从空间中的一个地方运动到另一个地方。这些概念的透彻性大部分归之于它们的常见性。如同我们并不觉察我们自己的心跳那样，除非是在某些异常的条件下，或者当我们决定测量脉搏的时候我们才注意它，因为它提供了我们生活经验的稳定背景，所以，我们在考虑运动时同样也不触及有关空间和时间的意识，甚或有关物体的意识；我们纯粹把这些背景概念视若当然。但是，伽利略的空间观念与亚里士多德的迥然不同；略经思索，也可以清楚看出：相关的时间观念也是不同的：它好象是几何学家的各向同性空间，它的一切部分都相同。时间被设想为在质上是均匀的，或以牛顿的话来表达，是“均匀地流动的”。物体也谨慎地进入了我们的观念背景。一物体是有界的，在某一给定时间处在某一个地方，它在空间中从一个地方运

动到另一个地方时保持着自身的同一性，它可以被分割，可以是基本的，也可以是复合的，如此等等。这丝毫也没有表现在运动定律中，但却提供了使这些定律赖以被构成的概念框架。我们可以看到，这样一种框架的不同会导致出不同的定律概念。亚里士多德的空间对于任意给定的物体在质上是不均匀的；因为每个自然物体都有一个自然处所，或一个它自然地处在静止状态的地方。亚里士多德的方案所产生的关于加速运动的解释与伽利略的大相径庭，根据亚里士多德的模型，必然得出这样的结论：不同重量的物将以不同速度下落。

有时候，人们容易忘记，我们的一切定律都是根据某种概念框架，或根据我们正在探索其属性的物的某个模型而做出理解的。这一切都存在于我们前面考虑过的解释的形式模型的框架以外。但是，如果这些概念要素确实进入了科学家的理解中，进入了对定律的理解中（不论是多么显而易见），那么解释的演绎模型作为对科学解释的一种说明就是不完全的，因为它把上述这一切都排除在外了。

从这个意义上说，用“理论”来简单地指某种更一般的定律，这隐晦了理论解释涉及到把握定律所描绘的东西的概念框架或模型这种意义。人们可以通过指出定律是一种模型，因为它表达了属性间的关系而对这种责难做出回答。而且这是真实情况，如果我们把属性本身当作是作为定律般的描述或假说的对象的实体的话。但这样一来，我们就不得不采用某个单纯由这种属性所构成的、不存在（这些属性所属于的）任何物的世界来作为我们的关于科学所描绘的世界模型了。有人可能会争辩说，人们所说的属性是指可观察的或可测量的东西。【279】倘若如此，那么人们必须把自然界构思成为其实体是可观察或可测量的这样一种结构（例如，在经验主义的解说中是用感觉材料，或在不同哲学说明中，用感

觉或可感觉物)。但这样一来,关于宇宙中存在着什么或关于我们通常设想为物理的自然界是什么的观点就会被认为是由感觉材料或可感觉物组成的观点所取代。〔伯特兰·罗素(以及这种现象论传统中的其他人),一度提出以这种方式来精确地重新阐释物理学,用可感觉物的概念取代物理客体的概念,这里的可感觉物包括已被感觉了的可感觉物(它在任何时候都进入某个人的感觉领域)和未被感觉的可感觉物(它当某个人处在恰当的位置并进行感觉时便进入感觉领域)。在罗素之前,J. S. 米尔就已经把物质定义为感觉的永恒可能性,恩斯特·马赫把物理客体说成是“感觉的复合”,这种传统一直可追溯到贝克莱和休谟〕。

在第五章的讨论中,我们区分出两类观点,一类把感性知觉的对象当成是现象或表观,我们根据它们通过推理而构思出物理客体。另一类观点则认为,感性知觉的对象是物理事物本身,它的存在不取决于我们感觉到它们与否。这些为认识论所关注的现象论和实在论观点以下面的方式介入我们现在的讨论:如果有人主张,定律本身就是模型,那么,定律中所出现的实体就被当作是据以形成该定律所描述的那个自然界的构想或图象。但是,也很清楚,另一种不同的观点会坚持认为,属性始终是某个物的性质(正如表观是某物的表观一样),同时坚持认为,定律中显而易见的东西就变成该定律描述着其模式的那个模型所明确关注的对象。简言之,按照这种观点,模型为理论所关注,理论因而与定律相区别,因为一种理论明确地断言出,某物以某某类型存在,它的活动、它的关系在定律中得到描述。从这种意义上说,理论解释着定律,把它们描绘成是对于由该理论所表征的实体之间的行为或关系的描述。因此,声称定律借助于定律中所出现的术语而已经包括了理论,这就已经提出了一种理论或一种理论模型。因而,现象论者或许会提出,一条经验定律中的观察术语命名着

他的模型的实体，而实在论则可能主张，这些自我等同的观察术语实际上命名着被称作物理客体的那类理论实体，因为我们所“观察”的并不是指针读数和感性的质，而是以它们作为标志的物或关系。

还可以用另一种方式作出这种区分：在演绎模型中，“理论”是高层次的定律，这些定律中的术语乃是理论性的术语。但这些都是可还原为经验的术语的；即通过把理论还原为它们的经验结论——例如，经验定律——而这些就是那些含有“直接观察术语”或“基本术语”的结论，【280】借助于它们，不论是多么间接，理论可说是指称着经验或实验。在这里，无论如何，解释的不对称性问题出现了；亦即，若T解释着L，且L解释着O，但我们不能接着也说，O解释着L，L解释着T。然而，如果我们说，对一个有一个理论术语的陈述（象一个电子上的电荷）的解释是通过（不论是根据有关实验室里的指针读数的观察陈述，或是根据测量的操作）对它的还原（归结）而作出的，那么，我们并不能转而主张，该理论（借助于可根据它所演绎出的定律）解释了指针读数的陈述。也就是说，我们不能两面兼顾，否则就会陷入循环论证的苦恼之中。

但是，一个理论模型和一个定律之间的差别是什么呢？如果并不是各自所使用的术语之间的区别，或者如果事实上在各自的情况中可以用同样的术语来描绘，那么，从什么意义上说一个理论模型解释了一条定律呢？让我们举关于具有电力线的电场的法拉弟模型，以及关于静电力的库仑定律作为例子。库仑曾经设计出一条用来描绘静电力的定律，这个定律采取了平方反比律的形式，就象牛顿引力定律一样。牛顿定律是 $F = G \left( \frac{m_1 m_2}{r^2} \right)$ （也就是，两物体间的引力正比于它们的质量之积除以它们间距离的平方，其中G是引力比例常数）。根据关于重力的吸引和排斥同电的

吸引和排斥之间存在某种关系的提示，伯努利、普利斯特列、卡文迪什发现了一些间接支持这种提示的实验结果，而库仑则设计了一种直接的实验演示。他用  $F = C \left( \frac{q_1 q_2}{r^2} \right)$  来表述这个定律，其中  $F$  是两个带电物体之间的吸力或斥力， $q_1$  和  $q_2$  是电荷量， $r$  是两物体间距离， $C$  是比例常数。这条定律本身仅仅表述了某种被称为电荷的东西的可测量属性之间的被观察到的和可观察的关系。可是使它成为一条电的定律而不是重力定律的是，它所描述的是一种涉及到带电物体而不是质量的不同现象，并因此而继承了电概念的整个历史。独特的是，这一历史引进了电的模型，这来自早期希腊原子论者的 *effluvium* (流出物) 的概念 (这是一种物质“流”，是由于“摩擦”而从被摩擦的琥珀中射出来的，因而吉尔伯特根据希腊文的琥珀 *elektron* 一词而采用电 *electric* 这一术语)，到关于带电物体的作用是出于“同情”、“天生欲望”、“德行”这种拟人化模型，到“稀薄流体”(或是两种不同的，即吸引和排斥的流体或最终是单一种流体，它的“失”或“得”便是“正”和“负”) 的概念。因而，在这些模型中，电被想象为通过某种机械的或物质的手段而起作用(在“同情”模型中，是通过某种功能性的“天性”和“德行”)。【281】但是，电力和重力方程的类比的力量是这样的：它使得在理解库仑定律时，关于重力是跨越虚空的超距作用的牛顿重力模型取代了电的模型。法拉弟，根据对铁屑在一块磁铁周围的排列和粒子在一带电物体周围的排列间的相似性的研究提出，电是通过一种介质而不是通过“虚空”而起作用的，而且这种介质以一种特征性方式沿着“力线”方向传递电力。这种介质(它的结构是这样的，即它沿着这类特性力线传递力)就是电场。于是，同样的定律就可说是可用不同的模型来作出释义的。但从这个事实中，可得出两个结论：(1) 定律本身并不决定一种独一无二的模型，但在这种或那种概念框架中对该定律中的术语和关系的阐释是这样



一种有关该定律描述着其属性和关系的领域或实体的模型；(2)定律本身并不构成对解释的一种完整说明，因为模型的作用是达到对定律所描述的内容以及为什么以这种方式起作用作出某种理解；因此，模型从帮助我们理解定律的意义上，而不仅仅是从它能够演绎出定律的高层次定律的形式方面上说，具有解释定律的作用。

人们常常提出这样的责难：模型只不过是帮助想象，但科学理解则以不变关系的形式陈述为满足，科学的理解是从理智上来掌握的，无需借助图象。所以，模型只是我们脑海中的图象。但如果图象确实帮助我们理解的话，而且，如果理解真的象它在科学思想中那样与想象力紧密联系在一起，那么，(不论是机械的或其他的)“图象”或概念模型肯定会有助于理解的，因而可充实我们的任何解释。有人或许会反对说，这种类型的解释不属于科学的范围。但是，人类倾向于把科学当作是以我们能够用以想象世界的方式而得出关于世界的知识，这种倾向是理解中如此强烈的一个部分，以致几乎无法知道想象的重建终止于何处而纯粹的智力理解又始于哪里。当我们考虑到科学中的假说的起源大多是一种想象的事情，并(在许多历史事例中)涉及到模型或图象或物质类比的启发性的时候，上述情况就变得更清楚了。这种结论可以说对于抽象的模型也象对于具体的或机械的模型一样，是完全适用的。正是某种数学定律的“图象”方面常常提示出那种导致表述出新定律的或导致出某种数学定律的形式的新应用的类比。有关于于此的例子是平方反比定律作为一种数学“模型”——也就是，作为一种构型，或数学“实体”的一个抽象模式——的释义的多样性。【282】比如，给定场模型，法拉弟就能够用这种场来表述出各种数学的描述，以及后来的麦克斯韦根据一些微分方程表述出特征性的“场方程”，它们奠定了更近代的物理学的基础。对于一

个无差别的和质上均匀的空间，一个人就无法表述出描绘空间上的不均匀性的方程。代替它的是，人们表述关于这种空间内的曲线的方程，曲线被当作代表了物体在本身没有差别的空间中的运动路径。但是，如果空间被当作一种介质(或当作包含一种介质)，那么这种介质的作用就是可以用一种关于这类被当作是某种实体的场的一种数学来描述的。因而，正是这种实体有助于用这种场解释这些定律。

我们可以回头用这种观点来考察解释的模型本身：它通过精确地提供这种解释模型而起到帮助我们理解科学中的解释是什么样子的作用。但这应该指出，模型不只是帮助我们去“感觉”定律般描述的意义文字图象或机械玩物。模型也许是高度抽象的，同时从“图象”的普通的和字面上的意义来说，也许涉及到不能用图象表示的关系。从这种意义上说，一个模型可能代表一种理论性的“图象”，而且不单是一种机械的图象。但是，在这一方面标志着它独特地有别于定律的是，定律本身仅仅起着作为释义框架的作用，而并不带有释义。或许很难把一条定律的陈述同对它的释义分离开来，因为我们自动地倾向于把一条定律和对它所作出的流行或共同的释义联系在一起。正是从这种意义上说，一条定律在它的释义中所包括的“实体”，是显而易见的。可是，这些是显而易见的，是因为我们假定我们理解它们；事实上，我们断言“它不言而喻”。正如(例如)在我们对距离和时间的概念的理解方面，我们继承了近代物理科学已经在其中发展起来的那种框架，继承了笛卡儿和牛顿的空间和时间模型。因此，我们把它当作是我们的不加说明的、不言而喻的遗产的一部分。但这种模型也被打破了。赖以构成这种模型的欧几里得空间让位于一些不同的非欧几何空间的观念，以解释各种非经典的定律。同样，关于空间中的一个物体这种简单的概念打破了，这不仅是从坚硬的、密实

的、经典的原子终于表现出具有高度复杂的内部结构这种意义上说的,而且也是从粒子概念(它代表着我们的关于一个在某一给定时间具有某一空间位置的基本物体的一般概念)已不再适合作为关于物理自然界的最终结构的完整模型这种意义上说的。现在,场的概念扩大了粒子的概念,在这里,粒子模型作为一种解释某些定律般的关系的手段也破产了。而当介质(只有它才能维持一种波)由于不具有任何可以确定的效应而显得不是必需的时候(如当抛弃各种以太理论时),即使是关于某种介质中的“波”的概念也证明是不适合作为一种模型的。

于是,模型的特征似乎就是:它们是值得付出代价的,而且我们需要它们时便采纳它们,而当它们失去解释作用时就加以抛弃。【283】然而,我们可以区别出特设模型(它们适用于这种目的,即向我们表达出这个或那个特殊规律或某一限定范围的规律领域),以及系统性的或理论性的模型(它们试图彻底地整理科学的整个领域)。这些系统性观念,诸如在科学基础上(例如,因果性、物质、空间、时间)的那些“模型”所表示的观念,并不允许特设性的采用,而似乎需要一个较充分的和更小心、更复杂的约束。于是,就出现了这个问题:“这类模型的地位是什么?”,也就是说,它们所作出的主张的本质是什么,以及这些模型在科学解释中的作用是什么?这是两个有联系的问题,因此,我们将把它们放在一起考察。

## 理论模型的认识论和本体论地位

我们用理论模型的认识论地位所意指的是它们在科学解释中是怎样起作用的。我们已经提出过,它们已被(批判地和以其他方式)表征为具有帮助想象的特征。同时,我们已经一般地把它们表

征为有助于我们对科学定律的理解,表征为是对这些定律的释义。但我们可以进一步考查这种说法的含义。让我们举出一个典型的理论性术语,例如原子——它是理论性的,因为大体上我们是不能直接“观察到”原子的,而只能在一种对相对而言未经释义的“数据”进行释义的理论的框架内推理地进行“观察”。这并不意味着,给定某组定律,我们就可据以推断出这组定律的理论实体是什么,相反,正是这种理论允许我们根据某种已知数据推断出我们“观察”到的东西是一个原子。但是,这就出现了这种认识论问题:是否能够说我们“观察到”原子,或者原子是否是我们发明出来以帮助我们理解,或经济地命名观察到的属性的特性构形的想象构思物。在我们关于观察和测量的讨论中,我们提出,超越盲目感触“接触”或“原始感觉”的一切观察和一切测量都是关于某种事物是什么情况的观察,并且超越出纯粹的神经反应或“直接感觉”(如果有这类事情存在的话)的这一步是借助于观察或测量的某种框架而达到,它在此框架中获得意义。我们在这里当作为一个模型的正是这样一种框架(不论处在何种程度的复杂性上的)。这里也从同一种意义上来看待模型、概念框架和理论这些术语,因而在这个意义上,所有观察和测量都是理论性的或是处在某种理论模型的框架之内的。观察术语和理论术语之间的区别混淆了这个问题,如果它被当作是意味着在未经释义和已经释义的数据之间存在着区别的话,因为正如我们所论证过的那样,观察和释义是不可分离的。但是,我们可以引出相对地未经释义的数据和对该数据的某种释义之间的重要区别,而且从这个意义上说,是相对地低层次的理论性释义和高层次的理论释义之间的重要区别。在这个意义上,观察和理论术语之间的差别是较旧的、普通的和比较熟知的理论框架(尤其是在常识中和在语言的通常使用中所描述的框架)和通过批判这种较旧框架的缺点而获得的较新

框架之间的差别。批判揭示出旧框架中的不适合性：它不再起着使已经获得认识的东西易于理解的作用，或者能够表明其中出现了一些矛盾，或者发现它的范围过于受限制以致不能充分地描绘现象。如果我们把新理论框架当作是一种“语言”的话，那么这种新语言就是对旧语言的一种改造，以适合于旧语言所不适合的新的使用。这样，出于某些目的，数的“语言”代替了定性描述的语言，这样，常识不断地被相对于它来说是一种“科学的”框架所代替。这种新框架，一旦被吸收到共同的使用中，其本身就受到改造，如17世纪的科学概念就已逐渐被视若当然地看作是二十世纪的常识性概念了。新语言以一种具有特色的方式提供出对旧语言的释义；它允许作出一种比旧语言所作出的更为系统性的说明。所以，它允许对一些全然不同的累积事实作出综合，而这些事实在旧释义中，只是被以特设方式折衷地作出整理。于是，从这个意义上说，重建的语言就是对于在旧语言中以分别独立的方式得到发展的东西的一种统一。因此，一种较高层次的理论就确立起一个用于整理旧事实的系统性框架，而这些旧事实本身已经代表了某种已经被“打破”了的理论释义，这不单是因为它失败了，而且还具有字面上的被打破的意义，因此，一度曾被统一于旧理论释义下的东西在较新的特设性释义中激增了。因而，牛顿的天体力学就是在新观察事实（它们在旧理论框架中已不能得到恰当整理）的冲击下力图取代已被打破的旧理论框架的努力的系统性顶点。模型是哥白尼所提供的，它作为释义的一种基础，并且随着一种形式系统，即牛顿的《数学原理》（在其中这种释义充分地系统化了）的阐明，而取得了一种系统性的框架。

历史的顺序〔在新理论下简化的结果，在新的理论框架内（解释事实的）增殖，反常和不能在这个框架内加以系统化的事实的发现，特设假说和理论的生长以及随后一种新简化的提出〕提出了一

个易于被庸俗化和过分简单化的科学发展的纲要。然而，理论相继地被替代，同时在新理论下的“观察”就变成了一件十分不同的事情。根据光谱线对遥远星体组成成分的“观察”是一种高度理论性的观察；【285】但它比起对失落的钮扣或日食月食或突变的观察来不多不少仍然是“观察”。但是，倘若情况如此，那么，可观察物与理论实体之间的界限是一种由两种框架的相对状况所决定的界限，而不是一种非框架和一种框架之间的界限。

这些认识论的考虑直接把我们引导到本体论的考虑。原子是实在的还是仅仅是想象的客体？这里就产生了一个困难的问题。并不是所有的模型都被看作是主张事物真实地象它们被表达在模型中的那种方式。如果一个人用弦代表力线，如果两物体的相互加速度由它们之间一根具有假想力作用于其上的弹簧来代表的话，那么，似乎很清楚，我们并不认为这些事物的实在就象在模型中所表示的那样，但我们确实认为被抽象了的模型的属性同它所代表的事物之间存在某种同构性。于是，从这个意义上说，机械的和数学的“模型”在方式上是十分相同的，都是抽象的。把数学模型当作它所代表的东西的“实在”，是错误的，就象以这种方式去看待机械模型是错误的一样。这些假想性实体有意识地被看作是图解，正如把地图看作图解一样。但是地图和原子之间的区别到底是什么呢？原子不也是一种图解吗？在这里，我们可以作出一种区别。地图在内容上总是不如一幅地图所代表的地域那么丰富；但原子是被这样设想的，它在内容上比它作为其模型的现象更为丰富。原子模型是这样的，它不仅被设想为解释着它为之而构思出来的定律，而且它用来产生迄今未被表述的定律并把先前是被认为是分别独立的定律统一起来。诸如，热、固体性、颜色、重量这些无联系的属性以及它们的关系的定律现在可以从原子模型（及其数学形式化）中演绎出来。但是，模型还提

出了迄今还不能用定性的术语的普通语言表述的关于这些属性的定律。原子模型概念的发展，从德谟克利特的坚硬的、不可分割的粒子到当代原子物理学的复杂模型，用更为丰富的概念代替了不丰富的概念。但是，因为它内容更为丰富，就更多地保证原子是实在的吗？或者似乎是矛盾地说，我们的原子比德谟克利特的原子更实在吗？这里出现的混乱是把作为一种模型的模型错当作该模型所模拟的对象。在这个意义上，代表力线的细弦和原子具有同一个共同的特征：它们都近似于我们所当作是实在的事物。但是，为什么却把一个看作想象的而把另一个看作实在的呢？不过，在使用细弦时，我们是致力于一种有意识的自我幻觉，这和我们在剧场里演戏差不多，或象我们儿时扮牧童和印第安人的游戏那样。问题是，当我们用原子作为一种模型时，我们是否正在做着同样的事情。回答这个问题的一个方法是把实在的问题和真理的问题联系起来。我们可说是通过检验能从一个模型那里推演出来的结论（即它所解释的定律）的真理性的真理性来检验一个模型的真理性的。【286】我们也许可以假说性地设想，根据被当作为力线的细弦以及根据我们所知道的关于细弦——即真实的细弦、蚕丝，或金属丝以及任何其他类似细弦的东西——的性质，我们就能够演绎出某些有关力线的定律。但很清楚，按照这样一种释义，模型很快就会被打破。细弦和力线间的部分类比很快会被揭示出其部分性。原子模型也经常被打破，并被重新构思和检验。但是，这种检验是我们所拥有的唯一“证明”：即我们的近似值在任何意义上说都接近于我们在解释定律的方面所要求于模型的东西。我们因而可以说，模型的真理性是它所受到的检验的严格性的一个函数。如果一个模型被精炼到这样的程度，即（经过这些修正）它能够在这种检验下保持其基本特性的话，那么，我们似乎就有合理的依据相信它是对事物的存在方式的一种真实说明；我们在这里

就得到了象在谈论归纳概括或假说的有根据的信念时所援引的同一类型的依据。我们无法知道，实在就是我们所描绘的那种样子。我们所能知道的是，我们关于它的图象已证明适合于我们对它所能作出的最严格的要求。这些要求之一就是对其结论的直接检验。而另一个要求则是模型的系统性：它适合于在一给定时间为我们定义着实在的框架达到何等吻合的程度。在科学中，哲学实在论者是这样的人物：他不仅依赖于他的感觉的证据，而且也依赖于可理解性的标准。在大量科学思想中，一种未明确说出的理念是，实在不是自相矛盾的，它是可理解的，而且对它的表达就是建立一种比以往更有系统性和更有包括性的科学图景的能力。在这个意义上，原子的“实在性”在很大程度上既依赖于它怎样适合于已建立的科学的系统框架又依赖于它对此框架本身的系统化所起的作用。我们正是以这种方式来判断一般的幻觉的；它们毕竟是被赋予了知觉的，因而从这种意义上说，我们就有了使我们确信这种幻觉是真实的观察“检验”。但是系统性的检验所需要的就不仅仅是单独的一个观察实例了，甚至也不仅仅是作为对于实在的“检验”的一系列观察。我们的观察是在某种关于事物存在的方式的系统性理论中构成的。因此，我们总是把魔术师的幻象当作一种幻象，因为“我们不能相信我们的眼睛”。我们理性地知道，一顶帽子中没有兔子，它就不可能自发地生出一只兔子来，尽管我们在知觉上从未找出这种幻象的根源。

我们可以作出如下总结：理论是这样的模型：它们或是被当作想象的构思物，或是被当作关于事物真实本性的猜测。我们可以把关于理论的认识论和本体论应用的不同观点描述为(1)实在论的：理论构成关于事物是怎样的东西的知识，因而有根据地近似于实在，对它们的检验来自两方面，即对它们的结论的经验检验和理论的系统性。(2)构思主义的(Constructivist)：【287】理论



(和理论实体)是想象的或观念的构思物，或是一种机械类型的模型，知道它们不是真的，但它们却起着帮助想象的作用或起着对一个定律系统作经济的表象的作用。

构思主义观点的一个棘手的结果是，如果已知理论模型是假的话，那么，我们就是对我们大体上把它们当作是真的定律做出了一种假的解释。这里的虚假性可以从哈姆雷特是假的这种意义上来设想：一种虚构的构思物并不意味着具有普通意义上的真或假；它或者适用于它的目的，或者是不适用；它要么是合适的，要么是不合适的。在这些基础上，一个人可以说，这种构思物在任何经验意义上说既非真也非假，而只充当一种多少合适的理解的工具。我们无法在这里讨论这种合适性的量度问题了，但它涉及到哲学中的实用主义和工具主义观点中所提出的所有考虑，同时这些考虑在这种前后联系中可以得到有用的研究。实在论观点，就它与关于真理的理论相关的方面而言，也提出了经验论和唯理论的关于真理标准的一些严肃的问题，对这些问题的丰富的哲学分析的研究便与真理的标准直接相关。

一般地说，我们可以说，我们在论述科学方法的这一部分中所讨论的问题全都通向哲学的一些基本问题，这些问题要求对形而上学、认识论、逻辑以及对哲学思想史作出独立的深入的研究，并期望用这些来影响科学业已为反思的和批判的探究所提出的各种问题。从科学是一种理性的思维体系的程度上说，科学从根本上说就是理论。但是，如我们已看到的那样，有意义的理论植根于科学的理性实践中，植根于科学的方法论中。因此，科学决不是空洞的思辨，而是在经验实践和理性批判的严厉监督下的扎实思辨。不过，我们从对“显明事实”的观察过渡到理解理论如何卷入到关于这些事实本身的观念中，在已经作出了这么多的讨论之后，我们还有更进一步的工作要做：即考察科学中某些基本理论

概念，它们所具有的概括性，使人们不得不把它们同我们刚才所考虑过的理论的意义加以分开，并把它们认作是理论本身在其中得以被构成的框架。按照已经在这里强调的实在论观点，如果在这个或那个科学领域内理论是关于实在的猜测的话，那么，这些基本概念就有助于构成我们赖以达到认识的条件。它们(以它们最系统的形式)也用以表述出各种不同的世界观，而科学探究就是在世界观之中进行的。这一点也不象一种哲学的形而上学所探讨的对象那么一般，因为它与具体的科学领域相联系。不过，我们后面将要探讨的是科学与形而上学的活生生的交叉点，是有关因果性、空间、时间、物质、生命和意识等基本概念。

## 第三部分<sup>[289]</sup>

# 科学中的一些基本概念

---

## 第十一章<sup>[291]</sup>

### 因果性

在一种传统的意义上，科学曾被描述为对原因的探索。亚里士多德在《物理学》(194<sup>b</sup>19)中说，“知识是我们探究的对象，人们在理解‘为什么’有这个事物(即要理解它的最初原因)之前，人们并不认为他们认识了这个事物。”这完全适合我们的日常观念。不管我们对原因一词的使用是多么含糊和可变，我们时常倾向于认为，理解某种情况是“认识其原因”这样一类事情，并且日常的使用法使得这个词在非常大的分量上具有着一些没有明显混淆的不同解释。可是伯特兰·罗素写下了为人们广为引用的一段话，“为什么物理学已不再寻求原因的理由是，事实上没有这样一种东西。我认为，因果律就像许多经历过哲学家检验的东西一样，是一种已往时代的遗物，它之所以继续存在，就像君主制一样，只是因为人们错误地认为它没有什么坏处。”<sup>①</sup>日常的使用法与这个批评结合起来所提示的意思是，就像许多其他概念一样，因果性概念对于日常生活粗略的用法已经足够了，但当用到科学中去时，就太不严格、太含糊，或者说得更糟一些，是明显地有害的。正

---

<sup>①</sup> Bertrand Russell, “论原因概念”“On the Notion of Cause”, *Mysticism and Logic*, New York: Doubleday, Anchor Books, n.d., p.174).

如在定量方法盛行的地方定性表达就不够格了一样，因果性也可能不够格了，需要用更适合于科学研究需要的、更精确的概念来代替。

可是，如果不对因果性概念作一分析，我们不能立即对此作出决定。因为只有这样，关于它的任何判断才有意义，而不仅仅是对一种用法的偏爱，【292】或者是对某些用法的不耐烦或灰心的带感情的表示。那么设想，我们考察若干可描述为因果性的不同的例子。

1. 每当巴甫洛夫摇铃，已经有了把这种声音与食物的出现相联系的这种条件反射的狗就开始流涎水。

2. 每当太阳下山，天就变黑。

3. 他旷课，因为他病了。

4. 人们发现某种蚊子是疟疾的原因。

5. 吸烟引起肺癌。

6. 每当给定体积的气体所受压力增加，温度就与压力增加成正比地上升。

7. 死亡是由机关枪枪伤引起的。

8. 俄国革命的渊源可以追溯到亚历山大一世的统治。

9. 所有意识在有机物质的复杂状态中都有它的根据。

10. 整个链式反应是由单个中子引起的。

11. 如果开始你不成功，再试一次，再试一次。

12. 通货膨胀、失业、复仇主义感情、左翼政党的分裂以及兴登堡害怕革命政变，这一切的结合导致希特勒的上台。

13. 由于打在玻璃上的石头的冲击，玻璃碎了。

14. 愿望将使它如此。

15. 地球与太阳之间的引力和地球运动的惯性力相互作用，决定了地球绕太阳运转的轨道。

16. 他愈神经紧张，他就愈口吃；而他愈口吃，他就愈加神经紧张。

17. 当压力增加到某一点，阀就放出气体，因此减低了压力，然后当压力降到某一点又关闭了阀门。

18. 他与她结婚是为了要她的钱。

19. 鲑鱼游向上游是为了产卵。

20. 他本想说 frightened (吓了一跳)，但却说成 Freudend (高兴得很)。

21. 他由于一些全是错误的理由却作了正确的事情。

这里所举的全部例子有什么共同的东西，这不是立即能看出来的。但在一种形式的意义上，我们可以说，在每一个例子中，某些事物以某种方式与别的某种事物相联系。可是，这是空洞无意义的，因为任何事物总是以某种方式(事实上有无限多种方式)与任何别的事物相联系，我们不想把一切关系都叫做因果关系。我们可以说，因果关系是关系的一般类的子类，但这样一来我们就必须描述它的独特特征。在每一个例子中，我们可以用一种方式来替换原因一词(在它不出现的地方)，使它有某种意义(虽然它可以有坏的意义或者是不真实的)。因此，在例(1)中，我们可以说铃声引起狗流涎水，[293]而在例(2)中我们可以说没有太阳是黑暗的“原因”。在例(6)中，我们可以说温度的增加是由压力的增加所引起；在例(11)中我们可以说愿望引起希望发生的事物；在例(18)中我们可以说他与她结婚的行动的“原因”是他想要她的钱；如此等等。

这并不是要论证说我们在所有这些例子中都要使用原因一词，而只是说在这种或那种框架内，这些例子中的每一个都已找到了因果的解释。如果我们试图将这些不同的用法或解释加以分类，就会发现某些古典的和成问题的原因概念，它们使罗素感到

十分不舒服。但更重要的是，我们这时可以追踪原因的一些意义，它们这时已经进入科学的框架并且已在哲学上受到分析。

作为一级近似，我们可以把这些不同的原因概念以下列方式加以分类：

(a) 一个事物与另一事物的不变的关联。在“每当”的例子中，显然就是这种情况〔(1)和(2)〕。其他例子蕴含了这种关联。〔试把例(4)、(5)、(6)、(9)、(11)、(14)、(16)、(19)作为这种解释的练习。但这不是无歧义的。例如，在例(1)中，人们所要求的不变关系是在某种先发生的并为某种后果追随的事物之间，所以有一种时间上的分隔，或者在我们当作原因和当作结果的事物之间有一个序列。可是在例(6)中，我们不能说“压力先增加，然后温度才上升，”我们也不能说，如果我们首先增加温度，然后压力上升。在理论上，我们把压力测量和温度测量(按照理想气体定律)当作测量同一事物(即气体分子的平均动能)的两种方法，所以我们把压力与温度的增加看作是同时的或重合的。“每当X，那么Y”的描述具有顺序性，这只有用某个实验者可以实际从事做某些事情这一点来说明：他可以“首先”量温度，然后观测压力，或者反之亦然。但甚至这也不是明确地有序的：他可以同时做两件事情。但有一种意义，即他正在做一件事情或者正在引起一件事发生(当他要么升高温度要么增加压力时)而且他正在观测结果。因为我们不认为我们的观测是具有因果相关性的，我们也以同样的方式行动。于是我们可以区分(a)不变的顺序(其中不变性是一种关系，其中某些事物发生在前，某些则是其后果)和(b)不变的重合(其中两种事物是同时重合的)。可是，不管怎样，可以断言有这种不变性的那类事件是一再发生的；即它们构成一类事件，而不是单一的例子或唯一的例子。但是这种不变性的要求是有两重意义的：说有关事件是一再发生的，意思就是说它们一次

又一次地发生。但不仅如此，还说在每一实例中它们都是以同一关系再现的，即有序的或重合的。〔294〕如果在再现中没有联系——如果铃响与流涎只是偶然地相联系，或者是不规则地相联系——那么我们就不会有我们所认为的这种因果关系的例子了<sup>①</sup>。如同我们已经看到的那样，这种不变关系就是我们所认为的规律的主题。因此，在这种解释中，因果关系是一种可用某种规律般的陈述所表示的关系，在这种陈述中这种不变联系被断言是成立的。这种定律被认为是真的，如果它所陈述的联系无例外地在每一个事实例子中成立的话。可是我们也已知道，如果这种不变的联系只在很小的有限的实例集合中成立，或者只对一个单独的实例成立，我们就不会把这叫作一个定律。如果我们说若由一个定律所产生的每一预言都是真陈述则该定律方为真，那么，从不变联系的观点看来，我们就得需要一个无限大的实例域，如果我们要不使这种观点成为浅薄的话。如果我们说，例如，“对于我在1966年6月12日早晨醒来的全部实例，时间都是上午7时17分”，那么我们可以正式宣称，这表示一个不变联系，因为该陈述对每一个实例（即一个单独的实例）都为真。不仅如此，它也预测我将在那天那时醒来将为真，如果事实上我是这样（或曾是这样）。如果我要说（是否我在那个早晨醒来，或者是否人们知道我在那个早晨醒来），“如果我要在那个早晨醒来，那就会在那个时间”，即如果宇宙中任何事物是我醒来的一个实例，它就会按照这个“定

---

① 可以说生命机体是“形成习惯”，这种意义在这里无论如何是有关系的。在实验生理学中，当所谓变间隔（VI）加强程序表在动物条件反射实验中被采用，动物终于形成规律性联系，即使在条件刺激与强化的关系中有巨大变化，虽然学习的速率在这种环境下会更慢一些。因此，所谓发生作用的条件依赖于这样一些形成习惯的倾向，它们广泛地涉及变化的联系条件。例如，参见B. F. Skinner, 《科学与人类行为》(Science and Human Behavior) New York: Macmillan, 1953), 第V到VIII章，特别是99页以下，可把它作为引言式的说明。

律”发生，那么我们主张它有某种普遍性，作为一种不变性，它适合于一切可能作为它的实例的事物，即使甚至没有实际的事例，或者即使只有一个实例。我们在关于定律的讨论中已经知道“偶然的全称命题”带来的困难，我们也已经知道可从这些支持一个全称条件从句的例子与那些可说是支持一个反事实的条件从句的例子之间看出的差别。不变联系观对于我们要称之为因果律的那些规律似乎提出了这些同样的困难。这样一种表述所持的观点似乎是介乎下列二者之间，一个是偶然的全称命题，它由于其微小的范围而变得很浅薄，它不是真正的定律因此也不是因果性的，另一个是最强烈地要求支持虚拟的和反事实的例子。因为，一般讲，这种观点的常识性解释把因果性看作是由对于广泛的或无限大数目的例子具有可预测性的事实所充分显示的。【295】因此，对于单个例子不能主张有什么因果性，也不能对可能的但反事实的例子提出因果性要求。它一般回避“可能性”，把它作为一个对于经验定律来说是麻烦的领域。总之，不变联系的观点把因果性看作是一种规律性的东西（在一个无限的事实范围内），而把规律性看作是一种可预测性的东西，从而把它自身与那些例子相联结，在这些例子中预测能够终于得知是真还是假。

从这样一种观点看来，科学的职责就是要使得过去不可预测的东西遵循规律，从而使它成为可预测的。因此，科学的成长就是增加可预测的范围，或者是增加纳入规律的内容。按照这种解释，科学，教会的遗风，力求把异教徒就范于规律之下，使他们文明化。因此，通过这种类比，科学是这种使不顺从的自然界文明化的尝试，自然界是抗拒成为文明化的，科学则试图使它顺从人类的预测与控制，服从日益扩展的规律。

(b) 因果性的根据：必要条件，充分条件，以及必要与充分条件。在有关但不同的框架中，原因被设想为来源、根据或引起



某种后果的条件。因此(1)和(2)也可以用这种方式解释。但是(3)也可以如此，其中没有提出不变的联系。在(8)和(9)中，着重点放在某种作为“基本”原因的东西上，但在两种不同的意义之上。在(8)中，着重点放在发生的原因上：某种东西，它的作用最终产生某种后果，尽管有一系列中介的原因事件。这里，起源的意义强调了开端，某些后来的效果可以说是由它导出的。与此相联系的是产生的概念，创造的概念。在这种意义上，一种因果性解释以这种方式设想每一个因果性实例，所以，例(14)、(11)、(10)、(5)和许多其他的例子可以设想为一些实例，在其中某种东西起一种起源性原因的作用，通过某种活动，经过一段时间，产生某种别的东西。在(9)中，在同时地或者连续地作为某种后果的基础的意义上，物质的复杂状态被认为是基本的原因。因此，这样一种“根据”不是产生的原因，即不是以某种结果告终的某种因果链的开端；可是，(9)也可以作起源性解释，如同当人们说，“意识首先是作为物质的某种复杂组织的产物而出现的。”

在我们前面关于必要和充分条件的讨论中(第312页以后)，我们区别了那些只有当后件也存在时才存在的前件；那些只有当前件存在时才存在的后件；和那些永不单独存在的前件和后件。我们称第一个为“充分条件”，第二个为“必要条件”，【296】最后一个为既必要又充分的条件。这种“条件逻辑”，如我们所看到的，是一种表述归纳推理体系的尝试，这种体系要求在普遍联系和不变联系的意义上的因果关系。这样，我们可以用这些术语来表示不同的因果关系，将必要原因与充分原因相区别。因此，(2)把太阳下山作为黑暗的充分条件(适当地规定不许用人工照明等)；但是如果把日蚀也考虑在内，太阳下山就不是黑暗的的必要条件。与此相类似，在(1)中，铃响是流涎水的一个充分条件，如果条件反射是一种非全则无的过程(没有“偶然的”或随机的对反应

的制止)并且所有其他事物都是等同的(例如没有去掉狗的唾腺)。但这不是一个必要条件,因为狗也可以因为其他的理由而流涎。这些区分,如我们所看到的,为某些推理提供了规范并且指导了实验程序(即控制群的安排)。因为必要条件与充分条件的结合支持一种有互为条件含意的论断(X当且仅当Y),所以严格的普遍规律似乎要作出这种因果性要求<sup>①</sup>。但是这又引起关于两个事件之间的一种关系的概念(因为我们已知道,这两个事件彼此互为必要与充分条件,所以这种关系是对称的),这是一种“必然的”关系。表述这种关系的方式是,一个事件的存在或出现严格地决定了另一个事件的存在与出现<sup>②</sup>。如果理想气体定律是正确的,那么(6)就是这种严格定论的一个例子。如我们所指出,这里的联系是一种不变的重合,所不清楚的是,怎样才能说前件与后件的关系在这个例子中是成立的。但是,因为必要与充分条件的关系是对称的,前件与后件在逻辑上是可互换的;或者,对于因果目的来说,它们是等价的。从这种观点看来,严格决定论或者这种因与果的等价性是真正因果关系的本质要求,这使它与所有其他关系相区别。这样一种关系严格讲是一种我们不能够单用经验根据来确认的。可供选择的解释都是(a)类的。这样的定律是理想定律,这种关系的必然性只是在理想的表述中才是一种必然性。因此它只在各陈述的逻辑关系中成立,并且只是假说性地被提出的。因为定义的形式是这样的,定义者(用来做出定义的东西)与被定义者(被做出定义的东西)间的关系是等价的,因此这样的定律是“必然的”,或者是“必然联系”的陈述,[297]因为它们是做

---

① 参见第314—315页。

② 这是一种自然的或物理的“必然性”,不要与逻辑必然性(即一些陈述之间的一种相继关系)相混淆。但是,如我们将看到的那样,这样的严格决定论已被认为是与逻辑必然性的形式概念同构的,因此可以用这种形式化方法表示。

定义的，并且在这个意义上是分析的。

我们将简要地考察这些不同观点。但我们首先指出，这里提出问题的形式已经被经典地陈述了。最早的关于根据或因果性根据的考虑提出了使事物存在或者维持事物存在的本体论问题。卢克莱修这样叙述它：Nil posse creari de nihilo(无中生有)。在这种形式中，它很难被称为是一个定律，因为这里的假设是：如果我们要发现某种东西，而它产生的原因我们却不能发现，那么我们只能作这样的结论，我们还没有适当地解释或理解这个现象，而不认为它是自发地产生的。有教益的例子是所谓的奇迹：人们断言奇迹没有任何自然的原因，因此不能把它纳入一个自然律。但是，人们从不认为它是自发地发生的。而宁可赋予它一个神的来源，所以“上帝”成了它的原因。而且甚至在这种极端的场合，在对理性的强制中，奇迹总得有一个理由，所以这里也有，“无中生有”的观念被否定了。在科学中，这种假设找到了它的两种表示形式：一种是守恒原理的形式(其中某些性质或者物质既不能被创造也不能被消灭，而只是经历变换)；另一种是等价形式关系，中世纪的经院哲学家把它表述为 *causa aequat effectum*(因即是果)。这我们在前面已经见过，即前提条件对于后件既是必要又系充分；因为这种关系是对称的(参见第193页)，后件也是前件的必要与充分条件。如果这种逻辑关系(它试图阐明因果关系)被给以一种本体论解释，那么它可以被看作是表示一种反创生论者的观点，即无不能生有。根据万物都有一原因的前提和一个附加的前提，结果中必有是原因的东西，那么存在不能由非存在“促成”或产生。用有效的推理，这可以用传统的形式陈述，这种传统形式断言，在有效推理的结论中，不可能有前提中还未包含的东西。奎因(Quine)曾指出，在这个意义上包含一词是比喻性的，苦于缺少明确性，即不知道它精确地意味着什么；可是它根

据的是关于分析陈述与综合陈述的传统区分。因此，由于分析陈述的谓项已经“包含”在主项之中，作为其意义的一部分，因此产生这些陈述（它们通过意义的考察是正确的）的分析是已经包含在主项中的意义的阐明。作为本体论要求的这种解析性的逻辑规范的解释是通过把存在作为“包含”在前提里的东西从中推导出一个存在论的结论；因此，人们在结论中不能有存在，除非在前提中已经有了存在。

如果我们在这里把逻辑和本体论的论证降格到关于“一个系统的现存状态”的论证的地位，那么存在被直接了当地认为是指这个场合发生了什么，或者，对于一个物理系统来说，就是一个系统的物理状态描述中的变量的值发生了什么变化，那么，我们可以对这种论证做出下述有限制的释义：给定了系统的规律，在任何时刻 $t$ 的状态变量值唯一地决定了任何其他时刻 $t'$ 的状态变量的值（预言式地或回顾式地，因为时间本身是空的而变量值是按照系统的规律而变化的）。〔296〕因此，给定了系统的规律，在任何时刻系统的状态描述中没有“包含”的东西是不会产生的。于是，在这样一种系统之中的推理会像是影响这些值的变换的事情，并使这系统的每个状态保持其不变性，这种不变性有一次在这系统的任何状态被给出，就被给定了。这时一个物理定律会是一个全称陈述，它给出在任何时间值时产生状态变量值的法则。这样一种系统在形式上是严格决定论的，并把无中生有的本体论论断具体化。拉普拉斯表述了这样一种系统的虚模型，在他的《概率分析理论导论》中写道，

“让我们设想一个神灵，他知道在一给定时刻作用于自然界的所有的力以及构成世界的万物的位置；让我们进一步假定这个神灵会有能力使所有这些数据进行数学分析。那么它能够导出一个结果，它会在同一个公式

里包括宇宙中最大天体和最小原子的运动。对于这个神灵，任何事物都是确定的。过去与未来都在它的眼前。”<sup>①</sup>

在这样一种严格决定论中，没有一个独特事件不包括在某个定律之中；即每一个所谓独特事件都是一类有规律的事件之一，由系统的整个状态决定，并且不能孤立起来。根据这样一种假设，即便是某个早已确立了的决定论科学定律被推翻了，不能预测和解释某种现象，但原则上会有另一个定律（仍然有待表述），在这个定律之下，反常现象也将找到一个严格的决定论的解释。这实际上就是要求，在自然界没有机遇和自发事件。（按大卫·休谟的说法，“‘机遇’不是别的东西，【299】而是我们对原因无知的表示。”）据此，很好地细读某些前面的实例，将表明这种表述将提出哪样一类问题。实际上，它认为在任何给定时刻给定宇宙的状态，就没有偶然性事实。但这意味着，宇宙现象中的所有关系都是这样，即每一事物都是每一其他事物的必要与充分条件。关于例(20)是一个“错误”或是一个“未实现的意图”是像命运一样不可避免的，而舌头的滑动已被在任何给定瞬间的宇宙状态所预先决定。在“所有时间都是现在”或它是不依赖于时间的句子中，预先决定和决定论的混淆是这样一些混淆，即这样一种观点在分析中出现。因为在无始无终的或永恒的“现在”（其中时间仅仅是系统的这个或那个状态的定位的偏爱）中，没有东西可以被预先决定。宁可说，这样一种决定论该是无始无终的或者在其表述中是没有什么时态的，正如斯宾诺莎的引人注目的名言*sub speciae aeternitatis*（“在永恒的外表下”）所说的那样，预先决定或事后决定实际

---

<sup>①</sup> Pierre Simon, Marquis de Laplace, *Introduction à la théorie analytique des probabilités*, Oeuvres Complètes (Paris, 1886), p. VI.

上是没有意义的。于是原因与结果的真正区别被废除了，它不过是相对于一特殊立场而言，它从某一或另一角度来切割永恒，而 *causa aequat effectum* (因即是果) 比一个等价的陈述有更多的意义；它变成成为一种同一，而因果性原理转化为一个同一性原理。〔这对科学的意义在艾米尔·梅厄孙的关于科学哲学的划时代著作《同一与实在》(Identity and Reality) 中已作了深入的考察。〕

(c) 偶然的和必然的因果联系。一种因果关系如果是另一个样子，就可以说是偶然的。例如，在例(3)中，“他旷课因为他病了”其中病被认为旷课的原因，但可以设想(a)即使一个人病了，他也可能去上课或者(b)他也可能根本没有病。在(a)中，因果关系被看成是偶然的，而在(b)中，原因本身被看成是偶然的(或者用传统的术语说，疾病的存在不是必然的存在)。现在设想一个人缺课，因为他当时在12,000英里以外。总之，理由是不可能按时到达。但是这样一种“不可能性”是经验的，而不是逻辑的，因为它取决于偶然的事实，即现在通过这样一段距离的交通需要的一段时间是如此之大，以致在这些条件下实际上不可能去上课。可是，如果一个人已死于疾病，那么显然他在任何可设想的意义上(除非是在这样的比喻的意义上，即，就上课时一个人的全部注意力而言，就一个人在上课时所学到的全部内容而言，这个人也许可说是已经“死”了)都不能去“上课”。在这个可怕的例子中，一个人死了必然包含着他不来上课。这似乎像是完全直接简单的经验不可能性，但如果我们是这样地谈论原因，我们似乎在一个经验实例中有了一个必然的因果性的例子。但这不是在任何直接简单的意义上的经验实例，因为如果我们用上课所意指的是活人在教室里，[300]那末在上述条件下，不能去上课的结论便可用分析的方法得出。

在实例(12)(第410—411页)中，据认为在一些被当作为原因

的历史因素和一些被当作结果的历史因素之间，存在着一种因果关系。然而我们设想希特勒上台掌权并不是不可避免的，甚至在该例子中所描述的条件下也是如此。可是，我们又可以设想，确定地、不可避免地导致希特勒上台掌权的那些条件本身并不是不可避免的，即非必然的，而是偶然的。这就是说，如果其他的事情不同，那末这些事件本身也会以不同方式发生，或者甚至完全不发生。于是这样一种偶然决定论或者条件决定论认为，如果前项条件是一种类型，那末后件就以决定论的方式追随它们。撇开前件可否不同这个问题不谈，这种观点认为：在某些条件下某种事情不可避免地随之发生。软弱的主张是，如果前件事实上发生了，那末事实上随之发生的事情是由前件决定的。较硬性的主张（如我们在关于自然规律的讨论中所看到的那样）是假设性的或反事实的主张：虽然前项条件事实上从不发生，或者事实上没有发生过，但假如它们发生的话，那末后果就会发生。可是，即使在这种形式中，陈述也是有条件的。它并不主张，后果不管怎么样都会发生，而是有条件地认为如果前件是这样的话，后果才会发生。

在像这里所勾划的严格的决定论中，人们可以主张每一个个别事件本身是严格决定的，而因果决定的链条是这样的，即这些事件的汇合也是严格地决定的。这样，所有的因果性都是必然联系并且不会有“偶然事件”。对这种必然的因果链观点的一种修正观点认为，偶然事件是一些独立因果链的汇合，每一个都是严格决定的，但在多元的自然界的体制中是不相互决定的。因此，例如一次汽车事故涉及两条因果链——即涉及到有关机器的机械因果性，也涉及驾驶者的意图、目的、特性的人的因果性，如此等等——而两辆汽车在同一时刻到达同一地点这件事，从任何一个因果链的观点看来都是一个偶然事件。因此A在t时到P地是因果

地决定的，B在t时到P地也是因果地决定的，所以通过合取，A和B每一个在t时到达P都是因果地决定的。但没有这样的因果链，在其中A和B都被决定在t时到达P，所以因果链A和链B是彼此独立的。

这里应该在可叫做“宿命决定论”和“偶然决定论”这二者之间作出区分。如果我们说，某事是“命定地不可避免的”，那末在一种解释中，这可以意味着，不管任何人做什么事，结果都将是同样的。因此，不管是否某人以某种方式行动，某种命定的结果将不可避免地出现。【301】但是，可以看出这种宿命论的商标并不完全是决定论的，因为假如它完全不关心前项条件是什么，那末事件间的必然联系就完全破裂了。似乎矛盾的是（如果人们称这种宿命论为“决定论”），这种观点认为，如果所有因果性前件不过是随机或偶然的事件，它们没有因果效力地发生，甚至没有因果决定地发生，那末决定论就有保证了；这就是说，这些前项事件既不被决定，也不起决定作用，但结果却是独立地完全决定的。因此这种宿命论不如叫做一种非决定论，它认为在一个没有韵律或理性的世界中，我们无法指导行动；我们可以或者行动，或者不行动，因为在无论哪一种情况下，将发生的事情将会发生。严格地把这种观点推到它的最终结论则又前进一步：结果本身也是完全随机的，以致于这样说来“宿命论”又翻了个个儿。不管人们做什么，或者发生什么样的事，一切事情都可以发生（《爱丽丝漫游奇境记》和《穿衣镜背后》构成了这种世界的研究，而某些战后初期存在主义的失望心情就以这种方式想像世界）。

可是，古希腊人把命看作是某种不能挽回的命运的观念是与此不同的，因为我们这里是对我们行动的决定作用的无知，对自然界的必然性的无知，这导致我们设想人类的行动对于命运来说是无用的。给定某种初始状态，或者某种行动，每一个后继状态



或行动被认为是完全受到决定或不可避免的。这就是说，除了我们做的之外，我们是无能为力的了。这样一种宿命论并不主张我们做的事情无关紧要，而是不管我们做什么都是完全决定了的，由于我们的无知我们才不知道和理解其决定方式，因此就无力去控制。因此，在《俄狄浦斯王》(Oedipus Rex)一书中，俄狄浦斯在不知他的行动的决定作用下而行动，或者在不知道引导他一步一步地去实现那个预言的条件下而行动。因此，他是不自觉地行动。当他开始理解所有他的过去行动都是处在它们的决定论形式之中时，他就得到了天启。他的命定的骄傲，他的自大乃是他对这种决定论的无知。那末这里也是一个严格决定论的例子，其中偶然性只是事物对我们有限的观点的表观，但作为这种偶然性的基础的是事物的“真实”本性的必然性，它将启示更充分或完全的知识。

当我们把规律当作科学表述所逼近的极限时，这就进入了科学的规律观。但是我们对必要和充分条件的认识的条件又是这样的，即我们永远不能穷尽偶然性的可能性；因此，我们永远不能在经验上有根据来断言“某事物既是另一事物的必要条件，又是它的充分条件”这一点不只是一种信仰。但是关于科学定律的主张正是这种主张，只要当科学定律以严格的全称形式陈述。但这已经导致许多哲学家和科学家把这种主张的根据与我们的经验知识的根据分别开来，【302】因此，把定律的条件陈述与因果性的无条件公设区分开来，这种公设具有我们在前面(b)中所给的两种形式(“无来自无”，和“因即是果”)从而突出了定律和原因之间的关系，这我们将在下面看到。

(d) 因果性作为一种函数相关性的关系。认为因果性是一种函数相关性关系的观点减少了(b)和(c)节中的主张的力量，而代替这些主张的仅仅是把(a)中的较弱的主张形式化了。在(b)和

(c)中，关于“起源性原因”或“根据”或“必然性”的议论被认为是来自于关于因果关系的一种较早的比喻式的或定性的解释。但是所有这些断言引入了“超自然的质”，它们在阐明我们以这些实例所提出的主张方面是多余的。一种函数相关性关系是这样一种关系，其中两个变量的值被说成是以某种规律般的表述相互关联着的。如果这是 $y=f(x)$ 这一类数学的或形式的陈述，那末它的力量是纯形式的，或者在经验上是空洞的，而且来自它在其中构造成的那个系统——这个系统是构造在它的公理、定义、形成规则和变换规则等等基础之上的。如果人们发现这种函数的经验释义很适用，那末它就能用作一个关于事实的领域的适当描述或经济的总结，并找到它在成功的预言上的“正当理由”，而且在所有这些方法中，假说都是有根据的或受到支持的。但是断言不仅是有关一个变量的某个数值范围，而是在反复的实例中发现了这些变量值和其他变量值之间一种不变关系。这样表述的数学定律并不对“真实的”或“必然的”因果关系作出本体论的断言，而是把这种关系要末归结于一个没有内容的形式演绎系统的“必然性”，要末归结于这种系统在一个观察或测量值领域的可能释义。这样一种可以用数学术语表示的关系的一个实例就是(6)。可是，大多数其他实例不能如此表示，不是因为我们对我们知之更多，从而使它们成为“真正的因果关系”，而是因为我们对我们知之不多，不能用令人信服的术语表述出其函数相关性。可是，我们也许可以这样假设，例如，我们可以说(12)(其中H代表希特勒上台，其他因素用适当的缩写字母表示)： $H=f(I、U、R、S、F)$ 。但是为了以某种规律般的方式概括这个例子，我们或许必须说，“每当有一个失业、复仇主义感情等等的合取时，那末就会有希特勒式人物上台掌权。”这里限制运算变数的问题是很大的，历史上这种〔各因素的〕汇合的重复实例数目是很小的，除非我们对这些条件

作出十分苛刻的抽象。在物理学中，正是这种抽象和这种把一个系统的参数作(理想化)的孤立，才容许函数相关性的表述。【303】在一些关于单个事变的例子中，人们也许可以取(8)作为一个例子，或者在一些我们知道其中的关系有许多被否证的实例和同样多的被证实的实例的例子中〔如我们可以认为(3)，(5)，(7)，(11)，(13)，(14)，(16)，(18)，(20)，(21)就是这种例子〕，这样一种表述就没有什么用处。但是如果因果关系除了函数相关性之外，在任何其他的关系中都被排除了，那么这就意味着二者必居其一：一是这些其他关系都不是因果性的，因为它们不能这样地表述，或者是这些关系可以是或者可以不是因果性的，但我们还没有明确的方法决定这一点；这就是说，这些还是不宜于作为用定律作的科学表述的主题，所以仍留在常识的领域之内。函数相关性陈述的范式是微分方程的数学形式。因此，在这样一些公式中，如关于力的公式， $F = m(d^2x/dt^2)$ ，或者关于自由落体经过某个时间下落的距离的公式， $S = \frac{1}{2}(d^2x/dt^2)t^2$ ，加速度这个词以(速度)对时间的变率这样一种函数相关性给出的。于是，当因果性可以以这种方式表述时，它就是可以科学地表述的。否则，如果我们取这种见解的最硬性的形式，我们作出关于因果关系的一种断言，关于因果关系没有有价值的确认程序。罗素的观点(从语义上说)是，物理学家在物理学中不用原因一词，而只使用微分方程。他这样说的意思是因果观与日常的用法相联系，因此为专业物理学家所回避。他因此避免了万物有灵论与拟人论的观念，而日常的用法则是与它们相伴随的。但这是要声言，物理学家从不设想他所做的超过他所用的数学描述和定律，从而把物理学的形式体系与其释义分割开来。但在释义的哪一点上物理学家停止作为一个物理学家，而变成一个与我们其他人一样的万物有灵论和拟人论的语言使用者，这是很不清楚的。或者还更令人沮丧的是，对

于什么时候他不再是一位科学家而变成为一位形而上学家，这一点也是不清楚的。罗素似乎想提议，这里可靠的东西只在于数字之中。但是只有靠对微分方程的释义才使得物理学成为物理学，而不是数学。这里，我们必须让问题保留下来。

(e) 一对多、多对一、和一对一的因果关系。在某些实例中，看来独特的东西是某个事件与某个别的事件在一种关系中联系着。这样，在(4)和(5)中(疟疾与肺癌的例子)，挑选出一个事件或事物，它在各种可能性中独特地与另一个事件或事物相联系，从而作出关于一种重要联系的发现。这在例子(7)、(13)和(18)中也是成立的。但在(10)中，我们把一个单个事件的进入作为一整套后继事件的原因。这有一部分是语义上的，这是在这种意义上：即如果我们愿意，我们可以把链式反应归类为单个(虽然是复杂的)事件，而我们把一个中子(或者一个中子对一个原子核的轰击的整个状态)看作是一个复杂的(虽然是单个的)事件。【304】因此，我们可以通过窜改我们用一和多所指的意思，把一对多和多对一的关系变成一对一的关系。但是，区分一个事件与除了互斥的结果以外的许多别的事件就不是同样的情况。(我可以逼进这个问题而主张在因果分析中互斥的不同结果的类是一个“事件”类，但这引起了我们通常关于事件的意义中的若干问题，我们将在后面看到这一点。)设想对于一个给定的前项事件，按某种定律给出算得的不同结果的统计几率。那么，这个定律是因果性的吗？如果我说，例如，掷一颗匀称的骰子，有六个同等可能性的结果，那末我是在否认因果关系吗？在一个意义上，事件类(1,2,3,4,5,6)是完全决定了，其严格程度正如拉普拉斯所曾要求的那样。(记住，他的假想模型来自一个关于概率的论文的导言。)于是，人们可以说，“除了这些数值之外，任何其他数值都不可能与骰子的一掷相联系。”可是，显示这些数值之一的单个事件的决定(显然

在这个实例中必然排斥其他数值)是超出了这个规律性的陈述。如果我们把这当作一对多的因果性的一个例子,那么,在这样一种前后关系中,因果性可以被理解为在其本身之中包含着机遇。在这样一种阐释中,有“因果性”的东西是:一个具有多个元的事件类被定律严格地决定了,或者是它的唯一的域被严格地决定了。换句话说,这样一种统计概率(先验类型的或相对频率类型的)不适用于一些个别事件,而只适用于同类事件的反复继续出现的过程(因此需要定义合适的骰子或合适的样本,需要对试验条件的实验控制)。在这样一种解释中非因果性的东西是:因果律不适用于单个事变,或者在这样一种应用中没有意义。但是这样一来,这个骰子的单个一掷作为单个事变是未确定的,因而被代之以一个骰子的任何一掷,所以这实际上是一类事件与另一类事件之间的因果关系,而不是事件与事件之间的因果关系,也不是事件与事件类之间的因果关系。唯一的或单个的事件的随机性或非决定性仅仅是断言:定律没有谈到这个单个事件,而不是这个定律不是一个因果律。这就像是声称,伽利略在斜面实验中的铜球的颜色是随机的或非因果性的“事件”或“属性”,因为落体定律没有预言颜色是什么。<sup>①</sup>当我们在下一章讨论非决定性时将回到这个问题上来。

以从相对频率的稳定性出发的归纳推理为基础的一种经验类型的统计定律(参见第319—320页)表示了有关的问题。【305】如果

---

<sup>①</sup> 人们可以像在骰子的有限几个数值的例子中那样,推论球将是某种颜色。但这是在定律之外的一种推论,正如同它在骰子例子中的情况一样。它可以从球是一个固体、反射某种波长的光、吸收别的波长的光等等这种假设推导出来,如同在骰子的例子中假设它是一个六面骰子而不是一个十二面的骰子一样。我们可以从数学证明中推论出只有五种正凸面体,掷骰子的可能结果的数目(骰子必须是正凸多面体,才能满足某种公平的经验条件)限于4, 6, 8, 12和20这几个集合;类似地,根据其他的物理学的和理论的考虑,我们可以推论出铜球的颜色将是在可见光谱范围之内的(大量)分立波长数中的一个。

这些定律以不变频率为基础的(在某些不变性极限之内,例如,收敛于某一极限),那末这些定律也不预测单个事件,而只预测全部可观测实例的某个范围。产生的问题是它们是否因果律。如果我们用严格决定论来定义因果性,那末提出的问题就是我们把什么看作是定律所关联的事件。如果这些事件是观察的单个实例,那末定律不是严格决定论的;可是,在它的语义指称的层次上,它指的是特殊事件的类,它作出同样决定论的要求并且同任何理想定律有同样的偶然性的经验条件,当理想定律用测量的术语对一个经验领域作释义时就具有这样的条件。在这里,关于近似测量、容许误差、和测量错误的考虑就进来了。但这也进入每一个关于一个定律的经验检验或释义的考虑之中,奥古斯德·孔德的意见是,测量超过了某种精确度就会破坏那些定律的有效性,这些定律是在它们的理想的和近似的说法中被发现 and 应用的(其中近似是在这样的界限之内,即接近到足以保证理想表述没有危险)。他因此主张,更多的精确度是有害于科学的。现代科学已经明确地拒绝了这种劝告。不过,现代科学也因此对其因果观在很大程度上作出重新表述,以给予统计概括一种充分的规律般的品格。但要注意到,如果统计规律只决定论地适用于事件的类,那末一些单个事件在它们的特殊事变中似乎处于定律之外。如果没有所述的关于单个事件的不变性,那末它们似乎在某些有限可能性的界限之内是非决定的或随机的。因此,雨在给定时间内(比如说半年)落在城市内是统计地决定的,但当时间间隔缩短时,说雨将在某个小的时间间隔内落下(比如说某天下午2:30到2:31)它就不太是决定的了。类似地,我们可以说雨将落在某个区域之内,但它均匀地落在每个地方的概率是很低的。我们知道,暴风雨的“中心”将接受最密集的雨点分布,而边缘地区将接受不太密集的零星雨点。这意味着单个雨点遵循某种分布模式或分布律吗?有一点,

我们是用分布来定义中心和边缘的，因而这看起来难以说是在为雨点立法，而似乎是圈定性的或定界性的。于是几率分布是雨点如何下落的一个经验函数，它描述的不是单个雨点，而是〔雨点分布的〕型式。

【306】可是，难道这意味着单个雨点的路径是一条“随机”的路径？或者雨点的运动在决定这条路径的一些个别条件下不是因果关系的情况？这里两种不同的释义提示了它们自身。在这样一种按照一条统计规律的几率分布中，我们可以说统计表述仅仅是总结了单个的因果关系，它们由于变数数目之大而不能处理也不能表述；但是这里的假设仍然是每个个别事件有它自己单独的因果描述，并且在孤立的基础上，我们就可以决定这种因果描述。但是我们又可以说，全部雨点系统的行为对每个单个雨点的路径有因果影响。实际上，统计规律像一条因果律那样起作用，描述一个作为整体影响单个事件的型式，就像型式自身是一种因果“事件”（复合的但又是单个的），与它自身的元素相互作用着。

这里“整体”与“部分”的关系进入了分析因果关系的问题。例如，我们可以说，在(16)中，神经紧张是整个系统的状态，而口吃是这种状态的一个产物或一个后果；但是我们这时也可以说口吃的个别事件增加了整个系统的神经紧张，它又反馈过来增加口吃。这里整个复合系统的条件与其元素在一个因果“环”中，或者在某个反作用关系中相互作用。这时，引入了另一个特性。

(f) 反向作用的因果性。在(16)和(17)(第411页)中，整个系统看来是牵涉在一个闭合的反向作用的因果关系中。在(16)中，如我们所注意到的，我们可以当作神经紧张的一个征兆的东西本身变成了增加神经紧张的一个原因。通常我们并不认为征兆是因果性上有效的，而是当作某种状态的附属性质或表观。但是，在

这个例子中，如在其他例子中一样，我们可以说口吃引起增加神经紧张，以及神经紧张引起更加口吃。这样一种正反馈环表示一种独特的因果关系，如果我们把它当作一个普遍的或者规律般的特征。在(17)中，我们有一个负反馈环，其中阀门与压力的关系维持某个系统的一种或多或少稳定的状态，而不是像(16)中那样维持一个方向。如果(16)继续推进，或许将达到智力或神经紧张的某个极限，在这一点上系统将崩溃。口吃和神经紧张有极限；可是，我们可以设想“开放性”系统，其中这样一个“正反馈”可以无限地进行下去，只要有可利用的能量来供应这样的装置。这样，人口增加、进化发展和其他这样的可表示为累加的级数的系统，可以描绘为这种“正反馈系统”，但当这种增加所需的可利用能量有一极限时，或者当其他负特征进入了图象时，这种系统就受到限制。交通堵塞和神经崩溃表示正反馈系统，在这种系统中反作用的因果性导致一个有某些临界极限的系统的崩溃。

【307】在负反馈系统中，反作用的因果关系是这样的，系统在某些极限中维持下来。稳定的人口〔其中人口增加受到有限的食物供应的控制，就像生态平衡是在某些自然状况中达到的（在池塘中，在森林中，等等）〕，可以表示为带有内在“调节器”或控制器的系统。一个恒温器是这样一个负反馈系统，就像生命机体的稳态平衡。在这样的系统中，因为系统作为一个整体的状态似乎建立了一个各个部分所符合的规范，似乎作为一个整体的系统对其中的单个元素有某种调节和规范的作用。如果这被解释为元素间的规律般关系，这种关系仅仅显示某种带有一定的不变性的全面型式，那么这就是规律性的另一种情况，它具有一个差别，即关系是一种不变的或统计上有序系列，其中前件与后件在时间上是分开的，但在序列中一个后件变成那个是它的前件的同类事件的前件。因此，规律般的关系被描述为反向作用或作为一个环



路。但是，由这种相互作用维持的系统的某种正常态的描述似乎提示系统有某种“优先的状态”或某种目的，〔系统的〕所有部分都有助于这个目的。如我们在讨论生物机能时已经知道的那样，这种用事物为什么动作的“缘故”所作的机能描述在这里提出了关于规律性的本性的问题。看来似乎一个整体的各个部分在某种这样的“理想状态”的因果性影响下动作，或者是为的某种目的的缘故，例如稳态。这方面的混乱来自于断言，这需要系统的各组成元素对它们各自所服务的目的有某种认识，因果性因素似乎就是“胸怀目的”，它们在整体的各个部件上起作用。但是，这样一种目的的状态大致存在于未来，要不然就不存在于因果性情况中。因此，这样一种系统被描述为“指向目标的”或“指向目的的”，其中似乎必须多少想到目标或目的，以便促进“从未来到现在”的转变。因此，这种所谓的目的论因果关系预示了某种意识关系，它似乎很难赋予(比如说)生命机体的各个部分。因为它与生命机体的联系，或者说与作为一个整体的组织或结构的所谓因果效力相联系，所以这种因果关系又被描述为“有机的”或“结构的”；联系到知觉和行为的心理学的研究中关于“整体”对部分的影响的研究，这又被描述为整体论的和完形〔格式塔〕论的(其中完形 Gestalt 是整体结构或构形方面的专门术语)。

用直截了当的力学术语，按照调节“反馈”到某种如此构造的机构以维持一种“稳定状态”或稳态(如在恒温器或导航装置或导弹)对这种反向作用因果性的说明已经在控制论科学中发展起来了。【308】这里，“胸怀目的”的神秘性在这种作为规律般有序物理系统的自我调节机构的分析下消失了，其中反向作用因果性所指的意思就是系统是这样构造的，其中有些环路，它们在因和果的传递中自我封闭。但所有这些系统都需要一个运转用的能源的输入，需要据以“行动”的信息的输入，在这种意义上，它们是“开

放性”系统。

(g) 作为接触作用、超距作用和交感作用的因果关系。也许我们所具有的关于因果关系的最基本的和最初步的观念是关于作用的观念。前面的特征描述中提出的许多问题在这种关系模式的阐释中有它们的根源。如果我们认为因果效力的直接经验是关于人的行动的直接经验，那么我们有这种行动的几个特征，它们是直接明显可见的：(a) 我们进行的行动包括一种努力的感情。(b) 因此它包括关于像决定或意志行动之类事情的某种自我意识，并且在深思之后，它被理解为相对于某种目的或某种动机或意图或者我们可以说出一个理由的某种事情而进行的。(c) 在作用于某物时，我们作用的效果似乎是通过物理接触(特别是触觉接触)而实现的，(通过触觉我们才能用视觉、听觉或其他感觉来解释“接触”)。用人的类比来作解释的普遍倾向给予关于自然界中因果关系的许多早期说明一些类似的特征，因此任何东西对任何其他东西的作用是用人的行动的模式来设想的，并且所有被认为具有因果性的关系都是用作用来设想的。这种作用的特征是它在因与果的中介间隔内是连续的，即在原因作用与原因造成的结果之间没有空隙。

然而，说一个解释是拟人论的并不是说它就是错的。有人可能会争辩说，我们对我们自己和我们的行动的熟悉，要早于我们对自然界的因果关系的熟悉，拟人论因而是我们理解自然界的基本的和不能根除的条件。另一种观点主张，我们通过把我们从自然界的因果关系方面学到的东西纳入我们关于人类行动的观念，从而逐渐认识到我们自身是自然界的人类(即作为自然的一部分)。这就是说，所谓拟人论已经把先验的和更基本的自然概念具体化了，所以我们不是把我们自身解释为自然，而是把自然解释我们自身；不是简单地把人的映象归因于自然，反而是把自然

界的映象归因于我们在这方面的人性。

适当注意到这种警告，似乎已经清楚，我们归因于自然界因果关系的许多东西在特性上像是人的行动。【309】特别是其不得不涉及到意志、努力、动机、意向和理性的方面。关于一个“活的”和“有感情的”自然界的一些比喻（特别是在这方面它们描述了因果模型的特征）因此被称为万物有灵论（animistic，这个词来自 *anima*——“活的原理”或“自我活动的原理”——如我们在关于古希腊人的讨论中所看到的那样）。

所有这些都是用作用（行动）把因果关系作三种不同的主要说明：接触作用，超距作用和交感作用。在401—411页的例子中，(13)是通常的接触作用概念的一个实例。岩石打了玻璃，并打破了它。后果是冲击的直接结果；但是冲击的概念包含两个要素：接触和力。它因此十分符合于我们用触觉接触作用的经验，也符合我们用力的经验。另一方面，关于引力的例子(15)是超距作用的一个实例。在经典天体力学中，牛顿的空间不是这样一种介质，通过这种介质作用以相继的接触作物理的传递。如果空间是一种场，或者包含一种场，其意义就同我们在谈论法拉第引入电场概念时所讨论的那样，那么接触作用就可以保持。场论的历史要追溯到古希腊人，关于真空存在的争论与这有很大关系（参见第四章第103页及以下）。但是在牛顿的说明中，引力通过虚空而超距作用，没有介质。这种说明的另一个方面是它瞬时地起作用，不是经过时间的因果性传递。然而在这种引力和惯性力的机械模型和示范实验中，我们时常把弦、杆和弹簧纳入虚空来描述超距作用，就像它靠的是接触作用，这是很有趣的，因为它泄露出我们使用超距作用时的不快，因为它不符合我们行动的共同经验。可是在原始的说明中，超距作用却得到支持，特别联系到梦与魔法。这里脱离肉体的灵魂不用肉体的媒介而起作用（肉体媒介当扩展

到空间中的实体时是通常的接触观的基础)。可是，“灵魂”也带有某种准肉体的特性〔例如，“ectoplasm”（假想的心灵体的流露）或“灵体”〕，以便起作用，重复弦杆模型的特征，它们又是“似乎是那样的情况”的实例。在魔法中，“接触”时常通过某种类似于感情的东西而发生。在人的作用中，感情对感情作出反应，因此，在物理作用中也是这样。因此，许多魔法的“因果”影响是基于某种像交感作用或“顺势”（homeopathic）作用的概念。这方面的一个实例是(14)，（“愿望将使它如此”）。这里给出了魔法作用的范式：愿望靠它自身的力量变成了现实，而不用媒介。所有这些可能其本身是十分有趣的，但我们在这里关心的是提供科学的因果观发展的背景。从罗素的观点看来（我们在本章开头引述了他的观点），正是这类因果观是他要用微分方程来取代的。责难是，这样一来，关于因果关系的作用模型就失效了，【310】因为它们要末是模糊的，要末是多余的。它们的模糊性在于，我们不能知道这样一种关系存在于自然事件之间，因此我们在想像的意义中提出这种关系，并且损害纯粹的理性。（这也是责难科学中使用模型的过错。迪昂在这一点上表现得特别严厉；参见前引书，69页及以下。）说它们是多余的，就在于我们能够拥有的关于因果关系的全部信息可以在没有模型的情况下被表示或总结，所以奥卡姆剃刀在这里起作用并废除一切不必要的东西。

但是天然的习惯仍然是用这个或者那个作用模型的主要特征来描绘因果关系。有一点，我们又用某些原因（接触和出力）产生的某些效果来设想因果关系是事物间的“真实”联系。另一点是，我们保持连续性的要求，否认因果性的“空隙”；否则某些事件将会“从无”中产生出来，或者自发地产生。这些既不受我们的决定的影响，也不受我们的控制，因此它们不能由定律整理有序。我们又设想一个有规律的自然界是理性科学的唯一真正对象：凡是

不能被规律整理有序的东西是处在科学理解与人类控制的范围之外。这里的公设虽然并不直接与作用(行动)有关,但却与我们认为是合理的那类作用(行动)有关:如果没有充分的理由说明它,任何事物也不会发生。在这里把说明与说明的是什么相混淆是特别表面的:充足理由的要求是关于自然界的合理性的要求,在自然界中若无充分的原因任何事物也不会发生。

例(20)和(21)表示了意向的失败和错误的理由。但这些正是一个理想地合理的自然界所不能具有的。狄德罗在用完美的模型谈到自然界支持艺术时(用十八世纪美学特有的术语)写道 *La Nature ne fait rien d'incorrect*。(“自然界永不犯错误”。)错误是人的;自然界在这方面是神圣的。莱布尼茨用充足理由原理说明这一点:自然界除非有充足理由否则就不能行动(作用)。这就是理性主义科学的主张,即自然界中没有任何东西最终是对理性知识隐匿的;因此每一事物都能按照规律整理有序。因此,合理行动(作用)原理成为对于这种行动(作用)的理性认识的条件。否则将会有大量的东西永远不会被科学所认识。

这样,这个关于因果关系的各种解释的说明(它并不想求全或详尽无遗)最终引导我们探讨关于因果性原理在科学中的地位这个哲学问题。

## 莱布尼茨、休谟和康德对 因果性原理的探讨<sup>[311]</sup>

我们可以简要地把前面分析中出现的不同观点总结如下:

1. 因果性是一条关于存在的原理。因果性描述关系到事物客观本性的揭示。物理学家D.玻姆(David Bohm)就此写道:“一物所满足的因果律构成它的存在方式的一个基本的和不可分离的

方面。”<sup>(1)</sup>

2. 因果性是规律性。因果关系是这样一种关系，在其中根据经验的概括，肯定了一条有根据的科学定律。规律性又是可预测性，这是受到采取了定律形式的关于经验中事实不变性的有根据的论断所支持的

3. 因果性是一条公设。因果性是一个必然的综合先验的假定。它不能仅仅靠归纳的经验概括证明为正确，而是被要求作为合理的认识的可能性的条件。因此，它是科学公设的公设，因为它是任何科学存在的可能性本身的基础。在本体论上，它主张自然界的连续性和均匀性；在认识论上，它主张事物只能在规律的形式下才能被认识；但这不是从我们关于规律的知识推导出来的。宁可说，它是这种知识是可能的并且不是虚妄的知识的前提。

第一种认为因果性是一条存在的原理的主张是最明确的本体论的或形而上学的主张。它是关于事物本性的一个彻底的论断，在这个意义上它代表着最古典的实在论观点：我们从因果关系的途径认识到的东西正是事物本身的样子，是事物在自然界中（或在实在中）客观地关联的方式。这是科学家中最共通的态度，并且在这点上他们与非科学家共有某种这样的信仰。可是，对它的精心推敲涉及的方面在后面的观点(2)和(3)中得到探讨。对于我们是否认识事物是怎么样的这一点的检验是：要末它基本上是经验的（它是我们经验的产物，只有靠这种经验证明它的正确性；因此甚至在这种最普遍的论断中也是有限的和偶然可能有的），要末它基本上是理性的。（我们知道自然界是因果性上有序的，因为在理性上不能设想它会是别的样子。）这种主张的力量不在于人们不

---

(1) 《现代物理学中的因果性和机遇》(Causality and Chance in Modern Physics, New York: Harper, 1961), P.14.

能不这样设想它，而是如果不这样设想它那就是承认自然界不能被理性地认识。

大卫·休谟对于把因果性看作是事物的必然联系的经典理性主义因果观(在支配牛顿科学和它的通俗解释的数学必然性模型的基础上的那种因果观)进行了最引人注目的攻击。〔312〕休谟说，在经验中我们所能认知的一切是经验到的属性的恒久不变的关联。如果每当我们看到闪电我们就听到雷响，那么我们在经验上能够知道的一切只是在过去经验中雷响总是经常与闪电相关联，关于“实在的”或“必然的”因果关系我们什么也不能知道，因为我们并没有经验某种称为因果关系的東西，而只经验了闪电与雷响；而必然性是何种程度的归纳概括所不能达到的一种关系，在一个未曾经验过的实例中，这种关联失败的经验可能性总是有的。因此所有实际的关系(即已经在经验中认知的那些关系)是偶然的而非必然的。可以设想它们在某个实例中可能出现不同于它们过去所有的那种状况。然而，休谟说，我们总是倾向于把因果联系或必然联系赋予这种事件；而且他问道，为什么当没有“明显可见的支持根据”时，我们还这样做？他回答道，因为我们自然而然地倾向于这样做。心智是习惯形成机构，观念的联系随着重复而加强，以致我们自然而然地期望我们在过去经验过的那些现象的关联在未来同样发生。因此，规律不是别的，只不过是预期的习惯，它对于心智那类结构或器官是生来就有的。于是，不能断言因果性存在于自然界，除了有心理学的根据之外——即我们倾向于形成预期的习惯。〔休谟称这种习惯为“想像的虚构”，它已经把许多解释者弄糊涂了。虚构并不意味着撒谎；它意味着(在休谟的语境中)某种由想像构造的东西，作为自然作用或心智意向的事情。〕因此，实际上，因果性不是别的，不过是心智强加给事物之间的联系，这些事物已被反复经验过是有关联的。因果

性和在归纳基础上对规律的经验肯定因此是心智的同一种操作，按照它的操作的天然方式超越于经验。因此，休谟并不认为我们相信因果关系存在是错了；他认为我们的错误在于设想它们是某种超越信念的东西。这就是，他不主张因果性的任何本体论地位，它超越了经验上有根据的信念。但是作为信念总是偶然的，因果关系不能被认为是必然的。

休谟批判的对象是经典理性主义，它主张因果性是一种理性的必然性，因此也是存在的必然性。从理性主义的观点看来，（特别是它精心推敲的见解，与十七世纪取得巨大成功的数学物理学一起发展，）自然界是数学上完美的构造，就像科学的新定律发现它的那个样子。在神学的基础上，即在正教或者自然神论的基础上，这是几何学家上帝的创造，把他的完美展示给我们的智力。由此可见，这种完美宇宙的关系是一个完美的数学重建会展示的那些东西。这样，这种数学必然性也是世界关系的必然性。【313】伽利略坚持这种观点，笛卡儿、斯宾诺莎和莱布尼茨也坚持这种观点。牛顿受到柏拉图传统的深刻影响，在这个传统中数学是事物形式完美性的表示。在经验论者休谟看来，这个主张完全是太先验了。心智可能有这样的倾向，它会倾向于认为，他完全愿意同意这种方式。但这需要用这样一种信念倾向的心理学来源加以解释。而这里，心理学的说明发现，这种信念的来源在于心智的自然习惯。在这种意义上，休谟是第一个近代实用主义者。

康德深深地被休谟的批判所打扰，重新积集力量为牛顿科学作辩护，但心目中想到休谟的批判。真的，康德承认，信念事实上是偶然的，因此对必然性的信念是一种偶然的信念，在这种意义上，在信念的经验来源方面，不能对它有更多的要求。但是，心智的天然习惯在这些习惯是天然的习惯这一事实本身之中发现了一种先天的观念结构。心智能够认识事物所取的形式作为一种自



然的倾向，又是一种必然的倾向。那就是，有了诸如此类的心智，我们就不可能用其他可能的方式来构思事物。于是就有一种形式的必然性去相信我们事实上相信的东西，因为这些可能信念的形式在作为理性存在的人类之间是普适的；它们是理性的普适形式，所以不能设想任何理性的存在物可以以不同的方式构思事物。这样，休谟的批判又转向了它自身，而它的最全面的结论是康德推导出来的。于是，在康德看来，有先验的形式，在这些形式之下我们的经验知识可以为我们所认识；对于我们的感官知觉，这些形式是先验的时空形式。它们在下述意义下是先验的，即知觉经验的可能性本身预先规定了它们。对于理解来说，心智需要一种综合的作用：去理解就是在某种统一性之下把一些事物拉在一起。这种综合或统一就在于在理解所把握的关系的形式之下，构思知觉经验的完全不同的元素。因此，这样一种综合化的关系前提是理解的可能性本身的必要条件。这种前提的一个方面是理解的同一性；正是同一个（自我同一）理解是在这种综合当中把一些事物拉在一起的根据。另一方面综合的作用受到这种同一的（或自我同一的）意识的影响。因此，一个多样性集合在这种理解形式之下被整理有序；一个这在同一个意识作用下与一个那有条件地关联着。简言之，经验只有当它在时空形式下被整理有序的条件下才能被具有；只有在因果性形式下经验才能被认识和理解，【314】其中因果性是在意识作用的同一性之下对一个多样性集合所作的综合与统一化。因此，因果性是一个前提，它奠定了我们科学地认识经验世界（或者用康德的术语，现象世界）的真正可能性的基础。在这个意义下，康德又能声称，这是我们知识的客观性的基础，因为只有在这些条件下知识才是可能的。

因为这些是普适的（或“超验的”）条件，它们保证了这种知识的客观性，这种知识是这样的，任何认知者只有在这些条件下才

能具有知识。因此，客观性意指“普遍的跨主观性”。离开了我们认识事物的条件，我们显然是无法认识事物是什么样子的。因此，自在之物之间的关系的一些实在的或最终的因果性是不可知的。只有为我之物构成我们的经验知识或现象知识的领域。但是，这里因果性是我们得以理解它们的条件。在经验上，给予我们的一切是一个多种多样的集合，一个空——对表观的无序集合。单从这些我们永远得不出一条规律（规律断言了这些现象中的某些现象之间的不变关系）。因而，现象的规律性并不是由我们从经验上所发现的。我们论断规律性关系的根据就是理解的先验条件，就是在一个概念之下对一种多样性的统一。因而，思维在一个概念下把多样性整理作为必然联系的一个实例，这个概念就是因果性概念。因为这个概念不是从经验推导出来的，它是先验的：它把规则给予经验，只要经验进入了理解。因此，我们可以说去发现规律，但只有在规律性预设的基础之上才有可能，没有这个预设，我们所有的只不过是一些表观的多样性，没有任何必然联系。<sup>①</sup>像休谟一样从批判我们对原因的认识的认识论条件出发，康德就这样把休谟的“心智的天然倾向”改成为“认识的必然的先决条件”。

于是，在休谟和康德二人看来，因果性不是一种归纳概括，而是解释了归纳概括，构成了它的基础：休谟把它看作为想像的习惯，康德把它作为理解的先验规则。另一方面，J.S. 米尔把它解释为我们的归纳概括的最普遍的东西，它反复地被我们断言的归纳概括的每一个实例所证实，因而有最广泛的证据支持它。在第九章中我们看到，米尔提议使这种概括成为任何归纳推理的前

<sup>①</sup> 特别参阅《纯粹理性批判》(*Critique of Pure Reason*, tr. N. Kemp Smith, New York, St. Martin's Press, 1961), pp. 124—25, 133—40 和 218—22 (后二个页码)。

提,以支持或证明归纳法。我们看到这种表述有众所周知的困难,陷入了循环论证,并且借助于归纳法来证明归纳法。

因果性原理的漫长历史就是这样:形成它和改造它,适应它,掩饰它,在各种名称下重新解释它,并且甚至消除它。[315]不同的观点与我们在第十章中所讨论的那些内容密切相关。一方面,因果性不仅仅是另一个经验定律。它也不仅仅像是其他的经验规律可以由它演绎出来的一个更高层次的规律。它也不能没有混乱或循环论证地说成是米尔意义下的一条规律的规律。它是一种习惯吗?它是一条公设吗?难道它不起一种关于实在的命题的作用,而是关于思维的调节观念?它是否仅仅是实用主义地接受的一些方法论原理中的最有用的一条?它是否以往时代的万物有灵论的遗物,带有拟人论的有害影响?要末它是一个关于自然界合理性的信条,或者是一个关于科学认识的无限能力的信条?它是否仅仅是另一个名称下的规律性或可预测性?或者与总是区分前件与后件的规律性相对照,它是意识的同一性原理,把多样性综合为康德所说的“统觉的超验统一性”?〔在这个意义上,梅厄孙(Meyerson)在一些关于因果概念的最持久的分析之一还分了规律与原因。①〕那末难道它超越了规律性而断言在因果等价和可互换的极限上同一?如果它是一条理论原理,它是否与实在有任何关系,或者它只在我们用来帮助整理我们知识的形式真理领域中起作用?或者它仅仅是另一种有用的模型,用来帮助想像,用来帮助以我们所熟悉的术语(即作用)来领悟规律所陈述的东西?正是这种概念上的不同理解的丰富多样性,在这里导致我们称它为一个基本概念;但又正是它与不同的科学的世界图景、它与当代科学表述的各种解释的前进变化中的关系,使得因果性成为一个基本

① Emile Meyerson, 《同一性与实在》(Identity and Reality), tr. K. Loewenberg (New York: Dover, 1962).

的概念。因果性概念与空间、时间和物质以及现代物理学中提出的决定论和非决定论问题的内在的关联将促使我们在下一章中加以探讨。

## 第十二章<sup>[316]</sup>

### 较新近的空间、时间和物质概念

#### 这里、现在、那里和那时

在对较新近的空间、时间和物质概念加以说明时，也许最好不从这些概念开始，甚至也不是从那些较老的概念开始，而最好是从头开始：即从我们得以能够作为发展出这些概念的我们的原始经验而加以重建的东西着手。这样的一种重建，部分来说，是一种哲学的虚构（有如政治学和社会学理论中关于先于人类社会的原始的“自然状态”的那些虚构）。部分来说，它又得到关于空间、时间和客体的知觉的心理学研究、特别是近年来对初生的和极幼小的动物和人类儿童的研究的支持。这种“回到自然”或“回到”某种大意上是原始的或现象学的重建的意义在于，在新近的空间、时间和物质的概念超出了经典的和常识的概念范围时，迫使我们去考虑空间-时间-客体概念的基本起源和受这些模式影响的经验的局限性。

在我们获得一种语言来描述我们对世界的经验和对我们自身的经验之前，如果我们可以想像我们对世界和对自身的经验与什么相像，那么，我们就可能倾向于设想这种原始的经验是无结构的、千变万化的领域，其中充满了颜色、声音和感觉的变化着的种种性质，这些纯知觉的质既没有形式，也没有定义。然而，我们从有关动物和人的感觉结构中所学到的每一种知识，又相反地主张感觉领域是高度有结构的，并且是从一开始就被组织起来的，

以致于上面描绘的那幅散乱的、未充分分化的知觉连续区的画面，就难以称得上是高度分化的感官提供给我们的那种景象了。【317】我们发现眼睛对颜色的辨别、对物体边棱和轮廓的感知是很有结构的。同样，耳朵对于分辨音调和音量也是非常清晰的。呼吸、心脏跳动、睡和醒、饱和饥等等有规则的节律，其中包含着生活条件本身中的结构。知觉的恒常性——关于物体的真实形状和大小通过表观形状和表观大小的变换是不变的这一点的认识——所谓生物钟的运转和新生儿找出发声处的能力表明，生命机体配备着一种结构，它以典型的方式来整理所谓的原始的经验。因此，从这种证据我们可以作出结论：我们所获得的经验是用这种把它提供给我们结构本身所形成的。在这种遗传学上遗传下来的结构的意义上，应验了康德的知觉先天形式的见解。

我们还想把这种不管在多大程度上在知觉上有结构的原始经验和我们在其中构想它并使它成为深思熟虑的意识中的对象的这种反思知觉区别开来。正如我们在前面已经注意到的（在第五章中），语言在把种族的概念框架引进经验和行动的整理有序过程中时，也就改变了知觉的前后关系。应用语言“使我们超越了自身”，并使我们的经验纳入客体、活动和他人的公共世界的框架之中。在获得这种参照框架的过程中，我们就超越了某种未加勾划的我向性的界线，超越了某种甚至还构不成自我意识的纯粹意识。

在探索剥去了所有这种获得的和公共的参照的原初知觉世界的努力中，有些哲学家（著名的有胡塞尔和梅罗-庞蒂这样的现象学者以及象普赖斯和布罗德这样的感觉材料理论家）已经大胆说明了这种前感知或前判断的知觉。但是，即使在这里，试图描绘某种纯粹的这里-和-现在的原始状态、试图描绘纯粹的持续现在（即在其中，不论有什么存在，都存在于现在）的特征，这种努力就已经被套进用受概念指称所污染的语言来描述前语言或前概念知

觉的悖论之中了。即使是最原始的自我概念，或者我们可以称为自我意识的知觉的性质，也已经包含有非我或它者这种互补的概念了。对于目前或现在的知觉的辨别，取决于把它们从非现在或那时区分出来；与此相类似，这里隐含有非这里或那里的意思。恰似画像和底色“相互着色而映现出来”（借用约翰·奥斯丁的一个比喻），以致于我们不能够单有一方面而无另一方。任何涉及空间和时间中的目前，都已经加上了距离和间隔的知觉。我们对外部的知觉和内在知觉之间的区别，标志着世界和自我这两个互补的方面（其中外部和内部是互相依赖的）的另一个辨别。一方面，存在着对撞击到我们的皮肤表面或眼睛、耳朵上的东西的知觉。【318】这是作为对外部的（我们能作用于它们并且它们能抵抗我们的作用的）那些东西的知觉。另一方面，我们又有描述为动觉和本体感受作用的那种内在感觉或身体状态的知觉。现代经验论的奠基人约翰·洛克在其《人类理解论》一书中，把我们知觉中外来性的感觉描绘为外在的。黑格尔在《精神现象学》一书中，在他对这儿和现在以及自我这种原始知觉所作的具有大量证明的逻辑审查中，已经指出，在这种称为直接的经验上面，必然渗进了概念的框架。同样，怀特海在审查瞬时性这个复杂的逻辑概念中，在“一瞬间的整个自然界”概念中，看到了远离于纯粹的感性知觉的一种概念的抽象在起作用。他写道：“并不存在被感性知觉所断定的象一瞬间的自然界这样的事儿。自然界所给予认识的是经历一个时期的自然界……。感性知觉所直接给予我们的认识是一个期间”<sup>①</sup>。而且甚至这样一种期间还含有怀特海的“为同时性所限定的自然界的具体断面”的意思，牵涉到经过、以前和以后以及时间上的延展的概念，从这些概念中引出了我们的时间序列、广延或

<sup>①</sup> A.N.怀特海：《自然的观念》（*The Concept of Nature*, Cambridge, Cambridge University Press, 1920），p.57.

期间中的时刻系列的概念。所以，又是语言把我们引向公共客体的世界。我们对别人讲话，他们不在我们所在之处，而是在离我们有某个距离的那里，但仍然处于我们的现在的时候。随着我们确定对象在精心制成的关于这里-现在和那里-那时的空间-时间框架中的位置，我们也就指出、命名和论及超出我们自身的事情，并把这 and 那区别开来了。我们试以这种方式来说明空间-时间-物质框架的起源，在这个框架中，原始的经验是由概念来整理的，并且打上了我们日常语言的烙印。

随着语言使经验形成为思想而产生的空间、时间和物质的抽象概念，起初包含着我们具体经验中的定性的和感情上的内容。抽象的术语来自最初的具体的定性的参照物。所以，起先具体地用来意指视野中的空间边界的术语变成了意味着任何界限或边界的普遍的术语。这些术语的否定，内涵着无边界性或无界限性。在古希腊的自然哲学中，变成了实名词而不是形容词。而对于阿那克西曼德来说，带着不明确规定其性质的无定（即“阿派隆”）成为宇宙的初始状态。（参见本书前面有关阿那克西曼德的部分，第97页）。所以，为了得出更加抽象的未定性的期间概念，也就舍弃了人们感受中的那种有关期间的具体性质——与心情急躁或平静、生动新近的记忆或遥远的变得模糊淡泊的记忆相联系——在更加抽象的未定性的期间概念中，它的所有部分都是相同的，用牛顿的措辞来说，它是“均匀地流逝的”。物体的性质被剥夺了，仅仅保留着它们本质的或第一特性：它们在一个位置上存在着，并且在一定的时间内保持不变。【319】空间连同其看得见的和感情的质——宏大、邻近、无边、包容——是被作为这些质按其特性而融合在一起的一种关系而建立起来的；我们的自参照的身体运动的空间连同它的往、来、上、下、前、后的性质，其中每一种联系到在这空间中某些行为者的活动和运动描绘了某种具体



的性质——现在也被剥夺了，或者变为质上无区别了，所有的行为者仅仅轮流地“占据”空间，并且处在它们的“位置”上。由于空间的所有感知的性质已被排除，剩下的只是作为思想的对象、不能加以描绘的抽象的空间。给我们剩下的是没有可想象的东西和抹掉了带有个人的感情色彩或质上不同的标志的时间。由于物体的质已经被简化为一种标准的质，即空间中的广延性，物质也就变成无区别空间中的一种无区别的占据者。由于线、形和方向是图示中的几何表示，某种概念抽象的特定视觉表示仍然保留着。为测量距离而使用的仪器——细绳和量杆——成了几何线的理想表示。根据按顺序报出数目的测量操作，在数学运算的图解或形式表示中，作为图解的残留物留下了，第一、数目和后继者等概念。随着语言和文字的发展，随着向象形字抽象的进步，记号代替了事物、事件和活动。记号仅仅是作为一个提醒者而登记下来，不过保留着它们之间的某些关系属性，如下一个、之间、以前和以后。这种抽象的重要收获是以记号的操作法取代了事物，以机械记忆中过去事件的记录这种更持久的表象来代替口头相传的人类记载方法。

这样一种公共整理出来的概念空间、概念时间，或作为在空间中广延的物质这种概念的客体，允许我们超越于特殊性和主观性，建立起公共的记录，使其割断与特殊位置的特性的关系，并且有助于智力去重建出一个一元的和统一的宇宙。在打猎、战争或生产等实践活动中，用适合这些特殊用途的语言来不含糊地定位，是用两条道路的交叉、物体两端点的重合以及日出或月出的次数来标出位置和时间。随着首先在规则和礼仪中约定俗成和形式化的应用，空间-时间指称的范围被推广了，直至成为无限。与从智力上对无限性的严格抽象一起，这种想象使诸神也带上了这些相同的性质，以致于空间和时间成为神性的显现：唯一、不

变、永恒、无限、无所不在。这样来构想和抽象一个宇宙，使得所有的空间和时间在人的心目中都可以认为是无差别的，这种智力支配宇宙的胜利，在无所不知的上帝的概念中找到了它的表示，这位上帝洞察一切，对于他来说，所有的时间都是现在。【320】所以，在思想史上，随同科学概念的不断增长，神学的表达也得出了有这种概念框架存在的断言。物质变成了实体，它不可创造，也不可消灭，它是万物存在的基础，有如上帝那样，成为 *causasui*，即自我的原因。随着空间象上帝那样变成没有中心也没有边界的统一体，时间也消失在永恒存在的时刻之中。所有关于特殊的这个或那个、那时和现在的序列，这里和那里的感性特征，也都消失于万有的上帝的普遍性之中。贝克莱评论道：“一旦承认了物质，我就要向证明上帝不是物质的任何人挑战”。J. 爱德华兹 (Jonathan Edwards) 在牛顿力学的推论中领悟到“上帝是空间”这个结论。斯宾诺莎则把这个观念所隐含的意思推到极端，他证明物质就是神。牛顿本人在把空间描述为“上帝的无限的感觉中枢”的隐喻中，突然收笔了，可以这样说，在这个比喻中，万事万物都发生在上帝的“眼”前。

物质、空间和时间概念的整个历史，在数百年中是形而上学思辨的历史。只是随着近代科学的进展，这些概念才在充分的意义上成为操作的概念，并紧密联系于测量。而这也只是实现了概念化的最初推动：即为了实践上和公共活动的目的，将感性的空间-时间和质加以抽象。人们可以把空间-时间性对象的发明列在诸如轮子的发明这种技术的成就之中。概念变成了象直尺和六分仪那样的行动的工具和行动的指南。所以，人们可以说时钟是一定的时间观念的产物——作为一种工具，它体现了一种抽象概念；它被制造出来，是为了量度这种概念。量尺也是这样，因为它的间隔相等性以及它作为测量单位的恒定性，仅当它存在于一

个无差别的和各向同性的空间中，而且物体在这空间中移动也不会受到不同的影响时，才是有意义的。描述这种空间的几何学基础是假定允许量尺具有这种意义。上帝是按照这种空间、这种时间和这种物质的映象制造出来的，因此他变成了一位正在揣摩事物是怎样的数学家、几何学家。所以，上帝的理性和世界的结构是同一种类型——数学的类型。因此，理性的真理和数学的真理是必然的真理，而且在十七世纪最终达到的理性的——几何学的空间和时间观念，是一种“必然的”观念。由此出发，走到康德关于空间和时间——特别是在欧几里得几何学概念内操作的牛顿物理学的空间和时间——是我们的知性领悟事物的必然的先验形式的概念，这只是很小的一步。我们臆想的原始经验的旺盛花色和嘈杂喧闹的混乱结束了，因为思维的结构是按抽象的几何学模型来构思的。感官的虚幻的映象消失了，因为理性足以了解的这个世界的必然构造，就象牛顿所拟定的构造的那样。

从上面简短的浏览中所得到的教训是，我们的空间、时间和物质的观念，如同所有其他的观念一样，是一种历史性的观念。它们为人类的目的服务而不偏袒；因为在它们的历史发展中，随着特殊性和权宜之计让位于这些观念的不断的精炼和普遍化，这些观念已经为服务于全人类的目的而发展起来了。有了上面的引言，我们现在可以来审查关于空间、时间和物质的新近概念了，这些概念是人类思想对自然界的表象所达到的最精炼和最普遍的表现。这种新近观念的有意义的特征是，它们在一个远远超越十七世纪牛顿观点的抽象水平上，却变得要令人联想起在我们臆想的原始经验中空间和时间的那种关系的质。

## 不同的时空观

人们有时声称，有一种与众不同的常识性的空间-时间框架，这一框架对于人类在中等尺度物体的世界中进行的通常操作是有效的；可是科学以一种非常离奇的空间-时间框架取代了常识的框架，而科学的空间-时间框架在非常微小的领域（亚原子或量子层次）和非常大的领域（在天文学距离和速度接近光速的层次上）保持成立。这种观点假定存在着某种从普通经验中得来的有关空间和时间的固有的常识图景。但是，事实上，我们当前的空间和时间的常识图景，乃是科学的产物，特别是十七世纪物理学的产物，而常识乃是描述概念发展的一个时期或一个特定阶段中的常识的相对的术语。这并不是说人类在其行动和工作的世界中、在其共同的生物学构造中，没有共通的经验基础。但是，空间和时间的观念并不总是和我们关于空间和时间的某些看上去是不可避免的和必然的简单“真理”相一致。在巫术起着作用的原始社会中，空间和时间被设想为巫术的偶发事件能够在其中发生的那种空间和时间。在测量活动对于农业和生产变得十分重要的社会中，空间和时间将为人们的公共活动规定一种框子。而一旦哲学的思辨和批判的思考兴起，不同的观念既显示了在各种空间-时间结构中操作的生命的复杂性，又显示了创造性思维和批判的力量，这种创造性思维与批判可以想象出显然与任何典型的经验或活动都无关的臆想的空间和时间。

然而我们共同有着很强烈的空间-时间直觉，这种直觉对我们来说似乎是必然的和最基本的——事实上，这些直觉是如此地基本和不可动摇，以致于它们提示这是这样一个框架，在这个框架之外，我们就根本不可能经验到任何事物。柏拉图在谈论空间

作为无论任何事物存在的条件时，就表示了这种确信。【322】而且难以想象任何事物能在某个特定的地方存在而又不能不在那里存在，正如难以想象任何事物在某时间存在而又不存在一样。因此，当这种直观盛行时，就可以作出结论，我们是用空间和时间来定义存在的，而且我们典型地把空间-时间中的存在看作是物质的或物理的存在。

如果我们把上述的这种见解作为一个公理，亦即；空间是处处相同的和在所有方向上相同的，时间也同样是无区别的；当我们加上关于在这种空间和时间中各区域的定位的定义，那末我们就可以构造出经典的牛顿空间-时间概念。再加上这些区域的占有者的补充概念，我们就有了经典的笛卡儿的物质概念。我们也就有了这种空间-时间-物质概念所引起的经典的矛盾。而且对于已成为常识的空间、时间和物质观点，我们也获得了一个良好的近似。现在让我们来审查这样的一种构造究竟象什么。

首先，如果空间和时间事实上是真正在质上无差别的，那末，无区别的、质上空虚的空间和时间同有区域的空间和时间的区分，就提出了这样一些区域如何能够被辨别的问题。如果空间和时间是处处相同的，那么得出分隔空间和时间区域的边界线概念将是困难的。更确切地说，我们得到的是无缝的整块空间，是一个没有内在区别的统一体。我们将得到巴门尼德式的空间和时间（参见第104页），在那里，地点和时间是不可区分的。代替这种看法，有人提议空间确有其地点，一如时间有其时刻，并由此构成空间-时间的次序。空间和无区别性是通过将所有地点和时间作为质上无差别的表示而得以保持的，因此就不存在优越的区域——对任何这种区域的随机选择，都和任何其他选择相同。但是一旦作出了一种选择，那么对于这种选择，某种参照构架就从这个选定的区域建立起来了。空间和无区别性就通过这种选

择的任意性而得以保持。这种空间表象的惯例是将其分解为三维空间，其中水平方向为二维，垂直方向一维。但水平和垂直方向的规定也同样是任意的，否则的话，在空间中某种真实“向上”和真实“向下”之间也就会有质上的差别了。所以，这样的一个参照构架可以作任何角度的转动的，而且经过这种变换仍保持其不变性。这就以角量度的术语引进了对空间有序化的另一种表达。

但是，在一个无区别的空间中，没有某种固定的参照构架就不存在经过一个角距离的转动的度量。同样，对于标准的笛卡儿坐标系，也还没有度规，亦即没有距离的量度。允许我们使用距离和转动角度概念的是度规。但这种引进是如何实现的呢？直观上看，我们可以主张可以通过一些定义空间中某些相等关系的公理来引入度规。【323】为构成这种关系，需要适当的元素，而这些元素也需要被看成是无区别地相似或等同的。然后将这些元素设想为空间区域或位置，这样我们就可以进一步整理出这些区域对其他区域之间的次序。再从我们对空间的直观操作中，我们可以提出没有两个区域可以是同一个区域，由于我们所意指的是根据二不等于一，因此这种主张看来多半是无害的。不过在这些基础之上选取一个单独的区域，如果我们这时又要求这个区域排除了所有其他区域，那末我们就已经在空间中建立了一种区分。所以，空间中的区域是自身等同的，但对于我们现在可称之为位置或地点这种事物而言，严格地说来，这样一个区域就不再等同于其他区域，或不再无区分地相似于每一个其他区域了。因为，假如是这样的话，那么每个“其他”区域也会在其地点上相似，就象在所有其他方面一样了。这样我们就引入了空间的质上无差异性的一個限制。一个区域除了其所在地点以外，它与任何其他区域在其他任何方面都是等同的。因此，空间中每个区域都有一个独一无二的地点，从而是唯一的自身等同的。这是关于一个绝对空间的

假设，在绝对空间中，区域或位置是“真实地”相对于每一个其他区域处在它们所在的地方。而这就是牛顿空间的基本假设。

于是这样一种空间的有序化可以依据空间区域的绝对位置来进行。如果空间是由这些区域构成的，那么就没有不是区域的空间，也就是说，区域是相邻接的，空间乃是这种邻接区域的连续区。如果我们取区域为任意小（这完全是一种直观的观念，因为我们尚无大小的概念），我们就可以将上述见解表示为如下说法：空间中任何两个区域之间，总存在另一个区域。这种有间性概念成为区域有序化中的一种基本关系，从而允许我们将空间设想为可无限地分割为区域。我们可以换一种说法，认为空间中任何区域都包含着子区域，或收敛于一极限（这种情况可用处于圆圈中的圆圈中的圆圈来描绘，只要我们记住圆需要一种度规，因为根据定义，“圆”要求等距概念，而我们现在却还没有这种度规）。在这个极限上，可引入点的概念，点是区域收敛到的地方。点作为极限，它构成了空间不可分解的非度规元素。点的性质可由下述定义得出：它们是无限接近的或稠密的，以致于任何两点之间总存在一点。如果我们取大小作为区域在空间中广延的表示，那么点就处于广延的极限上——它们的广延等于零。反过来说，任何广延的区域，都包含多于一点的区域。但是这样任何广延都包含无数的点，因为任何两点之间总存在着第三点。由于一个点的无限集合如同任何其他点的无限集合一样，具有相同的基数，因此我们就不能以这种方式来区分广延性。【324】也就是说，我们到现在还没有距离的概念。这将要求我们建立某些相等或不等的点集的概念。但是在我们的关于空间的纯概念构造中，迄今还没有我们可取作为标准单位的这种集合，或者作为我们可据以建立一种度规的一种优越的集合。

因此，随着选取一个标准单位，我们就把据以使标准单位应

用于测量之中的操作的特征包括了进来，因此，选择一种标准的单位，也就是引进了一种度规。很清楚，这种标准必须是不变的，或经过所有的变换都是自身等同的。从实践方面来说，我们安心地采用这种单位：尺子，我们可用某些仪器来度量的一块岩石和一棵树之间的距离，等等。但是，对这样一些选择的概念基础则在于假设存在着一种对这一距离给出唯一的和不变的数值的测量方式。

随同度规的定义，测量的操作技术或实践技术侵入到纯概念的图式之中。因此，欧几里得引入有关“两点间最短距离”的概念。这被定义为直线，并且以这种直线为基础建立起一种度规。但是，除非我们有一种测量最短距离或测量直线的方法，否则这就是一个循环定义或空洞的定义。从常识上说，我们会说直意指“不弯”，而每个人都知道它是什么样子。我们也可以说，直意味着沿各点的连线看去，所有各点都在这条视线上重合——它们彼此相继一个遮盖着另一个，以致于没有一个点子逸出视线外。但是，这种直观的见解依赖于一个先验的假定，即光是沿直线传到我们的眼睛的。如果光是曲线传播的，可以推想，弯曲地排列在线上的点子也将彼此覆盖，我们就不能根据这一点而说我们看到的是一条直线还是一条曲线(图8)。但如果我们保留依据视觉的直的定义，那么我们实际上所意味的是，我们把光线的路径作为直的定义，以致于再问这是否“实在的”直就没有意义了，除非还有某种其他对

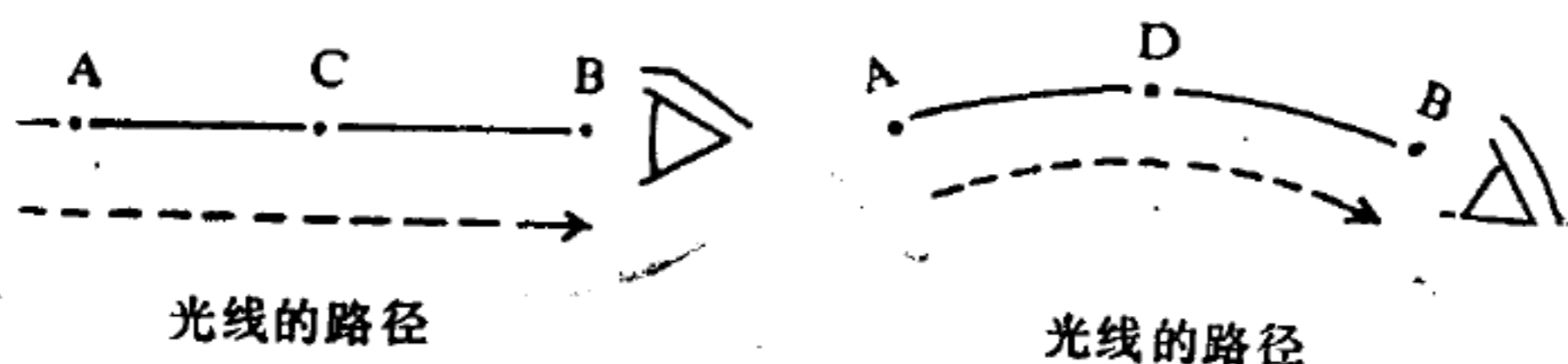


图 8



于直的独立无关的量度。

一旦我们把路径引入我们的空间概念之中，我们就引进了比空间关系更多的东西。我们引进了某种东西通过空间运动的概念，或者一种构成优越的或唯一的空间区域排列的概念，我们称这种排列为路径。现在，可以有无数的这种路径，并可以根据不存在两条路径共同具有其全部构成区域这种形式上的要求把它们彼此区分开来。【325】换句话说，任何包含和仅仅包含与另一条路线全部相同区域的路径，就与那另一条路径同一；这里只有一条路径，而不是两条路径。这里我们的结构变得更为复杂了。如果我们谈到一道光线沿A、B两点间某路径运动，设想另一条光线沿A、B之间不同的路径传播，而我们根据某种关于“直”的假定，决定把ACB看作短于ADB，若射线ACB和ADB在同一个时间从A发生，并且同时到达B点，那么我们就必须认为沿ADB的光线跑得较快，因为它的距离较远。这里，我们把时间的概念引进了距离的框架。为了以纯空间的方式想象相等的距离，我们可以选择用“直”尺的量度。但我们也可以选择相同时间通过相同距离的光线来定义这种距离的相等性。我们可以根据通过相继空间区域的推移，把运动的概念引进我们的空间框架。但是我们还没有引入任何相等或不等运动的概念，因为任何两个空间区域，作为某运动的起点和终点，中间应横贯着相等的区域数目（亦即无限的数目）。仅以这些为根据，那么任何沿光线通过的路径，将和任何其他的路径相等，这样直或弯的区分就不会发生。然而如果我们引入最短路程的概念作为直的定义，那么，可以推想在这种考虑之下，各路径之间就存在区别了。两个空间区域之间的所有最短路径都是相等的。我们可以说存在而且仅仅存在一个最短路径。然而，我们又可以认为有无数个最短路径（例如，当A和B之间唯一可能的路径是沿某种橄榄球状的椭球的外表面的线时，所有这些

路径在长度上是相等的（见图9）。但这并没有任何理由排除特定的连接的空间—时间区域作为可能的路径（例如穿过橄榄球中间的线）。我们不仅要考虑运动的路径，而且也要考虑光线通过该路径的时间，这样，就引入了速度的概念。这里已经假定，当我们说如果我们直观地假定ACB短于ADB，以及光线从A发出通过两条路径之后同时到达B，那么光线沿ADB就跑得较快。“快”是根据“在相同时间经过较大距离”来定义的。

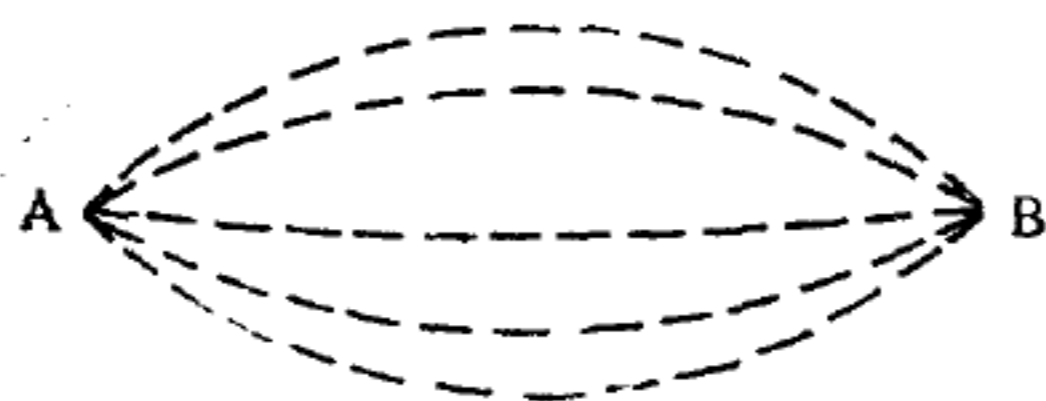


图 9

现在来考虑我们已经在深入探讨的这个问题。[326]告诉我们ACB是直的那把尺子本身是根据沿该尺子的目测来定义该尺子是直的。这预先假定了到达我们眼睛的光线是直的。我们然后又用这把尺子测定ACB短于ADB。在这基础上，我们断定光在同一时间里到达B，光沿ADB较之沿ACB要走得更快些，这假定的最短距离是需要最少时间通过的那段距离。但是根据我们的假设，除非我们假设沿另一条路径的速度不变，否则谈论“最少时间”将是无意义的，因为要不然的话，我们就可以调整速度，使之对于任何长度的路径的传播，所需要的时间都相同。光线会估计到路径的长度，来决定它必须走多快，以便在一个给定时间内传到终点，这样来调整它的速度，以致于所有的路径都能在同一时间通过。这样，根据定义得出，若路径ACB和ADB在相同的时间经过的话，那么它们就是相等的距离了；但它们又是被视觉定义

的直尺所测得的不相等的距离。在允许光线按照其必须通过的距离的比例改变其速度时，这个问题是明显的。反过来我们假设光速不变，亦即光在相等的时间经过相等的距离。如果事实上光线从A出发，在相同的时间内沿两条路径到达B，那么确定ACB短于ADB在逻辑上就不可能了。这些路径在距离上是相等的。但是一把尺子并不能量出它们的区别，即使尺子本身是直的，这里“直”意味着“最短距离”，而“最短距离”本身又意味着“光线在最短的时间经过”。我们必须假定，一把尺子在测量ADB时应当沿路径ADB变弯，以致于在ADB参考构架中，它将在视觉上表现出是直的，如同它在ACB中那样。

时间的概念作为距离定义的本质而引入到我们纯空间的距离概念之中。这并不是特别希奇的事，习惯上我们也常用这种方式来描述距离。譬如你问：“到布法罗〔美国城市——译注〕有多远？”人们会答道：“坐飞机大约两小时”。我们关于距离和时间的系统性概念证明这种见识是完全正确的。这当然意味着以一定速度飞行的飞机将在两个小时内越过这段距离。不过，这和我们上面所讨论的还不完全是一回事。因为在通常的看法中，我们的确是把空间和时间分开独立地进行测量的，前者用尺，后者用钟。而我们上面提出的是确立一个标准尺的问题，这把标准尺经过一些变换仍保持不变。它不能象橡皮那样弄弯，或从一处移用于另一处时长度不能改变。因此，这把标准尺必须是刚性的。然而为了确定它是直的，我们就涉及到某种牵涉到光线的检验（如目测）。这就引起了沿着某些路径的传播时间是否不变的问题。我们最终必须假定的不变性是沿任何空间路径传播的光速的不变性。因此，按照定义，任何路径，当它是用光线传过所花费的时间来规定为最短的距离时，它就是直的。

让我们来看看这对于空间的构造有何影响。〔327〕从概念上

说，我们保留了空间的均匀性和各向同性。不过，这种“相同”现在是指无论我们建立一种什么样的度规，当我们把这一度规移至另一空间区域时，我们建立于其中的所有关系将保持不变。这似乎是说，实际上存在着普适的和不变的空间，然而这里含义有着微妙的和重要的改变。我们真正要说的是，对于任何地方的度规（例如距离的度规），存在着一个在任何其他空间区域保持这种地方度规关系不变性的变换。因此，所有地方度规都具有一些变换为其他地方度规的不变变换。这就如同认为从一个国家到另一国家，货币虽不相同，但仍有一个普适的兑换率，以致于任何货币都可以按这个比率对任何其他货币进行等值地兑换。然而这并非认为所有货币都是一样的。事实上，通过确定当地的货币是什么——也就是弄清当地的度量系统——能够分辨出货币是什么地方的，兑换率将给出货币的变换方程，这些方程不是任意的。它们将按照某些经验上重要的等值标准而固定下来。研究这种标准的最大可行性是国际金融的一个问题。黄金的标准就是试图以一克黄金这种单一的单位给出国际间货币等价的标准。这并不意味着这种等价是普遍地对其他每种商品而言的，因为有些商品在一个地方要比另一个地方便宜。

然而物理学的空间-时间系统的建立，使得进入方程中的“商品”全都能够相互变换。它们也不是任意的。它们是质量、时间和长度——我们据以系统地定义其他物理量的基本量值——的这种可度量性质的数值。打个比方说，我们可以将这种普适的不变性描绘为一个“世界之网”，在这个世界之网中，基本量以这样一种方式而彼此联结，即它们之中有一种保持恒定和不变的关系，所有其它关系都依据这种关系来解释。在经典物理学中，在某种概念的绝对意义上假定或假设存在空间的等同区域和时间的等同期间的基础上，这种恒定和不变的关系已经作为一种绝对的空间

和绝对的时间而引入了，空间和时间的测量，通过发现例如钟摆的摆动和石英晶体的振荡之间的不变的比率，仅仅是显示了这种等同而已。没有这种比率的不变性，任何标准量度本身仍然是纯粹的约定；而随着这种不变性的发现，某种不依赖于我们选择的東西就似乎被揭示出来了。所以，对于显示满盈的月相，有一个时令按确定比率的变化，以致于日历记号不单是任意的序列，而是按确定的方式在一个比率系统内重复出现的序列。太阴月的周期是带有日出和日落的确定数目的不变量。当这种不变性的极大量类型能归结和转换到更普遍的不变性中去时，网就收紧了。在这种意义上就引进了一个单一的常数作为对把它们彼此联结起来的所有不变性的兑换率，而不管它们有多大的差别。【328】

在当代物理学中，在经过一段大发现（这些发现出现在许多实验领域里，它们穷竭了经典的空间-时间观的极限）的历史之后，爱因斯坦引入了真空中光速恒定的概念作为宇宙中普遍的不变属性，依据这个概念，其他的不变性可以首尾一贯地表示出来。这来自于对物理学家洛伦兹作为一种“保全表观”的办法于1895年表述的特定方程的一种释义。这些所谓洛伦兹变换方程是用以说明迈克尔逊-莫雷实验负结果原因的一种努力，这个实验试图确定介质对于被设想在其中传播的光的影响，类似于一种作用于光的摩擦阻力，介质使光的速度在一定的方向上减小。洛伦兹的“保全表观”的办法与欧多克斯为了应付天文观察而设计的同心球方法几乎相同（参见附录B）。然而，爱因斯坦却从根本上来解释这些方程。他认为，光是以与光源或传播方向无关的恒定速度传播的，因此，建立在任何区域的时间或空间参照构架，只要保持这个不变的速度，那么它们就象任何其他区域中的其他任何参照构架那样地“客观”；因为在这里，变换方程给出的仅仅是确定一个空间-时间框架对于另一个空间-时间框架之间的关系的规律。实

实际上这就是说，并不存在当地空间-时间框架之外的那种框架，也不存在所有的框架靠着它来加以检验的绝对的框架，假如我们想保留绝对框架的意义，那么它就是所有当地框架中所能建立的普适关系。这就使我们在空间和时间观念上要作出基本的抉择，现在我们对此加以概述。

### 绝对的或牛顿的空间和时间

空间由唯一地有序的和不动的相邻接的区域或位置组成。作为这样的区域的极限，一个概念的空间具有无广延的空间点。因此，如果物质是依据广延来定义的话，那么，当我们说空间是由处处密集的这种无广延的点集构成的，则空间就不是物质。物质在空间中的分布可以用质量这个变量在这些空间点上的数值来表示；牛顿力学的一个推论就是，空间中一物体的质量可在一点上表示出来。所以，这种质点是一种理想的实体，它保存了在某一实在空间中运动的物质的分布的某些特征。在这样的空间中，运动将是点的位置的变化。因为在点之间不存在空隙，运动将是连续的和无限可分的。在此限度内，运动不是别的，而是某种质量值对于点位置的相继占据。所以，在这种理想空间中，物质的原子也不具有广延性，而是一种无广延的点。【328】在空间中唯一的区别是哪些位置被占据了，哪些位置是空着的。但是各点的位置将保持其不变的结构，而不论它们是否被占据，在这个意义上，空间是绝对的。所有这种点的位置之间的关系可以用带有两个水平维度和一个垂直维度的笛卡儿坐标系来表示。但因为这样一个坐标系的原点可以置于空间中任何地方，所以每一个笛卡儿坐标系都可以通过转动或原点的平移而变换为任何其他一个笛卡儿坐标系。

时间也是由各部分的一种不变的独特排列所构成的，这些部

分在其极限状态上时，我们便可以称之为时刻。但这些时刻是按一维的顺序排列的，任何时刻都处于其他两个与之相邻接的、按线性序列排列的时刻之间。整个时间系列和整个空间系列是同构的，我们可以把每一个空间点映射到所有时刻上，或者将每一时刻映射到所有空间点上。<sup>①</sup>在这个意义上，空间是全时间的，时间是全空间的。因为空间和时间都是容器，一个时刻可以被一事件所占据或空着。如果物质永远占据着全部空间，那就不存在“空的”空间和“空的”时间。但是质点在变化着，亦即在同一点上决不总是具有相同的质量值，所以当某点质量值为零时，我们可以说该点是空的。但是在这儿，另一个经典观念进来了：质量值不能自发地出现和消失。因此，质量在经历整个空间-时间框架时，它仍然保持不变。如果一个质量值在一点上变化了，其差额就会在另一点上显示出来，如同人们挤压一个密封的牙膏管那样。某些假设恒定的质量值在一个时间中处于一点、在某些其他时间处于另一点的序列，就是该质量的历史或该质量的运动。如果我们认为这种质量象一个物体那样填满某个空间，那么，当然它的特性就是它广延于空间之中。但是当我们从观念上把质量设想为在一点上的一个数值时，那么我们就得到了无广延的物质原子，随之也带来了调和物体同无广延的质点或原子的全部困难。因为无论我们聚集起来的这种原子有多少，也不能通过把无广延的质点加在一起而得到一个有广延的物体。当我们记住点是作为一种理想空间那样的概念的抽象时，我们才能摆脱这种困难；理

---

① J. 洛克在他的《人类理解论》一书(第二卷第十五章)中关于空间和时间的关系的结论是：“广延和期间的确彼此互相包含和包括着；每一个空间部分存在于每一个期间部分之中，而且每一个期间的部分也存在于每一个广延的部分之中”(G. J. 怀特罗的《时间的自然哲学》(Edinburgh: Thomas Nelson & Sons, Ltd., 1961), 第233页引证了这段话)，可对照明可夫斯基的说法，第46<sup>7</sup>页。

想空间是某种所谓的真实空间的模型，在这个模型中，空间区域可以任意小，但决不能在实际上小到我们将它作为一个点来设想的这种极限。因此，一个区域 $R$ 就使得总是存在区域 $R' < R$ 。这样，所谓运动也就是指从一个区域 $R_1$ 向任意接近的区域 $R_2$ 的迁移过程。但是对于占有一个区域的物体来说，【330】其运动的时间条件是：可确定出物体完全占据于其区域的大小为 $R_{b1}$ 的区域，若物体在时间 $t$ 占据 $R_{b1}$ ，而在另一时间 $t'$ 不占据 $R_{b1}$ ，那么，我们就可以说物体运动了。但由于经典的空间-时间是由离散的位置和期间构成的，一物体不能在同一时间处于两个地点，两个物体在同一时间也不能占据同一个地点。物体最终被设想为“不可入的”，也就是说，它是某种没有任何东西能够穿过的无限稠密的物质，因此，在任何给定的时间里，物体将拒绝所有其他物体进入自己所处的位置。这样，我们就得到了一个坚硬的原子粒子模型，这种原子粒子或者在整个时间相继间隔或时刻中静止在其地点或区域上，或者在相继的时间中经过相继的点位置而运动。所以，空间-时间是一个连续区，在其中物体唯一地占据着空间-时间位置，并绝对地限定在这个绝对的框架之中。这里主要的特征是，空间和时间与物体对它们的任何偶然占据无关。

### 表示关系的空间和时间

如果与上述观点相反，我们认为空间-时间点是由发生在该点上的事件(如一质量值)所决定的，而因此空间区域和时间间隔就其本身来说并没有独立的结构，这样，我们就使空间和时间成为事件的功能了。这种观点似乎是回复到使空间和时间与经验的特性和性质相联结的这种原始的经验。这样，空间就作为客体之间的关系而产生，时间也是作为事件之间的关系。这就提出了一个问题：如果任何事件都没有发生，那就意味着时间不在流逝吗？



如果世界上不存在事物，那就不存在空间吗？严格地说，这种观点的含义确实如此。现在人们也许可以想象一种什么也没有发生的情景，但是其含义严格来说是什么呢？从心理学上说，当我们不具有任何事情在发生的知觉时（譬如我们在熟睡之中），那我们也的确意识不到时间在流逝了。但我们能假设，在我们睡着时，发生着我们所没有知觉到的事情，而这些事情的踪迹我们是能够加以核对的。可是如果当我们睡着时，万事万物都停止了，那么实际上也就无法知道时间曾经流逝了。同样，我们除了能把空间设想为事物存在的区域之间的关系外，决不能想象出一无所有的空间。所以我们谈论的是星体之间空的空间，地球和月亮之间空的空间，或者我们自己和书桌之间的空的空间。随着我们在空间中引入某种度规，我们实际上就是引入了一种决定空间作为某些象距离或速度这类数量的函数的定义关系。但是，正如我们已看到的，确立一个度量的距离，必须诉诸于某些（实际的或假想的）事变，例如一条光线的通过。因此这就抛弃了与在某些地点和时间中的事件或事变无关地将所有地点映射在所有时间中的这种先验的概念。【331】明可夫斯基基于爱因斯坦提议的定域（即事件的）空间-时间框架的客观性，对经典观点进行反驳，他在著名的演讲“空间和时间”（1908年）中声称：“人们只能注意到某一时间上的某一地点，只能注意到某一地点上的某一时间”。之所以如此，是因为注意的操作需要有一种事件的构架。对于经典的“空空如也”的空间区域和时间间隔来说是根本不能被注意的，它们是全然“透明的”。明可夫斯基把存在于特定时间的空间中的一个特定的点命名为“世界点”。这样，世界就是所有世界点的集合。在所有世界点上，空间和时间都是彼此相结合的。这种空间-时间世界点的序列，明可夫斯基就称之为“世界线”。这样，一条世界线就是一个存在于空间-时间中单个物的连续史，或者更精确地说，是

由单个存在物所生成的空间-时间径迹。我们每人都有—条世界线，这条世界线起始于我们成为胎儿的片刻，终止于我们的死亡；我们成为胎儿的片刻并不是自发的，而要包含着构成我们从中发育出来的受精卵的组成部分（也就是卵子和精子）的世界线的汇合。

所以，宇宙中每一个粒子都有它的世界线，这些世界线可在图中映射出来（见图10）。我们可以通过将空间的三维在一时刻化简为一个准二维表达来把图示加以抽象和简化（椭圆形XY表示平

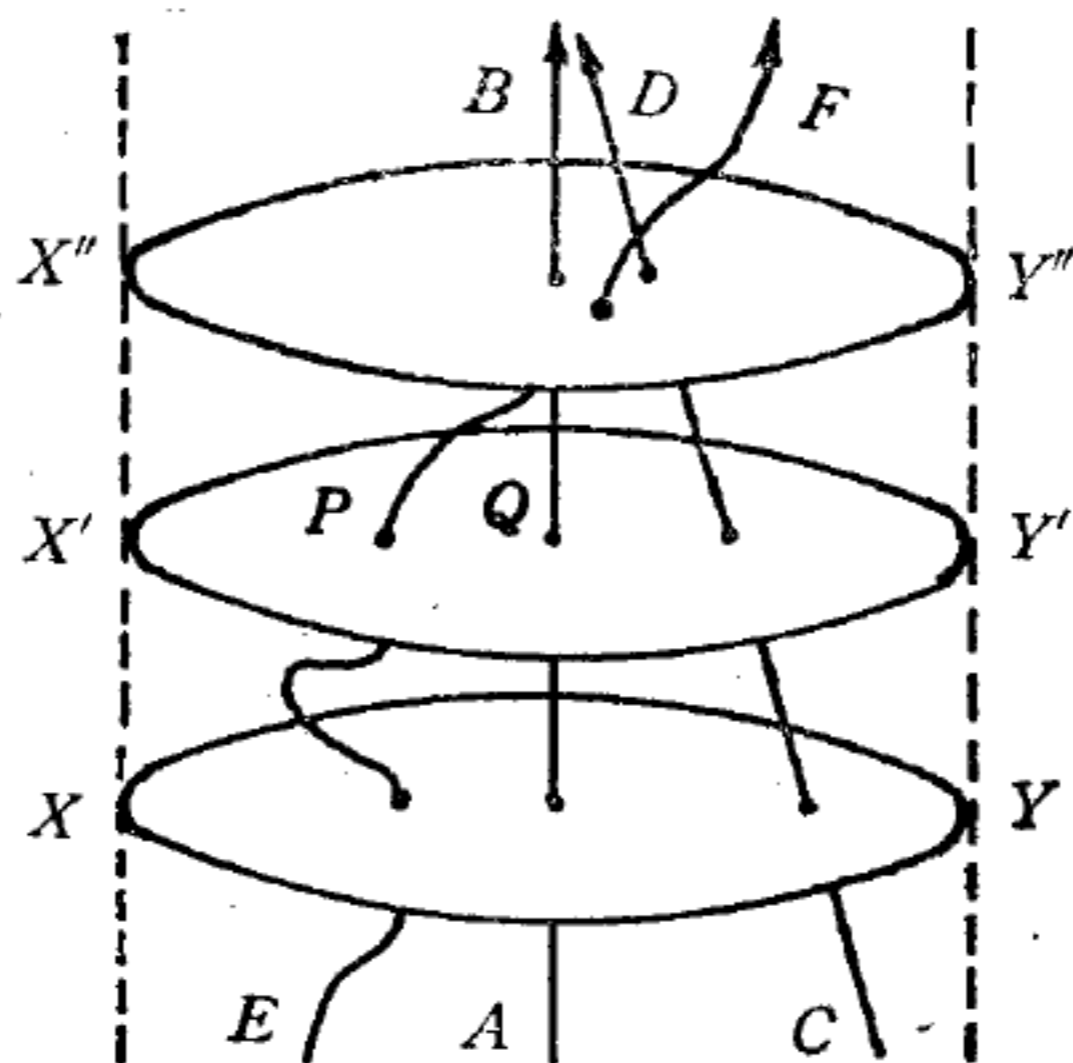


图 10

面)，以穿过这些平面的一条线表示时间。这样，如果我们以所有水平面XY，X'Y'，X''Y''……所构成的圆筒来表示世界，那么象AB这样的世界线就表示一个客体随时间而静止于空间。CD则表示运动客体的世界线，它在相继的时间中占有空间切面的相继部分。因此，CD就表示在一个方向上的匀速运动，而EF\*则表示某

\* 原书误为DE——译注

些更象我们之中某个人这种反复无常的运动的空-时间路径,它表现了一个人在不同的时间休息、奔忙和在不同时间一次又一次地回到同一地点的空-时间路径。图10彻底否证了没有世界线经过的空的表达。【332】实际上并不存在这样的空,除了个体的世界线从而外,没有任何东西能构成这个圆筒。从关系的观点来看,哪儿没有世界线,哪儿也就没有空-时间。

## 事物、事件和过程

以爱因斯坦相对论的空和时间概念为基础的明可夫斯基的“世界”,被称为“四维流形”。科学幻想小说已经把这神秘的四维观念给用滥了。但是,四维的含义并没有超出按笛卡儿坐标系的四个坐标所表示的通常的特征,其中 $x, y, z$ 是通常的三维空,  $t$ 是为构成任何 $x, y, z$ 值的世界点而加上的。因此,在任何给定的数值 $(x, y, z, t)$ 上发生的事变就是一个世界点,对于所有 $t$ 值的 $x, y, z$ 的连续值就构成一条世界线。我们可以将在某特定时间 $t$ 上发生的事变称为一个事件,将事变经过的一些连续的数值系列 $(t_1, t_2, t_3, \dots, t_n)$ 称为一个过程。以这种方式来看,一事物,只要它多于一个瞬时事变并且具有时间持续期间,它就是一个过程。这就在我们的说话方式中引进了奇特的结果。例如,说话应当是一个过程,而我们难以再称它为一件“事物”了;类似地,人们平常也不说岩石或人体是过程。我们宁愿谈论它们的过程,例如岩石的浸蚀或身体的衰老过程。而且,我们对于一个过程的知识应包括某种有关世界线的信息,而不仅仅是世界点的知识。为获得这种知识,我们必须设法作用于这些世界线。因此,我对某种客体的观察,比如对岩石进行观察,就要求我的世界线沿着一条视线或通过接触等等,同岩石的世界线相互作用。如果我们

赋予这种相互作用以因果的特征，那么，除非在我自己和客体之间存在着瞬时接触，否则，这种因果特征就表示我收到的关于该客体的信息，要晚于将信息作为内容而包含于其中的那个事件。如果我是处在离一个客体某个距离上，也就是处在空间-时间截面 $X'Y'$ 上，那么，我的世界点就是 $P$ ，客体的世界点是 $Q$ 。如果信息从 $Q$ 到 $P$ 可以瞬时通过 $X'Y'$ 的话（沿着水平线 $QP$ ），那么， $Q$ 对 $P$ 的因果作用就是瞬时的了。可是，如果假定存在着一个最高的因果传递速度，那么从 $Q$ 发出的信息，【333】只有在为距离 $QP$ 所决定的某些有限的时间范围内才能到达 $P$ ，而这种因果传递的极限速度的确是存在的，这就是在真空中传播的恒定光速。它被确定为 $2.9979 \times 10^8$ 米/秒，或者大约每秒186,000哩。所以，若 $Q$ 和 $P$ 之间的距离约为三码的话，则最快的信号（如光信号）大约也需要千万分之一秒的时间才能通过从 $Q$ 到 $P$ 这段距离，以致于有关世界线 $AB$ 在其世界点 $Q$ 上的信息将不是在 $P$ 点传到我的世界线 $EF$ 上，而是在 $P$ 点再加上千万分之一秒的时间之后才能传到，因此这种到达 $EF$ 的信息就不处于空间-时间截面 $X'Y'$ 上，而是落在稍晚的截面上。如果同时意指在空间-时间截面 $X'Y'$ 之中的话，那么，我就决不能知道与我收到信号的同时在 $AB$ 上发生了什么事情了。但是，在这种空间-时间模型中，同时一词除了能根据因果相互作用来定义而外，不再具有操作上的意义。我现在并不能确定在某个遥远地点上眼下正发生着什么事情，但是可以推测，我能在晚一点时间确定较早些时候所发生的事情。因此，例如我在向我的电视机发来信号的电视广播室中的演出的“同时”观看电视图象，我正在看到的却是过去已发生的事情。当我面对着实况演出时，情况也并不更好些，因为从演员那儿反射来的光线也需要经过一些有限的时间才能到达我的眼睛，而且使沿着从我的视网膜到大脑的那些神经发生神经放电，也需要一些附加的有限时间。

实际上，我正在看到的总是过去所发生的事情，尽管我认为它们就象现在所发生的那样。人们甚至可以把目前或“现在”设想为从各个离自己不同距离的地点上发来的消息的集合。这对谈话来说，的确是一种奇怪的方式。对于在现在，我通常意指即刻的现在，就象我的现在是一个瞬时的现在那样。这就提出了是否我有任何根据来主张我的现在知觉实际上是存在于如同刀刃般的瞬间的问题。如果宁可把我的现在看作是具有一些有限期间的间隔，那么，世界点的概念就是一些无穷小瞬间的理想极限，而不是关于现在的概念（这种现在应被看作多少处于该瞬间的两端上）。依据所谓的似真的具有时间延展或期间的现在，来把意识或知觉这个特殊问题纳入因果图景，这是一个复杂的问题。但是设想相互作用存在于这种关于知觉的考虑并不起作用的两条世界线之间。那么，我们所涉及到的一切也就只是基于信号传递极限速度 $C$ （真空中的光速）的假设，某些在 $Q$ 处发射的信号以及它不在 $P$ 而是在 $P'$ （晚于 $P$ ）被收到了。那么，这会提出什么样的因果相互作用模型呢？

首先，因果传递本身的世界线总要具有某种正的斜率（若我们采取图10的约定，在页面上以较高处表示较晚，较低处表示较早，则因果传递的世界线方向朝上）。在这种意义上，发射和接收可以简单地（并且带有一定危险性）指定为原因和结果。这种因果关系将以下述方式定义时间关系：

1. 原因和结果之间的最小“距离”应当是光线从 $Q$ 点传到 $P'$ 点的世界线。如果我们假定 $C$ 是常数，那么这条世界线的斜率也是常数，并在任何场合中都相同。

2. 因果序列是非对称的。【334】也就是说，结果对于其原因而言总是处于未来，原因对其结果来说总处于过去。但是这就得出，如果 $Q$ 和 $P$ 不同地的话，那末原因和结果决不可能是同时的。如果它们在同一地点，则信号将在 $Q$ 和 $P$ 重合

的极限处消失。这样，发射和接收的概念也就反常了。但如果我们依据信号的传递来定义因果相互作用，那么在一个时刻就不存在因果关系。在一个时刻的绝对同时性，保持因果关系上的不确定。

3. 从这些考虑得出，如果我们把一个原因事件看作为现在的话，则它决不能与过去相互作用；一个未来的事件也不能作用于现在。这样，过去——现在——未来的序列是因果性上非对称的；也就是说，事件的时间系列是依据因果关系的非对称性来定义的。

4. 所以，因果作用的范围处于被因果传递极限速度 $C$ 所限定的过去——现在——未来的边界之内。如果选取某些不变的斜率 $M$ （根据 $C=2.9979 \times 10^8$ 米/秒的数值来确定），那么我们可以将在这边界内作为斜率 $\leq M$ 的世界线上的世界点的所有事件表示出来。这样，图11上的空间-时间图解就可以

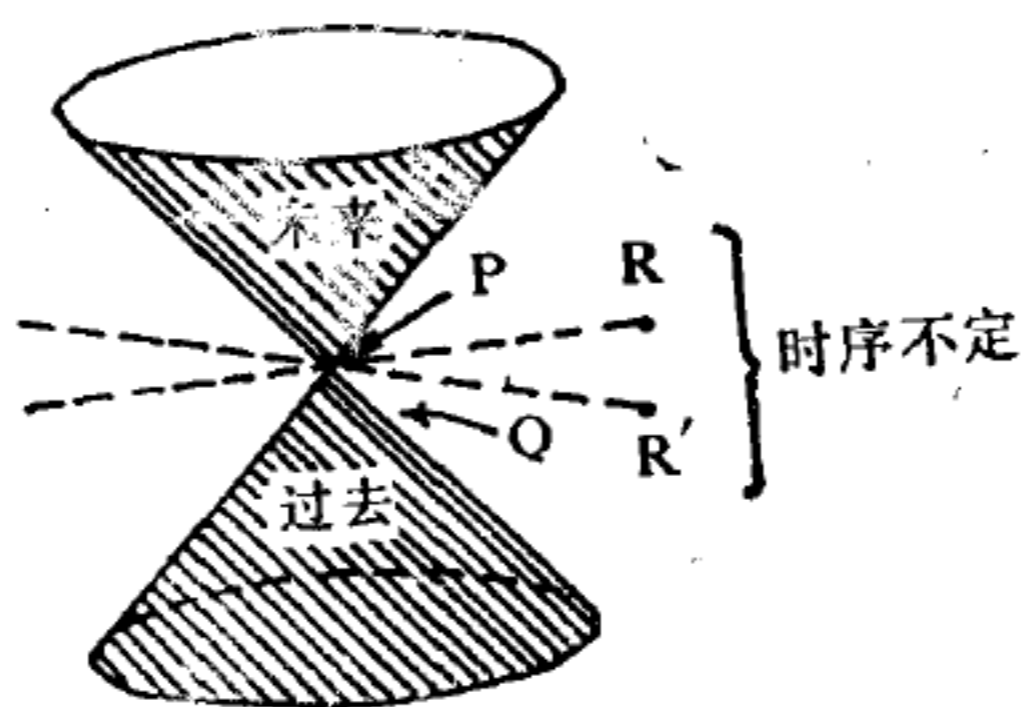


图 11

改用来表示世界点 $P$ 可能具有因果关系的区域。如果因果传递速度小于 $C$ 的话，则任何对 $P$ 点能够有因果作用的事件将落在由一条通过现在点 $P$ 斜率为 $M$ 的直线所生成的两个时间锥之内；或者，如果因果传递速度等于 $C$ ，那么对 $P$ 有因果作用的事件将落在时间锥面上。（斜率从垂直通过 $P$ 的基线上

起算，所以当 $M' < M$ 时，事件将落在圆锥内，而当 $M' > M$ 时，事件将落在锥外)。从图11可以看到，如果我们把时间系列看作是因果序列的函数的话，那么，处于时间锥之外的事件的时间序列是不定的。因此，处于锥外的事件（既不在圆锥内，也不在锥面上），是属于过去还是属于未来乃是不可确定的。【335】所以，现在并不恰好重合于P点，现在乃是对P点不能有因果相互作用的世界点的集合，因为这些时间锥是由其斜率根据因果传递极限速度 $C$ （即光速，或一般而言，电磁辐射速度）所决定的直线所生成的，因此，这些时间锥有时也就称之为光锥。

5. 一个因果的过程应当是构成一条世界线的因果性上有关事件的链条，这条世界线的斜率在时间锥边界之内，可以变化，但决不能超过 $M$ ，因此决不能折回到它自身。还有，如果我们按这种因果序列来定义时间，那么时间就是有方向的，并在这个意义上，可以说所有在时间锥内的事件都是不可逆的。这里提出一个臆想的问题：对于时间锥外的事件，是不是可以出现可逆的顺序呢？例如，我们能说 $R$ 在 $R'$ 之后出现，而又在 $R'$ 之前出现吗？然而，在这个模型中， $R$ 和 $R'$ 的在先或在后仍旧是不确定的。我们可以推想，在不同地点存在着瞬时发生的事件。例如，如果从 $Q$ 和 $Q'$ 发出某些信号，如果从 $Q$ 到 $P$ 的距离和从 $Q'$ 到 $P$ 的距离相等，而且如果这两个信号都是以速度 $C$ 传播的光信号，那么，它们应在相同的时刻到达 $P$ 。这样我们就可以推论 $Q$ 和 $Q'$ 在过去是同时的世界点。但是让我们想象 $Q$ 和 $Q'$ 的距离与从 $P$ 到 $Q$ 和 $Q'$ 的距离严格相等（形成等边三角形），某人（或某些自动记录装置）在 $Q$ 点并不能知道 $Q'$ 和 $Q$ 是同时的。仅当它们在 $P$ 点相重合才能表明这一点。如果我们让观测者处于 $Q$ 和 $Q'$ 的正中间，

那么这两个信号的重合将早于 P，不过，无论如何，信号在世界点上的重合总是要晚于其发射的。

6. 所以，我们必须放弃在某种空间容器中彼此相隔一定距离的两个事件之间的绝对同时性，这种绝对同时性意味着存在一个对这个空间容器中所有地点都能指定的瞬时的现在。对于某些地方的框架来说——例如经过 P 点的某观测者的世界线——如果两个事件既不处于 P 的过去，又不处于 P 的未来，那么它们就是同时的。在 P 的参考构架中，任何事件 R，R'，R''……于是都是相对地同时的。

现在，当我们回到关于在 P 点上某些有意识的观察者的知觉问题上，那么在 P 点的瞬时现在的意义就变得含糊不清了。在图 11 中，冲击到 P 点的是重合于 P 的世界线的集合——被看作是从某些过去的事件那里发来的信号。P 能给予影响的就是 P 能对之施以因果相互作用的未来事件的发散圆锥，而 P 则作为它们的过去的一个事件。然而，我们关于现在的知觉，决不是明确地对某一个世界点的知觉，倒不如说是对某种从过去向未来的推移过程的知觉。如果知觉具有最低限度的持续性，或者是一个模棱两可的现在，那么，在某点上将过去与未来截然分开的概念，就被经历某个时间间隔的较为扩散的推移过程所代替了。所以，怀特海写道：

【336】“因此(按照这种理论)，知觉的即刻性是一种瞬时现在的即刻性，这种独一无二的现在是过去的结果和未来的预示。但是我们拒绝相信这种即刻给定的瞬时现在。在自然界中并不能发现这种东西的存在。作为一个终极事实，它是一种非实体。对感觉意识是即刻的东西实际上是一个期间。眼下的期间在其自身内有过去和未来；感觉意识中的即刻期间的宽度是非常不确定



的，并且依赖于感觉者个人的意识。相应地，在自然界中，也不存在对每一个感觉者优越地和必然地代表现在的独一无二的因素。自然界只是从过去到未来之间推移，除此而外什么也没有留下。我们所觉察的现在，处于带着预期色彩的回忆的生动的边缘。这种生动性显示了一个持续期间内辨别的范围。”<sup>①</sup>

如果我们以两条世界线的物理重合的概念来表示一些物体或一些粒子之间的某些物理的接触，但不管世界线的重合点是多么微小，仍有可能令人将这种物理接触也设想为一个过程，而不是设想为一个瞬时的事件。人们可以问：“石块是在什么确切的时刻打碎玻璃的呢？”或者问：“光子是在什么确切的时刻打到表面上的呢？”这里假定了事件发生的某种无穷小的极限——一个没有持续期间的时间瞬间。假如我们设想一下打碎玻璃的过程，这一事件需要某个有限的时间。如果石块因果性地作用于玻璃，那么碰撞的时刻就不是打碎的时刻，而是先于打破的时刻了。是不是可以设想碰撞本身又是一个分阶段的过程呢？以及这些阶段本身还可以进一步再划分吗？也就是说，是否可以设想，任何因果过程都不是由一些不能再分解的点子构成的，而是以一些重叠的部分组成的，在其中任何两部分之间都可以说存在着第三者呢？有两种不同的回答，或者是存在着时间元素和空间元素的物理极限，不能够超越这些极限进一步分割下去——这些极限是最小的时间和最小的长度，它们仍具有持续性和广延性，是时间的原子和空间的原子；或者是时间和空间确实能收敛到一个无维度的点上。这和我们早先提出的关于一个物质点的经典问题是同一个问题。然而在这里如果不把时间和空间看作独立存在的贮藏所，而

<sup>①</sup> A.N.怀特海：《自然的观念》(The Concept of Nature, Cambridge University Press, 1920), PP.72—73.

是象怀特海所描述的：“由于存在着事件才存在时间，离开事件的发生，时间也就不存在了”<sup>①</sup>。这样，是否存在空间-时间“点”的问题，就依赖于我们能否有理由把某种事物定义为瞬时事件了。

如果我们把上述问题联系到决定一物理客体在一个特定时间的位置这个物理问题上，我们就引入了在观念上可设想的空间-时间点构造和用测量条件和测量极限给出的空间-时间点的物理意义之间的区别。【337】在前一章已提到这里引出的这个问题，即有限的可测量性问题和在量子物理学中提出的所谓不确定性和测不准性问题。

## 测不准性、不确定性和互补性

在爱因斯坦-明可夫斯基的整体空间-时间流形图象中，所有地方参照系的客观性都是肯定的。同时，由于在一个参照系中成立的物理定律在转换到另一参照系时仍将成立，所以，在物理世界中一切相对主义都是被排除的。因此，牛顿物理学在绝对空间和绝对时间基础上要求的普遍不变性，仍以独特的、即放弃“优越的”绝对参照系的方式而保留下来了。对普遍不变性的解释超出了这里所讨论的范围，并且涉及了不同框架中地方空间-时间测量之间的转换。正如我们已经看到，测量涉及到叠合、点的重合和量尺及时钟在空间-时间中移动的条件。

如果我们想起早先(特别是第 245 页及以后)提出的有限的可测量性问题，这是从某种最小测量单位(小于该尺度的数量之差就不确定)所规定的极限中得出的。简单地说，如果我们为测量所确立的最小单位是 $k$ ，那么， $n < k$ 和 $n' < k$ 之差将低于可测量性的阈值，

<sup>①</sup> A.N.怀特海：《自然的概念》(*The Concept of Nature*, Cambridge University Press, 1920), P.66.

我们将不能确定是 $n > n'$ 还是 $n' > n$ 。为了在 $n \approx n'$ 这样的系统中进行测量，在实用上，我们可以决定取 $n = n'$ 。莱布尼兹就把等同定义为“难以分辨出差别”的事物之间所持有的关系；就是说，将不存在充足的理由以任何方法把一个事物同另一与之持有等同关系的事物区分开来（因此也包括数量之差）。

随着普朗克、玻尔、海森伯和其他人引入了量子理论，对这个问题的系统表述就成为不仅仅是一种测量的实际限度的问题，而且还被认为有一个依据能量的最小单位所作出的理论解释问题。这就是普朗克关于由振荡电荷发出的电磁波只能有确定分立值假说的背景，因此这些振子具有能级，能级之间不存在连续的变化，而是有量子的跳变。这些能级是量 $h\nu$ 的整数倍， $\nu$ 是振子的频率， $h$ 是一个常数，可以测定 $h = 6.625 \times 10^{-34}$ 焦耳-秒，它叫做普朗克常数。于是，某个振子的电磁辐射能量可以是 $0$ ， $1h\nu$ ， $2h\nu$ ， $3h\nu$ ，但决不能是 $\frac{1}{2}h\nu$ 或 $1\frac{3}{4}h\nu$ 。爱因斯坦在研究和解释所谓的光电效应时进一步发展了这种概念，【338】并且提出了发射体在辐射时发射出一个能量量子 $h\nu$ 之后失去了能量，这时量子本身仍然完整无缺，并不扩散到扩展的波阵面上。相反，随着波阵面的扩展，这些能包(packets of energy)之间的距离增大，以致于波阵面上每单位面积的能量减少了。（鸟枪的发射与此是大体类似的，虽然波阵面并不依曲线行进。在枪口上，处在枪口面积内全部鸟枪弹丸的能量应大于十呎外同样的单位面积上的能量，因为子弹已经被分散了）。如果我们把电磁辐射看作是波，那么一些完整的能包如何能构成波，这就变得成问题了。在把光看作类似波动还是微粒(由粒子构成)的概念模型经历了漫长的历史之后，这里提议光是由微粒(后来称为光子)组成的，这就复活了那时已平息下来的牛顿的追随者和惠更斯之间的争论，在那场争论中，惠更斯的波动模型最终赢得了胜利。但是，微粒大概是“物体”，

因此是空间中的物质粒子；这样，光子就不能认为是携带动能的物质粒子了，因为它们停止运动时，它们也就消失或被吸收。如果光类似于波动而不是微粒，那么由光经过两个狭缝而产生的干涉条纹现象也就好解释了（正象19世纪初托马斯·杨的实验所显示的那样）。

至此，问题仍然停留在把光看作辐射的形式而不是物质的形式上面。这种看法被推广到包括X射线在内，在1923年，德·布罗意更彻底地主张波粒二重性可以推广到电子的行为之中。现在，整个物质概念也被牵连进去了，因为经典的原子粒子是在空间中运动着的、在任何给定时间中处于一点位置的物体，而有时它又表现出只能把它作为波来解释的行为。如果光的波有微粒性，以及物质的粒子类似于波，那么，整个自然结构的图象也就同时变得更加首尾一贯和更加不简单了。取代了事物的多种多样类型——光、电、物质等等——这里发现了依据一个共同的模型来解释这些多样化现象的方式。不过，这种模型是一种使得通常的元素具有不相容的性质的模型。当物质和辐射可以类似波又类似粒子时，看来就引入了自然界中的一种基本的二重性。

当人们看到具有电子大小的粒子的测量条件被这种考虑所彻底影响时，问题就进一步尖锐化了。为了测定经典地设想的一个粒子的位置和动量（动量或 $p=mv$ ，由于对速度的量度涉及距离-时间关系），人们必须设法测量或观测。这就意味着相互作用。观察者的仪器必须通过某种物理的相互作用在某点上和粒子重合。【339】但是如果就粒子而言，相互作用的最小能量是大到足以干扰粒子或使粒子加速而改变其动量，那么，在一给定时刻，粒子的位置同时值也就变为不确定的了。让我们再进一步作些考查。

爱因斯坦使波的能量与它的频率发生关系的方程是 $E=h\nu$ 。

德·布罗意使这个方程和原子粒子的类波性质相联系，根据相对论论证了从 $E = h\nu$ 可导出原子粒子的动量与粒子波长的关系，即 $p = h/\lambda$ 。我们又知道，波长和频率的关系是一个反比关系，波长越小，频率就越高。因此，对于很高频率的波来说，其能量将是高的。如果我们就测量的情况来说明这些事实，那么就可以看到：

1. 为了以很高的精度测定一个原子粒子的位置，我们需要一个在空间方面有高分辨能力的测量单位。例如，一个带有毫米刻度的尺子将比带有厘米刻度的尺子更加精确地测出某物有多长。如果我们据以同原子粒子(比方一个电子)相互作用的测量工具是极精密的，那么我们就需要极短的波长，因而需要高频波。但是，因为 $E = h\nu$ ，所以具有高频 $\nu$ 的单个量子的能量也相应地高了。这样一来，就显著地干扰了电子的动量，频率越高，则干扰就越大。粒子动量的改变可记为 $\Delta p$ 。

2. 为了高精度地测出原子粒子的动量，我们需要尽可能地减小对它的干扰。但是这样我们就需要一个相互作用的测量工具具有尽可能最低的频率，因而具有较长的波长。然而使用这样的波，我们就不能以任何精度测出粒子所处的位置了。就精确位置而言，其不确定性可以用位置的展开 $\Delta x$ 来标记。

3. 海森伯就这些条件导出以公式表述的测不准关系是 $\Delta p \cdot \Delta x \cong h$ 。这就是说，在粒子的动量和位置的同时值测量的可能精度之间，实际上存在着倒数的关系，或反比的性质。观察者为测量位置而选择的手段越精确，则他的动量的测量就越不精确。反之亦然。

在比较短的期间内，量子理论在物理世界的图象中引起了较大的变化。首先，在波-粒二重性问题上，我们看到这种二重性并不只是对辐射适用，而且对物质也适用。清晰的和单义的物理

世界结构的模型似乎被这种二重性推翻了,【340】其次,从不确定性关系看来,构成经典物理质点图象基础的、质点唯一地和确定地同瞬时时间值相联系的这种对物理粒子的动量和位置的精确边界条件的测定,也似乎不再可能了。这就引起和继续引起了对物理科学的概念基础的批判性地重新评价,特别是对于量子理论的不同解释的评价。

一则,测量条件的不确定性仅仅是暴露了我们没有能力超越一个特定的精确度吗?可以假设我们能够发现粒子是否连续地在某一个时间中处于某一个地点吗?仅仅是我们知识上的测不准性呢,还是某种象“真实”位置或“真实”动量这种事关重大的物理非决定性呢?这里有许多困难。首先,这种提问可以是无意义的,因为它把作为物理世界模型的经典世界点上的经典粒子引入到并不存在关于这样一种粒子的描述的形式体系(量子物理学)之中。不如说,从数学上看,量子理论在其本身的形式中,本质上是一种统计的理论,因此,量子理论中的实体不是粒子,而是这些粒子群的统计分布。每一个理论都按照什么实体在它的范围和它的语言之内而有一个与它相联系的特定的本体论。但是如果量子理论不讲那种带有点位置和确定动量的经典粒子的语言,人们就不能在量子理论中谈论经典粒子的不确定性。就是说,在新的理论中,粒子的意义已经改变了,并且不再赞同经典粒子精确值的同时确定。

再者,物理世界结构的波动和粒子图象的不相容性可以意指的是,我们正以波和粒子概念所探讨的东西是物理实在的一些模型,它们只部分地同构于物理实在。我们的实验事实在现在可能已越出了这类描绘的限度。N.玻尔提出,我们是在描绘物理世界的基元有时的行动象波,有时的行动又象粒子这种意义上保留这种图象的。因此,这两个模型是互补的,在它们两者之间,它们

详尽无遗地论述了图象所需要的东西，以致于我们可以使用它们两者，而不要企图决定它们之中的哪一个是“实在的真”。提出波一粒模型的互补性（它包括的不是简单的图象，而是波动描述和粒子描述的二中择一的形式体系），这就给出了二重性的物理学，虽然在这种物理学中，两种模型之间的关系还是可以确定的。对于这种提议的不同解释在认识论和本体论上所强调的重点是各不相同的。【341】人们可以说，波和粒子已经证明是有限的概念结构。或者，人们可以认为波和粒子都是二重性实在的不同方面，这个二重性实在“真实地”既类似粒子，又类似波。或者人们还可以认为“基本的实在”既不类似于波，又不类似于粒子，波和粒子都仅仅是一元的实在在不同的条件下或在不同的观点中的表现现象。或者人们可以说粒子实际上是不存在的，实际存在的只是波场传播的特定的密度，而且它们可以依据波函数来定义（如同薛定谔的波函数，根据波的振幅给出了电荷密度。这密度等于振幅绝对值的平方，或记为： $\rho = |\psi|^2$ ）。

按照这种观点，密度被解释为在给定区域中找到粒子的几率。但如果这种几率适用于单个粒子，那么就似乎意味着下面两种情况中的一种。第一种情况是在一特定时间中，粒子真正存在于一个特定的位置上，而且我们在一给定点P上发现粒子的统计机遇是和该点的几率密度成正比的。实际上，这样也得到了象测不准关系那样的结论。我看的时间愈长，粒子的位置将变得更为扩散。例如，如果我把一滴红墨水滴入一杯水中，在开头时，墨水滴的位置或多或少地可以在某些范围内确定；但是我等待得愈久，就愈是无法确定墨水滴的边界。不过，在这里我不知道开始往那里看（比如有人把墨水滴入一个大水槽之中，而没有告知我是从何处滴入的），这样，如果我并不盯住一小面积的话，那么发现墨水滴的机会就增加了。第二种情况是，粒子可能根本就不处

在一个位置上，而可能存在的恰是红墨水遍布介质或场的相对浓度。因此，不应当说它是存在于这儿而不存在于那儿的物质，而应当说它在这儿比在那儿更多，这样，我们通常关于存在于一个位置上的概念就失效了。

量子不确定性最有破坏性的影响，表现在量子力学最标准的解释中似乎是放弃了我们在前面的章节中已经讨论过的因果性公设。这是一个容易使人误解和有争议的问题，对这个问题，我们不能在这里充分地讨论，以得出对不同解释的明确说明。经典的、严格的决定论似乎要求在任何给定时刻中，世界的状态都是唯一地确定的。然而，状态总是同状态的某种模型紧密联系在一起；显然，只要在量子层次上不存在依据空间-时间定位的同时（真正瞬时的）值来充分确定的状态，那么，在经典粒子模型中的严格的决定论就失效了。不过，因为在量子理论框架中，没有经典粒子概念的等价物，所以似乎看来严格决定论是破坏了；因此，这并不是量子论本身假设了某种不能被发现的东西。在量子论范围内谈论位置和动量的不确定性是要把人引入歧途的，因为不确定是相对于某种确定的东西而言的。〔342〕但是如果我们用确定性来指经典的点位置和速度，那么这种确定性本身在量子论中仍然是不能表述出来的。某些流行的解释主张量子不确定性“证明了”“自然界是内在地不确定的”（如果可以认为这种说法在根本上讲得通的话）。这种主张仅当人们把量子物理学看作是对实在的最终描述时才是有意义的，而且也只有把它作为对经典世界图象的一种否定才有意义，因为只有涉及这种否定，“不确定性”才有某种意义。

如果我们把量子物理学看作是在一种函数域上的演算，在这个域中存在的事物是量子物理学方程中变量的数值，而且如果我们把不变的联系、预测性或解释作为因果性的标准的话，那么在这种意义上，量子物理学如同经典物理学一样，也是因果性的理



论。这就是说，在平常的意义上，量子物理学的预言结果正确，它的方程或矩阵将实验资料整理有序。在这种还原为“可预言性”或“似定律般的”的弱“因果性”意义上，任何成功的物理学理论就都是因果性理论。不过，看来这还不是争论所在，因为量子物理学变量的数值本身不是唯一地确定的，如果我们以这些数值来表示例如粒子的能量状态的话；还不如把这些数值看作是对这种粒子的整个系综进行操作的几率分布。争论在于：把量子理论解释为是对实在的一种猜测，还是实在世界的一种模型。所以仅仅基于下面这种解释，即“粒子的位置和动量是不确定的”或“有些粒子的能态不能唯一地确定，而只有能态的几率分布才能确定”，也就是说，仅仅是基于这种观点，即把决定论看作是最终有关经典物理学认为是确定的那种事物，才能把量子论叫做是非决定论的。

一般来说，仅仅对于某种倾向于认为决定论或因果关系必须真实地象什么东西的观点，才可以把量子论解释为决定论的或非决定论的。这里存在着真正的概念性问题，因为我们已形成的关于因果关系的见解，和某种连续空间-时间观点有非常紧密的联系，在这种连续的空间-时间观点中，运动是空间-时间点的相继占据，或者说，运动是由这种连续区中的一些事件所产生的。在玻尔的原子模型中，电子瞬时地改变状态，从较高到较低或从较低到较高的能量轨道或壳层，从而电子从一个位置到另一位置之间就无须存在于任何地方，这样，玻尔原子模型在这里便引入了一种彻底的不连续性。然而，即使在这种空间-时间的彻底不连续性中，因果性仍然保持着。这样一种跳变是不变地同分立数值的能量量子的发射和吸收相联系的。无中生有的原理仍然完全严格地成立，守恒定律也没有放弃。但是，即使在这里，也已经产生混乱。因为量子论中的描述本质上是统计的描述，个别的量子

事件的随机性已同它们的偶发性和非因果性相混淆了。如果事情真是如此的话，那么量子物理学中就不应当存在规律，【343】而且实际上也就没有科学了。产生严重疑问的是，事件在一个空间-时间点上发生的经典情况是否能够保留任何有意义的物理学意义？事实上，这种类型的确定性连同经典粒子的概念都是可能破坏的。于是，什么模型将取代经典模型，或者人们到底是否需要模型的问题就变得十分中肯了。某些观点全然鄙弃任何关于理论的解释，而主张把理论作为一种单纯的工具来使用，因此它对于任何本体论解释来说，都既不真，也不假。理论缺少系统的完备性是基于这种公认的、泰然自若的特定的观点；然而在鄙弃任何“哲学化”的需要方面，这却被看作是一种优点。

这种观点的另一种修正形式认为，理论就其现状而言，并不是为某个概念模型预备的，而且任何企图给理论强加上概念的模型，都是不成熟的、思辨的和引入迷途的。这是当前有待解决的、经常讨论的问题。一方面，全部以往的科学史似乎建议，对物理理论的智力理解需要概念的模型，并且正是在这种意义上，爱因斯坦坚持认为量子论在其目前形式中本质上是不完备的。另一方面，有着我们前面讨论过的观点，即认为模型至多是用来帮助想象；在这种看法的前后联系中，可以认为科学已经进步到超出对这种图象模型的需要或可能性的程度了，而且这些图象模型都是属于较早年代的事情了。对它们的探索，是对于捉摸不定的东西的探索。然而，科学和哲学的历史强烈地主张，依据我们所具有的关于自然界的概念模型来理解新物理学的含义，这种努力将不会轻易地被这种理论上的严峻性所阻挡。

## 第十三章<sup>[344]</sup>

# 有机体和机械：生物学 中的还原和解释

### 生命和非生命：机械论、二元论和还原论

人类思想中最古老的区分之一就是生命与非生命的区分。在希腊的哲学和物理学中，这种区分是在那些具有自我运动本原的那些事物与那些需要原动者使之产生运动的事物之间做出的。运动<sup>①</sup>被设想为不仅是位置的变化，而且也是量或质的变化，同时也是从可能性转变为现实性的意义上的生成或产生。在亚里士多德的方案中，所有这些种类的运动都是物理学的研究课题。后来在运动学的发展中，物理学集中研究位置变化这类运动，或集中在物理客体的位移运动上。这里的相关参数就是空间或某种空间的距离、时间还有方向。这种物理学从观念上说，其表达方式是几何学的，或者说是完全可以用物理几何学来表述的。用运动的原因对运动作出动力学解释的问题，引出了运动力的概念，从亚里士多德用天然处所和内在倾向(圆极)所作的目的论说明到中世纪的第一推动理论，和最后到牛顿物理学中对惯性概念的阐明。因而，在物理学中关于“内在倾向”、“活力”或“生命力”作为运动根源和原因的观念，便让位于根据质量和加速度所作出的描述性

---

<sup>①</sup> 关于这里所提出的问题的更充分讨论，可参看附录A(边码第428页及以后)。

和非目的论的说明。对运动的解释，从那时起在牛顿的表述中就归结为对运动定律的说明；【345】并且像我们在上一章中所看到的那样，这些定律和牛顿的惯性概念所必需的理论框架是用被称为牛顿的、或经典的绝对空间和时间所构成的。

在这个以力学物理学模型为基础的关于宇宙的伟大设计方案中，没有给圆极和古代物理学的固有倾向留下地盘。物质的灵魂被排除掉了。灵魂(拉丁语anima)，这种生物自我运动的本原也从物理学中排除掉了。经典物理学所承认的唯一的寻求目的、或活的动因在于显示了这种数学完美性的关于宇宙的天意设计；设计这架宇宙钟的几何学家-上帝，被说成是这架巨大的世界机器的运动的最终的或首要的根源。而且由于上帝是完美的，所以这样一个上帝所生产出的是一架永不停止的机器，它的原初运动被永恒地保存下来，尽管这种运动按照规律在转化和转变。因此，力学的物理学命题便在人们所说的机械论中找到了自己的哲学概括，而在自然神论中找到它的神学框架。在前者中，宇宙和宇宙中的万物都根据力学物理学的模型而加以构想，一切事物、事件和过程都可以被归结为空间-时间因素的定位(不论是点、体或场的数值)的变化。在后者中，世界机器被看作是由某个智慧的能工巧匠的造物，他给了这个系统以第一次“推动”或运动输入，此后，这架机器像一架永动机那样，无需神的任何进一步的干预而自己运转着。这个自然神论的作为第一次推动者的上帝接着就撤出了同世界的积极交流，此后，世界仅仅只表现出它的设计方面神授的必然性，这种必然性是可以发现并可以用数学的术语来表述的。

随着对世界图景作出机械论的解释，像先前曾经被援引来解释生命的那种生命力或灵魂就被排除出空间、时间和物质的物理世界，而转移到神的活动的王国——这种神的活动是自我引起、

自我运动，并且(通过这一概念的延伸)而且是有目的的、有理智和永恒不变的，这就是说，是永生不灭的。

这种关于物质和生命、物质和意识的二元论，植根于希腊和耶稣-基督的思想，并在十七世纪机械论新物理学的世界图景中找到了最清晰的表达。数学家-哲学家笛卡儿最明确地表达了这种二元论，他假设了两种实体：物质和意识，作为最终的和不能还原的实体。物质，是*res extensa*，即具有广延的实体，它占据有空间，最终可用空间和时间这些物理量值来描述。(事实上，笛卡儿企求一种纯粹的运动学物理学，把质量和力这些动力学概念归结为运动学概念)。另一个实体，即意识实体 *res cogitans*，它不同于广延实体，并不占据空间，它是不可分割的，构成为一个统一体或统一的活动(这种说法是根据思维本身是这样一种统一的或综合的活动这个观念而形成的，【346】意识存在的自我同一性就是建立在这种活动的基础之上的)。

因为意识或思想是一个统一体并且因此是不朽的(即，它不能被破坏或分解成要素)，所以，它就是这样一种永恒不灭的东西。在这里，笛卡儿提供出了关于灵魂不灭这种神学观点。这里，与我们的考虑相关的结果是这样的：笛卡儿认为由于人类具有不灭的灵魂，而动物和植物则没有，因而，就它们并不具有人的意识而言，生物在本质上就是一些高度复杂的机器，或者说是自动机。对它们的描述因此就像对一切物理复合物的描述一样，可以根据身体的部分在时空中的排列和运行来给出的。这种自动机的运动规律只不过是物理学运动规律的更复杂的形式罢了。简言之，生物学是可以还原为物理学的。此外，心理学，只要它涉及的是动物的行为，那么它无需涉及灵魂也可以行得通。它是一门力学的科学，所探讨的是身体的各个部分的物体性运动以及笛卡儿所说的“动物精神”和“生命流”，它们也可以用物理的作用来描

述。因此，关于有目的的和理智的行为的一切考虑就从生物学中排除出去了，而这一切考虑成为一门把人当作思维存在物的科学的研究课题，人作为一个物种的人性和独特性完全就在于他的思维活动。

对二元论的完整说明是近代哲学史的一个重要组成部分，而近代哲学史通常认为是始于笛卡儿。二元论说明的重要性就在于，它引进了若干重要概念，这些概念已经成了生物科学哲学中和行为科学哲学中的极其重要而又成问题的概念。首先并且最重要的是在它的方法论和本体论两个方面中的还原论的问题，尤其是还原论机械论的问题。其次，与此有关的是生物学的生命概念与空间和时间中的运动物体的这种物理概念的关系问题。我们可以把这个问题重新表述为一个有关有机论与机械论的关系问题。这里出现了目的论、功能这些特定概念以及部分对整体的关系。总的说来，出现的这个问题是关于生命系统对非生命系统（或用旧式术语说，是有机系统对无机系统）的关系。第三，提出有关意识是某些生命系统的专有特征的这个问题。这里包括着的有意识目的、意志和个性这些特定概念。与这些问题有联系的是一大堆有关于社会科学的概念的问题，只要这些科学研究的是生命系统的和有意识有机体的共同体或组织。在所有这些场合，主要的方法论和本体论问题是一些由笛卡儿最鲜明地提出来的、有关生物科学和心理科学可还原为某种形式的机械物理学这类问题。虽然这些问题最初是在古典物理学的框架内，尤其是在它的原子论阐释的框架内提出来的，【347】这些问题却随着物理学本身的发展和提出一些有关其阐释的新问题而继续存在并且变得更为复杂。在这简要的一章里，将介绍其中的一些主要问题；更为深入的分析可以在论述这些问题的哲学和科学的丰富文献中找到。

## 还原和解释

### 还原的含意

在我们前面关于还原的讨论中(160页以及以后),在若干上下文中介绍了还原这个概念。第一,在考虑经验的意义时,提出了所谓的理论术语还原为观察术语的问题。观察概念抗拒被还原为(与我们有关的)某种简单的、无疑义的概念诸如直接知觉或感觉材料,以及测量陈述的概念。第二,我们曾考虑过关于把各门不同的科学还原为某种理想化的统一体(被释义为科学语言的统一体)的方法论论据。按照这个论点,所有各门科学都可以在一种规范还原语言中找到某种独一无二的翻译方法(这个论点的最强有力的说法)或找到部分释义——大体上,不是感觉材料的释义,就是在空间和时间中的物理事物的释义。

这种还原概念中还有另一个强调重点,它强烈地诉诸于直观,把还原解释成从抽象到具体、从复杂到简单的还原。这些是有区别的。因为我们可以把具体的事物看作复杂的(例如,具体的有机体可以是复杂的结构,对知觉来说,这种结构的这个部分和关系是未经解析的因而被当作是整体),同时,可把抽象的事物看作简单的(这个有机体的最终部分可以看作是诸如电子、质子等等这些抽象的实体)。因此,尽管对这些还原概念有强烈的直观性要求,但它们是未经证明而被假定的,除非对它们作进一步的详细说明,除非我们具有的不仅仅是关于我们用具体、抽象等所意指的东西的某些直观的观念。复杂和简单也有一个强烈的方法论要求,因为我们能够容易地具体说明我们所说的整体及其部分的意义(正如我们可以容易地具体说明,例如:一个原子是整体,它的部分就是核子与电子,或者,一个动物是整体,它的部分是它

的器官或它的构成细胞)。我们用通过分析——即把复合物分解为各元素及它们的联系——来解决问题的这种典型技术也把启发价值赋予整体和部分(或复合体与元素)的区分。关键之点是在这些还原意义的每一种意义中,它都被看作是与理解密切相联系的。我们通过将某种事物,无论是理论性的、或抽象的、或复杂的事物,【348】还原成已经被当作是理解了(或者是在解释框架中相对地未经释义的)更基本的或更基础性的事物来达到对该事物的理解。例如,匀加速运动这个概念,当我们在分析基础上,能够表述出描绘这种运动的数学规律时,就得到理解了。在这个例子中,匀加速的某种直观概念被还原为关于距离与时间之比的数学描述,这些量值又依次可用数的术语来表达,因此,定律 $S = \frac{1}{2}at^2$ ,当S和t得到适当的释义,而且a可用实验发现时,它就是给出了关于匀加速运动概念的一种数学还原(参看附录A)。类似地,当人们发现肺是用来为红血球供氧(这些红血球供给细胞的新陈代谢过程以必需的氧)时,呼吸作用就被理解了。在人体化学被理解之前,就已经知道窒息会造成死亡;但是随着对这个化学过程的理解,窒息这个词的意义根据有机体的微观过程而变得在系统性上更为复杂了。在这类例子中,还原可说是起着一种解释功能。实际上,这样一种解释性的还原是用一种事物来解释另一种事物,其中,被解释的东西是explanandum(被解释事物)而用来做解释就是explanans(解释性事物)。

### 物理主义、现象主义、操作主义和模型

我们现在介绍生物科学和行为科学的概念还原为物理科学概念的问题。我们可以认为这是把有机论还原为机械论。按照机械论的命题,一切有机体的结构、行为和功能可以用机械论的术语来解释。机械论命题的形象化形式是:自然界的一切,包括有机



体，在其运行及最终构成方面类似于机器。这可以看作是这样的命题，即有机体事实上是一种复杂类型的机器。但是，作为一个解释性命题，机械论需要的只是坚持认为力学物理学形式理论能够为有机体及它们行为的规律给出一种完备的或充分的描述。机器概念比机械论这个一般概念更狭窄，后者仅仅是把力学物理学的理论具体化为某种物理结构。因此关于这种结构是一架“机器”的说法，不过就是说它体现了力学物理学的规律，并不一定限于用像我们所熟悉的或我们可以想像的机器的那种机器形象描绘。这不是一种简单的声称，它具有若干不同的方面：

1. 单凭方法论的依据而言，如果机械论被阐释为那种选定力学物理学为其基本语言的科学探究模式的话，那么，这种语言的所有描述性谓项将明显地可还原为用空时坐标  $(x, y, z, t)$  以及质量和力这些动力学参数做出的描述。【349】（正如我们已经见到的那样，按照一种观点，由于力本身是用质量和加速度定义的，所以，力可以作为一个独特的参数而被还原或消除）。这意味着只有这种本身可用空间-时间-质量术语来表述的数据，才能进入实验的探究。

2. 此外，如果我们承认模型在解释中的作用，那么，解释性模型也将被表述或想象为机械的模型。这并不意味着模型本身必须具体化为“小机器”，因为它们可能是形式的或数学的模型，其中在时空点上（或在世界点上）的数值将是质量（或电荷或能量）值；按照一种严格的机械论解释，所有这些量值都是可以互相转译并且最终可还原为某种统一表达的。C.D. 布罗德把这种“纯机械论”描述为这样一种机械论，在其中“所有变量都将是几何量值或它们的一次时间导数，同时，一种物质或一种物质状态与另一种物质或另一种物质状态之间的一切宏观差别都基于质上均匀的

电子之间的这些变量方面的差别。<sup>①</sup>所以，正像对化学中的道尔顿原子学说的物理学阐释可说是已经引进了用原子的物理模型来说明和解释的一种关于化学过程的机械模型那样，对生物过程的机械论还原也将引进这样一种物理模型来作为对这些过程的解释。

3. 这种还原论观点的进一步解释已经远远脱离了与力学物理学或机械模型的任何直接联系，而强调将生物学中的一切理论性的或抽象的、或复杂的术语还原成观察术语。这种观点可以采取两种形式：

a. 现象论还原。不论何种科学，其所有理论术语均可还原为感觉或知觉的术语，在经验主义语言中，它的描述性原词是（例如）有关颜色、亮度、声音等等的术语，或者视觉或触觉上关于两条线或长度的对合的术语。

b. 操作还原。不论何种科学，其所有理论术语均可还原为测量的操作或程序的描述，因而测量陈述本身被还原为对于这类测量据以发生的那些实验程序的描述。因而说某物长10厘米就可被还原为对进行这一测量的程序的描述，“把一支以厘米为刻度的量杆放在待测量物体上，使其末端与该物体的一端对合，与其另一端点相合的刻度读数为‘10’；量杆放置得与被测物相迭合，亦即它贴在被测物上，使得它与被测物表面的所有点都相接触等等。”

这两种相互联系的探讨在实证主义的关于意义的可证实性理论中找到了它们最激进的表达（参看第5章），按照这种理论，若一种理论的所有陈述不会或不可能被还原为建立在现象的和操作的基础上的观察陈述，它就被认为是在经验上无意义的，并且是在“实证科学”范围之外的。

---

① C.D. 布罗德，《机械解释及其替代物》（“The Mechanical Explanation and its Alternatives”，*Proceedings of the Aristotelian Society*, 19:102, 1919）；转引自J.H. Woodger,《生物学原理》（*Biological Principles*, New York: Harcourt, Brace, 1929），pp.261—262.

于是，我们就得到了关于还原的三个特征：(1)用空间-时间描述来还原，我们可称之为物理主义的还原。(2)用模型来还原。(3)用某些被当作是现象的或操作的经验的基础谓项来还原。严格地说来，可以认为机械论的还原是(1)和(2)意义上的还原，这是从如下的简单意义上说的，即机械论是还原为物理学——显著地是还原为力学物理学——的还原，所以当科学探究结果形成用可测物理量值作出的数学描述时，就是做出了这种还原。所以，如果测量陈述被当作基本陈述的话，这就把(1)和(3)联系起来。而且机械论就是还原为用空间-时间中可视觉化结构来表示的机械模型或物理模型。这里的困难是：并非所有一切物理模型都明确地是机械的(力学的)模型，不论是从作为结构上与被模拟的东西相似的小机器的意义上说，还是从力学物理学意义上说都是如此。在后一种情况下，热物理学、电磁物理学、能物理学等都不单纯是力学。在物理学中，机械论还原纲领是沿着这样的方向发展的：即既用数学空时模型又用把非机械现象解释为空间中的粒子运动的物理模型而把关于像热或电那样的非机械现象的理论还原为机械现象，因而，气体的分子运动论把认为热是某种独特的质的唯象论的热概念还原为分子系综的平均动能；能量接着又被还原为这些分子的运动。这种还原的经典性例子是把所谓的唯象论热力学还原为统计力学。类似地，电磁现象也可以被还原为带电粒子的运动。一种科学还原为另一种科学的最令人瞩目的例子是，最初研究化学元素的属性及元素的化合和反应的化学，大部分可还原为原子物理学，其中，被当作原子和分子实体的元素的结构可还原为原子的亚基本结构。这里，典型的化学现象是可以由原子的属性来加以还原和解释的，而气体、液体和固体的最原本的定性区别可以用原子结构来描述。这种还原在形式上的面貌是：被还原的科学(例如化学、热力学)的规律被证明是可以根据

还原科学(例如原子物理学、统计力学)中的形式表述推导出来的,这些还原科学用说明原初规律的亚结构给出了更深的解释。【351】

物理学和化学中的这些还原纲领的成功,以及这些还原所导致的巨大的实用的和理论的进展,不可避免地促使这种纲领扩展到非物理科学,例如扩展到生物学、心理学和社会科学。原子论物理理论就是这种还原的一个例子,现在,原子论在物理科学中是如此地得到确认以致显得不可动摇,以致自然界的一切最终都由处于某些关系中的基本粒子所构成,这些关系要末用严格的因果律要末用统计规律来加以描述。按照这样一种命题,一切生命体和非生命体的差别,只是在结构的复杂程度上,而不是在不可还原的意义上的种类上的差别。按照这种观点,生命机体不是别的,而是机器,亦即具有某种结构的物理元素的组织。因此,关于生命的完备的科学描述将是一种物理化学的描述,完全可以用物理化学的规律来表达。独立的生物化学的、生物物理的或生物学的表述的持续存在只是一种实践上的权宜之计,标志着完成彻底还原为物理学的工作存在着困难,因为生物的结构极其复杂。于是,出现了这样的问题,如事实上是否存在独特的、原则上不可还原为某种(广义的)机械论解释的生物学规律和描述,机械论的还原纲领是否具有一种与非物理科学有关的内在限制。那么,生物学、心理学和社会科学中引起这些与还原论命题有关的问题的顽抗的概念是什么?它们与我们上面已经考虑过的还原的三种意义的关系又是什么?

## 有机体和机械: 结构和功能

生物学与物理学的区别显然是: 生物学所探讨的是生物。那么,一定可以在某种可阐明的意义上把这些生物独特地同情性的、

非生命物质区别开来，以构成一个独特的科学探究领域。我们可以从若干方面来描述这一区别的特征。

### 生命的特征

生物具有某种共同的、为非生物所没有的属性。说到底，这是一个同义反复的陈述，即：生物不是非生物。不过，赋予这个陈述以意义的是什么呢？说生物具有生命这种属性，这当然并没有做出解释或澄清。【352】但是，阐明生命这一概念就可以澄清这个区别。一般说来，生物据说显示出自我调节和新陈代谢这些一般特征，以及诸如生长、适应、自我繁殖、应激性这些特性和各种与此类似的、并不是自然界中的所有事物都表现出来的特征<sup>①</sup>。生物学中的非还原论主张认为这些特征不能还原为物理描述，或者认为关于这些现象的解释是不能还原为物理化学定律的。这是一个复杂的主张，而且从所用的这些术语上说，也是一个含糊的主张，对它的阐明涉及到弄清适应或生长等这些概念所包含的意义。

### 组 织

一般说来，我们可以把生物和非生物之间的区别标示为有机体和机械装置之间的区别。还原论的主张是：有机体说到底是一种复杂的机械装置，或者说可以用机械论的术语对有机体作出充分的说明；非还原论的主张是：有机体是独一无二的非机械装置。但是，这里又需要阐明，有机体与机械装置之间有什么样的区别。线索存在于组织这个概念中。非还原论者会声称生命系统或有结构的组织是这样的，即组织本身的情况给予了有机体一套独一无二的属性：它们的组织是自我维持的、因而一个有机体的所有部

<sup>①</sup> 这些特征尽管是生物的一般特征，但并不显然是普遍的；也就是说，存在着反例。孢子可以中止代谢活动，长期保持蛰伏或呆滞状态。寄生虫并不是自我繁殖的，等等。因此，并不是所有的生命形式都具有所有这些特征的。

分的机能具有对这个自我维持活动作出贡献的特性。如果一个部分对整个有机体的关系、各个部分在维护有机体的完整性或整体性中的机能被忽略的话，那么，对整个有机体的一个部分的描述就决不会是完全的。这种论证继续说，一架机械装置就不是这样，因为，虽然一种机械装置的各个部分可以在一起起作用——正像一架机器的各部件那样——但它们一直保持本来的样子，不管是在整个结构中还是在整个结构之外。它们没有本质的功能特性，只有附属的特征。一个齿轮、一个杠杆或一个继电器完全就是它们作为部件而存在的那个样子，虽然它们可以被一位工程师设计得与其余部件一起组成一架机器。而一个有机体的各个部分离开了它们在其中起作用的组织就不能独立存在。一个细胞，是有机体的一个部分，离开了它作为其中一部分的活体的这种功能性总体，就会“死亡”。即使可以被认为是一个整体的单细胞有机体也只是在一种较高层次的组织、介质和环境中才能够活动和生存，在其中，它们的过程在与这种环境的相互作用中才能得到维持。因此，有机体的部分只有借助于对其自我维持有所贡献的整体才得以存在。【353】这就引出了另一个区别，也就是结构和功能的关系。

### 结构和功能

在描述自然界的一个物理系统时，我们通常并不以它的各部分服务于什么目的的方式来谈论它的各个部分的功能。相反，我们总是谈论它的结构和它的规律。<sup>①</sup> 倾向于有机自然观的较早期的物理学确曾谈论过这样一些功能，并因此把目的论的概念引入

---

<sup>①</sup> 可是，人们可以指出，正是机械装置（在人造机械物生产出来以服务于某种目的的意义）可以说在这种意义上是功能性的或甚至是目的论的。这就是说，人们形成它们的部件去执行整个机器的某种功能。另一方面，天然有机体在其组织中没有什么与人有关的用处和功能，除了拟人论自然哲学的较古老而又更粗糙的说明。在内部目的论与外部目的论之间也已作出区分，在这个意义上，机器被描述为具有展示“外部目的论”的特征，有机体则具有展示“内部目的论”的特征。参见Woodger, *op. cit.*, p.430.

了物理学(诚然, 我们也许可以说它们原来就在物理学之中, 因而并不是必须被引进而是必须被排除出去)。因此, 重物据说是为了到达它们的自然位置而下降的; 或者, 更引人注意的是, 据说天体表现出圆周运动是为了提供关于上帝的宇宙完美的证据, 证明宇宙的设计者的完善的智慧。随着物理学中这些目的论表述被加以排除, 功能表面上也从机械论描述中被排除了。<sup>①</sup>但在有机论中, 谈论这些功能仍然是描述的主要特征。从这里的被减弱了的的目的论的意义上说, 作为一个整体的有机体显示出功能性的行为, 并且它的各个部分也只有通过它们的功能才能得到适当理解。

生物学探究中的劳动分工把解剖研究同生理学研究分离开, 一个考查结构本身, 另一个则考查它们在完整的有机体中, 或者在(为了研究的目的)可以从整体中分离出来一些部分中的功能。所以, 比较动物学家可能关注于各种有机体的某些结构性特征, 诸如骨骼结构、牙齿排列、消化系统、肌肉组织, 或者微观层次上的组织或细胞结构、血清学特性等等。生理学家感兴趣的则可能是这些相同特征在一个生命系统中的功能。例如, 他也许注意细胞的代谢过程, 或者肌肉组织在该有机体的生命过程和活动中的作用。但很明显, 这里的差别就在于在研究有机体中由于强调重点的不同而产生的结果。【354】一个人不能很好地从微观上研究一种内部器官的形状, 或根据一个有机体的内部肌肉组织用视觉考察有机体的运动力。这是一个实践问题, 而不是生物学原理问题, 这一点是明显的, 因为这里的限制也许纯粹是技术性的, 即: 完全是仪器的限制。许多内部过程如今可以在生命有机体中通过新技术而观察到。当然, 通过活体解剖, 通过活组织检查、通过

---

① 这是一个有争论的问题。工程师设计机器和结构, 它们的描述(和它们的部件的描述)在最充分的意义上都是功能性的。在某种减弱的意义上, 物理学中某些整体论或有机论观点在它们的理论说明中可以说本质上是功能性的。

X光照相、声波照相、放射性示踪剂等等已经发展出种种研究生命有机体内部结构和功能的方法。这种研究的局限性和解剖分析的技术时常要求分别地并在体外考察一个有机体的组成部分。于是，解剖的和生理学的研究一起构成了一种探讨方法，以获得关于有机体及其部分（按照一起构成了生命有机体的结构与机能的结合）的最完整的信息。

### 整体论

生命有机体的独特性的许多论据导源于把有机体作为一个有机整体的这种特性，它在本质上不可还原为仅仅是诸部分的集合。因此，生物学家J.S.海尔顿写道：“如果我们想掌握生物学的事实——能够使我们做出预言的掌握——我们就必须始终保持着着眼于整个有机体。”<sup>①</sup>但这些论据在强调重点上则非常不同。一般观点认为，有机体与机械装置不同，它们本质上是完整不可分割的系统，因而必须用这种观点去加以研究，这种观点的特点可称为整体论。整体被看成显示出这样一些特点，它们只有当有机体被设想为一个完整的整体时才被保留着，而当这个完整性被破坏时这些特点就消失了。在这种观点的流行说法中，整体被看作是大于它的各个部分之和。仅仅是部分的聚积并不构成一个整体，因为它缺乏生命有机体所显示的整体性，而没有这种整体性，它们就仅仅是惰性的物理集合体，如死的有机体就是这样。因此，生命是只有显示出这种统一性的整体才具有的属性。但是，这种统一性不被看作是各部分之间的外部关系的一个系统，而被看作为一个支配一切的和有效验的内部关系的集合。

外部和内部关系的概念在哲学和科学中有着悠久的历史，而

---

<sup>①</sup> 伍德格尔(Woodger)，前引书，第243页。



且至少可说是并非一种不证自明的区别。但它意味着在各部分之间的某些关系不可能通过一一枚举(或依靠对一个部分一个部分的分析)来描绘其特征。相反,这些内部关系是该系统作为整体的特性,而且只在一个整体的系统统一性中才显示出来。例如,内分泌机能与恐惧的条件之间的关系,从这个观点来看,不是可以通过离析出内分泌腺结构并把它当作一个部分而加以研究的,【355】而是只有通过研究整个有机体及其在给定环境中的境况而进行研究的。机械论者可能回答道:通过研究内分泌的机能的化学,以及通过把这种机能同行为联系起来,一个人就完全可以发现:恐惧行为的机理可以完全用物理化学的方法来作出分析。所以,(例如)认识了在典型的恐惧行为刺激了肾上腺的功能之后,机械论者可以通过用化学手段,或者通过对大脑适当的部位进行电生理刺激诱发出恐惧的行为来证明这一点。整体论者则可能回答道:用化学手段诱发恐惧行为只能发生在一个完整的和活动着的有机体内,所以,像恐惧这种概念是不可还原的,在内分泌层次上,离开了整体行为就是没有意义的(虽则引起这种行为的生理学机理是可以作为该有机体的部分而定位的)。因而,认为恐惧“不是别的而正是”一个有机体机制的某种物理化学状态的论据是在使用恐惧这个术语方面的一个范畴性的错误,因为不能说一个细胞,一个腺体,或一个肌肉系统表现出恐惧,只有高度复杂而又互相联系的有机体才有可能这样。整体论者可以用同一种论证模式来作出结论说:(作为具有这些属性的复合体)生命本身只有通过整个有机体作为它们在与环境的相互作用中的内部关系的一种机能才能显现出来,有机体的任何一个部分都是不可能孤立地显现出生命来的。

### 活力论与突现

基于某些这样的依据,某些整体论者会议论道:生命现象是

唯一不可还原的,不能通过还原为物理化学的描述来作出解释的,因为这种〔物理化学〕描述永远只是对部分的描述,只是对这些部分的聚合的描述,而没有考虑到整体的质的独特性。不过这种论据也具有不同的强调重点。

a. 活力论。生物学中的一个哲学侧重点(按其方向本质上属于二元论的),把这个独特的属性或质看作是一种独立的“生命力”,这种生命力只存在于生命有机体而不存在于任何其他的事物中,并且不是以任何方式来自于物理化学的组织的。这种被称为活力论的观点最激烈地与机械论相对立,这不仅在于它否认物理系统本身能够获得这种特质,而且也在于它引证了这种生命力作为独一无二的非物理特质。经典的活力论与笛卡儿二元论在形式上有着密切联系。物理物质和生命被看成是最终各异的“实体”或“本源”,如在笛卡儿那里的精神和身体那样。虽然一般说来,活力论者们丝毫没有声称,这种活力从某种方面上说是精神的或意识的,但它仍显示出精神的某些特性特征:它被看成为是有目标指引的,即目的论的。它被断言是非物理的,因为它不是任何一种类型的空间实体。相反地,较古老的活力论中,它被设想成是某种本能的或内在的“推动”,或“驱动”,【356】它具有指导性的力量和某种方向。所以,19世纪后期和20世纪初期,活力论者们把这种内在驱动描绘成是圆极〔汉斯·德里施(Hans Driesch,旧译杜里舒)复活了亚里士多德的描述一个事物的本质的“德行”和“原理”的概念,并因此用“终极因”来解释该事物的特性运动或活动〕或者是一种充满生气的活力(柏格森),即一种这样的生命力或冲动:它超越于任何物理描述而且事实上违背热力学定律,在负熵的情况下作为一种结构性或创造性的能量而起作用。这就是说,这种力的作用是把能量转变为结构,增加或提高能量的输入。这种观点在关注守恒定律的时代提出了一些严重的问题,因为很明显,这种

主张就是认为在生物体中，系统的总能量大于输入的能量。实际上，生物便成了创造系统，增加着宇宙中的能量和结构的总和。

这些较古老的活力论观点大多已经被抛弃，主要有两方面的根据。第一，单纯提出某种作为指导性的或有机活动的神秘的力并不构成一种解释，相反是通过假设某种不受经验研究的东西而阻碍了探究。因而，圆极是我们的无知的代名词，用来掩盖我们无知的事实，犯了用命名作解释的错误。第二，生命有机体的创造性活动事实上并没有违背能量守恒定律，而只是这样一种情况，在其中，来自有机体系统外的能量被有机体所占有，并在作为生物的特性的构造或生长过程中被使用。因此，生命系统是负熵的实例，但(用维纳的比喻说法)也只是作为“在熵的海洋中的一些负熵岛”。

非活力论者对关于生长意义上的创造性活动和生命形式的演化与增殖的论证作出了回答，非活力论者的论点是：生命从宇宙恒定不变的能量库中(在此情况下是太阳能)吸取能量，而且仅仅把这种能量转化为结构，转化为自身占有能量的结构。因此，生命有机体被“插上插头”而接通宇宙的能源，而并没有对这个能量库有所增添，在这个意义上，它们并不是创造性的。

再者，机械论者的不同观点已经证明在启发性方面更富有成就，它导致出为活力论观点所忽略或至少不加重视的探究和发现。

b. 突现论。然而，某些有整体论倾向的生物学家则从另一个角度排除了活力论的固有活力(vis)或精气(élan)，而论说：有机体不是简单的机械装置，这仅仅是因为在组织的某个层次上显现出某些属性，它们在较低层次上显然是不存在的。这种论证的重担落在层次和组织这些概念上。这些理论家们断定：一种质，例如我们叫做有生命的质不纯粹是加和的结果，【357】即不是部分或元素组合的总和的结果，而是某种具有不同属性的构型的产物。因此，

组织层次的概念就需要有组织类型这种相联系的概念。用一个粗糙的语言类比来说，*dearth*(饥馑)和*thread*(线)这两个词含有同样的字母元素，但很明显它们不是相同的词。这种组合的“质”来自它们典型的排列。但不仅如此，即使像*thread*这个词也具有不同的含义，因此，仅仅对“解剖结构”的描述并没有给我们提供出多少关于这个词起什么样的作用的线索。在一个句子的语境中，该词从它与其他词的相互联系和从它的句法功能中获得了意义。这样一个句子就是一个整体，它的各个部分只有在这个整体的语境中才是有意义的。而进一步说，句子本身以及*thread*这个词最初的各种不同的可能意义则被包含在语言的更大框架中，出于类比的目的可以把这个语言框架设想为一个有机体，它的各个部分的意义来自于它们的历史发展、局部用法和语境、结构和功能的这种一体化的综合，这种综合把语言意义赋予该语言的特定元素，即赋予其“分子”和“原子”。所以，要问*thread*的最后两个字母的含意是什么，那是毫无意义的，因为意义已经是该“有机体”的功能，而不是它的“部分”的功能了。类似地，坚持主张组织层次的概念具有解释能力的理论家们把有机体科学设想为这样一门科学：它涉及到物理系统（当这些系统显示出组织特性类型时）某些性质的突然出现。但是对突现论者说来，组织不仅仅意味着排列，而这正是层次概念“不可思议”的地方。

一个组织层次可以被简单当作是关于复杂性的量度。例如，元素 $\alpha, \beta, \gamma$ 是某整体 $a$ 的部分，相对的整体 $a, b, c$ 又是某个整体 $A$ 的部分，那么，由于复合和部分、整体和部分的关系的不对称性，则有 $A$ 比 $a$ 更复杂，而 $a$ 又比 $\alpha$ 更复杂。因此，如果有机体有细胞作为部分，细胞有分子作为部分的话，那么，有机体比细胞更复杂，细胞又比分子更复杂。但突现论者用层次所指的意义不仅如此。一个层次具有组织的某种属性，因而它倾向于在这个组织中

保持稳定。这里的稳定性指的不过就是在面临着(要不然就会趋向于)这层次解体的变化时,能自我保持。正是这种整体保存的特点,把组织与单纯的聚合区分开来了。组织是自我维持的。因此,突现整体论者谈论一体化的层次,用这来意指描述这样一个层次的典型规律必须包括一个有关该层次的自我保持的规律。很清楚,对于一个整体的各个部分是不能表述出这样一种规律的,因为持久不变的并不是部分,而是它们的整体。这个论证随后基于逻辑的依据继续说:描述这种整体的一个规律是不可还原为支配着纯粹作为部分的该整体的各个部分的规律的。【358】因此,根据关于作为部分的各个部分的规律,人们并不能预言出这些部分的某些组合将会显示出有机的整体性,因为这种属性只有在部分构成了一个组织这种整体化层次上才具有意义。

突现论的论据,虽然基本上是在生物学哲学范围内的论据,但也已经扩展到物理学和化学之中。例如,某些属性仅仅在分子组合的层次上才显现出来,但却不是所构成的分子的属性,也不是构成分子的原子的属性。颜色和热就是这样的属性。分子既没有颜色,也没有热这种属性。还原论者或许会争辩说:颜色不是别的,而是发射电磁辐射的波长,所以,元素具有特殊发射波长,当这些波长被人眼所感知时,我们就把它们叫做颜色。再者,热事实上不是别的,而是分子运动的唯象效应,所以,一物体热度的温度读数实际上可解释为该物体分子的平均动能的量度,而且是它们的动能的释放,而不是像在早期错误的热素说中那样,认为是一种不可还原的质。当突现论者声称:一个系统的规律是不可还原成可表述为它的各部分的规律或从这些规律推导出来时,机械论者或许会回答道:当我们发现一个系统的这些属性时,理论家的任务正是以这样一种方式去表述出有关该系统的各元素的规律,即使得该系统所特有的属性将是可以根据这些基本规律而推导出

来的。例如，某些元素与其他元素的化合的倾向，以及某些元素及化合物的稳定性和其他的不稳定性不是通过援引有关系统的某种更高层次的规律来作为物理解释，而是通过提出能说明这种情况的一个原子模型来解释的。因此，原子外层电子壳层满层与不满层的概念就是根据元素以及这些元素的系统（例如稳定和 不稳定化合物）的某些特点所作出的一种说明。

还原论与非还原论观点的这种区别具有方法论的和本体论的方面。从方法论上说，还原论的主张导致出一种理论上的努力，试图通过丰富和重新表述还原领域的模型和理论来说明系统的特性。因此，例如，人们将必须在物理化学层次上——也就是说在分子层次上——进行探究和发现那些可以说明该系统的各种突现属性的性质。在启发性方面，这种主张导致加强了在这些要求指导下的、还原领域内的研究。伟大的细胞学家E. B. 威尔逊用具有“使我们沿着正确的方向前进”这样一句话来描绘这种机械论纲领。

但是整体论者也有方法论的贡献可言，这就是警告人们不要陷入教条主义，【359】机械论者在把物理或化学这些还原领域看作在任何给定时间都是完备的或适当的，并因此把不能还原为这些术语的东西归入到无意义或神秘之列时，可能陷入这种教条主义。整体论者坚持某些生物现象的特定性，以此迫使机械论者去用还原术语对它们作出说明。在这里，激进的活力论者和突现论者在方法论上出现了分歧。因为活力论者坚持认为生命的独特特征是不能还原为物理化学的术语的，同时这些特征也不能被这种还原探究所检验的。从这一点上说，这是一种先验的教条主义态度，是一种信仰而不是一种科学的方法论的批判。如果突现论者要假设出一种不可考察的、新属性的突现赖以发生的动因的话，则他也会犯下这种先验论教条主义的过错。但是，在生物学突现理论中所强调的是生物系统——即组织——的完全可考查的特征，并因

此而向生物学探究提出了从理论上说明系统及它们的自我保持这个科学的问题。

但是，还原论与整体论的区别还具有另一个方面，严格说来，它并不属于方法论问题的范围内，而是提出了关于有机体是不是机械装置这种本体论的问题。这里与我们前面(第十章)对于理论和模型的各种不同解释间所做的区分有关联。认为有机体可以或者不可以用机械装置的模型或用机械论理论作出解释，这是一回事。这无疑是方法论问题。但是，认为有机论事实上是某种类型的机械装置，或者认为它们是不可还原的有机的而非机械的东西，那是另一回事。很难确切地说明这种说法的意义指的是什么，因为它至少有几个方面的含义。

1. 机械装置可以指“机械的”，也可以指“像一架机器”，这个概念的界限并不清楚，尤其是如果我们考虑到古代的那些简单的机械装置已经被电子装置所取代，而电子装置又肯定将被更高级的硬件所接替。根据新近的发展也不清楚，当硬件与软件(即意识的指令性和智能性的组成部分)在当代的人-机系统的观念中被联系成为一个统一的系统时，一个人怎样能够清楚地将它们分开。这种模型也可以被用来以一种机器般的方式去设想有机体的身体，因为对身体功能的机械性描述在目前肯定是我们所具有的最充分的描述，也是高度复杂的描述。因此设想这样一种由明显地有生命的、有意识的有机体和明显地机械的装置(但其本身作为整体可以具有有机特点的系统)的复合体，这是可以想象的，而且具有启发性的成效。总之，有机体和机械装置之间的实际区别随着与现在各具特色的有机体与机械装置直接联系的系统的发展，【360】也许变得更不清楚，而不是更加清楚了。(后面很快要讨论一种经典的区分，它认为只有有机体才具有这样的部分，它们当被损坏或损耗时具有自我再生的能力。)

2. 如同我们已经指出的那样，尽管机械论也意味着用广延来做出(经典地说是用力学物理学的术语)物理化学的描述，但也可以当作是指根据任意一点上的物理科学状态(比如，用经典力学以外的分支物理学)作出描述。像C.D. 布罗德所描述为一种完全的笛卡儿几何还原的那样一种“纯粹的”机械论，所依赖的是一给定时间上的物理几何学状态。但对这种还原的需要也把一种额外的负担加之于当前的生物学探究上，因为即便是最先进的生物化学和生物物理学也没有准备对于甚至比较简单的微生物现象作出这种还原。生物学家将不得不认为在这种还原出现之前，他在解释方面并没有很多收获。不过，这样一种还原的纲领，作为一种工作假设，可以证明具有意外的成效，分子生物学近来所获得的辉煌进步就是例证。

3. 在我们前面关于因果性和决定论的讨论的内容中，机械论所指的也许不过是关于生物学现象的规律中的要末是严格的要末是统计的决定论命题，它之可以被称做机械论仅仅是由于历史的偶然，即这种因果的和统计的决定论在物理学中已经有着最引人注目的例证。这种机械论的意义是如此广泛，又是如此偶然地与对立于有机论的机械论联系在一起，这超出了我们这里所考虑的范围。

因此，决定有机体是不是机械装置，就需要像阐明有机体那样来阐明机械装置这个术语。在对这个本体论问题所作的批判讨论中，J. H. 伍德格尔(在论及他称之为E. 沙弗尔爵士的“本体论教条机械论”时)写道：

“〔沙弗尔的观点〕在这里是值得提出来作为一个极端简单化的例证，通过这种简单化，生物学问题就成了生理学家〔机械论者〕的问题了。他简单地挑选出有机体的所有那些能在无机界中加以模仿的特征，并且略去了



当我们试图稍稍进一步推进这个类比时所产生的的一切困难，直到我们对某人怎么竟会认为有机体存在着某些问题而感到惊讶不已。再者，是根据物理学概念的表面价值而把它们当作是十分具体的和穷尽了它们自身的领域的概念。对这样一种观点要么是完全加以接受，要么就整个儿摈弃：不存在任何讨论的余地。这种简单的过分自信的本体论机械论确实像某些本体论活力论那样属于宗教狂热的领域，并且因此而超出了批判的范围。【361】很难回避这样的结论：经由‘从意志到信仰’之路比通过仅仅想找出事实是什么的愿望更易于到达这些极端。”<sup>①</sup>

这里的提示是：本体论问题确实是基于方法论的根据，根据关于一种特定类型的研究——在这里，比方说是生理学——的观点来决定的，在这个特定领域中，抽象的框架挑选出了该探究领域的某些特点；但接着教条主义就认为这个框架是实在的，并且断言：有机体就是机械装置，因为这是适宜于研究它们的方式。通过应用相同的原则，任一抽象的方法论框架都产生出它自己的本体论，以致是有机体还是机械装置的问题变成要么是浅薄的要末完全被相对化，要么就被还原为这样的实用主义方法论问题：即对于科学探究的一定路线来说，什么是合适的或最适合的框架。R. 卡尔纳普把这些本体论问题描绘为关于框架选择的“外部问题”，并且认为这些问题是实用决定的而不是哲学决定的问题<sup>②</sup>（以对立有关什么样的实体可说是存在于某个给定框架之内的“内部问题”）。这就引出了科学哲学中有关还原的一个更广泛的争论，

---

① 伍德格尔(Woodger)，前引书，第249~250页。

② 参看R. 卡尔纳普：“经验论、语义学和本体论”(“Empiricism, Semantics and Ontology”)的附录，载《意义和必然性》(Meaning and Necessity)，第2版(Chicago: University of Chicago Press 1956)，第206页及以下各页。

它和有机论对机械论的争论具有特定的联系。

### 解释性的和本体论的还原

正如我们已经看到的，关于生命是按机械论框架还是按有机论框架而被做出解释的问题是一个跟有机体的本体论地位问题不同的问题。通过还原为物理化学定律或机械模型来解释有机体的特征尚不等于声称有机体不是别的而是机械装置。因为按照这种主张，那么，真的就不存在像有机体这类事物了，因而有机体只不过是称呼机械装置的某个子类的方便的名字。这种意义上的本体论还原排除了我们的本体论观念中的一个实体，并且否定了它的存在。在科学的解释中，这种情况是经常发生的，就像关于疾病的邪魔说中的邪魔已经被排除了那样。我们现在认为根本没有引起疾病的邪魔这种东西，或者至少说，邪魔是早期关于事实上确实引起疾病的某种实体的想象的和错误的观念。同样，我们对生物和非生物的全部先入之见也许正是继承了万物有灵论的解释的这样一种基本的混乱，在万物有灵论解释的范围内，我们简单地假设在机器中存在一个幽灵或魔鬼，【362】但事实上，根本就不存在这种东西。为了取代这种关于鬼魂和机器的朴素二元论，我们可能需要一种完全不同的一元论概念，这种概念既排除了鬼魂也排除了需要灵魂来解释它们活动的那类机器。这样一种还原确实属于本体论的还原。

与此不同的、更有节制的方法论的或解释的还原主张并不否认存在着有机体这类事物。相反，它承认有机体这个术语标示了一种独特的存在着的实体，它只不过说，“在一种理论O中，被标记为有机体、并以诸如自我调节、自我繁殖等等这些术语来描述的东西，是通过一种还原理论M作出解释的，在理论M中，自我调节、自我繁殖等等是用物理化学术语，例如用遗传复制和变异

的负反馈的或分子的说明来加以解释的。”有机体作为一个实体在这个观念中保持了完整性，但它的特征则在关于它的“最终”构成和它们的系统过程的规律中，或者在它们的活动规律中找到了解释。所产生的问题是，一种解释性的还原何时才有资格被看作为真正是一种本体论的还原；还有，这种建议的实际意义是什么。如果机械论的还原结果表明是成功的话，那么，我们在当代生物学中就是否应该实际上停止使用有机论的术语进行谈论，或者我们应该把有机论语言当作一种方便的框架加以保留，尽管它不是真实的。我们在讨论解释以及理论和定律的作用时已经探讨了一些有关的问题，但是在这里又从还原的角度以特别尖锐的方式提出来了。因为引起的问题不在于某门科学的一个方面还原为同一门科学的另一个方面，例如，像在物理学中，唯象论热力学还原为统计力学那样，而是一门科学还原为另一门科学，例如生物学还原为物理学。这又产生出另一个问题，即关于是什么标志着一门科学俨然有别于另一门科学，以及被断定为“同一门”科学的各个“方面”事实上并不是不同的科学。

如果我们简要地考察一下有关有机体的独特特征的生物学概念的某些发展，那么，我们已经考虑过的还原阐释的有关问题就会变得清楚了。

## 生物学的生命观

生物学中，标志还原论和整体论之间的争论的界限中心概念涉及以下一些概念，它们探讨：(1)自我调节，(2)生长，(3)自我繁殖。<sup>①</sup>【363】生理学、遗传学、免疫学、胚胎学、内分泌学、细

① 严格地说，生命的这三个特征并不是处在同一层次上的，自我调节是更为一般得多的概念。可以认为，生长和自我繁殖本身是单个有机体中和物种内的自我调节的模式。

胞学和病毒学领域及其他领域都对这种概念争论及其可能的解决有所贡献。一切探究技术——分类的、比较的、生物化学的、生物物理的技术——都与这些争论有关，这些技术对各种基本概念提出了这种或那种阐释。我们可以简要考虑若干这些基本概念，看它们是如何可以根据关于还原论与整体论的对立这个更广泛的问题的观点来进行分析的。

### 自我调节

关于有机体中的目的论的许多论证的标志是有关生命系统的自我调节的讨论。调节带有与规则、目的、目标、终态等概念有联系的所有类型的规范性内涵。自我调节则在这种内涵中又增加进了某种自主的或自我立法作用这样的内涵，提出了一种“着眼于”某种目标或偏爱状态的反思的或有意识的动因。很明显，这样一种目标并不是现存的，而是展望于未来的；或者某种这样的偏爱状态虽然说并不是现存的，但却可以从过去中追忆。容易看出，为什么有机体的自我调节特点在这一点上提示了它们与众不同的特性。一个机械装置显然不是有意识的，而是非规范性的，虽然我们可能说它“服从规律”。但在对机械装置（无论是按物理化学定律或者这些定律在某种机器中的具体体现）的一种非规范性的和描述性的说明中，我们可以重建出所有这些术语而毫不涉及规范性的或有意识的行为。这种自我调节的典型例子就是某个系统趋向于某种非现存状态活动的定向或倾向，以及一旦达到这种状态后，在没有来自该系统外部的任何指引或干扰的情况下维持这种状态。这种涉及到一个目的性状态（它也是系统的一种稳固的或稳定的状态）的自我调节情况进一步包括了可能干扰该系统的因素，若这个系统不是自我调节的话，这些因素是会使它改变方向，或者完全毁灭的。对生命系统的最早说明援引了某种这样的

自我调节功能，把自我保存当作是生命的首要规律来加以谈论。因此，动物活动——首要是饮食和繁殖，但也有无意识的代谢功能，呼吸、消化等等——全都是为这个目的服务的；或是为了有机体个体，或是为了本物种。一个物种的一个有机体个体的生存因此是自我调节过程的成功操作，在较高级的生命形式当中，一个物种的个体的生物学意义上的死亡则是这些过程的相对失败。（“相对的”意思是因为这些个体的死亡可能是该物种生存的一个条件）。

这是不是生命系统的一个可还原特征的问题，很大程度上取决于定义，因为在一种意义上说，现在已经变得足够清楚，即自我调节和自我保存的概念具有一种机械的类比，[364]一种稳定状态或者内稳态的维持也完全是无生命系统的特点，如同是生命系统的特点一样。这种内稳态机构的典型例子被称作伺服机构，它是如此构造的以致能“适应”各种变化而仍然保持某种定向。在这类最早而且完全是机械的装置中，有瓦特的调节器，它通过一个阀门调节锅炉中的蒸汽压，当蒸汽到达一定压力时这个阀门就开启，当蒸汽下降到低于一定压力时就关闭。另一个简单的内稳态装置（或内稳态控制机械）是双金属恒温器，当温度降低到某一点时，它就接通电路，当温度上升到某一点时它就切断电路。这两种装置以及许多其他的类似装置应用的是简单的力学原理。调节器把蒸汽压力转变为旋转运动，这种旋转运动的离心力打开阀门；恒温器则利用两种金属膨胀系数的差别造成一种机械应力，这种应力促成电路的关闭和断开。两者都需要某种类型的输入，如果它们要作出不同的操作，输入就应该改变：调节器需要的是锅炉中的热输入，而恒温器则需要周围介质的温度的改变。在过去数十年内，一批高级复杂的自我调节装置——导弹、宇宙飞船的天空导航控制、自动化的生产控制等等——的发展以及关于这类调

节的一门科学理论（控制论）的发展，似乎一劳永逸地解决了自我调节究竟是不是可以还原为机械论术语的问题。有关这种内稳态，寻求目标或制导系统的“目的论”问题得到了简单的回答：“如果这就是你所指的目的论的话，那么很好，在一架机器里就有它。”这看来结束了有关有机体还原为机械的可还原性的争论，至少是在这一点上可以这么说。

但是，这一切并不美妙。有机论者（就此而言，或任何有兴趣的观察者）也许会提出进一步的问题：“你用这些所谓的目的论的机械装置所证明的是，某些用压力、温度、运动方向等等（简言之，物理量值）的术语所表示的简单状态是可以物理手段来保持内稳态的。但是这有别于保持一个生命系统的内稳态。因为在生命系统中所保存的既不是温度、压力和方向，甚至也不是新陈代谢这种更复杂的功能，而是存在于该生命系统中的所有这些功能所为之服务的某种东西——即，生命。诚然，内稳态也许确实是整个自然界的一种普遍存在的现象，但所有为生命系统服务的内稳态机构的结合本身将并不构成一个生命系统。”整体论者可能会再次争辩说：“你混淆部分和整体。”或者做出这样的论证：“内稳态物理系统正做着像生命系统所做的那些事情，但它不是一个生物就像生物也不因此就是一种机械装置那样。”<sup>①</sup>于是，反对的意见是：不论我们能够把有机功能与机械装置的类比推广得多么远，[365] 类比始终是类比，并没有因此而断定机械装置与有机体的“同一性”（大体上说来，是本体论的同一性）。充其量，我们得

① 由M. 邦格 (Bunge) 关于计算机所提出的相似论据是：“严格地说，计算机并不计算，机器并不思维，但它们从事着某些我们认为等同于某些精神过程的物理操作。”导致我们把机器说成是有机体的拟生物说和导致我们把计算机想成是当作有理智的拟人说是引导我们去设想有机体或思维是机器的那种还原论的硬币的另一面。邦格的观点认为这是把相似性与同一性混为一谈了。”（《元科学质疑》，Metascientific Queries, Springfield, Illinois, Thomas, 1959, pp. 151—152.）

到的只是结构方面的部分同构性，并因此有对这些结构的说明方面的部分同构性。通过把机械装置说成是有机体来调合还原的“技术有生论”遭受着同样的命运，不管我们把可以代替有机体各种部分的机械装置发展得多么好，像在修复术装置中那样，其中的每一件都是一个部件，这些部件的任何一种结合所能产生的不过是一种人造有机体，而人工制品（像人们已制成的某些物品）和非人工制品之间的区别永远是无可置疑的（有人可能会争辩说，人造出其他的人，像繁殖机制中的“人工制品”那样，但是这把人工制品的意义推广得太远了，尽管是以一种有趣的方式做出的。）。

于是，一方面，机械论的还原论者可能宣称：自我调节的全部独特的或所谓生物学上所特有的特征都可以用负反馈、用一个逆动联系系统的机制来加以说明，用在物理化学规律中完全奏效的机械部件来加以说明。另一方面，非还原论的有机论者也许会争辩说，这里所证明的一切不过是：一个有机体的各部分是机械装置，但是使有机体成其为有机体的恰恰是这些部分的组织，它产生了生命的这种性质上独特的现象或突现属性。

### 自我繁殖和生长

在这里有机论者可能更进一步，指出某些内稳态过程是不能真正被机械化的，它们是与众不同的有机内稳态。因此，虽然躯体的热调节和平衡机制在恒温器和陀螺仪中有它们的相似者，但自我调节所涉及的生长、适应、患病和被破坏的组织的再生，以及一般说内分泌平衡的整个系统和抗病及免疫的整个系统等等这些特定形式是生物学上的特殊过程。生命的这些基本过程是细胞过程，这是真正最低的层次，低于这一层次这些过程就不出现。因而，按照这种观点，即使有机体不是不可还原的生命单位，【366】那么，细胞就是不可还原的生命单位了。我们可以说活细胞，却

不能说(例如)活分子。“层次”的观点也许会再次支持具有维持细胞内稳态作用的物理化学机制,但活细胞却不仅仅是这些机制的总和或聚合,而是再次构成一种像组织的整体化层次那样的“整体”。从作为细胞复合体的有机体还原为单位细胞,从有机整体论者的观点看来,这标志着向还原论者退让了一步。但这还不等于承认一种彻底的机械论正在威胁着生物学在自己的领域内的统治地位;相反地,这是一个生物学家内部的自相冲突的问题,而物理学家的侵入则被认为是外部力量对内部事务的干涉行动。还有,如果细胞的代谢、再生、自我繁殖的活动也受到了分子生物学家们的挑战,因为所有这些活动能够被解释和还原为分子的术语,这样一来至少化学(如果不提物理几何的“纯机械论”的话)会侵入生物学家们的领域了。<sup>①</sup>

对细胞不能接受还原解释这种观点的最明显挑战来自当代分子生物学,尤其是在遗传学、免疫学和病毒学领域。因为如果我们现在把自我调节撇在一边而考虑那种认为机械并不自我繁殖的主张,那么,近代遗传学上的那些发现再次尖锐地提出了这种问题,即在特性上被认为是物理化学结构的某种东西——分子,是否能够被说成是显示出以前只认为有机体才有的特征。

本世纪20年代的较老的争论集中围绕着遗传过程是否可说是发生在细胞内部的过程或者是整个细胞的过程、或整个有机体的过程的问题。如果把自我繁殖当作生物的标准,于是如果能够证明这个过程是亚细胞过程,那么必定有一种生命物质的单位存在,它小于细胞,是细胞的一个构成部分,并且影响着细胞的繁殖。

---

① 所有这些关于“侵入”、“干涉”的说法当然纯属比喻,因为探寻真理的科学家(人们希望)除了捍卫真理(不论这些真理是来自哪个领域,也不论科学家们如何忠于自己的领域和有着什么样的信念)之外,再无任何其他东西可以捍卫了。



一般地说，遗传繁殖过程集中在叫做染色体的这种细胞构成成分上。产生的问题是，在染色体中是什么能够影响着繁殖，尤其是影响着—一个细胞的生长和分裂成具有同样遗传特性的两个细胞。在这里，需要作出一个区别：在有丝分裂中，显微镜下可以看见染色体分裂，因而它们具有复制的能力。染色体的这种复制好象细胞繁殖的效应基因。但控制或影响复制的或解释在新细胞中特征的复制是如何发生的则必须是在染色体中的某种过程，传统上认为这种过程与被叫做基因的实体有关。还原论者们论证说：这种机制一定是发生在分子层次上，【367】而（在细胞层次上的）整体论者论证说：一个分子不可能包含足够的结构或信息来传递遗传特性繁殖的复杂需要。F. O. 施密特最近在讨论本世纪二十年代所进行的这场辩论时，作出了这样的描述：

“两大派别——分子还原论者为一方，细胞、有机论或自然主义的整体论者为另一方——都是正确的而又都是错误的。分子还原论者搁浅在分子部件这块有女妖的岩礁 (Scylla) 上，因为他们的概念模型缺乏一种系统类型的组织，在这种组织中积累的信息可以得到有意义的处理；另一方面，细胞和有机论的整体论者陷入了依赖一些缺乏可论证信息——包含分子元件——的系统的神秘的突现属性这种大旋涡 (Charybdis) 中。”<sup>①\*</sup>

施密特指出，在1923年，提出具有 $10^6$ 到 $10^9$ 分子量的大分子能够在细胞核中存在会被人们认为是胡说八道。近年来，病毒与复

---

① F. O. Schmitt: “生命和学习的物理基础” (“The Physical Basis of Life and Learning”, Science, 149, No. 3687 (August 27, 1965), p. 932.

\* 据希腊神话，墨西拿海峡上有一岩礁，上面住着六头女妖 Scylla，岩礁对面是 Charybdis 大旋涡。每有船只通过，女妖便唱起迷人歌曲，使船员失魂落魄而无法驾驭船只，结果或是触礁或是陷入旋涡。因此，前有女妖岩礁，后有旋涡，已成为一句成语，喻指身处险境、进退维谷。——译注

制关系的发现史，在细胞核中(仅在染色体内部)找到巨大的大分子聚合物 DNA (去氧核糖核酸) 结构的发现史为当前的生物学革命提供了背景。在这里我们不作详细叙述了。但问题归结到这样一点：已经在细胞内发现了一种大尺度的分子结构并对其结构作出了分析。正因为此，它提供了遗传“模板”的模型，这个模型复杂到足以包含传递一个有机体的遗传结构所需的全部信息，同时还具有自我复制的能力。储存、转移(依靠所谓信使 RNA，或核糖核酸，它可以在细胞核外找到)和取出这种信息的全过程现在能够按包含着这种大聚合分子的系统来加以解释了。在沃森-克里克模型中，DNA的想象的结构——键连双螺旋——允许遗传信息重建为密码子(密码的信息单位)的线性顺序阵列，RNA 分子可以“读出”这种密码，并且把它转移到核蛋白体上，即转移到控制和指导生长和发育的细胞的综合中心上。这种遗传密码机制能够自我复制，并影响细胞和有机体的繁殖，这从彻底的还原论意义上看来确是一种物理化学“机制”。但是，接着产生这样的问题，即这样一种能够自我复制的分子结构是否因此本身就是一个活系统：简言之，即我们可否谈论一个“活分子”。在实验中，当包含着DNA的细胞被破坏时，在细胞的分裂和解体的碎片中，【368】依然保留有一种因子，它仍然能够传递这些被杀死了的细胞的遗传特性。但是DNA的作用是高度特定的。除了处在它的特殊细胞的特定条件下，它是“死的”。这种相同的异乎寻常的特定性也存在于病毒的活动，病毒除非处在以“适当的”细胞作宿主的条件下，它们也是“死的”，或者说是惰性物质。看起来仿佛是，对于活的细胞世界中的每一把特定的“锁”，只存在一把能够开锁的钥匙。人们发现病毒是裹在蛋白质鞘里的 RNA 分子，它们在宿主细胞中的复制成为导致最近对分子遗传学的表述的发现和探究链条上的一个环节。于是，也提出了这样的问题，即病毒是“有生命的”还是

“无生命的”。因为从一种意义上说，如果我们能够发现一种分子结构，显示出标准的自我复制特性的话，那么，对于非还原论的论据来说，除了可能声称，说到底，至少原子不是“有生命”的以外，还能留下些什么呢？

有一观点对这种简单的解释提出抗辩并提议对片面的还原论和片面的整体论加以修正。首先，繁殖过程不单是一种复制的过程，而恰恰相反，某种复制机制是细胞的自我繁殖的效应基因。其次，遗传繁殖过程不单是由DNA分子组成，而是由一个系统即DNA-RNA-蛋白质所组成的。蛋白质分子是一种特殊的酶，是在密码从DNA到RNA传递的基础上形成，它接着又控制着高度特定的化学反应。酶是这样的专一以致在人类机体中存在有 $10^5$ 种不同的酶，所以像人类机体这种大而复杂的系统的生长、适应、自我调节依赖于各种元素的一个异常大综合体的系统性的互相联系。因此，系统的概念被充分地结合进DNA-RNA-蛋白质过程的“机械论”模型中了。当某些在分子层次上的受控过程的专一性被看作扩展到个体的有机体时，系统的这种有效因素甚至更具有说服力。实际上，这意味着在有机体个体的分子层次上发生着某种像“自我认识”的事物。施密特把它称作“分子自我识别”。这明显地发生在部分器官的移植中，对“异体组织”的排斥，以致只有取自孪生的兄弟姐妹或近亲的组织才会被“接受”，而且甚至在这种情况下也必须借助于化学手段（允许嫁接和移植的细胞毒药）对这种个体独特性加以抑制。留待整体论者去争辩的也许是：遗传繁殖功能的机制仅与这些机制作为它的部分的一个系统有关，并且生命本身是这些整体的功能特性。但是如果每当发现了一种机制来说明生命物质的一种属性时，只是简单的重复说：“这并不是我所指的生命”，那么任何辩论肯定是不可能进行的，而那样一来整体论也许就会被当作是无知的避难所了。但是，机械论者也许不会简单

地作出这样的声称，即分子是“有生命”的；【369】他的更强硬的主张是，越来越多的生命过程能够被解释为分子的过程，不过是作为这样的分子过程，在其中，系统这个因素起着一种重要的有效作用。

这就提示出：在组织的某一层次上的机制系统将显示出生命般的属性；并且进一步地，在这种“机制”的分子层次上，它不再是一种类比或模型的事情，因为分子就是分子，不论它们是按照某种模型人工地排列出来的，还是在时间的进程中和在变化着的“环境”内天然排列而成的。总而言之，这就提示出生命是从物理化学结构的组织中自发产生出来的，或者说生命起源于非生命的物质，如同奥巴林、瓦尔德和其他人所提出的假说那样。在转变点——显然它根本不是一个“点”，因为在这一发展的化学阶段上存在着具有不同程度的“有生命性”和“无生命性”的中间结构——不可能说“这是生命”或“这是非生命”。莱布尼茨在描述自然界的连续性时说过“自然界不作任何跳跃”。最近对于生命的起源、结构和传递的探究提示出，生命和非生命之间的这种连续性比起我们所可能猜测到的要深刻得多。

## 第十四章<sup>[370]</sup>

### 精神、社会和历史：人类科学 中的某些基本概念

#### 为什么是“人类科学”？

正如在生物和非生物之间做出区分那样，人类和自然界之间也存在着一种古老的、深刻的区分。人肯定是一种物理实体，作为一个在空间运动的物体或作为一个热机，人的结构和一些过程是可以用力学和热力学加以描述的。人肯定是一个生物实体，不论是多么复杂和独特，而且人类生命形式与生物界的其他生命形式具有连续性，这是一个令人惊奇的事实（进化论已经使这个事实变得家喻户晓了），这可以作为科学研究的方法论上的重要指导。但是存在着一种明显的意义，从这种意义上说，人不仅仅是一种物理的或生物的现象。从人类自我意识的黎明时分以来，在神话、宗教、文学、哲学中，就存在着一种不懈的努力，试图对独特的人做出定义，并把人-自然的区分包括进某种本质性或系统性的表述中。亚里士多德在他的种属和差异的分类方案中，把人定义为动物这个种内的一种理性动物。柏拉图在对话中，借苏格拉底之口诱出人是一种“无羽毛的两足动物”这种挖苦性定义（据此有人提出，一只拔光毛的鸡作为按此定义的“人”的一个例证）。在其他一些这样的“本质性”定义中，人曾经从不同的角度被描绘为创造价值的动物、制造工具的动物、会说话的动物、创造符号

的动物、产生文化的动物。例如，据说只有人才“劳动”，这有别于其他生物的单纯的生命活动。而且据说只有人（在这样一种文化中，在其中，在记忆这种意识的现象中、在语言、艺术和技术这些人工造物中，过去影响着现在，现在影响着将来）才与时间联系在一起。笛卡儿辨别出人的本质是思维活动，【371】他把这种活动表述为反思和内省的自我意识。沿着这同一个方向，19世纪的德国哲学家黑格尔和费尔巴哈把注意力集中在这种自我意识上，认为它的独一无二性就在于它是物种意识，因为人认识到他自己是一个物种而不是一个个体。这种观点满足了这样一种古典的传统：在其中，思想的标志，或者说我们称之为理性的这种独特的人类意识的标志就是它认识宇宙万物。这种观点也同认为宗教意识是人类独有的概念联系在一起（黑格尔作出这个区分时评论说：“动物没有宗教”。）马克思和恩格斯则在生产的组织中和诸如家庭、社会这类制度结构的发展中（生活资料的生产 and 生命的再生产的结合活动就是在其中进行的）看到了人类的特点。艺术、爱、残忍、希望、罪恶连同其他曾经被提出来作为例外的、独一无二的人类现象，个性和自我意识的自我同一的特征也是如此。

除了这类哲学的特性描绘外，科学对人类现象的探索的发展业已产生出诸如心理学、社会学、人类学和历史学这一类的学科，它们各自按自己的方式强调人类活动的某个方面。在这种前后联系中，自然科学（物理学、化学、生物学）与行为科学和社会科学逐渐区分开了。尽管人同生物界的所有生物具有惊人的连续性，但很清楚，从一些本质的方面上说，是可以把后面这两类科学叫做人类科学的。一个世代以前有一种旧式的还原论提出这样的批判性问题：即，从自然科学被说成是科学的（即根据可表述为定量定律的特性、使用实验方法、以及“精密科学”的设想上的理想精确性等方面）这种范式意义上说，这两类科学是否堪称为科学的。

而且也提出了“硬”科学和“软”科学、“精密”科学和“非精密”科学、“定量”科学和“定性”科学的区分，通常是为了贬低“软”、“非精密”和“定性”的科学。这些是一些方法论的问题，但它们的解决并不在于简单地坚持这门或那门科学内的这个和那个范式，也不出于捍卫某个部门的忠诚。相反，这在于对人类科学的特征概念和程序做出分析，在于具体地明确地判断在给定的学科内，方法对于研究课题的合适性。从这个领域的复杂性和它所提出的一些有关科学知识的逻辑和方法论问题这两个方面上说，这个领域大概在当代的科学哲学中最具有挑战性。任何充分的讨论，即使是介绍性的，都超出了本书的意图，我们向学生推荐这一课题在当代的社会科学和行为科学的哲学中所引起的一些出色的、严密的讨论（参见关于本章的文献目录注释）。【372】这里，我们将限于以最简单的方式介绍人类科学框架中的某些概念问题。

## 思维、意识和行为：心理学中的一些概念问题

### 自我探索

心理学探究的特点就是一个有知觉、有意识的机体——他的认识就是这种知觉本身和有意识的思想的事情——把这些特征本身当作探究的对象。亚里士多德注意到了这一点，他在论述心理学的论著中写道：“思维本身是可以按与其对象被思考的完全相同的方式而被思考的。”<sup>①</sup>这从一开始就提出了一些方法论的问题，根据这些问题，心理学就能够对其研究对象作出表述。首先，“思维思考自身”提出了一种最好是作为自我探索和内省的事情来进行的反思探索。根据这种内省的探讨，各个不同的探索者就可

<sup>①</sup> De Anima(《论动物》) 430a, 3。

以到他们自己的意识的条件中去寻求这种自我探索，然后他们的报告（作为“第一人称”的报告）也许就可以得到批判性的仔细考察，借助于比较的分析而阐明一些表现出具有普遍性和规律般的特征，并排除掉那些看起来是偶然的、特异的特征。这里，在要求提出报告时，语言这种事实就已经对这种程序加以某些限制，引进了一种“共同的”框架，进入表面上属于个人的探索这种事情之中。因为语言与意识的关系是如此密切，以致有意识的思想或反思同表达方式的分离常常是完全不可能的。<sup>①</sup>因而，对“意识的直接材料”的这种探讨的纯主观性就被介入了语言交流的条件，我们前面已经看到，这是科学的必要条件和进入科学的客观性的手段。

### 行为主义还原论与整体论批判

力图超越出这种内省的主观性界限而通过确定公共的或跨主观的数据这种方式把客观观察引进心理学探究中，这种尝试从内省转向知觉上有效的外向行为，以此作为心理学的研究对象。关于这种从“思维”转向“行为”的最明确的表述就是根据这种方法论的改变而做出的一种本体论的还原的断言。【373】假如意识是根据“自在机体的外显行为”而得到研究的，那么关于不可看见和不可观察的“思维”或某种内在的“精神事件”的假设就不再是必要的了。至多，思维是用作为名称来表示我们用来描述意识的最终实体的那些行为的“部分”或“要素”的复合物；甚至意识也是可以用这些术语而还原为这种表现行为的。威廉·詹姆斯(William James)在一篇早期的文章中曾经提出这样的问题：“意识存在吗？”而

---

<sup>①</sup> 意大利的大美学家克罗斯(Croce)坚持一种关于“直觉”(作为对性质的直接意识)和“表达方式”的同一性理论；还有某位作者在某处谈到：“在我理解我所说的话以前，我怎么能知道我想的是什么呢？”



且他回答说：“不存在”，<sup>①</sup>以此来表示意识作为某种离开了可以从经验上加以探索的知觉和认识活动过程的实体是一种无用的并使人误解的实体化。心理学上的行为主义的根本命题，像机械论的还原论的命题一样，认为意识是一种物理事实，研究这种事实应该按照观察、测量、实验的程序（亦即根据适用于这些程序的那类可变因素）来进行。因而生理心理学把知觉、记忆、思维等赖以发生的大脑和神经系统当作一种物理复合体（或生物物理的复合体）来探索它们的解剖学和功能。同时，实验心理学家则通过发现和表述可测量的刺激和反应之间的规律般的关系来研究机体的行为。在这种实验探索中，控制种种可变因素、测量等的范式性的科学条件就变成是可以满足的了。

方法论的还原和本体论的还原的区别在这里再次变得颇为重要。本体论的还原论声称，除了可根据行为方面的可变因素来进行探究的事物外，不存在任何别的事物，而思维指的是一种不可捉摸的存在，是万物有灵论思想的一种虚构，而方法论行为主义者所提出的则仅仅是一种富有成效的探索方法，但却没有提出一个“空虚的”或“无头脑的”机体。

然而，有一点却变得很清楚：即根据理论构造以及规律的形式表述和表达这种实际需要，引进一些“不可观察的”或“理论的”或“假说的”可变因素，诸如需要、动机、驱力、习惯之类，并使用谈论诸如愤怒、恐惧、疼痛和欢乐这类状态的常识性描述语言，是颇有帮助的。根据还原论的命题，所有这些术语都应该是最终可转译成某些“基本的”和“行为的”可变因素，而毫不丧失其经验

---

<sup>①</sup> William James; “意识存在吗?” (“Does Consciousness Exist?”) 重载于W. Muelder, L. Sears和A. V. Schlabach编的《美国哲学的发展》(*The Development of American Philosophy*, Boston: Houghton Mifflin, 1960) pp. 380—383.

的意义。虽然动机、驱力和习惯是不可观察的，但却表现为根据在某种语言框架或理论内的观察所做出的推论，而愤怒、恐惧等等从常识的角度上说是可观察的状态，【374】虽然它们也许是不能被定量地观察的。因此，按照行为主义观点，有关这类可变因素的规律保持为仅仅是定性的、含糊的。例如，我们可以谈论“愤怒”的一条规律，诸如“愤怒随着刺激而加剧”，但这显然是一种粗略的表述。若不对愤怒和刺激作出更精确的具体说明，这种说法就一直停留在普通常识的水平上，一点儿也谈不上是科学。我们希望或是用某种客观的测量（例如血压、腺分泌速率、电图式）或是用某种其他的主观状态（如紧张感）来具体说明愤怒的各种程度或某种这类主观状态的关联程度。但是，这就需要某种把这样一些状态同（简单地说）某种测量方法联系起来的技术。在诸如动机或驱力这类“不可观察”或“推论的东西”的例子中，情况更加复杂。因为这些所提出的并不是某种暂时的内部状态，而是一种在一定条件下以一定方式行事的持续倾向。亚里士多德曾问道，一个伐木工是否只有当他正在伐木时才是一个伐木工，或者，一个法官是否只有当他正在审判时才是一个法官，他并且做出结论说，以这种方式来谈论就会完全丧失掉这类倾向性名称的意义。类似地，说只有当某个人正在（可被观察到地）为一项目标而奋斗时他才是具有实现这个目标的“强烈动机”，而当他正在睡觉或做某件别的事情时就非如此，这种说法是很奇怪的。诸如动机、驱力和习惯这类奇怪的“东西”可以简单地作为概念上的“存在”，只是出现在我们对行为模式的解释中，作为所谓的干涉的可变因素。或者可以认为真实地存在着动机、驱力和习惯这类事物<sup>①</sup>。

---

<sup>①</sup> 一个人可以为一种本体论还原论作辩护，这种还原论认为（例如）只有有机体的物理的或生理的状态是存在的，而动机和驱力这类东西不是实存的。但与此同时也可以认为一种方法论上的整体论（启发式地）提供出研究与这些生理

整体论和有机论对行为还原的批判声称，这种还原没有看到心理学的独特的研究对象——即人的意识及其全部派生活动——是一个统一的“整体”，而只是注意到对它的各个部分的观察和对心理观察的不成熟的定量表示。虽然整体论者也许并不质问行为主义的方法作为探讨这个对象的一种方式的方法论上的局限性，但他会认为，行为主义者在以一种排他性方式阐释这种方法论框架以便据此定义心理学时，已经超越出了这种框架的方法论范围，而以限制探究和帝国主义式地将心理学领域据为己有这样一种方式来加以概括。【375】不幸的是，整体论的批判中常常有一种哀伤的调子，认为心理学家不知怎么地在放弃关于思维的“认识论”框架时也已经丧失了他的灵魂。（有句老话说，还原论心理学家先是在十九世纪放弃了他的灵魂，而现在则正在失去他的理智）。这里，整体论批判的方法论力量（如同在生物学中）就在于，就行为主义的这种过分自负的概括来说，〔行为主义〕心理学家也许是只见树木不见森林，把部分看成整体，完全没有看到部分-整体的关系，而惟有根据这种关系，行为本身才能得到理解。这类不适合于现有的行为技术的现象因此便在心理学探究中消失了。虽然人们牢记在探讨意识现象的特定方面时必须考虑到“整体的人”，这也是具有含糊的真理性 and 重要的启发作用的，但整体论者并不停留在这种含糊的概括性的水平上。那么，心理学中的整体论具有经验和方法论力量的重点是些什么呢？

(1) 整体论者也许认为行为实验技术的抽象要求以这样一种歪曲或窜改的方式孤立了反应的作用本身。一切有意识的反应模式——包括感觉、知觉、判断和情感反应——都是有机的、情景

---

状态相关联的、或基于这类状态的行为的最好方法，在给定的本体论的基础上，设想这种行为是突然出现的。因此，一个人可以是一位方法论上的整体论者和本体论上的还原论者。〔我感谢哈佛大学的查尔斯·格罗斯 (Charles Gross) 教授，我在同他讨论中得到这方面的启发。〕

的模式。倘若事实上惟有“整体的人”（他的历史和他发现他自己所处的情景）才提供了探索的适当框架，那么，诸如期待、习惯、文化和种族的差异以及过去的经验这类因素的作用就必需包括在探究中，而正是这些特征“退出”了典型的实验室环境。因而，甚至诸如对客体或对感性的质的知觉这种“原子式”的行为也充斥着“定向”或预见的框架，这些因素用它来影响知觉，因而它不仅仅是一种简单的生理反应。在新近对知觉生理学的一种探讨中，甚至发生在神经元层次上的知觉活动也用这些“整体的”特征来描绘，因而整个机体的需要甚至就是靠单独一根外周神经的“反应”来表达的。行为主义者或许会争辩说，他的探讨方式并没有将任何这些因素排除在外，但是要以一种在经验上有意义的方式来包括它们就是要这样地对它们做出阐释，以致于可以用行为的方法来研究它们。因而，他或许会问，关于文化差异对知觉的影响的证据或标准用行为的术语来表示该是什么？什么是对预见的行为主义还原？从行为的角度上说，什么可算作是“过去的经验”？如果不能找到这方面的阐释，那么，关于这些因素起作用的断言就停留在无根据的直觉或预感或非批判性的常识假设这类未经检验和批判的水平上。

(2) 整体论者也许还可以争辩说，用刺激-反应所表示的知觉、学习等等的模型——即所谓 S-R（刺激-反应）模型——是贫乏的，是未能说明整体论的特征的。因而实际上一个人用来作为结论的是一套琐碎的描述，【376】它们同可被当作是充分的科学解释毫无相似之处。例如，知觉并不单纯是原子论者所说的刺激和反应点的事情；它还涉及到知觉器官本身的组织能力的主动干涉。按照格式塔论者的观点，知觉倾向为以某些典型的完形（或叫做格式塔）来组织感觉领域的输入信号的一种主动的过程，我们可以在实验探究中发现这些完形（例如，完整性和完美的图形）。

此外，除了知觉活动的这种有机的“整体性”，知觉的情景还包括主体和客体（或领域）的一种系统或统一体，而不仅仅是这种“刺激”对于那种“反应”、或这个“事物”对于那位“知觉者”的一种外部的关系。按照这种观点，主体和客体的相互作用就被看作是构成了一个“有机的统一体”，在这个统一体中，对主体和客体作分开的描述会破坏它们的特性，因为这个统一体存在于相互作用之中。比如，当主体的态度是美学方面的时，X是一个“漂亮的客体”，当主体的态度是在经济和实用的方面时，它就是一件“贵重物品”了。在丈夫看来，Y是求爱的对象，而在医生看来，Y就是医疗的对象，而在国内税收机关看来则是一个减税名额。〔对此〕有一种反对意见认为X和Y“实在地”是这种或那种事物，只是后来却被做出不同的释义，这种异议假定存在着关于“属于这种”或“属于那种”的某种特设的框架。整体论者若采用客观相对主义的探讨方式，就会认为任何知觉客体的“属于这种”或“属于那种”的特性是在这些不同的主体-客体关系的范围内得到确定的，这些关系中没有任何一个关系比别的关系更为优越，而只是在不同的前后联系方面有所区别。根据一个客体的物理特征认为它“实在地”是什么，这就是在许多框架当中选定一种框架，选择的依据是对于探究的方向或需要的相关性，而没有任何其他的特殊要求。

所有这一切所强调的是主体在知觉中的活动。行为主义者也许会再次争辩说，“反应”在他的方案中决不意味着是一种过分简单的被动的因素，通过把“反应”精心阐述为复杂的行为，主体一方的所有这类“活动”、所有的“意向”或“态度”或“意识的形式”都能够被容纳进S-R模型中。他可以指责说，整体论者的论据只是竖起了一个稻草人。

(3) 整体论者的最激进的论据在于，意识活动的某些特征原则上在方法论和本体论这两个方面都是不能还原为行为的描述

的。行为主义的探讨所达到的只是身体方面的现象，而意识的某些特征却是不可还原地属于精神方面的。这种激进的身心二元论与活力论观点中关于生物和非生物的激进二元论颇为相似，我们在这里可以把它称为精神论。特别是，精神论者会责备说，对于诸如意志、意向、目的、想像、梦幻以及信念的前后联系的完整系列这类特征是不能做出行为的描述的。类似地，他可以论证说，[377]认识活动——想像活动、概念的形成、语言的获得和使用——的全部特征超越出还原为行为的部分或序列，这完全是因为这些“内部的”活动是不可观察的。如果是在明确的行为主义的意义上理解不可观察的，那么行为主义甚至不能开始研究有意识的思想的这些特征；它们只适合于反思的或内省的对“精神”的考察。对于这种指责，存在着两种不同的回答，一种是“行为主义”的，另一种则包括着一些附加的论点，它们涉及到按思维或意识活动对其生理的或物理的基础的关系来描绘精神或意识活动的特性。

(a) 行为主义者可以论证说，精神论者标示为意向、意志、目的等所谓的内在状态或事件，就像动机和习惯那样，借助于这些状态赖以发生作用的表现活动，是可以对它们本身做出行为的探究的。无行动的“意志”，或无结果的“意向”是幽灵般的东西，最好是从心理学中剔除出去。反对这一点的意见认为行为主义者忽视了这样一种内省的证据：一个人据此自己可以把自已的意志、意向等等当作为不具有任何外向表现的“精神”事实而加以认识。比如，史密斯的脚和琼斯的胫猛烈接触，这个“可观察的”事实并没有给我们提供出什么线索说明，是史密斯（作为一个有意的动作）在踢琼斯呢，还是史密斯的脚偶然碰着琼斯的胫，或是那只脚被迫机械地以这种方式运动，而史密斯方面并没有采取任何行动。在这个〔斯特洛逊(Strawson)所举的〕例子中，根据纯粹从身

体方面对于史密斯干了什么或他是否在于某事这种事件的描述，情况是不清楚的。因为我们需要加以辨明的是意志、意向和决定这些不能还原为肉眼可见的行为描述的精神事件。不过，假如这种认识始终完全属于个人的认识，那么，它就不能成为一门心理科学的研究对象，虽然它也许确实给精神哲学带来一些问题和两难背理。还有，从这些“内在状态”用言词表示的程度上说，言词的行为——说话、打手势、构成言词交流的“动作”——本身就变成了行为探究的观察材料，因为言语表达（包括第一人称的关于内省状态的报道）只不过是取代了粗夯的身体运动或其他可从物理方面观察到的反应。

(b) 所以，对于这种指责：即某些精神状态仅仅适用于内省而不是客观上可观察的，另一种回答是，“精神”状态最终是与该机体的身体状态同一的。因而，对于表面上属于个人的精神状态来说，在机体中存在着身体方面的联系，亦即在构成意识的物理基础的大脑或整个神经复合物中。这就引出了认识论和形而上学中的一个重大的概念争论问题——即所谓的心-身问题——它影响着心理学中的这些问题。

### 心和身：二元论和一元论观点<sup>[378]</sup>

如我们所知，笛卡儿提出了关于两种最终不可还原的实体：即精神实体和物理实体的本体论二元论。这种表述提出这样一个问题：二者是怎样发生联系的，因为关于我们当作是物理的事件或身体的事件同我们认为属于思维的事件的相互联系的证据是如此普遍、我们又是如此强烈地深信我们所感知的东西是“真实存在的”，这是为任何认为思维事件和物质事件毫无关联的并非无理的信念所难以抗拒的。对这一点无需做出过多的说明，虽然对

我们的关于这种心-身关系的信念的证明和理论解释是形而上学和认识论中的一个活跃的问题。

争论之点在于是否存在某种可以公开地、客观地观察的事件，我们可称之为等同于或关联于我们认为是内省地认识的思维状态。可以把这个问题改述为一个有关大脑和思维或机体和思维的关系问题。在前一种场合，大脑被看作是意识的器官，在后一种场合，一个人可以对这种关系加以精心阐述而意味着整个机体依靠大脑和神经系统而具有意识。（这等于断言不是我的脚在走路，而是我通过使用我的脚以及身体的其他部分而在走路。）

身体的各种状态大体上是可以被直接地或间接地用物理的方法进行科学的探索的。体温、运动、电的活性、化学变化等一类的身体特征是物理考察的直接对象。如果人们断言精神不过是“这些身体状态的某种组织”，那么，我们就得到一种彻底的物理主义的还原，即把精神的事件或状态还原为物理的事件或状态。另一方面，假如思维被说成是某个身体系统的某种组织的一种突然出现的属性，那么意识活动的基础就被看作是一种物理的系统性的基础，但是突然出现的属性本身则被看成是这整个组织的一种产物，而不仅仅是各个部分的聚合。因而，“思维”就被看作不是超物质的，而是可还原为一个生物系统的一些较低级的整体化的组织层次。更进一步远离那种物理主义还原论，超越这种突现论，思维就可被说成是非物理的或超物理的，是不可还原地属于“心灵的”活动，这是一种彻底的心-身二元论。

按照物理主义的还原论，各种精神状态就是身体状态，而不单纯是“基于”或“导源于”身体状态的。精神状态和身体状态在数值上是等同的。因而如果有一种方法观测到身体状态 P，P 在内省上表现为一种精神状态 m，那么我们实际上就是在这种精神状态的另一个相态 (aspect) “观察”该“思维”状态；亦即，“P”和“m”



具有完全相同的指称，或是同一个事物的两个名称。斯宾诺莎引入了这种关于心和身的双相态观点，[379]把二者描述为某一基础性实体的属性，这种实体本身就是心和身这两个术语所适合的一性。伯特兰·罗素一度也持这种观点，他表述为“中立一元论”。这种关于心-身关系的一性观点通过断言思维状态的公共性便可以解决思维状态（虽然并不是当作为“精神”状态）的私人性问题。而且“状态”和“事件”是同一个东西，只是当它发生在你的脑子里时，它对你来说就是“思维的”，而当我从神经学的角度观察“它”时，在我看来它就是“身体的”。你的内省报告和我的神经生理学报告都是关于同一个事件的；因而大体上这些报告是可以互相联系起来的。利用关于这些相互联系的足够高级的“辞典”，我或许就能够告诉你“你正在看到的是红色的”或“你正在想到草莓松饼”，而你则可以对我进行查验（或查验那本辞典，它因此而得到进一步的改进。）

按照突现论和精神论的观点，心对身的关系并不是一种纯粹同一性的关系，虽然也许是一种相互联系。因而突现论者可以认为，不存在任何没有身体基础的意识，但却拒绝承认在解释上还原于身体的组织等同于一种本体论上的还原，或拒绝承认从有利于非精神的身体描述的角度消除掉精神的东西。彻底的精神论者会坚持说，不论一个人能求出何种程度的相互联系，他都是在处理两种事物而不是一种事物，因而只能用精神论的语言来描述思维状态，用物理主义的语言来描述身体事件。因而，一个人至多也不过是可以取得一种部分协调的方案，而不是同一性的方案。然而在最极端的情况下，精神论者会争辩说，在唯灵论或哲学唯心论的这种或那种表述形式中，存在着独一无二的、与身体毫无关联的思维事件。如果思维事件和身体事件确实互有关联（尽管不能把一种还原为另一种），那么，这种关系的本质就变得颇成

问题了。笛卡儿引进了鲜明的二元论之后，就在关于大脑和思维之间的某种生理学联系和相互作用中寻找这种关系，并假定这种关系发生在松果腺中。这种观点的彻底混乱导致出另一种提法，即认为身体和精神并不相互作用，而是平行协调的。

由此所产生的各种困难和哲学混乱使詹姆斯·汤姆逊把心身问题描绘成“精神踌躇”问题。但是，在计算机技术的新近发展的前前后后，它再次变成一个引起了最热烈地讨论的课题，在这一发展中，机器表现出“人工智能”。这类似于有机体和机器的问题，它与一种近乎逐字照搬的方式把机械论的不同看法引入心理学中，我们现在就来简要地考察这个问题。

### 机器和思维：机器能思维吗？【380】

与自我调节、自我繁殖和可构想的自我再生的机器是否能够说是活的问题相类似的是这样的问题：即，能够做出“知觉”辨别（例如，能够认出型式、形状、颜色等的差别）和能够“计算”、“学习”和“进行”逻辑演算的机器，能否说是在“思维”。这里用了这么多引号是要表明，从有意识的人的机体从事这些活动的那种意义上说，执行这些功能的计算机或自动机也许并不真正在从事这些活动。相反〔如邦格（Bunge）所提示的〕，它们所从事的活动相似于我们有意识地从事的那些活动。但是，这就提出了我们所说的有意识的是什么意思的问题。如果我们把意识定义为只有人类才拥有的（撇开动物意识的问题不谈），那么经过分析就会得出：自动机是不可能有意意识的，因为它们并不是人。不过这就把那个问题视为当然的了。假如意识确实被认为（像生命那样）是在进化的过程中从有组织的物质的无意识状态中产生出来的，那么从原则上说，运用人工方法重新构造出类似的组织状态也应该产生出

意识<sup>①</sup>。确实，人们已经构造出电子装置一类的自动机作为神经系统的模型。声称这种“神经网络”模型仅仅是一些抽象的模型，人们只是模拟了大脑和神经系的某些特征，因而意识的整合层次并没有被复制出来，这种说法所提出的是有关实用或工程方面的一些限制。可是这类机器的迅速发展并没有提示出对于这种发展或模拟神经系的任何上限。〔一个世纪之前，沙缪尔·巴特勒(Samuel Butler)在他的乌托邦小说《爱列翁》(Erehwon)中，幻想地描写了“机器的进化”，小说中的爱列翁人一旦认识到这种人造的进化也许会赶上和超过他们，就把机器毁掉了。〕另一个更强有力的论据是，进化的和文化的发展——这种发展结果产生出〔用格雷·瓦尔特(Grey Walter)的令人惊奇的话说〕“活的大脑”——的印记是不能用人工方法重新产生出来的。在这里，问题再次变成一个原理性的问题而不是有关现有的工程技术的问题。不可能在有限的时间内再造出这种结构和这种历史吗？或者，有可能但具有难以想象的困难？若是后者的话，〔381〕那么，概念上的争论就从十分不同的角度得到解决了，制造出思维机器就是可以想像的了。

计算机理论家、控制论专家和哲学家们在这方面所提出的告诫差不多都属于这种类型：它们指出目前的自动机距离有意识的思维还有多远。因为思维所涉及到的不仅仅是知觉，不仅仅是模式化的行为或习惯形成，甚至不仅仅是学习（如果我们可以用这

---

① 参见J. T. Culbertson：“既然意识伴随着大脑的活动，那么，任何一位相信大脑是一架机器或某种自然的因果机制的人，在接受这样一种初步的工作假说方面应该是毫无困难的：这种假说认为意识伴随着其结构与大脑足够相似的人造机器的活动。”〔《机器人的思维》，(The Minds of Robots, Urbana, University of Illinois Press, 1963, p.78)〕。这里Culbertson把这个问题看作是不言而喻的，不过他的论著是一篇论述“有意识的自动机”的原理和设计的引人注目的论著。

些术语来谈论计算机的操作的话)。大体上，它涉及到自我意识、情感、想像、创造直觉的全部范围，人们对这些活动在机体中的过程所理解的是如此之少，以致我们并不清楚标准是什么，比起对于复制这些过程的机械装置可能是什么的理解就差得多了。

机器能否思维的问题仅仅部分属于计算机-大脑的类比的技术问题，这一点变得颇为明确。它在很大部分上属于对我们所说的“思维”的意义进行语义和哲学分析的事情。在一本新近出版的实验心理学的标准教科书中，条目索引中关于“思维”的条目写明：“见解决问题(条)”。根据对思维的这种简化，一个(按照推理的规范、借助于设计在该机器内的算法程序而提供出关于一个问题的正确答案来定义的)“解题”的计算机也可说是在思维。不过这样一来，分析的重担就落在解决这个术语上了。计算机“解决问题”吗？或者它做着类似于我们在解决问题时所做的某些活动吗？一个以莱布尼兹的“难以辨认的同一性”和认为一种差异只有当它造成差异时才是真正的差异这条实用主义格言为基础的检验就是，一个人能否对机器的解题和人的解题加以区别。笛卡儿就已经提出过这种关于自动机的检验，图林(Turing)则用当代的计算机术语对之重新加以表述。在业已被机械化了的逻辑的或数学的演算这类事情中，差异看起来是不存在的，因为在这样一种场合下，即使是我们所做出的计算操作本身也是“机械的”，正如许多其他的人类操作是机械的或可以机械化的那样。但已经提出了进一步的考虑，即正是我们通过我们的人类的意识活动制造出这些机器并为它们编制程序的，这种考虑导致出这样的结论，即甚至最复杂的机器也与最粗劣的锤子和撬棍毫无差别。因为它也是供人使用的一种工具。简言之，机器并不能使用自身，而是被一种有理智的、有意识的机体所使用的。这种论据进一步提出，没有我们去制造和编制程序，机器就什么也不是，因而它的“意

识”只是一种被引导出来的、被指导的机械装置的活动。对此可以做出这样的回答：我们可以为一台机器编制这样的程序，从而使它能为自身编制程序，或者使它能为另一台机器编制程序来构造出它自身的复制品，或使它为一台机器编制程序使它能为第一台机器编制程序，使后者又依次为第三台机器编制程序，如此等等。从这种意义上说，后来的机器会认为前面的机器对于它来说是“有意识的”。但是这里就出现了矛盾，因为第一台机器是不能“考虑”任何事物的，除非前面有某台机器为它编制出这样做的程序，因而意识最终又被回溯地追寻到它在某位人类工程师脑子里的巢穴（这完全相似于那种关于需要一个最初原因或神圣理智的古典神学论证，【382】以避免在解释自然界的运动或设计方面的无限回归）。可是按照更广泛的类比，我们也可以被设想为根据基因遗传的密码结构“被设计程序的机器”，并且被这样地编制程序，即使得我们认为我们自己是有意识的，而这种意识是来自于前面的有意识的机器（例如我们的“双亲”或“老师”）。然而，这种使人迷惑的思辨却暗示出反思和思辨的思维这种独特因素超出了任何程序编制者对我们的预想，并提出了作为思维独特的质的“思维自由”这个问题。这种“自由”或“可塑性”以几种方式进入了这方面的论证中：

（1）机器被说成是一种决定论的机械装置。作为一种机械装置，它要服从物理定律，而物理定律是不容许有“自由的”或非规律决定的思维活动的。这个问题在这里变得复杂起来了，因为它取决于对思维机体中的自由和决定论这两个概念的分析。这就引起了有关自由意志的一些考虑，而机器不能说是具有自由意志的。机械论者对此的回答也许是，假如“自由”意味着超越古典的或严格的物理决定论限制的行动的可能性，那么统计决定论便提供出一类有关这种自由程度的模型，一台按照这种统计决定论、按照

它的操作方面的概率函数和随机性程度而设计和编制程序的机器是可以制造出来的。这种“概率机”或“随机机器人”可以做出各种超出人类或其他机器所能事先加以计算的决定，因而，如果自由意志是通过某种程度的不可预言性（在这里，决定论是用可预言性来定义的）来定义的，那么，这样一种机器就是一种“自由意志的自动机”。

控制论的创始人诺伯特·维纳(Norbert Wiener)从这种后果中看到了自动化的某些道德问题<sup>①</sup>。因为倘若机器被赋予了某种程度日增的做出“决定”的能力（如同它们参加我们的国民生活那样），那么，这种机器所能做出的“决定”也许完全超出了它的设计者所能事先计算出或预见到的可预言性决定（虽然我们随后总是可以追溯出做出这种不可预料的“决定”所经由的道路或过程）。但是假如这种决定的能力同执行的能力（机器也已日益赋有了这种能力）联系起来，那么，在我们来得及（用维纳的比喻说）“踩下制动刹”之前，〔机器〕就有可能做出或执行一项灾难性的决定，因为人类做出应答和计算的反应时间与电子机械装置的几乎是瞬时的行动相比，长得不可思议。【383】维纳进一步提出了如下关于未来的自动机的二难前景：它们可以或是“智能的”（即能够“自由”和不受拘束地做出决定，并具有高度的可塑性）或是“服从的”（即束缚在事先决定的限制范围内）。但它们不会同时是“智能的”和“服从的”。因而按照这种观念，一台“智能的”机器就会是一台“反叛的”机器。维纳明确地抽取出了这样一种分析（当再次把人类比起着有用工具的作用的自动机时）的内在意义。

(2) 其次，机器从其工具性功能上说，可以说是完全无自由

---

<sup>①</sup> Norbert Wiener: “自动化的某些道德和技术后果” (“Some Moral and Technological Consequences of Automation”, *Science*, 131:1355—1358, 1960)。

的。它始终仅仅是一种手段，而决不是目的；它并不使用，而是被使用。也就是说，机器并不选择它自己的目标，其活动仅仅是为了完成某项选定的目标。寻求目标和选择目标之间的区别因而可说是标志着自由行动和非自由行动之间的区别，有意识的思维和单纯执行之间的区别。只有人类才选择目标，而机器不过是用来（不论是恰当地还是拙劣地）实现这些目标的工具。从这种意义上说，机器是非道德的，而人才是道德的或不道德的。这里似乎提出了一种最终的区别。只有自由行动者才可能是有道德的，从有意识地在各种目标之间进行选择这个意义上说，只有人类才是自由的。因此人类创造价值，而机器至多不过是根据作为计算程序而构筑在其内的某些规范而得以在各种不同选择方案之间进行“选择”；它们不能“进行评价”，除非是受到指示。对此的反论证或许就是，人类也是类似地受他们的结构、文化、社会集团等等的决定而接受这类指导性规范并据此而行动的。可是反对这种说法的人则可以争辩说，人类可以做出错误的选择或犯错误，而没有任何一台机器可说是“犯错误的”。机器至多只能出故障。可是，一种机械论的伦理理论或社会理论也可以认为人类的错误是这样一类“故障”而需要加以矫正，在人的情况中，矫治法不过就是一门高级的“人类工程学”。苏格拉底的箴言“无人愿意犯错误”和“无知就是错误”就可以被转述为机械的术语，因而无知就被阐释为出故障或是缺乏关于一种特定境况的一种适当的程序指令。进一步推广这个关于人的行为和机器的“行为”的类比，就可以发展出以对给定人类模型的分析为基础并翻译成计算机语言的模拟诸如经济、政治或个性这类行为的复杂模式的程序。机器甚至可以被编制出程序而向过去的错误“学习”和“改进其对策”（如在奕棋自动机中，或在根据所谓的对策理论而对复杂的社会行为的阐释中）。这就提出了机器的类似于意识活动的高度灵活性。然而，模拟永

远是部分的，因而整体论者可以再次争辩说，【384】任何一种模拟的联合系统都不能接近于“整个”有意识的机体的行为，后者的行为是独一无二的，这完全是因为它在广泛不同的情况中具有可塑性或适应性。整体论者在这里所提出的论据是，人类行为的每一个如此抽象出来的方面都缺少意识的特定属性，具体地说，就是意识的概括性。事实是，意识统一和联结了这些不同的功能，而机器则只能分别加以模拟，这就使意识成为独一无二的东西。这种论证进一步声称：意识在其思维活动中无限适应的能力是“自由的”，而一台机器充其量只具有有限的适应能力因而在其功能方面是不能得到充分普遍化的。一台自动机可以适用于模拟数学演算，另一台适用于模拟经济动态，第三台适用于模拟知觉。但一台充分普遍化的自动机将需要一种无限的可塑性和适应性。还原论者也许会抗争说，这样一种发展仅仅是受到我们现阶段的知识 and 工程技艺的限制，而在原理上并没有排除这种可能性，因而普遍化的自动机完全存在于人类构造和编制程序的范围内。

(3) 有意识机体的自由从两个方面可说是独特的，而从这两个方面上说，机器则不是“自由的”：(a) 在自我意识方面和(b) 在对与自身相像的其他者的认识亦即种属意识方面。我们一开头便提到这些情况。这里，“思维的自由”包括一种免受自我束缚、脱离了一种机体(它仅仅是存在和行动，但却没有自我同一性)的动物性存在的自由。在有关机器和思维的语境中提出这一点也许显得颇为奇怪。但是值得提出的是：在现在的讨论的语境中，关于自我意识、自我同一性和自由的古典的认识论和道德的诸问题以一种独特的方式变得聚合在一起了。

格雷·瓦尔特的自动机〔即他的“龟”或思辨机(Machina Speculatrix)〕赋有一种被瓦尔特描述为“自我认识”的原始活动，而且它也可以被装备得能够“认识”与它同类的他者。这不过就是安装



在“乌龟”头上的闪光灯，当它作为镜子里的反射影或另一只龟的“头”上的类似光线而被(乌龟身上的光电感受器)“看到”时，就使乌龟“着了迷地被吸引”。瓦尔特把这种“自我认识”的行为描绘为“这个造物……在镜子前徘徊、摇晃、颤动、舞蹈，活像一位笨拙的那西索斯\*。一个如此地同自己的反射影打交道的造物的行为是相当明确的，是依据纯粹的经验基础，如果在动物中观察到这种情况，人们就会承认这种情况是某种程度的自我认识的证据。”<sup>①</sup>还有，当许多个这样的机器相互在一起时，它们都同样“吸引对方”，“彼此不能分离……因而从某种意义上说，一群机器便构成了一种共同体。”[385]尚不清楚的是，“自我认识”和“共同体”是借喻说法，还是从模拟或模型的意义说的，或就是我们通常意义上所说的“自我认识”和“共同体”的名符其实(虽然是低水平)的实例。笛卡儿在Cogito ergo sum(“我思故我在”；或者说正是我的思维活动构成了我的存在，其中我在具有断言自我状态或个人性的意义)这句格言中使用了自我意识的自我同一性来作为那种使人得以作为人(亦即，不是作为自动机)而存在的意识的标准。休谟把自我同一性置放在全部感觉印象的一个“共同中心”的基础之上，这里需要反思记忆和联想的概念，以构成像一个我这样的中心的连续性。由此产生的一个问题是，机器是否可以说是构成了这样的一些“自我”。在镜子里“自我认识”的情况，如在思辨机的例子中，也提出了认识“它者”——即有些与自己相像的“认识”对象——的问题。在这种情况下，个体的自我认识的前提是物种认识[黑格尔(在《精神现象学》中)、费尔巴哈(在《基督教

---

\* Narcissus, 希腊传说中的美少年，因爱恋自己在水中的影子而憔悴死去，死后化为水仙花。——译注

① W. G. Walter:《活的大脑》(*The Living Brain*, New York: W. W. Norton & Co., 1953), pp.128—29.

的本质》中)在对“意识的意识”作出现象学分析时,极其详细地发展了这个观点]。交流的作用在这里变得具有了中心意义,因为纯粹盲目的相遇本身是构不成认识的。关于人类社会的独特的人类特点经常据说是,社会是靠语言或符号而联系起来的组织。语言构成了社会关系的网结,社会关系超出单纯的共同行动(因为一个工厂里的各种机器也可说是共同“行动”的,但却不构成一个社会,更不用说是一个共同体了。)正是通过语言的使用,自我认识和对物种特性的认识才变得明确了。如果一个人采纳了这种探讨方法,那么能否设想,通过发展出自动机之间的交流,可以构成这样一种包括着认识他者和自我认识的“语言共同体”?这里的反对论据也许就是,机器,不论是多么高级的机器,都不使用一种语言,而只是用一种语言进行操作,例如,一个电报站、一个无线电发射机或留声机可以具有作为转换和传递装置的作用,但并不是“讲说者”。这种紧缩的常识性比较促使我们谢绝接受把机器设想为自我意识的语言使用者这种邀请。可是,思辨在自动机发展的广阔视野的驱策下,却诱使我们承认了这种可能性。

不管怎样,颇为清楚的是,希拉利·普特南(Hilary Putnam)最近正确地声称:“机器的思维问题将至少暂时地证明提供出了一种用以探讨精神哲学中的一些相当具有传统性的问题的激动人心的新方式。一个机器人是否以及在什么条件下可以是有意识的,这是这样的一个问题,【386】若不立刻与在心身问题和其他精神问题的标题下所探讨的一些论点密切结合起来,这个问题是无法得到探讨的。”<sup>①</sup>

---

① Hilary Putnam: “机器人: 机器还是人造生命?” (“Robots: Machines or Artificially Created Life?” *The Journal of Philosophy*, LXI, 21, Nov. 12, 1964), p.669.

## 社会和 历史

虽然前面的讨论限制在思维和机器的问题范围内，但它也提出一些关于意识和社会的关系的古典问题。作为对他的关于人是理性动物的定义的补充，亚里士多德进一步提出人是一种社会性（或政治的）动物的定义。亚里士多德在《政治学》一书中谈到，一个能够生活在一个社会之外的人“不是动物就是神”，而不是人。各种关于社会的理论像理性的人类思想一样古老，从一种还原的意义上说，许多现代的社会理论采用了物理科学作为它们的模型，而最早的物理理论则吸收各种社会概念和模型，虽然绝大部分是无意识地〔例如像孔福特(Cornford)和杜尔凯姆(Durkheim)以及一些马克思主义学者如法灵顿(Farrington)所表明的〕，这真是概念史的反嘲。整体论还原论关于科学理论的构成的各种不同见解的普及性在这里再一次自我表现出来，表现在关于什么是社会科学的实体和社会科学的方法论应该是什么样子这两个方面的考虑中。所以，人们可以根据有关社会本体论(社会理论所使用的是哪些种类的实体?)和社会科学的方法论(有关社会科学的观察、测量和解释以及关于社会科学中的规律和模型的表述的考虑所产生的一些独特的争论)的问题，来划分关于社会科学和历史中的一些概念争论问题的思考。

(a) 社会科学的实体。各学科的名称提示出，人类学研究的是人，社会学研究的是社会。这里的劳动分工完全是人为的，因为这两门学科都探讨人的互动(相互作用)，这种互动产生出各种社会的或集团的结构，而互动就发生在这些结构之内。的确，看起来很清楚，当代的社会学和人类学已不再是具有鲜明区别的学科了。但是给定一个像社会科学这样复杂的课题，劳动的分工对

于探究来说就是必不可少的。在这里，分离出社会性的人类存在的某些特征是科学研究的前提，这一点如同在其他科学中一样。因而，研究领域的分离便引入一些表示出这些不同的重点和研究对象的特性的“实体”，这些标准性实体可说是决定着探究框架的本体论。那么，社会科学中所研究的适当实体是些什么呢？

人和社会肯定是太含糊了；人的互动和社会的结构至多具有启发性，提出一些关于行动和结构的泛泛的概念框架，【387】它们指导着探索的战略和支配着理论的表述。如同在其他科学中那样，一种最初无法把握的复杂事物随着对研究对象的详细说明，随着定义和存在于任何科学学科基础中的那种分类过程的出现就会得到简化(还原)。因而，诸如个人、团体、任务、功能、设施，这类术语命名着这种探究中的一些典型性的实体和重点。

在一种探讨中，对社会的分析可以用任务这个关键性概念来展开，因为考虑到人的生活显然是有组织的，而这种组织的特征是分工和专业化。因而，个人的社会行为可以用“任务”和“执行任务”来加以整理安排。因此，一种任务也标示出一些结构，在其中，这种执行任务具有了它的意义——例如，一个社会里的“设施”或“团体”——因而不可避免地，这些团体相互之间的和对整个社会的关系，以及这类“任务”所促进的“功能”变得互相关联了，因为探究的框架是围绕着这些概念系统地精心构造出来的。从另一个角度上着手，如果强调的是“结构”，那么所要追求的也许就是社会的“解剖学”，结构之间的关系，结构变化的模式也许就成了社会科学家的研究重点。如果在一种(与生物学类似的)阐释中，结构和功能合在一起被当作构成一个有机的整体，那么社会探究所据以进行的模型或实体就可以被设想为一种“有机体”，它“成长”，“发育”具有“适应性”，“生存”或“死亡”；因而，它的各个

部分促进了整体的某些功能。<sup>①</sup>

另一方面，一种原子论还原论的探讨也许会把任务、设施、功能这些普遍术语划归为抽象的名称，而不是把它们当作某种社会实在的“实在的”实体来进行探讨。在唯名论形式中，这样一种探讨也许强调具体的个人，用此来取代社会科学中的那些其他的“抽象的普遍概念”，因而(例如)一切“社会实体”都可还原为个人的行为或功能。一种这样的还原论观点认为社会学可归结为个人心理学。而另一种观点则认为，由于社会科学家感兴趣的是阶层或群体的行为而不是这样的个人行为，所以标示着社会探究特性的是群众或个人的集体行为的统计属性(其中只是按个人的某些特征来抽象地看待个人)。

【388】另一种探讨是具有整体论或“总体”面貌的发生学-历史的探讨。按照这种观点，人们可以论证说，社会科学中的解释需要依据的是过程，即根据关于现在的社会结构和功能是如何从以前的发展而来的因果说明。在这里，通过类比于生物学中的进化论，人们即可把社会进化当作是关键性概念，把整个“组织”或社会“结构”或社会“体系”当作为实体。

于是，我们介绍了各种不同的实体、模型、框架，社会科学探究就是在其中发展的。因而，用“事物”、“事件”、“过程”、“个别事物”、“普遍事物”所表示的一般本体论模型就在社会的“原子论”或“有机论”或“多元论”等等中得到了社会科学的释义。因而，部分和整体的关系这个无所不在的问题也再次出现在这个系统

---

① 这类“有机的”类比在社会理论中是古典性的，并且明确表现在社会有机体以及更老一些的身体政治这类习惯用语中。这是(例如)柏拉图的《共和国》的基本雏形，在这部著作中，他按照人类机体(作为一种“灵魂”)的类比来描绘理念社会，它具有理性、行动和自我营养的三部分功能。它也明确表现在所有的古典的政治理论中，这些理论像霍布斯的《专制国家》(Leviathan)，根据对活动物的类比来设想国家，如国家具有“头”、“胳膊”、“腿”等等。

里。在各门社会科学中常常对“总体的”和还原的探讨方法做出区分，并根据具有从“低水平”的个人行为，到探讨可从经验上把握的团体这种所谓中间范围的理论，到诸如“社会”、经济或政治“体系”或“周期”以及其他类似的高度抽象概念一类的“高水平”的总体性结构这样的标度的理论“范围”，对这个区分做出了进一步的精心阐述。

社会理论的古典基础大多是“总体性”的，力图确立最广泛最普遍的框架作为“本质的”框架，在其中，社会现象可以得到有意义的研究。从柏拉图、西尼卡(Seneca)和中世纪伟大的阿拉伯社会学先驱伊本·克哈尔敦(Ibn Khaldun)的早期的思辨的发生社会学理论，到孔德、马克思、斯宾塞、托尼(Tawney)、韦伯(Weber)、帕列托(Pareto)、索列尔(Sorel)、斯宾格勒(Spengler)等人的古典的十九世纪和二十世纪早期的理论，到当代的汤因比(Toynbee)、索洛金(Sorokin)、塔尔柯特·帕森斯(Talcott Parsons)和C·赖特·米尔斯(C. Wright Mills)的理论和历史的社会学，这种社会学的方向一直是综合性和系统性的，力图在人类的组织和发展的大规模现象之间确立起首尾一贯性。对这种系统社会学的最频繁的批判就是，它是思辨的而不是实验的；或者说，它的经验论局限于对积累的事实的整理，但并不涉及到检验和测量的方法，而惟有这些方法才能最终形成一门关于社会的科学。这种批判实际上是说，这种社会学事实上是历史学术成就的标记，但历史并不是一门科学；这尤其是因为历史的据称“规律”是不可检验和不可否证的，不论是由于它们具有不可补救的模糊性，或是自我满足的，或者是由于历史事实是一些独一无二的事实，并不提供做出规律般的表述的前景，而只能做出似乎有理的阐释。因而，这样一种发展的和历史的社会学像历史一样，所能提出的至多只是一些“倾向”、“趋势”或“方向”或关于模式的泛泛的定性描述，它们没

有任何预言的力量，不论它们具有着什么样的启发价值。

最远离于“总体论”图景的是接近于生物学的对人的研究，即自然人类学，【389】它研究的是对于作为自然有机体的人类的描述、分类和特征描绘。然而这种研究密切涉及到（如生物学中的进化和生态研究那样）人与环境的关系。涉及到人类的迁徙、混合、分布，涉及到作为生活在一种文化内并且变得社会化了的使用工具、会说话的有机体的人类的进化。对个体结构的特定的生物学研究因此转入了对社会的研究，特别是比较人类学和文化人类学、考古学等等这些对古代的和有文字以前的社会和文化的探究，因为，研究人工制造物对于研究人是必不可少的。

社会科学中的经验方法论的源泉是人类学。因为，一旦经过了18、19世纪的“哲学的人类学”的表述阶段，人类学家便成了一个野外（现场）的研究者，在直接的观察和测量中、在比较的和自然的人类学中寻找他的事实。可是，甚至在早先的文化人类学的传统中也存在着这种探讨的“历史决定论”的相似物。后者曾遭到批判说是“软”科学，这不是因为它的学术成就缺乏严密性，而是因为它一直严重地依赖于对过去的事实的重建，而且缺乏一种经验的方法论。所以，野外（现场）研究的压力（尤其是在与研究者的文化不同的各种文化中）尖锐地提出了社会科学的材料是怎样获得的、特别是探索者“主观的”定向<sup>①</sup>是如何干预基本材料的收集和关于这些材料的阐释这类问题。随着经验社会学的成长以及人类学和社会学的探究中野外（现场）研究技巧的发展，这些问题变得更加尖锐了，产生出一些关于社会科学的基础本身的争论。当诸如价值、习惯和规范这类社会研究的“实体”出现时，这些认识论和方法论的争论就变得（对于澄清社会科学家所研究的到底

<sup>①</sup> 定向 (Einstellung) 这个格式塔论的术语要求注意心理学中的社会知觉这个一般性问题；以及注意社会科学的观察和研究技巧的一些特定的问题。

是什么、他怎样从事这种研究)具有概念上的重要意义了。

(b) 社会科学中的观察、测量和模型。在社会科学的观察中,人们所看到和所寻求的到底是什么?当人们观察一种“习俗”或一种“任务”或一种“设施”时,他所“看到”的是什么?显然,如同我们前面讨论过的失落的纽扣、日蚀、物理学中的理论术语\*那样,这里的观察也限定在一种框架之内,在这种框架中,一些感性材料被当作是“习俗”和“任务”的证据。社会科学中的行为主义还原论从心理学行为主义者那里得到启示:习俗和任务这类术语若要具有经验上的意义,就应该是可以还原为个人的或个人总和的公开的或表现的行为的。因而,一个群体或许就是用共同利益来定义的,而利益在操作上就被定义为行为的模式,或是各部分行为的特征性序列。【390】整体论者也许会争辩说,诸如利益和规范这类特性并没有使它们自己适用于行为的描述,后者所产生的是一种阉割了的关于社会行动的描述。他可以论证说,我们并没有到达社会研究的原始状态,和理智上赤裸裸的状态。相反,正因为我们本身是人类,所以我们就已经有了一个初步理解社会实在的核心,借助于它,我们原始地理解某些现象的意义。所以,(例如)“仅仅是观察”人类的事务,我就已经从直觉上掌握了意向、动机、目的这些内含的方面,正如从一张脸的可视外形上,我掌握了人相的一些“质”,我的直觉把它们看作是惊恐、疼痛、欢乐等等。根据这种观点,这样一种直觉认识是不能再现在行为描述中的,它是对“某种更多的东西”的认识。在这种观点看来,不论这或许会表现出多大的主观性,它的客观性就在于它的普遍性。因为我们大家都是人,我们都具有同情和移情的人类直觉以及其他的情感和美感认识的模式,像物理学中的显微镜和望远

---

\* 见第五章《观察》。——译者注



镜那样，它们都是有效的观察仪器。康德提示，在我们对美的判断中存在着这种认识模式，他认为它们是主观的，但也是普遍的（这是从如下意义上说的：即虽然我们不能要求基于概念的或逻辑的依据来赞同这类判断，但我们是合理地或似乎合理地期待这种赞同的）。虽然这种“主观的普遍性”缺乏经验科学所要求的证据的支持，但按照康德的观点，经验科学也没有达到“确定的”或确凿无疑的判断。只有数学达到了，因而只有数学是先验的。

把人类对人类事实的认识的这种模式精心加以阐发，这作为社会科学中的一种方法，就叫做理解〔即Verstehen(德语)，作为一个专门的或方法论的术语〕，这在人类科学中有着强有力的支持者。整体论的侧重点是明显的，因为在这里，一个“整体”的某种特征或“相貌”属性或格式塔质是直接被掌握的，不用推理，也没有求助于理性或证据。有人已经通过保留的方式指出，虽然这种探讨方法在社会科学中具有启发价值，但是一旦超出这种最初的“认识”或“直觉”，就需要进行经验的探索，以证明这种认识不仅仅是一种预感或洞察。

这就提出了关于社会科学的材料的本质这个问题。大多数作为材料而加以收集的东西并不是原始状态的物理事实，甚至也不是粗劣的行为(例如，有机体在时空中的运动)，这些材料存在于人造的事物中，特别是在语言这种最具可塑性、最难以捉摸的人造物中。因为社会科学家的典型技巧包括提出问题或收集和描述各种表达、判断、见解，以及观察非语言的行为。对一般的语言反应和符号行为(这里包括表现在舞蹈、姿势、求爱以及在社会生活的所有艺术和技术中、在风度和其他之中的美的表达)的评价确实变成了一件十分棘手的事情。【391】因为在这里，观察这件事本身也许会歪曲或干扰被观察的情况。在前面讨论物理学中

观察者对被观察情况的干扰时，我们曾提到尼尔斯·玻尔的关于当一个人内省地“观察”一种思想时对于这种思想所发生的情况的“想象的”类比。在这里，为了限定社会科学的材料收集的客观性，这种情况介入了对他人行为的非内省的、“客观的”观察。此处对观察的影响涉及到两种可变因素：

1. 观察者对被观察的个人或群体的影响。
2. 观察者本人的价值方案框架，用这种框架，材料可能被以一种特异的或片面的方式做出主观的阐释。

我们前面提到，这种情况并非是社会科学的特有的。但它在社会科学中的应用却是独特的，因为，人对于未观察到的行为和有意观察到的行为之间的境况差异的敏感性是众所周知的。当探索者的价值观念或语言框架影响到他的观察时（当研究对象的价值方案或语言与探索者的大为迥异，或对他是陌生的时，这种影响也许最为明显），就引出另一种有关社会科学的客观性的复杂情况。

(c) 测量。如果数是普遍性语言和客观性的最终基础的话，那么，社会研究的定量表述就似乎是通向一门客观的社会科学的道路。这种定量表述，包括精心设计出特别适用于种种社会可变因素的测量标度，在社会科学的新近历史中已经进展得相当之远。比如偏好、规避、为实现目标而奋斗、挫折、成就等等这类社会行为的特征已经被用函数关系和用还原(简化)为可定量的量值(诸如收入、受教育的年限，等等)的方法做出了解释。像社会阶级这类“抽象”可变因素的定义已经超出了根据某些简单的“数”(例如年收入)所做出的释义，并由于对职业地位、声望、可望得到的报酬等材料的非定量性释义而得到改进。例如，派克尔(Parker)、克莱因纳(Kleiner)、塔克曼(Tuckman)、泰勒(Taylor)和其他人已经探索出在一定的人口中心精神分裂症的发病率和这些人口成员

中的抱负水平之间的关系。<sup>①</sup>他们使用了库尔特·列文(Kurt Lewin)的一个函数“式”作为指南。简单地说,精神分裂症发病率被看作是正比于挫折的水平,而后者又被定义为与抱负和成就之间的差距成比例。【392】显然,这个公式〔给出如下:压力的水平 =  $F[(LA - ACH) \times INT \times PA]$ ,或者说,压力是抱负水平〔LA〕和成就水平〔ACH〕之差乘以追求所说抱负水平〔LA〕的愿望强度〔INT〕乘以成就的概率〔PA〕的一个函数〕要求有某种定量表示变量的方法。这些作者们把这些可变因素阐释或定义为是可以按照序数或序列秩序和间隔标度而用数字加以表述的量(教育水平、用收入表示的就业水平,等等),以此来做出这种定量表示。

如同在许多社会科学和生理学研究中那样,这里产生出“主观”可变因素的问题,在这些因素中确定各种值的量和有序秩序取决于研究对象本人对这些值的估测(例如声望或欲望的强度,或在心理物理学中,对明暗、音响、压力等的相对强度的主观估测);取决于这些社会价值赖以得到估测的参照群体;或取决于对象的反应所涉及的标度的局限性或限制性。简言之,社会科学测量的许多困难所涉及到的不仅是所谓的强度量值(诸如那些非可加的因而不能使用算术的定量演算的量值),而且还有那些看起来纯属个人反应或者狭窄地受前后联系制约的量值。那么,在材料或许是独一无二的或特异的时,或者这些材料是如此地相对于前后联系(即参照群体)以致不存在任何根据它们而做出概括的有效方法时,怎么能够发生有意义的测量?例如,即使我们对一个“大”群体,比如说1000名对象做出检验,这又能为归纳概括提供出多大程度的强有力的依据?而如果检验是对个人做出的,那么一个人怎样得以把在一种情况下发生的主观反应同发生在另一种情况下

<sup>①</sup> R. Kleiner和S. Parker:《都市黑人社区中的精神病》(*Mental Illness in the Urban Negro Community*, New York:Free Press, 1965)。

的联系起来？在诸如我对一种特定职业的声望的估计和你的估计这类难以捉摸的和主观的反应方面，一个人怎样可以主张使用定量的方法？背景、家庭、教育等可变因素不是如此大不相同以致于难以做出有意义的概括或规律般的陈述吗？

显然，第九章所探讨过的所有考虑变得鲜明了，因为取样、误差、统计概括和概率的作用在这里变得具有关键意义。正是完全基于这类问题而在诸如意见研究、内容分析、表决行为等领域内已经发展出日益改进着的抽样和统计分析的方法，在这些领域内，研究课题提供出大规模的现象和可重复的事件。但更重要的是，测量开始强调非度量的技术，以及标准的关联技术。社会过程的模型变成“定性的”，不过根据的是适用于这一研究课题的拓扑学、集合论和逻辑演算这类复杂的数学分析。用计算机模拟这类社会过程允许在社会科学中做出一种代替性的实验，而后便可以相对于实际情况来检验它们的结果。【393】因而，借助于这些能够整理和分析先前无法掌握的和不可想像的大量数据的测量技术，对趋势做出预言就变得切实可行了。

这种属于直接定量(根据间隔的或比率的尺度)的技术的有限范围的问题产生出了社会科学研究战略中的“重要性”和“不重要性”的问题。情况也许日益变成这样：不适合于这种分析的重要的社会事实在这种依靠对其他事实(可能是勉强够格的一些事实)的简易定量表述的狭隘方法论基础上将往往会遭到忽视或不受强调。而旨在于经验定量研究的社会科学研究也许自然而然地会采取阻力最小的道路。但是，在定量表述方面阻力最小的道路或许也是意义最小的道路，因而数据分析也许正是在它最无足轻重的地方得到迅速发展的。判断什么是重要的什么是不重要的困难存在于一切科学中，而关于是否存在着一种对这些可变因素的独立量度这一点是不明确的。这样一些研究战略的问题变得日益紧迫，

因为技术常常跑在各种想像的和理论上有着意义的观念之前。但是，认为社会科学不是“定量科学”（有别于作为一门量化的科学的范式的物理学）这种古老的异议一天比一天显得更加反常了。

(d) 模型、规律和理论。在社会科学中，模型在传统上相当丰富，而在现代的物理科学中，模型相对地就比较少。有人认为，这是因为社会科学正处在襁褓阶段，因而尚未具有那些随着成熟而发展出来的、对构造模型的经验限制；任何一门科学（包括物理学）的早期思辨阶段生产出许多模型，而在一门更高度发展的科学中，对一个模型的要求则更严格。例如，发达的科学大体上更具有系统性，它的逻辑结构也更严密地交织在一起；因而对一个新模型的要求就包括与已经确立的理论或已有的模型的一致性以及首尾一贯地与已经系统地联系在一起广泛范围的事实相“吻合”。这样一种观点，不论直观上是多么似乎有理，却有着几个重大的错误；首先，它忽视了模型的非系统性的或特设的用法，这种用法相当普遍，甚至存在于诸如物理学这类所谓的成熟科学中。其次，它提出了科学是一种有限的事业，科学越“发达”，理论的发展就越依赖于一种独一无二的表述。这是科学史中的一个命题，而它的有效性是全然不明确的。还有，正是那些最激烈地否认历史探究中的“规律”的可表述性的人们最不加批判地引用这样一种“规律”：它具有作为一条关于科学史的教条的一切外观。

【394】尽管如此，但事实看来确实如此：社会科学中有着大量的模型，它们常常并不是被严格地构思的，它们具有一种定性的和松散的特性，因而搞不清楚人们应该根据什么来接受或抛弃这种类型的模型。不过，倘若人们采用一种广泛流行的实用观点即认为模型不过是理解的特设工具，或是有助于提出整理材料的模式的实用性或启发性的辅助手段，而不把它们当作是真的或假的，那么，构造模式方面的广泛自由就得到保留了。

对这种观点的批判认为，这些“系统性”的模型虽然是轻率地构造出来的，但往往被教条地当作是对某种重要的社会实在的反思结果，因而强行“过早地拒绝”经验的研究或在“中等范围”内的更有节制的理论表述。模型构造也可以变成一种在有意义的经验解释方面比较空洞的学术事业，并蜕变为一种形式的练习，这种练习仅仅受到满足美感或想像游戏的限制，或其动机来自无休止的精心制造和织网这种嗜好。这种批判往往针对着那些“无所不包”的（“总体性”的）模型，认为它们是“思辨的”、缺乏经验的模型或是糟糕透顶的“形而上学的”（在这里的语境中，这是一个挖苦的字眼）模型，因而不是无意义的就是非科学的。

社会科学中的实证主义批判的结果常常是放弃在一个范围狭小的领域内从有利于小规模的数据收集和分析的角度来建立理论，而且把“建立理论”当作一项空洞的活动而完全加以摒弃。在当前的社会科学哲学的讨论中，这方面的争论一直很尖锐，它也许是向当代的科学哲学中的批判性分析提出最难应付的挑战。然而很清楚，在新近的社会科学中，以一种实验的方式来使用模型已经进展得相当之远。这种情况存在于那些实际上是作为模拟社会境况和过程的特设模型的发展中。在这里，关于某种可设想的社会境况的抽象模型被构造成一种可用计算机语言表达的形式系统；在一些受控条件下，这种模拟再现出这种境况的抽象特征，提供出各种指派给一些不定因素的实验值。一台奕棋计算机就是对一场实际博弈的模拟。但是博弈（对策）这个概念已经在一种更加抽象的意义上得到发展，从而使得许多小组或两个人的境况可以被重建为“博弈”（“对策”），然后，这些“博弈”（“对策”）可以在一台计算机中“演算出来”。

这在概念上并没有什么新鲜的东西，因为实际的对策，如“垄断”〔美国的一种游戏——译注〕或各种“战争”或“侦探”对策，

事实上就是对实际的社会境况和过程的“模拟”。社会学和人类学中所谓的掷骰(或“游戏”)理论和模型根据观察推断出实际的社会化和学习采取了模拟游戏的形式,如同儿童在游戏中模拟现实生活中的成年人的情况那样。【395】因而在美学、生物学、人类学和社会学中的“游戏”理论的共同实践和长久传统提供出了当代的掷骰和博弈(对策)模型的背景。但是在当代的对策理论中,正是这种模型的形式化和数学化〔如摩尔根斯坦(Morgenstein)和冯·诺意曼(von Neumann)在对经济行为的特定应用方面所做出的发展〕引进了目前的代替性实验,即用计算机模拟诸如个性,经济的、政治的和社会的行为,战略,等等这一类的人类和社会的特征。当然,从这种实验中所学到的教训局限在它们对现实的社会和个人生活的更复杂得多的境况的应用方面。不过在这一点上,这种模拟并不比心理学、社会学和医学中已有的动物实验更糟糕。在这两种情况中都存在着实验室抽象、“人工”条件、类比实际人类行为方面的片面性这些限制。被“真正科学的”物理科学的信徒所常常忽略的是,在物理实验中类似的限制性也在起作用,这存在于实验室条件下对物理变量的实际的“孤立”和理想定律的表述这两个方面。在社会科学中,对这些模型和根据它们所推导出的理论的检验,也在于对现实情况的阐释和应用,假如这种代替性实验并没有构成一个最终会变成自我满足和自我证明的封闭系统的话。与此同时,现实的关于群体的“社会实验”,不论是在受控的实验室条件下的或是现场的实验(如新近的康奈尔计划,拟在一个落后的秘鲁人的农村社区实现一种受控的社会变革)继续在发展。在一些受控条件下改造整个社会(如苏联在革命以后的年月里)的这种大规模国家级实验的更激进的思想,或者在经济或财政的控制或调节方面(根据一种有关这类控制的理论)的小规模实验(如在凯恩斯经济学理论的影响下,美国在财政和维持价格方面的政

府调节以及“增加政府开支刺激经济”的计划),全都证实了社会实验的更大的、更惹人注目的方面。约翰·杜威发展出对于社会、政治和教育系统中的这种受控实验的多方面的理论探讨,作为理智对人类行为的合理应用,实现了实用主义和工具主义的哲学纲领。这里的实用理智的标准创造出关于人类事务中这样一种可塑性的情况,从而使得理智的规划根据它们在经验中受到的检验而持续地受到批判性的评价和修改。用更简单的话说,这不过是根据人类科学而把实验科学的方法解释为不仅是一种理论的事业,而且也是一项实践的事业。从这种意义上说,这种计划项目对于社会科学有如技术和工程之于物理科学。这里便出现了“社会工程学”或“人类工程学”的类比,它具有两种面貌:为改进人类事务而被应用于人类事务的理性理智,以及出于受狭隘利益摆布的目的而被应用的同一种理智。但是,这涉及到价值观念和目标选择对科学的密切关系,我们在后面的第十五章中将做出探讨。

对社会科学中所有这些实验程序的关键性批评是,人类的材料太复杂,涉及的可变因素太多,人的自由这种因素使得在社会科学中无法做出规律般的表述。陪伴这个观点的是方法论的批判,它强调社会科学中缺少可供概括或证实理论的可靠材料。根据这种观点,只有比较孤立和小规模的社会境况才适合于用一种假说-演绎模型的严格术语所做出的、具有证实-程序和预言的解释。至于社会科学中其余的规律般的表述,如同在历史中一样,则是建立在社会的和历史的事件和过程的相对独特性的基础之上的。

整体论者也许会反驳这种观点说,在人类科学中造成差别的是探索者自身具有的、被经验和训练所改进的“个人认识”,或理解,或“社会洞察”方面的能力。作为一名“医生”(类比于心理学、精神病学和医学中的医疗实践),社会科学家本人也许是探索的最精制的“工具”,他的理智、敏感性和人类理解力因而便补偿了研



究课题的复杂性。但是固执的社会科学家或社会科学的批评家则也许会争辩说，这是一种释义艺术而不是科学，因此与医学、精神病学、政治和历史这些技艺同属一类。他会论证说，模型、定律和理论应当是这样的：它们是可在经验上加以释义、可在受控条件下加以检验的，假如社会科学要成为科学的话，假如它们要成为客观的、不带有价值的而不仅仅是主观的（尽管是似乎合理的）释义的话。

(e) 作为一门科学的历史。科学和释义技艺之间的区别的最基本的例子就是历史。这里，如同在别处一样，在这个问题的讨论中，亚里士多德的印记也一直是难以磨灭的。他在《诗学》中对诗和历史所做的区分是，诗比历史更具有“哲学性”，因为诗歌涉及到普遍的事物，而历史探讨的是具体的事物。在这种语境中，历史被当作是对各种事件的一种描述，这种描述不具有“内在的必然性”，而是简单地（和客观地）按发生事件的“偶然”次序对它们作出一种序列性的描述。因而它纯粹是编年记事，或者说是过去的镜子。不幸的是，采纳这种观点常常使讨论停滞在公元前四世纪的编史学水平上。因为，虽然历史与纯粹编年记事的争论依然存在，但是从亚里士多德的时代以来，【397】历史探究的方法和风格的发展已经前进得很远，因而基于纯粹的思辨和分析而不考虑到历史学术的具体实践，是不可能重新构成一些不同的方法的。卡尔·马克思在《费尔巴哈论纲》中强调指出，虽然人类的确是历史塑造的，但如果不同时承认人类创造历史，那就是一种片面的观点。人们可以从两种意义上来理解这一点。其一具有明显的客观性，即历史并不是任何高于或超出人的活动的东西，它是人类的奋斗、目标、需要、品性等等的产物。但另一种意义则在于，除非把意义引入各种要不然就是盲目性的事件，否则，不存在任何历史，因而这种“历史”是人的释义构造出来的，或者说是

人的行动的产物，在此，这类行动之所以是“人类的”，完全是因为它们是在人类的范围内才是有意义的。因此，把(例如)“美国革命开始于1776年”说成是“纯粹的”编年记事，这就是忽略了这样的事实：美国、革命和1776年并不是关于盲目性事件或属性的描述，而是标记着一些仅仅存在于它们的意义关系(表现为人类的、历史的、社会的和制度的事实)中的东西。因而，历史的“事实”是有意义的，而不单纯是一些时空事件。例如，拿破仑于1812年入侵俄国这个描述性或事实的报告本身就已经带有入侵的意义了，它是不能简化为法国军队在1812年跨过俄国的边界的。相反，它意味着，他们是在没有受到“邀请”或得到“允许”而“侵犯”了一条“边界”的情况下跨过这条边界的。前面所有加了引号的术语(以及法国的、军队、俄国的、1812年这些术语)标记着一些只是存在于历史的框架中的社会的或历史的“事实”，作为关于在人类范围内具有意义的事件或过程的说明。

按照这种观点，历史中是否存在客观性、它是否表现出规律性、关于历史的一种理论或一门科学是否可能这样一些困难的问题就变得加倍困难了，因为历史的观察和材料已不再是人们从前所认为的编年史的直接对象了。如我们在第五章中看到的，这并不是历史的独一无二的特性。除了关于作为行动和意义的历史的“实体”这个复杂的问题以外，在任何历史探究中还存在对“事实”的解释和选择的不可避免性这种方法论的问题。这是否要责备历史学术活动是主观的或具有偏见性(不管是有意还是无意地)?选择和概括的必要性本身——因为并不是一切事件和行动都可以进入任何有限的记载的——不可补救地歪曲或窜改了某种理想的、未经阐释的编年史吗?或者，我们应当认为关于历史事实的意义的条件意味着“历史只存在于人的脑子里”，作为某种理念的实体或构思吗?而且，假如关于阐释和意义的这种不可更改的要求应

该得到满足,【398】那么一个人怎么可以谈论诸如历史的客观规律或历史的解释这类事情呢?难道这些不是因此而成为最好也不过是一些似乎有理的故事,而最坏则是偏见的一厢情愿的规划吗?

摆脱这种两难处境的一种激进方式是否认历史的意义。<sup>①</sup>这种观点依赖于人们对历史“事实”的阐释,因而会把历史的描述归结为关于一些“无理性事实”的记载,或归结为寓言或神话。无理性的、未经释义的事实由于它们的不适用性而被排除了,留给我们的历史就成了历史学家的某种经过修饰的或唤起的发明,或已被经历但未被描述的最终无法表达的存在。

然而,这种激进的批判本身看来并非似乎可信的。因为从一种意义上说,我们的描述性科学的内容全都是“历史的”,因为它们都是以一种琐碎的方式对过去的记录,而且它们全都是选择性的。一个人当然不能声称,我们关于过去的一切知识要末就是神话,要末就是无法表述的,而不谴责科学的一切和认为除“现在”以外的一切都是十足荒谬的。但也许这种批判把它的目标限制为真正的历史,而且只是说,一门历史科学是无法实现的。这种反对意见会声称说,就历史学家不仅是一位编年记事者或日记整理者而言,他所提供的至多也是对过去事件的似乎有理的释义。但是,在缺乏类似于历史的规律——一门真正的科学所需要的普遍概念——的这种事物的情况下,历史一直最终是表意的,正如亚里士多德所认为的那样,因为历史上发生的事情是独一无二的、非重复发生的事件或行动,对它们是无法做出概括的。即使一个人想把规律阐释为规则,这些规则也是始终得不到应用的,因为,从原则上说,这样一条规则只有唯一一个应用的实例,而且它就是

---

<sup>①</sup> 例如,卡尔·波普尔不加掩饰地声称:“历史没有意义”(《开放的社会及其敌人》, *The Open Society and its Enemies*, London: Routledge and Kegan Paul, 1945, vol. II, p.256)。

据以推导出这条规则的那个实例，因而规则就是一个毫无意义的术语。如果真的有可能对重复发生的历史过程做某些概括，这种反对意见会继续说（例如，战争、革命、国家的兴起和衰落）这些历史的概括是最软弱无力的归纳，从这些归纳中不能做出任何有效的或甚至是很不可信的预测的推论。即使能够有意义地表示出种种的历史趋势，波普尔指出，“趋势并不是规律”。一个断言存在着一种趋势的陈述是存在陈述，而不是全称陈述。”<sup>①</sup>因而历史中的科学解释实际上就被排除了。更有决定意义的是，这样一种批判的观点看起来永远排除了向历史学习的可能性，因为“历史从不重复自身。”

这当然是一种悲观的观点，尤其是与那些把历史看作是人类的伟大导师和未来的向导的历史观相比，显得更加忧郁。不论这种浪漫的理性主义——它从历史知识中寻求真理和救世良方——有着什么样的功过或危险性，人们也不必走得这么远，[399]即抛弃那些历史批评家的严峻的怀疑主义。首先，他们并非全都是历史虚无主义者；因为按照这种观点，虽然历史可以不是科学，但它不一定是神话或等于零。历史阐释的可行的作用确实提供出理解的充分前景，但却不具有预言或规律般的解释这类附加的利益。不过按照这种观点，真正的阐释的义务就是放弃这类赠品，它们极不合理地给先知和宗教的或救世主的不可避免论披上了科学的外衣——这是一种充满着危险性的伪装。批评家将会争辩说，这里的错误在于把历史当作非历史的东西，因而以一种并不意味着它得到应用的方式去应用历史。

这种修正了的怀疑论仍会受到反驳，根据是它把一种受到阉割了的历史同一种被理想化了的科学对立起来。假如历史的研究

---

<sup>①</sup> Karl Popper: 《历史决定论的贫困》(The Poverty of Historicism, London: Routledge and Kegan Paul, 1957), p.115.

和重建进入了作为哲学和科学的特性的那同一种理性批判，假如经验证据的准则（像它们无疑起作用那样）对历史学家起作用（任何熟悉确立历史证据的严格性的人都将证明这一点），那么，预言性规律这件事本身就不能被用来否定历史的科学特性。因为在公认的科学中存在着大量（可能是最大量）的领域（例如，在生物学中的进化论），在其中，预言的功能也类似地是缺乏的或仅仅是刚开始形成的。还有，与法律学的解释模型的标准表述相反，人们可以争辩说，解释和预言并不是对称的（见376-77页）、历史的普遍规律。可以按与该课题相适合的似真性来加以表述。关于历史事件的不可重复性，或它们的独一无二性，人们可以争论说，这里所用的关于重复性的标准是从自然科学那里全盘照搬过来的，它并不适用于历史事件。虽然在理想的物理定律中以及在实验的条件下，某种类型的物理事件可说是重复发生的，但严格说来，没有任何两个事件可以说是完全相同地重复发生的，而只是在某些抽象特征方面是重复的。可以说，根据对事件的某些特征或类型或种类特性的抽象来判断重复性，这在历史与人类科学中是同在物理学中同样地起作用的；仅仅是那些被抽象的特征造成了二者之间的区别。因而不明白为什么历史就不可以被判定是一门科学。然而这里便产生出了一个问题，它和社会科学中的一个问题有联系。尚不清楚的是，人们为了提供出关于历史规律的证据在抽象历史事件的特征方面能够走多远，而不致破坏了这些事件作为历史事件的意义，亦即不致消除它们的历史性，把它们变成无意义的事实。人们可以浅薄地断言，在一场大战之后，接着会出现一个缓和和被破坏区域重建的时期。或者人们可以说，只有在那些统治阶级虚弱的地方，革命才能成功。任何如此一般性的说法虽然包罗一切，但却失去它的历史意义和（当然地）它的历史趣味，历史意义和历史趣味是描绘特殊性的，【400】这种特殊

性使得关于一个历史事件或过程的描述不沦为一种空洞无物、无启发意义的老生常谈。历史重建的灵魂就是详细和具体性。但这也是有意义的，而纯粹的编年记事(如果这种编年记事真的是有可能的话)的孤立的和偶然的的具体事件并不构成历史。要在事实方面空洞的和臆想的理想类型同未加修饰的具体事件或行动之间达成平衡，似乎需要某种历史学家的艺术。至于说不能对历史事件的某些特征做出一种合理的抽象，或不能表述出具有真正的经验关联性的历史普遍规律，这并不是—种“原则上”的先验判断的事情。相反，它涉及到历史学家的批判性的经验判断，历史学家是科学家共同体中的一名科学家，在这个共同体中，历史学家完全像物理学家、生物学家或生理学家那样，关心着严格性、批判精神以及证据和推论的准则。

## 第四部分

# 尾声<sup>[401]</sup>

---

### 第十五章<sup>[403]</sup>

## 科学、价值和人文主义的理解

康德在《纯粹理性批判》的结尾处总结道：“人类理性的法则……具有两个对象，即自然和自由，因此，人类理性的法则不仅包括自然法则，而且包括道德法则。这两种法则最初表现为两个不同的体系，但最终却归结为一个哲学体系。自然哲学探讨的全是是什么的问题，而道德哲学则探讨应该怎样的问题。”<sup>①</sup>关于科学知识 with 道德知识之间的关系的那种经典表述立即就显示出对事实和价值标准的区分，而使这两者统一起来的计划方案便构成了哲学思想史的基础。康德把它们当作两个同样是“实在”的或客观的世界而对立起来，并用他严格的理性主义的全部力量去分析这两种知识的状况以及可以把这两种知识综合起来的观念。按照康德的观点，这两个王国，即自然王国和人类自由王国，都服从理性的法则；它们两者都可以在规律的面貌下被人们所认识，因而

---

① I·康德：《纯粹理性批判》(Critique of Pure Reason, tr. Norman Kemp Smith, New York: St. Martin's Press, 1961), pp. 658—59.

各自都是科学的研究对象。自然科学知识对人类的价值和人类自由的关系，是一个普遍的和困难的问题，这个问题本身也表现为一个关于“科学”（康德所认为的、在广义的人文意义上的、作为批判的和系统性知识的科学）的问题。不过，这个问题是不明确的，同样不明确的是，它一直是一个为公众所深切关注的问题，而不单纯是一个哲学的疑难问题，【404】它也一直是一个使公众和个人深感混乱的问题。事实与价值这两个“世界”的分离提出了诸如科学在道德方面的中立性、目的与手段的关系、对价值的科学研究的可能性这样一些问题。事实和价值这两者的综合则提出有关是和应该的关系以及我们所说的价值的确切含义等更尖锐的问题。

### 一个问题分成三个问题

通常，我们把所有那些与正义的行动以及与人类生活中（或就此而言，宇宙中）善的和恶的、与令人愉快的或受人尊重的或美好的、或必须做的或做得好的有关的事情看作是有价值评价的，简言之，这就是所有那些需要有准许或不准许的态度、义务感或责任感、赞成和不赞成的态度、我们据以采取这类态度的信念、我们据以证明这些态度是正当的理由以及例证这类态度的行动的事情。显然，研究这些价值标准、价值标准的情况以及对它们的评价是非常复杂的事情。它构成了哲学学科中最困难、最严谨的领域之一，即价值理论，这样的价值理论并不是科学哲学的一个组成部分。不过，这里所提出的这些根本性问题却以决定性的方式影响着科学哲学，因为它们与科学知识同这种价值评价的关系有关、与可作出价值评价的事实地位（或到底是否存在这种事实）有关、与价值和价值主张的领域是否是一个在其中有可能



作出认识性判断的领域还是一个由非认识性的态度、情感、愿望等的表示所组成的领域这个问题有关。

科学对价值标准的关系这个一般问题可以分成如下三个完全独立的问题。

1. 价值经得起科学研究的检验吗？这种研究的对象可被当作是要末是自然的事实、要末是人类的或社会的事实吗？存在一门关于价值的科学吗？

2. 科学中表现出什么样的价值？这是涉及到科学社会学或研究科学的精神气质的问题。

3. 什么是科学的价值？科学所促进或破坏的更大利益是什么？

我们还可以区分出对价值概念的反思、分析或批判和这些概念在指示、引导和判断方面的作用。因此，我们可以把伦理学分析同道德箴言或戒律区别开，把作为哲学分析的对道德概念的批判同属于道德家、社会批评家和预言家的领域的对社会和个人的道德的批判区别开。【405】我们可以把（一方面）美学分析和（另一方面）美感判断本身区别开，前者考察的是艺术和美的概念以及描绘美感判断特性的理由和条件，后者则从事价值评价或提倡评价。一个人可以把这些功能中的一种同其他的分开，这并不总是很清楚的，它成为伦理学和美学论说分析的任务。

(a) 描述性和规范性。如果我们想要对实际上某一个人的信念或态度做出一个说明，而不带有我们自己对它的评价，那么，这样的探究就是描述性的。如果我们打算不仅作出描述，而且要说明这样一些信念或态度的理由或原因，但仍不含有我们这一方面的评价判断，那么，这样的探究就可称作是解释性的。至此，我们可说是在探讨有关价值评价的事实，而且对事实的描述和解释毕竟是科学探究的目的。可是，这就产生了关于这些事实属何种

类型的问题。

假定有某个价值调查研究者到某个非他所属的社会进行实地研究，他“客观地观察”到在这个特定的社会中谋杀被看作是犯罪。那么，他就不会简单地报道出谋杀是犯罪这一“事实”，而会说，在 S 社会中，谋杀被看作是犯罪。那么确切地说，他所观察和报道的是什么事呢？如果该调查研究者本人把谋杀是犯罪当作一个事实，那么大体上，他就是判断出犯罪是谋杀行为的一个真实的或自然的属性；因为，一次“谋杀行为”当然是一个事实，所以，关于发生这样一次行动的陈述不是真的就是假的。但是如果我们把谋杀当作是通常意义上的某种事物的话，那么，谋杀这个术语本身就标示着一种犯罪行为。从这种意义上说，犯罪就已经包含在谋杀这个概念中，而且，如果我们知道我们所观察到的“事实上”是一次谋杀的发生，那么，这一行动的犯罪性似乎就是该事实的一个属性，是某种可以自然地加以描述的属性，如果关于谋杀这种事实的适当观念把此当作为它的意义的一部分而包括在其内的话。因此，我们可以做出结论说，谋杀是“自然的或事实上的犯罪”。或者，我们也可以得出另一种结论，即“谋杀是犯罪”的陈述是简单的分析性陈述，就象“圆周是圆的”一样，因而，如果有人把一种行动解释为一种谋杀行动，这其中就必然意味着这种行动是犯罪。但是至此，我们的调查者所告诉我们的，实际上是他根据观察而把什么当作是谋杀行动；而且，在他的谋杀意义上说，这样一种行动是犯罪。他可以以两种方式之一观察到在 S 社会中，谋杀被看作是犯罪。他或者是观察到他认为是一种谋杀的一个行动，而后又观察到 S 社会的成员以表明他们把这种行动看作是犯罪的方式而行动，或者，他向 S 社会的成员了解他们的信念、研究他们的法律和道德规范，并且发现，【406】他所认为是一种谋杀行动的那种行动被看作是犯罪的。至此，没有出现任何问题。

可是，现在设想他观察到“在S社会中，谋杀被看作是正当的”，假定他所认为是谋杀的行动，S社会成员则看作是必要的社会治疗。那么，S社会成员和该调查研究者所谈论的是同一种事实吗？抑或存在着两种不同的事实？谋杀和必要的社会治疗哪一个才是事实呢？一个人可以回避这个问题说：“在我们看来是谋杀（和犯罪）的行动在S社会成员看来则是必要的社会治疗（和正当的）”，因而断言一个真正事实性的报道将纯粹描述一个人杀死另一个人这样一种行动和情况。事实上，这位调查者将会告诉我们他和S社会成员关于杀人这种“残忍”事实的习惯说法的关联。但是这样一来，谋杀就似乎不是一种事实，而是对事实的解释了；因而，没有任何人遭到“谋杀”，只是被杀死了，这件事根据各个特定社会的习惯说法（不单是语言的习惯说法，而且是社会的、道德的或法律上的习惯说法）而被做出了不同的解释。但是，这就产生了一个奇怪的结论，即谋杀从未发生过，除非是作为对“事实的解释”，或作为观察者心目中的意见或情感。不管怎样，谋杀并不是一种意见或情感，而是使得一个人产生感觉或发表意见的某种事情。我们可以把这一点当作是相对的，而让我们的观察者说：“在S社会的社会法律和规则的范围内，那种在我们自己的范围内被解释为谋杀或犯罪的行动，被当作是正当的。”循此推论，我们可以确立起一类叫做“社会的”或“制度的”特殊事实，它们的存在或它们的成其为自身完全依赖于它们的社会的前后联系。进一步设想，这种前后联系赋予这些特殊事实以可作价值评价的属性（就象以前有人提出过历史的前后联系赋予了“历史事实”以意义那样），那么，我们可以说，在S社会的制度范围内，一件杀人的事件发生了，但这并不是谋杀，那位调查者所观察到的那种所谓谋杀的“事实”并没有发生。

这种情况并非过分牵强附会，因为在我们自己的社会里确定

是否发生过一次谋杀是根据我们的法律体系所规定的规则和规范来解释的。有时候，我们陷入这样的特殊局面，即声称在“误判”案件中，凶手逍遥法外了。可是，如果某人在法律上被判定没有犯谋杀罪，那么，根据什么独立的依据来断言事实上发生过谋杀呢？如果谋杀这种“事实”在效果上是一种取决于前后联系的事实，那么在我们的例子中，定义谋杀的法律条文、谋杀罪的判定模式这一切将决定我们这个实例中从未真正发生过的谋杀。

一门价值科学所必须加以研究的正是这类“奇怪的”事实，而且，报道“可评估价值的事实”或报道个人或社会的信念和价值判断的习惯作法这类貌似简单的“描述性”任务也带上规范性了。如我们所知，这一问题尖锐地出现在社会科学中，新近对关于规范和价值的人类学和社会学研究中的方法论研究超脱了早先的简单化观点，已经得到承认并开始用来应付这些困难。所有这一切都是为了提出在一门据称为价值科学中所出现的客观性的问题。

根据这一切所得出的一个结论是，由于价值评定的对象具有如此不容分辩的主观性，以致不可能对它做出科学的研究。这种观点的一种最激进形式会断言说，不存在什么价值科学，因为简直不存在这样一门科学所要探讨的事实。也就是说，首先作为价值评价研究对象的各种概念和行动并不是“事实性的”，而且，保留着这种研究课题的价值评价性质的所有论述都不能归结为事实性的和描述性的论述。本体论的声称是，价值和事实都是独特各异的实体，正如事实不能构成价值，价值也不能归结为事实成分。方法论的和逻辑-语言学的主张是，一个人不能根据纯系事实性的前提推导出“应该怎样”的陈述，也不能把“应该怎样”的陈述归结为“是什么”的陈述。实际上，人们不能把价值判断建立在事实的基础之上（这里事实是从经验科学认识的对象这种意义上

说的，有关这类对象的命题不是真的就是假的)。按照这种观点，从报道个人或社会集团的信念、意见或态度的表述这种限定意义上说，一门描述性的价值科学是可能建立起来的。这门纯描述性科学可以被当作描述性的人类学或社会学、或描述性的语言学的一个组成部分。或者说，根据对评价论说和论证中的意义和推论的逻辑和语言学的分析也有可能建立起一门关于评价论说的纯形式科学。因此，对价值的任何科学的探讨或是描述性的社会科学的一部分，或是逻辑-语言学的形式科学的一部分。但是，这些科学探讨的是价值的表达这种事实而并没有涉及到价值本身这种“事实”，所以，一门规范性的价值科学是不可能的。

描述性和规范性的区别的绝对性通常可以用下述两类陈述之间的区分加以举例说明：一类陈述是x相信谋杀是犯罪或y感到z是美的，另一类陈述是谋杀是犯罪或z是美的。看起来很明显，诸如x相信……或y感到……的这类陈述以某种直率的和或可断定的方式表现出其真伪性，而且我们可以凭借经验和事实来发现这一点。可是，谋杀是犯罪、x是美的这类断言的真伪性是无法通过经验研究(例如采用民意测验)来确定的。也不清楚它们到底是不是那种可以具有真伪性的陈述。总之并不清楚，这些究竟是不是陈述，如果我们把陈述看作是非真即伪的命题的表述的话。某种这样的分析已经导致出这样的观点，即这些是“伪陈述”，它们既不是真的也不是假的。【408】相反，它们构成了一类在论说中起着不同作用的表述，虽然它们具有着陈述句的形式。实际上，它们是命令、规定、规则；是态度、信念或愿望的表达。也就是说，它们所传达的是谈话者的情感状态，而不是关于某种“客观”事实的信息，因此，它们位于构成经验科学的事实性表述的领域之外(按某种说法，这就是所谓的“情感理论”或“指令理论”，可是，这些早期的见解已经受到如此重大修改以致这些名称往往把人们引

入了歧途)。

另一种观点则对价值和价值陈述作出一种迥然不同的探讨。这种观点认为，除了实际的评价过程以外，并不存在任何独特的价值领域，而这些评价过程是具有人类活动特性的自然过程，诸如愿望、意志、赞同等等，从这种意义上说，这些事物具有价值是因为它们受到评价。打个比方说，一件商品的价值是一个人准备用来换取它的无论什么东西，因而，它的市场价格或人们想得到它的想望程度，就构成了它所有的唯一价值。它们并不具有制度范围以外的“实在的”或“内在的”价值(就象我们前面所讨论过的谋杀例子那样)。因此某物具有价值是因为有人想得到它，作为这种想望的对象这一点就使它具有了价值。因而，正是想望这种事实赋予这个对象以价值的。有人对这种观点提出反驳，说这种看法忽视了想望的东西(这是事实)和应该想望的东西这二者之间的区别。对于道德的强制性和道德理想来说，如果存在什么意义的话，那一定就是这种情况，即：某些被想望的事物是不应该被想望的，而其他一些不被想望的事物则是应该被想望的。在这种情况下，描述性的和规范性的二者的合并已被称为“自然主义的谬见”，因为那种断言价值乃是(在想望、意愿、信念等意义上的)“自然事实”的价值理论被称为自然主义。这类自然主义理论中有一些在有机体自身的条件中寻找评定价值的源泉，因而，虽然正是某个主体的评价赋予一个客体以价值，但这种“主观的”评价却不是任意的。相反，这种“主观的”评价在做出评价的主体的“本性”(也就是人的本性)中或在某个有机体与环境的种种客观关系中具有其客观的根据。因而“善”就是一个有机体或物种的需要、愿望和能力得到最大程度的满足和最充分的实现。这种理论带有“生物学的”色彩，这并不是偶然的，因为在形形色色的这类自然主义理论中，“最高度的善”是支持、维护或促进生命和生长。杜

威说：“生长本身是道德的唯一目的。”<sup>①</sup>价值理论方面的自然主义者有责任阐明诸如“生长”或“自我实现”这类目的要达到什么，如果它们不仅仅是用作敬语的修辞词汇的话。姑且假定这一点，那么，根据我们所能了解到的关于（得到适当定义的）“生长”或“自我实现”的最佳条件的情况，【409】自然主义者或可论证说：以真伪性标准来表示的即使是关于事实性命题的断言也包含着某种规范性的因素，正如关于价值的断言若不想仅仅作为关于某个理念王国的空洞的、浅薄的、“超验”的陈述，就必须涉及到证据和事实指称的条件。在给出关于评价判断的理由时，人们不用浅薄地引证先前的各种定义，或满足于诉诸“心灵的必然直觉”。如果我断言谋杀是犯罪，那么，按照这种观点，我的理由可以是，我最终把任何对社会秩序的破坏都看作是犯罪。因而“谋杀是对社会秩序的破坏”这一命题能否成立就是一件经验事实（虽然并非简单如此）的事情。可是，社会秩序的维持本身就需要有理由，对此，自然主义者可以说，人类生活只有在一种社会秩序中才有可能，而人类生活是应该得到维持的。从这一前提出发，人们可以推论出社会秩序是应该维护的，如果谋杀破坏了这样一种秩序，那就是犯罪。可是，自然主义的批评家则立刻会指出，在这个推理链条的大前提中，存在一个“应该怎样”的陈述，而不是描述性的或事实性的陈述。

对此的一种回答就是彻底抛弃描述性和规范性的明显区分，或首先对断言这种两分法的陈述的地位提出质疑。“应该怎样”不能从“是什么”推导而来这个陈述本身是一个事实性的陈述吗？或者，是一个规范性陈述？如果它本身象表面看来那样是一种“不可还原的规范性”陈述的话，那么，它是一种指令、使用规则或不证

<sup>①</sup> J·杜威：《哲学的重建》(Reconstruction of Philosophy, Boston: Beacon Press, 1957), p. 177.

自明的命题吗？用什么来证明它呢？它是分析性的吗？还是综合先验性的？事实是否是这样的一个分支掩盖了陈述(或命题)所可以描述的“事实”范围？确实，在这个范围的两端，我们不能从物体的质量是一种自然属性的那种意义上简单地断言“善”是一种自然属性。这里，与我们考察生物学和人类科学的情况相似，人们也可以采取一种突现论的观点：价值既不能还原为物理学的“自然事实”，也不是一种非自然的属性，如同“生命”和“精神”在活力论者和心灵论者的理论中那样。然而，突现论者可以认为，价值是发生在一定的组织层次(这个组织层次就是具有自我意识的人类社会)上的特征性“事实”，它们不能存在于“更低的”层次上。突现论者因此寻求同时从两个方面来据有价值：价值是一种自然属性，但又不能归结为“物理学的”或“生物学的”事实。按这种观点，一门价值科学就是一门人类科学，至少并不比人类科学更不科学。

严格说来，关于事实和价值的各种不同主张属于伦理学和美学这些哲学分析学科的研究内容。但是只有这种分析才能使关于一门价值科学的谈论变得有意义(或无意义)。正是在这一方面，这些考虑变得与科学哲学密切相关了。

### 科学的价值：“好”科学和“坏”科学<sup>[410]</sup>

科学的价值问题也可以分成(1)一方面，按科学创造价值或不创造价值，我们可以把科学事业看成是一个整体，或者若干个方面。这涉及到科学对国民生活、对经济、对政治、对和平与战争的影响，以及对业已与科学密切相联的人类生活和生存的各个方面的影响。这主要是政治学研究和社会学研究的课题，是道德家、战略家、决策者以及道德和社会批评家所研究的课题。最近这方



面的讨论主要集中于C. P. 斯诺对“两种文化”的批判以及诸如P. M. S. 布莱克特(Blackett)、J. D. 贝尔纳(Bernal)、L. 芒福特(Lewis Mumford)、R. 默顿(Robert Merton)、H. 凯恩(Herman Kahn)和I. 霍洛维茨(Irving Horowitz)等人的技术-政治学研究。

(2) 另一方面, 我们还可以考虑科学研究活动是怎样产生出有关真理、正当行为和美的满足的某些价值规范的。此处所涉及的, 就是人们所称为的科学伦理学和科学美学。于是就提出了下面这样一些问题: 关于科学的客观性、关于对信念的批判和怀疑的态度、关于证据和实验检验、关于科学的谦虚和严格的自我批评这些规范本身倾向于构成一门独特的科学伦理学吗? ①关于表述的经济性、关于系统性和良好有序形式的标准, 以及科学发现中的创造性直觉的诸方面提示出一门独特的科学美学吗? 处于它们的最佳状态的这些特征确实表现出了人类行为、理智节制和坦率态度的崇高的人道主义理想。自从柏拉图时代以来, 科学就提供出了理性人的模型。文艺复兴和启蒙运动时期的思想家, 则把科学家看作是具有理性和崇高目的的人的范式; 埃默森(Emerson)的理想的美国学者的真正条件是“思维着的人”, 其最合适不过的具体体现就是工作中的科学家了。的确, 在科学的大部分历史中, 科学被广泛地定义为理性思维。但本书开头所述及的有关科学的矛盾心理, 却把科学家想象成大恶魔, 不讲道德的理性者, 想象成弗兰肯斯坦\*, 他创造出那个将会毁灭他并且随之一道毁灭我们

---

① C. S. 皮尔斯在论及科学的客观性是一种伦理规范时写道: “观察性科学所使用的逻辑并不象书本上所教授的逻辑那样是与推理者的动机和精神完全不相干的。有一种伦理学与它不可分离地结合在一起——即一门关于合理和公正性的伦理学——而一位(用他自己的例子)教导人们去寻找关于一个他希望加以相信的结论的论据的作者则由于无视科学的道德而在挖掘着科学的基础本身。”〔见J. Buchler: 《皮尔斯的哲学》(The Philosophy of Peirce, London: Routledge & Kegan Paul, 1940), p. 313.〕

即Frankenstein, 英国作家Mary W. Shelley 1818年所著小说中的主人公, 他是一位生理学者, 制造出一个怪物而自己被它所毁灭。——译注

的怪物。而这种想法在一些科学家的反人道的所作所为中也有着其根据，如纳粹医生就忘记了他们也是人，〔411〕从这个限度上说，这是有损于关于科学伦理学的乐观和忠实的想法的。R. S. 科恩最近曾在关于科学与伦理学的一次讲演中说：

“全部的真相是痛苦的。科学不再是人类进步的完全具有启发作用的同盟军了，虽则它一度曾似乎是这样的同盟军；具有人性的人会警惕地注视着科学地理性化的社会秩序的任何一种模式、注视着过分严格地专注于事实、过分把智力资源集中于能够使人类的生活和文化机械化的各种技术领域……我们再次认识到科学在道德方面是中立的。它并没有自动地成为一种行善的力量……此外，科学扩展到对社会与历史的研究，这决不是科学共同体内的一种人道主义许诺的保证，也不是科学知识中的道德睿智的保证。”<sup>①</sup>

不管估价“过分严格地专注于事实”在性质上是一件多么含糊

---

① Robert S. 科恩在1964年于南斯拉夫的Herceg Novi 召开的国际科技大会上的讲话，题为《科学与伦理学》。关于科学的精神气质的经典表述也许是罗伯特·K·默顿(Robert K. Merton)的表述。默顿在《科学与民主社会的结构》〔载*Social Theory and Social Structure* rev. ed. (New York: The Free Press, 1957), pp. 550—561〕一文中写道：“科学的精神气质就是那种据认为对科学家具有约束力的价值标准和规范的不自然地调整的结合。规范是以规定、禁止、偏好和许可的形式来表达的。它们被制度的价值标准所合法化。这些强制性规定靠格言和榜样来传达且被法令所加强，并不同程度地被科学家内在化了，因而构成了科学家的科学良心，或如果人们偏爱后来的术语，那就是科学家的超我。虽然科学的精神气质至今尚未被编纂成典，但却是可以从科学家的表现在应用和习惯中、在无数的论述科学精神的著述中和在直接针对违反这种精神气质所表现出的道德义愤中的道德一致推导出来的。”

默顿提出有四组“制度性的强制规定”构成了现代科学的精神气质：即**普遍论**（即关于任何真理主张不论其来源如何都须接受既定的非个人的标准的检验这种准则）、**公有论**（即认为科学发现属于一般的共同体而且是社会协作的产物的观点）、**无偏见的公正态度**和**有组织的怀疑精神**。关于当代对默顿观点的尖锐批评，请见Daniel A. Greenberg的《科学的价值》（“The Values of Science”，1966）（未发表的手稿，即将出版）。

的事情，不管一个人可以对“科学的道德中立性”做出什么样的阐释，但是，对于所有不得不以一种伦理学模型的方式而提供出的科学思想的方法和标准来说，早期那种认为科学理性本质上是人道的浪漫化观点则需要科恩所提出的否定限制条件，这是很明显的。因为“好科学”的观点与“坏科学”的观点（亦即在古典的、浪漫的对科学的批判看来，科学在本质上是无人道的和不道德的）乃是同一个硬币的两个面。

科学知识和这种知识的应用于人的目的之间的关系因而最尖锐地提出了事实与价值的关系这个实际问题。有一种看法认为，科学是关于事实的知识，这种知识仅仅充当作为实现目的的工具。【412】但是选择要实现的目的却不是科学家的研究领域，而是道德家、艺术家和公民的研究课题。当科学家在作出价值判断时，他便脱下了科学家的帽子，而戴上道德家或公民的帽子（因而历经了这些通常属于变态昆虫的变化）。因此，手段与目的的关系便把科学与价值的关系集中表现为认识性知识和价值判断之间的两分法。按照这种观点，当科学家戴上科学家的帽子时，他就不再是挑选目的的实行者，也不是对目的是否可行的批判者了。例如，他能够告诉你如何控制原子的过程，或能否进行飞往火星的载人飞行。他所关心的只是真理和有效的知识，但也关心这种知识作为工具的使用。不过，从选定这个或那个目标的理由的意义上说，怎样和是否并不等同于为什么。诚然，选择相对的目的，把它们本身当作是更进一步的目的的手段也许属于科学知识。假设有人问，是否应该在某一条河上造起一座桥。那么人们便可根据某个更大的或更根本的目的（比如说，便利两城市之间的交通）来决定这个问题。这个目标进而又在更高的目标中具有自身的理由，对于后者来说，它又是工具性的了。这种与其他价值的实现与完善有关的价值就叫做工具性价值，显然，决定工具性价值是属于应

用科学的研究与判断的领域内的事务(一旦选定了以这些工具性价值作为其手段的这些目的)。在这种前后关系中,应用科学的判断就是技术。所谓的决策理论和波兰理论家科塔平斯基(Kotarbinski)所说的实践学(Praxiology)中所研究的就是关于这种判断的理论。它的逻辑框架是这样的假说性判断:“假如你要实现B,那么就做A。”但首先一个人应否实现B似乎就需要某个范畴性判断(“B应该得到实现”)。否则,我们会陷入无穷的递归之中(B为了C, C为了D……)。假如科学真的是和“是什么”打交道,假如“应该怎样”不可能从“是什么”推导而来,那么,科学的规定性功能肯定从属于某些最终是超科学的价值判断。按照这种看法,在有关这些决策方面,科学在道德上或价值判断上是中立的,因为这些决策不属于科学的范围。

对此的反论据是,科学活动不仅仅是“认识自身”这种抽象的事情,而且一直涉及到这种知识的应用。假如人们用科学来指的是“从其应用中抽象出来的知识”,那么,说科学在道德上是中立的这种说法便是一种分析性的陈述。但这样一来,人们便不是在谈论在其具体活动中的实在的科学了。【413】科学家永远不仅仅是一位脱离现实的思想家或探索者,尽管他的相对孤立也许是其本职工作的一个条件。但这个条件本身可说只是一种工具性价值,而不存在任何关于科学中立性的非规范性的理由,除非这种中立性是为科学进步这个目的本身服务的,并且本身被当作是一种目的。因此中立性这个条件本身预先假定了某个目的或某些最终是可评估价值的目标的选择。若我们问“为什么科学应该被当作在道德上是中立的?”那么我们一定是求助于某个这样的前提,如“知识本质上是好的,认为科学在道德上中立的这种工具性信念最适宜于知识的追求。”因此中立性是由某种内在价值所证明为正当的政策。若我们把这看作是相对的,那么,我们就可以假说性地论证

说：“如果你希望科学取得进步，并成功地完成其使命，如果实现这一点的条件是自由地追随着其过程不论它把我们引到哪里，撇开一切意识形态上的和道德上的限制的话，那么，你就应该支持科学的中立性。”但这就使得科学的道德上的中立性本身就成了一件选择的事情，即依赖经验的探究来决定这种中立性对科学进步这个目的是否有所裨益。

同样也很清楚，规范在科学内也是起作用的。对价值在科学探究中的地位考察，提出了这样一个问题，即人类的根本利益是否反映在作为人类的活动的科学实践本身之中，因为诸如真理、一致性和证实这些科学规范本身也许就是深刻的人类职责的高度凝炼的反映。其论据是这类规范是放之四海而皆准的，它们并不受人类或国家的直接私利所左右。因而，由于其规范的普遍性，科学能够超越出局部的偏见和狭隘的利益。科学的价值并不是成为科学所探索的事实的一部分，而是成为科学本身的一个组成部分，也就是说，是科学的过程和科学的合理性的一个特性。

## 作为理性活动的科学

我们可以最广义地把科学定义为理性活动；这种活动的根源可能就是需要、理智探险活动、或个人的满足，而在一切事物中，它的行动指南和判断则是批判和反思的理智。这种理智所判断的不仅是意向而且是结果，不仅是直接的成败，而且还有想象力和洞察力的品质。这种批判的理性、这种理性的智能同时也一直是苏格拉底、柏拉图、亚里士多德、康德、杜威以及其他人在他们的伦理学理论中所寻求的理性信念和理性活动的模型。作为理性活动的指导，科学与伦理学具有共同的渊源和共同的利益；它们的区分，从实质性的而不仅仅是智力劳动的分工上说，是一个深

刻困境的象征。

【414】但是，基于这些根据去确立科学与伦理学的一些模糊的、虔诚的同一性，是不够的。需要的倒是对科学理性与人类自由之间的关系作某种冷静的分析，即是康德那么虔诚地追求的那种完美性。这是一个可分开来探讨的课题。但是，科恩在前面我们引用过的那篇演说中，简洁地勾划出科学这种理性活动所表现出的民主伦理学的某些内容：

“科学的生命，当我们都忠实于科学的不受阻止的追求知识的目标时彼此相处的方式，是可以有一种具有明显的积极特征的伦理学来加以描绘的。我们形成了一个民主社会，它的公民们决定着将要采取的政策，即公认的指导公共财富的真理……我们科学家并没有形式上的选举，更不用说正规安排的选举了；但是我们确实具有一种真正的民主实践的似乎有理性：我们提出一种思想，或一种理论，或一种技术，一种试验；我们选定某些人及他们的建议，让他们管理我们的日常事务，过一段时间后，我们使用我们的经验来检验他们，确定他是对还是错，是聪明还是愚蠢，成功的可能性是最大还是最小。通常我们总是更换他们……显然，爱因斯坦是怀着对牛顿的最崇高敬仰而取代了牛顿的；但在态度上仍存在着某种心理学的兴趣，科学出于积极目的便靠此而利用着青年一代对老一代的反叛。总之，这种科学的民主还具有另一种需要尊重的品质：我曾强调过的社会协作是同对个人工作的特别尊重结合在一起的。假如古典资产阶级个人主义和古典社会主义的冲突性主张将在一个完全健康的社会中得到调和，那么我相信，它将反映出科学内部的独立性与相互依存性的这种美妙的合法性

……在科学中，我们把主观态度同客观需要结合起来，例如，把美的喜悦同需要的合理性结合起来。我们把美丽同实用结合起来。我们把骄傲同谦逊结合起来。我们把权威与领导同个人的判断与持续的个人批评结合起来。我们彼此互相尊重。尽管有傲慢及其他弱点的干扰，国际性的科学家共同体的伦理学是尽人皆知、持久永存的。科学伦理学就是一个合作的共和国的民主的伦理学。”<sup>①</sup>

科恩还进一步对科学作为一种权力的附属工具和一种带有人类共同弱点的共同财富的这些社会功能所引出的理想的理性实践作出了详尽的刻划。但是科学作为一项人类活动已经贡献出了一个理性的和自由活动的模型，并且是把它作为科学的最高成就之一而加以显现的。

## 科学和人文主义的理解<sup>[415]</sup>

本书探究的目的在于考察科学思想的起源与发展，它的结构与方法论以及它的一些基本概念。目的在于把它当作一种人文的研究。但是这样一种人文研究确切地说又是什么呢？哪种理解可称为对科学的人文主义理解呢？不单是把科学理解为一种人类活动，虽然它是这种理解的一个方面，而且也是社会学、心理学和科学史中的正当的科学研究课题。对科学的理解不单是学艺\*中的一种，这类学艺的特点就是探求理性知识和真理，远远超出了

---

① 关于对这种观点及对默顿的观点的尖锐批判，参见前述Daniel A. Greenberg的未发表的论文。

\* 学艺(liberal arts)，在中世纪大学指文法、伦理、修辞、算术、几何、音乐、天文七科。在现代则包含语言学、科学、哲学、历史和数学等。——译注

它们的实用性和技术意义。一种人文主义理解也不意味着以某种肤浅的总观点对普遍性作出理解。而且它确实意味着一种普遍的观点，它同时体现着科学的方向与特性、它们的相互关系、它们与外界的关系这样一种深刻的意义。因此它不是探讨普遍性，而是探讨科学的深刻结构，作为通达科学基础的事业这种意义上的智力领悟。这些基础并不是象豌豆在豆荚中那样存在于具体的科学之“中”；但它们唯有在科学中才能得到例证，如同人性只能在具体的人及其具体活动中得到例证那样。为了认清一个人的人性，就不仅是认识他是如何行动的，甚至也不仅是知道如何去判断或估计他的行动。这就要掌握他的品格，掌握其人性的来源；如同认识自己一样把他当作人类之一员去认识他。因而，达到对科学的人文主义理解就是在自身中实现和认识到由科学本身所例证的那种概念理解的模式；去影响一个人自己的理解与科学所显示出的那种理解之间的和睦关系，这就使得有可能认识科学思想的充分的人文主义。

这决不是一件突然的直觉的事情，而是研究和发现的事情；发现时常是对研究的酬报。这种发现只是点点滴滴地得来的，因为科学是一个复合的而不是一个简单的“整体”。科学的统一性的意义产生自对其方法和基本思想的概念分析，而其本身就是复合的。从哲学的最美好最深刻的意义上说，对科学的人文主义理解，就是对科学的哲学理解。



# 附 录

---

## 附 录 A<sup>[419]</sup>

### 一切都在下落：运动概念 从亚里士多德到伽利略的发展 ——科学思想的概念基础的一个案例研究

#### 引 言

这一关于运动概念的演化的案例研究旨在于例证本书前面各章中所提出的若干论点。因而，这试图交织讨论科学的产生、科学方法和与运动概念相关的一些实质性哲学问题。一开始，我们要探讨普通的运动概念在所谓“运动的原始经验”（即可称之为对经验到的运动的现象学说明）中的起源。从这种普通经验和常识性运动概念的母体中，发展出希腊人具有特色的对于运动和变化问题的哲学思辨和批判。有意把运动概念限制和抽象为处所的变化或物体在空间中的位置的变化，则导致出对物理学的这种特定研究课题的首次表述。我们将对亚里士多德的运动学（探讨处所的变化或轨迹运动）和动力学（涉及到一种关于动力的解释性理论）在先前的希腊思想的前后联系中加以考察，而且我们根据亚里士多德的继承者们和评论者们的各种不同见解和批判来考察他所遗留下的一些问题。中世纪力学的十分重要的进展则主要是根据默

顿法则或十四世纪牛津“计算者”们所提出的平均速度定理的发展而加以考察的。接着的分析旨在于表明伽利略怎样最终地解决了对落体运动的数学分析这个问题。当代用微积分和极限概念对伽利略的表述的译述，【420】则是用初等的形式来介绍和解释的，借以表明形式系统的作用和意义以及它们在经验科学中的释义。

观察、假说、实验和形式数学推理这些相关的方面被看作是与运动概念在其中发展着的形而上学的和认识论的框架相关联的。

因此，这个简要的介绍性的案例研究寻求揭示出科学哲学的疑难问题，表明它在一个历史上的科学问题及其(部分)解决这种活生生的形式中的多方面的风貌。充其量，这只能激起进一步研究的兴趣，激起作为参加者以及批判的旁观者而置身于科学冒险中的欲望。

《参考文献提示》提出另外一些案例研究的出处，它们远比这里所提供的这个案例研究更为详尽。我们鼓励学生去考察这些文献，以了解科学的活生生的活动，触及科学哲学的力量及关联性的源泉。

### 对运动的原始经验

伦敦桥在陷落，  
在陷落，在陷落，  
我可爱的心上人，  
伦敦桥在陷落。

绕着桑树丛我们团团转，  
桑树丛，桑树丛，  
绕着桑树丛我们团团转，  
一切都在下落。

同我们对运动的早期经验交织在一起的，是我们对〔表达〕运动的语言的体验。我们经历的对运动的体验是如此地同我们关于运动的概念结合在一起，因为这些体验是用语言来表达的。一旦我们经过了那种文化类型：即在其中我们获得了语言和进行体验的方式，它们也就参与了我们的获得体验。因而我们在文化上所继承的谈论运动的方式构成了感知和判断这种综合活动的一部分，这种活动使我们的体验适合于我们的思想的方式，差不多就是它所表现出来的、我们的体验用以塑造我们的思想的那种方式。我们关于世界的体验知识并不是简单地通过看和看到而获得的，而是通过查看和看作什么而获得的；我们选择什么来加以注意而什么甚至在碰到我们的鼻子尖时也未能引起我们的注意、以及我们把我们所注意到的无论什么东西当作是什么，这在很大程度上是我们在断奶之后便进入其内的那种概念框架的一种功能。同母亲分离——首先是割断脐带，然后是断奶——的这个比喻本身在我们认识世界的过程方面已经找到了许多解释。〔421〕认识的知识需要主体同认识对象相分离；所以，在我们自身和自然界之间有一定的距离，即在时空上同发生事件的进行和推进相分离。

这种同大自然母亲的分离本身是一个自然的过程：我们首先是在（如某些语言学家对最初获得语言的描述那样）以“母亲的方式”获得语言的过程中，获得了同这位母亲分离的手段。当我们开始说话时，我们就脱离了那种使我们一直成为哑巴的共生状态，而当我们变得具有表达能力时，我们就表达着我们的经验世界。我们武装披挂、觉悟清醒地重新进入世界，婴儿的最初的天真一去不复返了。我们再也不处于共生状态了，因此我们走向更近乎客观的、作为我们塑造的材料的世界，身上带着适合于按我们的需要和利益来构造这个世界的工具。

随着我们有了表达能力，我们也获得行动的能力。从婴儿时

的转头、转眼，进步到翻身、爬行、到走动。以前在一段距离外所看到的東西、通过到达才可以摸到的东西，现在则成了可在其周围走走或从它跟前走过的一种目标。我们孩提时代的掷物游戏涉及到学习向我们的触觉所及范围之外产生影响的乐趣，这就是投掷这种复杂的运动过程；因此是学习肌肉用力和方向掌握的协调。随着学会表示位置的词汇这类复杂事物，到达一个地方就把那里变成这里了。跑快些，跑快些！暗示着再加一把油，通常在终点处还有奖赏。跑比走快，这是任何一个蹒跚学步的小孩都知道的。此外，还有两种类型的跑——即跑向……和从……跑开，它们在趋向上是截然相反的。运动的停止也很重要。这意味着被某种力量所制止、阻止，受到阻滞，但也意味着疲劳和最终到达休息的状态和地方，如〔棒球中的〕本垒，或床——在每个例子中，都是令人满足的终点。

日常活动提供着丰富的经验材料。有关一大批常识性运动概念的参考材料是现成的，有待去掌握、去加以表述，以进入我们自身的可动性和活动所栖居的那种运动的空间。上、下、来、去、快、慢，这些概念巧妙地相互联系，同动觉感觉、视觉意向、声音远近、愿望和反感微妙地交织在一起。因而，对运动的这种原始经验的特性就是它的传情性质，即个人情感表达渗入它的经验内容的方式。

我们也从我们自身的可动性这种优越点来认识我们周围事物的运动。事物趋近或离去；陀螺、轮子和留声机唱片则旋转，就象我们有时候也这样做那样。我们坐在车船上看着事物嗖嗖从我们身边经过而感觉到我们自己的运动速度。我们注意到事物的位置：梳妆台在床旁边，盘子在桌子上，太阳在我们头顶上，然后落到屋顶后边，并且总是在我们当作自我来表达的这个中心的前边或后边，上面或下面，右边或左边。【422】

我们是把位置当作关系来了解的——外部存在的事物彼此发生关系，一切事物都与我们发生关系。在这一编织出来的华丽织物中，关于运动的整部哲学词典就已展现在我们面前：所有运动概念的材料，从我们用以指导我们在世上的活动的常识性概念到对这种运动的哲学和科学的说明。如何描述这种运动、如何解释这种运动的问题依然存在。不过，不论这些问题变得多么错综复杂，它们的根源仍在于并回到我们对运动和运动概念的经验这个原动的世界中，在于并回到我们的原动活动的空间，在于并回到那另一种空间，即概念的和语言的“空间”，在其中，我们学会掌握和表述代表着我们的运动空间的种种思想。

当然存在有一种先验的框架：我们的感觉器官是具有一定结构的。我们的神经元在它们的反应功能方面发生分化并且专门化了，错综地分布在我们的感受器的表面，具有它们的阈值、它们的选择活动，它们对自己的所作所为的“选择”和“判断”，这些活动发生在我们获得概念之前。眼睛有着严格固定的自由度：它的肌肉组织、它的位置、以及它的决定着上下左右的转动和注视、适应活动的神经能力。我们的整个动觉的框架涉及到紧张和舒张的微妙调节，它适应于重力、压力和平衡。我们的头长在身体上方，脚在身体下方。我们咽下，呼出，吸入；甚至我们的血液脉动也需要泵式活动和阀门系统，它们使我们能够自由地四处走动和变换位置，而不致有使血液从脚趾头喷出去之虞，因而使我们独一无二地适应于地球引力。当我们在地球上倒立时，我们感觉到血液在脑袋里的重压，并且看到因血液的集中而满脸通红。在宇宙空间，我们失去重力的束缚，也就失去了方向感，若无星星、太阳、月亮、地球作提示的话。若无这些提示，所留下的一切就是那种最原始（而且可能是最基本）的坐标系：朝我来和离我去，左、右、前后，头上和脚下。若我们被固定在一个无方向的空间，

没有任何视觉和动觉的定向提示，丧失了同这种熟悉的压力、声响和映像的世界的感觉接触，我们自身的自我定向本能也就解体了，随之出现的是幻觉和丧失鉴别力，正如新近做出的剥夺感觉的实验所表明的那样。剩下的，我们就只能依赖我们自己的器官运动——例如，嗑嗑牙齿，摸摸脉搏，屈曲和放松肌肉，这样至少保留下内在感觉和本体感受这个世界。我们可以试着默默数数或回顾从1910—1950年美国联赛的锦旗获得者；但随着感觉被剥夺，这种能力最终也丧失了。我们被剥得赤裸裸，所失去的是对运动的全部感觉：身体穿越空间的运动、思维运动、情感的质的变化运动；在一个无差别的虚空中，我们变成无差别了。【423】

我们的经验是如此密切地同运动联系在一起，以致如果这种运动在古代并未（象更古时它是神话的课题那样）成为哲学和科学思想的研究课题的话，那才真是咄咄怪事。但是，运动并不是一个具有一种单一的、毫不含糊的意义的简单概念。普通习惯用法仍保持着语言从我们的原始经验中挤压出来的各种不同的意义。我们的辞典分别列出“运动”（motion）和“动因”（motive）。但在这两者之间，仍保存着古代观念的完整内容范围。因而关于运动的意义，我们有“运动的活动或过程”、“一个物体从一地点移到另一地点”、“活动身体或其任何部分的行动”、“打手势”、“运动的能力”、“冲动、倾向”以及在音乐中的“旋律展开，从一种音度变到另一种音度。”而在动因条下，我们又添上了“引起某人去做某事或以某种方式行事的某种内在驱使、冲动、意向等等；刺激；目标。”而且我们被奉告说，在同义词中要考虑到刺激和诱因，也要参看原因。

做出适当的增添，这就完全可以用来作为关于运动概念的哲学词典的基础。因为这里提到了由亚里士多德第一个做出系统性分类的各种不同的运动概念，科学思想不得不从这些概念中去提

升它对运动的恰当描述。

### 对运动的抽象：作为位置变化的运动概念

从对运动的这一复杂的原始经验中，从语言所提供的各式各样的普通的和富寓隐喻的用法中，认为运动是位置变化这个有意限定的运动概念，经过抽象和持久的分析，就充作为古典物理学的基本概念的发展的基础。关于这个概念被挑选出来作为更充分发展的基础的理由是复杂的。至少有一点是几何学中对空间关系的合理分析适用于这种运动。尤其是，几何分析的两种形式之一，即所谓的发生几何学，并不是推以地点和距离的静态表示来定义图形，而是根据点、面、体的运动来定义图形的。比如，按这样一种“静态”定义（即根据位置和距离的定义），一个圆的圆周就是这样的曲线：它上面的任何点都等距于一已知点。但是，按照“发生”的说明，圆周就是一个与某个已知点处于给定距离的点以该已知点为中心的运动所产生的曲线。这种发生几何学本身也许在那种对适用于以这些术语加以抽象的运动的经验中有着它的根源。因为虽然几何的词源和历史根基是大地测量（亦即固定的或静态的测量），不过，正是天体演示着点一般的实体在一个均匀空间中的理想的简单运动。【424】但这还不是直接的证据。毕达哥拉斯派的算术用几何表示法来表示各种算术关系和演算，毫无疑问，它在很大程度上来自于用标示物、贝壳、手指的计数。〔计数〕单位等同于一个点一般的几何实体、一的概念等同于一个事物<sup>①</sup>，以及这个事物被抽象为一个理想的简单同质的记号，这本身就是人

---

<sup>①</sup> 毕达哥拉斯派把计数单位定义为一个“没有位置的点”，并把这种算术的“点”同几何学的具有位置的点加以对照。请参见（例如）T.L.Heath的《希腊数学手册》（*A Manual of Greek Mathematics*, Oxford: Oxford University Press, 1931）；该书重印本（New York, Dover Publications, 1963），p.38.

类活动的一种产物：是管理、计数、拾起和放下、把不定形物质（油、酒、麦子）分进有形可数容器中，等等这类活动的产物。不过天体却表现出下界所找不到的纯粹性。同自然和人界的固态和乱哄哄的景象相比，夜空的空虚和抽象是多么地令人不安，因而神话便用各种神灵、战争和人造物来填充这空间。哲学紧步后尘，为避免虚空而假定出——例如，象亚里士多德所做的那样——一种第五元素或如中世纪人士在字义上所为之命名的“quintessence”〔第五元素〕，这是一种稀薄精细的“以太”，它充满于天球，就象气、土、火、水这四种地上元素充斥于地界领域那样。这种以太虽说与那四种地上元素不同，但无论如何也是一种实体。

仅仅是在数学家的严格、抽象的想象中，实体性才让位于理性王国本身的纯概念空间。希腊几何学家的几何空间的地位并不比方向性更优越。但是做出这种抽象也是需要有其概念前提的。一种宇宙学的传统在这里也发挥其作用。为喜爱隐匿在表观之下的逻各斯而感到欢欣喜悦的赫拉克利特说过：“向上和向下的道路是相同的道路”，而巴门尼德的一则是在一切方向上都类同的球。这有助于关于一种各向同性空间的概念的发展，亦即，一种在一切方向上都类同的空间。可是这却与我们的全部经验相抵触；因为在我们的方向经验中向上和向下是不一样的。那种无任何偏爱、对放置在其中的无论什么东西都一视同仁的中性空间，是希腊思想家极难加以想象的那种非存在。然而几何构思设法使自己挣脱这些考虑的束缚，最终假设出一个空间，由于欧几里得的《几何原本》对此作出基本表述，我们便称之为欧几里得空间。考虑一下天体的可视面貌中与这种空间相关联的可感觉现象。从神话和宇宙论的一些组成部分中抽出要点即可看出，星星外貌上相对而言是类同的。而星星的大小和亮度就变成与夜以继夜地辨认同一



颗星有关的特征了。不过更重要的是，这种抽象涉及到位置和运动。从星星相对于我们(或更确切地说，相对于地平线上的一个固定点)的位置发生变化这种意义上说，星星在“运动”。【425】彭加勒在某处说过：“一个点就是位于我的指尖的东西。”对于固定在一个地点上的感知有机体来说，这样一种同心几何学也许是适用的。但我们却是四处走动的，因此我们通过参照于我们认为在我们自己的运动空间中是固定的物体：一颗树、一个山巅、两块岩石之间的空隙(如英格兰的史前巨石柱间)，而“固定”星星。因此，星星的这种相对运动是经过一个定坐标于我们自己的运动空间和其固定点的一个空间的运动。

然而还有一种可加分辨的更基本的相对位置：星星彼此的相对位置。我们夜以继夜地辨认着同一些星星，这不仅是通过它们的大小和亮度(因为总的说来，这些特征并不是足以加以分辨的)，而且通过它们所形成的并表现得固定不变的构形来加以辨认的。我们在记忆上设想这些点一般的实体形成一些熟悉的图象：如猎户座的腰带，仙后座的座椅，等等，以此来标示这些构形或星座。这样一来，我们所得到的就是整个构形以固定的相对位置而经过空间的运动了。而行星则提出了“游荡者”“闯荡”经过这种固定构形的问题(参见《附录B》，第672页)。不过，行星的运动仍然是相对于某些被当作是固定的某些构形中的位置变化的运动。经过反复观察就可看出，整个构形系统本身的相对运动是参照于某个固定点的运动：天体每夜都绕一定点旋转一周，如同定时曝光的照片或古代的牧羊人和天文学家的长期观察所表明的那样。这个固定点，旋转轴的这个极具有一个相对于我们自己的地上运动空间的固定的参照物。星星都在运动，但这个极却保持在一条位于手指尖所指向的一个固定的地平线标志物或某一其他的适当固定的地面方向线的直上方的线上，这个极我们标示为北。

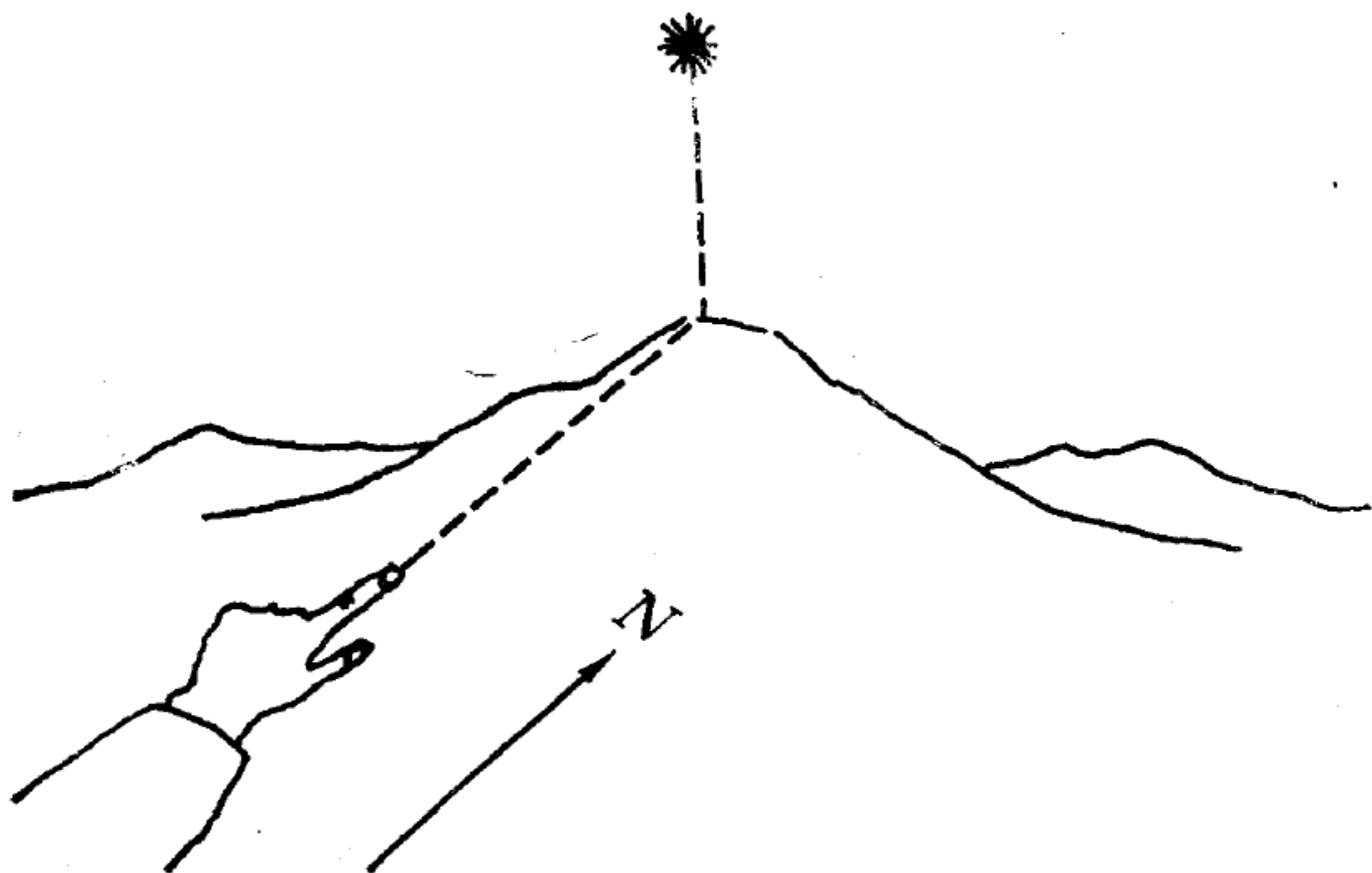


图 A

【426】因而，在这种抽象而又可想象的模型中，一切运动都被看作是空间中的地点或位置的变化。作为“具有位置的点”的几何单位就是通过位置的改变或地方运动而运动的。在天体的情况中，这种点的运动径迹是一个圆。这种运动从不停息，既不加速也不减慢，还有它的圆形形式，以及其运动地点是地界之上的受尊重的地点，这一切都使它赋有那些完美的属性，它们部分来自宗教对天体的崇拜，部分来自人类对几何思想本身的完美性所感到的理智上的骄傲。在希腊思想中，天体的这种均匀圆周运动表示出一个完美的王国，它显示出理性几何的完美，而几何本身则被认为是表示这个王国的，这个王国是理念的完美的宇宙的一个映像。对于恒星来说，并不存在着上和下，降落和升起。甚至这也是一种有待评论的诡辩。因为相对于我们，恒星是随着黑夜的进展而升起和落下的。然而，在欧多克斯(Eudoxus)所提出的同心球

的天文学模型(参见《附录B》，第673页)中，这已经被当作是一种相对于我们自己在球形地球上的位置的明显的升没。因此，作为轨迹运动的运动在几何学上就被根据位置和相对于某个定点的位置变化来加以定义。

从我们的自我中心的轨迹运动的空间到(在地上运动中)相对于某一固定地上标志的空间进而到天体围绕某一定点旋转的空间，这种变化使客观性日益增加，并日益消除了自我参照和对这种参照的主观看法。最后，在几何的纯概念空间中，一个空间中的定点是任意选定的，这种空间的质的均匀性允许这些点可以被放置在任何地方而不致带有偏见。

但是，随着对运动空间的抽象，也出现了对我们的运动经验的质的抽象。几何运动学的描述由于把自己限定为对位置及位置变化的描述，也就排除了与运动的力量的一切关联，排除了对用力的一切经验，排除了运动速率的一切差异，而我们是把这种差异当作用力或方向的差异而加以认识的。只是通过引进对经验的另一种数学表述，即在算术的时间概念中，这一切才得以保留，算术的时间概念认为时间本身是由一些同一的单位构成的，这些单位形成一个可加性序列，因而两个单位在时间持续方面是一个单位的两倍“长”，四个单位则是两个单位的两倍“长”。除了在理性几何中曲线的与时间无关的“产生”，运动学的说明中添加了这种产生的时间，并且随之一道出现了速率即运动的时间速率的概念，在其中，距离是相对于时间来测量的。无上无下，无推无拉，运动学的框架使运动变成无重量元素的一种抽象的芭蕾舞、一种完全无实体的三维电影连续场景。

从描述以太天球的目的上说，这完全是正确的；这种抽象是如此接近于它所抽象的景象因而并没有产生出任何困难，只要希望得到的全部东西只是一幅图景(虽然是一种符号的、优雅可计算

的图景，它具有数学的“思维经济”的全部优点)。【427】因此 欧多克斯的同心球模型提供出一种几何结构，它的目的在于整理我们对运动的经验的视觉方面，即“说明表观”。

然而，我们对运动的经验是逼人注意的，并且要求做出一种更充分的探讨，在这种探讨中，上和下，重量和力要得到充分认识。同样，探究的理智也要求得到应有的评价。已知对运动的运动学描述，那么用什么来解释它呢？已知变化的不同的时间比率，又是什么说明了这些比率呢？天空那种中性的各向同性是天上的事情；可是在地上却存在着优越的方向。下落运动是向下的，如同我们在学习使用下落一词时所了解到的那样。但是为什么呢？我们可以开玩笑地回答说：“因为‘向上落’的习惯用法是不合语法的”，因为语法的意义必须与用法、与语言的习惯用法有关系。但物体的向下落并不是为了遵守语法的应用。它们向下落，我们倾向于说，是因为它们重，因为没有任何东西把它们向上拉。可是，是什么使它们成为重的，为什么它们需要拉才向上呢？此外，有其他一些东西则上升，如果不被向下拉的话。最早的物理实验之一就是在水下释放一个气泡以观察它的上升，这个实验是对斯特拉托(Strato)的往一个盛有水的容器里扔石头的实验(参见《附录B》，第674页)的补充。蒸汽和雾气上升，火也总是上升。我们说：“因为它们轻”。但我们并没有称量它们以发现它们是轻的；反之，我们说它们是轻的是因为它们上升。因而，我们对向上和向下的经验和我们在移动物体和投掷物体(并观察它们下落)时用力的经验，以及我们的自然观察，都说明运动学对运动的说明是不完整的。我们需要把所有这些事情纳入考虑的附加说明。简言之，我们需要用从力的角度做出的动力学说明来补充根据位置变化所做出的运动学的说明。在这两者之间，我们对天上和地上运动二者的说明大体上就将是完整的，我们对运动的经验的整个范围也将

得到适当的概念表达。因此，我们用我们的全部原始经验、用我们的普通语言的习惯用法和几何学这个已经精炼了的分析工具武装起来，向运动的概念化进军。

## 希腊哲学和科学中的早期运动观

在爱奥尼亚人的自然哲学中，某些最早的运动观念涉及到宇宙的原初运动，从这种运动中产生出万物。运动因而被给予了在存在的秩序中的首要位置；它就是创造活动，所有其他万物都源自或产生于这个运动。如我们已经了解到的（参见第四章，97—98页），这种运动被设想为（例如在阿那克西曼德那里）一种旋转或涡旋运动，从中分离出四种元素。【428】这种把运动概括为能动性的观念与原动者的概念密切相联系，原动者是这样一些东西，它们“靠它们自己”、用不着来自外部的推拉而运动。这种自我能动性的本质因而被想象成为一种固有的或天生的运动。

在我们的共同经验中，运动就是生命。能够主动运动的是生物，或类似于生物。它们的运动因而被设想为其生命的本原，因为其运动的“目的”或目的性就是其能动性的目的性因而也是其生命的目的性。所以这种运动就被设想成物本身的“本性”。因此，万物起源于这个原初运动，每一物都有它的运动，自然界中万物都被认为是自我能动的，或者说是活的。那种认为万物因为都在运动所以都是一种生命、自然界的一切物质性质料都赋有它本身的自我运动的程度、它自身的生命活动的这种观点就叫做物活论（hylozoism，由希腊语的物质和生命两词结合而成）。然而有一些事物看起来并不是自己能运动，而似乎天然静止的。一块石头可以被移动，但它并不自己运动。不过，导源于我们的运动经验的被运动这种观念，则需要有一个连续作用于物体的原动者。

当他的动力作用消失时,被运动的物体也就停止运动而保持静止。这类能够自己运动的事物和那些需要推动才运动的事物之间的区分是一个早期的但已经成问题的区分,如果万物都被当作是原来就在运动的话。

任何一种物的自我能动性的原始模式,它的指导或调节的能,亚里士多德认为就是它的形式,或那种使之成为“现实”、使之成为该种物的东西。这种形式能,即物的自我运动的源泉和模式,一个物的潜能性的这种现实化,亚里士多德称为它的energeia(能);它的潜能性即以一种个别的方式变成有形或现实化的能力,他叫做该物的dynamis(动能)。在这种一般框架中,运动就是变化并被定义为一个物按其本性从潜能性转变为现实性的过程;因而这是自然运动。亚里士多德的观点认为我们构成关于物的概念、解释和理解物的方式就是通过掌握它们的本质性性质、它们的个别性或类特性即那些使它们成为某一种物的类的成员并因而成为某个类的个体的特征。按照亚里士多德的观点,理性有别于感性知觉,它认识共相(普遍性)。所以,理解一个具体事物就是把它认作一个个体亦即作为它为其成员的那个类(或一切类)的一个实例。这种普遍的形式因为表现在物的能动性中,即把自身揭示为该物的特性自然运动,因而正是这种自然运动才是物的可从理性上领悟的形式或其“可理解的本性”的具体体现。万物都具有可理解的本性,这并不意味着物本身是“有理性的”,【429】而是意味着它们能够从理性上被理解。在这里,亚里士多德的基本的认识论主张是,自然界是完全可被理性理解的、它可以被科学地认识,因而科学被定义为对于在自然过程中具体体现出来的共相(普遍性)的认识。

然而,对生物和非生物这种常识性区分却使这一图景变得复杂起来。因为在亚里士多德学说的框架中,存在着一些天然惰性

的事物，所以它们的运动只是从某种非自然的或人工发动的状态恢复到自然的状态。在生物学的类比(这种类比在亚里士多德的绝大部分思想中是明显可见的)中，不仅是有机体而且一切物都倾向于保持它们自身的“天然状态”，亦即符合于它们的本性或形式的那种状态。甚至连从潜能性转变为现实性，其本身也是一种目的在于实现这种所谓的“天然状态”的运动。因此，一切自然运动都是受目的指引的，或者说是目的论的运动，因而“有目的的”是在这样的限定意义上说的：即倾向于维持有关一个物的本性的规律。①一切自然运动都倾向于那种天然的稳态，它是物的“正当功能”。②

惰性的、或倾向于一种静止状态的物本性上就是惰性的，而如果由于来自外界的强加于该物的某种运动破坏了这种惰性，那么，只要那个运动力一停止作用，天然惰性就会立刻使该物静止下来。按照亚里士多德的观点，非生物即非自我活动的物是惰性的或天然静止的。生物自身内部具有运动的本原(原理)，因而具有一种实现其生命需要的自然运动，亚里士多德和柏拉图俩人都称之为psyche(灵魂精神)，围绕着这个概念发展起一门生物学的、

---

① Pittendrigh引进目的学(teleonomy)一词来表示这种受规律指导的或“程序化”的活动，以区别于作为彻底有目的的“亚里士多德的目的论”。[C.S.Pittendrigh, 转引自A.A.Roe和G.G.Simpson所编的《行为和进化》(*Behavior and Evolution*, New Haven: Yale University Press, 1958), p.394]。还可参见Ernst Mayr的出色讨论，他认为亚里士多德在脑子里已经具有这种目的论的意义了。——E.Mayr: “生物学中的因和果”(“Cause and Effect in Biology”, *Science*, 134: 1501—1506, November 10, 1961)。

② 亚里士多德是如此广泛地应用这一原理，因而在他对人的活动的分析中，他定义其目的是“幸福”，是“符合人的本性的活动”(通常把这里的“本性”翻译成“美德”，但在希腊词汇中，一个物的“美德”就是它的本性)。但是正如人的活动的目的是实现人的本性那样，任何种类的物的活动也是为了实现它的本性。当然这并不是随便任何一种活动，而是一个物的正当活动或固有作用，因而这是一种规范性的(也是成问题的)表述，类似于我们前面(第十章中)讨论过的有关法则性的和偶然的普遍性的(规律般)陈述。

心理学的和社会的理论。<sup>①</sup>

### 亚里士多德的物理学： 对“自然运动”和空间的分析〔430〕

亚里士多德认为物理学是关于运动物体的科学，他发展起一个科学体系，在其中，他力图分析和解释物理运动。亚里士多德的理论主要倾向于解释运动，亦即，他所关心的不仅是关于运动是如何发生的描述性说明（虽然他提出了一些关于运动的最早的定量描述），而且关心为什么运动是如此发生的。

关于物体的运动的这种解释性说明需要某种关于物体和物体运动的空間的概念，以及关于地点或位置的辅助性概念，来作为其概念框架的组成部分。

亚里士多德所做出的理论说明部分导源于毕达哥拉斯派和柏拉图主义者的数学-宇宙论构造这种传统。毕达哥拉斯派的方案为柏拉图及其学生欧多克斯和卡里普斯所采纳和发展，在这个方案中，天体是按同心球排列的，它们之间的相互距离被认为具有着谐音的比率（即音调与弦的长度的数学关系，毕达哥拉斯学派在探索声学中的谐音比率时发现了这种关系）。

毕达哥拉斯派的解释不单是数学的解释：它涉及到某些属于美学和宗教类型的考虑。柏拉图在他的理念形式理论系统中对此作了精心阐述。天体代表着神的理性（即起作用的理性理念）的可

---

① 我们的心理学 (psychology) 一词即来源于此，但只是从有关精神这样一种更限定的意义上加以采用的。而在希腊人看来，它意味着自我活动这种生命本源。用来翻译 psyche 的拉丁词 anima (生命，灵魂) 很快就获得了基督教神学所加之于希腊和东方观点中的一些含义，英文把该词翻译为 soul (心灵、灵魂) 仍带有这些含义。中世纪基督教把亚里士多德的这种自相矛盾的见解流传给了我们，这种观点如是即把这些因素结合起来，形成了关于万物内部有一些小“精灵”在推动它们的怪诞图景。这种认为万物赋有灵魂的观点就叫做万物有灵论 (泛心论)，它类似于认为一切物质都是有生命的物活论。



见作品。神性在柏拉图的这种系统中标示着那种仅仅表现出假象的实在的普遍的、本质性的和永恒不易的形式。然而，天体确实为感觉(即视觉)所感知。那么这种表现又怎么能够直接揭示出为其他一切表现所歪曲的形式的完美性呢？这里我们同时看到了柏拉图思想在世俗的(地上的)和神的之间、在普通感觉和知觉的世界与纯粹形式的可用理性领会的世界之间所做出的划分和搭起的桥梁。柏拉图是通过把地球同天体加以分离、使天体成为隐喻和字义上都是形式的王国来完成这项工作的。我们所看到的仅仅是感性的运动，而我们从理性上理解的则是这些均匀圆周运动的完美性。神性就在天体的完美性中向我们揭示出其自身。所以，关于天体运动的物理学是一门神授物理学，而关于地上的运动的物理学则是一门世俗物理学，于是，我们就有着两门而不是一门物理学了。【431】天和地就从物理学上被分开了，因为理性的形式世界和混乱不堪、变化不居、不完美的感觉世界在认识论上被分开了。柏拉图通过区分出神对理念形式的模仿(这给了我们一种真实的复制)和人对神的形式模仿(特别是在艺术中，这至多只给予我们一种不完整的复制，而在美术中，则是歪曲和虚假的复制)，来说明这种成问题的分离。

亚里士多德作为柏拉图的继承者和学生，也认为存在着天界物理学这种完美的领域，它具有着完美的圆周运动，以及地上运动这种更成问题的领域，地上运动是不均匀的、变化的，有开始和终结。

欧多克斯构思出同心球来作为宇宙的几何模型，卡里普斯对此模型做了改进，这种模型关系到“保全表现”，以求用某种抽象的几何方案来说明观察到的天体的位置。地球位居中心是视觉展望的需要，它的优惠地位仅仅是作为观察发生的场所(至少在纯数学构思中是如此；除此以外，宗教的、直觉的和传统的因素也起

作用)。然而在亚里士多德看来，地球的中心地位则成了一种定性特征，主要涉及到的不是运动学方面的而是动力学方面的考虑，并且与自然运动这种框架有关。这里出现了亚里士多德的宇宙论。地界领域是由四个同心球组成的，这就是位于月亮天球下方的那四个球，月亮天球是第一个天球。在有生有灭的这个月下领域中存在着永恒的变动和变化，因为构成所有地球上的物体的那四种元素不断结合、分解和重新结合。这四种元素从中心向外排列是土、水、气、火，每一种都具有它的本份的球。这些元素中，每一种都各具有与它相联的成对的性质，这些性质来自于两个成对的对立物：干-湿、热-冷（我们认出这来自于更早的爱奥尼亚人的宇宙论）。这些成对性质的结合使我们得到那四种元素：干+冷是土，冷+湿是水，湿+热是气，当然，热+干就是火了。

现在的问题是，这四种元素在同心球中是如何安排的？普通直觉和观察再次提示出，较重的自然在下方，较轻的自然在上方。根据一种同心球模型，土在下方（即位于球心），水〔圈〕位于土之上，气〔圈〕环绕着水或位于水之上，而火虽然这里发现是在气的下方，但它倾向于上升，因而是最外面的一球。甚至看到闪电使一棵树着火这种自然经验也提示出火的天然处所在上方；在希腊神话中，普罗米修斯从奥林匹斯山神祇的家园那里把火带下凡间，作为送给人类的礼物。

因此，随着这四种元素利落地排列成月下同心球，我们就得到了每种元素的天然处所。而且我们已经进一步地把这种天然处所同关于轻重的动力学直观感觉联系起来，把它同向上和向下的方向联系起来。最重的是土，因而向下意味着（根据同心球模型）趋向中心。〔432〕水次之，但也趋向下面到它的球圈。气和火是轻的，火又比气更轻，因而“轻”和上升的倾向联系在一起，所以向上意味着离开中心。因此向下是一个向心矢量，而向上则是一个

## 离心矢量。①

由于自然物体都是那四种元素的结合物，所以它们的自然运动将是向具支配地位的元素的天然处所的运动。请注意密度和稀疏的问题在这里并不起着它们通常意义上的那种作用。如果一定体积的结合物中含有的土比其他元素多，那么它的土密度就更大。不过在这里，亚里士多德的宇宙论与恩培多克勒的相似。没有虚空、没有真空或没有无物体存在的处所：相反，存在的是由那四种元素的不同结合所组成的密实。相对“密度”因此依赖于重元素和轻元素的分布，而不是一种元素在某一虚无空间中的分布。（亚里士多德并不是一位原子论者，他并没有提出有关一种元素在一给定体积中的单位的定量概念——这种概念后来在牛顿的质量观念中发挥着重要的作用，质量是“物质之量”，被定义为“体积和密度的结合”。）

根据所有这些，我们差不多可以演绎地推演出亚里士多德的动力学。任何物体都是元素的一种结合物，它的自然运动就是该结合物中占优势的那种元素的自然运动。但是，由于所有自然处

---

① 亚里士多德所描述为向上、向下和圆周这几种运动严格说来是两种（自然）运动：即**直线运动**或沿直线的运动，和**圆周运动**。不过按照亚里士多德的说法，一切运动都是相对于一个中心的，完美的圆周运动是以均匀速率和固定的距离环绕一个中心的运动，而直线运动或是趋向或是离开一个中心的运动，或我们可以完全照字义地称之为向心或离心的运动。因而**向下**并不是朴素想象的直觉的向下运动，虽然它与这个概念有联系。相反，它是向心的或追求中心的运动，而**向上**就是离心的或逃离中心的运动。所以，亚里士多德在他的著作《论天体》(On the Heavens)中是用四个月下同心球的框架来描述向上和向下的。

这是关于向上和向下的考虑。而完美的圆周运动则是第五元素即**以太**特有的，由于是完美的，所以这种运动既不增速也不减速，而且永远持续下去。它既不向上也不向下，而是永恒地在天球中进行着，在这些天球中按恰当的次序是月、日、行星和恒星。因此亚里士多德在确立地界和天界的区分时所坚持的是“各按自身本性”的原则。这里，柏拉图的影响明显可见，而且也继承了这种更古老的希腊传统：这种传统把地界现象的变化和短暂的本性看作是比永恒现象更低下、更不完美的。

所都排列成同心球，因此唯一的自然运动就是向上和向下，即趋向或离开球心。在这些球层内不存在任何自然的横向运动，因为这些球层乃是元素的自然居处，所以也是它们静止的处所。水处在其自身的水平时就不流动，土、火、气亦如此。然而它们却可以被某种其他事物所移动，即被某种克服了它们的惰性并再度把它们从其天然居处或处所移开的运动所移动。【433】这种非自然的或反自然的运动是受力运动，或用通常的术语说是暴力运动。这种暴力运动通过作用于物体而改变它们的位置。这种位移力一旦停止作用，自然运动就会取而代之，实现该物体的潜能，实现其本性。因此自然运动就是恢复自然静止状态的运动；而因为它有一个处所作为其条件，所以这就是回到一个元素的天然处所的运动。于是，当一块石头被向上扔时，它就被暴力运动改变了位置。当这个暴力运动停止作用时，该石头的自然运动就会使它回到它的“天然处所”，即重新把它放到它处于自然静止状态的地方。因此，石块“自然地”下落。

关于这种运动空间的几何学因而就是一门具有优越位置和优越方向的几何学，因为自然运动总是有方向的运动，它的目标是自然物体中占优势的元素的天然处所。在这种模型（有时被称为同心模型，但更精确地说，是地心模型）的球体几何中，自然运动总是沿着这些具有共同中心的球的某一半径的。对于重元素来说，是趋向该中心的运动，而到达其本（土或水）球层时便静止下来；而对于轻元素来说，则是离开该中心的运动，也在其本（气、火）球层那里达到静止。按照亚里士多德的说法，这两种运动乃是仅有的简单的地上运动，所有其他自然运动则是由它们合成的，合成运动的方式取决于物体的组合成分。由这四种元素组成的物体的一切自然运动因此是直线运动，一切合成运动都可分解成几种直线运动。亚里士多德还提到存在着另一种简单运动，它不可归

结为直线运动的因素，它比直线运动更完美。这当然就是圆周运动，是天体的运动。

亚里士多德引出作用于地上物体的力，这从几个方面使关于向上和向下的那种最初是简单的几何学变得复杂了。首先，作用于一个物体的一个力可以使它沿着与其自然方向不同的方向运动，因而引进了改变方向的概念。还有，力的大小不同造成了运动速度的差异。亚里士多德把作为运动的时间比率的速度概念以及对速率或运动速度的最早的形式处理引进到物理学中。事实上，他引入了第一批运动方程。他也引进了速度变化或运动速率变化或加速度的概念。<sup>①</sup>亚里士多德所使用的那种方程不是我们所熟悉的现代类型的方程，而是一种早期形式的、具有希腊数学特点的方程，【434】欧几里得的《几何原本》第五卷论述比例理论时对这种方程做出最充分的发展。<sup>②</sup>在这种表述形式中，比率始终是同类质（即属于同一“种属”）之间的比率。因而距离和时间的比率并不是直接表达的，而是用距离比率和时间比率之间的比例来表达的。

首先，亚里士多德在讨论更快和更慢的概念时引进了变速的概念。这仅仅适用于地上运动，因为天球的完美运动是从不变化的，既不加速也不减速。在他的讨论中，亚里士多德提出一个有关据以对运动做出比较的那种质的抽象的饶人兴趣的逻辑论点。他说，这必须是没有“种的差异”的“同一”种质（类似于中小学禁止拿苹果和梨相加——这影响着希腊人对由同类质的比率所组成的比例的使用）。亚里士多德用“种的差异”来指运动的种类的差别。他区分出四种类运动：改变；增加和减少；生成和消失；位

---

① 我们也把方向的改变当作加速度，但二者之间的关系直到惯性概念得到阐明和改正之后才确立起来。

② 对此的概述，参见T.L.Heath前引书226页及以后。

移或位置变化。与我们这里的讨论有关的正是这种轨迹运动，这个种类所具有的共同的质(据之可以对轨迹运动做出比较)就是“经过的量值”或者说相对于时间的距离。按比例的表达，这种运动的速度被定义为相对于距离的比率和时间的比率的各种速度之间的一个比率。相等的速度是以在相等的时间经过相等的距离来定义的，快些和慢些也同样用两个运动的比率来规定，其中一个在相等时间里经过更长的距离，或在更短的时间里经过相等的距离，或以更短的时间经过更远的距离。借助于克拉盖特(Clagett)的表述，可以表示如下(其中 $v$  = 速度， $s$  = 距离， $t$  = 时间)：

1. 当 $t_2 = t_1$ 时，若 $s_2 > s_1$ ，则 $v_2 > v_1$
2. 当 $t_2 < t_1$ 时，若 $s_2 = s_1$ ，则 $v_2 > v_1$
3. 当 $t_2 < t_1$ 时，若 $s_2 > s_1$ ，则 $v_2 > v_1$

用我们的标记法，这就有点类似于我们的平均速度定义：

$$\bar{v} = \frac{s}{t}$$

这给了我们一种关于较快和较慢运动概念的表述，并使得可以比较速度。到此为止，这种说明纯属运动学的说明。现在亚里士多德引出了被动物体和原动者或动力的概念。这再次提出如果两个力能够把相等的物体移动相同的距离，这两个力就是相等的，但这种说法并不是自我支持的。【435】有两个复杂因素参与其中。所产生的第一个问题是，如果两个力以同样的速度移动相同的物体(其中距离和时间可以不同，但距离和时间的比率保持相同)，这两个力相等吗？亚里士多德(我们在直觉上或许也会)认为把同样的物体移动更远距离所用的力比移动距离较短的力更大。这就引出了另一个复杂因素。为什么移动距离远就需要更大的力呢？亚里士多德提出任何地上的运动都是在充满着那四种元素或它们的组合物的“密实”中进行的，这种介质对运动产生一个阻力。因

而较重的元素比轻元素对运动的阻力更大。一个物体的速度或它在一定时间里被移动的距离就不单纯正比于施加于其上的运动力，而且正比于力对阻力的比。所以，使同样的物体通过一个阻力更大的介质就需要更大的力，因为阻力的作用对抗着运动力。在一种介质中运动的速率取决于两个相反的力，即动力（或用流传下来的拉丁词表示就是 *vis viva*）和阻力（或 *vis inertiae*）。关于力和速度的关系的方程式即为：

$$v = k \frac{F}{R} \quad (\text{其中 } k \text{ 是比例常数})$$

在引起殊多讨论的一节中，亚里士多德也考虑经过不同的距离和时间的作用力。他说，若一给定运动力 A 在一时间 D 将 B 移动一段距离 C，那么同一个力 A 在同样的时间 D 中将移动  $\frac{1}{2}$  B 两倍于距离 C，而在  $\frac{1}{2}$  D 中它将移动  $\frac{1}{2}$  B 整个距离 C，因而保持前面所引的速度方程（或严格地说是比例式）中的比例不变。这意味着在相等的时间里在同样的介质阻力中作用于同样的物体的不同的力将产生不同的速度，因为在其他条件相等的情况下，一个较大的力将比一个更小的力移动一个物体的距离更远，或将用更短的时间就使该物体的运动距离等于更小的力所移动的距离。可是，他接着说，这不能得出结论说，如果一个力 E 在时间 D 里移动物体 F 一段距离 C，那么 E 就能在相等的时间把两个 F 移动半个距离 C；因为 E 也许一点儿也不能移动 2F。而这就凭想象而得到关于静止质量和惯性的各种观念，亚里士多德对此是毫无想法的。他只是根据普通观察而知道某些物体太重，凭可以利用的力是无法移动的，而如果分解这些物体，它们的各个部分就可以以一定的速率来移动了。现在重的属性或重力对力的关系就进入这幅图景了，随之一道而来的还有天然处所学说。在自然运动中，运动的原因是回到天然处所的趋向。在这里，亚里士多德引出了他的动

力学(即他对力的探讨)的特征,它们对我们的讨论甚关紧要。

【436】我们需要稍微回顾一下复合物的观念。亚里士多德说主要元素的优势将决定着一个复合物的自然运动。如果土占优势,该物体将下落倾向于中心;如果是火,那它就要上升,如此等等。但我们现在加上另一种考虑:在一个物体中一种元素的量是多少。因为占优势意味着一种元素的含量比另一种元素更多。但甚至对于单独一种元素,也可以有多有少。含有更多的重元素就更重,含有更多的轻元素就更轻。亚里士多德认为这种重量是可加性的——两倍量就有两倍重。可是因为元素具有自然运动为其特征,他就认为自然运动也是可加性的;一种元素的量更多,沿适当方向的自然运动也就更多。因为自然运动是这种自然趋势的结果,而这种趋势就是它的动力,物体内因其重性所具有的动力越大,它经过一种给定介质(如果这种介质的所有各部分都相同)的速度就越大。如是,一个较重物体的自然速度将比一个较轻的物体的更大。因此,它就运动得更快,因为它的运动力更大。

这是根据该理论的某些前提推论而得的一个结论,因此它是一个系统的和合理推得的结论。但如我们所知,在真空中自由落体的例子中,它是错误的。然而亚里士多德却认为它是真的,看起来他甚至似乎在求助于经验来作为其结论的证据。他说:“我们看到,不论是因为重或轻而具有更大冲力的那些物体,如果它们在其他方面都相同时,就会按它们的量值的相互比率更快地经过一个相等的空间。”<sup>①</sup>

一种标准的观点认为,亚里士多德用他所看到的去适纳于他所想象的;他拘泥于唯理论的和先验的教条而未能用观察来检验

---

<sup>①</sup> 《物理学》216a, 14—16.



他的理论。现在看来，这种观点已不如在早先那种关于“好”（经验的）科学和“坏”（思辨的）科学的更简单观点看来那么可信。至少有一位对这种观点提出批判的批评家<sup>①</sup>论证说，人们误解和误译了亚里士多德的著作，他在这里并不是在谈论自由落体。另一方面，如果所分析的是冲击运动，那么显然分析的就是冲力或受力运动，因而亚里士多德的观点是通过对这种运动的观察而产生的。

无论如何，更多的人认为亚里士多德的分析是针对下落物体的，而且，就连写过力学论著的亚历山大里亚的希罗(Hero)那么聪敏的科学家也认为，在自然运动中，方向向下的吸引力在较重物体中比在较轻物体中更大。

### 亚里士多德以后对运动和加速度的分析[437]

亚里士多德的后继者们提出一些有关他的表述的关键性问题，其中有一些在此后若干世纪里再未被提起，而另一些则继续着那种标志着科学成长的概念批判传统。与亚里士多德关于落体的加速的解释不同的一种富有独创性的观点强调了亚里士多德自己的关于速度与介质阻力的关系的表述。在我们前面的讨论中，我们曾认为介质的阻力是恒定的，而只是探讨了重量和距离的差异。但是如果认为动力（在自然下落运动中即为重量）是恒定的，那么，因为速度反比于介质的密度或阻力而改变，就可以用阻力的减小来说明速度的增加。这种观点认为，由于一个离地面较高的物体比起较低的物体来，其下方有着更厚一层空气，这就产生出一个正比于物体高度的更大的阻力。所以，随着物体下落，阻滞它的向下运动的空气的量就减少，于是它的速度就与下落的距离成比例地增加。这种见解虽然机智但却是错误的。不过这种见

<sup>①</sup> Lane Cooper: 《亚里士多德、伽利略和比萨斜塔》(Aristotle, Galileo, and the Tower of Pisa, Ithaca, N. Y.: Cornell University Press, 1935).

解的长处是认为重量是恒定的，这是奠定了近代物理学基础的质量恒定概念的先声。但速度的增加与距离成比例这一点则长期一直是一种障碍。

与亚里士多德的观点直接对立的是希帕库斯(Hipparchus)的观点(希帕库斯可能是最伟大的古代天文学家，他发现了二分点的岁差并计算出太阴月的长短，与现代测算值误差不到一秒)。希帕库斯在一部今已失传的著作〔辛普里修斯(Simplicius)曾摘引过〕《论因重量而下落的物体》(*On Bodies Carried Down by Weight*)中认为物体离它们的天然处所越远就越重，而不是象亚里士多德那样认为越近越重。辛普里修斯指出后一种观点的荒谬结果，例如，放在天平上的一个砝码若向下运动，按此说就应该变轻了。这是诉诸于一种实验来解决争端，虽然这个实验不过是在已经熟悉了法码和天平的常识范围内的一种常识性观察。辛普里修斯还建议在不同的高度上称衡同一个物体，看看事实上重量到底是不是随着离开中心的距离而改变。他下结论说不存在任何差别，“除非宣称，两种情况之间的差异是不可察觉的”。最令人感兴趣的也许是亚里士多德的追随者和继提奥弗拉斯特(Theophrastus)之后的莱西昂学园领导人斯特拉托的著作《论运动》(*On Motion*) (也已失传，但曾被辛普里修斯引用过)，其中部分论及加速运动。他提出加速度的一个观察实例，即观察从屋顶落下的水。在顶部看到水流是连续的，而落到底下就不连续了，斯特拉托据此推论说“水更迅速地经过每段后续的空间”，【438】因而“以最短的时间完成其流程的最后一个阶段”。应用亚里士多德的更快和更慢的定义，我们就能把加速运动描述为以更短的时间经过后继的(相等的)距离，或者说在相等的时间里相继经过更长的距离。我们将会看到，对亚里士多德的更快的概念的这种解释对于后来的分析变得具有根本意义。

## 各种批判和不同观点

与此同时，原子论者则具有一种根本不同的观点。最重要的是，德谟克利特、伊壁鸠鲁和卢克莱修的原子的运动的空间并不是一种密实空间，而是一种虚空。存在着的只有运动着的原子和虚空。但这种虚无空间就是几何学家的无差别的空间，所以其中的位置对运动不具任何影响。因此物体在虚空中的速度就被认为对于一切物体都是相同的，与重量的差别无关——按照经典物理学，这是正确的观点，但当然并不是观察和实验的产物。还有，卢克莱修谈到原子通过虚空向下运动是因为它们都是“物体”，而物体是重的（甚至火原子也具有重量，火倾向上升是因为受到气的“推动”）。因为一切原子都向下落（虽然在一个无方向性和无限的虚空中，向下似乎是难以设想的），它们就会以平行的路径下落，彼此之间并不发生相互作用。为了说明万物赖以生成和消失的这些相互作用，伊壁鸠鲁引入了原子路径中的自发的“突然转向”（clinamen），这种转向是偶然发生的。这种随机运动是亚里士多德的宇宙所不能接受的。

还有另一种与亚里士多德的说明不同的观点提出了具有推理和概念批判风格的证据，这种证据是在分析运动时所必须寻求的。批评亚里士多德的评论家约翰·菲罗波奴斯（John Philoponus，公元六世纪）反对亚里士多德的下述观点：虚空中存在运动的观念会导致出瞬时运动或无限大的力的荒谬结果。请记住，亚里士多德相信速度正比于力反比于阻力，或与力对阻力的比成比例。但菲罗波奴斯争辩说，按照亚里士多德的论据，每个物体都具有它自己的“天然重量”，因而也具有它的特征自然运动和它的特征自然速度，这种速度是内在的，是与介质的阻力无关的。以这种自然速度经过一段给定距离的时间，菲罗波奴斯称为“原始时间”，

即使在虚空中，不同的物体也会以不同的自然速度运动，在这种原始时间内经过一定的距离，这与亚里士多德关于虚空中不能存在任何运动的主张恰好相反〔按照亚里士多德的说法，在“无”（虚空）中是不可能存在任何差别的，因而在运动方面也不存在任何差别；【439】但是，因为运动按物体或重量的差别是有差别的，所以虚空中不能存在任何运动。而且，由于虚空不产生任何阻力，运动就会是无穷大，而在瞬间穿越各点之间的距离；但是因为一切运动都是在有限的时间里发生的，所以虚空中不可能存在任何运动〕。根据菲罗波奴斯的说法，在一种介质中，以自然速度经过一段给定的距离所需的原始时间就得加上某个附加的时间，这个附加时间与该介质的阻力成正比（在较稠密的介质中，这个时间较长，因为阻力较大，在较稀薄的介质中就较短）。让我们来重建这个观点，如果取 $v_0$ 为一个物体 $b$ 在虚空中的自然速度， $t_0$ 为经过一段距离 $s$ 的原始时间；再取 $v_m$ 为同一物体 $b$ 在一种介质 $m$ 中的速度， $r_m$ 为这种介质的阻力， $\Delta t$ 为菲罗波奴斯所假定的附加时间，那么，我们就得到：

$$(1) \quad v_0 = \frac{s}{t_0}$$

和

$$(2) \quad v_m = \frac{s}{t_0 + \Delta t}$$

其中

$$(3) \quad \frac{\Delta t}{r_m} = k$$

因而，对于任意两种介质 $m$ 和 $n$ ，若 $r_m > r_n$ ，则 $\Delta t_m > \Delta t_n$ ，显然 $(t_0 + \Delta t_m) > (t_0 + \Delta t_n)$ ，根据(2)我们得出 $v_n > v_m$ 。

14世纪的探索者托马斯·布拉得沃丁(Thomas Bradwardine)对比例理论进行了一番细致的分析，他从这种表达式中抽取出某

些结论而后即加以抛弃，以有利于重新解释亚里士多德的力和阻力的比率。因为，如菲罗波奴斯所表明的，在一个虚空中，物体的速度正比于它们固有的自然运动的动力，所以从在一种介质中运动的总时间里减去在该介质中所需的附加时间，就得到原始时间了。但是这样一来，亚里士多德的式子(用现代符号系统) $v = k(F/R)$ 就改变了，使得速度与力和阻力之差( $F - R$ )的比例关系成立了。于是，当力等于阻力时， $v = 0$ ，因而不存在运动。布拉得沃丁指出在亚里士多德原来的式子中，当 $F = R$ 时，这个比率并不等于0，而是等于1，这意味着当阻力等于动力时，仍然会有运动，这是荒谬的。因此，布拉得沃丁寻找一个比率，它的关系应是这样的：即使得当 $F = R$ 时，速度 $v$ 仍为0，从而避免根据一个简单的算术差所做出的表述式。他找到这样一种表述，即当比率 $F/R$ 几何级地增加时，速度则按算术级增加。布拉得沃丁是用略嫌累赘的比例语言进行计算的，【440】而且并没有掌握指数和对数的概念(对数概念直到十七世纪才由耐普尔所引进，指数概念则更晚)，虽然如此，他所提出的关系用现代术语来表示，就是

$$(1) \quad v = \log_a \frac{F}{R} \quad \text{其中 } a = \frac{F_1}{R_1}$$

于是两个比率( $F_1/R_1$ )，( $F_2/R_2$ )按指数关系互相发生关系：

$$(2) \quad \left( \frac{F_2}{R_2} \right) = \left( \frac{F_1}{R_1} \right)^n \quad \text{其中 } \frac{F_1}{R_1} = 1$$

$$n = \frac{v_2}{v_1}$$

所以，当 $v_1 = v_2$ 时，指数是1，两个比率相等。还有，当 $(F_2/R_2) = 1$ 即当 $F = R$ 时，指数为0，因而在(1)式中 $v = 0$ ，因为1的对

数永远是0，不论其底是多少。<sup>①</sup>

## 中世纪的力学：计算者和默顿定理

这样一来，就把亚里士多德最初在说明物体运动时强调对设定的力和阻力之间的关系进行数学分析的讨论大大推进了一步。从14世纪在巴黎和牛津的两个学派的工作中，可以明显看出与哲学关于运动本性的讨论并肩发展的这种计算深入开展的显著程度。在迪昂做出开拓性的历史研究之前，人们并不明了从亚里士多德的物理学到伽利略的物理学的过渡阶段；但随着迪昂的《列奥纳多·达·芬奇研究》(*Etudes sur Léonardo da Vinci*)一书的出版(1906—1913年)，伽利略的十四世纪的先驱者们遂被发现，哲学和数学方面的概念批判在历史上的相互作用也更清楚地显示出来了。在追索伽利略以前对运动的分析中，我们首先将考察对运动的数学分析即运动学分析，从中产生出所谓的默顿定理(Merton Theorem)，然后看看它对落体运动的应用最终是怎样出现在伽利略的著名的匀加速运动公式表述之中的。

随着对落体的加速度的原因的定性讨论在继续进行，对“相继加快”运动的定量的和几何的分析也跟上来了，【441】但却是沿着一条不同的路线。对亚里士多德的观点做出机敏的定性修正的有阿拉伯的亚里士多德诠释家阿伐洛斯(Averroës)，以及法国的哲学家-物理学家约翰·布里丹(John Buridan)对这些革新的批判。阿伐洛斯提出一种空气动力学的假说，该假说认为，当一个

<sup>①</sup> 关于这一介绍所依据的详细讨论，参见 M. Clagett: 《中世纪的力学科学》(*The Science of Mechanics in the Middle Ages*, Madison: University of Wisconsin Press, 1961)第7章，特别是第438页及以后。此书中也提供出布拉得沃丁的《比例手册》(*Book of Proportions*)的一种中世纪节略本的原文(文献7.3)，因而值得一读，以了解十四世纪的“计算者”们在近代代数符号引入之前是怎样把古代的比例理论发展成为分析力学问题的一种数学分析工具的。

物体经过空气而下落时，它与自己的速度成正比地加热空气。这种加热作用使得落体下方的空气变得稀薄些，并且随着该物体下落越来越快，空气成比例地变得越来越稀薄，因而介质的阻力正比于速度的增加而减弱，反过来说，速度的增加与阻力的衰减成正比，这是一种正反馈回路。于是，在加速运动中，随着力对阻力的比率的增加，物体的速度也增加。布里丹则根据实验（而很可能是曲解地）争辩说，如果这种说法是真的，那么在夏天物体的下落就会比在冬天快，因为夏天的空气更暖和。他还说，空气在被加热以前就产生阻抗，因而阿伐洛斯所断言的事件的时间顺序并不成立。

关于运动的定量分析的线索是对运动的几何表达，这种表达法是在十四世纪时发展起来的。这种探讨方法的先驱则是希腊的几何学家和物理学家，特别是阿基米德在他关于静力学的研究中采用了这种方法。不过，只是随着对有关运动的某些区分做出概念的表述，这种几何表达法才获得了它的力量。

最为重要的是运动的质和量之间的区分。在中世纪的术语中，这被当作是关于一个运动的速度或速率（不考虑运动持续多久）和运动的量（用一个具有一定速度的运动所经过的时间来表示）之间的区分。这个区分颇象热的内涵度（温度）同热量之间的区分，也类似于所谓的内涵重量（或比重）同总重量之间的区分。如我们所知，在亚里士多德的框架中，一个物体的特征速度取决于它的本性或“形式”；因而这一“运动质”的程度的变化按照它们是增加还是减少而被〔相应〕说成是形式的加强或缓和（例如，随着向中心靠拢，重量和速度便成比例地增加）。然而，关于内涵量的测量却提出了一个问题，通过把内涵量转译成定量的或外延的量值才解决了这个问题（当我们在温标上读出一个温度时就是做出这种转译；因为这时，内涵质即热度或温度被转译成一种可变量，即

是温标上用一种间隔长度来表示的一个刻度，例如，水银柱的高度)。

因此，海特布里的威廉(William of Heytesbury, 14世纪牛津默顿学院的一位数学物理学的革新家)写道，运动的质(他表述为“在任意给定时刻的速度”)可以用“路径”来定量地确定，而“这种路径可以用最迅速的动点来描述，如果在一个时期内，若这个动点是以它在那个给定时刻(任意指定的一个时刻)上同等度的速度匀速地运动的话。”[442]这里所引进的运动的尺度是这样一种尺度：以这种尺度，早先所说的“美德的量”被转译成“有形体的”或“有维度”的量。简言之，不仅运动的量，而且还有某一点的瞬时速度都变成是可数的了。对“加快”或“连续加快”的定性讨论这时就可以根据一种定量的分析来进行了。亚里士多德曾经根据相等时间里的相等距离提出一种关于相等速度的定量量度，并类似地提出关于快些和慢些的尺度。然而现在下述概念也变得可想象了(虽然尚未清楚表达出来)：即速度变化率的概念，不仅是经过相继的空间或时间的速度变化率，而且是在这种空间和时间的极限上的速度变化率，即瞬时速度变化率的观念，或者我们可称之为瞬时加速度。

随后，对运动的几何表述便沿着这样区分出的若干条线来进行了。两个变量即运动和时间的性质被从几何的角度想像为两条线的长度，这两条线相互成直角，类似于地图中的经纬线。一个质或一个形式的“纬度”因而就是其内涵度的量度，表示在垂直线上(因此我们可以把温度说成是测量着热的内涵度的纬度)，而这种质的持续时间或速度的度，就以沿着一条水平线的一个经线量度来给出了。这些就是我们的二维笛卡儿坐标系中的 $x-y$ 轴的前身。但是，从可数的(即中世纪术语的“维度的”)这种严格的量规意义上说，这里所说的这些座标中只有一个(时间)是定量的，



而另一个(速度)是用一种质的内涵度的度(即“多些”和“少些”)来表示的。

如果我们想到愤怒、愉快或仁慈这一类质的话,也许就可以尝到这种中世纪的亚里士多德观念的味道。这就像是用线的长度来表示愤怒、愉快或仁慈的度,但还没有确立起实际经验测量的一个单位量值或单位间隔,以把两倍同(例如)三倍区别开。但人们还是能够在定性的意义上辨别出大些,或少些,或相等。只要一个人保持着同等内涵度的愤怒,或只要愉快的一个度得到保持,或只要一个人的仁慈并没有衰减或者说他并没有变得更仁慈,那么,愤怒、愉快或仁慈的质就可说是始终保持如一的;但它的持续时间可以有所变化,因而,一个人可以具有同一程度的愉快(例如)为半小时或三个小时,在第二种情况下,愉快这种质的量大体上就多出了五倍了。<sup>①</sup>物理学上的类似事物,例如热的内涵度(温度)或重量的内涵度(比重)也以同样的方式来表达,【443】速度这种质也如此。所以,这种直线表达法并没有表达出单位来,除非是在下述这种想象概念的意义之上,即:提出质中的相等的度或相同的增减,而没有确立起测量这些等量的方法或确定它们是否可相加的。虽然亚里士多德在他的快些、慢些和等速运动的定义中确曾提出用同时的比率成比例的距离比率来表示的一种定量量度,但是,这一度规概念同形式的加强和衰减这种定性概念的结合却必须经过采用几何形式体系的一种解释的一个明确的概念形成步骤。

因此,我们用一个质的量的几何表达就可以根据两个同质的运动的量之间的差来比较两个同质的运动(在图B中,由矩形

---

<sup>①</sup> 对诸如愉快、欢乐等一类变量的主观量值估计,并不简单是用心理物理标度来表示的时间的一个线性函数。参见第14章的《参考文献提示》中关于S. S. Stevens的著作的参考提示。

ABCD和ABEF的等高所表示), 这里的量则表示为持续的时间(由基线AD和AF表示)。因为, 对于一种均一或不变强度的质来说, 高度AB经过时间仍保持不变, 所以, 这种表达所产生的几

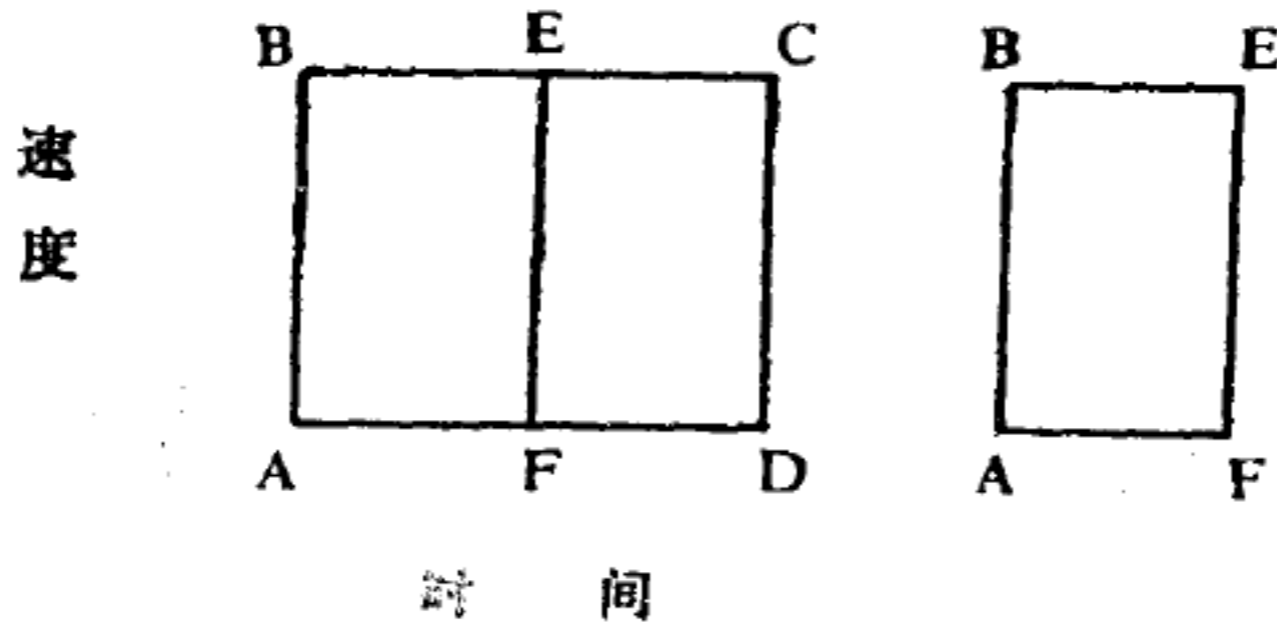


图 B

何图形显然就是一个矩形。因此这是对匀速〔运动〕的表达。但随之可以看出对于这个质的量的表示就等于该矩形的面积, 用代数式表示第一例是 $(AB \times AD)$ , 第二例是 $(AB \times EF)$ 。虽然这是微小明显的一步, 但却是重要的一步, 这我们马上就会看到。于是, 以一给定速度经过时间AD的“运动的量”即为 $(AB \times AD)$ 或ABCD的面积; 以同样的速度经过〔时间〕AF的量就是 $(AB \times EF)$ 或者说是ABEF的面积。如果 $AF = \frac{1}{2}AD$ , 那么 $ABEF = \frac{1}{2}ABCD$ , 然后, 如果我们用亚里士多德所提出的距离比例来考虑不同的(速度 $\times$ 时间)的定量定义, 我们就可以说一个其运动为ABCD所表示的物体运动的距离将是其运动为ABEF所表示的物体的两倍。隐含的匀速〔运动〕的公式是 $S = Vt$ 。这对于平均速度〔用现代记号给出为 $S = \bar{v}t$ 或 $\bar{v} = (S/t)$ , 其中 $\bar{v}$ (加横线的V)代表平均速度〕的关系是一种改进的关系, 这种进步也提供出了这一发展中的细小但颇为关键的一步。但是平均速度大体上是经过有限、相等的时间间隔AD的各个速度的总和的算术平均值, 【444】其中速度仍被设想为一种具有内涵度的质, 速度、时间和距离的

关系尚未得到明确表述。不过我们并不能加减速度，因为在这种方案中，速度并不是有维度的或定量的量。然而，这种几何表达法(错误地)提出了同等速度或速度的单位度的可加性，因为它采用一段定长线段来表示一种质的度；因此，我们可以用等长线段来表示一给定速度的相等增量。由于我们可以根据持续的时间来比较同一种质的各种不同的量，这自然会使人想到，我们也可以用垂直线的长度的差(不是当作代表着实际可测量的量值而是代表着比例)来比较质的不同的度。把这些比例转译成数值所需要的常数只能靠经验测量来发现，而经验测量是从未被十四世纪的计算者们纳入考虑的。然而，虽然他们没有做出这种考虑，他们仍能设想出一种质的一个单位度，一个两倍的度，半个度，等等，而这些都是用比例来表示的。因此，速度的变化就可以用垂直线的不同高度来表示，而速度的均匀变化就表示为在相等的时间增量中，速度的增量相等(这是伽利略的定义的先声，二者完全相同)。

现在就产生出如何表达这一切的问题。在我们的矩形面积的框架上，我们可以沿着 AD 标示出有限相等的时间间隔，而用沿着 AB 的阶梯般的增量来表示速度的变化，假定对于每个相等的时间间隔都有一个均匀速度存在其中，然后在下一个间隔中“跳跃”出一个增量 $\Delta V$ 如后面的图 C<sub>1</sub>中所示。但假设现在我们想要考虑的是表示连续变化的无任何跳跃的速度。这就是意味着，对于 AD 上的任何时刻，速度就用垂直线在该点上的高度来给出。因此，在前面的图 B 中，因为运动是匀速的，所以在 AD 的任何一个点上所上升的高度都是相等的，其中每个高度都代表着海特布里曾经定义过的在该瞬间上的瞬时速度。因为根据定义匀速运动的速度无任何变化，所以这种运动的速度的瞬时变化率为 0 或者说该运动的加速度为 0。但是如果我们要表示连续加速度的变化率，

就可以用一条上升的直线而没有任何阶梯般的跳跃，在任何一个相继点上的瞬时速度——不论这个点如何接近于它前面的点——都会有一个增量，人们可以把这个增量取得任意小。表示这种连续加速运动的图形就不再是一系列矩形而是一个三角形（或位于一个矩形之上的一个三角形，如果加速运动开始于大于0的某一给定速度的话）。（见图C<sub>2</sub>）

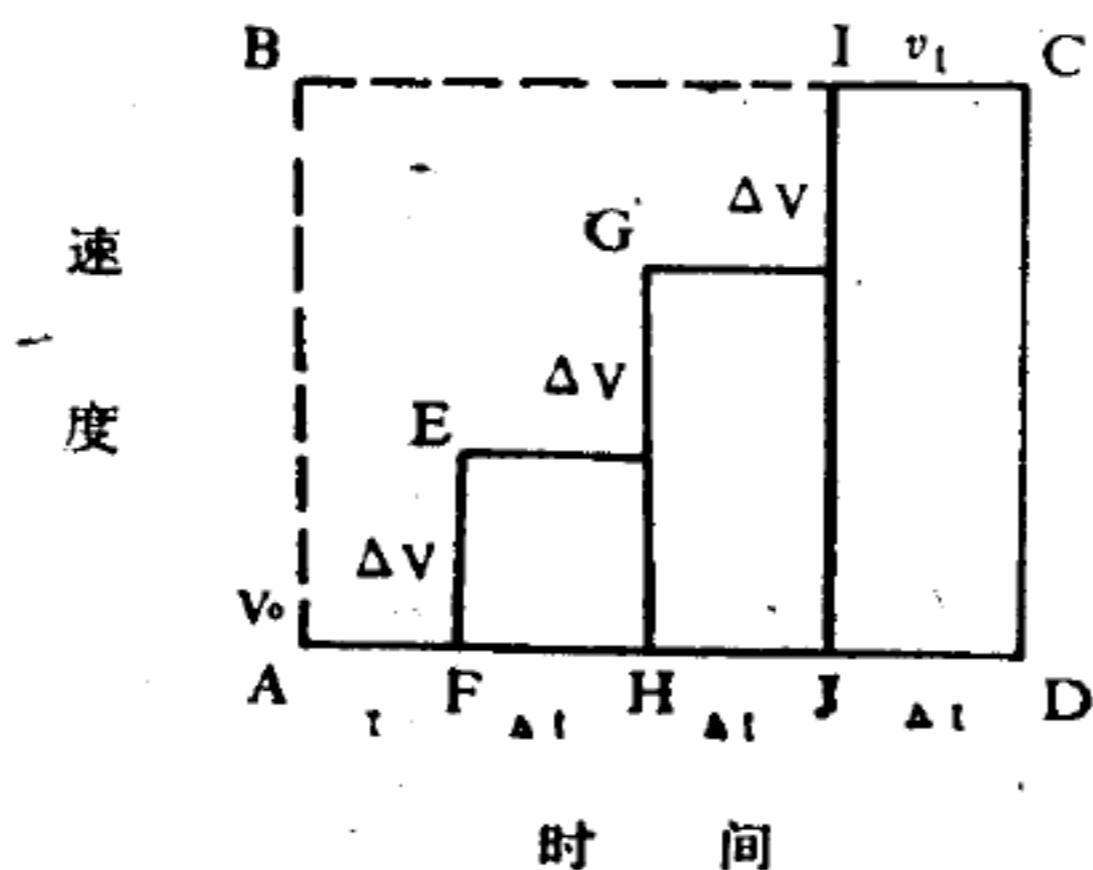


图 C<sub>1</sub>

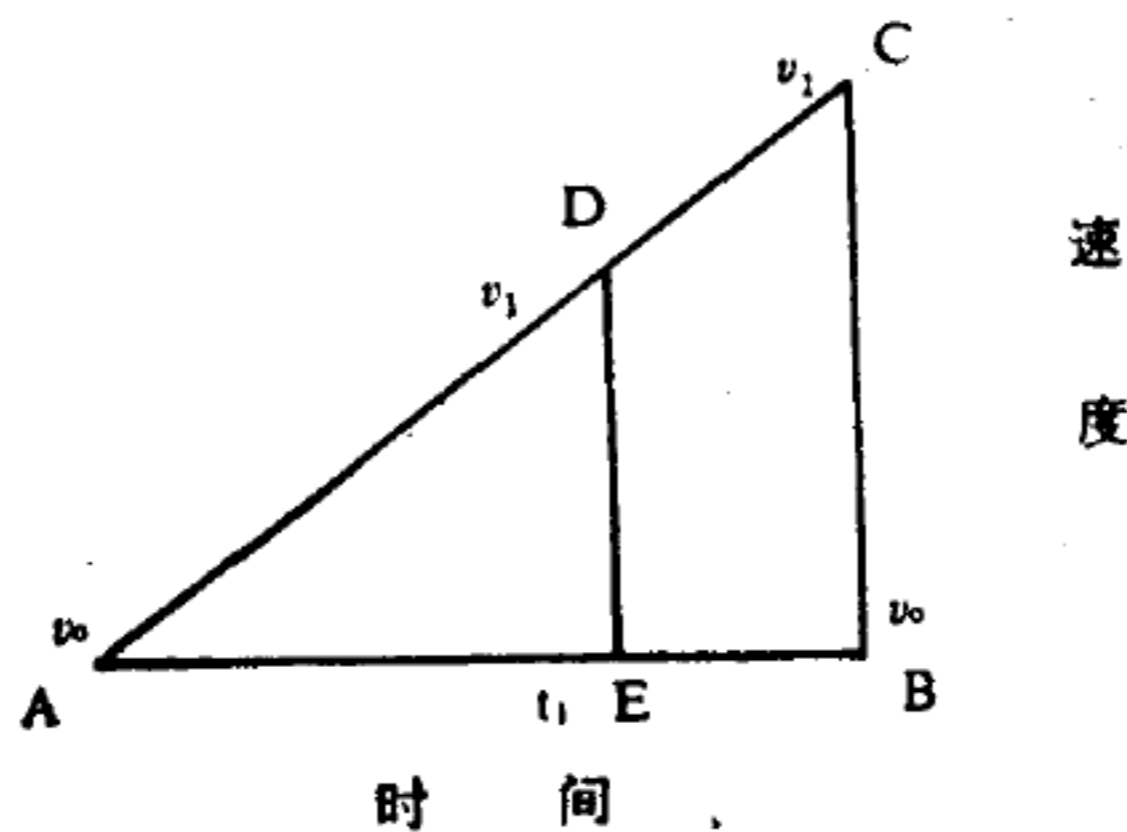


图 C<sub>2</sub>

随着时间间隔变得越来越小，也就是说，当  $\Delta t$  趋近于作为极限的 0 时，图C<sub>1</sub>便接近于图C<sub>2</sub>。【445】当时间间隔趋近于一个极

限时，速度增量 $\Delta v$ 也越近一个极限，变得越来越小。用现代记号来表示，速度增量与时间增量之比(当时间增量趋近于0时)就表示为：

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

(这个微分表达式就是现代物理学中的加速度定义)。

14世纪的力学研究者在构造他们的图时，心目中是没有想到这些的；但后来的微积分概念(借助这些概念便可以表达出瞬时变化率)的萌芽就包含在这些几何“图形”中，这些图形显示出默顿学者们和巴黎学者们所达到的直观意义上的速度的瞬时变化率。然而，不断趋近的方法是颇古老的，希腊人称之为穷竭方法，用于曲线形的求积问题。

中世纪学者们区分出(速度恒定的)均匀运动和他们所称为的(速度变化的)不规则运动。当速度的变化本身是连续的，亦即当变化率是恒定的或不变的时，他们称这种运动为均匀的不规则运动(人们可以猜到，当速度的变化率不是恒定的时，就是不规则

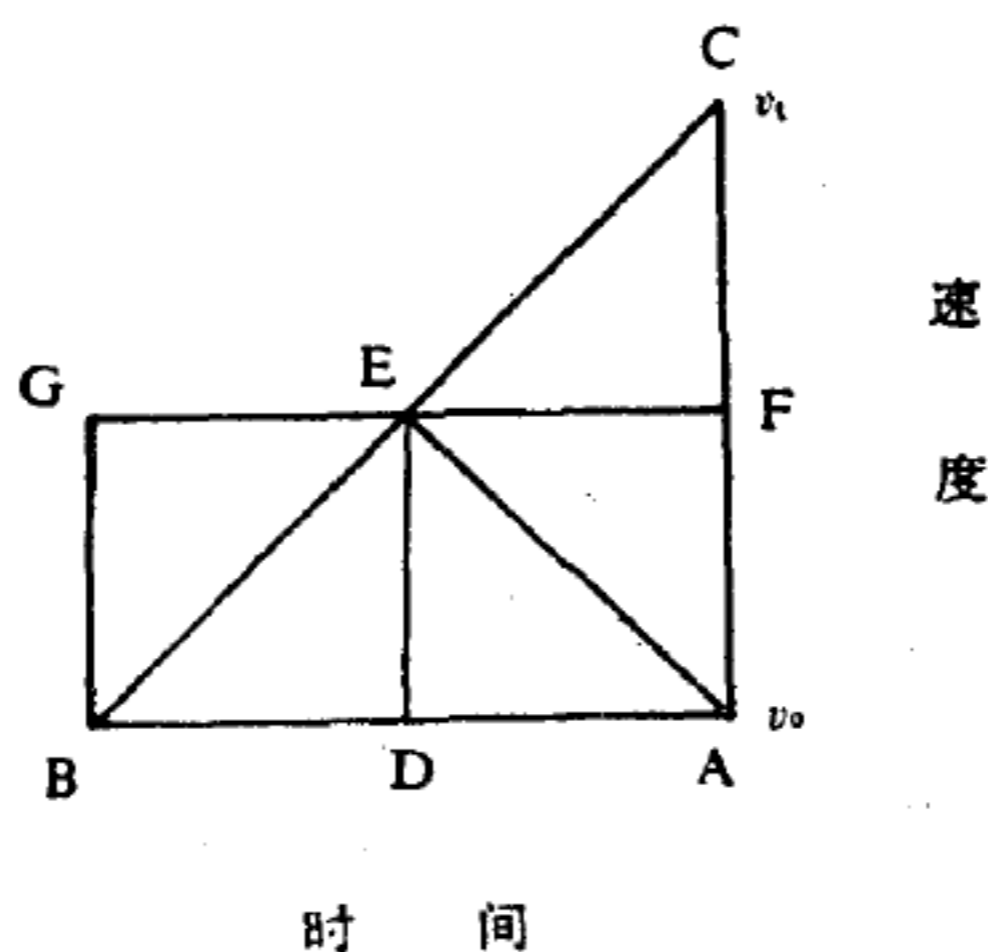


图 D

的不规则运动了)。三角形代表着均匀的不规则运动(从速度这种质方面来解释时)或,因而是匀加速运动。不过在这里根据几何图形的面积来比较“一种质的各种量”就开始起作用了。因为我们可以看到,(图D中)三角形ABC的面积等于矩形AFGB的面积,其中矩形的高 $AF = \frac{1}{2}AC$ (因为依靠初等几何我们知道三角形EFC和EGB相等)。根据几何解释,这就意味着(速度)这种质的量在两个图形中都是相等的。三角形ABC根据匀加速运动给出了这个量,而矩形AFGB则是根据匀速运动给出的。因而这两个运动——一个的速度是均匀变化的,而另一个的速度则是恒定的——的量是相等的。【446】不过,可以从图中看出,线段AF所表示的速度的度是A和C这两个端点上的速度(在这个例子中,A点上的为0,C点上的则由线段AC所表示)的平均度。因而,如果A被当作是从静止开始的初速 $v_0$ 而把C看作是经过时间BA的加速之后的终极速度或末速度 $v_t$ ,那么F便代表着平均速度或平均速率 $[(v_0 + v_t)/2]$ 。①事实上,这就是奥列斯米(Oresme)对所谓默顿平均速度定理(有时叫做默顿法则)的几何证明,我们后面将提到,伽利略以十分雷同的形式重述和使用着这一定理。

更早些时,在牛津,海特布里的威廉、理查德·斯温尼希德(Richard Swineshead)和约翰·达姆布列顿(John Dumbleton)就已经表述出了默顿定理,并提出一些代数证明(虽然大部分是使用比例的语言)。不过伽利略最终所求得的是奥列斯米的几何证明(虽然是以一种不同的、导源于卡沙里的形式做出的)。默顿定理的最早的可确定的陈述是海特布里的表述(1335年),如下:

“关于……以从〔速度的〕0度开始、终止于〔速度的〕  
某一有限的度的匀加速运动所经过的距离……整个运

① 关于速率与速度之间以及矢量和标量之间的区别,可参见第663页,以及有关矢量代数的任何介绍。

动，或者说它的全部所获〔得的距离〕将对应于它的〔速度的〕平均度。如果运动的〔图上垂直线的〕高度是从排他意义上的〔速度的〕某个度而均匀地获得的并且终止于〔速度的〕某一有限的度，那末上述结论同样成立。”<sup>①</sup>

可是海特布里接着继续提出一个推论，他表述如下：

“据前所述，对于这种匀加速或匀减速〔运动〕，【447】我们便完全能够确定出当其他条件相同时，在头一半时间里将经过多大的距离，在后一半时间里又将经过多少距离。因为当运动的加速是从〔速度的〕0度到〔速度的〕某个度均匀地发生时，它在头一半时间里所经过的距离将精确地等于在后一半时间里所经过的距离的三分之一。”<sup>②</sup>

〔着重号系引用者所加。〕

这是极为重要的一段，三个世纪之后，当伽利略将这一分析推广应用于落体的运动学时，它的全部意义才得到理解了。它被称作距离定理，它具有两方面的意义。其一，它表现出对亚里士多德占统治地位的哲学框架的偏离，使得有可能把一种质的度或量转译为距离的定量语言，“一种质的量”之间的比例此时即可表述为距离之间的比例了。其二，它提出一个重要的概括，我们将会看到，这个概括在数学上对于表述（如伽利略所求得的）匀加速运动的定律 $s = \frac{1}{2}at^2$ 具有着根本性意义。在一本据认为是海特布里的著作中，用经过的距离做出了关于默顿定理的一条证明，这些经过距离取决于速率的度对距离的比例，我们将看到伽利略也重犯了这个错误。然而这本书里也正确地给出匀加速运动经过相

① William of Heytesbury: 《决疑法则》(Rule for Solving Sophism, 载M. Clagett的前引书中, 文献5·1, p.272.)。

② 前引书, p.272.

继各段时间的距离的关系(对于一段给定时间的前后各半来说)为1:3。后来,尼古拉斯·奥列斯米在他的《关于欧几里得的〈几何原本〉的一些问题》(*Questions on the Elements of Euclid*)一书中总结这个关系,提出了一个概括,表明均匀的不规则运动经过相等时间间隔的相继各段距离彼此构成1:3:5...的比例关系或者说是从1开始的奇数数列。使用奥列斯米的图形的几何解释对这个比例做出一种简单的几何论证,它依赖于把三角形的面积视为与匀加速运动的距离成比例。我们当记得,面积最初是被认为代表着“一种质的量”或经过一给定时间的速度的总量的。

我们将会看到,速度的可加和性或可加性是成问题的,而且它被表述为速度的一个度和时间的简单乘积,这其中含有一个错误(因为一种质的度是内涵的量,不能采取如一线段的长度之类的简单的数字的或几何的表述)。奥列斯米本人对关于质的几何空间表述的局限提出告诫,他说代表着一个物体的一种质在一特定点上的度的线段(“内涵线”)“实际上并不延伸出该点之外,而只是存在于想象中的。”<sup>①</sup>不过他断言一种质的各个内涵度之间的比例是可以用线段长度之间的类似比例来表述的,这是运动概念几何化方面的关键性的一步。距离定理依赖于平均速度定理,【448】因为从几何的角度说,可以认为三角形代表着匀加速运动的(与距离成比例的)速度的总量,如我们前面了解到的,其根据就是,三角形的面积等于表示着具有平均速度(或初速与末速的平均“度”)的匀速运动的矩形的面积。

如果我们再度考察图D,这一次把图形的面积看作是距离,那么三角形ABC就表示着一个匀加速运动的物体在时间BA里所将经过的距离。经过这段时间的前一半的距离就用底边为BD的三

---

<sup>①</sup> Oresme, 《关于欧几里得〈几何原本〉的一些问题》,转引自Clagett的前引书, p.362.



角形来表示(速度沿着斜边 BC 即“上升线”而增加); 经过后一半时间的距离就用 ADEC 的总面积表示, 它由三个三角形即 ADE、AEF、CEF 所组成。从几何上可以证明  $BED = ADE = AEF = CEF$ , 或(在这种解释中) 每个三角形代表着相等的距离。后一半时间里的总距离(ADE + AEF + CEF)因而就是头一半时间的距离(BED)的三倍。显然, 对时间间隔进一步细分, 我们便可以继续这种推论并论证出在相继的相等的时间间隔里经过的各段距离之比是 1:3:5:7…。我们将看到, 伽利略在表述匀加速运动的定律时所使用的就是这种形式的证明。

## 落 体 运 动

虽然这种几何表达法适用于物理的解释, 因为一般说来, 它涉及到质(特别是涉及到速度这种物理的质)经过时间的变化, 但只是过了两个世纪之后, 我们才有证据表明默顿定理被专门应用于落体运动和抛体运动, 尽管很可能在此之前就有其他人认识到它是可如此应用的。在 1545 年, 一位曾在巴黎念过书的西班牙人多明哥·德·索托(Domingo de Soto)提出平均速度定理完全适用于两种“均匀的不规则”运动: (1) 下落的自然运动和(2) 抛体运动, 他说: “……当一个物体经过一种均匀的介质下落时, 它在末了时比在开始时运动得更快。另一方面〔向上〕的抛体运动在末了时则比开始时更慢。因此, 第一种运动是匀加速的, 第二种是匀减速的。”<sup>①</sup>

正如我们在前面了解到的, 下落运动速度增加正是亚里士多德的力学的基本前提, 但是, 应该怎样描述这种增加、又应当如何说明它的原因, 却是全然不清楚的。【449】如我们在前面(第

<sup>①</sup> Domingo de Soto, 《关于亚里士多德的八卷〈物理学〉的一些问题》(Questions on the Eight Books of the Physics of Aristotle) 转引自 Clagett, 前引书, pp. 555—56.

616—617页)所看到的,我们已经引证过斯特拉托,说他提出了关于下落的水的这种成比例加速的一个观察论据。但是对于趋向于其目的地究竟是意味着(从下落的时间上说)更迟或是(从下落的距离说)更远还是(从离开天然处所的距离上说)更接近于目的地,却始终是模棱两可的。在这一方面,常识显然把距离和时间联系在一起,因为同一个物体当然需要更长的时间才能下落得更远,而且常识对于下述的任何观念都会感到反感,即认为同一个物体在它下落出一定距离所需的同一段时间会下落出这个距离的两倍远(这是伽利略后来所使用的一个论据;参见第645—646页)。所以,常识也会提示出速度的增加、下落距离和下落时间之间的某种比例性。不过,当时的常识至多也只能走到这一步。

现代的习惯于测量和实验概念的常识也许可以提示出更深入的一步。为什么不往前走,去测量一下不同的下落距离所需要的时间,或测量一下当距离和时间增加时速度的变化呢?这样一来,作为好的经验论者,我们就可以根据所有这些观察归纳地概括、提出一条落体定律。有人可以争辩说,那我们就需要有测量时间和距离的精确方法,而且除非我们拥有了鲜明、精确地把各个不同的时刻的运动变为静象的极其快速的摄影术,否则,我们怎么能够测量出速度的增加呢?不过假设所有这些都已切实可行,或有某些用于显示这些关系的精巧机器〔象早先的阿脱武德(Atwood)、墨林(Morin)、拉波底(Laborde)、利皮希(Lippich)、冯·巴波(Von Babo)、惠斯通(Wheatstone)、希普(Hipp)等人所设计的机器〕可供利用。但是,若不从概念上澄清我们所要寻找的是什么,那么它们也是无济于事的(而对于这些机器来说,首先就不会被发明出来)。这种概念澄清,即使是用平均速度定理或距离定理的概念要素所做出的,以及这两条定理的应用于落体和抛体运动,都是直到跨入十七世纪才发生的,费尽了当时的最优秀的才智之士

的气力。从常识到科学表述的这一步(做出来之后)是如此明显,以致任何一年级的物理学生,甚至还有那些不具备正规的物理学知识但具有一些初等几何和初等代数知识的学生们,都把科学的表述看作差不多是一目了然的。但是,正如诺伍德·汉森(Norwood Hanson)及其他人所曾经指出的,这一步有点象是在视觉谜图中找出隐匿的图形:它一直就在那里,只是由于一个人的定向或视觉倾向才变成隐匿的。而当这个图形“烁然”进入注视焦点之后,这个人就会说:“当然,它是显而易见的”了。把默顿派和巴黎派的运动学表示法明确应用于自由落体运动,这一步不啻是创立起近代物理学。

### 距离、速度和时间:伽利略的错误及其解决<sup>[450]</sup>

一个重大的概念混乱必需加以澄清,事实表明这是困难的,部分是因为常识在隐蔽一种特性方面是颇有本领的;但也部分是由于几何表达方法本身带有某些错误表示、错误解释几何图象的危险性。因为很明显,物体下落的时间越久、它们就下落得越远,而它们下落的时间越久下落的距离越远,就下落得越快,所以做出下述假定似乎是很自然的,即:可以把速度设想为或是依赖于下落的距离或是依赖于下落的时间的,因而速度的增加不偏不倚地同这两个相关联的度量中的任何一个成正比。我们已经看到,在亚里士多德的重量及其与速度的关系的理论中,曾寻求对这种不断增加的速度作出原因解释。速度被看作是重量的一个函数,而速度的变化就是重量变化的函数。随着对这种动力学的修正,尤其是在抛体运动——从某一高度抛出的或被抛向天空的物体的“受力”运动——中,便发展出关于自然运动加受力运动的合成运动的概念,这种概念产生出各种动力理论。但是即使是出现了提供出向现代惯性概念过渡的修正,对这些运动的描述仍然是不适

当的。不论在落体或抛体运动中速度变化的原因是什么，不考虑到所涉及到的力而做出的关于这种变化的说明——即运动学的说明——就是把距离、时间和速度在数学上联系起来的事情。

只是当时间、距离和速度的关系根据比例的或几何的分析而得到阐明的时候，常识性观点中固有的混乱才变得明确起来了。列奥纳多·达·芬奇在他的《笔记》(Notebooks)中的一段话里十分清楚地表达了这一点，他说：

“下落的重物在每一度时间里，比在前一度时间里多获得一个度的运动，同样，比前面的运动多获得一度快速性。因此，在每一加倍的时间量里，下落的距离也加倍，运动的快速性也加倍。”<sup>①</sup>

因此，速度与下落的时间和距离成比例地增加。伽利略在1604年致保罗·沙尔比(Paolo Sarpi)的著名信件中重犯了这个错误，在这封信里，他使用的是对下落距离的几何表达法。伽利略在此信中寻求发现一条公理性原理，它可以用来作为前提，由此能够推导出两条已经得到表述的定律。这两条定律是(1)下落距离的比例等于时间平方的比，以及它的推论(2)相继的相等时间里的〔下落〕距离彼此的比构成从1开始的奇数列的关系。〔451〕(我们在后面将看到，伽利略后来在他的《对话》中是怎样提出关于这些作为定理的定律的证明的，但所根据的前提却与他在此处提出的前提根本不同。)伽利略所表述的这条原理是这样的：

A— “在自然运动中，一个物体的速率随着它离开落点  
B— 的距离而增加；因而，例如，若一重物从点A沿着  
C— ABCD下落，我的假说就认为，它在C点所具有的速  
D— 率的度同它在B点所具有的速率的度的比，等于距离

<sup>①</sup> Leonardo da Vinci: 《笔记》(Notebooks, 载 Clagett 前引书中, 文献 9 4, pp. 572—573)。

CA同距离BA的比，所以，在D点的速率的度同在C点的比，就等同于距离DA对距离CA的比。”<sup>①</sup>

奇怪的事情是，几何表达法有助于巩固这个错误。它适用于给出关于一物体经过空间下落的空间图景，用一条垂直线来表示轨迹，用不同的线段表示这一轨迹的不同部分。但是这里却与我们前面所看到的图形具有关键性的区别。在前面的图中，速度的度是相对于时间来测量的，而在这里却是相对于距离来测量的。根据认为比例性对于下落的时间和距离都是无区别地成立的假定，这类图形的逻辑就以下述方式被轻率地从时间的表述转变成对距离的表述了。在前面的图形中，面积代表着运动的量或经过一段给定时间的速度的总量，而这里（在图E中）面积则代表着经过一给定下落距离的这个量。因而，在伽利略早先的错误解释中，他把代表着下落距离的线段AB和代表着在下落的B点处的速度的线段BC之间的比例，解释成表示着速度对下落距离的比了。因为，对于给定的角 $\theta$  ( $\angle BAC$ )，ABC、ADE等三角形的对边和邻边的比保持不变——我们在三角学中称之为 $\tan\theta$ ——因而对于均匀的斜率AI来说，在任一落点上，速度与距离始终保持同一比率，或者说，速度的度正比于下落的距离。还有，这些三角形面积之比在几何上等于各边平方之比 ( $ABC:ADE::AB^2:AD^2::BC^2:DE^2$ )，因而，按照伽利略在1604年的解释，经过从A到B所有各点的所有瞬时速度之和就表示为三角形ABC的面积。但这就假定出在各个落点上的速度的总和等于在各个下落时刻的速度的总和。而且因为这个总和速度正比于距离的平方，它也就正比于时间的平方。【452】但是，若  $ABC:ADE::AB^2:AD^2::$

<sup>①</sup> 伽利略致Paolo Sarpi, Padua, Oct. 16, 1604, *Opera*, Vol. X, p. 115, 转引自Koyré, *Etudes Galiléennes* (Paris, Hermann & Cie, 1939), Vol. II, pp. 78—79.

$t_1^2:t_2^2$ ，那么，伽利略所断言的距离 $AB:AD::t_1^2:t_2^2$ 就不能成立（而这个式子是正确的）。对于在每一点上增加的速度来说，如果它们无限小，或者说，如果它们是尽人们所任意选取的那样小，

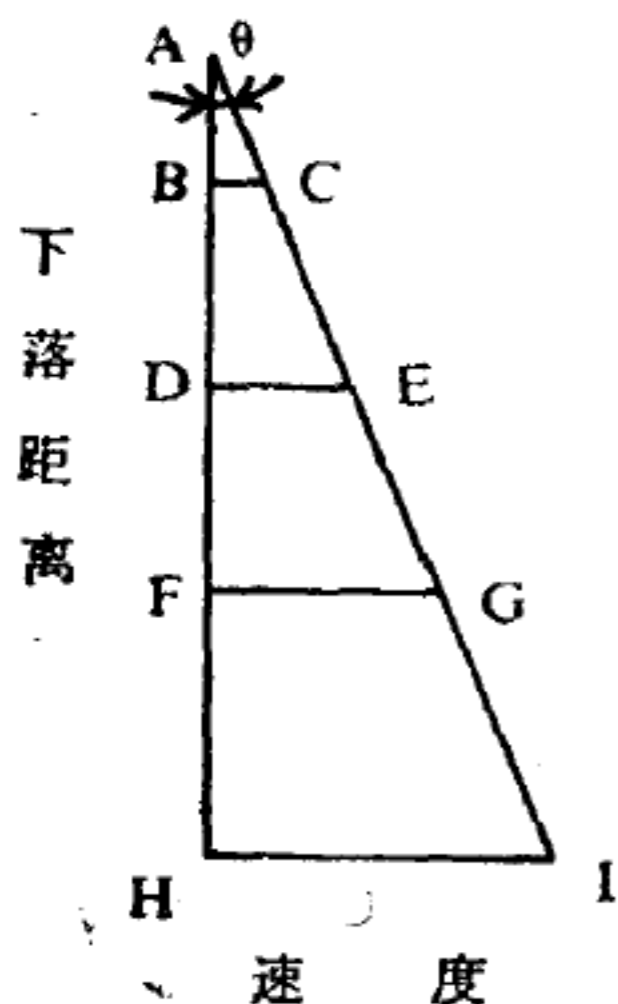


图 E

而且趋近于一个极限的话，那么就只能通过通过对这些微分增量的积分过程来求和，而不能用简单的线性加法。因而三角形的面积就表示出一段曲线（在这个例子中即AC）之下的面积，这段曲线进而又代表着量的瞬时变化或差分，用微分式表示就是 $dy/dx$ （或者，在这个例子中，表示为 $dv/ds$ 或 $\lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta s}$ ，其中 $v$  = 速度， $s$  = 距离）。虽然在欧多克斯、希帕克斯、阿基米德所发展起来的（用于曲线形的求面积的）古典的穷尽法中已经预示着积分的概念了，虽然，如同我们

在前面的图中和在海特布里的定义中所已经看到的，关于在某一时刻上的速度的描绘就已预示着瞬时速度的概念了，但是伽利略尚未有可行的词汇和可行的方法来清楚地表达这些概念。微积分是在17世纪时首先由牛顿和莱布尼茨发展成为形式的方法的，但这一课题的许多研究者早已预见到这种方法，伽利略在他后来的工作中，对于微积分的发展也做出了重要的贡献。但在1604年，这个错误依然存在，即把在时间上的速度增量的求和当作等于经过下落距离的这些增量的求和了。<sup>①</sup>

① 我们来说完这个论证，在下落的距离和速度之间当然存在一种代数关系，虽然并不是那种在早期的观点中被断言为对于距离和时间二者都是无区别地成立的那种错误的“比例”关系。如每个物理学生所知，这个方程是 $v^2 = v_0^2 + 2as$ 。这可以从加速度的定义 $a = (v - v_0)/t$ 和平均速度定理 $s = \frac{1}{2}(v + v_0)t$ 推导而来。二式相乘得 $as = \frac{1}{2}(v^2 - v_0^2)$ ，化简即为 $v^2 = v_0^2 + 2as$ 。

柯瓦列在其关于落体概念发展的杰出研究中提出,【453】伽利略以及他的先驱们〔如列奥纳多·达·芬奇、贝尼第梯(Benedetti)、米克尔·法尔伦(Michel Varron)〕以及伟大的数学家-哲学家笛卡儿都出于同一原因犯了同样的错误:“在空间中看(也就是说去想象)比在时间中想要更容易一些——也更自然一些。”<sup>①</sup>柯瓦列还指出,这种“容易”也与伽利略的抛弃亚里士多德动力学中和各种动力理论中关于速度变化的原因解释有关、与他的力求去发现赖以推导出落体定律的公理或原理的企图有关。柯瓦列写道:“所以,放弃原因解释加强了几何化因而还有空间化的倾向,这并不令人惊奇。伽利略不是思考运动,而是在心里想像运动。他看到的是线,是以可变速度穿越过的空间。而他正是把这种线——轨迹——当作为速度这种作用的论据了。”<sup>②</sup>

伽利略改正了他在有关从它能推导出定律的基本原理方面所犯的错误,这使他费尽了九牛二虎之力。在现在一位大学新生看来颇为简单的情况对伽利略来说却是困难的,而且是如此之难,以致虽然伽利略最后认识到他的错误,而笛卡儿却从未认识到。正确的原理——速度的增加与下落的时间成正比——并没有包括对几何推论的改正。几何推论中是不存在任何错误的,因为几何是一种严格的形式系统,对于速度、时间和距离的物理关系来说是未经释义的。然而它被当作是代表着物理关系,因而这种形式体系的使用取决于用物理术语对它作出恰当的解释。但是构成任何解释的基础的,是一种更深刻的哲学或元数学的命题,这我们前面已经遇到过了。这正是那种认为物理世界具有数学秩序、是用数学语言写成的作品的观点。如我们所知,这是柏拉图-毕达哥拉斯的世界观,它在意大利文艺复兴时期的柏拉图主义中得到复活,并对伽利略

① Alexander Koyré, 前引书, Vol. II, p. 88.

② 前引书, Vol. II, p. 95.

产生了深刻的影响。因此，伽利略1623年在对批评他的批评家沙尔西(Sarsi)提出批评时写道：“哲学就写在宇宙这本巨大的书本上，它对我们始终是打开着的。可是，除非一个人首先学会它的语言，学会读懂构成这门语言的字母，否则就不能理解这部著作。它就是用数学这门语言写成的，这门语言的字母就是三角形、圆和其他几何图形，没有这些图形，人类就不可能理解其中的一个字；没有这些图形，人们就会徘徊在黑暗的迷宫之中。”<sup>①</sup>

落体的自然运动和抛体运动适合于数学分析这种必然性并不是建立在积累起来的经验证据的基础之上(除非人们把数学直觉当作总是来源于人类的成百上千年的经验)，而是基于理性地相信自然界是有秩序的，相信数学就是表达和发现这种秩序的语言。【454】当时尚不存在任何对几何假说的实验检验，也不需要任何人去批判地重新评价速度对下落距离的比例原理。当时所出现的，部分是各种混乱的结合，部分是对最初的假定的理性批判，以及发现了一个错误，伽利略认为这个错误会导致出一个为普通常识所不能接受的荒谬结论：也就是说，同一个物体在同样的时间里所下落的距离既更短又更长。在1604年到1632年之间的某个时候，伽利略重新考虑了他早先的表述，对之加以修正，并提出一个正确的表述：在匀加速运动中，瞬时速度正比于下落的时间，经过的距离正比于时间的平方。按伽利略的认识，早先的错误并不在于几何或数学本身，而是在于对这种形式计算所做出的物理释义。他写道：“因而，这些错误并不在于抽象性或具体性，也不在于几何或物理学，而是在于计算者本人并不知道怎样做出正确的说明。”<sup>②</sup>

① 《试验者》(*The Assayer*)。Stillman Drake译，载《伽利略的发现和见解》(*Discoveries and opinions of Galileo*, New York: Doubleday Anchor Books, 1957), pp.237—238.

② 伽利略：《关于两大世界体系的对话》(Berkeley: University of California Press, 1953), p.208.



## 运动的数学化：伽利略的《对话》 及近代物理学的诞生

伽利略在他的《关于两种新科学的对话》(1638年)中提出了“正确的说明”。在《第三天的对话》中，伽利略提出了他的关于对匀速和匀加速运动的分析的最终表述形式，我们用此来结束这一有关他对运动的分析的说明。他的方法是从公理和定义出发，通过对运动概念的分析进而得出某些附加的“假定”和在几何上得到证明的定理，再求出它们的一些系定理，从而给出他所希望得到的一门科学的理想结构。简言之，关于运动的科学必须归结为一门数学科学所具有的明晰性和必然性，它的定律可用数学形式来表述，并且是能够从先前所提出的公理或公设通过形式推理推导出来的。然后，这些定律经过解释便产生出一些可以根据对距离和时间的直接测量而从经验上加以检验的预言——伽利略在著名的斜面实验中被当作确实地“证明”了他的形式分析的物理有效性。自然界与这种假说相一致。不过，伽利略知道——在认为自然界是数学的世界、自然规律是根据真前提所做出的合理的必然推论这种认识的意义上一——伽利略知道，就是没有实验，他的表述也是正确的。他把这种实验当作是向其他人证实他的数学发现的真理性的的一种方式。【455】按柏拉图的观点，感觉归根到底是虚幻的、骗人的，充其量不过提供出一些关于基础性实在的近似情况，一旦把主观的变动的知觉证据剥去，就只剩下表现为几何形状、量值及它们之间的关系的合理内核了。<sup>①</sup>所以，伽利略在他的近似于一种几何系统的形式的理性构思中，首先从匀速运动的定

<sup>①</sup> 例如，见伽利略论述感性知觉证据的一段话(《试验者》Drake前引书第274页及以下各页)，在这段话中，他做出关于第一级和第二级的质的这种古典的区分。

义入手开始进行论述，他给出这个定义如下：

定义：我所说的稳定的或均匀的运动是指这样一种运动，在此运动中，一个运动质点在任何相等的时间间隔里所经过的距离本身也相等。

然后又接着提出四条“公理”（这里用的是缩略的形式，其中 $s$  = 距离， $t$  = 时间， $v$  = 平均速度或速率）

公理 I：（在同一个匀速运动中）若 $t_1 > t_2$ ，则

$$s_1 > s_2$$

公理 II：若 $s_1 > s_2$ ，则 $t_1 > t_2$ ；

公理 III：（在同一段时间间隔内）若 $v_1 > v_2$ ，则

$$s_1 > s_2$$

公理 IV：若 $s_1 > s_2$ ，则 $v_1 > v_2$ 。

如是，伽利略给定了常识性的匀速运动定义，提出了一些看起来完全是显然的真理。（请把这些同612页中亚里士多德的较快与较慢定义加以比较。）我们可以“认为这些真理是不证自明的”，但在这里，它们却是以这样一种形式来阐明的：这种形式允许人们在证明的步骤中明确援引它们来作为一步推理或从一个陈述到另一个陈述的推导的论据。伽利略所称的这些“公理”的不证自明性实际上是对他所定义的均匀运动的意义的阐明。不过，更确切的问题是有关匀加速运动的问题。在这个问题上，伽利略继承了我们以上所考察的漫长的概念批判和重新表述的历史。他已经知道平均速度定理和距离定理，手里掌握着几何表达的方法（他所继承的是一种变式，据说是卡沙里的表示法，在这种表达法中，奥列斯米的表示图形被“旋转 $90^\circ$ ”，纵横轴互换了，按这种形式，垂直轴现在表示的是时间，水平轴表示速度）。伽利略从某些方法论的考虑入手，他声称这些考虑来源于思考该问题的最自然的方式：

“……我们已经决定来考虑诸如自然界中所实际发生的具有加速度的落体的这种现象，并做出这种加速运动的定义，使它显示出观察到的加速运动的本质特征。……主要是下述考虑证实着我们的这种信念。【456】即我们看到实验的结果同我们所论证的那些属性一一相符或恰相一致。最后，在探索自然加速运动时，我们遵循着自然界本身在她的所有其他过程中的脾性和习惯，就仿佛被牵着手地引导着去使用那些最普通、最简单、最容易的方法……所以当我观察到一块最初静止的石头从高处下落，并连续获得新增加的速度时，为什么我不应当相信，这种增加是以一种在人人看来都是极其简单、相当显然的方式而发生的呢？”<sup>①</sup>

于是，伽利略就词藻考究地把长期以来为取得关于加速运动的适当表述的概念斗争归结为某种“在人人看来都是极其简单、相当显然”的事情。视觉谜图中的图形进入注视的焦点了，现在它在伽利略看来（或者说，他使它看起来）从一开始就是不成问题的了。在我们看来，它也似乎是不成问题的，因而，需要有某种历史移情作用的努力和关于这个概念的某种历史知识才能理解伽利略的“简单”概念是多么不简单和多么不显而易见。一则，声称观察到一块下落的石子正在获得新增加的速度，这是愚蠢的：它需要的是已经由用速率增量所表达的加速度概念所规定的观察，亦即是由一个附加的加速度概念和定量化的增量概念所规定的观察。其次，“遵循自然界”的简单性这种方法论主张是一个深刻的哲学假定——即自然界的作用是经济的，在各种可选择的路线中选择的

---

<sup>①</sup> 伽利略《关于两种新科学的对话》（英译者H. Crew和A. De Salvio, New York, Macmillan, 1914），pp. 160—161，此书在这里引用时用一个代用的书名《对话》。

是最简单的路径(在这种场合,不论“简单的”是意味着什么),所以,在我们的自然描述中,我们遵循着这一经济原则——或“节省法则”,有时称为奥卡姆的剃刀——它敦促我们在解释某事物时,除了必要的假定,不做更多的假定;即引证最少的原理或实体。于是,因为伽利略已经用相等的时间经过相等的距离的说法定义了匀速运动,他便做出结论认为匀加速运动的定义也分享着这同一种简单性和这同一种形式:“当一个从静止开始的运动在相等的时间间隔里获得相等的速率增量时,这个运动就说是匀加速运动,”或者说 $(\Delta v/\Delta t)=k$ ;经过相等的时间间隔的速度变化率是均一的,或者说,速度变化的时间比率是恒定的。在这本书里,伽利略介绍了他认为他已经在先前的表述中发现出来的那个错误,即速度的变化正比于经过的距离。他以一种迷人的和柏拉图的方式进行介绍,竭力效仿柏拉图的《对话》中所表现出来的辩证批判精神。[457]他让同情的听众沙格列陀〔以及下面的沙尔菲亚梯均为伽利略的《对话》中的人物——译者〕说出:

“就我目前所理解到的来说,如果不改变这种基本思想,即认为匀加速运动的速率的增加是同经过的空间成比例的,这个定义也许会变得更清楚一些;因而,举个例子来说,一个物体下落了四腕尺\*所获得的速度是下落两腕尺所获得的速度的两倍,而后者的速度又是在第一腕尺间所获得的速度的两倍”。<sup>①</sup>

当然,这也是伽利略从前的错误见解,所以他在《对话》中让他的发言人沙尔菲亚梯评论说:“我们的作者本人承认……他有个时期也曾犯有这种谬见。”其归谬证明是这样的:如果速度与所经过的空间距离成正比,那么,这些空间距离是在相等的时间经过

\* cubit, 古量度单位,从肘至中指尖的长度为一腕尺。——译注

① 前引书, p.167.

的(在同样的时间里,较快的速度经过的距离较大,较慢的速度经过的距离较小)。结果是(例如)一个物体下落了八呎时所具有的速度因而是这同一个物体下落四呎时所具有的速度两倍,所以它在同一个时间里会下落八呎和四呎。因而同一个物体也可以〔同时〕下落一千呎或一千哩。而这并不是逻辑上不可能或逻辑上的荒谬;根据普通常识的观察,这在经验上是不可想像的。伽利略借沙尔菲亚梯之口说:“然而,观察证明从更高的高度下落所需的时间更长。”可是,伽利略认为他已经揭示出一个逻辑上的自我矛盾,而事实上,他关于这个谬误的推论本身就是谬误的<sup>①</sup>。伽利略接着进一步做出一个“假定”,就是:“沿着不同倾斜度的斜面向下运动的同一个物体所获得的速度,当这些斜面的高度相等时,是相等的。”因此,在图F中,在平面ABC中的不同斜度或坡度CA、CD和CB上,在C点处的初速 $v_0$ 各自都是相等的,而在A、D和B处的末速 $v$ ,将也是相等的。很明显,距离CA、CD和CB是不同的,由距离对时间平方的关系可知,时间也将是不同的。因而一个从C自由下落到B的物体将比一个从C滚(理想地,即不具有摩擦或任何介质阻抗)到A(或确实,从C到沿着AB线上任意延伸的某个点P)的物体更快地到达AB线上。可是根据伽利

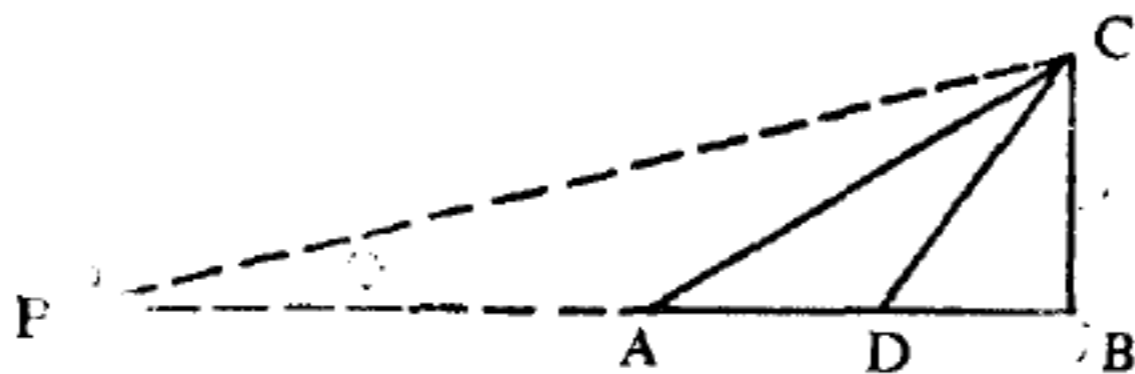


图 F

<sup>①</sup> 关于伽利略这个错误推论的讨论,以及他在平均速度与瞬时速度上的混乱,可参见恩斯特·马赫:《力学科学》(*The Science of Mechanics*, Chicago, Open Court, 1893)一书pp.247—248,以及I.B.Cohen,“伽利略抛弃速度相对于距离均匀变化的可能性”一文(“Galileo’s Rejection of the Possibility of Velocity Changing Uniformly with Respect to Distance”),*Isis*, Vol.47 (1956), pp.231—238.

略的假定，在这些终点中的任何一个终点上所获得的最大速度是相同的。〔458〕关于这个假定，就不存在什么显而易见和简单的情况了。它的确涉及到另外一些十分基本的假定，它们与机械能守恒和惯性概念有关。不过在这里，伽利略是借助于这个假定或公设在他的整个论证的系统性结构中的作用，用它来证明他的实验，这些实验是为了证实匀加速运动的定律(或定理)的，伽利略后来在《对话》中对此报告说：“因而让我们暂且把这当作是一个公设，而当我们发现据此的推论与实验相符合和完全一致时，它的绝对真理性就将得到确立。”<sup>①</sup>因此伽利略在让沙尔菲亚梯提出一条公设的同时表述出理论构成的假说—演绎方法这样一条方法论原则。这条方法论原则用简单的话来说就是：人们假说性地提出一些命题用来作为前提(同其他已经确立的前提相结合)，从这些前提人们能够推演出其他一些有关可通过实验或观察加以核实的事实命题。因而它们是系统性地被证明有资格提供出关于经验推理的根据的。但是伽利略并不仅仅满足于此。他提出一个与这种公设有关的实验，用以支持该公设在经验上的应用，这个实验表明在自由摆动的物体中动量是守恒的。(这个实验在《对话》的各种版本中以及在许多专业书中都可容易找到，这里不另赘述。)

至此，伽利略准备提出他的定理，并用一些已经被证明了的定理和他的定义来证明这些定理。不过，它们将看到，他使用的是我们已经熟悉的几何构思，它代表着当时流行的数学论证的语言。他的第一定理实际上就是平均速度定理，他表述如下：

定理 I，命题 I：一个从静止开始的匀加速运动的物体经过任一空间所用的时间等于这个物体以下述均匀速率经过同一空间所需的时间：这个均匀速率值等于最

---

<sup>①</sup> 前引书，p.172.

高速率和加速刚开始前的速率的平均值。【459】

伽利略是通过通过对图 G 的图形做出如下解释来证明这条定理的。线段 CD 代表下落距离。三角形 AEB 代表着速度从 A 到 EB 的均匀增加，在 AB 线上各个相等间隔所画出的各段逐渐变长的平行线，代表着 AB 线上所标示的各段相等的时间间隔上所增加的速度。这幅图与我们前面见过的、伽利略在 1604 年的论证中所使用的图不同（见第 638 页），在这幅图中，速度是相对于时间测量的，就象在奥列斯米最初的图中

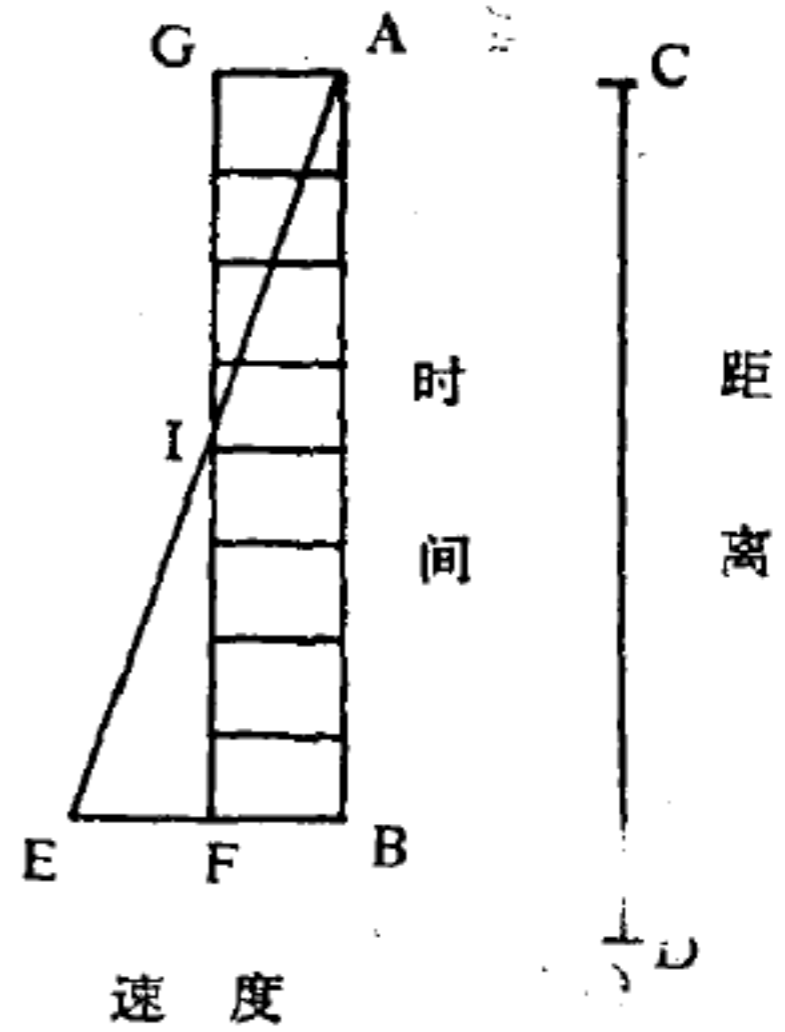


图 G

那样（不过扭转 $90^\circ$ ，因而垂直线代表时间，水平线代表速度的度，此外其他都相同）。伽利略的证明本质上同奥列斯米的证明相同。图形的面积被伽利略用来代表“速度值”或“运动物体的动量”。显然，如果我们从 EB 的中点 F 画出一条垂直线，它将代表着最高速度（EB 所代表）之半。象十四世纪那样，匀速运动用一个矩形来表示，这个矩形的底线 FB 代表着匀速运动的那个恒定的速度，高 AB 代表时间。因为 AB 也是三角形 AEB 的高，两个运动的时间是相等的。还有，因为矩形 ABFG 的面积 = 三角形 AEB 的面积，所以在时间 AB 里以匀速或恒定速度  $FB = \frac{1}{2}EB$  运动的各个速度的总值，等于以斜边 AE 所表示的均匀变化率变化的经过同一时间的各个速度的总值。把“速度值”或“运动物体的动量”转译成对距离的比较，这就假定着运动的距离正比于“运动的某种量”。伽利略从未达到把面积当作代表着距离这种简单的方法，虽然它就隐含在他所假定出的比例中。

现在，伽利略准备好证明下述基本定理：

定理 II，命题 II：一个从静止开始以匀加速运动下落的物体所经过的各段空间之间的比，等于经过这些距离〔相应〕所用的各时间间隔的平方之比。

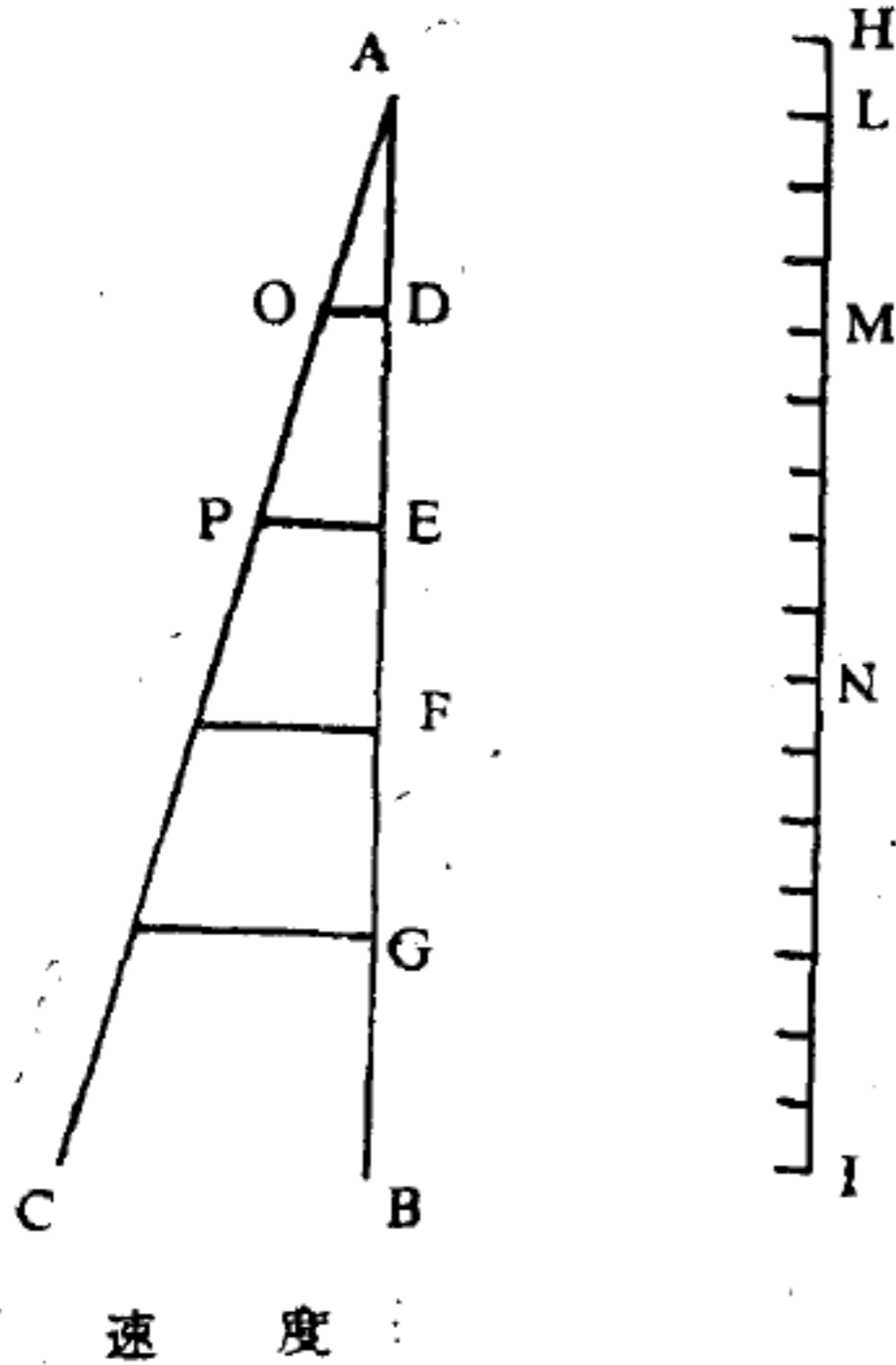


图 H

把此定理翻译成几何图形是按如下方式进行的(图 H)：下落的时间用垂直线 AB 表示，斜线 AC 则代表该物体的匀加速运动，〔460〕AB 线上各相等间隔上所引出的一些平行线表示在相等的时间间隔上速度逐渐增加的度。因而象在图 C<sub>2</sub>中那样，在这里也是形像地表现出在相等时间里速度增量相等的定义。不过，这也不是伽利略的革新，而纯粹是沿用了已经颇为普通的惯例。下落的距离用直线 HI 独立表示，在这条线上标示出一些相等的间隔。第

1、4、9 和 16 个间隔上标记着 L、M、N 和 I (这些全都是按伽利略的标记表示的)。它们显然是整数 1、2、3 和 4 的平方。因此，该定理表明：距离 HL、HM、HN、HI 之比等于  $AD^2:AE^2:AF^2:AG^2$ ，或者更方便地记为： $HL/HM = AD^2/AE^2$ 。而这正是需要加以证明的。

(在 AB 线上相等间隔的) 平行线 DO、EP 代表在下落时间的 D 和 O 时刻 (比如说，一秒后，两秒后) 所达到的最大速度。但定理 I 恰恰表明匀加速运动所经过的各段距离等于以所达到的平均速度的匀速运动在各相等的的时间里所经过的距离。比如，HL 和



HM代表着速度分别为 $\frac{1}{2}DO$ 和 $\frac{1}{2}EP$ 的匀速运动所经过的距离。在这里，伽利略引出了另一个命题，这个命题在此之前已经根据匀速运动的定义和“公理”而得到证明了，具体地说就是：两个物体所经过的两段不同的空间距离之比等于它们各自的速度之比乘以它们各自所用的时间之比，即：

$$(1) \frac{s_1}{s_2} = \frac{v_1}{v_2} \times \frac{t_1}{t_2} \quad \text{因为 } s_1 = v_1 t_1, \quad s_2 = v_2 t_2 \text{ 但是在图中, 因为落}$$

体经过一个时间间隔的速度表示为DO、经过两个间隔为EP，  
【461】 因为经过这两段时间的下落距离分别为HL和HM；此外，因为速度为 $\frac{1}{2}DO$ 和 $\frac{1}{2}EP$ 的匀速运动在时间AD和AE里经过〔与HL和HM〕相等的距离，代入(1)式得

$$(2) \frac{HL}{HM} = \frac{\frac{1}{2} DO}{\frac{1}{2} EP} \frac{AD}{AE}$$

但 $\frac{1}{2}DO/\frac{1}{2}EP = DO/EP$ ；且由于三角形ADO和AEP相似，故对应边之比相等，或者说 $AD/AE = DO/EP$ 。再代入(2)式，得

$$(3) \frac{HL}{HM} = \frac{(AD)(AD)}{(AE)(AE)}, \quad \text{或} \quad \frac{HL}{HM} = \frac{AD^2}{AE^2}$$

这就是我们所要证明的，即下落的距离HL、HM之比等于下落时间AD、AE的平方之比。用更现代的记号，可以表示为 $s = kt^2$ （匀加速运动），其中 $\Delta s/\Delta t = k$ 代表平均速度 $(v_0 + v_t)/2$ ；其中 $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \Delta s/\Delta t = ds/dt$ 代表瞬时速度，而在 $s = f(t)$ 中， $t$ 的函数为 $t^2$ 。已知 $s$ 或 $t$ 的某个值，我们就能计算出另一个值。当 $t$ 以相等的增量1, 2, 3, 4……增加时， $s$ 就随着 $t$ 的平方的增加而增加，即1, 4, 9, 16……。如果我们把 $s$ 和 $t$ 的值竖排行列，某种别的情况就变得明显起来了。各平方数之间的差按从1开始的奇数列而增加。如果我们再深入一步（伽利略并没有这样做），就可发觉这些差之间的差是一个常

数 2。我们在后面再回头谈谈这一点的意义。

表 I

$t$ (时间)	$s$ (距离)	距离差 ( $s_1, s_2, \dots, s_n$ )	距离差 ( $s_1, s_2, \dots, s_n$ )之差
0	0	1	2
1	1	3	2
2	4	5	2
3	9	7	2
4	16	9	∴
5	25	∴	∴
∴	∴	∴	∴

伽利略给出了平均速度定理(定理 I)和借助于定理 I 推导出来的、把时间和下落距离联系起来的定理(定理 II), [462]现在便准备证明距离定理是定理 II 的一个系定理了。他表述如下:

系定理 I: ……在相等时间间隔里速度按自然数增加, 而在这些相等的时间间隔里所经过的距离的增量之比则等于从 1 开始的奇数之比。

因此, 他使用了匀加速运动的定义(在相等的时间间隔里速度的增量相等), 我们前面已经看到, 这个定义在图 H 中表示为比例式  $DO/EP = AD/AE$ 。现在距离线 HI 上各相等间隔的意义就变得清楚了;  $HM:HL$  等于 4:1。但是(经过时间 DE 的)距离 LM 同(经过时间 AD 的)距离 HL 之比为 3:1; 而  $MN:ML = 5:3$ , 等等。在数学上(或此处, 在几何上), 这条系定理并没有告诉我们任何新东西; 它不过是以另一种方式重新表述着定理 II, 正如  $3 \times 6 = 18$  可以重新表述为  $6 = 18/3$  的形式, 或一般地说,  $xy = z$  可以重新表述为  $x = z/y$ 。但是如同这些变换遵守着某一规则并且是可以加以证明的(虽然我们被教会这些运算并把它们视为当然的)那样,

这条系定理也是可以得到证明的。如果我们看看表 I，就可以(经过考察)发现，这条系定理是真的，至少对于给定的数来说是真的。不过，要证明它对于任何数都为真则需要另一个算术公设(参见第六章，第204页关于数学归纳法)。伽利略以下面的方式从几何上证明这条系定理(见图 I)。

线段AO又代表时间，AC、CI、IO是相等的时间间隔。平行线BC、FI和PO代表着在A点从静止开始的运动在时间C、I和O所获得的增加的速度，速度的增加正比于时间(定义)。三角形ABC、AFI、APO的面积再次被用来代表在时间AC、AI和AO里的动量的总和，距离被认为正比于这些动量，因而面积也代表着经过这些时间所下落的距离。象

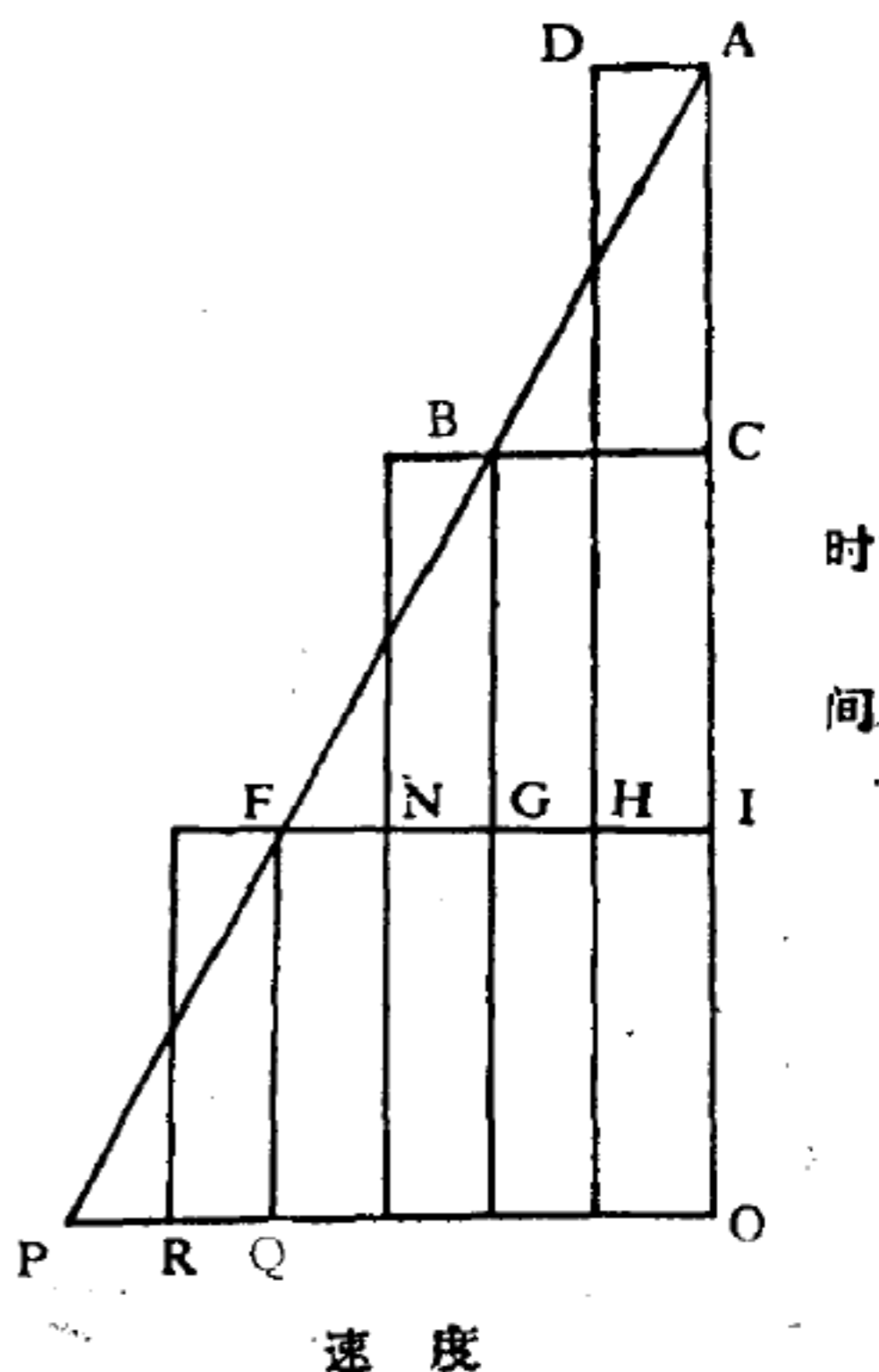


图 I

在平均速度定理中那样，这里再次取时间C上的最大速度之半，即 $\frac{1}{2}BC$ 或 $EC$ 来〔把距离〕转换成以匀速经过的距离，经过AC的距离现在给出为成正比于矩形ACED的面积。(面积 $ABC =$ 面积 $ACED$ 。)然后，伽利略在剩下的图形BCIF和FIOP上画出两个分别与它们等积的矩形，它们都正比于在时间间隔CI和IO中所经过的距离，他以此证明，由于在各自的情况中矩形在面积上等于整个图形(BCIF, FIOP)，而且这些图形代表着在相等的相继时间间隔里的距离，所以，这些距离彼此的比为1:3:5。【463】

推广这一构思，我们就可看到这个系定理得到证明了，也就是说，一个从静止开始下落的物体经过相继的相等时间间隔所经过的距离之间的比等于从1开始的奇数之比，或者说，距离之比等于时间平方差之比。后一种形式是更一般的陈述。

在《对话》的末尾，伽利略从实验上来解释这些发现。这就是说，他使用有关斜面的一些形式推论、定理和假设来提出一个有关观察到的时间和距离的预言。这正是斜面假设的意义之所在。因为事实上，通过延伸斜面或使它的倾斜度变小，斜面就使得人们可以方便地减慢运动。因此，倘若这个假设是成立的，倘若对时间、距离和速度之间的关系的全部解释是成立的，那么，它们就一起提供出了一个系统性的网络，人们从中可以推导出各种涉及到关于时间和距离的可观察测量的具体陈述。所以，实验所将证实（若观察到的测量与预言相符）或否证（若不相符）的不是这个或那个定理，而是定理、定义、假设的整个系统，这个系统构成了产生着预言的“机构”。

伽利略接着详细叙述了那个著名的斜面实验，它用来测量“下落”的时间（因为按照那个假设，根据在“地面水平”上所达到的最大速度，沿一个具有任意斜度的平面滚下与从同一高度垂直下落是等价的）。【464】因而，距离应当正比于下落（或滚下）的时间的平方。伽利略报告这些实验如下：

“采用一块约12腕尺长、半腕尺宽、三指厚的木模板或木料板；在板子的边沿上挖出一条比一个手指稍宽一些的槽；这条槽要挖得非常直，打磨得很光滑，再衬上羊皮纸也尽可能弄得很光滑，然后，我们沿着这条槽滚动一个坚硬、光滑、很圆的青铜球。把这块木板摆放成斜坡的位置，垫起一头，使它比另一头高出一两腕尺，然后我们便沿着那条槽……滚动铜球，并按后面所述的

方式去注意滚下所需要的时间。我们一再重复这个实验，以使测量时间的精确度达到两次观察之间的误差不大于十分之一次脉搏。做完这一操作，并且保证它的可靠性之后，我们现在在小槽的四分之一长的地方滚下小球；测定它滚下的时间后，我们发现这个时间恰好是前一个时间的一半。接着，我们从其他长度进行试验，把经过木板全长所需的时间同经过其 $1/2$ 、 $2/3$ 、或 $3/4$ ，或，真的，任意等分长度的时间加以比较；把这些实验重复整整100次，我们始终发现，经过的空间彼此之比等于时间平方之比……为了测量时间，我们拿来一大桶水，把它放在升高的位置上；在这个桶的底部插上一根口径狭小的管子，使它喷出一股细水流，在每次下落的时候，我们用一只小玻璃杯去接这股水流……在每次下落之后，用一架极为精确的天秤称一称接到的水的重量；这些重量的差和比率就向我们提供出时间的差和比率，这种实验具有如此的精确性，以致虽然我们重复操作许多、许多次，但其结果之间仍不存在可察觉的差别。”<sup>①</sup>

许多年来，这个实验一直是在科学史学家们、科学哲学家们、以及“纯粹的”科学家们当中引起许多讨论的根源。它确立起关于形式推论和实验检验之间、理论和实践之间的一种关键性的关系，不论可证明为正当与否，它一直被当作是科学方法的一个范例。而它也确实具有着这些范式的特征。而更值得注意的是对于实验、测量和证实这些概念的批判性观点，对此，我们在第七、八、十章中已经详细讨论过了。简要地说，我们可以注意到，这多半依赖于把实验理想化、抽象出一些不纳入定理这种概念表述中的物

---

<sup>①</sup> 前引书，pp.178—179

理特征：空气的阻力、表面摩擦、观察精度和误差的极限。此外，对时间间隔的测量本身也是建立在理论以及仪器的相对精度的基础上的。【465】时间是通过重量间接加以测量的；时间间隔被认为正比于在每一间隔中所收集到的水的相应重量。对这种水钟的人工操作并没有把反应的时间考虑在内。这里所援引的是关于重量和平衡的——即称为静力学这个物理学部门的——理论，虽然不是明确地。（关于重量、杠杆和平衡这种物理-数学理论的发展，从阿基米德经过中世纪到了伽利略时代，已经走过很长的路程了。）伽利略谈论“非常直的槽”、“很圆的青铜球”，这种诉诸精确性的离奇方式也是值得注意的（“很圆”比“圆”更圆多少呢？）。这个实验重复了“整整一百次”，这是诉诸于某种证实的分量，其意义我们在第九章中已经做过考察。即使在推论本身之中，伽利略也是从想象入手的，而且这种想象并不是始终得到观念的彻底明晰性所支持的。在把三角形的面积解释成与距离成正比因而即代表着距离时，正如A.R.霍尔<sup>①</sup>所说的，伽利略采取了“一大步直觉的跳跃”（就象他的前辈们在用几何方法表述默顿定理时那样），而还没有掌握可以证明这样一步跳跃（它需要的是积分）的微积分概念。而且，既然现在知道了他的思想的某些更早的来源，伽利略的独创性看起来就没有过去一度所认为的那么大了。两个基本定理是已知的，而且速度同时间的比例关系至少以前就被考虑过了。有一种苛刻的观点认为，伽利略所做的也许不过是普及已经存在的知识并使之系统化。

不过话虽这么说，但仍然很清楚，伽利略是立下了非凡功绩的。诚然，他整理了已经存在的知识；但他是以这样一种方式加

---

<sup>①</sup> A.R.Hall: 《从伽利略到牛顿1630—1720: 近代科学的诞生》(From Galileo to Newton 1630—1720: *The Rise of Modern Science*, New York, Harper & Row, 1963), Vol. III, p. 68.

以整理的，并且用它达到了这样的效果，即使得过去隐匿的东西显示出来了，使得过去含混的东西变得明晰了。不仅如此，他还以初步的方式表述出动量、动量守恒、惯性、对抛体运动的几何分析这些概念，因此他确立了对科学和对自然知识的系统性探讨，我们现在所称的“数学物理学”则是其发展的顶峰。

## 从运动的几何表达到代数表达

柏拉图-毕达哥拉斯的和亚里士多德的思想体系的冲突和相互联系中的一个中心问题就是抽象推理的作用以及它同感性知觉和实践经验的作用的关系。【466】伽利略的思想以及继他之后的近代物理学的这个伟大体系的建筑者们的思想都同样关注于这些问题和这类基本概念。它们往往存在表面之下，存在于产生出科学进步的实际推论、批判和实验之中；但它们也常常变得明确起来，自身成为反思和批判的直接对象。亚里士多德的运动空间并不是伽利略的空间，也不是柏拉图的或原子论者的空间。亚里士多德的动力学并不是伽利略的动力学，因为力的概念在新科学中经过了重大的改造。当牛顿表述出他的三大运动定律时，他所继承的不仅是物理数学的传统，而且还有一种哲学的传统，在这种传统中，对各种基本概念的生动考虑和批判与数学的分析和实验的工作挽手并肩前进。

在这整个发展中，与概念的阐明有关的一个关键性特征就是对语言、意义和习惯用法的阐明。随着分析日益变成数学的分析，普通自然语言在经济地、严密地表达新阐明的概念方面的不适用性就变得日益明显了。使用几何图形辅助推论是一大重要革新，但正如我们已经看到的，这种办法也有它的危险性，即，使用图形的戏法影响着思考者的概念形成活动。一旦出于运动学表述的目的以及动力学表述的目的去解释形式系统，这种系统的形象特

性就日益变成符号性的，几何表达的意义越来越变成隐喻的（在很大程度上是诗的隐喻）和约定俗成的了。根据一个点的径迹或一道曲线所扫过的面积来表达的运动学-动力学几何涉及到一种想象的运动，但并没有用几何图形表示出来。但是如我们已经看到的，从亚里士多德最初的较快和较慢的定义经过十四世纪的计算者们的大发展，另一种代数语言发展起来了，在这种语言中，用字母符号来表示各种量值、用适当的新标记来表示量值之间的比例。我们大家在中学里所学的代数学在名称上、实际上都来源于中世纪阿拉伯人的革新，它和几何表达相联系而发生的扩展和发展也扩大了几何隐喻的范围。数是用来计算的，但测量也涉及到计数，当比例变得度规化时，当不仅长度（一个主要的几何参数）的表达，而且时间的表达，甚至连诸如速度、热、和力这类成问题的量值表达也都给出为形象的解释时，几何的长度和算术的数，以及事物属性之间的更一般的关系在几何上日益变成约定的了。我们可以谈论一段“长时间”但却不能谈论一个“长的力”或一个“短的热”。诸如更大、更小和相同这类定性上更含糊的更一般性概念在它们的具体应用中得到改进；【467】可是概念化也变得更抽象，而且随着在纯粹的代数约定中抽象出几何表象的约定主义，就发展出了一种关于量值之间的关系的更一般的理论。伽利略的似代数、似几何的推理工具的代数化更清楚地揭示出探索中的各种关系的本性。在这里，语言的选择变得近乎关键性的了。随着牛顿和莱布尼茨发明出微积分，代数工具得到它最充分的应用，用来阐明直到当时仍被累赘的语言本身所隐匿的运动概念。因此，根据语言表达和运动概念表达的变化，来总结我们迄今所考察的一切，这将是颇有益处的。

首先，我们已经注意到某种属性（距离、时间、速度）的变化常常涉及到增量这个术语。它意味着从该属性以前的一种状态或



一个量值变化到另一种状态或另一个量值。在代数上, 对于一个有限的增量或变化(它本身就是某个量值), 我们用符号  $\Delta$  (“delta”) 表示。但在计算上, 我们也可以把这个变化表示为从一种状态到另一种状态的量值的差, 因而对于速度的一个变化  $\Delta v$ , 我们也可以写作  $(v_2 - v_1)$ 。在谈论某一点上的瞬时速率或速度时, 我们看到存在着两种谈论方式。一种是谈论无穷小的状态变化, 另一种则把状态(或量值)的变化说成是象任意选取的那样小, 趋近于一个极限。在这两种表述中都保持有某个物和无之间的区别界限, 但从结果看来, 后者表现得更明显些。因此, 当一个变化被当作是任意小时, 我们就认为它趋近于极限 0, 并且写作(例如, 在时间间隔或时间增量被当作任意小的场合)  $\lim_{\Delta t \rightarrow 0}$ , 象我们在前面所见过的那样。我们也看到, 经过某一有限时间期间  $t$  的平均速度或速率表示为  $\bar{v}$ , 它不同于经过  $t$  的某个被当作任意小的增量或变化的瞬时速度; 因而当平均速度给出为  $V = s/t$  时, 若  $S$  为距离  $(s_2 - s_1)$  时间间隔  $t$  为  $(t_2 - t_1)$ , 则这个方程就读作  $V = (s_2 - s_1)/(t_2 - t_1)$ 。对于在某一给定点上的瞬时速度, 我们就用间隔或增量  $\Delta s$  和  $\Delta t$  (当  $\Delta t$  趋近于一个极限时) 来重新表述这个式子。因而对于瞬时速度  $V$ , 我们的方程就读作  $V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\Delta s / \Delta t)$ 。可是, 这是表示一给定瞬时速度的, 如果它从一个时刻到下一个时刻保持相等, 那我们就得到一种匀速运动或均一的速度。然而, 我们的概念问题与速度的变化或从一个时刻到下一个时刻的瞬时速度的变化大有关系——当速度的变化是如此发生的, 即使得在同样的时间增量中速度的增量相等时, [468] 我们就当作均匀加速度或匀加速运动来讨论。我们也可以把速度的这种变化表示为  $\Delta v$ , 若它是在时间增量  $\Delta t$  趋近于一个极限时的一个瞬时变化, 就可以写作  $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\Delta v / \Delta t)$ , 这就是我们用来表示均一或等加速度的式子。在这两种场合, 对于瞬时速度和对于速度的瞬时变化或加速度, 我们可以使用微分表

达式，所以有：

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{可替换为} \quad v = \frac{ds}{dt}$$

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{可替换为} \quad a = \frac{dv}{dt}$$

让我们来看看用这种代数方式我们怎样推导出伽利略的定理 II，而用不着几何想象来辅助推理。首先，我们需要用现代的方程形式来表示前面用言词或用比例这种旧“代数”所给出的某些定义。首先是在相等时间里经过相等的距离的匀速运动的定义，可以给出如下：

$$(1) \quad v = \frac{s}{t} \left( \text{在匀速运动中，它等同于 } \bar{v} = \frac{s}{t} \right)$$

其次，我们可以用相等时间里相等的速度变化来定义等加速度。可是，因为在等加速度中，平均加速度和瞬时加速度是相同的，我们就可以把这个定义写作：

$$(2) \quad a = \frac{v_t - v_0}{t} \quad \text{或} \quad v_t = v_0 + at$$

其中  $v_0$  是在时间间隔  $t$  开始时的初始速度， $v_t$  是在间隔  $t$  的终末时的收尾速度或末速度。

现在，我们通过平均速度定理知道，在匀加速运动中经过一个时间  $t$  的末速度  $v_t$  使物体移动的距离，将等于以平均速度匀速地运动的距离。这个平均速度便可表示为：

$$(3) \quad \frac{v_0 + v_t}{2} \quad \text{此式可改写作} \quad v_0 + \frac{1}{2}(v_t - v_0) = \bar{v}$$

【469】因为在匀速运动(1)式中  $v = s/t$ ，代入得：

$$(4) \quad \frac{s}{t} = v_0 + \frac{1}{2}(v_t - v_0) \quad \text{我们可以按 } s \text{ 改写为：}$$

$$(5) \quad s = v_0 t + \frac{1}{2}(v_t - v_0)t$$

把我们的加速度定义(2)改写为 $at = (v_t - v_0)$ ，代入(5)式中，最后就得到

$$(6) \quad s = v_0 t + \frac{1}{2}(at)t \quad \text{或} \quad s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

当初速为0时，或者说，当运动从静止开始时， $v_0 t$ 项就消去，剩下：

$$(7) \quad s = \frac{1}{2}at^2$$

因为，在匀加速运动中，或等加速度时， $a$ 保持为常数，又因为在此方程中 $\frac{1}{2}$ 是一个数字常数，用 $k$ 来代替常数 $\left(\frac{1}{2}a\right)$ ，就得到

$$(8) \quad s = kt^2$$

它表明在匀加速运动中经过的距离与时间平方成正比，它就是用代数形式改写而成的伽利略的定理Ⅱ。换句话说，比较以下两种标示：

$$(9) \quad \frac{HL}{HM} = \frac{AD^2}{AE^2} \equiv s = kt^2 \text{ (其中} \equiv \text{表示“恒等于”)} .$$

因此，我们就从代数上推导出与伽利略的定理等价的定理，但表述方式则不同。它们是用不同的语言表述的，所以我们可以说这两种语言都反映或表达出实体之间的同一种关系，虽然表达的方式并不相同；事实上，我们可以说，这两种语言是同构的，或是可以彼此互相“映射”的。

### 力、质量、加速度：导数

近代物理学的动力学一旦取代了亚里士多德的动力学，力、加速度和质量的概念就变得具有了中心意义。这里，用不着深入了解这些概念的发展，[470]惯性这个中心概念便允许对伽利略的运动学做出重新表述。一个物体的运动不再依赖于一个力来维持

了，而只需要力来改变运动。因此，与亚里士多德的动力学不同，**同力成正比的不是速度，而是速度的变化或加速度。**在牛顿的第一定律的表述中，这表述为：如果一个物体未受到一个净（未被平衡的）力所作用，那么如果它是静止的就保持静止，如果它在运动，就继续保持匀速直线运动（亦即没有改变方向）。运动的变化因而就将或是速率的变化，或是方向的改变（或二者同时，因为速度是一个矢量），并且需要一个净力对该物体进行作用。（两个大小相等、方向相反的力可以作用于一个物体，但作为矢量，它们将相互抵销，因而不存在净作用，该物体的运动将不变。）可是这样一来，具有大于0的任何量值的任何一个力矢量将引起速度的（速率和/或方向的）改变，亦即，这个净力产生出一个加速度。我们可以把这个关系写作：

$$(10) \quad F = ka$$

即是说力正比于加速度。有了惯性、重量和质量的新概念，亚里士多德的关于重量随着速度的变化而改变的概念就被一种恒定的质量的概念取代了，在某个重力场中，一个物体的重量同质量成正比。当地球被当作是重力场时，它的量度就用自由落体所产生出的加速度来给出，对于一个恒定的场来说，这个加速度是恒定的，用字母 $g$ 来表示，称为引力常数。如果我们把它代入(10)式中，就得到

$$(11) \quad F = kg$$

因为 $k$ 和 $g$ 都是恒量，这个式子就意味着 $F$ 也是恒量。因而很显然，对于不论具有什么样重量的物体，一个恒定的力将产生出一个恒定的加速度，所以，一切物体将以同一加速度下落。因而，和亚里士多德的认为更重的物体下落得更快的观点相反，一切物体在一个恒定的加速度下将以同样的速率下落（理想地说，是在一种真空中，不考虑到各种不同的摩擦系数，不同的摩擦系数将

会造成某些变化)。因此，在用真空瓶作出的普通实验中，一根羽毛和一只铅球在同一时刻同一高度下落，将同时到达瓶底。可是在抛物运动中，因为掷出一个更重的物体比掷出一个较轻的物体需要用更大的力——即为了改变它的速度或方向——所以力和加速度之间的比例就由被掷物体的质量来给定，较大的质量比较小的质量具有更大的惯性，但对于任一给定质量，惯性始终保持恒定。克服这种惯性亦即为了产生出一个给定的加速度所需的力因而就同质量成正比。【471】对于一给定加速度 $a$ ，力将正比于质量 $m$ ，而对于一给定质量 $m$ ，加速度则将与力成正比。这表述为牛顿第二定律，它是用任一给定物体的质量 $m$ 的恒定惯性来给出比例常数而对(10)式的重新表述。

$$(12) \quad F = ma$$

对于具有质量 $m$ 、在因恒定的重力 $F$ 的作用而产生的恒定加速度 $g$ 的情况下，这个式子就给出为：

$$(13) \quad F = mg$$

对于从静止开始下落的物体，用 $g$ 代替(7)式中的 $a$ ，就得到：

$$(14) \quad s = \frac{1}{2}gt^2$$

这个关于从静止开始自由下落的地上物体的运动方程。对于速度的瞬时变化或瞬时加速度，我们有 $a = dv/dt$ ，因而对于因重力引起的瞬时加速度，我们可以把 $g$ 代入(13)式中，或在一般情况下把 $a$ 代入(12)式中，得

$$(15) \quad F = m \frac{dv}{dt}$$

现在我们可以引进另一个概念和一种新记号。因为瞬时速度是时间增量 $\Delta t$ 趋近于0时所趋近的极限，在伽利略的定理 II 和在我们的方程式(8) $s = kt^2$ 中都给出了在 $v = ds/dt$ 这个表达式(它给

出了当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时所经过的距离或空间的这种瞬时变化) 中的距离和时间的关系, 当距离是一维的时, 或者说是沿着由 $x$ 坐标轴所给定的直线时,  $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\Delta x / \Delta t)$ 或 $dx/dt$ 代换了 $ds/dt$ , 当 $x$ 是 $t$ 的一个函数 $[x=f(t)]$ 时,  $x$ 相对于 $t$ 的变化就由表 I (第652页) 所给出, 也就是说 $x=t^2$ , 此时 $dx/dt$ 这个表达式就叫做该函数的微商, 或者说是 $x$ 对于 $t$ 的导数, 其中 $x=t^2$ 。按定义进行计算,  $x$ 对于 $t$ 的导数结果就是 $2t$ , 其中系数 $2$ 对于一切 $x$ 和 $t$ 值都保持为常数(表示着对于 $s$ 和 $t$ 的一切值具有恒定的比例 $s=kt^2$ )。我们前面已经看到, 在表 I 中, 从算术的角度说, 这等于是各平方值之差之差。它称为 $x$ 对 $t$ 的一阶导数。让我们从物理学的角度来解释导数这种记号、这种概念。在速度恒定的匀速运动中, 经过距离的变化同时间变化的比率保持恒定。在一个单位时间里将经过一个单位的距离, [472] 两个单位时间、两个单位距离, 如此等等。因此, 按我们的定义(相等时间经过相等的空间), 其比率将保持不变。这一比率的变化率(即距离变化对时间变化的比率的变化率)为 $0$ 。 $x$ 对 $t$ 的导数也将是 $0$ , 或者说, 对于速度恒定的匀速运动,  $dx/dt=0$ 。一般说来, 用导数定义可以证明出, 某个值对于另一个值的恒定比率导数(或一言以蔽之, 一个常量的导数)永远为 $0$ 。因而我们可以猜到, 导数以两个变化着的值的比率表达出了一种变化率。如果这个比率是恒量, 导数即为 $0$ , 我们或可想到, 当这个比率改变时, 导数就是某个比 $0$ 大的值, 这个值同该比率的变化率成某种比例关系。在匀加速运动中, 按照我们的定义, 速度以恒定的比率变化(即相等时间里具有相等的速度增量), 我们已经看到, 这个比率可以表示为距离和时间之间的一个比例, 亦即 $s=kt^2$ 。因此, 在第一个单位时间里我们得到一个单位距离, 但在第二个单位时间里, 我们则得到这第二个单位的平方数为距离值, 所以这种比率按 $1/1, 4/2, 9/3 \dots$ 而变化, 或者说, 是按级数 $1, 2,$

3……所表示的均匀变化率而变化。 $t$ 的系数在这个导数中 $dx/dt = 2t$ ，对于匀加速运动来说，该系数可被看作是 $x$ 和 $t$ 的比例中的指数，其中 $x = kt^2$ 。因此，导数表示着 $x$ 对 $t$ 的比率在极限处的变化率，当这个变化率不为0时，则导数具有大于0的正值。但是，像我们前面所了解到的那样，在匀加速运动中，距离和时间之间的比率是变化着的；我们现在可以证明，速度和时间之间的比率保持恒定，也就是说，加速度是恒量。定义告诉我们这一点（相等时间里速度的增量相等）。故此，速度对时间的比率的变化率将为0，因此对于匀加速运动或对于恒定的加速度， $a$ 对 $t$ 的导数 $da/dt = 0$ 。不过，由于瞬时速度被定义为距离相对于时间的瞬时变化率，（代入定义）速度的变化率就变成距离对时间的（瞬时）变化率的（瞬时）变化率。这是 $x$ 对 $t$ 的二阶导数，写作 $d^2x/dt^2$ 。现在我们可以看到，对于匀加速运动来说，一阶导数是 $dx/dt = 2t$ ，二阶导数是 $d^2x/dt^2 = 0$ ，这个二阶导数是根据距离对时间的关系来表述的，它等价于用速度对时间的关系所表述的 $dv/dt = a$ 。因为加速度被定义为速度的变化率，代入即为：

$$(16) \quad a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

再代入(11)式中，我们就得到这种形式的牛顿第二定律：【473】

$$(17) \quad F = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

〔或有时写作 $\vec{F} = m(\vec{d}^2x/dt^2)$ ，以表明代表着速度变化的二阶导数是一个矢量， $x$ 具有方向， $F$ 也具有方向。〕

这对于大多数一年级的物理学生或微积分学生来说，是颇熟悉的。它的更充分、更形式化的表述在任何一本入门教科书中都可找到，学生们经过少许努力，即可用此作为自己的熟练语言了。不过请注意这里所发生的情况。我们在这里提出（或重新表

述)这种“谈论方式”的目的是要证明,一旦各种概念在代数这种新语言中找到它们的表述,对运动的物理分析,包括经过若干个世纪的艰辛努力所得到的所有定义和定理,就都可以完全发生在代数的语境中了。代数是一种不具物理意义的形式博弈,除非用这种语言对物理概念作出明确的释义。这种作用是相互的。微积分是作为物理分析的一种工具而发展起来的;但接着,物理分析本身则受到这种语言的有效能力所改造。(还可以补充说,数学中极限概念的发展也是像物理学的运动概念的发展一般复杂和伟大的一项成就,虽然在我们这一叙述中简单地把它看作是当然的了。)在导数和使用微分表达式的方程这类经济的计算方法中(诸如我们在这里所考察的),各种复杂的关系就被用优雅和经济的形式表达出来了,其效果不仅是在美学方面(因为它们当然有这方面的因素)而且还在于概念上的澄清。还有,它们解放了科学家的智能,提高了计算的速度和精度,并允许探究那些具有用旧语言所无法驾驭的复杂性的现象。运动概念本身依然同我们大家所获得的对运动的经验紧密联系在一起,不过如今已以这样一种方式得到精炼,以致这种经验本身变得在范围上无限丰富、在思想上更加清晰有序,而且对于迄时尚未料到的一些领域也具有意义了。因为现在,我们不单具有全范围的普通常识性的运动经验,而且我们开始通过做出具有高度精确性的预言、通过控制运动现象(它们构成我们的许多技术的基础)来支配运动了。我们不再是运动的被动经验者,而是运动的缔造者、对于更广泛的经验的理性加工者了。我们不仅作为被动的观察者而整理着关于运动的经验,我们也产生着一种置于我们的控制之下、适合我们需要的新的经验环境。对概念的理性分析因而直接影响着概念的运用,即我们在讨论科学和人类生存的第二章中所讨论过的那种运用。



## 科学的成长：柏拉图和亚里士多德 之后希腊科学的某些发展

柏拉图和他的学生亚里士多德，不仅对希腊和希腊城邦伊奥尼亚、西西里和意大利、而且对埃及、巴比伦和其他古代科学思想与技术进步的中心的不同时代的观察家们、理论家们、工匠和发明家们的成就，做出了重大的哲学和科学的综合。他们创立的学校——柏拉图的阿卡迭米学院和亚里士多德的莱西昂学园——我们把它们叫做研究院，继承了一种复杂而又充满活力的科学哲学传统。这里提出有关科学思想的某些发展，以表明探究精神和批判精神的活力（而这正是柏拉图与亚里士多德的继承者们的特征）；以表明标志着古代科学家从事研究和理论制作的科学思考与哲学思考之间的密切的相互作用。

### 宇宙模型：天文学和天体结构

科学思想发展中的一些中心观念就是希腊人所设想出来的天文学的宇宙模型。说一些天文学模型也许更加确切，因为存在过若干这样的模型，它们全都程度不等地摒弃了从前关于天体的各种神话说明。天文学作为一门涉及到对太阳、月亮、恒星和行星的位置和运动做出图表说明的观察科学，直可追溯到远古的时代，古埃及、巴比伦、中国这些古文明中，以及在美洲的玛雅人和阿兹台克人中间，对这种观察的改进提高是引人注目的。但是，观察尚不构成一门根据规律或借助模型来解释或整理这些观察材料

的理论。

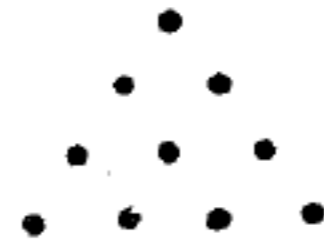
这里引起我们注意的是柏拉图和亚里士多德的天文学理论所提出的那种解释性模型。【475】（《附录A》中专门讨论了在亚里士多德的关于物体在空间中的运动的框架中是怎样解释这种模型的。）

伊奥尼亚的自然哲学家在他们的宇宙论理论中已经考虑过怎样用他们的种种物理理论说明太阳、月亮和星辰的一些现象。这里的主要贡献就是把天体看作物理实体，尤其看作是由构成万物的四元素之一——（在这个场合中是）火所构成的。阿那克萨哥拉更进了一步，他对天体现象从物理学上作了说明，把太阳和天体设想成固态的物理实体——也许这是根据观察陨落在阿哥斯波塔米（Aegospotami）的一个大陨星所得出的结论——并把这些固态物理实体说成是“灼热的石头”。这一学说被雅典人视为邪恶之说，在雅典人的宗教和神学观念中，天体被认为是神圣的实体，而不单纯是物理实体。阿那克萨哥拉的不虔敬几乎使他丧失性命，并且他被驱逐出雅典。半个世纪之后，当苏格拉底由于被指控为不虔敬而被雅典人判处死刑时，他提出辩护的部分理由就是放弃阿那克萨哥拉有关天体的物理本质的那些观点。我们可以推测，虽然这类物理主义的观点是可以接受的，在一定情况下是普遍的，但是在苏格拉底以及在他之后的柏拉图和亚里士多德[时期]的雅典，这些观点同人们强烈持有的信仰相对立，被看作是危险的无神论观点。

可是，撇开太阳、月亮和星辰是由什么构成的这个问题不谈，还存在着如何才能说明它们的表观运动的问题。从某种意义上说，这可以被当作是纯几何的问题，因为这类考虑可以被归结为或抽象为那些只是涉及到空间位置和位置变化的问题。星星非常简洁地适合于这种抽象，因为它们表现得如此相似于毕达哥拉斯派的数学所已熟悉的质点。太阳和月亮因为更大些而且涉及到诸如月相、月蚀和日蚀这类现象，因此产生出另外一些问题。阿那克萨

哥拉曾经根据地球阴影对月蚀做出说明，这种说明为毕达哥拉斯派所接受，而后它又被用来作为地圆说的证据（它今天仍被用作我们的初等科学课程）。毕达哥拉斯派添加了一个更为先进的概念，它部分来自于解释天体运动时的数学考虑，部分来自于宗教和神学的考虑：即球形的地球既绕自己的轴自转，又绕宇宙的中心点以圆形轨道公转。<sup>①</sup>

【476】因此，毕达哥拉斯派并没有把中心位置归属于地球，他们认为地球既自转又公转。九个天体也以不同的距离围绕着中心火以圆形轨道运动，这些距离是按毕达哥拉斯派在声学研究所发现的谐音比例排列的。毕达哥拉斯派的排列（也许因为十在毕达哥拉斯信仰体系中是一个具有魔法意义和宗教意义的数<sup>②</sup>；也许是出于说明日月蚀的解释性理由）包括着所谓的“对地”作为围绕中心火转动的第十个天体。它随着地球一道运动但却是看不见的，因为它总是面对着大概是杳无人迹的地球球体的另一半球。这个“对地”离中心火最近，地球次之，接下去是月亮、太阳，以及当时所知的五个行星。最外层是恒星天球，构成了一个由十个轨道天球所组成的总天球。正是这些天球的相互



十点等边三角形

图 J

① 这个中心点就是神圣的“中心火”或所谓的宇宙的炉膛，是宙斯或（其他地位类似的）众神之母的瞭望塔。火被视为诸元素中之最纯粹者，因此，它的中心位置乃是它的纯粹性或圣洁性的一种职能。这种关于最高贵、最纯粹、最重要的元素的中心性的概念有着各种不同的——社会的、宗教的、生物学的——来源，因而它注定后来要在直到十七世纪形成的天文学概念中发挥着重大的作用。

② 作为一种神秘的崇拜，毕达哥拉斯兄弟会赋予数和数属性以各种力量。例如，头四个整数(1, 2, 3, 4)之和(10)被赋予了神秘的意义，并被认为具有着神圣的力量，因为它代表着构筑一个世界所需的“点”的总数(1是数的产生者，用2, 3和4则产生出线、面和体)。10这个神圣的数被表示为一个等边三角形，每边有四个点——即所谓的十点等边三角形——毕达哥拉斯派信徒的大多数誓约就对着它宣誓。

联系的运动，说明了天体的表观运动。

毕达哥拉斯派天象图的一个重要的概念特征就是从出于这一哲学观点的数学和美学的考虑发展而来的。正像我们已经看到的那样，按照毕达哥拉斯派的观点，万物皆数，数意味着理性秩序与和谐。这种思想发展得如此之远，以致做出了这样的思辨，即：各天球之间的距离具有着谐音的比例，因此天球运动产生出谐音的“音调”，即所谓的天球的音乐。所以毕达哥拉斯派认为数学上最完美和最令人满意的有关这些天球的运动和构形的观念乃是一种符合规则性和对称性意义的观念，是一种符合完美秩序的概念，完美秩序在这类观念中永远起着这种巨大的作用。〔477〕所以这类运动是匀速的，不是时快时慢的；天球是“完美”的圆，而非某种更“不规则”和更不对称的形式。这种关于匀速运动和“完美”的圆的要求，并不是观察数据所提出的要求，而是基于数学和美学的直觉以及深深根植于宗教信仰的一种假说。圆在人类观念中作为代表着完美和神一般的事物由来已久、流传甚广，它是如此牢牢地掌握了人类的想像力，以致于要说明它，所需要的就不仅仅是单纯的约定或传统了。不管怎样，毕达哥拉斯派所引入的这个几何圆模型对柏拉图有着深刻的影响，柏拉图的几何就是以毕达哥拉斯派几何为模型的。

正是柏拉图的一位学生欧多克斯进一步发展了这种同心球模型，并对最初的概念作了重要的补充；这起因于行星运动的摄动的不规则性（因而显然是不完美的）。如我们所知，行星不是所谓的恒星，恒星这一术语本身就已区别出这些星星相互之间（相对地）固定的位置关系，我们是根据我们所称为星座的构形来辨认这些位置关系的。行星之所以被叫做行星事实上就是因为它们在游荡——行星一词在希腊语中就是指游荡者。真的，这个词在另一种语境中就意味着某些更乏味的事物，它指的是流浪者或游

民。有一位解释者本杰明·法灵顿 (Benjamin Farrington) 甚至说，力图把天球中的这些“游荡者”“固定”起来或使其规则化是当时希腊的一个社会问题的具体反映，即柏拉图的同时代人艾索克拉底\*已经研究过的有关流浪者的社会问题的反映。艾索克拉底建议强行征募这些“行为不规者”入伍，用他们去和波斯人作战，以此来解决流浪者和乞丐这个社会问题。不论追求社会秩序的这一企图是否同当时对于使行星成为“〔行为〕规则者”的兴趣相并行，不论所有这些并行的兴趣是否表达出对于希腊生活秩序的更深切的关注，这个用完美的等速圆周运动来说明那些不规则的游荡者这个天文学-几何学的问题始终是存在的。欧多克斯精心阐发出一种具有不同旋转轴、不同旋转方向、和不同转速或周期的同心球理论，以此来解决这个问题。因此，一个天体的公转就由它被固定在某一(或更多)个天球上的位置来加以说明，每个天球都是完美的球形并且是匀速运动着的，但这些运动的结合则说明了行星运动的表观上的不规则性。这是假说-几何推理的独特业绩，欧多克斯为了说明所有的行星运动和太阳、月亮、恒星的规则运动，至少需要26个天球。看起来很清楚，欧多克斯是作为一种数学假说而提出这种天象图，以(像希腊人经常说的那样)“保全表观”的。因为他并没有把这种假说推广为用关于这些天球是由什么“构成”的、或什么说明了天球运动的原因、或天球是怎样相互连接的这类术语所表述的关于这些天球的物理解释。【478】卡利普斯(Callipus)进一步精制了欧多克斯的26个天球的模型，以增加复杂性为代价来换取精确性，又添加了七个天球。当亚里士多德进一步提高精确性时，他最终用了五十五个同心球。不过，亚里士多德的考虑在此具有特别重要的意义。他并不需要用更多的天球

---

\* 艾索克拉底(Isocrates, 公元前436—338年)，当时雅典的演说家。——译注

来改进关于表观运动的说明，而是用以确立一个关于迄时所提出的各天球之间的相互关连的自给的解释性物理模型。因而，天球被天球所连接，形成一种复杂的结构，这种结构的最终形式出现在托勒密的《天文学的伟大的数学表述》(*Great Mathematical Syntax of Astronomy*) (我们更熟知的是其阿拉伯文名称《至大论》)一书中，直到哥白尼革命以前，它一直用作为关于天文结构和运动的科学模型。

### 亚里士多德学派：提奥弗拉斯特、斯特拉托和亚历山大里亚的科学

亚里士多德的莱西昂学园促进了科学和数学的丰富发展。令人注目的事实是亚里士多德的莱西昂学园的两位接班人——提奥弗拉斯特(Theophrastus)和斯特拉托不但差不多是像亚里士多德本人那样多产、有能力的思想家，而且富有科学批判精神，他们修正了亚里士多德的某些基本的观点。尤其是提奥弗拉斯特对目的论解释的价值提出质疑，他批判地说：“谈到认为万物都出于一种目的、凡事均非徒劳的观点，一般说来，确定目的并非像人们通常所说的那么轻而易举。”并进一步指出：“我们必须试图设立起关于确定最终原因的极限。这个极限乃是对宇宙万物，即对实在事物的存在条件及其相互关系进行科学探究的前提。”在对于目的论的解释作出这种适度的、怀疑的探讨中，提奥弗拉斯特表现出他本人是一位敏锐的经验观察家(如他在其著名的植物学著作中和在他的《论火》一书的残篇中所表现出的那样)。新近有一位科学史家称提奥弗拉斯特的植物学研究是“进入近代以前植物学研究的一项最重要的成果。”<sup>①</sup> 继提奥弗拉斯特之后任莱西昂学园领

<sup>①</sup> Marshall Clagett: 《古希腊的科学》(*Greek Science in Antiquity*, New York: Abelard-Schuman, 1955), p. 52.

导人的斯特拉托致力于研究物理理论，像伊奥尼亚的 *physiologoi* (自然探索者) 一样，他也是一位“自然探索者”。随着斯特拉托的出现，关于希腊科学不具备经验传统的长期神话最终被粉碎了。早些时候，在毕达哥拉斯派关于弦长与音调的关系的研究中、在恩培多克勒用以证明空气虽然看不见但也是实体的早期实验中，【479】除了纯粹的观察以外，当然也存在着有意安排的实验的因素。在希波克拉底的医学著述中，有着许多出色的受控实验的明显证据。同样，与流行的对希腊哲学和科学的庸俗化看法相反，柏拉图和亚里士多德俩人都认为他们的理论是对观察现象的说明，这些理论前后一贯地解释着这些现象。因此，那种认为他们的理论多少有点是“非科学”，它们全然是先验的思辨或“形而上学的教条”的非难就是假设真正的科学启蒙到了我们的时代才出现，而希腊人既没有进行观察，也不从事实验，而只是“思辨”而已。即便如此，斯特拉托仍可说是一个出类拔萃的实验主义者，他已经达到为了提供有关一种假说(即存在着非连续真空)的证据而特地去构造实验仪器的程度。他的关于这一实验的报告曾被古代另一位伟大的科学家即亚历山大里亚的希罗所引用，这个报告显示出了斯特拉托的实验感觉的敏锐性。

亚历山大大帝去世之后，随着埃及托勒密王朝的马其顿帝国的兴起，亚里士多德传统的伟大继承者们把他们的中心转移到了建立在亚历山大里亚的新的科学研究院——即著名的亚历山大里亚博物馆，希腊科学思想在托勒密王朝的庇护之下就这样流传下来了。虽然，在归诸于教士和科学家为了支持国教(即以一位有意虚构出来的、叫做塞拉庇斯的神为中心而捏造出来的国家神学)的神秘魔法活动的影响之下，这个研究院不久就衰落了，但是亚历山大博物馆头几个世纪里的成就是足资证明，它是科学思想的重要组织之一。在力学(即研究运动物体和力对物体的作用，它在

物理学的发展中起着中心的作用)、医学、天文学、工程学、纯数学和应用数学、地理学以及语法研究方面，亚历山大里亚博物馆都组织起了具有最根本重要意义的科学研究。

正是在亚历山大里亚，从柏拉图的阿卡迭米学院和诸如欧德谟(Eudemus，他撰写过数学史)等亚里士多德的弟子们那里所继承下来的希腊数学传统，达到了它的全盛时期。在这里，欧几里得集大成而总结出希腊理性思维的典范，即《几何原本》，这部著作一直被认为是历史上最伟大的科学教科书。在这里，约一个世代之后的阿基米德撰论了关于太阳角径的测量、计算出 $\pi$ 的近似值以及曲面和球体的面积和体积、发明了水静力学这门科学，从总的方面说，他表现得以如此一种方式将数学分析应用于物理学，以致可以被认为是数学物理学的创立者。他在应用“穷尽”法时，引进了一种本质上是积分学的技巧。阿基米德在机械发明方面和作为一位军事工程师，也是颇为著名的。[480]还有，在亚历山大里亚，柏加的阿波罗纽斯(Apollonius of Perga)撰写了《论圆锥曲线》的基础论文，引进了对椭圆、抛物线和双曲线的几何分析。在阿基米德关于杠杆和静力学原理(探讨平衡和静止状态中的物体或质量或力)的著作中，以及在亚历山大里亚的希罗的综合性著作《力学》中，所有这些数学分析在力学中的应用产生出一门理论力学。希罗描述了五种简单的机械——轮和轮轴、杠杆、滑轮、楔、螺旋——并把它们全都归结为我们在初等物理学中所学到的、在使用一种机械移动一给定重物时所涉及到的力与距离成反比的原理。

阿基米德和希罗所用的论证方法是一种古典的科学方法：通过分析把复杂的问题还原为它的各种要素，而每个要素都表现为可以解决或已经解决了的问题，或表示着该系统的一个公设或公理。对公理性方法(在这种方法中，定理是运用推理规则而从公理或公设和已经证明了的定理推导出来的)的最早的探讨在这里



就是应用于理论的和应用的力学物理学的问题。直到中世纪后期，当物理学家们和“计算者”们转向阿基米德的原理和数学分析技巧，以取代亚里士多德派笨拙的定性力学时，这一革新的革命性本质方才得到了充分的认识：

亚历山大里亚的天文学得出另一种十分有意义的欧多克斯-亚里士多德的同心球模型，这种模型以地球为其中心。亚里士多德已经摒弃了毕达哥拉斯派认为地球绕着中心火旋转的观念，因为，用他的话来说〔毕达哥拉斯派〕“不是寻找理论和原因来说明观察到的事实，而是竭力强使他们的观察去适应于他们自己的某些理论和看法。”（《论天体》，Bk. II, 293<sup>a</sup>, 25-28.）这是一个颇有趣味和颇有意义的评论，因为它使人们集中注意到地上运动概念的非常识性特征。归根到底，在我们今天仍然谈论着太阳晨升暮落的普通框架中，我们所观察到的是天体的运动。不过，在亚里士多德时代的各种不同的假说模型中，有一种模型是由柏拉图的学生庞都斯的赫拉克利德(Herdclides of Pontus)提出来的。虽然它保留了地球的中心位置，但却认为地球绕着自己的轴自转，以说明太阳和星辰的升落。但是，更有意思的是，有一种修正的日心说认为有两个行星，即水星和金星这两个所谓的近日内行星是围绕着太阳旋转的。一个世代之后，亚历山大里亚的天文学家、萨摩斯岛的阿利斯塔克(Aristarchus of Samos)提出了一个彻底的日心说模型，它是哥白尼体系在近乎两千年前的先声。阿基米德在说明阿利斯塔克的观点时，告诉我们：在这个模型中，处于中心的太阳和处于宇宙最外层天球上的恒星天球，这二者都是静止的，地球则围绕着太阳旋转。〔481〕在解释恒星没有视差位移（按当时可行的测量是看不到这种视差的——直到19世纪才观察到这种视差，而哥白尼也没有用它作为地球公转的一个论据）的原因时，阿利斯塔克论证说，恒星天球是如此遥远，以致觉察不出视

差来——这是一种具有独创性的论证，它大大扩大了当时所设想的恒星的距离。

然而，阿利斯塔克的建议一直遭到冷落，据我们所知，只有另一个古代的天文学家，即一个世纪之后的巴比伦人塞留库斯(Seleucus)支持阿利斯塔克的日心假说，并加以详述，他不仅把这一假说看作是一个数学假说，而且也看作是物理假说。

希腊思想中抽象理性主义特性的一个表现就是思想的构成可以同对知觉和实际信念的考虑相分离。但是我们(在第四章中)也已经看到，柏拉图学说认为，思维的理性对象和数学的构造比起它们的知觉表观或物理表观更显得实在。在许多希腊科学中，例如在亚里士多德及其继承者们的生物学著作中、在中世纪希波克拉底学派的医学论著中，都表现出对于细致观察和经验研究的爱好，但与此同时却也一直存在着厌恶实际应用或鄙视物理实验的价值的证据。阿基米德由于在机械发明和工程上的伟大独创性以及几何和静力学方面的理论性工作而著称，可是他却不屑撰写一本论述工程学的教科书，把这看作是一个不值得进行科学探讨的课题。

正像我们已经看到的，亚历山大学派在广泛的科学领域内做出了许多革新和发现。除了我们已经提到的那些领域以外，医学和解剖学的工作由于公元一世纪末盖仑(Galen)的贡献而达到顶峰，公元前一世纪末的斯特拉波(Strabo)的地理学，公元前一世纪特拉斯的狄奥尼修斯(Dionysius of Thrace)的语法研究，这一切都标志着亚历山大里亚科学的影响范围。

这些以及其他许多成就都是亚历山大里亚学派所做出的革新和科学发明。实际上，较早的时期在柏拉图和亚里士多德及其学派的工作中的重大概念形成，这时得到推敲、解释，被应用于一些特定的科学问题。如我们所知，这不仅是一件阐发和扩展的事

情。各种不同的概念都经过试验；抽象的思想实验、假说、模型都得到发展；希腊几何天才的花卉，不仅在高度复杂的证明和论证方法的严格发展方面，而且在应用于力学、工程以及诸如克特西比乌斯(Ctesibius)的水钟这类富有创造性的机械发明方面，都结出了硕果。物理世界图景的理性化经过若干突飞猛进的时期而飞跃发展。但是，科学和理论进步的速率是不平衡的，科学成长的条件也不永远是最优的。地方迷信，狭隘的宗教狂热，把科学当作神学的、国家政策和意识形态的创造奇迹、令人惊恐的婢女这种机会主义的应用，常常钝化了科学思想的批判锋芒。像阿基米德这样一位伟大的科学家，在罗马人攻占了他的家乡叙拉古城邦时，竟在战争中被杀害了。历史上这种普通的阴暗命运给科学思想的发展所提供的决不是平坦的无中断的基础。然而是在各个高度繁荣和文化昌盛的时期，各种学派和研究机构就兴旺发达，阿卡迭米学院持续了将近900年，莱西昂学园在世600年左右。亚历山大里亚这个伟大的中心曾数度瓦解：托勒密九世（在位于公元前146—117年间）时对希腊学者的迫害使得柏拉图和亚里士多德的科学继承者们流散到东方和西方新的学术中心去了；而后，公元前47年的一场大火焚毁了〔亚历山大里亚〕图书馆（后来又重新建立起来了）；最后，在公元640年，穆罕默德的将军阿姆罗（Amrou）毁坏了博物馆，烧毁了图书馆。在此一个世纪之前，查士丁尼大帝\*（在公元529年）就已关闭了雅典的柏拉图的阿卡迭米学院。亚历山大里亚图书馆的巨大收藏（估计约有七十万册）永远失传了，重建古典的学术和科学便一直成为在八世纪到十一世纪阿拉伯和犹太复兴时期（包括波斯的学术和科学中心）、在基督教的中世纪早期（在基督教修道院，后来在巴黎、牛津、波伦亚、帕

\* 即查士丁尼一世(Justinian the Great, 公元483-565年) 东罗马皇帝, 于527—565年在位。——译注

多瓦等大学中心和大教堂学院)、最后在十六至十七世纪光荣的人文主义文艺复兴时期的无数思想家、翻译家和抄写员的任务,所有这些都回顾了希腊的理性和秩序的模式,把此当作重建他们自己的理想世界观的基础。

## 附录C

# 逻辑符号

## 基本符号

在符号逻辑的表示法中，命题(或语句)和自变项的形式表示是利用字母符号表示变量和常量，而用特殊符号表示逻辑联结词。

个体常项是用开头的小写字母(a, b, c, ……)表示的。个体变项是用末尾的小写字母(x, y, z, ……)表示的。

在从数学借用的函数表示法中，谓词是用表示谓词变项和常项的大写字母表示的，而且用到谓词的那些项——一个体常项和个体变项——放在圆括号里面。例如，谓词语句：亚里士多德是希腊人(这个语句把希腊人这个特性赋予亚里士多德这个人)这种形式被记成G(a)。大写字母P, Q, R一般被用作谓词变项。例如，把谓词赋予个体变项的一般表达式将表现为数学中的函数表达式，比如，P(x)(读作“x的P”或者有时简单地读作“P<sub>x</sub>”。象类或集合那样，谓词的解释给出(在第七章所给出的元素的)类的另一种表示(第215页及以后)。因此，P(x)将被解释成 $x \in P$ ，或者“x是类或集合P的元素。”

语句或命题(例如，桌子是棕色的，或者右边第二个门通顶楼)是用大写字母表示的，还有，字母表中前面的字母通常表示常项，P, Q, R和S一般表示变项。这些称为原子语句。由复合的或联结的原子语句形成的那些语句叫做“复合语句”或者“分子语句”。桌子是棕色的并且右边第二个门通顶楼，这个语句就是

用合取词并且联结起来的这样一种分子语句。逻辑学中的语句联结词来源于自然语言中的联结词，而这种联结词显然是用真值表定义的，因为与逻辑语句的这种关系等于与它们的真值的关系。逻辑学中主要语句联结词(或简称逻辑联结词)大约相当于普通语言中的联结词：并且，或者(或要末-要末)，如果-则，当且仅当，但是，这些联结词的精确意义依赖于它们的真值函项的定义。例如，命题P和Q的合取——也就是，复合语句亚里士多德是希腊人并且桌子是棕色的——只有当原子语句亚里士多德是希腊人和桌子是棕色的，都是真的时候，整个语句才是真的；而且当其中任一个或者两个原子语句是假的时候，整个语句才是假的。在这个意义上，改变其真值的那种语句否定词也被看作是逻辑学的联结词。也就是说，在语句前面加个词头不(not)，使得真语句变成假语句，而反过来也是这样的。例如，如果亚里士多德是希腊人这个语句是真的，则亚里士多德是希腊人不是事实(或者亚里士多德不是希腊人)这个语句是假的。

在符号逻辑中，真值函项的联结词表示如下：

1. 否定词：“ $\sim$ ”(或否定号)，所以，“ $\sim P$ ”读作“非P”。
2. 合取词：“ $\cdot$ ”，所以，“ $P \cdot Q$ ”读作“P并且Q”。
3. 选择词：“ $\vee$ ”(或Vel)，因此，“ $P \vee Q$ ”读作“P或者Q”。
4. 实质蕴涵：“ $\supset$ ”[或马蹄铁(horseshoe)]；在本书中有时用“ $\rightarrow$ ”代替，所以，“ $P \supset Q$ ”读作“如果P则Q”，或者有时(在具体逻辑定义方面为了避免一般应用的混淆)读作“P horseshoe Q”(不可把这种表示法与类似的集合论的类包含的概念相混淆)。
5. 等价：“ $\equiv$ ”或者有时用“ $\leftrightarrow$ ”表示，这是实质蕴涵在其中两个方向都成立的情况，也就是，对于“ $P \leftrightarrow Q$ ”，我们可以记作“ $(P \rightarrow Q) \cdot (Q \rightarrow P)$ ”，或者缩写成“双重条件”“ $P \leftrightarrow Q$ ”，它读作“P当且仅当Q”(或者“Q当且仅当P”)。(注意，这里用圆括号来

分隔这两个复合语句“ $P \rightarrow Q$ ”和“ $Q \rightarrow P$ ”，以便人们不会错误地把“ $Q \cdot Q$ ”当作分离的复合语句。）

这些联结词的真值表定义如下：

(1) 否定词

$P \sim P$	
T	F
F	T

(2) 合取词

PQ	$P \cdot Q$
TT	T
TF	F
FT	F
FF	F

(3) 选择词

PQ	$P \vee Q$
TT	T
TF	T
FT	T
FF	F

(4) 实质蕴涵

PQ	$P \rightarrow Q$
TT	T
TF	F
FT	T
FF	T

(5) 等价

PQ	$P \leftrightarrow Q$
TT	T
TF	F
FT	F
FF	T

显而易见，复合联结词“ $\sim(P \cdot \sim Q)$ ”的真值表与“ $P \rightarrow Q$ ”的真值表是一样的。在这种情况下，真值表(4)和(6)的真值函数是等价的；或者我们可以说，联结词“ $\rightarrow$ ”可以用联结词“ $\sim$ ”和“ $\cdot$ ”来定义(如果我们要消去联结词“ $\rightarrow$ ”的话)。

(6) 用否定词和合取词表示实质蕴涵

PQ	$\sim Q$	$(P \cdot \sim Q)$	$\sim(P \cdot \sim Q)$
TT	F	F	T
TF	T	T	F
FT	F	F	T
FF	T	F	T

这个表〔(4)或(6)，因为这两个表的真值函项是等价的。〕在讨论推理规则中是特别重要的。基本的推理规则(所谓假言推理规则(是由这个表给出的,实际上,这个表说明(在这里, P是变项的前提或前件, Q是结论,象“如果P, 则Q”那样)真前提不可能得到假结论。实际上,这是正确推理的定义,而且表现在这个表中。这个真值表的最后一列用于表明 F的唯一实例是P真并且 Q假。

## 定 量 化

在逻辑学中,传统的所有、有些、没有这些词头的表示法在符号逻辑中是用量词代替的,也就是,算符放在定量语句的开头,它表示这个语句是在变项的什么范围内成立的。例如,如果我说的蜜蜂是昆虫这个语句表示,任何一只蜜蜂都是一只昆虫,或者所有蜜蜂都是昆虫,则全称量词放在这个表达式的前部,而且它“约束”表达式中那个变项的一切实例。因此,如果我想说,对于任何x,若x是一只蜜蜂,则x是一只昆虫,那末我将写作(x)〔B(x)→I(x)〕。〔这里B代表蜜蜂(bee), I代表昆虫(insect)——译者注〕

反之,如果我想断言,蜜蜂不是昆虫,或者等价地说,对于是蜜蜂的任何x来说,它不是昆虫,那末我将写作(x)〔B(x)→~I(x)〕。因此,置于语句(包括括号内的一切语句在内)前面的符号“(x)”是全称量词,它约束括号里面的语句的所有x的出现。

如果我们想要指出,有的蜜蜂是昆虫,或者至少有一只蜜蜂是昆虫,那末这个量词就是存在量词,存在量词用E的倒写符号表示,例如,“ $\exists x$ ”。这个存在量词读作,对于有的x,至少存在一个x,使得……。因此,有些人是妇女这个语句将表示成: $\exists x$ 〔H(x)·F(x)〕,或者至少存在一个x,使得x是人并且是个妇女。



这个注释只不过是介绍这种表示法。任何进一步的讨论都必然更直接地涉及到逻辑学的问题和定量化理论。有几本很好的人门教科书，清楚而详细地讨论了这些问题。进一步讨论应该参阅这些书。我们可以推荐其中几本如下：

W. V. Quine,《逻辑方法》(Methods of Logic), New York: Holt, 1950.

P. Suppes,《逻辑学导论》(Introductory Logic), New York: Van Nostrand, 1957.

I. Copi,《符号逻辑》(Symbolic Logic), New York: Macmillan, 1954.

## 附录D<sup>[489]</sup>

### 参考文献提示

#### 科学哲学一般著作

这个参考文献提示，向读者提供了与各章论题有关的一些著作和期刊文章的参考书目。不过，在这里一开始提出某些主要的科学哲学的一般著作也许是有益的，这些著作差不多都涉及了本书的全部论题范围。

较早期(大体上是第二次世界大战以前)的著作有A. C. Benjamin, *An Introduction to the Philosophy of Science* (New York: Macmillan, 1937); C. D. Broad, *Scientific Thought* (New York: Humanities Press, 1952); M. R. Cohen, *Reason and Nature* (New York: Harcourt, Brace, 1931); A. G. Ramsperger, *Philosophies of Science* (New York: F. S. Crofts, 1942); B. Russell, *The Scientific Outlook* (New York: Norton, 1962); M. Schlick, *Philosophy of Nature* (New York: Philosophical Library, 1949); W. H. Werkmeister, *A Philosophy of Science* (New York: Harper & Row, 1940). 不朽的经典有 M. R. Cohen 和 E. Nagel, *An Introduction to Logic and Scientific Method*, 其中第二卷(PP.191—403)题为《应用逻辑和科学方法》，讨论了范围广泛的问题。更早期的著作有 Karl Pearson, *The Grammar of Science*, 2nd ed. [London: Dent, 1906 (reissued, 1937)] 从实证论的一位创始人的观点进一步提出一种生动的说明。在说明

定律和理论方面具有特殊价值的有 N. R. Campbell, *What Is Science?* [London: Methuen, 1921(reprinted, New York: Dover, 1952)], A. N. Whitehead的几部著作对科学哲学作了复杂丰富的介绍, 尤其是从科学哲学对哲学史和一般文化的关系, 以及对逻辑和数学这些形式学科和对物理科学的关系方面。这些著作中有他的 *The Concept of Nature* (Ann Arbor: University of Michigan Press, 1957); *An Introduction to Mathematics* (New York: Galaxy, 1958); *Science and the Modern World* (New York: New American Library, 1959); 和更专门性的著作 *Foundations of Natural Knowledge* (Cambridge: Cambridge University Press, 1955)。

更新近的一般著作有 J. Bronowski, *The Common Sense of Science* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1953), 和 *Science and Human Values* (New York: Messner, 1956); C. W. Churchman and R. Ackoff, *Methods of Inquiry* (St. Louis: Educational Publishers, 1950); J. B. Conant, *Science and Common Sense* (New Haven: Yale University Press, 1951); P. Frank, *Philosophy of Science—The Link Between Science and Philosophy* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1957); C. G. Gillispie, *The Edge of Objectivity* (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1960); D. Hawkins, *The Language of Nature* (San Francisco: Freeman, 1964); A. Kaplan, *The Conduct of Inquiry—Methodology for Behavioral Science* (San Francisco: Chandler, 1964) Kaplan的这部著作尽管有它特定的重点, 但也对一般科学哲学作了许多论述; J. G. Kemeny, *A Philosopher Looks at Science* (Princeton, N. J.: Van Nostrand, 1959) 则是一本出色的入门书; H. Mehlberg, *The Reach of*

*Science*(Toronto: University of Toronto Press, 1958), 该书论述测量的章节相当出色, 具有现实的经验论的风格; E. Nagel, *The Structure of Science* (New York: Harcourt, Brace, 1961), 是多年来在当代科学哲学前沿的研究活动的产物, 可能是当前一般性著作中最有综合性的一部著作, 尤其是在对解释、生物科学、社会科学和历史的探讨方面——该书第2卷正在出版中; Leonard K. Nash, *The Nature of the Natural Sciences* (Boston: Little, Brown, 1963), 是一本具有特色、非正统观点的论著, 自然科学和科学史方面的参考资料尤为丰富; F. S. C. Northrop, *The Logic of the Sciences and the Humanities* (New York: Macmillan, 1947); A. Pap, *An Introduction to Philosophy of Science* (New York: The Free Press, 1962), 这是一位杰出的美国青年哲学家死后出版的著作。它十分系统、清晰地探讨意义和确证理论同科学哲学的关系, 值得注意的是它对几率和归纳法以及因果概念的分析——这是极有意义的分析工作。H. Reichenbach, *Introduction to Scientific Philosophy*(Los Angeles and Berkeley: University of California Press, 1951), 这是一本很大程度上属于非技术性的论述科学中的一些实质性问题的著作, 它的作者是当代“第一代”科学哲学家中最多产、最有影响者之一, 他引进了科学中的证明与发现的区分。还有A. D. Ritchie, *Scientific Method* (Paterson, N. J.: Littlefield Adams, 1960); B. Russell, *Human Knowledge—Its Scope and Limits* (New York: Simon and Schuster, 1948); S. Toulmin, *The Philosophy of Science—An Introduction* (London: Hutchinson's, 1953), 和*Foresight and Understanding—An Enquiry into the Aims of Science* (Bloomington, Ind.: Indiana University Press, 1961); 以及 H. Weyl, *Philosophy of Mathematics and Natural Science* (Princeton, N

J.: Princeton University Press, 1949).

### 选编集本：科学哲学文选本

近些年来，出现了许多旨在于作为资料汇编或科学哲学文选的选编文集。它们同科学史的文选或自然哲学的文选并没有明显的界线。最重要的有：H. Feigl and M. Brodbeck, eds., *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1953); P. P. Wiener, ed., *Readings in Philosophy of Science* (New York: Scribner's, 1953); E. Madden, ed., *The Structure of Scientific Thought* (Boston: Houghton Mifflin, 1960); A. Danto, and A. Morgenbesser, eds., *Philosophy of Science-Readings* (New York: Meridian, 1960); H. J. Koren, ed., *Readings in the Philosophy of Nature* (Westminster, Md.: The Newman Press, 1961). 与科学哲学有关的科学发现和实验史的资料可在下列书中找到：J. B. Conant, ed., *Harvard Case Histories in Experimental Science* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1950), two volumes; M. Shamos, ed., *Great Experiments in Physics* (New York: Dryden, 1959); G. Schwartz and P. Bishop, eds., *Moments of Discovery* (New York: Basic Books, 1958); J. R. Newman, ed., *The World of Mathematics* (New York: Simon and Schuster, 1956); R. H. Herrnstein and E. G. Boring, eds., *A Source Book in the History of Psychology* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1965). 许多富有启发性的论文收在J. R. Newman, ed., *What Is Science?* (New York: Simon and Schuster, 1955)中，例如，可以见到B. Russell, J. Huxley, Condon, Whittaker的文章。其他最新汇编本有：A. Beiser, ed., *The World*

*of Physics* (New York: McGraw-Hill, 1960); R. Kahl, ed., *Studies in Explanation—A Reader in Philosophy of Science* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1963), 收集范围尤为广泛。

### 专题论文集、学术讨论会报告和 当前科学哲学讨论文章汇编

科学哲学的许多现行的论著载于期刊中, 诸如*Philosophy of Science* (U. S.), *The British Journal for the Philosophy of Science* (England), *Synthese* (Holland), *Voprosi Filozofii* (U. S. S. R.), 也出现在国内外的所有哲学杂志中, 偶尔也刊登在一些一般的科学杂志和专业学科的科学杂志中, 如*Scientific American*, *Science*, *American Scientist*, *Psychological Review*, (U. S.), *Nature* (England), 和*Isis* (on the history of science, U. S.). 这类出版物的一些较新的、有意义的部分已经被汇编成特集, 发表有关科学哲学专题的大会、专题讨论会、专家讨论会、学术讨论会和讲习会的记录, 或者作为纪念对科学哲学有贡献的长者的《纪念文集》。下列三卷即属于这类出版物: *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*: Vol. I, H. Feigl and M. Scriven, eds., *The Foundations of Science and the Concepts of Psychology and Psychoanalysis*; Vol. II, H. Feigl, M. Scriven, and G. Maxwell, eds., *Concepts, Theories and the Mind-Body Problem*; Vol. III, H. Feigl and G. Maxwell, eds., *Scientific Explanation, Space and Time*. 所有这三卷都是他们在〔美〕明尼苏达科学哲学中心合作研究的产物, (分别在1956、1958和1962年)由University of Minnesota Press出版。还有R. Colodny, ed., *Frontiers of Science and Philosophy* (Pittsburgh: Pittsbur-

gh University Press, 1962); B. Baumrin, ed., *Philosophy of Science—The Delaware Seminar*(New York: Interscience, Vol. I, 1962, Vol. II, 1963); M. Wartofsky, ed., *Boston Studies in the Philosophy of Science* (Dordrecht, Holland: Reidel, 1963); R. S. Cohen and M. Wartofsky, eds., *Boston Studies in the Philosophy of Science—Essays in Honor of P. Frank*, Vol. II (New York: Humanities Press, 1965); Vol. III (forthcoming); H. Feigl and G. Maxwell, eds., *Current Issues in the Philosophy of Science* (New York: Holt, 1961); A. Tarski, P. Suppes, and E. Nagel, eds., *Logic, Methodology and Science—Proceedings of the International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science* (Stanford: Stanford University Press, 1960); *Proceedings of the 1964 International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science*(Amsterdam: North-Holland Publishing Co., 1966). 在《纪念文集》中(除上述纪念P. Frank的以外)有Library of Living Philosophers的纪念爱因斯坦和罗素、怀特海、杜威和C. D. 布罗德的重要卷帙, 编者是P. Schilpp。其中最近的一卷*The Philosophy of Rudolf Carnap* (La Salle, Ill.: Open Court, 1964), 经过长期延误方告问世, 它是格外重要的一卷。而且这套书正在出版《卡尔·波普尔的哲学》。有两本更简要的纪念文集, 一本是1960年12月的*Synthese*杂志第十二期专刊, 纪念R·卡尔纳普诞辰七十周年, 另一本是纪念卡尔·波普尔的: M. Bunge, ed., *The Critical Approach in Science and Philosophy*(New York: Macmillan, 1964), 为讨论这两位科学家的工作增添了新的材料。这些文集中, 还有刚刚出版的纪念Herbert Feigl的文集: P. K. Feyerabend and G. Maxwell, eds., *Mind, Matter and Method—Essays in Philoso-*

*phy and Science in Honor of Herbert Feigl* (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1966). 无疑许多这样的文集将会陆续问世, 并且作为出版当代科学哲学著作的重要手段。

其他的学术讨论会专集包括the series edited by S. Hook, N. Y. U. Institute of Philosophy Symposia, 特别是 *Determinism and Freedom in the Age of Modern Science; Psychoanalysis, Scientific Method and Philosophy; and Dimensions of Mind* (New York: New York University Press, 1958, 1959, 1960, respectively) and P. Frank, ed., *The Validation of Scientific Theories* (New York: Collier Books, 1961).

## 第 一 章

前面所列的一般著作中差不多都以这种或那种方式讨论科学与哲学的关系问题。这个问题一直吸引着从柏拉图、亚里士多德时代(当时哲学和科学尚未明确做出区分, 但这个问题还是存在的)到当代实证论和经验论哲学诞生时期(此时力图把这一区分当作是一种绝对的区分)的哲学家和科学家。关于这个问题的各个方面的有关讨论见下列著作: J. Bernal, *The Social Function of Science* (London: Routledge and Kegan Paul, 1949); M. Brodbeck, "The Nature and Function of Philosophy of Science," in H. Feigl and M. Brodbeck, eds., *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1953); J. B. Conant, *On Understanding Science* (The Terry Lectures) (New Haven: Yale University Press, 1947). 以及作了许多扩充和修改的 *Science and Common Sense* (New Haven: Yale University Press, 1951); J. Dewey, *Logic: The Theory of Inquiry* (New York: Holt, 1938); H. Dingle, *Through Science to Philosophy*



(Oxford: Clarendon, 1937), and *The Scientific Adventure* (New York: Philosophical Library, 1953); P. Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, tr. P. Wiener (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1954); H. Feigl, "The Scientific Outlook—Naturalism and Humanism," in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.* (an especially cogent brief treatment), 及其 "The Philosophy of Science" in R. Schlatter, ed., *Humanistic Scholarship in America* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1964). Philipp Frank 极为详细地讨论了这个问题, 并在他的下列著作的引言部分中提出了这个问题的当前的历史背景: *Philosophy of Science—The Link Between Science and Philosophy* (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1957), 特别是在他的 *Modern Science and its Philosophy* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1949) 和论文(reprinted there) "The Origin of the Separation Between Science and Philosophy," *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, 80:115—139 (1952). 一本较老的著作是 J. S. Haldane's *The Sciences and Philosophy* [The Cifford Lectures, University of Clasgow, 1927—1928 (London: Hodder, 1929)]. 还可参见 R. Oppenheimer, *Science and the Common Understanding* (New York: Simon and Schuster, 1954); and E. Schrödinger, *Science and the Human Temperament* (New York: Norton, 1935). 关于科学同哲学的关系的进一步的参考材料可见第十五章的参考文献提示。C. P. Snow 的引起争论的论文: *The Two Cultures and the Scientific Revolution* [The Rede Lecture, Cambridge University (Cambridge: Cambridge University Press, 1961)] 显然也属于这个范围。

从意义和证明或可检验性的标准上对科学与哲学的分离的有

关讨论见A. J. Ayer *Language Truth and Logic* (London: Collier, 1936); H. Reichenbach, *The Rise of Scientific Philosophy* (Los Angeles and Berkeley: University of California Press, 1951); 这个问题也引起了卡尔·波普尔的关注, 他在许多著作中把它当作“分界问题”来讨论, 包括在他的 *The Logic of Scientific Discovery* (London: Hutchinson, 1959) 一书中, 和在他的论文“The Demarcation Between Science and Philosophy.” in his *Conjectures and Refutations* (New York: Basic Books, 1962) 中。对各种不同的哲学体系及其与科学的联系的系统探讨, 见 S. Pepper, *World Hypotheses—A Study in Evidence* (Berkeley: University of California Press, 1942).

## 第二——三章

最持续地论述科学是一项人类活动的, 也许就是约翰·杜威的著作。虽然他的任何一本著作都没有整段地论述这个论点, 但这个论点, 却贯串着他的许多著作, 在这些著作中, 杜威更为关注的是人类经验对自然界和对社会的关系, 其中也揭示和描绘了习惯、智力、认识性认知(从理论性和实践性两个方面)之间的关系。与此有关的主要著作有综述和介绍了杜威主要关注的 *Reconstruction in Philosophy* (New York: Holt, 1920); *Human Nature and Conduct* (New York: Modern Library, 1930); *Logic: The Theory of Inquiry* (New York: Holt, 1939), 特别是 Chapters 3 and 4; 而这些文章中最集中论述的是, *Experience and Nature* (New York: Norton, 1925). J. Ratner 编的文集 *Intelligence in the Modern World* (New York: Random House, 1939), 以及 *The Philosophy of John Dewey*, in the *Library of Living Philosophers*, edited by Paul Schilpp (New York: Tudor, 1939) 也很

重要。探讨认识与知觉的著作,与本章有关的包括F. C. Bartlett, *Thinking* (London: Allen and Unwin, 1958); Sir Russell B-rain, *The Nature of Experience*(London: Oxford University P-ress, 1959); H. Dingle, *Science and Human Experience* (Lon-don: Williams and Norgate,1931); J. J. Gibson, *The Perception of the Visual World* (Boston: Houghton Mifflin, 1950); S. Kör-ner, *Conceptual Thinking—A Logical Inquiry* (New York: Dover, 1959), especially Part I, Chapters 1—7 and Part III, Chapters 25—33, E. C. Tolman和E. Brunswik的文章“The Organism and the Causal Texture of the Environment,” *Psych. Review*, 42. 43—77 (1935)以及Tolman的著名文章“Cognitive Maps in Rats and Men,” *Psych. Review*, 55:189—208 (1948).在这一方面,实用主义运动的先驱者Chauncey Wright (赖特)的一篇早期论文在这方面也是重要的:“The Evolution of Self-Consciousness,” in E. H. Madden, *The Philosophical Writings of Chauncey Wright* (New York: Liberal Arts Press, 1958).书中所引述的工作是H. Werner and B. Kaplan, *Symbol Formation—An Organismic-Developmental Ap-proach to Language and the Expression of Thought* (New York: Wiley, 1963), 特别是 Parts I (Theory) and II (Ontogenesis).

Herbert Mead的 *Mind, Self and Behavior*(Chicago: Univer-sity of Chicago Press, 1934) 提供出了一种关于考虑人同其环境和同其他人的相互作用的独特的哲学框架。Mead提出了一种与杜威的相互作用论相类似的观点,二者都导源于19世纪的德国哲学,他俩人的工作显然同费希特、黑格尔和叔本华有联系,也同马克思和达尔文的影响有联系。当代对知觉活动以及在感知活动中作为“假说”或“定向”这些认识结构的作用的心理学探索,也许数Jerome S. Bruner及其合作者们的工作最为出色。与此有关

的一些主要著作有J. Bruner, J. Goodnow, and G. Austin, eds., *A Study of Thinking* (New York: Wiley, 1956); J. Bruner, *On Knowing* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1962);以及如下的一些文章: J. Bruner and L. Postman, "Symbolic Value as an Organizing Factor in Perception," *Journal of Soc. Psych.*, **27**:203—208(1948); J. Bruner, "On Perceptual Readiness," in D. C. Beardsley and M. Wertheimer, eds., *Readings in Perception* (Princeton, N. J.: Van Nostrand, 1958); J. Bruner, "The Act of Discovery" and "Learning and Thinking," 二者都载于R. C. Anderson and D. P. Ausubel, eds., *Readings in the Psychology of Cognition* (New York: Holt, 1965). J. Hochberg的 *Perception* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1964) 是一本出色的知觉心理学导论。

有关发育心理学的著作见J. Piaget 的著述全集。与我们有关的以及它的哲学兴趣乃在于这种论点: 即概念形成中的个体重演发展史, 以及概念的历史演化可以追溯到儿童的概念形成过程(这是19世纪时斯宾塞曾经提出过的论点, 在当代的发育心理学中有其追随者)。在Piaget的无数著作中, 对我们来说, 具有特殊意义的包括 *The Language and Thought of the Child* (New York: Meridian, 1955); *The Child's Concept of the World* (New York: Harcourt, Brace, 1929); *The Child's Conception of Physical Causality* (New York: Harcourt, Brace, 1930). 专门研究万物有灵论、与我们有关的著作有Margaret Mead的早期论文 "An Investigation of the Thought of Primitive Children with Special Reference to Animism," *J. R. Anthropol. Inst.*, **62**:173—90(1932), 以及R. W. Russell and W. Dennis, "Studies in Animism, I—IV," *Journal of Genetic Psych.*, 1939—40 and W. Dennis, "Animism and Related Tendencies in Hopi Children," *J. Abn. Soc. Psych.*, **38**:21—36(1943).

重新构思出早期人的生活、社会、艺术和思想模式，既是一门细致的科学，又是一门思辨艺术。与此有关的著作包括：F. Boas, *The Mind of Primitive Man* (New York: Macmillan, 1938); V. Gordon Childe, *Man Makes Himself* (London: Watts, 1936), and *Social Evolution* (London: Watts, 1951); E. Durkheim, *The Elementary Forms of the Religious Life—A Study in Religious Sociology*, tr. J. W. Swain (London: Allen and Unwin, 1915); 及其 *De la Division du travail social*, sixth edition (Paris: Alcan, 1932). 本书正文中所引的著作，H. Frankfort et al., *Before Philosophy* (originally titled *The Intellectual Adventure of Ancient Man*) (Baltimore: Penguin, 1949) 讨论埃及、巴比伦和希腊的早期思想。Sir James Fraser 对于杂交文化在神话和宗教礼仪方面的类似性的经典研究，*The Golden Bough* (New York: Macmillan, 1922) 这部著作另有一种节略本，它作为乘坐地铁和电车时用以消磨时间的读物是最妙不过了。Macmillan 公司在1963年重新发行过这本节略本的简装本。还可以见：Melville Herskovits, *Man and His Works* (New York: Knopf, 1948); Hans Kelsen, *Society and Nature* (London: Routledge and Kegan Paul, 1946); J. Maringer, *The Gods of Prehistoric Man* (New York: Knopf, 1960); Milton Munitz, ed., *Theories of the Universe—From Babylonian Myth to Modern Science* (New York: The Free Press, 1957); J. Needham, *Human Law and the Laws of Nature in China and the West* [Hobhouse Memorial Lecture (London: Oxford University Press, 1951)]; A. R. Radcliffe-Brown, *Structure and Function in Primitive Society—Essays and Addresses* (New York: The Free Press, 1952); Paul Radin, *Primitive Man as a Philosopher* (New

York: Appleton, 1927); R. Redfield, *The Primitive World and Its Transformations* (Ithaca, N. Y.: Cornell University Press, 1953); S. L. Washburn, ed., *The Social Life of Early Man* (Chicago: Aldine, 1961). On early art, see G. Weltfish, *The Origins of Art* (Indianapolis: Bobbs-Merrill, 1953); P. Graziosi, *Paleolithic Art* (New York: McGraw-Hill, 1960); and the sumptuously illustrated S. Giedion, *The Eternal Present: The Beginnings of Art*, Bollingen Series X X X. 6.1 (New York: Pantheon, 1962).

#### 第 四 章

关于常识及其同科学的关系的讨论可以在前面第一章的参考文献提示中所列的许多介绍性的一般文献中找到。也许可以专门提出杜威的讨论: *Logic: The Theory of Inquiry* (New York: Holt, 1938), 尤其是 Chapters 2—4; E. Nagel, *The Structure of Science* (New York: Harcourt, Brace, 1961), Chapter 1; L. Nah, *The Nature of the Natural Sciences* (Boston: Little, Brown, 1963), Chapters I and II. 实用主义的创始人 C. S. 皮尔斯的著述中, 充满着一种相当于关于常识的理论, 这种理论与他的进化思想相联系, 颇富辨别力并且经过了精心的阐述。这里提出他的两篇介绍性文章: “The Fixation of Belief” 和 “Critical Common-Sensism,” in J. Buchler, *The Philosophical Writings of Peirce* (New York: Dover, 1955), Bertrand Russell在 *The Analysis of Matter* (London: Allen and Unwin, 1927), 一书的第 IV 和 VII 章中考虑了这个问题。一种建立在常识基础上的明确的哲学见解是由 18 世纪苏格兰常识实在论学派发展起来的 (例如 Thomas Reid’s *Essays on the Intellectual Powers of Man and*

Dugald Stewart's *The Philosophy of the Active and Moral Powers of Man and Elements of the Philosophy of the Human Mind*). 更新近的是G. E. Moore 的常识论, 例如他的 "A Defense of Common Sense" in *Philosophical Papers* (London: Allen and Unwin, 1959). 维特根斯坦的语言哲学, 他对语言的普通用法及其对“生命形式”的关系的关注, 是通过对“普通语言”的分析对常识的另一种探讨, 例如他的 *Philosophical Investigations* (New York: Macmillan, 1953).

论述希腊哲学和科学的文献浩如烟海, 这里只能试图最扼要地提出一些有关的著作。在论述希腊科学和哲学的起源的较一般性的著作中有: F. M. Cornford, *Principium Sapientiae: The Origins of Greek Philosophic Thought*(Cambridge: Cambridge University Press, 1952) 和他早期的 *From Religion to Philosophy in Ancient Greece* (New York: Harper Torchbooks, 1957); 以及他在 *The Unwritten Philosophy* (Cambridge: Cambridge University Press, 1950) 和 *in Before and After Socrates* (Cambridge: Cambridge University Press, 1932) 中的论文; E. R. Dodds, *The Greeks and the Irrational* (Berkeley: University of California Press, 1951); H. Frankfort et al, *Before Philosophy—The Intellectual Adventure of Ancient Man*(Baltimore: Penguin, 1949); W. K. Guthrie, *The Greeks and Their Gods*(London: Methuen, 1950); 还有他的 *In the Beginning* (Ithaca: Cornell University Press, 1957); J. Harrison, *Prolegomena to the Study of Greek Religion* (Cambridge: Cambridge University Press, 1922); W.A. Heidel, *The Heroic Age of Science* (Baltimore: Williams and Wilkins, 1933) (该书是基本而重要的阐述) 和他的 *Hippocratic Medicine, Its Spirit and Method* (New York: Columbia

University Press, 1941); E. H. Hutten, *The Origins of Science* (London: Allen and Unwin, 1962); W. Jaeger, *The Theology of the Early Greek Philosophers* (Oxford: Clarendon, 1947); H. Kelsen, *Society and Nature* (London: Paul, Trench, Trubner, 1946); G. Misch, *The Dawn of Philosophy* (London: Routledge and Kegan Paul, 1950); L. Robin, *Greek Thought and the Origins of the Scientific Spirit* (London: Paul, Trench, Trubner, 1928); E. Schrödinger, *Nature and the Greeks* (Cambridge: Cambridge University Press, 1954); S. Sambursky, *The Physical World of the Greeks* (New York: Macmillan, 1956) and *The Physical World of Late Antiquity* (New York: Basic Books, 1962); G. de Santillana, *Origins of Scientific Thought* (Chicago: Chicago University Press, 1961); B. Snell, *The Discovery of the Mind—The Greek Origins of European Thought* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1953); G. Thomson, *Studies in Ancient Greek Society, II: The First Philosophers* (London: Lawrence & Wishart, 1955). 也可见 F. M. Cornford 的批判: "The Marxist View of Ancient Philosophy," in *The Unwritten Philosophy, op. cit.*

像法灵顿 (Farrington) (他的著作列举在后边) 一样, 汤姆逊 (Thomson) 是一位英国马克思主义学者, 他对于从历史唯物主义的观点去理解希腊思想和文学的社会背景做了大量的工作 (例如他的 *Aeschylus in Athens*)。本杰明·法灵顿在这个领域里的工作是独具一格的, 常常引起人们的争议 (参见前面所列的 Cornford 的批判文章 *The Unwritten Philosophy*)。他力图把古希腊的哲学和科学思想同社会和政治的背景联系起来。在这方面, 他的主要著作都是很易懂的, 有: *Science in Antiquity* (London: Oxford U.



niversity Press, 1936), *Science and Politics in the Ancient World*(London: Allen and Unwin, 1936), *Greek Science, revised ed.* (Baltimore: Penguin, 1961); and *Head and Hand in Ancient Greece* (London: Watts, 1947).

苏格拉底以前的哲学家的现存片断的译文有几种版本。早一点的是J. Burnet, *Early Greek Philosophy* (New York: Macmillan, 1930), 其中包括作者本人独特的“实证论”的解说。比较完整的资料有 K. Freeman, *Ancilla to the Pre-Socratic Philosophers*(Oxford: Blackwell, 1952)和她的*Companion to the Pre-Socratic Philosophers* (Oxford: Blackwell, 1953). 带有解说的希腊文章的袖珍一卷汇编本有 G. S. Kirk and J. W. Raven, *The Pre-Socratics* (Cambridge: Cambridge University Press, 1957)还有 M. Nahm, *Selections from Early Greek Philosophy* (Appleton-Century-Crofts, 1962). 专题研究包括C. Bailey, *The Greek Atomists and Epicurus* (Oxford: Clarendon, 1928); J. Beare, *Greek Theories of Elementary Cognition* (Oxford: Clarendon, 1906); D. Greenberg and D. Gershenson, *Anaxagoras* (New York:Blaisdell, 1964); 是古代资料的系统性和批判性的重新构成; H. C. Kahn, *Anaximander and the Origins of Greek Cosmology* (New York: Columbia University Press, 1960); P. Wheelwright, *Heraclitus*(Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1959). 还可参见G. S. Kirk的论文“Natural Change in Heraclitus,” *Mind*, 60:35—42, 1951. Karl Popper(在当代的科学哲学家当中)在他下述引起殊多讨论的论文中回顾了苏格拉底以前的时代:“Back to the Pre-Socratics,”*Proceedings Aristotelian Soc.*, N. S. 59: 1—24 (1958), 收在 K. Popper, *Conjecture and Refutations*(New York: Basic Books, 1962)中。这一卷中还有他对柏拉

图和毕达哥拉斯的无理数问题的讨论：“The Nature of Philosophical Problems and Their Roots in Science,”特别是第IV—VIII节。

在许多希腊哲学史著作中，流行的有W. Windelband, *History of Ancient Philosophy* [New York: Dover, 1956( not to be confused with his two-volume *History of Philosophy*)]. 作为辩证地讨论问题和批判的著作，它至今仍是追索希腊哲学发展的最出色的著作之一。在古典德文的哲学史著作中，已译成英文的E. Zeller的 *Outlines of the History of Greek Philosophy* (New York: Meridian, 1955) 是非常有用的，现代所写的历史有J. Burnet, *Greek Philosophy, I: Thales to Plato* (London: Macmillan, 1914); F. Copleston's *History of Philosophy, Vol. I* (Garden City, N. Y.: Doubleday, 1963); T. Gomperz, *Greek Thinkers* (New York: Scribner, 1912); F. Thilly and L. Wood, *A History of Philosophy* (New York: Holt, 1957); J. H. Randall 出色的 *The Career of Philosophy, Vol. I* (New York: Columbia University Press, 1962) 和传世之传 *The Making of the Modern Mind* (Boston: Houghton Mifflin, 1940) 中的有关部分。

论述柏拉图和亚里士多德的著作是大量的，这里只能列出几种：A. E. Taylor, *Platonism* (New York: Longmans-Green, 1927), 和 *Plato, the Man and his Work* (London: Methuen, 1926). 柏拉图的著作有许多选本，还有两卷集的全集本 (New York: Random House, 1937), 还有更新的一卷本 (价格相当便宜)，编者是E. Hamilton和H. Cairns (New York: Bollingen, 1961). 论述亚里士多德的有W. D. Ross, *Aristotle* (New York: Meridian, 1959) 和J. H. Randall Jr., *Aristotle* (New York: Columbia University Press, 1960). 在一卷选本中，最完整的是 *Basic Works of Aristotle*, ed. R. McKeon (New York: Random House, 1941).

希波克拉底的著作收集在Loeb Classical Library, in the translation of W. H. S. Jones. 见 *Hippocrates*, Vol. I, [London: Heinemann, 1923 (New York: Putnam's)], 特别是 "Ancient Medicine," "Airs, Waters, Places," and "Percepts," 等著作收集于其中。关于苏格拉底的辩证方法, 柏拉图所著的所谓苏格拉底的对话是活生生的资料。尤其可见下列几篇对话: *Euthyphro*, *Crito*, *Phaedo*, *Euthydemus*, and *Laches*. 柏拉图所写的苏格拉底的认识论的发展在下列对话中尤为清楚: *Meno*, *Theatetus*, and Books VI and VII of *The Republic*. 论述作为批判工具的辩证法, 参见 K. Popper 的论文 "On Dialectics," in his *Conjectures and Refutations* (New York: Basic Books, 1962), pp. 312—335.

极为广泛的文献充分探讨了希腊科学及其同哲学思想的关系, 可以选列出: P. Brunet and A. Mieli, *Histoire des sciences: Antiquité* (Paris: Pagot, 1935); M. Clagett, *Greek Science in Antiquity* (New York: Abelard-Schuman, 1955); 第一流的文选有 M. R. Cohen and I. Drabkin, *Source Book in Greek Science* (New York: McGraw-Hill, 1948); J. L. Heiberg, *Mathematics and Physical Science in Classical Antiquity* (Oxford: Oxford University Press, 1922); O. Neugebauer, *The Exact Sciences in Antiquity* (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1952); J. L. Partington, *The Origins and Development of Applied Chemistry* (London: Longmans, Green, 1935) 中的有关章节; J. Precope, *Iatrophilosophers of the Hellenic States* (London: Heinemann, 1961); A. Reymond, *History of the Sciences in Graeco-Roman Antiquity* (New York: Dutton, 1927); A. D. Ritchie, *Studies in the History and Methods of the Sciences* (Edinburgh: The University Press, 1958). 特别是 Chapters

II—VI); G. de Santillana, *The Origins of Scientific Thought, from Anaximander to Proclus, 600 B. C. to 300 A. D.* (Chicago: Chicago University Press, 1961); C. Singer, *Greek Biology and Greek Medicine* (Oxford: Clarendon, 1922); 及其 *A History of Biology* (London: Abelard-Schuman, 1962); H. Sigrist, *A History of Medicine*, Vol. I (New Haven: Yale University Press, 1951); George Sarton, *Ancient Science and Modern Civilization* (New York: Harper Torchbooks, 1954), 尤其参见论述欧几里得、托勒密以及希腊科学的终结的文章; 还有 Sarton's *A History of Science*, Vol. I (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1952); P. Tannery, *Pour l'Histoire de la science hellène* (Paris: F. Alcan, 1887); L. Thorndike, *A History of Magic and Experimental Science*, Vol. I (New York: Macmillan, 1923); S. Toulmin and J. Goodfield, *The Architecture of Matter* (New York: Harper & Row, 1962), 特别是 Chapters 1—6. For special studies, see d'Arcy Thompson, *Aristotle as a Biologist*, C. Bailey, *The Greek Atomists and Epicurus* (Oxford: Clarendon, 1928); A. G. von Melsen, *From Atomos to Atom* (New York: Harper Torchbooks, 1960); S. Sambursky, *The Physics of the Stoics* (London: Routledge, 1958); 和 B. Mates, *Stoic Logic* (Berkeley: University of California Press, 1961). 希腊科学研究论文选集有 R. M. Palter, ed., *Toward Modern Science—Studies in Ancient and Medieval Science*, Vol. I [(New York: Noonday Press, 1961), 包括 d'Arcy Thompson 的上述论文, 和 Neugebauer, Heath, Singer, and Drabkin, 等人的论文)]; R. Taton, ed., *History of Science: Ancient and Medieval Science—from the Beginnings to 1450*, A. J. Pome-

rans. tr. (New York: Basic Books, 1963), Michel, Bourgey, Bloch, Beaujeu对古代东方(埃及、美索不达米亚、腓尼基和以色列、印度和中国)的科学的论述尤为出色,而李约瑟的文章则很好地介绍了他的划时代的著作*Science and Civilization in China* (Cambridge: Cambridge University Press), Vols. I—IV, 1954—1962(全书分七卷)。丹麦的journal *Centaurus* 杂志Vol. II, nos. 1—2, (1953—1954)中发表的*Essays on the Social History of Science*有V.G. Childe“Science in Pre-literate and Ancient Oriental Civilizations”和B. Farrington’s “The Rise of Abstract Science among the Greeks.” 一本出色的文集是P. P. Wiener and A. Noland, eds., *Roots of Scientific Thought—A Cultural Perspective* (New York: Basic Books, 1957). Part I (“The Classical Heritage”)包括J. E. Boodin, “The Discovery of Form,” L. Edelstein的极为重要的论文“Recent Trends in the Interpretation of Ancient Science” (Edelstein 在91页上写道:“古人熟知分析现象的定量方法以及实验的方法。而甚至今天还有人否认这一点;这里的证据应当能永远解决这种争论。”)。Heinrich Gomperz, “Problems and Methods of Early Greek Science,” T. S. Hall, “Scientific Origins of the Protoplasm Problem”; R. McKeon, “Aristotle’s Conception of Scientific Method.” 关于实验问题的正面论据,还可见O. Blüh, “Did the Greeks Perform Experiments?” *Am. J. of Physics*, 17:384—388 (1949)。

除上述论述希腊数学的著作外,对一般数学史的叙述可见T. Dantzig, *The Bequest of the Greeks* (New York: Scribner, 1955), 其中有精美插图,简明可读,并列有对毕达哥拉斯定理的各种证明(pp. 95—107); J. Gow, *A Short History of Greek Mathematics* (New York: Stechert, 1923); 的经典著作 Sir Tho-

mas Heath, *Aristarchus of Samos*(Oxford: Clarendon, 1913); *A History of Greek Mathematics* (Oxford: Clarendon Press, 1921); and *A Manual of Greek Mathematics* [London: Oxford University Press, 1931 (reprinted, New York: Dover, 1963)]; G. Milhaud, *Les Philosophes géomètres de la Grèce* (Paris, F. Alcan, 1934); B. L. Van der Waerden, *Science Awakening*, tr. A. Dresden [Groningen: P. Noordhoff, 1954 (还讨论了埃及和巴比伦的数学背景)]; E. Carrucio, *Mathematics and Logic in History and in Contemporary Thought*, tr. I. Quigley (Chicago: Aldine, 1964). 一书把数学同哲学思想密切联系起来加以说明, 尤其是在第1—7章中。

## 第五章

在希腊哲学中, 对于观察、感性知觉和对外部世界的认识的讨论可以通过阅读柏拉图的对话 *Theatetus*, *Phaedo*, *Symposium* 等篇以及《共和国》第Ⅵ篇中的洞穴比喻来了解; 还可以见亚里士多德论述心理学的著作 *De Anima*. 关于完整的说明, 除了第四章提示中所列的论述希腊哲学的一般著作外, 还可见 J. Beare, *Greek Theories of Elementary Cognition* (Oxford: Clarendon, 1960)。对于各种哲学的知觉理论的鸟瞰可见: D. W. Hamlyn, *Sensation and Perception* (London: Routledge, 1961)。

某些提供出当代讨论背景的现代哲学的主要著作有: René Descartes, *Meditations* (New York: Liberal Arts, 1951), 以及英国经验论者的著作, 尤其是 John Locke, *An Essay Concerning Human Understanding* (Oxford: Clarendon, 1894), David Hume, *A Treatise on Human Nature* (Garden City, N. Y.: Doubleday, 1961), and George Berkeley, *Principles of Human Knowle-*

dge and *Three Dialogues Between Hylas and Philonous* (New York: Bobbs-Merrill, 1954). 苏格兰常识实在论者的观点体现在 Thomas Reid, *Inquiry into the Human Mind and Essays on the Intellectual Powers of Man*, especially Essays II, IV, and V; and Dugald Stewart, *Elements of the Philosophy of the Human Mind*, especially Chapters I—IV. 强调知觉中的器官和生理因素的著作有 David Hartley, *Observations on Man* (1749) and Erasmus Darwin, *Zoonomia, or the Laws of Organic Life* (1794). 论假设的作用和观察与解释的关系, 见 William Whewell, *Philosophy of the Inductive Sciences* (London: Parker, 1847), 特别是 Vol. I, Book I, “Of Ideas in General,” and Book XI, “Of the Constructs of Science,” Chapters 3—4, “Of Facts as the Materials of Science” and “Of the Colligation of Facts.”

当代关于观察的大多数讨论是由康德在他的《纯粹理性批判》中所提出的一些问题和表述所引起的。康德著名的公式是：“无知觉的观念是空洞的，无观念的知觉是盲目的”，指出了感性知觉和概念框架的相互依赖关系。关于这一点，可见《批判》的开头一节“先验美学”，在这一节中，康德提出了“知觉的先验形式”的概念。〔这里，一个术语方面的困难是，标准的翻译把康德的 *Anschauung* (觉察) 译成 *intuition* (直观)，取其对于思想的“直接联系”的意义，如康德所说的。我在这里则译为 *perception* (知觉)，虽然这也有概念上的困难，如第五章中的讨论所提示出的那样。〕19世纪后期对知觉的讨论受到康德以及休谟的深刻影响。关于科学中的知觉和观察的本性的早期实证主义观点在恩斯特·马赫的著作中得到例证，如《感觉的分析》尤其是第 I—IV、XV、XVI 各章以及他的 *The Science of Mechanics*, Chapter IV, Part iv, “The Economy of Science” (Chicago: Open Court, 1893), pp. 481

—494. 也可见 P. Frank in his *Modern Science and Its Philosophy* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1949) 中的讨论。马赫论述认识论问题的重要著作 *Erkenntnis und Irrtum* 迄今尚未被译成英文(不过有法文译本)。彭加勒对这些问题的讨论可见他的许多论文,特别是“Is Science Artificial?” in *The Value of Science* (New York: Dover, 1958) Chapter X, and in “The Selection of Facts,” in *Science and Method* (New York: Dover, n. d.). Pierre Duhem 在下述著作中根据实证论观点来讨论假说、定律和观察的关系: *The Aim and Structure of Physical Theory*, tr. P. P. Wiener (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1954) 特别是 Part II, Chapters 5, 6, and 7.

美国哲学家很注意这个问题及与此相关的问题,尤其是在美国实用主义形成时期,例如可见 C. S. Peirce's essay “How to Make Our Ideas Clear,” in J. Buchler, ed., *Philosophical Writings of C. S. Peirce* (New York: Dover, 1955), 也见 “Questions Concerning Certain Faculties Claimed for Man,” in P. P. Wiener, ed., *Values in a Universe of Chance—Selected Writings of C. S. Peirce* (New York: Doubleday—Anchor Books, 1958). 还可见 William James, *Pragmatism and four essays from The Meaning of Truth* (New York: Meridian, 1955). 约翰·杜威的讨论则散布在许多著作中,特别是在 *Experience and Nature* (New York: Norton, 1925), Chapters 4 and 5; *Logic—The Science of Inquiry* (New York: Holt, 1939), Chapters 7—9, 12, 13; and with A. Bentley, *Knowing and the Known* (Boston: Beacon, 1949). C. I. Lewis 属于实用主义传统,但具有他个人的独到、入微的分析,他对这些问题的讨论见他的 *Mind and the World Order* and in the Carus Lectures, *An Analysis of Know-*



*ledge and Valuation* (Lasalle, III.: Open Court, 1946), 特别是 Chapters, 1, 2, and 7. 美国实在论的最优秀代表是 Roy Wood Sellars, 他极其详细地讨论了知觉和误差的问题〔例如他的 *Critical Realism* (New York: Rand, McNally, 1916), and *The Philosophy of Physical Realism* (New York: Macmillan, 1932)。本世纪30年代以前近代哲学对这些问题的结构严谨、批判性的分析可见 A. O. Lovejoy, *The Revolt Against Dualism* (New York: Norton, 1930)。

最近半个世纪间感性材料论具有活跃的哲学史, 关于这方面可见 G. E. Moore, *Philosophical Studies* (New York: Harcourt, Brace, 1922), 特别是 the essays “Refutation of Idealism,” “The Nature and Reality of Objects of Perception,” “The Status of Sense Data,” 和 “Some Judgments of Perception”; B. Russell 的论文 “The Relation of Sense-Data to Physics” 和 “Knowledge by Acquaintance and Knowledge by Description” in *Mysticism and Logic*, (New York: Doubleday, n. d.) 和 *The Analysis of Matter* (London: Allen and Unwin, 1927) 中的第15—22章。另外, 有关“感觉”的精致理论, 见 C. D. Broad, *Scientific Thought* (London: Routledge, 1949); *Perception, Physics, and Reality* (Cambridge: Cambridge University Press, 1914); 和 *Mind and Its Place in Nature* (New York: Harcourt, Brace, 1925)。

力求建立一种感性材料论而做出最系统努力的是 H. H. Price, *Perception* (London: Routledge and Kegan Paul, 1932)。关于现象论的感性材料观点, 可见 A. J. Ayer, *Foundations of Empirical Knowledge* (New York: Macmillan, 1940), 对此观点最尖刻的批判, 是 G. Ryle, *The Concept of Mind* (New York: Barnes & Noble, 1949), 特别是 Chapter VII. 还可见他的 *Dilemmas* (Cambridge: Cambridge University Press, 1954); and J. Aus-

tin, *Sense and Sensibilia* (London: Oxford University Press, 1962). 对这类论证的批判的回顾, 以及表现主义知觉论的情况可见 R. H. Hirst, *Problems of Perception* (London: Allen and Unwin, 1959). 从普通语言的观点来探讨观察和知觉的有 L. Wittgenstein, *Philosophical Investigations* (New York: Macmillan, 1953), and J. Austin, *op. cit.*

语言与知觉的关系近年来得到广泛研究, 这里值得提出的有: L. Vygotsky, *Thought and Language* (Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1962); Roger W. Brown, *Words and Things* (Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1957); R. W. Brown and E. H. Lenneberg, "A Study in Language and Cognition." *J. of Abnormal and Social Psych.*, 49:454—462 (1954); E. H. Lenneberg, "The Relationship of Language to the Formation of Concepts", in M. Wartofsky, ed., *Boston Studies in the Philosophy of Science* (Dordrecht: Reidel, 1963) and N. Chomsky, "Perception and Language" (in the same volume); and *Aspects of the Theory of Syntax* (Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1965). 提出语言结构塑造着我们对实在的知觉这种有争议的论点的有 Benjamin Lee Whorf, *Language, Thought and Reality*, ed. J. B. Carroll, (Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1956). 激进的行为主义的意义和指称理论, 可见 W. V. Quine, *Word and Object* (Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1961). 还可见下列文选: S. Saporta, ed., *Psycholinguistics* (New York: Holt, 1961), and C. Morris, *Foundations of the Theory of Signs*, Vol. 1, no. 2, *International Encyclopedia of Unified Science* (Chicago: Chicago University Press, 1938).

关于有机体的感觉器官对知觉的影响以及知觉的天然意向或

结构，可参见：J. Y. Lettvin, H. R. Maturana, W. S. McCulloch, and W.H. Pitts, "What the Frog's Eye Tells the Frog's Brain," *Proc. Inst. Radio Engnr.*, 47:1940—1951 (1959), 和同一作者的"Two Remarks on the Visual System of the Frog," in W. Rosenblith, ed., *Sensory Communication* (Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1961). 还有R. L. Fantz, "The Origin of Form Perception," *Sci. Am.*, 204:66—72 (1961); T. G. R. Bower, "The Visual World of Infants," *Sci. Am.*, 215: 80—92 (1966); 和D. H. Hubel, "The Visual Cortex of the Brain," *Sci. Am.*, 209:54—62 (1963).

关于事实性的知识同仅靠推理先验获知的知识之间的区别，可参见：D. Hume, *Inquiry into Human Understanding*, esp. Book I, Part I, Sections 1—7, Part IV, Sections 1—4;关于康德所介绍的分析-综合的区分见*The Critique of Pure Reason*, Introduction, Sections iv and v [in the translation by N. Kemp Smith (New York: St Martin's Press, 1961), pp. 48—58]. 亦见Book II (原理分析)第一部分(先验分析)，特别是第三章，论现象和实体，pp. 257—275. 关于当代对分析-综合区分的表述，见R. Carnap, "Formal Science and Factual Science," in H. Feigl and M. Brodbeck, *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1953). 同一卷中还有他的"Testability and Meaning" 讨论了归结的问题。还可参见他的论文"Empiricism, Semantics and Ontology," 收在P. P. Wiener, *Readings in Philosophy of Science* (New York: Scribner, 1953) 和Carnap, *Meaning and Necessity* (Chicago: Chicago University Press, 1956)第二版附录中。近30年来，对于所谓意义的可证实性原理或可证实性标准进行了长期讨论，这方面需要独立列出一

份参考书目，我们这里只能提出：M. Schlick, "Meaning and Verification" and C. I. Lewis' critical "Experience and Meaning." 二者收在H. Feigl and W. Sellars, eds., *Readings in Philosophical Analysis* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1949); A. J. Ayer, *Language, Truth and Logic*, revised ed. (New York: Dover, 1946); C. Hempel's "The Criterion of Cognitive Significance: A Reconsideration" in *Proc. of the Am. Acad. of Arts and Science*, 1951, "Problems and Changes in the Empiricist Criterion of Meaning," in *Rev. Int. de Philos.*, IV (1950), 收在R. R. Ammerman, ed., *Classics of Analytic Philosophy* (New York: McGraw-Hill, 1965), 和他的讨论 *Aspects of Explanation* (New York: The Free Press, 1965). 还可见 A. Pasch, *Experience and the Analytic—A Reconsideration of Empiricism* (Chicago: University of Chicago Press, 1958), 以及A. Pap 的出色的充分探讨: *An Introduction to the Philosophy of Science* (New York: The Free Press, 1962), Part I (Meaning and Verifiability), Chapters 1—4, 其中Pap 讨论了归结为观察和操作术语、意义的可证实性标准、操作的局限等问题。完整的参考书目可见 P. Edwards and A. Pap, *A Modern Introduction to Philosophy* (New York: The Free Press, 1965) Revised Edition, Part VIII, Selected Bibliography, pp. 756—760. 对于有关这一论题的参考文献作了出色的说明。 *The Philosophy of Rudolf Carnap*, ed. P. Schilpp, 一书中收集有下列文章: N. Goodman, "The Significance of *Der Logische Aufbau der Welt*" [论述了卡尔纳普的早期著作，这部著作讨论了用原始观察谓语和观察陈述来重建世界图景的问题；新近被译成英文，书名是: *The Logical Structure of the World*, tr. R. A. George (Berkeley and Los

Angeles: University of California Press, 1967)], P. Henle, "Meaning and Verifiability," A. Pap, "Reduction Sentences and Disposition Concepts." Nelson Goodman's *The Structure of Appearance* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1951). 根据"qualia" (C. I. Lewis 解释为知觉中"给定的东西") 严格精心重建世界图景。批判性的讨论则包括 M. White, "The Analytic and the Synthetic—An Untenable Dualism," in L. Linsky, ed., *Semantics and the Philosophy of Language* (Urbana, Ill.: University of Illinois Press, 1952); W. V. Quine, "Truth by Convention," in H. Feigl and W. Sellars, *Readings in Philosophical Analysis* (New York: Appleton, 1949). 重要的批判讨论 "Two Dogmas of Empiricism," in W. V. Quine, *From a Logical Point of View* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1953). 还可见 H. Putnam, "The Analytic and the Synthetic," in H. Feigl et al., eds., *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* (Minneapolis: University of Minnesota Press, (1962), vol. III, 收在 A. Rorty, ed., *Pragmatic Philosophy* (Garden City, N. Y.: Doubleday, Anchor, 1966). 论综合先验真理的见 W. Sellars, "Is There a Synthetic a Priori?" *Proceedings of the Aristotelian Society*, Supplement vol. 15, pp. 102—117 (1936); H. Hahn, "Logic, Mathematics and Knowledge of Nature," in A. J. Ayer, ed., *Logical Positivism* (New York: The Free Press, 1959). 还有 P. Frank, "Introduction to the Philosophy of Physical Science on the Basis of Logical Empiricism," *Synthese*, 8: 28—45 (1950).

操作主义, 即提出科学术语的意义可以归结或解释为毫不含糊的特定的"操作", (例如, 仪器程序) 的方法论论点, 和逻辑经验

论的归结为一种基本语言的观点密切相联系。有关的讨论可见操作主义的主要开拓者、物理学家P. W. Bridgman的著作, 包括他的*The Logic of Modern Physics* (New York: Macmillan, 1927); *The Nature of Physical Theory*(Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1936); "Operational Analysis," *Phil. Sci.*, 5:114—131 (1938); "The Operational Aspect of Meaning," *Synthese*, 8:251—259 (1950—1951); "The Nature of Some of Our Physical Concepts," *Brit. J. for the Philos. of Sci.*, 1: 257—272 (1951). 早期的论证见G. Boas and A. Blumberg, "Some Remarks in Defense of the Operational Theory of Meaning," *J. Phil.*, 28: 544—550 (1931). 近期对“操作主义”现状的讨论收在P. Frank, ed., *The Validation of Scientific Theories*: (New York: Collier Books, 1961), 论文有H. Margenau, G. Bergmann, C. Hempel, R. B. Lindsay, P. W. Bridgman, R. See-ger, and A. Grünbaum. A. Danto and S. Morgenbesser, eds., *Philosophy of Science* (New York: Meridian, 1960), includes Hempel's "Operationism, Observation and Scientific Terms," 以及 R. L. Goodstein, "Language and Experience," R. Carnap, "Elementary and Abstract Terms," and I. Scheffler, "Theoretical Terms and a Modest Empiricism," 都与观察-归结问题有关, 与此有关的还有如下选本 Susan Stebbing's *Philosophy and the Physicists* (London: Methuen, 1937) contained here as "Furniture of the Earth." 特别有用的是 Danto and Morgenbesser 取自 Galileo's *The Assayer*, on "Two Kinds of Properties" 的选本, 这篇文章讨论了后来被称之为第一级和第二级的质之间的区别。

J. G. Frege的经典文章"On Sense and Nominatum," reprinted in Feigl and Sellars, *op. cit.* 讨论了有关指称的一些问题。

W. V. Quine 继承 Frege 的传统, 在一系列著作中探讨了指称问题, 如其选集本 *From a Logical Point of View* 特别参见 “Notes on the Theory of Reference,” “Ostension, Identity and Hypostasis” and “Meaning and Reference,” and also the lead essay, “On What There Is.” Quine’s extended treatment of observation and reference is in *Word and Object* (Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1960), 特别是 Chapters I—IV. 也参见 P. F. Strawson, “On Referring,” in A. Flew, ed., *Essays in Conceptual Analysis* (London: Macmillan, 1960), and his contribution to the Symposium on “Truth,” *Proceedings of the Aristotelian Soc. Supplement*, 24:129—156 (1950). 和 Strawson 一起, J. Austin 也参加了争论, in the essay “Unfair to Facts,” in his *Philosophical Papers*, ed. J. O. Urmson and G. J. Warnock (London: Oxford University Press, 1961). 也参见 P. Herbst, “The Nature of Facts” in the Flew volume, and Poincaré’s “The Selection of Facts,” in his *Science and Method* (New York: Dover, n. d.).

实在论同现象论的不同之处以及它对现象论的批判, 见列宁的批判 (leveled at Duhem, Poincaré, P. Frank, and in particular against Ernst Mach) *Materialism and Empirio-Criticism* (New York: International Publishers, 1927), 特别是 Chapters 1—3 [in turn criticized by G. A. Paul, “Lenin’s Theory of Perception,” in M. Mac Donald, ed., *Philosophy and Analysis* (Oxford: Blackwell, 1954)]; W. Sellars, “Empiricism and the Philosophy of Mind,” in Feigl et al., *Minnesota Studies*, Vol. I (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1956); and in his *Science, Perception and Reality* (New York: Humanities Press, 1963).

which includes the previously noted essay; and the critique of sense-datum theories, "The Language of Theories" as well as the article noted earlier, "Is There a Synthetic A Priori?" See also P. K. Feyerabend, "An Attempt at a Realistic Interpretation of Experience," *Proc. of the Aristot. Soc.*, 58:143—170 (1959) and his "Materialism and the Mind-Body Problem," *Rev. Metaphysics*, 17:49—66 (1963). 关于对认为一切观察都“受理论束缚”即依赖于框架的观点的论述见N. R. Hanson's *Patterns of Discovery* (Cambridge: Cambridge University Press, 1958). [除此之外, 强调科学观察范围内的主观非理性成分的有M. Polanyi的著作, 尤其是*Personal Knowledge* (Chicago: University of Chicago Press, 1960), 和T. Kuhn的引起争论的著作*The Structure of Scientific Revolutions, Encyclopedia of Unified Science*, Vol. 2, no. 2 (Chicago: University of Chicago Press, 1964). 还可见S. Körner, ed., *Observation and Interpretation*, Colston Research Society Proceedings [London: Butterworth, 1957(reprinted, New York: Dover, 1962)], especially the sixth session, W. Kneale, "What Can We See?" and G. Ryle, "Predicting and Inferring."

## 第 六 章

关于形式系统的本质的讨论见M. Cohen and E. Nagel, *Introduction to Logic and Scientific Method* (New York: Harcourt, Brace, 1934), Chapter vii. ("The Nature of a Logical or Mathematical System"), reprinted in H. Feigl and M. Brodbeck, eds., *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1953); 详见 A. Pap *Introduction to*



*Philosophy of Science* (New York: The Free Press, 1962), Part Two: "Mathematics, Logic and Experience," including discussions of arithmetic, the laws of logic, and geometry, Chapters 5—8. See also the same author's full discussion in his *Semantics and Necessary Truth* (New Haven: Yale University Press, 1958). 卡尔纳普在下述著作中对这些问题作了综合介绍 *Foundations of Logic and Mathematics*, Vol. I, no. 3, *International Encyclopedia of Unified Science* (Chicago: University of Chicago Press, 1939), 并在许多别的著述中加以讨论, 包括 "Formal and Factual Science," reprinted in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.*; *Philosophy and Logical Syntax* (London: Routledge and Kegan Paul, 1935); *Logical Syntax of Language* (London: K. Paul Trench, 1937); "The Old and the New Logic," in A. J. Ayer, ed., *Logical Positivism* (New York: The Free Press, 1959); *Introduction to Symbolic Logic and Its Applications* (New York: Dover, 1958); 以及论述与意义和内涵的逻辑地位有关的问题的 *Meaning and Necessity* (Chicago: University of Chicago Press, 1956), 2nd ed. (In the appendix to this edition, see also his essay, "Meaning Postulates.") Philipp Frank, *Philosophy of Science* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1957) 一书把几何当作一种形式化系统来讨论 (Chapter. 3). 也参见 C. Hempel, *Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science*, Vol. II, no. 7, *International Encyclopedia of Unified Science* (Chicago: University of Chicago Press, 1952), and the same author's "Geometry and Empirical Science," *Am. Math. Monthly* 52:7—17 (1945), reprinted in H. Feigl and W. Sellars eds.; *Readings in Philosophical Analysis* (New York: Appleton-

Century-Crofts, 1949); H. Reichenbach, *Elements of Symbolic Logic* (New York: Macmillan, 1947), Chapter 7, § 3. 以介绍性方式讨论了对象语言和元语言的问题以及逻辑教科书不常论及的其他一些有关形式系统的问题(如第Ⅷ章 §51 中论动词的时态)。关于语言同表述的关系, 见: C. S. Peirce, "How to Make Our Ideas Clear," in J. Buchler, ed., *The Philosophy of Peirce* [New York: Harcourt, Brace, 1940 (reprinted, Dover, 1955)]; and in the same volume, Peirce's "Logic as Semiotics: The Theory of Signs"; also C. W. Morris, *Foundations of the Theory of Signs*, Vol. I, no. 2, *International Encyclopedia of Unified Science* (Chicago: Chicago University Press, 1938) 以及他的 *Signs, Language and Behavior*, (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1946). 关于某些现代对语言结构的研究, 请参见 N. Chomsky, *Syntactic Structures* (The Hague, Holland: Mouton & Co., 1957) and *Aspects of the Theory of Syntax* (Cambridge: M. I. T. Press, 1965), 及其收录在 R. D. Luce, R. R. Bush, and E. Galanter 所编的 *Handbook of Mathematical Psychology*, Vol. II, (New York: Wiley, 1963) 一书中的文章: "Introduction to the Formal Analysis of Natural Languages," and "Formal Properties of Grammars." See also the collections: L. Linsky, ed., *Semantics and the Philosophy of Language* (Urbana, Ill.: University of Illinois Press, 1952) and J. Katz and J. Fodor, eds., *The Structure of Language—Readings in the Philosophy of Language* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1964), 尤其是 Quine, Chomsky, Carnap, and Katz and Fodor 等人的文章。关于模型的讨论见 H. Freudenthal, ed., *The Concept and the Role of the Model in Mathematics, and Na-*

*tural and Social Sciences* (Dordrecht, Holland: Reidel, 1961), especially Leo Apostel, "Towards the Formal Study of Models ...," A. Kuipers, "Model and Insight," P. Suppes, "A Comparison of the Meaning and Uses of Models in Mathematics and the Empirical Sciences," and J. B. Ubbink, "Model, Description and Knowledge"; P. Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, tr. P. Wiener, (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1953), Chapters 1 and 4; N. Campbell, *Physics—The Elements* (Cambridge: Cambridge University Press, 1920), Chapters V and VI; E. Nagel, *The Structure of Science* (New York: Harcourt, Brace, 1961), Chapters 6 and 7; R. Braithwaite, *Scientific Explanation* (Cambridge: Cambridge University Press, 1953), Chapter 3, and his article "Models in the Empirical Sciences" in E. Nagel, P. Suppes and A. Tarski eds., *Logic, Methodology and Philosophy of Science*, Proceedings of the 1960 International Congress of Philosophy of Science (Stanford: Stanford University Press, 1962). 在同一卷中还有 N. Chomsky, "Abstract Models in Linguistics," 赵元任(Yuen-Ren Chao), "Models in Linguistics and Models in General", and P. Suppes, "Models of Data." 关于行为科学和社会科学中的数学模型的本质及其应用见H. Simon, *Models of Man* (New York: Wiley, 1957) and H. Borko, ed., *Computer Applications in the Behavioral Sciences* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1962). 该书综述了近来对“模拟”和计算机模型的探讨, 尤其可见下列作者的文章: Feldman, Ashby, Culbertson, and Sprowls. 关于对特定研究课题的应用, 见W. Fitts and W. McCulloch, "How We Know Universals." *Bull. Math. Biophysics*, 9:127—

47 (1947) 而关于神经网络理论见论文C.Shannon and J.McCarthy, eds., *Automata Studies* (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1956); J. T.Culbertson, *The Minds of Robots* (Urbana, Ill.: University of Illinois Press, 1962) and J. Z. Young, *A Model of the Brain* (Oxford: Clarendon Press, 1964). Mary Hesse 讨论了对模型的各种不同观点: *Models and Analogies in Science*. (London and New York: Sheed and Ward, 1963), and in Chapter I of her *Forces and Fields* (London: Nelson 1961). See also the discussion by P.Achinstein, "Models, Analogies and Theories," *Phil. of Sci.* 31:328—350 (1964), and "Theoretical Models," *Brit. J. for Phil. of Sci.*, 16:102—120. N. Wiener区分了"operative" and "pictorial" images, in *God and Golem* (Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1964)pp. 30ff. 关于用以说明认识行为的映射概念和功能模型概念, 可见 E. C. Tolman, "Cognitive Maps in Rats and Men," *Psych. Review*, 55:189—208 and G. Miller, K. Pribram, and E. Galanter, *Plans and the Structure of Behavior* (New York: Holt, 1960). 提出有关语言是对事实的一种表述的问题的有L. Wittgenstein, *Tractatus Logico-Philosophicus* (London: Macmillan, 1922); B. Russell, "The Philosophy of Logical Atomism," *Monist* 28:495—527 (1918); 29:32—63, 190—222, 345—380(1919); 对所谓关于意义的描绘理论的批判见 E. Daitz, "The Picture Theory of Meaning," in A. Flew, ed., *Essays in Conceptual Analysis* (New York: St. Martin's Press, 1960); N. Goodman, "On Likeness of Meaning," *Analysis* 10:1—7 (1949). 基于现象论的质或qualia语言的精心阐发的映射理论, 可见 N. Goodman's *The Structure of Appearance* (Cambridge, Mass.: Harvard U-

niversity Press, 1951). 从艺术史的角度(但显然涉及到一般问题)对表述问题作出引人注目的探讨的, 有E. Gombrich, *Art and Illusion* (New York: Bollingen Foundation, 1961).

出自另一种传统的表述理论, 见E. Cassirer's three-volume work, *Philosophy of Symbolic Forms* (New Haven: Yale University Press, 1953—57). 对这一论点的总结可见他的 *Essay on Man* (New York: Doubleday, 1956), Chapter 2. See also Susan Langer, *Philosophy in a New Key* (New York: New American Library, 1958). 她在下述著作中还讨论了形式表述: *Feeling and Form* (New York: Scribner, 1956). 关于数学-逻辑系统的本质及解释和表述的问题, 见M. Black, *The Nature of Mathematics* (New York: Harcourt, Brace, 1933); H. Castañeda, "Arithmetic and Reality," *Australasian Journal of Philosophy*, 37:91—107 (1959); D. A. T. Gasking, "Mathematics and the World," *Australasian J. of Phil.*, 18:97—116 (1940); the symposium "Why are the Calculuses of Logic and Mathematics Applicable to Reality?" with G. Ryle, K. Popper, and C. Lewy, *Arist. Soc. Proceedings*, Supplement, 20:20—29 (1946); K. Menger, "The New Logic," *Phil. of Science*, 4:299—336 (1937); H. Jeffries, *Scientific Inference* (Cambridge: Cambridge University Press, 1931); W. S. Jevons, *The Principles of Science* (New York: Macmillan, 1900); W. E. Johnson, *Logic*, part I, *Demonstrative Inference* part II, and *Logical Foundations of Science* (Cambridge: Cambridge University Press, 1921); J. Jorgenson, *A Treatise of Formal Logic* (London: Oxford University Press, 1931); and the recent essay by Jørgenson, "Some Remarks Concerning Languages, Calculuses and Lo-

gic," in *Logic and Language—Studies Dedicated to Prof. R. Carnap on the Occasion of His 70th Birthday* (Dordrecht, Holland; Reidel, 1962), pp. 27—38; F. Klein, *Elementary Mathematics from an Advanced Standpoint* (New York: Dover, 1939); J. S. Mill, "Mathematics and Experience," selection from Chapters V and VI of Book II of *A System of Logic* (1843), reprinted in P. Edwards and A. Pap, *A Modern Introduction to Philosophy* (New York: The Free Press, 1965), revised edition, pp. 624—637; [also in E. Nagel, ed., J. S. Mill, *Philosophy and Scientific Method*, abridged ed., of *A System of Logic* (New York: Hafner, 1950), pp. 1—365]; J. Nicod, *Foundations of Geometry and Induction* (New York: Humanities Press, 1950); H. Poincaré, "On the Nature of Mathematical Reasoning," in *Science and Hypothesis* (New York: Dover, 1952), pp. 1—16; F. R. Ramsey, *Foundations of Mathematics* (New York: Humanities Press, 1950); L. Rougier, *La Structure des théories déductives* (Paris: F. Alcan, 1921); F. Waismann, *Introduction to Mathematical Thinking* (New York: Ungar, 1951); H. Weyl, *Philosophy of Mathematics and Natural Science* (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1949), especially Chapters 1—2.

有关数学和形式科学的哲学，见 P. Benacerraf 和 H. Putnam 所编文集：*Philosophy of Mathematics* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1964)，其中含有许多基本资料和出色的介绍。还可见 S. F. Barker, *Philosophy of Mathematics* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1964) for a brief introduction, and S. Körner, *The Philosophy of Mathematics* (London: Hutchin-

son, 1960). 十分重要的基本著作是 *The Foundations of Arithmetic* by G. Frege, tr. J. L. Austin, (New York: Philosophical Library, 1950), 以及 B. Russell 的格外清楚的小册子 *Introduction to Mathematical Philosophy* (London: Allen and Unwin, 1919). See also C. Hempel, "On the Nature of Mathematical Truth," reprinted in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.*, and the selections in part A of P. Wiener's *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Scribner, 1953), which include A. N. Whitehead, "The Abstract Nature of Mathematics," C. S. Peirce, "How Mathematics Generalizes" and C. Hempel's essay (noted previously), "Geometry and Empirical Science." The selections in Section VII of P. Edwards and A. Pap, *A Modern Introduction to Philosophy, op. cit.*, on "A Priori Knowledge" (including the Mill selection noted previously) 都涉及到有关数学真理或逻辑真理的地位这种一般问题。关于公理方法, 可见 L. Henkin, P. Suppes and A. Tarski, eds., *Axiomatic Method with Special Reference to Geometry and Physics—Proceedings of an International Symposium, 1957—58* (Oxford: Blackwell's, 1959); O. Veblen, "A System of Axioms for Geometry," *Transactions of the Am. Math. Soc.*, 5:353—384 (1904); A. Tarski, *Introduction to Logic and to the Methodology of the Deductive Sciences* (London: Oxford University Press, 1941) and *Logic, Semantics, Metamathematics—Papers from 1923 to 1938*: tr. and edited by J. H. Woodger (Oxford: Clarendon Press, 1956), especially "The Concept of Truth in Formalized Languages." On the logic of Relations, see, for an introductory account, P. Suppes, *Introduction to Logic* (Princeton, N. J.: Van Nostrand

1957); and for a more technical treatment, W. V. Quine, *Mathematical Logic*, rev. ed. (Cambridge: Harvard University Press, 1951), Chapter 5.

## 第七章

对测量本质的哲学讨论以及对测量系统的结构的逻辑分析，贯串着有关这一论题的许多探讨，甚至在以测量理论的应用为重点的探讨中亦如此。出色的介绍性说明为C. Hempel, *Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science*, Vol. II, no. 7, *International Encyclopedia of Unified Science* (Chicago: Chicago University Press, 1952), Part III, pp.50—78. 还有 E. Nagel, “Measurement,” in A. Danto and S. Morgenbesser, eds., *Philosophy of Science* (New York: Meridian, 1960) [reprinted from *Erkenntnis*, II. 5:313—33 (1932)], 更基本的说明可见M. R. Cohen and E. Nagel, *Introduction to Logic and Scientific Method* (New York: Harcourt, Brace, 1934), Chapter XV. 还可见N. Campbell 的著作 *What Is Science?* (New York: Dover, 1952), Chapters VI and VII, 以及影响甚广、论述充分的 Campbell's *An Account of the Principles of Measurement and Calculation* (London & New York: Longmans Green, 1928). 关于测量标度的基本表述，有S. S. Stevens 的时常引起殊多批判性讨论和进一步阐发的文章，题目是“On the Theory of Scales of Measurement,” *Science*, 103:677—80 (1946), reprinted in Danto and Morgenbesser, *op. cit.*, 141—149. 更充分的说明见“Mathematics, Measurement and Psychology” in S. S. Stevens, *Handbook of Experimental Psychology* (New York: Wiley, 1951). Stevens 的论述心理物理学中的测量理论及应用的续作构成一批重



要的出版物，其中一部分目录可在他的下述文章（第六章曾引用过）的末尾找到：“Quantifying the Sensory Experience,” in P. Feyerabend and G. Maxwell, eds., *Mind, Matter and Method* (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1966), 特别重要的是他的文章“On the Psychophysical Law,” *Psych. Review*, 64: 153—181(1957). A. Pap summarizes some of the basic questions in Chapter 8 (“The Logical Analysis of Measurement”) of his *Introduction to Philosophy of Science*. 关于物理学中的测量和量值的讨论的重要著作有H. Jeffries, *Scientific Inference*, second ed. (Cambridge: Cambridge University Press, 1957), Chapters V—VI. 论述测量系统的形式结构的19世纪的开拓性著作是H. von Helmholtz, *On Counting and Measuring*, tr. C. L. Bryan (Princeton, N. J.: Van Nostrand, 1930). 新近的著作包括P. Suppes, “A Set of Independent Axioms for Extensive Quantities,” *Portugaliae Mathematica*, X: 163—172 (1952); D. Scott and P. Suppes. “Foundational Aspects of Measurement,” *J. of Symbolic Logic*, 23:113—128 (1958); 论述范围广泛的有 P. Suppes and J. L. Zinnes, “Basic Measurement Theory,” in R. D. Luce, R. R. Bush, and E. Galanter, eds., *Handbook of Mathematical Psychology*, vol. I (New York: Wiley, 1963). The collection by C.W.Churchman and P. Ratoosh, eds., *Measurement: Definitions and Theories* (New York: Wiley, 1959), includes C. W. Churchman “Why Measure?” J. L. McKnight, “The Quantum-Theoretical Concept of Measurement,” K. Menger, “Mensuration and Other Mathematical Connections of Observable Material,” A. Pap, “Are Physical Magnitudes Operationally Definable?” and S. S. Stevens, “Measurement, Empirical

Meaningfulness and Three-valued Logic." Churchman's article, "A Materialist Theory of Measurement," in R. W. Sellars, V. J. McGill, and M. Farber, eds., *Philosophy for the Future* (New York: Macmillan, 1949), contains a distinctive view. See also G. Bergmann and K. Spence, "The Logic of Psychophysical Measurement," *Psych. Review*, 51:1—24 (1944), reprinted in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.*; P. Bridgman, *The Logic of Modern Physics* (New York: Macmillan, 1927) and also *Dimensional Analysis*, rev. ed., (New Haven: Yale University Press, 1931); J. Dewey, *Logic—The Theory of Inquiry* (New York: Holt, 1939), Chapter 11; the series of articles by B. D. Ellis, "Some Fundamental Problems of Direct Measurement," *Australasian Journal of Philosophy*, 38:37—47 (1960), "Derived Measurement, Universal Constants and the Expression of Numerical Laws," in B. Baumrin, ed., *Philosophy of Science—The Delaware Seminar*, vol. II (New York: Interscience, 1963), and his article "Measurement," in P. Edwards, ed., *International Encyclopedia of Unified Philosophy* (forthcoming); also, by B. D. Ellis, the recent book, *Basic Concepts of Measurement* (Cambridge: Cambridge University Press, 1966). In S. Körner, ed., *Observation and Interpretation* [London: Butterworth, 1957 (reprinted New York: Dover, n. d.)], see P. K. Feyerabend, "On the Quantum Theory of Measurement," and G. Süssman, "An Analysis of Measurement," and especially the discussion following on pp. 137—147. R. D. Luce and E. Galanter, "Psychophysical Scaling" in *Handbook of Mathematical Psychology*, vol. I, *op. cit.*, 对于测量在心理物理学中的应用

及这门科学中所使用的各种不同标度做出了精致、详尽的说明。论述行为科学和社会科学中的测量方法的有J. P. Griffin, "Chronology and Dating Processes," in W. L. Thomas, ed., *Current Anthropology* (Chicago: University of Chicago Press, 1955), 其中论述用花粉、葬土、示踪金属和放射性碳确定年代的技术、语言年代学和树年轮确定年代的方法尤为引人入胜。关于树年轮定年代法或树木年代学以及其他确定年代的人类学技术的说明, 可见H. M. Wormington, *Prehistoric Indians of the Southwest* (Denver: Denver Museum of Natural History, Popular Series no. 7, 1959). See also B. Phillips, *Social Research: Strategy and Tactics* (New York: Macmillan, 1966), especially Parts III and IV; H. Solomon, *Mathematical Thinking in the Measurement of Behavior* (New York: The Free Press, 1960) and W. S. Torgerson, *Theory and Methods of Scaling* (New York: Wiley, 1958). 更进一步的说明可见S. A. Stouffer, et al., eds., *Measurement and Prediction* (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1950); H. Weyl, *Philosophy of Mathematics and Natural Science* (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1960), especially pp. 139—145; and A.N. Whitehead, *The Concept of Nature* [Cambridge: Cambridge University Press, 1920 (reprinted Ann Arbor: University of Michigan Press, 1957), Chapter VI].

## 第八章

关于实验方法和假说检验的古典说明是弗朗西斯·培根的 *Novum Organum* (1620), 他在此书中提出要从思辨和演绎的方法——“精神的预见”——转向他称之为“对自然的解释”的基于对具

体事物的感觉观察的“真正的归纳法”。这部著作最早提出关于契同和差异这些实验方法的说明(后来为J. S. Mill所重述,参见第九章中的讨论),并且论证了所谓的决定性实验——“判决性实验”——作为决定各种可供选择的假说的手段这种作用。近来论证这种方法的有J. R. Platt. “Strong Inference,” *Science*, 146:347—352 (1964)。在19世纪, William Whewell’s *Philosophy of the Inductive Sciences* 强调了假说在科学中的作用,描绘了猜测在发现方面的功能,这些猜测“得到清楚的想象,并被使得同事实发生严格的接触”,它们“由于言过其词而永远表现出它们的含糊性。”

在这方面,特别有用的是第Ⅱ部分第Ⅴ卷(“论科学的构造”)。Whewell的著作首次发表于1840年,后来又出过修订补充版(London: John Parker, 1847)。世纪之交及以后关于假说和实验的讨论包括马赫、迪昂(Duhem)、彭加勒以及美国人皮尔斯和杜威的重要贡献。马赫关于“科学的经济性”的讨论见他的 *Principles of Mechanics* (La Salle, Ill.: Open Court, 1893), Chapter IV. Section iv.. “论科学的统一性”载 *The Analysis of Sensations* (reprinted, New York: Dover, 1959), Chapter XIV,在这方面都具有关键意义,还可见他的论文:“On the Part Played by Accident in Invention and Discovery”, in E. Mach. *Popular Scientific Lectures*, tr. McCormack (LaSalle, Ill.: Open Court, 1943). 还可见H. Poincaré, “Hypotheses in Physics,” in his *Science and Hypothesis* [New York: Dover (reprint), 1952]; P. Duhem, *Aim and Structure of Physical Theory*, tr. P. Wiener (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1954), Chapter VI (“Physical Theory and Experiment”), 重印在Feigl and Brodbeck, eds., *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1953). J. S. Mill对科学方法的分析见他的 *System of Lo-*

*gic*(1843), 这是此方面的一部重要著作。流行的(节略)版本是 E. Nagel, ed., *John Stuart Mill's Philosophy of Scientific Method* (New York: Hafner, 1950). See especially Book III, Chapters vii-ix, xiv. Mill对实用主义创始人的影响是很大的, Chauncey Wright, Charles Sanders Peirce, William James, and John Dewey 等人的工作实际上是对假说和实验哲学的系统阐发。参见 E. Madden, ed., *The Philosophical Writings of Chauncey Wright* (New York: Liberal Arts Press, 1958): [Wright's essay, "The Origins of Modern Science" is reprinted in E. Madden, ed., *The Structure of Scientific Thought* (Boston: Houghton Mifflin, 1960)] C. S. Peirce, "The Logic of Abduction," in V. Tomas, ed., *C.S. Peirce: Essays in the Philosophy of Science* (New York: Liberal Arts Press, 1957); J. Dewey, *Logic—The Theory of Inquiry* (New York: Holt, 1939), Chapters VI, XXIII. 新近的著作包括 C. W. Churchman, *Theory of Experimental Inference* (New York: Macmillan, 1948), especially Chapters 10—13; H. Jeffreys, *Scientific Inference* (Cambridge: Cambridge University Press, 1957); V. Lenzen, *Procedures of Empirical Science*, Vol. I, no. 5, *International Encyclopedia of Unified Science* (Chicago: University of Chicago Press, 1938); K. Popper's major work, *The Logic of Scientific Discovery* (London: Hutchinson, 1959), 以及 K. Popper, *Conjectures and Refutations* (New York: Basic Books, 1962) 一书中的某些论文, 特别是1. 关于科学中的假说和实验史的资料和实例史包括一系列出色的著作: J. B. Conant, ed., *Harvard Case Studies in Experimental Science* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1957), two volumes; M. Shamos, *Great Experiments in Physics* (New York: Holt, 1959); A. Beiser, *The*

*World of Physics* (New York: Mc Graw-Hill, 1960). See also, for a discussion of relevant methodological questions, E. Madden, ed., *Theories of Scientific Method from the Renaissance to the Nineteenth Century* (Seattle: University of Washington Press, 1959); 讨论假说在科学发现中的作用的有 R. N. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge: Cambridge University Press, 1958).

关于伽利略的落体定律表述的讨论,见本书的《附录 A》,这种讨论影响着假说和实验的所有问题,如在第八章所探讨过的那样。

## 第九章

(第一章的《参考文献》提示中所列的)科学哲学一般文献中,大部分都论及或然性和归纳法。最充分最出色的讨论是 A. Pap, *Philosophy of Science—An Introduction* (New York: The Free Press, 1962), Part Three, Chapters 9—13. 有关这一论题的文章和专论选集有 E. Madden, ed., *The Structure of Scientific Thought* (Boston: Houghton Mifflin, 1960), Parts 5 and 6 收有遴选出来的经典的和当代的讨论,其中包括 P. S. LaPlace, “Probability and its Principles,” J. Venn, “Difficulties of the Classical View of Probability,” R. Carnap, “Statistical and Inductive Probability,” C. S. Peirce, “Induction as Experimental and Self-Corrective,” and the discussion of Reichenbach’s view of induction by J. Lenz, “The Pragmatic Justification of Induction.” M. H. Foster and M. L. Martin, *Probability, Confirmation and Simplicity—Readings in the Philosophy of Inductive Logic* (New York: Odyssey Press, 1966) 这一选本包括了当代所有有关这一课题的观点,收进了近来的大多数重要文章,该书末尚附有一个遴选的参考文献目录供进一步研究之用。其他重要的选本有 H. E. Kyburg, Jr., and E. Nagel,

eds., *Induction: Some Current Issues* (Middletown, Conn.: Wesleyan University Press, 1963), and H. E. Kyburg, Jr., and H. Smokler, eds., *Studies in Subjective Probability* (New York: Wiley, 1964), 该书中收有 J. Venn, E. Borel, F. P. Ramsey, B. de Finetti, B. O. Koopman, and L. J. Savage 等人的论述所谓主观或个人的或然性的概念的文章, 该书后也附有一份出色的参考书目。一些重要的著作有 S. Barker, *Induction and Hypothesis* (Ithaca, N. Y.: Cornell University Press, 1957); R. Carnap's many works, which include *Logical Foundations of Probability* (Chicago: University of Chicago Press, 1950); *Probability and Induction* (Chicago: University of Chicago Press, 1950); *The Nature and Application of Inductive Logic* (Chicago: University of Chicago Press, 1951); and *The Continuum of Inductive Methods* (Chicago: University of Chicago Press, 1952); (major articles by Carnap and discussion of his views follow in the listing of periodical literature); R. F. Harrod, *Foundations of Inductive Logic* (New York: Harcourt, Brace, 1957); H. Jeffries, *Theory of Probability* (Oxford: Clarendon Press, 1939); J. M. Keynes, *Treatise on Probability* (London: Macmillan, 1921); W. Kneale, *Probability and Induction* (Oxford: Clarendon, 1949), H. E. Kyburg, Jr., *Probability and the Logic of Rational Belief* (Middletown, Conn.: Wesleyan University Press, 1961); P. S. Laplace, *A Philosophical Essay on Probabilities*, tr. F. W. Truscott and F. L. Emory (New York: Dover, 1951); H. LeBlanc, *Statistical and Inductive Probabilities* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1962) R. von Mises, *Probability, Statistics and Truth* (New York: Macmillan, 1939); E. Nagel, *Principles of the Theory of Pro-*

*bability, International Encyclopedia of Unified Science, Vol. I, no. 6* (Chicago: University of Chicago Press, 1939); J. Nicod, *Foundations of Geometry and Induction* (London: K. Paul, Trench, Trubner, 1930); H. Reichenbach, *Theory of Probability*, 2nd ed., (Berkeley: University of California Press, 1949); and *Experience and Prediction* (Chicago: University of Chicago Press, 1938); J. Venn, *The Logic of Chance*, 4th ed. (New York: Chelsea, 1962); D. C. Williams, *The Ground of Induction* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1947); G. H. von Wright, *A Treatise on Induction and Probability* (London: Routledge and Kegan Paul, 1951); *The Logical Problem of Induction* (New York: Macmillan, 1957). 关于或然性和归纳法的不同的重要观点和生动的批判性讨论可以见R·卡尔纳普的这类著述: "The Two Concepts of Probability," *Philosophy and Phenomenological Research*, 5:513—532 (1945), reprinted in H. Feigl and M. Brodbeck, eds., *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1953); 以及 H. Reichenbach, "On the Justification of Induction," *Journal of Philosophy*: 37: 97—103 (1940), 同一期后面还有 I. P. Creed, "The Justification of the Habit of Induction," 37: 85—97, and is reprinted in H. Feigl and W. Sellars, *Readings in Philosophical Analysis* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1949); K. Popper, "The Propensity Interpretation of Probability," *British Journal for the Philosophy of Science*, 10:25—42 (1959); C. Hempel, "Inductive Inconsistencies," *Synthese*, 12:439—469 (1960); N. Goodman, "On Infirmities of Confirmation Theory," *Philosophy and Phenomenological Research*, 8:149—151 (1947—1948), "A Query on Confirmation," *Journal of Philosophy*,



43:383—385 (1946) and *Fact, Fiction and Forecast* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1955), Chapters 3 and 4.

美国实用主义创始人 C. S. 皮尔斯关于或然性和归纳法的讨论特别重要, 例如, 参见 “The Doctrine of Chances,” “The Probability of Induction,” “The Order of Nature,” “Deduction, Induction and Hypotheses,” “Uniformity,” and “The Doctrine of Necessity Examined” [all in V. Tomas, ed., *C. S. Peirce: Essays in Philosophy of Science* (New York: Liberal Arts Press, 1957)], 新近期刊的文献有 M. Black, “The Justification of Induction,” in his *Language and Philosophy* (Ithaca, N. Y.: Cornell University Press, 1949), “‘Pragmatic’ Justifications of Induction,” in his *Problems of Analysis* (Ithaca, N. Y.: Cornell University Press, 1954), and “Can Induction Be Vindicated?” *Philosophical Studies*, 10:5—16 (1959); C. E. Bures, “The Concept of Probability,” *Philosophy of Science*, 5:1—20 (1938); A. W. Burks, “The Presupposition Theory of Induction,” *Philosophy of Science*, 20:177—197 (1953); G. Buchdahl, “Induction and Scientific Method,” *Mind*, 60: 16—34 (1951); among R. Carnap’s many works on probability and induction, and in addition to those already mentioned: “What is Probability,” *Scientific American*, 189:128—138 (1953), “Probability as a Guide in Life,” *Journal of Philosophy*, 44:141—148 (1947), “Truth and Confirmation,” in H. Feigl and W. Sellars, *op. cit.*, “Statistical and Inductive Probability,” in E. Madden, *op. cit.* On Carnap’s views, see the discussions in P. A. Schilpp, ed., *The Philosophy of Rudolph Carnap* (LaSalle, Ill.: Open Court, 1964), especially J. G. Kemeny, “Carnap’s Theory of Probability and Induction,” A. W. Burks, “On the Significan-

ce of Carnap's System of Inductive Logic for the Philosophy of Induction," H. Putnam, "Degree of Confirmation' and Inductive Logic," E. Nagel, "Carnap's Theory of Induction," and Carnap's replies to these discussions (Section V, pp. 966—998). See also C. W. Churchman, "Probability Theory," Parts I, II, III, *Philosophy of Science*, 12:147—173 (1945) and "A Pragmatic Theory of Induction" in P. Frank, ed., *The Validation of Scientific Theories* (New York: Collier Books, 1961); C. Ducasse, "Some Observations Concerning the Nature of Probability," *Journal of Philosophy*, 38: 393—403 (1941); H. Feigl, "De Principiis non est Disputandum...? On the Meaning and Limits of Justification," in M. Black, ed.; *Philosophical Analysis* [Ithaca, N. Y.: Cornell University Press, 1950 (reprinted, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1963)], and also Feigl's "The Logical Character of the Principle of Induction," *Philosophy of Science*, 1:20—29 (1934) (reprinted in H. Feigl and W. Sellars, *op. cit.*) and "On the Vindication of Induction," *Philosophy of Science*, 28: 212—216 (1961); P. E. B. Jourdain, "Causality, Induction and Probability," *Mind*, 28:162—179 (1919); W. Kneale, "Probability and Induction," *Mind*, 60:310—317 (1951); R. D. Luce and P. Suppes, "Preference, Utility and Subjective Probability," in R. D. Luce, R.R. Bush, E. Galanter, eds., *Handbook of Mathematical Psychology*, Vol. III (New York: Wiley, 1965); E. Nagel, "A Frequency Theory of Probability," *Journal of Philosophy*, 30:533—554 (1933), and "Probability and Non-Demonstrative Inference," *Philosophy and Phenomenological Research*, 5:485:507 (1945). 这一期上刊载了有关或然性的专题论集，其中有 D. Williams, H.

Margenau, F. Kaufmann, and G. Bergmann are among the other contributors. See also Nagel, "Probability and the Theory of Knowledge," *Philosophy of Science*, 6:212—253 (1939) [reprinted in E. Nagel, *Sovereign Reason* (New York: The Free Press, 1954)]. Also see O. Neurath, "Prediction and Induction," *Analysis*, 3:5ff (1946).

卡尔·波普尔关于科学中的猜测和否证的方法的观点同“归纳主义”的观点相对立，他提出他的关于或然性和归纳法的见解，见 *The Logic of Scientific Discovery* (London: Hutchinson, 1959), especially Chapters 1, 8—10. 还可见他的论文“Three Views Concerning Human Knowledge,” “Truth, Rationality and the Growth of Scientific Knowledge” (especially Sections x—xxii), and “The Demarcation Between Science and Metaphysics” (especially Section 6). 这些文章全都载在 K. Popper, *Conjectures and Refutations* (New York: Basic Books, 1962). 关于新近对波普尔的观点的批判，参见 R. Carnap, “Probability and Content Measure” in P. Feyerabend and G. Maxwell, *Matter, Mind and Method* (Minneapolis, Minn.: University of Minnesota Press, 1966). See also H. Reichenbach, “The Logical Foundations of the Concept of Probability,” in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.*, and for a critique of Reichenbach’s view, see J. Katz, *The Problem of Induction and its Solution* (Chicago: University of Chicago Press, 1962). See also W. Salmon, “The Predictive Inference,” *Philosophy of Science*, 24:180—190 (1957) and “Inductive Inference,” in B. Baumrin, ed., *Philosophy of Science—The Delaware Seminar*, Vol. II (New York: Interscience, 1963); F. L. Will, “Is There a Problem about Induction?” *Journal of Philosophy*, 39:505—513 (1942) and “Will the Future Be Like the Past?” *Mind*, 56:332—347 (1947).

## 第十章

开始考虑理解和解释这个问题的最好方法也许莫过于阅读柏拉图的对话《蒂迈欧篇》，它专门讨论了认识的条件。柏拉图对科学知识和单纯意向的区分在许多别的对话中得到精心推敲，构成了他的所谓的形式理论中的一个主要论点。例如可见《共和国》第Ⅵ卷和第Ⅷ卷，尤其是第Ⅷ卷中论述统治者的教育那一部分。亚里士多德关于科学知识和解释的讨论见《形而上学》A篇，其中也提出了这个论点，但侧重点则有所不同。新近有关认识和信念的认识论问题的介绍性探讨，同一般科学知识和合理性这些更广义的问题有联系的是 I. Scheffler, *Conditions of Knowledge* (Chicago: Scott, Foresman, 1965). Chapter 1 of Nagel's *Structure of Science* (New York: Harcourt, Brace, 1961). 也介绍了有关科学解释的一些问题。因其心理学的色彩而一直为关于科学解释的大部分讨论所忽视的有关解释的问题，在最近的一些著作中被提出来了。例如，可参见 D. Bohm, "On the Problem of Truth and Understanding in Science," in M. Bunge, ed., *The Critical Approach to Science and Philosophy* (New York: The Free Press, 1964); J. J. C. Smart, "Philosophy and Scientific Plausibility," in P. Feyerabend and G. Maxwell, eds., *Matter, Mind and Method*, (Minneapolis, University of Minnesota Press, 1966); S. Toulmin, *Foresight and Understanding* (New York: Harper & Row, 1963); L. K. Nash, *The Nature of the Natural Sciences* (Boston: Little, Brown, 1963), Chapter XI; N. R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge: Cambridge University Press, 1961); T. S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, *International Encyclopedia of Unified Science*, Vol. II, no. 2 (Chicago: Uni-

versity of Chicago Press, 1962); M. Polanyi, *Personal Knowledge* (New York: Harper & Row, 1960).

关于科学定律的本质和理论在科学中的作用是文献中广泛探讨的问题, 较旧一些的经典表述可见 W. Whewell, *The Philosophy of the Inductive Sciences* (London: John W. Parker, 1847), two volumes, especially Vol. II, Books XI, XIII; E. Mach, "On the Economical Nature of Physical Inquiry," in *Popular Scientific Lectures*, tr. T. J. McCormack (LaSalle, Ill.: Open Court, 1943), 以及他的 *Root of the Principle of the Conservation of Energy* (LaSalle, Ill.: Open Court, 1911), and *The Principles of Mechanics*, tr. T. J. McCormack (LaSalle, Ill.: Open Court, 1902); H. Poincaré, "Is Science Artificial?" and "Science and Reality," in *The Value of Science* [New York: Dover, 1958 (reprint)]; P. Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, tr. P. P. Wiener (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1953); E. Meyerson, *Identity and Reality*, tr. K. Loewenberg [New York: Dover, 1962 (reprint)] and the important but as yet untranslated *De l'Explication dans les sciences* (Paris: Payot, 1927); J. B. Stallo, *The Concepts and Theories of Modern Physics*, ed., P. W. Bridgman (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1960); and N. R. Campbell, *Physics—The Elements* (Cambridge: Cambridge University Press, 1920), 还有 Campbell 的介绍性著作 *What Is Science?* [New York: Dover, 1952 (reprint)].

更新近的讨论包括 P. W. Bridgman, *The Nature of Physical Theory* (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1936); M. Bunge, *Metascientific Queries* (Springfield, Ill.: Thomas, 1959), Chapter 4; E. Cassirer, *Determinism and Indeterminism in Modern*

*Physics* (New Haven: Yale University Press, 1956), especially Part 2, Chapters 4—5; S. Körner, "On Laws of Nature," *Mind*, 62:218—229(1953); J. A. Passmore, "Prediction and Scientific Law," *Australasian Journal of Philosophy*, 24:1—33(1946); R. E. Peierls, *The Laws of Nature* (New York: Scribner, 1956). In A. Danto and S. Morgenbesser, eds., *Philosophy of Science* (New York: Meridian, 1960). Part Two 中精心选列了一些读物, 其中包括马赫和迪昂(Duhem)的著述, 还选了亨佩耳和 Oppenheim 的 "The Logic of Explanation," C. F. Presley, "Laws and Theories in the Physical Science," W. H. Watson, "On Methods of Representation" and L. Boltzmann, "Theories as Representations" (from his *Fundamental Principles of Mechanics*). See also M. Schlick, "Are Natural Laws Conventions?" in H. Feigl and M. Brodbeck, *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1953); and the more technical discussion, E. Wigner, "Events, Laws of Nature, and Invariance Principles," *Science*, 145:995—998.

亨佩耳 (Hempel) 的著述中讨论了解释和预言的问题以及解释的演绎的或包含定律的模型的一些论点, 这方面的主要著述收集在最近的 *Aspects of Scientific Explanation* (New York: Macmillan, 1966). 中心的著作也许是亨佩耳和 P. Oppenheim 的 "The Logic of Explanation", 它载于 *Philosophy of Science*, 15:135—175(1948) 大部分重载于 H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.* 还可参见 R. Carnap, "The Methodological Character of Theoretical Concepts," in H. Feigl and G. Maxwell, eds., *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1958), Vol. II; C. Hempel, "The Theoretician's Dilemma"; and M. Scriven, "Definitions, Explanations and Theo-

ries" in the same volume. In Volume III of *Minnesota Studies (Scientific Explanation, Space and Time, 1962)*, 其中有论述这些问题的一系列文章, 包括 C. Hempel, "Deductive-Nomological vs. Statistical Explanation," M. Scriven, "Explanations, Predictions and Laws", M. Brodbeck, "Explanation, Prediction and 'Imperfect' Knowledge." In B. Baumrin, ed., *Philosophy of Science—The Delaware Seminar, Vol. II* (New York: Interscience, 1963), Part I 中包括 P. K. Feyerabend 关于科学解释、预言和理论的讨论: "How to Be a Good Empiricist—A Plea for Tolerance in Matters Epistemological"; N. Rescher, "Fundamental Problems in the Theory of Scientific Explanation"; W. Sellars, "Theoretical Explanation"; Sylvain Bromberger, "A Theory about the Theory of Theory and about the Theory of Theories"; and M. Scriven, "The Limits of Physical Explanation." See also, I. Scheffler, "Explanation, Prediction and Abstraction," *British Journal for the Philosophy of Science*, 7:293—309 (1957) and the full discussion in his *The Anatomy of Inquiry* (New York: Knopf, 1963), and his "Prospects of a Modest Empiricism," *Review of Metaphysics*, 10:383—400, 602—625 (1957); S. Bromberger, "An Approach to Explanation," in R. J. Butler, ed., *Studies in Analytical Philosophy* (Oxford: Blackwell, 1962); P. Frank, "Mechanical 'Explanation' or Mechanical Description?" Chapter 6 of his *Modern Science and its Philosophy* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1949); D. L. Miller, "Explanation vs. Description," *Philosophical Review*, 56:306—312 (1947); J. Hospers, "On Explanation," *Journal of Philosophy*, 43:337—356 (1946); A. Pap, *Introduction to the Philosophy of Science* (New York: The Free Press, 1962), Part 5, Chapter 18.

“Logical Analysis of Explanation,” pp. 343—357; G. Schlesinger, *Method in the Physical Sciences* (New York: Humanities Press, 1963); J. W. Yolton, “Explanation,” *British Journal for the Philosophy of Science*, 10:194—208(1959).

在 R. S. Cohen and M. Wartofsky, eds., *Boston Studies in the Philosophy of Science II* 中 (New York: Humanities Press, 1965), 有一个论述当代关于解释的争论的论文集, 其中包括 J. J. C. Smart, “Conflicting Views About Explanation,” W. Sellars, “Scientific Realism or Irenic Instrumentalism,” H. Putnam, “How Not to Talk About Meaning” and P. K. Feyerabend, “Reply to Criticism.” In the same volume, see also the historical treatment by E. Mendelsohn, “Physical Models and Physiological Concepts: Explanation in Nineteenth-Century Biology” and the Comments by E. Mayr. In M. Wartofsky, ed., *Boston Studies in the Philosophy of Science*, Vol. I (Dordrecht, Holland: Reidel, 1963), 见 A. Grünbaum, “The Falsifiability of Theories: Total or Partial? A Contemporary Evaluation of the Duhem-Quine Thesis” and L. Tisza, “The Logical Structure of Physics” 及后面的讨论。还可见 H. Feigl, “Some Remarks on the Meaning of Scientific Explanation,” in H. Feigl and W. Sellars, eds., *Readings in Philosophical Analysis* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1949).

探讨科学理论、理论实体和模型的本质的, 有: L. W. Beck, “Constructions and Inferred Entities,” in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.*; R. B. Braithwaite, *Scientific Explanation* (Cambridge: Cambridge University Press, 1953), especially Chapters iii, iv, and ix; M. Bunge, “Phenomenological Theories,” in M. Bunge, ed., *The Critical Approach to Science and Philosophy—Es-*



*says in Honor of Karl Popper* (New York: The Free Press, 1964); H. Feigl, "Existential Hypotheses," *Philosophy of Science*, 17:35—62 (1950); P. K. Feyerabend, "Attempt at a Realistic Interpretation of Experience," *Aristotelian Society Proceedings*, 58:143—170 (1958); 还有他的 "Explanation, Reduction and Empiricism," in H. Feigl and G. Maxwell, eds., *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. III (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1962), and "Realism and Instrumentalism—Comments on the Logic of Factual Support," in M. Bunge, ed., *The Critical Approach to Science and Philosophy* (New York: Free Press, 1964). 还可见 P. Frank, "Comments on Realistic vs. Phenomenalistic Interpretations," *Phil. of Sci.*, 17:166—169 (1950) and "Metaphysical Interpretations of Science," *Brit. Journal for the Phil. of Sci.*, 1:60—91 (1950). The volume edited by H. Freudenthal, *The Concept and the Role of the Model in Mathematics and Natural and Social Science* (Dordrecht, Holland: Reidel, 1961) 含有许多论述这一问题的文章, 例如 L. Apostel, "Towards the Formal Study of Models in the Non-Formal Sciences," H. J. Groenewold, "The Model in physics," A. Kuipers, "Model and Insight," P. Suppes, "Meaning and Uses of Models in Mathematics and the Empirical Science," and J. B. Ubbink, "Model, Description and Knowledge." 关于这方面, 还可参见论述经验科学中的模型的专题论文集, 载 E. Nagel, P. Suppes, and A. Tarski, eds., *Logic, Methodology and Philosophy of Science* (Stanford, Calif.: Stanford University Press, 1962), 载有下列等人的文章 R. B. Braithwaite, L. Hurwicz, P. Suppes, H. Putnam, and J. Vigier; and in the same volume, the "Symposium on Theoreti-

cal and Empirical Aspects of Science.” 载有下列等人的文章 J. Kotarbinska, H. Mehlberg, K. Popper, and J. H. Woodger. There is a sustained treatment of this question in M. Hesse, *Models and Analogies in Science* (Notre Dame, Ind.: University of Notre Dame, Press, 1966), and in her *Forces and Fields* (London: Nelson, 1961), Chapter 1; also, in E. Nagel, *The Structure of Science* (New York: Harcourt, Brace, 1961) Chapters V and VI; E. H. Hutten, “The Role of Models in Physics,” *British Journal for the Philosophy of Science*, 4:284—301 (1953); M. Wartofsky, “The Model Muddle—Proposals for an Immodest Realism” (forthcoming). See also W. Kneale, “Induction, Explanation and Transcendent Hypotheses,” in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.*, and in the same volume, K. McQuorquodale and P. E. Meehl, “On a Distinction Between Hypothetical Constructs and Intervening Variables [reprinted from *Psychological Review*, 55:95—107 (1948)]; G. Maxwell, “The Ontological Status of Theoretical Entities,” in H. Feigl and G. Maxwell, *op. cit.*, Vol. III. 讨论了卡尔纳普的有影响的论文中所提出的一些论点, 这些论文中与此有关的是 “Empiricism, Semantics and Ontology” and “Testability and Meaning.” 这两篇文章都作为附录收在 R. Carnap, *Meaning and Necessity* (Chicago: University of Chicago Press, 1956). 还可见 W. Rosenblith and N. Wiener, “The Role of Models in Science,” *Philosophy of Science*, 12: 316—322 (1945); S. Stebbing, “Constructions,” *Proceedings of the Aristotelian Society*, 34:1—30 (1933—34) 以及她的 “Logical Constructions and Knowledge through Description,” *Proceedings, 7th International Congress of Philosophy* (1930), 其中讨论了罗素和其他人关于推论实体的替换性逻辑构成问题的观点。关于罗素的观点, 见他的

“The Relation of Sense Data to Physics,” in *Mysticism and Logic* (New York: Doubleday Anchor, n.d.), 以及新近的论述伯特兰·罗素的哲学的专题论文集, 其中有W. V. Quine, C. Hempel 和王浩(H. Wang)等人的文章 *Journal of Philosophy*, 63:657—673(1966)关于社会科学中的理论和模型, 见 A. Kaplan, *Conditions of Inquiry—Methodology for Behavioral Science*(San Francisco: Chandler, 1964) especially Chapters vii, viii, and ix; also H. A. Simon and A. Newell, “Models: Their Uses and Limitations” in L. D. White, ed., *The State of the Social Sciences* (Chicago: University of Chicago Press, 1956) and H. A. Simon, *Models of Man* (New York: Wiley, 1957)。

## 第十一章

因果律是贯串着近代哲学和科学史的一个中心问题。莱布尼兹做出了一些重要的创新的探讨, 见 *The Discourse on Metaphysics and The Leibniz-Clarke Correspondence*, ed., G.H. Alexander (Manchester: Manchester University Press, 1956); Kant, in the *Critique of Pure Reason*, tr. N. Kemp Smith (New York: St. Martin's Press, 1961), especially Chapter II, Section 2, Part 4, “The Second Analogy” and “The Third Antinomy”; Hume *Treatise of Human Nature*, Selby-Bigge, ed. (London: Oxford University Press, 1941), Book I, Part III; and *An Enquiry Concerning Human Knowledge* (Indianapolis, Ind.: Bobbs-Merrill, 1955). 关于休谟的观点的许多讨论, 有一些可见 A. N. Whitehead, *Process and Reality* (New York: Macmillan, 1929, pp. 263 ff.), C. A. Mace, “Hume's Doctrine of Causality,” *Aristotelian Society Proceedings* 32:301—328(1932), and the essays by J.A. Robin-

son, T. J. Richards and J. W. Lenz in V. C. Chappell, ed., *Hume—A Collection of Critical Essays* (New York: Doubleday, Anchor, 1966)]. Important works devoted mainly to this question are J.D. Bernal, *The Freedom of Necessity* (London: Routledge and Kegan Paul, 1949); E. Borel, *Le Hasard* (Paris: Presses Universitaires Francaises, 1948); E. Boutroux, *De la contingence des lois de la nature* (Paris: Alcan, 1898); D. Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics* (London: Routledge and Kegan Paul, 1957), especially Chapters I-III, 其中 Bohm 提出了他的与别的量子物理学家不同的观点 M. Born, *The Natural Philosophy of Cause and Chance* (London: Oxford University Press, 1949); L. Brunschvicg, *L'Experience humaine et la causalité physique* (Paris: Alcan, 1922); E. Cassirer, *Determinism and Indeterminism in Modern Physics* (New Haven: Yale University Press, 1956), esp. Chapter 6 on "The General Principle of Causality"; F. Enriques, *Causalité et déterminisme dans la philosophie et l'histoire des sciences* (Paris: Hermann, 1941); P. Frank, *Das Kausalgesetz. und seine Grenzen* [Vienna: Springer, 1932 (translated into French by J. du Plessis de Grénedan, as *Le Principe de causalité et ses limites* (Paris: Flammarion, 1937)] Frank 的进一步讨论, 可见他的 *Philosophy of Science* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1957), Chapters 11 and 12 ("Causal Laws" and "The Principle of Causality") and his *Modern Science and Its Philosophy* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1949), Chapter 9 ("Determinism and Indeterminism in Modern Physics"). See also the monograph by V. Lenzen, *Causality in Natural Science* (Springfield, III.: Thomas, 1954). 对于科

学史上因果原理的著名研究以及关于这一原理的地位的引人注目的论点, 见 É. Meyerson 的重要著作: *Identity and Reality*, tr. K. Loewenberg [London: George Allen and Unwin, 1930(reprinted, New York: Dover, 1962)], as well as in his other, as yet untranslated, works, *De L'Explication dans les sciences* and *Le Chéminement de la pensée*. See also E. Nagel's important discussion in his *The Structure of Science*, *op. cit.*, Chapter 10; and in his *Freedom and Reason* (New York: The Free Press, 1951). the essay "The Causal Character of Modern Physical Theory" (reprinted in Feigl and Brodbeck, eds., *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1953); M. Planck, "The Concept of Causality in Physics," in P. Wiener: *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Scribner, 1953), [from Planck's *Scientific Autobiography* (New York: Philosophical Library, 1949)]; B. Russell, "On the Notion of Cause, with Applications to the Free Will Problem," in *Mysticism and Logic* [London: George Allen and Unwin, 1954 (reprinted, New York: Doubleday Anchor Books, 1957)]; (For a full analysis of Russell's views on this subject see E. Götlind, *Bertrand Russell's Theory of Causation* (Uppsala, Sweden, 1952); L. Silberstein, *Causality* (London: Macmillan, 1933) and H. Weyl, *Philosophy of Mathematics and Natural Science* (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1949), especially Part II, Chapter iii, Section 23, and Appendix C.

当代科学哲学文献中关于因果律的最受推崇的全面讨论是 M. Bunge, *Causality—The Place of the Causal Principle in Modern Science* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1959).

在新近出版的专题论文集中，有：S. Hook, ed., *Determinism and Freedom in the Age of Modern Science* (New York: New York University Press, 1959), 其中包括 Brand Blanshard, “The Case for Determinism,” Max Black, “Making Something Happen,” P.W. Bridgman, “Determinism in Modern Science”, A. Landé, “The Case for Indeterminism”, and D.W. Sciama, “Determinism and the Cosmos,” as well as discussion by Nagel, Hook, Pap, Taylor, and others. See also M. Wartofsky, ed., *Boston Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 1. (Dordrecht, Holland: Reidel, 1963), 其中包括专题论文集“Deterministic Interpretations of the Quantum Theory” (R. Schiller, A. Siegel, and A. Shimony); and S. Körner, ed., *Observation and Interpretation* [London: Butterworth, 1957 (reprinted New York: Dover, n. d.)], 其中包括 J. Vigier, “The concept of probability in the frame of the probabilistic and the causal interpretation of quantum mechanics”和D.Bohm以及L.Rosenfeld之间关于对因果解释的所谓隐变量的探讨之间的讨论及他们的批判。

关于因果律问题和因果命题的逻辑问题的最出色的介绍性讨论还是 A. Pap, *An Introduction to the Philosophy of Science* (New York: The Free Press, 1962), especially Part 4, Chapters 14—17, on “Causality and Laws of Nature,” which includes a discussion of counterfactuals and dispositional statements, and of the determinism-indeterminism issue. 对于因果命题的形式的或逻辑的分析的讨论，见 A. W. Burks, “The Logic of Causal Propositions,” *Mind*, 60:363—382 (1951); Dagfinn Follesdal, “Quantification into Causal Contexts”对 Follesdal 的论文的评论见 Roderick Chisholm, “Query on Substitutivity” in R. S. Cohen and M. Wartofsky, eds., *Boston Studies in the Philosophy of Science*

ce, Vol. II (New York: Humanities Press, 1965); G. P. Henderson, "Causal Implication," *Mind*, 63:504—518(1954); J. Waddington, "Propositions Asserting Causal Connection," *Analysis*, 14:31—37(1953—54). 还可见 K. W. Rankin, "Causal Modalities and Alternative Action," *Philosophical Quarterly*, 7:289—304(1957) and the excerpt from R. von Mises, *Positivism: A Study in Human Understanding*(Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1951), reprinted in P. Wiener, *op. cit.*, as "Causality and Probability."

论述这一论题的广泛的期刊文献有 R. D. Bradley, "Must the Future Be What It Is Going to Be?" *Mind*, 68:193—208(1959) and "Determinism and Indeterminism in Microphysics," *Brit. J. for the Phil. of Science*, 13:193—215(1962); R. B. Braithwaite, "The Idea of Necessary Connection," Parts I and II, *Mind*, 36:476—477(1927), 37:62—72(1928); R. G. Collingwood, "On the So-called Idea of Causation," *Aristotelian Society Proceedings*, 33:85—112(1938); C. J. Ducasse, "On the Nature and Efficacy of Causes," *Phil. Review*, 41:395—399(1932) and "On the Analysis of Causality," *Journal of Philosophy*, 4:422—426(1957); A. C. Ewing, "A Defence of Causality," *Aristotelian Society Proceedings*, 33:95—128(1933); H. Feigl, "Notes on Causality," in Feigl and Brodbeck, *op. cit.*; W. B. Gallie, "An Interpretation of Causal Law," *Mind*, 48:409—426(1939); I. J. Good, "A Theory of Causality," *Brit. Journal for the Phil. of Science*, 9:307—310(1958); T. A. Goudge, "Causal Explanation in Natural History," *Brit. J. for the Phil. of Science*, 9:194—202(1958); M. Grene, "Causes," *Philosophy*, 38:149—159(1963); J. C. Gregory

"Causal Efficacy," *Aristotelian Society Proceedings*, 44:1—14 (1944); E. W. Hall, "Time and Causality," *Phil. Rev.*, 43:333—350 (1934); A. Hofstadter, "Causality and Necessity," *J. Phil.*, 46:257—270 (1949); and "Power and Causality," *J. Phil.*, 32:5—19 (1935); D. J. O'Connor, "Determinism and Predictability," *Brit. J. for the Phil. of Science*, 7:310—315 (1957); D. F. Pears, "The Priority of Causes," *Analysis*, 17:54—63 (1956—1957); H. C. Plaut, "Condition, Cause, Free Will and the Direction of Time," *Brit. J. for the Phil. of Science*, 11:212—221 (1961); A. Pap, "A Note on Causation and the Meaning of Event," *J. Phil.*, 54:155—159 (1957); W. H. Riker, "Causes of Events," *J. Phil.*, 55:281—291 (1958); H. D. Roelofs, "Second Thoughts on Causality," *Mind*, 56:60—71 (1947); L. J. Russell, "The Principle of Causality," *Aristotelian Society Proceedings*, 46:105—126 (1946); R. L. Saw, "An Aspect of Causal Connexion," *Aristotelian Society Proceedings*, 35:95—112 (1935); F. C. S. Schiller, "Creation, Emergence, Novelty," *Aristotelian Society Proceedings*, 31:25—36 (1931); M. Schlick, "Causality in Everyday Life and in Recent Science," in Feigl and Sellars, eds., *Readings in Philosophical Analysis* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1949); M. Scriven, "Randomness and the Causal Order," *Analysis*, 17:5—9 (1956—1957); H. A. Simon, "On the Definition of the Causal Relation," *J. Phil.*, 49:517—528 (1952); the symposium on "Mechanical and Teleological Causation," with C. A. Mace, G. F. Stout, A. C. Ewing and C. D. Broad, *Aristotelian Society Proceedings*, supp. Vol. 14:22—112 (1935); J. R. Weinberg, "The Idea of Causal Efficacy," *J. Phil.*, 47:397—407 (1950).



以下简要列出了论述因果律和人类行动(从对于自由意志和行动问题以及对于心理学和人类科学中的因果律两方面的关系上)的文献,第十四章的参考文献提示中更详细地列出了有关的著作。William James' essay "The Dilemma of Determinism"表述了一些经典的问题,提出了一般的唯意志论的解释(in James' *The Will to Believe and Other Essays in Popular Philosophy* [New York: Dover, 1956(reprint)]。L. S. Feuer and E. M. Albert join in a symposium on "Causality in the 'Social Sciences,'" *J. Phil.*, 51:681—706(1954)。也参见 W. Gruen, "Determinism, Fatalism and Historical Materialism," *J. Phil.*, 33:617—628(1936); A. Grünbaum, "Causality and the Science of Human Behavior," *Am. Scientist*, 40:665—676(1952) (reprinted in Feigl and Brodbeck, *op. cit.*); H. L. A. Hart, A. M. Honoré, "Causation in the Law," *Mind*, 70: 553—561 (1961); 也参见 the extensive treatment by H. L. A. Hart and A. M. Honoré, *Causation and the Law* (Oxford: Clarendon Press, 1959)。也参见 the symposium volume *Determinism and the Will*, D. F. Pears, ed., (New York: St. Martin's Press, 1963), which includes discussion by Pears, P. F. Strawson, H. L. A. Hart, James Thomson, S. Hampshire, and others; and the review by M. Wartofsky, *J. Phil.*, 61:308—315 (1964)。The classical experimental study in psychology is A. Michotte, *The Perception of Causality* (London: Methuen, 1963)。也参见 G. F. McIntosh, "The Category of Causation in Psychology," *Australasian J. Phil.*, 13:257—278(1935)。

目的论的、有机论的和突生论的因果观和控制论的探讨以及“追溯性”因果律的探讨,可见第十三章的《参考文献提示》。

## 第十二章

像因果律概念一样，空间、时间和物质的概念是贯串着科学史、自然哲学史的中心概念，而且是形而上学思想的柱石。因而，有关这些问题的重大探讨贯穿于所有大哲学家和哲学家-科学家的著作，并且涉及到神学思想的一些中心方面。在这个参考文献提示中，除了提出康德关于空时概念本质的划时代表述（见《纯粹理性批判》中《超验美学》一节）外，不打算列出这些著作。也许特别要注意的是麦孟尼德(Maimonides)、托马斯·阿奎那、斯宾诺莎、笛卡儿、莱布尼兹、波斯柯维克(Boscovic)和牛顿的观点。关于当代观点的历史背景可见下列一类著作：E. A. Burtt, *The Metaphysical Foundations of Modern Science*, revised edition [New York: Doubleday, Anchor (reprint), n. d.], esp. Chapters III (Section D), IV (Sections B and C), and VII (Section 4, A, B, C, on Newton's philosophy of mass, space, and time); Max Jammer's excellent studies, *Concepts of Space* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1954), *Concepts of Mass* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1961), and *Concepts of Force* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1957); M. Capek, *The Philosophic Impact of Contemporary Physics* (Princeton, N. J.: Van Nostrand, 1961); A. G. van Melsen, *From Atomos to Atom*, tr. H. J. Koren (Duquesne University Studies, Philosophical Series, 1952); and once again, E. Meyerson, *Identity and Reality* [London: George Allen and Unwin, 1930 (reprinted New York: Dover, 1962)], esp. Chapters iv, vi, and vii. 在包括着对这些问题的讨论的许多物理学史的研究中，有 A. D'Abro, *The Evolution of Scientific Thought from Newton to Einstein* [New York: Dover (re-

print), 1950]; and *The Rise of the New Physics* [New York: Dover (reprint), 1951]; G. Holton, *Concepts and Theories in Physical Science* (Cambridge, Mass.: Addison-Wesley, 1952); A·爱因斯坦和英费尔德:《物理学的进化》。M. Munitz, ed., *Theories of the Universe* (New York: The Free Press, 1957)是一本收集了从巴比伦神话到现代的宇宙论说明的汇编,在这些宇宙论中,空间、时间和物质的概念具有中心意义。

关于系统性的形而上学思想中特征性的空时观,尤其是关于对空时的经验和对空时结构的构思之间的区别方面,可见 G. W. F. Hegel, *Phenomenology of Mind*, tr. by Baillie (London: Allen and Unwin, 1961), 特别是 Part A, Chapter 1, "The Certainty of the Senses," which deals with the concepts of "here" and "now"; the British neo-Hegelian treatment by F. H. Bradley, *Appearance and Reality* (Oxford: Clarendon Press, 1930); Sir Samuel Alexander's compendious discussion in *Space, Time and Deity* (London: Macmillan, 1920), two volumes; J. McTaggart, *Existence and Reality* (Cambridge: Cambridge University Press, 1921—1927), 特别是关于时间的“非实在性”的讨论; C. D. Broad, *An Examination of McTaggart's Philosophy* (Cambridge: Cambridge University Press, 1933—1938) and A. N. Whitehead, *Process and Reality* (New York: Harper & Row, 1957) and *Scientific Thought* (London: Kegan Paul, 1923). 关于当代的唯心主义的讨论,还可见 W. T. Stace, *Time and Eternity* (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1952). 直觉论和现象论的时空观,见 H. Bergson, *Time and Free Will*, tr. F. L. Pogson (London: Allen and Unwin, 1913); *Creative Evolution*, tr. Mitchell (New York: Holt, 1911); *Duration and Simultaneity*, tr. L. Jacobson

(Indianapolis, Ind.: Bobbs-Merrill, 1965); and *Matter and Memory*, tr. N. M. Paul and W. S. Palmer (London: Allen and Unwin, 1950); E. Husserl, *The Phenomenology of Internal Time-Consciousness*, tr. J. S. Churchill (The Hague: Martinus Nijhoff, 1964); and M. Merleau-Ponty, *The Phenomenology of Perception*, tr. C. Smith (New York: Humanities Press, 1962).

科学哲学中的一些重大讨论包括 E. Borel, *Space and Time*; N. Bohr, *Atomic Physics and Human Knowledge* (New York: Wiley, 1958), and *Atomic Theory and the Description of Nature* (Cambridge: Cambridge University Press, 1934); M. Born, *The Constitution of Matter*, tr. E. W. Blair and T.S. Wheeler (London: Methuen, 1923); C. D. Broad, *Scientific Thought* (London: Routledge and Kegan Paul, 1923), especially Chapters IX-XIII; C.D. Broad, "Is Space Euclidean?" *Mind*, 24:464—480 (1915); E. Cassirer, *Substance and Function in Einstein's Theory of Relativity* (New York: Dover, 1953); R. G. Collingwood, *The Idea of Nature* (Oxford: Clarendon Press, 1945); F. M. Cornford, "The Invention of space" in *Essays in Honor of Gilbert Murray* (London: Allen and Unwin, 1936); A. Eddington's *The Nature of the Physical World* [Ann Arbor: University of Michigan Press (reprint), 1958] is an especially good introduction to the newer concepts of space, time, and matter. See especially Chapters III and X. A more advanced account is in Eddington's *Space, Time and Gravitation* (Cambridge: Cambridge University Press, 1935). 对于新物理学的介绍性说明也可见 J. Jeans, *The New Background of Science* [Ann Arbor: University of Michigan Press (reprint) 1959], especially Chapters III-V, and by W. Heisenberg, *Physics and*

*Philosophy* (New York: Harper, 1958) and *The Physicist's Conception of Nature*, tr. A. J. Pomerans (New York: Harcourt, Brace, 1958). 还可见 Philipp Frank's *Philosophy of Science* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1957), 一书中的讨论, 尤其是 Chapters 6—10, and his "Philosophical Misinterpretations of Quantum Theory," in *Modern Science and Its Philosophy* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1949). 当代物理学哲学家的充分讨论有 A. Grünbaum, *Philosophical Problems of Space and Time* (New York: Knopf, 1963). 还可见他的论文 "The Nature of Time," in *Frontiers of Science and Philosophy*, R. G. Colodny, ed. (Pittsburgh, Pa.: Pittsburgh University Press, 1962); "Geometry, Chronometry and Empiricism," in H. Feigl and G. Maxwell, eds., *Minnesota Studies in Philosophy of Science*, Vol. III (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1962) and "The Special Theory of Relativity as a Case Study of the Importance of the Philosophy of Science for the History of Science," in B. Baumrin, ed., *Philosophy of Science—The Delaware Seminar*, Vol. II (New York: Interscience, 1963). 在同一卷中, 还可见到 H. Putnam 对 Grünbaum 的批判: "An Examination of Grünbaum's Philosophy of Geometry," and the essay by D. Shapere, "Space, Time and Language—An Examination of Some Problems and Methods of the Philosophy of Science." 较早一些的经典性探讨有 E. Mach *Space and Geometry* (LaSalle, Ill.: Open Court, 1943) and the selection from his *Science of Mechanics* (LaSalle, Ill.: Open Court, 1942) reprinted in H. Feigl and M. Brodbeck, eds., *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1953), as "Newton's Views of Time, Space and Mo-

tion" [更详细一些的载于 A. Danto and S. Morgenbesser, eds., *Philosophy of Science* (New York: Meridian, 1960)]. 后一汇编包括有 Newton's *Scholium* to the Definitions in *Principia Mathematica*, as "Absolute and Relative Space, Time and Motion," 提供出 18 世纪贝克莱主教对牛顿的批判, 选自贝克莱的 *Principles of Human Knowledge*, as well as a translation of H. Poincaré's "Geometry and Space." H. Poincaré's essays on these questions appear also in his *Science and Method* [New York: Dover (reprint), n. d.], and *The Value of Science* [New York: Dover (reprint) 1958]. Also see M. Planck, *Philosophy of Physics*, tr. W. H. Johnston (London: Allen and Unwin, 1936); and the series of works by H. Reichenbach *Philosophy of Space and Time* (New York: Dover, 1957), *Philosophical Foundations of Quantum Mechanics* (Berkeley, Calif.: University of California Press, 1946), and *The Direction of Time* [Berkeley, Calif.: University of California Press, 1956 (published posthumously and edited by Maria Reichenbach)] and the introductory treatment in *The Rise of Scientific Philosophy* (Berkeley, Calif.: University of California Press, 1951). In 1945—46, Ernest Nagel and Reichenbach engaged in an exchange: E. Nagel, "Reichenbach's *Philosophical Foundations of Quantum Mechanics*," *J. Phil.*, 42:437—444 (1945); H. Reichenbach, "Reply to Ernest Nagel's Criticism on My Views on Quantum Mechanics," *J. Phil.*, 43:239—247 (1946); E. Nagel, "Reichenbach on Quantum Mechanics: A Rejoinder," *J. Phil.*, 43:247—250 (1946). Nagel's later views are in *The Structure of Science* (New York: Harcourt, Brace, 1961), Chapter 10 ("Causality and Indeterminism in Physical Theory").

马克思主义对实证主义的时空观和物质观的批判，见弗·伊·列宁：《唯物主义和经验批判主义》，特别是第三章和第五章。伯特兰·罗素在若干著作中探讨了这些问题。例如，参见他的 *Analysis of Matter* (New York: Harcourt, Brace, 1927), esp. Chapters 1—6 and 27—36; and *Human Knowledge: Its Scope and Limits* (New York: Simon. and Schuster 1948), esp. Part Four, Chapters 5—10. See also, É. Meyerson, *Réel et Déterminisme dans la Physique quantique* (Paris: Hermann et Cie., 1933); H. Margenau, *The Nature of Physical Reality* (New York: McGraw-Hill, 1929); C. F. von Weizsäcker, *The World View of Physics* (Chicago: University of Chicago Press, 1949) and *The History of Nature* (Chicago: University of Chicago Press, 1949); H. Weyl, *Space-Time-Matter* (New York: Dover, 1950) and *Philosophy of Mathematics and Natural Science* (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1949), esp. Part II, Chapters i and iii; J. A. Wheeler, “Curved Empty Space-Time as the Building Material of the Physical World: An Assessment” in E. Nagel, P. Suppes and A. Tarski, eds., *Logic, Methodology and Philosophy* [Stanford, Calif.: Stanford University Press, 1962 (a very imaginative view by a leading physicist)]; J. J. Whitrow, *The Natural Philosophy of Time* [London: Nelson, 1961 (a detailed and learned account)]; 以及 Sir Edmund Whittaker 的重要说明 *From Euclid to Eddington: A Study of the Conceptions of the External World* (Cambridge: Cambridge University Press, 1949). 关于哲学和科学对最高秩序的辨别力见怀特海的文章，收在 *A. N. Whitehead: The Interpretation of Science—Selected Essays*, A. H. Johnston, ed. (Indianapolis: Ind.; Bobbs-Merrill, 1961), which in-

cludes "Time, Space and Material," "Time," "Space, Time and Relativity," "The Philosophical Aspects of the Principle of Relativity," "The Idealistic Implications of Einstein's Theory," "The Problem of Simultaneity" (on the relation of measured time to lived time).

其他重要的讨论包括 J. J. C. Smart, "The River of Time," *Mind*, 58:483—494(1949); R. O. Kapp, "Hypotheses About the Origin and Disappearance of Matter," *Brit. J. for the Phil. of Science*, 6:177—186; H. Mehlberg, "Space, Time, Relativity," in *Proceedings of the 1964 International Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science*(Amsterdam: North-Holland Publishing Co., 1966); and the Symposium volume, *The Concept of Matter*, E. McMullin, ed. (Notre Dame, Ind.: University of Notre Dame Press, 1963), esp. Parts Four and Five. See also E. McMullin, "From Matter to Mass," in R. S. Cohen and M. W. Wartofsky, *Boston Studies in the Philosophy of Science*, Vol. II (New York: Humanities Press, 1965), and the "Comment on McMullin's View" by M. Wartofsky.

关于相对论的趣味性介绍, 见两位杰出的苏联科学家的著作: L. D. Landau and G. B. Rumer, *What Is Relativity?* tr. N. Kemmer, with an introduction by R. S. Cohen [Greenwich, Conn.: Fawcett Publications (reprint), 1966]. 相对论创始人及其同事的杰出的普及性说明, 有 A. Einstein, *Sidelights of Relativity* (New York: Dutton, 1923) and Philipp Frank, *Relativity—A Richer Truth* (Boston: Beacon Press, 1950). 还可见 P. Bridgman, *A Primer of Relativity* (Middletown, Conn.: Wesleyan University Press, 1962), and D. Bohm, *The Special Theory of Relati-*



vity (New York: Benjamin, 1965).

### 第十三章

讨论生物系统的独特性的著作中有: W. B. Cannon, *The Wisdom of the Human Body* (New York: W. W. Norton, 1939) 探讨了有机体因而还有“才智”的自我调节的体内稳态〔其节录出现在 P. Wiener, *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Scribner, 1953), 标题是 “The Self-Regulation of the Human Body”]; H. Driesch, *The Science and Philosophy of the Organism* (London: A. C. Black, 1908), and E. Rignano, *The Nature of Life* (New York: Harcourt, Brace, 1930). (Driesch 最早用某种先天的不可还原为物理机制的圆极提出生命是自我指导的活动的观点。Rignano 也支持把生命看作表现出不可还原的、有机体独有的“活力”性质的观点。) C. J. Herrick, *The Evolution of Human Nature* [New York: Harper Torchbooks(reprint), 1961]; R. S. Lillie, *General Biology and Philosophy of Organism* (Chicago: University of Chicago Press, 1945); [也可见他的文章 “Types of Physical Determination and the Activities of Living Organisms,” *J. Phil.*, 28:561—573 (1931)]; E. Mayr, *Animal Species and Evolution* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1965) (see also his article “Cause and Effect in Biology,” *Science*, 134:1501—1506 (1961)); J. Loeb, *The Mechanistic Conception of Life* (Chicago: University of Chicago Press, 1912); P. B. Medawar, *The Uniqueness of the Individual* (London: Methuen, 1957) and *The Future of Man* (London: Methuen, 1960); J. Needham, *Order and Life* (Cambridge: Cambridge University Press, 1936) and *Integrative Levels: A Reevaluation of the Idea of*

*Progress*(The Herbert Spencer Lecture, Oxford, 1937); E. S. Russell, *The Directiveness of Organic Activities*(Cambridge, Mass.: Cambridge University Press, 1945); E. Schrödinger, *What Is Life?* (Garden City, N. Y.: Doubleday, 1956)(an organicist view by a noted physicist); C. Sherrington, *Man on His Nature*(Cambridge, Mass.: Cambridge University Press, 1951); E. W. Sinnott, *Matter, Mind and Man*(New York: Harper & Row, 1957) and *Cell and Psyche* (Chapel Hill, N. C.: University of North Carolina Press, 1950); T. H. Savory, *Mechanistic Biology and Animal Behavior* (London: Watts, 1936); E. C. Tolman, *Purposive Behavior in Animals and Men* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1932); L. von Bertalanffy, *Problems of Life—An Evolution of Modern Biological Thought* (New York: Harper & Row, 1952)(a distinctive organicist view in terms of general systems theory); W. M. Wheeler, *Essays in Philosophical Biology* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1939); J. H. Woodger, *Biological Principles* (New York: Harcourt, Brace, 1929) (this remains the best discussion of philosophical problems in biology). 其他探讨生物学问题与其他问题的关系的著作包括: T. Dobzhansky, *The Biological Basis of Human Freedom* (New York: Columbia University Press, 1956); A. I. Oparin, *The Origin of Life* (New York: Academic Press, 1957) (一位杰出的苏联科学家的关于蛋白链和生命细胞的形成赖以能够发生的物理化学条件的理论。)还可见 *The Physics and Chemistry of Life* [by the Editors of the *Scientific American* (New York: Simon and Schuster, 1955)] 其中载有 G. Wald 论述这个问题的文章(“The Origin of Life”), L. Pauling, R. B. Corey, and R. Hayward

“The Structure of Proteins”), and F. H. C. Crick (“The Structure of the Hereditary Material”). See also Crick’s Nobel Prize lecture, “On the Genetic Code,” *Science*, 139:461—464. 关于马克思主义哲学同生物学的关系, 见 M. Prenant, *Biology and Marxism* (London: Lawrence and Wishart, 1938) 关于本世纪40年代遗传学同李森科学说的论战, 见 D. Joravsky, “The Lysenko Affair,” *Sci. Am.*, 207:41—47(1962).

论及生物学思想中的机械论、有机论、突生论和目的论的期刊文献相当广泛。例如可参阅 H. F. Blum, “On the Origin and Evolution of Living Machines,” *American Scientist*, 49:474—501 (1961) and “The Origin and Evolution of Human Culture,” *American Scientist*, 51:32—47(1963) (Blum在此文中杜撰出“记忆原型”这一术语用来表示文化进化中传送的记忆映像。) C. D. Broad, “Mechanistic Explanation and Its Alternative,” *Aristotelian Society Proceedings*, 19:86—124(1918—1919); M. R. Cohen, *Reason and Nature* (New York: The Free Press, 1953), Chapter III; C. Ducasse, “Explanation, Mechanism and Teleology,” *J. Phil.*, 22:150—155(1925); W. Köhler, “Direction of Processes in Living Systems,” in P. Frank, ed., *The Validation of Scientific Theories* [New York: Collier Books (reprint), 1961][这一卷中还包括 (在论述“有机体和机械”这一部分中——这是美国科学促进协会在1953年所组织的专题讨论的一部分) 有下列文章 N. Rashevsky, “Is the Concept of an Organism as a Machine a Useful One?” and the delightful essay by W. S. McCulloch, “Mysterium Iniquitatis—of Sinful Man Aspiring into the Place of God”.] 还可参见 A. O. Lovejoy, “The Meanings of Emergence’ and its Modes,” in *Proceedings of the Sixth International Congress of*

*Philosophy* [New York: Longmans, Green, 1927 (reprinted in P. Wiener, *op. cit.*)]; G. W. Gotshalk, "Causality and Emergence," *Phil. Review*, 51:397—405 (1942); P. Henle, "The Status of Emergence," *J. Phil.*, 39:486—493 (1942); E. Mayr, "Cause and Effect in Biology," *Science*, 134:1501—1506. On the questions of reduction and teleological explanation, see A. Pap, *An Introduction to the Philosophy of Science* (New York: The Free Press, 1962), Chapter 19; E. C. Pollard, "Are Life Processes Governed by Physical Laws?" in B. Baumrin, ed., *Philosophy of Science—The Delaware Symposium* (New York: Interscience, 1963), Vol. II; 以及论述控制论概念的原始论文: A. Rosenblueth, N. Wiener, and J. Bigelow, "Behavior, Purpose and Teleology," *Philosophy of Science*, 10:18—24 (1943); N. Rashevsky's early article, "Physicomathematical Methods in Biological and Social Science," *Erkenntnis*, 6:357—365 (1936); F. A. O. Schmitt, "The Physical Basis of Life and Learning," *Science*, 149: 931—936 (1965); I. Scheffler, "Thoughts on Teleology," *Brit. J. for the Phil. of Science*, 9:265—284 (1958); M. Schlick, "Philosophy of Organic Life," in H. Feigl and M. Brodbeck, eds., *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1953) 同一卷中有 E. Nagel, "Teleological Explanation and Teleological Systems." 还可见 W. Seifritz, "A Materialistic Interpretation of Life," *Philosophy of Science*, 6:266—284 (1939); E. A. Singer, Jr., "Beyond Mechanism and Vitalism," *Philosophy of Science*, 1:273—295 (1934), "Logico-Historical Study of Mechanism," in *Studies in the History of Science*, University of Pennsylvania Bicentennial Conference, 1941, and "Mechanism, Vitalism, Natu-

ralism." *Philosophy of Science*, 13:81—99(1946); W. T. Stace, "Novelty, Indeterminism and Emergence," *Phil. Review*, 48:296—310(1939); G. F. Stout, "Mechanical and Teleological Causation," *Aristotelian Society Proceedings Supplement*, 14:46—65 (1935); J. S. Willkie, "Causation and Explanation in Theoretical Biology," *Brit. J. for the Phil. of Science*, 1:273—291(1950). See also E. Yovits and D. Cameron, eds., *Self-Organizing Systems: Proceedings of an Interdisciplinary Conference*(New York: Pergamon Press, 1960), which includes H. von Foerster, "On Self-Organizing Systems and Their Environments," A. M. Uttley, "The Mechanization of Thought Processes," and W. McCulloch "The Reliability of Biological Systems."

关于进化论及其解释的问题，见 H. Bergson, *Creative Evolution* (New York: Holt, 1911) 它引入了 *élan vital* 或“活力”的概念，活力在进化中表现出来。关于更早的观点，(特别)可参见 A. Schopenhauer, *The World as Will and Idea*, tr. R. B. Haldane and J. Kemp (London: Routledge and Kegan Paul, 1906), and H. Spencer, *First Principles* [New York: DeWitt Revolving Fund (reprint), 1958], and *The Principles of Biology*(New York: Appleton-Century-Crofts, 1899). 关于当代的讨论，请参阅 T. Dobzhansky, *Genetics and the Origin of Species*, 3rd ed. (New York: Columbia University Press, 1951) and *Mankind Evolving—The Evolution of the Human Species*(New Haven: Yale University Press, 1962); T. A. Goudge, "The Concept of Evolution," *Mind*, 63:16—25(1954); J. Huxley, *Evolution: The Modern Synthesis* [Ithaca, N. Y.: Cornell University Press (reprint), 1966]; M. Mandelbaum, "The Scientific Background of Evolutionary

"Theory in Biology" in P. Wiener and A. Noland, eds., *The Roots of Scientific Thought* (New York: Basic Books, 1957). 关于与这一问题有关的观念史, 还可参见 A. O. Lovejoy's classic study *The Great Chain of Being* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1936); B. Rensch, *Evolution Above the Species Level* (New York: Columbia University Press, 1960), esp. Chapter 8, "The Evolution of Life" and Chapter 10, "The Evolution of Consciousness"; G. G. Simpson, *The Meaning of Evolution*; J. C. Willis, *The Course of Evolution* (Cambridge: Cambridge University Press, 1940).

关于生物学的方法问题, 尤其可参见 Claude Bernard的大作 *Introduction to Experimental Medicine* (New York: Dover, 1957); [以及 by J. M. D. Olmsted and E. H. Olmsted, *Claude Bernard and the Experimental Method in Medicine* (New York: Henry Schuman, 1952)]; E. Caspari, "On the Conceptual Basis of the Biological Sciences," in R. G. Colodny, ed., *Frontiers of Science and Philosophy* (Pittsburgh: Pittsburgh University Press, 1962); G. Sommerhof, *Analytical Biology* (London: Oxford University Press, 1950); and the works of J. H. Woodger, *The Axiomatic Method in Biology* (Cambridge: Cambridge University Press, 1937) and *Biology and Language* (Cambridge: Cambridge University Press, 1952). 关于形态学和适应的有关讨论, 可见 E. S. Russell, *Form and Function* (London: Murray, 1916), in the great and classic study by D'Arcy Wentworth Thompson, *Growth and Form* (Cambridge: Cambridge University Press, 1917), and in J. Needham, *Biochemistry and Morphogenesis* (Cambridge: Cambridge University Press, 1950).

## 第十四章

常常很难划出方法论问题和实质性问题之间、行为科学和社会科学的科学问题同认识论、社会哲学和精神哲学的问题之间的分界线。究其极端，人们也许可以区分出(一方面)硬性的实验研究和经验理论与(另一方面)哲学分析和思辨反思。但是，也许任何地方都不存在像人类科学中的哲学考虑同科学考虑之间的这样一种持续的相互作用；任何地方都不具有如此直接的方法论对研究课题本身的特征及其认识论特征的影响。这可能是因为这种研究课题就是人的意识、人的行动、人的目的，探究的工具本身卷入了探究的对象。因而，探讨人类科学的著作中的一大强调重点就是力图把这一研究课题重新塑造成客观的课题，可以以自然科学所引以自豪的同样的方式、带着同样的不怀偏见的态度去加以探讨。所以，在行为主义心理学中、在经验的社会学和人类学中，如同在历史学家的行业中那样，人们力图排除观察者的主观性，力求以一种“价值-自由”的方式去探讨这类课题。与此同时，加入的观察者、“思考自身的精神”的反思性或研究人的反思性这类问题本身就已成为人类科学中一个独特的方法论的争论之点。出于这种原因(它同科学和哲学的连续性这个一般问题有关)，在这里可以恰当列出的文献是极其广博的，而且并非总是可以区别为“科学的”文献或“哲学的”文献的。因此，一份参考书目提示的局限性就会是挂一漏万的。我们只是简略提出论述有关认识论问题的文献，也只能初步触及实验心理学和社会科学中的经验研究的丰富宝藏。

### 第一部分

论及精神、意识和行为以及论述心身问题的一些有关著作

有：A. F. Bentley, *Behavior, Knowledge, Fact* (Bloomington, Ind.: Principia Press, 1935); G. Bergmann, *The Philosophy of Science* (Madison: University of Wisconsin Press, 1957), and among Bergmann's many articles, representing the logical empiricist view, "On Some Methodological Problems of Psychology," *Philosophy of Science*, 7:205—219 (1940), reprinted in H. Feigl and M. Brodbeck, *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1953); "The Logic of Psychological Concepts," *Philosophy of Science*, 18:93—110 (1951), "Theoretical Psychology" *Annual Review of Psychology*, 4:435—458 (1953); B. Blanshard, "Behaviorism and the Theory of Knowledge," *Philosophical Review*, 37:328—352 (1928); E. G. Boring, *The Physical Dimensions of Consciousness* (New York: The Century Co., 1933), and also "Mind and Mechanism," *American Journal of Psychology*, 59:173—192 (1946); C. D. Broad, *The Mind and Its Place in Nature* (London: Kegan Paul, 1925) (在Broad所写的论述知觉、意识和精神哲学的许多著作中，这是一部基本的系统性的著作); H. Driesch, *Mind and Body* (London: Methuen, 1927) (by the vitalist biologist); J. C. Eccles, *The Neurophysiological Basis of Mind* (Oxford: Clarendon, 1953); H. Feigl, "Principles and Problems of Theory-Construction in Psychology," in W. Dennis, ed., *Current Trends of Psychological Theory* (Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1951); and his "Functionalism, Psychological Theory, and the Uniting Sciences: Some Discussion Remarks," *Psychological Review*, 62:232—235 (1955); "Physicalism, Unity of Science and the Foundations of Psychology," in P. A. Schilpp, ed., *The Philosophy of Rudolf*



*Carnap* (LaSalle, Ill.: Open Court, 1964); and especially Feigl's long essay, "The 'Mental' and the 'Physical'," in H. Feigl, M. Scriven, and G. Maxwell, *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1958), Vol. II. 它还附有一个完整的参考书目。

进化自然主义者关于意识发展的论点, 请参见神经解剖学家 C. J. Herrick 的著作: *The Evolution of Human Nature* [Austin: University of Texas Press, 1956 (reprinted New York: Harper Torchbooks, 1961)]. 还可参见 R. W. Sellars 的著作, *The Philosophy of Physical Realism* (New York: Macmillan, 1932), and *Evolutionary Naturalism* (LaSalle, Ill.: Open Court, 1922). See also P. Laslett, ed., *The Physical Basis of Mind* (Oxford: Blackwell, 1959); B. Russell, *The Analysis of Matter* (New York: Macmillan, 1927); C. Sherrington, *Man On His Nature* (Cambridge: Cambridge University Press, 1940); E. W. Sinnott, *Matter, Mind and Man* (New York: Harper & Row, 1957).

论及或有关心理学及相关的方法论问题的进一步的著作有 E. Brunswik, "Psychology as a Science of Objective Relations," *Philosophy of Science*, 4:227—260 (1937) and also his monograph, "The Conceptual Framework of Psychology," *International Encyclopedia of Unified Science*, Vol. 10 (Chicago: University of Chicago Press, 1952); R. J. Herrnstein and E. G. Boring, eds., *A Source Book in the History of Psychology* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1965) (这是一本出色地选集了心理学历史著述的汇编本, 其中大多数文章涉及到各种概念争论。尤其是第IV节: "The Nature of Psychology"); E. R. Hilgard, *Theories of Learning* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1948); C.

L. Hull, *Principles of Behavior* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1943) and also his "Knowledge and Purpose as Habit Mechanisms," *Psychological Review*, 37:511—525 (1930); K. Koffka, *Principles of Gestalt Psychology* (New York: Harcourt, Brace, 1935); W. Köhler, *Gestalt Psychology* (New York: Liveright, 1947) as well as his *The Place of Values in a World of Fact* (New York: Liveright, 1938), 以及他最近的批判行为主义的文章: "A Task for Philosophers," in P. K. Feyerabend and G. Maxwell, eds., *Matter, Mind and Method* (Minneapolis, Minn.: University of Minnesota Press, 1966); K. Lewin, *Topological Psychology* (New York: McGraw-Hill, 1936), and "The Conceptual Representation and the Measurement of Psychological Forces," *Contributions to Psychological Theory*, 4:1—247 (1938); K. Mac-Quorquodale and P. Meehl, "On a Distinction between Hypothetical Constructs and Intervening Variables," *Psychological Review*, 55:95—107 (1948), reprinted in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.*; E. Madden, "The Nature of Psychological Explanation," *Methodos*, 9:53—63 (1957), "The Philosophy of Science in Gestalt Psychology," *Philosophy of Science*, 19:228—238 (1952), and "Science, Philosophy, and Gestalt Theory," *Philosophy of Science*, 20:329—331 (1953); M. Marx, ed., *Psychological Theory—Contemporary Readings* (New York: Macmillan, 1951); P. Meehl, "Law and Convention in Psychology," in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.*, reprinted from "On the Circularity of the Law of Effect," *Psychological Bulletin*, 47:53—75 (1950); G. Miller, E. Galanter, and K. Pribram, *Plans and the Structure of Behavior* (New York: Holt, 1960); C. C. Pratt,

*The Logic of Modern Psychology* (New York: Macmillan, 1939); J. B. Pratt, *Matter and Spirit* (New York: Macmillan, 1922); W. Sellars, *Science, Perception and Reality* (New York: Humanities Press, 1963) (收集了许多有关的精神哲学的论文); E. A. Singer, *Mind as Behavior* (Columbus, Ohio: Adams, 1924); K. W. Spence, "The Nature of Theory-Construction in Contemporary Psychology," *Psychological Review*, 51:47—68(1944) and "The Postulates and Methods of Behaviorism" in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.*; S. S. Stevens, "The Operational Basis of Psychology," *American Journal of Psychology*, 47:323—330(1935), "The Operational Definition of Psychological Concepts," *Psychological Review*, 42:517—525 (1935) and "Psychology and the Science of Science," *Psychological Bulletin*, 36:221—262(1939); E. L. Thorndike, *The Psychology of Learning* (New York: Teacher's College, Columbia, 1913); E. C. Tolman, *Purposive Behavior in Animals and Men* (New York: Century, 1932); D. C. Williams, "Scientific Method and the Existence of Consciousness," *Psychological Review*, 41:461—479(1934), and more recently, "Mind as a Matter of Fact," *Review of Metaphysics*, 13:205—225(1959).

行为主义的主要代表 B. F. Skinner 在实验方法和理论方面的著作包括 *The Behavior of Organisms* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1938), *Science and Human Behavior* (New York: Macmillan, 1953), 以及如下一类文章: "The Operational Analysis of Scientific Terms," *Psychological Review*, 52:270—277 (1945), reprinted in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.*, "Are Theories of Learning Necessary?" *Psychological Review*, 57:193

—216(1950), 新近的评价性著作有“Behaviorism at Fifty,” *Science*, 140:951—958 (1963), reprinted in T. W. Wann, ed., *Behaviorism and Phenomenology: Contrasting Bases for Modern Psychology* (Chicago: University of Chicago Press, 1964).

新近有大量的文献探讨了思维和机器的问题。例如, 可参见 M. Arbib, *Brains, Machines and Mathematics* (New York: McGraw-Hill, 1965), for a summary of contemporary development; W. R. Ashby, *Design for a Brain* (New York: Wiley, 1954); D. V. Blake and A. M. Uttley, eds., *Proceedings of a Symposium on Mechanization of Thought Processes, two vols.* (London: Her Majesty's Stationery Office, 1959); M. Bunge, “Do Computers Think?” *Brit. J. for the Phil. of Science*, 7:139—149, 212—220(1956); L. Couffignal, *Les Machines à penser* (Paris: Éditions de Minuit, 1952); J. T. Culbertson, *Consciousness and Behavior* (Dubuque, Iowa: Brown, 1950) and *The Minds of Robots* (Urbana, Ill.: University of Illinois Press, 1963); J. Feldman, “Computer Simulation of Cognitive Processes,” in H. Borko, ed., *Computer Applications in the Behavioral Sciences* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1962); F. H. George, “Machines and the Brain,” *Science*, 127:1269—1274; P. de Latil, *Thinking by Machine* (Boston: Houghton Mifflin, 1957); D. M. Mackay, “Mindlike Behavior in Artifacts,” *Brit. J. for the Phil. of Science*, 2:105—121(1951); W. Mays, “Can Machines Think?” *Philosophy*, 27:148—162(1952); M. Minsky, “Steps Toward Artificial Intelligence,” *Proceedings of the I. R. E.*, 49:8—30(1961); A. Newell and H. A. Simon, “The Simulation of Human Thought,” in *Current Trends in Psychological Theory* (Pittsburgh:

University of Pittsburgh Press, 1961); W. Pitts and W. S. McCulloch, "How We Know Universals," *Bulletin for Mathematical Biophysics*, 9:127—147(1947); W. Sluckin, *Minds and Machines*(Hammondsworth: Penguin Books, 1954); M. Scriven, "The Mechanical Concept of Mind," *Mind*, 62:230—240(1953); A. M. Turing, "Computing Machines and Intelligence," *Mind*, 59:433—460(1950) and "Can a Machine Think?" in J. R. Newman, ed., *The World of Mathematics* (New York: Simon and Schuster, 1956), Vol. IV.

此外, 还有许多简装的汇编本收有论述这些问题的文章。值得提出的有: V. C. Chappell, ed., *The Philosophy of Mind*(Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1962) which contains J. Wisdom, "The Concept of Mind," U. T. Place, "Is Consciousness a Brain Process?" J. J. C. Smart, "Sensations and Brain Processes," and P. Ziff, "About Behaviorism"; also, the volume edited by S. Hook, *Dimensions of Mind* (New York: Collier Books, 1961), 其中包括一个专论集 (Part II. The Brain and the Machine) 收有如下文章 N. Wiener, M. Scriven, "The Compleat Robot: A Prolegomena to Androidology," and H. Putnam, "Minds and Machines," and in Part III, S. Toulmin, "Concept Formation in Philosophy and Psychology," and discussion by B. F. Skinner, E. Nagel, N. Hanson, S. Morgenbesser and others. Similarly, the collection edited by A. Anderson, *Minds and Machines*(Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1964), 除了已经提到的一些文章以外, 其中还收有 P. Ziff, "The Feelings of Robots," J. J. C. Smart, "Professor Ziff on Robots," and N. Smart, "Robots Incorporated." A more recent collection, edited by S. Hampshire, *Philoso-*

*Phy of Mind* (New York: Harper & Row, 1966) contains W. Sellars, "The Identity Approach to the Mind-Body Problem" and H. Putnam, "Robots: Machines, or Artificially Created Life?"

## 第二部分

关于社会科学的本质及其方法论的经久性的讨论是 E. Nagel, *The Structure of Science* (New York: Harcourt, Brace, 1961). Chapters 13—15 (pp. 447—606). 还可见 M. R. Cohen, *Reason and Nature* (New York: Harcourt, Brace, 1931), Book III, Chapter One, 是较早期但仍很新鲜的探讨。第一章的参考文献提示中所列的许多介绍性著述和文选本也都载有有关的资料, 尤其是 Feigl, Brodbeck, Wiener 和 Madden 所编纂的选本。

下述著作中讨论了方法论问题和一般性问题: T. Abel, "The Operation Called *Verstehen*," *American Journal of Sociology*, 54:211—218 (1948), reprinted in the *Readings* edited by Feigl and Brodbeck, and also in those edited by Madden; A. F. Bentley, *Inquiry into Inquiries: Essays in Social Theory*, ed. with introduction by S. Ratner (Boston: Beacon Press, 1954); G. Bergmann, "Holism, Historicism and Emergence," *Philosophy of Science*, 11:209—221 (1944); M. Brodbeck, "On the Philosophy of the Social Sciences," *Philosophy of Science*, 21:140—156 (1954); R. Brown, "Explanation by Laws in Social Science," *Philosophy of Science* 21:25—32 (1954); F. Hayek, "The Facts of the Social Sciences," *Ethics*, 54:1—13 (1943); G. A. Birks, "Towards a Science of Social Relations," *Brit. J. for the Phil. of Science*, 7:117—129, 206—212 (1956); H. Blumer, "What Is Wrong with Social Theory," *American Sociological Review*, 19.3—10 (1954).

D. Braybrooke, ed., *Philosophical Problems of the Social Science* (New York: Macmillan, 1965); A. Gewirth, "Subjectivism and Objectivism in the Social Sciences," *Philosophy of Science*, 21:157—163 (1954); Q. Lauer, *The Logic of Social Inquiry* (London: Routledge and Kegan Paul, 1960); M. Ginsburg, "Causality in the Social Sciences," *Aristotelian Society Proceedings*, 35:253—270 (1935); A. Grünbaum, "Historical Determinism, Social Activism and Prediction in the Social Sciences," *Brit. J. for the Phil. of Science*, 7:236—240 (1956); A. Gurwitsch, "The Common Sense World as Social Reality: A Discourse on Alfred Schutz," *Social Research*, 29:50—72 (1962); R. Handy, "Philosophy's Neglect of the Social Sciences," *Philosophy of Science*, 25:117—124 (1958); F. Hayek, *The Counter-Revolution of Science* (New York: The Free Press, 1952); I. L. Horowitz, *Philosophy, Science and the Sociology of Knowledge* (Springfield, Ill.: Thomas, 1961); A. Kaplan, *The Conduct of Inquiry—Methodology for Behavioral Sciences* (San Francisco: Chandler, 1965); F. Kaufmann, *Methodology in the Social Sciences* (London: Oxford University Press, 1944); P. F. Lazarsfeld, ed., *Mathematical Thinking in the Social Sciences* (New York: The Free Press, 1954), and also his articles, "Problems in Methodology," in R. K. Merton, L. Broom, and L. S. Cottrell, Jr., eds., *Sociology Today: Problems and Prospects* (New York: Basic Books, 1959), and "Philosophy of Science and Empirical Social Research," in E. Nagel, P. Suppes, and A. Tarski, eds., *Logic, Methodology and Philosophy of Science* (Stanford, Calif.: Stanford University Press, 1962). (Lazarsfeld here traces the in-

fluence of analyses in the philosophy of science, e. g., Hempel and Oppenheim's work on the concept of "Type," upon empirical research in the social sciences. See, for further discussion, P. F. Lazarsfeld and A. H. Barton, "Qualitative Measurement in the Social Sciences—Classification, Typologies and Indices," in D. Lerner and H. D. Lasswell, eds., *The Policy Sciences* (Stanford, Calif.: Stanford University Press, 1951). 关于社会科学的测量及数学应用的问题, 还可参见 J. K. Kemeny and J. L. Snell, *Mathematical Models in the Social Sciences* (Boston: Ginn and Co., 1962). On questions of so-called qualitative measurement, see also K. Lewin, *Field Theory in Social Science* (New York: Harper & Row, 1951). See also A. Kaplan, "The Study of Man: Sociology Learns the Language of Mathematics," *Commentary*, 14: 274—284 (1952), and the collection edited by H. Borko, *Computer Applications in the Behavioral Sciences* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1962).

论述一般性问题的进一步的著作有: G. A. Lundberg, "The Concept of Law in the Social Sciences," *Philosophy of Science*, 5:189—203 (1938); R. M. Maclver, *Social Causation* (Boston: Ginn and Co., 1942); M. Mandelbaum, "Societal Facts," *British Journal of Sociology*, 6:305—317 (1955) and "Societal Laws," *Brit. J. for the Phil. of Science*, 8:211—224 (1957); J. Mayer, *Social Science Principles in Light of Scientific Method* (Durham, N. C.: Duke University Press, 1941); G. H. Mead, *Mind, Self and Society* (Chicago: University of Chicago Press, 1934); J. S. Mill, "On the Logic of the Moral Sciences," in *A System of Logic* (available in paperback, E. Nagel, ed., *John Stuart Mi-*



*Il's Philosophy of Scientific Method* (New York: Hafner, 1950, Book VI); also reprinted in P. Wiener, *Readings in Philosophy of Science* (New York: Scribner, 1953); L. von Mises, *Human Action* (New Haven: Yale University Press, 1949); E. Nagel and C. Hempel, "Problems of Concepts and Theory in the Social Sciences," Symposium, in *Language, Science and Human Rights, American Philosophical Association Proceedings* (Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1952).

M. Natanson, ed., *Philosophy of the Social Sciences* (New York: Random House, 1963) 是一部出色的文集。收有 Nagel 在上述学术讨论会上的文章; G. A. Lundberg, "The Postulates of Science and their Implications for Sociology," G. Simmel, "How is Society Possible?" C. G. Hempel, "Typological Methods in the Social Sciences," A. Schutz, "Concepts and Theory Formation in the Social Sciences," M. Natanson, "A Study in Philosophy and the Social Sciences," M. Merleau-Ponty, "The Philosophers and Sociology," L. Goldstein, "The Phenomenological and the Naturalistic Approaches to the Social" 及其他。后一篇论文是本卷的特色, 这一卷所广泛收集的不仅有存在于当前的科学哲学读物中的现象论探讨, 而且也有一些重要的自然主义和分析性的探讨。这本书也附有很好的参考文献目录。在经典的逻辑实证主义探讨中, 有 O. Neurath 的专著 "Foundations of the Social Sciences," Vol. II, no. 1 of the *Encyclopedia of Unified Science* (Chicago: University of Chicago Press, 1944). B. Phillips, *Social Research* (New York: Macmillan, 1965) 是一部新著, 它侧重于当前的社会科学中的方法论技巧和概念争论。关于社会科学中的“客观性”问题参见下述选集: Max Weber (under that title) in P. Wiener,

*op. cit.*; J. A. Passmore, "Can the Social Sciences Be Value-Free?" reprinted in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.*; and E. Bisbee, "Objectivity in the Social Sciences," *Philosophy of Science*, 4:372—382 (1937). Karl Popper's views on the social theories of Plato, Hegel and Marx, and his critique of "historicism" are in *The Open Society and its Enemies*, rev. ed. (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1950) and *The Poverty of Historicism* (London: Routledge and Kegan Paul, 1961). See also (for a "historicist" view) J. H. Randall, Jr., "History and the Social Sciences," reprinted in P. Wiener, *op. cit.*

其他论述一般性问题的读物有 M. Roshwald, "Value Judgments in the Social Sciences," *Brit. J. for the Phil. of Science*, 6:186—208 (1955); R. Rudner, "Philosophy and Social Science," *Philosophy of Science*, 21:164—168 (1954) and also his *Philosophy of Social Science* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1965); M. Weber, *The Methodology of the Social Sciences* (New York: The Free Press, 1949); P. Winch, *The Idea of a Social Science: and Its Relation to Philosophy* (London: Routledge and Kegan Paul, 1960); B. Wootton, *Testament for Social Science: An Essay in the Application of Scientific Method to Human Problems* (London: Allen and Unwin, 1950); E. Zilsel, "Physics and the Problem of Historico-Sociological Law," in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.* The forthcoming major collection, M. Brodbeck, ed., *Readings in the Philosophy of Social Science* (New York: Macmillan, 1967) 收集了许多论述社会行动、价值、社会事实和社会规律、解释、模型和测量以及社会科学中其他相关论题的论文。

专门探讨社会学和人类学的著作包括：D. Bidney, *Theoretical Anthropology* (New York: Columbia University Press, 1953); F. S. Chapin, "The Meaning of Measurement in Sociology," *Publications of the American Sociological Society*, no. 24 (1930); E. Durkheim, *Sociology and Philosophy*, tr. D. F. Pocock (New York: The Free Press, 1953); A. Edel, "Some Relations of Philosophy and Anthropology," *American Anthropologist*, 55:649—660 (1953); R. Firth, "Function," in W. L. Thomas, ed., *Current Anthropology* (Chicago: University of Chicago Press, 1955); and in the same volume, J. S. Huxley, "Evolution, Cultural and Biological"; I. Jarvie, *The Revolution in Anthropology* (New York: Humanities Press, 1964); H. Kelsen, *Society and Nature—A Sociological Inquiry* (London: K. Paul, Trench, Trubner, 1946); A. L. Kroeber, *The Nature of Culture* (Chicago: University of Chicago Press, 1960); and A. L. Kroeber and others, *Anthropology Today—An Encyclopedic Inventory* (Chicago: University of Chicago Press, 1953); B. Malinowski, *A Scientific Theory of Culture, and Other Essays* [Chapel Hill, N.C.: University of North Carolina Press, 1944 (the title essay is reprinted in P. Wiener, *op. cit.*)]; R. K. Merton, *Social Theory and Social Structure* (New York: The Free Press, 1949); C. W. Mills, *The Sociological Imagination* (New York: Oxford University Press, 1959); (a collection of the late C. W. Mills' essays, including one on philosophy of science and its limits); V. Pareto, *The Mind and Society*, tr. A. Bongiorno and A. Livingston (New York: Harcourt, Brace, 1935) four vols.; T. Parsons, *The Structure of Social Action*, 2nd ed., (New York: The Free Press, 1949); T

Parsons and E. A. Shils, *Toward a General Theory of Action* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1951); A. Schutz, "The Social World and the Theory of Social Action," *Social Research*, 27:203-221 (1960). See also R. M. Zaner, "Theory of Intersubjectivity: Alfred Schutz," *Social Research*, 28:71-93 (1961); L. A. White, *The Science of Culture* (New York: Farrar, Strauss, 1949); A. R. Radcliffe-Brown, *A Natural Science of Society* (New York: The Free Press, 1957), and also his *Structure and Function in Primitive Society* (London: Cohen & West, 1952); N. Timasheff, *Sociological Theory* (Garden City, N. Y.: Doubleday, 1955); K. H. Wolff, "The Unique and the General: Toward a Theory of Sociology," *Philosophy of Science*, 15:192-210 (1948).

关于历史的理论的问题, 请见 H. Ausubel, *Historians and Their Craft* (New York: Russell & Russell, 1950); E. H. Carr, *What Is History?* (New York: Knopf, 1962); M. Chatterji, *History as a Science* (London: Butterworth, 1927); M. R. Cohen, *The Meaning of Human History* (LaSalle, Ill.: Open Court, 1947); R. G. Collingwood, *The Idea of History* (London: Oxford University Press, 1946); A. Danto, "Mere Chronicle and History Proper," *Journal of Philosophy*, 50:173-182 (1953); also, his "On Explanations in History," *Philosophy of Science*, 23:15-30 (1956) and the book *Analytic Philosophy of History* (Cambridge: Cambridge University Press, 1965); W. Dilthey, *Selected Readings from his Works*, M. A. Hodges, ed., (London: Routledge and Kegan Paul, 1944); W. Dray, *Laws and Explanation in History* (London: Oxford University Press, 1957); W. B. Ga-

llie, *Philosophy and the Historical Understanding* (London: Chatto and Windus, 1964); P. Gardiner, *The Nature of Historical Explanation* (London: Oxford University Press, 1952); J. B. S. Haldane, *Everything Has a History* (London: Allen and Unwin, 1951); C. Hempel, "The Function of General Laws in History," *Journal of Philosophy*, 39:35—48 (1942) and also "Explanation in Science and History," in R. G. Colodny, ed., *Frontiers of Science and Philosophy* (Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1962); S. Hook, ed., *Philosophy and History—A Symposium* (New York: New York University Press, 1963); M. Mandelbaum, *The Problem of Historical Knowledge* (New York: Liveright, 1938); H. Meyerhoff, *The Philosophy of History in Our Time* (New York: Doubleday, Anchor, 1959); G. Salvemini, *Historian and Scientist: An Essay on the Nature of History and the Social Sciences* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1939); P. Schrecker, *Work and History* (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1948); E. J. Tapp, "Some Aspects of Causation in History," *Journal of Philosophy*, 49:67—79 (1952); W. H. Walsh, *An Introduction to Philosophy of History* (London: Hutchinson, 1951); J. W. N. Watkins, "Ideal Types and Historical Explanation," *Brit. J. for the Phil. of Science*, 3:22—43 (1952), reprinted in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.*; see also his "Historical Explanation in the Social Sciences," *Brit. J. for the Phil. of Science*, 8:104—117 (1957); M. White, *The Foundations of Historical Knowledge* (New York: Harper & Row (1965); Watkins' discussion with L. Goldstein on the question of so-called methodological individualism is in

*Journal of Philosophy*, 55:390—395 (1958), in *Philosophy of Science*, 22:58—62, and in the *Brit. J. for the Phil. of Science*, 10:242—244 (1959). Goldstein's discussion is in "The Inadequacy of the Principle of Methodological Individualism," *Journal of Philosophy*, 53:801—813 (1956) and again in "The Two Theses of Methodological Individualism," *Brit. J. for the Phil. of Science*, 9:1—11 (1958). See also his "Evidence and Events in History," *Philosophy of Science*, 29:175—194 (1962), and also M. Brodbeck, "Methodological Individualism: Definition and Reduction," *Philosophy of Science*, 25:1—22 (1958). See also, S. Hook, *The Hero in History* (Boston: Beacon Press, 1943).

马克思主义关于个人在历史上的作用的观点和历史规律的观点见恩格斯《论历史唯物主义》(On Historical Materialism, New York: International Publishers, n. d.); 普列汉诺夫(G. Plekhanov)《唯物史观》(The Materialist Conception of History, New York: International Publishers, 1940) 以及他的论文 *The Role of the Individual in History* (New York: International Publishers, 1940). 还可见 L. Feuer, ed., 《马克思恩格斯关于政治和哲学的基本著作》(Marx and Engels, Basic Writings on Politics and Philosophy, New York: Doubleday, Anchor, 1959), 特别是《费尔巴哈论纲》(the Theses on Feuerbach), the excerpt from 《德意志意识形态》(The German Ideology) 和论历史唯物主义的信件。关于历史决定论的有关问题, 见 E. Nagel, "Determinism in History," *Journal of Philosophy and Phenomenological Research*, 20:290—317 (1960).

## 第十五章

在把科学当作一项社会事业和一种价值系统进行科学研究的著作中，有：B. Barber, *The Sociology of Science* (New York, Free Press, 1963), 和他的 *Science and the Social Order* (New York: The Free Press, 1952); J.D. Bernal, *The Social Function of Science* (London: Routledge and Kegan Paul, 1939); R.K. Merton, *Social Theory and Social Structure* (New York: The Free Press, 1957).

还可参阅更一般性的著作：J. Bronowski, *Science and Human Values* (New York: Messner, 1958); E. Cassirer, "Implications of Physics for Ethics," in E. Madden, ed., *The Structure of Scientific Thought* (Boston: Houghton-Mifflin, 1960). [Chapter 13 of Cassirer's *Determinism and Indeterminism in Modern Physics* (New Haven: Yale University Press, 1956)]; also, see E. Cassirer, *An Essay on Man—Introduction to a Philosophy of Human Culture* (New Haven: Yale University Press, 1945); A. Einstein, "The Laws of Science and the Laws of Ethics," in H. Feigl and M. Brodbeck, eds., *Readings in the Philosophy of Science* (New York: Appleton-Century-Crofts, 1953) and his "Science, Philosophy and Religion," in P. Wiener, ed., *Readings in Philosophy of Science* (New York: Scribner, 1953); H. Feigl, "The Scientific Outlook: Naturalism and Humanism," in H. Feigl and M. Brodbeck, *op. cit.*, and the brief article, "Models of Man," in *The Humanist*, 25: 260—261 (1965); E. W. Hall, *Modern Science and Human Values* (Princeton, N.J.: Van Nostrand, 1956), and the important later

work, *Our Knowledge of Fact and Value* (Chapel Hill, N.C.: University of North Carolina Press, 1961); J. A. Irving, *Science and Value: Explorations in Philosophy* (Toronto: Ryerson Press, 1952); W. Köhler, *The Place of Value in a World of Fact* (New York: Liveright, 1938); and from an anthropologist's view, R. Linton, "The Problem of Universal Values," in R. F. Spencer, ed., *Method and Perspective in Anthropology* (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1954).

著名的物理学家 R. B. Lindsay 在下文中提出了一门伦理科学是否有可能的问题: "Physics, Ethics, and the Thermodynamic Imperative," in B. Baumrin, ed., *Philosophy of Science—The Delaware Seminar Vol. II* (New York: Interscience, 1963); 关于批判对科学的唯理论解释的观点, 参见 M. Polanyi 的著作: *Science, Faith and Society* (London: Oxford University Press, 1946); *The Logic of Liberty* (Chicago: University of Chicago Press, 1951); and *Personal Knowledge* (New York: Harper Torchbooks, 1960).

还可见 B. Russell, "Science and Values," Chapter XVII of *The Scientific Outlook* [(New York: Norton, 1962). also reprinted in P. Wiener, *op. cit.*], and his *The Impact of Science on Society* (New York: Simon and Schuster, 1953). H. Mehlberg 在他的下述著作中论述科学的社会职能、科学的内在价值和科学的工具性价值的章节中作出头脑冷静的分析: *The Reach of Science* (Toronto: University of Toronto Press, 1958). And with usual clarity, M. R. Cohen deals with "The Possibility of Ethical Science," in *Reason and Nature* (New York: Harcourt, Brace, 1931), Book III, Chapter 5.



与这里所提出的问题有关的关于价值理论的基本探讨有：  
J. Dewey, *Theory of Valuation*, Vol. II, no. 4, *International Encyclopedia of Unified Science* (Chicago: University of Chicago Press, 19) and also his *Philosophy and Civilization* (New York: Minton, Balch & Co., 1931) esp. the essay, "Science and Society," as well as the chapter on Reconstruction in Moral Conceptions, in *Reconstruction in Philosophy* (Boston: Beacon Press, 1948), reprinted in E. Madden, ed., *The Structure of Scientific Thought* (Boston: Houghton Mifflin, 1960); A. Edel, *Science and the Structure of Ethics*, Vol. II, no. 3, *International Encyclopedia of Unified Science* (Chicago: University of Chicago Press, 1961); and R.B. Perry, *Realms of Value* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1954).

## 附录A

探讨运动概念及有关问题的发展的某些一般科学史著作有：  
M. Boas, *The Scientific Renaissance, 1450—1630* (New York: Harper & Row, 1962) Chapter vii, "The Uses of Mathematics";  
H. Butterfield, *The Origins of Modern Science, 1300—1800* (New York: Macmillan, 1961) 特别是第一章探讨了冲力理论以及运动概念同力和惯性观念的关系；A. C. Crombie, *Augustine to Galileo—The History of Science, 400—1650* (London: Falcon Educational Books, 1952); A. R. Hall, *From Galileo to Newton, 1630—1720* (New York: Harper & Row, 1963) 特别是第二章和第三章论述了伽利略的物理学和数学；还有 A. R. Hall, *The Scientific Revolution* (Boston: Beacon Press, 1954) especially Chapter iii; S. F. Mason, *Main Currents in Scientific Th-*

ought (New York: Schuman, 1953); E. Mach, *The Science of Mechanics* (Chicago: Open Court, 1893); G. Sarton's *magnum opus*: *Introduction to the History of Science*, three volumes (Baltimore: Williams and Wilkins, 1927—1948) 它附有详尽的参考书目 (Volume III is on the fourteenth century); and L. Thorndike 的伟大著作, *A History of Magic and Experimental Science*, eight vols. (New York: Macmillan, 1923—1958).

在追索科学思想和哲学思想的关系的研究中, 有 E. A. Burtt, *Metaphysical Foundations of Modern Science* (revised edition, 1932) (New York: Doubleday Anchor Books, n.d.) is indispensable. See also, J. H. Randall, Jr., *The Making of the Modern Mind* (New York: Houghton Mifflin, 1940). Aristotle's *Physics* is available in the translation of P. H. Wicksteed and F. M. Cornford, *Loeb Classical Library*, two vols., 1929—1934, and in the edition of W. D. Ross, with annotations, *Aristotle's Physics* (Oxford: Oxford University Press, 1936). On the experience of motion and the developmental account of the concept from a psychological point of view, see H. Werner, *The Comparative Psychology of Mental Development* (New York: International University Press, 1948); and in the works of J. Piaget, see for example, *The Child's Conception of the World* (Paterson, N. J.: Littlefield, Adams and Co., 1965); *The Child's Conception of Physical Causality* (Paterson, N. J.: Littlefield, Adams and Co., 1960); *The Child's Conception of Geometry* with B. Inhelder and A. Szeminska (New York: Harper Torchbooks, 1964) especially Chapters 1, 7, and 10; and especially *Les Notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant* (Paris: Pre-

sses Universitaires de France, 1946).

在较新的科学史论文集中, 可参见 R. M. Palter, *Towards Modern Science*, Vol. I: *Studies in Ancient and Medieval Science* (New York: Noonday Press, 1961) which includes P. Duhem, "Medieval Physics," O. Neugebauer, "Exact Science in Antiquity," E. A. Moody, "Laws of Motion in Medieval Physics," and G. Holton, "Kepler's Universe: Its Physics and Metaphysics." See also R. Taton, ed., *History of Science—Ancient and Medieval Science from the Beginnings to 1450*, tr. A. J. Pomerans (New York: Basic Books, 1963) 它收有许多内容丰富的文章。

专门研究古代和中世纪的物理学和运动概念的 (除了第四章的《参考文献提示》中所列出者外), 包括 M. Clagett, *Giovanni Marliani and Late Medieval Physics* (New York: Columbia University Press, 1941); L. Cooper, *Aristotle, Galileo and the Tower of Pisa* (Ithaca, N. Y.: Cornell University Press, 1935) 作出了具有启发作用的论证, 我们在正文中已经引用了; F. M. Cornford, *The Laws of Motion in Ancient Thought* (Cambridge: Cambridge University Press, 1931); A. C. Crombie, *Oxford's Contribution to the Origins of Modern Science* (Oxford: Blackwell, 1954).

揭示了中世纪力学发展的复杂性和曲折性的著作是 P. Duhem, *Etudes sur Leonardo da Vinci*, three vols. (Paris, 1906—13). 还可见 C. H. Haskins, *Studies in Medieval Science* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1927); T. L. Heath, *Mathematics in Aristotle* (Oxford: 1949); W.A. Heidel, *The Heroic Age of Science* (Baltimore, Md.: Williams

and Wilkins, 1933); A. Koyré, *Etudes Galiléennes*, three vols. (Paris: Hermann & Cie., 1939)——是相当出色的分析, 应该把它译成英文; De L. O'Leary, *How Greek Science Passed to the Arabs* (London: Routledge, 1949); H. Shapiro, *Motion, Time, and Place According to Willam of Ockham* (Louvain: *Publications of the Franciscan Institute*, Philosophical Series, no. 13, 1957); J. B. Skemp, *The Theory of Motion in Plato's Later Dialogues* (Cambridge: Cambridge University Press, 1942); E. W. Strong, *Procedures and Metaphysics: A Study in the Philosophy of Mathematical-Physical Science in the Sixteenth and Seventeenth Centuries* (Berkeley: University of California Press, 1936); C. Wilson, *William Heytesbury: Medieval Logic and the Rise of Mathematical Physics* (Madison: University of Wisconsin Press, *Publications in Medieval Science*, No. 3). 在这一领域里, 许多重要著作只有德文、法文等非英文版本。

虽然这里不拟列出这些著作, 但还是应当提出下述这类杰出的有关著作 Anneliese Maier's *Die Vorläufer Galileis im 14. Jahrhundert*, Rome, 1949; and Ernst Borchert's *Die Lehre von der Bewegung bei Nicolaus Oresme*, Münster, 1934.

载有许多专门性的研究的期刊文献诸如: D. J. Allan, "Medieval Versions of Aristotle, *De Caelo*, and of the Commentary of Simplicius," *Medieval and Renaissance Studies*, 2:82—120 (1950); F. Cajori, "Falling Bodies in Ancient and Modern Times," *Science and Mathematics*, 21:638—648 (1921); M. Clagett, "Some General Aspects of Medieval Physics," *Isis*, 39:29—44 (1948); I. B. Cohen, "Galileo's Rejection of the Possibility of Velocity Changing Uniformly with Respect to Distan-

ce," *Isis*, 47: 231—38(1956); A. Koyré, "A Documentary History of the Problem of Fall from Kepler to Newton," *Transactions of the American Philosophical Society*, New Series, 45: 329—95 (1955); and also Koyré's "Galileo and Plato" in P. Wiener and A. Noland, *Roots of Scientific Thought* (New York: Basic Books, 1957) (在此书中, Koyré 区别出两种柏拉图学说: "算术学" 和 "数学科学"); E. A. Moody, "Galileo and Avempace: The Dynamics of the Leaning Tower Experiment," *Journal of the History of Ideas*, 12:163—193, 375—422 (1951) and also his "Laws of Motion in Medieval Physics," *The Scientific Monthly*, 72:18—23 (1951); J. H. Randall, Jr., "The Development of Scientific Method in the University of Padua," *Journal of the History of Ideas*, 1:177—206 (1940).

最后, 关于中世纪力学和伽利略的原始资料有 *Publications in Medieval Science*, 其中包括 M. Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages* 一书中所引的资料; H. Lamar Crosby, *Thomas of Bradwardine: His "Tractatus de proportionibus."* *Its Significance for the Development of Mathematical Physics*; I. E. Drabkin and S. Drake, tr., *Galileo Galilei: On Motion and On Mechanics* (both in one volume); and E. A. Moody and M. Clagett, *The Medieval Science of Weights*. All these are published at Madison, Wisconsin, University of Wisconsin Press. 还有一本未出版的打印稿: E. A. Moody, *The Rise of Mechanism in Fourteenth Century Natural Philosophy* (New York: Columbia University, circa 1949). 载有 Jean Buridan 和 John Dumbleton 的译文, 它们对于研究运动定律的发展是必不可少的, 人们希望它们将很快能得到出版。伽利略的著作有若干流

行的版本，与这里有关的有：上面所列的著作 (*On Motion and On Mechanics*), the *Dialogues Concerning Two New Sciences*, tr.H. Crew and A. de Salvio Evanston and Chicago: Northwestern University Press, 1946) 以及 S. Drake 所翻译和编纂的文集: *Discoveries and Opinions of Galileo* (New York: Doubleday, Anchor, 1957) 其中包括 *The Starry Messenger* 以及摘自 *The Assayer*, 和其他著述的节录。

# 译名对照

(译名后的页码为英文本页码)

- Abstract concepts, origin of 抽象概念; ~的起源 318—21
- Abstraction 抽象 128—30
- advantages of 抽象的优点 37—42
- perception and 知觉和抽象 35—36
- Academy of Plato 柏拉图的阿卡迭米学院 86
- Action at a distance 超距作用 309
- rational, science as 作为理性活动的科学 413—14
- Additivity 可加性 161—67
- Amrou 阿姆罗 482
- Analytic-synthetic distinction 分析-综合的区别 105—108
- Anaxagoras 阿那克萨哥拉 78—79, 82, 86, 475
- Anaximander 阿那克西曼德 72—73, 75, 318, 428
- Anaximenes 阿那克西米尼 73—74
- Animism 万物有灵论 60
- “Thou”-relation and “您”-关系和~ 52, 247
- Anthropomorphism 拟人化(说) 69, 74, 308
- explanation and 解释与拟人说 46—51, 60—61
- Appolonius of Perga 柏加的阿波罗纽斯 480
- A priori* and *a posteriori* 先验和后验的陈述 107

statements	
Archimedes	阿基米德 441, 452, 479, 480, 481
Aristarchus of Samos	萨摩斯岛的阿利斯塔克 489
Aristotle	亚里士多德 5, 10, 30—33, 82, 86, 89, 230, 243, 272, 278, 344, 413, 424, 428, 429, 430—36, 439, 442, 443, 447—48, 465, 474, 481, 483
Aristotelian	亚里士多德的
class calculus	~类运算 91
elements	~元素 424
form	~形式 428—29
knowledge of universals	~对共相的认识 90
matter	~物质 91—93
motion	~运动 428—36
space	~空间 278
syllogism	~三段论法 90—91
view of falling bodies	~落体观 470
view of probability	~几率观 230
view of scientific and ordinary knowledge	~科学和普通知识观 30—33
view of velocity	~速度观 450
view of weight	~重量观 450
Aristotelian school	亚里士多德学派 478—82
Athenian philosophy	雅典哲学 82—85
Atomism, Greek	原子论, 希腊的 78



- mathematical  
 physical  
 Atwood  
 Austin, John  
 Averroès  
 Ayer, A.J.,  
  
 Bacon, Francis  
 Becquerel, A.C.,  
 Benedetti  
 Bergson, Henri  
 Berkeley, George  
 Bernal, J.D.  
 Bernoulli, Daniel  
 Biological conception of life  
 Blackett, P.M.S.  
 Bode, J.E.  
 Bode-Titus law  
 Bohm, David  
 Bohr, Niels  
  
 Boole, George  
 Boolean algebra  
 Bradwardine, Thomas  
 Broad, C.D.  
 Buridan, John  
 Butler, Samuel  
  
 数学的~ 79—82  
 物理学的~ 78—79  
 阿脱武德 449  
 奥斯汀, 约翰 317  
 阿伐洛斯 441  
 艾耶尔, A.J. 102  
  
 培根, 弗兰西斯 51, 221  
 贝克勒耳, A.C 191  
 贝尼第梯 453  
 柏格森, 亨利 356  
 贝克莱, 乔治, 102, 279, 320  
 贝纳尔, J.D. 410  
 伯努利, 丹尼尔 280  
 生物学的生命概念 363—69  
 布莱克特, P.M.S. 410  
 博德, J.E. 219  
 博德-提多定律 219—23  
 玻姆, 大卫 311  
 玻尔, 尼尔斯 179, 197, 337,  
 340, 342, 391  
 布尔, 乔治 155  
 布尔代数 155—57  
 布拉得沃丁, 托马斯 439  
 布罗德, C.D. 102, 317, 349, 360  
 布里丹, 约翰 441  
 巴特勒, 沙缪尔 380

- Calibration, ratios, scales and 定标, 比率、标度和~167—72
- Callipus 卡里普斯 430—78
- Campbell, Norman 坎普贝尔 27
- Cardinal number 基数 167
- Cardinality 基数性 150—52, 164
- Carnap, Rudolf 卡尔纳普, 鲁道夫 361
- Casali 卡沙里 446, 455
- Cassirer, Ernest 卡西列尔, 恩斯特 187, 189
- Cause as ground 作为根据的原因 295—99
- Causal Connection 因果联系
- contingent 偶然的~ 299—302
- determinism and 决定论和~ 305—306
- necessary 必然的~ 299—302
- one-many, many-one and 一对多、多对一和一对一的~
- one-one 303—306
- probability and 或然率和~ 304
- Causal invariance 因果不变性 222—24, 293—96, 307
- Causal relation 因果关系 224
- action and 作用和~ 308—310
- Mill's Canons of 米尔的~法则 221—26
- Causality 因果性(关系)
- Einsteinian-Minkowskian 爱因斯坦-明可夫斯基的空-
- space-time in 时~ 332—36
- functional view of ~的功能观 302—303
- Hume's view of 休谟的~观 311—13

- Kant's view of  
lawfulness, and  
Mill's view of  
postulate of  
principle of being as  
quantum theory and  
relational view of  
retroactive
- Cavendish, H.
- Chance  
  calculus of
- Clagett, M.
- Class, definition of number and
- Class calculus of Aristotle
- Class logic  
  inclusion  
  intersection  
  membership  
  union
- Classification  
  genus and difference by
- Cohen, Robert S.
- Common sense
- Comte, Auguste
- Concepts
- 康德的~观 313—14  
规律性和~ 294, 311  
米尔的~观 314  
~公设 311  
作为~的原则 311  
量子论和~ 341—43  
~的联系观点 331—32  
反向作用的~ 306—08
- 卡文迪什, H. 280
- 随机, 机遇 235  
  ~计算 236—37
- 克拉盖特 434
- 类, 数和~的定义 167
- 亚里士多德的类运算 91
- 类逻辑 155—61  
  ~包含 156  
  ~相交 156—57  
  类元素 155—56  
  ~并集 156
- 分类 128—29, 132—33, 138—  
39, 155—61  
  ~的种属和种差 155
- 科恩, 罗伯特·S. 411, 414
- 常识 8, 61—62, 63—68, 111,  
117, 229, 321, 421—23
- 孔德, 奥古斯特 305, 388
- 概念

abstraction as form of	作为~形式的抽象 36
advantages of	~的优点 36—42
criterion of	~的标准 66—68
defintion of term	~定义 6
economy of	~的经济性 37
formation of, and abstraction	~的形成, 和抽象 35 脚注, 36—42
general	一般~ 7
rules and	规则和~ 38—39
scientific, origin of	科学~, 起源 28—29
Conceptual frameworks	概念框架 7—8
laws and	规律和~ 278—79
models, theories and	模型、理论和~ 283—87
observation statements, relation	观察陈述, 与~的关系 181—
to	82
Conceptualism	概念论 252, 255—58
Conditions	条件
equipossibility	同等可能性~ 236—38
logic of	~逻辑 223—24
necessary	必然~ 295—97
sufficient	充分~ 301
Connotation	内涵 126—27
Consciousness	意识 345—46, 370—73, 376, 380—85
Consistency rule of	同一律 40—41
Constructivism	构造主义 286
Contradiction, rule of	矛盾律 40—41

Conventionalism	约定论 270—76
Copernicus	哥白尼 284, 481
Cornford, F.M.	孔福特 386
Cosmology, Platonic	宇宙学, 柏拉图的 87—88
Coulomb's law	库仑定律 380
Ctesibius	克特西比乌斯 481
Curiosity	好奇心 26 脚注
Dalton, John,	道尔顿, 约翰 178, 349
Da Vinci, Leonardo	达·芬奇, 列奥纳多 450—53
De Broglie, Louis	德布罗意, 路易 201, 338
De La Mére, Chevalier	德拉米列骑士 28
Dedekind, R	狄德金 147
Democritus	德谟克利特 81, 88, 285, 483
Denotation	外延 127
Derivative of a function	函数的导数 471—73
Descartes, René	笛卡儿, 勒奈 18, 313, 322, 329, 332, 345—46, 355, 371, 381, 385, 442
Descriptive and normative state- ments	描述性和规范性陈述 405—409
De Soto, Domingo	德·索托, 多明哥 448
Determinism causal law and fatalism, predeterminism and	决定论, 因果规律和~ 296—97 宿命论、预先决定论和~ 298 —301
quantum-theory and	量子论和~ 341—43
Dewey, John	杜威, 约翰 395, 408, 413

- Dialectic, Socratic method and 辩证法, 苏格拉底的方法和~  
83, 83脚注, 84
- Dionysius of Thrace 特拉斯的狄奥尼修斯 481
- DNA DNA(核糖核酸) 367—68
- Draco 德拉科 69
- Driesch, Hans 德里施, 汉斯 356
- Dualism 二元论 345—46, 378
- Duhem, Pierre 迪昂(杜恒)188, 188脚注, 189,  
203—204, 440
- Dumbleton, John 达姆布列顿, 约翰 446
- Durkheim, Emile 杜尔凯姆, 埃米尔 386
- Eddington, Sir Arthur Stanley 爱丁顿, 亚瑟·斯坦莱爵士 120
- Edwards, Jonathan 爱德华兹, 约那丹 320
- Ehrenhaft 艾伦哈夫特 201
- Einstein, Albert 爱因斯坦, 阿尔伯特 5, 18  
~的时空概念 332—36
- Eleatics 伊利亚学派 76—77
- Elements 元素 52, 78—79, 88, 358, 424,  
431—32, 433
- Emergentism 突现论 355—58, 379
- Emerson, Ralph Waldo 埃默森, 拉尔弗·瓦尔多 410
- Empedocles 恩培多克勒 78, 82, 432, 478
- Empiricism and rationalism 经验论和唯理论 99 及以后  
Hippocrates and Greek 希波克拉底和希腊人的~84—  
86
- Engels, Friedrich 恩格斯, 弗里德里希 371

- Epicurus 伊壁鸠鲁 81, 438
- Epistemology 认识论 10, 12—13, 16, 119  
 criteria for observation statements and 观察陈述的标准和~ 108—13
- Euclid 欧几里得 282, 320, 324, 479  
 geometry ~几何学 273
- Eudemus 欧德谟 479
- Eudoxus 欧多克斯 328, 426, 430, 452, 477
- Evidence 证据 121, 208—209, 210, 216
- Experiment 实验  
 control of ~的控制 190—91  
 control of observer in 观察者对~的控制 197—200  
 instrumentation and 仪器和~ 195—97, 199  
 systems of measurement and 测量和~系统 191—92  
 testing and 检验和~ 201  
 theoretical framework of ~的理论框架 192—95  
 types of ~的类型 200—204
- Explanation 解释  
 conceptual 概念的~ 35  
 magical 魔法的~ 44—45  
 reduction and 简化和~ 347—51  
 social sciences in the ~中的社会科学 386—89  
 understanding and 理解和~ 41—42, 240及以后
- Exploration, curiosity and 《好奇心与探险行为》26脚注
- Extension of terms 术语的引申 127

- Farady, Michael 法拉第, 米切尔 280—81
- Farrington, Benjamin 法灵顿, 本杰明 386, 477
- Feuerbach, Ludwig 费尔巴哈, 路德维希 371, 385
- Form 形式 89, 93
- Aristotelian concept of 亚里士多德的~概念 89—90
- Kantian *a priori* 康德的先验~ 313
- Platonic theory of 柏拉图的~理论 86—87
- Formalization of arithmetic 算术的形式化 146—52
- Frank, Philipp 弗兰克, 菲立普 5
- Frankfort, Henri 法兰克福, 亨利 48
- Frege, Gottlob 弗雷格, G. 147
- Function, structure and in science 功能、结构及在科学中 24—25
- Galileo 伽利略 120, 177—80, 189, 192—93, 196, 251, 261, 270, 278, 419—20, 440, 444, 446, 449—52
- inclined plane experiment of ~的斜面实验 192—93, 202, 463—65
- view of motion ~的运动观 445—65
- Games, in social sciences 博弈, 在社会科学中 395
- Generalization 概括 244
- inductive 归纳~ 211—17, 226—27, 239
- relative frequency, probability and 相对频率、几率和~ 228—35
- uniformity of nature and 自然的均匀性和~ 212—13,



- Geometric construction of universe 宇宙的几何结构 80—82
- Gestalt psychology 格式塔心理学 187, 307, 376, 389脚注, 390
- Gilbert, William 基尔伯特, 威廉 280
- Goethe, Johann Wolfgang von 歌德, 约翰·沃夫根·冯 19E
- Gravitational constant 引力常数 470
- Habit-formation 习惯形成 32, 54—55  
     implicit, and concepts 含蓄的~和概念 38—39  
     implicit, and rules 含蓄的~和规则 38—39  
     induction 归纳 206—10
- Haldane, J.S. 海尔顿, J.S. 354
- Hall, A.R. 霍尔, A.R. 465
- Hanson, Norwood 汉森, 诺乌德 449
- Hegel, G.W.F. 黑格尔 264, 318, 371, 385
- Heisenberg, Werner 海森伯, 维尔纳 337, 339
- Hempel, Carl 亨佩耳, 卡尔 232, 269
- Heracides of Pontus 庞都斯的赫拉克利德 489
- Heracitus 赫拉克利特 74—76, 86
- Hero of Alexandria 亚历山大里亚的希罗 479, 480
- Herschel, Abraham 赫舍耳, 亚伯拉罕 220
- Heytesbury, William of 海特布里的威廉 442, 446
- Hipp 希普 449
- Hipparchus 希帕库斯 437, 452
- Hippasus of Metapontum 米塔朋图姆的希帕苏斯 81

- Hippocrates 希波克拉底 83
- Hippocratic corpus ~全集 84
- Hippocratic School ~学派 481
- History 历史
- laws in ~规律 398—400
- objectivity in ~的客观性 397—400
- prediction in ~预见 399
- Hitler, A. 希特勒, A. 300
- Holism 整体论 307, 354—59, 368—69, 388, 389, 390
- critique of behaviorist reduction and 行为主义简化的批判和~372—77
- Horowitz, Irving 霍洛维茨, I. 410
- Human Sciences and Natural sciences 人类科学和自然科学 370—72
- Hume, David 休谟, 大卫 102, 215, 279, 299, 312, 313, 314
- Husserl, E. 胡塞尔, E 317
- Huygens, C. 惠更斯, C 338
- Huxley, T.H. 赫胥黎, T.H 29
- Hypothesis, Meaning of 假说的意义 183—90
- Idealism, Platonic 柏拉图的理念论 86—89
- Ikhnaton 伊克纳托恩 74
- Imagination 想像(力) 35—36
- Inconsistencies, inductive 归纳的不一致性 231—32, 232
- 脚注

Inconsistency	不一致性 66
Induction	归纳(法)
critique of	~批判 218—21
eliminative	淘汰~ 221—23, 225—26
enumerative	枚举~ 218—21
habit, expectation, warranted belief and	习惯、预期、有根据的信念和 ~ 206
inconsistencies in	~的不一致性 231—32, 232
justification of	脚注
mathematical	~的证明 211—17
statistical	数学~ 147—48
Inductive generalizations	统计~ 227—35
Inductive inference	归纳概括 54—57
Inference, knowledge by	归纳推理 214—16
Intension of term	来自推理的知识 13—15
Intervals, units and additivity	术语的内涵 127
Invariance	间隔、单位和可加性 161—67
causal	不变性(关系) 134, 135, 136— 37, 151, 164, 171 —72, 180, 211, 222, 252, 259
invariant association	因果~ 222—23, 224, 293— 95, 307
Irrational number	不变性关联 293—94
Isomorphism	无理数 80
	同构性 133—34, 142, 144—45
	脚注, 149, 157, 166, 169, 172

- James, William 詹姆斯, 威廉 373
- Judgement, concepts and 判断, 概念和~ 37—38
- Justinian 查士丁尼大帝 482
- Kahn, Herman 凯恩, 赫尔曼 410
- Kant 康德 106, 109, 187, 313—14,  
317, 320, 390, 403, 414  
~的规则观 39
- view on rules
- Kelvin, Lord 开耳文勋爵 190
- Keynes, John Maynard 凯恩斯, J.M. 395
- Khaldun, Ibn 克哈尔敦, 伊本 388
- Kleiner, R. 克莱因纳 391
- Knowing activity, in science 科学中的认识活动 28—29
- Knowledge (认)知识  
~的动物性起源 31—32  
常识与~ 63—68  
解释和~ 32  
习惯和~ 32—33  
习惯形成和~ 207—10  
归纳~ 208  
推理和~ 13—14  
实践~ 26—29  
科学知识价值评价的关系  
404—409, 411—13  
科学~的检验 206  
感性材料与~ 102—103  
生存与~ 29—30
- animal origins of
- common sense and
- explanation and
- habit and
- habit formation and
- inductive
- inference and
- practical
- scientific, relation to valuation
- scientific, testing of
- sense data and
- survival and

- theoretical and practical  
trial and error
- Kotarbinski
- Koyré, Alexander
- Kuratowski
- Laborde
- Language  
abstraction and  
advantages of  
concepts and  
economy of  
inference and  
logic and  
motion of  
perception and  
primary experience and  
reference of  
scientific reconstruction of  
semantic aspect of  
structure of  
syntactic structure of
- Laplace, Pierre Simon de
- Lavoisier, Antoine
- Laws  
biological and social  
characteristics of
- 理论和实践的~ 26—29  
试错性~ 32—33  
科塔平斯基 412  
柯瓦列, 亚历山大 453  
库拉托夫斯基 139
- 拉波底 449
- 语言  
抽象与~ 36—42, 128—30  
~的优点 37—42  
概念与~ 6  
~的经济性 37  
推理和~ 13—15  
逻辑和~ 13—14  
~的运动 420—21  
知觉与~ 104  
基本经验和~ 317  
~的指称 125—28  
~的科学重建 111—12  
~的语义学方面 131—32  
~的结构 130—34  
~的句法结构 131—32
- 拉普拉斯 298
- 拉瓦锡, 安东尼 178
- 规(定)律  
生物学和社会的~ 261—63  
~的特性 249—58

- conceptual framework and  
 “conventionalism” of  
 forms of  
 historical  
 invariant association and  
 natural  
 nature of  
 normative  
 numerical  
 physical  
 rules and  
 structural  
 theories and  
 Laws of science  
 Learning, understanding and  
 explaining  
 Leibniz  
 Leucippus  
 Lewin, Kurt  
 Linguistic analysis and obser-  
 vation  
 Linguistic frameworks  
 Lippich  
 Living and non-living  
 Locke, John
- 概念框架和~ 278—79  
 ~的约定论 272—76  
 ~的形式 258—65  
 历史~ 263—65, 398—400  
 不变性联系与~ 293—95  
 自然~ 247  
 ~的本质 244, 246—47, 251—  
 — 58  
 规范性~ 57—61  
 数的~ 179—80, 258—61  
 物理~ 261  
 规则和~ 39, 247, 398  
 结构~ 305—306  
 理论和~ 247, 276—83  
 科学定律 251—58  
 学习、理解和解释 242—49  
 莱布尼茨 18, 310, 369, 452,  
 467  
 留基伯 81  
 列文, 库尔特 391  
 语言分析和观察 109—10  
 语言框架 111  
 利皮希 449  
 生命与非生命 352—69  
 洛克, 约翰 102, 109, 318

Logic	逻辑 13—15, 16
notation of	~记号 483—86
Logos	逻各斯 70, 74—77, 79, 247, 424
Lorentz, transformation	洛伦兹, ~变换 328, 331, 332, 337, 338, 343
Lucretius	卢克莱修 81, 297, 438
Lyceum of Aristotle	亚里士多德的莱西昂学园 86
Mach, Ernst	马赫, 恩斯特 255, 279
Magic	魔法 44, 51, 61, 309
Magical explanations	魔法解释 44—45
Magnitude	量值 159, 160—61
Magnitudes and qualities	量值和质 160—67
Mapping	映射
numerical	数字~ 160—61
invariance of	~的不变性 134—38
Marx, Karl	马克思, 卡尔 264, 371, 388, 397
Mathematical relations	数学的关系 138—39
Mathematics as formal system of inference	作为形式推理系统的数学 14—15
Maxwell, James Clerk	麦克斯韦, 詹姆斯·克拉克 180
Measurement	测量
approximation in	近似~ 180, 193, 196
discovery and	发现与~ 177—80
fundamental and derived	基本的和引申的~ 171

- indirect and direct instruments
- metric of space and physical limitations of practical limitations of quantum level
- social sciences and the theoretical framework theoretical limitations of
- Mechanisms**
- adaptive, or survival mind and organisms and
- Mendeleev, Dimitri**
- Mental states**
- Mentalism**
- Merleau-Ponty, Maurice**
- Merton, Robert**
- Merton Rule (or Theorem)**
- Metalanguage**
- Metaphysics**
- Meyerson, Emile**
- 间接的和直接的~ 120—21
- ~仪器 195—96, 199
- 空间度规和~ 324—28
- ~的物理极限 176—77
- ~的实践极限 96
- 量子水平上的~176—77, 194, 196—97, 338—43
- 社会科学及其~ 391—94
- ~的理论框架 192—95
- ~的理论极限 196—97
- 机械(论), 机制**
- 适应的机制, 或生存机制 33
- 思维和机械 380—86
- 有机体和机械, 有机论和机械论 345, 348—49, 351—62, 365, 368—69
- 门捷列夫, 德米特里 178, 202, 203, 215
- 精神状态** 373—74, 376—77
- 精神论** 376—77, 379
- 梅罗-庞蒂, M·** 317
- 默顿, 罗伯特** 410
- 默顿法则 (或定理)** 419, 440, 446—49
- 元语言** 130—31
- 形而上学** 10, 11—12, 16, 212
- 梅厄孙** 315



- Michelson-Morley Experiment 迈克尔逊-莫雷实验 328
- Milesian Philosophers 米利都哲学家 71
- Millikan, Robert A 密立根, 罗伯特·A. 201
- Mill, John Stuart, Canons of Induction 米尔(穆勒), 约翰·斯图亚特(的)归纳法则 221—26
- inductive generalizations and 归纳概括和米尔法则 314
- Mills, C.W 米尔斯, C.W. 388
- Mind and body 思维与身体 378—79
- mechanisms and 机器和思维 380—86
- Minkowski, Hermann 明可夫斯基, 赫尔曼 330—31
- Models 模型 137—38脚注, 142
- abstract, of experience 经验的抽象~ 36
- conceptual, and time 时间的概念~ 38
- deductive, of explanation 解释的演绎~ 266—76, 278, 279
- Greek astronomic, of universe 希腊天文学的宇宙~474—82
- heuristic use of ~的启发式应用 183—84
- mapping and 映射和~ 137—38脚注, 142
- mechanical physics 力学物理学~ 345
- representation of facts in ~中对事实的表达 123
- social organism of 社会有机论的~ 375—76
- social sciences, use of in 社会科学中的~使用 387, 393—96
- stimulus-response 刺激-反应~ 375—77
- theoretical, epistemological and ~的理论的、认识论的和本体论的地位 283—87
- ontological status of 理论~, 和规律 280—83
- theoretical, and law

- theories and 理论和~ 143—46
- understanding and 理解和~ 281—83
- Moore, G.E. 摩尔, G.E. 6
- Morgenstern 摩尔根斯坦 395
- Morin 墨林 449
- Motion 运动
- abstraction of ~的抽象 423—27
- acceleration, medieval view of 中世纪的加速~观 440—49
- post-Aristotelian analysis of 亚里士多德以后对~的分析  
437, 440
- as change of place 作为位移的~ 423—27
- commonsense concepts 常识性~概念 421—23
- early view of, in Greek 希腊哲学和科学中的早期~观  
philosophy and science 427—29
- falling bodies 落体~ 428, 448—49
- force, mass, acceleration in 牛顿~动力学中的力、质量、  
Newtonian dynamics of 加速度 470—73
- geometrization of ~几何化 465—73, 450—54,  
441—48
- language of ~的语言 420—21
- mathematization of ~的数学化 455—65
- natural 自然~ 428, 431, 432
- Primary experience of ~初次体验 420—23
- as principle of life 作为生命本原的~ 428
- Mumford, Lewis 芒福特, 路易斯 410
- Mythopoeic thought 神话诗思想 46—53

Naturalism	自然主义 408
Naturalistic fallacy	自然主义谬见 408
Nature	自然(界)
Greek view of	希腊人的~观 71
laws of	~规律 244, 246—47
meaning of term	~术语的意义 71
uniformity of	~的均一性 54—56, 212—13, 217, 244, 246—47
Necessary truths	必然真理 87
Newlands	纽兰兹 178
Newton, Isaac	牛顿, 艾萨克 18, 183, 187, 189, 273, 278, 280, 282, 284, 309, 312, 318, 320, 322, 323, 328, 337, 345, 452, 467
Newtonian space and time	牛顿空时 328—30
Nominalism	唯名论 252—53, 255—58
Number, Pythagorean concept of	数, 毕达哥拉斯的~概念 80
<i>Nous</i>	奴斯 79
Object language	对象语言 130—31
Objectivity in social sciences	社会科学的客观性 389—93
Objects of perception	知觉的对象 103—104
Observation	观察
criteria of, and epistemolo-	~的标准, 和认识论理论 108—
gical theories	13
empirical science and	经验科学和~ 99—100

pragmatist view of scientific	实用主义的~观 117
theoretical frameworks and	科学的~ 117—22
Observation statements	理论框架和~ 117—22
analytic-synthetic distinction	观察陈述
and	分析-综合的区别和~ 105—106
factual reference of	~的事实指称 113—16
uses of	~的用途 109—13
Ockham's Razor	奥卡姆的剃刀 189, 310, 456
Oedipus	俄底帕斯 301
Oparin	奥巴林 369
Operationalism	操作主义 349—51
Oppenheim Paul	奥本海默, 保尔 269
Order, of language	秩序, 语言的~ 130—42
Ordered observation	经过整理的观察 85
Ordinal position	序位 259—60
Ordinality	序数(性) 150—52, 160—61, 259
Oresme, Nicholas	奥列斯米, 尼古拉斯 446, 455, 459
Organisms and mechanisms	有机体和机械, 有机论和机械论: 352—69
Ostensive definition	明显表示的定义 114—15
Pareto, V	帕列托 388
Parker, S.	派克尔 391
Pavlov, I. P.	巴甫洛夫, I. P. 209

- Parmenidean one 巴门尼德的~78, 424
- Parmenides 巴门尼德 77, 78, 322
- Parsons, T. 帕森斯, T. 388
- Pascal, B. 巴斯卡 28
- Peano, Giuseppe 皮亚诺, G 147  
     axioms of ~公理 147—50, 161, 165—66
- Peirce, C.S. 皮尔斯, C.S. 65, 209, 217, 265
- Pepper, Stephen 佩珀, 斯蒂文 189
- Perception 知觉  
     abstraction and 抽象与~ 35—36  
     gestaltist view of 格式塔论者的~观 376  
     language and 语言和~ 104  
     objects of ~的对象 103—104  
     ordering of 对~的整理 34—35, 35脚注
- Perceptual structure 知觉的结构 316—17  
     ordering, as instrument of 整理, 作为生存和~的工具  
         survival and 34—35
- Phenomena 现象 108
- Phenomenalism 现象论(主义)111, 279, 349—51  
     realism and 实在论与~ 108—11
- Philoponus, John 菲罗波奴斯, 约翰 438
- Philosophy of science 科学哲学  
     object of ~的对象 5
- Physicalism 物理主义 378
- Physiologi 自然探索者 71
- Physis 自然 71

Piazzzi	皮阿齐 220
Place	处所, 位置 8, 76—77, 237, 278, 319, 323, 422, 426, 432
Planck, Max	普朗克, 马克斯 18, 187, 337
Plato	柏拉图 5, 10, 82, 143, 370, 388, 429, 453, 465, 474, 479, 481
Platonic	柏拉图的
dualism	~二元论 87
elements	~元素 88
forms	~形式 86—87, 143
idealism	~理念论 86—89
regular solids	~正多面体 88
view of rational objects of thought	~合理的思维客体观 481
view of senses	~感觉观 455
Poincaré, Henri	彭加勒, 亨利 148, 272, 274, 425
Popper, Karl	波普尔, 卡尔 83, 177, 268, 269, 398
Precision, measurement, and testing	精度、测量和检验 173—78
Predicates, basic	谓项, 基本的 112, 116
Prediction	预言(见)
based on deductive model	基于演绎模型的~275—76
in history	历史~ 399
invariant association and	不变性联系与~ 294—95, 302

- symbolic representation of
- restability and
- Prescientific modes of explanation
- Price, H.H.
- Priestley, Joseph
- Principle of non-contradiction
- Probability
  - chance and
  - causal relation and
  - indifference, principle of
  - randomness and
  - relative frequency view of
  - quantum theory and
  - statistical induction and
  - senses of
- Prometheus
- Propositions, symbolic representation of
- Psychology, conceptual issues in
- Ptolemy IX
- Putnam, Hilary
- Pyrrho
- Pythagoreans
- ~的符号表示 483
- 可检验性和~ 173—74, 201
- 前科学的解释模式 246—49
- 普赖斯, H.H. 103, 317
- 普里斯特列, 约瑟夫 280
- 无矛盾原则 77
- 概率、几率、或然性
  - 偶然和~ 235—39
  - 因果联系和~ 304—306
  - 无差别性, ~原理 235—38
  - 随机性和~ 235—36
  - 相对频度~观 227—35
  - 量子论和~ 340—43
  - 统计归纳和~ 229—35
  - ~的意义 230—31, 235
- 普罗米修斯 341
- 命题, 符号表示 483—84
- 心理学, ~ 中的概念争论 372—77
- 托勒密九世 478, 479, 482
- 普特南, H. 385
- 皮罗 236
- 毕达哥拉斯派 80—82, 86—87, 143, 180, 424, 453, 465,

475, 476, 478

- Qualities, intensive and extensive 质, 内涵质和外延质 160
- Quantification 定量表示 486
- Quantum theory 量子论 337—43
- causality and 因果性和~ 341—43
- hidden parameters 隐参数 194—95
- measurement, indeterminacy of 测量, ~的不确定性 337—43
- Rationalism 唯理论
- empiricism and 经验论和~ 99
- of Socrates 苏格拉底的~ 83—84
- Realism 实在论 111, 253—58, 279, 287
- and phenomenalism ~和现象论 108—11
- Reduction, meaning of 还原(简化), ~的意义 347及以后
- behaviorist, and holist critique 行为主义的~和整体论的批判 372—77
- explanatory and ontological 解释性和本体论的~ 361—62
- human sciences in the ~的人类科学 370—71
- mechanistic 机械论的~ 365
- methodological 方法论的~ 373
- one-sided 片面的~ 368—69
- ontological 本体论的~ 373
- phenomenalist 现象论的~ 349
- physicalist 物理主义的~ 378—79
- Reference 指称 125—28



- Reid, Thomas 里德, 托马斯 65
- Relations, types of 关系, ~的类型 139—42
- antisymmetry 反对称性~ 140—42
  - asymmetry 非对称性~140—42, 158
  - connectedness 连通性~ 158
  - external and internal 外部和内部的~ 354
  - intransitivity 不可递性~ 140—42
  - irreflexivity 非自反性~ 158
  - reflexive 自反性~ 158
  - symmetry 对称性~ 140—42
  - transitivity 可递性~ 140—42, 158
- Relative frequency 相对频率(度) 227—35
- Representation 表示(法) 125—30, 138—39
- Ritual 宗教仪式 58, 59
- Role 作用, 地位 387
- Rules 规则 246—47
- behavior 行为~ 38—40
  - consistency 同一律 40—41
  - contradiction 矛盾律 40—41
  - ethical, and technical 伦理和技术~ 58—60
  - formulation in concepts 概念中的~表述 38—39
  - history and 历史和~ 398
  - implicit 含蓄的~ 66
  - laws and 规(法)律和规则 39
  - technical 技术~ 58—60
- Russell, Bertrand 罗素, 伯特兰 102, 279, 291, 303, 309

- Sarpi, Paolo 沙尔比 450
- Sarsi 沙尔西 453
- Scales 标度 167—72
- Schafer, Sir E. 沙弗尔 360
- Schmitt, F.O. 施密特, F.O. 367
- Schrödinger, E. 薛定谔 340  
 $\psi$ -function  $\sim\psi$  函数 340
- Science 科学  
 applied 应用 $\sim$  27—28  
 concepts of  $\sim$ 的概念 28—29  
 empirical, and observation 经验 $\sim$  和观察 99—100  
 function of  $\sim$ 的功能 24—25  
 Greek, continuity with con- 希腊 $\sim$ , 与当代科学 $\sim$ 的连续  
 temporary science 性 94—95  
 as knowing activity 作为认识活动的 $\sim$  28—29  
 natural, origins of 自然 $\sim$ 的起源 71—77  
 philosophical questions in  $\sim$ 中的哲学问题 17—18  
 pure 纯 $\sim$  27—28  
 reification of  $\sim$ 的具体化 24  
 structure and function in  $\sim$ 中的结构与功能 24—25  
 technique and 技术和 $\sim$  45—46  
 value of, as rational action  $\sim$ 的价值, 作为理性活动的 $\sim$   
 41, 410—13
- Self-consciousness 自我意识 166
- Seneca 西尼卡 388
- Sense data and Knowledge 感性材料和认识 102—103

- Simplicius 辛普里修斯 437
- Snow, C. P. 斯诺, C. P. 410
- Social sciences 社会科学
- entities of ~实体 386—91
  - experimentation in ~中的实验 395—96
  - explanation in ~中的解释 386—89, 396
  - games in ~中的博弈 395
  - laws and theories in ~中的定律和理论 393—96
  - models in ~中的模型 387, 393—96
  - objectivity in data collection ~数据集中的客观性 389—93
  - observation and measurement ~的观察与测量 386—400
- Society and history 社会与历史 386—400
- Socrates 苏格拉底 83, 370, 413
- Solon 梭伦 69
- Sorel, G. 索列尔, G. 388
- Sorokin, P. 索洛金, P. 388
- Space 空间 238, 318, 336, 433, 422, 426, 433
- Space and time, Relational 空间和时间, ~的关系概念 332—43
- concepts of
- Spencer, Herbert 斯宾塞, 赫伯特 264
- Spengler, O. 斯宾格勒, O. 388
- Spinoza 斯宾诺莎 313, 320
- Stevens, S.S. 史蒂文斯, S.S. 124
- Stewart, Dugald 斯图尔特, D. 65
- Strato 斯特拉托 437, 438, 478, 479,

- Strawson, P.F.  
 Superstition  
 Survival of organisms, and  
     perceptual ordering  
 Swineshead, Richard  
 Syllogism of Aristotle  
 Synthetic a priori truths
- Technical maxims, rules  
 Teleological activity  
 Thales  
 Theophrastus  
 Theoretical framework and  
     observation  
 Theories  
     laws and  
     models and  
 Thing  
 Thomson, Sir George  
 Thomson, James  
 Time  
     concepts of  
 Titus, J.D.  
 Toynbee, A.
- 斯特洛森, P.F. 216  
 迷信 44  
 有机体的生存, 及知觉整理 14,  
     33, 33—35  
 斯温尼希德, 理查德 446  
 亚里士多德的三段式 90—91  
 综合先验真理 106
- 技术格言、规则 57—59  
 目的论活动 92—93  
 泰勒斯 71  
 提奥弗拉斯特 437, 478  
 理论框架和观察 117—22
- 理论 247  
     定律和~ 276—83  
     模型和~ 143—46  
 (事)物 7, 8, 74, 75, 108,  
     109, 151, 277  
 汤姆逊, 乔治·~爵士 190, 198,  
     201, 379  
 汤姆逊, 詹姆斯 379  
 时间 317, 318—36  
     ~的概念 38  
 提多, J.D. 219  
 汤因比, A. 388

Transformation	变换 170
projective	投影~ 135—38
topological	拓扑~ 135 脚注
Transformation rule	变形规则 132
Truth	真理 23, 41, 45, 87, 113, 117, 175, 209, 212, 213, 249, 252, 253, 269, 287, 294, 296, 320
necessary, social origins of	必然真理, ~的社会起源58— 59
Truth tables	真值表 484—85
truth functional connectives	真值函项联结词 484—85
Turing, A.	图林 381
Unit	单位 161—62
Pythagorica	毕达哥拉斯的~ 80
Unity of nature	自然界的统一性 75—76
Universals	全称命题, 共相, 普遍性
abstract	抽象的~ 265, 267, 268, 277
Individuals, particulars and knowledge of, Aristotle's view	个别、特殊和~90—93 ~知识, 亚里士多德的观点, 90—93, 428
nominalist and realist view of	唯名论和实在论的~观点 254 —55
Valuation, Knowledge and	价值评价, 知识和~404—409
Value, relation to fact	价值, 与事实的关系 411—13

- Varron, Michel  
 法尔伦, 米克尔 453
- Verstehen*  
 理解 390, 396
- Vitalism and emergence*  
 活力论和突生论 355—81
- Von Babo  
 冯·巴波 449
- Von Neumann  
 冯·诺意曼 151, 395
- 
- Wald, G.  
 瓦尔德, G. 369
- Walder, Grey  
 瓦尔德尔, 格雷 380, 384
- Watson-Crick model  
 沃森-克里克模型 367—68
- Wheatstone  
 惠斯通 449
- Whitehead, A.N.  
 怀特海, A.N. 5, 318, 335
- Wiener, Norbert  
 维纳, 诺伯特 139, 356, 382—83
- Wilson, E.B.  
 威尔逊, E.B. 201, 358
- Winkler  
 温克勒 203
- Woodger, J.H.  
 伍德格尔 360
- 
- Xenophanes  
 色诺芬尼 74, 79
- 
- Young, Thomas  
 杨, 托马斯 338
- 
- Zeno of Elea  
 伊利亚的芝诺 76
- Zermelo  
 策梅罗 151