



我们为什么不长尾巴？

——方舟子带你走近科学

方舟子 / 著

广西科学技术出版社

目录

contents

有趣的小世界

- 萤火虫的战争
- 达尔文的兰花
- 翅膀上的眼睛
- 舞虻的结婚礼物
- 与蛆共生
- 破解蜜蜂的舞蹈
- 赤眼蜂的愚蠢选择
- 寄生蜂的聪明选择
- 蚊子的恋曲
- 莫诺湖畔的苍蝇
- 性与死的统一
- 人，小生命的栖居地

脆弱的家园

- 复活节岛的悲剧
- 原始森林的奇观
- 时尚酿成的悲剧
- 外来物种悲喜剧
- 神龟虽寿，犹有竟时
- 麝牛，你为什么不跑

在核战争的阴影之下
坐地遥想五万年

人兽之间

镜子中的自我
站在黑猩猩的立场上看
猿：人性，太人性了
鹦鹉学舌和猩猩学电脑
聪明的动物会“数数”
人也不是理性的动物
眼见未必为实
快乐就在大脑中
我们脑中的时钟
科学地解决道德难题？
在人类的感受之外
“我怪罪遗传！”
人不是基因的奴隶
多少基因 多少环境

进化的奇迹

向日葵究竟向不向日？
我们为什么不长尾巴？
植物中的神秘数字
达尔文的美丽错误
我们曾经都是鱼
为什么南极没有熊？

啄木鸟为什么不头疼？

不可能的怪物

“夏娃”与“亚当”之谜

人体与疟原虫的战争

小蛾子如何解决了大问题

达尔文的鸣雀

传奇与丑闻

科学不是神话

古希腊的科学遗产

数学史上一个大恩怨的真相

石头也能说谎

科学史上的决斗

让我们接近星星

光的真理

半穹顶的不同故事

“龙骨”的由来

放血疗法的兴衰

“六〇六”的真实故事

神秘的N射线

产婆蟾的“黑色指垫”

破解爪哇怪病之谜

“不死的细胞”疑云

太空笔的传奇

科学的人生

达尔文得了什么病？

科学史上最孤独的天才

爱因斯坦是个什么样的人？

不要妖魔化科学界

被当成反科学偶像的科学英雄

克里克：改行改出科学奇迹

布伦纳的诺贝尔奖之路

信仰马克思主义的西方科学大师

上阵父子兵

出师未捷身先死

科学的尊严

科学研究是这么做的

别忘了设对照

没有科学是万万不能的

以“科学精神”的名义

科学家看到了什么事情？

科学不该宽容

哥德巴赫猜想有什么用？

科学与宗教能够调和吗？

怎样看待个别的大科学家信教？

进化不仅仅是“一种理论”

滥用进化论

何必为进化绝望

科学的前沿

胚胎与人

DNA鉴定历史人物的身世

破解最致命的流感病毒之谜

布什总统发动“起源大战”

“虚拟人”的现实与梦想

冥王星悲喜剧

我们为什么不长尾巴？

——方舟子带你走近科学

方舟子 / 著

广西科学技术出版社

图书在版编目（CIP）数据

我们为什么不长尾巴？——方舟子带你走近科学 / 方舟子著. —南宁：广西科学技术出版社，2012.4
ISBN 978-7-80763-625-0

I. ①我… II. ①方… III. ①科学知识—普及读物 IV. ①Z228

中国版本图书馆CIP数据核字（2011）第266590号

WOMEN WEISHENME BU ZHANG WEIBA? ——FANGZHOUZI DAI NI
ZOUJIN KEXUE

我们为什么不长尾巴？——方舟子带你走近科学

作 者：方舟子
封面设计：卜翠红
责任编辑：赖铭洪
责任印制：韦文印
责任审读：张桂宜
责任校对：曾高兴 田 芳

出版人：韦鸿学
出版发行：广西科学技术出版社
社 址：广西南宁市东葛路66号
邮政编码：530022
电 话：010-85893724（北京）
0771-5845660（南宁）
传 真：010-85894367（北京）
0771-5878485（南宁）
网 址：<http://www.gxkjs.com>
在线阅读：<http://www.gxkjs.com>

经 销：全国各地新华书店
印 刷：中国农业出版社印刷厂
地 址：北京市通州区北苑南路16号
邮政编码：101149
开 本：710mm×980mm 1/16

字 数：320千字
印 张：20.5
版 次：2012年4月第1版
印 次：2012年4月第1次印刷
书 号：ISBN 978-7-80763-625-0/G · 200
定 价：32.00元

版权所有 侵权必究

质量服务承诺：如发现缺页、错页、倒装等印装质量问题，可直接向本社调换。

服务电话：010-85893724 85893722

有趣的小世界



我们为什么不长尾巴？

萤火虫的战争



2006年的夏天我是在新英格兰度过的。在新英格兰夏夜的草地上，可以看到许多萤火虫飞舞。我突然想起，我已经有很多年没有见到萤火虫了。在我近年来长期生活的地方，是没有萤火虫的：北京的市区固然不必说，南加州的郊外也见不到萤火虫的踪迹。实际上，由于未知的原因，美国自堪萨斯州以西，萤火虫就难得一见了。

一般人都知道萤火虫发光是为了寻找配偶。在北美夜空做灯火表演的是雄萤火虫。雌萤火虫则躲在地面草丛中，见到同种雄萤火虫发出的信号后，再发光做出回应。双方一来一往地用光相互联系，直到雄萤火虫确定了雌萤火虫的位置，飞到它的身边，然后开始交配。

萤火虫在全世界有大约2000种，在北美见到的萤火虫大多数属于两个属：体型较小、发黄光的否提那斯属，体型较大、发绿光的否丢瑞斯属。不同种类的萤火虫有不同的发光模式，光的颜色、持续时间、间隔、闪烁次数及飞行高度等方面各不相同。同一属的萤火虫的形态往往长得很相似，区分它们的重要特征就是其发光模式。独特的发光密码使同种雌雄能相互识别，避免出现有害的杂交，进化生物学将这种现象称为“生殖隔离”机制。



北美最常见的一种萤火虫属于黄光萤火虫，俗称“北斗”。

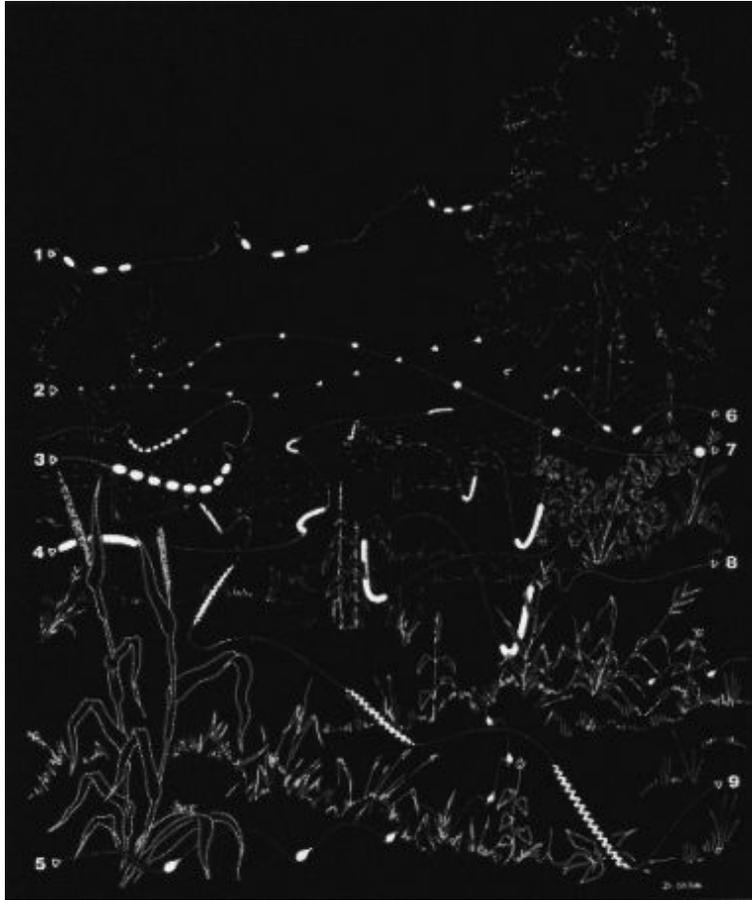
北美最常见的一种萤火虫属于黄光萤火虫，俗称“北斗”，它发出的是黄绿色荧光。雄虫靠近地面飞行，每隔6秒钟发一次光，持续时

间大约半秒，发光时向上飞行，形成一个“J”字。地面上的雌虫如果看到了，会等大约2秒钟再发出一次持续半秒钟的闪光做出响应。其他种的萤火虫的发光模式与此不同：有的每间隔2~3秒钟就发出持续时间长达2~3秒的光，有的每隔3~4秒钟快速地闪3次，有的发光模式则类似于莫尔斯电码中的“点一划”（先快速闪一次，再来一次长时间的）……

如果你读得懂发光密码，就可以知道在你眼前飞舞的萤火虫属于哪个物种。而且，如果你用小手电筒模拟某种雄虫的发光密码，甚至可以吸引那个种的雌虫和你对话。

在上个世纪60年代，康奈尔大学昆虫学家洛伊德（James E. Lloyd）利用这个窍门，用手电筒作为工具来捕捉他想要的那个物种的雌萤火虫。他当时主要对黄光萤火虫感兴趣，但是他有些奇怪地发现，绿光萤火虫的雌虫也会对他发出的黄光萤火虫的信号做出回应。这是为什么呢？难道这二者之间的“生殖隔离”不那么明显？

答案在1965年4月6日的晚上揭晓。当时他在佛罗里达寻找一种黄光萤火虫雌虫，用手电筒发出该种雄虫的信号（两次间隔2秒的快闪，每4~7秒重复一次），收到强烈的响应，走近一看，是一只较大的绿光萤火虫雌虫，而绿光萤火虫雄虫发出的信号很不同（每3~5秒发一次光）。洛伊德就待在这只雌虫的身边进行观察。在半个小时内，这只雌虫共吸引了12只黄光萤火虫雄虫的注意，最后1只在和雌虫交换了几次信号后，停在雌虫的附近。十几秒后，洛伊德打开手电筒，发现绿光萤火虫雌虫正抓住黄光萤火虫雄虫，咀嚼它的后背。



不同种类的萤火虫有不同的发光模式。这个图表示9种不同的萤火虫发光的闪烁次数、飞行途径、飞行高度等状况。

大多数种类的萤火虫成虫以花蜜或花粉为生，甚至什么都不吃，但是绿光萤火虫雌虫却通过打信息战以捕捉其他萤火虫为乐，这是为什么呢？除了增加营养，还有没有别的原因呢？对此，康奈尔大学的昆虫学家艾斯纳（Thomas Eisner）等人通过实验给出了一个出人意料的答案。

我们先来思考一下这个问题：萤火虫在黑暗中发光，如此公然暴露自己，就不怕被天敌捕捉吗？如果说这是为了爱情不怕牺牲，那么它们的幼虫和卵也都在持续地发光（甚至某些成虫不发光的萤火虫，其幼虫和卵也都发光），又是为什么呢？原来，萤火虫的卵、幼虫和成虫的体内含有类似于蟾蜍毒素的毒素，鸟类、蜘蛛等天敌很害怕这种毒素，所以发光其实也是一种警告：我有毒，别吃我！



一只绿光萤火虫雌虫正捕食黄光萤火虫雄虫。

绿光萤火虫却偏偏不会自己生产这种毒素，其雌虫在捕食了黄光萤火虫雄虫之后，黄光萤火虫雄虫体内的毒素就转移到了绿光萤火虫雌虫的身上，再传给绿光萤火虫的卵和幼虫。所以，绿光萤火虫雌虫设计捕食黄光萤火虫雄虫的主要原因，是为了巧取化学武器武装自己。

绿光萤火虫雄虫自己也不会生产毒素，但是体内也携带着毒素。这些毒素又是从哪里来的呢？昆虫学家们怀疑它们是通过豪夺——在空中直接捕食黄光萤火虫雄虫——得来的。在实验室里，绿光萤火虫雄虫会捕食黄光萤火虫雄虫，在野外是否也会如此，则还是个谜。

在浪漫的萤火背后，隐藏着的秘密如此残酷，却又如此奇妙！

达尔文的兰花



1862年，在《物种起源》发表3年后，达尔文出版了一部研究兰花的著作。达尔文研究兰花的目的，是要证明自然选择是生物进化的动力，为《物种起源》提供补充材料。

野生兰花有两万多种，花的形状、大小、颜色、香味千奇百怪，但是目的只有一个：用花香吸引昆虫（或蜂鸟）来采蜜，花粉沾到了它们的身上，就能帮助兰花传粉。因此兰花的繁衍离不开这些授粉者，不管它有着什么样奇怪的形状、构造，也都是为了适应授粉者。授粉者为了能采到花蜜，也要适应兰花。在自然选择的作用下，兰花和授粉者之间会一起进化。只有自然选择才能解释兰花构造的由来，这是达尔文研究兰花一书的主旨。

但是有一种原产马达加斯加的彗星兰却让达尔文感到了为难。这种彗星兰拉丁文学名的意思是“一尺半”，其名称源自它那“令人惊骇”（达尔文语）的花的形状：它有又长又细的花距，从花的开口到底部是一条长达11.5英寸（29.2厘米）的细管，只有底部1.5英寸

（3.8厘米）处才有花蜜。“什么样的昆虫能够吸到它的花蜜？”达尔文大胆地预测：“在马达加斯加必定生活着一种蛾，它们的喙能够伸到10~11英寸长！”



和达尔文同时代的英国画家约翰·戴（John Day）绘制了很多幅彗星兰水彩画，这是其中的一幅。

但是有谁见过嘴巴如此细长的昆虫呢？“荒唐！”当时有些昆虫学家这么认为。不过达尔文的盟友、曾经独立提出自然选择学说的华莱士则坚定地站在达尔文一边。他写道：“可以很安全地预测在马达加斯加存在这样的蛾；访问那个岛屿的博物学家应该抱着和天文学家寻找海王星一样的信心去寻找它，我斗胆预测他们将会同样成功！”

1873年，著名博物学家赫曼·缪勒（Herman Muller）在《自然》杂志上报告说他的哥哥曾经在巴西抓到过喙长达25厘米的天蛾，说明达尔文的预测并不那么荒唐。1903年，这种蛾终于在马达加斯加被找到了——一种长着25厘米长的喙、像小鸟一般大小（展翅13~15厘米）的大型天蛾。它被命名为“预测”。这时候距离达尔文做出预测已过了41年。

纽约的美国自然历史博物馆曾举办《达尔文：其生平和时代》的展览，最后一个展品就是成功地证明了自然选择学说的预测能力的彗星兰和天蛾的标本。我虽然早就知道达尔文的这个著名预测，但是在看到有着如此细长的喙的天蛾标本时，还是感到了“惊骇”，不能不感叹进化之奇妙。



长着25厘米长的喙的大型天蛾“预测”（左）。



一只“预测”天蛾正在吸彗星兰的蜜。

达尔文之所以敢于做出这个令人惊骇的预测，是因为他深知自然选择的威力。兰花的花距应该略长于授粉者的喙，这样授粉者在尽量伸长喙去吸花距底部的花蜜时，身体挤压到花冠，花粉才会沾到授粉

者的身上。因此，在这样的情形下，兰花的花距越长，就会迫使授粉者沾到更多的花粉，就越容易留下更多的后代。反过来，授粉者的喙越长，就越容易吸到花蜜，有更充足的营养，也就越容易留下更多的后代。如此这般长期互相竞赛的结果，使兰花的花距变得越来越长，天蛾的喙也变得越来越长。



这种彗星兰属兰花 (*Angraecum longicalcar*) 的花距长达40厘米。

这种现象并非绝无仅有。在南非，生活着十几种“长鼻苍蝇”，它们也长着细长的喙，长度可以与“预测”天蛾相媲美，而身体却小得多。相应地，在那里有许多种有着细长的花距的花由它们传粉。

在马达加斯加还有一种与“一尺半”彗星兰同属的兰花，它的花距还要长，长达40厘米。1991年，美国昆虫学家基因·克里茨基 (Gene Kritsky) 学达尔文做出预测：在马达加斯加还存在一种未知的大型蛾类，其喙长达38厘米！

这个预测还未被证实。这种兰花在野外已经绝迹了，靠人工栽培存活了下来。它的传粉者是否也已灭绝？我们只能希望，它能靠吸取

其他花的蜜而生存下去。也许用不着再等41年，又会有有一种奇特的天蛾令人惊骇。

翅膀上的眼睛



世界上最大的蝴蝶翅膀的宽度长达30厘米，就像一只鸟，因此有了一个名称叫鸟翼蝶，传说要用箭才能把它射下。曾和达尔文共同提出自然选择学说的英国生物学家华莱士却用捕虫网捕到过它，在名著《马来群岛》中，他如此描述首次捕获鸟翼蝶的情形：

“就像预料的那样，我发现它是一种全新的、极为壮丽的物种，也是世界上颜色最华美的蝴蝶之一。……这种昆虫的美丽和鲜艳真是无法形容，只有博物学家才能理解我终于捕捉到它时所感到的强烈兴奋。把它从我的捕虫网里取出来，展开那灿烂的翅膀时，我的心开始猛烈地跳动，血液涌上我的脑袋，我感到就要昏厥过去，更像是迫近了死亡。在那一天剩下的时间里我一直感到头痛，在大多数人看来不过是很不值一提的小事却产生了如此大的兴奋。”



19世纪博物学著作中的鸟翼蝶插图。

我在高中时很热衷于到野外捕捉蝴蝶，每往藏品中添加一个新标本，也要激动一番，因此虽然不是博物学家，却也不难理解华莱士的兴奋。鸟翼蝶属于凤蝶，这个科的蝴蝶绝大多数比较大，色彩鲜艳，是蝴蝶爱好者搜寻的目标，我也捕捉到一些，比如在中国南方常见的玉带凤蝶。不过当时最让我着迷的，是属于蛱蝶科眼蝶亚科的蝴蝶。眼蝶的翅膀颜色黯淡，很不起眼，引人注目的是翅膀上长着眼睛一样的花纹，有的是在翅膀周围镶嵌着一串小眼睛，有的是在翅膀比较靠中间的位置“画”着一对大眼睛。我曾经捉到一只眼蝶，翅膀上的眼睛不仅大，而且还有“眼白”，就像一对永不眨眼的猫头鹰眼睛，盯着它看，让人感到有一种“魔力”。

小眼睛和大眼睛发挥的“魔力”并不相同。眼蝶停落的时候，翅膀是合起来的，因为是黯淡的褐色、灰色，所以很容易和树干的颜色混在一起，是很好的伪装。一旦它觉察到天敌——比如鸟——在靠近，就会把翅膀展开，让周围的小眼睛露出来。实验证明这些小眼睛能起到分散天敌注意力的作用，仿佛在告诉鸟：“好吧，算你能，你发现我了，就往这儿下口吧！”鸟受到迷惑，对准小眼睛啄过去，眼蝶就可以乘机飞逃，虽然翅膀会因此残破，却毕竟捡回了一条命。在野外经常可以发现翅膀上带着鸟喙啄过的痕迹的眼蝶。

大眼睛的作用则完全不同。它突然展露出来时，会让天敌吓一大跳，仿佛在警告天敌：“我是一只会吃你的猫头鹰，你还不快逃！”实验表明大眼睛对鸟类的恫吓作用极为有效。其中一个实验是这么做的：设计一个密闭的小盒子，前端留一对有图案的小窗口，盒子里面装一盏灯。将一条小虫钉在两个窗口之间，再把盒子放进鸟舍中，当鸟冲过来将要叼住虫子时，突然打开盒子中的灯，让窗口的图案显露出来。实验发现，如果是一对线条或十字图案，不会对鸟类产生什么影响，如果是一对圆圈，则会把鸟类吓跑，一对同心圆的效果更好，而惊吓效果最好的是把图案涂上阴影产生立体效果，让它们看上去像是一对真实的眼睛。



廷伯根研究的褐色眼蝶。

这个实验是著名的动物行为学家、诺贝尔奖获得者廷伯根（Niko Tinbergen, 1907—1988）的学生做的。廷伯根本人也研究过眼蝶的翅膀，不过他是从另一个角度来研究的。那些颜色鲜艳的蝴蝶的翅膀图案显然有吸引同种异性的作用，那么眼蝶黯淡的翅膀是否有这方面的作用？他在鱼竿顶部粘上各色各样的纸模型，然后对着雄眼蝶舞动，看该模型能否吸引雄蝶追随。这种“钓”蝴蝶的举止显得很古怪，用廷伯根的话说：“难怪我们吸引来了那些碰巧见到我们在工作的农民和游客好奇和疑惑的眼光。”



酷似猫头鹰的猫头鹰眼蝶。

他和同事共在野外做了约5万次测试，结论是：翅膀的图案不起作用。用一张褐色纸做的模型和绘成翅膀图案的模型甚至和直接用雌眼蝶翅膀做成的模型效果一样好。而且，用红色、黄色、绿色和蓝色的纸做成的模型，效果也和用褐色纸做的模型一样好，只有白纸或浅色纸的效果差一些，看来眼蝶是色盲。廷伯根后来更进一步发现，甚至不必把模型做成蝴蝶翅膀的形状，圆形或方形的模型也一样有效，那些比雌眼蝶翅膀更大、颜色更暗的模型对雄眼蝶的吸引力甚至超过了雌眼蝶。翅膀上长眼睛的眼蝶在爱情方面是盲目的。

我儿时捕捉蝴蝶那片野地早就被开发殆尽，找不到蝴蝶的踪迹了。今天住在城镇的小孩恐怕连蝴蝶都难得一见，更不用说自己经常去采集。我很庆幸早生了20年，和蝴蝶有过那么一段渊源，此后读到有关研究报告时，才能产生一种曾经亲身经历过的亲切感。

闭上忧郁之眼/眼前就一片光明/我至今仍睁着眼/眨也不眨（拙诗《眼蝶标本》）

舞虻的结婚礼物



巴伦·奥斯登—萨肯（Baron Osten-Sacken, 1828—1906）是美国南北战争时期俄国驻美国的外交官，曾经担任过俄国驻纽约的总领事。他同时也是一名昆虫学家，在20多岁时就开始发表昆虫学论文，并在42岁提前退休，以便全身心去研究昆虫。

1875年一个阳光灿烂的上午，奥斯登—萨肯在瑞士阿尔卑斯山区度假，看到一群昆虫在树林中飞舞，在太阳的照射下发出耀眼的白色光芒。这是不是以前从未被发现的新物种？他在用捕虫网尝试了几次之后，总算捉到了一只，一看是一只小虫，颜色黯淡，而且比他预计的要小得多。他正感到奇怪，却在捕虫网上发现了一个闪光的白色丝质小球，在他的呼吸吹拂下轻飘飘地飞了起来。他设法把它抓住，装进瓶中。为了确认小气球的确是从小虫身上掉下来的，他又捕捉了多只小虫，每次都在网中找到小气球。而且他在仔细研究了他捕捉的小虫标本后，认定它们全都是雄虫。

十几年后，这种新发现的昆虫被鉴定为属于双翅目舞虻科。舞虻的得名是由于其雄虫会成群聚集在一起飞舞，有时数量非常巨大。但是这种舞虻为什么要带着一个气球飞舞呢？有一个昆虫学家在对气球舞虻做了观察后，错误地认为气球是背在舞虻背上的，于是推测气球是雄虫用来吸引雌虫的装饰品。另一个昆虫学家的眼力要好一些，看出雄虫是用脚抱着气球的，于是幻想雄虫是把气球当成了飞行滑板，踩着它在阳光中滑翔。还有一个昆虫学家则推测气球是舞虻的警戒信号，警告鸟类等天敌不要吃它。但是昆虫学家们观察到鸟类在毫不顾忌地捕食气球舞虻，这个推测看来也不能成立。

我们现在知道这三个昆虫学家的研究结果都有对有错。气球舞虻的气球的确是被雄虫抱在腹下的，它也的确具有吸引雌虫的作用，而且它也有防备敌人的作用——只不过敌人是雄虫想要勾引的雌虫。气球是雄虫献给雌虫的结婚礼物，有了它，雌虫才不会把雄虫吃掉，而是与之交配。我们今天能够得出这些结论，是因为昆虫学家们后来又发现了许多种有着不同习性的舞虻，相互比较后，可以知道这种奇特的习性是如何一步步进化而来。



一只雄舞虻 (*Empis tessellata*) 乘着雌虻在享用它献上的猎物，与之交配。

进化的起点，是雄虫不向雌虫献礼。有些种类的舞虻采取的是这种简单的结婚方式。它们都是肉食性昆虫，有时候也会自相残杀，求爱的雄虫偶尔会成了饥饿的雌虫的盘中餐。因此我们就不难理解，某些种类的舞虻雄虫进化出了一种保护自己的策略，求爱时给雌虫送去一只新捕捉来的猎物，在雌虫享用美餐时，雄虫乘机与之交配，一旦礼物被雌虫吃完了，雄虫就赶快逃跑。为了讨好雌虫，雄虫有时候会给它送去一只几乎和雄虫一样大的猎物。

在有的舞虻物种中，雌虫在收到礼物后，并不急着马上就吃，而是跟着雄虫飞离虫群，降落到草木上，才一边吃一边交配。这时候礼物起到的作用看来已经不是为了分散雌虫的注意力以免雄虫遭殃，而是为了吸引雌虫的注意力，成了求爱的信号了。有的物种的雄虫会吐出丝线把猎物捆绑住，以免猎物挣扎。有的物种则更进了一步，雄虫在捕捉到猎物后，会从肛门吐出丝质气球，把猎物包在里面，在交配时雌虫会把猎物吃掉。但是有的物种的雄虫在捕捉到猎物后，却自己先把猎物的汁液吸干，再把干瘪的猎物包进气球中。这个礼物已经没

法吃了，接受它的雌虫也没有要吃它的意思，在这种情况下，礼物完全失去了食物的作用，而仅仅剩下了用来刺激交配的功能。

显然，此时猎物已变得可有可无，有的物种的雄虫开始偷工减料，只是在气球上贴一点不起眼的猎物碎片作为装饰。在这种情况下，猎物的刺激作用其实已经丧失，而刺激配偶的功能完全由气球取代了。再进化下去，必然就是连任何猎物碎片都省了，直接送上气球。奥斯登—萨肯发现的那种奇怪的气球舞虻，代表的正是这条进化路线的终点。

还有一种舞虻代表的是另一条进化路线的终点。它们看重的不是类似气球的“外表”，而是类似猎物的“内涵”。其雄虫喜欢从地面、水面上捡起各种色彩鲜艳的小东西，通常是死去的昆虫，但是有时则是没有任何食用价值的树叶、花瓣，然后像高举旗帜一样高举着礼物去寻找雌虫，在交配时将礼物交给雌虫。



对有的舞虻 (*Rhamphomyia sulcata*) 来说，雌虻在交配时并不在乎抱着的贡品是能吃的小虫 (左) 还是不能吃的棉花团 (右)。

我们不要嘲笑这些舞虻买椟还珠式的愚蠢。在现代社会，礼物不正越来越失去其原先具有的实用价值，变成了代表爱情、友谊的象征？也许有一天，我们也会进化到只需要给爱人送一个精美的空盒子就能讨得其欢心，像气球舞虻一样。

与蛆共生

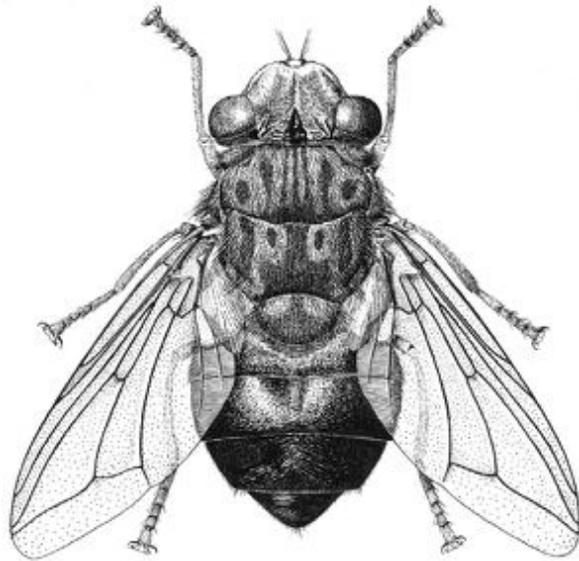


芝加哥大学进化生物学家杰里·科因（Jerry A. Coyne）上个世纪70年代在哈佛大学攻读生物学博士学位时，有过一段奇遇。1974年夏天，他选修热带生态学课程，前往哥斯达黎加的热带雨林实习。每天晚饭后，学生聚在一起听课，也就难免遭到热带蚊子的袭击。

一天晚上，科因觉得头皮被蚊子叮了一下，开始发痒。几天后，头皮发痒不仅没有消退，还肿起了一个大包。科因感到不妙，请一个学医学昆虫学的同学做了检查。这位同学告诉他吓人的检查结果：他的头皮寄生着一条蛆。

众所周知，许多蝇类会把卵下在伤口或眼睛、耳朵等人体开口处，让这些地方生蛆，蚕食人的肌肉，给人带来生命危险。但是科因的头皮原来并没有伤口，他也没有发觉自己被蝇类袭击过，蛆又是怎样长出来的呢？

原来，那是一种很特殊的蝇类——肤蝇，它会巧妙地借助蚊子间接袭击人类。肤蝇会捕捉蚊子，把卵粘在蚊子的腹部，然后将蚊子放生。几天后，蛆发育成熟了，但是仍然呆在卵里等待时机——等待蚊子叮人（或其他温血动物）时，蛆感受到了体温，就孵化出来，钻进人的皮肤中寄生下来，靠吃人肉为生。



肤蝇的成虫。

一旦你被肤蝇蛆看中，清除起来就很麻烦了。你可能会想到要把它拉出来。但是它的末端长有两个钩子，紧紧地钩住肌肉。你拉它时，钩子会钩得更紧，如果你用力想把它拉出，它就会被拉断，蛆的下半部分会残留在人体内，能导致感染，要比让蛆寄生危险得多。蛆会分泌抗生素，防止细菌、真菌来跟它抢肉吃，因此让蛆活着，伤口反而不会感染。



肤蝇的一生经历了100~120天的生活周期。

哥斯达黎加本地人在遇到蛆寄生时，会用一种草药把蛆杀死。不过，为了避免感染，把蛆杀死后仍然需要动手术把被寄生的部位清除干净，但是在热带雨林中很难找到外科医生。

还有一种治疗办法是利用蛆需要呼吸空气的习性。蛆躲在皮下，通过一根吸气管穿破皮肤透气。如果用一块生肉紧紧地压在蛆的吸气管开口处，蛆为了能够吸气，就不得不往上爬，钻到生肉中，离开了人体。科因的一位同学就是通过这种办法把寄生的蛆除掉了。不过这位同学被寄生的部位是臀部，科因要如法炮制的话，就要把头发剃光，而且在头上绑一块生肉，在炎热的热带夏天，这么做可不好玩。而且这种治疗办法还不一定会成功。

想来想去，科因决定还是等回校后再找医生处理比较保险。与蛆共生并不像想象的那么可怕，大部分时间都没有什么感觉，在蛆翻身时才会感到一阵刺痛。几个星期后，科因回到了哈佛，这时头皮上的隆包已长到了像鹅蛋那么大。他马上前往哈佛诊所，吸引来了一群好

奇的医生和护士围观。这让科因感到很恼怒，决定放弃治疗，顺其自然，让这只蛆完成其生命历程。

科因此时已经适应了与蛆共生的生活，他甚至喜欢上了这只蛆和隆包，用它来吓唬人寻开心。终于，在一个晚上，在观看棒球比赛时，科因发现蛆正在奋力往外钻，他知道一切即将结束了。当天晚上，一只大约1英寸（2.54厘米）长的蛆完全破皮而出。在自然状态下，成熟的蛆将会钻进土壤中，长出蛹壳，把自己包裹住，变成蛹，几周后就会变成蝇。科因把这只蛆放进一个装了消毒过的沙子的玻璃瓶中，细心看护。但是它在能把自己用蛹壳包裹住之前，干死了。

科因虽然逐渐适应甚至喜欢上了他与肤蝇的共生关系，但是一开始是被迫的，而这只肤蝇蛆似乎也善解人意，很幸运地没有给他带来太大的痛苦。在此之前，在巴拿马工作的昆虫学家劳伦斯·邓恩

（Laurence Dunn）主动让肤蝇寄生，并经历了更大的痛苦。他发现一只携带着肤蝇卵的蚊子后，觉得这是一个观察肤蝇的生活史的良机，就主动伸出左臂让蚊子下了两只蛆。第二天，伤口开始红肿，他惊讶地发现蚊子还在他的右臂和右腿也各下了两只蛆。虽然他为此常常感到痒得很厉害，有时还会感到刺痛，但他让这六只蛆都生存了下去，仔细地进行观察。这些伤口越长越大，并破裂流出许多脓、血，不得不进行包扎。过了46~55天，这些蛆先后钻出，被放进试管中，后来都成功地变成了蝇。邓恩发现，在蛆离开后，他的伤口很快就愈合了，不过有一处过了八个月还留有疤痕。



这个患者的头皮寄生了肤蝇的蛆。



从患者伤口处找到的肤蝇的蛆。

在生物学上，生物的共生关系有三种：对一方有益、另一方有害的属于寄生，对一方有益、另一方无益也无害的属于共栖，对双方都有益的属于互惠。肤蝇与人原本是纯粹的寄生关系，但是科因却从这种关系中找到了乐趣，邓恩更是借助这种关系增长知识，也许我们应该说，他们与肤蝇的关系，变成互惠的了。

科因的生活后来再也没能离开蝇，不过是一种非常常见的、对人无害的实验动物——果蝇。

破解蜜蜂的舞蹈



在上个世纪一、二十年代，许多生物学家认为蜜蜂和其他昆虫都没有色觉。难道花朵鲜艳的色彩竟会不是在吸引蜜蜂的来访？德国生物学家卡尔·冯·弗里希（Karl von Frisch, 1886—1982）对此不以为然。他开始做实验测试蜜蜂的色觉能力。在一些有不同的灰色程度的纸张中放一张有色的纸，然后在色纸上放上一个小玻璃盘，里面装糖浆。弗里希发现，附近蜂巢中的蜜蜂能够识别出这个颜色。

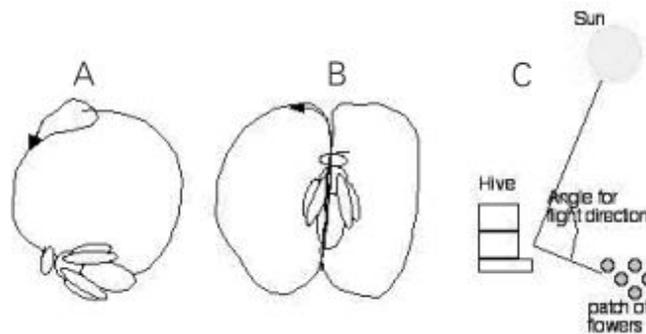
而且弗里希还注意到，在两次试验的间隙，会有零星的蜜蜂飞过来侦察，如果它们发现又有了糖浆，会返回蜂巢，几分钟后，一大群蜜蜂就会蜂拥而至。

这只侦察蜜蜂是不是跑回去报信呢，又是如何报信的呢？科学史上最迷人的发现之一至此意外地开始。弗里希观察到，侦察蜜蜂回巢后，会在蜂巢上右一圈、左一圈地跳起“8”字形的圆舞，吸引许多其他蜜蜂跟在它后面，循着气味飞往喂食地点。糖浆越甜，舞蹈越激烈、持续的时间越长。弗里希认为他已经破解了蜜蜂的语言。



1973年诺贝尔生理学奖获得者、德国生物学家卡尔·冯·弗里希。

但是到了40年代，在20年后弗里希重做这个实验时，才发现事情要比他当初设想的复杂得多。蜜蜂的舞蹈不是一种，而是有两种。如果喂食地点与蜂巢的距离在50米之内，侦察蜜蜂跳的是圆舞，但是一旦喂食地点的距离超过了50米，它就会跳起一种摇摆舞，在跳到“8”字交界处时，会以每秒13次的频率快速地抖动身体，发出嗡嗡声，同时左右摆动，摆动的次数与采集地点的距离有关，每摆动一次表示大约50米的距离。而且，摇摆的方向能表示采集地点的方位，它的平均角度表示采集地点与太阳位置的角度，即使是阴天，蜜蜂也能通过感觉紫外线和偏振光而知道太阳的位置。



蜜蜂能跳两种舞蹈：圆舞（A）和摇摆舞（B），摇摆的方向能表示采集地点的方位（C）。

这种语言并不太精确，只能把采集蜂群带到喂食地点附近，到那里后它们就要根据从舞蹈者的身上获得的食物味道去寻找食物。但是这仍然是一种非常抽象、复杂的语言，能够传达的信息数量据估算可达到大约10亿条，在所有动物信息传播系统中，仅次于人类语言。

弗里希在1946年公布了这个重大发现，1973年获得诺贝尔生理学奖。但是在他获奖时，仍然有不少生物学家对其结果表示怀疑。在60年代末和70年代初，美国生物学家亚德里安·温纳（Adrian Wenner）等人在做了一系列实验后，认为蜜蜂完全是根据气味而不是舞蹈语言来确认食物地点的。他们认为，蜜蜂的舞蹈就像其他采集性昆虫的“舞蹈”一样，只是用来吸引其他蜜蜂的注意并传递气味，并无任何抽象的含义。其他蜜蜂飞出蜂巢后，是根据它们从舞蹈者身上获得的食物味道和舞蹈者留在食物地点的体味去寻找的。在弗里希的实验中，采集蜂群能够直接飞往舞蹈者去过的食物地点，而忽视周围的其他食物地点，温纳等人认为正是被舞蹈者留下的体味吸引过去的。



一只蜜蜂正在跳摇摆舞，向蜂群传递信息。

为了反驳这些反对意见，弗里希曾经补做过一系列实验，例如把蜂巢侧立，并遮挡住阳光，这样舞蹈者搞不清方向，采集蜂群就没法定向飞往舞蹈者发现的食物地点。但是最有说服力的实验是其他生物学家在后来做的。其中一个实验非常简单，在侦察蜜蜂发现食物飞回蜂巢报信之后，研究者把食物移走，但是采集蜂群仍然根据侦察蜜蜂传递的“假情报”，飞到原有食物的地点寻觅食物，尽管那里既无食物的味道也无侦察蜜蜂的体味。

另一个更有说服力的实验则要复杂得多。研究者制造出了一只能使用蜜蜂语言的“机器蜂”。它的外观一点也不像蜜蜂，只是用木

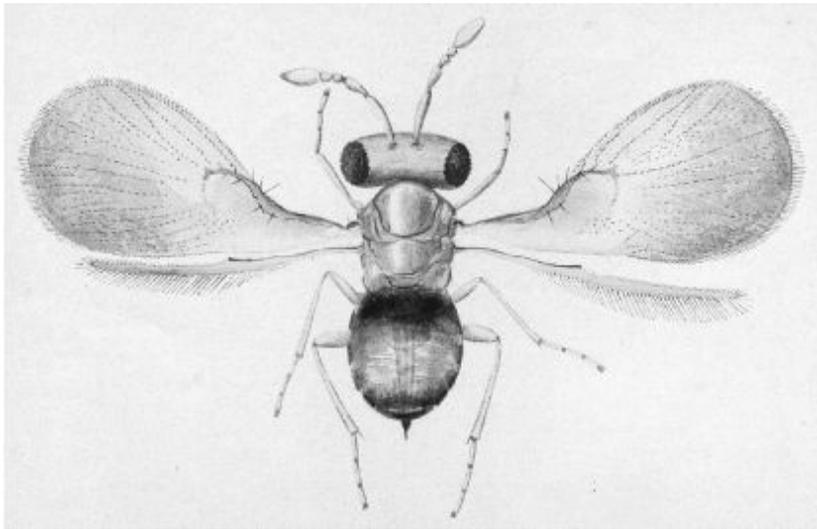
头、钢管和刀片拼凑而成的，中间一根钢管带动木头跳摇摆舞，后头有刀片模仿蜜蜂的翅膀发出舞蹈声，前头还有一根钢管给蜜蜂提供食物“样品”（糖水）。就是这么简陋的“机器蜂”，只因为它能够“讲”蜜蜂语言，就能够把蜜蜂成功地引导到选定的地点。

对一项匪夷所思的重大科学发现，有质疑、反对的声音和证据，那是再正常不过的了，关键在于如何寻找新的证据、设计新的实验去证明它。“蜜蜂有语言”在今天已经成为共识，而且我们知道它们是天生就会，而不是后天学来的。我们还知道不同亚种的蜜蜂使用不同的方言。例如，德国亚种摇摆一次表示50米，意大利亚种则表示20米。这种方言也是天生的。让德国蜜蜂幼虫在意大利蜜蜂的蜂巢中出生、长大，它仍然讲“德语”，由此会导致蜂巢中的语言混乱。

赤眼蜂的愚蠢选择



美国第一位土生土长的昆虫学家威廉·派克（William D. Peck, 1763—1822）在1805年回到母校哈佛就任其首任博物学教授之前，是一位“民间科学家”，待在他父亲的农场研究昆虫，发表过几篇开创性的论文。1799年，他在研究梨树的害虫梨叶蜂时注意到，梨叶蜂的卵本来是半透明的，但是有的却变得混浊了。这些混浊的卵孵化出了一种从未被发现过的极为细小的飞虫，小到用肉眼几乎看不见，身长不到1毫米。他用自制的显微镜对这个新物种做了仔细的观察，认定这是一种蜂，最显著的特征是长着一双红色的眼睛。



赤眼蜂细小得用肉眼几乎看不见，在显微镜下才能看清它的形态。

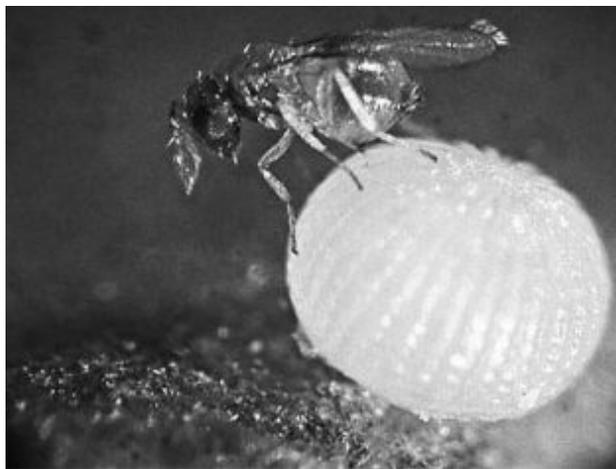
赤眼蜂的细小使它成为一种绝好的实验动物，用一个小瓶子就可以养上几百只。它的生命周期很短，不到两周，因此短时间内可以培养很多代。当然，要一代代培养下去，需要给它们提供足够的虫卵供它们寄生，而这也很容易做到，因为寄生蜂对它的宿主一点也不挑剔，能寄生在许多种昆虫的卵中。这样研究人员就可以选用一种在实验室里很容易养的害虫，例如用面粉、燕麦片养的粉螟，把它们的卵提供给赤眼蜂。虽然赤眼蜂在野外从没遇到过粉螟卵，但是在实验室里见到时，还是会去攻击它，顺利地把卵产到粉螟的卵中，幼虫在其

中发育，以粉螟卵为养料，变成成虫后破壳而出，然后再去寻找别的寄生卵。

赤眼蜂会攻击并成功地让其后代寄生在好几个科的几百种昆虫的卵中，但是它们并非对所有的昆虫卵都感兴趣。那么它们是如何做出选择的呢？如果同时向赤眼蜂提供好几种卵，它们对哪一种卵最感兴趣呢？如果让许多代的赤眼蜂都寄生在同一种卵中，它们的后代是否就会一直选中这种卵呢？

派克的校友、英国昆虫学家乔治·索尔特（George Salt, 1903—2003）在上个世纪30年代在剑桥大学任教时，曾经深入地研究过这个问题。他首先对两个品系的赤眼蜂做了比较，其中一个品系是许多代都一直用粉螟的卵养的，另一个品系则是一直用麦蛾的卵养的。但是如果同时把这两种卵提供给它们，这两个品系的赤眼蜂都更喜欢粉螟的卵。粉螟的卵更大，更圆，更滑，两种卵的味道可能也有差异，那么赤眼蜂究竟看中的是哪一点呢？

索尔特用了许多种昆虫卵做进一步的实验，有的大有的小，有的圆滑有的粗糙……结果发现，赤眼蜂只在意卵的大小，而无视卵的其他特征。例如，如果把豆象的卵和粉螟的卵混在一起，虽然赤眼蜂的幼虫没法在豆象卵中正常发育，但是赤眼蜂还是会选择豆象卵，因为豆象卵比粉螟卵大了那么一点点。



赤眼蜂正在往虫卵里下卵。

对赤眼蜂来说，大小最重要。它们对大卵的偏爱已到了完全无视其后代死活的地步，甚至即使是假卵，只要足够大，它们也会疯狂地向它发起进攻。索尔特挑选了一些比麦蛾卵稍大一些的沙粒，将二者混在一起让赤眼蜂挑选，尽管赤眼蜂的产卵器很显然没法刺入沙粒，它们还是一次次地向沙粒发动进攻，进攻的次数是麦蛾卵的两倍。但是如果用的是比麦蛾卵小一点的沙粒，情形就倒了过来。

索尔特发现，甚至连卵的形状是不是圆的都不重要，连方形的碳酸钙晶体都会受到攻击。只要物体足够大，有一定的宽度，是静止不动暴露在外的，并且足够坚硬，能支撑住赤眼蜂的爬行，那么不管是什么物体，都会被赤眼蜂当成未来宝宝的食物来使用，而且越大越好。

索尔特几乎是恶作剧地采用了水银做假卵来证明其观点。水银虽然是液体，但是有足够的硬度，因此赤眼蜂仍会攻击水银球，虽然它们的产卵器无法刺入水银。水银球的大小很容易做调整，索尔特不停地加大水银球，最后大到了要比赤眼蜂大很多倍，重达半克。这个巨无霸成为赤眼蜂的最爱，它被攻击的次数是最小的卵的2000倍！



古罗马博物学家老普利尼（公元23—79）写下了巨著《自然史》。

派克在研究赤眼蜂的第一篇论文的开头引用了古罗马博物学家老普利尼的一句名言：“大自然最完美之处存在于她最细小的作品之中。”小小的赤眼蜂的寄生行为看上去非常的巧妙，足以让人惊叹造物主的神奇。但是几个简单的实验就撕去了大自然杰作的神秘面纱：

那不过是对少数几种刺激因素的本能反应而已，死板地认定“大的就是好的”，看似聪明的行为其实非常愚蠢，很容易被愚弄。

不过，在自然环境中，赤眼蜂不用担心受到水银球的蛊惑。它们在植被上飞翔寻找寄生卵的时候，连沙粒都难得一见。因此它们不必害怕会被假卵愚弄（后来的研究发现赤眼蜂其实也会被虫卵的味道吸引），简单的本能反应已足够它们适应其生存环境了，“大的就是好的”这一原则并不像实验室里所展现的那么愚蠢，其实是自然选择的大手笔：卵越大意味着营养越丰富，越有利于后代的生存。

寄生蜂的聪明选择



英国昆虫学家乔治·索尔特在研究赤眼蜂把卵产到其他昆虫的卵中的寄生行为时，发现赤眼蜂固执地把“大的就是好的”当成信条，无视卵的真假，愚蠢得可笑。但是他又发现，赤眼蜂并不总是那么傻，有时还聪明得可爱。



赤眼蜂的头部显微照片。

他在箱子里放了一些个头比较小的虫卵，这些虫卵有的已经被赤眼蜂下了卵，有的没有。然后他把雌赤眼蜂放进去。这些赤眼蜂几乎总是挑选那些还没有被寄生的卵来产卵，而避开那些已被寄生的虫卵。这是很聪明的选择，因为小的虫卵包含的营养物质只够一只赤眼蜂的幼虫享用。

雌赤眼蜂能知道哪些虫卵已经被寄生过了，是因为它们能闻到雌蜂曾经在这些卵上停留时留下的特殊味道。如果一个假卵含有雌蜂的味道，它也会被弃之不顾。如果把虫卵洗一洗，洗掉了味道，它也会去攻击那些已被寄生的虫卵，但是在把产卵器插进去的时候，又很快地撤离。显然，即便虫卵的味道已被洗去，赤眼蜂仍然能够通过产卵器探测出它是不是已被寄生。

如果把雌蜂放进一个摆的全是已被寄生的虫卵的箱子中呢？雌蜂会不着急下卵，先等待一段时间，看是否能发现未被寄生的虫卵。实在不行了，它也会往已被寄生的虫卵里下卵。这时候，它会尽量挑选那些比较大的卵。这些卵的营养物质比较多，它的后代获得生存的可

能性比较大。在自然环境中，一个大的虫卵有时候会寄生着好几条赤眼蜂的幼虫，而且个个成功地发育。但是如果虫卵能提供的营养物质不足的话，赤眼蜂的幼虫将无法正常地发育，体型比较小或死亡，而且生出来的大多是雄蜂。

其他寄生蜂也有这样的特性。有一种黑卵蜂，它的宿主是蜻象的卵。蜻象的卵是成群产在一起的，雌黑卵蜂也和雌赤眼蜂一样，能够分辨出哪些卵已沾上了雌蜂的味道，避免把卵产到已有寄生的卵中。一旦一只雌蜂发现周围所有的蜻象卵都已被寄生了，它会突然变得非常剽悍，把其他的雌蜂都赶走，以避免有哪只不知趣的雌蜂乱下卵。在所有的雌蜂都被赶走，它自己才离开。

黑卵蜂的雄蜂要比雌蜂发育得更快，更早从寄生卵中钻出来，而且也非常剽悍。一个卵群中，第一只雄蜂发育出来后，就守在那里，等着其他的寄生卵孵化。它一旦发现某个寄生卵开始有动静了，就飞过去等着，不停地触摸卵里新生的蜂。等新生的蜂钻出来，如果是雄的，就把它赶走，如果是雌的，就立即与之交配。

一般动物的雌雄比例相同，但是寄生蜂的雄性要比雌性少，比如黑卵蜂，雌蜂的数量大约是雄蜂的2~3倍。这是为什么呢？

动物雌雄的比例相同从经济学的角度看是很浪费的，因为一个雄性个体就可以使许许多多雌性受孕。但是，由于一个群体中所有的雄性或雌性都有相等的交配机会，而且雌雄交配是随机的，因此母亲对生儿还是生女的投资相同，在自然选择作用下，雌雄的比例必定会维持相同。

然而，如果一个个体只跟一个群体的一小部分竞争交配，性的比例将会发生改变。比如，竞争只是发生在兄弟姐妹之间，一个母亲每次只需产下少量的儿子就能使它的女儿们都受精了，它就会通过减少儿子的数目来减轻没有意义的竞争，性的比例将会偏向于雌性。这种现象称为“局部交配竞争”。

黑卵蜂因为寄生卵聚集在一起，在相当大程度上交配竞争是在兄弟之间进行的，雄性的比例就会偏低。有些寄生蜂的宿主是比虫卵大得多的幼虫或蛹，足够为好几只寄生虫提供营养，因此它们一次会往同一个宿主产很多卵。这样的竞争就更为局部了，雄性的比例也就更低。例如一只雌金小蜂一次能往宿主下大约30个卵，其中雄性的比例还不到10%。

在一只雌金小蜂下过卵后，有时还会来另一只金小蜂往同一个宿主下卵。这样，对第二只雌蜂的后代而言，交配竞争就不是那么“局部”了。金小蜂能够通过产卵器上的感官探测到宿主是否已被寄生过，而且能够自己控制生雌生雄（受精的卵发育成雌性，未受精的卵

发育成雄性），那么，在其后代中，雄性的比例会有所增加。如果再来第三只、第四只……往同一宿主产卵，交配竞争变得越来越不局部，其后代雄性的比例也应该越来越高。英国另一位生物学家汉密尔顿（W. D. Hamilton, 1936—2000）据此建立了一个数学模型，预测在这种情况下雄性逐渐升高的比例。实际的观察结果与汉密尔顿的预测完全相符。



金小蜂正往虫蛹产卵。



英国著名生物学家汉密尔顿善于将进化论问题量化，1999年获得生物学的最高奖之一——格拉夫奖。

寄生蜂当然不会做精确的计算。它们也不能预见到自己的行为能够具有的益处。这种适宜其后代生存的精妙本能，乃是亿万年来自然选择精细调节的结果，不过都是自然选择玩的数学游戏。

蚊子的恋曲



鲁迅在其名篇《夏三虫》说：“跳蚤的来吮血，虽然可恶，而一声不响地就是一口，何等直截爽快。蚊子便不然了，一针叮进皮肤，自然还可以算得有点彻底的，但当未叮之前，要哼哼地发一篇大议论，却使人觉得讨厌。如果所哼的是在说明人血应该给它充饥的理由，那可更其讨厌了，幸而我不懂。”

在夏夜被蚊子所扰的人们很容易对此产生共鸣，不过这有点冤枉蚊子了。蚊子之哼哼，并非它喜欢发议论，或想要让人心烦，而是身不由己。蚊子也是宁愿一声不响地就是一口，因为哼声暴露了蚊子的行踪，让人有了防备。许多蚊子就是死于这哼哼声中。

但这不是蚊子能够控制的。哼声并不是从蚊子口中发出的，而是飞行时其翅膀快速振动而产生的，和其同类蝇、虻相比，这声音已经小得不能再小了。蚊子是翅膀振动频率最高的昆虫之一，每秒可以拍动600次，而小蚊子（蠓）可以高达每秒1000次。蚊子的翅膀很细窄，靠快速振动才能维持一定的飞行速度。相反地，翅膀比蚊子宽大的蝇、虻、蜂的翅膀振动频率要比蚊子低，大约是每秒250次，而翅膀大得多的蜻蜓其翅膀振动频率就更低了，只有大约每秒30次。这些昆虫的嗡嗡声也都是翅膀振动的声音，因为翅膀比较大，所以也就比蚊子响亮得多。

蚊子的哼声虽然是翅膀振动的副产物，却对蚊子的繁衍极其重要。昆虫学家很早就发现，雄蚊是通过监听雌蚊的哼声来寻找配偶的。把雌、雄蚊子放进同一个小笼子，要让它们交配的最简单的办法是摇晃笼子，让蚊子飞起来：雌蚊飞行时翅膀的振动声将会刺激雄蚊与之交配。

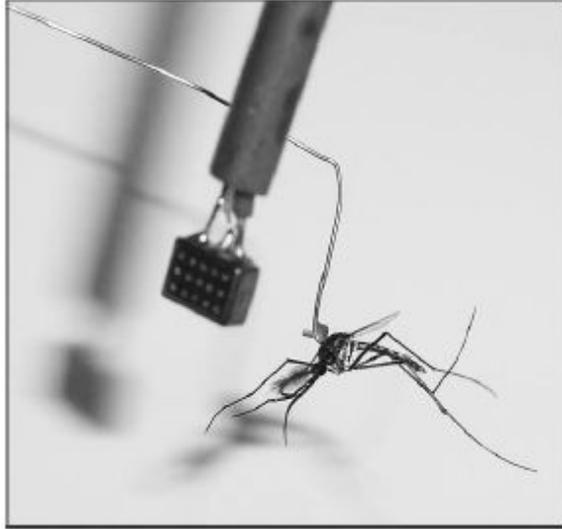
雄蚊对这种性感的声音是如此痴迷，甚至不理会是 by 什么东西发出的。实验发现，在关着雄蚊的笼子外头击打音叉，在一定的声音频率范围，都会吸引雄蚊朝音叉的方向飞去，抓住笼罩笼子的纱网，试图与之交配。不少人都有过这样的经历，在野外说话，说着说着突然一只蚊子飞进了嘴中——那肯定是一只雄蚊，它以为有一只雌蚊藏在你的嘴里呢。黄昏时候在野外成群飞舞的蚊子都是雄蚊，你如果说话，或哼一支曲子，就会吸引它们围着你团团转，不用担心它们会咬你（雄蚊不吸血），但是要注意及时闭上你的嘴巴。



雄蚊的触角长着密集长毛，看上去就像是羽毛。

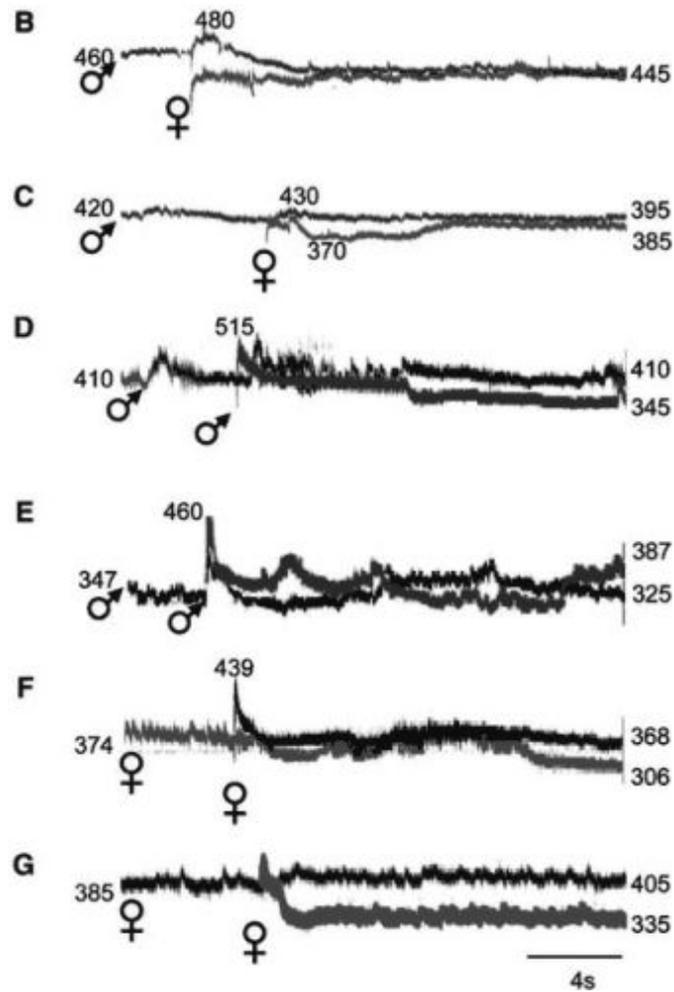
怎么知道它们的确是不吸血的雄蚊呢？抓一只来看看，它们的触角长着密集长毛，看上去就像是一支小小的羽毛，与雌蚊的触角大不相同。不难推测，雄蚊的触角与听觉有关。1855年，美国医生克里斯多夫·江斯通（Christopher Johnston）发现在蚊子触角基部有一个感觉器，他推测就是雄蚊的听觉器官，后来被称为江氏器。江斯通的推测过了90多年才被实验证实。把雄蚊的触角剪掉，或用胶把雄蚊触角基部固定住，雄蚊就对雌蚊飞行和音叉发出的声音无动于衷了。把雄蚊触角上的毛基本都去掉后，它虽然不再对雌蚊有反应，但是还能被响声更大的音叉声所吸引。

现在我们知道，雄蚊是靠触角上的毛来接收声波的，然后把振动传到江氏器中的感觉细胞。雌蚊的哼声太细，雄蚊的听觉必须非常敏感。雄蚊江氏器中的感觉细胞多达15000个，几乎和人的耳蜗中的感觉细胞一样多。只要声波的振动让雄蚊的触角尖端发生7纳米（1纳米等于百万分之一毫米）的偏斜，它就能感觉到。这相当于埃菲尔铁塔塔尖出现0.7毫米的偏斜。



用微型话筒记录雄蚊子翅膀飞行的声音。(Gibson, G. et al, Current Biology 16, 1311—1316)

以前认为雌蚊不会留意雄蚊的哼声，近来的研究发现也不尽然。虽然雌蚊的听觉不像雄蚊那么敏感，但也不是聋子。把一雌一雄两只蚊子放在一起，双方都会调整翅膀振动频率，很快就以相同的频率同步飞行，唱起了同一支恋曲。



把一雌一雄两只蚊子放在一起，双方都会调整翅膀振动频率达到同步（B和C）。（Gibson, G. et al, *Current Biology* 16, 1311）

当然，昆虫学家倾听蚊子恋曲不是为了欣赏蚊子的浪漫，除了学术上的好奇，还有很实用的目的：如何利用它来消灭蚊子？我曾经见到国内媒体报道说，某市一个中学生听说蚊子是根据声音寻偶的，于是发明了音频诱杀灭蚊器，通过了专家鉴定，将被推广云云。其实这不过是“重新发明轮子”，类似的发明国外早就有人做出过，但是没有实用价值，因为只有雄蚊才会被声音吸引，而诱杀雄蚊没有什么用。除非能够将雄蚊百分之百地歼灭（这当然是不可能的），否则诱杀的结果不过是奖励剩余的雄蚊有更多的配偶，下一代的蚊子数量不会因此减少。决定后代数量的是雌性的数量。

所以，要把雌蚊作为目标才有意义。但是雌蚊并不觉得雄蚊的哼声有吸引力。市场上有不少种品牌的超声波驱蚊器在热销，据称其原理是：交配之后寻找血源的雌蚊会躲避雄蚊，因此模拟雄蚊翅膀振动的超声波会把雌蚊赶走。但是雌蚊对人血的兴趣显然远远超过对雄蚊

的厌恶，有许多项研究表明这种驱蚊器丝毫也起不到驱蚊的作用，它们的唯一用途似乎就是吸引消费者的钱。

莫诺湖畔的苍蝇



位于加利福尼亚州和内华达州边界的沙漠中的莫诺湖是北美最古老的湖泊之一，有76万年的历史。有5条来自雪山的河流流入湖泊，但是没有出口流出，河水在湖泊中积蓄，慢慢地蒸发掉，而水中的盐分却留了下来。因此这种河水只进不出的湖泊就像一个小海洋，必然会是咸水湖。莫诺湖湖水的盐浓度极高，几乎是海水的3倍。莫诺湖湖水碱性也很强，pH值高达10，而海水的pH值只有8。



莫诺湖上奇形怪状的石灰华构成一个梦幻世界。

莫诺湖的湖水有一部分来自地下。地下泉水富含钙，河水富含碳酸，二者混合，就形成了碳酸钙，在湖底泉眼处慢慢地沉淀、结晶，形成了石灰华。1941年，500多千米外的洛杉矶从流入莫诺湖的河流分流取水，供市民饮用，这导致莫诺湖的水位逐渐下降了10多米，奇形怪状的石灰华露出了水面，构成了一个梦幻般的世界。

这同时也是一个生机勃勃的世界，有几十种上百万只水鸟在这里栖息。但是没有鱼能够在碱性和盐度如此高的水中生存。水鸟的食物是卤虫和水蝇，它们都是莫诺湖的特有物种。卤虫和水蝇又以水藻为食，构成了一个完整的食物链。

在白人到来之前，莫诺湖畔生活着大约200名印第安人，水蝇的蛹是他们重要的食物，莫诺湖因此得名——“莫诺”是印第安语“食蝇

者”的意思。吃蝇蛹听上去让人恶心，“莫诺”之名显然是其他印第安部落给取的。但是吃蝇蛹在食物匮乏的年代其实是一个非常明智的选择：水蝇蛹富含蛋白质和脂肪，虽然只有米粒大小，每一粒水蝇蛹所含的热量却高达15卡，而且晒干了容易储存。据当时品尝过的加州地质局的工作人员说，印第安人提供的水蝇蛹味道还不错。



莫诺湖畔密集的水蝇。

印第安人早已撤离了莫诺湖畔，取代他们的，是来观赏石灰华的零星游客，一群群苍蝇鸣叫着迎接他们。我一开始以为那就是水蝇。水蝇以水藻为食，为什么会如此迷恋人类，而且驱逐不去？有一只停在了我的脖子上，还有一只停在我的手臂上，我不假思索地一一将其击毙。又有一只停在了我的衣服上，我仔细地察看，这才发现不是水蝇，而是吸血的斑虻。我暗暗庆幸自己眼明手快，等到了晚上，才知道这些斑虻在临死前还是狠狠地咬了我一两口，斑虻停过的地方都肿起了大包，脖子上的是一个，而手臂上的却是相邻的两个，而且奇痒。一周后，肿才渐渐消失，而两周后，疤痕犹在。

斑虻是一种牛虻，其优势在于其口器就像刀一样能够刺穿厚厚的皮肤吸血，主要猎物为牛、马、羊、鹿这些大型哺乳动物。这些哺乳动物对牛虻的攻击几乎没有任何抵抗力，所以牛虻可以呼啸而来，丝毫不掩饰自己的动向。鲁迅曾说过，蚊子最令人讨厌的，是在叮之前还要哼哼地发一篇大议论说明应该给它充饥的理由。牛虻比蚊子更讨厌，岂止是哼哼，简直是行刑前大声的宣判。

但是莫诺湖畔并无哺乳动物生存，于是游人就成了饿极的斑虻的攻击对象。但是人是有手作为自卫武器的，它们在光天化日之下如此大张旗鼓地发动进攻就显得可笑了，无异于自杀，虽然偶尔也会得逞，能喝上一口血，也只是临死的口福。只有雌虻才会吸血，目的是为了产卵，但是如果吸血时必死，它们如何能传下后代？

也许会有一些鸣叫声不那么响的，反应敏捷，飞行快速的斑虻在吸血之后全身而退，传下它们的基因。实际上，我不敢肯定，手臂上的那两个包，究竟是一只斑虻临死前咬了我两口，还是另有一只斑虻在我没有觉察的时候吸了血顺利逃走。



一只斑虻正在吸血。

如果莫诺湖畔的雌虻只能靠吸人血为生，那么我们可以推断，在许多万年以后，这里的斑虻的形态和习性都会为此逐渐地发生变化，而出现一个特有物种。它们的飞行声会变得越来越细，飞行速度会变得越来越快，反应会变得越来越敏捷，体型会变得越来越小，活动时间也可能从白天逐渐推迟到黄昏或晚上。这一切都有助于它们能在吸完人血的同时保住性命留下后代。要而言之，在自然选择的作用下，它们可能会变得越来越像蚊子。

蚊、蝇、虻本是近亲，在昆虫学上都被归入双翅目（其特征是昆虫的两对翅膀只剩下了前面的一对，后面的一对退化成了平衡棒）。在进化史上是先有蚊，后有虻、蝇。不过，虻如果为了适应环境而出现返祖的进化，并不奇怪。我那两巴掌，就算是为这一进化进程做了一点贡献。

性与死的统一



2000年，美国出了一本题为《性与死：生物学哲学导论》的高级教科书。这本书介绍、讨论的都是关于“进化”、“基因”这些很专业化的生物学哲学问题，与性和死都没有什么关系。为什么用了这么个题目呢？作者解释说“因为这个题目很有趣”、“生物界是奇妙和古怪的，至少比我们所能想象的还要古怪”。其实作者完全可以更明白地说：因为性和死是生物界的永恒主题，就像爱和死是文学作品的永恒主题一样。



威风凛凛的中国大刀螳螂。

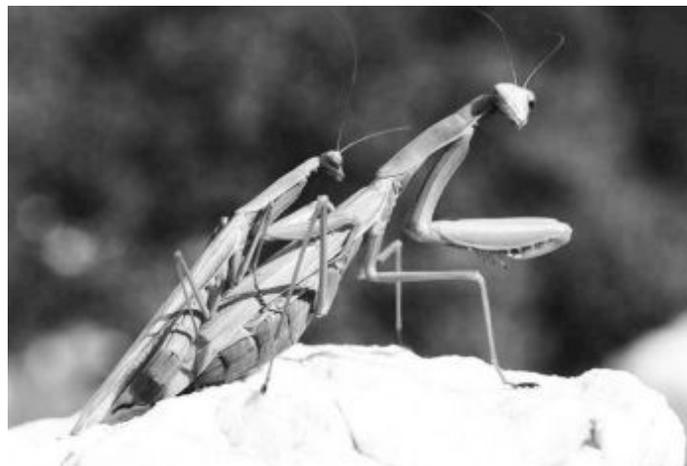
无性的生物可以靠不断的分裂而永世长存，有性的生物却必死无疑。性是对死亡的抗拒，是新生命的开端。这两个相对的力量，有时却能古怪地结合。例如，在蜘蛛纲和昆虫纲动物中，有时能观察到所谓“性食同类”（sexual cannibalism），即在交尾前后甚至交尾过程中，雌性吃掉与之交尾的雄性。最著名的例子当然是螳螂了。对雌螳螂杀夫的首次描述，出现于1658年出版的德语著作中。在1886年，一位美国昆虫学家向《科学》杂志报告了他在实验室看到的雌螳螂在交配前吃掉雄螳螂的头，而无头雄螳螂仍设法完成交配的奇怪情景，大概是关于这一现象的第一篇科学文献。稍后，法布尔在《昆虫记》中也描述了螳螂杀夫：

“然而在事实上，螳螂甚至还具有食用它丈夫的习性。这可真让人吃惊！在吃它的丈夫的时候，雌性的螳螂会咬住它丈夫的头颈，然后一口一口地吃下去。最后，剩余下来的只是它丈夫的两片薄薄的翅膀而已。这真令人难以置信。”

从这段描述看我们不知道法布尔是亲眼所见，还是只是在转述一个公认的事实。不管怎样，随着《昆虫记》风靡世界，雌螳螂“杀夫”（或者更确切地说是“吃夫”）的恶名和雄螳螂“殉情”的美名也就尽人皆知了。生物学家们甚至试图论证“吃夫”的合理性。有的说，雌螳螂产卵需要大量的能量，雄螳螂的肉正是极好的能量来源。断头的雄螳螂能完成交配，这是已被实验证实的，因为控制交配的神经不在头部，而在腹部，而且，由于某些神经抑制中枢位于头部，头被吃掉反而还有助于增强雄性的性能力呢。雄螳螂不死，真是天理难容了。



中国大刀螳螂正在交配。



欧洲螳螂正在交配。

不过，很少有人野外观察到雌螳螂吃夫。我们说的螳螂，乃是一大类昆虫的总称（是昆虫纲下的一个目——螳螂目），包括形态、

生态各不相同的1500多种螳螂。绝大多数螳螂物种都没有被观察到吃夫现象，这个名声，主要归咎于两种分布较广的螳螂：中国大刀螳螂（*Tenodera aridifolia sinensis*）和欧洲螳螂（*Mantis religiosa*）。但是，研究者报告的吃夫现象都是在实验室里观察到的，在这种条件下，担惊受怕的动物往往会有异常的举动，在自然状态下，是否果真如此呢？这是真的与生殖有关的自相残杀，还是纯粹为了喂饱肚子的自相残杀？没人否认螳螂的确会自相残杀，而个子要小得多的雄螳螂也很容易成为雌螳螂的牺牲品，问题在于这是否有生殖意义？

在1984年，两名科学家里斯克（E. Liske）和戴维斯（W. J. Davis）虽然同样在实验室里观察大刀螳螂交尾，但是做了一些改进：他们事先把螳螂喂饱吃足，把灯光调暗，而且让螳螂自得其乐，人不在一边观看，而改用摄像机记录。结果出乎意料：在30场交配中，没有一场出现了吃夫。相反地，他们首次记录了螳螂复杂的求偶仪式：雌雄双方翩翩起舞，整个过程短的10分钟，长的达两个小时。里斯克和戴维斯认为，以前人们之所以频频在实验室观察到螳螂吃夫，原因之一是因为在直接观察的条件下，失去“隐私”的螳螂没有机会举行求偶仪式，而这个仪式能消除雌螳螂的恶意，是雄螳螂能成功地交配所必需的。另一个原因是因为在实验室喂养的螳螂经常处于饥饿状态，雌螳螂饥不择食，把丈夫当美味。为了证明这个原因，里斯克和戴维斯在1987年又做了一系列实验。他们发现，那些处于高度饥饿状态（已被饿了5~11天）的雌螳螂一见雄螳螂就扑上去抓来吃，根本无心交媾。处于中度饥饿状态（饿了3~5天）的雌螳螂会进行交媾，但在交媾过程中或在交媾之后，会试图吃掉配偶。而那些没有饿着肚子的雌螳螂则并不想吃配偶。

可见雌螳螂吃夫的主要动机是因为肚子饿。但是在野外，雌螳螂并不是都能吃饱肚子的，那么，吃夫就还是可能发生的。在1992年，劳伦斯（S. E. Lawrence）在葡萄牙对欧洲螳螂的交配行为进行了首次大规模的野外研究。在他观察到的螳螂交尾现象中，大约31%发生了吃夫行为。在野外，雌螳螂大概处于中度饥饿。吃掉雄螳螂，对螳螂后代也的确有益。1988年的一项研究表明，那些吃掉了配偶的雌螳螂，其后代数目比没有吃掉配偶的要多20%。里斯克和戴维斯也承认，欧洲螳螂发生的吃夫现象可能比其他螳螂远为普遍，是它们给螳螂带来恶名。但是，雄螳螂很显然不是心甘情愿地被吃的。它们在交配前，小心翼翼地接近雌螳螂，避免被发觉。交配时从雌螳螂背后跃上，交配完了之后迅速地逃离，没有为了后代牺牲自己的迹象。雄螳螂可以多次交媾，没有必要做一锤子买卖。从自然选择的角度看，雄

螳螂应该与尽可能多的雌螳螂交配，在最后一次交配中再被吃掉；而雌螳螂也应该与尽可能多的雄螳螂交配，而且应该每次都把雄螳螂吃掉。

如果说，对螳螂吃夫的普遍性至今在学术界还有异议，对某些蜘蛛种类的吃夫行为，却是少有争议的。被研究得比较透彻的是澳大利亚红背蛛（学名哈氏寇蛛，*Latrodectus hasselti*。与著名的黑寡妇同属，主要特征是背上有红条）。这项研究工作主要是加拿大生物学家安德拉德（M. Andrade）在近年来做的。与螳螂相似，红背蛛的吃夫现象也与雌蜘蛛的饥饿状态有关，这可以解释为什么吃夫现象并不总是发生的。安德拉德在1998年报告说，在实验室条件下，多达50%的交配没有发生吃夫，而在野外，也有35%的交配没有吃夫。在交配前，个头比雌蜘蛛小的雄蜘蛛要小心翼翼地与雌蜘蛛进行交流，确信它有意交配，避免被当成猎物。然而，一旦交配开始，与雄螳螂截然不同，雄蜘蛛不仅心甘情愿地牺牲自己，而且简直就是在引诱雌蜘蛛吃自己：这种雄蜘蛛有两根交配器，交配时，先插入一根，倒转身体，把腹部送到了雌蜘蛛的嘴巴前面邀请雌蜘蛛吃它！雌蜘蛛如果有食欲，就会喷上消化液开始吃。在被吃的时候，雄蜘蛛如果不是太虚弱的话，会设法拔出第一根交配器，插入第二根交配器，进行第二轮交配，而雌蜘蛛会继续享受它的美餐。



澳大利亚红背蛛。

雄蜘蛛做出牺牲的原因是因为它们与雄螳螂不同，很难再有第二次交配的机会。在寻找配偶的过程中，80%以上的雄蜘蛛会因为各种原因而死亡。历尽千辛万苦找到雌蜘蛛，就不要指望还有第二次机会，而应该倾其所有，孤注一掷。在被吃时，雄蜘蛛因此延长了交配时间，可以注入更多的精液，让更多的卵被自己的精子受精。而且，雌蜘蛛在吃了雄蜘蛛后，就较不愿意再接受第二只雄蜘蛛的求

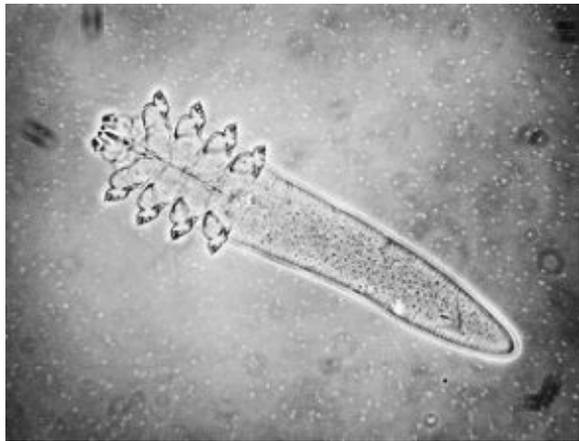
偶。这样，被吃的雄蜘蛛就有可能留下更多的后代。研究表明，它们的后代，比那些没有被吃掉的雄蜘蛛的后代，大约多了40%。

生物现象有时的确比我们想象的还要古怪。但是从自然选择的角度看，却不奇怪。正是在自然选择的作用下，性和死如此奇妙地结合在一起。

人，小生命的栖居地



听上去有点恶心，但是你的眼皮底下很可能寄生着一种和蜘蛛属于同一个纲的小生物——蠕形螨。不信的话你拔一根睫毛，用显微镜看毛囊部分，也许就会看到一只甚至几只长着八条腿、颜色很浅的棒状小虫。蠕形螨身长只有0.1~0.4毫米，所以肉眼看不见。大多数成年人都被它们感染，年纪越大，感染的比例越高，到上了年纪，几乎所有的人都被它们感染了。

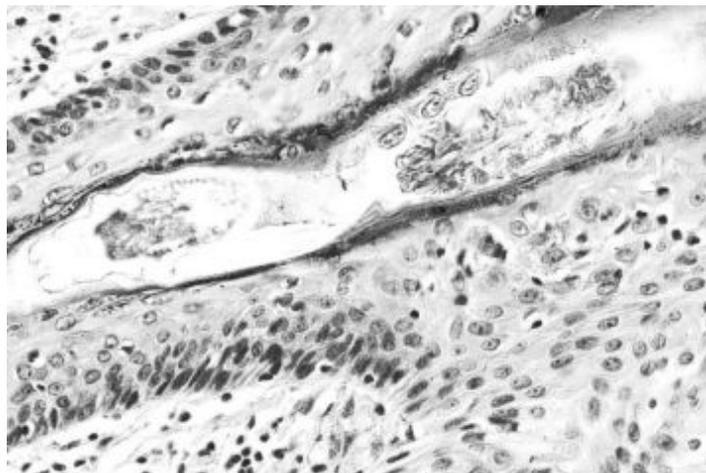


蠕形螨是一种蛛形纲动物，有八条腿。

它们寄生在人的鼻子、外耳道、眉毛和睫毛的毛囊里，主要靠吃皮脂为生。它们的消化、吸收效率极高，几乎不剩下废物，所以它们甚至没有排泄孔，不在你身上拉撒——这也许让你感到舒服些。它们还吃皮肤里的性激素，在这些激素的刺激下发育、繁殖。雌虫成熟后将爬出毛囊和雄虫交配，然后到另一个毛囊产卵，一次能产二十几个卵。三四天后卵孵化出幼虫，幼虫在一周后发育成成虫，成虫的寿命大约两周，死后尸体在毛囊、皮脂腺中腐烂掉。

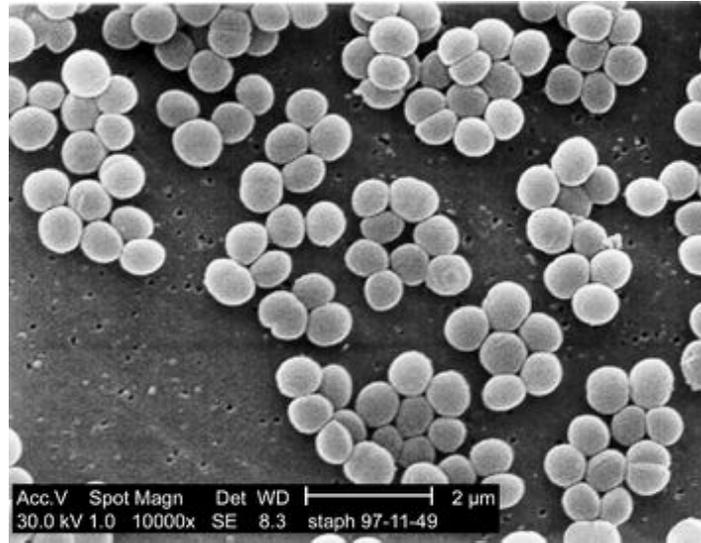
你一旦由于接触到寄生着蠕形螨的毛发、鼻部皮脂而被感染上，就再也摆脱不了它们。它们将在你的身上生长、繁殖、死去。少儿因为缺乏油脂和性激素，蠕形螨比较不容易在他们身上繁衍，30岁以下的人大约只有20%被感染。但是成年人，特别是那些油性皮肤和使用化妆品的人，为蠕形螨提供了充分的养料，可能寄生着数以百万计的蠕形螨。

蠕形螨一般来说是无害的。如果蠕形螨繁殖过多，毛囊装不下了，可能会引起皮肤发痒、痤疮或毛发脱落。不过，蠕形螨在毛囊中进食时，会产生一种抗原，刺激人体免疫系统产生针对它们的抗体，减少它们的数量。蠕形螨身上寄生着一种芽孢杆菌，细菌产生的抗原也会刺激人体免疫系统出现炎症反应，可能与红斑痤疮（酒糟鼻）有关。



在这个毛囊中，寄生着两只蠕形螨。

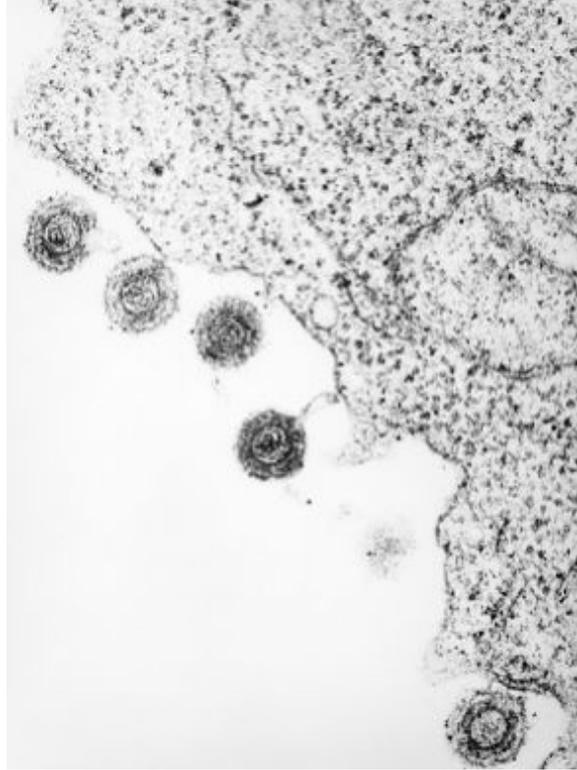
不同的人的皮肤上的细菌种类和数量存在差异，平均来说，一个人的皮肤上生存着大约1万亿个细菌，而且种类繁多。在一项研究中，研究者从6个人的手臂上检测到了182种细菌。这些细菌大多是葡萄球菌、链球菌和棒状杆菌，它们把本来无味的汗液分解成了有味的有机物，从而让人散发出体味。每个人的一生中皮肤上生存的细菌种类和数量相对固定，不管你如何讲卫生、勤洗澡也不能改变这种状况。我们一天要脱落约1000万块死皮，其中约10%含有活细菌。每个人都是细菌播种机，走到哪就将其传播到哪。不过，健康人皮肤上的这些细菌一般来说是无害的，甚至是有益的，它们通过与有害的细菌竞争营养，保护了皮肤的健康。



金黄色葡萄球菌是非常常见的病菌。

不用害怕，我们体内的细菌种类和数量要多得多。人身上的细菌数量是人体细胞的数目的十倍。光是在消化道里，就至少生存着500种、50万亿个细菌，合起来重达1.5千克。一个健康的人每天排出的粪便中，细菌占了三分之一的重量，包括75种1亿个细菌。这些细菌的大量存在对人体是有益的，它们抑制了从体外跑进来的有害细菌的繁殖，而且它们还帮助消化碳水化合物，并为人体制造维生素。大肠里的细菌能够制造维生素K₂，并被人体吸收、利用。

在人体内还隐藏着大量的比细菌更小的、介于生命与非生命之间的东西——病毒。大部分成年人都感染了细胞肥大病毒，发展中国家的感染率更高，中国成年人的感染率达95%以上。一旦被这种病毒感染，就永远无法将其清除。通常情况下细胞肥大病毒只是安静地潜伏在体内，不会导致任何症状。细胞肥大病毒属于疱疹病毒。其他疱疹病毒，例如水痘一带状疱疹病毒和单纯疱疹病毒，就没有这么温和了。一旦感染上，它们也是潜伏终身，但是在某些情况下（例如精神压力大、生了某种疾病），潜伏的病毒会被激活，开始大量复制，导致细胞死亡、破裂，在皮肤、黏膜上长出了水疱，这时你就觉得自己“上火”了。几天后病毒又会自己沉默、潜伏下去。



人类疱疹病毒6型正在冲出细胞进行扩增。

几乎所有的人都感染了人类疱疹病毒6型。这种病毒在感染人体细胞后，会让自己的遗传物质结合到细胞染色体中，变成染色体的一部分，随着染色体复制、细胞分裂而一代代地传给新的细胞。有的甚至能遗传给子女。还有许多其他病毒具有类似的能力。事实上，人体基因组大约有十二分之一是病毒序列，是我们的祖先在感染了病毒之后遗留给我们的“化石”。

千百万年的进化形成了我们与微生物之间错综复杂的互惠、共生和寄生关系。我们人体就是一个小小的生态系统，也有自己的生态平衡。

脆弱的家园



我们为什么不长尾巴？

复活节岛的悲剧



复活节岛是地球上最孤独的一个岛屿。这个面积仅有163平方千米的三角形小岛位于东太平洋，往东越过3600千米的海面才能见到大陆（智利海岸）。它离太平洋上的其他岛屿也相当遥远，离它最近的有人居住的岛屿是皮特凯恩岛，远在西边2000千米处。直至1722年4月5日，该岛的原居民才与外界有了接触，那是由荷兰航海家雅可布·洛加文（Jakob Roggeven）率领的一支114人的三艘战舰。洛加文发现它的时候，在海图上用墨笔记下了一个点，在旁边写上“复活节岛”，因为这一天正好是基督教的复活节。从此该岛以“复活节岛”为人所知。但是现在人类学界一般将它叫做拉帕努伊岛（Rapa Nui），这是19世纪中叶波利尼西亚人对它的称呼；岛上原居民被称做拉帕努伊人，他们讲的方言被称做拉帕努伊语。我们无法确切地知道原居民除了把这个岛屿称做特凯恩加（te kainga）意即“大地”之外，还有没有特别的名称。据说，有一种从其祖先传下来的名称叫“特—皮托—特—何努阿”（Te-Pito-te-Henua），它一度被译成“世界的肚脐”，这个说法引起了许多人浮想联翩，比如国内有一篇宣扬神秘现象的文章就以此为例：



复活节岛鸟瞰。

“令人惊讶的是，复活节岛的居民称自己居住的地方为‘世界的肚脐’。这种叫法，一开始人们并不理解，直到后来航天飞机上的宇航员从高空鸟瞰地球时，才发现这种叫法完全没错——复活节岛孤悬在浩瀚的太平洋上，确实跟一个小小的‘肚脐’一模一样。难道古代的岛民也曾从高空俯瞰过自己的岛屿吗？假如确实如此，那又是谁，用什么飞行器把他们带到高空的呢？”

但这个“世界的肚脐”未必指全岛，可能仅指岛上的火山口，那就没什么神秘之处了。而且据语言学家W. 邱吉尔的考证，这个称呼的准确含意可能是“大地的尽头”。

不过复活节岛的确有很多奇怪的地方。它位于南纬27度，属亚热带，气候相当暖和。它是在大约一百万年前海底的三座火山喷发形成的。火山灰是有利于种植的富饶土壤。在理论上，它应该和其他波利尼西亚人的岛屿一样，是个天堂乐园。但是，洛加文对它的第一印象却是一个荒岛：

“我们起初从远距离观察，把复活节岛设想成了一块沙地；这是由于我们将枯萎的野草或其他枯干、烧焦的植物都当成了沙土，因为它的荒凉的外表只给我们特别贫瘠的印象。”

洛加文的第一印象相当准确。复活节岛是一个草原，没有任何高于3米的树木。植物学家在岛上只发现了47种土生土长的高等植物，大

部分是草本、蕨类，只有四种矮小的灌木。野生动物中，除了外来的老鼠和一种小蜥蜴可能是本土的，没有任何一种大过昆虫。它甚至没有本土的蝙蝠和陆地鸟类。至于家养动物，则只有鸡。居民主要靠栽种甘薯、甘蔗和香蕉为生。

当时的人口据估计只有2000人，显然属于波利尼西亚人，讲波利尼西亚的方言：英国航海家库克船长在1774年访问该岛时，随行的一个塔希提人可以跟岛上的居民交谈。然而，尽管波利尼西亚人以高超的航海技术闻名于世，连西方殖民者也不能不叹服，洛加文却发现整个复活节岛只有三四条简陋的小划子，长仅3米，最多乘两个人，用小木板简单地绑在一起，漏水很厉害，需要一边划一边辟出船里的水。这样的小划子只能在岸边行驶，根本不可能到深海去。

然而，就是在这块贫瘠、落后的土地上，却诞生了大批被当地人称为摩艾（moai）的巨大石像。目前已发现的摩艾有887尊，大多数是在一个采石场雕刻的，其中有288尊雕刻完了之后曾经被成功地运到称为阿胡（ahu）的海滨祭坛立在上面，运输距离有的远达10千米。有397尊还未雕刻完扔在采石场，其余的92尊则遗弃在运输途中。它们大部分是用比较软和容易雕琢的凝灰岩（火山灰凝固形成）雕刻的，小部分用其他的火山岩雕刻。摩艾平均高度约4米，平均重量约12.5吨。最大的一座高21.6米，重160~182吨，但没有完工而遗弃在采石场。完工的摩艾中最大的高9.8米，重约74吨。没有两个摩艾完全一样，但大部分都根据同一个样式雕刻，最底下只到髋部，手臂垂于两侧，两手十指拉长护住腹部。摩艾的头部也被拉长，并总是注视前方。大部分摩艾有长耳朵、大鼻子、薄嘴唇、深眼窝。有的眼窝中镶有用珊瑚做的眼白和深色石头做的眼珠。大约50~75尊摩艾顶上还加了一个称为普卡奥（pukao）的用红色火山岩做的石帽，也可能是代表头发。

显然，摩艾是复活节岛上最引人注目也最使人疑惑的风景。洛加文写道：“这些石像使我们震惊，因为我们无法理解这些人没有大木头可以制作任何机器和结实的绳子，却怎么可能立起这些石像？”洛加文的疑问，到现在还不断地被人提出，也不断地有人试图给出种种答案。特别是那些神秘现象、天外来客、“史前文明”的宣扬者，更是把复活节岛上的摩艾拿来当证据。比如臭名昭著的丹尼肯，就声称这些石像是外星人用超现代的工具制作的，他们因为飞船失事被困在复活节岛上，竖起这些石像向同类求救，救援飞船来了，他们便匆忙地离开了小岛。



雕刻摩艾的采石场。未完工的摩艾还扔在那里。

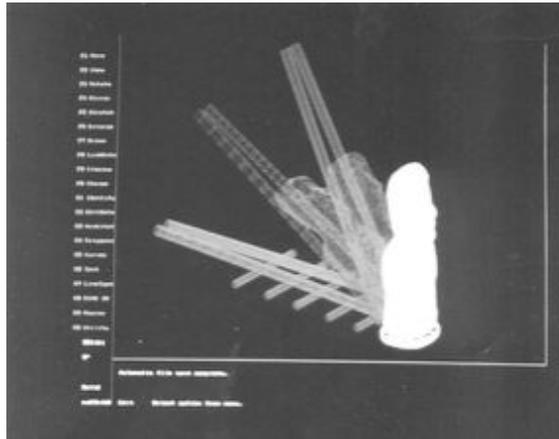


摩艾就是用这种玄武岩石器雕刻成的。

这种毫无根据的幻想不值一驳。岛上采石场可以找到许多用玄武岩制作的石斧，当地人称为托其（toki），因用钝了而丢弃。摩艾就是用这些石器雕刻出来的。在20世纪50年代，著名挪威考古学家海尔达尔（Thor Heyerdahl）曾雇了6个当地人用这种石斧雕刻一座摩艾。他们干了三天就辞职了，但是根据其进程估计，这6个人用12~15个月的时间就可以雕刻出一尊摩艾。如果要雕刻最大的摩艾，也不过只要20个人工作一年。自20世纪50年代到现在，考古学家们也不断地组织人马用原始的办法搬运、竖立摩艾或复制品。美国考古学家范提尔伯格（Jo Anne Van Tilburg）设想古拉帕努伊人在搬运时，把摩艾放在木橇上，底下垫一排木头当轮子，地面洒水减少摩擦。她用计算机模拟，发现用大约70个人以木头、绳子为工具，用这种方法花5天时间就能搬运、竖立一尊重约10吨的摩艾复制品。在1998年4~5月间，人们在复活节岛上实地模拟了整个过程，并被拍成电视片。考古学家们对古拉帕努伊人是怎么搬运、竖立摩艾的颇有争议，但这并不重要，重要的是不管拉帕努伊人具体用的什么方法，根据当时的条件，是完全可以几十个人搬运、竖立一尊普通大小的摩艾的，并无神秘之处。问题在于：木头、绳子是从哪里来的？在贫困之中的岛上居民怎么可

能有功夫来雕刻、搬运这些巨大的石像？为什么又突然停止了这项活动？

可惜的是，在与欧洲人接触之前，拉帕努伊人并无文字，也就没有历史记载可以明确回答这些问题。复活节岛上有一种奇怪的象形文字，称为朗格朗格（rongorongo），意思是“会说话的木头”，刻在木板上。但是按新西兰语言学家斯蒂芬·费歇（Steven Fischer）的说法，这是在1770年西班牙人访问该岛之后，受其影响才发明的。他在1996年成功地将其破译，发现它们只是记录了祭祀颂歌和创生故事，并非历史记载。



美国考古学家范提尔伯格用计算机模拟摩艾的搬运和竖立。



刻有朗格朗格的木板。

但是通过考古，我们还是可以大致了解复活节岛上的历史变迁。语言随着时间的推移会发生缓慢的变化，通过比较同源语言的差异，可以估算它们分离的时间。前面说过，拉帕努伊语是一种波利尼西亚语的方言，通过与其他波利尼西亚语的比较，语言学家们推测这种方言诞生于大约公元400年。根据放射性同位素法的测定，岛上大约在公

元400年到700年间开始有人类活动。1994年，生物学家从12具古拉帕努伊人的遗骸提取出DNA，确定他们确实是波利尼西亚人。岛上的风俗习惯，种植的植物（香蕉、甘薯、甘蔗、芋、楮），养的动物（鸡），也都是波利尼西亚人的特征（这些动植物除了甘薯最初起源于南美，又都可以追溯到波利尼西亚人的起源地南亚）。因此，现在考古学界普遍认为，拉帕努伊人是在大约公元400年漂流到复活节岛的一批波利尼西亚人的后代。



岛上原居民在用石器雕刻摩艾。

当这些波利尼西亚人刚移居到复活节岛的时候，这里的确是个小天堂。我们通过花粉分析可以推测古代的植被情形。池塘或沼泽地中的沉淀物是按时间远近沉积的，越上面的年代越近，越下面的年代越久远。每一层沉淀物的绝对年龄可以用放射性同位素法测定。在显微镜底下分析沉淀物所包含的花粉，鉴定其种类，计算其数量，就可以知道当时的植物分布情况。据此我们知道，复活节岛在早期并不是一块荒地，而是一片茂密的亚热带森林。在森林中，生长着一种刺蒴麻属植物哈兀哈兀（hau hau），其纤维可以用来制造绳子。还有一种特有的树木名叫托罗密罗（toromiro）树，木质坚硬，可以用于烧火和制作木雕。而数量最多的是一种大棕榈树，这种树在复活节岛上早已灭绝，但是与智利酒棕榈树很相近，也可能是同一种。这种大棕榈树树干笔直，可以长到25米高，直径2米粗，是用于运输、竖立石像和制造大船的良好材料。而且，这种棕榈树结的果子可以食用，树浆可以生产糖浆和酿酒，是重要的食物来源。

动物的情况又如何呢？考古学家们可以通过挖掘、比较地层里古代遗留的垃圾堆中的动物骨骼加以推测。一般来说，鱼类是波利尼西亚人的主要食物，鱼骨头一般会占垃圾的90%以上。但是，复活节岛位于亚热带，与热带相比气候过于寒冷，不适于鱼类聚集的珊瑚礁生

长，其险峻的海岸线也不适合于浅海捕鱼，因此鱼类一开始就不是拉帕努伊人的主要食物，从公元900年到1300年，鱼骨头在拉帕努伊人垃圾中的含量少于四分之一。相反，在所有的骨头中，几乎有三分之一是海豚骨头。在其他地方波利尼西亚人的垃圾中，海豚骨头在垃圾中的含量从来就没有达到1%。不像其他波利尼西亚岛屿，复活节岛上没有大型的动物，连家养的猪、狗也没有，因此海豚是拉帕努伊人能抓到的最大的动物，成了他们的食物蛋白的重要来源。但是海豚只生长于深海中。这意味着拉帕努伊人曾经能够建造大型的船只用于到深海捕捉海豚。这些船只显然是用大棕榈树的树干制造的。

考古学家还发现，海鸟也是早期拉帕努伊人的重要食物。在人类到达之前，复活节岛没有鸟类的天敌，成了海鸟最适宜的繁殖地。曾经至少有25种海鸟在这里筑巢繁殖，可能是整个太平洋中最繁盛的鸟类繁殖地。猫头鹰、鸮等陆地鸟类也是早期拉帕努伊人的食物，考古学家在古代垃圾中发现了至少6种陆地鸟类的骨头。同时，跟着拉帕努伊人移民的波利尼西亚老鼠也是拉帕努伊人的盘中餐。此外，垃圾中还有一些海豹骨头，表明复活节岛可能曾经也有过海豹。

总之，早期拉帕努伊人发现的是一块物产丰饶的土地。他们的人口快速地增长，在大约1680年人口膨胀到了大约8000到2万人。他们无节制地开发、使用资源。在公元1200年至公元1500年间，他们大量地建造摩艾。然而，花粉分析表明，早在公元800年，森林的毁灭已经开始。从那时候起，地层中的大棕榈树和其他树木的花粉越来越少。进入15世纪后不久，大棕榈树最终在岛上灭绝了。大棕榈树的繁殖相当缓慢，其种子要过六个月到三年才能发芽，发芽后的生长也非常慢。甚至在最好的自然条件下，一片大棕榈树林的再生也需要很长的时间。流窜的老鼠对大棕榈树的再生起到了破坏作用，在岛上洞穴中发现的几十个大棕榈树果实都是被老鼠吃过而无法发芽的。但是毫无疑问，人类要对树林的消失担负最大的责任：它们被砍伐用于制造船只、房屋，用来运输摩艾，用来烧火取暖，或被烧毁用来做耕地。哈兀哈兀树虽然没有灭绝，却变得极其稀少，以致不能再用来做绳子。至于托罗密罗树，在海尔达尔于1956年访问复活节岛时，全岛只剩下了孤零零的一株在垂死挣扎，只结了几个荚果。在1962年这最后一株托罗密罗树也死亡了。幸好海尔达尔把它的种子带到了瑞典让植物学家培育。托罗密罗在花园里生存了下来，并在1988年重返复活节岛。

到15世纪时复活节岛上的森林已经消失，绝大部分树木已灭绝。动物类群的变化同样触目惊心。所有的陆地鸟类和半数以上的海鸟种类全都灭绝了。在1500年左右，海豚骨头突然从垃圾堆中消失了。原因很简单：随着森林的消失，人们已找不到木头建造船只，也就再也

无法出海捕捉海豚。他们只能在浅海捕鱼，使得浅海的生态也遭到了严重的破坏，甚至连海贝也基本被吃光，而只能吃些小海螺。拉帕努伊人从渔民变成了农民：他们开始注重养鸡，鸡成了主要的蛋白来源；他们种植甘薯、芋、甘蔗，但是产量越来越低，因为森林的消失必然造成水土流失，在风吹雨打日晒之下，土壤变得越来越贫瘠。人们普遍处于饥饿之中，吃他们所能找到的任何东西，这除了老鼠（波利尼西亚老鼠在岛上也已灭绝，现在岛上的老鼠是欧洲的），还包括岛上最大的动物：人。在后期垃圾堆中，人的骨头变得很常见。岛上最恶毒的骂语是“你妈的肉沾在我的牙齿上”。虽然其他地方的波利尼西亚人也有吃人的恶名，但那是出于宗教或迷信的原因，只是在特殊场合下才发生的。而拉帕努伊人的吃人却有非常实际的用途：为了补充蛋白质。



托罗密罗树属于豆科槐属植物，开黄花。

食物的产量已无法维持那么多的人口，也没有富余的食物供应制作、搬运摩艾的工人，大批摩艾半成品被抛弃。也很难有食物能上供酋长、祭司们。原来颇为复杂的社会结构崩溃了，整个社会处于战乱之中。战争在17世纪和18世纪时达到了顶峰，那时候制造的石矛、石刀，还遗弃在现在的地面上。在1700年左右，历经饥荒、战乱，岛上的人口只剩下了两千人左右。大约在1770年，拉帕努伊人开始互相推倒属于敌人的摩艾，砍下摩艾的头。当库克船长在1774年访问该岛时，已发现许多摩艾都从祭坛上倒在地上，以至他推测岛上一定发生了什么灾难。到1864年，当西方传教士抵达该岛时，发现所有的摩艾都已被推倒。

西方人的到来给拉帕努伊人带来的是更大的厄运。第一次接触就是以惨剧收场：荷兰人一上岸，就向围观的拉帕努伊人发射了至少30枪，杀死了10~12个拉帕努伊人，其中包括酋长或祭司。另外还有人

数不详的拉帕努伊人受伤。1805年起，西方殖民者开始到岛上抓拉帕努伊人当奴隶。起初还只是偶尔为之，1862年，巨大的灾难降临了。全副武装的秘鲁海盗乘八艘船只而来，抓走了一千多个拉帕努伊人，男性拉帕努伊人几乎被一网打尽，包括大酋长及其子女和所有识得朗格朗格和通晓古代传说的酋长和祭司。这些人像牲口一样被运到秘鲁，卖给了当地奴隶主，充当开采鸟粪的奴隶。在国际舆论的谴责下，秘鲁政府不得不命令奴隶贩子将这些拉帕努伊人放回，但是此时由于劳累和疾病，这批拉帕努伊人已死得只剩下100人左右了。这些拉帕努伊人在返回复活节岛的途中，不幸又染上了天花，在旅途中纷纷病死，只有15人带着重病最终回到家乡。这15人也把天花带到了复活节岛。那些侥幸逃脱了奴隶贩子捕捉的人难以躲过瘟疫的肆虐。传说中的创始酋长霍图·玛图阿（Hotu Matu'a）的最后一批后裔死去了，所有的酋长、祭司也都死去了，朗格朗格从此无人认得。岛上居民只剩下了数百人。第二年法国传教士踏上复活节岛，轻而易举地就把灾难中的拉帕努伊人都改造成了基督徒，同时也彻底地消灭了岛上的文化。他们下令烧毁所有刻有朗格朗格的木板。现在幸存的25块朗格朗格板是拉帕努伊人偷偷藏下来的。在19世纪70年代幸存的拉帕努伊人纷纷搬到塔希提岛，到1877年，岛上人口只剩下了111人。1888年也是复活节这一天，智利政府宣布吞并复活节岛，将岛上大部分土地租给牧羊公司，一直持续到1953年，牧羊使岛上土地更加贫瘠。今天的岛上人口上升到2000多人，但只有5%的学龄儿童讲拉帕努伊语。旅游业是岛上的唯一收入来源。被推倒的摩艾重新被立起来，大棕榈树也从智利引进。



戴着普卡奥镶着眼睛的摩艾在岛上被重新立起，成为吸引游客的风景。

在叹惜复活节岛的悲剧的同时，我们也应该从中吸取教训，因为复活节岛就是地球的缩影。就像复活节岛，我们的地球也是茫茫宇宙中一个孤独的岛屿，而我们也一点一点地、越来越快地破坏着地球的资源。在可预见的未来，我们不可能发现并搬迁到别的更适于居住的星球。地球是我们唯一的家园。你也许会说，我们不会像古拉帕努伊人那样愚蠢，连最后一株大棕榈树都不懂得保留，还要砍掉。不，古拉帕努伊人并不比我们更蠢。岛上大棕榈树（以及森林）的灭绝不是一夜之间发生的，而是一个经历了几十年、上百年的好几代人的缓慢的不知不白的过程。当最后一株大棕榈树被砍倒的时候，大棕榈树早已稀少得失去了经济意义，没有人会觉得保留它有什么价值，它的灭绝对岛上居民来说并不是什么重大事件，甚至很可能绝大部分人都不会注意到。我们对地球的破坏也是缓慢地不知不觉地发生的，整个过程要比复活节岛上所发生的缓慢得多，历时也长得多。有多少人意识到，就在今天，无比珍贵的热带雨林正以每年20万平方千米的速度在消失，被砍伐、焚毁转变成农场和牧场？又有多少人知道，我们正以每年大约5万个物种的速度消灭着独一无二的物种？如果不采取紧急的保护措施，到本世纪中叶，热带雨林将不复存在。到本世纪末，现存物种的四分之一将会灭绝。地球的庞大并不能使它天然避免复活节岛的命运，因为地球再大，也是有限的。



复活节岛曾经有过大棕榈树森林，后来全部灭绝了。这是当代重新引进的大棕榈树。

我们有没有可能避免让地球重演复活节岛的悲剧？这是可能的，因为我们拥有古拉帕努伊人所没有的两样东西。第一，我们有文字，所以我们有历史，可以研究、吸取历史教训，也可以明白地告诫我们的子孙后代。我们一生只能感觉到数十年的环境变化，因而对那些缓慢的环境恶化无法觉察。但是历史记载能使我们觉察到数千年的环境变化，并让我们的记载传之久远。第二，我们有科学。科学使我们能够准确地追溯、研究和预测环境的变化，提供防范措施。但是，历史和科学只有被公众所接受时才能发挥其应有的作用。如果公众不具有环境保护的意识，再好的历史和科学知识也无法挽救地球。

原始森林的奇观



年轻的达尔文随贝格尔号环球航行时，美洲的原始森林给他留下了非常深刻的印象：“那些深深铭记在我的脑里的景象中，没有什么能比未被人手破坏的原始森林更壮观的了。……站在这些与世隔绝的地方，没有人能无动于衷，能不感到除了他身体的呼吸之外，在人性中还有更多的东西。”

从那时起，美洲的原始森林以惊人的速度被人为破坏，乃至毁灭。这也促使一些像达尔文一样被原始森林的壮观所震撼的人奋起保护。在旧金山北边约20千米处，还奇迹般地保留着一片约2平方千米的原始森林，主要是美洲红杉。它原来属于国会议员威廉·肯特

(William Kent)的林地。在19世纪加州的淘金热引来伐木产业的兴起之前，加州海岸大约分布着8000平方千米的原始红杉林。到20世纪初，这些红杉林大部分都已被砍伐殆尽。旧金山北边的这片红杉林因为地势险峻，还未遭毒手，于是肯特夫妇花了45000美元把这片林地买下，试图永远保护它。



美国著名环保活动家约翰·缪尔（1838—1914）在1892年创建了美国最大、历史最久、最有影响力的草根环境保护组织塞拉俱乐部（Sierra Club）。

1907年，当地一家饮水公司计划在流经这片森林的溪流的下游建坝，这将会使这片森林被淹没，因此遭到肯特的反对。饮水公司到当地法庭起诉肯特。肯特干脆把它捐献给联邦政府，使它不再受地方法庭的管辖。第二年，西奥多·罗斯福总统宣布这片森林为国家纪念地，以美国著名环保活动家约翰·缪尔（John Muir）命名，称为缪尔森林国家纪念地。它现在成了旧金山的重要景点，每年接纳70多万名游客。



缪尔森林中参天的红杉树。

在红杉林里是很容易感受到原始森林的壮观的。红杉的大小仅次于它的近亲、也生长在加州的巨杉，名列第二，但是其高度却超过了巨杉，是最高的植物，现存最高的一棵高达116米。因为95%的原始红杉林已被砍伐，不难想象，在被砍掉的红杉中，有的会超过现有的纪录。由于重力的影响，树木的高度有一定的限制，据推测，树木能达到的最高高度为122~130米。红杉几乎达到了生长极限。

红杉这个名字是一名西班牙传教士取的，因为它的新鲜树皮为亮丽的红褐色。它的树皮非常厚，可以达到30厘米。这层又厚又软的树皮缺少树脂，保护了红杉不容易被森林火灾烧毁。在缪尔森林中经常可以见到曾经被火烧、树干黝黑然而仍然茁壮成长的红杉。红杉的树

皮中含有丰富的丹宁酸，能保护它不受昆虫的伤害。这些都使得红杉异乎寻常地长寿，能够活到2000年以上。

但是在缪尔森林中，还是能看到不少正在或者已经死去的红杉。有一棵红杉熬过了几次火灾之后，终于被烧死，留下一截焦黑的树桩还屹立不倒。不过残桩是终究要倒下的。还有几棵巨大的红杉则不知是因为遭到雷劈、风暴还是病虫害而在根部断掉，整个倒在了地上。



缪尔森林里一棵红杉树倒下了。

森林的工作人员介绍说，以前为了预防火灾，他们会把倒地的死树清理掉。现在则认识到死树也有其生态作用，顺其自然了。他们爱说的一句话是，一棵树的生命有一半是站着度过的，还有一半是倒在地上度过的。

的确，这些死去的大树也是森林的重要成员，发挥着难以替代的作用。红杉树皮含有休眠芽。树干倒下、死去会刺激这些休眠芽开始发育，长出树苗。它们是老树的克隆，将各自逐渐长成大树。它们或者在倒下的树干上整齐地排成一排，或者以老树的残桩为中心，组成一个“家庭小圈子”。在缪尔森林常常可以见到类似这样整齐排列的克隆“树阵”。



在一个烧焦的树桩周围，几棵新的红杉树长起来了。

如果倒下的大树没有留下克隆，也没有浪费掉。蘑菇将在它们上面生长、繁衍，昆虫将以它们为食或在那里栖息，两栖动物、鸟类和哺乳动物也会在那里筑巢。甚至北美山猫都被发现住在红杉残桩的洞中。如果大树倒在溪流中，会形成水坑，鲑鱼将在那里产卵。缪尔森林中的溪流是濒危的野生银鲑鱼最后的繁殖地之一。

倒地的树干能吸收雨水，保持土壤的潮湿。落叶和球果也容易在倒地树干的周围聚集。在它们逐渐腐烂后，其含有的营养素就逐渐释放进了土壤，因此死树周围的土壤变得特别肥沃，掉在那里的种子很容易生根发芽。

如果你在森林中看到一棵大树倒下，无需为此伤感。一棵大树的倒下，不仅仅是一个旧生命的结束，更是无数新生命的开端。而这，不过是原始森林的一个小小奇观。

时尚酿成的悲剧



在美国众多的国家公园中，佛罗里达南部的大沼泽地公园是唯一一个获得三项国际荣誉的：国际生物圈保护区、世界遗产地和国际重要湿地。这片看上去几乎是无边无际的“草之河”，一向被视为涉禽（白鹭、鹭鸶、朱鹭等）的天堂。1832年春天，美国著名鸟类学家奥特朋（John James Audubon）到这里观察，感叹涉禽数量之多竟能遮天蔽日：“我们观察到巨大的涉禽鸟群从头上飞过，飞向其夜栖地……它们的数量如此之多，有段时间实际上遮盖了阳光。”



美国著名鸟类学家奥特朋（1785—1851）以画精致逼真的鸟类图画闻名于世，这是他画的大白鹭。



栖息在大沼泽地公园的大白鹭。

但是现在我走进大沼泽地公园，却只能想象奥特朋当年目睹的壮观景象了。每走一段距离还可以见到几只涉禽在优雅地捕鱼，数量却

绝算不上惊人，反倒是在路上随处可见的美洲鳄鱼更能给人留下深刻的印象。公园提供的资料说，我们今天看到的涉禽数量，不及当年的十分之一。

但是我们今天还能看到它们的存在，已属万幸。这些美丽的鸟类一度濒临灭绝，原因在于它们在繁殖季节不幸地长出了美丽的大羽毛。欧洲贵妇人用鸟羽装饰帽子的风气据说始自法国路易十六时期。那位后来被革命党送上断头台的玛丽王后有一个晚上突然来了灵感，在帽子上插上鸵鸟和孔雀的羽毛，获得国王的赞赏，于是贵妇们竞相仿效。

“鸟帽”在西方国家中真正成为时尚并从欧洲传入美国，则是19世纪下半叶的事了。这时候，鸟帽乃是地位和美丽的象征。它能代表地位，因为一顶用珍稀鸟羽制作的鸟帽的价格在当时高达上百美元（相当于现在的几千美元），非一般人消费得起。当时的服饰设计崇尚“自然”，鸟羽被认为代表着大自然的美丽。为了体现出对大自然的热爱，有的帽子上放上了一整只小鸟标本，甚至是好几只小鸟标本，戴着这样的标本，就像是顶着一个鸟巢。

这些用这种方式热爱大自然的贵妇人，却给大自然之美带来了毁灭性的破坏。巨额的利润刺激了无数猎人为了获得最被珍贵的白鹭和鹭鸶的大羽毛，奔赴大沼泽地。他们在枪杀了鸟类之后，只拔走大羽毛，而把鸟的尸体丢弃不顾。因为他们猎捕的是繁殖期的成鸟，成鸟的死亡意味着它们哺育的幼鸟也必死无疑。美国鸟类学家联合会在1886年估计，当时每年有600万只北美鸟类因制造鸟帽而被杀害，也有人估计，这个数量实际上高达每年2亿只。



在19世纪末、20世纪初的美国，妇女戴用鸟羽装饰的“鸟帽”是一种时尚。

与此同时，另有一些贵妇人决定用另一种方式热爱大自然。她们成立环保组织奥特朋学会，呼吁改变戴鸟帽的时尚，呼吁政府立法保护鸟类。这时，白鹭大羽毛的价格已涨到黄金的两倍，光是纽约市就有8万多名女工靠制作鸟帽为生，要对抗如此巨大的经济利益，光靠爱心的呼吁是徒劳的。到1900年，美国联邦政府终于通过法案禁止受保护的野生动物的运输和销售，这时大沼泽地的白鹭和鹭鸶的数量已仅剩几千只。立法并不能完全禁止偷猎。有3名看守人为了保护鸟类而被偷猎者杀害。在1911年伦敦的一次拍卖会上，一下子就卖出了近13万支白鹭羽毛。

如果不是在第一次世界大战后妇女时尚发生了重大改变，大沼泽地的涉禽肯定会完全灭绝。自上个世纪20年代起，妇女流行留短发，没法再戴鸟帽了，鸟羽退出了市场，对涉禽的屠戮也随之终止。到30年代，大沼泽地的涉禽数量攀升到了大约25万只。不过，大沼泽地作为鸟类天堂的日子已经一去不复返，此后由于对大沼泽地不合理的开发破坏了涉禽的栖息地，50%的湿地消失了，涉禽的数量又逐渐下降，在90年代时仅剩不到1万对。近年来由于美国政府花重金治理和保

护大沼泽地，涉禽数量据报道增加到了近7万对，但是前景仍然很不确定。



在大沼泽地公园，美洲鳄鱼随处可见。

大沼泽地的另一种著名居民美洲鳄鱼遭遇了相似的命运。在涉禽被大量屠戮的同时，美洲鳄鱼也难逃厄运。不仅鳄鱼肉被视为美味，而且鳄鱼皮被视为是制作皮带、皮鞋和钱包的绝好材料。小鳄鱼甚至也被捕杀，整只剥了做成标本装饰钱包。而且这个时尚一直没有改变。在上个世纪20~30年代大沼泽地的涉禽数量开始恢复的同时，美洲鳄鱼却变得极为稀少。美国童子军的创始人丹尼尔·伯德（Daniel Beard）当时曾经在大沼泽地考察了一年半，仅找到4条成年美洲鳄鱼。1946年大沼泽地成为国家公园后，美洲鳄鱼获得了保护，其命运才发生了戏剧性的变化，出现了一个罕见的奇迹：现在，那里栖息着一百多万条美洲鳄鱼。

但是像美洲鳄鱼一样仅仅通过法律保护就能让其摆脱濒临绝种境地的现象毕竟只是例外。人们的非理性追求往往不是法律能够杜绝得了的。在1987年，老虎被列入濒危野生动植物种国际贸易公约时，全世界还有几十万只老虎在野外求生。而今天，经过了20年的保护，野生老虎的数量却降到了不到3000只，已难逃灭绝的厄运。除了栖息地的破坏，一个主要的因素是偷猎，为了满足亚洲黑市对虎骨、虎鞭的需求。没有任何科学证据表明虎骨、虎鞭有特殊的药效，所以把虎骨、虎鞭当宝贝乃是一种迷信，一种崇拜老虎神威的古代巫术的残余。要拯救这种美丽的动物，应该尽量改变崇拜虎骨、虎鞭的“时

尚”，而不是像某些人设想的那样通过豢养老虎并销售其虎骨、虎鞭来迎合乃至刺激荒谬的“时尚”。

外来物种悲喜剧



加利福尼亚中部有我所见过的最壮丽的海岸线。沿着蜿蜒曲折的1号公路缓缓行驶，放眼望去是一处处美得让人忘记了路途险峻的风景。无边无际汹涌而来的波涛拍打着嶙峋、粗犷的花岗岩峭壁，屹立着一片片迎着海风生长起来的柏树林。有时也会见到一株离群的柏树独自面对海洋，被海风塑造得奇形怪状。在蒙特利海湾著名的“17英里车道”景区，其标志就是长在伸入海中的悬崖上的“孤独柏”，迎风招展，仿佛一株迎客柏。



蒙特利海湾“17英里车道”景区的标志——长在伸入海中的悬崖上的“孤独柏”。



蒙特利柏死后，其树干变成了“鬼木”。

如果没有这些被称为蒙特利柏的特有物种，加州海岸线的风景将大为逊色。看着蒙特利柏，特别是看着“孤独柏”，不能不让人惊叹其生命力之顽强。它们的寿命大约是300年，在死后，其树干也不会很快腐朽，而是变成“鬼木”。有谁会想到，当蒙特利柏在两百多年前被人们发现的时候，这种更新世冰川时代的遗物正濒临灭绝，蒙特利海湾的两处小树林是它们最后的避难所呢？

是它们的美丽征服了人类，也拯救了它们。人们在加州海岸大量地种植蒙特利柏，特别是在蒙特利海湾，更是满山遍野，成了加州海岸的象征。1838年，蒙特利柏漂洋过海被引进到了英国，随后又向欧洲和大洋洲其他国家传播，装点着世界各地的海岸。

加州海岸满山遍野还分布着另外的种植物——冰叶日中花，不过在车中难以注意到。这是一种低矮的草本植物，在一大片一大片密密麻麻多肉的叶丛中间，盛开着红色、白色或黄色的放射状花朵。这种在加州公路两旁随处可见的植物并不是加州的原有物种。它原产南非海岸，作为观赏植物被引进到了世界各地。由于冰叶日中花极为耐干旱，适合在沙土中生长，而且一长就是一大片，在20世纪初，它被引进到了加州，人们在铁路旁边种植它们，用以固定沙土。之后又出于同样的目的，在公路两旁大面积地种植，直到20世纪70年代，已种植了数千英亩。



生长在加州海滨的冰叶日中花草丛。

它们迅速地扩散开去，向海滩、沙丘、岸边灌木丛、树林蔓延，能适应各种各样的土壤和气候，即使在有竞争物种和草食动物存在的地方也能建立自己的殖民地，组成一整片不断扩展、密集得几乎无法穿透的像地毯一样的草丛。有一个发生在1980年的真实故事可以反映这种草丛的密集程度：加州一个乡村俱乐部的高尔夫球场有一片冰叶日中花的草丛，球一旦滚入草丛中就再也捡不回来。该高尔夫球场的练习用球以惊人的速度丢失，在排除有人偷盗的可能性之后，冰叶日中花草丛成了怀疑对象。用推土机将其清除后，竟找到了1.2万只练习用球，可供该球场使用4年。

但是冰叶日中花草丛所能吞没的并不仅仅是高尔夫球。它们疯狂的扩张不仅占据了本地物种赖以生存的空间和资源，而且由于阻止了沙丘的自然流动，使一些适合在沙丘中生存的物种受到了致命打击。此外，冰叶日中花能增加土壤中的盐分，抑制了本地植物的生长，并影响了土壤动物的生存。因此，它现在在加州被视为是有害的外来入侵物种。

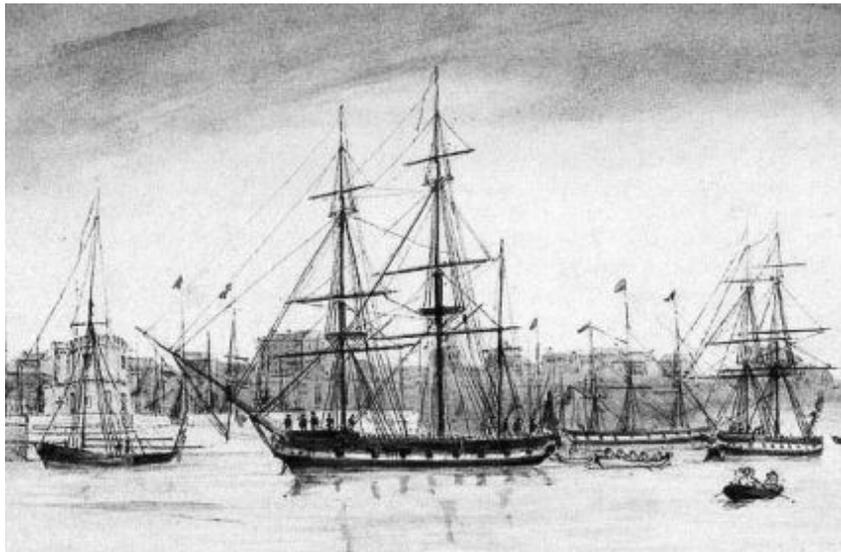
现在一提起物种入侵，许多人就为之色变，似乎所有的外来物种都会带来灾难。实际上有史以来人类一直在引进并成功地利用外来物种，我们今天所栽培的植物、所饲养的动物，大部分都不是本地原有，这个引进、输出过程将会一直持续下去，不可阻挡。但是人们也很容易忘记，一个外来物种被有意无意地引进某个地区时，有时会破坏生态平衡，成为危害。在人类引进物种的历史上，既有蒙特利柏这样的喜剧，也有冰叶日中花这样的悲剧，不可一概而论。

神龟虽寿，犹有竟时



在一些海洋岛屿上，生活着被称为象龟的巨龟，它们的体重能达数百千克，活上一百多年。它们的祖先是生活在大陆的体型较小的龟，偶然漂流到岛屿上，其后代历经几百万年的进化，逐渐进化成了巨龟。体型变大的一个重要因素是因为它们在岛屿上没有天敌，不用怕目标太大而暴露。但是一旦人类来到这些岛屿，巨龟的厄运就降临了。

非洲毛里求斯岛原先生活着多种巨龟，在18世纪初，它们遭到法国殖民者的捕杀而灭绝了。1769年，法国探险家马利恩从2000千米外的塞舍尔群岛带了一只象龟到了毛里求斯首都路易港，成为当地法国驻军的吉祥物。1800年，塞舍尔群岛上的巨龟也因为殖民者的捕食而灭绝了，马利恩龟成了其物种的最后一员，并在1810年目睹了英国军队占领毛里求斯，也成了英军的吉祥物。1918年，已在路易港生活了150年的马利恩龟爬到要塞的炮台上，不幸从炮台上跌落，伤重而死。其尸体被制成标本，保存在英国伦敦自然历史博物馆。它的寿命超过了150岁，是迄今为止有记载的最为长寿的动物之一。



贝格尔号（意思是小猎犬）是隶属英国皇家海军的一艘10门炮双桅船。年轻的达尔文在1831年至1836年随它进行环球考察，因此萌发了进化论思想，使得它成为世界史上最著名的航行之一。

南美洲的戈拉帕格斯群岛上的巨龟更加出名。“戈拉帕格斯”在西班牙语中的意思就是“龟”。1835年9~10月间，年轻的达尔文乘贝格尔号环球旅行时，曾在这里观察了5周。他观察到这个群岛的一些小岛都有自己的特有种，其中最引人注目的是那些巨龟。它们总共有14个种（或亚种），岛与岛之间的巨龟的形态差别非常大，以至于岛上的副总督向达尔文吹牛说，他只要瞄一眼就知道哪只龟是哪个岛上的。这促使达尔文开始思考物种起源的问题：为什么上帝要在这小小的角落显耀他的创造才能，他真有必要专门为这里创造出这许许多多独一无二的物种吗？

在达尔文到来之前，戈拉帕格斯象龟就已遭到了海盗、殖民者、捕鲸者的屠杀。它们的肉和蛋一直被当成美味，19世纪末到20世纪初，人们又捕杀巨龟用于提炼“龟油”。殖民者开荒种田和饲养家畜也对巨龟的生存造成了重大威胁。现在，达尔文所见过的14种戈拉帕格斯象龟已有3种灭绝，剩下的11种象龟总共只有大约15000只。其中有一种只剩下了1只。这只被称为“孤独的乔治”的巨龟被养在岛上达尔文研究站中。实际上，有几种象龟是靠达尔文研究站的孵化、饲养才避免了灭绝的厄运。



一种濒危的海龟——太平洋丽龟。



“孤独的乔治”成为其物种的最后一员，估计它现在已经有七八十岁了。

象龟生活在海岛上，属于陆龟。那些生活在海洋中的海龟的命运要好一些。但是，由于人类的捕食、捕鱼时的误杀、生存环境被破坏等因素，现存的7种海龟也全部濒临灭绝。在泰国、斯里兰卡、印度尼西亚科巴群岛，有多个海龟研究站在实施海龟保护计划。2004年年底的印度洋海啸摧毁了这些研究站，不仅导致多名生物学家殉职，而且毁灭了正在那里孵化、饲养的龟蛋和海龟。海啸也对海龟的自然生态环境造成严重破坏。除了人类，海龟是这次天灾的最大受害者，使它们更接近灭绝。

大约2亿年前，海龟已在地球上出现。它们凭借坚硬的甲壳，躲过了无数灾害，见证了恐龙的兴衰和灭绝。它们能否躲过这一劫难，还是个未知数。如果大自然真有意识的话，那么就像这次大海啸所显示的那样，它对其产物丝毫没有怜悯之心。物种灭绝本是自然界中司空见惯的事。自地球有生命以来，99.99%的物种已经灭绝。我们没有理由认为象龟、海龟就能够永世长存。但是既然人类对它们的濒临灭绝负有责任，那么还是应该竭尽所能让它们的生命尽量延续，不要让我们的后代子孙只能在影像资料中才能见识到这种美丽而无害的生物。

麝牛，你为什么 not 跑



麝牛是一种生活在加拿大北部、格陵兰和美国阿拉斯加的大型极地动物。雄麝牛在发情时会散发出一种类似麝香的香味，故名。实际上它们没有麝香腺，香味是从眼眶中的腺体发出的。它们虽然长得像美洲野牛，实际上也不是“牛”，亲缘关系更接近羊。它们的身体极好地适应了极地的生活。麝牛的绒毛是保暖性能最好的一种自然纤维，比相同重量的羊毛暖和7倍。



一头麝牛正在发起攻击。

麝牛是一种很有组织的群居性动物，在遇到天敌时，不像野牛那样惊惶地乱跑，而是形成一种特殊的防御圈，十几头公牛、母牛冲上高地，肩并肩把牛犊围在中间保护起来，脸朝外，低下头，虎视眈眈地面对敌人。它们的主要天敌是北极狼和北极熊。面对一具具三四百千克的庞大身躯和坚硬的牛角（麝牛不论雌雄都长角），北极狼和北极熊往往无计可施。有时愤怒的麝牛会冲出防御圈主动发起进攻。

但是，当挥舞着枪支的欧洲人进入极地，为了获得皮毛、牛肉和牛角而向麝牛宣战时，麝牛的防御体系不仅成了摆设，而且比四散溃逃还要糟糕。捕杀者先是派出猎狗追赶麝牛，等麝牛愤怒地形成防御圈准备决一死战时，便挨个挨个地将其射杀。

这种杀戮极为高效。1865年左右，阿拉斯加最后一头麝牛被射杀。到20世纪初，加拿大和格陵兰的麝牛也濒临灭绝。1902年至1909年间，美国探险家彼利海军少将几次率领探险队向北极进军，共射杀

了大约600头麝牛作为食物。他们也通过出售麝牛毛皮来获得活动经费。

如果不是加拿大政府在1917年通过法律禁止捕杀麝牛的话，麝牛可能早已灭绝。1930年，美国国会提供资金，从格陵兰运了34头麝牛重新引进到阿拉斯加。在保护下，麝牛繁衍得非常快速。目前在阿拉斯加大约已有3000头麝牛，在全世界大约有8万头，已不再被认为是濒危动物，某些地区甚至允许对其做限量的捕杀。



柱牙象等大型古哺乳动物的灭绝与美洲原住民的捕杀有关。

麝牛在地球上已生存了60万年，是冰川纪残留下来的古老生物，与之同时的猛犸象、柱牙象等庞然大物都由于气候的变迁或早期人类的捕杀而灭绝了。在北美洲，至少有20种，可能多达40种大、中型古哺乳动物的灭绝与美洲原住民的捕杀有关。那种美洲原住民与大自然和谐相处的说法仅仅是一种幻想。麝牛退缩到人迹罕至的极地地带幸存了下来。

但是当武器更加精良、活动范围更加广泛的欧洲移民到来之后，麝牛几乎也没能逃脱灭绝的命运。它们进化出一套能够非常有效地对付北极狼、北极熊甚至早期人类的捕杀的防御方法，写入基因成为了本能，但是面对枪支弹药，原本优良的适应行为却成了螳臂挡车式的愚蠢之举，加速了其灭绝。如果时间允许，在与人类的长期博弈中，麝牛也许能够进化出适应枪支射杀的更有效的防御行为，例如逃跑。但是时间显然不在麝牛这一边。

人类不仅仅以捕杀的方式在影响着生物的进化。其他的人类活动及其后果，例如原始森林的毁灭、环境污染、温室效应、外来物种的入侵，都对其他生物的生存和进化产生着较不容易被一般人所觉察，然而同样重大的影响。而许多物种根本来不及适应如此快速的变化就已灭绝。麝牛是幸运的，它们在被捕杀殆尽之前就遇上了环保运动的兴起而得到了有效的保护。但是还有更多未被人们注意到，或者虽然注意到但是没能有效地加以保护的物种呢？血腥的杀戮很容易激发人们的恻隐之心，而那些更为隐秘的灭绝呢？



原始人留下的岩画表明，他们是优秀的猎手。人类的捕杀是物种灭绝的一个重要原因。

在核战争的阴影之下



1945年8月6日，一枚绰号“小男孩”的原子弹在日本广岛爆炸，约8万人被炸死。到当年年底，又有约6万人因受到这次爆炸的核辐射而死亡。世界从此笼罩上了核战争的阴影，它的恐怖几乎使一个侵略国在许多人的心目中变成了受害国。

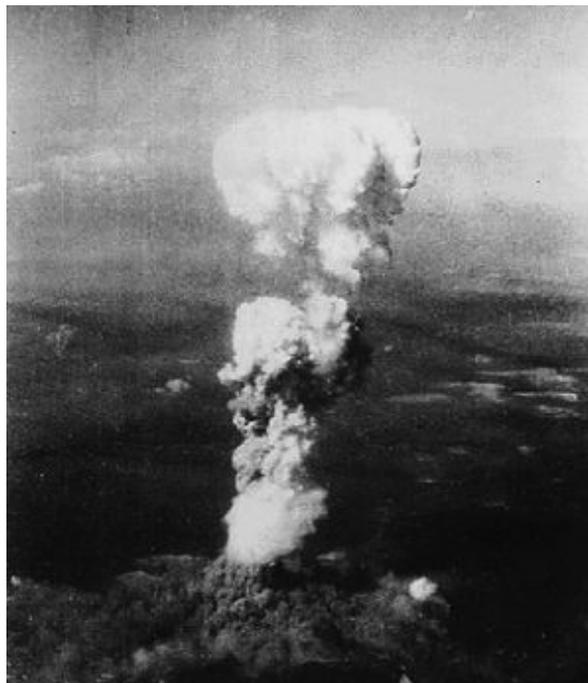


“小男孩”原子弹。

按后来的标准，这枚只有区区1.4万吨TNT当量的原子弹确实只是个“小男孩”。现在的核弹头多数为数十万吨TNT当量，一枚就足以杀死上百万人。在经过了了几十年的军备竞赛与裁军的循环往复之后，目前全世界核武器储备仍有3万个核弹头，共计100亿吨TNT当量，把全人类灭绝十几个来回还绰绰有余。

核军备竞赛为何会疯狂到其结果大大超出了军备需要的地步，是一般人很难理解的。其理论基础据说是为了将核武器作为战略威慑力量，储备越多越吓人越好。另一条理由是，万一在核设施遭到敌国的突然袭击之后，还能剩下足够的核武器进行反击。

相应地，那些企图首先发动核战争的狂人的如意算盘，便是如果能用成百上千枚核弹头同时攻击敌国，把其主要城市、军事基地毁于一旦，免遭核反击，就可高枕无忧了。即使闪电式攻击的计划无法执行得十全十美，遭到了反击，最坏的打算也不过是本国上百座主要城市被毁，牺牲掉三分之一人口，只要少于敌人的损失，或达到了战略目的，一狠心也可以承受下来。



“小男孩”原子弹投向广岛后，爆炸产生的蘑菇云。

但是即使是这些大发豪言壮语的军事家，也完全低估了核战争的后果。核战争的结果并不能像常规战争那样简单地以人员伤亡、财产损失来衡量。卡尔·萨根等人在1983年发表的一篇论文首次论证，大规模的核战争将会在全球范围内造成生态灾难，给全世界带来“核冬天”。这个观点在当时饱受争议，特别是遭到右翼人士的攻击。但是20年来众多科学家的研究，基本上肯定了其主要观点。

核武器的威力一旦被释放出来，并不限于冲击波、热辐射、核辐射这些能够对人员造成直接伤亡的短期后果。在大规模核攻击中被烧毁的城市和油库将产生大量的微尘和烟雾，遮天蔽日，严重地影响全球气候。在几个月内，全世界平均气温将至少降低10℃，进入人为的冰川纪。由于缺少阳光和气温剧降，大多数植物和全部的森林将被毁灭，因此又导致大多数物种的灭绝。位于海洋生物链最底层的浮游生物也由于没法进行光合作用而灭亡，导致海洋生态系统的崩溃。



广岛被原子弹夷为平地。

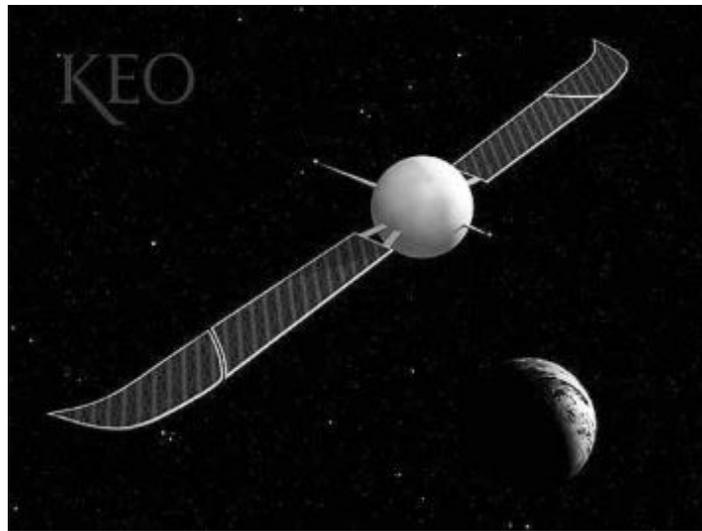
几个月后，微尘和烟雾消散，世界才重见天日，但是情形却更加糟糕。核爆炸将使空气中的氧气和氮气发生反应，产生大量的氧化氮，上升到大气层的同温层，破坏了那里的臭氧层。没有臭氧的保护，阳光中的紫外线将畅通无阻地直射到地面，足以杀死残余的植物、浮游生物，使大多数陆地脊椎动物失明，并破坏哺乳动物的免疫系统。

当然，地球不会因此毁灭，生命也不会因此灭绝。某些物种会适应新的环境顽强地生存下去，新的生态系统也会逐渐重新建立起来，只不过这将会是一个漫长得难以想象的过程。甚至人类也不会真的灭绝，会有人继续生存下去，只不过会永远生活在一个更为原始和艰苦的环境中。即使发动核攻击的国家没有遭到反击，也同样无法避免这场灾难。而人类文明将会变成一个遥远的记忆，不复存在。

坐地遥想五万年



1994年，法国人让·马克·菲利浦（Jean-Marc Philippe）发起了一项名为KEO的浪漫计划，向太空发射一颗人造地球卫星，携带几张光盘，刻录当今地球上60万人的留言，各民族面孔图像，以及介绍我们所掌握的科学知识、动植物品种、各地音乐、艺术作品等。该卫星在太空运行5万年后再返回地球，供未来的人类考古。这个计划后来得到了联合国教科文组织和欧洲议会的支持。每个人都可以通过电子邮件或普通邮件，用母语给未来的人类留下相当于4页纸篇幅的留言，征集工作到2008年截止。这颗名为“未来考古鸟”的卫星原计划在2006年发射，一再推迟后，计划到2014年发射。



“未来考古鸟”卫星想象图。

埋藏一个“时间舱”，给未来人类留下留言和实物，等百千年后再开启，这种做法，在西方国家相当流行。但以前的“时间舱”都存放在地球上，预定存放时间最长不过五六千年。KEO计划一存就是5万年，创了一个纪录。对已有40多亿年的历史并还有几十亿年寿命的地球来说，5万年不过是一瞬间。但是对人类而言，5万年却极为漫长。需知，现代智人的历史不过十几万年，人类文明史也只有大约1万年。即便“未来考古鸟”克服了技术障碍，躲过了天灾破坏，5万年后顺利返回地球，那时的人类又会变成了什么样子，是否还能与我们沟通？

人类进化的速度相当缓慢，今天人们的身体结构、生理状况与10万年前新石器时代的人们相差无几。我们没有理由认为再经过5万年人类的进化会出现飞跃。不过，未来的人们能够利用遗传工程等技术手段来改良人种，人为地加快人类的进化，增强人类的体能、智能。如果说在几万年的时间内人类不可能通过自然进化演变成另一个物种的话，技术的进步却提供了这种可能。它无疑会引发一系列社会、伦理问题。即便道学家能成功地阻挠了对人种的改良，人类的文化进化却势不可挡，而且速度将会越来越快。

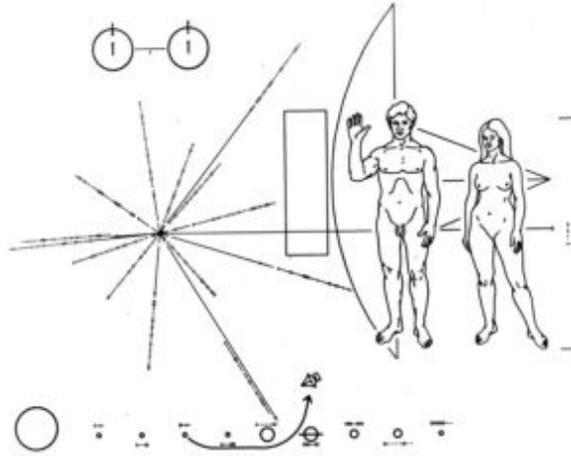


位于美国得克萨斯州阿玛里洛的“氦纪念碑时间舱”，它于1968年建成，放了4个“时间舱”，分别于25年、50年、100年、1000年后开启。

可以预见，5万年后，我们今天使用的语言文字都将不复存在，除了个别的专家，无人能晓。我们今天所引以为豪的深刻思想、渊博知识，将会变得平淡无奇甚至幼稚可笑。我们今天所珍惜、所喜爱的一切，都有可能变得毫无价值。那么，我们所精心准备的礼物，是否会被5万年后的人们所珍重？在历史上，已多次出现过这种情形，50年、100年前所埋藏的时间舱被按时打开，人们发现里面的东西一点也不吸引人。相距5万年，心灵的鸿沟之大，更难以想象。

我们还不能不考虑这样的可能：5万年后“未来考古鸟”如约飞回地球时，地球上是否还会有人来迎接它？也许人类早已因自相残杀或

飞来横祸而灭绝，也许由于地球资源被耗尽，人类不得不将其抛弃而移民到其他星球。在5万年的漫长岁月中，什么事情都有可能发生。



1972年发射的美国飞船“先锋者10号”携带着一张镀金铝盘，向可能遇到的外星人介绍地球的基本信息。

那么，KEO计划几乎没有成功的可能。但是它的意义并不在未来，恰恰在于现在。当世界上每个人都平等地被邀请给未来的人们写信，而不是只有名人、大人物才有这样的特权，这不仅让人能有一种作为人类大家庭中的一员的归属感，而且可以让人们从营营碌碌的日常生活中静下心来，共同关注人类的命运和未来，触发平时无暇顾及的遐思。“人生不满百，常怀千岁忧”，这原本只是哲人的专利，现在却人人都可以把目光投向5万年后，即使只让心灵获得短暂的升华，也是值得的。

人兽之间



我们为什么不长尾巴？

镜子中的自我



有些人在为伪科学辩护时，常用的一个理由是：科学哲学界对什么是科学还没有一个公认的定义，怎么能判别科学的真伪呢？如果这个逻辑能够成立的话，我们也可以说没法判别人与非人，因为生物学界对什么是人，也还没有一个公认的定义。



一只小黑猩猩正在用草茎钓白蚁吃。

《现代汉语词典》把人定义为“能制造工具并使用工具进行劳动的高等动物”，其实，自从上个世纪60年代珍·古德尔（Jane Goodall）在野外观察到黑猩猩能加工草茎用以钓白蚁后，这个定义就已经不成立了。哲学家们则爱说人是有自我意识的动物，这显然是想当然地认为其他动物都是没有自我意识的。事实上，现在已有些黑猩猩、猩猩掌握了语言，能用手语或通过计算机与人类交谈，清楚地表示“我”，甚至组成“我要香蕉”之类的短语。这个结果同时也推翻了人的另一个传统定义：人是有语言的动物。

早在20世纪60年代末，那时候虽然还不存在会使用语言的黑猩猩，美国心理学家戈登·盖勒普（Gordon G. Gallup Jr.）已发明了一种巧妙的办法来测试动物的自我意识：让动物照镜子，看看它们是否知道镜子中的影像属于自己。他在麻醉的状态下在动物的眉脊上涂上一道无味的红颜料，如果不照镜子是看不到这道红色的。结果，黑猩猩和猩猩会从镜子中发现自己头上有这道红色，并用手指去碰它，再把手指拿到鼻子下好奇地闻一闻。有的黑猩猩还能借助镜子剔牙，

甚至好奇地探寻它平时看不到的身体部位。用相同的办法，我们可以测出人类是在出生18~24个月后才有了自我意识的。

这种自我意识并不是人和类人猿的专利。几年前海豚也通过了这个镜子测试。虽然它们没有手可以触摸，但是会对着镜子游动、摆姿势，探究身上被涂上的红色符号。其他的聪明动物，例如猴子和鸚鵡，则没有这个本事。它们显然知道镜子是怎么回事，能够利用镜子中的影像发现隐藏的东西。如果从镜子中看到有人出现在镜子中，它们会知道后面来人了，马上转身看看，但是就是不知道自己的镜像是属于自己的。



黑猩猩在和水中的倒影玩耍。



戴帽猴正在接受照镜子试验。

那么它们认为自己的镜像是谁呢？以前人们认为它们是把镜像当成了另一只陌生的动物。不过，最近的一个实验结果表明，这个结论可能太简单了。研究人员让14只戴帽猴照镜子，并对比它们对自己的镜像和对同性陌生猴子的态度。雌猴对镜像显得很友好，看它的次数要多于看陌生猴子。雄猴对镜像有时很友好有时抱着敌意，但是对它的反应也和对陌生猴子不同。如此看来，猴子虽然不知道镜像是自己的，但是对待它又与对待陌生猴子不同，几乎立刻知道镜像不是一只普通的陌生猴子。它们似乎处于从把镜像当成另一只动物到知道镜像属于自己的过渡阶段，或者说，有了模模糊糊的自我意识。

如果把这些不同动物在镜子前的不同反应排列起来，就可以帮助我们理解自我意识是如何起源的：从没有意识、模糊的意识逐步进化到有清楚的意识。一面镜子，就这样照出了意识的真相：它不是什么神秘的、高高在上的、独一无二的东西。我们人类不要太顾影自怜了。

站在黑猩猩的立场上看



“美国科学院院士”基本上是个荣誉称号，在其不多的特权中，很重要的一项是可以直接把自己的论文或推荐别人的论文到《美国科学院院刊》这份闻名世界的学术刊物上发表。美国韦因州立大学生物学家莫里斯·古德曼（Morris Goodman）2002年4月新当选院士，在《美国科学院院刊》上发表了其“就职论文”，在世界范围内引起了小小的轰动。在这篇论文中，古德曼实验室提出应该把现有类人猿都划入人科，进而再把现存的两种黑猩猩（普通黑猩猩和矮小黑猩猩）都划入人属，名副其实成了我们人类的亲兄弟。

生物的分类单位从大到小依次为域、界、门、纲、目、科、属和种。现代人类属于真核生物域、动物界、脊索动物门、哺乳纲、灵长目、人科、人属、智人种。在被普遍接受的传统分类中，类人猿被认为与人类的亲缘关系很远，属于两个不同的科，各种长臂猿被归入长臂猿科，而猩猩、大猩猩和黑猩猩被归入猩猩科，两种黑猩猩属于猩猩科下的黑猩猩属。古德曼在1998年就批评这种传统划分法是出于人类中心主义的偏见，提出应该把类人猿都归入人科，而把黑猩猩归入人属。这一次，他为这个主张出示了更进一步的证据。一般来说，两个物种的基因序列的相似程度越高，则表明它们之间的亲缘关系越近，而且可以根据基因序列的相似程度推算这两个物种从共同祖先分离出来的时间。以前，已有多项研究表明人和黑猩猩在遗传上的相似在98%以上。这些研究其实并没有涉及具体的基因序列，而是用其他方法做的估算。这一次，古德曼和他的同事决定具体比较人、黑猩猩、大猩猩、猩猩、旧大陆猴这几个物种在97个基因上的相似程度。他们发现，像以前的研究所表明的，黑猩猩与人的亲缘关系最近，甚至超过了它们与大猩猩的亲缘关系。这种亲缘关系，要比以前所认为的还要密切，在那些不重要的基因位点中，人与黑猩猩的相似程度为98.4%，而在那些重要的基因位点中，人与黑猩猩的相似程度高达99.4%。

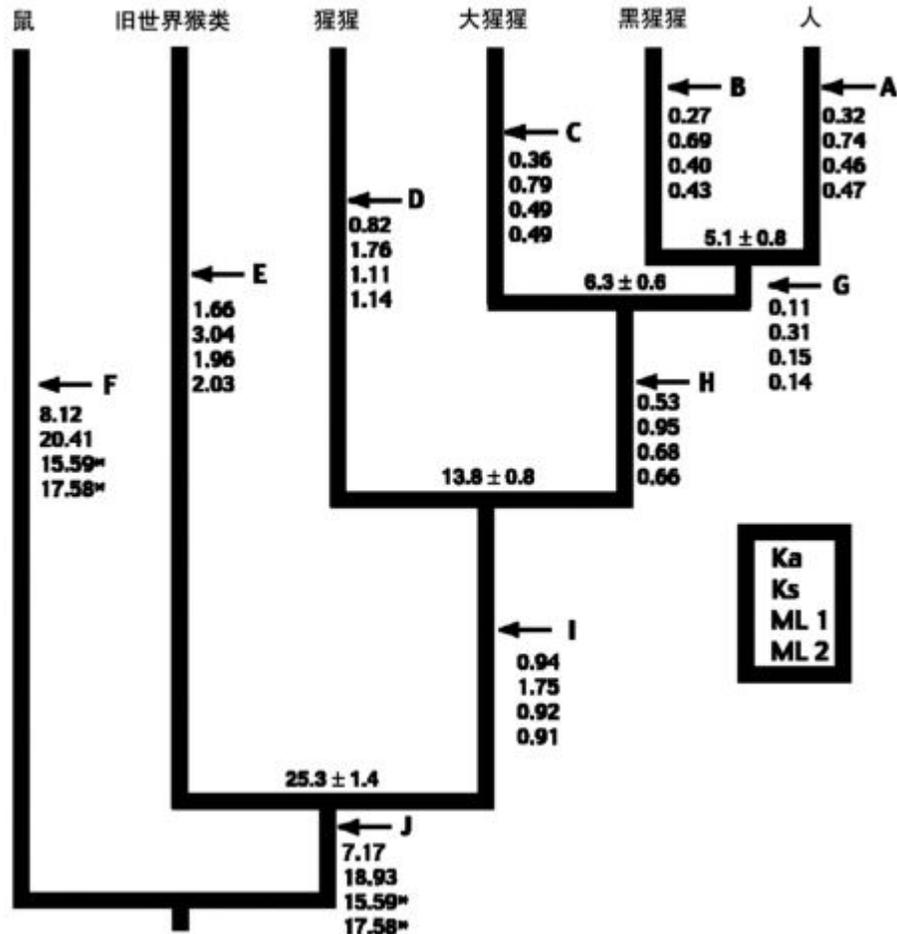
人的生物学分类

（黑体字表示基本分类级别）

真核域 (Eukaryota) —— 细胞有核
动物界 (Metazoa) —— 多细胞、异养、能运动
真后生动物亚界 (Eumetazoa) —— 细胞分化
后口动物总门 (Deuterostomia) —— 胚胎发育时口比肛门后出现
脊索动物门 (Chordata) —— 有脊索
有头亚门 (Craniata) —— 有明显的头颅
有颌下门 (Gnathostomata) —— 口有颌
四足总纲 (Tetrapoda) —— 有四肢
哺乳纲 (Mammalia) —— 有毛发和乳腺
兽亚纲 (Theria) —— 非卵生
真兽下纲 (Eutheria) —— 有胎盘
灵长目 (Primates) —— 大脑发达、眼眶向前 (猴、猿)
人形总科 (Hominoidea) —— 没有尾巴 (猿)
人科 (Hominidae) —— 体型较大 (大猿)
人属 (Homo) —— 直立行走 (人)
智人种 (Homo sapiens)
晚期智人亚种 (Homo sapiens sapiens)

国内媒体在报道这项成果时，说古德曼等人把黑猩猩归入人属，理由是黑猩猩编码功能基因的遗传信息与人极其相似。于是又有专家在接受采访时表示不赞成古德曼等人的分类方法，不能只根据基因序列的相似性来分类，还要根据形态学、解剖学或考古学方面的证据。换句话说，凭什么因为人与黑猩猩的基因相似程度可达99.4%，就要把他们归为同一属呢？其实这个报道和专家评论都没有真正理解古德曼的这项研究。古德曼如此分类的目的并不是为了反映出不同物种的基因相似程度，而是为了反映出不同物种的进化关系。

根据这些基因序列比较，可以推测出猿、人的进化表：大约在2500万年前，猿的祖先与其他灵长类分离开来；在1400万年前，大猩猩、黑猩猩和人的共同祖先与猩猩的祖先分离开来；在600万到700万年前，黑猩猩和人的共同祖先与大猩猩的祖先分离开来；在500万到600万年前，黑猩猩的祖先和人的祖先分离开来。从进化上看，黑猩猩与其他灵长类动物的关系从近到远分别是人、大猩猩、猩猩。如果生物分类像达尔文所希望的那样，要能真正反映出亲缘关系也即进化关系，那么当然首先要把黑猩猩和人先归为同一类，然后再把二者与其他类人猿归为同一个更大的类，而不是像传统那样倒过来，先把黑猩猩和其他类人猿归入同一科，然后再和人归入同一目。



古德曼实验室测定的灵长类进化关系图（左侧的“鼠”只是作为对照）。（Wildman D. E. et al, PNAS 100, 7181）

把黑猩猩和人归入同一属，也并不怎么辱没了人。黑猩猩的行为表现出相当程度的人性，例如它们能够制造工具，有推理能力、自我意识、移情能力（即能够意识到其他意识的存在，设身处地地猜测其他个体的想法。人类在3岁以后才有这种能力）、识数能力（经训练后能识别从0到9的数字并从小到大排列）、语言能力（经训练后能使用数百个单词符号，听懂数千个英文单词）、感情能力（例如会为亲属的死亡感到悲伤）等等。黑猩猩经过训练后，能大约具有4岁小孩的思维和语言能力。黑猩猩和人类一样是高度社会化的动物，而且不同地区的黑猩猩群体还存在不同的社会文化。我们对黑猩猩研究得越多，越是意识到它们与人类并无本质的区别，有的只是量的差异。正是在这个意义上，我认为杀害黑猩猩（以及其他类人猿）的行为，应该被视为谋杀。



矮小黑猩猩和普通黑猩猩属于不同的物种，它们在某些方面比普通黑猩猩更像人。

不过古德曼的分类法很难被广泛接受。人类中心主义已根深蒂固。自古以来，人类就认为自己是与其他动物完全不同的万物之灵。达尔文进化论让我们深刻认识到了人类的动物起源，人类只是进化过程中的偶然产物，而不是进化的方向和巅峰，也不是“最高等”的动物。但是人类中心主义并没有从我们的心中完全被消除。在研究人类与其他动物的关系时，我们仍然习惯于站在人类的立场上，而不是其他动物的立场上。所谓生物分类不能做到完全客观，而或多或少有些主观，就是人类中心主义的一个借口。甚至古德曼也还没有完全摆脱人类中心主义：他把人类与黑猩猩共同的那个属称为人属而不是黑猩猩属，把人类与猿共同的那个科称为人科而不是猿科。如果我们能够设身处地地站在黑猩猩的立场上看，那么把黑猩猩和人类视为同一个属的兄弟物种，恐怕就是再自然不过的事了。从生物学的角度看，人类可以说是第三种黑猩猩。

猿：人性，太人性了



据美国有线电视新闻网报道，2004年12月7日，美国伊利诺伊州布鲁克菲尔德动物园为一只名叫芭布斯（Babs）的雌性大猩猩举行了哀悼仪式，不过参加者不是人，而是其他大猩猩。芭布斯享年30岁，是这个大猩猩群体中的优势雌性，因为肾病医治无效而在当天被处以安乐死。管理员曾经看过俄亥俄州哥伦布斯动物园为一只大猩猩举行哀悼仪式的录像，于是决定也给他们管理的大猩猩一个机会。



大猩猩芭布斯和它的女儿芭娜。

只见大猩猩们列队走到了芭布斯的身旁，第一个走来的是芭布斯9岁的女儿芭娜（Bana）。它到芭布斯身边坐下，握住芭布斯的手并拍打它的肚子，然后把头枕在芭布斯的手臂上，就像它们以前经常做的那样。之后，它站起来看看管理员，走到芭布斯身体的另一侧，把头埋在芭布斯的另一只手臂下面，继续拍打它的肚子。芭布斯43岁的母亲阿尔法（Alpha）第二个走了过来，其他大猩猩也挨个地走到芭布斯身边，温柔地嗅芭布斯的身体。只有这个群体的雄性首领冷眼旁观。

这一切并非在管理员的指导下进行的，也不是因为这些大猩猩被养在动物园中而沾上了人气。生物学家们早就观察到野生大猩猩会举行仪式哀悼死去的大猩猩。其他类人猿也有类似的行为。我曾经看过一个录像，在一次战斗中，有一只黑猩猩阵亡，同一群体的黑猩猩举行哀悼仪式，聚在一起挨个慰问死者的兄弟。黑猩猩在暴雨中，或瀑

布前，会翩翩起舞，似乎是对大自然感到敬畏，就像原始人跳起祭神舞。



美国动物学家珍·古德尔对黑猩猩的观察改变了我们对人性的看法。

许多思想家把战争视为人类的邪恶本性，但是类人猿内部也会爆发战争。珍·古德尔曾经在坦桑尼亚贡贝国家公园观察到在两个黑猩猩部落之间爆发了一场“四年战争”。在战争期间，它们有系统地互相追击、残杀，有十多只成年黑猩猩和所有的小黑猩猩因此丧生。那些脱离原部落加入另一部落的“叛徒”是被攻击的重点目标。在准备偷袭时，战士们会在森林中列队行进，小心翼翼地踩着石头，避免发出响声惊动敌人。

类人猿也能表现出人性中美好的一面。1996年8月，同样是在布鲁克菲尔德动物园，上演了令人感动的一幕。有一个3岁的小男孩掉进了大猩猩的笼子中，并失去了知觉。在游客们的惊叫声中，一只名叫宾提爪娃（Binti Jua）的雌大猩猩迅速过去抱起这个小男孩，赶走了另一只逼近的大猩猩，温柔地将小男孩放在笼门的后面。小男孩在那里被救出治疗，很快就康复了。一名游客用摄影机拍下了整个过程。



大猩猩宾提爪娃和它的女儿库拉（Koola）。

类人猿这些充满人性的行为，不管是邪恶还是美好，都在提醒我们，它们要比我们想象的更接近人，是我们名副其实的兄弟物种，和我们并不存在不可逾越的鸿沟。这让我们深刻地意识到人类的动物起源，人性也是进化而来的自然产物，并不是神灵赋予的某种神秘的东西。

现存类人猿只有亚洲猩猩、大猩猩、黑猩猩和矮小种黑猩猩四个物种，都濒临灭绝。灭绝的原因除了其生存环境遭到破坏外，偷猎也是一个重要因素。在非洲某些地方，吃猿肉成为招徕游客的一个卖点。我们也许应该把吃猿肉视为吃人肉，并以谋杀罪起诉偷猎者。

鹦鹉学舌和猩猩学电脑



人类自古以来就已经利用某些鸟类对声音的模仿能力训练它们学讲人话。它们惟妙惟肖的发音让人感到非常神奇，但是模仿能力不等于语言能力，很少有学者相信鹦鹉学舌时它们真正懂得那些发音的含义。

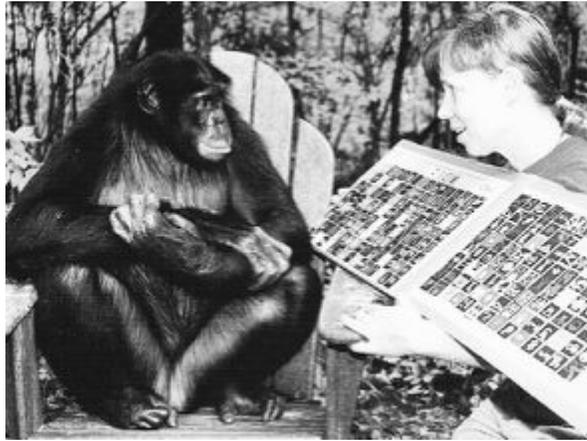
上个世纪70年代末期，派佩伯格（Irene Pepperberg）博士对一只名叫埃利克斯（Alex）的鹦鹉进行训练，令人信服地证明鹦鹉的确能够懂得人类的语言。在经过大约10年的训练后，埃利克斯掌握了70个英语单词的语汇，包括30种物体的名称，7种颜色形容词，5种形状形容词，几种物质形容词，5个数字，“颜色”、“形状”、“物质”、“什么”、“相同”、“不同”、“无”、“不”等单词和“到这里”、“要去”、“多少”等词组。它能根据训练者的问话，从几种不同颜色不同形状的物体中，挑出正确颜色的物体。在被问及向它出示的扑克牌筹码的颜色时，埃利克斯回答的准确率达到95%。



鹦鹉埃利克斯能根据听懂训练者的要求，挑出正确颜色的物体。

我们会想到，既然连鹦鹉这种较“低等”的动物都能掌握人类的语言，与人类的亲缘关系更近的类人猿更应该有此能力。可惜，猿类的发音器官限制了它们不能像人一样讲话，只能采用别的辅助办法。从60年代起，美国研究人员已开始教黑猩猩、大猩猩学习美国手语，

并取得了很大的成功。最成功者能掌握几百个乃至上千个手语词汇，用于与人类交谈、猿之间相互交谈或自言自语。



能用键盘和人对话的黑猩猩茨兹和它的训练者苏。

80年代以后，随着计算机技术的兴起，研究人员又尝试着让黑猩猩按贴着符号的键盘交流。其中最成功的是矮小种黑猩猩茨兹

（Kanzi）和它的妹妹潘班尼莎（Panbanisha）。茨兹出生于1981年，在它6个月大时，研究人员试图教它的母亲玛塔塔（Matata）用计算机键盘交谈，教了大约2年，玛塔塔一直没学会，茨兹却通过“自学”学会了。而且，出乎研究人员意料的是，茨兹还自然而然地听懂了英语，能够听懂很复杂的新句子，比如“到办公室去把红色球拿过来”。以后研究人员就用类似教小孩说话的方式教茨兹交谈。

1999年，茨兹和潘班尼莎都装备了手提电脑，并用语音合成技术将它们输入的句子朗读出来，真正可以跟人用声音对话了。它们能够使用约250个词汇，并能听明白2000~3000个英语词汇。在它们学会使用的词汇中，有很具体的单词（比如“香蕉”、“苹果”），也有很抽象的单词（比如“它”、“是”、“好”、“要”），并能用这些单词组成简单的句子，自己发出“我写，给葡萄”、“球去小组房”（要玩在小组房看到的球）之类的要求。它能够回答昨天都干了什么，明天想要干什么等等。研究者认为它有四岁小孩的思维和语言能力。

茨兹的妹妹潘班尼莎在玩琴。

从事这项研究的普里麦克（David Premack）认为语言让动物能够进行抽象的思考，从而提高了它们的智力。但是也有可能受过语言训练的动物未必就更聪明，它们只不过比未受过语言训练的动物更懂得研究人员的意图，“应试能力”比较高而已。

虽然语言也许只是讨论逻辑而不是掌握逻辑的基础，但是可以肯定的是，教育能够提高抽象思维能力，甚至对人类也是如此。在上个世纪20年代，苏联曾经做过一项经典的研究，向人们问这样一个三段论的问题：伊凡生活在西伯利亚，在西伯利亚所有的熊都是白色的，伊凡看到的熊是什么颜色的？受过十年学校教育的少儿能够轻易地回答这个问题，而成年文盲却常常回答说“我从未去过西伯利亚”或“我从未遇到伊凡”。教育对于智力的开发是重要的，不管是对动物还是对人都是如此。

聪明的动物会“数数”



报载，北京石景山区有一只“天才”小狗“齐齐”不仅认得数字，还会四则运算。主人在卡片上写上算术题，问它答案，它就会用正确的叫声次数来回答。加、减、乘、除样样都会。据说已在电视上做过几次表演，记者也去做了验证。

这则新闻让我想起了历史上一匹有名的马“聪明的汉斯”。它是德国数学家冯·奥斯登（Wilhelm Von Osten）的宠物。在20世纪初，冯·奥斯登教会了汉斯数数和做算术题，和齐齐不一样的是，汉斯不是用叫声，而是用跺脚的次数给出答案。



“聪明的汉斯”在做数数表演。

冯·奥斯登对靠汉斯表演赚钱毫无兴趣，但是很乐意接受研究人员的测试，其中包括许多抱着强烈的怀疑态度的人。他允许他们随意地向汉斯进行测试，并且可以在他不在场的情况下测试，这样就可以排除他向汉斯发暗号的可能。即使冯·奥斯登不在场，汉斯仍然能准确地解答算术题。当时科学界比较一致的看法是，汉斯真的是一匹会算术的天才的马。

但是，实验心理学家奥斯卡·普方斯特（Oskar Pfungst）在对汉斯进行了长期的研究之后，却得出了不同的结论。他认为，汉斯并非真正懂得那些要它解答的问题的意思。你可以用各种各样稀奇古怪的方式向汉斯“提问”，甚至只在脑中想问题，汉斯也能给出正确的答案。但是汉斯其实并不知道答案。如果提问者和观察者都不知道答案，那么汉斯就突然丧失了数数、计算能力，即使是对它以前能够回答的最简单的问题也没法做出正确的回答。

因此汉斯必然是在根据提问者或观察者有意无意地发出的暗号做出反应。普方斯特发现那是视觉暗号。在没有观察者在场的情况下，让提问者躲在不透明的屏幕后提问，汉斯就彻底丧失了其数学才能，即便是冯·奥斯登本人对此也无能为力了。这种暗号是提问者和观察者通过身体语言下意识地发出的。当人们的身体后仰注视汉斯的脚时，汉斯就知道它应该开始跺脚了，等到它跺脚的次数达到了正确的次数，人们就不由自主地做出放松的表情，这时汉斯就知道它该停下来了。普方斯特发现，即使在他明白了其中的奥秘之后，他也很难控制住自己不给汉斯发出开始和停止跺脚的暗号。

所以汉斯的“数学能力”其实是一种条件反射。小狗齐齐的“数学能力”应该也是属于同一种情况。这些动物的确聪明，只不过它们的聪明劲不是表现在数学方面，而是表现在察言观色方面。我们人类也有类似的情况。高明的算命先生、“预测大师”之所以有时候也能猜中询问者的心思，也不是因为他们有未卜先知的超能力，而是因为他们善于察言观色。

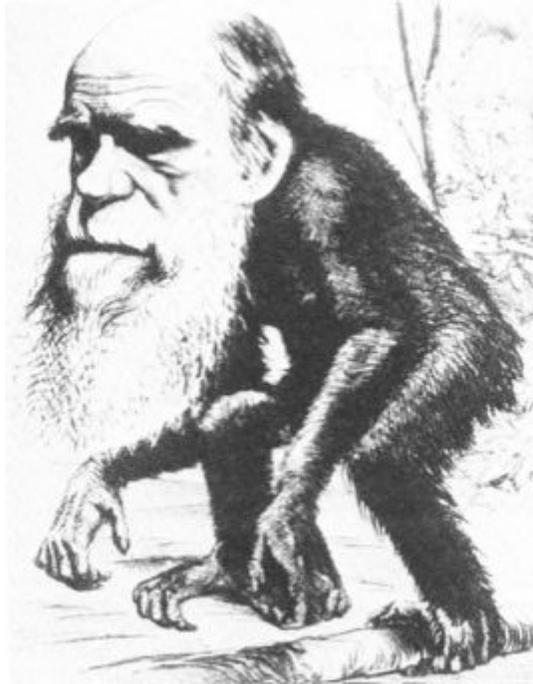
汉斯事件给我们的启示是，我们很容易被所看到的表面现象所迷惑，即使是科学家也不例外。动物看上去非常聪明的一些举动，其实很可能只是本能或条件反射，不一定和智能有关。这就要求我们做仔细的观察、设计严密的实验去辨别。



日本京都大学的黑猩猩正在做数数练习。

但是我们也不能因此就走向了另一极端，一概地否定其他动物也有一定程度的智能。通过严格的实验，我们可以认定，有的动物有相当高的智能，甚至经过训练也能有一点数学能力。日本京都大学的研究人员用计算机训练一只名叫“艾”（Ai）的黑猩猩。在经过多年训练后，艾不仅能够认识从0到9的数字，还学会将数字从小到大进行排列。它一眼能够记住5个数字的序列，识数能力相当于学龄前的儿童（成人平均一眼能记住7位数）。不过，艾似乎没有能完全明白0的意思，经常把0和1混淆起来。

达尔文1871年在《人类的由来与性选择》一书中指出，人类与高等动物的智力“肯定只是程度不同，而不是性质不同”。在经过多年研究之后，科学家们已证明了这句预言的正确性。但是我们仍然必须非常小心，对任何惊人的说法保持审慎的态度，才能避免被像汉斯那样的聪明动物所“愚弄”。



达尔文《人类的由来与性选择》一书出版后，英国报纸刊登了不少将达尔文画成猿的漫画，这是其中的一幅。

人也不是理性的动物



这是一则在中国妇孺皆知的寓言：一个养猴子的人拿橡子喂猴子，对猴子们说：“早上给三个，晚上给四个。”猴子们都很不高兴。于是他又改口说：“那就改成早上给四个，晚上给三个。”猴子们就全都高兴了。“朝三暮四”后来讹变成了反复无常的意思，但是庄子讲这个寓言的本意，却是为了说明虽然事物的本质一样，但是在形式上改一下，就会影响到人的喜怒（“名实未亏而喜怒为用”）。

的确，许多人在做决定的时候，和这则寓言中的猴子并无多大的区别。心理学家曾经做过这么个问卷调查。假定你决定去看一场演出，门票一张十块钱。到了剧院后，你发现你丢了十块钱。如果你口袋里还有钱，你是否还愿意花十块钱买票看演出？心理学家问了180多人，88%的人都说愿意。

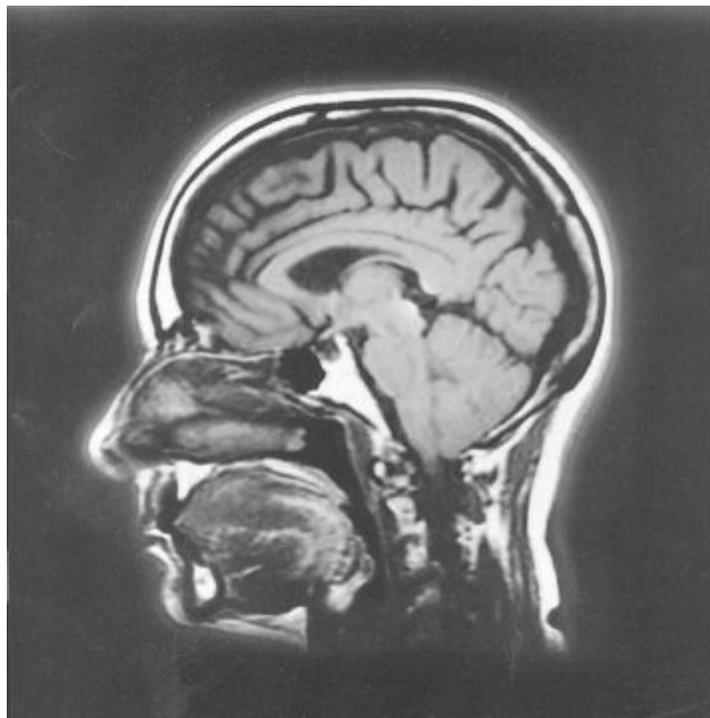


“朝三暮四”的寓言不仅在中国妇孺皆知，还传到了国外。

现在把问题改一下。假定你已经花了十块钱买了门票，在进场之前发现票丢了，你必须再买一张票才能进去。你是否愿意再花十块钱买票进去看演出？心理学家问了200人，只有46%的人说愿意。

在这两种情形中，后果实际上都是一样的：你为了看这场演出，多付出了十块钱。但是由于发生的经过不同，人们就像“朝三暮四”中的猴子，做出了不同的反应。在第一种情形中，丢掉的钱和票的价钱似乎是无关的两件事，丢了十块钱并没有影响到人们的买票决定。但是在第二种情形中，丢掉的票的价钱和补票的价钱看上去是联系在一起的，人们会觉得花两倍的价钱买一张票比较亏。

对同一个问题用不同的方式看待它，就会给出不同的答案。这表明我们在做决定时，并非总是理性思考的结果，而深受感情因素的影响。这在人们做出经济方面的决定时，表现得非常明显。有一门称作行为经济学的学科试图回答这么个问题：为什么人们并非总是理性地做出经济决定？行为经济学家在做研究时，借鉴了心理学的方法，现在他们也开始与神经生物学家合作，看看大脑中的哪个特殊区域会影响到经济决定。



神经生物学家能够用仪器扫描研究大脑的某个区域的活动情况。

在一个实验中，有两组人做同一个简单的投资游戏，一组是正常人，另一组人的大脑中控制感情的区域因为中风等原因受到了伤害，使他们无法体会恐惧、焦虑等情感，但是他们大脑中控制逻辑推理的

区域仍保持完好。这个简单的投资游戏是这么做的：每个人分到20元钱，用抛硬币赌输赢的方式赌20次，每一次如果赌赢，赢得2.5元，赌输了则输1元钱；每一次也可以弃权，不输不赢。

很显然，理性的做法应该是每次都赌，而不应该弃权，因为每次输赢的概率相等，而赢的回报却高于输的损失，对玩家有利。这个简单的道理人人明白，但是在实际操作中，玩家对是否要下赌却很受前面输赢结果的影响，会因为害怕输而一再弃权。实验的结果是，正常人下赌的次数只有58%，而大脑受损的人下赌的次数却高达84%。由于不会感到害怕，大脑受损的人在这个投资游戏中的收入因此超过了正常人，在游戏结束时，他们每人平均获得25.7元，而正常人平均只获得22.8元。

行为经济学家因此认为，杰出的投资者之所以能大获成功，可能就是因为他们投资时很善于控制自己的感情，在某种程度上很像这些无法体验恐惧的患者。但是参加这个投资游戏的患者在实际投资活动中并不怎么成功。在实际生活中，他们中有四分之三的人曾经破产。由于不会感到害怕，他们会采取过分冒险的举动，或者被别人所利用。



华尔街的纽约股票交易所。

如此看来，即使是像恐惧这样的感情因素也并非总是坏事。恐惧其实是动物保护自己的一种机制。在一个充满危险的世界中，并非什么结果都是可以做出合理的预测的，知道害怕的动物会有更多的生存机会。但是在一个比较安全的环境中，这个保护机制有时候又会反应过度，使人们过分小心谨慎而做出错误的决定。我们所处的现代社会

与石器时代的祖先所处的危险重重的世界大不相同，本不必时刻提心吊胆，但是我们的生理、心理结构和我们的祖先并无二致，无法摆脱感性因素的影响。在不知不觉中，我们还是会经常做出非理性的决定。

眼见未必为实



我曾去过费城富兰克林研究所的科学博物馆，那里有不少简单的视觉实验让人亲身感受人的眼睛是多么容易被蒙骗，同样大小的图形会被看成大小明显不同，静止的物体会被看成移动的，黑色的图形会被看成彩色的……

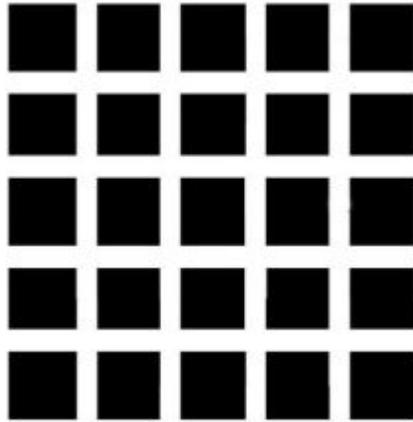
其实我们在日常生活中也经常能体验到这种错觉。一个著名的例子是太阳或月亮在地平线上时看上去要比在高空中大得多。对古人来说，对这个现象最明显的解释是太阳或月亮在地平线上时更靠近地球，就像“小儿辩日”的寓言所说的那样。在有了较为正确的天文知识之后，就可知这种解释是错误的，日月与地球之间的距离在早晚都是一样的。

我们可以用一个简单的实验证明这种大小变化只是人眼的错觉。通过纸筒观看月亮，调节纸筒的大小，直到与月亮刚好吻合。用这个纸筒在不同的时间观察不同位置的月亮，会发现月亮的大小并没有变化。用固定的照相机多次曝光拍摄月亮在天空中的不同位置，更可以直观地显示月亮在天空中的运行轨迹，可知其大小没有变化。

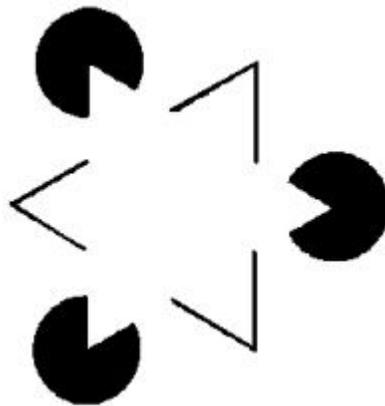
由此可见，月亮在不同位置时在人眼视网膜上的投影大小都是一样的，是人脑做出了不同的判断而产生错觉。如果人脑觉得月亮距离较远，月亮就会显得比较大，反之则比较小。

那么这种距离错觉是怎么产生的呢？最常见的解释是月亮在地平线上时，因为有房屋、树木等作为参照物，会使人觉得月亮比较远。但是坐在飞机上没有这些参照物时，人们还是会觉得地平线上的月亮比较大，这就没法用这个理论解释了。

按照上面的解释，人脑在面对地平线上的月亮时错误估计了距离。不过实际的情形可能恰恰相反。在我们面对高空中的月亮时，人脑判断不出它距离我们有多远。在不知道一个物体的距离时，人脑会把它假定为大约200米远，并据此计算出它的大小。当月亮在地平线上时，有地平线作为参照，人脑知道它的距离肯定是远远多于200米，并计算出它的大小要大于在假定200米远时的大小。



你会看到在黑色正方形的交界处有一个灰色圆点，其实那里是白色的。

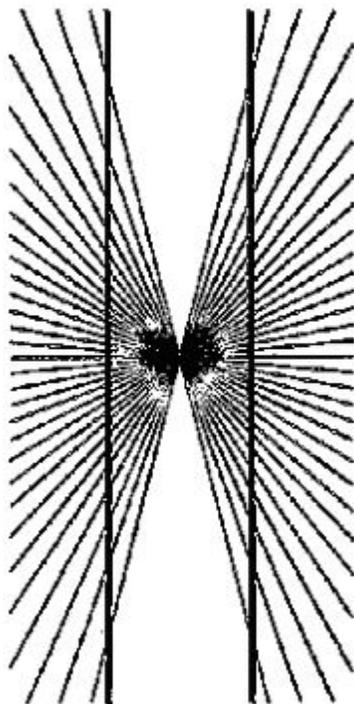


你觉不觉得中间的三角形显得特别白？其实它和周围的背景是一样的白。

月亮错觉对所有的人都是一样的。有时候不同的人会产生不同的错觉。社会心理学创始人穆扎菲·谢里夫 (Muzafer Sherif) 在1937年曾经做过一个经典实验。他让几名学生坐在暗室中，观察一个小亮点。那个亮点实际上是固定的，但是由于没有任何固定的背景可做参考，人脑将没法稳定它处理的图像。人们会觉得那个亮点在移动。如果分别问每个人看到的情形，他们描述该亮点移动的方向、距离都各不相同，因为本来就是出于想象。但是谢里夫发现，如果让这些学生对他们看到的情形进行一番讨论，他们的意见会逐渐变得一致，最后他们全都报告看到了向同一方向、距离移动的亮点。即使是不同的人产生的不同错觉也会在经过讨论之后变得一致。

这种“自主运动错觉”在日常生活中也能碰到。如果盯着一颗孤独的明星（例如金星）看，虽然它是静止的，也会让人觉得是在移动，从而以为那是一个不明飞行物。许多不明飞行物报告显然都是由于视觉错觉产生的，即使是号称有许多目击者的报告也是如此。谢里夫实验已经证明了，在一群人同时目击一个现象之后，在议论时会互相影响，不知不觉地修正自己原有的看法，最后会形成一种共识，也

就是说，即使是诚实的人，甚至是一群诚实的人的一致描述，也不一定可靠。更何况，人们在讲述自己的经历时，为了吸引听者的兴趣，容易无意之中加以夸大，叙述的次数越多，间隔的时间越长，越不可靠。



用尺量量看，中间的两条曲线其实是两条平行的直线。



这是一幅年轻女人的侧影还是年老女人的肖像？

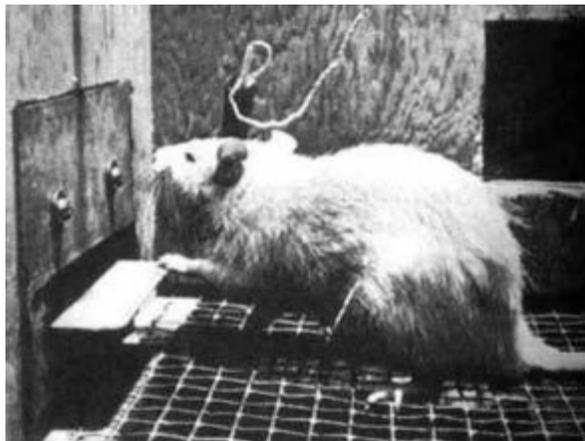
有的“不明飞行物专家”却偏要根据目击报告进行研究，甚至计算出“不明飞行物”异乎寻常的高度和飞行速度，从而得出“不明飞行物”与外星人有关的结论。这些“专家”显然过分信赖人的视觉和心理。他们不懂得，人们所感觉到的世界，其实并非世界的本来面目，而是一个“虚拟世界”，是大脑根据感官收集来的信息进行加工、重建出来的，在这个处理过程中，很容易出现错觉乃至幻觉。

快乐就在大脑中



就像许多重大的科学发现，神经生物学最重大的发现之一纯属偶然。上个世纪40年代，神经生物学家已掌握了一种研究大脑功能的新方法：在动物大脑的某个区域植入电极，用微弱的电流刺激它，看动物会有什么反应。1949年，马贡（Horace Magoun）等人用这个方法发现在中脑网状系统中，存在睡眠控制中枢。这个发现一时成为热点。

奥尔兹（James Olds）在1953年从哈佛大学毕业到麦克吉尔大学做博士后研究，也想重复马贡的实验。他花了一周的时间给老鼠的大脑植入一个自己用电线制作的电极，准备在下个星期一开始正式实验。星期天上午，奥尔兹到实验室先试试看实验设备是否已经准备好了。他把老鼠放在空旷地带，给它施加短暂的电击。他当时并不知道，植入老鼠大脑中的电极并没有对准中脑网状系统，而是插到了靠近中脑的一小束神经束（内侧前脑束）中。但是他注意到了一个奇怪的现象，老鼠在挨了电击之后，虽然可以自由跑动，却总是回到施加电击的地方，似乎等待着下一次电击。



老鼠一刻不停地踩控制杠刺激自己的快乐中枢。

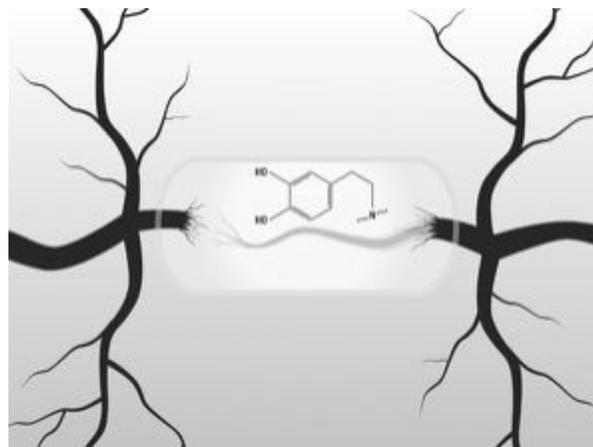
奥尔兹起初以为老鼠只是对电刺激感到好奇。他设计了一系列的实验，发现并非那么简单。如果把老鼠放进迷宫中，它将很快学会跑往施加电刺激的通道，甚至为此抛弃食物。如果在老鼠和电刺激之间放上各种各样的障碍物，老鼠历经千辛万苦也要跑向电刺激。一只老

鼠即使被饿了10天也不愿意穿过带电的铁丝网去享受食物，却愿意忍受电网电击的巨大痛苦，冲过去接受电刺激内侧前脑束。

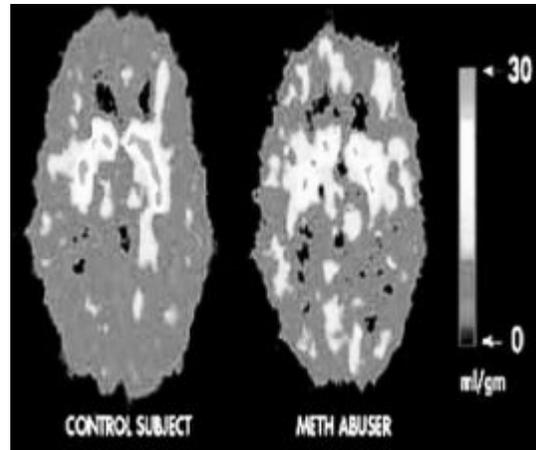
奥尔兹教会老鼠自己踩控制杠施加电刺激后，老鼠就不分昼夜，废寝忘食，一刻不停地踩控制杠刺激内侧前脑束，每小时可达1万次之多。把饥饿的实验老鼠放进同时放了食物和控制杠的笼子里，老鼠立即冲向控制杠不停地刺激自己，浑然忘了饮食。事实上，除非实验人员关闭电流，否则老鼠将忘掉所有的一切，一直自我刺激下去，直到精疲力竭昏厥为止。

显然，老鼠通过刺激自己的内侧前脑束，找到了一种无上的、绝不厌倦、永无满足的快乐。并非只有老鼠的大脑才有这样的“快乐中枢”。生物学家们对鱼、鸟、猫、狗、兔子、猴子、海豚等多种生物做了类似的实验，都获得了类似的结果。人也不例外。在上个世纪60年代，美国图兰大学精神病专家希斯（Robert G. Heath）做了一个按今天的伦理标准很成问题、不太可能还会有人去重复的临床试验。他往精神病和精神障碍患者的大脑中植入电极，希望通过刺激其快乐中枢使他们痊愈。如果把电极按钮交给患者，他们会反复按它，有时能连续按上上千次。有些患者在装上这个由他们自己控制的装置之后，过上了正常的生活。

到80年代，生物学家对快乐中枢的结构有了更深入的了解，并知道控制它的神经递质是多巴胺。这个中枢的生物学功能是对生物体的生存、繁衍有益的行为做出奖赏，因此又被称为“奖赏中枢”。所有自然和非自然（例如吸毒）的快感都被认为与奖赏中枢和多巴胺的分泌有关。近年来，有些神经生物学家对此提出异议，认为奥尔兹发现的“快乐中枢”其实是欲望中枢，真正的快乐中枢在其他地方，控制它们的是另一类神经递质（内啡肽、脑啡肽等类鸦片物质）。



多巴胺是一种传导神经信号的神经递质。



对大脑的扫描表明，和正常人（左）相比，吸毒者（右）的多巴胺活动状况发生了变化。

但是不管怎样，我们所感到的快乐，乃是某种神经递质刺激大脑某个区域的结果，这一点，是可以肯定的。不管是什么样的快乐，不管看上去是多么的超然、“形而上”，音乐的美感、爱情的甜蜜、做出重大发现的惊喜、得道的飘然乃至宗教信徒的狂热，归根结底，都是因为大脑中的一次次电击。

如果这个结论让你觉得很沮丧的话，希斯的一个发现也许会给你一丝安慰：当他把电极按钮交到患者手中时，他们并不会像奥尔兹的老鼠一样一刻不停地刺激自己直到昏厥。只要他们快活，就不觉得有刺激自己的必要。人毕竟不是老鼠。

我们脑中的时钟



在调整时差观赏世界杯足球赛的球迷们都有这样的体会：如果是一场比分悬殊、大局已定的比赛，最后的时刻不知不觉中很快就过去了；但是如果是一场旗鼓相当、比分相同或只差一个球的比赛，观众们都在希望或者担心比赛结果在比赛结束前会逆转，这时候最后的一两分钟就会变得非常漫长。



2006年德国世界杯足球赛标志。

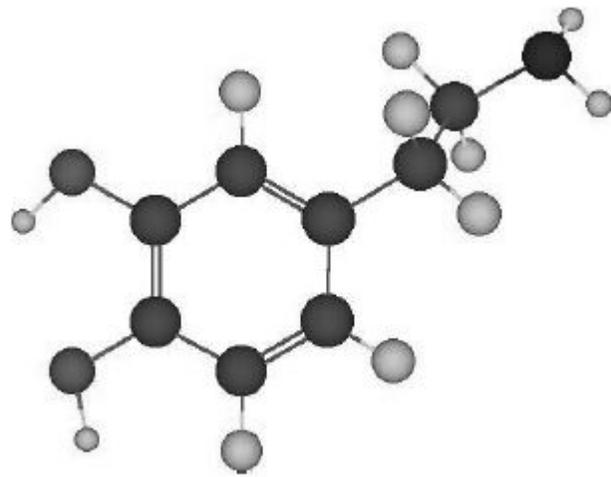
我们并不需要借助钟表才能感觉到时间的流逝，我们体内似乎有一个时钟在替我们计时，只不过这台时钟并不很稳定，它的速度很容易受到我们的情绪和其他因素的影响。

首先对这个现象进行研究的是美国心理学家哈德森·侯格兰德（Hudson Hoagland）。1933年他在照顾患了流感发高烧的妻子时，注意到他即使只离开一小段时间，妻子总是抱怨他去得太久。侯格兰德让妻子估计1分钟的时间有多长，自己拿出秒表核对。37秒之后，妻子

说1分钟时间到了。她的体温越高，则估计得越快。侯格兰德怀疑这是因为大脑内有一个内在时钟，体温的升高会让它的速度变快。此后一系列的实验都说明了这一点，比如对脑袋加热，或者让人呆在高温房间中，都会使人觉得时间过得慢，或者说其脑内的时钟走得快，速度可以快大约20%。

这个时钟不仅仅是受温度的影响，让试验对象聆听一连串“滴答”声或汽车喇叭声，让人处于紧张状态，也会有同样的效果。它还会受到药物的影响。如果我们训练动物让它们每隔固定的时间就按一下操作杠获取食物，然后给它们吃兴奋剂，它们估计的时间间隔就会变短，快了10%；但是让它们吃镇静剂，时间间隔则变长。

通过对大脑活动进行扫描发现，试验对象在估计时间时，深藏在大脑皮质下的一组神经细胞团——基底神经节变得很活跃。一些神经生物学家提出那里可能与大脑内在时钟有关，神经信号从额叶皮层传到基底神经节，从基底神经节经过中脑的黑质、纹状体，再传回额叶皮层组成回路，这样一次信号传导相当于一次“滴答”，速度是每秒大约1米，也就是说，大脑时钟“滴答”一次大约相当于0.1秒。

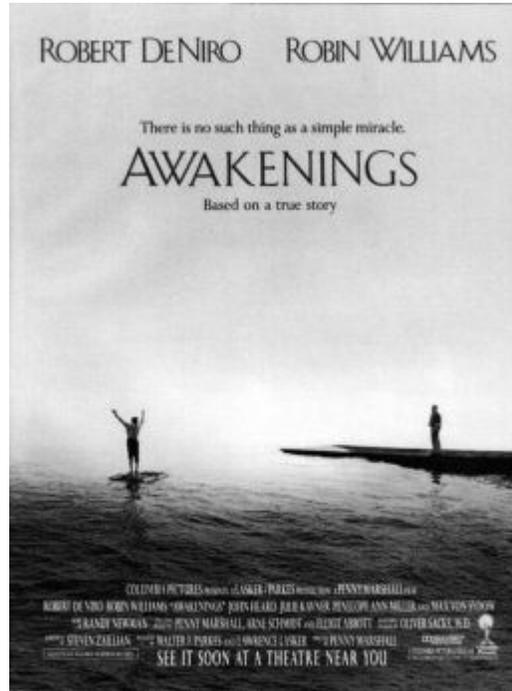


多巴胺的分子结构示意图。

在大脑中负责“时间信号”传递的化学物质可能是黑质细胞分泌的多巴胺。把老鼠大脑中分泌多巴胺的细胞除掉，它们就失去了每隔固定的时间按操作杠获取食物的能力，但是给它们补充类似多巴胺的物质，就能恢复该能力。那些能刺激多巴胺分泌的药物会使大脑时钟变快，抑制多巴胺分泌的药物则使时钟变慢。

在发生重大事故，比如车祸的时候，大脑大量地分泌多巴胺，结果时间速度似乎变得非常快，几秒钟内发生的事就像几分钟那么漫长，在受害者看来眼前的一切就像是慢镜头。有些人的大脑时钟因为

疾病或外伤遭到破坏，速度变得非常缓慢，世界就像中止了一样。1990年的美国电影《睡人》（Awakenings）就描述了这样一批时间凝固的病人，给他们服用类似多巴胺的药物有一定的治疗效果，让他们的时钟又开始运行，从凝固的世界中醒了过来。



美国电影《睡人》招贴画。

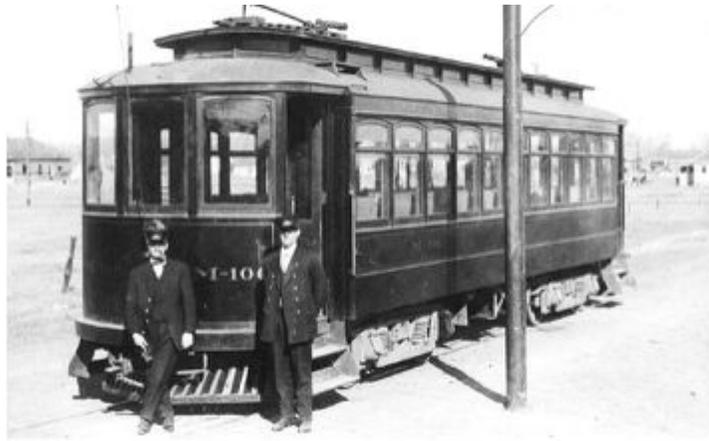
人在20多岁以后，多巴胺的分泌量开始逐渐下降，大脑时钟也走得越来越慢。实验表明，让20多岁的人估计3分钟的时间，误差在3秒以内，而让中年和老年人来估计，则都要比实际时间长，60多岁的人估计的3分钟有的长达3分40秒。难怪有个说法：青年人的日子短而岁月长，老年人的岁月短而日子长。

物理时间的流逝速度是永恒不变的，但是心理时间——我们对时间的体验——却是受到体内外多种因素影响的。我们注意力越集中，大脑时钟走得越快，心理时间就显得越漫长。比如我们首次去一个地方时，一路所见都是新奇的，大脑不停地在接受新的信息刺激，时间似乎过得很慢，但是回程的情形就不那么新鲜了，感到时间很快就过去了。所以说，回程总觉得比去时快。西方有一句谚语：“捷径是最长的路。”也包含了同样的道理。首次走捷径时不断遇到的新刺激，反而让人感到特别漫长。

科学地解决道德难题？



当代哲学的一个任务是解决道德伦理问题，为此哲学家们经常要辩论一些假想的难题，其中较著名的一个是“电车难题”：假设有一列失控的有轨电车飞奔而来，前面有两条轨道，一条站着五个人，一条站着一个人。如果不扳道岔，电车将冲向第一条轨道压死五个人。那么是否应该扳道岔，将电车引向另一条轨道，压死上面的那一个人？大多数人会回答应该，因为牺牲一个人拯救五个人是值得的。



有轨电车现在很少见到了。

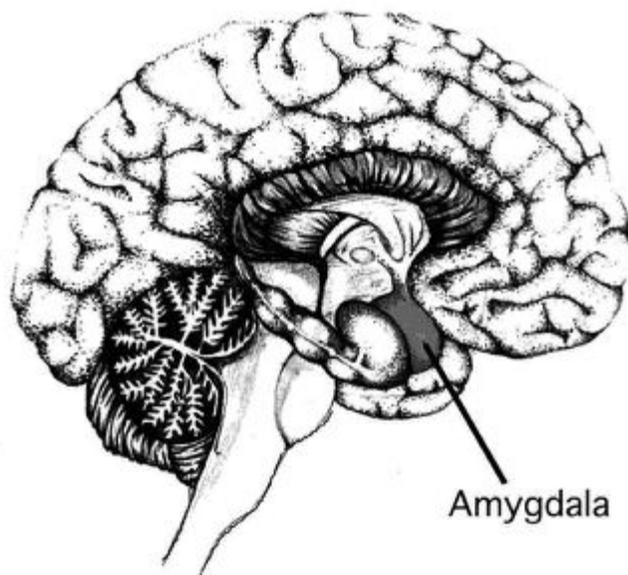
现在，再考虑另一个难题：同样有一列失控的有轨电车飞奔而来，前方的轨道上站着五个人处于危险之中。在电车和五个人中间，隔着一座天桥，桥上站着一个人。拯救这五个人的唯一办法，是把这个人推下天桥，电车将他撞死后就会停下来。那么是否应该把这个人推下桥去拯救五个人？大多数人会对这个“天桥难题”说不应该。

为什么同样是牺牲一个人拯救五个人，人们却会做出不同的道德判断？对诸如此类的问题的争论，使得哲学家们有活可干。一种经典的解释是，在“电车难题”中，牺牲掉的那个人是不幸碰巧站在另一条轨道上，并没有被直接用来拯救另五个人；而在“天桥难题”中，胖子是直接用来拯救五个人的，因此直接利用一个人的生命来拯救他人，是不道德的。那么我们再来看一个“电车难题”的变型：假设站着一个人的那条轨道的另一端是跟另一条轨道相连的，即形成一个

回路，如果那上面没有这个人，电车会从这条轨道绕回到另一条轨道压死五个人。在压死这个人后，电车会停下来，不会危及另五个人。在这种情况下，是否应该把电车引向站着一个人的轨道去压死他？虽然这一次这个人是被直接利用了，大多数人仍然会回答应该。

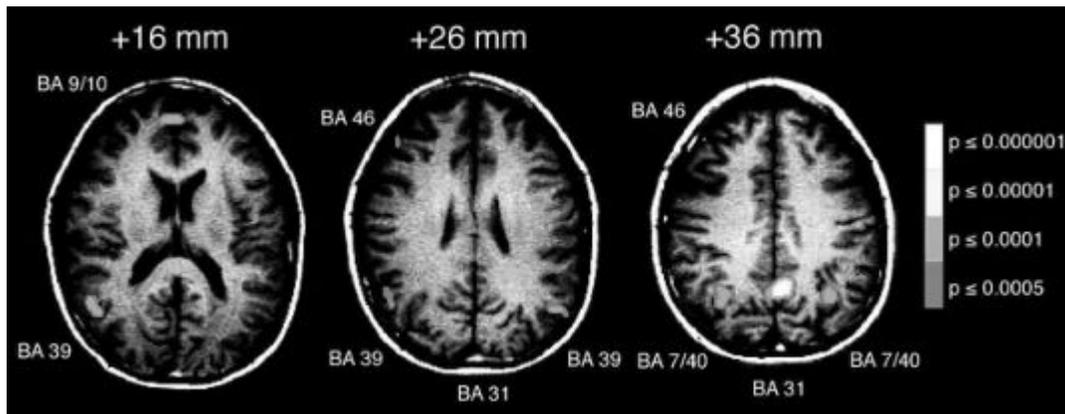
可见，“直接利用是不道德的”的解释遇到了麻烦。还有人提出了别的解释，但也都有人想到了与之相抵触的例子。至今还未找到一个能被普遍接受的解释。有心理学家认为，“天桥难题”之所以和“电车难题”的选择结果不同，是因为将一个人推下桥这种做法让人在感情上接受不了，觉得太残忍。也就是说，感情会影响人们的道德判断。但是哲学家们普遍认为，道德判断应该是在理性思考的基础上做出的，不应带着感情。

2001年，美国普林斯顿大学的心理学家用实验对这个“感情说”进行了验证。他们让试验对象对60个难题做出决定，并用“功能性磁共振影像技术”监测大脑功能区的变化。大脑功能区被激活后，那里的血流和脑氧代谢都增加，用磁共振对大脑进行扫描就可以形象地展现大脑各个功能区的活动情况。这60个难题分为三组：一组是与人身密切相关（也即可能会调动感情）的道德难题，包括“天桥难题”和其他类似的道德难题（像偷了一个人的内脏器官去拯救五个人，是否应该？在救生艇因超载面临沉没时，是否应该把某个人扔到海里？等等）；一组是与人身关系不密切或无关的非人化的道德难题，包括“电车难题”和类似的道德难题（例如捡到了钱，该不该还给失主？）；还有一组作为空白对照，是与道德无关的难题（例如出门旅行，是坐汽车还是坐火车好？）。



大脑中一个被称为杏仁核（amygdala）的部位是控制人的感情的主要区域。

结果表明，人们在判断人身化道德难题时，与判断非人化道德难题和非道德难题相比，大脑中与感情有关的区域明显变得活跃，而与记忆有关的区域则活跃程度明显降低（以前的研究已表明，人们在处理感情问题时，大脑记忆区域受到抑制）。少数人对“天桥难题”这类问题做出了“应该”的回答，而他们花的时间要比那些回答“不应该”的人长得多，这也是可以理解的，他们要花更多的时间思考，让理智战胜感情。而对非人化道德难题和非道德难题，回答“应该”和“不应该”所用的时间没有差别。



“功能性磁共振影像技术”可监测大脑功能区的变化。（Greene, J.D., et al, Science 293, 2105—2108）

这个实验结果，对主流哲学家是个打击，他们向来主张道德判断是纯理性的，而现在却必须考虑其中的感情因素。但是，这个实验其实并没有解决这些道德难题。它并没有告诉人们，把一个人推下天桥救其他人是对是错，而是告诉人们，为什么人们会做出是对是错的选择。换句话说，它只是揭示了人们做道德判断时的一个心理机制。有一个问题仍然有待解决：在我们对道德判断的心理机制有了更好的理解之后，是否会影响我们的道德决定？如果会的话，将会有怎样的影响？在我们知道对“天桥难题”的选择原来是受情绪影响后，是否会有更多的人狠下心来理智地选择“应该”？是否应该选择“应该”？哲学家们不必担心失业。

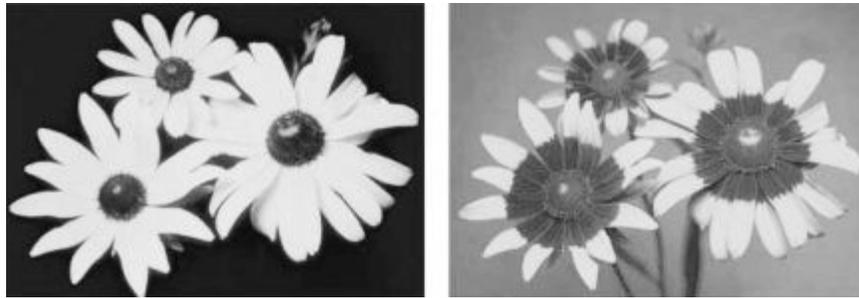
在人类的感觉得之外



法布尔的《蝉》被选入中学语文课本时，删去了“蝉的音乐”部分。在这个部分，法布尔介绍了他做的一个著名实验。一般人认为蝉发音是为了喊叫同伴，但法布尔认为这个意见是错误的。他借来两支土铳，在树下连开了两枪，声如霹雷。但是树上的蝉仍然继续歌唱，一点没有受到枪声的影响。于是法布尔认定：蝉好像一个极聋的聋子，对自己所发的声音是一点也感觉不到的！

其实蝉并非聋子，它身上也长着类似于人类的耳鼓的膜可以感觉声波，只不过能探测的声波频率范围比较窄，大致在3000~15000赫兹之间，但是这已足够让它们很清楚地听到其同种发出的声响。

我们很容易先入为主地以为其他动物有着和我们一样的感官，因为蝉没有听到我们能听到的声响，就以为它必定是极聋的聋子。人耳能感知的声波频率范围要比蝉宽得多，在20~20000赫兹之间。低于20赫兹的次声波和高于20000赫兹的超声波是我们无法听到的。但是大象却用次声波相互通信，而蝙蝠和蛾子之间却在进行一场超声波战：蝙蝠能发射和探测超声波用以侦察猎物，而蛾子也能探测蝙蝠发出的超声波加以躲避。在这些动物看来，我们人类也是聋子。

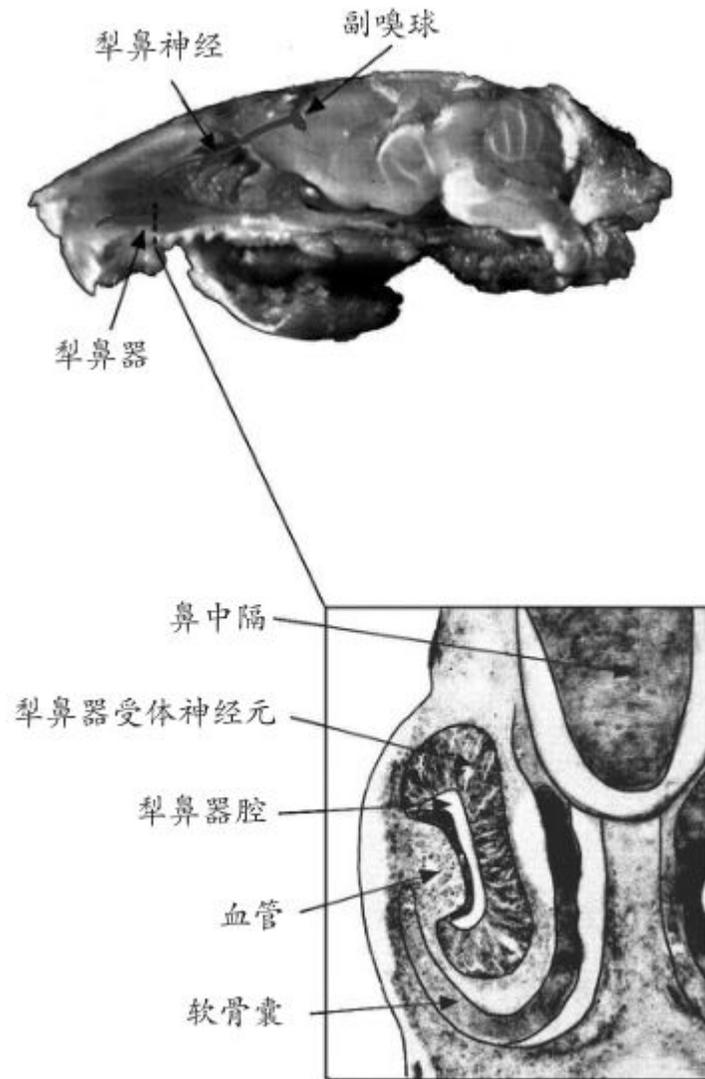


花瓣上有人眼看不见的紫外线组成的图案（右）在给蜜蜂导航。

人眼能够看到的光的波长范围大约在红光的770纳米到紫光的390纳米之间，因此我们把这个范围的光称为“可见光”，波长大于770纳米的红外线和低于390纳米的紫外线都是人眼看不到的。但是响尾蛇在夜间能够看到老鼠体温散发出来的红外线，蜜蜂则可以看到花瓣上的紫外线组成的图案，据此飞向花中心的花蜜和花粉。有的昆虫能够通过吸收或反射紫外线相互通信。还有许多昆虫和鸟能依靠空中的紫外

线分布导航，即使太阳被云彩、山峦、建筑物遮挡，它们也能通过感觉偏振光而确定太阳的具体位置。

人类的嗅觉更是乏善可陈。嗅觉最灵敏的人最多也只能分辨数千种味道，而狗能分辨出数百万种味道。大多数哺乳动物的嗅觉都比人灵敏得多，它们仅凭气味就能分辨敌友，发现猎物。



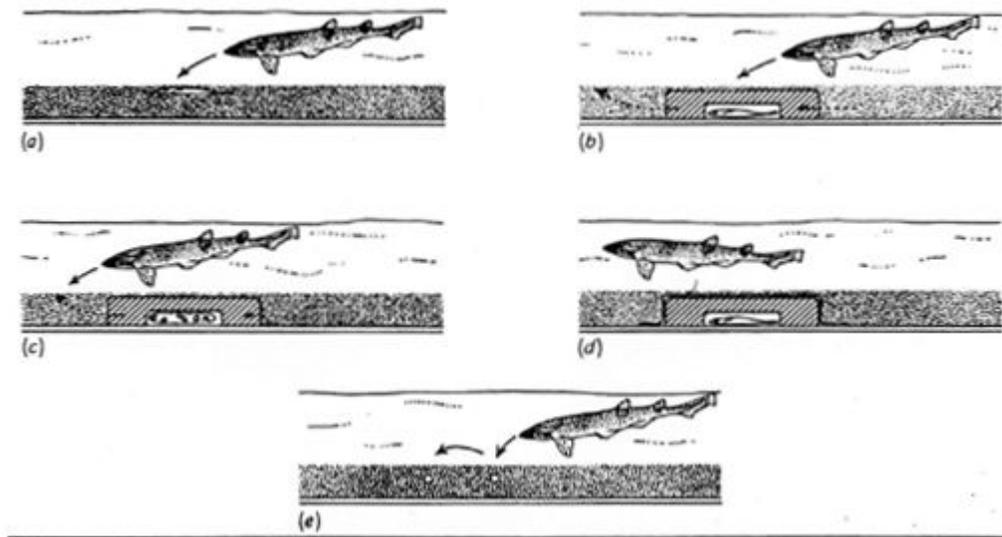
鼠类的犁鼻器构造。犁鼻器是感受外激素的器官，人类的这个器官已经退化了。

还有许多动物具有在人类看来非常神奇的“第六感”。例如，从单细胞的原生生物到哺乳动物都能利用体内分泌的化学物质——外激素——相互联系。蛾用外激素寻找配偶，蚂蚁用外激素调节社会行为、标记食物线索，哺乳动物用外激素标记领地、发出警告以及寻找配偶。人类用以感觉外激素的器官犁鼻器已经完全丧失或高度退化

了，人类是否也能用外激素进行无意识的通信是一个还没有定论的问题，争议本身就说明人类即使存在这种“第六感”，也是微不足道的。

有的“第六感”对我们来说更是完全陌生的。许多昆虫、鱼类、两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类动物都能感觉地球的磁场，用它来导航。有些动物（例如信鸽、鲸）甚至能通过感觉磁场强度的细微变化确定自己所在的位置。许多水生生物能够探测到其他动物体内散发出的电场，并进行电子战：鲨鱼能够通过探测猎物的电场进行捕食，有的鱼类则能自己发射电场，通过探测电场变化发觉捕食者。

有的人因此认为人类与其他动物相比，各项感官都退化了。汇总各种动物之长比人类之短，显然是不合适的。动物感官的差异，是适应环境的进化产物。我们的祖先没有进化出某种感官，或者某种感官出现退化，根本原因是没有这方面的需求，甚至要加以避免。例如，紫外线能对细胞中的遗传物质造成损伤，会导致癌变。为了保护视网膜，人眼就不能去感觉阳光中的紫外线，紫外线在进入人眼时，大部分都被角膜中的黄色素吸收、过滤掉了。而对于寿命短暂的昆虫、鸟类，它们不必担心视网膜癌变的危险，就可以去感觉、利用紫外线。



证明鲨鱼能够探测猎物发出的电场进行捕食的实验：(a) 鲨鱼能够定位藏在沙中的比目鱼。(b) 把比目鱼放在琼脂中，再用水冲走比目鱼的味道，鲨鱼仍能准确地定位比目鱼，表明它不是通过探测比目鱼的味道捕食。(c) 改把鱼肉放在琼脂中，鲨鱼则根据嗅觉攻击带有鱼肉味道的水流。(d) 用薄膜包裹住琼脂，屏蔽了比目鱼发出的电场，鲨鱼无法探测到比目鱼。(e) 在沙中埋藏能发出模拟电场的仪器，鲨鱼攻击该仪器。[Kalmijn, A. J., J Exp Biol. 55(2):371—383.]

人的某些感官能力其实在动物中极为突出，例如人的视觉分辨能力和色彩感觉能力就非常发达。视觉是人类接受外部信息的最主要途

径。我们看到一件陌生的东西，首先会仔细端详其形状和颜色，而其他哺乳动物则可能是过去闻闻其味道。大多数哺乳动物是色盲，但是人眼却能感觉、分辨极为丰富的色彩，这对生活在森林中以果实为主食的人类祖先至关重要，他们远远地就能把成熟的果实与不可食用的不成熟果实和叶子轻易分辨出来。有一个有趣的假说认为，人眼之所以对黄光特别敏感，是因为那是成熟香蕉的颜色。

当然，由于我们拥有无与伦比的大脑，感官也就相对不那么重要了。发达的大脑让我们能够通过制造和使用工具弥补感官的不足，而科学也让人类不能感觉的其他感官世界不再神秘，甚至可被利用了。

“我怪罪遗传！”



美国主流报纸每天都有一整版的漫画连载，大都很低能，品位并不高。偶尔会出现一些很有趣的作品，例如以六岁男孩和布老虎为题材的《卡文和霍布斯》充满了机智和妙语，曾经是我每天必看的，后来还收集了十来本它的专辑。十几年前其作者宣布封笔，让我觉得从此没有漫画可看，此后只是偶尔还翻翻报纸的漫画版，有时也会有有意思的发现。



淘气男孩卡文和他的布老虎霍布斯。

曾看到这么一幅漫画，一个胖子和一个瘦子在公路上跑步，胖子对瘦子说：“我们花了这么多时间锻炼，身材应该变得很好才对。”瘦子说：“对。我奇怪我们怎么没有好身材？”胖子回答说：“我怪罪遗传！”

我一时没有明白这幅漫画的好笑之处在哪里，想了想，明白了作者的意图：这两个人是弟兄俩，胖子的兄弟那么瘦，胖子怎么能把自己的肥胖归咎于遗传呢？

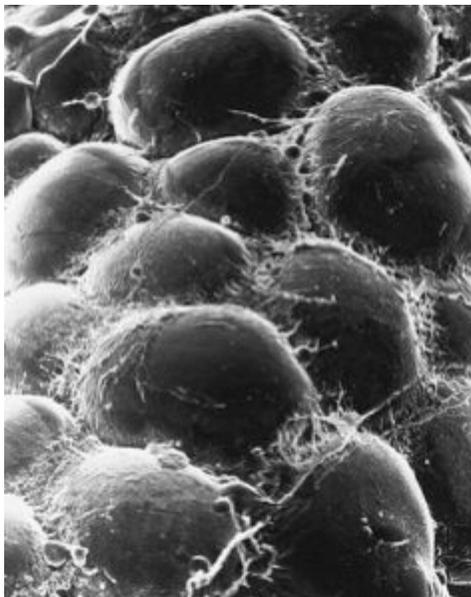
虽然如此，我仍然不觉得这幅漫画好笑。兄弟姐妹虽然是同一对父母所生，但是他们彼此之间的遗传相似性只有50%（除非是同卵孪

生子，才会是100%）。因此，如果他们中一个有导致肥胖的基因，一个却有导致苗条的基因，并不是什么可笑的事。

事实上，一个人的“正常”体重的确基本上是由遗传决定的。一个人的胖瘦当然和饮食习惯、食欲有关，但是遗传因素既会影响到饮食习惯、食欲，也会使相同的饮食出现不同的后果。我们已经发现有许多基因与肥胖有关。这些基因的相互作用大致决定了一个人是否容易发胖。在食物缺乏的恶劣环境中，容易发胖实际上有生存优势，能够尽可能多地摄食储存脂肪防备饥荒。但是在富裕的社会，这个优势变成了累赘。



已经发现有不少基因与肥胖有关。这只天生肥胖的小老鼠就携带着肥胖基因。



肥胖是由于脂肪组织的增大引起的。

在美国，大约有一分之一的人口有不同程度的肥胖，成了一大社会问题。既然肥胖与基因有关，这或许会使许多减肥失败的人感到一点安慰：不是自己太无能，而是基因太狡猾，要怪就怪遗传。有的人

则干脆提倡以肥胖为美，这时却该是归功于遗传了。只是这样的审美观并不可取，因为肥胖有害健康，容易患心血管疾病、糖尿病等多种疾病。

人类已进入了基因世纪，每过一段时间，大众媒体就会报道科学家发现某某基因、某某遗传因素的消息。不仅像肥胖这种生理现象被牢固地与遗传联系在了一起，甚至许多精神现象也被发现深受遗传因素的影响，例如人的智力、性格、行为、性倾向、心理障碍。近来又有报道说，美国科学家通过调查孪生子，发现一个人的政治倾向是开明还是保守，也受遗传的影响。

把好事归功于遗传，把坏事怪罪给遗传，这是人类自古以来就喜欢干的事，世态炎凉因此可以有简单明了的解释：“天生如此！”这种遗传决定论现在似乎有了科学依据，其实是完全错误的。影响因素并非决定因素，表现出来的只是量的而不是质的差别。即使是生理现象，也是基因与环境相互作用的结果，并非完全由遗传决定。即便遗传给你设置了一个肥胖的“正常”体重，并不等于你 cannot 通过改变生活方式而避免达到这个体重。

更何况精神现象。并没有基因直接决定了你会有什么样的政治观点，更可能的情形是，某些基因影响到神经系统的结构和功能，进而影响到人的性格，从而使人倾向于开明或保守。这种迂回曲折的间接影响，更容易受到环境因素的干扰。环境因素同样甚至更重要。“怪罪遗传”终究只是一个借口。

人不是基因的奴隶



许多人在干活时往往一开始磨磨蹭蹭，眼见快到最后一刻了才开始卖力，比如说，经常到截稿期临近了，才开始动手写专栏文章。猴子也是如此。美国国家心理健康研究所的研究人员做过这样的实验，训练猴子在看到计算机屏幕上的红点变成绿色时，松开操纵杆。猴子要成功地操作几次才能获得奖励（喝一口水），计算机屏幕上有个灰色的横条，越接近奖励目标就变得越亮，猴子由此可知它离奖励目标还有多远。越接近目标，猴子操作起来越积极，越认真，越准确。



常用的实验动物恒河猴。

研究人员往这些猴子的大脑中注射一小段特别的DNA，它能和脑细胞中一个关键的基因相结合，暂时关闭这个基因的活动。这个基因生产一种被叫做D2受体的蛋白质，它与多巴胺结合后，刺激神经细胞发生变化。没有了这种受体，这些猴子跟换了个“猴”似的，变成了工作狂，不再注意何时能得到奖励，一开始就积极认真地工作，不知疲倦地一直那么干下去。

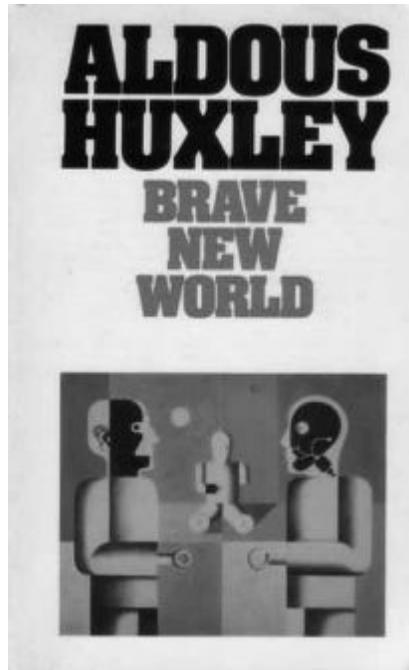
人体也存在类似的受体和机制。这项研究的目的是为了帮助人们认识导致某些心理疾病的生理机制，例如，强迫症和躁郁症患者经常不计报酬狂热地工作，也许就与D2受体失常有关。

最近，这项研究成果发表后，有人惊呼人类奴性基因被发现了，担心如果这种技术被应用在人类身上，人类社会是否会走向奥尔德斯

• 赫胥黎（Aldous Huxley, 1894—1963）小说中的“美丽新世界”。在《美丽新世界》一书中，赫胥黎描绘在未来世界，有生活在社会最底层的埃普斯隆族，他们的大脑被用药物麻醉，成为毫无怨言地干繁重工作的奴隶。在赫胥黎之前，也有人设想过类似的情景。鲁迅在《春末闲谈》中就提到过，有一位神经过敏的俄国艺术家曾经发愁地对他说：“不知道将来的科学家，是否不至于发明一种奇妙的药品，将这注射在谁的身上，则这人即甘心永远去做服役和战争的机器了？”



英国作家奥尔德斯·赫胥黎是英国生物学家、“达尔文的斗犬”托马斯·赫胥黎的孙子。



《美丽新世界》是一部描绘阴暗的未来世界的科幻小说。

如果用遗传工程技术一劳永逸地让人变成天生的奴隶，那当然要比使用药物麻醉省事、可靠得多。不过，D2受体基因并不是什么奴性基因，即使把它去除，制造出来的大概也只是些得了强迫症、躁郁症的工作狂，并非天生的奴隶。工作狂任劳任怨，却未必就奴性十足、甘心永远任人指使。

那么我们有没有可能将来某一天在人身上发现奴性基因呢？我觉得这个希望很渺茫。通过调查、比较自小被分开养大的同卵孪生子的性格，我们知道人的性格的形成受到基因的影响，遗传因素和环境因素大约各占一半。但是目前还没有证据表明人的思想也与基因有关。奴性是一种思想，而思想只能是在后天形成的，例如经过洗脑而形成。即使某些基因变异会影响人的性格的形成，使人更容易被洗脑而产生奴性思想，也不是天生、必然如此，仍然离不开后天的培训。人是会思考的动物，而不是基因的奴隶。

多少基因 多少环境



有人长得高有人长得矮，有人近视有人视力超常，有人聪明有人愚笨……这些被生物学家称为性状的差异，有多少是先天（遗传或基因因素）决定的，又有多少是受后天（环境因素）影响的？这本是一个非常复杂的专业问题，但是许多人却认为可以根据自己的情形给出清楚的答案，如果父母身材矮小自己也长得不高，就说是“爹妈给的”，而如果自己长得高，就认定身高与遗传无关。

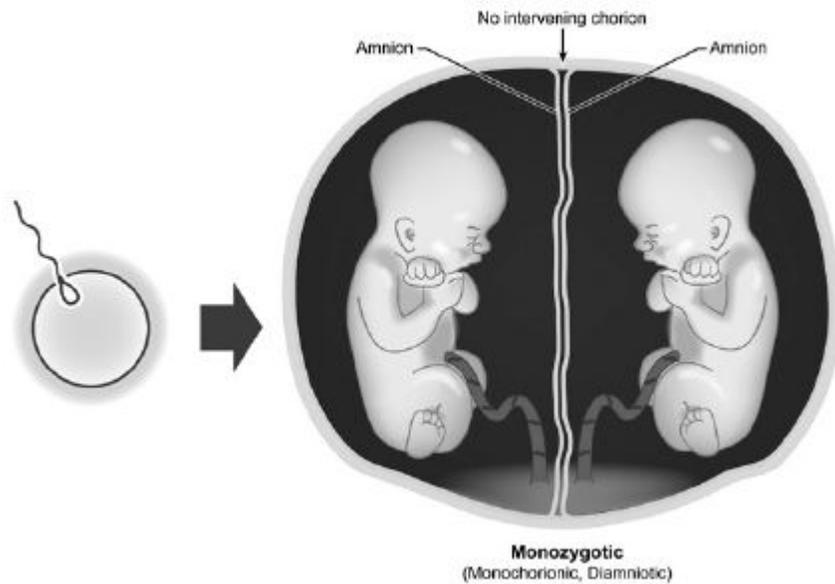
一般人一想起遗传，就以为是“父母有子女就有，父母无子女就无”这么简单。其实不然。即使是像色盲这类由单个基因控制的遗传病，也不存在这样简单的因果关系，更何况像一开头提到的那些性状可能与多个基因有关，需要有合适的基因组合才会表现出来。子女并非父母的克隆，而是父母基因的组合，各继承了父母双方一半的基因，因此即使某种性状完全由基因控制，子女也会出现与父母不同的情形。

要确定某个性状的差异是否与遗传因素有关，不能靠个人的经验，而要做科学的研究。例如，甲身高1.8米，乙身高1.6米，我们如何确定这个身高差异与遗传有关呢？我们可以设想做一个理想实验，分别克隆甲和乙，然后对换生长环境，即让小甲在乙的环境、小乙在甲的环境中生长。如果小甲、小乙长大后身高还和甲、乙一样，则说明身高差异完全是遗传因素决定的；如果小甲、小乙的身高倒了过来，分别成了1.6米和1.8米，则说明身高差异与遗传因素毫无关系，纯粹受环境因素的影响；如果情形处于这二者之间（比如小甲和小乙的身高都是1.7米），则说明身高差异同时受遗传和环境因素的影响。

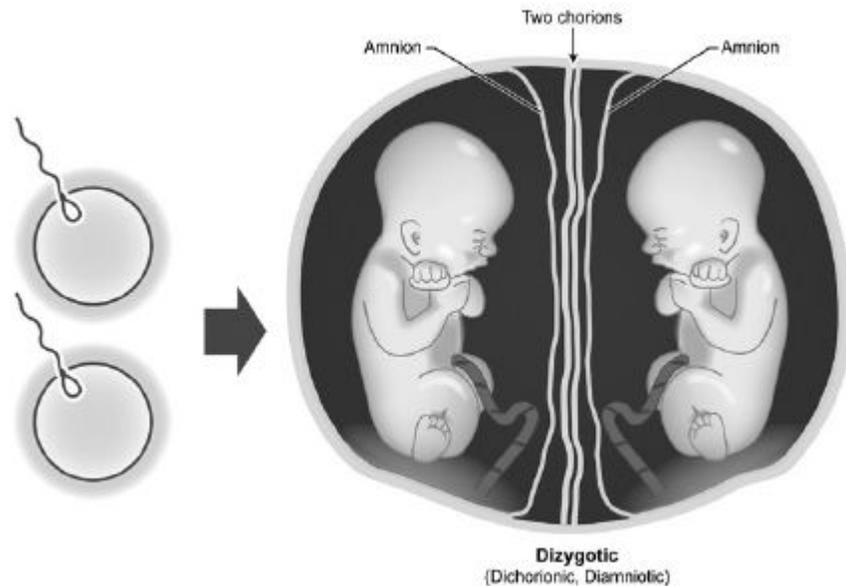
但是我们不能像对待其他生物一样对人做这样的遗传实验。且不说我们现在还不能克隆人，即使以后技术成熟，伦理也会禁止做这种克隆实验，更何况要完全模拟一个人的生长环境也是不可能的。

怎么办呢？幸好大自然已经为我们做了克隆实验——孪生子。孪生子分异卵孪生子和同卵孪生子两种。异卵孪生子是两个（或更多个）的卵分别被两个（或更多个）的精子受精产生的不同受精卵分别发育而来的，他们并非克隆，其遗传相似程度与同一对父母在不同时间生下的两个孩子是一样的，平均为50%。同卵孪生子则是由同一个

受精卵分离成两部分后发育而来的，因此他们具有相同的遗传物质，其遗传相似程度可以认为是100%。同卵孪生子才是真正的克隆。



同卵孪生子是由同一个受精卵分离成两部分后发育而来的，他们具有相同的遗传物质。



异卵孪生子是两个（或更多个）的卵分别被两个（或更多个）的精子受精产生的不同受精卵分别发育而来的。

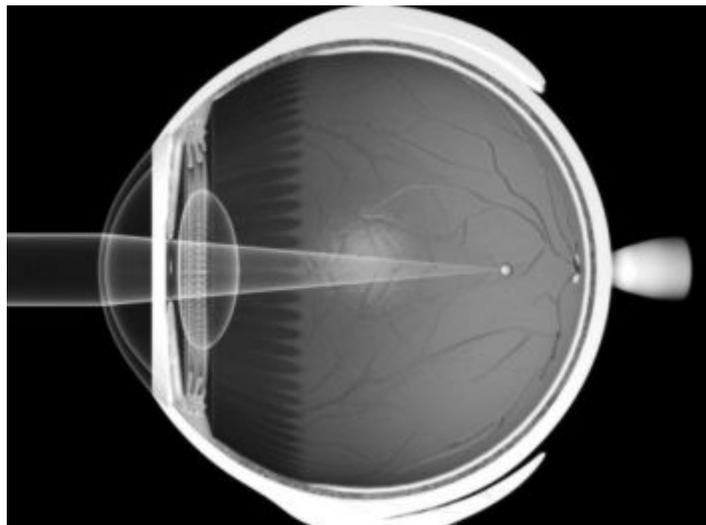
同卵孪生子的外表和许多特征看上去都非常相似，人们马上会想到这是因为他们具有完全一样的基因。但是孪生子的生长环境一般来说也非常相似，我们怎么知道其性状的相似性不是由于相似的环境导致的呢？有些同卵孪生子生下来不久就被分开在不同家庭抚养，也就

是说，他们的生长环境变得不一样了。这时候如果他们还和在同一个家庭抚养的同卵孪生子一样具有相似的性状，就可认为是由于有相同的基因而不是相似的环境引起的。

不过，这个假定并不完全可靠，因为孪生子在被分开抚养之前，至少已有九个月的时间是处于相同的环境中的（母亲的子宫），而且在不同的家庭抚育，并不等于其生长环境就完全不同，其中完全有可能有很相同的环境因素。另外，要找到很多被分开抚养的同卵孪生子加以调查，并非易事。

要克服这个困难，可以采用另外一种研究办法：比较同卵孪生子和异卵孪生子。如果同卵孪生子某种性状的相似程度高于异卵孪生子，那么这高出的部分，就可以认为与基因有关，因为同卵孪生子之间的遗传相似性要比异卵孪生子高出一倍。

因此，通过研究孪生子可以计算出遗传差异与性状差异的相关性。遗传学家把这个数字称为遗传率。如果性状差异是完全由遗传差异引起的，遗传率为1，如果性状差异与遗传差异毫无关系，遗传率为0。通过研究我们知道，人的身高的遗传率大约是0.8，性格的遗传率大约是0.5，近视的遗传率则高达0.9左右。



近视是因为眼球轴长变长，成像不聚焦在视网膜上，而是聚焦在视网膜前方引起的。

这些结果有的是预料之中的，有的却有点匪夷所思。近视的遗传率如此之高，就让人感到意外，因为“生活常识”告诉我们小孩用眼不卫生才导致近视。但是还有其他的证据表明近视与遗传密切相关。例如，父母近视的小孩患近视的比例要比父母不近视的小孩高出4倍，同一地区甚至同一学校的不同族群的近视比例存在显著的差异（一般

以华人或亚裔的比例最高），而且已有多个染色体位点（基因的位置）已被确定与近视有关。

必须注意到，孪生子研究、遗传率计算都有其局限，会受到许多不明因素的影响，未必非常可靠，更非像数字显示的那样精确。但是它能让我们对遗传因素有个初步的概念，为深入的研究打下基础，这至少胜过没有任何科学依据的想当然。

进化的奇迹



我们为什么不长尾巴？

向日葵究竟向不向日？



法学教授刘大生曾寄给我几篇文章，有的是法学文章，也有的是杂文。其中有一组他写于1998年的文章《关于向日葵的陈述及对话》，大意是说经过他自己专门的观察，发现向日葵并不像一般人认为的那样其花盘随着太阳转动；从逻辑上看向向日葵不可能转动，“那么粗硬的东西，怎么好随意转动呢？”所有的工具书只说向日葵转而不说它如何转，说明编撰者们在这个问题上是“囊中羞涩”，“肚里无货”，根本说不出来。但是所有的工具书和教科书都说向日葵是向日的，欺骗了全世界60亿人。他写了一篇《向日葵如何向日？》的文章揭穿这个大骗局，投了几家报刊，都未被接受，只好拿到网上发表，也没有引起反响。他觉得很悲哀，“为了反愚昧、反欺骗、反荒唐”，想在网再次发表，呼吁“向日葵仅仅向东，向日葵并不向日。中小学教师，文学家们，科普作家们，工具书的编撰者们，请你们慎重，不要再愚弄全人类了。”



绽放的向日葵一起朝向东方。

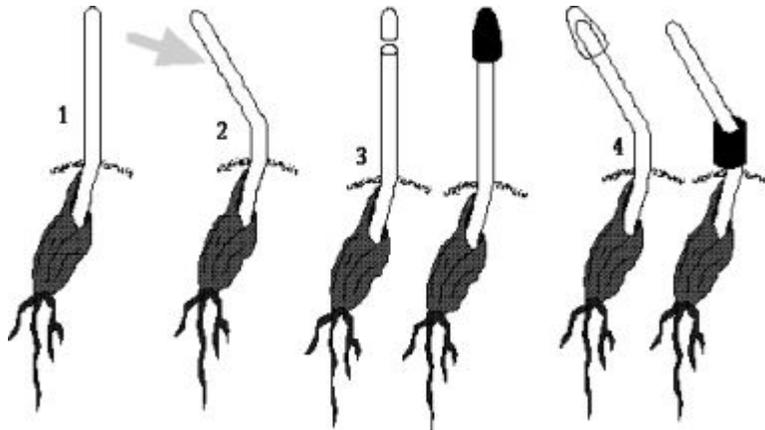
其实只要观察过向日葵的人，都难免有同样的困惑，虽然未必像刘教授那么愤怒。比如作家张抗抗写过一篇散文《向日葵》，她在天山脚下发现一大片背对着太阳的向日葵，在夕阳西下时，“却依然无动于衷，纹丝不动，固执地颌首朝东，只将那一圈圈绿色的蒂盘对着西斜的太阳。”不由发出一连串的疑问：“那众所周知的向阳花儿，莫非竟是一个弥天大谎么？”“究竟是天下的向日葵，根本从来就没有围着太阳旋转的习性，还是这天山脚下的向日葵，忽然改变了它的遗传基因，成为一个叛逆的例外？”“它们一定是一些从异域引进的特殊品种，被天山的雪水滋养，变成了向日葵种群中的异类？”……在我读幼儿园的时候，我家的阳台上曾种过一株向日葵，我也曾奇怪它怎么是一动不动的，没有像儿歌唱的那样“葵花朵朵向太阳”。不过我没有那么多疑问，只把原因归咎于没把向日葵种好。

向日葵原产北美洲，在1510年被西班牙殖民者带回欧洲，万历年间又由传教士传入中国。西方博物学家都注意到向日葵的向日性，明末清初的学者在记载向日葵时，也都特别提及其向日性，1688年出版的《花镜》说得更是详细：“向日葵，一名西番葵。高一二丈，叶大于蜀葵，尖狭多刻缺。六月开花，每秆顶上只一花，黄瓣大心，其形如盘。随太阳回转，如日东升则花朝东，日中天则花直朝上，日西沉则花朝西。”中国原来的葵指的是葵菜，也有向日性，唐宋诗人曾反复吟咏，如杜诗：“葵藿倾太阳，物性固莫夺。”（藿的意思是豆叶）梅尧臣《葵花》诗：“此心生不背朝阳，肯信众草能翳之。”刘克庄诗《葵》：“生长古墙阴，园荒草木深。可曾沾雨露，不改向阳心。”可见自古以来“葵”就与“向阳”紧密联系在一起。我怀疑向日葵的名称由刚传入时的“丈菊”、“西番菊”而改叫“向日葵”、“西番葵”，即与其向日性有关，以致现在说的“葵花”变成专指向日葵，甚至使某些注家误以为唐宋诗人所说的葵花也指向日葵了。



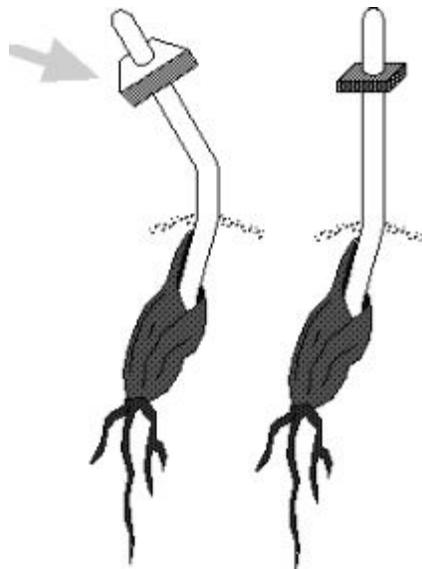
古人说的“葵”指的是葵菜，开白色喇叭花，也有向光性。

那么向日葵究竟向不向日？难道这真是一个几乎愚弄了所有人的大骗局？答案是：要看处于什么生长阶段。像工具书那样笼统地说向日葵“常朝着太阳”，是不准确的，这是引起无数人的误解、张抗抗的疑惑和刘大生的愤怒的原因。向日葵从发芽到花盘盛开之前这一段时间，的确是向日的，其叶子和花盘在白天追随太阳从东转向西，不过并非即时的跟随。植物学家测量过，其花盘的指向落后太阳大约12度，即48分钟。太阳下山后，向日葵的花盘又慢慢往回摆，在大约凌晨3点时，又朝向东方等待太阳升起。但是，花盘一旦盛开后，就不再向日转动，而是固定朝向东方了。刘大生、张抗抗观察的是已盛开的向日葵，所以只看到它们一动不动地面向东方。

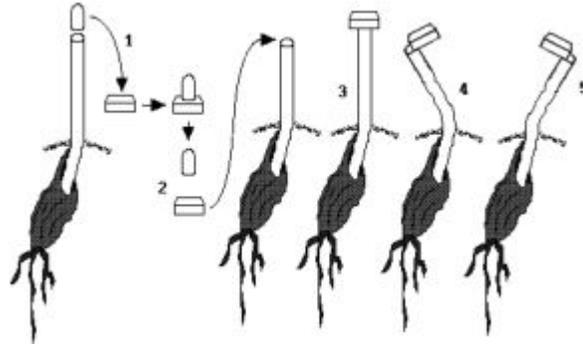


达尔文通过一系列实验证明胚芽鞘的尖端含有导致向光性的信号物质。

绿色植物向日，实际上是为了充分地利用阳光进行光合作用，因此向日性实际上是向光性。古人虽然很早就注意到植物的向日性（至迟在三国时期就已注意到，曹植《求通亲亲表》说：“若葵藿之倾叶，太阳虽不为之回光，然终向之者，诚也。”），但只将之解释为“物性”，用来做比喻，却没有想到要用科学方法研究其奥秘。最早研究植物向光性的是——还会有谁——生物学之父达尔文。他在随贝格尔号环球旅行时，随身带了几只鸟，为了喂养这些鸟，又在船舱中种了一种叫草芦的草。船舱很暗，只有窗户透射进阳光，达尔文注意到，草的幼苗向窗户的方向弯曲、生长。但后来几十年间，达尔文忙着创建进化论，直到晚年，才着手进行一系列实验研究向光性的问题，在1880年出版的《植物的运动力》一书中总结了这些实验结果。达尔文是用草的种子做这些实验的。草的种子发芽时，胚芽外面套着一层胚芽鞘，胚芽鞘首先破土而出，保护胚芽在出土时不受损伤。达尔文发现胚芽鞘是向光性的关键。如果把种子种在黑暗中，它们的胚芽鞘将垂直向上生长。如果让阳光从一侧照射秧苗，胚芽鞘则向阳光的方向弯曲。如果把胚芽鞘尖端切掉，或用不透明的东西盖住，虽然光还能照射胚芽鞘，但胚芽鞘不再向光弯曲。如果是用透明的东西遮盖胚芽鞘，则胚芽鞘向光弯曲，而且，即使用不透光的黑色沙土掩埋胚芽鞘而只留出尖端，被掩埋的胚芽鞘仍然向光弯曲。达尔文推测，在胚芽鞘的尖端分泌一种信号物质，向下输送到会弯曲的部分，是这种信号物质导致了胚芽鞘向光弯曲。



波义森—简森的实验证明信号物质是一种能从上向下扩散的物质。



文特用琼脂分离出了生长素。

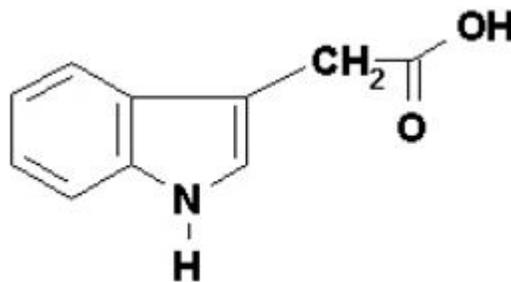


文特用燕麦试验法测定生长素的活性。

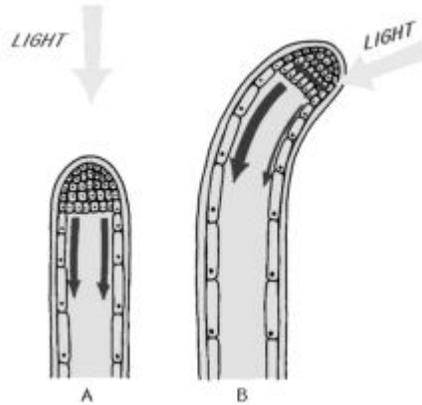
达尔文的发现随后引起了生物学家们浓厚的兴趣。1913年，丹麦生物学家波义森—简森（Peter BoysenJensen）进一步验证了达尔文的推测。他切下胚芽鞘的尖端，在切面上放上一层凝胶，再把尖端放回去，胚芽鞘的向光性保持不变。但是如果中间放的不是凝胶而是不通透的云母片，向光性就消失了。而且，只有把云母片插在切面背光的一面，才会防止向光性，如果是插在向光的一面，则向光性正常。这就表明信号物质是从胚芽鞘尖端传递到胚芽鞘背光的一面，使那里的细胞生长速度要比向光的一面快，导致弯曲。1918年帕尔（A. Paal）证实了波义森—简森的结果。他在黑暗中切下胚芽鞘的尖端，用光照射该尖端后再放回胚芽鞘的切面，但是放的时候偏离中心，放在一侧，他发现胚芽鞘生长时就往另一侧弯曲。1925年索丁（H. Soding）发现，如果把胚芽鞘尖端切掉，则胚芽鞘的生长受抑制，但是如果把切下的胚芽鞘尖端放回去，则胚芽鞘的生长恢复正常，表明胚芽鞘尖端含有刺激细胞生长的信号物质。1926年，一名荷兰研究生文特（Fritz Went）用一个简单的办法分离出了这种信号物质。他切下燕麦胚芽鞘的尖端，把它放在琼脂上放数个小时，然后把琼脂放到胚芽鞘残部，发现琼脂能刺激胚芽鞘的生长，表明有能刺激生长的物质从胚芽鞘尖端渗透到了琼脂中。这种物质后来被称为生长素。两年后，文特发明了一种办法定量地测定生长素的活性。他把渗透了生长素的琼脂放在燕麦胚芽鞘残部的一侧，在黑暗中，燕麦胚芽鞘将向另一侧弯曲。如此在黑暗中生长一个半小时后，测定胚芽鞘的弯曲度，越弯曲，则说明琼脂中含有的生长素活性越强（比如说，用的胚芽鞘尖端越多），这种测定法后来被称为燕麦测试法。文特也发现，是生

生长素的不均匀分布导致植物的向光性。让光从一侧照射胚芽鞘尖端，然后将胚芽鞘尖端切下放在两块琼脂上，在原来背光和向光的一侧各放一块。几个小时后用燕麦测试法分别测定这两块琼脂所含生长素的活性，发现背光的那块几乎是向光的那块的两倍。

那么这种生长素又是什么化学物质呢？可惜的是，胚芽鞘尖端所含的生长素的量实在是太少了，没法将之提取、纯化和测定其化学结构。科学家们只能用从其他来源提取的物质用燕麦测定法测定其生长素活性。1931年，荷兰科学家科格尔（Fritz Kogl）和哈根—史密特（Arie J. Haagen-Smit）首次从人尿中提取出了一种能刺激植物生长的物质，称之为生长素A（即三醇酸）。科格尔后来又从人尿中提取出了几种生长素，其中活性最强的是 β -吲哚乙酸，这种物质实际上早在1885年被从发酵液中提取出来了，只不过人们当时不知道它是一种生长素。 β -吲哚乙酸成了人们所发现的第一种真正的植物生长素，也是最主要的生长素。现在我们在分子水平上对生长素的作用机理有了一定的了解，不过有许多细节仍然搞不清楚。简单地说，是这样的：光（以蓝光最有效，用微弱的蓝光照射一两秒就能引发向光性）照射到芽的尖端，被光受体（某种蛋白质，包括一种被称为趋光蛋白的黄素蛋白）吸收，激发生长素的合成。光同时刺激在向光面和背光面的生长素的合成，但是背光面的生长素合成量要高三倍。在芽尖合成的生长素经由维管组织向下传输，与细胞膜上的蛋白质受体结合，刺激细胞壁拉长。由于背光面的生长素浓度较高，导致背光面的细胞被拉得较长，从而朝着向光面弯曲。生长素还有许多特性，其中一种是：如果含量太高，它将抑制而不是刺激植物的生长。



β -吲哚乙酸化学结构图。



向光性是由于生长素在背光面堆积，刺激那里的细胞伸长产生的。

现在我们再回到向日葵。显然，向日葵的叶子和花盘之所以能朝着太阳转动，不必像刘教授设想的那样“除非在它的脖子上安装一个轴承”。在阳光的照射下，生长素在向日葵背光一面含量升高，刺激背光面细胞拉长，从而慢慢地向太阳转动。在太阳落山后，生长素重新分布，又使向日葵慢慢地转回起始位置，也就是东方。

在花盘盛开后，向日葵也停止了生长，而把花盘固定朝向东方。为什么最后要面向东方而不是其他方向或朝上呢？这可能是自然选择的结果，对向日葵的繁衍有益处。向日葵的花粉怕高温，如果温度高于 30°C ，就会被灼伤，因此固定朝向东方，可以避免正午阳光的直射，减少辐射量。但是，花盘一大早就受阳光照射，却有助于烘干在夜晚时凝聚的露水，减少受霉菌侵袭的可能性，而且在寒冷的早晨，在阳光的照射下使向日葵的花盘成了温暖的小窝，能吸引昆虫在那里停留帮助传粉。

通过以上的介绍，我想已足以消除刘大生、张抗抗以及某些观察过向日葵的大人、小孩的困惑了。他们不轻信常识，能够自己做观察验证，敢于挑战权威，这是难能可贵的。可惜的是他们的观察既不系统也不细致，又没能查阅足够的专业资料，因此疑惑不解，甚至匆忙地得出了受骗的结论。在科学问题上，仅有探索、怀疑精神是不够的。当然，一些辞书、科普文章不严谨的甚至错误的说法也要负一定的责任，应该做出相应的修改。

我们为什么不长尾巴？



“用进废退”是一个相当直观的现象。不是吗？经常锻炼的人肌肉发达，久卧病床的人肌肉萎缩。问题是，这后天获得的性状能不能遗传给下一代？尽管现代生物学发现了基因型和表现型的区分，已一再证明不能改变基因的后天获得性无法遗传，但许多人仍然天真地相信“用进废退”是遗传、进化的一个机理。以前就有人问我，如果“用进废退”是错误的，为什么生活在黑暗溶洞中的鱼的眼睛退化？又有人问，人的尾巴为什么消失了？难道不是因为尾巴对我们没用，我们不用它而导致的吗？

人类和猿类都是没有尾巴的，但是他们的祖先猴子却是有尾巴的。尾巴从有到无，是一种退化现象。如何解释退化现象，曾经让达尔文颇为苦恼。他提出了两个机理：一是由于不使用或者说“废退”，二是由于自然选择。



法国动物学家拉马克在1809年出版的《动物哲学》一书中首次系统地表述了生物进化的观念。他认为“用进废退”是生物进化的机制。

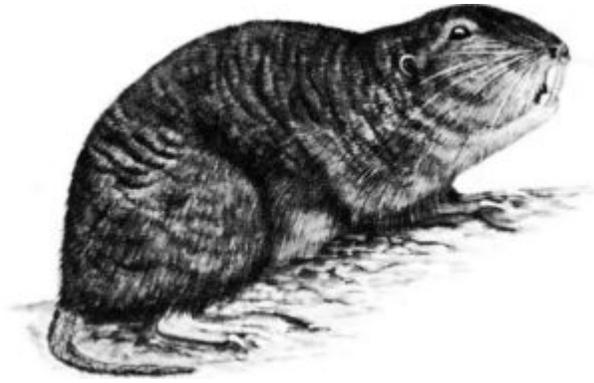
我们从现代进化论的角度来看看达尔文提出的这两个机理。“用进废退”应该拆开来看：“用进”，即认为动物频繁地使用某个器

官，就能导致这个器官在后代中变得越来越发达，这是用后天获得性遗传解释适应环境的进化，是与现代进化论相冲突的。但是“废退”却未必跟现代进化论相冲突。在现代进化论看来，“废退”其实是在自然选择不起作用之后，有害突变累积的结果。以尾巴的消失为例，与尾巴有关的基因从长远地看总是会发生突变的，而绝大部分突变都是有害的。在尾巴具有功能的时候，自然选择就会把有害的突变淘汰掉，避免它们累积下来。但是一旦尾巴失去了功能，它是发达还是退化都对个体的生存、繁衍没有影响，自然选择就不再去管，有害的突变得以保留、累积，尾巴也就越来越小、越短，直至消失。

如果尾巴的消失是由于自然选择引起的呢？那是因为没有尾巴要比有尾巴更有生存优势。但是，仅仅这么说是毫无意义的，如果以“生存优势”一语来解释一切，自然选择倒真的成了同义反复了。关键是要找出究竟有什么样的“优势”。尾巴也是由骨肉组成的，也会受伤、流血。在尾巴有功能的时候，受伤、流血只好忍受。但一旦尾巴成了可有可无的累赘，它会受伤、流血就成了一种生存劣势了。更重要的是，组成尾巴的细胞要新陈代谢，需要有营养供应；拖着尾巴走路，也要消耗额外的能量。如果能省下这些给无用尾巴的营养、能量，分给更重要的器官，比如说大脑，岂不是更好？因此，在这种情况下，自然选择就有利于无尾巴的，而要淘汰掉有尾巴的。

这两种机理哪种正确呢？达尔文本人举棋不定，认为两种都有可能。在《物种起源》一书中，有一节是讨论退化现象的。达尔文以几种动物为例，其中一个讲的是鼯鼠眼睛的退化：

“鼯鼠和某些穴居的啮齿类动物的眼睛的大小只剩下了残迹，并且有的眼睛完全被皮和毛所遮盖。这种眼睛的状态很可能是由于不使用而渐渐缩小的缘故，不过恐怕也有自然选择的帮助。南美洲有一种穴居的啮齿动物，叫做吐科吐科或栉鼠（*Ctenomys*），它甚至比鼯鼠更有深入地下的习性；一位常捉到它们的西班牙人向我保证，它们的眼睛常常是瞎的。我养过的一只，它的眼睛的确是这种情形，解剖后才知道是由于瞬膜发炎。由于眼睛经常发炎对于任何动物必定是有损害的，并且由于眼睛对于具有地下生活习性的动物肯定不是必要的，它们的形状缩小，上下眼睑粘连，而且有毛覆盖上面，在这种情况下可能是有利的；倘若如此，自然选择就会有助于不使用的效果。”



在南美洲地下生活的栉鼠虽然长着眼睛，但是经常是瞎的。

达尔文在这里显然认为“废退”是主要的，自然选择只是起了辅助作用。但是如果自然选择起作用，我们就没必要再考虑别的机理了，因为自然选择是非常有威力的，可以逐渐地使生物结构发生改变。眼睛退化对地下动物来说，究竟有多大的优势呢？达尔文只考虑到了眼睛发炎，其实还有另一个明显的优势他未提到：眼睛是很脆弱的、容易受伤的器官，而且一旦受伤，往往是致命的。在地下钻来钻去，特别是像鼯鼠那样把头当成推土机挖隧道，眼睛更容易受到伤害，那么，让已经不发挥作用的眼睛退役，就是一种很明智的选择。



这种生活在美国黑暗的石灰石洞穴淡水中的穴鱼（*Amblyopsis rosae*）眼睛已完全退化了。

近来的研究发现，鼯鼠的眼睛退化，还有别的优势，有助于我们理解那些不像眼睛这么脆弱的器官的退化。这项研究是以生活在中东地区的一种盲鼯鼠（*Spalax ehrenbergi*）作为研究对象的。这种盲鼯鼠看上去像是一条毛茸茸的香肠，它的头部除了嘴巴有开口，露出尖锐的、用来挖土和咬食树根的牙齿，就再也没有任何开口了。它是完全失明的，如果用强光照射它，它也不会有任何反应，甚至连脑电波也不起变化。但是如果你在它的旁边鼓一下掌，它的脑电波就会起变化。它虽然目不能视物，却能感到振动。事实上，振动是它们相互通信的方式。盲鼯鼠在一年的大部分时间内都是独居的，它们用头撞撞窝顶，振动传了开去，其他盲鼯鼠感觉到了，也用头撞撞窝顶，就这么长长短短用一种电报式密码互相通信。如果你在它的窝上方的地面上跺跺脚，它可能也会撞撞窝顶答复。在交配的季节，盲鼯鼠就靠“电报”求爱，雄鼯鼠循声挖洞追踪，运气好的话就挖到了雌鼯鼠的闺房，交配之后就离开；运气不好的话钻进了别的雄鼯鼠的老窝，就难免有一场厮杀。



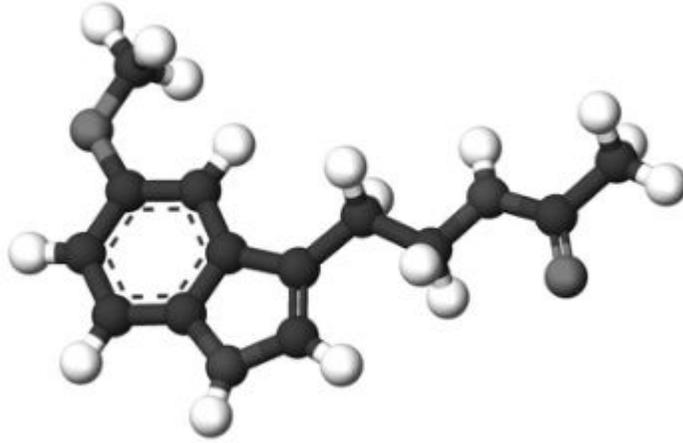
生活在中东地区的一种盲鼯鼠。

盲鼯鼠的眼睛其实并没有完全消失。如果我们解剖它的头部，会发现在毛和皮肤之下，一对腺体包着的小眼睛，直径只有0.7毫米，体积只有同等大小的小鼠的眼睛的1%。这对眼睛没有瞳孔，晶状体也已萎缩，是无法成像的。但是它们还有视网膜，膜上有锥细胞，里面有能够感光的视蛋白，数量只有小鼠的4%。那么盲鼯鼠的眼睛为什么没

有完全消失，这么一对藏在皮肤底下的小眼睛有什么用呢？由于里面还有视蛋白，还能感受到白天和黑夜的不同——即使是在皮肤底下，也还是能感光的，就像你闭上了眼睛，也还能感到是光明还是黑暗，所以有的人开着灯睡不着觉。盲鼹鼠也是这样，当它们把土推出洞外时，它们皮下的小眼睛也能感到外面是白昼还是黑夜。它们的眼睛中有褪黑素，根据光周期调节鼹鼠的活动。实验证明的确如此。如果在实验室中我们通过改变光亮颠倒白天和黑夜，盲鼹鼠的活动也随着改变。如果让光明时间变短，黑暗时间变长，模拟冬天的到来，盲鼹鼠的体内代谢也随之改变，准备抵抗寒冬了。如果我们把盲鼹鼠的眼睛摘除，它的这些光周期反应就都消失了。



盲鼹鼠是完全失明的。



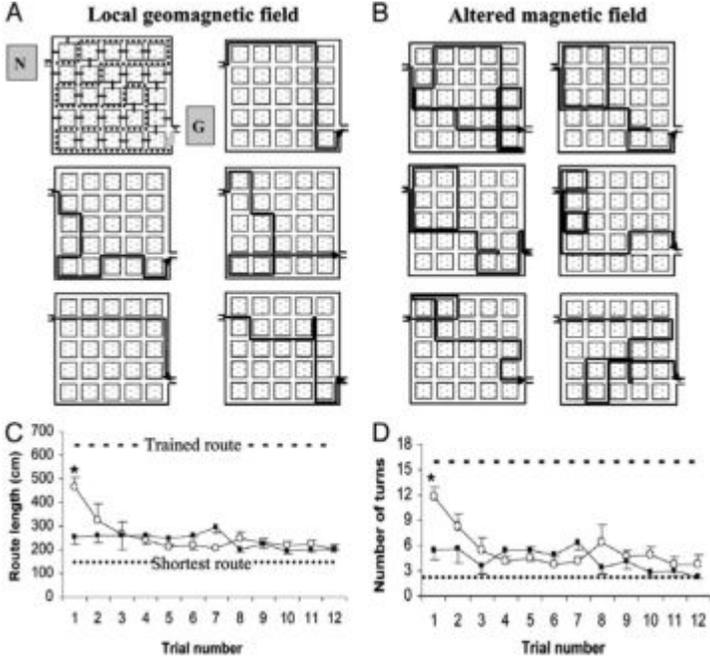
褪黑素是一种能调节睡眠周期的激素，它的分泌量和光的强弱有关。

相应地，盲鼯鼠的大脑皮层功能也发生了改变。它控制感觉漫射光和光周期的皮层区和小鼠的一样大小，但是控制视觉成像的皮层区则几乎消失了。大脑是一个很“昂贵”的器官，虽然只占盲鼯鼠体重的1.3%，却消耗了它吸收的氧气和葡萄糖的20%。控制成像的皮层占整个大脑的10%，平均来说占了盲鼯鼠能量分配的2%（实际上这部分皮层的能量消耗在大脑皮层中是最高的，并不止2%）。视网膜也是一种“昂贵”的器官，它的氧气消耗是身体平均水平的100倍。因此，让视觉退化，可以省下超过2%的能量。地下是一个异常缺氧的环境，那里既没有风可以冷却身体，潮湿的土壤也使流出的汗不容易散发掉，因此盲鼯鼠总是尽量使能量的消耗越低越好（它们的基础代谢率明显比地上的动物低），能省下2%的能量消耗是一个很大的优势，可以将之用于更有价值的活动，比如挖洞寻找食物，哺乳后代等等。就像一个穷人，恨不得把一分钱掰成两半花，如果能把一年的工资省下2%，就可以备一时之需了。

盲鼯鼠大脑皮层中控制视觉成像的部分虽然消失了，但并不是被当成废物空在那里，事实上，它被改为用来控制触觉，因此盲鼯鼠用于控制触觉的皮层区域，几乎是小鼠的两倍。触觉对盲鼯鼠来说是非常重要的，前面已说过，它们主要是通过感触振动互相通信的。当它们在黑暗的地底下挖掘隧道时，也靠触觉的指引。它们也需要很好的听觉接收别的盲鼯鼠发来的“电报”，需要很好的嗅觉寻找植物的根和闻其他盲鼯鼠的尿判断敌友。它也有非常好的磁场导向感觉，在迷宫般的隧道中不会迷路，借此躲过蛇的追捕。所有这些感觉都要在大脑皮层中占据一定的位置，那么，抛弃原本多达10%的视觉皮层，改造成别的感觉皮层，就是一种很好的节省策略。

由此可见，身体某个部位的退化，包括尾巴的消失，的确是有可能用于“补脑”的。在这里，起作用的，还是自然选择。自然选择不

仅能够创造新器官，也能改造、摧毁旧器官。

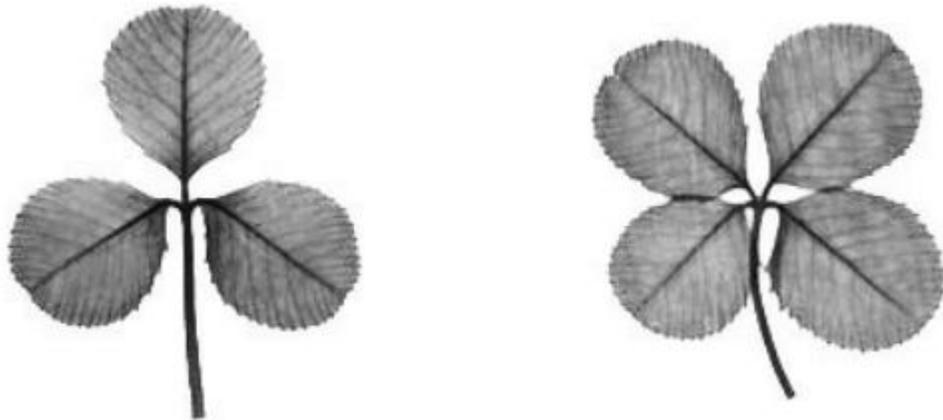


实验证明，盲鼯鼠有非常好的磁场导向感觉，在迷宫中不会迷路。（Kimchi, T. et al, PNAS 101, 1105）

植物中的神秘数字



扑克牌上的“梅花”并非梅花，甚至不是花，而是三叶草。在西方历史上，三叶草是一种很有象征意义的植物，据说第一叶代表希望，第二叶代表信心，第三叶代表爱情，而如果你找到了四叶的三叶草，就会交上好运，找到了幸福。在野外寻找四叶的三叶草，是西方儿童的一种游戏，不过很难找到，据估计，每一万株三叶草，才会出现一株四叶的突变型。



三叶和四叶的三叶草。

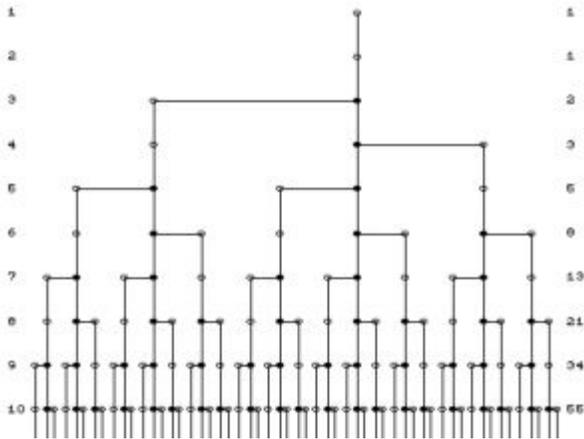
在中国，梅花有着类似的象征意义。民间传说梅花五瓣代表着五福。民国把梅花定为国花，声称梅花五瓣象征五族共和，具有敦五伦、重五常、敷五教的意义。但是梅花有五枚花瓣并非独特，事实上，花最常见的花瓣数目就是五枚，例如与梅同属蔷薇科的其他物种，像桃、李、樱花、杏、苹果、梨等就都开五瓣花。常见的花瓣数还有：3枚，鸢尾花、百合花（看上去6枚，实际上是两套3枚）；8枚，飞燕草；13枚，瓜叶菊；向日葵的花瓣有的是21枚，有的是34枚；雏菊的花瓣的是34、55或89枚。而其他数目花瓣的花则很少。为什么花瓣数目不是随机分布的？3，5，8，13，21，34，55，89……这些数目有什么特殊吗？

有的，它们是斐波纳契数。斐波纳契（1170—1240）是中世纪意大利数学家，他不是数花瓣数目，而是在解一道关于兔子繁殖的问题时，得出了这个数列。假定你有一雄一雌一对刚出生的兔子，它们

在长到一个月大小时开始交配，在第二个月结束时，雌兔子产下另一对兔子，过了一个月后它们也开始繁殖，如此这般持续下去。每只雌兔在开始繁殖时每月都产下一对兔子，假定没有兔子死亡，在一年后总共会有多少对兔子？



意大利数学家斐波纳契（1170—1240）。

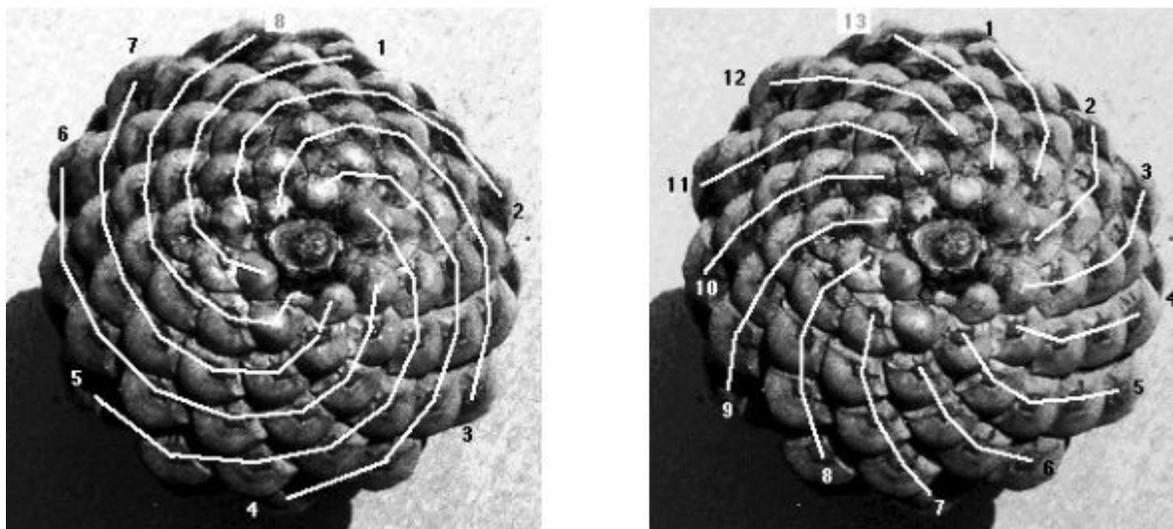


斐波纳契兔子家谱。

在一月底，最初的一对兔子交配，但是还只有1对兔子；在二月底，雌兔产下一对兔子，共有2对兔子；在三月底，最老的雌兔产下第二对兔子，共有3对兔子；在四月底，最老的雌兔产下第三对兔子，两个月前生的雌兔产下1对兔子，共有5对兔子……如此这般计算下去，兔子对数分别是：1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144

……看出规律了吗？从第3个数目开始，每个数目都是前面两个数目之和。

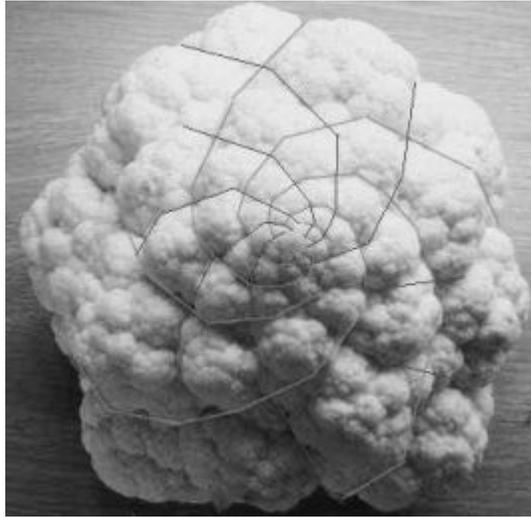
植物似乎对斐波纳契数着了迷。不仅花，还有叶、枝条、果实、种子等形态特征，都可发现斐波纳契数。叶序是指叶子在茎上的排列方式，最常见的是互生叶序，即在每个节上只生1叶，交互而生。任意取一片叶子作为起点，向上用线连接各个叶子的着生点，可以发现这是一条螺旋线，盘旋而上，直到上方另一片叶子的着生点恰好与起点叶的着生点重合，作为终点。从起点叶到终点叶之间的螺旋线绕茎周数，称为叶序周。不同种植物的叶序周可能不同，之间的叶数也可能不同。例如榆，叶序周为1（即绕茎1周），有2叶；桑，叶序周为1，有3叶；桃，叶序周为2，有5叶；梨，叶序周为3，有8叶；杏，叶序周为5，有13叶；松，叶序周为8，有21叶……用公式表示（绕茎的周数为分子，叶数为分母），分别为 $1/2$ ， $1/3$ ， $2/5$ ， $3/8$ ， $5/13$ ， $8/21$ ……这些是最常见的叶序公式，据估计大约有90%植物属于这类叶序，而它们全都是由斐波纳契数组成的。



松果上的鳞片排列成两组螺旋线，顺时针8条，逆时针13条。

你如果观察向日葵的花盘，会发现其种子排列组成了两组相嵌在一起的螺旋线，一组是顺时针方向，一组是逆时针方向。再数数这些螺旋线的数目，虽然不同品种的向日葵会有所不同，但是这两组螺旋线的数目一般是34和55、55和89或89和144，其中前一个数字是顺时针线数，后一个数字是逆时针线数，而每组数字都是斐波纳契数列中相邻的两个数。再看看菠萝、松果上的鳞片排列，虽然不像向日葵花盘那么复杂，也存在类似的两组螺旋线，其数目通常是8和13。有时候这种螺旋线不是那么明显，需要仔细观察才会注意到，例如花菜。如果

你拿一棵花菜认真研究一下，会发现花菜上的小花排列也形成了两组螺旋线，再数数螺旋线的数目，是不是也是相邻的两个斐波纳契数，例如顺时针5条，逆时针8条？掰一朵小花下来再仔细观察，它实际上是由更小的花组成的，而且也排列成了两条螺旋线，其数目也是相邻的两个斐波纳契数。



花菜上的小花排列形成了两组螺旋线，顺时针5条，逆时针8条。

为什么植物如此偏爱斐波纳契数？这和另一个更古老的、早在古希腊就被人们注意到甚至去崇拜它的另外一个“神秘”数字有关。假定有一个数 ϕ ，它有如下有趣的数学关系：

$$\phi^2 - \phi - 1 = 0$$

即：

$$\phi^2 - \phi - 1 = 0$$

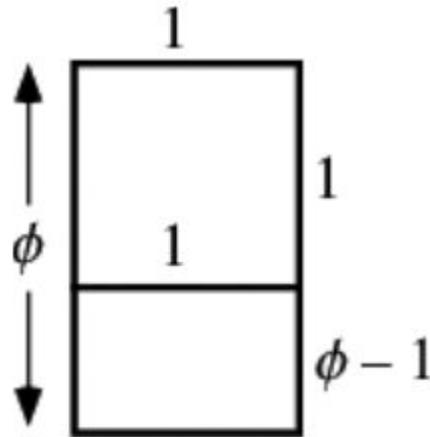
解这个方程，有两个解：

$$(1 + \sqrt{5}) / 2 = 1.6180339887\cdots$$

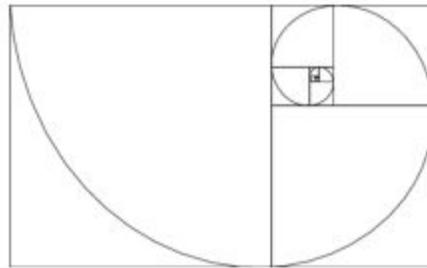
$$(1 - \sqrt{5}) / 2 = -0.6180339887\cdots$$

注意这两个数的小数部分是完全相同的。正数解

(1.6180339887……) 被称为黄金数或黄金比率，通常用 ϕ 表示。这是一个无理数（小数无限不循环，没法用分数来表示），而且是最无理的无理数。同样是无理数，圆周率 π 用 $22/7$ ，自然常数 e 用 $19/7$ ， $\sqrt{2}$ 用 $7/5$ 就可以很精确地近似表示出来，而 ϕ 则不可能用分母为个位数的分数做精确的有理近似。



黄金矩形。



对数曲线。

黄金数有一些奇妙的数学性质。它的倒数恰好等于它的小数部分，也即 $1/\phi = \phi - 1$ ，有时这个倒数也被称为黄金数、黄金比率。如果把一条直线AB用C点分割，让 $AB/AC = AC/CB$ ，那么这个比等于黄金数，C点被称为黄金分割点。如果一个等腰三角形的顶角是36度，那么它的腰与底线的比等于黄金数，这样的三角形称为黄金三角形。如果一个矩形的长宽比是黄金数，那么从这个矩形切割掉一个边长为其宽的正方形，剩下的小矩形的长宽比还是黄金数。这样的矩形称为黄金矩形，它可以用上述的方法无限切割下去，得到一个个越来越小的黄金矩形，而如果把这些黄金矩形的对角用弧线连接起来，则形成了一个对数曲线。常见的报纸、杂志、书、纸张、身份证、信用卡的形状都接近黄金矩形，据说这种形状让人看上去很舒服。的确，在我们的生活中，黄金数无处不在，建筑、艺术品、日常用品在设计上都喜欢用到它，因为它让我们感到美与和谐。

那么黄金数究竟和斐波纳契数有什么关系呢？根据上面的方程：

$$\phi^2 - \phi - 1 = 0, \text{ 可得:}$$

$$\phi = 1 + 1/\phi$$

$$= 1 + 1/(1 + 1/\phi)$$

=

$$= 1 + 1 / (1 + 1 / (1 + 1 / (1 + \dots)))$$

根据上面的公式，你可以用计算器如此计算 ϕ ：输入1，取倒数，加1，和取倒数，加1，和取倒数……你会发现总和越来越接近 ϕ 。让我们用分数和小数来表示上面的逼近步骤：

$$\phi \approx 1$$

$$\phi \approx 1 + 1/1 = 2/1 = 2$$

$$\phi \approx 1 + 1/(1 + 1/1) = 3/2 = 1.5$$

$$\phi \approx 1 + 1/(1 + 1/(1 + 1)) = 5/3 = 1.666667$$

$$\phi \approx 1 + 1/(1 + 1/(1 + (1 + 1))) = 8/5 = 1.6$$

$$\phi \approx 1 + 1/(1 + 1/(1 + (1 + (1 + 1)))) = 13/8 = 1.625$$

$$\phi \approx 1 + 1/(1 + 1/(1 + (1 + (1 + (1 + 1))))) = 21/13 = 1.615385$$

$$\phi \approx 1 + 1/(1 + 1/(1 + (1 + (1 + (1 + (1 + 1))))) = 34/21 =$$

1.619048

$$\phi \approx 1 + 1/(1 + 1/(1 + (1 + (1 + (1 + (1 + (1 + 1))))) = 55/34 =$$

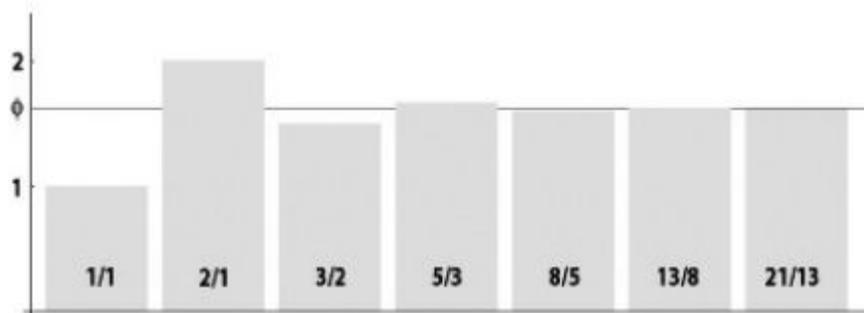
1.617647

$$\phi \approx 1 + 1/(1 + 1/(1 + (1 + (1 + (1 + (1 + (1 + (1 + 1))))) =$$

89/55 = 1.618182

.....

发现了没有？以上分数的分子、分母都是相邻的斐波纳契数。原来相邻两个斐波纳契数的比近似等于 ϕ ，数目越大，则越接近，当无穷大时，其比就等于 ϕ 。斐波纳契数与黄金数是密切联系在一起的。植物喜爱斐波纳契数，实际上是喜爱黄金数。这是为什么呢？莫非冥冥之中有什么安排，是上帝想让世界充满了美与和谐？



相邻两个斐波纳契数的比近似等于黄金数 ϕ ，数目越大，则越接近。

植物的枝条、叶子和花瓣有相同的起源，都是从茎尖的分生组织依次出芽、分化而来的。新芽生长的方向与前面一个芽的方向不同，旋转了一个固定的角度。如果要充分地利用生长空间，新芽的生长方向应该与旧芽离得尽可能的远。那么这个最佳角度是多少呢？我们可

以把这个角度写成 $360^\circ \times n$ ，其中 $0 < n < 1$ ，由于左右各有一个角度是一样的（只是旋转的方向不同），例如 $n=0.4$ 和 $n=0.6$ 实际上结果相同，因此我们只需考虑 $0.5 \leq n < 1$ 的情况。如果新芽要与前一个旧芽离得尽量远，应长到其对侧，即 $n=0.5=1/2$ ，但是这样的话第2个新芽与旧芽同方向，第3个新芽与第1个新芽同方向……也就是说，仅绕1周就出现了重叠，而且总共只有两个生长方向，中间的空间都浪费了。如果 $0.6=3/5$ 呢？绕3周就出现重叠，而且总共也只有5个方向。事实上，如果 n 是个真分数 p/q ，则意味着绕 p 周就出现重叠，共有 q 个生长方向。

显然，如果 n 是没法用分数表示的无理数，就会“有理”得多。选什么样的无理数呢？圆周率 π 、自然常数 e 和 $\sqrt{2}$ 都不是很好的选择，因为它们的小数部分分别与 $1/7$ 、 $5/7$ 和 $2/5$ 非常接近，也就是分别绕1、5和2周就出现重叠，分别总共只有7、7和5个方向。所以结论是，越是无理的无理数越好，越“有理”。我们在前面已经提到，最无理的无理数，就是黄金数 $\phi \approx 1.618$ 。也就是说， n 的最佳值 ≈ 0.618 ，即新芽的最佳旋转角度大约是 $360^\circ \times 0.618 \approx 222.5^\circ$ 或 137.5° 。

前面已提到，最常见的叶序为 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $2/5$ 、 $3/8$ 、 $5/13$ 和 $8/21$ ，表示的是相邻两叶所成的角度（称为开度），如果我们要把它们换算成 n （表示每片叶子最多绕多少周），只需用1减去开度，为 $1/2$ 、 $2/3$ 、 $3/5$ 、 $5/8$ 、 $8/13$ 、 $13/21$ 。它们是相邻两个斐波纳契数的比值，不同程度地逼近 $1/\phi$ 。在这种情形下，植物的芽可以有最多的生长方向，占有尽可能多的空间。对叶子来说，意味着尽可能多地获取阳光进行光合作用，或承接尽可能多的雨水灌溉根部；对花来说，意味着尽可能地展示自己吸引昆虫来传粉；而对种子来说，则意味着尽可能密集地排列起来。这一切，对植物的生长、繁殖都是大有好处的。可见，植物之所以偏爱斐波纳契数，乃是在适者生存的自然选择作用下进化的结果，并不神秘。

达尔文的美丽错误



批评达尔文犯了如此这般的错误，以显得自己比达尔文高明，这在现在几乎成了时髦。这类批评大都基于对达尔文进化论的一知半解或有意歪曲，有的甚至连达尔文的代表作都未必通读过就信口开河，只不过暴露了批评者本人的低劣，不足挂齿。用现在的科学知识来衡量，写于一百多年前的达尔文著作虽然总体上仍然是正确的，但是在细节上不可避免地充满了事实和理论错误。我们没有必要对之津津乐道。

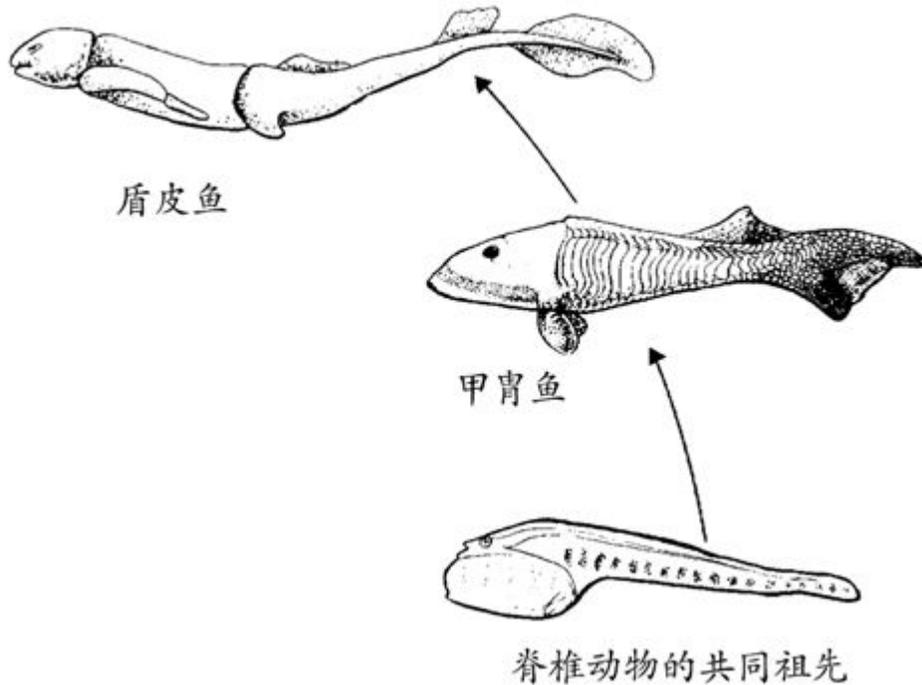
但是有的错误在今天仍然具有启发意义。美国著名古生物学家斯蒂芬·杰·古尔德（Stephen Jay Gould, 1941—2002）生前很喜欢指出达尔文在论述陆地脊椎动物的肺和鱼鳔的关系时，犯了错误。达尔文在《物种起源》的所有版本中，都充满自信地提及肺是从鱼鳔进化而来的。在最后一个版本中他如此写道：



美国著名古生物学家古尔德也是一位优秀的作家，出版了不少普及进化论的著作。许多美国生物学家都声称是因为小时候读了古尔德的文章才对生物学发生了兴趣。

“鱼鳔是个很好的例证，因为它清楚地向我们显示了这个高度重要的事实：一个原先是为了一种目的——即漂浮——而构成的器官，可以被转变成有着极为不同的目的——即呼吸——的器官。在某些鱼类中，鳔也作为听觉辅助器官。所有的生理学家都承认，鳔的位置和构造与高等脊椎动物的肺是同源的，或‘理念上相似的’：因此没有理由怀疑，鳔实际上被转变成了肺，一个专门用于呼吸的器官。根据这个观点，我们可以推论出，所有具有真正的肺的脊椎动物都是古代一种具有漂浮器即鳔的未知原型一代代传下来的。”

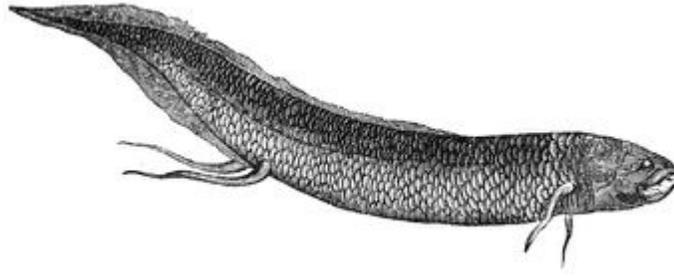
古尔德每次在课堂上举出这个例子时，都让学生们困惑不解：达尔文哪里错了？肺和鳔是同源器官，表明它们之间有共同的起源，错了吗？没错。陆地脊椎动物是从鱼类进化来的，错了吗？也没错。那么，陆地脊椎动物的肺是从鱼鳔进化来的，错了吗？错了，鱼鳔是从肺进化来的！



鱼类的进化。脊椎动物的共同祖先进化成了无颌的甲冑鱼，后者进化成了有颌的盾皮鱼。

我们现在知道，最早的水生脊椎动物就有肺，它们用两种方式呼吸：用鳃从海水中吸取氧和浮到水面上吞咽空气用肺呼吸。至今还有某些现代鱼类，例如肺鱼，保留着肺，用类似的方式呼吸。鲨鱼完全丧失了肺，而硬骨鱼类（包括今天的大部分鱼）的肺则进化成了用于漂浮的鳔。

在读到古尔德的指正之前，我已多次读过《物种起源》的有关段落，但是从来没有意识到达尔文在此犯了错误。在古尔德亮出答案之前，我也和他的学生们一样迷惑。达尔文所犯下的，是一个人人都会犯的先入为主的错误。我们知道“高等动物”必然由“低等动物”进化而来，因此在没有足够的证据之前，很容易就认定“高等动物”的某个器官必定是由“低等动物”的相似器官进化而来。我们常常忘了，“低等动物”本身也一直在进化。硬骨鱼类是在陆地脊椎动物甚至是在哺乳动物已经进化出来之后，才从其他鱼类进化出来的。也就是说，鳔的出现要比肺晚得多。



用肺呼吸的鱼——肺鱼。

但是，达尔文虽然在细节上搞错了，在总体上仍然正确：一个原先是为了一种目的而构成的器官，的确可以被转变成有着极为不同的目的的器官。他只需要把肺—鳔的进化顺序颠倒一下即可用来作为例证。甚至鱼鳔本身也仍然是达尔文的观点的很好例证。鱼鳔作为漂浮器官进化出来之后，又进化出了其他的功能。除了达尔文已经提到的作为听觉辅助器官的功能之外，某些鱼类还能把它当成发音器官使用：例如鲱鱼通过挤出鳔里的气体发出尖叫。但是最有趣的是，某些生活在沼泽地中的鱼类能吞咽空气，用鳔辅助呼吸：鳔又进化成了肺！

达尔文犯下的这个错误，不仅是可原谅的，而且是美丽的，因为对它的研究加深了我们对生物进化的理解。

我们曾经都是鱼



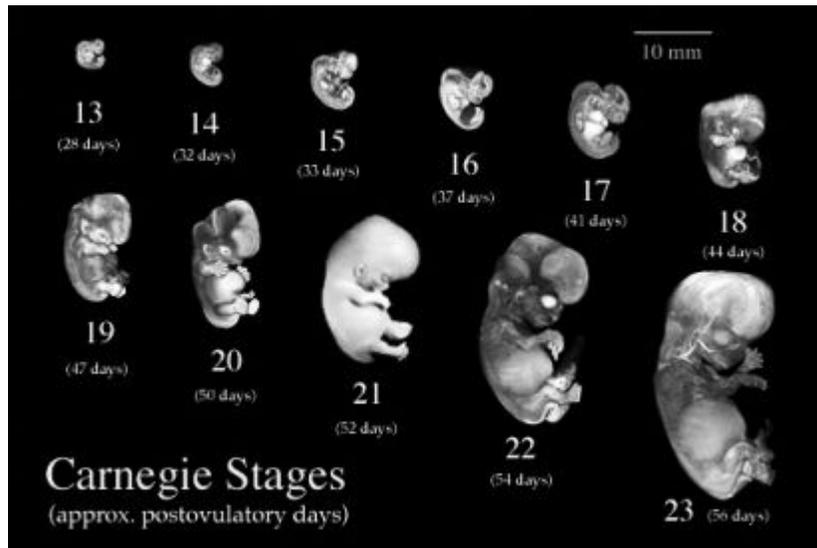
我曾经到电视台录制一个访谈节目，讨论国内新翻译出版的反进化论著作《进化论的圣像》。主持人拿起一本中学生物课本说：“以前的中学生物课本告诉我们，不同动物的早期胚胎非常相似，这是生物进化的重要证据。但是后来科学家们发现，这个证据是19世纪末德国生物学家海格尔伪造出来的，所以现在国内中学生物课本已经把有关内容都删掉了。”

听了这席话，我吃了一惊。早在2000年4月，一个被打扮成“著名生物学家”的传教士、美籍华人钱锺博士曾发表过一篇攻击进化论的宣传文章，把人与鱼的胚胎比较称为“生物学历史上最大的骗局”，并自述1999年暑期在中国曾接受北京某出版社副总编的专访，他建议在中学课本中删除有关内容，据称“这项更正正在两年内可能完成。若果真如此，中国在教材上的改进要跑在英、美的前面”。我当时曾撰写了几篇文章在网上和报刊上驳斥钱锺的谬论，没想到还是没有作用，中国教材对反进化论谬论的接受，果然“跑在英、美的前面”。

中学教材的编辑如果不轻信神创论者的谣言，去咨询一下胚胎学家、发育生物学家或动物学家，就会知道人与鱼在胚胎发育的早期存在相似性，是一个被无数人观察到的事实，并非某个人的捏造。最早注意到这一事实的是19世纪德国解剖学家马丁·拉斯克（Martin H. Rathke, 1793—1860）。他在19世纪20年代发现在鸟类和哺乳类的胚胎的早期都出现了鳃裂，很显然，它们在胚胎发育时经过了类似鱼的阶段。稍后，麦克尔（J. F. Meckel, 1781—1833）归纳出了一条定律：高等动物的胚胎在发育过程中，基本上逐步经过类似低等动物的阶段。实验胚胎学的创始人冯·贝尔（Karl Ernst von Baer, 1792—1876）也注意到动物胚胎发育的相似性，提出了四条后来被称为“冯·贝尔定律”的胚胎发育法则。

达尔文在1859年出版的《物种起源》中详细分析了动物胚胎发育的相似性，指出这是反对神创论的最有力的证据。他质问道，如果生物是神创的，应该让受精卵以最直接的方式发育成成体，何必让整个胚胎发育过程如此迂回曲折？为什么陆栖的脊椎动物的胚胎发育要经过鳃弓阶段？为什么须鲸的胚胎有牙齿？为什么高等脊椎动物的胚胎

有脊索？唯一合理的解释，就是这些奇怪的形态是它们的祖先的遗产：“胚胎结构相同透露了祖先相同。”



人类胚胎从受孕28天到56天的发育过程。

而要再过7年（1866年），海格尔（Ernst Haeckel, 1834—1919）才发表其研究动物胚胎发育的著作。为了证明他提出的“生物重演律”（胚胎发育重演了物种进化的过程），他在绘制胚胎比较图时做了偏离事实的加工，过分强调其相似性。



33天大的人类胚胎在许多方面都很像鱼。



54天大的人类胚胎的某些形态与哺乳动物的祖先相似。

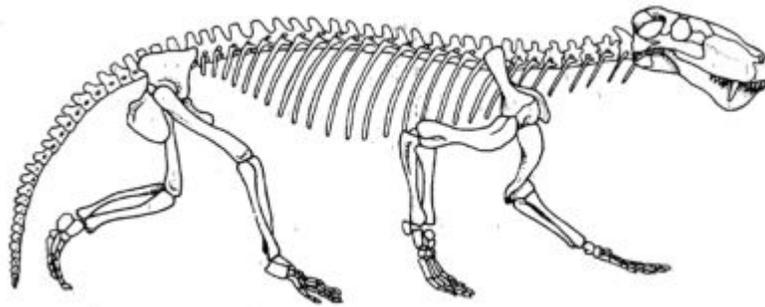
然而，虽然海格尔绘制的插图有错，他的生物重演律也不成立，胚胎发育并非在严格地重演进化过程，但是胚胎在发育过程中重演祖先的某些特征，却是不争的事实，也是生物进化的富有说服力的直观证据。如果现在的课本还在用海格尔的插图，那当然不妥，但是因为图有错就把相关内容全都删除，那是典型的因噎废食。正常的做法应该就是用正确的插图或实物照片取代。

人的胚胎发育早期的确有过一个类似鱼的阶段，不仅外形像鱼，长出鳃裂，而且内脏也像鱼，例如这时候的心脏像鱼的心脏一样只有两腔。之后，心房被一系列复杂隔片从上部分成了两腔，然后心室再被一个从下部长出的隔片分成了两腔。这个心脏发育的过程，就像是重演了心脏的进化过程：从一心房一心室的鱼类心脏，变成两心房一心室的两栖类心脏，再变成两心房和分隔不完全的两心室的爬行类心脏，最后才是两心房两心室的哺乳类心脏。

在某些方面，人的胚胎发育过程与我们从古生物化石了解到的进化过程有着惊人的相似之处。33天大的人类胚胎的四肢末端的形状像鱼鳍，而且其形态与肉鳍鱼的鱼鳍相似。这种鱼生活于4亿年前，有肺和鼻孔，有4个鳍长在四肢的位置，鳍内有骨头，被认为是陆地脊椎动物的祖先。



生活于4亿年前的肉鳍鱼被认为是陆地脊椎动物的祖先。



具有某些哺乳动物特征的古代爬行动物，它们是哺乳动物的祖先。

54天大的人类胚胎，足中出现了跟骨和距骨，其形态与2.6亿年前一种有某些哺乳动物特征的爬行动物相似。在第8.5周时，人类胚胎这两个足骨的形态介于爬行类和哺乳类之间。到第9周时，两个足骨的形态与出现于8000万年前的有胎盘哺乳动物相似。

反过来，我们也可以用遗传工程技术改变鱼胚胎的发育，让它发生“瞬间进化”。例如，让鱼的某个基因的表达速度变慢，结果发现在鱼胚胎发育时，鱼鳍细胞层层堆积变成了骨头，最后又长出了趾头。

不要因为听信神创论者散布的谣言，就让我们的孩子失去了在课堂上学习这些妙趣横生的进化事实的机会。

为什么南极没有熊？



为什么南极没有熊？鳄鱼遇到食物掉眼泪是怎么回事？英国二战时为何停止天气预报？……这些看上去有些刁钻古怪的问题出现在2006年录用公务员的公共科目笔试中，消息传出后，舆论大哗。特别是第一个题目，许多人把它当成了一道“脑筋急转弯”似的无聊题目，有些人还模仿“小鸡为什么过马路？”的经典笑话，编造中外名人对“为什么南极没有熊？”的回答博人一粲。

也有评论家是比较严肃地批评这道题的，质问在公务员考试中出这样的题目有何意义。有一篇评论文章引用了中国科学探险协会常务副主席、中国科学院大气物理研究所研究员的话，说这个小问题涉及生命的起源、地球的形成、星体的变化，到目前也是没有谁能确切回答，作为一个问题，是科学家长期研究的方向，但不是一朝一夕能解决的云云。于是评论家批评说，对于这样一个连科学家都没有确切答案的问题，叫考生怎么回答？阅卷人怎么评分？所有考生都得不到分也就失去了评价考生能力的意义。



北极熊有可能因为全球气候变暖而灭绝。

该评论家显然把这道题当成了论述题，其实它是一道从4个答案选一的选择题：A. 因为南极在大陆板块分离时已经脱离了其他几个；B. 因为气候问题，不适合熊生存；C. 因为没有熊赖以生存的食物，所以无法生活；D. 南极以前是有熊的，但由于经历过剧烈的地质变

化，所以熊灭绝了。既然是选择题，即使考生瞎选，也有四分之一的概率得分，所以不必担心考生都得不到分。

从这道题提供的预选答案可知，它并非一道搞笑的无聊题目，而是一道科普知识题目。它也并非新鲜好玩，其实是在科普节目、科普读物中常被提起的一个问题，例如北京电视台的《科技全方位》栏目的《银屏科考》节目在2005年8月份就问到了这个问题，那时候应该正是公务员考试命题的前夕，可能是某个命题人从这个节目得到的灵感。如果我的这个猜测是正确的话，那么这道题的标准答案也可能参考了该节目提供的解释：“南极为什么没有北极熊？原因就是北极附近是海洋，有丰富的鱼类作为北极熊的食物，而南极是大片的陆地没有北极熊需要的食物，所以北极熊不能在南极生存。”按照这样的解释，答案大概是C。

但是这个答案是错的。北极熊的主要食物是海豹，而不是鱼类，而海豹在南极也有（其实南极鱼类也很丰富），而且南极还有企鹅可轻易地成为北极熊的美味。如果有北极熊被引进到南极的话，它们一定就像是进了天堂，而对现在在那里无忧无虑地生活着的海豹、企鹅则会是一场灾难。

所以，南极其实非常适合北极熊生存。但是并不是适合某种动物生存的地方就会有该动物的存在。动物的地理分布与其进化史密切相关。南极没有熊的原因很简单：北极熊是在别的地方进化出来的，之后又没有机会跑到南极去。



棕熊与北极熊的亲缘关系很近，可能是北极熊的祖先。

北极熊出现的历史并不长，它们和棕熊的亲缘关系非常近，可能是在更新世的后期（大约20万至50万年前）从棕熊分化出来的。因为

它们的祖先就像绝大多数熊的其他物种一样是生活在北半球的，所以北极熊进化出来后就在北极生存了下来。地质史上从未出现过从北极到南极的海洋全部冻结的情形，而北极熊又不善于长途游泳，那么它们能扩散到南极的唯一途径就是通过美洲大陆。但是北极熊又不适合在温带和热带生活，所以这就断了它们跑到南半球、再去南极的可能性。

南极要有熊的另外一种可能是由南半球的其他熊进化出来，但是这在历史上不曾发生过。南美洲只有一种熊——眼镜熊，它与其他的熊的亲缘关系都很远，如果碰巧由它进化成“南极熊”，也肯定与北极熊很不一样。



南美洲唯一的一种熊——眼镜熊和其他熊的亲缘关系都比较远。

“南极为什么没有熊？”并非一个无聊的问题，而是一个很严肃的进化生物学问题，当年达尔文就是通过问类似这样的问题——为什么地球上许多地方有类似的环境却没有生活着同样的物种——而得出了生物必定是进化而来的结论。这个问题的答案在今天看来其实并不复杂。

公务员应该具有一定的科学素质，在考试中出一些科普题目，我觉得是无可厚非的。当然，是否要出略嫌过于专业的题目，可以商榷。题目的内容也应该由有关专家审定才不至于出错。但是，从对这道题的冷嘲热讽和所谓专家的不负责任的评论所反映出的科普现状，所暴露出的问题，要比出了一道错题更令人担忧。

啄木鸟为什么不头疼？



在各项诺贝尔奖获得者陆续宣布的同时，有一个另类诺贝尔奖也在哈佛大学颁发，沾光吸引了众人的眼球。这个由《不可能研究年鉴》组织、自1991年起开始颁发的“Ig诺贝尔”（与ignoble谐音，意思是“不光彩”）奖，在国内常被称为搞笑诺贝尔奖。它起初的确含有搞笑的成分，颁给那些“不可能也不应该被重复”的成果，主要是在讽刺一些不可信的甚至是伪科学的研究。但是随着名气越来越大，其宗旨也发生了变化，改而颁发给“先让你乐，然后让你思考”的有趣研究，由讽刺变成了幽默，获奖研究越来越正式，获奖者虽然没有奖金，也大都欣然赴会领奖。

其实有的Ig诺贝尔获奖成果虽然有趣，却一点也不可笑，当然更非不可信，例如加州大学戴维斯分校的伊凡·斯瓦布（Ivan R. Schwab）和加州大学洛杉矶分校的菲利普·梅（Phillip May，已故）因为研究和解释啄木鸟为什么不会头疼而获得2006年的鸟类学奖，就是一个非常严肃、严谨的研究。它涉及了进化生物学一个重要的问题：生物是如何巧妙地适应了其生活环境的？

啄木鸟是生物巧妙地适应了其环境的典型例子。达尔文在《物种起源》的引言中，便是以啄木鸟为例，说明只有自然选择才能解释生物的适应性：“譬如说，啄木鸟的脚、尾、喙和舌是如此令人赞叹地适应了从树皮之下捕捉虫子，将这样的构造也仅仅归于外部条件，则是十分荒谬的。”但是即便是达尔文，也没有想到啄木鸟的头部和眼睛构造同样是令人赞叹地适应了从树皮之下捕捉虫子。

啄木鸟好比一个锤子不停地快速敲打坚硬的树木，不仅通过啄木觅食，而且靠它在树干中挖洞建巢，还要靠它相互通信和示威。啄木是啄木鸟最主要的活动之一，它啄木的次数一天可达12000次，频率达到每秒20次，每次撞击的减速力达到重力的1200倍，这相当于以每小时25千米的速度撞墙。如果我们人类像啄木鸟那么干的话，毫无疑问将会导致脑震荡、脑损伤、视网膜出血和视网膜脱落等一系列致命后果，啄木鸟又是如何避免的呢？



象牙喙啄木鸟是北美最大的啄木鸟，自20世纪30年代以来长期找不到它，被列入灭绝物种名单。2005年它又被见到了。



与象牙喙啄木鸟很像但个头较小的北美黑啄木鸟。

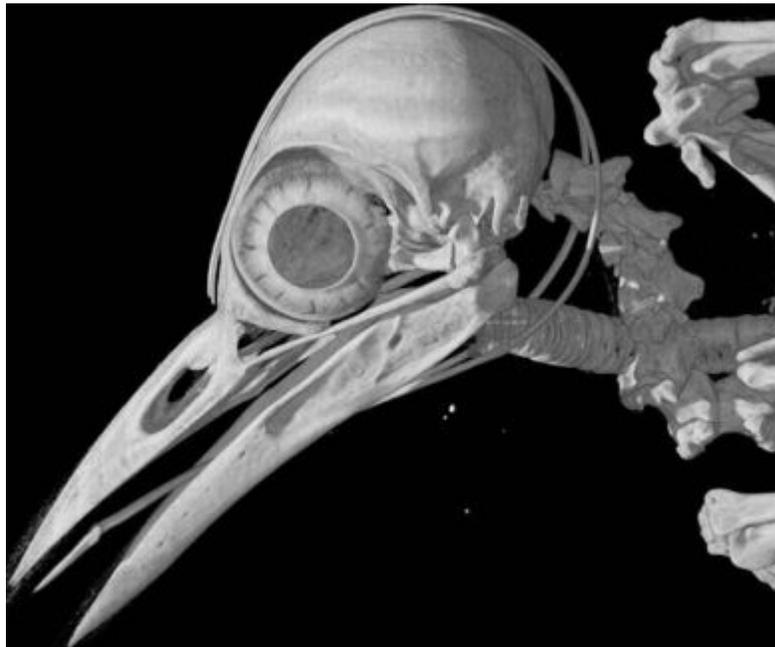
啄木鸟的大脑比较小，体积小的物体的表面积相对就比较大，施加在上面的压力就容易分散掉，因此它不像人的大脑那样容易得脑震

荡。啄木鸟在啄木时，敲打方向十分地垂直，可避免因为晃动出现的扭力导致脑膜撕裂和脑震荡。

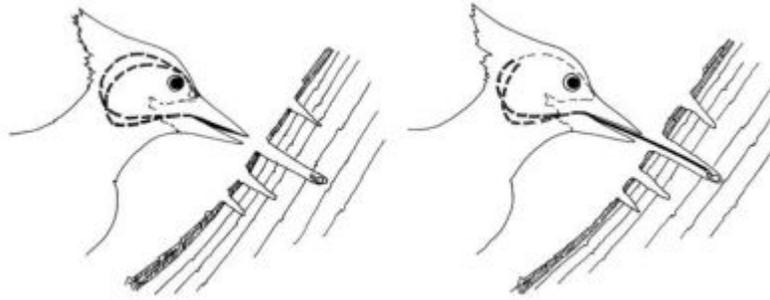
啄木鸟还进化出了一系列的保护大脑和眼球免受撞击的装置。它的头骨很厚实，但是骨头中有很多小空隙，有点像海绵，可以减弱震动。大脑表面有一层膜叫软脑膜，在它的外面还有一层膜叫蛛网膜，两层膜之间有一个腔隙叫蛛网膜下腔。人的蛛网膜下腔充满了脑脊液。但是啄木鸟的蛛网膜下腔很窄小，几乎没有脑脊液，这样就减弱了震波的液体传动。

啄木鸟的下颌底部有软骨，可以缓冲撞击。它的下颌是由一块强有力的肌肉与头骨联结在一起的，在撞击之前这块肌肉快速收缩，也起到了缓冲作用，让撞击力传到头骨的底部和后部，绕开了大脑。

啄木鸟的眼睛结构也十分巧妙。高速摄像表明，在撞击之前的一瞬间，啄木鸟眼睛的瞬膜会快速闭上，既避免了撞击溅出的木屑伤害眼睛，又像一条安全带一样把眼睛裹住，免得眼睛蹦出来。它的眼睛中的脉络膜用一种黏多糖填满空隙，能起到缓冲作用。在鸟类眼脸上有一个像梳子一样的梳膜，可能也能起到防震作用，因为它一旦充血，就能暂时提高眼内压力，保护晶状体和视网膜。



啄木鸟头部进化出了一系列特殊的构造防止震动的损伤。



啄木鸟长着结构很特别的长舌头。

最奇妙的是啄木鸟的舌头。它的舌头极长，从上颌后部生出，穿过右鼻孔，分叉成两条，然后绕到头骨的上部和后部，经过颈部的两侧、下颌，在口腔中又合成一条舌头。这样的舌头就像一条橡皮筋，能够射出喙外达10厘米。显然，这条长舌头的主要用途是为了把虫子从洞中钩出来，但是在每次啄木之前舌头收缩的话，就能吸收撞击力，也是一个很好的缓冲装置。

达尔文在《物种起源》中一再感叹啄木鸟身体构造的巧妙，写道：“啄木鸟攀登树木并从树皮的裂缝里捉捕昆虫，我们能够举出比这种适应性更加动人的例子吗？”但是啄木鸟身体构造比达尔文设想的甚至还要精巧得多。生物学家研究这样的身体构造，一点也不搞笑，也不是纯粹出于学术上的好奇，并非没有实用价值。啄木鸟的身体构造乃是在自然选择作用下长期进化的结果，是大自然用数百万年的时间做的一个实验，研究它是如何巧妙地避免撞击带来的身体损伤，对于改进防止人类大脑损伤的保护设备，不无启发。

不可能的怪物



偶然看到一个国内电视节目在介绍美国几年前拍的一部科幻恐怖片《八脚怪》，其剧情介绍称：在一个偏僻小镇，由于化学废料泄漏，成千上万只蜘蛛发生了突变，在一夜之间变得比人还大，而且跳跃速度和汽车一样快。它们向人发动进攻，把这个宁静的小镇变成了人间地狱……节目解说员一本正经地警告说，这部电影启示人们，要敬畏自然、保护环境，不要做违背自然规律的事，不然就会遭到大自然的报复。



美国科幻电影《八脚怪》海报。

不过电影所描绘的情形，恰恰是违背了自然规律的，不可能发生，大家尽可放心。这有两方面的原因。

第一个原因是违背了生物遗传与变异的规律。生物体的长大靠的是由食物提供的营养素，这是一个缓慢的过程，没有什么化学废料能

够迅速地加快这一过程。事实上，没有任何的因素能够让生物体在一夜之间变得硕大无比。有的科幻片把出现巨型怪兽（例如哥斯拉）归因于核辐射或化学药品引起后代的基因突变，这比一夜之间的突变听上去好像有点道理，其实也是想当然。

核辐射或化学药品确实有可能引起基因的突变，但是基因突变绝大多数都是有害的，使动物的后代没法生存。个别的可能存活下来，那也是一些生存能力比较差的畸胎。现存的生物都有了长期的进化史，都很好适应了环境，很难出现重大的改良。刚好出现适宜生存的突变的可能性微乎其微，而碰巧一下子突变得特别大，又特别适于生存的可能性完全可以排除。大型的动物（例如大象）不是在短时间内进化出来的，而是在自然选择的作用下，通过积累微小的变异，历经数以百万年计的漫长进化过程才出现的。

有人也许会觉得，既然是科幻电影，我们不妨宽容一些，不必苛求编剧的生物学水平。好吧，就算存在某种未知的因素，能够奇迹般地诞生巨型怪物，那么它们也不可能像电影描绘的那样，是把原来的生物按比例放大，因为这存在着一个无法克服的障碍：重力。

原因很简单，当一个物体增大时，它的横截面积增大的倍数远小于它的体积增大的倍数：面积按平方增大，而体积却是按立方增大的。让我们来比较一个橘子、一个哈密瓜和一个西瓜。假设哈密瓜的直径是橘子的两倍，而西瓜的直径是橘子的三倍。拿刀将它们剖开，哈密瓜的横截面积是橘子的4倍，西瓜的横截面积是橘子的9倍。但是我们更关心的是它们的分量，对吧？这与它们的体积有关，哈密瓜的体积是橘子的8倍，而西瓜的体积是橘子的27倍！

生物体的重量取决于它的体积，而能否支撑住它的身体重量则取决于它的肢足的横截面积。由于体积的倍数增长要比横截面积快得多，生物体按比例放得越大，二者就越悬殊，肢足就越不堪重负，到一定程度后就无法支撑了。

已知最大的蜘蛛是巨型食鸟蛛，身长可达10厘米（如果把腿长也算上，可达30厘米），体重可达120克。如果它们被放大到比人还大，比如身长达到了2米，即放大到20倍，那么其肢足的横截面积增大到400倍，能够支撑48千克的体重，然而它的体积却增大到8000倍，其实际体重是960千克，是其肢足能够承载的体重的20倍。显然，这样的大蜘蛛是站都站不起来的，更不要说奔跑、跳跃了。



最大的蜘蛛——巨型食鸟蛛。

能不能让这些庞然大物的重量减轻呢？生物体的主要成分是水，其比重一般只比水重一点，即使让其比重减少到和水一样，对体重的改变也微不足道。唯一可行的是改变其体型，让它的身体体积变小，而肢足变得更多或更粗（比如要再粗上4倍），其结果必然是看上去一点也不像蜘蛛。

同样的道理，把哥斯拉设想成按比例放大的恐龙，把金刚设想成按比例放大的大猩猩，而且还健步如飞、身手敏捷，都是经不起推敲的。生物体变大后其体型必定要发生重大的改变。大象是从较小型的动物进化来的，但是在进化过程中改变的不仅是身体的大小，还有体型比例的改变，例如四肢变得更粗大。猪鼻子插葱是装不了大象的：如果我们把猪按比例放大到和大象一般大小，它们的体型比例也有着很大的差异，例如大象的四肢要比猪的粗得多。和大象一样大的猪是站不起来的。

当然，这类怪物电影的目的是要通过放大效果把人吓得心惊肉跳，想要取得的是娱乐而不是科教作用，本来不必在乎它们是否在科学上站得住脚。然而，如果编导故作崇高自以为大有深意，评论家要发掘出什么微言大义教导人，把滑稽当正经，假戏真做起来，那还是值得去计较一下的。毕竟，说教不能建立在错误的事实和不切实际的臆想之上。



哥斯拉看上去无比巨大的脚也不可能支撑住它的庞大身躯。



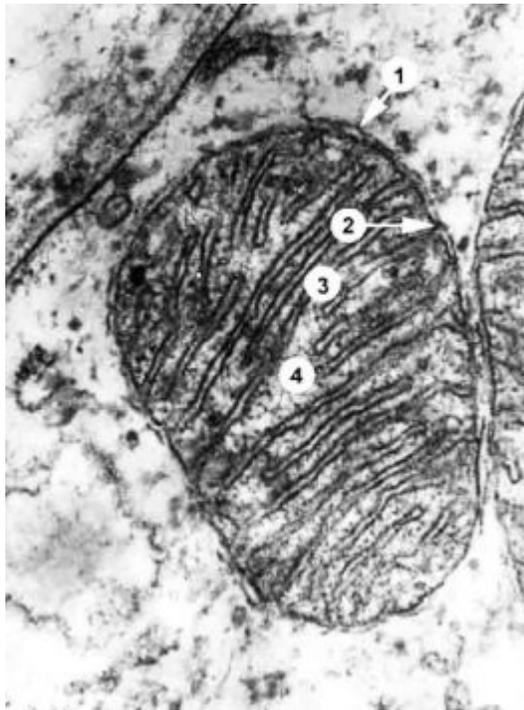
金刚走路都会有困难，更不要说爬上大厦楼顶了。

“夏娃”与“亚当”之谜



人的基因有数十万个，绝大部分位于细胞核的染色体上，但是有极少数（确切地说是37个）位于细胞质的线粒体中。每个细胞中都有成千上万个线粒体，它们是细胞的“呼吸器官”，为细胞活动提供能量。

在精子生成过程中，绝大多数的线粒体都被去除了，只保留极少数的线粒体提供精子运动的能量。在受精时，精子细胞核进入卵子，与卵子细胞核融合，而精子中残余的线粒体则被挡在外头，不进入卵子。因此，下一代的细胞核基因，一半来自精子，一半来自卵子，但线粒体基因则全部来自卵子。也就是说，线粒体基因属于母系遗传。如果一位母亲没有生下女儿，那么她的线粒体基因就失传了。

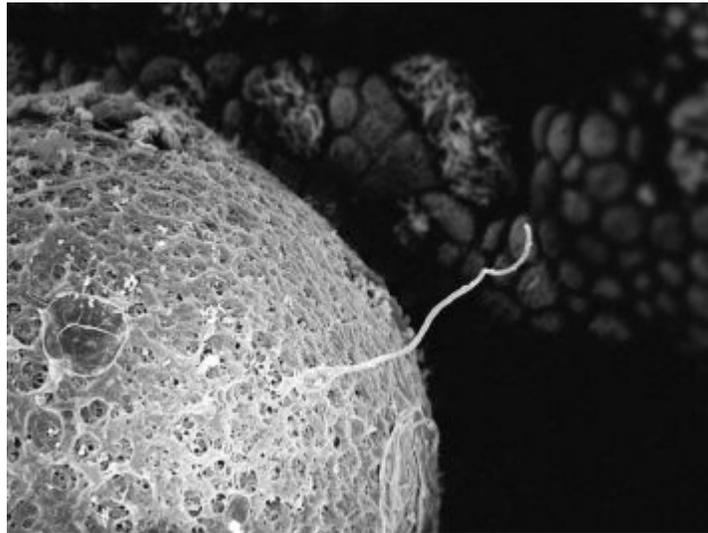


电子显微镜下的线粒体。线粒体是制造能源分子ATP的地点，为细胞活动提供能源。1. 外膜。2. 内膜。3. 嵴。4. 基质。

在生成精子、卵子的过程中，细胞核的基因会发生重组，把原来的排列都打乱了。但是线粒体的基因却不会重组，因此它的传递是相当忠实的。不过，并不存在百分之百的完全忠实的遗传，在线粒体基

因的传递过程中，就像细胞核的基因一样，还是会发生罕见的基因突变，改变了基因序列。随着时间的推移，线粒体基因积累的突变越来越多，后代个体之间线粒体基因序列的差异也就越大。一般说来，两个个体之间线粒体基因序列差别越大，表明他们与共同祖先分离的时间越长，亲缘越疏，反之则越近。

这样，通过比较现在各个个体之间线粒体基因序列的差异，我们就可以比较他们的亲缘关系是怎么样的，然后根据基因的突变率，就可以算出这些个体的共同祖先生活在什么时候。时间越向前推移，突变越多，但是如果越往后追溯，则突变越少，最后必然要达到一点，即不存在现存的所有突变，而只有一种原型。这时候我们就说找到了现在所有人的线粒体的共同祖先了。通过追踪线粒体基因的谱系，发现在大约14万年前出现了交叉点，表明现存所有人的线粒体基因都来自14万年前的一名女性。她被形象地称为“线粒体夏娃”。



受精的一瞬间，一个精子正在穿入卵子。

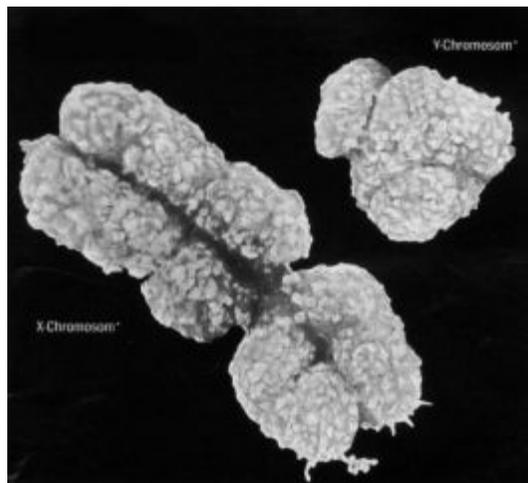
细胞核中决定男性性别的Y染色体也是单性遗传的，只不过它是父系遗传，由父亲传给儿子。通过比较各个个体之间Y染色体序列的差异，我们也可以计算出现在所有人的Y染色体都来自大约6万年前的一名男性。他被称为“Y染色体亚当”。

所谓“夏娃”、“亚当”本来只是一种比喻说法，但是一般人都误会了这个发现，以为它意味着在当时只存在一个女人或一个男人。原教旨基督徒甚至把这个发现当成了《圣经》的亚当、夏娃的故事真实可靠的证明。当然也有人很奇怪“亚当”和“夏娃”生活的年代怎么会相距好几万年。

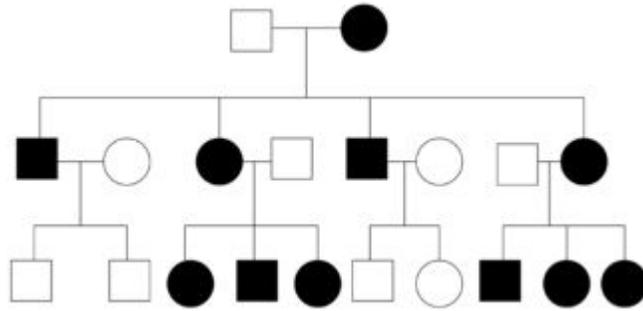
这当然是无稽之谈。这个发现，绝不意味着14万年前只有一个女人或6万年前只有一个男人。恰恰相反，当时肯定同时生活着许多女人和许多男人，只不过她们的线粒体基因和他们的Y染色体基因没有遗传到现在而已。但是她们或他们遗传下了其他的基因。“线粒体夏娃”和“Y染色体亚当”除了遗传下线粒体和Y染色体，很可能没有其他基因一直遗传到现在。

不仅是线粒体基因或Y染色体才存在这种情形。我们随便拿一个基因，只要把它们突变过程追溯得足够远，总能找到一个共同祖先，只不过，这些祖先生活的时间可能各不相同。这些祖先甚至未必是人，有的可能要追溯到人进化出来之前的某个动物。

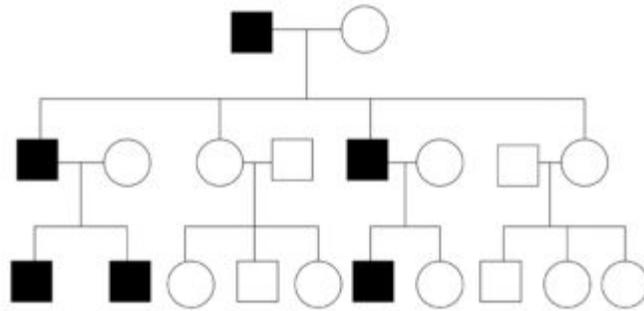
可以说，这是统计学上的一个假象，原因就在于越往前追溯，每个人的祖先越多：你有两个父母，四个祖父母，八个曾祖父母……如果这么翻倍下去，几十代后就会成了个天文数字。但是每一代人的数量又是固定的，实际上越早期人数会越少，所以，只要追溯得足够远，当时以及在那以前生活着的、到现在还有后代的所有的人就都会成了你的祖先，依次类推，人人如此。所以，如果我们以全世界的人所共有的某项特征为据（比如线粒体基因、Y染色体或某种基因）往前追溯，最后全世界的人总能找到一个共同的祖宗，但是这绝不意味着当时就没有其他的人了，更不意味着这个老祖宗的遗传贡献就比其他的时代的人都大。



电子显微镜下的X染色体和Y染色体。



线粒体DNA的遗传情况。方块表示男性，圆圈表示女性，黑色表示线粒体DNA是怎么遗传的。



Y染色体的遗传情况。方块表示男性，圆圈表示女性，黑色表示Y染色体是怎么遗传的。

用姓的遗传打个比方就很容易理解了。我们拿着方氏家谱一代代往前数，最后找到了方家始祖，但是这绝不意味着方家的所有遗传都只来自方氏始祖夫妇，在方家几千年的演变中，不断地加入了外家族的血液，而这些人的血缘，都可以追溯到与方氏始祖同时期的人身上，这些人中，有的对方家血缘的贡献，说不定还超过了方氏始祖。只不过，当我们以“方”姓为标志来研究方家血缘时，把这些来自外姓的血缘都忽略掉了。

人体与疟原虫的战争

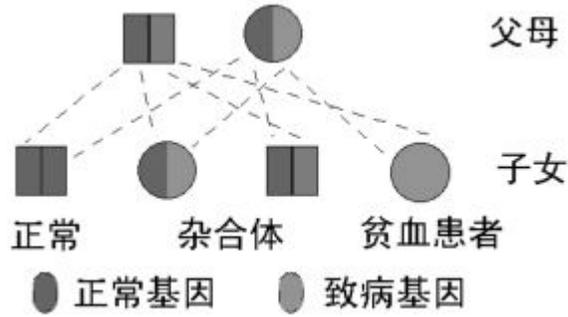


央视《新闻调查》节目披露有一些患地中海贫血症的儿童在广州一家医院接受骨髓移植治疗后接连死亡，让许多人首次听说了“地中海贫血症”（有点搞笑地被简称为“地贫”）这个名称。其实这是最常见的遗传病，全球据估计有上亿人携带其致病基因，不过大部分没有症状（称为携带者），表现出症状的也有轻型和重型之分。每年全球大约有10万名重型地中海贫血的婴儿出生，患者的血红蛋白出现了病变，使得红细胞很容易死亡，需要定期输血才能生存。没有现代医学技术的帮助，重型患者很容易夭折。那么，在现代医学出现之前，这种致病基因应该很快被自然选择淘汰才对，为什么在人群中如此普遍呢？

这种遗传病最初是在地中海居民中发现的，后来才发现在非洲、中东、南亚、东南亚和中国南方也都非常常见。这些都是疟疾流行的地区，而疟疾在以前是危害人类健康的主要杀手，至今每年仍有4亿人感染疟疾、200万~300万人死亡。那么，这种致病基因的盛行，是否与疟疾的流行有什么关系呢？

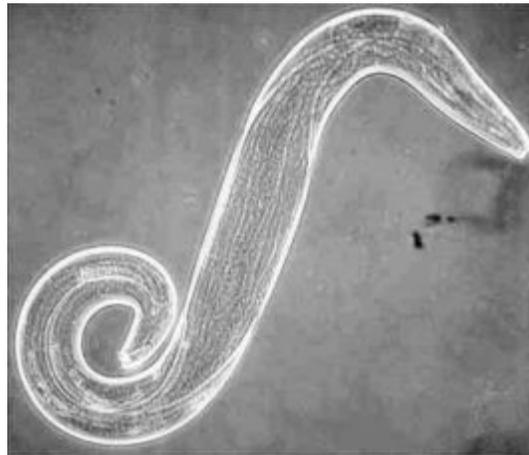


地中海贫血症分布图。



地中海贫血症遗传示意图。

疟疾是通过按蚊传染的，它的病原体是疟原虫。疟原虫属于原生生物，是生活史非常复杂的寄生虫，一部分时间寄生在按蚊的胃中，一部分时间寄生在人体。按蚊叮人时，疟原虫孢子体随着按蚊的唾液流入人的血液中，又随着血液流到肝脏，入侵肝细胞。在肝细胞中，孢子体发生了变化，变成了裂殖体。裂殖体的遗传物质开始大量地复制，产生数以千计的裂殖子，导致肝细胞破裂，释放出来的裂殖子流入血液，入侵红细胞，变成活跃的滋养体。滋养体吞食红细胞中的血红蛋白，逐渐生长，直到充满了整个红细胞。然后滋养体又变成裂殖体，产生新的裂殖子，在红细胞破裂后，裂殖子跑出去入侵其他红细胞。也有的滋养体在红细胞中形成配子，在按蚊叮人时，如果吸入了含有疟原虫配子的红细胞，疟原虫配子就进入了按蚊胃中，在那里形成孢子体，准备去感染其他人。



疟疾的病原体疟原虫。

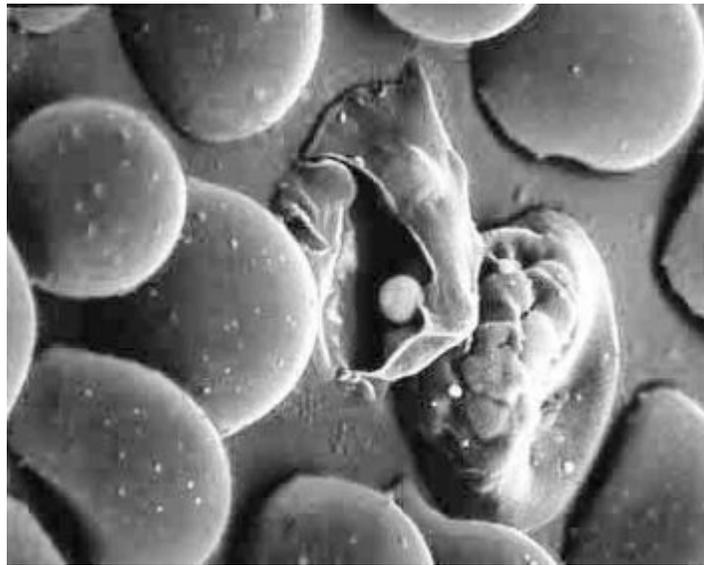
在与疟原虫长期的战争中，人体针对疟原虫生活周期的不同状态，进化出了多种防御武器。在疟原虫孢子体刚刚进入人的血液中时，血液中的抗体和淋巴细胞能对它们发动进攻。如果曾经得过疟疾或注射过疫苗，抗体、淋巴细胞就能更容易地识别出疟原虫孢子体并

将其消灭。不过，疟原虫也不断地发生突变，来躲过人体的免疫识别，这就使得得过疟疾的人以后还会再得，不会得过一次就终生免疫，也使得很难开发出有效的疟疾疫苗。

孢子体到达肝脏后，那里有具有吞噬功能的库普弗细胞会将其消灭，不过很难消灭干净疟原虫孢子体，有一小部分孢子体能躲过库普弗细胞，躲进肝细胞中。目前还没有发现肝细胞对疟原虫有什么防御机制。

疟原虫裂殖子释放到血液中后，通过与红细胞表面一种被称为达菲抗原的分子相结合而侵入红细胞。有些人的红细胞表面缺少达菲抗原，疟原虫裂殖子就没法进入红细胞，因此他们天生就对疟疾有了抵抗力（更确切地说是疟疾中的一种——间日疟有抵抗力，因为只有间日疟疟原虫才是通过与达菲抗原结合进入红细胞的）。

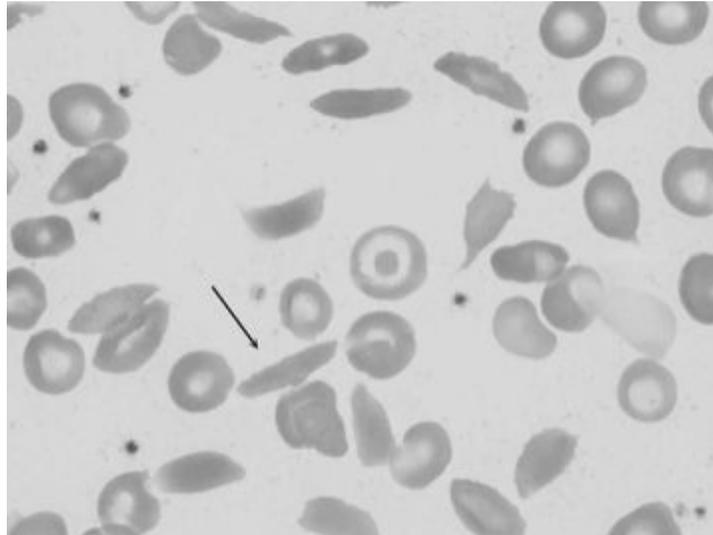
人体红细胞在不断地产生、衰老、死亡、销毁，平均寿命只有约120天。如果人体出现了一种基因突变，使得感染疟原虫的红细胞提前被销毁，那么疟原虫就也会跟着被消灭了。一种与地中海贫血症类似的遗传病镰刀形贫血症正是这种基因突变的产物。



疟原虫的裂殖子导致红细胞破裂，进而去入侵其他红细胞。

得这种病的人其红细胞不是圆形，而是镰刀形，会聚集在一起堵塞血管，体内免疫系统要清除它们，就导致了贫血。病人的红细胞之所以会变成镰刀形，是红细胞中的一条血红蛋白有先天缺陷引起的。这条血红蛋白由一对基因控制，如果两个基因都发生突变，就得了镰刀形贫血症，患者80%在成年前即死亡。但是如果其中一个基因正常，一个基因突变，这种人被称为携带者，在一般情况下红细胞很正

常，只有在血液缺氧时（例如经过了长跑或到空气稀薄的山区），红细胞才会变成镰刀形，出现贫血。



镰刀形贫血症携带者在一般的情况下有正常的圆形红细胞，但是在供氧不足时，红细胞就变成了镰刀形。

当疟原虫攻击这些携带者时，吃掉了血红蛋白，导致血液缺氧，红细胞就变成了镰刀形，聚集起来了。免疫系统赶快调兵遣将来消灭这些镰刀形红细胞，结果顺带把红细胞中的疟原虫也给消灭掉了。这样，携带者虽然在平时的生存能力不如一般人，但是在疟疾流行时，他们的抵抗力反而强于一般人，他们携带的镰刀形贫血症基因也就被保留了下来。

地中海贫血症基因的得以保留显然也是因为其携带者抵抗疟疾的能力强于一般人，但是具体的机制还不是很清楚。一种可能是由于血红蛋白出现病变，使得红细胞的细胞膜容易被氧化产生活性氧。活性氧也叫氧自由基，是在人体新陈代谢过程中产生的特殊氧分子，它们的化学性质比较活泼的，会对细胞造成损伤，但是也能够杀伤、杀死红细胞中的疟原虫。

还有一种抵抗疟疾的突变也与活性氧有关。在红细胞吸收、释放氧气的过程中，很容易产生活性氧，为防止活性氧对细胞造成的损伤，红细胞中有一种酶会消除这些活性氧。有的人发生基因突变，体内缺少这种酶，结果活性氧就在红细胞中累积起来，疟原虫就很难在这种红细胞中生存。但是，疟原虫也出现了一种突变，能够自己制造用以消除活性氧的酶。显然，疟原虫也在追随着人类的进化而发生进化，对人类的防御进行反击。

在现代医学出现以后，人类与疟原虫的战争出现了新的局面。一方面，许多原来疟疾流行的地区疟疾已不再是威胁，为了对抗疟疾而

产生的各种贫血基因突变都失去了生存优势，反而成为负担。另一方面，人类要抵抗疟疾已无需依赖人类缓慢的生物进化，而可以使用各种抗疟疾药物了，相应地，疟原虫也主要是针对抗疟疾药物发生进化，出现了各种抗药性突变。这场进攻、防御、反击循环往复的战争，到目前丝毫也没有会平息的迹象。

小蛾子如何解决了大问题



生物课本在介绍进化论时都会提到，一种蛾子翅膀颜色的变化证明了自然选择理论之正确。但是教科书过于简略的介绍，使学生们没有领会到，这同时也是一个理解科学研究是如何进行和深入的绝好例子。

这种蛾子是桦树的主要害虫，因此中文学名叫桦尺蛾，英文则称之为“斑点蛾”，这是因为在19世纪中叶之前人们见到的这种蛾，都是浅灰色的翅膀上散布着一些黑色斑点。1848年，昆虫学家首次在英国工业城市曼彻斯特附近采集到了黑色翅膀的桦尺蛾标本。之后，人们采集到的黑蛾标本越来越多，而且都集中在空气污染严重的工业化地区。到1895年，曼彻斯特附近的黑蛾所占的比例激增到接近100%，而在非工业化地区，灰斑蛾仍然占绝对优势。

看来，桦尺蛾翅膀颜色变黑与工业化导致的空气污染有关，那么这种“工业黑化”又是怎么进化来的呢？在19世纪末至20世纪初，许多生物学家都相信拉马克主义：后天的环境因素会直接导致生物体产生可以遗传下去的变异。因此推测，桦尺蛾的黑化是在污染物的刺激下产生的。有一位昆虫学家用沾了煤烟成分的树叶喂养从非工业化地区抓来的桦尺蛾幼虫，发现有的变成了黑蛾。这似乎验证了拉马克主义的假说。可惜，这个实验结果别人重复不出来，而没法被独立地重复的结果，是无法获得承认的。

另有一些生物学家相信达尔文提出的自然选择理论。根据这个当时还未被生物学界普遍接受的学说，黑蛾变异并不是被煤烟成分诱发的，而是随机产生的。随机的基因突变总能产生极少数黑蛾，在非工业化地区，这些黑蛾将很快被自然选择淘汰。但是在污染地区，黑化却有生存优势，因此迅速传播开去。在20世纪20年代，英国大生物学家荷尔登（J. B. S. Haldane, 1892—1964）计算出，这个自然选择过程要能发生，平均每一代黑蛾和灰斑蛾后代的生存比例必须是1.5 : 1。



黑蛾和灰斑蛾停在长满苔藓的树干上，左边的灰斑蛾用肉眼几乎没法看清。



黑蛾和灰斑蛾停在布满煤烟的树干上，灰斑蛾非常显眼，反倒是黑蛾不容易被发现。

但是，黑化究竟有什么生存优势呢？不难设想，桦尺蛾翅膀起到了某种伪装作用。这种伪装看上去非常成功，如果背景合适，桦尺蛾用肉眼几乎难以发现：每当我向学生们展示照片，指出隐藏在树干上的桦尺蛾时，都会引起一阵惊叹。在非工业化地区的森林中，树干长

满苔藓，长着灰色斑点的翅膀的桦尺蛾停在这种树干上，不容易被天敌（鸟类）发现，而黑色翅膀则容易被发现。在工业化地区，树干上的苔藓被黑色的煤烟取代了，情形恰好相反，灰斑蛾容易被天敌发现，而黑蛾不容易。所以，“工业黑化”现象可能是由于鸟类不容易发现、捕食停在覆盖着煤烟的树干上的黑蛾，而灰斑蛾更容易被捕食导致的。

这个假说听上去很合理，但是再合理的假说在被检验之前也还是假说。这个假说在1896年就有人提出了，但是直到20世纪50年代，才由英国生物学家凯特威尔（H. B. D. Kettlewell, 1907—1979）用实验对它进行了验证。他在一个种着树的鸟舍中释放了同等数目的灰斑蛾和黑蛾，然后放出鸟，观察、记录它们的捕食情况。结论是：蛾的翅膀的确起到了避免被捕食的伪装作用，在同一根树干上，显眼蛾被捕食的概率高出不起眼蛾达三倍。

人为条件下的实验结果真的能反映自然生态吗？为了回应这个疑问，凯特威尔在工业污染严重的地区进行野外实验。他将大量的灰斑蛾和黑蛾做了标记，然后释放。由于雌蛾很少飞翔，他只用雄蛾做实验。一周后，他用汞汽灯和未交配的雌蛾作为诱饵捕捉雄蛾，连续持续了多个晚上。重新捕获的黑蛾的比例，大约是重新捕获的灰斑蛾的两倍，凯特威尔认为那些失踪的蛾是被鸟类捕食了，这表明在工业污染地区，黑蛾的生存机会是灰斑蛾的两倍。这个数字很接近30年前荷尔登的计算结果。

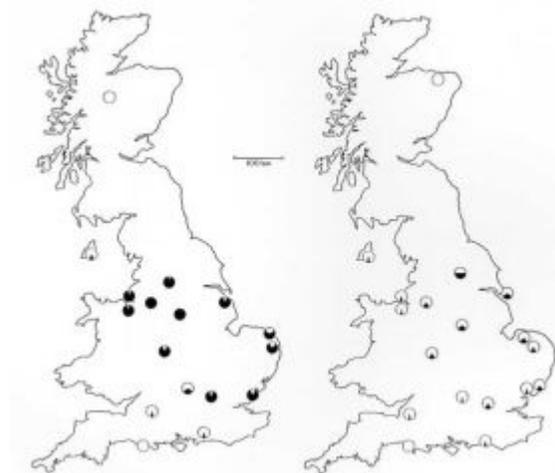


英国生物学家凯特威尔以研究蛾的黑化闻名，并热心从事科普工作。

但是，重新捕获的黑蛾的比例高于灰斑蛾，也可能是由于其他未知因素导致的，例如，黑蛾比灰斑蛾更容易被汞汽灯或雌蛾所吸引，

灰斑蛾比黑蛾更爱迁移到外地，由于某种与伪装无关的因素灰斑蛾在野外的生存能力较差等等。几个月后，凯特威尔做了一个对照实验，排除了所有这些可能性。他改到未受污染的地区重复实验，结果与上一次恰恰相反，重新捕获的灰斑蛾的比例，大约是重新捕获的黑蛾的两倍，也就是说，在未受污染的地区，灰斑蛾的生存机会是黑蛾的两倍。两次实验结果合起来，雄辩地证明了影响桦尺蛾野外生存机会的因素，是其翅膀颜色的伪装能力。后来，有几个其他实验室重复、改进了凯特威尔实验，都得到了相似的结果。

不过，凯特威尔实验并没有直接观察到鸟类在野外选择性地捕食黑蛾或灰斑蛾，而是间接的推论。剑桥大学遗传学教授麦克·马杰鲁斯（Michael Majerus）用了7年时间弥补这一不足。7年来，他每天天不亮就起床，花上几个小时用望远镜观察、记录鸟类在他家的花园捕食桦尺蛾的情况。他观察到，由于剑桥没有被污染，黑蛾的确比灰斑蛾更容易被鸟类捕食。他的结论是：鸟类有选择的捕食是2001年到2007年间剑桥的黑蛾比例下降的一个主要因素。



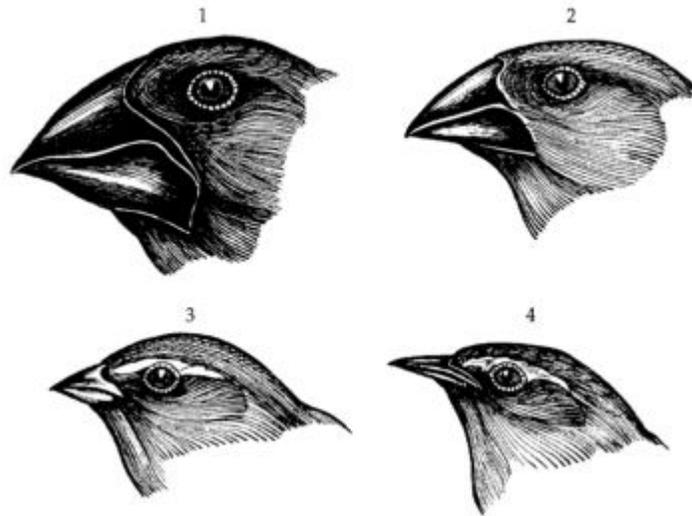
20世纪50年代之后，英国大力治理污染，空气逐渐变得清洁，黑蛾的数量也随之下降。这是1956年和1996年黑蛾在英国各地的分布比较（圆点中黑色部分表示黑蛾占的比例）。

在众多生物学家的努力下，用科学方法（观察—假说—验证），让这种不起眼的小蛾子清楚地证明了自然选择这一伟大学说的正确。

达尔文的鸣雀



1831~1835年间，年轻的达尔文作为一名不领工资的博物学家随贝格尔号环球航行收集动植物、化石标本，为他后来创建进化论打下了基础。在达尔文带回英格兰的标本中，最著名的是加拉帕戈斯群岛上的鸣雀标本，它们后来干脆被统称为“达尔文鸣雀”。传说由于达尔文在加拉帕戈斯群岛看到如此多样的鸣雀才创立了自然选择学说。事实上，达尔文在岛上采集这些鸣雀标本时，对它们并没有多加注意，还以为它们有的属于乌鸫、鹪鹩、大嘴雀等不同科的鸟类。回到英国后，著名鸟类学家约翰·古尔德（John Gould）才鉴定出它们都属于鸣雀，而且分属13个不同的物种，都是在其他地方没有见到的新物种。



达尔文《贝格尔号之航》一书中达尔文鸣雀的插图。这4种达尔文鸣雀分别是大地雀、中地雀、小树雀和莺雀，它们的喙大小和形状差别很大，适应不同的生活方式。

和它们最接近的是生活在南美洲大陆沿岸的蓝黑草雀。这种草雀是吃种子的。达尔文鸣雀有几种在地面上生活，也吃种子，但是其他鸣雀有的专吃树芽，有的吃仙人掌的花和果实，有的吃树上的虫子。有的鸣雀的习性非常独特，例如啄木鸣雀居然能使用工具，用喙叼一根仙人掌刺，用它钩出树洞里的虫子。还有的鸣雀以巨龟、鬣蜥甲上的寄生虫为生，有的则吸海鸟的血！

通过比较基因序列，我们现在可以推测达尔文鸣雀是大约在100万年前从草雀进化来的。如此多样的鸣雀是怎么进化来的呢？达尔文鸣雀粗粗一看形态都差不多，但身体大小不同，鸟喙的大小、形状差别则更大。这和它们的生活习性有关。吃昆虫的，喙比较窄小；吃树芽的，喙非常粗大的，用来把树芽从树枝上拔出来；啄木鸣雀的喙像凿子；吸血鸣雀的喙又尖又利……达尔文指出，从这些喙的构造可以设想这些物种的由来，是某个原始物种“为了各种不同的目的而发生改变”。



啄木鸣雀能用仙人掌刺钩出树洞里的虫子。



被研究得最充分的中地雀，它以种子为食。

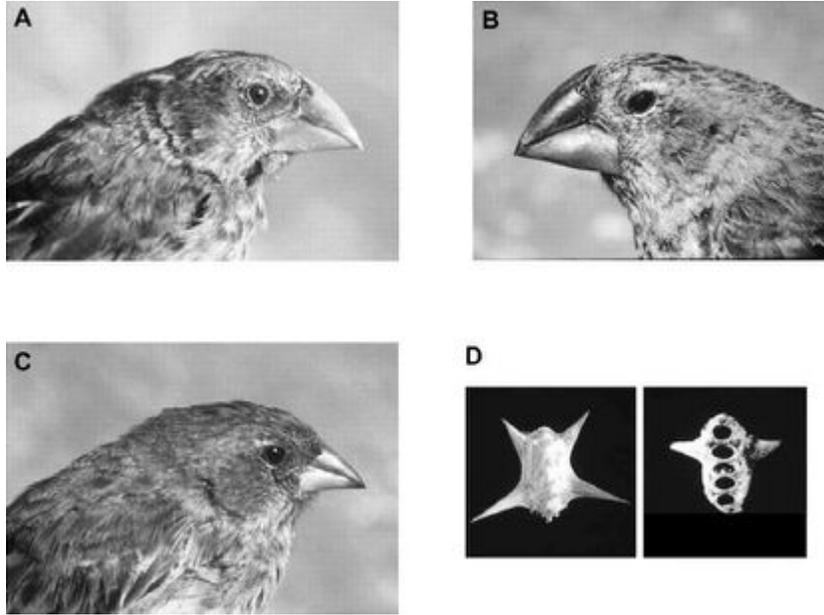
如果达尔文的设想是正确的，那么鸣雀鸟喙结构的差异是为了适应不同的食物而进化出来的，是自然选择的结果。例如，有4种地上鸣

雀都用喙来咬碎种子，但是它们的喙的大小都不同，那么根据达尔文的假说，这是由于它们吃不同的种子导致的。那些喙更粗大的，应该吃更难咬碎的大种子；喙较小的，则吃小种子。

在达尔文之后，加拉帕戈斯群岛成了生物学的圣地，许多生物学家都拜访此地。但是过了100年，才有一位英国中学教师想到要去那里检验达尔文的假说。1938年，在一所私立中学任教、后来成为著名鸟类学家的大卫·拉克（David Lack）请了一年的假前往加拉帕戈斯群岛观察鸟类，后来在1947年把他的研究成果写成《达尔文鸣雀》一书，才使“达尔文鸣雀”这一名称传播开去。他在岛上仔细观察了5个月，发现不同种的地上鸣雀吃的种子并无区别，喙大和喙小的都在吃相同种类的种子。这个观察结果与达尔文的假说看来是矛盾的。达尔文是不是错了？

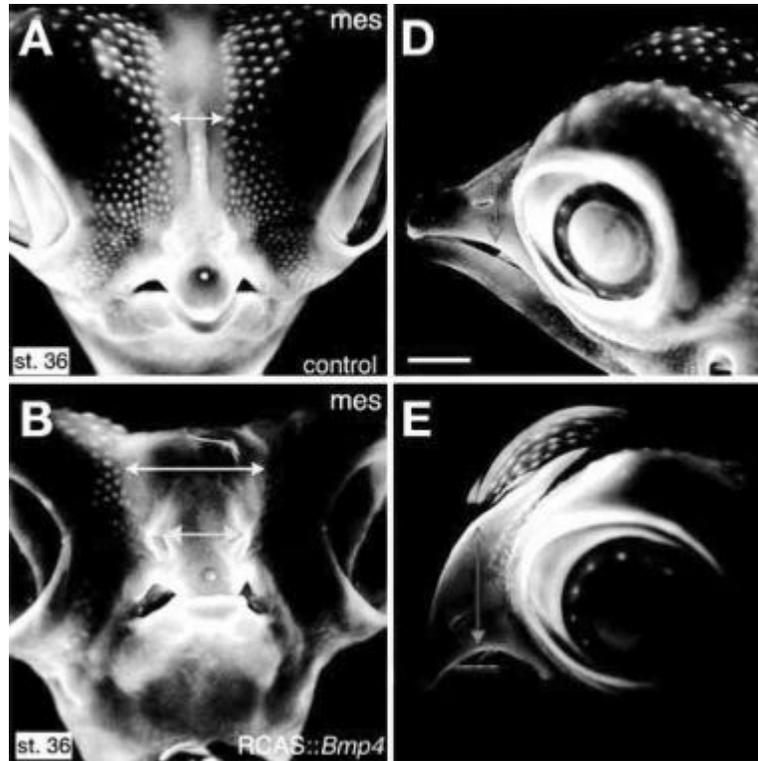
我们现在知道，拉克的观察虽然很仔细，却不幸选错了时间。他在岛上的5个月属于雨水充足的年份（雨年），食物非常丰富。不管是喙大还是喙小的鸣雀，都很容易找到小种子来填饱肚子，喙的差异的重要性显现不出来。但是一旦进入干旱的年份（旱年），情况就大不相同了。

要解决这个问题，需要在岛上观察更多的时间。从1973年开始一直到现在，普林斯顿大学教授格兰特（Grant）夫妇和他们的学生都在加拉帕戈斯群岛上研究鸣雀，格兰特夫妇本人每年要在岛上住半年。他们主要以群岛中的一个小岛——大达芙妮岛为研究基地，把该岛上的一种地上鸣雀——中地雀的每一只都做了标记、编号，测量它们的喙深（喙基部从上到下的长度），观察它们的进食情况和后代的演变。



A. 中地雀中的大喙鸟。B. 大地雀。C. 中地雀中的小喙鸟。D. 鸣雀的食物：果瓣（左）里的种子被鸣雀取走了（右）。

他们观察到，在厄尔尼诺现象引起的雨年，小种子很多，是这些鸣雀的主要食物。这时候喙大而无用，反而会浪费能量，是一种劣势。而在厄尔尼诺现象引起的旱年，小种子很难找到，只能吃更大、更干的种子，这类种子比较难咬碎。这时候喙大的鸣雀就表现出其生存优势了。统计表明，在旱年，鸣雀群体的平均喙深将会增加，而在雨年，平均喙深则减少。



把决定鸣雀喙的大小的基因Bmp4转入鸡胚胎中，鸡也会长出和大地雀一样的喙。A和D是普通鸡胚，B和E是转了Bmp4基因的鸡胚。（Abzhanov, A. et al, Science 305, 1462）

那么喙深的变化是自然选择的结果呢，还是后天因素导致的，例如营养好的鸟喙大，营养差的鸟喙小？为了排除后一种可能，格兰特夫妇把鸣雀的后代的喙和亲代进行比较，比较了很多代，发现喙的大小能被忠实地遗传下去，喙深的差异是由遗传决定的，与营养因素无关。2004年，决定鸣雀喙的大小的基因Bmp4被发现了。把它转入鸡胚胎中，鸡也会长出和大地雀一样粗大的喙。

2003年，大达芙妮岛发生严重干旱。根据预测，喙大的鸟应该生存得更好。然而没有。原来在1982年，从邻近的岛迁移来了一群大地雀在此传宗接代。它们的喙比中地雀中的大喙鸟还要大。大地雀把岛上的大种子都吃光了，在这种情况下，中地雀中的小喙鸟比大喙鸟需要的食物更少，靠吃残存的小种子可以勉强度日，反而有了生存优势。因此在大旱后，中地雀群体的平均喙深反而变小了。这也是自然选择。格兰特夫妇认为，这是他们30多年来所看到的最强的自然选择证据。达尔文还是对的。

传奇与丑闻



我们为什么不长尾巴？

科学不是神话



1822年9月14日，法国语言学家商博良（Jean-Francois Champollion, 1790—1832）破译了古埃及象形文字，从此古埃及历史不再是秘密，埃及学由此诞生。就在这一年，美国康涅狄格格诞生了一位埃及学家埃德文·史密斯（Edwin Smith, 1822—1906）。1862年，史密斯在埃及卢克斯特市从一个古董商那里买到一卷纸莎草书卷，辨认出是一份医学文献。1906年，史密斯的女儿将它捐献给纽约历史学会。后来，纽约历史学会请芝加哥大学东方研究所著名埃及学家亨利·布里斯蒂德（Henry Breasted）翻译、出版该书卷。布里斯蒂德花了十年时间在1930年完成了这项任务。结果发现，这是一本外科手术指南，收集了48个病例，从头往下依次讨论了身体各个部位的损伤。对每个病例，依次介绍病名、如何检查、诊断和治疗。

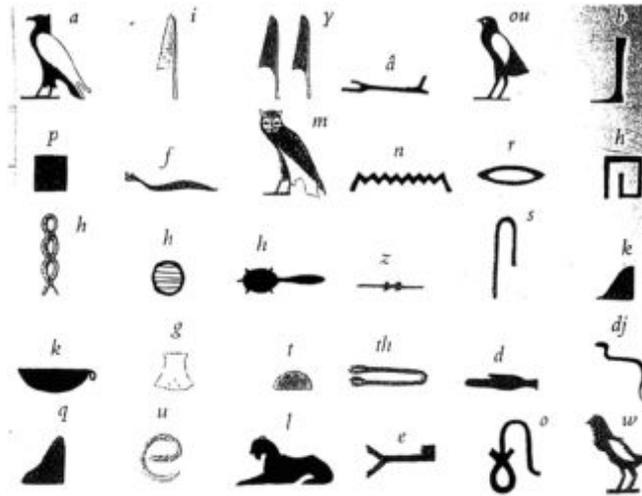


法国语言学家商博良在1822年破解了古埃及象形文字。

这个书卷此后就被称为埃德文·史密斯手术书。它是一个抄本，大约抄写于公元前17世纪，而它根据的原本，写于公元前3000~2500年间，是一位不知名的古埃及医生的作品。迄今人们共发现了14种古埃及医学文献，埃德文·史密斯手术书是其中最古老的，事实上，它也是人类迄今为止所发现的最古老的科学文献。

但是，与其他古埃及医学文献相比，埃德文·史密斯手术书却是令人惊讶的“现代”。在人类文明的早期，人们认为疾病是神的惩罚或恶魔作祟，巫医不分，拜神祛魔和用药都是治病的方法。古埃及人普遍相信身体的每一部位都对应着一个神，因此只有通过膜拜神灵才

能治病。认为万物有灵的泛灵论在各个古代文明中都或多或少地存在着，但在古埃及文明中表现得最为明显。古埃及的医生往往是由祭司担任的。因此在古埃及的医学文献中，都掺杂着大量的迷信和巫术。埃德文·史密斯手术书却是个例外。它对病因做出自然的解释，治疗方法也是相当理性的，只有一例用到了巫术。



古埃及象形文字字母表。

更难得的是，埃德文·史密斯手术书在介绍了各个病例后，分别给出可治愈、不确定、不可治三种结论。其中不可治的结论出现了14次，探讨这些无法治疗的病例看来是出于学术的兴趣。认识到存在着不治之症，承认人力不是万能的，这不仅是诚实的表现，也是一种极其可贵的科学态度。在所有古埃及医学文献中，只有埃德文·史密斯手术书表现出了这种态度。埃德文·史密斯手术书不仅是古埃及最早的医学文献，也是最客观、最清晰和最有科学态度的。

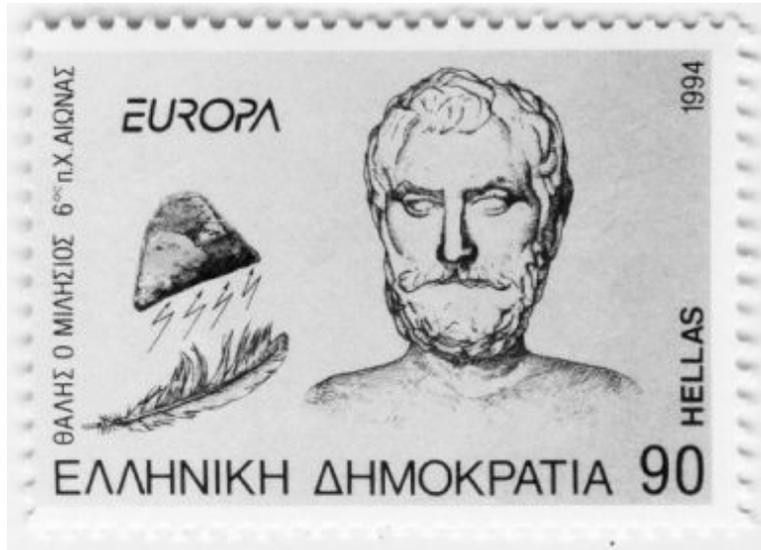


埃德文·史密斯手术书现在藏于纽约医学科学院。

在其他民族的古代医学文献中，也很少愿意承认会有不治之症。似乎世上没有治不好的病，只有没治好的病。只要遇到神医，寻到灵丹妙药，就会出现奇迹，什么病都可以手到病除，甚至起死回生。在中国古代医学文献中，也充斥着这种神话。

现代医学发展到今天，已征服了以前无法治愈的无数疾病，但仍然对许多疾病没有良效，总有医治无效的时候。许多人不愿意接受这个现实，这就给“另类医学”、江湖骗术、伪科学、迷信留下了生存空间。即使平时很有科学头脑的人，一旦厄运降临到自己或亲人身上，也会对现代医学产生怀疑，转而乞灵于其他方法，梦想出现奇迹，为此受骗上当、倾家荡产也在所不惜。患者和家属的遭遇是值得同情的，可恨的是那些有意无意的医疗骗子。5000年前就敢于在书中坦承许多病不可治的古埃及医生，由此更值得我们的敬仰，虽然我们连他的名字都不知道。

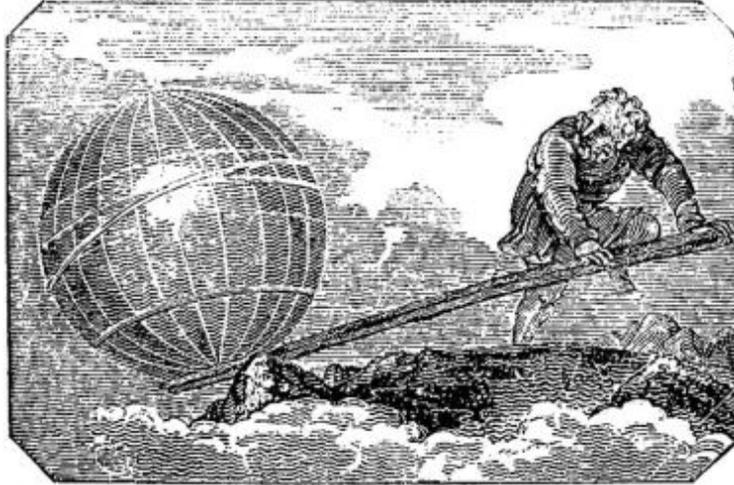
的科学基本思想和方法：泰勒斯—阿那克西曼德—阿那克西美尼的自然主义世界观、毕达哥拉斯的规律观、德谟克利特的还原论、欧多克索斯—阿基米德的数理方法、欧几里得—亚里士多德的形式逻辑体系、亚里士多德的博物学方法……这个名单可以长长地列下去。



泰勒斯的哲学思想对科学的创立有重大的影响。这是希腊于1994年发行的纪念邮票。

如果我们把科学精神分为探索、怀疑、理性和实证四个方面的话，那么古希腊自然哲学家们已把探索、怀疑和理性精神发挥到了极致，创造了古代文明的奇迹。只是他们在实证方面仍有欠缺而已。所以一旦文艺复兴时期的巨人们把实验方法注入其中，现代科学便诞生了。当然，科学的进步离不开对旧知识体系的突破，所以我们今天把哥白尼突破托勒密天文学、维萨留斯突破盖伦解剖学、伽利略突破亚里士多德物理学作为现代科学诞生的标志。人们一般不知道，在哥白尼《天体运行》和维萨留斯《人体结构》出版的同一年（1543年），阿基米德的著作首次被译成拉丁文出版，对伽利略等人的研究所产生的重大影响。

这些近代科学的先驱者，正是古希腊圣贤的真正传人。人们在颂扬这些科学先驱时，往往非常错误地把古希腊圣贤当成僵化的化身、科学的敌人，忘了真正的罪魁祸首是那些毫无科学精神、墨守成规的宗教势力，恰恰是他们抛弃了古希腊的精神遗产。让崇尚“吾爱吾师，吾更爱真理”、绝不盲从的古代智者为后人的盲从承担责任，是非常具有讽刺意味也非常不幸的。



阿基米德有句名言：“给我一个支点，和足够长的杠杆，我就能撬动地球。”这是1824年伦敦《力学杂志》的插图。

中国科学院唯一一名研究科学史的院士在反驳杨振宁关于中国传统文化妨碍近代科学的诞生的说法时，也犯了类似的偷换概念的错误。他声称近代科学在欧洲兴起与希腊文化无太大关系，主要理由是“近代自然科学是在不断摆脱古希腊科学的束缚中诞生的”。如果我们用同样的逻辑，是不是也要否认伽利略、牛顿对当代物理学的影响？当代物理学不也是在不断摆脱经典力学的束缚中诞生的吗？

有时候，一名当代院士的逻辑思辨能力，甚至还不如古希腊的一个自由人，也就无法欣赏古希腊的精神财富。

数学史上一个大恩怨的真相



数学史上著名的一个大恩怨许多人在中学学解方程时都听老师讲过。故事说，文艺复兴时期意大利数学家塔塔利亚（Tartaglia, 1500—1557）发现了三次方程的解法，秘而不宣。一个叫卡当（Girolamo Cardano, 1501—1576）的骗子把解法骗到了手，公布出来，并宣称是他自己发现的。塔塔利亚一气之下向卡当挑战比赛解方程，大获全胜，因为塔塔利亚教他时留了一招。不过至今这些公式还被称作卡当公式，而塔塔利亚连名字都没有留下来，塔塔利亚只是一个外号，意大利语意思是“结巴”。网上广为流传的一篇《数学和数学家的故事》长文就是这么介绍的。



文艺复兴时期意大利数学家塔塔利亚发现了三次方程的解法。

这个流行版本从总体到细节都是错误的。塔塔利亚不仅留下了名字（真名尼科洛·方塔纳，Niccolò Fontana），而且也留下了有关这一争执的著作。后人对此事的看法在很大程度上就是受塔塔利亚一面之词的影响。

塔塔利亚与卡当之间并未进行过数学比赛，和塔塔利亚比赛的另有其人。在当时的意大利，两个数学家进行解题比赛成了风气，方式是两人各拿出赌金，给对方出若干道题，30天后提交答案，解出更多道题的人获胜，胜者赢得全部赌金。塔塔利亚很热衷于参加这种比赛，并多次获胜。

当时经常出现的比赛题目是三次方程，因为三次方程的解法还未被发现。意大利博洛尼亚数学家费罗（Ferro）发现了三次方程的一种特殊形式“三次加一次”的解法，临死前传给了学生费奥（Fior）。费奥的数学水平其实很差，得到费罗的秘传后便吹嘘自己能够解所有的三次方程。塔塔利亚也自称能够解三次方程，于是两人在1535年进行了比赛。塔塔利亚给费奥出了30道其他形式的三次方程，把费奥给难住了。费奥则给塔塔利亚出了30道清一色的“三次加一次”方程题，认定塔塔利亚也都解不出来。塔塔利亚在接受费奥挑战的时候，的确还不知道如何解这类方程题。据说是在最后一天的早晨，塔塔利亚在苦思冥想了一夜之后，突然来了灵感，发现了解法，用了不到两个小时就全部解答了。塔塔利亚欣喜若狂，宽宏大量地放弃了费奥交的赌金。



塔塔利亚在《新科学》一书中研究了火炮的射击，对自由落体运动和弹道学进行了最早的探索。

当时担任米兰官方数学教师的卡当听说了此事，通过他人转告塔塔利亚，希望能够知道解法，遭到塔塔利亚的拒绝。于是卡当直接给塔塔利亚写信，暗示可以向米兰总督推荐塔塔利亚。

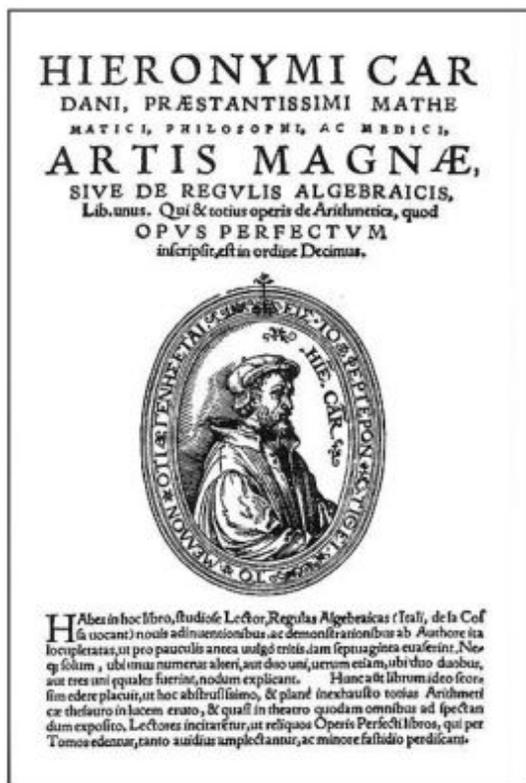


文艺复兴时期意大利数学家卡当也是当时的名医，并热衷于占星术。

在威尼斯当穷教师的塔塔利亚一见有高升的机会，态度大变，于1539年3月动身前往米兰，受到卡当的热情招待。在卡当苦苦哀求，并向上帝发誓绝不泄密后，塔塔利亚终于向卡当传授了用诗歌暗语写成的解法。卡当把“武林秘笈”拿到手，并没有立刻对塔塔利亚翻脸，但塔塔利亚却像许多泄密者一样，马上就后悔了，无心再在米兰求发展，匆忙赶回威尼斯。在那一年卡当出版了两本数学著作，塔塔利亚都细细研读，一方面很高兴卡当没有在著作中公布三次方程解法，一方面又觉得自己受了卡当的欺骗，在给卡当的信中把这两本书嘲笑了一番，断绝了与卡当的交情。

卡当在获得塔塔利亚的解法后，在其基础上很快就发现所有的三次方程的解法。次年，卡当18岁的秘书费拉里（Lodovico Ferrari, 1522—1565）在三次方程解法的基础上又发现了四次方程的解法。卡当与塔塔利亚不同，热衷于通过著书立说发布新发现来赢得名利。但是他和费拉里发现的解法都是建立在塔塔利亚的解法基础上的，根据卡当立下的誓言，塔塔利亚不公布其解法，他们的解法就不得公布。

而塔塔利亚显然是想把其解法当成赢得比赛的秘密武器，丝毫也没有想公布出来的迹象。这让卡当很苦恼。



卡当在1545年出版的著作《大术》是数学史上第一本重要的代数学著作。

1543年，卡当和费拉里前往博洛尼亚，见到在那里接替费罗当数学教授的费罗的女婿，后者向他们出示了费罗的手稿，证明费罗在塔塔利亚之前就已经发现了解法。这使卡当如释重负，觉得没有必要再遵守誓言，于是在1545年出版的著作《大术》中公布了三次方程和四次方程的解法。为了避免被指控剽窃，卡当在书中特别提到了费罗和塔塔利亚的贡献。

但是这并没有减轻塔塔利亚对他的憎恨。塔塔利亚在第二年出版了一本书，在书中揭露卡当背信弃义，淋漓尽致地对卡当进行人身攻击。卡当此时由于《大术》一书已名满天下，不想和塔塔利亚计较，但费拉里决定要为主人讨回公道，在公开信中对塔塔利亚反唇相讥，向塔塔利亚提出比赛挑战。塔塔利亚对此很不情愿，因为和无名小辈比赛即使赢了也没有什么好处，万一输了脸可就丢大了。塔塔利亚在给费拉里的回信中，要求由卡当来应战。但是卡当仍不予理会。塔塔利亚和费拉里来来回回打了一年的笔墨官司，仍然没有解决争端。到1548年事情出现转机，塔塔利亚的家乡布雷西亚向塔塔利亚提供了一份报酬不薄的教职，条件是塔塔利亚必须去和费拉里比赛解决争端。

1548年8月10日，比赛在米兰总督的主持下在米兰的教堂举行，吸引了大量的看客。费拉里带了众多支持者助阵，而塔塔利亚只带了一个同胞兄弟，费拉里可谓占尽了天时地利人和，而且在开场白中就已经表现出他对三次和四次方程的理解要比塔塔利亚透彻。身经百战的塔塔利亚一见大事不妙，在当天晚上悄悄地离开了米兰。

结果塔塔利亚不仅名誉扫地，而且经济也陷入困境。布雷西亚虽然让他教了一年书，却不支付他的薪水。看来那个时候并没有禁止拖欠教师工资的规定，塔塔利亚打了几场官司也没能把欠薪讨回来，灰溜溜又回到威尼斯继续当他的穷教师。1557年，57岁的塔塔利亚带着对卡当的满腔仇恨，在贫困中死去。

费拉里在比赛后名声大振，甚至连皇帝都来请他给太子当老师。但费拉里选择了给米兰总督当估税员发财。1565年，年仅43岁的费拉里已成了富翁，提前退休回博洛尼亚，不幸当年就去世了，据说是被他的妹妹毒死的，为了继承他的财产。只有卡当得以长寿，活到了75岁，不过他本来可以活得更长——迷信占星术的卡当预测自己将死于1575年9月21日，为了实现自己的预言，他在那一天自杀。

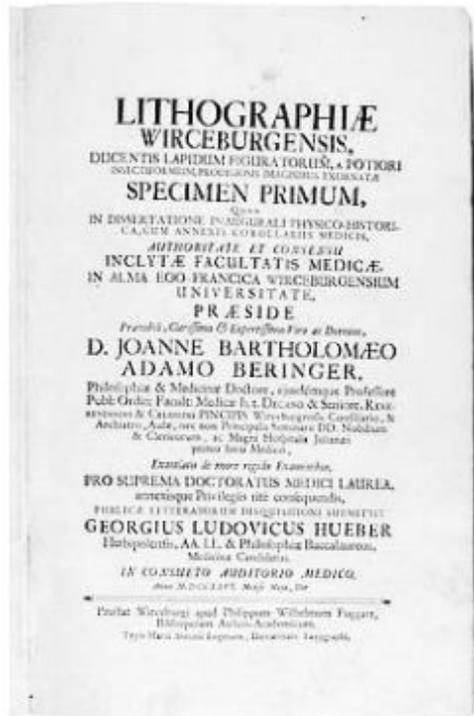
科学研究毕竟是人从事的事业，人性的弱点也会在其中表现出来。作为一项最为看重首创权的工作，因争名夺利结下的种种个人恩怨也就难以避免，有时也难以让人看清其中的是非曲直。虽然根据现代科研的规范和历史资料来看，卡当在这个事件中的所作所为并无过错，他并没有试图去剽窃他人成果，为了公布学术成果与众人分享所作的努力还很值得赞赏，反倒是塔塔利亚死守学术成果的偏执和对卡当的憎恨都有点变态。奇怪的是，在后人的传说中，卡当却成了欺世盗名的骗子，人们对弱者的同情有时会超过了对真相的探求。不过事实的真相毕竟难以掩盖，尤其是在信息发达的今天，更是如此。

石头也能说谎



古希腊哲学家色诺芬尼最早对化石进行了描述，并且准确地推测出化石是在经历了漫长的地质演变之后留下来的生物遗迹。这在中世纪的欧洲成了离经叛道的观点，因为基督教《圣经》已清楚表明，自从上帝创造世界到现在，只有区区数千年，没有为地质演变提供足够长的时间。而且，有许多化石与现存的生物都大不一样。因此，人们普遍认为化石是和生物体没有任何关系、自然形成的石头图像，是上帝制作的艺术品。

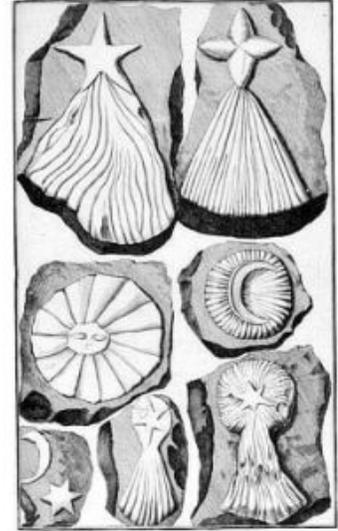
到17世纪下半叶，有几名著名博物学家先后令人信服地证明了化石必定来源于生物体，这种观点逐渐在学术界占了主流。但是仍有一些学者对此不以为然。德国乌兹堡大学医学院院长柏林格（Johann Bartholomew Adam Beringer, 1667—1740）便是其中的一位，他坚信化石不过是“一种大自然的作者（上帝）自得其乐地埋藏起来的特殊石头”。柏林格喜欢收藏化石，并炫耀其藏品和做有关演讲。他雇了三个男孩替他挖掘化石。1725年，他的两名同事，一名地理学兼数学教授和一名图书馆员，对柏林格的傲慢很不满，想让他出出丑。他们雕刻了一些假化石，收买了一名被柏林格雇佣的男孩，叫他把它们挖出来献给柏林格。



柏林格出版专著介绍他发现的“化石”。

柏林格注意到这些“化石”和其他地方发现的化石大不相同：有眼睛的鸟、在结网的蜘蛛、在交配的青蛙、在采蜜的蜜蜂等等，更像是一幅幅画像。后来挖出的“化石”不仅刻的是生物，而且还有天体图像：光芒四射的太阳、带尾巴的彗星、星星，更进一步证实了它们是“上帝制作的艺术品”的观点。再后来，又挖掘出了用希伯来文写的文字，柏林格请人做了翻译，原来是上帝的名字“耶和華”！这更让柏林格高兴了：上帝在作品上签了名。柏林格曾经考虑过这些“化石”是否是古代异教徒留下的文物，最后这个发现否定了这种可能性，因为古代异教徒不可能知道上帝的名字。柏林格也注意到这些“化石”有人为雕刻的痕迹，但是这却使他更相信它们出自上帝之手。

柏林格很快地写成一本著作，准备公布这个重大发现。这时候，那两名同事觉得自己做得太过分了，告诉柏林格说，这些“化石”是伪造的，但是柏林格不为所动，认为他们是出于嫉妒，阴谋埋没他的重大发现。他们向柏林格演示这些“化石”是如何被雕刻出来的，柏林格同样不为所动：他们能够仿制“化石”，并不等于我发现的“化石”就是假的！



柏林格书中收录的“化石”图像。

柏林格在1726年出版了其著作。几个月后，柏林格才醒悟过来，据说是因为挖到了一个用希伯来文写着他的名字的“化石”，才让他明白的确被捉弄了。他把那两名同事告上了法庭，两人都被免职。传说柏林格羞愧难当，花巨资试图把其著作都收购回来销毁，并很快郁郁死去——这最后一条显然不符合事实，因为柏林格此后还活了14年。在他死后，他的著作被当做笑料于1767年再版，他的那些“化石”被称作“谎石”，至今大约还有450块被当做文物藏在世界各地的博物馆。

为什么一个本来很有成就的学者会被如此拙劣的骗局所捉弄？固守僵化的信条和对名望的追求，都很容易让人变得异常的盲目，对明显的事实视而不见，甚至牵强附会地拿来作为支持自己的证据。在原教旨主义者、迷信信徒、伪科学人士、“科学猜想家”身上，我们经常能看到类似表现。柏林格最后是醒悟了，比起众多沉迷于骗局、妄想之中终生不能自拔的人来说，他还是要好得多。

科学史上的决斗



科学史上最著名的一次决斗其实与科学无关，按照决斗者伽罗华（Evariste Galois, 1811—1832）遗书的说法，他是作为“一个下流的风骚女人的牺牲品”而死去的，但是很多人怀疑这是一个保王党清除激进的共和党人的政治阴谋。这种猜测现在看来并不成立。伽罗华在遗书中说明了约他决斗的是两名“爱国者”。从当时报刊的报道可以推测出，和伽罗华决斗的是他的革命同志和朋友杜沙特雷

（Duchatelet）。由于是朋友决斗，所以没有采取手枪对射的方式，而是采用“俄罗斯轮盘赌”：用枪口顶着对方的腹部开枪，其中只有一把枪装着子弹。



法国数学天才伽罗华。

这场因恋爱纠葛引起的决斗之所以出名，是因为死去的是一位不到21岁的数学天才。这个令人心酸的一幕激励了无数数学爱好者的想象：在决斗的前夜（1832年5月29日晚），预料到自己将会死去的伽罗

华通宵达旦奋笔疾书，力图把他的所有数学成果记录下来，时不时在一旁写下“我没有时间”、“我没有时间”。据称，他在这一晚写就的几十页手稿开创了数学一个极为重要的分支——群论，被20世纪著名数学家赫曼·威尔（Hermann Weyl）称为“可能是人类全部文献中最重大的一篇文章”，另一位数学家埃里克·坦普·贝尔（Eric Temple Bell）则称：“他在黎明前那些绝望的最后时刻写下的东西，将会使一代代数学家忙上几百年。”还有一种说法是，由于伽罗华的不幸早逝，使得人类数学研究的进展推迟了几十年。

这些描述和评论显然是为了增添天才早逝的悲剧色彩的夸大其词。群论的创建足以使数学家忙上几百年，但并非一夜之间的事。自17岁起伽罗华就在从事这方面的研究，并写了几篇论文，他的遗书中的相当篇幅是在为这些论文做注释。至于那句著名的“我没有时间”，则只在遗书手稿的旁边注释中出现了一次：“要完成这个证明还需要做些工作。我没有时间。”



伽罗华临终前留下的手稿。

虽然伽罗华的死被后人过度渲染，但无论如何，这不管对伽罗华个人还是对科学发展而言，都是一场大悲剧，也许与伽罗华因怀才不遇而厌世有关。他曾经三次向法国科学院寄去数学论文，前两次下落不明，最后一次被退稿。接到退稿时伽罗华正因政治活动入狱，试图用匕首自杀，被同牢犯人制止。因此有学者怀疑所谓的决斗其实也是伽罗华为了让自己成为革命烈士而安排的自杀。

科学史上的另一次著名决斗则要幸运得多。丹麦天文学家第谷（Tycho Brahe, 1546—1601）在20岁那年（1566年），在教授家里参加婚宴时，和一名丹麦贵族发生了争执。十几天后，两人再次相遇又吵了起来，决定用比剑解决争端。决斗在当时已被法律禁止，两人等到晚上后才在黑暗中决斗。这次决斗的结果是，第谷被削掉了大半个鼻子，从此对医学和炼金术感兴趣，自己用合金制作了一个逼真的假鼻子，用胶粘在脸上，需要随身携带一个装胶的小盒子，不时地给鼻子上胶。

当然，第谷最感兴趣的还是天文观测，对此我们得庆幸他没有在决斗中丧命，否则就不会在后来留下那么精确的行星运行数据，让开普勒从中推导出行星运行定律。第谷是因为什么原因决斗的，没有留下记录。一种流行的说法是他和那名贵族是由于争论谁的数学更强或为了某个数学问题而决斗，但这是出于对一段原始史料的误读（那段史料实际上说的是“第谷和一名丹麦贵族进行决斗，他们是学习数学和其他高等科学的竞争对手”）。



丹麦天文学家第谷一直戴着假鼻子。

如此看来，这两次著名的决斗，除了一方当事人是著名的科学家外，都和科学争论无关。我不知道历史上曾经有哪位科学家为了一个

科学问题而要求用刀枪来决定胜负。这需要两个当事人都一样的疯狂才行。即便发生这样的决斗，其结局也与科学的结论无关。科学的结论是要靠证据和逻辑来确立的，而不是靠玩命，比赛谁更有胆量，运气更好。

但时至今日，我们却还能看到有“哲学家”声称用哲学原理破解了数学难题，遭到质疑就要和人签署生死对决协议：如果破解失败，他愿“文明地进行自杀”；如果破解成功，对方“文明地进行自杀”。能想出这么个赌命法的人，表明他连科学研究的门都还没摸着，其破解的结果如何，也就可以想见，去签署这样的协议，岂不是在逼“哲学家”自杀？说不定是自己活得不耐烦了要拉一个垫背的呢。所以，我们还是只当这是这个无奇不有的时代的一则笑话吧。

让我们接近星星



仰望晴朗的夜空，星星不过是一个个亮点，是如此的遥远、神秘。即使在天文望远镜发明之后，人们也无法用它一窥恒星的真面目。这使得实证主义哲学的创建者、法国哲学家孔德（Auguste Comte, 1798—1857）在1835年为了说明人类的认识有其局限时，举恒星为例，声称人类只能对恒星做一些简单的视觉观察，永远无法知道恒星的化学组成及其温度。



德国光学家和物理学家弗朗荷费。



弗朗荷费制造的折射望远镜。

在孔德如此自信地下断言时，他并不知道早在20多年前，一个名叫弗朗荷费（Joseph von Fraunhofer, 1787—1826）的德国人已经找到了研究星星的一种新方法。弗朗荷费11岁成为孤儿，没有上过学，靠自学成为光学仪器专家。1812年至1814年间，弗朗荷费在为天文望远镜制造消色差物镜时，需要精确地测定透镜的折射率。早在1666年，牛顿发现阳光经三棱镜折射后，被分解成了7种颜色的光，它们似乎形成了一个连续不间断的光谱。1802年，英国化学家沃拉斯顿

（William Wollaston, 1766—1828）注意到光谱并非连续的，其中有7条黑线，他天真地将它们当做是颜色的自然边界。1814年，弗朗荷费用更精密的方法进行观察，发现太阳光谱中的黑线多达500多条，他对其中324条的波长进行了测量，并对最明显的8条用字母标记。

一种明显的可能性是，这些黑线是棱镜产生的假像。为了否认这一点，弗朗荷费用260条密集的金属丝制造了第一个衍射光栅，阳光穿过它之后，也形成了光谱，而且同样出现了那些黑线。接下来，弗朗荷费做了一件从来没有人想过要做的事：他把望远镜对准某颗恒星，再让星光穿过棱镜，形成了恒星光谱，上面也有黑线，但是位置与太阳光谱并不完全相同。

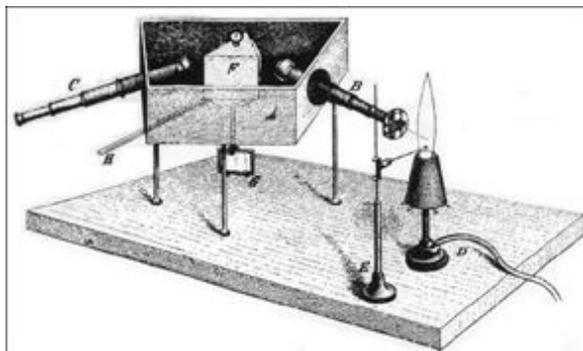
弗朗荷费也注意到，用酒精灯烧食盐，产生的火焰光谱中，有一条黄色的光带，位置恰好与太阳光谱的D黑线重叠。但是他没有进一步研究这个问题。1826年，弗朗荷费患肺结核病逝，年仅39岁。他至死都不知道这些黑线是怎么产生的。1859年，德国物理学家基尔霍夫

（Gustav Kirchhoff, 1824—1887）发现，如果燃烧某种元素，发出

的光经过棱镜后，会形成位置固定的光谱线。例如，燃烧钠，会出现两条黄色的光谱线，它们的位置恰好与太阳光谱中的两条黑线相同。为了验证它们的确相同，他让阳光先通过钠蒸气，再通过棱镜，料想会见到钠发出的光谱线刚好填补了太阳光谱的两条黑线。没想到，那两条黑线反而变得更黑，更明显了。



1987年德国发行的纪念弗朗荷费的伟大发现的邮票。



德国物理学家基尔霍夫用来观测元素光谱的仪器。

这是怎么回事呢？基尔霍夫又做了几个实验才找到了答案。一种元素被加热、发光，我们看到了它的发射光谱。但是在它处于冷却状态时，它将吸收与它的发射光谱的波长一模一样的光。因此，太阳发出的光穿过比较冷的钠蒸气，钠蒸气就会吸收那些它自己在炽热状态下发射的光线，而形成黑线。也就是说，太阳光谱中那两条与钠光带相对应的黑线，是钠吸收线，表明在太阳外大气层中，存在钠元素在吸收太阳内部发出的光。这样，通过分析太阳光谱和恒星光谱，与化学元素的光谱对比，就可以知道太阳、恒星上面都有什么化学元素。1868年，通过分析太阳光谱，法国天文学家詹森（Pierre Janssen, 1824—1907）发现太阳含有一种未知的元素，被称为“氦”

（Helium，意思是“太阳”），到1895年这种元素才在地球上发现。通过分析光谱，我们还可以知道恒星的温度、压力、运动速度、旋转

速度，甚至它的年龄和距离。星空不再遥远而神秘。弗朗荷费的墓志铭准确地预见了这个结果：“他接近了星星。”

孔德死于1857年。如果他晚死几年，见到星星的奥秘正在被揭开，将会作何感想呢？哲学家往往是非常自信的“智者”，但是很遗憾，他们对科学研究所划定的界限，几乎没有不被以后的科学进展证明是错误的。

光的真理



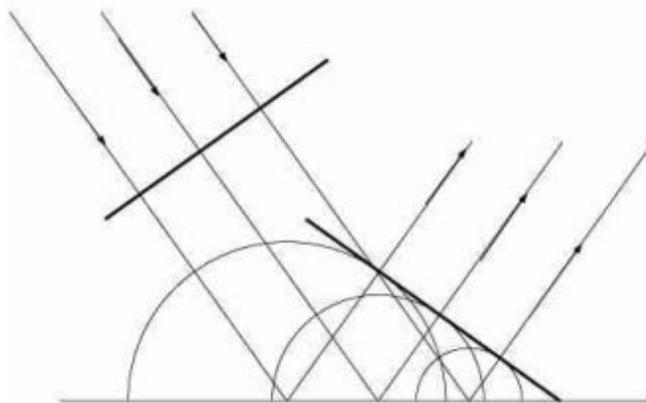
“惠更斯”号探测器在太空飞行了7年多之后，于2005年1月15日成功登陆土星最大的卫星土卫六，引起全球注目。这颗卫星是荷兰科学家惠更斯于1655年发现的，所以这个探测器以他的名字命名。惠更斯是科学史上罕见的天才，除了发现土卫六，还发现土星光环、离心力定理、动量守恒定律，创建了概率论，发明了摆钟，首次提出其他星系上也有行星和生命，并为此写了一本书！

惠更斯最著名的科学贡献，是为光的波动学说奠定了理论基础。光是什么？古希腊自然哲学家就已经在思考这个问题了。最直观的答案是：光是由极细小的微粒组成的。这可以很容易地解释一些光学现象：光微粒的运动速度极快，所以光做直线传播；光线反射是由于光微粒碰撞反射面引起的；光从一种媒介进入另一种媒介（例如从空气进入水）时会发生折射，是因为光微粒在不同媒介的运动速度不同。与惠更斯同时代的牛顿就是光的微粒学说的集大成者，认为光微粒遵循他发现的三大运动定律。牛顿发现阳光是由不同颜色的光混合而成的，他认为不同质量的光微粒产生了不同颜色的光，这些光微粒混合在一起，就变成了白光。



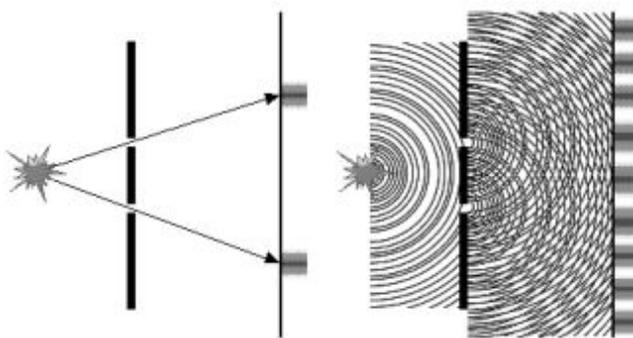
多才多艺的荷兰科学家惠更斯（1629—1695）。

但是此前，意大利数学家格里马第（Francesco Maria Grimaldi, 1618—1663）已经注意到，让一束光穿过两个小孔，其投影的边缘出现明暗条纹。他联想到水波的衍射，提出光可能是一种波，不同颜色的光是由于光波的频率不同引起的。但是怎么用波动来解释光的反射和折射呢？惠更斯提出了一个后来被称为“惠更斯原理”的学说阐明波面在媒体中的传播性质，在此基础上用作图法巧妙地解决了这些问题。



惠更斯用作图法巧妙地解释了光波反射现象。粗线表示入射和反射的波前。

牛顿的死对头胡克也支持波动学说。牛顿刚提出微粒学说时，备受胡克的讥讽，声称牛顿学说正确的部分是剽窃他的，其他部分则荒诞不经。牛顿一气之下不再发表光学著作，等到胡克死后，才出版《光学》一书，全面论述微粒学说，构建了一个相当精致的体系。这时候惠更斯也已经死了，没有人能和牛顿唱对台戏。由于牛顿的权威，微粒学说被普遍接受，毕竟，这个巨人在那么多科学问题上都对，这一个想必也不会错吧。



1801年，托马斯·杨用双缝干涉实验证明了光是一种波。如果光是粒子，通过双缝时只会在屏幕出现两条光带（左），但是屏幕上出现了明暗相间的黑白条纹，是波的干涉现象（右）。

牛顿死后70多年，才有人试图复兴惠更斯的波动学说。英国物理学家托马斯·杨、法国物理学家菲涅耳（AugustinJean Fresnel, 1788—1827）用干涉实验证明了光是一种波。不过，对牛顿微粒学说的致命一击发生于1850年。牛顿和惠更斯的学说都能解释光的折射现象，但是有一个重大差别：牛顿学说认为光从空气进入水发生折射，是因为光微粒在水中的运动速度比较快；而惠更斯学说恰恰相反，认为是由于光波在水中传播速度比较慢导致的。当时人们还没有办法精确地测量光速，不能验证谁对谁错。1850年，条件成熟了。法国物理学家傅科（Leon Foucault, 1819—1868）用实验证明了水让光速变慢，牛顿的学说被推翻了。

此后，麦克斯韦建立电磁学，认为光就是一定频率范围内的电磁波，赫兹用实验证实了这个预见。波动学说取得了全面的胜利。但是赫兹同时也证实了光电效应，即在光的照射下物体会释放出电子，这是波动学说没法解释的。为了解决这个问题，爱因斯坦提出光的发射和吸收都采取量子的形式，光波是由光子组成的，光具有波和粒子二重性质。



爱因斯坦不是由于相对论，而是由于解释了光电效应而获得诺贝尔奖的。这张波黑在2001年发行的邮票展示了爱因斯坦的获奖内容。

这给人的印象似乎牛顿也没有错。经常有人在争论问题时引用这个所谓“波粒二象性”来说明真理不止一个，大家争来争去可能只是看到了问题的不同一面，最终会统一起来，证明大家都对。这个观点是错误的。爱因斯坦的光子和牛顿的微粒除了都是粒子之外，并无任何相同之处。光子不是牛顿所描绘的那种遵循经典力学运动定律的微粒。牛顿对光的反射、折射、衍射、颜色等光学现象的解释都是错误的，波动学说才是正确的。在光的问题上，真理仍然只有一个。

半穹顶的不同故事



飞瀑、清流、平湖、雪峰、巉岩、幽谷、悬崖、密林、草甸……人们能够设想的山区自然美景，在加州约塞米蒂3000平方千米的土地上，大抵都能够找到，因此这里被誉为最美的美国国家公园，有试图描绘出这一特色的音义兼备的一组译名：优色（山、胜、圣）美地。其实约塞米蒂的本义一点也不美，是当地印第安语“他们是杀手”的意思。



站在“冰川点”上眺望约塞米蒂谷。右边的山峰是半穹顶。

约塞米蒂的壮美胜于其优美。站在“冰川点”上眺望，可以看到它最为壮观的地质面貌，山峰、峡谷、瀑布，全方位地一一展现在眼前，没有哪张照片能够再现其全景，只有身临其境才能悠然而生“世界在我脚下”的豪情。在连绵起伏的一个个形状各异的花岗岩巅峰中，最为突出的是高高耸立的“半穹顶”：一边是垂直而下的峭壁，一边是近乎完美的球形，犹如一个穹顶被削去了一半。在它的西边，点缀着北美第一高的瀑布（落差达739米）约塞米蒂大瀑布；在它的东边，更为醒目的内华达瀑布和春天瀑布相连而下。

在1851年约塞米蒂被白人“发现”之前，印第安人已经在那里生活了成千上万年。他们也一样会疑惑，如此壮丽的自然风景是怎么形成的？



北美第一高的瀑布约塞米蒂大瀑布落差达739米。

一个历代相传的故事说，一对年轻的夫妇在约塞米蒂山中跋涉，口渴难耐，在峡谷中发现了一个湖泊（今天的“镜湖”），妻子跑在前面，畅饮湖水，等丈夫赶到时，湖水已被饮干。丈夫大怒，动手痛打妻子。妻子逃脱，丈夫犹穷追不已，于是妻子停下，放下装着婴儿的篮子，把另一个装东西的篮子向丈夫掷去。神灵看到这一幕，大为震怒，把他们全都变成了遥遥相对的沉默山峰：放在一旁的婴儿篮变成了“王拱”，扔出去后底朝上的篮子变成了“篮穹顶”，丈夫变成了“北穹顶”和“华盛顿柱”，妻子则成了与之相向的半穹顶，半穹顶悬崖上黯淡的条纹，就是妻子流下的永恒泪水。

在约塞米蒂被白人重新发现后不久，有关其起源的科学探讨在加利福尼亚地质调查局的组织下也就开始了。当时有两派意见争论不休。一派以加利福尼亚地质调查局局长、著名地质学家约西亚·惠特尼（Josiah Whitney）为代表，主张约塞米蒂峡谷是由于地质断层之

间的岩块下陷形成的。在他们看来，半穹顶就是一个证据，它毫无疑问是由于一个完整的穹顶在中间分裂，滑落，失去了另一半而形成的。另一派以著名环保活动家约翰·缪尔为代表，认为是由于冰川侵蚀造就的。1913年，美国地质调查局委托弗兰科斯·马瑟斯

(Francois Matthes) 研究约塞米蒂峡谷的起源。1930年，马瑟斯发表经典著作《约塞米蒂谷地质史》，认为约塞米蒂地貌是河流和冰川共同侵蚀造成的，被广泛接受，结束了争议。



2005年美国发行的纪念加利福尼亚州建州的硬币，描绘缪尔勘探约塞米蒂谷。

此后的研究对马瑟斯的研究结果略有修改，但基本不变。大约在2500万年前，约塞米蒂所在的内华达山脉开始缓慢地隆起，增加了河床的陡度，使得流经约塞米蒂的默赛德河对河谷的侵蚀加剧。大约150万年前，内华达山脉已高到足以终年积雪，形成冰川。至少有过三次冰川在山顶形成，并流入山谷。在冰川纪早期约塞米蒂谷的冰川厚度可能一度达到1200米。冰川运动让约塞米蒂谷变得更宽、更深、更陡，切割、雕刻出了河谷两岸壮丽的地貌。

至于半穹顶，其前身并非一个完整的穹顶。它大约只丢失了20%的部分。构成半穹顶的花岗岩受力而出现裂隙，地质学上称为“节理”。水流进节理裂缝中，冻结、融化，如此循环往复，让裂缝不断地变宽。冰川流约塞米蒂谷时，切割、带走了穹顶底部的岩石。没有下面岩石的支撑，穹顶变得不稳定，面向河谷的一面逐渐脱落，形成了陡峭的悬崖，看上去好像被切掉了一半。



美丽的约塞米蒂河谷。

当前有一种从西方传进来的很时髦的“文化相对主义”论调，认为科学知识并非客观，也不比其他知识高明，比如对一种自然现象的解释，神话、传说与科学理论有同等的价值。但是我不知道，在今天还有谁会吧印第安人讲述的半穹顶的故事当成事实，而不认为地质学对半穹顶形成的解释更为合理。印第安人的故事也许有其文化、文学价值，甚至还有点教育意义，但是毫无科学价值。我这么说，不知是否会有印第安人认为是在污蔑其传统文化？

地质学也对半穹顶的形成讲了一个故事，而且曾经有过不同的版本，但这是一个可以用客观的证据加以验证、修改的故事，因此接受它并不需要信仰，也不需借助于权威——提出断层下陷说的惠特尼在当时要比提出冰川侵蚀说的缪尔权威得多，但是这并不妨碍后人在证据面前认为缪尔的说法更接近事实。这正是科学的魅力所在，也是科学知识胜于与之相对的其他知识的所在。

“龙骨”的由来



虽然有的中国人自称“龙的传人”，但现代人都知道龙是神话中的虚构动物。古人则不然，不仅相信龙是实际存在的，而且还用它入药。《本草纲目·鳞部》所列的第一味药，就是“龙”，为上品药。李时珍引经据典，对龙的形态、习性、好恶做了介绍，因为这关系到如何正确地用药：“医家用龙骨者，亦当知其性之爱恶如此。”



“龙骨”至今还是一味中药。

龙入药的部分包括龙骨、龙齿、龙角、龙脑、龙胎、龙涎。其中龙胎号称产自巴蜀，不知是什么东西。今天中药用到的“龙脑”又名冰片，是用龙脑树的树干蒸馏制成的产品，来源明确，似乎不该被误会为龙的脑。龙涎现在知道其实是抹香鲸肠胃的分泌物，被误传成了“群龙所吐涎沫”。至于龙骨、龙齿、龙角，都是同一种东西，现在也还是中药的一种，其实是古代哺乳动物的化石。

李时珍记载了古人对“龙骨”由来的争论，以及他自己的看法。争论的内容是，龙骨究竟是死龙的尸骨，还是活龙的蜕骨？这又涉及一个问题，龙究竟会不会自然死亡？李时珍认为龙是神物，似乎不会

自然死亡，但是根据《左传》、《述异记》、《博物志》等古籍的记载，又可以知道的确有自然死亡的龙，所以“龙骨”应该是死龙之骨。虽然有争论，也只是细节问题，对于化石是“龙骨”，古代中国人并无人怀疑过。

比李时珍早两千年，古希腊哲学家色诺芬尼就已经对化石做了描述，正确地推测出化石是生物——而不是神物——的遗迹。他在意大利西西里岛的采石场发现了鱼的化石，又在马耳他岛发现了海洋软体动物的化石，据此得出了一个在当时相当超前的结论：山脉必定曾经位于海中，地球在历史上多次交替出现世界性大洪水和干涸。



英国科学家罗伯特·胡克首次对化石做了精确的描绘，并证明它们是生物体的遗迹。这是胡克绘制的菊石，它们是一种已经灭绝了的头足类软体动物。

但是在基督教在西方占据统治地位后，化石的由来反而又变得不明不白了。既然《圣经》记载了世界只有短短几千年的历史，那么显然不能认为化石是生物体经历了长期的历史过程而遗留下的遗迹。当时流行的观点认为它们是和生物体没有任何关系的自然形成的石头图像。离奇一点的观点则认为它们是动物交配时精液溅到岩石上长出来的类似生命的东西。与这些观点相比，中国古人说化石是“龙骨”反而显得更先进了。

但是认为“化石是动物遗迹”这种离经叛道的观点一直顽固地存在着。到17世纪下半叶，终于有几名著名博物学家通过仔细比较化石和生物体的构造，令人信服地证明了化石必定来源于生物体。一旦化石的生物起源被确认，那么如何解释遗留在山上的海洋生物化石，便成了难题。与《圣经》记载调和的唯一希望，是认为化石是在诺亚大

洪水中灭亡的动物的遗迹。但是这个希望，在发现化石是分层分布的之后，就被彻底地粉碎了：仅仅一次的大灾难，如何能使化石形成分层分布，而且每一层都有独特的动物和植物的化石？世界肯定要比《圣经》所说的古老得多。

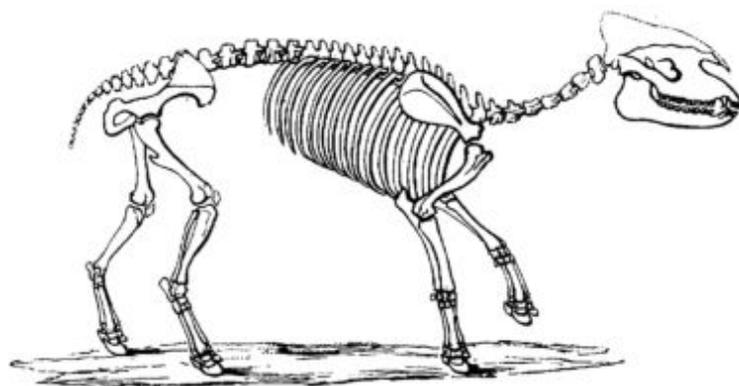


1667年，斯蒂诺向伦敦的皇家学会提交论文公布他对“舌石”的研究结果。这是第一篇研究化石的科学论文。

另一个问题是：化石所代表的生物，有许多在现在似乎不存在了。例如，人们很早以前就在马耳他岛发现有奇怪的类似舌头的石头，古罗马博物学家老普利尼认为它们是在月亏的时候从天上掉下来的。1666年，意大利托斯卡纳的渔民抓到了一条大鲨鱼，托斯卡纳大公命令将之送给正在当地行医的丹麦博物学家尼古拉斯·斯蒂诺（Nicolaus Steno, 1638—1686）解剖研究。斯蒂诺发现这种鲨鱼的牙齿与“舌石”的石头非常相似，只是“舌石”要大得多。他因此推断“舌石”是某种巨鲨的牙齿化石，但是这些巨鲨都已灭绝了。

然而，一个万能而且仁慈的上帝怎么会允许他的造物灭绝呢？一些虔诚的博物学家认为这些物种并非真正灭绝，而是还躲在某个偏僻的地方有待发现，例如可能在某处的海洋里，就生活着被认为已经灭绝的巨鲨。

不过，法国古生物学家居维叶（Georges Cuvier, 1769—1832）还是能够令人信服地举例说明，至少有某些物种已经灭绝了。他不以容易引起争议的海洋生物为例，而是选择了陆地生物，而且是最能引起人们注意的大型哺乳动物。他指出，有许多种大型哺乳动物（例如猛犸象、乳齿象）的化石与现存的哺乳动物（例如亚洲象、非洲象）类似，然而又不相同。如果这些化石所代表着的大型哺乳动物还生存着，那么是很容易发现的，既然它们在世界各地都未发现，那么可以认定它们已经灭绝了。



居维叶复原的一种已灭绝的古代哺乳动物——古兽类（Palaeotherium）的骨架。古兽类是一种早期类型的马。

一旦知道地球的历史极为古老，而且物种会灭绝，进化论也就呼之欲出了，而这一切都是由于认定了化石的生物起源。正当欧洲发生这场思想革命的时候，中国学者还丝毫不怀疑化石是龙骨，而且是上品神药。

放血疗法的兴衰



1799年12月12日，68岁的乔治·华盛顿冒着大雪骑马巡视其种植园，上午10点出门，到下午3点才回家。第二天，华盛顿感到喉咙疼痛，但仍然继续冒雪骑马外出，将他希望砍伐的树木做标记。14日上午，华盛顿的病情加重，呼吸困难，便找来了管家，命他给自己放血治疗。华盛顿深信放血是一种包治百病的疗法，他曾经用它给自己的黑奴们治好过多种疾病。



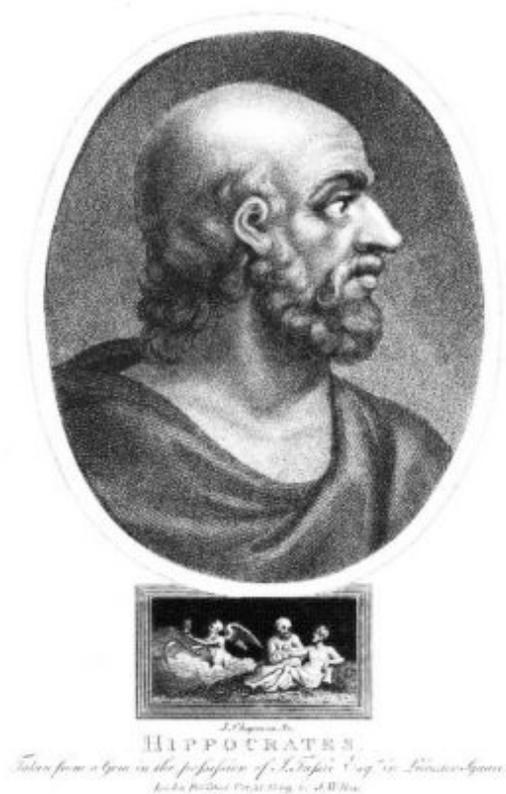
华盛顿在巡视其种植园（1852年的版画）。

华盛顿令管家给他放半品脱（8盎司，1盎司=0.03升）的血，不过根据医生后来的报告，管家实际放了12~14盎司的血。与此同时，华盛顿也派人去叫他的私人医生，并请两位名医一起会诊。私人医生到达后，主要的治疗手段还是放血，先后放了三次血，前两次各放20盎司，最后一次放了40盎司。两位名医稍后赶到，又给华盛顿放了32盎司的血。

当天下午4点半，华盛顿呼吸越来越困难，意识到治疗无效，自己将不久于人世，找来秘书留下了遗嘱，并告诉医生们不必再费心了。晚上10点10分，华盛顿抬手给自己把了把脉，停止了呼吸。

当时的医生认为华盛顿死于咽喉和气管发炎。当代有医生认为他死于急性细菌性会厌炎导致的窒息。但是严重的失血无疑加速了其死亡。华盛顿共被放掉了124~126盎司即约3.7升血。华盛顿的体重约为

100千克，一个人体内的血量与体重有关，为70毫升/千克，即华盛顿体内的血量大约为7升。也就是说，在半天之内，华盛顿体内的血被放掉了一半以上！

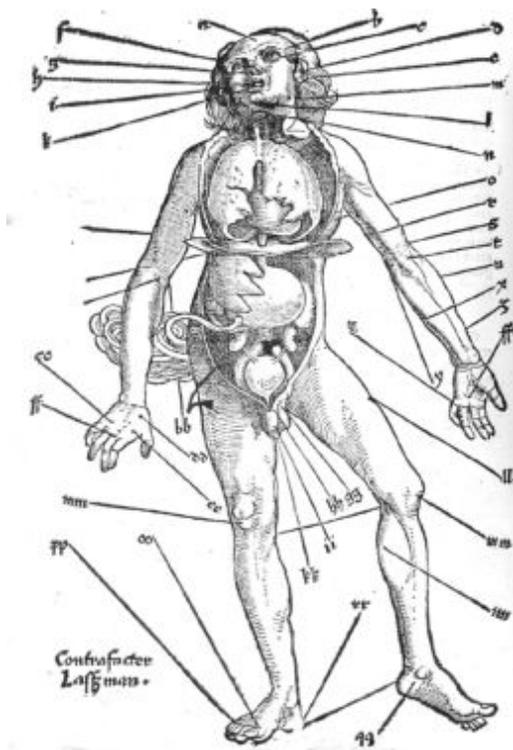


西方医学之父希波克拉底。

放血疗法的历史源远流长，至少有三四千年的历史，也许可以一直追溯到新石器时期。在原始人看来，人之所以会生病是由于恶魔附体，要治病就应该把体内的恶魔释放出来，放血就是一种释放恶魔的方法。

古希腊的希波克拉底用四体液学说取代了恶魔说。他认为人体由土、气、火和水四种元素组成，而疾病则是由于四种体液失去平衡导致的：由肝制造的血液，肺制造的黏液，胆囊制造的黄胆汁和脾制造的黑胆汁。治病就是为了让体液恢复平衡，放血就是一种方法。不过希波克拉底提倡通过恰当的饮食、休息和锻炼让疾病自然痊愈，以后的盖伦才在四体液学说的基础上大力提倡放血疗法，病情越严重，放血就要越多。盖伦根据病人的年龄、体质、季节、天气、地点、发病器官等等构建了一套非常复杂的放血疗法体系。后来放血疗法又和星相结合在了一起，变得更为精致，要根据对应的星座，在特定的时间对特定的身体部位放血，真可谓“博大精深”、“天人合一”。

在中世纪的欧洲，放血疗法变得更加流行，成了几乎所有疾病的标准疗法。不过，医生虽然建议患者放血，却不屑于自己操刀，具体的操作由理发师来做。理发师成了最早的外科医生。从当时起沿用至今的理发标志——红白条纹柱子——其实就是个放血疗法的广告：红色代表血，白色代表止血带，柱子代表放血时病人握着的棍子。



16世纪的医学著作插图，表明不同的疾病要在不同的部位放血。

放血疗法并没有随着中世纪的结束而结束，反而在18世纪末、19世纪初达到了顶峰。这时候，放血不仅被当成包治百病的疗法，而且还成为保健的方法，许多健康人也定期放血。虽然四体液学说不再被视为真理，但是多数医生仍然相信疾病是由于体内某种物质过多或缺乏，身体失去平衡导致的。放血可以起到消除器官的炎症，降低体温，减轻心脏负担等作用。

从19世纪中叶起，有越来越多的医生怀疑、抨击放血疗法。特别是在发现有许多疾病是由于细菌感染引起的，细菌是真正的病因之后，如何消灭、抵御细菌成了治病的焦点，放血疗法便失势了。但是一种延续几千年的医疗传统是不会轻易退出舞台的。在19世纪末和20世纪初，还有不少医生在坚持使用放血疗法，批评那些全盘否定放血疗法的人太偏激、太极端。甚至直到20世纪20年代，放血仍然被一些医生视为治疗肺炎的有效方法。



这幅17世纪那不勒斯的版画描绘了当时流行的放血疗法的情景。

不过，随着现代医学的发展和成熟，有着悠久历史的放血疗法不可避免地走到了尽头。现在，除了极少数疾病（例如红细胞增多症）还会用放血治疗，已没有人还在用它来治疗普通疾病了。当然，对放血疗法的疗效不必一概否定，它也许对某些疾病（例如高血压）会起到缓解作用，也许还能激发人体的免疫能力，但是既然我们对这些疾病有了更安全有效的治疗方法，也就没有必要再去留恋一种古老的医术，更不要幻想将来有一天它会获得新生。

在现代医学建立之前，西方的医学观念发生过几次重大变化，然而放血疗法却总能找到理论依据而顽强地生存下来。不管是恶魔说、四体液学说还是身体平衡说，都能合理地推导出应该采用放血疗法。可惜合理的推导并不能就得出正确的结论，因为其推理的大前提——其理论体系——从根本上就错了。所以，要正确地评价一种医术，首先应该废弃不科学的理论体系，代之以科学的理论和方法。即使医学不完全是科学，也应该建立在科学的基础之上，而不是去宽容迷信、玄学和臆想，否则就可能给病人带来不必要的痛苦，甚至加速其死亡，造成华盛顿之死那样的悲剧。从这个意义上说，不科学的医学是没有人性的，不管它多么有人情味。

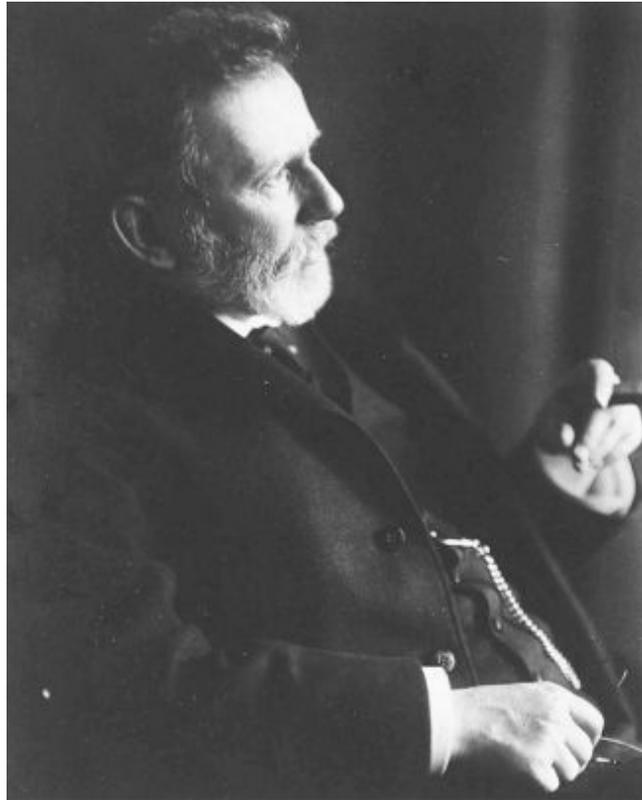
“六〇六”的真实故事



有许多人相信，在科学研究中要“大胆假设，小心求证”，只要持之以恒就能获得成功，经常被用到的例子是农药“六六六”，说这项试验有过665次错误的假设，第666次才得到成功。其实“六六六”的得名是因为它的分子结构由六个碳、六个氢、六个氯原子组成，和它的试验次数毫无关系。

这个故事原始版本是说药物“六〇六”在实验了605次都失败了后第606次才成功，就以之命名。“六〇六”是过去用于治疗梅毒的一种药物，在青霉素问世之后逐渐被淘汰，现在一般人都没听说过，因此出现了张冠李戴。

但是这个原始版本也是错误的。

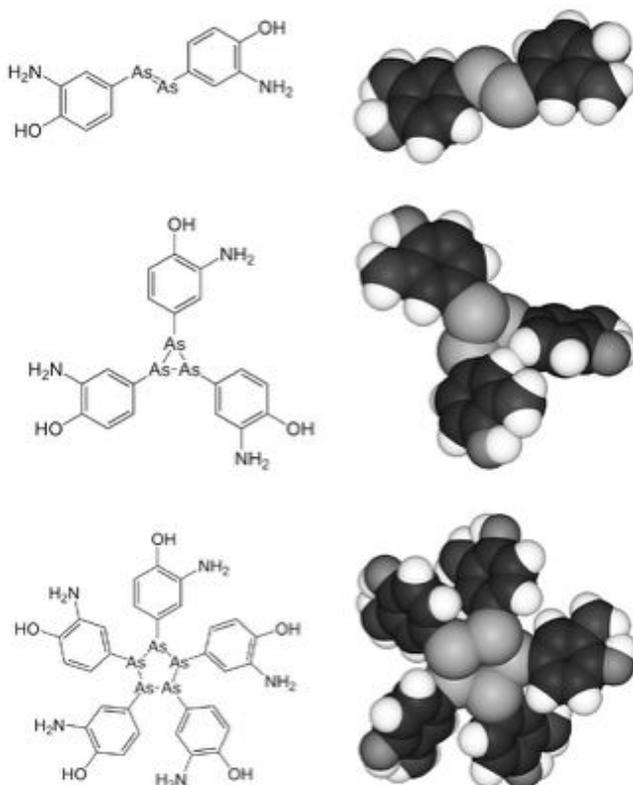


化学疗法之父埃尔利希。

“六〇六”的发明者是德国科学家埃尔利希（Paul Ehrlich, 1854—1915）。在19世纪70年代，埃尔利希在医学院求学期间，对细胞的观察在德国进入了黄金时代，这得益于德国两大工业发展：一个是德国的光学工业，制造出了越来越精良的光学显微镜；一个是德国的染料业，细胞学家们尝试了种种染料，试图使不同的细胞、细胞的不同结构能不同程度地被染色，以便能在显微镜下区分开来。

埃尔利希从那时起对染料着了迷。他一开始研究的是如何用不同的染料让不同的细胞着色，包括通过染色在显微镜下分辨出入侵人体的病原体，用以诊断疾病。他曾经给自己的唾液染色发现自己得了肺结核。很快地，他想到染料还可以有更直接的医疗用途：如果染料能够特定地附着在病原体上染色，而不附着人体细胞，那么我们是否也能从染料中发现药物，它只攻击病原体，而不攻击人体细胞，因此对人体无副作用呢？

埃尔利希将这种药物称为“魔术子弹”。寻找“魔术子弹”成了他一生的梦想。1899年，他被任命为新成立的法兰克福实验医疗研究所所长后，开始带领一批人马去实现这个梦想。



“六〇六”的分子结构图。以前认为的分子结构（上）可能是错误的，2005年的新研究表明它可能是两种分子的混合物（中、下）。

埃尔利希一开始想要攻克的是“非洲昏睡症”。当时人们刚刚发现这种传染病的病原体是锥体虫，而锥体虫也能感染老鼠，因此可以用老鼠作为实验动物试验药物。1904年，埃尔利希发现有一种红色染料——后来被称为“锥红”——能够杀死老鼠体内的锥体虫。可惜临床人体试验的效果不佳，因此他开始寻找新的染料。

此前，有一位英国医生发现染料“阿托西耳”（学名氨基苯胂酸钠）能杀死锥体虫治疗昏睡症，但是有严重的副作用：阿托西耳会损害视神经导致失明。埃尔利希想到：能不能对阿托西耳的分子结构加以修饰，保持其药性却又没有毒性呢？当时化学家已测定了阿托西耳的分子式，它只有一条含氮的侧链，表明它难以被修饰。但是埃尔利希相信这个分子式搞错了，它应该还有一条不含氮的侧链，这样的话就可以对它进行修饰，合成多种衍生物进行实验。

埃尔利希的助手们并不都赞成埃尔利希的直觉，有的甚至拒绝执行埃尔利希的指导当场辞职。但是实验结果表明埃尔利希的猜测是正确的。助手们合成了千余种阿托西耳的衍生物，一一在老鼠身上实验。有的无效，有的则有严重的毒副作用，只有两种似乎还有些前途：编号“四一八”和“六〇六”的衍生物，但是进一步的实验表明后者并没有效果。



“六〇六”的发明者埃尔利希和他的助手秦佐八郎。

恰好在这时，梅毒的病原体——密螺旋体被发现了，而且，一位年轻的日本细菌学家秦佐八郎找到了用梅毒螺旋体感染兔子的方法。埃尔利希邀请秦佐八郎到其实验室工作，让他试验“四一八”和“六〇六”是否能用于治疗梅毒。1909年，秦佐八郎发现“四一八”无效，而“六〇六”能使感染梅毒的兔子康复。随后进行的临床试验结果也表明“六〇六”是第一种能有效地治疗梅毒而毒副作用又较小的

药物，很快推向市场。作为第一种抗菌类化学药物的发明者，埃尔利希因此被公认为化学疗法之父。

与一般的说法相反，“六〇六”并不是某个人简单地重复606次试验的产物，而是在合理的假设、丰富的经验、良好的直觉的指导下，许多人分工合作，从上千种化合物中筛选出来的，“六〇六”是产物编号而不是试验次数。其中又有一定的偶然因素，最初的实验目的甚至不是为了治疗梅毒，对此其实只试了两“次”。

神秘的N射线



1895年的一天，德国物理学家伦琴在暗室里用黑色薄纸板把一个克鲁克斯管密封起来，接上高压电流，准备做阴极射线的实验，却意外地发现一块放在旁边用来做别的实验的荧光屏发出了光辉。在连续进行了6周的严密实验后，他认定放电管发出了一种未知的射线——X射线。6年后，伦琴因此获得了首届诺贝尔物理学奖。



德国物理学家伦琴和发射X—射线的克鲁克斯管（捷克1971年发行的邮票）。

多少人也想要有这样好的运气和荣誉！即使是像法国南锡大学物理教授布朗洛（Rene Blondlot, 1849—1930）这样已当选法国科学院通讯院士并两次获得科学院大奖的杰出科学家也不例外。1903年，他在研究X射线的偏振现象时，运气降临了。他的实验材料是一根放在密闭铁管中的热铂丝，铁管留了一条铝做的细缝。他注意到从中射出的射线似乎能够让附近煤气灯的火焰变得更亮，而且还能让荧光屏变得更亮。他认定这也是一种未知的新射线，取名N射线，以纪念他任职的大学。

布朗洛很快又发现很多材料都能天然地发射N射线，比如大多数金属，但是不包括木头。把一块砖用黑纸包好在太阳下晒一会，就能让它持续不断地发出强烈的N射线。就像光透过玻璃三棱镜发生折射形成光谱一样，让N射线透过铝质三棱镜也会形成频谱，虽然看不见，但是可以用一块特制的荧光屏检测出来。而且布朗洛还发现N射线能够奇妙地增强人的视力。

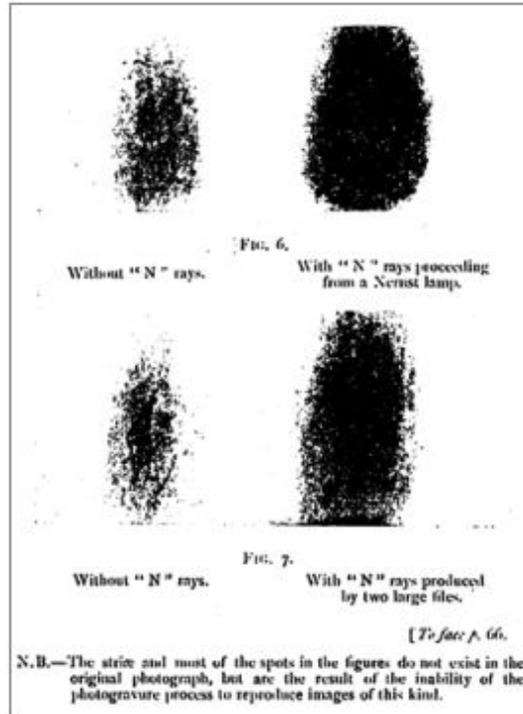
这种射线看来要比X射线神秘得多，也重要得多。布朗洛迫不及待地发表论文宣布其发现，在三年内发表了26篇相关论文和一部著作。其他法国科学家也纷纷跟进，到1906年已有120多名科学家发表了近300篇研究N射线的论文。1903年诺贝尔物理学奖的获得者贝克勒尔（AntoineHenri Becquerel, 1852—1908）也凑这个热闹，写了10篇论文。最神的是布朗洛的同事、南锡大学医学院教授查彭蒂尔（Augustin Charpentier），他发现人体也能发射很强的N射线，为此发表了38篇论文。



“N射线”发现者、法国物理学家布朗洛。

但是德国、英国的物理学家们却无法重复布朗洛的发现，不免心存疑惑。1904年，恰好以善于揭露伪科学著称的美国著名物理学家罗伯特·伍德（Robert W. Wood, 1868—1955）到英国参加会议，与会者便请他去布朗洛实验室看个究竟。

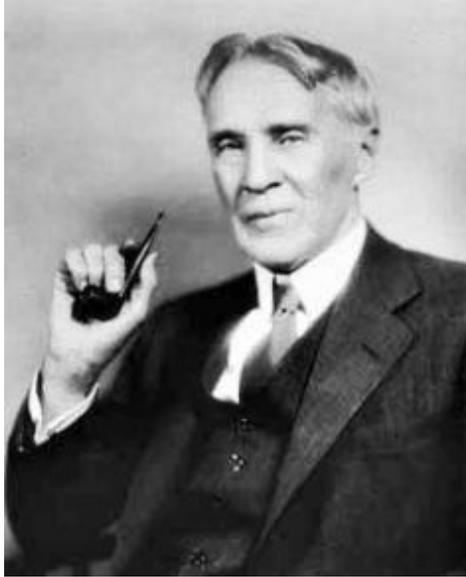
布朗洛热情地向伍德演示N射线实验。这些实验都是在暗室中进行的，这就让伍德有了“恶作剧”的机会。在第一个实验中，布朗洛用N射线源对准电火花，声称这使火光变亮，然后用手遮挡N射线源，声称火光又变暗了。但是伍德都看不出亮度有变化，提议由他用手来遮挡N射线源让布朗洛观察火光亮度变化。伍德后来向《自然》报告说，他的手根本没有动弹，布朗洛却一会说亮了，一会说暗了。



布朗洛在论文中用这组照片说明N射线让电火花变亮了：左边的是没有N射线的，右边的是有N射线的。

第二个实验是布朗洛把一把锉刀放在眼睛旁，声称锉刀发出的N射线使得他的视力增强，能够看清远处夜光钟的指针。伍德提出替他握锉刀，偷偷地换成不该发出N射线的木头尺子，布朗洛同样声称看清了指针。第三个实验是N射线的折射实验，布朗洛准确地从屏幕上一条条读出了N射线的频谱，他不知道的是，伍德早已偷偷地把铝质棱镜拿走藏到兜里，N射线根本不应该发生折射！

有的文献说，在伍德向外界公布了这些实验结果，证明了N射线纯粹出于想象之后，布朗洛就身败名裂，甚至发疯而死。其实布朗洛在那一年再次获得了法国科学院的大奖，到1910年才因到了退休年龄而退休，并一直活到1930年，享年81岁。其间他还在著书立说、发表演讲，丝毫没有发疯的迹象——当然，他一直坚持认为N射线是真实存在的，只是太过微妙，不能用简单的实验来验证。



美国著名物理学家罗伯特·伍德在观摩布朗洛的实验时，用一个简单的试验证明了“N射线”只是布朗洛的想象。

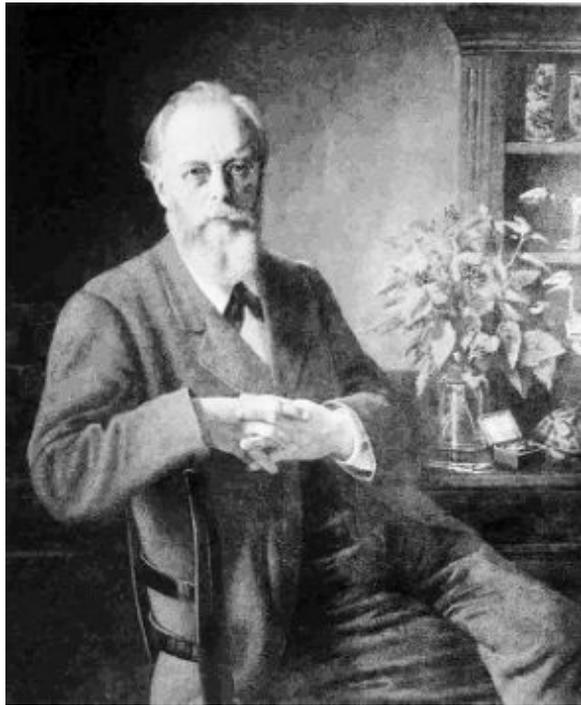
布朗洛看来是很真诚地相信他的发现，而不是有意造假。科学史上类似这种由于强烈的主观偏向而自欺欺人的例子屡见不鲜，但是为何有如此多的训练有素甚至声名卓著的科学家都跟着晕头转向，却是一个比N射线更神秘的谜。他们以法国科学家为主。在19世纪下半叶，法国已丧失了世界科学中心的地位，落后于德国和英国。也许，正是在赶英超德、振兴法国科学事业的爱国激情的驱使下，他们浮躁地抛弃了一些基本的科学原则，结果却沦为国际笑柄。

这个事件经常被有些反科学人士拿来证明科学研究并不像人们设想的那么客观，靠不住。其实它恰恰说明，虽然再著名的科学家也有可能犯错误，但是科学却有自我纠正的能力，关键在于如何严密地设计控制实验，避免主观偏向而获得客观的结果。毕竟，否认N射线的也是科学家，而伍德的“恶作剧”实际上是在采用一个基本的科学实验方法：盲法试验。

产婆蟾的“黑色指垫”



生物体的构造能够巧妙地适应环境，它们是怎么进化出来的呢？最早思考这个问题的是法国博物学家拉马克，他认为这是用进废退的结果。例如，斑马为什么能够跑得那么快呢？因为古代的斑马为了躲避捕食者的追捕，要不断地跑，腿部肌肉因此受到锻炼，变得越来越发达。发达肌肉的特性传给了下一代，一代又一代传下去，斑马的腿部肌肉越来越发达，也就跑得越来越快。这种观点被称为拉马克主义。



魏斯曼是比达尔文还坚定的达尔文主义者，坚决否认后天获得性能够遗传。

在19世纪末和20世纪初，拉马克主义非常流行。但是也一直有生物学家怀疑它是否能够成立。拉马克主义的核心是后天获得的性状能够遗传给后代。德国生物学家魏斯曼（August Weismann, 1834—1914）曾经做过一个著名的实验来否定拉马克主义。他连续切除了22代老鼠的尾巴，测量各代老鼠尾巴的长度，发现老鼠后代的尾巴并没有因此而变短。

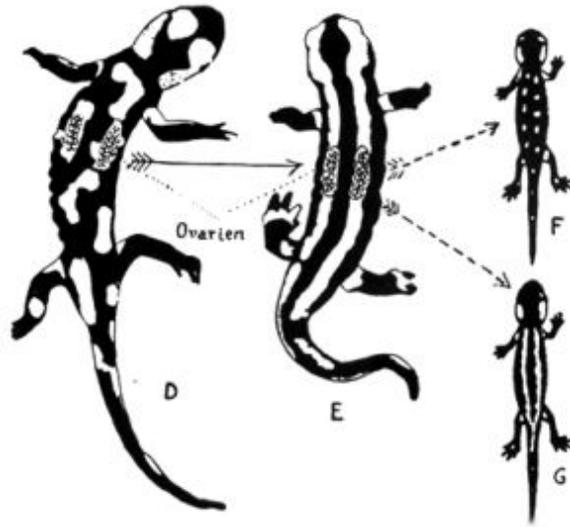
随着遗传学在20世纪的兴起，人们对生物遗传机制了解得越多，就越怀疑拉马克主义。拉马克主义者面临着要用实验来证明自己的难题。其中最热衷于此的是奥地利生物学家卡姆梅勒（Paul Kammerer, 1880—1926），他用两栖动物做了许多实验以证明环境能够导致可遗传的适应性变化。

其中一个实验是用蝾螈做的。有的蝾螈的肤色是全部黑色的，有的则长着黄色的斑点。卡姆梅勒报告说，他把黄斑蝾螈养在黑色环境中，黄斑就会逐渐失去。它们的后代的肤色也基本上变成了黑色的，只有在背部的中央还保留着一列黄斑。但是如果把这些后代养在黄色环境中，背上的黄斑就会扩大，连成了一片成为一条黄线。这就证明了蝾螈的肤色不仅受生存环境的颜色的影响，而且这种影响还能遗传下去。



奥地利生物学家卡姆梅勒是新拉马克主义流派的最后一个重要人物，一度被其追随者吹捧为达尔文第二。

卡姆梅勒最著名的一个实验是他在第一次世界大战前做的产婆蟾实验。产婆蟾是一种陆生的蟾蜍。水生的蟾蜍，雄的都有一个黑色指垫，交配时用于抓在雌蟾蜍身上免得滑倒，陆生的蟾蜍则没有这个黑色指垫。卡姆梅勒强迫产婆蟾在水中生活，繁殖了几代之后绝种了，但是在绝种之前，雄蟾蜍据称长出了黑色指垫，而且一代比一代更明显。卡姆梅勒声称水生的环境导致了“黑色指垫”这种适应性突变。



卡姆梅勒声称他用实验证明了蝾螈的肤色受生存环境的颜色的影响，而且这种影响还能遗传下去。

第一次世界大战后，卡姆梅勒为了拉到资助，周游列国到处演讲。1923年，他带着产婆蟾标本去英国演讲，引起了轰动，也引起了遗传学家贝特森（William Bateson, 1861—1926）的怀疑，要求检查标本，遭到拒绝。有些生物学家试图重复卡姆梅勒的实验，都失败了，因为产婆蟾极难养殖。

1926年，在多方压力下，卡姆梅勒终于允许美国自然历史博物馆爬行类馆长和维也纳大学的一名教授检查产婆蟾标本，他们发现所谓“黑色指垫”乃是用黑墨水涂上去的，向英国《自然》杂志写信揭露此事。

一个多月后卡姆梅勒开枪自杀。此时卡姆梅勒正准备到莫斯科大学当教授。他留下一封向莫斯科科学院辞职的遗书，信中承认产婆蟾标本和其他证明拉马克主义的实验标本都有假，例如所谓变成黑色的黄斑蝾螈也是用黑墨水加工过的。但是他又声称他是无辜的，是另外有人在他不知道的情况下造假。



雄性产婆蟾用后肢随身携带卵直到卵孵化，故名“产婆”。



卡姆梅勒的产婆蟾标本上的“黑色指垫”。

在卡姆梅勒死时，拉马克主义在西方国家已接近破产，这个丑闻不过是压垮骆驼的最后一根稻草，但是拉马克主义在苏联却正在兴起。苏联政府邀请卡姆梅勒去苏联，就是想让他领导对抗遗传学的运动。卡姆梅勒的死使得这场闹剧推迟上演，直到1935年有了合适的人选——李森科。在李森科时期，卡姆梅勒的实验仍然一再被苏联御用科学家引用来证明后天获得性可以遗传，从不提及卡姆梅勒本人已承认实验结果有假。

即使在现在，也还有人坚信卡姆梅勒实验的真实性。他们认为，卡姆梅勒的确培养出了长黑色指垫的产婆蟾，只不过标本经过长期保存后黑色指垫变得不明显了，卡姆梅勒本人或其助手才不得已需要用黑墨水进行加工。这当然只是推测，并无证据。

就算卡姆梅勒真的培养出了长黑色指垫的产婆蟾，就能证明后天获得性能够遗传吗？其实并不能。据卡姆梅勒的实验报告，他用了几百个产婆蟾的卵在水中做实验，最终只有很少一部分能够孵化、存活。所以有可能产婆蟾本来就有一小部分变异隐含着黑色指垫的基因，它们的卵在有水的环境中发育时，让这个基因表达了出来。这实际上是一种自然选择，而不是后天获得性遗传。

最可悲的莫过于为了一个实际上并不能用以证明自己的主张的实验而去造假，最终身败名裂了。

破解爪哇怪病之谜



在19世纪晚期，爪哇及其附近岛屿流行一种怪病，当地人称之为“贝里贝里”，意思是“不能不能”，它的特征是软弱无力、手足麻木甚至瘫痪，有的下肢出现水肿，严重者可发生心力衰竭而死亡。在当时，高达80%的贝里贝里病患者会死亡。



贝里贝里病患者。

当时印尼是荷兰的殖民地，大批民工得了贝里贝里病，严重地影响了殖民地的经济。为此，在1886年10月，荷兰政府派出一个由三名医生组成的科研小组前往爪哇调查。此前已有多名亚洲、欧洲医生研究过贝里贝里病，对其病因众说纷纭。有的认为它是中毒引起的，有的认为它是缺乏脂肪、蛋白质、磷或氮等营养素导致的，有的认为是由于感染了寄生虫或细菌……

此时德国医生科赫（Robert Koch, 1843—1910）刚刚创建细菌学，发现结核杆菌、霍乱弧菌，疾病是由微生物导致的“微生物病原学说”风靡一时。爪哇流行着霍乱、痢疾、鼠疫等多种已知的传染

病，那么推断同样流行的贝里贝里病也是一种微生物导致的传染病，本是顺理成章的事。这三名荷兰医生的使命是去发现、分离出贝里贝里病的病原体，并制造出疫苗。

经过一年多的研究，他们更精确地描述了贝里贝里病的症状，报告了在显微镜下观察到病人组织中神经受损的情形，并确认了贝里贝里病是由某种细菌导致的。但是他们也发现一种新的感染模式：病人似乎是反复多次感染了该病菌才会患病，因为必须在疫区呆上几个星期才会患病。但是科研小组没能分离出这种病菌，当然也就制造不出疫苗。他们留下年轻的医生伊科曼（Christiaan Eijkman, 1858—1930）继续研究并负责一个新建的军医院，其他人回到了荷兰。



细菌学创建者科赫最著名的工作之一是发现了结核杆菌。

伊科曼是科赫的学生，他用科赫创建的最先进技术，花了三年时间，也没能分离出贝里贝里病菌。1890年的一天，他偶然注意到，医院养的鸡也像贝里贝里病人一样变得两脚无力，瘫倒在地上。莫非这些鸡也感染了贝里贝里病菌？这可是天赐的实验材料！伊科曼把这些鸡抓到其他地方做进一步的研究。但是奇怪的是，这些鸡换了地方后，病却突然好了。

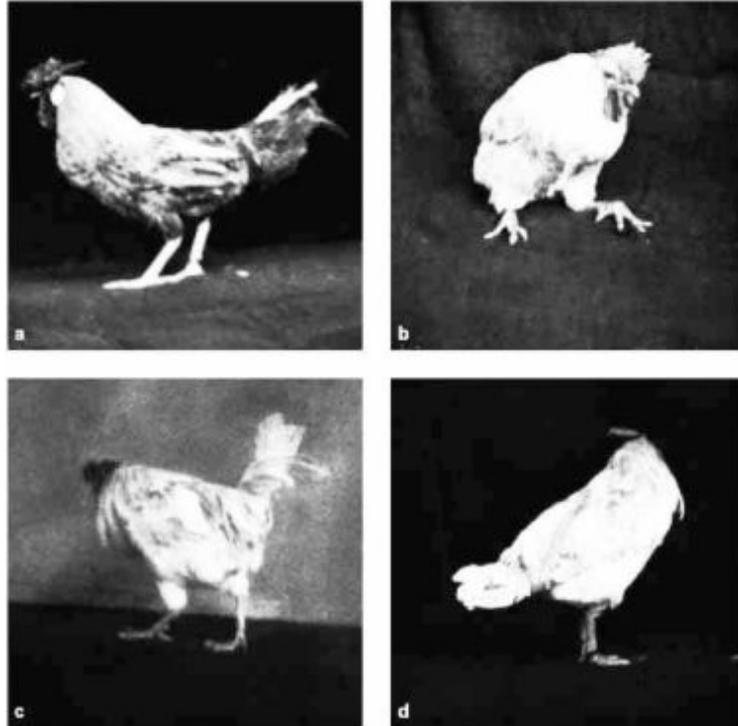
这些鸡到新的地方后，有什么因素发生了变化呢？伊科曼仔细排查后，注意到一点差异：在医院，鸡吃的是军官吃剩的白米饭，而到了新地方后，厨师认为用白米饭喂鸡太奢侈了，改喂它们糙米。



后来成为诺贝尔奖获得者的荷兰年轻医生伊科曼。

伊科曼意识到白米很可能就是传染源，病菌就存在大米的淀粉部分，这可以解释为什么贝里贝里病会在以大米为主食的国家流行。而谷皮很可能就含有能够抵抗贝里贝里病菌的物质。伊科曼用实验证明了这个猜测。用碾过的白米喂鸡，健康的鸡很快就会出现类似贝里贝里病的症状。改用糙米或往白米中添加米糠来喂，这些鸡就很快恢复了健康。

但是很多研究人员并不同意伊科曼的看法。他们认为这些鸡得的并不是贝里贝里病。为了回应这些反对意见，伊科曼用显微镜仔细观察这些鸡的组织，发现其神经出现与贝里贝里病人相似的损伤。他还想证明贝里贝里病菌可以从人传染给鸡，把贝里贝里病人的体液注射到鸡身上，但是并没能让鸡因此染上贝里贝里病。将病鸡血液注射到健康鸡身上，也没能成功。看来贝里贝里病不是通过体液传染的。他猜测贝里贝里病菌存在于小肠中，遇到大米淀粉产生毒素，毒素进入体内后损害神经细胞。



伊科曼用鸡做实验发现了贝里贝里病的病因。

那么怎么证明白米的确是贝里贝里病的传染源呢？伊科曼想到了可以拿监狱里的犯人做实验，因为他们的饮食是可以严格控制的。对此伊科曼也不愁没有实验材料：由于原住民反抗殖民统治，当时的爪哇成了世界上“犯罪率”最高的地区之一，近1%的人口被关进军事监狱，人数达20多万。不同监狱给犯人的待遇也不一样，有的吃白米，有的吃糙米，有的则是混合着吃。伊科曼注意到有一个吃白米的监狱有多达5.8%的犯人得了贝里贝里病。他劝说监狱长改给犯人吃糙米。结果所有的贝里贝里病人都康复了。

不过，这只是证明了糙米能治疗贝里贝里病，并不能证明贝里贝里病就是白米引起的。要证明后者，需要拿人做分组对照实验。伊科曼不想拿人像鸡那样做实验。他改而采用调查方法。在1896年，他请爪哇卫生部长协助，对爪哇及其附近岛屿的所有监狱做了调查统计，结果很明显：吃白米的监狱贝里贝里病发病率达2.6%，吃混合米的发病率为0.2%，吃糙米的发病率则仅为万分之一。

调查结束后，伊科曼因病离开爪哇回到了荷兰。另一名荷兰医生格里金斯（Gerrit Grinjs）接替伊科曼负责贝里贝里病的研究。1901年，格里金斯从新的角度解释了伊科曼的发现：不是因为白米含有毒素，而是因为它缺乏某种营养素，这种营养素存在于谷皮中。换句话

说，格里金斯认为贝里贝里病不是微生物导致的传染病，而是营养缺乏症。

1925年，两名在爪哇工作的荷兰科学家分离出了这种营养素，他们用了300千克的米糠，才提取出100毫克这种营养素！这种营养素后来被命名为硫胺素，也即维生素B₁。1929年，伊科曼与维生素的发现者英国人霍普金斯（Frederick Hopkins, 1861—1947）分享诺贝尔医学奖。硫胺素是一种辅酶，参与细胞的能量代谢，对任何一种细胞都至关重要。不过，体内一旦缺乏硫胺素，需要耗费很多能量的神经细胞最容易受到影响，由此出现种种症状。



硫胺素分子结构模型。

贝里贝里病之所以在19世纪晚期会在爪哇突然流行，是因为那个时候西方人给爪哇带去了碾米机，取代了传统的舂米方法，碾出的米更白更香，然而也更少硫胺素。

贝里贝里病流行于以大米为主食的国家，中国也不例外。中医将它称作“脚气病”。传说唐朝有一个严太守患脚气病，请孙思邈诊治。孙思邈发现严太守喜食精粮，其他几位患脚气病的富翁也有这一嗜好，于是知道了脚气病的病因，建议严太守改吃粗粮，并用谷糠、麦麸皮煎水服用，很快痊愈云云。

这个传说于史无证，显然是今人根据伊科曼的故事编造的，而且编得非常拙劣，误以为吃精粮就会得脚气病。其实富翁即使吃精粮也不太可能得脚气病，因为硫胺素广泛存在于食物中，富翁可以从肉类、蔬菜、水果中获得补充。患脚气病的一般是食物匮乏、除了白米没什么可吃的穷人。



孙思邈被中医推崇为药王。

孙思邈并不知道脚气病的真正病因，在其著作中认为它是地上冒出的“风毒之气”从脚进入身体，遍及四肢腹背头项所致。他也没有吃米糠麦麸可治疗脚气病的记载。他提到“穀白皮”可治脚气，被某些先入为主的今人误读成了“穀（谷的繁体字）白皮”，以为指的是谷皮，其实是可用来造纸的楮树皮，而且这是他提供的几十种治疗脚气病的稀奇古怪的药方之一，可知他并不知道治疗脚气病的特效药，否则无需列出这么多的药方。李时珍在《本草纲目》中列举的治疗脚气病的几十种药方，也没有哪一个是吃米糠麦麸的。

当然，这些药（例如豆类）有的碰巧含有硫胺素，因此对治疗脚气病会有一些的疗效。但是没有科学方法的指导，不做严密的实验、调查，碰巧有效的经验也会被淹没在更多的无效而荒唐的偏方——例如“乌特牛尿热饮”——之中。

“不死的细胞”疑云



卡雷尔（Alexis Carrel, 1873—1944）是生物医学史上一位传奇人物，这倒不是因为他在1912年由于在血管外科手术的开创性贡献而获得诺贝尔医学奖，而是因为他在同一年做了一个更为惊人的培养“不死的细胞”的实验。

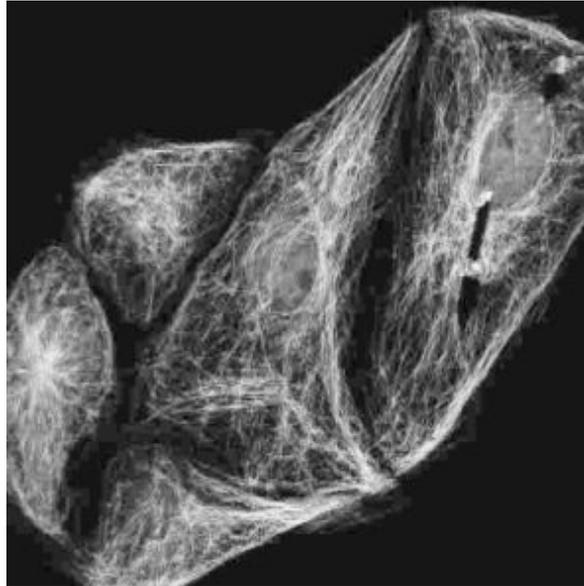


1912年诺贝尔医学奖获得者、法国医生卡雷尔（1873—1944）。他因为在血管外科手术的开创性贡献而获此殊荣。

卡雷尔原是法国医生，1904年移民美国，到洛克菲勒研究所从事基础研究。1910年，美国生物学家罗斯·哈里逊（Ross Harrison）报告发明了体外培养技术，把脊椎动物的组织从体内切割下来后，放在体液中培养，这些细胞不仅能够存活，而且会继续生长和分裂。卡雷尔及其助手也试着把成纤维细胞从鸡胚胎的心脏分离出来放在鸡血清中培养，每天更换培养液。从1912年1月17日开始，他们培养了16个样本。到当年9月份，只剩下一个样本还活着，其他的都死了。

这时，卡雷尔发表论文宣布，他已找到了能让生物体组织在体外无限生存下去的培养条件。这个硕果仅存的样本似乎验证了卡雷尔的

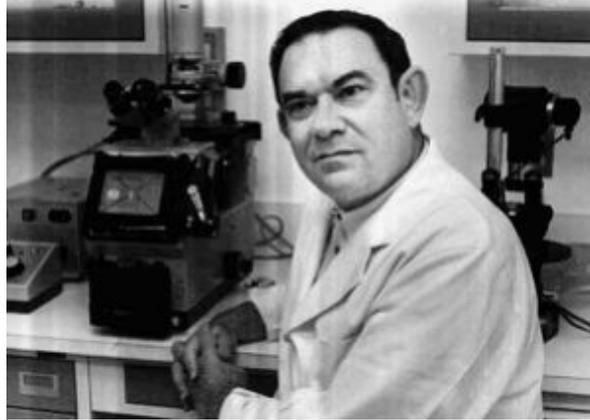
预言，就那么一直存活下去。卡雷尔后来几次发表论文报告这个结果。1938年，卡雷尔离开洛克菲勒研究所，回到了法国。这个神奇的组织培养被他的合作者埃布林（Albert Ebeling）带到了一家公司继续培养。卡雷尔在法国成为纳粹同伙，1944年去世。两年后，埃布林人为停止了培养，将它扔掉。



成纤维细胞是组成结缔组织的细胞。用荧光标记后，圆点为细胞核，网状物为细胞内的微管。

也就是说，这些从鸡胚心脏分离的成纤维细胞被持续培养了34年。如果考虑到有记录的鸡的最长寿命为12年，这个实验似乎证明了只要给予合适的环境，鸡的细胞就可以无限地分裂、生存下去，并没有内在的机制限制细胞分裂的寿命。卡雷尔的这个实验经过夸大后（其中一个版本是，卡雷尔让鸡的心脏在体外跳动了34年），不仅对学术界，对大众也有影响。它似乎给了渴望长寿的人们一个希望：只要能找到合适的生活条件，人就不会衰老。直到几年前，国内一家推销“抗衰老”假保健品的公司的宣传材料还声称，卡雷尔的鸡细胞之所以能不死，是因为使用了他们推销的那种“魔法分子”。

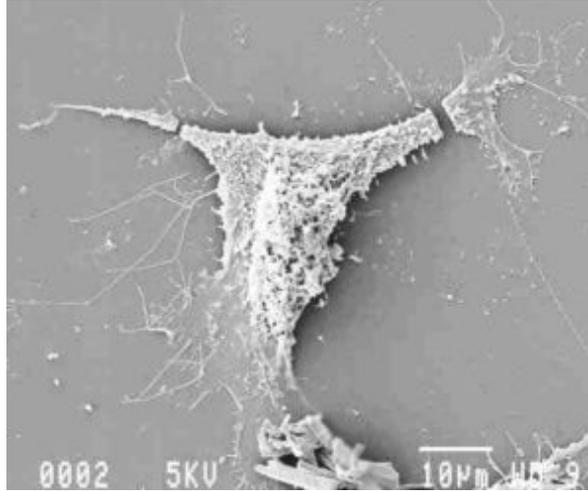
在卡雷尔做组织培养实验时，为了防止细菌污染，卡雷尔要求实验人员像做外科手术一样全身穿戴防护服和面具。这么苛刻的实验条件使得很多生物学家不愿意去重复该实验，那些下了决心去尝试的人也没有人能够重复出卡雷尔的结果。即使在现在，用现代体外培养技术培养，也没有人能让鸡成纤维细胞的存活时间超过44个月。



美国生物学家、“海弗里克极限”的发现者海弗里克。

但是在1961年之前，没有人公开怀疑卡雷尔的实验结果。这一年，美国生物学家海弗里克（Leonard Hayflick, 1928—）完成了一篇论文，报告他们在体外培养人的胚胎成纤维细胞的结果。海弗里克用的方法是将细胞放进培养皿中培养，让它们分裂、生长，直到铺满培养皿。在培养皿铺满一层细胞后，正常的细胞就会停止增殖。然后，将其中一小部分细胞转移到另一个新鲜的培养皿中培养。海弗里克发现，即使在最合适的培养条件下，成纤维细胞也无法无限增殖下去，而是大概分裂了50代后就停止。

这篇论文被海弗里克投寄的第一家刊物退稿。审稿者指出：众所周知，只要条件合适，细胞在体外可以无限分裂，肯定是他们的培养条件出了问题。这篇论文在转投另一家刊物发表后，已成为上个世纪60年代发表的大约200万篇生物医学论文中被引用次数最多的论文之一，影响巨大。与卡雷尔的实验结果不同的是，海弗里克的这个发现，后来被无数的实验室所证实。脊椎动物正常体细胞的分裂次数是有限的，这种现象被称为“海弗里克极限”。这个现象看来和衰老有关，但是究竟和衰老有何关系，到现在也还不是很清楚。也有的细胞出现了突变，分裂次数不受限制，但是它们的生长也失去了控制，变成了癌细胞。换言之，某些癌细胞不存在“海弗里克极限”，可以无限分裂下去。例如在实验室使用最多的细胞系之一希拉细胞，就是1952年从一个妇女的宫颈癌分离出来培养的，到现在已分裂了无数代，还会一直分裂下去。



癌细胞希拉细胞是实验室里最常用的细胞系之一。

但是卡雷尔实验用的并不是癌细胞，而是正常的成纤维细胞，为什么也会出现不死的奇迹？海弗里克认为是因为卡雷尔培养技术有问题，每天更新的鸡血清不纯。当时的离心技术很粗糙，在血清中还含有新鲜的鸡细胞，也就是说，卡雷尔在无意中不断地加入了新的细胞进去，而不是最开始的那些细胞。

也有人早就怀疑其中有诈。1980年，芝加哥大学退休教授布克斯鲍姆（Ralph Buchsbaum）回忆说，他曾经在1930年去洛克菲勒研究所拜访过卡雷尔实验室。当时卡雷尔在国外度假，由埃布林接待。埃布林带他参观了实验室，但是却不让他看“不死的细胞”，声称担心受到污染。布克斯鲍姆背着埃布林找到了一位女实验员，请她带他去看“不死的细胞”。结果他一眼就看出那些细胞已经快死了，于是女实验员秘密告诉他：如果这个细胞系死了，卡雷尔会很不高兴的，因此我们就时不时地往里面添加新的胚胎细胞。

对这个指控，卡雷尔实验的一位合作者反驳说，这名女实验员反对纳粹，对卡雷尔的政治信仰很不满，想要败坏卡雷尔的学术声誉，她的说法是靠不住的。其他参与卡雷尔实验的人则不愿意就此事发表评论。

那么，卡雷尔究竟是实验操作有误还是有意造假，我们到现在只有猜测和孤证，不好下结论。有一点是肯定的：“不死的细胞”实验结果是靠不住的。正常体细胞的分裂次数有限已被确认为一个科学事实。但是我们也没有必要因此贬低卡雷尔做体外组织培育的成就。要知道，在卡雷尔做实验的时候，抗生素还没有被发明出来。在现在，往培养液里添加抗生素就可以有效地防止细菌污染，组织培育技术变得很简单，一名生物系高年级本科生就可以做到。但是，在没有抗生

素的年代，能够把一个组织培养样本不受污染地持续培养了34年，即使有意无意地在不断地添加新细胞，也算得上是一个传奇了。



细胞一般放在装有培养基的培养瓶或培养皿中，在保温箱中培养。

太空笔的传奇



有一个流传甚广的故事说：美国科学家们想研制一种在太空失重情况下使用的太空笔，可是研究了好长时间都没有成功，只好向全国发出了征集启事，收到了一位小学生寄来的包裹，写着一行字：“能否试试这个？”打开一看，是一大把铅笔。



保罗·费舍尔在1965年发明的太空笔作为工业设计的杰出例子被纽约现代艺术博物馆收藏。

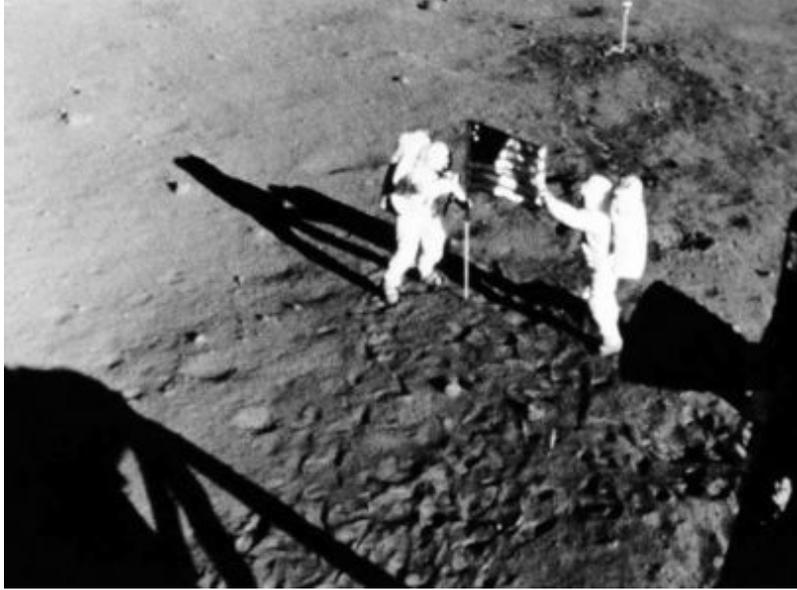


太空笔的原理并不复杂，采用的是密封式气压笔芯。

这个故事想告诉人们，有时看上去很复杂的问题其实有极其简单的现成解决办法。这当然是很有教育意义的，可惜它完全是捏造出来的。

早期的宇航员都使用铅笔，并不是因为接受了小学生的建议，而是因为钢笔、圆珠笔在失重条件下都无法使用，铅笔是唯一的选择。但是铅笔笔芯有时候会断，在失重的环境中飘浮，会飘进鼻子、眼睛中，或飘进电器中引起短路，成了危险品。而且，铅笔的笔芯和木头在纯氧的环境中会快速燃烧。

因发明了圆珠笔通用笔芯而发了大财的保罗·费舍尔（Paul Fisher）意识到宇航员应该使用更安全可靠的书写工具，自掏腰包研制，在花了两年时间和200万美元费用之后，于1965年研制成了能在太空环境下使用的圆珠笔——太空笔。其原理其实很简单，采用密封式气压笔芯，上部充有氮气，靠气体压力把油墨推向笔尖。经过严格的测试后，太空笔被美国宇航局采用。1967年12月，费舍尔以每支2.95美元的价格把400支太空笔卖给美国宇航局。



阿姆斯特朗和奥尔德林成为踏上月球的第一人。



阿姆斯特朗和奥尔德林带上月球的这款太空笔救了他们。

1969年7月20日，太空笔跟随阿姆斯特朗（Neil Armstrong）和奥尔德林（Buzz Aldrin）上了月球，并救了他们的命。阿姆斯特朗和奥尔德林在完成历史性月球漫步回到登月舱准备离开时，发现发动机的塑料手动开关被宇航服的背囊碰断了，无法启动发动机，向地面指挥中心求援。他们需要拨动开关中一个细小的金属条，但是为了减轻重量，他们已抛弃了所有的工具。地面指挥中心的一名工程师灵机一动，建议他们用太空笔试试。奥尔德林掏出太空笔，缩回笔芯，用笔的中空尾端拨动了开关，成功地启动了登月舱的发动机。

太空笔是全天候的圆珠笔，除了在太空环境，还可在其他各种极端恶劣（例如寒冷的高山上、深海底）的条件下，在油污、潮湿、粗糙、光滑的表面上，用各种角度书写，使用寿命长达几十年，深受登山运动员、户外活动者、技工、士兵、警察的欢迎。目前在美国市场上8美元即可买到一支最简单的费舍尔太空笔。

奇怪的是，这个富有传奇色彩的太空笔却成了谣言的对象，备受嘲笑，成了愚蠢的象征。有的说美国人花巨资开发太空笔完全没有必要，不如像俄国宇航员那样简单地使用铅笔（实际上，俄国宇航员后来也改用费舍尔太空笔）。还有的干脆说太空笔从来就没有研制出来过。直到现在，还有人在学术会议上不仅继续传播这个谣言，而且还添油加醋，将开发费用夸大了5000倍：

“‘为了研究在太空环境下圆珠笔能出水，竟使科学家花费了100亿美元，终了却毫无结果。最后得知，铅笔在太空环境下就能写出字。’11月3日，在中国农业大学召开的‘2004年全国农林研究生教育发展论坛’上，一位专家将这则黑色幽默娓娓道来，各大学领导和专家对‘研究要切合实际，尤其是以前沿研究为主的研究生教育更是如此’的观点表示认同。”（《中国农大研究生教育创新性“学科群落”质高多产》，《中国教育报》2004年11月7日第1版）

费舍尔太空笔中国市场上也买得到（叫“飞梭太空笔”），许多百货大楼、礼品店均有销售，与会专家竟然没有一个人见过、听说过？“研究要切合实际”，说得一点也不错，首先就要从自己做起。

科学的人生

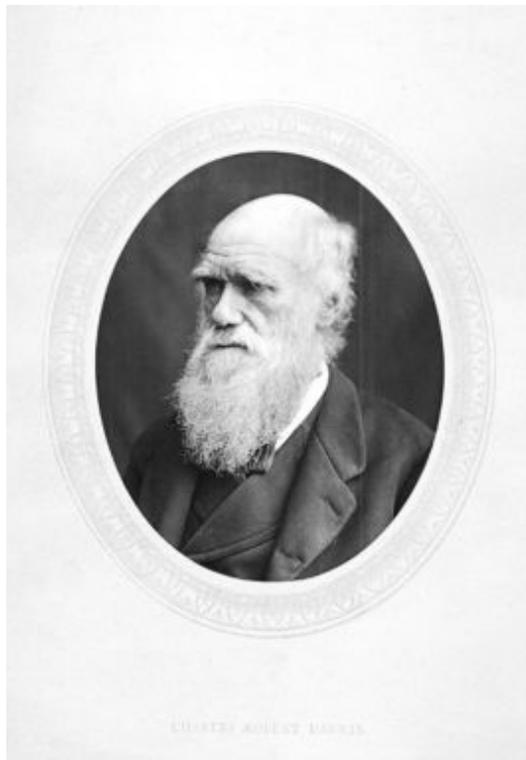


我们为什么不长尾巴？

达尔文得了什么病？



从30岁开始，达尔文就备受疾病的折磨，全身都出现症状，经常出现胃疼、恶心、呕吐、心悸、皮肤炎症、口腔溃疡、失眠、头痛等，每天通常只能工作两三个小时。用他儿子的话来说，他“从来没有过上一天普通人的健康生活”。这个疾病折磨了他40年，在晚年时才有所好转。

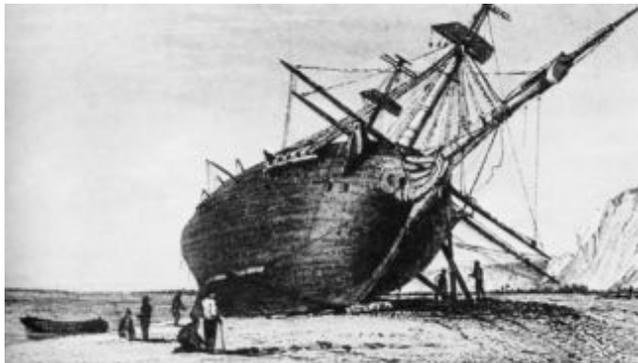


现代生物学之父达尔文（1809 —1882）。

有20个医生给达尔文看过病，包括也是名医的他的父亲以及当时英国最著名的医生，但是都没有诊断出病因，也没有提供有效的治疗办法。这个伟人究竟得的是什么奇怪的病，成了医学史上的一大悬案，后人众说纷纭。一些英国著名医学家都想在这位已故多年的最为著名的英国人身上一试身手。专门研究达尔文病因的学术论文、专著我读过的就不下十篇（部），实际数量当然远多于此。

因为当时的医生没有能发现达尔文的身体有器质性疾病，所以人们马上想到的是心理疾病。达尔文在信中曾经提到，他的许多朋友怀疑他得的是疑病症——其实没病。在达尔文死后，随着弗洛伊德学说的流行，有心理医生就尝试着给达尔文做精神分析，认为达尔文的病是因为“俄狄浦斯情结”导致的焦虑神经症引起的，在潜意识里压抑了对专横的父亲不满。在弗洛伊德学说失势之后，心理学家又找到别的解释，例如达尔文之所以得病是因为担心进化论会引起太大的社会争议，精神压力过大。有一个学者专门针对达尔文的心理疾病写了一本书，还有一部达尔文的传记是在这个框架里展开的。

在这些心理学家眼中，一个如此伟大的人的心理素质竟然如此脆弱？这让一些敬仰达尔文的人感到是一种污辱。他们力图为达尔文的病找到生理原因。各种假说被提了出来。一个说法是药物慢性中毒。当时的西药和现在的中药一样很多也含有砷、汞等重金属，达尔文吃过这类药，其症状也与砷中毒有类似之处。不过，砷中毒一旦发作，如果没有进行排毒，病情就会越来越重，而达尔文的病情却时好时坏，从这一点看，又不像是砷中毒。

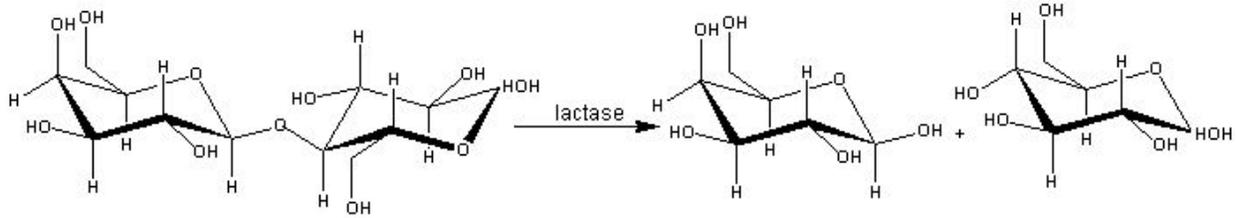


1831年至1835年间，年轻的达尔文随贝格尔号环球航行收集动植物、化石标本，为他后来创建进化论打下了基础。

另一种更流行的说法是达尔文乘贝格尔号环球航行时在南美感染上寄生虫锥体虫引起的。达尔文曾经记载他在南美被一种虫子咬过，而这种虫子现在已知是锥体虫的宿主。达尔文也记载他在贝格尔号船上曾经多日发烧，似乎表明是寄生虫感染。他的发病进程、出现的一些症状也与慢性锥体虫病类似。不过，从记载看，达尔文在开始贝格尔之航时，就已出现过一些症状，说明他的病未必都与锥体虫有关，即使他真的感染了锥体虫。

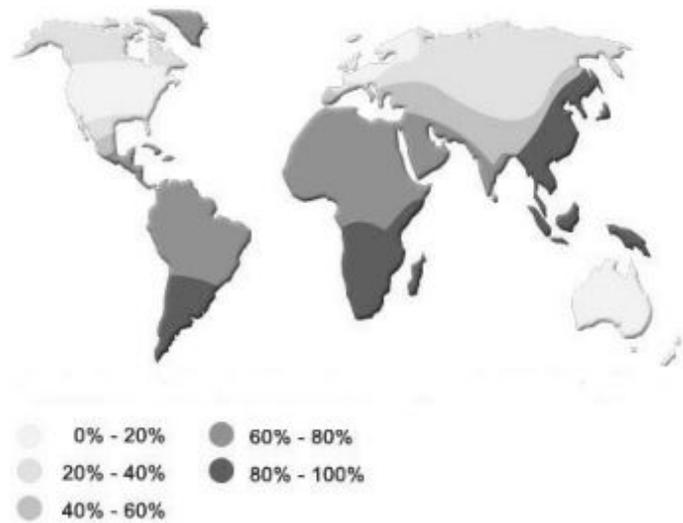
最新的研究表明达尔文得的其实是一种当时不知道的疾病——全身性乳糖不耐症。哺乳动物的乳汁中都含有乳糖，小孩喝了奶以后，乳糖在小肠中被乳糖酶分解成葡萄糖和半乳糖，然后被吸收。断奶以

后，人体就渐渐丧失了乳糖酶，这时候如果再吃含有乳糖的食品，大约两三个小时后就可能出现过敏。



在乳糖酶（lactase）的催化下，乳糖被分解成葡萄糖和半乳糖。

人体失去乳糖酶的程度和速度与人群有关。大部分中国人和日本人在断奶三四年后都失去了80%~90%的乳糖酶，因此乳糖不耐症在中国人和日本人中最常见，但是由于他们的饮食中很少含有乳糖，所以不容易表现出来。其他地区的亚洲人和犹太人则还能保留20%~30%的乳糖酶，而北欧人、阿拉伯游牧民族和非洲一些养牛部落，则大部分人都一直保留有比较高的乳糖酶，不会出现乳糖不耐症。只有大约10%的北欧人由于遗传等因素会患乳糖不耐症，有的要在断奶十几二十年后才出现严重症状。



乳糖不耐症在世界各地的分布图。

达尔文很可能正是属于这少数欧洲人。英国卡的夫大学医学院的两位研究者仔细研究了达尔文的病情记录，发现其症状与全身性乳糖过敏一一吻合。达尔文通常是在饭后两个小时开始发病，发病时间也与乳糖过敏相符。他们还发现，在达尔文的日常饮食中都含有牛奶、奶油等富含乳糖的食品，而达尔文病情好转的时期则恰好是他碰巧没

有吃这些食品。另外，达尔文的亲属中也有几个人有类似的病情，这也与乳糖不耐症通常是遗传的这一点相符。

现在已经可以通过基因鉴定来确诊乳糖不耐症了，这只需要有一点组织样本（例如头发根）就可以做到。是否有必要为了确认达尔文的确是乳糖不耐症患者，而打开威斯特敏斯特大教堂中的达尔文坟墓呢？



英国的伟人祠威斯特敏斯特大教堂里的达尔文墓。

疾病使达尔文大多数时间只能呆在家中过隐居的生活，这让他可以专心地思考、实验、著述，留下了大量的著作，为生物学做出了多方面的开拓性贡献。也因为体弱多病，他主要靠通信与外界联系，留下了大约一万五千封书信，成为后人研究达尔文思想、生平的宝贵资料。达尔文给后人留下的文字材料之多，研究他的思想、生平的著作之多，在大科学家当中罕有其匹。他个人的不幸，却是后人的幸运。

科学史上最孤独的天才



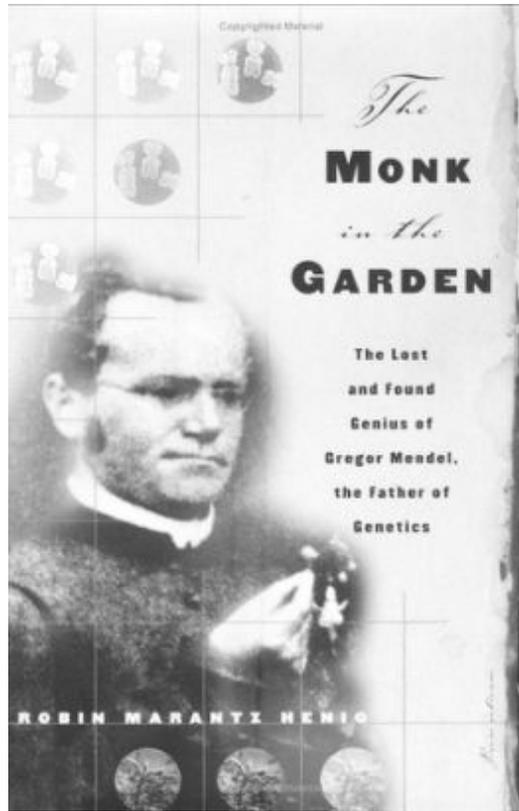
在许多人的心目中，孟德尔和达尔文一样是生物学的创建者。然而，孟德尔的研究者远远少于达尔文的研究者。研究达尔文的传记、专著、论文、评论汗牛充栋，在生物哲学、生物学历史研究的学术期刊上，几乎每一期都少不了研究达尔文的论文，而研究孟德尔的却难得一见。显然，两个人在历史上的重要性难以比拟。达尔文是科学史和思想史上数一数二的巨人，名字出现在所有“有史以来世界十大伟人”的名单中，甚至在身前就已被视为可与牛顿比肩的伟人，拥有丰富的思想和无穷的魅力，他的发现对人类社会有极其宽广、深远的影响。而孟德尔显得很普通，甚至一直有学者怀疑他是否算得上科学天才，他的形象是被后来的“孟德尔主义者”有意拔高的。他在历史上几乎没有任何影响。当所谓“孟德尔定律”在1900年被三位科学家同时重新发现的时候，他们都声称自己已独立地做出了同样的结果，是否果真如此是很值得怀疑的，但他们都敢于同时如此声称，至少也说明了“孟德尔定律”在当时已经是呼之欲出了。如果孟德尔不曾存在过，历史的进程不会受到什么影响。



Gregor Mendel

遗传定律的发现者孟德尔（1822—1884）。

研究达尔文和孟德尔的文献数量如此悬殊，还有一个因素：有关达尔文的原始史料无比丰富。他身后留下了多达172卷的著作、论文、笔记和书信，光是他27岁之前所写的书信汇集出版时就多达702页，真可谓取之不尽，用之不竭，其生平研究者永远不愁会挖掘不出新东西。而孟德尔在身前极少发表著述，逝世后不久其手稿又被全部烧毁，现在所能找到的全部原始材料，不过是几篇论文和报告，一份申请中学教师文凭时写的简历，十几封书信和两首少年时代写的诗，一天时间就可全部读完。



2000年美国出版的《花园里的修道士》一书的封面。

如何用如此稀少的原始史料写一部孟德尔传记，是一大挑战。一个办法是采访孟德尔的亲属好友、同事、学生，以口述补充文字的缺乏。早在1924年伊尔提斯（Hugo Iltis）就这么做了，他在这一年出版的《孟德尔生平》（Life of Mendel）一书向来被视为孟德尔的“标准”传记。1996年，奥雷尔（Vitezslav Orel）收集到了更多的资料，以现代观点写了另一本标准传记《戈里果·孟德尔：第一位遗传学家》。在已有这两本标准传记之后，又没有新的史料问世，认识孟德尔的人也都早已去世，还有必要再写一本孟德尔传记吗？美国专业科普作家海尼格（Robin Marantz Henig）显然觉得有必要。她面向的是普通读者，采用的是文学写法，通过营造历史、文化氛围讲述一个生动的、富有戏剧性的故事。孟德尔生前死后的遭遇无疑是非常有戏剧性的，这本在2000年出版的《花园里的修道士》（The Monk in the Garden）就干脆分成序幕、第一幕、幕间、第二幕、尾声五个部分，就像是一出富有悬念的戏。从吸引读者阅读的角度看，它是很成功的。但是在这本奇特的孟德尔传记中，栩栩如生地再现的，是孟德尔所生活的环境和围绕着他的发现的种种事件，孟德尔本人反而只是个配角，原因之一还是因为有关孟德尔本人的史料太少，而作者又不想把传记写成小说，有想象之处也一定用虚拟语气。

作者并非生物学的专家，书中偶尔可见生物学知识错误（比如把染色质当成给染色体着色的染料），也未能深入讨论在介绍孟德尔时不能不面对的关键问题：为什么孟德尔如此重要又如此出色的研究会被同时代的人所遗忘？孟德尔究竟有什么独特之处，才使得他成为科学史上最孤独的天才，超前了整个时代35年？



孟德尔做豌豆杂交试验的小花园现在被保留下来作为遗传学诞生的纪念地供人参观。孟德尔8年内在里共种植了3万多株豌豆，有两名修道士作为助手帮助孟德尔做这些试验。

并不是因为孟德尔的工作是个冷门。恰恰相反，当孟德尔发表遗传定律的时候，当时的学术界正迫切需要遗传定律。也不是因为他的工作不为人知。在1900年以前，他有关豌豆杂交试验的不朽论文至少被人引用了十余次，引用者有的还是植物学的权威。他也长期与当时最著名的植物学家之一耐格里（Karl Wilhelm Von Nageli, 1817—1891）通信。但是这些人都不觉得孟德尔的杂交研究有什么了不起，甚至颇为不屑。这是为什么呢？因为他不幸处于巨人的阴影之下。达尔文在1859年出版的《物种起源》一书在生物学界引发了一场革命，进化论的研究是当时最引人注目的一个领域。从事遗传研究的人，甚至包括孟德尔，都觉得自己也是在解决生物进化的问题——他在1866年的论文中提到，他从事豌豆试验的目的，是为了“解决一个问题，这个问题对有机体的进化史的重要性决不能低估”。在当时的研究者看来，对进化论而言，物种间的杂交要比物种内的杂交意义重大得多。孟德尔本人也用菜豆和山柳菊从事过种间杂交，他的这些工作在1900年常被植物学家们提到，而他的豌豆试验，看上去不过是个琐屑的小工作，不值一提。

孟德尔被时代所忽略的，恰恰是他的天才之处。以前研究生物遗传的学者，当他们比较子代和亲代的异同的时候，是把亲代作为一个整体，又把子代作为另一个整体进行比较的。他们相信的是，亲代存在一种“本质”，子代存在另一种“本质”，遗传就是这种本质的传递和变化。子代内部的变异被看做是可以也应该忽略不计的偏差，只有其平均的性质才有研究的价值。但是孟德尔在做豌豆试验时，却不抱这种本质论的思想，采用的是群体思维。在他看来，子代群体是由一个个不尽相同的个体变异组成的，每一个个体都是有价值，值得研究的，个体变异并不是偏差，而恰恰是遗传的表现。因此，别的植物学家在研究豌豆杂交试验时，只停留于对现象的概括描述：第一子代只出现一种性状，第二子代两种性状又都出现了，等等，而孟德尔却知道要挨个挨个去数豌豆种子，每一粒种子都是宝贵的，不可抛弃。



孟德尔后来当了修道院院长，不再从事科学研究。这是他的院长徽章。



孟德尔所在修道院收藏的达尔文《物种起源》德语版，上面有孟德尔阅读时做的批注。

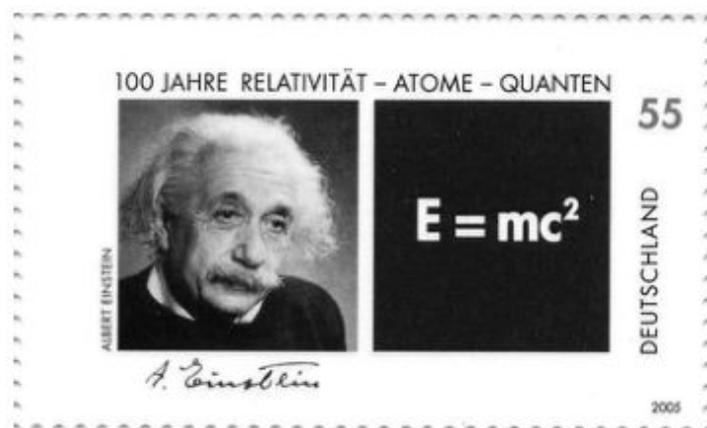
孟德尔的天才之处，恰恰也是达尔文的天才之处。达尔文之前的进化论先驱们，在研究进化问题时，抱着的也是本质论的观点，每个物种都存在着一种代表它的本质，进化就是从一种本质到另一种本质的变化，而物种内的个体变异是可以忽略不计。而达尔文重视的是物种内的个体变异，这些变异提供了自然选择的材料，生物才得以进化。很难说哪一个变异更重要，现在看上去不起眼的变异，以后很可能成为适应变化了的环境的优势变异而传播开去。这种强调群体内部个体的重要性的群体思维，可以说是达尔文的首创。

《物种起源》德语版在1860年出版后不久，孟德尔就已仔细地阅读，并在书上做了批注。据说，孟德尔的论文在1868年发表后，他寄了一份给达尔文，但是达尔文从来没有阅读它——人们在达尔文藏书中发现它的时候，论文的连页没有割开（当时人们阅读一本新书时，必须自己把纸页割开）。在现存的达尔文藏书中，并无孟德尔的论文，这个说法是否可靠不得而知。这两位生物学的创建者，如果在科学思想上曾经有过交流的话，也肯定是单向的。但无论如何，他们是殊途同归了。

爱因斯坦是个什么样的人？



2005年是爱因斯坦发表狭义相对论100周年，因此被联合国定为“国际物理年”。2005年4月18日又是爱因斯坦逝世50周年，世界各地纷纷举行了纪念活动，国内报刊上也发表了不少有关文章。有的纪念文章显得很“另类”，例如有一篇文章的标题很是吓人：《回忆爱因斯坦：不忠的丈夫，不关心孩子的父亲》，似乎爱因斯坦就这么被盖棺论定了。但是看文章的内容，对爱因斯坦的生平、成就的介绍还是比较全面的，与标题有关的内容不过是寥寥几句，就是这么几句被作为重大发现挑了出来。

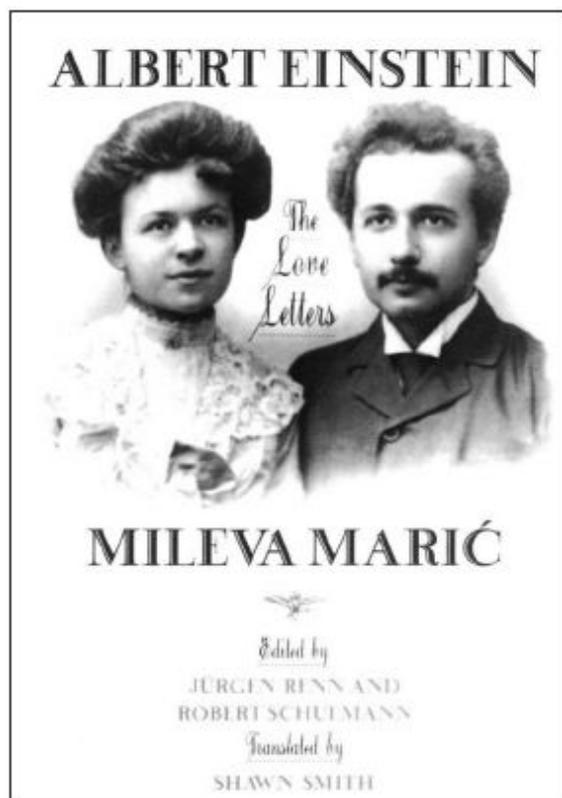


2005年德国纪念爱因斯坦发表狭义相对论100周年发行的邮票。

其实这并非什么重大发现。以前就有所谓“科学文化人”撰文津津乐道爱因斯坦的私生活如何不检点，对家人如何没有爱心。科学家并不是道德家，在生活中有不道德之举本来并不是什么值得大惊小怪的事。小报如此对待爱因斯坦，可能是把大科学家当成了娱乐界明星，也要挖挖其绯闻供读者做饭后的谈资，也许还会让某些人在干不道德的事情时更心安理得一些。但是“科学文化人”拿“俗人”爱因斯坦开刀，却另有深意。

这些人之所以煞费苦心要论证“科学家也是人”这么个无比正确的废话，是因为他们认为当今中国盛行“科学主义”，科学被供上了神坛，危害极大，因此需要他们几个先知先觉者出来为天生就是愚昧的“科学主义者”的科学家和普通公众指点迷津，去掉科学的“神

性”，把科学拉下神坛。被视为科学伟人的爱因斯坦，不幸就成了靶子。



1992年，普林斯顿大学出版社出版了爱因斯坦和他的第一个妻子米列娃（Mileva Maric）的情书集。

中国是否盛行他们所说的“科学主义”，这里暂且不说。这种迂回论证法显得很不得道。科学是科学家所从事的事业，但是科学家并不能代表科学事业，再伟大的科学家也代表不了。科学家当然也是有七情六欲的人，人性的优点与弱点也都会有。科学家当中当然会有俗人、小人、坏人，也有圣人，但更多的是凡人。但是由形形色色的科学家所从事的科学事业仍然是一项崇高、伟大的事业，因为科学方法已保证了它能够超越人性的弱点。证明伟大的科学家也是俗人，并不能因此贬低了科学事业。

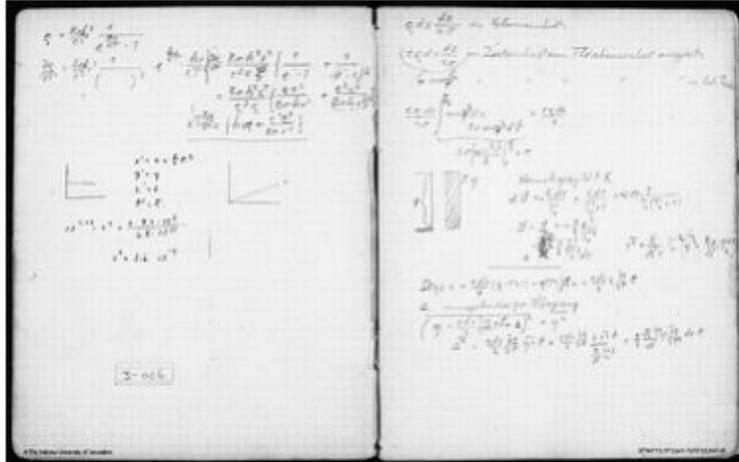
社会上也有一些人反过来要神化爱因斯坦。这些人并非科学界人士，而是一些业余研究者，有人称之为“民间科学家”，其实这个称呼并不妥当，让人以为他们是和“官方科学家”相抗衡的人士。更恰当的称呼是“科学狂想者”，其共同特点是并没有受到恰当的科学教育和训练，对所研究的科学问题也缺乏深入的了解，却自以为做出了重大的科学发现。他们未能获得学术界的承认，只是一遍又一遍不厌其烦地推销自己，在国内报纸上经常能见到这方面的报道，像某某农

民推翻了热力学第二定律，某某工程师证明了哥德巴赫猜想，等等。在互联网上他们更是人多势众，在各个科学论坛上经常能见到他们的身影。

这些人一旦受到批评或嘲笑，经常把爱因斯坦抬出来当挡箭牌：爱因斯坦发现狭义相对论的时候，只是个专利局的小职员，不也是个业余研究者、“民间科学家”吗？且不说动不动就以爱因斯坦这种一百年也未必能出一个的天才人物自喻很不谦虚，爱因斯坦和他们也不是同一类人。爱因斯坦是受过严格的专业训练的。他大学上的是著名的苏黎世工业大学物理专业，导师是著名物理学家韦伯。大学毕业后爱因斯坦想要留校任教，未能如愿。为了养家糊口，不得已先暂时当中学数学教师，后又去了伯尔尼专利局当职员。1905年，爱因斯坦在专利局工作期间，“在职读博”，完成一篇物理学论文，获得了苏黎世大学的博士学位。同年发表了狭义相对论。1908年爱因斯坦成为伯尔尼大学的讲师，第二年正式辞去专利局的工作，担任苏黎世大学物理学教授，从此回到学术界。可见爱因斯坦在专利局的工作，只是其学术生涯中一个短暂的小插曲而已。



爱因斯坦在担任伯尔尼专利局职员时发表了狭义相对论论文。



爱因斯坦在苏黎世大学当物理教授时做的笔记。

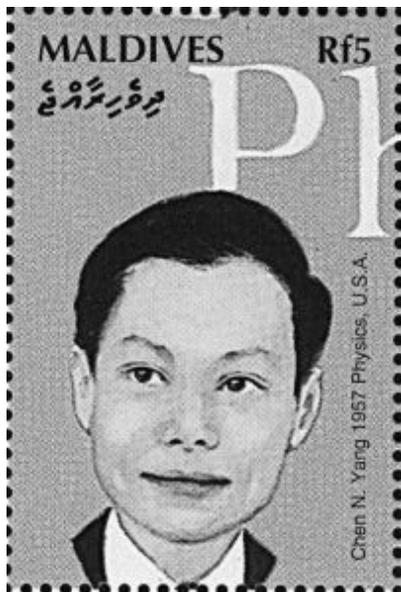
爱因斯坦是个天才，但是并非从天而降的天才。他受到了严格的专业训练，才能够做出伟大的科学发现，成为人类有史以来屈指可数的大科学家。爱因斯坦是个凡人，但是也是个伟大的思想家，他对世界、社会、人生的思考闪耀着智慧的光辉，至今对我们仍有启发意义。我们今天纪念他，切不可买椟还珠。

不要妖魔化科学界



经常见到有人感叹中国人何时才能获得诺贝尔奖。其实中国人早就得了诺贝尔奖。杨振宁和李政道在1957年因为发现宇称不守恒而荣获诺贝尔物理学奖时，还是中国国籍，是地地道道的中国人，而非外籍华人。诺贝尔奖的记录中也把他们归属中国。正是为了强调两人的中国人身份，当天的颁奖晚宴由汉学家、瑞典皇家科学院院士高本汉（B. Karlgren）介绍两名获奖者：

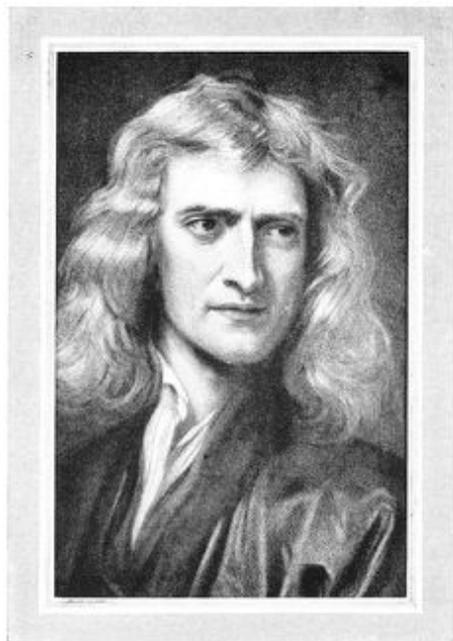
“你们这两名伟大的学者已证明了，你们国家在今天仍然拥有和古代中国伟大的思想家同等智慧的人。我想所有的中国人，不管在哪个政权，都肯定会敬仰你们，并用一位唐代著名诗人的话对你们说：‘何可一日无此君。’”（按：这位唐代诗人指的是宋之问。这句诗摘自宋之问《绿竹引》，最早出自《世说新语》。）



杨振宁和李政道在1957年获得诺贝尔奖。这是1995年纪念诺贝尔奖100周年马尔代夫和尼维斯岛分别发行的杨振宁和李政道邮票。

令人惋惜的是，这两名伟大的学者在几年后因为对论文排名顺序和谁先想到宇称不守恒等原因而出现争执、分手，最终发展到互相指责。这在物理界是很多人知道的事，并非秘闻，只不过大家觉得这是与科学研究无关的个人恩怨，不值得去关注。虽然对具体研究过程的细节有争议，但没有人否认李、杨两人都对宇称不守恒的发现做出了重大贡献，分享诺贝尔奖是当之无愧的。他们两人后来在各自领域所

做出的其他贡献，也证明了他们是难分高下的伟大物理学家。奇怪的是，国内一个挂着“科学传播”牌子的机构却以类似挖掘明星隐私一般的兴趣，在网上散发材料，拼命炒作李、杨不和一事，惊呼科学家原来也是人，科学界原来是魔界。



Sir Isaac Newton



G.W. LEIBNIZ

牛顿（左）和莱布尼茨（右）为微积分发明权而发生争执。

科学家因为成果优先权而出现争执，在世界科学史上屡见不鲜，并非中国科学家的专利。如果想要借此妖魔化科学界，本来还有更突出的例子。例如，英国的牛顿和德国的莱布尼茨的微积分发明权之争。牛顿在17世纪60年代就已发明了微积分，但是秘而不宣，只有少数人知道，直到1687年发表《自然哲学的数学原理》时才公开。而莱布尼茨发明微积分虽然比牛顿晚了约10年，但是早了几年发表其成果。此前莱布尼茨知道牛顿已发明微积分，互相通信讨论过这方面的问题，但是在发表论文时，却没有提到牛顿。这样，究竟谁先发明微积分，莱布尼茨是不是采用了牛顿的成果，就成了问题。双方的支持者经过多年的相互猜疑、指责之后，终于发展到英国科学家在伦敦皇家学会的会刊上公开指控莱布尼茨剽窃。担任皇家学会会长的牛顿成立了一个由其支持者组成的委员会调查此事，调查结果也认定莱布尼茨剽窃。这个调查结果实际上是牛顿自己起草的，他还匿名写了一篇攻击莱布尼茨的长篇文章。但是今天我们知道，尽管莱布尼茨可能从与牛顿的通信中得到某些启发，但是他是从不同的思路独立发明微积分的，而且由于莱布尼茨对微积分表述得更清楚，采用的符号系统更

直观、合理，被普遍采纳沿用至今。牛顿和莱布尼茨被作为微积分的共同发明者而载入史册，这场风波不过是个不太光彩的小插曲而已。

与此形成鲜明对照的是达尔文和华莱士相互谦让的佳话。达尔文完成环球旅行后于1837年开始秘密地研究进化论。过了五年，在收集了大量的资料之后，他才开始把自然选择理论写下来，将手稿送给一些朋友征求意见。达尔文的计划是在死后再公开发表这个肯定会引起极大争议的理论。在1858年夏天，达尔文收到了年轻的生物学家华莱士的信和论文。华莱士独立地创建了自然选择理论，但对达尔文在这方面的研究一无所知，反而来征求达尔文的意见，看是否值得发表。当达尔文读了华莱士的论文，见到自己的理论出现在别人的笔下时，其震惊和沮丧可想而知。他的第一个念头，是压下自己的成果，而让华莱士独享殊荣。但是他的朋友、地质学家赖尔和植物学家胡克都早就读过他有关自然选择的手稿，在他们的建议下，达尔文把自己的手稿压缩成一篇论文，和华莱士的论文同时发表在1858年林耐学会的学报上，华莱士因此被公认为自然选择理论的共同创建者。也是在赖尔和胡克的催促下，达尔文在1859年发表了划时代的《物种起源》。由于《物种起源》的成功，也可能是被达尔文的人格和智慧所折服，虽然华莱士与达尔文同享发现自然选择理论的殊荣，他却总是把荣耀归功于达尔文一人，在晚年出版《达尔文主义》一书，把自然选择理论称为“达尔文主义”——这个称呼沿用至今。



达尔文和华莱士相互谦让自然选择学说的发明权。

是的，科学家也是人，人性的弱点都会具备，有小人，也有圣人，当然更多的是凡人。科学家并不是道德家，只要在科学研究时是诚实的、符合学术规范的，就都是个合格的科学家。科学方法之奇妙，就在于它能够超越人性的弱点，通过有着种种人性弱点和主观偏

见的研究者，最终得出客观的研究结果。在一个极其重视原创性的领域，过分看重优先权可能会引发争议，导致某些科学家做出不太光彩的举动。这种举动并不影响已有成果的正确性，也不会影响历史定论，但是却可能影响科学的发展。牛顿与莱布尼茨之争，导致欧洲大陆推迟了对牛顿力学的接受，更严重的是，英国数学家在很长一段时间内不愿接受欧洲大陆数学家的研究成果。他们坚持使用牛顿那套落后的微积分符号和过时的数学观念，使得英国的数学研究停滞了一个世纪，直到1820年才愿意承认其他国家的数学成果，重新加入国际主流。相反地，达尔文和华莱士的互相谦让和通力合作，无疑对进化论的研究和传播起到了极大的促进作用。

科学界当然不是神界，但也不是魔界，而是需要全社会的理解、支持的人界。在科学家之间发生不必要的争执时，如果不是努力去消弭争端、求同存异，而是煽风点火、挑拨离间，其用心何在，是很值得玩味的。

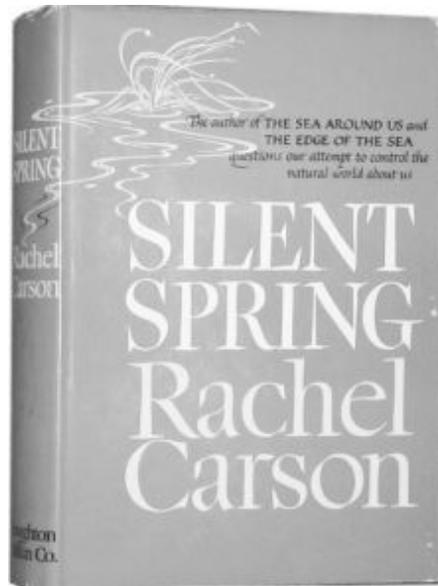
被当成反科学偶像的科学英雄



我曾经给一批科技新闻记者做了一个有关如何识别假科学新闻的讲座，其中有一个记者似乎认为我的观点有“唯科学主义”之嫌，告诫我说不能太迷信科学了，科学的危害性有时要过很长时间才会被人们认识到，比如说农药DDT对环境的危害，就是在人类已经使用它很多年之后，才被一个叫卡森的美国女人发现的。



美国著名科普作家卡森。



1962年出版的《寂静的春天》。

反对“唯科学主义”或反对“迷信科学”，是一些反科学人士的口头禅，这种说法听得多了，即使是科技记者也难免受其影响。我们也经常见到有人举DDT对环境的破坏作用为例控诉现代科学的罪恶，极端环保活动家则喜欢以《寂静的春天》的作者卡森（Rachel Carson, 1907—1964）自比。那么，对DDT危害环境的发现，究竟是科学的耻辱还是科学的胜利？卡森究竟是反科学偶像还是科学英雄呢？

与今天许多环保活动家没有理科背景不同，卡森首先是一个生物学家。1926年她到宾州女子学院上学时一开始读的是文学创作，在其科学教师的鼓励下，改读了在当时很少有女性去读的理科专业——生物学。本科毕业后她到美国著名的生物研究所——伍兹·侯尔海洋生物学实验室从事研究，并在1932年获得约翰斯·霍普金斯大学的海洋生物学的硕士学位，之后继续在马里兰大学从事动物学教研。

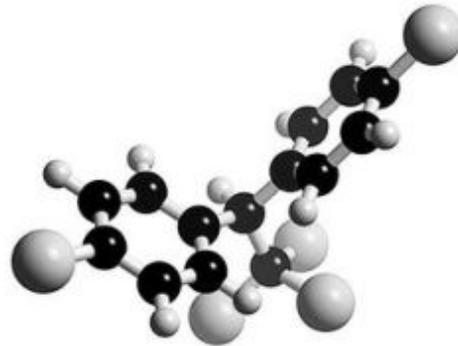
1936年，卡森到美国渔业与野生动物局工作，从事科研和文字宣传工作，并在后来成为该局公共信息部的主任。在此期间，她成为著名的科普作家，出版了两本非常畅销的描写海洋和海洋生物的科普著作，为她获得了很高的荣誉和经济收入，使她得以在1952年提前退休，专门从事写作。

1958年，卡森的朋友哈金斯（Huckins）夫妇写信向她反映飞机喷洒的DDT毒死了生活在他们住地的鸟，卡森由此开始将其写作课题从海洋生物学转往生态学，在经过四年多的搜集材料、写作之后，于1962年出版《寂静的春天》。两年后，卡森因患乳腺癌去世。

卡森并不是第一个发现DDT对生态的破坏作用的人。事实上，在DDT被大规模使用之后不久，科学家们就已相当清楚其危害了。



瑞士化学家保罗·缪勒（1899—1965）因发现DDT能够有效地杀死昆虫而获得诺贝尔奖。



DDT分子结构图。

DDT早在1874年就被合成出来了，但在相当长的时间内人们并不知道能用它干什么，直到1939年瑞士化学家保罗·缪勒（Paul Hermann Muller）发现DDT能够有效地杀死昆虫，它才迅速被派上用场。1944年1月，盟军开始用DDT消毒，消灭了由寄生虫传播的传染病斑疹伤寒。之后，DDT又被用于控制其他由昆虫传播的传染病，特别是疟疾，拯救了无数人的生命。由于这个原因，缪勒在1948年被授予诺贝尔医学奖。

战后，DDT也被作为农药广泛使用。与此同时，科学家们开始注意到了滥用DDT的危险。1944年，美国经济昆虫学家联合会曾发表声明试图改变人们对DDT“过分乐观和歪曲的印象”。次年，科学家们开始在

一些报刊上介绍DDT的危害。1950年，美国食品药品监督管理局宣布“DDT的潜在危害性极有可能被低估了”。

卡森在接到哈金斯夫妇的信后，做了文献检索和向她以前的同事们请教，很快就发现，科学界对DDT的危害性早就了如指掌。许多生物学家在她之前已多次试图引起公众对这一问题的关注。甚至就在《寂静的春天》出版的前夕，也有一名生态学家缪雷·布克金（Murray Bookchin）出版了一本内容相似的著作《我们的合成环境》。但这些努力都失败了。根据布克金的说法，卡森得以成功的原因是由于她具有“超级散文”写作才能。

所以卡森绝非先知先觉者，更不是对抗科学界的斗士。恰恰相反，她是科学的英雄，充当了科学界的传声筒，用扎实的专业知识和优美的文笔让公众注意到了科学界的呼声，顶住了农药厂商的反击，并很快地影响了政府的决策。《寂静的春天》出版后，肯尼迪总统要求其科学顾问进行调查。第二年，总统科学顾问委员会发布关于杀虫剂的报告，大体上肯定了卡森的结论。随后，美国国会通过立法管理杀虫剂的使用，并禁止了DDT的使用。



卡森成了美国英雄。这是美国1981年发行的纪念邮票。

卡森并不一概反对使用杀虫剂。她只是反对滥用杀虫剂，支持有选择地、明智地使用杀虫剂，大力提倡使用天然杀虫剂和进行生物控制（例如引入昆虫的天敌、疾病、寄生虫）。在卡森看来，解决农业害虫的关键，不在于化学方法，而在于生物学方法。卡森没能活着看到转基因技术的诞生。抗虫害转基因作物利用的正是卡森所大力提倡的天然杀虫剂和生物学方法。我完全相信卡森如果还活着，将会像其

他生物学家一样支持转基因技术的应用。把卡森视为反科学偶像，借以反对转基因技术，乃是对卡森的背叛。

克里克：改行改出科学奇迹



2004年7月28日，当代最伟大的生物学家之一、DNA双螺旋结构的共同发现者克里克（Francis Crick）在美国圣地亚哥逝世。克里克晚年在圣地亚哥的索尔克生物研究所工作，我曾经在该所做过博士后研究，与他有数面之缘，聆听过他的教诲，不过给我印象最深的，还是他那辆挂着“ATCG”（表示DNA的碱基配对）车牌的宝马车总是早早地停在专用车位上。9月27日，索尔克研究所举行追悼仪式，在该所工作的一个中国人来函建议我写一篇纪念文章。我正在构思的时候，10月6日，又传来了威尔金斯（Maurice Wilkins）逝世的消息。这两名英国生物学家在1962年由于他们在1953年发现核酸（DNA）的分子结构及其在生物物质信息传递中的作用，而与美国生物学家沃森（James Watson）分享诺贝尔生理医学奖，现在他们又在同一年先后逝世，而且两人年纪相同，都出生于1916年（克里克早出生半年）。但是两人的共同之处还不止于此：与沃森是科班出身的生物学家不同，克里克和威尔金斯原来是物理学家，在第二次世界大战结束之后才转行搞生物学研究。



克里克奠定了分子生物学的一系列理论基础，为分子生物学的确立做出了无与伦比的贡献。



“双螺旋的第三人” 威尔金斯。



沃森在获得诺贝尔奖以后，成为了分子生物学的领军人物，在1968年担任冷泉港分子生物学实验室主任，将它变成了研究分子生物学的世界中心。

第二次世界大战在某种意义上说，是一场科技战争，尤其是像英国这种人力和物力资源都缺乏的岛国，更倚重科技的进步来改变战争的进程。大批的物理学家、数学家被征召为军方服务，破译密码，研制雷达、声呐、计算机、核武器。克里克1937年从伦敦的大学学院物

理系本科毕业后，又开始攻读物理博士学位，但是1939年战争爆发，他被迫中断学业，为英国海军部工作，研制磁性水雷和感音水雷。威尔金斯比克里克晚一年获得物理学士学位（剑桥大学），但在1940年读完了物理学博士（伯明翰大学），其论文与雷达有关，在战争期间他参与研制雷达，1943年又到美国伯克利参与曼哈顿计划研制原子弹。战争结束后，这些曾经为战争的胜利立下汗马功劳的物理学家们的出路成了问题。许多人必须改行。其中不少年轻的物理学家，在大物理学家波尔和薛定谔的激励下，投身到生物学的研究。此时的物理学界，在经历了相对论和量子力学两场革命后，进入了所谓“常规科学”时期，似乎已没有重大问题可解决，满足不了雄心勃勃的年轻物理学家的求知欲。而生物学相对来说还是一块未开垦的神秘领域，特别是生物的遗传，在当时还是一个谜。波尔和薛定谔都认为通过研究生命现象有可能发现新的物理定律，向物理学家们发出了号召。克里克和威尔金斯后来都强调薛定谔在1944年出版的《生命是什么？》一书对他们的影响，使他们从事生物物理研究——用物理方法研究生命现象。克里克先是研究细胞中磁性颗粒的运动，在听说剑桥大学卡文迪许实验室新成立了一个研究组用X射线衍射法测定蛋白质的结构后，便要求转到那里做博士论文。差不多同时，威尔金斯也到伦敦的国王学院用X射线衍射法测定DNA的晶体结构，以后又来了一位女化学家弗兰克林（Rosalind Franklin, 1920—1958）与他一起工作。当X射线照射到生物大分子的晶体时，晶格中的原子或分子会使射线发生偏转，根据得到的衍射图像，可以推测分子大致的结构和形状。不过，不理解DNA的生物学功能，单纯根据晶体衍射图，有太多的可能性供选择，是很难得出正确的模型的。

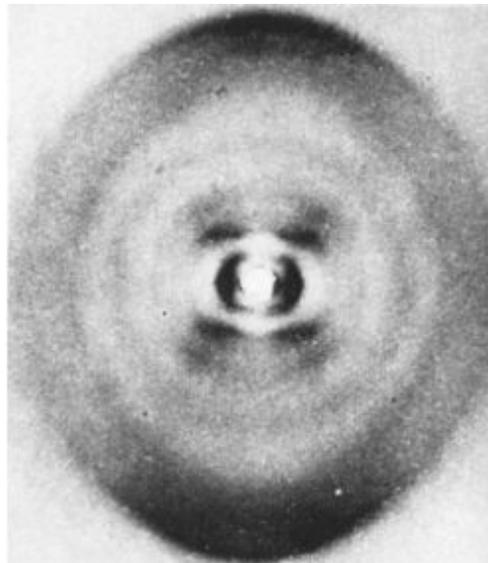


弗兰克林因为长期接触X射线，患癌症过早地逝世。

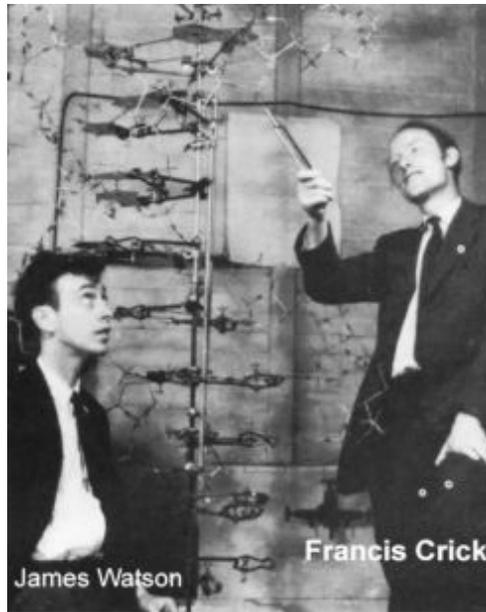
但是这两位测定DNA结构的人，当时却对DNA的重要性及DNA究竟在细胞中干什么一无所知，对他们来说，DNA无非是一种普通的生物大分子，能测定一种生物大分子的结构就算得上有了科研成果，如此而已。克里克的论文题目是《多肽和蛋白质：X射线研究》，与DNA更无关系。1951年，23岁的年轻的遗传学家沃森从美国到剑桥大学做博士后，挂着的课题项目是研究烟草花叶病毒，其真实意图却是要研究DNA分子结构，因为他深知DNA的重要性。沃森碰巧与克里克分享一个办公室，便说服他一起研究DNA分子模型，因为他需要克里克在X射线晶体衍射学方面的知识。据他的回忆，他到剑桥后发现克里克也是“知道DNA比蛋白质更为重要的人”。但是按克里克本人的说法，他当时对DNA所知不多，并不觉得它在遗传上比蛋白质更重要，只是认为DNA作为与核蛋白结合的物质，值得研究。对一名研究生来说，确定一种未知分子的结构，就是一个值得一试的课题。正是因为沃森坚信DNA是遗传物质，并且理解遗传物质应该有自我复制、携带遗传信息和突变的特性，很快就做出了重大发现。1953年，在威尔金斯和弗兰克林拍摄到的DNA衍射照片的基础上，沃森和克里克提出了DNA双螺旋模型，给生物学带来一场革命。1958年，年仅38岁的弗兰克林因患癌症逝世（因为长期接触X射线引起的），使得1962年诺贝尔奖委员会给这个发现颁奖时，已无需因为一次最多只能奖给三个人而为取舍大伤脑筋

了。在这三个人中，威尔金斯可以说是稀里糊涂得了诺贝尔奖（他的自传的题目叫《双螺旋的第三人》，很准确地反映了这一点），克里克则是在沃森的鼓动下被动地获奖，而只有沃森一开始就志在必得。

测定DNA的结构，是威尔金斯科研生涯的顶点，也是终点，从那以后，他基本脱离了科研，忙于教学、行政工作和从事反对核武器等社会活动。沃森和克里克则成为了分子生物学的领军人物，特别是克里克，为分子生物学的确立做出了无与伦比的贡献。1957年，克里克预言了基因控制蛋白质合成的机制，指出遗传信息仅仅体现在DNA的碱基序列上，还需要一种连接物将碱基序列和氨基酸连接起来。这个“连接物假说”，很快就被实验证实了：后来发现的转运RNA就是克里克预言的连接物。1958年，克里克提出了两个学说，奠定了分子生物学的理论基础。第一个学说是“序列假说”，它认为一段核酸的特殊性完全由它的碱基序列所决定，碱基序列编码一个特定蛋白质的氨基酸序列，蛋白质的氨基酸序列决定了蛋白质的三维结构。第二个学说是“中心法则”，遗传信息只能从核酸传递给核酸，或核酸传递给蛋白质，而不能从蛋白质传递给蛋白质，或从蛋白质传回核酸。1961年，克里克等人在噬菌体中用遗传学方法证明了蛋白质中1个氨基酸的顺序是由3个碱基编码的（称为1个密码子），在破译遗传密码的问题上也做出了重大的贡献。到20世纪70年代，克里克认为分子生物学的基本问题都已解决，分子生物学研究也将进入乏味的“常规科学”时期，于是改而探索另一个未知领域：意识。这也许是一个很合乎逻辑的选择，因为克里克最重要的研究工具就是思考，利用别人获得的数据，靠推理和建构模型来解决问题。



弗兰克林拍摄的DNA的X射线衍射照片表明DNA是双螺旋，成了沃森和克里克构建DNA双螺旋模型的重要依据。沃森是背着弗兰克林偷看了这张照片的。



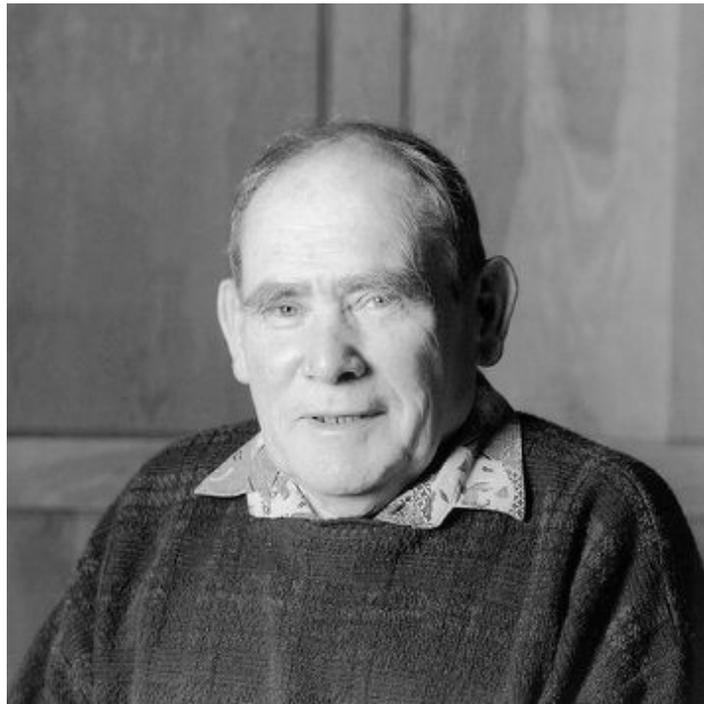
沃森和克里克在他们搭建的DNA模型前合影，此时他们已功成名就。

现在也有大批物理系的毕业生改行从事分子生物学研究，原因还是出路问题。当前的生物学研究要比物理学研究活跃得多，工作机会也多得多。但是他们当中恐怕没有多少人有像他们的前辈们那样要在生物学领域进行一场革命的雄心壮志了，分子生物学也已非常成熟，早就过了可以由其他领域的人士来从事革命的草创时期。克里克这样的天才的出现，终究只是一个不可再现的科学奇迹。

布伦纳的诺贝尔奖之路



2002年诺贝尔奖的化学奖由一位默默无闻的日本公司开发人员田中耕一分享，成了重大新闻，使他成了媒体的焦点。但是2002年获奖者中本该最引人注目的人物，是获得生理医学奖的南非裔英籍生物学家、现在美国索尔克生物研究所担任教授的西德尼·布伦纳（Sydney Brenner）。他是公认的当代最伟大的生物学家之一，终于在75岁高龄时，去掉了“最聪明的没有获得诺贝尔奖的人”的绰号。对田中耕一是否有资格获奖，充满争议，而对布伦纳的获奖，却人人认为当之无愧。事实上，布伦纳完全可以得两个诺贝尔奖。他在1971年和2000年就两次获得有“美国诺贝尔奖”之称的拉斯卡奖。有一位中国学生给他写信问怎么才能得诺贝尔奖，在2002年12月10日诺贝尔奖颁奖宴会上，布伦纳即以回信作为致辞，对自己的获奖幽了一默。



2002年诺贝尔生理学或医学奖获得者布伦纳。

亲爱的中国学生：

首先你必须选择好一个合适的工作地点，并且必须找到有人慷慨地资助你的工作。例如，你可以试试剑桥和英国医学研究委员会。然后你还必须发现合适的动物

来研究，例如你可以试试一种虫子，一种可能名叫线虫的虫子。然后，你还需要选择优秀的同事，那些愿意参加你必须做的艰苦工作的人。他们可以有像约翰·苏尔斯顿（John Sulston）和罗伯特·霍维茨（Robert Horvitz）这样的名字。当然你还必须确信他们会找到其他同事和学生来协助面临的艰苦工作。最后，也是最重要的，你必须选择合适的诺贝尔奖委员会。它必须是开明和非常有眼力的，而且必须有一位裁决绝对不可置疑的优秀主席！如果你做到了这一点，你就会被带到这种地步，能够代表你所有的同事，感谢每一位让你有机会在此出席并发表讲话的人士。

当然，布伦纳不过是以这种方式面面俱到地对各方人士鸣谢一番。不过，他也提到了使他获奖的真正原因：一种叫做线虫的虫子。线虫是这一届诺贝尔生理医学奖的真正明星，三位获奖者都以它为研究材料。而首创线虫研究，为分子生物学研究开辟一个全新领域的，正是布伦纳。

20世纪60年代初，新生的分子生物学开始进入全盛时期，布伦纳在其中扮演了重要角色，与同事一起发现了将遗传信息从基因传递给蛋白质的中介物质信使RNA，并用遗传学实验推断遗传密码子必定是三联体（即三个核苷酸编码一个氨基酸）。这是值得授予诺贝尔奖的重大发现。在1962年，布伦纳和DNA双螺旋结构的发现者克里克进行了一系列讨论。两人都认为分子遗传学的开拓工作已经完成，遗传的基本奥秘已被发现，接下来只有细节工作可做，而他们都不屑于去做。在生物学中，还有两个领域在当时还处于蒙昧状态，值得去开天辟地，即发育生物学和神经生物学。克里克选择了神经生物学，而布伦纳则同时想研究发育和神经系统。与克里克采用纯理论方法不同，布伦纳打算继续用实验方法做研究，想要明白在从一个受精卵经过细胞分裂、分化成不同种类细胞而成为生物体的发育过程中，基因起到了什么作用，以及基因是如何指定了神经系统的结构和功能。这就必须发现合适的生物作为研究材料。

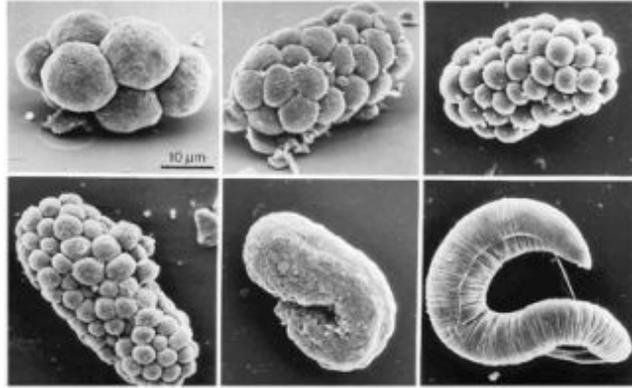
在分子生物学研究的早期，生物学家们集中解决遗传的分子机制问题，几乎全都以病毒和单细胞生物（细菌、酵母菌）为材料。对初步的研究来说，多细胞生物太过复杂了，单细胞的微生物才是进行遗传学研究的理想材料，容易培养，繁殖迅速，基因数目相对较少，而且表现型简单。直到今天，它们仍被广泛应用于分子生物学研究。但是单细胞生物显然不可能用于研究发育和神经系统，必须使用多细胞生物。但是如果一开始就用高等生物，则难以入手。进化论告诉我们，最简单的生物和最复杂的生物之间，都存在类似的基本规律。在分子水平上，生物界基本上是一体的。分子生物学的成功，很大程度上是由于使用最简单的生物作为模型，再将其结果推广到整个生物界。布伦纳决定遵循同一原则，寻找一种尽可能简单的多细胞生物作为研究材料。在1963年，他在提交英国医学研究委员会的报告中，首

次提出研究线虫。稍后，他选定了秀丽隐杆线虫（*C. elegans*）这种线虫。



布伦纳让秀丽隐杆线虫变成了重要的实验材料。

秀丽隐杆线虫是一种非常原始的动物，身长只有大约1毫米。但是它却是一种“典型”的多细胞生物：从一个受精卵开始，经过细胞的分裂、迁移、分化这个复杂的发育过程，长成成虫。性成熟后生成精子、卵子，交配、生殖，然后衰老、死亡。它有一套神经系统，有一个“大脑”（神经环），因此也表现出学习、记忆和行为能力。它只有6对染色体（人有23对），却含有近2万个基因（人大约3万个基因），在基因水平上并不简单。有几个特点使线虫成为理想的实验动物。它的生活周期很短，3天后就性成熟，平均寿命只有大约13天，因此适合于做遗传实验，在短期内就能观察到实验结果。它的自然生活环境是土壤，以细菌为食，很容易在实验室中培养，可将它养在生长大肠杆菌的培养皿中。线虫绝大多数是雌雄同体的（极少数是雄性），而且自我授精，因此容易保存基因突变。它的身体结构简单，而且细胞数目是固定的，成虫全身细胞数目都是959个，因此可以追踪每一个细胞的命运。它的身体是透明的，适合于在显微镜下观察和操纵每一个体内细胞。



线虫胚胎发育过程的电子显微镜照片。

遗传学说到底，就是一门研究基因突变的后果的科学，因此如果没法找到合适的突变体，再好的实验材料也没用。布伦纳发现用乙基硫代甲烷可以诱发线虫的基因突变，在1967年，获得了第一个线虫突变体。1974年，布伦纳在《遗传学》杂志上发表了一篇有关线虫遗传学的论文。在这篇划时代的论文中，布伦纳将遗传学分析方法和用观察细胞分裂的显微方法结合起来，证明能够在许多基因中引发突变，然后观察这些突变对器官发育的影响。一个全新的研究领域因此确立了起来。

本届诺贝尔生理学或医学奖的另一位获奖者都曾经在布伦纳的指导下工作。苏尔斯顿在1969年到布伦纳实验室工作，用显微镜观察线虫细胞谱系，也就是说，每一个细胞都是哪个细胞的后代，一直追溯到所有身体细胞的共同“祖先”——受精卵。他发现细胞的传代极为精确，在不同的线虫个体中，细胞谱系都一模一样，它们有着完全相同的细胞分裂和分化程序。现在，在线虫的生活史中每一个细胞的起源和命运都已被确定，是唯一一种多细胞生物的细胞“命运图谱”已被我们掌握了。在追踪细胞谱系时苏尔斯顿发现某些细胞在发育过程中在特定的时刻必然要死亡。在发育过程中，线虫共生成了1090个细胞，也就是说，其中131个将会死亡。这种死亡并不是随机的，而是被精确地控制的，被称为“程序性细胞死亡”。那么必然有基因参与这个控制。苏尔斯顿发现了与细胞死亡有关的第一个基因nuc-1。



苏尔斯顿和霍维茨都曾经在布伦纳指导下工作，并一起获得诺贝尔奖。

霍维茨1974年到布伦纳实验室做博士后研究，之后到麻省理工学院当教授。他继续布伦纳和苏尔斯顿的工作，有系统地寻找控制程序性细胞死亡的基因。在80年代，首次发现了两个真正控制细胞死亡的基因ced-3和ced-4。之后，又发现另一个基因ced-9在对抗ced-3和ced-4，保护细胞。他并发现了在人类基因组中，也有一个类似ced-3的基因。事实上，我们现在知道，在线虫中发现的基因，大多数都很容易在人类中找到类似的基因，而许多人类基因被转入线虫之后，也执行相同的功能。因此，对线虫的研究，不仅有助于我们了解生命的基本现象，而且也有重大的医学价值。人类的发育同样存在程序性细胞死亡，这个过程如果出现错误，该死的细胞不死，不该死的细胞却死了，就会导致疾病。

诺贝尔生理学或医学奖一般只授予非常特定的工作。本届授予的是“器官发育和程序性细胞死亡的遗传调控”。线虫的用途并不限于此，在许多研究领域也获得广泛的应用，特别是，如布伦纳当初所预料的，用线虫研究神经系统的遗传调控，也是硕果累累。目前全世界研究线虫的分子生物学家有好几千人（根据参加国际线虫大会的人数估算），在某种程度上，这些人可以说是布伦纳的徒子徒孙。在科学史上，像布伦纳这样以一人之力开创了一个生机勃勃的领域，是很罕见的，其影响之大，可与摩尔根首创用果蝇研究遗传学相媲美。有的人需要诺贝尔奖为自己增辉，而有的人的获奖却是让诺贝尔奖增辉。布伦纳的获奖无疑是属于后者。诺贝尔奖奖给不该奖的人，错过

了该奖的人，在历史上屡见不鲜。布伦纳的长寿使得诺贝尔奖没有新添遗憾。

一个饶有兴趣的问题是：在布伦纳之后，谁是生物学界“最聪明的没有获得诺贝尔奖的人”？我想许多人会同意把这个桂冠给予加州理工学院教授西摩尔·本泽（Seymour Benzer）。和布伦纳一样，本泽是参与开创分子生物学的重要人物，他在20世纪50年代用实验证明基因突变是由于DNA序列的改变导致，并提出每个生物系学生都学过的顺反子学说。从60年代起，他转而以果蝇为材料，研究基因与动物行为、发育的关系，做出了一系列重大发现（包括发现第一种控制动物行为的基因——一种控制果蝇生物钟的基因），使得果蝇这个经典遗传学的英雄，在寂寞多年之后，在分子生物学时代重新成为热门的动物模型。这些都是影响深远的开拓性工作，本泽也获得了几乎所有重要的生物医学奖项（拉斯卡奖、格拉芙奖、沃尔夫奖等），唯独缺一个诺贝尔奖。但是他已经80多岁了（生于1921年），未必有布伦纳那么幸运。（注：本泽已于2007年11月30日逝世）

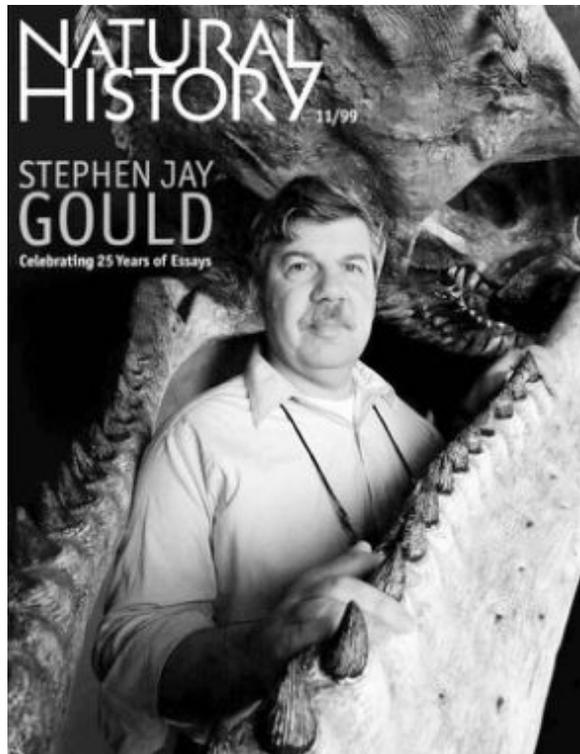


本泽在布伦纳之后成了生物学界“最聪明的没有获得诺贝尔奖的人”。

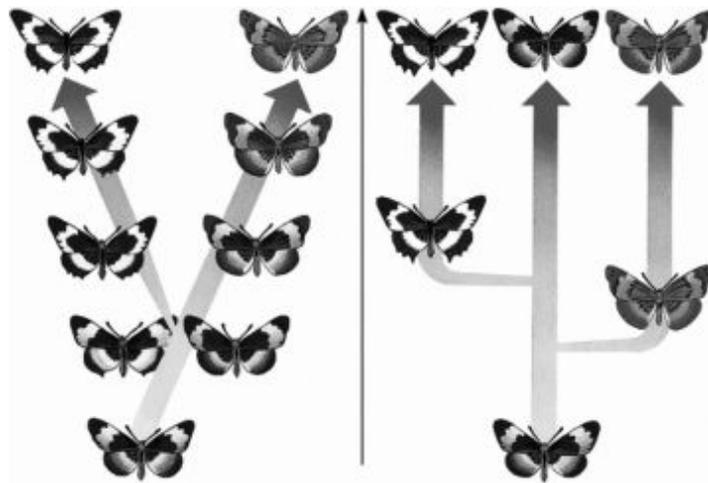
信仰马克思主义的西方科学大师



2002年5月，美国当代最著名的进化生物学家斯蒂芬·古尔德（Stephen Jay Gould）因患癌症病逝，享年60岁。他在学术上的最大成就是和埃尔德里吉（Niles Eldredge）共同提出“间断平衡”学说，认为生物的进化模式是一个旧物种在长时间的稳定后，在短时间内出现新物种。他同时还是一位优秀的作家，近30年来为美国《博物学》杂志撰写了300篇普及进化论的专栏文章，这些文章陆续结集出版后，都成了畅销书。他还是批判神创论和抨击遗传决定论的活跃斗士，频频出现在媒体上。这一切使得他成为美国家喻户晓的公众人物，其知名度绝不在卡尔·萨根（Carl Sagan）之下，在2001年美国国会图书馆曾命名他为美国“活传奇人物”。许多美国生物学家都声称是因为小时候读了古尔德的文章才对生物学发生了兴趣。近年来国内虽然已引进翻译了不少古尔德著作，其名气却远不如萨根，而国内在介绍古尔德时，也无人提及——或者根本就无人知道——古尔德是个马克思主义者。在美国也很少有人知道这一点，古尔德的政治信仰被宣传他的人小心翼翼地遮掩住，例如美国《科学》杂志刊登的死者传略中，仅以“古尔德的政治观点一直属左派，而他的哲学最能以世俗人本主义概括”一句模模糊糊地带过，以致有位读者去函提醒，不该忽视古尔德的马克思主义信仰，他的科学工作和科学著作都显示了他的政治背景和思想的影响。



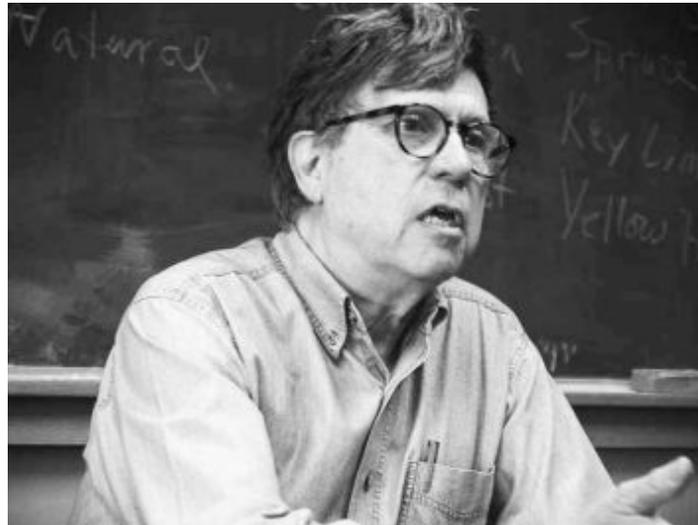
1999年11月，美国《博物学》杂志出专辑纪念古尔德为其撰写专栏25周年。



两种进化模式。左边是传统的渐变模式，右边是古尔德和埃尔德里吉提出的“间断平衡”模式。

古尔德的信仰属于家传，他的父母都是纽约的左派，他曾经声称他在“父亲膝上学会了马克思主义”，不过后来又说他的政治观点和父亲存在分歧，这大概指的是他不接受斯大林主义。古尔德一直热衷于政治活动，在60~70年代多次参加反战、反种族主义示威，特别是在1969年，哈佛大学学生为抗议校方卷入越南战争而关闭校园，古尔德当时还只是哈佛大学的助理教授，冒着不能升为永久教授（往往被

不恰当地译为“终身教授”）的危险参加了学生的抗议活动。他还担任纽约马克思主义组织布莱奇论坛（Brecht Forum）和刊物《重思马克思主义》的顾问。美国生物学界另一位更为公开的马克思主义者、首创用生物化学方法研究遗传多样性的著名遗传学家列万廷（Richard Lewontin）是古尔德的同事和战友，两人合写过多篇文章，特别是联手批评新兴的社会生物学。在70年代，列万廷为抗议美国科学院属下的全国科学委员会卷入越南战争，辞去院士一职，组织“科学为了人民”（Science for the People），古尔德是该团体的成员。



古尔德的同事和战友、著名遗传学家列万廷。

《科学》杂志的死者略传中称古尔德是极少数可以不脸红地被称为“文艺复兴人物”的科学知识分子之一，这指的是他文理双全，博学多才，为百科全书式的真正大师。值得注意的是，20世纪另两位百科全书式的大生物学家贝尔纳（J. D. Bernal, 1901—1971）和霍尔登（J. S. B. Haldane, 又译为霍尔丹，1892—1964）也都是马克思主义者。这两人都是英国人。贝尔纳是分子生物学的先驱，首创用晶体衍射研究蛋白质结构，他的两个学生佩鲁茨（M. Perutz）和霍奇金（D. C. Hodgkin）因此分别在1962年和1964年获诺贝尔奖。他在1939年出版《科学的社会功能》一书，用马克思主义观点系统地分析科学哲学问题，因此也被认为是科学哲学的创建者之一。他积极组织政治活动，被称为“剑桥的圣人”，在其周围聚集了一批左翼科学家。有趣的是，贝尔纳同时在苏联和美国获得最高荣誉：苏联授予他列宁奖章，美国授予他自由奖章。霍尔登是群体遗传学的创建者之一，对生理学、遗传学、进化生物学和生物化学都做出了开创性的贡献；同时又是多产的作家，发表过多部科普和文学著作，至今风行不衰，其名言常常在生物学家撰写的随笔中出现。霍尔登也热衷于政治辩论，并

在1957年为抗议英国政府对苏伊士运河的不公正处理而放弃英国国籍移民印度。此外，20世纪上半叶最杰出的遗传学家之一、诺贝尔奖获得者穆勒（H. J. Muller）也以思想左倾著称，30年代因此被迫离开美国去欧洲，曾应邀去苏联工作三年，后因不满李森科主义而回到美国。



分子生物学的先驱贝尔纳热衷政治活动，被称为“剑桥的圣人”。



美国著名遗传学家穆勒由于发现X射线能引起基因突变，在1946年获得诺贝尔奖。

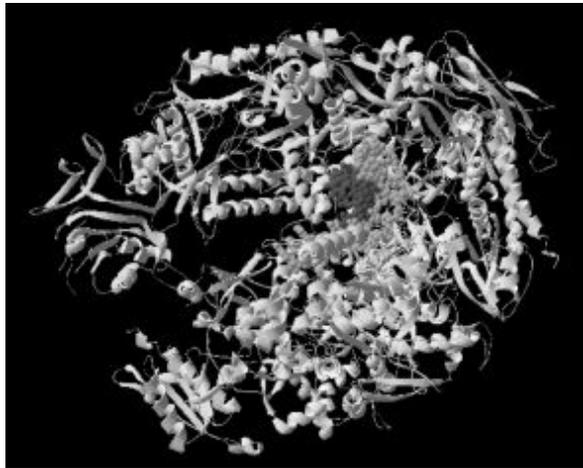
在西方物理学家中，似乎没有类似的重量级人物信仰马克思主义。毕竟，生物学与人类社会的关系要比物理学密切得多，而生命现象的极度复杂也会促使研究者思考哲学问题。在面对复杂的生命系统时，强调全面、动态地看问题的辩证法不失为一种吸引人的分析工具。古尔德写道：“当作为一种变化哲学的指南，而不是强制的教条戒律时，辩证法的经典法则体现了一种整体论的观点，其看法随着完整系统的各组分之间的相互作用而发生变化，并且将各组分自身当做同时是系统的产物和放入物。”“西方学者应该更认真地对待辩证思维，不应该因为某些第二世界国家（指苏联及其盟国）制造了一个纸板式的版本作为官方教义，就因此抛弃它。”列万廷的生物哲学著作更自觉和明显地应用了他们心目中的“辩证法”，他对基因、生物体和环境三者之间的关系的论述，是我见到的最深刻、独到的分析，虽然他小心翼翼地避免用“辩证的”一词，而改以“动态的”代之；虽然没有一处引用马克思主义经典作家的语录，却显然是在运用辩证法思维。比古尔德更糟糕的是，列万廷这些在美国学术界广为人知的著作，在将马克思主义确立为官方哲学的中国却几乎无人知晓。

像古尔德、列万廷这些信仰马克思主义的西方学者，主要以大学为基地，被称为学院左派。但是与其他学院左派不同，他们虽然也重视社会意识对科学研究的影响，却不把科学研究完全当成“社会建构”而陷入相对主义的泥潭。他们更不敌视科学，属于极少数不仅对科学研究做出了重大贡献，而且致力于沟通科学和人文、科学和公众的左翼科学家。在当代西方马克思主义者的科学观普遍走向“反动”、与科学为敌的今天，他们更显得难能可贵。现在，古尔德去了，列万廷也垂垂老矣，一个时代即将结束，抗拒西方学术界中反科学思潮的重任，反而要由他们的论敌威尔逊（E. O. Wilson，社会生物学的创建者）、道金斯（R. Dawkins，《自私的基因》的作者）等人一肩挑了。

上阵父子兵



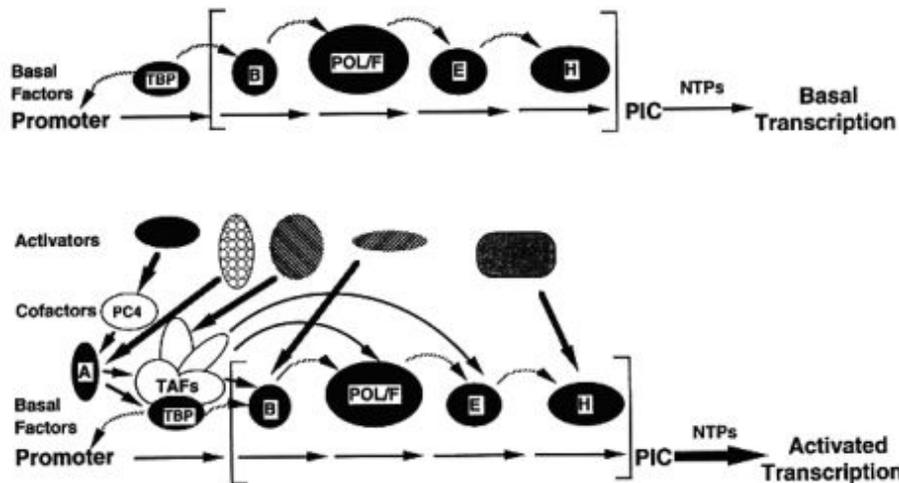
2007年年初南方一份周刊刊登了一篇反对反伪科学的文章，声称打击伪科学会打击科技创新，举的例子是：“去年的诺贝尔化学奖颁给了两位研究RNA的美国科学家，而在20世纪90年代末RNA研究刚进入国内时，方舟子就联合国内一些学术权威对之大肆批判，说‘RNA水平研究’是‘杜撰’、‘痴人说梦’和‘招摇撞骗’云云，将中国的RNA研究扼杀在萌芽中。”这真让我哭笑不得，不仅这个事例纯属捏造，而且我恰恰自己就做过所谓“RNA水平研究”，曾经是去年诺贝尔化学奖唯一得主、美国斯坦福大学教授罗杰·孔伯格（Roger Kornberg）的同行，和他有过一面之缘。



罗杰·孔伯格因为在2001年破解了真核生物的RNA聚合酶分子结构而获得2006年诺贝尔化学奖。

上个世纪90年代初，我还在美国大学攻读生物化学博士的时候，也正是对真核生物的转录现象研究最热门的时候。世界上的生物可以分成两大类：细菌、蓝藻等低等生物的细胞没有真正的细胞核，叫原核生物，其他含有真正细胞核的生物则统称真核生物，包括人。转录现象是最基本的生命现象之一，它指的是遗传信息从脱氧核糖核酸（DNA）传递给了核糖核酸（RNA），也就是说，如何以DNA做模板来合成RNA。为什么人体的每一个细胞都含有相同的一套基因组，却会出现不同的形态和功能呢？这就跟转录过程的调控有关。癌症、代谢疾病等多种疾病，也与转录出现了异常有关。

原核生物的转录过程比较简单，一般是由一个RNA聚合酶和一个转录因子来完成的，在20世纪七八十年代对它已经研究得比较透彻了，大家就开始转向和我们的健康更密切相关的真核生物的研究。这时情形变得极为复杂。不仅真核生物的RNA聚合酶要比原核生物的复杂得多，而且其转录过程需要众多蛋白质因子的参与，已知大约有60种，最主要的是5种普遍转录因子，其中有一个是我的导师首先发现的，也是我当时的研究课题。这些因子有什么样的结构和功能，彼此之间是如何相互作用的？显然，要阐明如此复杂的现象需要许多实验室的分工合作。



真核细胞的转录是一个极其复杂的过程，需要众多蛋白质因子的参与。这个转录模型表示一些主要转录因子是如何相互反应的。

我有幸目睹和参与了这个巨大的谜团是如何逐步被破解的，错误的认识是如何提出而又被很快地纠正的。这项研究成果几乎是日新月异的。我记得当时《科学》杂志曾请学界权威预测21世纪的科技进展，不少人都提到真核细胞的转录之谜将会得到破解。其实进入21世纪不久，这个现象的奥秘大体上就已被搞清楚了。



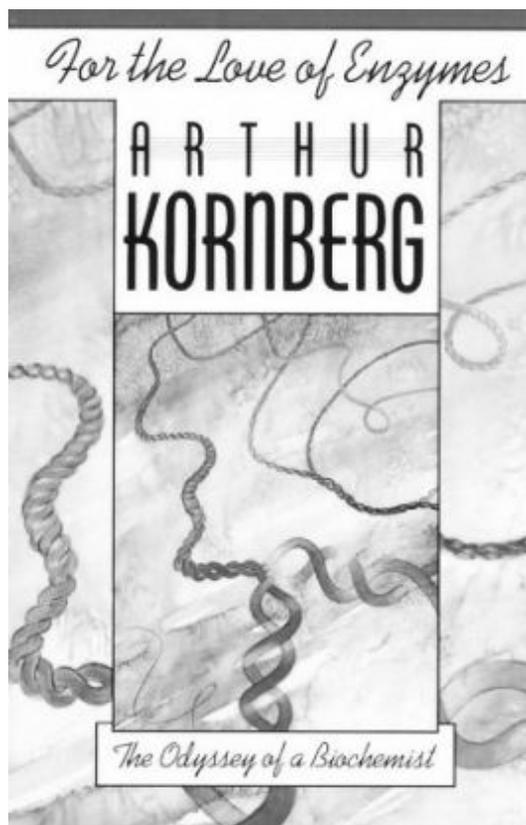
诺贝尔奖之家：罗杰·孔伯格和他的父亲亚瑟·孔伯格。

既然这项研究如此重要，从中产生诺贝尔奖获得者就只是个时间问题了。这个领域的头面人物大约有四五个人，我们当学生的有时候也会争一争诺贝尔奖委员会会挑选出哪三个人。所以，当听到诺贝尔奖委员会最终决定只让罗杰·孔伯格一人代表“今天化学和分子生物学最为活跃的研究领域之一”（孔伯格的获奖演讲）获奖时，我觉得有些意外，不由得胡猜会不会和他的父亲亚瑟·孔伯格（Arthur Kornberg）的影响有关。老孔伯格同样在斯坦福大学当教授，并早在1959年获得诺贝尔生理学或医学奖。

我和老孔伯格也有过一面之缘。与小孔伯格是在参加学术会议时见到的，与老孔伯格则是有一年他到我们系作学术报告，我碰巧被系里指派负责放幻灯。老孔伯格研究的是另一个基本的生命现象：遗传信息的复制，即什么样的酶在复制DNA。1958年，他发表论文报告说他从大肠杆菌中发现、分离、纯化出一种能够合成DNA的酶——DNA聚合酶，并成功地在细胞外用这种酶合成了DNA。一年后，诺贝尔奖委员会以空前绝后的速度表彰了老孔伯格的发现：1959年老孔伯格和他以前的导师塞韦罗·奥乔亚（Severo Ochoa）分享诺贝尔生理学或医学奖，他是因为发现了DNA的酶合成，而奥乔亚是因发现了RNA的酶合成而获奖的。

这个奖颁发得的确有些仓促。在老孔伯格获奖十年之后，人们才知道，他所发现的DNA聚合酶并非细菌真正用于复制DNA的酶，在细胞内执行这个任务的是另一种新发现的酶——DNA聚合酶III。老孔伯格的酶（被命名为DNA聚合酶I）只是在DNA复制中起修补作用（不过，这种酶后来在分子生物学研究和遗传工程中发挥了巨大的作用）。值得老孔伯格欣慰的是，新的酶是他的二儿子托马斯·孔伯格（Thomas Kornberg）在哥伦比亚大学读书时发现的。托马斯现在是加州大学旧金山分校的生物化学教授。

老孔伯格的妻子是他的实验助手，他们一起共发现了一百多种参与新陈代谢的酶。他的自传有一个恰如其分的题目叫做《为了酶之爱》。他的儿子能继承父业并发扬光大并非偶然。他们从小就被老孔伯格带到实验室参与简单的实验，像罗杰·孔伯格说的，科学理性成了他们的第二天性。也许老孔伯格应该再写一本自传，题为《酶之家》。



《为了酶之爱》一书的封面。

出师未捷身先死

——悼念邹承鲁先生

我一生做学问所遵循的基本原则可以归纳为：努力追求科学真理，避免追求新闻价值，跟踪最新发展前沿，不断提高水平，勤奋工作，永不自满。

我自己确信，如果我有再生活一次的机会，我仍然将选择科学研究作为我终身的职业。

——邹承鲁



2006年11月23日午后，我打开计算机开始下载电子邮件，其中有两封来自邹承鲁先生信箱的信，标题都一样：“Dr. CL Tsou has passed away”（邹承鲁博士已去世），大惊。信是邹先生的女儿发来的，原文为英文，摘译如下。

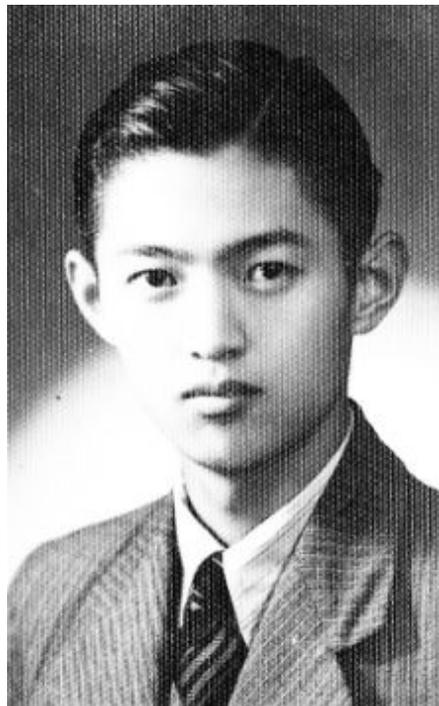
“亲爱的朋友们：我的父亲邹承鲁博士已在今天凌晨去世了。大约一个月来他病得很厉害，医生们尝试了各种办法，他自己也很努力，但是还是没能成功。邹博士安详地去世，其家人及朋友和他在一起，直到最后一刻。”



邹承鲁生前拍摄的最后张照片：2006年9月摄于北京紫竹院公园。

邹先生已83岁，3年前查出患了淋巴瘤，时不时要住院治疗，所以这条坏消息并不太让人意外，我只是没有料到会来得这么快。我最后一次见他是在2006年6月份，他当时在北大医院住院。他的精神很好，

我们谈了一个多小时。直到11月2日，我还收到他投给新语丝网站的稿件《必须严肃处理学术腐败事件》，万没想到那是他的绝笔。看着邹先生女儿寄来的邹先生摄于2006年9月的一组照片，才发觉他和6月份时相比，变得多么憔悴，不由一阵心酸。



1945年邹承鲁毕业于西南联合大学化学系。



1951年邹承鲁在英国剑桥大学获得生物化学博士学位。

邹先生祖籍江苏无锡，1923年5月17日生于山东青岛，1945年毕业于西南联合大学化学系，1951年在英国剑桥大学获得生物化学博士学位后即回国，后来在胰岛素人工合成、蛋白质折叠、酶学等方面有突出贡献。1980年当选中国科学院学部委员（即后来的院士），担任过中国科学院生物学部主任。

邹先生的大名在上个世纪80年代我还在国内读生物系本科时，就已如雷贯耳。据传，邹先生曾经如此评价过某位院士候选人：没有在Nature（英国《自然》杂志）或Science（美国《科学》杂志）上发表过论文，怎么能当院士！我不知道这个传说是否属实，不过它倒是很能表现出邹先生不怕得罪人的个性——得罪的不仅是那名院士候选人，还有一大批院士。《自然》和《科学》是国际公认的顶级的科学学术刊物，近年来在重赏之下，国内科学家在这两份刊物上发表论文的才逐渐多了起来，但是在上个世纪，却是凤毛麟角，在老一辈院士中也很罕见。

但是邹先生有那么说的资本。他的第一篇论文是发表在《自然》上的，不过他那时（1949年）还是学生，并不能体现出从事独立研究的水平。1979年，他又在《自然》上发表了一篇论文，这是我国改革开放后第一次在国际刊物上发表的论文。1993年，他在《科学》上也发表了一篇论文。这三篇论文，两篇邹先生为唯一作者，一篇为邹先生与一名学生合署。这在一篇重要论文动辄一串挂名作者的今天，是很少见的。邹先生在国际期刊上发表的最后一篇论文是2003年发表在《蛋白质化学杂志》上，他虽然是该文的第三作者，但是邹先生一贯反对没有做过实质性贡献的人在论文中挂名，所以可以推知他实际参与了这篇论文的研究工作，也就是说，他的科研生涯一直持续到80岁。



邹承鲁是我国著名地质学家李四光的女婿。1948年邹承鲁与李林在英国结婚时和岳父岳母的合影。

毛泽东思想武装的中国人民有志气有能力攀登前人没有攀登过的高峰 我国在世界上第一次人工合成结晶胰岛素

科学工作者在毛泽东思想指导下，经过六年多的艰苦工作，为我国夺得了这项理论科学研究的“世界冠军”。这一杰出的重大成就，标志着人类在揭开生命奥秘的伟大历程中迈进了一大步，为生命起源的唯物辩证学说取得了一项有力的新论据。

胰岛素是人体内最重要的生物活性物质之一，也是人体内唯一能降低血糖浓度的激素。胰岛素是由胰腺中的胰岛β细胞分泌的。胰岛素的发现是生物科学史上的一个重大突破。1921年，加拿大科学家班廷和麦克劳德首先从狗的胰腺中分离出了胰岛素。1929年，英国科学家诺尔曼·皮特里和詹姆斯·斯科特首次人工合成了胰岛素。1955年，美国科学家詹姆斯·沃森和弗朗西斯·克里克提出了DNA双螺旋结构模型。1962年，英国科学家詹姆斯·沃森、弗朗西斯·克里克和莫里斯·威尔金斯共同获得了诺贝尔生理学或医学奖。1966年，中国科学家邹承鲁等人首次人工合成了结晶牛胰岛素。这一成就标志着中国在生物化学领域取得了重大突破，也是世界上第一次人工合成具有生物活性的蛋白质。邹承鲁在1966年《人民日报》发表的文章中详细描述了这一过程。文章指出，这一成就的取得离不开毛泽东思想的指导。文章还提到，这一成就的取得是中国科学家辛勤工作和集体智慧的结晶。文章最后表示，这一成就的取得将为中国生物化学事业的发展奠定坚实的基础。

1966年，《人民日报》报道我国人工合成结晶牛胰岛素。邹承鲁是这一重要研究成果的主要完成人之一。

我在美国留学时读的是生物化学，与邹先生可谓同行，不过研究方向与邹先生的离得太远，并没有读过他的论文。我当时有在大学图书馆乱翻书的习惯，有一次竟然无意中翻出了一本介绍中国生命科学进展的英文著作，是邹先生主编的，还饶有兴趣地翻了一遍。

不过，近年来邹先生走进公众的视野，并不是因为他的学术研究，而是他对学术腐败现象和事件直言不讳的批评。我们也是因为这个原因而认识的。

我深信，为了我国科学健康发展，既要创新，也必须打假，而打假尤为重要。只有在科学界清理出一片干净土地上，才有原始性创新大展身手的舞台；否则，

真假不辨，良莠不分，对于将决定我国科学前途的广大青年学子，让他们何去何从？

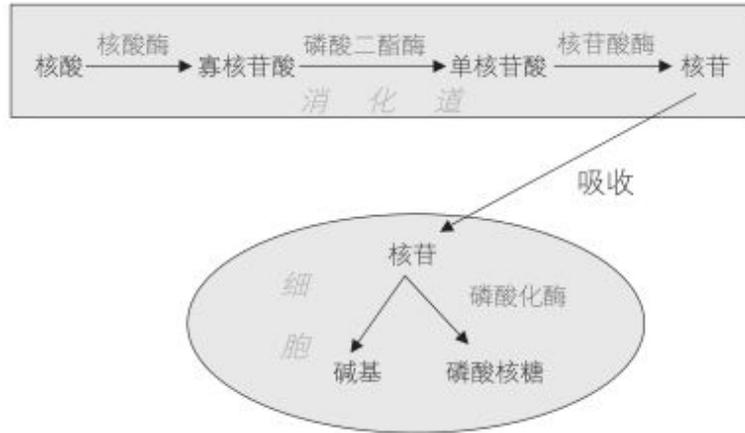
——邹承鲁

我与邹先生开始有联系，始于2000年8月。当时有一个美籍华人带了号称“世界上独一无二、价值无法估量”的基因库回国，引起相当大的轰动，被媒体称为“基因皇后”。我质疑此人的学术地位及该基因库的实际价值，认为这是并无多大的科学价值的商业炒作，并就这一事件起草了一封公开信说明事实真相，联系了88名研究生物学的专业人士联署。邹先生发来电子邮件向我询问了情况。他没有联署公开信，但是与饶毅教授合写了一封信寄给国内报纸，表明对这一事件的看法：

“我们不是不知道公开自己意见的后果，但如果对类似的过分炒作视而不见、缄口不言，我们担心必将损害中国科技界的形象和长远利益。为了科学的声誉和自己的良心，我们不得不泼上一杯冷水……”

这是学术打假事件首次引起国内媒体的广泛关注。引起更大的风波的是次年年初的“核酸营养品”事件。当时我发现，只要学过生物化学的人都知道没有营养价值的核酸居然在国内被当成包治百病的保健品销售，有一些生物化学专家公然为其捧场，在被我揭露后，他们又召开了所谓研讨会、听证会为这一保健骗局保驾。就在我愤怒地指责中国生物化学家向公众作伪证时，时任中国生物化学与分子生物学学会理事长的邹先生站出来告诉公众真相：“核酸营养没有任何科学依据”，“核酸营养之争在学术上没有多大意义，只不过是一个商业炒作和学术道德的问题”。在当年9月召开的中国生物化学与分子生物学学会全会上，他在退居二线前提议制定“家规”，要求学会成员不得以学会名义发表带有商业色彩的文章、举行带有商业色彩的活动。这是中国学术性机构首次做出这种规定。

核酸在体内分解过程



食物中的核酸没有营养价值，它们在消化道和细胞中将被几种酶逐步分解成几种小分子。

2002年8月，又出现一个打着高科技招牌的商业炒作。有一个名叫徐荣祥的医生向媒体宣布一条惊人的消息：他将用5年的时间完成克隆人体的206个组织器官。邹先生对此批评说：

“由于人们生物学知识的贫乏，又缺乏判断能力，这样就会给人有空子可钻。正是利用人们的这种心理，有的人便可以胡吹，就可以骗人。而企业为了达到自己近期或远期的商业目的，多会使用某个人们不熟悉或不了解的概念，然后把它曲解，变成一个‘激动人心’的新概念，再用它来达到自己的目的。”

徐荣祥的反应是给邹先生寄去了一纸“知情通知书”，以“经济法律纠纷”相威胁。邹先生并没有被恶意诉讼的威胁所吓住，将它在新语丝网站上公布出来。5年过去了，事实的真相如何，即使对生物学一无所知的人也可以看得很清楚。

在揭露这些（违反科学道德的）事件时，对知名科学家应该更加不留情面，正因为他们影响大，对他们的揭露，更加可以使广大科学界，特别是青年同志引以为戒。对无名人物大张旗鼓进行鞭挞，对知名人物却噤若寒蝉，只能起到很坏的反作用。

——邹承鲁



1981年10月15日，邹承鲁等人在《科学报》上建议开展“科研工作中的精神文明”的讨论。

学术腐败问题在最近几年才引起公众的关注，而早在1981年，邹先生当选为学部委员之后不久，就开始关注这个问题，起草了一封公开信，呼吁开展“科研工作中的精神文明”的讨论。从那以后他一直在呼吁重视科学道德、学术规范问题，而且不止是口头说说而已，自己也参与揭露学术造假事件。他可谓中国打击学术腐败的第一人，只不过这些工作在当时限于学术界内部，不为公众所知罢了。

邹先生在八九十年代揭露的这些人，有好几位是当时位居学术高位的“大人物”，或是人为树立的“科学明星”。与后来打击商业骗局、商业炒作不同，揭露这些人的阻力更大，有可能受到他们及其上层支持者的打击报复，面临的是政治和职业上的风险。如果他们没法找你算账，还是会设法进行报复。2001年11月我到北京首次拜访邹先生时，他就向我感叹说：“连我的学生都对我老得罪人有意见。”得罪了人，拿他没办法，就把气出到他的学生身上，申请经费、评院士的时候，故意刁难，说你不是邹先生的学生吗，就按严标准来要求。

邹先生揭露的这些人基本上都没有得到应有的处理，有的总算是被边缘化了，只能到边远地区继续招摇；但是有的至今仍然是“大人物”、“科学明星”。这样的结果，其实是预料得到的，也是腐败之风愈演愈烈的一个重要因素。如邹先生所言：

“目前往往是违反科学道德的小人物得到处理，而知名人士就很难处理。个别的反而得到领导更大的重用。我认为在一定程度上是纵容了这些事件的发生和发展。我感觉上世纪80年代学术腐败的案例为数并不算多，但90年代以来是越来越普遍了。相关机构应该下决心处理一些典型案例，将学术腐败的恶化势头彻底扭转。”



邹承鲁1990年在美国国家卫生院从事研究时摄。

这种状况，并没有因为近几年来舆论、媒体对学术腐败问题的关注而有所改善。我最后一次见到邹先生时，正值四川大学副校长、中国科学院院士魏于全因为涉嫌造假被实名举报，在网络、媒体上闹得沸沸扬扬，连《人民日报》都罕见地整版报道，而结果还是不了了之。邹先生对我说，他曾经为这件事给中国科学院主管学术道德的副院长写了一封信，要求中国科学院组织调查组调查此事，但没有接到任何回音。邹先生后来在《必须严肃处理学术腐败事件》一文中披露了此事：

“学术腐败问题已经蔓延至院士群体，有此类问题的已经不是个别的。几个月以前，当某一位院士的问题开始在媒体上曝光的时候，我曾通过学部给中国科学院学部道德建设委员会主席写过一封私人信件，我认为，科学院有责任处理院士的问题，要求科学院学部道德建

设委员会就此事进行调查，如果属实，应予以严肃处理。几个月以来我一直在等待，但迄今为止，没有看到这件事的任何处理结果。”他一直等到了生命的最后一刻，也没有得到回音。

光说是不行的，对学术不端行为，一定要严查严办。希望各有关单位，各级有关领导真正予以重视，认真干几件实事，才能克制当前的腐败之风，还我国科学界一片净土。

——邹承鲁

2005年9月初，我到青藏高原考察，有近一周没法上网，也就没法像往常一样每天更新我主持的网站。从高原下来后的第一件事是收电子邮件，其中有一封是邹先生的英文短笺：“亲爱的是民，最近几天都没有收到新语丝，希望你一切都好。”

这是战友的担心和问候。他太清楚打击学术腐败，触及巨大的利益集团时所面临的各种可能的危险。他应该也很清楚，个人的力量实在太渺小。在生命的最后几年，邹先生成为了公众人物，成为了一名斗士，对科研体制、教育体制、院士制度种种问题慷慨陈词，大概也是知道自己来日无多，想把余热发挥殆尽，能触动一处是一处，改动一点是一点吧。他在2006年2月建议重建西南联大，被有些人视为天真，但我想，这又何尝不是对中国现有名牌大学失望至极的一种流露？



2003年，邹承鲁生前将他有关科学道德、学术规范的文章结集出版。

他的战斗还没有见到胜利的曙光，他所企望的科学净土依然遥不可及。他的建言，有的已说了许多年，再说也是白说。他甚至来不及把所有的话都说完。在2006年7月份，邹先生写信告诉我他准备写一篇文章，要我提供材料。我没有见到这篇文章。他的女儿告诉我，邹先生最后几个月在构思一篇长文，想把以前想说而无法说的话都写下来。死神快了一步。想来他是带着遗憾离去的。83岁可算长寿，但是对一个战斗到最后一刻的人，我不忍说安息。

一个人的死亡，并非意味着一个人的结束，除了留下基因，还可以留下弥因（meme），比如思想、精神、观念、学术成果，都不会轻易被死神带走，而会传之久远。邹先生走了，但是他的学术成就，他对中国科学普及和学术道德建设的贡献和影响，并没有被带走。邹先生遗留给我们的，不仅仅是杰出的学术成果，更是伟大的科学精神。杰出的学术成果最终将会成为文献上冰冷的记载，但是伟大的科学精神却会成为熊熊的火种，点燃每一颗还未死绝的心灵。邹先生的学术成果是绝大多数人都难以理解也不必理解的，但是他的科学精神已经和必将激励着无数在为中国的科学发展和社会进步而奋斗的人们。



2006年12月1日上午，邹承鲁先生遗体告别仪式在北京市八宝山殡仪馆大礼堂举行。



向邹承鲁告别。

在我写作此文的时候，被邹先生称为“院士同道”的何祚麻先生刚好打来电话。我问他是否会出席12月1日上午邹先生的追悼会，他说：“当然去！我年纪也大了，一般人的追悼会都不去，但是邹先生的追悼会一定去，去示威啊！”我想何先生指的是向那些从事和支持学术腐败的人示威吧。

年近80的老先生尚且威风犹在，何况我等后生？
邹先生应该安息了。

科学的尊严



我们为什么不长尾巴？

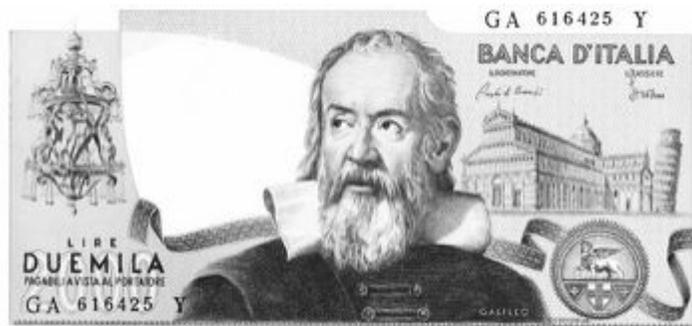
科学研究是这么做的



现在有一个很奇怪的现象，一些从未做过科学研究的人却喜欢以比谁都懂科学的口气大谈什么是科学。比如，有人发明了这么一种说法：“科学顾名思义就是分科之学。”这和说“革命顾名思义就是革掉人命”一样有趣。科学是个外来语，当然不能从字面理解其意思。这两个汉字最初是日本人用来翻译英文“science”一词的。science来源于拉丁语scientia，本义是“知识”。但是这个本义也不能准确地反映科学的含义。

人类通过各种方法累积了大量的知识，其中有的是科学知识，有的则不是。科学与其他领域（文学、历史、哲学、神学等）的学术研究的主要差别不在于积累了多少知识，而在于它是怎么获得知识的：不是靠冥想、思辨、经验、灵感、权威教诲、“神启”，而是经过了一个特殊的过程，一个在观察的基础上提出假说并加以严格的检验的过程。因此最能体现科学的特征的，是它的研究方法。

虽然一项具体科学研究往往是从过去的研究成果引发的，但是追根溯源，科学研究的起点是观察，用我们的感官或者仪器记录到某个自然现象反复发生了。观察必须是有意识、有记录、仔细的观察。观测某颗行星的运行情况是观察，欣赏星空的美丽是娱乐，偶然看到一个“不明飞行物”飞过则最多算是奇遇，后两者都不是观察。观察获得的数据能够被进一步的观察所验证或否证。如果某种现象只发生过一次，又不能人为地再现，无法进行验证，那么是没有科学价值的。



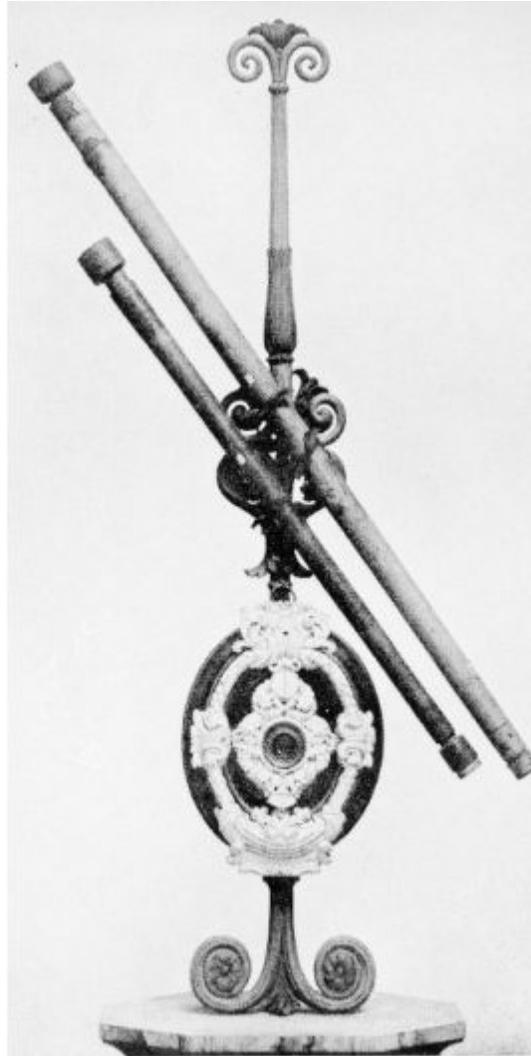
伽利略是有意识地使用科学方法的第一人，被称为“现代科学之父”。这是印有伽利略头像的意大利纸币。

观察获得数据之后，下一步要开始问问题：这种现象是怎么发生的？原因是什么？什么时候、什么地点有可能会再次发生？有没有可能用实验进行验证？这些问题有大有小，有的可以设法检验，有的一时没法检验。科学研究很关键的一环，就是问对了问题。

但是你提出的问题有可能是别人早就给出了合理的答案的。所以下一步，还应该先对这些问题做一番调查、评估，询问有关的专家、查阅相关的文献，看这些问题是否已经有人研究过了，研究的结果是否合理、可靠，有没有进一步研究的必要。即使这些问题以前没有人研究过，有关的专家和相关的文献也能够为你解决新问题有所启发。

在确定了要研究的问题后，下一步要思考答案可能是什么，构建一个假说（或者模型）。这个假说必须是符合逻辑的，能够解释已有的所有数据，能够做出预测并加以检验。对相同的数据有时能够构建多种假说，那么就要首先检验最简单的那种。科学的假说是合理的假设，而不是“大胆的假设”。虽然大胆的假设有时会是正确的，那也只是碰巧，不是科学研究的正道。

但是假说再合理，也有可能是错误的，它是否成立必须经过验证：做新的观察，或者设计实验。实验是对自然现象的模拟，但是自然现象往往是复杂的，涉及许多变量。对付这个难题的办法是做受控实验：设法只改变其中的一个变量，看会有什么结果。通常的办法是设立两个组，它们的其他情况都相同，只有一个变量不同，如果二者出现不同的结果，那么就是该变量引起的。如何设立对照是科学实验的精华所在。一个设计巧妙的实验既可以使问题简单化又能得出可靠的结论。



伽利略制造的科学史上第一架天文望远镜。他用它发现月球表面凹凸不平，木星有四个卫星，太阳有黑子，银河由无数恒星组成等。

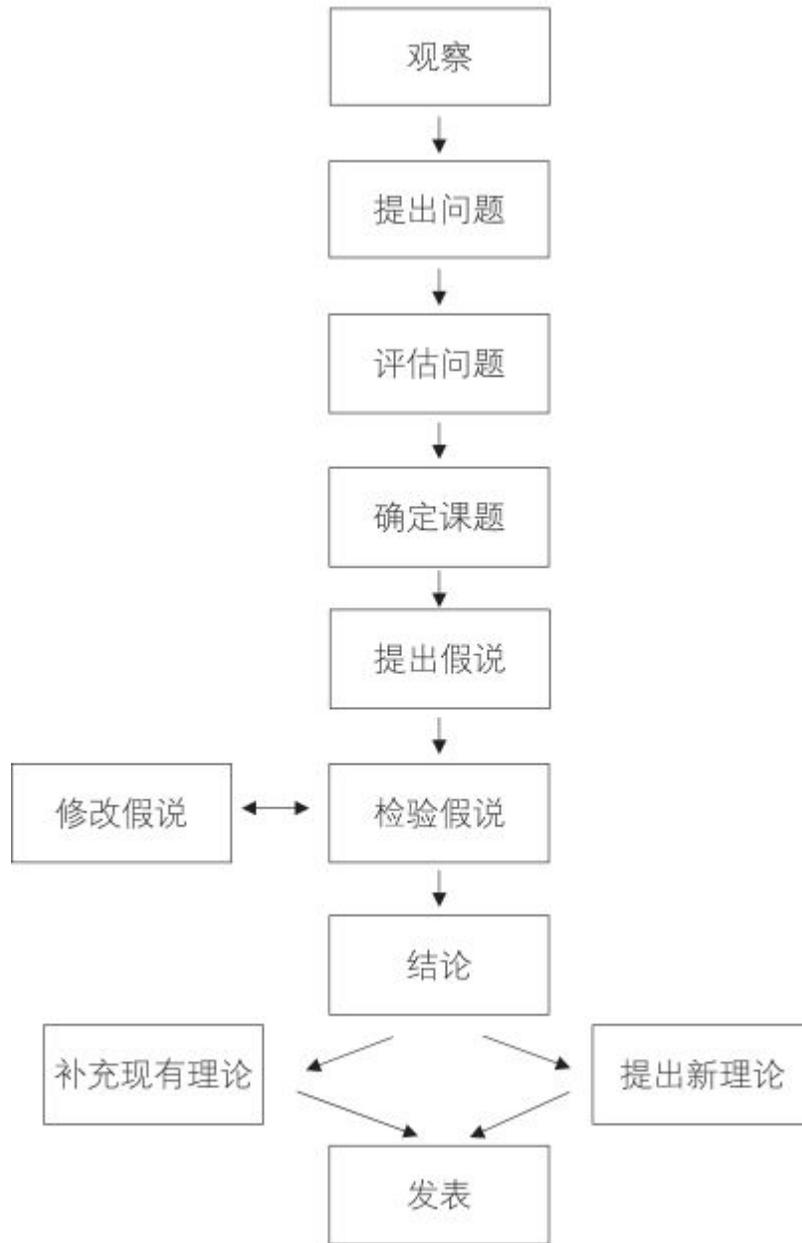
一次实验的结果很难被人接受，因为可能是某种偶然因素导致的。因此对同一个实验需要重复几次，看能否获得一致的结果。实验获得的数据通常还要进行统计、分析，看是否可靠，或是否有意义。

实验的结果可能符合假说的预测，从而验证了假说。但也可能不符合预测，这时就要对假说进行修改，或构建全新的假说，并设计新的实验。实验没有获得预期的结果并非就是失败的实验，它们有可能是新的发现的起点。

如果一个假说被观察或实验所证实了，就成为了一项新的发现，一项科学研究就告一段落了。在通常情况下，新的发现只是对现有的科学理论的补充。但是有时候新发现与现有的理论出现了冲突，表明现有的理论需要做出修改，甚至预示着需要提出新的科学理论。

不管怎样，科学家一旦完成了一项科学研究，就应该把它写成论文发表，接受同行的评议。同行们可能会对实验的设计、结果、解释提出批评，并试图重复实验。别人重复不出来的实验结果是没有价值的。越是重大的成果，受到的关注、质疑和批评会越多，就越需要有可靠的证据。科学成果必须能够经得起同行们的质疑、检验和重复。这就要求科学家在做科学研究时必须严谨、诚实，否则很容易暴露而名誉扫地。与其他领域的争论不同的是，科学的争论往往能够通过进一步的研究获得解决，最终达成共识。

科学家不是圣人，是科学方法让科学变成了一个神圣的事业，让科学知识成为人类所有知识中最可靠、最少争议的一种。



科学研究的一般流程。

别忘了设对照



几年前国内媒体曾经报道过美国国会议员嫌国会大厦太破旧，要求重建豪华的新国会大厦，否则就把国会搬到田纳西州的孟菲斯。其实那是美国报纸《洋葱》编的政治笑话。《洋葱》是一份讽刺文学周刊，专门虚构一些新闻讽刺国际和美国时事，类似于现在在国内网上很流行的“恶搞”，只不过它是非常专业地一本正经地做报道的，在形式上和真正的新闻毫无区别，不了解《洋葱》的背景和缺乏幽默感的人就会信以为真，欣赏不了其幽默，反而要怪《洋葱》骗人。



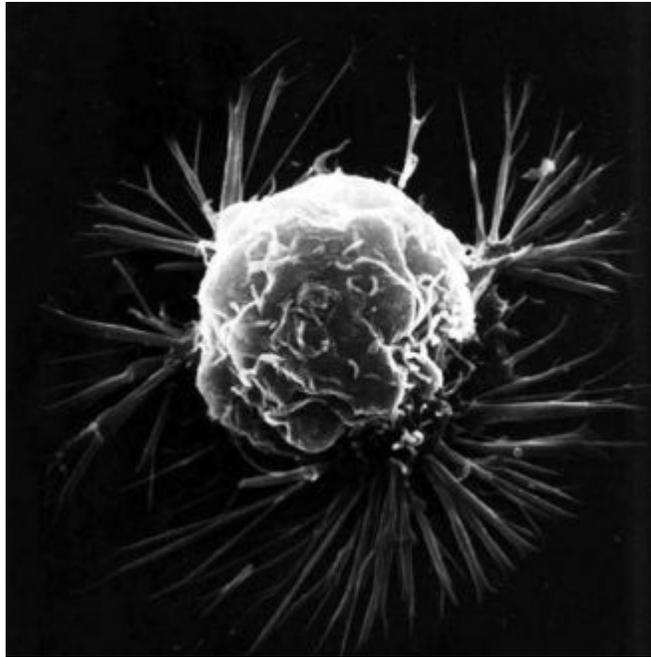
《洋葱》电视新闻节目播出“美国国家卫生研究院研究证明用刀刺伤猴子能降低猴子的寿命”。

最近我发现《洋葱》鸟枪换炮，也做起了电视新闻节目，把视频放在其网站上。这些节目视频和美国电视新闻节目的形式也完全一样，有新闻主播、谈话嘉宾、采访对象，内容包括时事、教育、文化、娱乐、科技等，除了内容是假的，其他都是真的，表面上非常的专业。

其中有一则科技报道说美国国家卫生研究院花了120万美元完成了一项研究，用3000只猴子做实验，证明用刀刺伤猴子能降低猴子的寿

命。这则明显是在讽刺美国政府资助无意义的科研的虚构新闻，其实验设计却非常专业：这项“研究”分别用小猴、老猴、孕猴做实验，发现结果相同；用刀刺在猴子身上的不同部位，例如腹部、颈部、眼窝，结果也一样。更绝的是，它还不忘设立对照组，用拳频繁击打对照组的猴子并不能降低其寿命，表明导致刺伤组的猴子寿命降低的因素是生理的而不是心理的。

看来这则新闻编造者的科学素质还真不低，甚至超过了一些中国科研人员。国内许多科学实验的设计的严密程度还不如它，往往有意无意地不设对照组。我在国内读大学本科时，曾到中国科学院的研究所做毕业论文，碰到一位在中医学院读完研究生的人也在那里做实验。他告诉我，他的研究生毕业论文是证明某种中药能够抗癌，方法是把该中药药液加入到癌细胞培养液中，发现癌细胞被杀死了。我问他有没有做对照，比如把中药药液加入到正常细胞培养液中，而正常细胞还活得好好的？他笑着说，中药的药理实验是从来不做这种对照的，否则如何交得了差？



一个乳腺癌细胞的电子显微照片。

我后来读了一些证明中药的抗癌、抗病毒、抗菌等作用的中文论文，发现果然都是把中药加到细胞培养液中杀死癌细胞、细菌、病毒就认为万事大吉了，并不去看看正常人体细胞是否也会被杀死。体外细胞培养需要很苛刻的条件，要杀死它们实在是太容易了。比如，往培养液中加入酒精，也能杀死癌细胞，难道就能说明喝酒能够抗癌？

不过还真有人用类似的方法证明喝某种名牌酒不仅不会导致肝硬化，反而能够抑制肝硬化，证据就是它在体外能抑制肝星状细胞的增殖。用类似的实验，我们也可以证明食盐、食糖、洗衣粉、泥浆等无数日常东西都能抗癌、抑制肝硬化，甚至包治百病。

如果做一个对照实验，发现某种药物在体外对正常细胞无影响，但能杀死病变细胞，这才算有点说服力，但是仍然不能证明该药物就真的有效。药物对体外细胞有作用，不等于它在体内也会有相同的作用——它可能到达不了病变部位，可能会在体内被代谢成性质完全不同的别的化合物，或者体内的其他物质会抑制了它的作用，等等。所以还需要用它做临床试验，证明它的确对人体也会起作用。

那好，我们就找一批患者来，给他们服用药物，发现有些患者的病情好转甚至痊愈了，是不是就证明了该药物的确有效呢？并不。许多疾病是不接受任何有效治疗也会自己好转或自愈的，在“我在服药接受治疗”的心理暗示作用下，自愈效果会更加显著。

怎么排除这种情形呢？还是要靠设对照，找一批患者作为对照组，证明药物组的效果显著好于对照组。但是，患者有的病情较轻，有的较重，有的体质较好，有的较差，如果在分组时把病情轻的、体质好的分到药物组，就会制造出药物有效的假象。为了避免出现这种偏差，就要遵循随机化原则，把患者随机地分组，这样可以确保药物组和对照组的患者的总体状况相同。

但是，如果对照组的患者知道自己没有在接受治疗，那么心理暗示的作用就体现不出来了，所以还要让他们吃和试验药物外观一样的假药，而且不能让他们知道是在吃假药。如果医生、护士知道哪些患者吃的是假药，他们可能会有意无意地对这些患者更加忽视，在观察疗效时会不知不觉地往不利的方向做判断，因此连医生、护士也不能知道患者的分组情况，而只能由第三方掌握。也就是说，在设计对照组时，还必须遵循双盲（试验对象和试验者都互不知情）的原则。

如何设计一个恰当的对照，是科学实验的基本功。可惜，在实际科研中，有太多的科研人员做不到这一点。一个没有合适对照的实验，并不比一个虚构的实验更可信。

没有科学是万万不能的



近年来人文学者在文章中批几句“科学主义”已成为显示自己见解高超的一种时髦。且不说像我这样喜欢去给别人挑科学错误的人经常被戴上“科学主义者”的高帽，就连欢迎赛先生的“五四”先贤们现在也被一些人称为是想搞科学主义。这个科学主义究竟是什么样的可怕怪物呢？

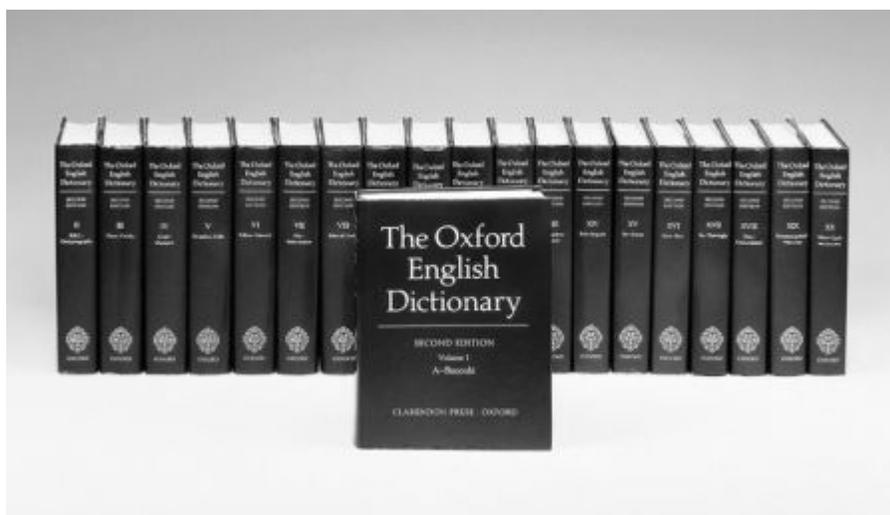


1918年1月15日，陈独秀在《新青年》杂志上发表文章说：“西洋人因为拥护德、赛两先生，闹了多少事，流了多少血，德、赛两先生才渐渐从黑暗中把他们救出，引到光明世界。我们现在认定只有这两位先生，可以救治中国政治上道德上学术上思想上一切的黑暗。若因为拥护这两位先生，一切政府的迫害，社会的攻击笑骂，就是断头流血，都不推辞。”

按照《牛津英语词典》的定义，科学主义通常是个贬义词，是用来指相信科学知识和技术万能的信仰，也用来指认为物理科学的研究

方法能够取代其他领域（例如哲学以及人类行为学和社会科学）的研究方法的观点。按照这个定义，科学主义有两方面的含义，一是认为科学万能，二是认为科学方法具有普适性，能用于传统上被认为是非科学的其他领域。

因为这是一个用来贬损、丑化他人的词语，所以未必真能反映出被贴上科学主义标签的人的真实观点。如果真有人相信科学万能论，那只能说这个人不太了解科学的本质、方法和精神。人们对科学知识的掌握和应用受制于客观规律，因此科学不可能像宗教、迷信那样自称能创造“奇迹”。科学与万能二者之间存在着根本的冲突，“科学万能”就跟“科学宗教”、“科学迷信”一样在语义上是自相矛盾的。所以我不知道是否真存在科学万能论这种信仰，那些被称为信仰“科学万能论”的人，其实不过是相信没有科学是万万不能的。



《牛津英语词典》是最详尽、权威的英语词典，多达20卷。

但是认为科学方法具有普适性，能够应用于社会科学和人文学领域，却并不荒唐，而且早已变成了现实。“科学主义”一词出现于19世纪下半叶，科学的蓬勃发展已经开始触及到人文领域时，引起了某些人文学者的反对，他们试图用“主观”的人文研究方法来对抗“客观”的科学研究方法，批评那种想把科学方法应用于人文学研究的思想为科学主义。

这种对抗是徒劳的。传统上被认为与科学无缘的一些领域，在今天已经在广泛地应用科学方法，例如社会学、经济学、心理学、政治学、伦理学乃至宗教学。这是“科学主义”的胜利。可以预料，科学方法在以后将会得到越来越广泛的应用，不断地冲击着人们的传统观念。毕竟，科学方法是人类所能掌握的最可靠的研究方法，当然值得推广。即使不能应用于研究一切问题，在学术上做一下尝试也无妨。

就连一直被国内某些人文学者抬出来作为反对科学主义的旗手的哈耶克，也极力主张用生物学成果来解释社会现象，算得上是一位科学主义者。

许多人认为科学只能揭示客观事实，而不能提供价值判断，后者应该由哲学、宗教去做。这种观点并不恰当。客观事实会直接影响到价值判断，准确的价值判断也离不开客观事实。没有科学基础或违背科学事实的价值判断必然是盲目的。科学成果在今天对人们的世界观、价值观正发挥着越来越重大的影响。宇宙、意识、起源、人性……这些概念在以前只是哲学、宗教问题，在今天却是个科学问题。宇宙学、进化论、遗传学、认知科学、生态学等等科学学科的研究成果都在挑战传统观念，影响甚至直接提供价值判断。

当然，还有许多领域、许多问题是科学一时无法解决的，甚至以后也难以解决的。但是科学还没能去占领这些角落，并不等于现在盘踞在那里的种种说法就是合理的。既然科学方法是发现客观真理的最可靠的方法，如果连科学都还无法做出回答，我们有什么理由相信其他的方法——比如神学的方法、迷信的方法——提供的答案反而是合理的呢？例如，关于人类的起源，在从前有无数的神学说教、民间传说，在进化论出现后，人们就知道它们全是虚妄。



1974年获得过诺贝尔经济学奖的奥地利裔英国经济学家哈耶克（1899—1992）主张用生物学成果来解释社会现象。

今天在中国引起关注的科学真伪问题，实际上根本就没有涉及未知的科学问题，也没有进入科学之外的其他领域，而全都是在科学研究的领域，而且科学已经提供了明确的答案的，只不过反对者不愿承认或不了解而已。如果仅仅是因为认为在科学的问题上，没有科学是万万不能的，坚持要用科学方法、科学知识检验那些想到科学领域把水搅浑的非科学、伪科学学说，就成了科学主义，那么，当这样的科学主义者，其实光荣得很。“科学主义”这个贬义词，由于反科学人士的滥用，在今天的中国，反而要变成褒义词了。

以“科学精神”的名义



进行科普不仅要介绍科学知识，更要推广科学方法和弘扬科学精神。这个提法是很多人在强调的，很少见到有人有异议，甚至一些对科普毫无兴趣乃至实际上在反对科普的人也跟着这么吆喝。在有些人看来，知识和方法都是比较低层次的东西，有了精神才算上了层次。说一个人科学知识丰富、懂得科学方法，好像没有什么了不起的，说一个人具有科学精神，那就成了莫大的赞扬了。

但是科学精神和许多“高层次”的东西一样，虚得很，不像科学知识和科学方法那样实打实。科学知识是可以验证的，科学方法是普遍适用的，都有很客观的标准，但什么是科学精神却是很主观的界定，也就难免众说纷纭。我曾经撰文论证科学精神应该包括探索、怀疑、实证和理性四个不可或缺的部分，但也只是一家之言。



我国著名地理学家、气象学家、教育家竺可桢（1890—1974）说：“科学精神就是‘只问是非，不计利害’。这就是说只求真理，不管个人的利害，有了这种科学的精神，然后才能够有科学的存在。”

无论如何，既然科学精神是高层次的，那么就必然要建立在科学知识和科学方法的基础上，只有那些拥有丰富的科学知识、掌握了科学方法的人才可能具有科学精神。但是科学精神那种虚而高的特点，

很容易被滥用。一些人既无多少科学知识，又不懂科学方法，要他们介绍科学知识、使用科学方法乃是强人所难，但是他们却把自己打扮成很懂得科学精神，可以高高在上地反过来指责那些从事科研、科普的人士没有科学精神。

有家机构发表了一篇《关于科学理念的宣言》，其用意是要代表中国科学界宣传、倡导科学理念和精神，但是里面有些语句似乎并不那么崇尚科学。比如文中有“避免把科学知识凌驾其他知识之上”的说法，看上去很谦虚，却丧失了崇尚科学的立场。我们之所以要普及科学知识，是因为科学方法是人类已知的最可靠的方法，通过科学方法获得的科学知识是最可靠的知识，因此希望人们能够去理解、掌握，用它来取代与之相对的其他知识。不是说科学知识不可能有错——实际上不少科学知识后来都被纠正了，而是说科学知识出错的可能性远远低于其他的知识，而且对科学知识的纠正也必然是通过科学方法而不是其他方法达成的。能够仅仅因为科学知识有可能出错，就要把科学的崇高地位拱手相让，让科学与宗教、迷信等其他知识平起平坐吗？

如果不敢理直气壮地确定科学的崇高地位，那么科学普及就失去了意义，科学知识、科学方法就没有推广的必要，科学精神更不值得弘扬了。

在科学的问题上应该对事实的真相有洁癖，不应该和稀泥，不应该温良恭俭让。揭露伪科学、打击反科学，质疑那些惊人的主张，摆证据、讲逻辑，正是弘扬科学精神的最佳方式。这种得罪人的工作愿意干的人不多，这可以理解，因为从事这种工作而受到一些非议，也属意料中的。



反对伪科学，会被当成是在当“恶人”。（陈祖甲摄）

令人感到有些不可思议的是，有的人对伪科学、反科学很宽容，从不去批评，却对所谓的“反伪斗士”百般指责，仿佛他们要比搞伪科学、反科学的人对科学和社会的危害更大似的。“反伪斗士”反对伪科学，他来反对“反伪斗士”，也许可以借此显得自己的层次更高，据说这叫“二阶科学传播”，学问比“一阶”的反伪科学可大得多了。

“反伪斗士”如果在某个事件中在知识、方法上出了什么差错，当然是谁都可以批评的。但是“二阶科学传播”的人是不屑于或没有能力来指正细节的，他们要把握的是“大方向”，批评的是“反伪斗士”没有“多少客观公正的科学精神”，“变成‘替天行道’的李逵”，“不分青红皂白地一路砍将去”，“对于科学精神在中国的传播、立地生根、枝繁叶茂，绝对是害多于利的”。（《当反伪斗士变成“替天行道”的李逵》，《中国青年报》2007年6月5日）



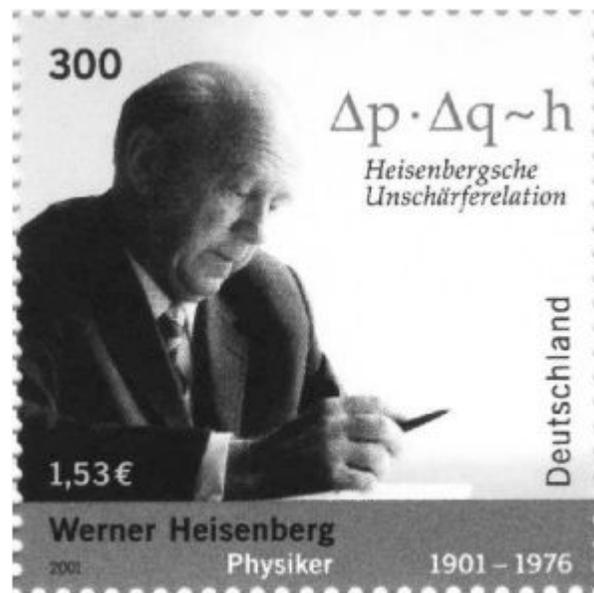
居里夫妇不愿把他们发现的分离和提取镭的方法拿去申请专利，认为将科学发现用于牟利“与科学精神相违背”。这是1938年法国发行的纪念邮票。

科学精神是否以“客观公正”为特征，这且不说。问题是，自以为很有科学精神的批评者又有多少“客观公正”可言呢？我因为担心一位著名记者传播对干细胞研究的错误见解误导了公众，就被说成是“掐央视名记更具有新闻价值”、“你跟美女有仇啊”；理解不了我的文章的“逻辑链条”，就“实在是忍不住乱猜”、“逢中（医）就必反”，诸如此类低级趣味的诛心之论，就是批评者标榜的“客观公正的科学精神”？是的，“科学精神终究不同于水泊梁山的‘替天行道’”，像这样拿着“科学精神”乱砍人，不管砍的是谁，才是真正把自己当成了“替天行道”的李逵，而实际上不过是个热衷于八卦的李鬼。“科学精神”不是打人的棍子，更不是砍人的斧头。

科学家看到了什么事情？



一些人文学者在反对所谓“科学主义”时，喜欢引用一些科学原理以子之矛攻子之盾，似乎科学原理本身恰恰揭示了科学方法的缺陷。这些常被提到的科学原理，除了我以前讨论过的光的波粒二象性，还有海森堡测不准原理和哥德尔不完备性原理。但是正如我在讨论波粒二象性时已指出的，引用者往往实际上对这些科学原理缺乏起码的了解，只是望文生义随意发挥罢了。



德国物理学家海森堡（Werner Heisenberg, 1901—1976）在1932年获得诺贝尔奖。这是德国2001年发行的纪念海森堡诞辰100周年的邮票。

$$\Delta p \Delta q \geq h/2$$

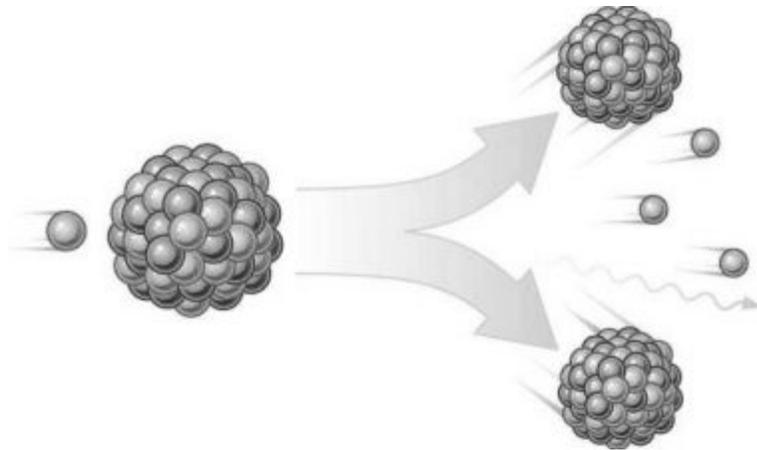
“不确定原理”公式。 Δp 表示动量变量， Δq 表示位置变量， h 表示普朗克常数。

“测不准原理”更确切的译法为“不确定原理”，这条量子力学的基本原理是德国物理学家海森堡于1927年提出的。它的内容很简单，说的是我们作为观察者，不可能同时准确地测定一个微观粒子的

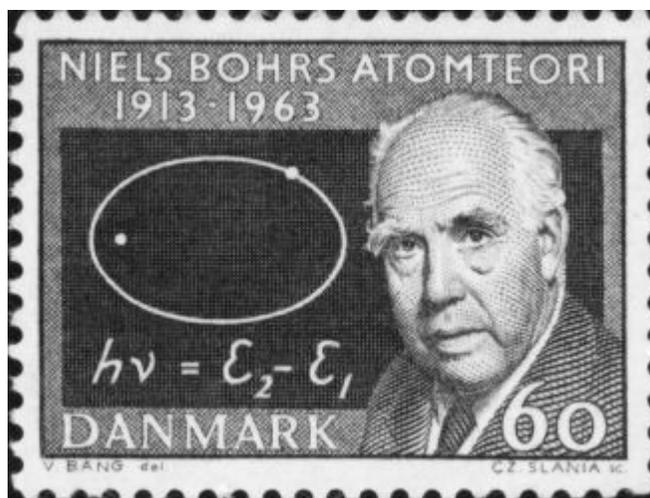
位置和动量，其中一个量愈确定，另一个量的不确定程度就愈大。这是因为我们在观察的时候，为了获得数据，就要与被观察对象发生能量交换，从而不可避免地改变了被观察对象的能量状态。如果要测定一个粒子的位置，那么在测定时施加的能量就会改变其动量，反之亦然。由于一个微观粒子的位置和动量不可能同时测得，我们只能确定一个微观粒子在某处出现的概率。

不确定原理只适用于微观世界，并不能推广到宏观世界，更不应该随意发挥，否定科学观察的客观性，掉进相对主义的泥坑。海森堡引申说：“自然科学并非简单地描述和解释大自然；它是大自然和我们自身相互作用的一部分。”“我们所观察到的并非大自然本身，而是我们的探究方法所揭示的大自然。”这是在阐明观察方法会对观察结果产生影响，即我们所获得的观察结果与采用的观察方法有关，但是并不是在否定观察结果的客观性。不同的观察者采用相同的观察方法，仍然应该得到相同的结果，而不是各不相同。

有人归纳出一条“科学原理”，声称“科学家只看到他想看的事情”，将其发明权归在海森堡名下。这说好听点，是误解了海森堡的论述，说难听点，是在为主观偏见和弄虚作假开脱罪责。科学研究特别强调独立可重复性，正是为了避免犯下“科学家只看到他想看的事情”这种主观偏见的错误，尽量获得客观的结果。虽然单个科学家作为凡人，难免会有种种人性弱点和主观偏见，但是科学方法之奇妙，就在于它能够超越人性的弱点，消除主观偏见，最终得出客观的研究结果。



核裂变是指一些质量非常大的原子（铀、钚等）的原子核在吸收一个中子以后，分裂成两个或更多个质量较小的原子核，同时放出两个到三个中子和很大的能量，又能使别的原子核接着发生核裂变。



丹麦物理学家波尔（Niels Bohr, 1885—1962）因为对原子结构的研究在1922年获得诺贝尔奖。这是1963年丹麦发行的纪念波尔1913年提出原子结构模型50周年的邮票。

科学方法是我们所能拥有的最可靠的方法。如果连科学方法也靠不住的话，那么没有别的什么方法是更值得我们信赖的。如果连科学家也只看到他想看的事情，那么其他人士更是戴着有色眼镜，或者干脆不长眼睛了。比如说，对该如何评价海森堡为纳粹德国研制核武器一事，历史学者就很难得出一个确定的结论，为此争论不休，也将会一直争论下去。

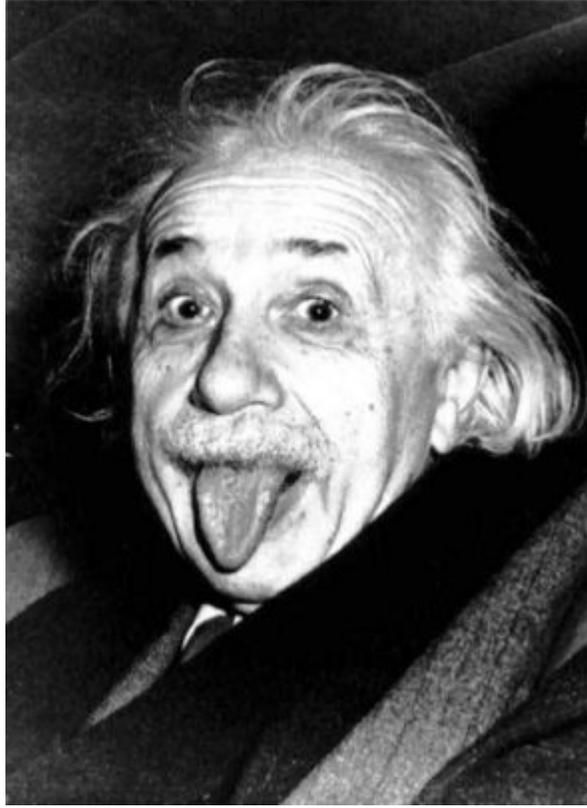
海森堡在第二次世界大战期间留在德国，并负责德国的核武器研制项目。核裂变是1938年在德国首先发现的，但是直到战争结束，纳粹德国都未能研制出原子弹。海森堡战后声称这是由于他出于道德良心，有意拖延、阻挠该项目。但是其他人（包括因为海森堡与纳粹合作而与之断交的波尔）对这种说法嗤之以鼻，认为纳粹德国没能研制出核武器的原因是由于海森堡的无能。有一个笑话说，我们也许可以确定海森堡在这一事件中的道德良心，或者他的能力，但是没法同时确定两者，这才是真正的“海森堡不确定原理”。

科学不该宽容



有一批人联署了一封题为《不要让“伪科学”一词成为灭亡传统文化的借口——恳请将“伪科学”一词剔除出〈科普法〉》的公开信，引起了媒体相当大的关注。签名者中，有自称已和外星人建立了联系的，有研究出“金星是人类的故乡”、“我们都是外星人”的，有推销“永动机”的，有号称能根据月亮的位置预测自然灾害的，有用“太极序列”预测地震的，有宣扬人体特异功能并且用实验“证明”在深圳发功能改变北京的分子结构的，有支持过“水变油”的，还有很多个都自称推翻了爱因斯坦相对论……

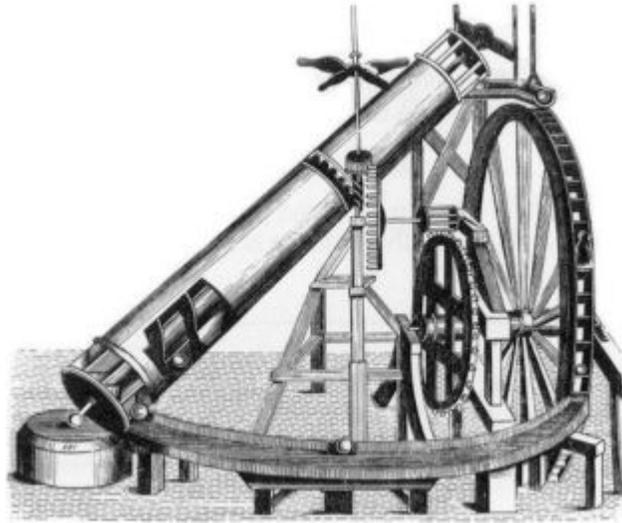
看了签名名单及其“学术成果”，就不难明白为何会有这么一封公开信问世，因为他们的研究都会被任何一位有科学素养的人视为伪科学，他们当然就很忌讳“伪科学”一词了。所以，这就像一些被指责制造伪劣假冒产品的人签名要求《保护消费者权益法》剔除有关打击伪劣假冒产品的内容一样，不过是一场小小的闹剧，本来是犯不着认真对待的。



中国有一大批人自称他们已推翻了爱因斯坦相对论，其实是因为没有掌握现代物理学知识。

但是，有几位人文学者虽然没有签名，却都撰文对这一举动表示同情乃至支持，甚至宣称“这场‘废除伪科学’的签名活动，也得到了公众及网友的赞同”，这就值得注意了。为什么本身并不在搞伪科学的人，却也会忌讳伪科学一词呢？

一个原因是没有弄明白什么是伪科学。甚至连那封公开信也有意无意地歪曲了“伪科学”的意思。它说伪科学原指“伪造科技成果或剽窃他人成果”，这是将伪科学和学术造假混为一谈了。虽然搞伪科学的人往往也会有学术造假，但是即使没有学术造假，其主张仍然不具有科学性：它们从方法上根本就错了。把不遵循科学方法的非科学的东西说成是科学，就成了伪科学，这才是伪科学的真正意思。还有人声称“在人类对自然的认识没有到达终点之前，所有的科学都是伪科学”，这也是把科学研究过程中由于客观条件的限制而出现的失误，与伪科学混淆了。



像永动机这种古老的伪科学到现在也还有市场。

有人则是担心“伪科学”一词会成为打击不同学术观点的帽子。的确，就像某位支持“废除伪科学”签名的人所说，在历史上有过真科学被打成伪科学的事例，例如纳粹德国御用科学家批爱因斯坦相对论，苏联李森科批遗传学。但是，这些都是一时一地在政治高压下出现的不正常现象，即使在当时，国际科学界的主流也是站在真科学一边的。我还没有发现这样的例子，被科学界主流认为是伪科学的东西后来咸鱼翻身。虽然在科学与非科学之间有时候会存在灰色区域，但是在一般情况下都是界限分明的，并不难辨别。难道我们现在还不敢说批相对论、批遗传学的人是在搞伪科学吗？我们不能因为在反对伪科学过程中有可能出错，就要放弃反对伪科学，这是典型的因噎废食。

有人呼吁应该以一种包容万物的心态对待伪科学，声称尊重他人独立思考能力的宽容才是真正的科学精神和科学方法。这是对科学精神和科学方法的严重误解。科学强调的是怀疑、实证和理性，科学研究要求符合学术规范，要经得起严格的检验，最不能容忍信口开河、乱发谬论。科学恰恰是最不讲宽容的。对伪科学的宽容实际上是纵容。思想的自由与科学的不宽容并不矛盾，因为它们是属于不同层面上的东西：前者是政治层面的，后者是学术层面的。反对伪科学目的是为了公众了解伪科学的实质免受其骗，并非要在政治上限制伪科学人士的思想自由，当然，对那些涉嫌搞伪科学进行诈骗的，也应该由司法机关追究法律责任。

今天中国的现实是，某些涉嫌诈骗的伪科学人士并没有得到追究，搞伪科学的人所享有的自由其实是太多了。他们对此还不满足，还想要有不受批评的自由，因此对批评者挥起了政治大棒，给反对伪

科学人士扣上“即使不是亡我中华民族的主谋，也至少已沦为反华势力的‘同谋者’”的大帽子。那些反对在政治上打压伪科学人士的人，不知为何却去支持想要在政治上打压反伪科学人士的举动？那些要求宽容伪科学的人，为何却对少得可怜的反伪科学人士如此不宽容？

有人担心，如果捍卫科学时不够宽容，就不容易得到广大民众的同情和支持，会变成不得人心的事情。在民众的科学素养普遍不高的今天，这种危险当然存在，尤其在与民族传统文化有关的科学问题上更是如此。但是我们不能为了迎合大众的感情就放弃科学理性的立场。在科学的是非真假问题上，不能含糊。捍卫科学，要有“虽千万人吾往矣”的决心和勇气。



纳粹德国曾经组织过对爱因斯坦相对论进行批判。图为纳粹在烧书。

哥德巴赫猜想有什么用？



上个世纪70年代末，由于徐迟的一篇报告文学《哥德巴赫猜想》，让陈景润成了中国家喻户晓的科学家，也让哥德巴赫猜想成了在中国最著名的数学难题，激发了无数民间人士梦想成为陈景润第二。直到今天，在中文互联网上几乎每一个科学探索论坛都可以见到这些被戏称为“哥德巴赫猜想家”的人几年如一日孜孜不倦推销其证明的盛况。



陈景润（1933—1996）并不是个“民间科学家”，他1953年毕业于厦门大学数学系，1957年进入中国科学院数学研究所在华罗庚指导下研究数论。

哥德巴赫猜想的表述极为简单：任何一个大于2的偶数都可以表示成两个素数之和，例如 $4=2+2$ ， $6=3+3$ ， $8=3+5$ 。小学生都看得懂这道题目，让人误以为其证明也会像中小学数学题那么简单，这是为什么有那么多没有受过专业数学训练甚至只有中小学文化程度的人都自以为比大数学家更有能耐，灵机一动破解了这一超级难题。

由于哥德巴赫猜想通常被简写为“ $1+1$ ”（一个素数加一个素数），这就让相当多的人误以为它要证明的是 $1+1=2$ ，就未免让人疑惑证明它有什么用。徐迟在报告文学中回答说：“大凡科学成就有这样两种，一种是经济价值明显，可以用多少万，多少亿人民币来精确地计算出价值来的，叫做‘有价之宝’；另一种成就是在宏观世界、微观世界、宇宙天体、基本粒子、经济建设、国防科研、自然科学、辩证唯物主义哲学等等等等之中有这种那种作用，其经济价值无从估

计，无法估计，没有数字可能计算的，叫做‘无价之宝’，例如，这个陈氏定理就是。”听上去怪吓人的，但是究竟有什么用，仍然是语焉不详。于是就有人对这个“无价之宝”展开了更具体的科学幻想。美国航天飞机试飞成功时，我就听到有人说，陈景润的证明被美国人用来制造航天飞机了，可惜咱中国人反倒不知道怎么用。



哥德巴赫猜想是德国数学家哥德巴赫（C. Goldbach, 1690—1764）1742年6月7日给大数学家欧拉的一封信中提出的。



英国数学家哈代是20世纪上半叶最重要的数学家之一，也是华罗庚在剑桥大学留学时的导师。

这当然只是幻想。数论属于所谓纯数学，而纯数学是不考虑是否有实际用途的，只是纯粹的智力游戏。在一些数学家 [例如英国大数学家哈代 (G. H. Hardy, 1877—1947)] 看来，纯数学才是真正的数学，就像绘画和诗歌，有着永恒的美，而应用数学则是丑陋和无趣的。常人能够欣赏绘画和诗歌之美，却难以理解数学之美。徐迟曾用了一连串比喻赞叹陈景润论文之美：“何等动人的一页又一页篇章！这些是人类思维的花朵。这些是空谷幽兰、高寒杜鹃、老林中的人参、冰山上的雪莲、绝顶上的灵芝、抽象思维的牡丹。”这些空洞的语言不过反映了作家看不懂高深莫测的论文而产生的景仰之情。

所以纯粹的数学研究自古以来就一直遭受“有什么用”的质疑。并非只有中国人才特别功利，那个欧几里得用一块金币把质问“学几何有什么用”的学生打发走的著名故事，正说明西方人也有这样的疑惑。区别只在于中国少有这种以研究无用的学问为荣的人。

也有的数学家认为纯数学总有一天也会有用。非欧几何的创始人之一、俄国数学家罗巴切夫斯基 (Nikolai Ivanovich Lobachevsky, 1792—1856) 曾经说过：“没有哪个数学分支有一天会不被用于解决现实世界的问题，不管它是多么抽象。”在当时非欧几何还只是抽象的数学游戏，后来却被爱因斯坦用在了广义相对论，所以罗巴切夫斯基的预言至少在其开创的领域应验了。即使是纯之又纯的数论，现在也在密码学中获得了应用。



1992年俄罗斯中央银行发行纪念币纪念俄国数学家罗巴切夫斯基诞辰200周年。

不过，即使是数学家恐怕也难以想象哥德巴赫猜想会有什么样的实际应用，除了证明它能给证明者带来名誉和奖金之外。大部分的纯数学成果想必会一直就保持其纯粹的状态，不会有应用价值。但是一

项基础研究没有应用价值并非就没有价值，还可以有学术价值。有一些数学家认为，要证明哥德巴赫猜想需要创造出新的数学方法。新方法一旦被发明，还可以用到其他数学难题的证明，其中有的也许就有应用价值。技术应用有时不过是基础研究的副产品。

所以我们不应该对科学研究划禁区，对科学家貌似无用、只是为了满足好奇心的学术探索也应持宽容的态度。重大的科研成果往往不是规划出来的，而是自由探索的产物，甚至是无意中得到，难以预料。

当然，这不等于我们就应该不管一项科学研究有多大的价值，就一概地容忍。对那些纯粹只是为了用于评职称、赚奖金、浪费科研经费、混饭吃的，既无应用价值也无学术价值的所谓垃圾研究，我们还是应该追问一下：有什么用？

科学与宗教能够调和吗？



“科学家错了400年？”这是塞到我的信箱的一份传单的标题。收信人写的是“现在住户”，可见是一份四处散发的传单。邮寄者为位于美国堪萨斯州的“地心圣经基金会”，目的是想要给那些“心灵开放”的人赠送一本“能转变你的世界的免费书籍”。据称从这本书中能够获悉4个世纪以来科学家们没有告诉你的天大秘密：天文学家有意忽视了在19世纪70和80年代证明地球静止不动的实验结果；相信日心说的科学家没法解释一些天文、地理现象，不得不采用改头换面的地心说模型；地心说能够比日心说更好地解释所有的现象……

我们从小就知道，日心说在16世纪中叶由哥白尼提出后，一度受到罗马教廷的打压，布鲁诺为此献出生命，伽利略则受到了迫害，但是科学最终取得了胜利，连罗马教廷也不得不在上个世纪为伽利略平反，“地球绕着太阳运行”在今天已成为受过教育的人都知道的科学事实，为什么还会有人声称没有任何证据能证明日心说的正确，所有的证据反而都表明地球是静止的呢？

VOLUME 16

NUMBER 117

THE
BIBLICAL
ASTRONOMER

SUMMER 2006

美国出版的专门宣扬地心说的刊物《圣经天文学家》季刊到2006年夏天已出了117期。

Schema huius primæ diuisionis Sphærarum.



古希腊天文学家托勒密提出的模型是典型的地心说模型。

原因也是宗教。这份传单声称，地球的动静问题是科学与《圣经》发生真正冲突的唯一地方，也是所有教会放弃《圣经》的权威性的出发点，因为《圣经》明确说明地球是上帝创造的宇宙的中心，如果地球不是宇宙的固定中心，那么地球上的生命和人自身都会变得没有意义。

的确，《圣经》充斥了地球中心论的说法。既然人是上帝根据他的影像创造出来的万物之灵，而大地又是上帝赐给人的居所，那么认为大地是宇宙的中心是最自然不过的事情。在《圣经》看来，上帝造太阳、月亮、星星，都是为大地而造，为了用它们来普照大地，管理昼夜，在上帝创世的时候，大地是作为创造的中心。《圣经》中也多处提到太阳是绕着大地转动，而大地是静止不动的。当初教会认为伽利略叛教，根据的是《圣经》中的一句话：“（神）将地立在根基上，使地永不动摇！”

事实上，在《圣经》看来，地不仅不动，而且根本就不是球形的，而是平的。这本来没有什么奇怪的，因为《圣经》是古人写的，当然会反映出古人的天地观。基督教原教旨主义者坚信《圣经》准确无误，每一句话都必须从字面上理解，那么就必须坚信日动地心说是正确的，而地动日心说是错误的。甚至还必须坚信天圆地方——美国有一个据称有几千名成员的地平学会，就是根据《圣经》而有如此荒唐的信仰。那些声称进化论已被最新科学成果推翻的神创论者，也是由于宗教信仰而无视、歪曲科学证据，与地心论者、地平论者其实并无本质区别。



波兰纸币上的哥白尼像和日心说模型。

现在经常见到有国内学者宣扬科学与宗教调和论，嘲笑那种认为科学与宗教存在冲突的传统说法是过时观点。这些人真应该到美国，特别是到宗教保守势力强大的美国南方见见世面。美国密歇根州立大学教授乔恩·米勒（Jon D. Miller）在2006年主持完成了一项调查，美国有三分之一的成年人坚决拒绝接受进化论，比例比其他发达国家高得多（欧洲各国成年人接受进化论的比例都在80%以上，日本为78%）。米勒认为导致这个差距的最主要因素就是原教旨主义信仰对美国的影响。

美国著名生物学家爱德华·威尔逊最近在给达尔文文集写的后记中指出，想让科学与宗教和睦相处，不仅不可能，也不值得。他认为二者发生冲突的战线一直是生物学，这门科学的发展继续在扩大着科学与宗教之间的鸿沟。他呼吁用一种新的世界观——科学人文主义（即建立在科学基础上的人文主义）——取代在21世纪正变得越来越危险的宗教。

正如我收到的那份传教传单所表明的，科学与宗教的战线并不限于生物学，即使是在天文地理，科学也没有取得完全的胜利。只不过生物学的成果对宗教信仰的打击更为重大和深刻，所遭受的抵抗也就更为强大和持久。

美国也有许多学者，甚至包括一些科学家，主张科学与宗教不冲突。但是他们的动机与国内那些为了反对科学的学者却未必相同，更多地出于要在一个宗教势力强大的国家为科学争取更多的生存空间的考虑。我能够理解这些人的良苦用心，但是更尊敬威尔逊的坦率和坚

定。妥协也许会暂时改善处境，但是真正的胜利还需要靠坚守和进攻才能获得。



布鲁诺为日心说献出了生命。在他被烧死的广场，矗立着纪念他的塑像。

怎样看待个别的大科学家信教？



据《纽约时报》报道，几名诺贝尔奖获得者最近在纽约城市大学参加一次学术会议时一起接受学生的提问，其中有一名学生问了一个在美国会被认为是很敏感的问题：“你能够是一名良好的科学家并相信上帝吗？”

“不能！”1985年诺贝尔化学奖获得者赫伯特·豪普特曼（Herbert A. Hauptman）当即答道。他说，相信超自然事物，特别是相信上帝，不仅与好的科学不相容，而且这样的信仰对人类的福利是有害的。

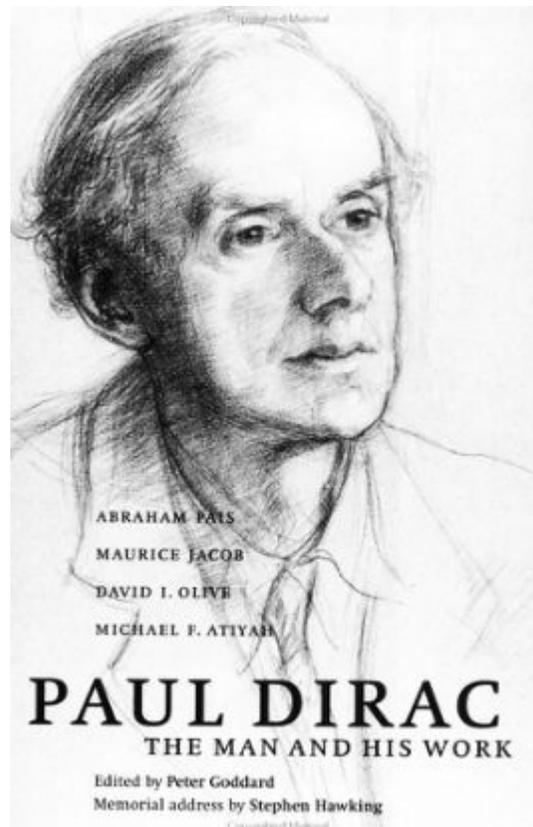
这个回答可能会让一些读者感到意外。近几年来，国内一些文化人、媒体一直在宣扬科学与宗教不仅不相互冲突，而且简直就是一致的。为此还不惜捏造统计数据，声称“96.7%诺贝尔奖获得者信教”，不信仰宗教或宗教信仰淡漠者总共只有21人，主要是来自苏联和东欧社会主义国家云云。



1985年诺贝尔化学奖获得者赫伯特·豪普特曼认为科学家不能相信上帝。

这是一个非常容易戳穿的弥天大谎。除了前面提到的豪普特曼，根据其著作、访谈和报道，我可以确定至少还有22个著名的诺贝尔奖获得者都不信仰任何宗教，而且没有一个是来自苏联和东欧国家。诺贝尔奖获得者中不信宗教者肯定远远不止此数。因为绝大多数诺贝尔奖获得者其实并非公众人物，并不会轻易透露自己的信仰问题。因此究竟有多少人不信宗教，是难以确定、统计的。

不过我们有充分的理由相信，绝大多数获得诺贝尔奖的科学家都不信教。美国是西方国家中原教旨基督教势力最强大的一个，然而调查表明，美国杰出的科学家中不相信神的存在的人占了绝大多数，而且在20世纪的三次调查中这个比例是逐步上升的：1914年，美国著名心理学家詹穆斯·H. 路巴（James H. Leuba）调查发现，400名美国大科学家中，接近70%的人不信神；20年后，路巴重复了调查，发现这个数字上升到了85%；1998年，英国著名科学杂志《自然》公布了对美国科学院院士的调查结果，发现以科学院院士为代表的杰出科学家几乎都不信神，信神的比例只有大约7%。



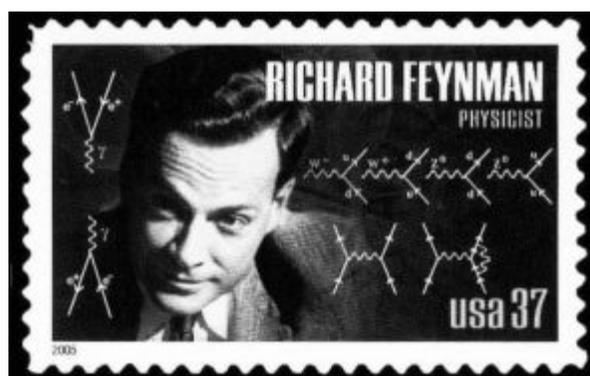
英国伟大的物理学家、1933年诺贝尔物理学奖获得者狄拉克（Paul Dirac, 1902—1984）是位“战斗的无神论者”。这是1998年英国出版的《狄拉克：其人其工作》一书的封面。

由此可见，所谓大多数大科学家都信宗教的说法乃是一个谎言。事实恰恰相反，现当代伟大的科学家几乎都不信教。尤其是生命科学领域的杰出科学家，信教者最少。这是因为科学在本质上与宗教是格格不入的，因为探索精神、怀疑精神、实证精神和理性精神是科学精神不可分割的组成部分，而宗教所要求的是不可置疑、非理性的信仰。一个人对科学领会得越深，对宗教就越不可能相信。

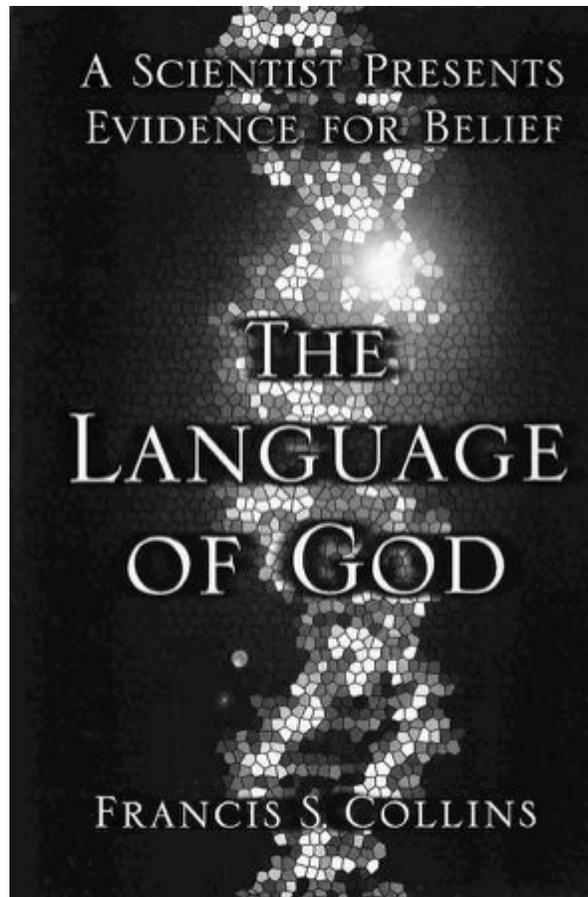
不可否认，在历史上，有一些大科学家也是虔诚的信徒，经常被提到的一个例子是牛顿。这显然是其历史局限所造成的。在当时的西方国家，几乎人人都是虔诚的信徒，敢于声称不信神者会面临着受社会排斥、惩罚乃至被处死的危险。相比之下，牛顿只给上帝在第一推动中留了个位置，已经难能可贵了。

在现当代，也还有大科学家笃信宗教，不过与过去相比，人数要少得多，少到几乎没有。诺贝尔生理学奖获得者、DNA双螺旋结构的共同发现者詹姆斯·沃森本身是个无神论者，他在1996年接受采访，被问及他是否认识许多有虔诚的宗教信仰的科学家时，回答说：“实际上没有。偶尔我会遇到他们，而感到有点难堪，因为我无法相信会有人接受神启的真理。”

生命现象的复杂性经常被传教士歪曲成上帝存在的证据。由于生物学家对生命现象的认识要比一般人深刻得多，因此生物学家可能是最不信宗教的一个群体。在当代著名生物学家中，我知道的唯一一个笃信宗教的例子，是人类基因组计划的负责人弗兰西斯·柯林斯（Francis Collins）。在涉及科学家信仰问题的报道中，经常提到他作为科学家信教的典型，可见其“珍稀”。沃森为之感到难堪的人当中，大概就包括柯林斯。



美国著名物理学家、1965年诺贝尔物理学奖获得者费曼（Richard Feynman, 1918—1988）是公开的无神论者。这是2005年美国发行的纪念邮票。



人类基因组计划的负责人弗兰西斯·柯林斯是生物学家中罕见的有神论者，出了一本传教的书。

不过如果像柯林斯那样，没有因为自己的宗教信仰而干扰了科学研究（例如他没有因此去反对进化论），那么信教作为一种私事，也没有必要太苛责。我们应该反对的，是那些由于宗教信仰而去反科学的，或者去捏造、散布谣言的。

一个做出重大科学贡献的科学家依然相信上帝，有几方面的可能原因。虽然一般来说，科学家是最有科学精神的人，但是未必每个科学家都是如此，例外总是有的。在历史上，在现实中，也有个别的大科学家相信、鼓吹伪科学、迷信、“特异功能”、神秘现象等等，更不具有科学精神。

有的科学家虽然信宗教，但是他对宗教持一种很自由、开通的态度，例如他所相信的上帝，并非人格化的上帝，而是大自然的代名词。那么这种态度，就不会与科学研究发生冲突。需要指出的是，有些科学家在谈话、文章中用到“上帝”一词，就和中国人说“天啊”一样，未必有宗教含义，并不意味着他就是信徒。

还有的科学家信宗教，是因为他处于人格分裂之中，从未认真思考过在科学和宗教之间存在的冲突。西方许多人信上帝，更多的是从小所受的熏陶而来的一种文化习惯。有的人自称信徒，只是不愿与家庭、社会发生冲突罢了，在其内心深处，未必真有虔诚的信仰。

在美国，有不少科学家虽然自己不信宗教，但是却一直在强调科学与宗教并不冲突。这和国内某些“文化人”、传教士鼓吹科学与宗教调和论的用意并不相同。美国科学家那么做，是为了科学的利益，要在原教旨基督教势力强大的国家为科学，特别是为进化论，争取生存空间，希望信徒们不要因为自己的宗教信仰而反对科学。但是国内那些“文化人”、传教士却是为了宗教而不惜污蔑科学，其实质，恰恰是反科学。

进化不仅仅是“一种理论”



对那些信奉基督教《圣经》字字是真理的原教旨基督徒来说，进化论属于绝对不可接受的歪理邪说。美国是当今原教旨基督教的大本营，进化论教育在那里经历了其他国家的人难以想象的磨难。自1925年以来，就公共学校要教进化论还是教神创论的问题，在美国法庭上打了许多官司，直到1988年，美国联邦最高法院才一锤定音：进化论是科学，神创论是宗教，根据美国宪法规定的政教分离的原则，公共学校只能教进化论，不准教神创论。



美国联邦最高法院正门。

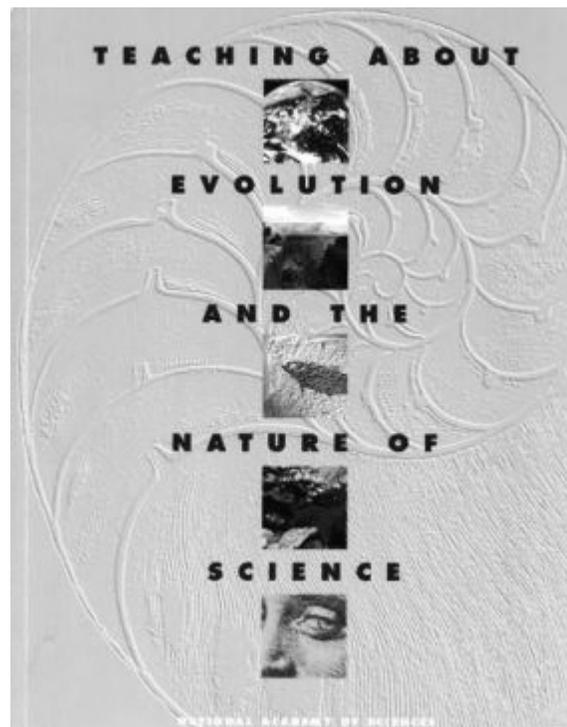
但是原教旨基督徒并不善罢甘休，想出了种种招数阻挠进化论教学。2002年，佐治亚州柯布郡教育当局在一些信教家长的要求下，给当地公共学校使用的生物学课本贴上一个声明：“该课本含有关于进化的资料。进化是关于生物起源的一种理论，而不是事实。这些资料应该开明地对待，仔细地研究，并慎重地加以考虑。”为此，在2004年年底，美国民权同盟和几名学生家长将柯布郡教育当局告上法庭。美国联邦法庭判决该声明违宪，必须除去。

我们可能觉得很奇怪，指出进化论是一个理论，建议学生开明、仔细、谨慎地对待它，这种态度不是很“科学”吗，有何不妥？但是正如法官所指出的，特地给进化论贴上这么个标签，实际上是在贬低

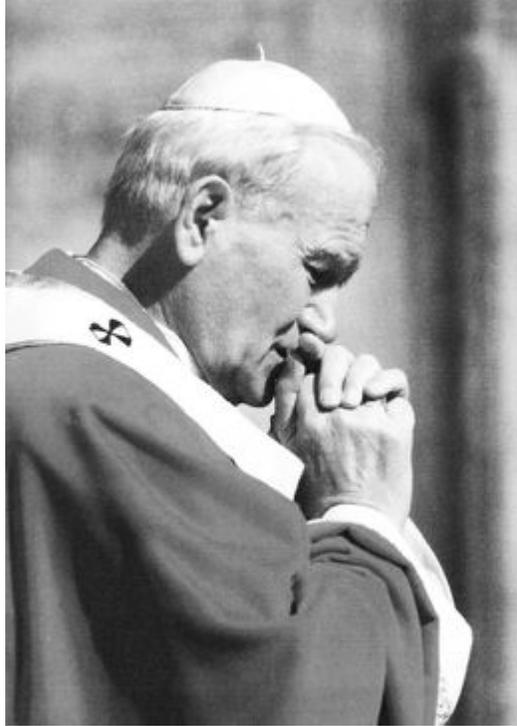
进化论教育，迎合了原教旨基督徒和神创论者的宗教信仰。为什么唯独挑出进化论，而不给其他科学理论，例如日心说、原子论、相对论等等也贴上类似的标签呢？

“进化只是一种理论，不是事实”，这是神创论者攻击进化论的常用措辞。在日常用语中，“理论”含有“假说”的意思，让人觉得进化论不可靠。因此我们有必要分清，科学上所说的假说、理论和事实都是怎么一回事。

所谓假说，是指对观察到的现象做出初步的解释。作为科学假说，这样的解释必须有能够被验证的预测。如果预测结果不符，原有假说就必须抛弃或做出修正。如果一系列验证结果都跟预测相符，假说就成了已被证实的科学理论。如果一个科学理论的核心部分经过了无数检验，都只有支持的结果，而没有任何抵触之处，不抱偏见的人都会接受它，研究者也不觉得有必要特地再去寻找证据，那么，这个理论核心，就成了一个科学事实。比如，哥白尼当初提出“地球绕太阳转动”时，只能说是一个科学假说。以后一系列的观察支持这个假说，它就成了科学理论。最终，只有愚昧的人才会不承认“地球绕太阳转动”，它就成了一个科学事实。



美国科学院在1998年出版的进化论教学指南指出，进化的发生是一个事实，进化论是最强有力的、最受支持的科学理论之一。



教皇约翰·保罗二世（1920—2005）在1996年承认进化论不仅仅是一个假说。

进化论的核心部分——“生物是进化而来的”——也是这样一个科学事实，而进化论就是有关这个事实的科学理论。正如美国科学院编写的进化论教学指南所指出的，进化的发生是一个事实，进化论是最强有力的、最受支持的科学理论之一。就连天主教皇约翰·保罗二世在1996年也承认：“新的知识已经引导我们认识到进化论不仅仅是一个假说。”“把各项独立进行的研究的结果汇集起来，有力地支持了这个理论。”

在认定进化是一个科学事实的前提下，对生物是如何进化的，其过程、细节、机制是什么，还存在着非常多的争议。所以，进化论是一个丰富多彩、生机勃勃的庞大体系，既包含了科学事实，也包含了已被证实的科学理论和未经证实的假说。至于经常有业余研究者提出有关进化的种种“理论”、“假说”，那往往是出于对进化论的误解，建立在错误事实的基础上，连科学假说也算不上，只能算是“怪论”、“胡说”了。

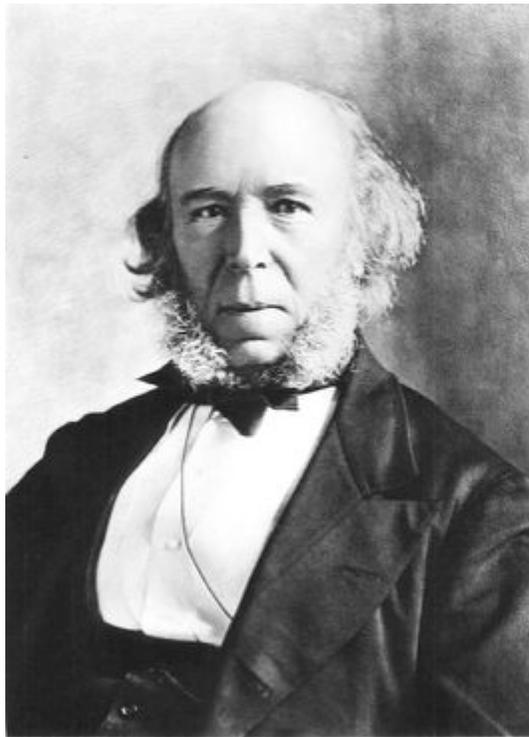
滥用进化论



在所有科学理论中，还没有哪一种像进化论那样处境尴尬，一方面被科学界普遍接受，另一方面在科学界之外却遭到众多反对。这主要是由于宗教因素，但也有一部分是出于对进化论的误解和滥用引起的反感。比如有相当多的人反对达尔文进化论，其实是反对主张人类社会应该弱肉强食的社会达尔文主义。

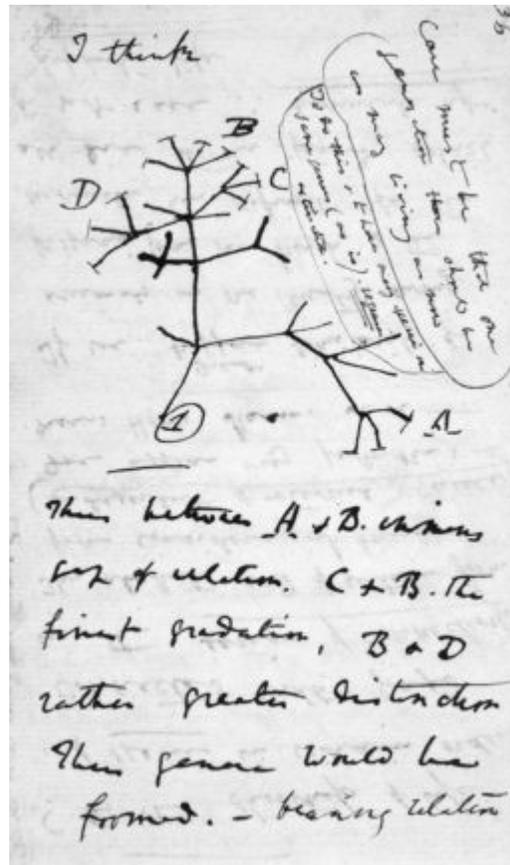
这真是天大的误会。社会达尔文主义并不是由达尔文进化论引出的，英国社会学家斯宾塞于1851年出版的《社会静态学》一书中就已系统地提出了其核心观念，此时距达尔文出版《物种起源》还有8年之久。斯宾塞后来将达尔文的自然选择学说拉来做依据，但达尔文本人并不赞同斯宾塞的社会观。所以它的确切称呼应该是斯宾塞主义。

生物学理论并非总能推广、应用于人类社会。而且现代进化论也告诉我们，生物之间的竞争并非总是你死我活、弱肉强食，在许多情况下，和平共处、相互合作是更为稳定、更为适宜的策略，因此斯宾塞主义并无科学的依据，从根本上就误解、歪曲了达尔文进化论。



英国社会学家赫伯特·斯宾塞（Herbert Spencer, 1820—1903）是“社会达尔文主义”的真正创建者。

但是像斯宾塞那样歪曲、滥用进化论的人文学者至今并不罕见。有国内学者反对“保护环境只能从人的利益出发”的主张，斥之为人类中心主义，并称：自达尔文进化论以来，科学家已经认识到，人类已经不再是特别的“高级”物种，进化不等于进步，人类中心主义与进化生物学相矛盾云云。（见苏贤贵、田松、刘兵、刘华杰《“敬畏自然”与“以人为本”》）



1837年，达尔文在笔记中首次把生物的进化画成树状。

现代进化论的确认为人类并不是进化的目的，人类和其他现存生物都是进化大树上的一个个分支，很难说哪一个分支更高级。从这个意义上说，人类中心主义的世界观是与进化论相冲突的。这种世界观在人们发现地球不是宇宙的中心之后就已经难以成立。但是，这并不等于人类就不能把自己的利益放在首位。正如没有谁是世界的中心，但是谁都有权利为自己谋福利。

事实上，在进化论看来，自身的生存、繁衍是生物的第一要义，自私正是生物的本性。有时生物也能表现出似乎是无私的行为，但是

在这种行为的背后，仍是隐藏着为了传播自己的基因的自私目的。生物为了生存、繁衍而去破坏环境、消灭其他物种，乃是天经地义的事。因此，某些环保人士声称自己愿意以身饲虎，如果不是虚伪的话，从进化论的角度看，绝对是一种疯狂。



英国生物学家朱利安·赫胥黎（Julian Huxley, 1887—1975）是现代进化论“现代综合学说”的创建者之一。

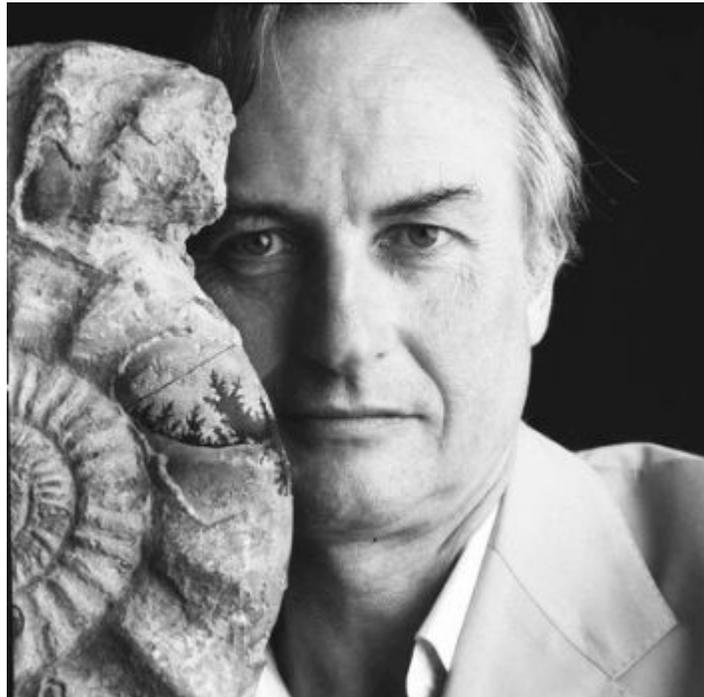
当然，由于人类具有理性和科学，具有计划、预见能力，因此能够超越进化所赋予的生物本能，可以权衡利弊，妥善地处理好短期、局部利益与长期、全局利益的关系，避免为了当前利益而肆意破坏环境的短视行为。但这是为了人类的长远利益，所以保护环境、生态的最终目的仍是为了人类自身，而不是为了别的其他东西。

自然的未必就是正当的、道德的。但是对自然规律的认识的确也能够有助于认识人类自己，启发我们形成合理的伦理观念。进化论为人类提供了一种全新的世界观。一个合理的伦理体系必须建立在这种伟大的世界观之上，但是也必须极力避免对进化论的歪曲和滥用。正如现代进化论的创建者之一朱利安·赫胥黎（“达尔文的斗犬”托马斯·赫胥黎的孙子）所言，要倡导进化人道主义：“它是一种对人类的信仰，一种人类大团结的感觉，和一种对人类的忠诚。人类是数百万年的进化的结果，我们最基本的伦理准则应该是竭尽所能改善人类的未来。所有其他的伦理标准都能够从这条底线推演而得。”

何必为进化绝望



许多人都是通过道金斯（Richard Dawkins, 1941—）的《自私的基因》一书而了解到现代进化论的一些知识。这本书所持观点在学术界属于“基因选择主义”，即认为基因（而不是传统上所说的生物体）是自然选择的作用单位。这个学派是威廉斯（George C. Williams, 1926—）和梅纳德·史密斯（John Maynard Smith, 1920—2004）在20世纪70年代创立的，由于道金斯的普及才广为人知，并被称为“自私的基因”理论。尽管道金斯在书中一再说明“自私”的说法只是比喻，绝不意味着基因有意识、有感情，但是这个比喻用法的确也让一些读者引起了不必要的联想，并感到绝望。道金斯的《拆散彩虹：科学、妄想和对奇观的嗜好》（Unweaving the Rainbow: Science, Delusion and the Appetite for Wonder）一开头就说：



英国动物学家、科普作家道金斯以普及进化论闻名于世。

“我的第一本书的一位外国出版商承认说，在读完它之后，三夜不能安眠，被书中他所理解的冰冷、凄凉的信息所困扰。其他人问过我我怎么能够在早晨还有勇气起床。一个遥远国家的一名教师写信责备我说，他的一位学生在读完这同

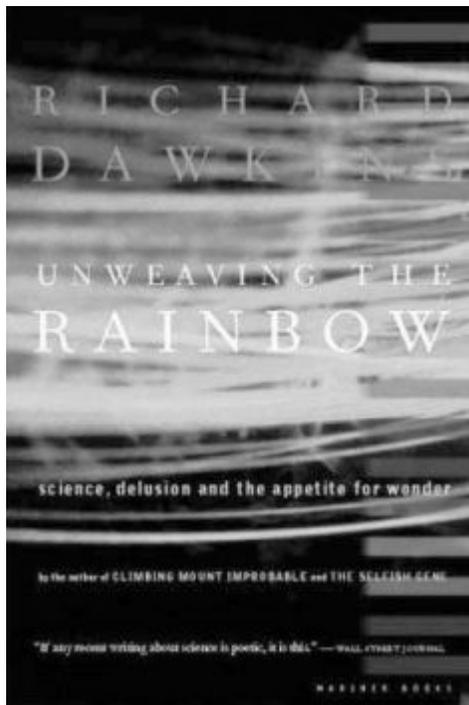
一本书后泪眼汪汪来找他，因为这本书已使她相信生活是空虚和无目的的。他劝告她不要把这本书传给她的任何朋友看，担心他们会被虚无悲观主义所感染。”

他说的外国出版商和外国老师大概不是中国人，但中国读者中也不乏类似的感受。比如，吴国盛的《进化的故事令人绝望》（《中华读书报》2000年11月1日）就相当典型地表达了这种绝望感：

“尽管道金斯一开始就声明，他并不提倡以进化论为基础的道德观，但他所生动展现的生命世界的这幅自私和冷酷的景象还是叫人非常绝望。如果我们命中注定是自私的，我们的非进化论的道德观念何以可能？这是道金斯已经意识到但并未展开的问题。……听完道金斯讲述基因的故事，人类应该感到绝望。进化是偶然的、无目的的，基因是冷酷和自私的。它们聪明绝顶，经过几十亿年的进化，它们都已经成精了。从这里我们确实可以学会不少求生存的本领，但同时我们也会陷入这样一个境地：我们不知道我们为什么要生存。生存是偶然的，也是荒谬的。生命的意义可以说是微不足道的。在人性的世界里那么崇高和辉煌的舍生取义、视死如归，在一个所谓的客观世界里完全是不合情理的。近代科学制造的这种人与世界的分裂，在今天由于更加精致化、合理化，而显得更难弥合。”

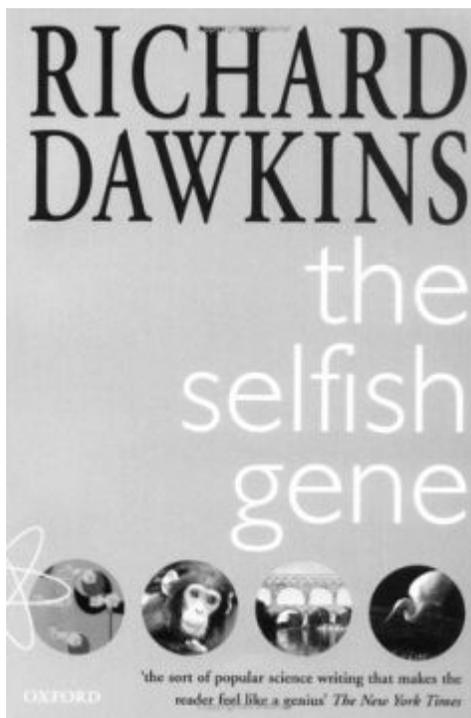
面对这种责备，道金斯在《拆散彩虹》中有简略的回答：

“假设宇宙的终极命运的确没有目的，我们是不是真的都要把我们的人生希望和宇宙的终极命运绑在一块呢？当然不，如果我们精神正常的话，不会如此。我们的生活被各色各样更亲密、更温暖的事物以及人类的雄心和洞察所主宰着。指责科学剥夺了使人生值得一过的生活温馨，这个错误是如此的荒唐，如此的与我本人和大多数科学家的感受截然相反，以至于我几乎要变得绝望，就像我被错误地怀疑过的那样。”



道金斯在《拆散彩虹》中认为科学和诗歌一样美丽：“如果济慈和牛顿互相倾听，也许会听到星系在歌唱。”

虽然科学事实往往能给伦理道德观提供一定的启示，乃至成为价值判断的基础，但是科学事实本身并不带有价值判断。将科学事实等同于道德价值，恰恰是极端的科学主义者的思维方式，以这样的思维方式反过来指责科学，是自相矛盾的。宇宙的演变没有目的，因为宇宙没有意识。但是人生可以有目的，因为人有自我意识。在一个冰冷的、凄凉的宇宙中，同样可以有也应该有温暖、亲密的人间。



道金斯1976年出版的《自私的基因》一书是影响力最大的科普著作之一。

如果将人生目的和宇宙的命运联系起来，未免过于多愁善感。但是人生的目的本来就属于主观的价值判断，可以有多种形式，科学无法证明其必对或必错；所以如果有人非要如此多愁善感地唉声叹气，虽然道金斯暗示这属于精神失常，虽然我也觉得大可不必，但是却不能说就错。然而，如果在绝望之余，还要质疑“如果我们命中注定是自私的，我们的非进化论的道德观念何以可能？”，却是严重的混乱。基因是自私的，并不能推导出我们命中注定是自私的，因为我们的“命”有两条：生物的和文化的。

人类同时是生物进化和文化进化的产物。“自私的基因”理论试图说明的仅仅是自然选择作用下的生物进化（它甚至不试图解释所有的生物进化），而文化进化有非常不同的机制。无意识的自然选择只对个体的短期利益起作用，因此它必然是对“自私”有利的。但是人类具有自我意识，有理性推理和预见能力，能够做长期的计划，因此

能够为了长远的利益牺牲目前的利益，为了群体的利益牺牲个人的利益。文化的适应性进化，在很大程度上是环境对群体，而不是对个体进行选择的结果，真正的利他行为因之产生。道德观正是这种文化选择的结果。一个有着更“好”的价值观的文化群体能够扩张、繁衍，并吞并、灭绝其他的文化群体。因此，价值观也是进化而来的，是经过长期、持续的无数次试错、成败，而得到的最适合于某个文化群体生存的结果。如果将生物进化和文化进化混为一谈，试图用生物本能解释一切文化现象，恰恰是极端的生物决定论者的思维方式，以这样的思维方式反过来指责科学，又是自相矛盾。



以恶搞时事闻名的美国系列动画片《南部公园》也恶搞过道金斯。

最后值得指出的是，文化进化论只是要说明为什么一种价值观系统会产生、传递，并不肯定那些占了优势的价值观就一定是真实、美好。那些因历史原因被认为对文化群体有利的行为，即使在我们看来是虚假的、丑陋的（比如宗教、迷信），也会在文化选择的作用下，得到保留、传播。视死如归有种种因素（甚至包括精神失常），并不都是那么崇高和辉煌的。革命烈士的视死如归固然令人肃然起敬，邪教徒的视死如归却就只有让人惋惜了。

科学的前沿



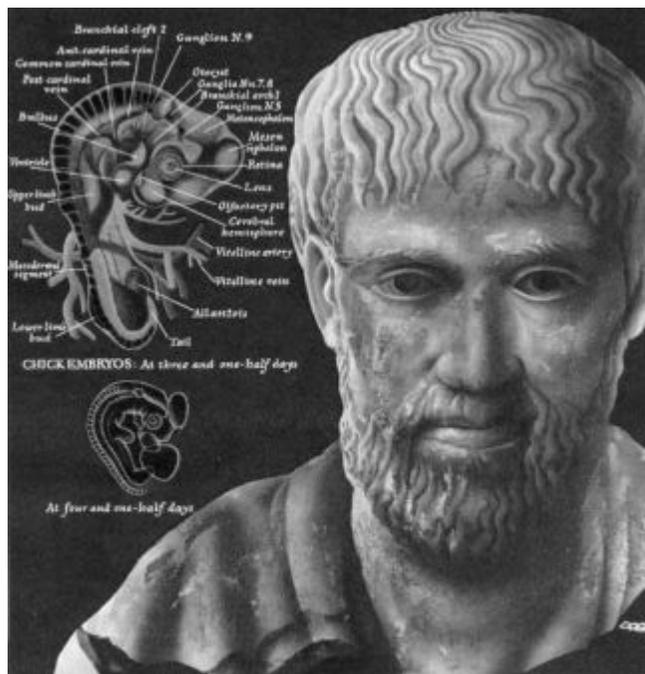
我们为什么不长尾巴？

胚胎与人



中国古代思想家很少仔细考虑过从受孕到出生的过程中，胎儿什么时候开始要算成人的问题。我见到的唯一一处对此过程较详细的描述，是西汉刘安编撰的《淮南子·精神训》：“人始孕一月而膏，二月而肤，三月而胎，四月而肌，五月而筋，六月而骨，七月而成，八月而动，九月而躁，十月而生。”按这个说法，到受孕7个月时胎儿才成为人。

在佛经《佛说父母恩重难报经》中，也有对十月怀胎的过程逐月描述，与《淮南子》所说大不相同。其中借佛之口说道“第四月中，稍作人形”，之后在各月的描述之前反复用到“儿在母腹”一语，似乎认为受孕4个月时胚胎才可称为人。



古希腊哲学家、博物学家亚里士多德（公元前384—公元前322）对动物胚胎发育做过研究。

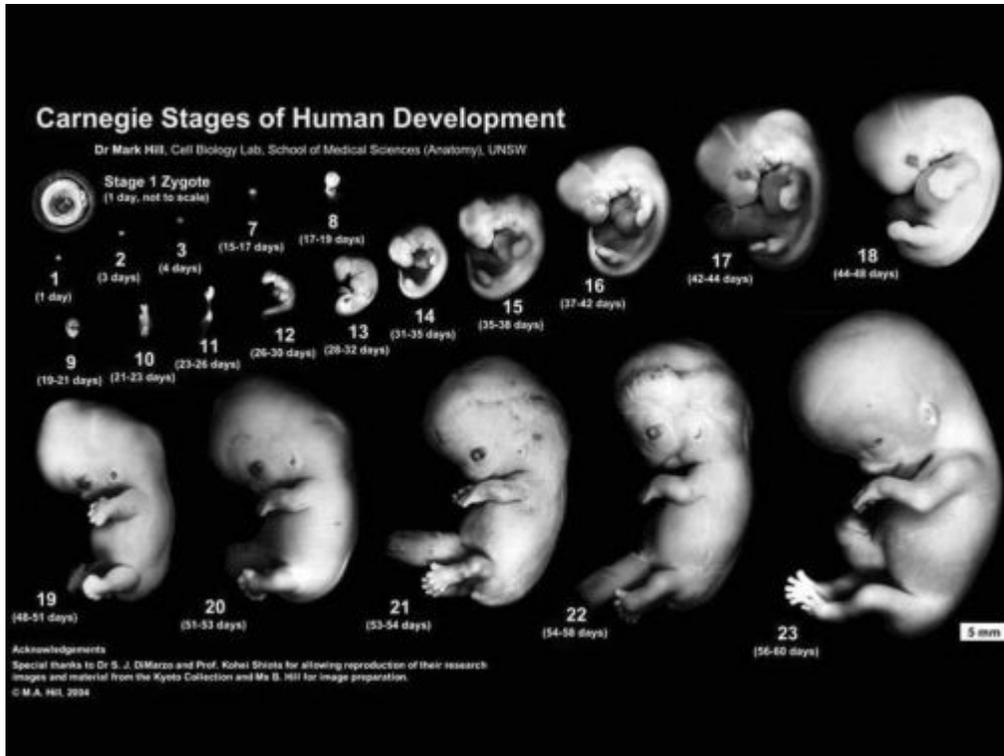
但这些都是出于观念先行的浪漫想象。西方古代思想家在这方面的表现也好不到哪里去。亚里士多德甚至认为在生殖过程中，不仅男女的地位不同，发育过程也差别很大。在他看来，在遗传时，男性是起决定作用的，他的精液中包含着生成下一代所必需的“气”，而女

性的子宫不过是作为一个载体而已。“气”结合到子宫经血中，才使胚胎有了“灵魂”，先是植物性灵魂，然后是动物性灵魂，最后才出现理性灵魂。等理性灵魂出现了，胚胎才变成了人，男性胚胎在受孕大约40天才完成这个演变，而女性胚胎则要迟至大约受孕90天才算是人。这个明显源自社会偏见的教条后来被基督教神学家阿奎那继承，对西方社会有深远影响，直到现代科学兴起后才被抛弃。

现代科学的研究表明，古代这些形形色色的说教都属于与事实相差甚远的臆测，甚至连“怀胎十月”的说法也不准确，人类妊娠时间从受孕之日算起平均不足9个月，仅为266天。一个受精卵是如何逐步发育成新生儿的，这个过程中发生了怎样的形态、结构变化，对此我们已经有了相当透彻的了解，但是仍然难以回答这个问题：从什么时候起，胚胎开始可以算是人了？因为这是个逐渐演变的过程，并没有明确的界限。

最简单的算法是从婴儿分娩的那一刻算起，大多数国家的法律其实就是这么认定的：故意杀害新生儿将会被认为是谋杀，但是故意杀害胎儿——人工流产——却不是。如此认定也许在法律上简单明了，便于执行，却无法避开伦理上的尴尬。怀孕后期的胎儿实际上已与婴儿没有什么区别，难道仅仅因为还在腹中，就不被算为人？

另一个极端是从受精之时算起。天主教以及基督新教的某些派别认为在受精的一刹那，人的灵魂就已产生，因此一个受精卵也是人。这是他们反对人工流产和人类胚胎干细胞研究的理论基础。在把干细胞从人类胚胎中分离出来加以研究时，胚胎不可避免地将会被杀死，在这些信徒看来，也就等于谋杀。



人的胚胎发育过程：从受精卵到胎儿（受精后8周）。

但是对于那些亲眼在显微镜下看过受精卵的人来说，很难想象对这么一个细小的细胞也必须当成人来看待。受精卵在条件合适时能发育成人，有成为人的可能性，这毫无疑义。但是有可能成为人不等于就是人，否则的话，是否也应该把有可能成为人的卵子、精子都算做人呢？如果那样的话，我们就应该和17世纪那些认为一个精子就是一个“小人”的欧洲学者一样，把一次射精视为一场大屠杀。

所以，我们最好还是在从受精卵到新生儿的过程之间寻求共识。虽然在胚胎发育过程中并没有天然的界限可以划分胚胎何时变成了人，但是我们也许可以划个下限。从生物学的角度看，早期的胚胎很难算得上是人，只能算是人体组织。一个受精卵还不具有个性，它有时会分离成两个胚胎，发育成双胞胎，有时甚至会再分离一次，发育成四胞胎。这个分离过程，可发生于大约受精第14日之前。也就是说，在受精第14日之前，胚胎并不具有个性。早期的胚胎只是一团没有结构、未出现分化的细胞，也是在受精第14天左右，开始出现了一定的结构（即“原条”）。因此，我们可以把受精第14天，视为胚胎开始成为一个人的下限。

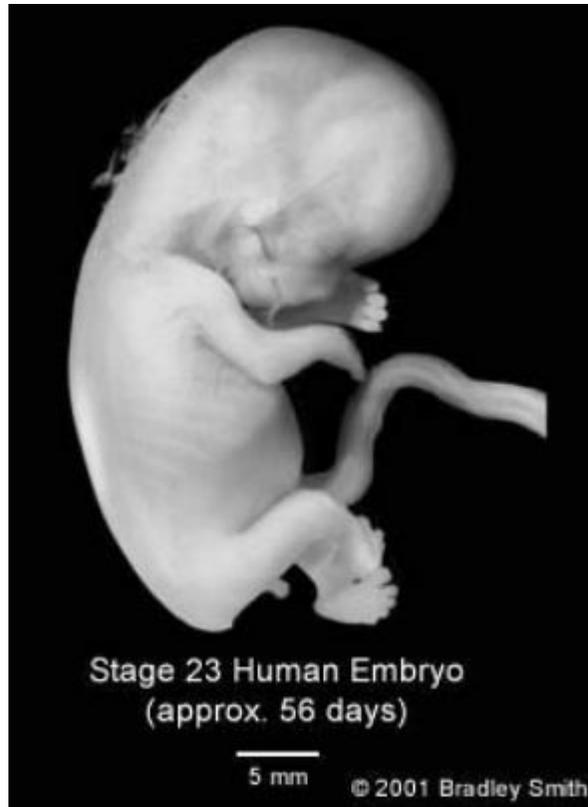


人的受精卵，中心的两个原核分别含有来自男方和女方的遗传物质。



受精5天的人的胚胎。胚胎干细胞是从这样的胚胎提取的。

这个限定有助于解决有关人类胚胎干细胞研究的争端。由于胚胎干细胞使用的是受精5天、只有针尖大小的胚胎，不应该被视为是在杀死“人”。何况，研究这些胚胎属于“废物利用”：用的是生育诊所在从事体外受精时多出来的胚胎，这些胚胎本来就是要被扔掉的。保守人士不反对体外受精，不认为扔掉每年因此产生的数以万计的多余胚胎是什么罪过，却反对生物学家利用它们做研究，斥之为“谋杀”，这实在是非常奇怪的逻辑。



受精8周后，所有主要的器官和四肢都已形成，胚胎变成了胎儿。

从受精14天起，胚胎不仅不断地分裂使细胞的数目扩增，而且还不断地分化使细胞的种类也增加。到受精8周后，所有主要的器官和四肢都已形成，胚胎变成了胎儿。但是这时候的胎儿如果离开子宫，将无法存活。到受精21周时，早产儿经过抢救，在现代医疗技术的精心照料下，才有存活的可能，但是存活率不高，而且容易发生后遗症。此后早产儿的存活率越来越高，到受精30周时，几乎所有的早产儿都能健康地存活下来。所以我们也许可以把早产儿有可能在体外存活的时刻——受精21周（或孕23周，临床的孕期是从最后一次月经算起的）——视为胎儿成为人的上限。这个限定会有助于解决人工流产的合法性问题。

由于在中国历史上思想家没有把胚胎何时成为人当成一个大问题对待，宗教对中国社会的影响也非常有限，这使得一般中国人没有什么传统、宗教负担，可以更轻松、更理性地面对人类胚胎干细胞研究和人工流产的争议。值得注意的反而是国外保守思潮会被一些自以为思想先进的中国知识分子当成时髦接受。布什总统出于自己保守的宗教信仰而决定限制人类胚胎干细胞研究，这在美国生物医学界遭到了几乎一致的反对，即使是一般美国公众也只有大约30%支持布什总统的决定。然而，中国最大的医生专业论坛的调查表明，有多达37%的

中国医生支持布什总统的这一决定，其科学素质甚至连一般美国人都
不如，真是讽刺。

DNA鉴定历史人物的身世



2006年11月，我偶然在央视《百家讲坛》栏目看到一位名牌大学的历史教授在讲吕不韦生平，坚称“吕不韦是秦始皇的生父，是没有问题的”，便写了一篇质疑文章，主要是根据医学常识说明赵姬怀孕12个月生秦始皇之说不可信，因此秦始皇不可能是吕不韦的儿子。后来该讲座的书稿出版，有记者问及我的质疑，该教授回应说：“除非可以做DNA鉴定，否则现在任何人的观点都只能说是推论。”

这其实是在承认当初的说法并非“没有问题”。奇怪的是，教授的托词却被一位时评家给安到了我的头上，撰文大批我要在史学界搞“科学主义”。其实我并不同意该教授的说法，并不认为只有做DNA鉴定才能判定古人的亲缘关系，在多数情况下，靠常识、常理就可以断定的，否则倒算得上“历史虚无主义”了。



末代沙皇尼古拉二世的5个子女，大约摄于1916年。第二排中间为安娜斯塔西娅。



最著名的安娜斯塔西娅假冒者安娜·安德逊。

不过，在条件许可时做DNA鉴定的确有助于廓清一些历史谜团，例如沙俄末代公主安娜下落之谜。1918年7月17日晚末代沙皇尼古拉二世一家被苏维埃政府秘密枪决。谣传沙皇最小的女儿、17岁的安娜斯塔西娅幸存了下来并逃出苏联。此后有多人来自称是安娜公主，其中最著名的是安娜·安德逊（Anna Anderson）。安娜·安德逊1920年在德国就自称是安娜公主，直到1984年因肺炎死于美国，一直有许多人——包括沙皇在国外的亲友——相信她是安娜公主。一些专家也对此深信不疑，例如有一位著名人类学家在比较相貌之后，在法庭上作证安娜·安德逊必定是安娜公主或其孪生子，笔迹专家则认为她的笔迹与安娜的相同。英格丽·褒曼主演的电影《真假公主》使这个故事家喻户晓。但是也有不少人认为安娜·安德逊是个演技高明的骗子，更有人调查出其真实身份是波兰工人弗兰基斯卡·斯产兹口斯卡（Franziska Schanzkowska）。

这个谜底在1994年揭晓。安娜·安德逊生前因动手术在医院留下了一节肠子作为病理标本，用它做了DNA鉴定，表明安娜·安德逊极不可能是安娜公主，而更可能是弗兰基斯卡·斯产兹口斯卡。

有时DNA鉴定并不能给出很确定的结论。美国第三任总统托马斯·杰菲逊曾公开反对白人与黑人通婚，其政敌则披露说他与女奴莎丽·赫明斯（Sally Hemings）私通并生了6个孩子。杰菲逊对此从未做出公开的回应。此事是真是假长期以来是个争论不休的话题。1998年分别对杰菲逊的后代和赫明斯的后代的DNA做了鉴定，发现他们之间存在亲缘关系。但是这并不能证明赫明斯子女的父亲就是杰菲逊，他也可

能是杰菲逊的一位近亲。例如，有历史证据表明杰菲逊的弟弟可能才是正主。



美国硬币上的托马斯·杰菲逊像。



托马斯·杰菲逊曾被指控与女奴莎丽·赫明斯私通。

有人很不能理解为何有专家、学者如此热衷于探究历史人物的身世。有一位时评家质问道：“秦始皇是谁的儿子这种今天看来很‘八卦’的问题，对于专家学者来说重要吗？研究他的身世，会给我们带来什么启发呢？秦始皇是吕不韦的私生子也好，是秦国的太子子楚的亲生也罢，这又能改变什么呢？”并嘲笑说：“我们的专家、学者在这一个问题纠缠，实在很可笑，也很无聊。”

但是学术研究的宗旨是求真，由好奇心衍生而出的对事实真相的追求。一个严谨的学者，对每一个细节的真实性，都不该轻易就糊弄过去。有时，弄清一个看似琐细的历史事件，其学术价值要胜过空泛的宏大历史叙事。这其实最能体现出一个学者的学术态度是否严谨。

何况，弄清楚重要历史人物的身世有助于我们了解其性格形成、思想发展，绝不可笑、无聊。

这样的研究有时还能有意外的收获。在研究沙皇一家的DNA时，无意中发现了一个新的遗传现象。该研究比较的是细胞质中的线粒体基因顺序。细胞核内的基因来自父母双方，遗传时会发生重组，而线粒体基因属于母系遗传，由母亲一方传给下一代，遗传时除非发生基因突变，一般不会有变化。但是研究发现，尼古拉二世的线粒体基因有一个位点和他姨妈的曾外孙不同，也和他妹妹的曾外孙女的不同，但和他弟弟的相同。这就说明在四代之内线粒体基因就可出现差异，突变率比以前设想的要快得多。

尽管安娜公主之谜已经被分子遗传学的研究揭开，福克斯公司还是在1997年推出动画片《真假公主》，让安娜公主的传奇继续下去。尽管“秦始皇是吕不韦的儿子”一说根本经不起推敲，但是这个古老的“八卦”肯定还会继续被许多人当成史实。人们喜欢神话传说胜于冰冷的科学事实，对事实真相的执着甚至会遭到自以为高明的人的嘲笑。



英格丽·褒曼主演的电影《真假公主》招贴画。

破解最致命的流感病毒之谜



近年来世界各地不断有禽流感爆发并导致人员死亡，“禽流感”成了媒体上出现频率颇高的一个令人望而生畏的词汇。许多专家担心，在不远的将来禽流感会演变成可以在人群中传播的人流感，在世界范围内爆发导致大批人死亡的流感大流行。历史上最致命的、导致数千万人死亡的流感大流行发生于1918年。2005年10月5日，美国疾病控制与预防中心宣布，美国科学家已全部测定了导致1918年流感的病毒的基因组序列，并重建了该病毒。这一成果，将会有助于人们预防、诊断和治疗将来的流感大流行。

一、流感病毒花样多

提起急性传染病，2003年SARS（非典型性肺炎）流行时所引起的全球性恐慌人们仍记忆犹新。在当时SARS病毒被许多人夸张地描绘成了最致命的病原体，甚至有人声称它是为了填补天花病毒而诞生的。其实有一种传染病，在它肆虐的时候，比SARS乃至天花都还要可怕。它就是几乎人人都得过的流行性感冒。

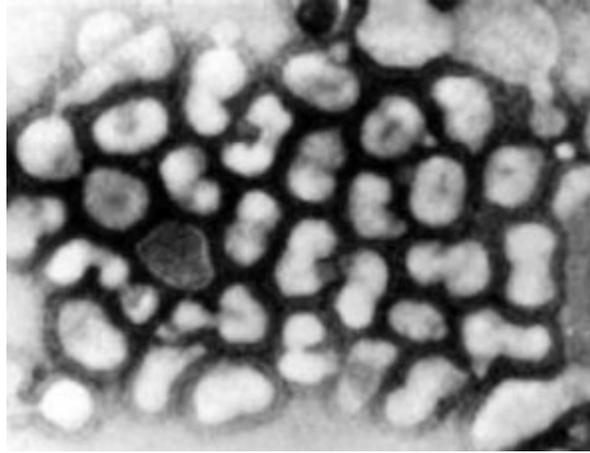
在美国，平均每年有5%~20%的人染上流感，20多万人因病重住院，3.6万人因此死亡。但是，日常遇到的这类流感相对来说还是比较温和的。偶尔会出现传染性和毒性都特别强的新型流感病毒，引发全球性的致命流感。在上个世纪，曾经爆发过三次流感大流行，都在一年内传遍全世界，导致了大批人死亡。1968~1969年间的流感大流行导致约75万人死亡，1957~1958年间的那一次则使约100万人丧生。但是最严重的是1918~1919年间的流感大流行，光是在美国的死亡人数就超过50万，使美国平均寿命降低了10年。而全世界大约有5亿人被传染，死亡人数保守地估计至少2000万人，实际的死亡人数可能在5000万人左右，是有史以来最为严重的一次瘟疫。通常因流感而丧生的人以幼儿、老年人和体弱多病者为主，但是在1918年流感中，青壮年却有非常高的死亡率，而且发作非常快速，许多人在患病48小时内便告不治。



1918年流感大流行时美国流感病人的病房。

流感是由病毒引起的，对付它没有像用于对付病菌的抗生素那样的特效药，目前市场上各种各样的感冒药实际上只是用于减轻感冒症状，并不能消灭病毒。获美国食品药品监督管理局批准上市的4种抗流感病毒药物能够有效地抑制流感病毒的繁殖，但是也只是缩短病程1~2天。对付流感病毒的最好武器还是人体自身的免疫系统。如果在近期内患过流感，或注射过流感疫苗，那么再遇到同一类型的流感，身体对它就有了免疫力。但是就像许多种病毒，流感病毒非常容易发生变异。每一年流行的流感病毒会与以前的有所不同。结果，人体免疫系统就难以识别、消灭它们，因此得过流感的人以后还可能再得。

对流感易感人群来说，最好的办法是注射流感疫苗预防。流感疫苗是根据预测下一次的流感会由什么类型的流感病毒引起，而提前准备的。如果遇到的是一种没有预测到的流感病毒，那么预备的疫苗不会起作用。如果是一种新型的流感病毒，人体从未遇到过，对其无免疫力，那么就会在人群中爆发流感大流行。1957~1958年和1968~1969年的流感大流行就是由于禽流感病毒和人流感病毒重组产生新型的流感病毒引起的。



电子显微镜下的流感病毒。

那么1918年的流感呢？它的病毒是从哪儿来的？为什么如此致命？当时落后的生物医学研究并没能给我们留下答案，当时科学家甚至还不知道流感是流感病毒引起的，更不要说分离、保存标本。而在事隔80多年后再去追根溯源，其困难程度不难想象。分子生物学的进展，才使得这项破解多年悬案的工作成为可能。

二、致命病毒的秘密

领导这项破案工作的科学家是美国军队病理学研究所的陶本伯格（Jeffery Taubenberger）博士。该研究所保存着数百万具人体组织标本，有的已保存了上百年，包括化学之父道尔顿（1766—1844）的眼球标本。上世纪90年代，陶本伯格实验室开发出一种分子生物学技术，可以从人体医学标本分离出基因。他们用这种方法测定出是什么样的基因突变导致道尔顿患上色盲。在为这种方法寻找新用途时，陶本伯格想到了1918年的流感。



1774年，化学之父约翰·道尔顿（1766—1844）宣布从他和其兄弟身上发现了红绿色盲。



美国军队病理学研究所陶本伯格博士领导破解了最致命的流感病毒之谜。

军队病理学研究所保存着大约70具1918年患流感死亡的年轻战士的肺部标本，陶本伯格小组从其中的两具发现了流感病毒的残迹，并分离出基因片段，1997年在美国《科学》杂志上发表了论文。但是，这些标本已经过福尔马林浸泡和石蜡封存，病毒的遗传物质（核糖核

酸)受到严重破坏,陶本伯格只得到了9个小片段。他迫切想得到保存更完好的标本,但是又不知道哪里才有,直到有一天收到退休病理学家哈尔丁(Johan Hultin)的来信。

哈尔丁在年轻的时候也想要找到1918年流感病毒,他获悉阿拉斯加有一个因纽特人的村庄,1918年遭到了流感毁灭性的打击,全村80人有72人死亡,尸体被埋葬在永冻地带。会不会有流感病毒被完好地冷冻在那里呢?哈尔丁在1951年前往该村庄打开坟墓,带回4具肺部标本,试图从中分离出病毒,未能成功。46年后,哈尔丁在《科学》上读到陶本伯格的论文,向他写信提供信息。陶本伯格劝说哈尔丁再去一次阿拉斯加。于是就在那一年的8月,72岁的哈尔丁自掏3200美元,又去了因纽特人的村庄,找到了一具保存非常完好的女尸,带回其肺部组织标本交给陶本伯格。



1918年72名得流感死亡的因纽特人被埋葬在这个永冻地带。

这几年来,陶本伯格小组从标本中陆续分离出许多病毒基因片段,逐步拼接出这种流感病毒各个基因。到现在,该病毒的基因组(共8个基因)序列已全部被测定,分析结果发表在2005年10月6日出版的英国《自然》杂志上。

有了病毒基因组序列,我们就不难推断它是从哪进化来的:它的基因组序列非常接近禽流感病毒,而它的全部8个基因的序列都与其他的人流感病毒存在显著的差异,这表明它是从禽流感病毒而不是从其他人流感病毒进化来的。用陶本伯格的话来说:“它是所有哺乳动物流感病毒中最像禽流感病毒的。”

美国疾病控制中心的塔姆佩(Terrence Tumpey)等人根据陶本伯格测定的序列,人工合成了该病毒的基因组,将其注射到人肾脏细胞

中（相当于病毒入侵），细胞据此合成了病毒，也就是说，1918年流感病毒被重建出来了！他们在10月7日出版的美国《科学》杂志上报告说，他们将该病毒注射到小鼠中，发现其毒性高得惊人。在注射2天后，试验组小鼠的体重下降了13%。4天后，试验组小鼠肺部组织中该病毒颗粒的数量，是对照组（注射了一种当代的流感病毒）的39000倍！6天后，试验组小鼠全都死了，而对照组的小鼠都活着。如果把1918年流感病毒基因组中的血凝素基因（血凝素的作用是帮助病毒入侵细胞）换成当代流感病毒的同等基因，该病毒就不会再杀死小鼠。把基因组中的复制酶基因（复制酶起复制病毒的作用）换成当代版本，也显著降低了病毒的毒性。接下来还需要进一步研究哪些基因突变是对毒性的高低至关重要的，这样就可以针对性地开发疫苗和设计药物。

三、悲剧会不会重演

在听说1918年流感病毒在实验室里重建出来的消息后，许多人的第一反应都是：它会不会从实验室泄漏出去？



美国疾病控制中心的塔姆佩博士在生物安全防护三级实验室中研究1918年流感病毒。

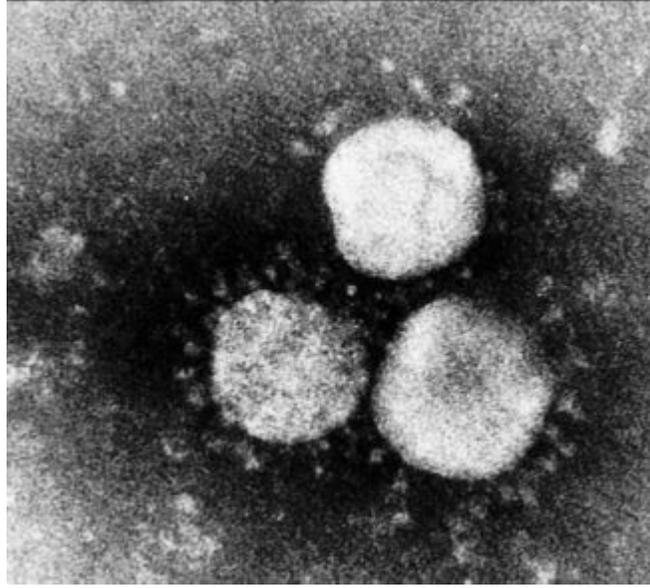
这项研究是在美国疾病控制中心的批准和监督下，在生物安全防护三级实验室中进行的。微生物学实验室的安全防护程度分为四级，一级最低，四级最高。三级的要求非常苛刻，实验人员上身需要穿戴隔离服，实验室处于一个完全密闭的负压环境中，进入的空气不可能倒流，排出的空气也经过消毒、过滤处理。美国疾控中心认为这对流

感病毒实验已足够安全。但是反对者指出，三级实验室并非万无一失，2003年和2004年分别在新加坡和北京都发生过SARS病毒从三级实验室泄露出去导致人员死亡的事故，应该使用最为严格的四级实验室才能把外泄事故减少到最低程度。

另一种担忧是：该病毒的基因组序列和重建方法全盘公开发表后，敌对国家或恐怖组织会不会如法炮制，将它重建出来作为致命的生物武器？在两篇论文发表的前一周，美国国家生物保安科学顾问委员会召开紧急会议，对论文进行审核，一致同意其发表，认为让科学界分享这项成果有助于促进对流感的研究，其益处超过了风险。

万一该病毒被意外地或有意地释放到人群中，是否会重演死亡数千万人的大悲剧？不太可能。该病毒在1918年出现的时候，是一种新型的流感病毒，人体对其没有免疫力。后来出现的人流感病毒，许多是从该病毒进化而来的，因此，如果该病毒现在再次出现的话，大部分人对它不会完全陌生，会有一定的免疫力。而且，我们既然知道了它的基因组序列，就可以制备针对它的疫苗。1918~1919年流感死亡人数如此多的一个重要原因是当时的医疗卫生条件相当差，放血疗法还被作为一种治疗方法。当时丧生的许多人如果在现在用现代医学技术完全可以挽救，而且，实验表明现有的抗流感病毒药物对该病毒也能发挥作用。我们似乎用不着过分担心。

但是，另一方面，有抗药性的流感病毒毒株有可能出现，而比起80多年前，交通的便捷和国际旅游的频繁大大加速了新型传染病的传播速度。再发生一次严重的流感大流行，并不是危言耸听。在2004年年底，世界卫生组织的专家曾经做出评估，认为下一次流感大流行将会使200万至5000万人丧生。但是没有人能够预测它会由哪一种流感病毒毒株导致，会在何时发生以及会有多么严重。对1918年流感病毒的深入研究，或许能够给我们提供一些答案。



电子显微镜下的SARS病毒。

布什总统发动“起源大战”

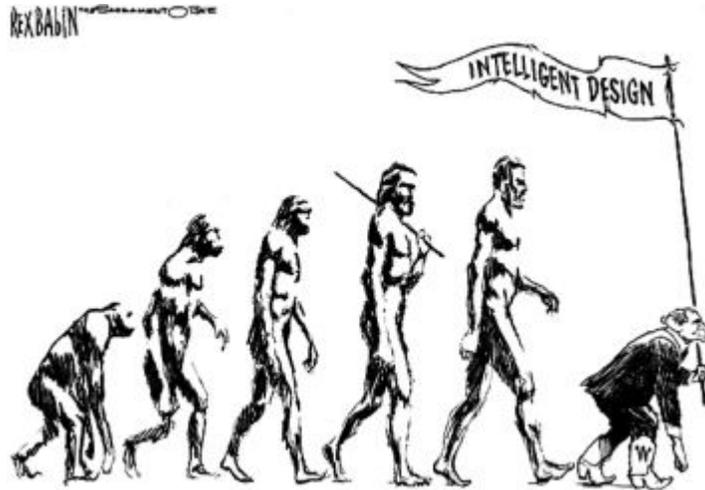


有一种流行的观点认为，宗教与科学之间并不存在不可调和的矛盾，宗教与科学相互冲突的传统观念被贴上了过时的标签。这些时髦人士显然对当今美国宗教界保守势力与科学界争夺公共学校的科学讲台的激战视而不见。这场战斗的核心是：公共学校除了教进化论之外，是否还应该同时教与进化论针锋相对的另一种理论——“智能设计论”，即认为生物体过于复杂，不可能是进化而来的，而只能是由某种高级智能设计出来的。

一、布什总统的大规模杀伤性武器

2005年8月1日，布什总统在得克萨斯州接受5家当地报纸的采访，纵谈天下大事，这个问题也被提了出来。布什总统自称是“重生的”福音派基督徒（也即原教旨基督徒），他在这个问题上的立场如何是不言而喻的。但是他看来也不愿激怒进化论的支持者，因此犹犹豫豫、闪烁其词地答道：“我以前（当得克萨斯州州长的时候）说过啦，首先呢，这个决定应该由地方教育当局来做，但是我觉得好像两边的观点都应该好好地教教。这样人们才能明白这场争论是怎么回事。我认为教育的一部分是让人们接触到不同的思想流派，我可不是在主张——你是在问我人们是否应该接触不同的观点，我的回答是‘是’。”

没有人注意布什总统在90分钟的访谈中还讲了什么，只有这含糊糊的几句话成了一颗扔向美国社会的大规模杀伤性武器。各个美国科学团体，包括美国生物科学协会、美国地球物理联盟、美国物理学会和美国天文学学会，立即发表声明抨击布什总统的论调。布什总统的政治对手当然更不会放过这个机会，民主党主席迪恩（Howard Dean）在接受电视采访时指控布什“反科学”，“智能设计论没有事实依据”。连布什的科学顾问马伯格博士（John Marburger）在第二天就与布什划清了界限，声明“进化论是现代生物学的基石”、“智能设计论并非科学概念”。



讽刺布什总统支持神创论的政治漫画。布什总统举着的旗子写着“智能设计”。

二、神创论的进化

要明白为什么布什总统表面上看来不偏不倚的几句话会引起这么大的风波，需要将它放进历史背景中来考察。

1859年达尔文发表《物种起源》之后，在短短的十几年间，进化论就以大量的确凿证据征服了整个科学界，成为最为牢靠的科学理论之一。这种情形以后再也没有改变过。但是从进化论诞生之日起，信奉神创论的基督教保守势力对它的抗拒也就开始了。进入20世纪之后，随着原教旨基督教在美国社会的兴起，美国成为全世界反进化论势力的大本营。这个反进化论风潮在1925年达到了顶峰，有15个州提出禁止在公共学校教进化论的法案，在3个州获得通过。田纳西州代顿镇的生物学代课教师斯考普斯（John Scopes）因为教进化论而被判有罪，震惊世界。这次“猴子审判”（因为进化论往往被一般人误传为“人是从猴子进化来的”而得名）至今在美国家喻户晓，是名副其实的“世纪审判”。



布什总统自称是“重生的”福音派基督徒。

斯考普斯在1970年去世时，进化论已在法律上取得了胜利：1967年，田纳西州议会撤销了反进化论法案。1968年，阿肯萨斯小石城的一位高中生物教师挑战该州的反进化论法，官司一直打到了美国最高法院，最高法院以政教分离为由判决反进化论法违宪。



1925年，田纳西州代顿镇的生物学代课教师斯考普斯因为教进化论而被判有罪，震惊世界。



"WHAT WOULD THEIR VERDICT BE?"
—The Daily Star (Montreal).

讽刺“猴子审判”的漫画，把判斯考普斯有罪的陪审员都画成了猴子。

原教旨基督徒从此改变了策略，给神创论披上科学的外衣，称为“科学神创论”，不再公开禁止教进化论，而要求把“科学神创论”作为科学理论与进化论同等对待。1987年，路易斯安那州通过法律，要求在公共学校给“科学神创论”同等教育时间。路易斯安那州的科学教师们挑战这一法律，官司同样打到了美国最高法院，最高法院认定“科学神创论”是宗教，不能在公共学校作为科学理论传授，“同等时间法”也被判违宪。

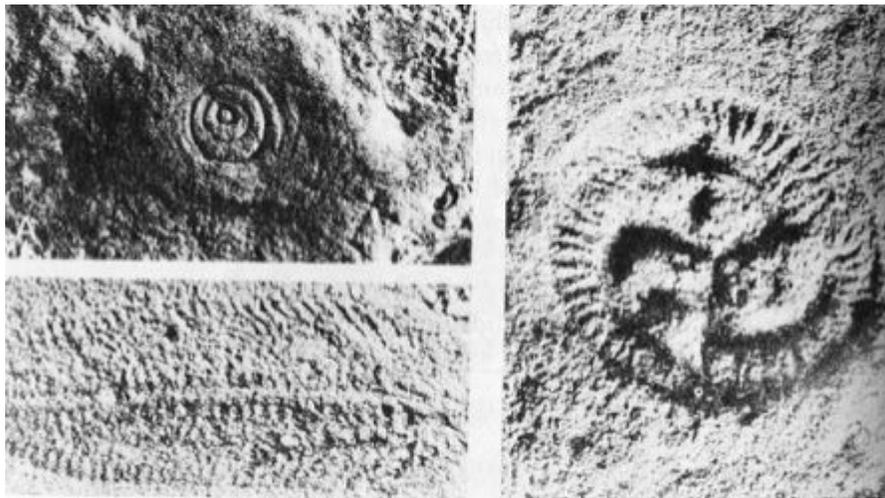
原教旨基督徒再次改变策略，把神创论改成“智能设计论”。为了避免传教之嫌，小心翼翼地避免直接提到“上帝”，含糊其辞地称之为“高级智能”，并用大量的科学术语打扮自己，至少在表面上看来像是一种科学理论。他们自己也知道，这种小把戏骗不了科学界人士，而热衷于向并无专业识别能力的普通公众推销，鼓动他们向教育当局施加压力。约三分之一的美国人为原教旨基督徒，约一半的美国人不接受进化论，因此，“智能设计论”在美国民间不愁没有市场。特别是在保守的南方和中部，这场草根运动搞得轰轰烈烈，而且也颇为成功。

1999年，“智能设计论”运动在堪萨斯州初战告捷，该州教育委员会以6比4表决将进化论的内容从州教育大纲中删除，这个中部小州一时成为全国热点。在全美媒体的嘲笑声中，堪萨斯州的选民们让教育委员会中的保守成员下课，新当选的教育委员会恢复了教育大纲中的进化论内容。但是到了2004年，新一轮的选举之后，保守成员卷土重来，2005年8月10日表决在新大纲中对进化论做“更重大的批评”。目前全美有20个州正准备立法挑战进化论教学，一些地方的教育当局已迫不及待地做出种种限定，例如在生物学课本前面贴上批评进化论的声明，或在教学之前由校长向学生宣读“进化不是事实，而仅仅是

一种理论，大家要开明地对待它”云云。这些限制不可避免地已经和将会被告上法庭。

三、“智能设计论”是伪科学

就像一切科学理论，进化论也有需要补充、完善之处，但是“智能设计论”并没能对进化论有任何的补充，它所针对的，乃是进化论之中毫无疑义的部分，只不过其鼓吹者用歪曲乃至造谣的方法蒙骗外行而已。例如，在“智能设计论”宣传之下，许多人都听说过“寒武纪物种大爆发”，仿佛所有的动物类群是一夜之间在寒武纪（距今5亿多年前的一个地质时期）突然出现，似乎不是进化而来的。“智能设计论”所隐瞒不提的是，在寒武纪之前的地质时期，已有众多动物物种出现，寒武纪的动物并不是无中生有出现的；“寒武纪物种大爆发”并不是一蹴而就的，而是持续了数百万年；寒武纪的动物只是原始的类型，以后的物种都是逐渐进化来的。因此，“寒武纪物种大爆发”与进化论一点都不冲突，反而是生物进化的表现。

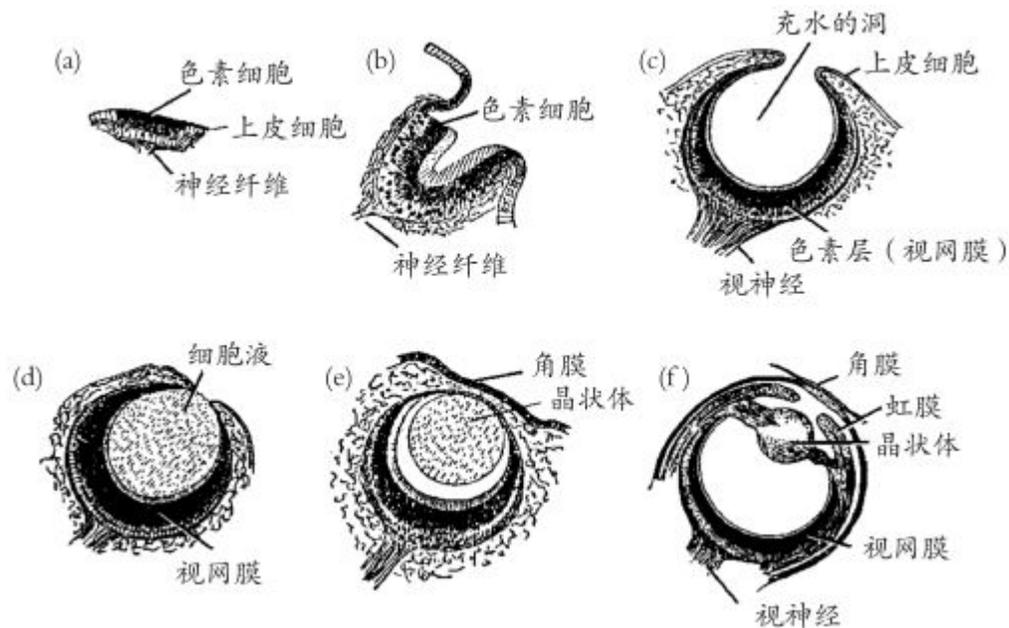


在澳大利亚埃迪亚加拉山发现的三种生活于寒武纪之前的动物化石。

“智能设计论”的另一大理由是，生物体的结构复杂而完美，无法简化，不可能逐渐进化而来。他们经常举人的眼睛为例，人的眼睛如此完美，哪个部分都缺不得，怎么可能由不完美的眼睛逐步进化而来？不完美的眼睛能有什么用？其实，这个问题达尔文在《物种起源》中已经回答过了：不完美的眼睛当然有用，而且在生物界屡见不鲜，把不同生物的眼睛从简单到复杂、从不完美到较完美排列起来，就大体可以推测人眼的进化过程。而且，生物适应往往是非常不完

美的，因而不可能是智能设计出来。例如人的眼睛其实并不那么完美，而是存在许多“设计”缺陷，甚至是非常愚蠢的“设计”，这只能是祖先在进化过程中留给我们的遗产。

“智能设计论”并非什么新生理论，而是一百多年前早就被科学界无情抛弃的旧教条的死灰复燃，毫无学术价值，在科学界臭名昭著。美国最权威的两个科学机构——美国科学院和美国科学促进会（类似于中国的科协）已一再声明“智能设计论”是伪科学，只有进化论才是科学理论，进化是科学事实。



现代软体动物的不同类型的眼睛，可以帮助我们了解眼睛的进化。(a)由色素细胞组成的眼点。(b)色素细胞层凹陷成杯状，增加了单位面积中感官细胞的数目。(c)针孔照相机式的眼睛可聚光成像。(d)眼孔中由细胞液取代了水。(e)细胞液变成了晶状体，并覆盖角膜保护。(f)章鱼、乌贼的高度分化的、复杂的眼睛。

我们也就不难理解布什总统貌似公正的话会在美国科教界引起如此强烈的反应。如果“智能设计论”乃是一种不同的科学观点的话，那么当然不妨也让学生学习学习。但是“智能设计论”乃是伪科学，在科学的讲堂是没有它的位置的。科学的讲堂不是货比货的市场，而是在经过了货比货之后择优传授的场所。否则的话，我们是不是也应该在科学课上学炼金术、占星术、地心说？在美国有一个有几千名会员的地平学会，根据《圣经》的描述认定大地是平的，而不是圆的，我们是不是也应该让学生学习这种不同的“学术观点”？

美国科学教师联合会执行会长维勒（Gerry Wheeler）针对布什的言论指出：“它给其他国家送去了一个信号，因为他们正在争夺科学技术领导权，而我们却被一个伪科学问题分散了精力。如果我是中

国，我会很高兴。”维勒先生看来并不了解中国的现状。近年来，随着美国社会文化和原教旨基督教在中国的传播，同样有一股反进化论的暗流在中国涌动。反进化论思潮在中国人文学界的影响不可低估，《达尔文的黑匣子》之类的“智能设计论”著作被当成最新科学成果引进到中国，反进化论的报道也时见报端，甚至，在美国发生的这场科学与宗教的冲突，在中国媒体上常常被歪曲成进化论受到了来自科学方面的质疑。



讽刺“智能设计论”的漫画：“今天的生物课已经谈够了‘智能设计论’，现在让我们来谈谈‘智能地理论’。”

因此，我们今天关注发生在美国的“起源大战”，不应该抱着赏鉴闹剧的幸灾乐祸的看客心态。我们关注它，是为了对没有国界的反科学势力保持高度警惕，未雨绸缪，避免在中国重演这一幕。

“虚拟人”的现实与梦想



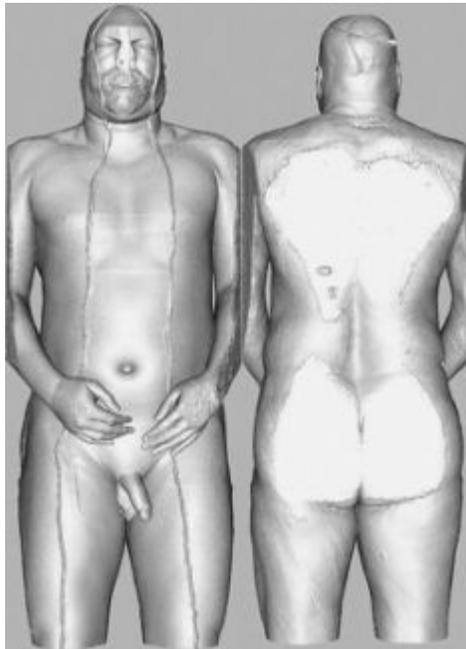
医药科学建立在人体解剖生理学之上，而人体解剖生理学又建立在人体解剖之上。可惜，中国人抱着“身体发肤，受之父母，不敢毁伤，孝之始也”的愚昧观念，能得全尸下葬成了每个人的理想，人体解剖因之被划成绝对不可逾越的禁区。而中国古代医生也很少有人觉得还有解剖尸体实际观察人体器官的必要，对他们来说，只要背熟古书再加上自己的经验也就够了。因此中国的传统医术千百年来始终在迷信和经验之中徘徊，未能跨进科学的门槛。直到18世纪末，才有一位叫王清任的医生认识到“著书不明脏腑，岂不是痴人说梦？治病不明脏腑，何异于盲子夜行？”通过观察暴露在野外的小孩尸体和死刑现场而了解人体解剖结构，纠正了一些古书的错误，例如认识到思维器官是脑而不是心。但是这纯粹只是个人的行动，没有得到继承，而且也来得太迟了。从世界范围来看，王清任对医学并无贡献。建立在人体解剖之上的西方医学当时已经远远走在前头，并最终演变成了现代医学。



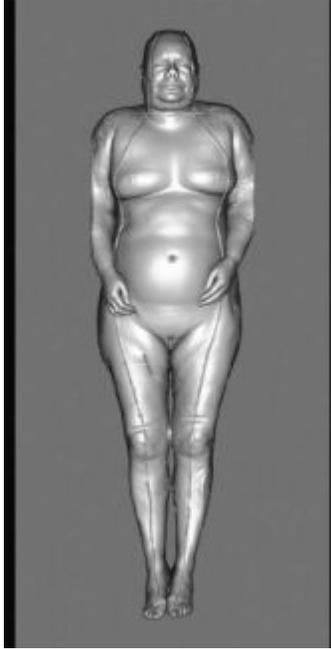
王清任（1768—1831）在历经42年“亲见百余脏腑”的基础上撰成《医林改错》，试图纠正中医千百年相沿对脏器的错误认识，但仍然含有许多谬误。

解剖尸体已成了每个医学院学生必上的一课。但是这种机会毕竟是很难得的，学习人体解剖结构还需要借助插图、照片、标本和模型。不过，这些辅助工具都无法十分逼真地模拟真实人体。我们现在能够设想得到的最好的模拟方法，是用数字化技术建造出“虚拟人”。1989年，美国国家医学图书馆开始了一项“建造一个包含着代表完整、正常的成年男性和女性的测量数据的数字化影像图书馆”的伟大计划，称之为“可视化人体”计划，并在1991年将这个研究项目交给科罗拉多大学负责。

要建造“虚拟人”，首先需要从一具真实的人体上采集数据。这必须是一具刚刚死亡的尸体，死者年龄在21~60岁之间，没有明显的身体异常和疾病，而且为了能够放进扫描仪器，身高不能高于6英尺（1.83米）。科罗拉多大学研究组花了两年多时间才找到合适对象。1993年，得克萨斯州处死了一个39岁、身高1.82米的男性杀人犯约瑟夫·保罗·杰尼甘（Joseph Paul Jernigan）。这个前技工在1981年抢劫银行时杀死了一名75岁老人，经过多年上诉无效后，终于被送进了死刑室，临死前决定将尸体捐献给科学研究。他实际上并非十分健康，切除过右睾丸和阑尾，拔过一颗牙。



第一个“虚拟男人”。



第一个“虚拟女人”。

杰尼甘在被用药物注射法处死后，尸体立即被运到科罗拉多大学健康科学中心。在那里研究人员分别用X射线计算机层面照相（CT）和磁共振成像（MRI）技术对尸体进行扫描，然后将尸体冻结在明胶中，从头到脚一层一层地开始切削，每次切去1毫米的厚度，然后对尸体横断面用照相机拍照，共切了1871次，获得1871张分辨率为 2048×1216 的24比特彩色照片。这些彩色照片以及CT、MRI照片组成了一个15 GB数据包，于1994年11月发行。一年以后，发行了女性的数据。这些数据是从一位因为心力衰竭去世的59岁的马里兰州女性尸体采集来的，切削厚度比上一次更薄，仅为0.33毫米，共获得了5189张解剖照片，数据包大小也涨到40 GB。2000年8月，发行了高分辨率

（ 4096×2700 ）的男性解剖照片。将这些切面照片重叠起来，就可以分别组成一男一女两个完整的立体“虚拟人”，而且可以从任意角度观察其身体的任何内部结构。

2000年，韩国开始了“虚拟韩国人”研究的5年计划，获取世界第三例“可视化人体”的数据。2002年中国也宣布由解放军第一军医大学承担的国家高技术研究发展计划863项目“中国数字化虚拟人”正式启动，2003年完成“虚拟中国人 I 号”的数据采集。后启动的项目可以充分利用新开发出来的技术，因此在某些方面要胜过最初的“虚拟人”。“虚拟韩国人”的切片厚度降到0.2毫米，而“虚拟中国人 I 号”切片厚度更进一步降到0.1毫米，切出16600个横断面。切片越薄，横断面越多，则精确度越高。“虚拟中国人 I 号”是一位28岁健

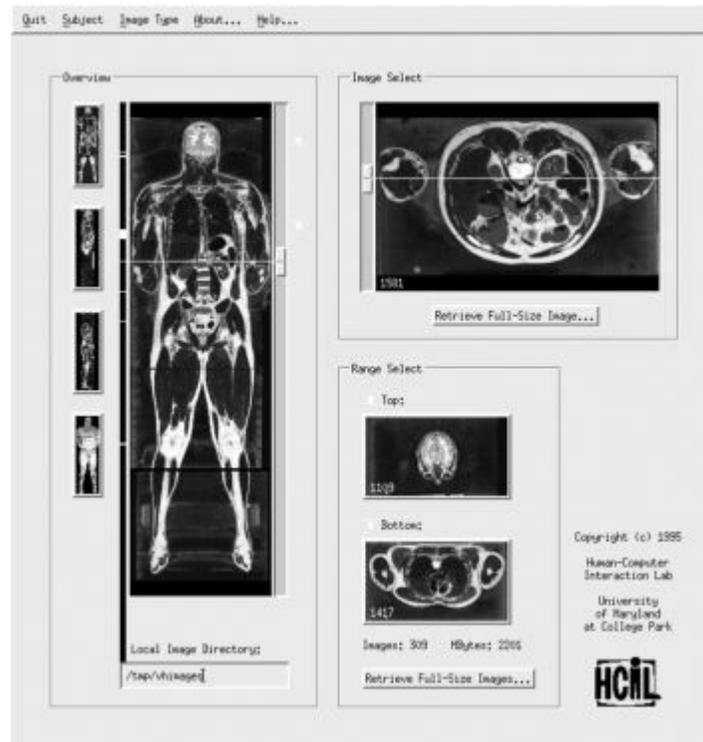
康男性，比起美国和韩国（一位死于淋巴瘤的65岁老人）的“虚拟人”，更能代表人体的最佳状态。所以，虽然美国“虚拟人”的数据可以免费获得，重新采集一次更好的、更适合中国人群体的数据，也还是值得的。采集数据的费用也不高，美国“虚拟人”的数据采集费用只有140万美元，而到现在已有42个国家的1400多家机构在利用这些数据，是一个非常合算的造福人类的投资。



“虚拟人”是用许多切面照片重叠组装而成的。

“虚拟人”目前已获得了广泛的应用，包括用于医院的手术模拟、医学院的教学、计算机“虚拟现实”技术的开发，甚至连好莱坞的电影制片厂的特技设计也在用它。在将来“虚拟人”肯定还会有更广泛的用途。但是我们也不要抱不切实际的梦想。国内媒体在报道中国启动“数字化虚拟人”项目时，声称：“有了‘数字化虚拟人’，人们事先可准确虚拟复杂的外科手术、美容手术；可根据‘数字化虚拟人’及其器官模型，研制和创造各种手术器械、新型药物；可模拟各种交通工具对人体的意外伤害程度，研究和设计防护设备；可模拟高温、高湿、高寒、高压等条件下人体的各种反应，以及相应的防护设施、设备等。”有的甚至称“这意味着以后看病，病人不必再为误诊担忧，因为将有‘虚拟人’先代替病人‘吃’药‘挨’刀。”其实这些都是将来甚至是非常遥远的将来才能实现的美好梦想。

目前“虚拟人”事实上还处于采集数据、建立立体模型阶段。这样得到的“虚拟人”基本上还只是一具死的标本。下一步的目标是让它活起来，能够真实地模拟生理、病理、药理、毒理过程。要做到这一步，必须把医学文献的文字记录转换成图像显示，但是目前并不存在这样的转换标准，还需要做大量的基础研究。只有将生理功能的文字数据和解剖结构的图像数据有效地联结起来，让“虚拟人”活起来，我们才能开始逐步实现上面的梦想。



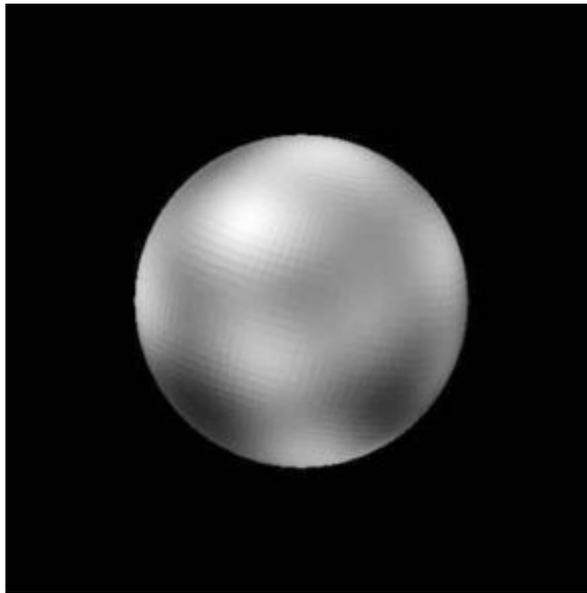
“虚拟人”在现在最重要的应用是在医学教学方面。

“虚拟人”在现在最重要的应用还是在医学教学方面。虽然“虚拟人”还是死的，但与解剖尸体相比，解剖“虚拟人”有许多优势，它可以通过互连网络随时进行，不必进解剖室，没有从尸体感染传染病的危险，而且可以从各种角度将它反复解剖无数次。现在也已可以用“虚拟人”模拟一些简单的生理反应。早在1998年，第一种利用“虚拟人”设计的医疗训练仪器就已问世，这是专门训练静脉穿刺术的，护士可以通过观察计算机屏幕上“虚拟人”的反应，反复对着模型练习而掌握这门困难的技术，无需拿病人当实验品。互联网上还有不少根据“虚拟人”数据建造的人体博物馆，广大读者不必面对尸体也可以一窥人体的奥秘，这可算是“虚拟人”的一大贡献。

冥王星悲喜剧



英语原来有一句用以帮助记住太阳系九大行星次序的话：“我的非常有教养的母亲刚刚给我们吃了9个比萨饼。”（“My Very Educated Mother Just Served Us Nine Pizzas.” 这9个单词的第一个字母分别是9颗大行星的缩写）现在国际天文学联合会建议将这句话改成：“我的非常有教养的母亲刚刚给我们吃了玉米片。”（“My Very Educated Mother Just Served Us Nachos.”）在2006年8月24日召开的国际天文学大会，通过了关于行星的定义，根据这个定义，原来的九大行星中最小、最遥远的冥王星不能再算是行星。大家从小熟记的九大行星一下子少了一颗，这让新闻媒体找到了一个热门话题，但是各个媒体在报道冥王星为何被降级时，都摆了乌龙。



1996年用哈勃太空望远镜拍下的冥王星照片。

按照国际天文学联合会的定义，一个天体要被称为行星，需要满足三个条件：围绕太阳公转、质量大到自身的引力足以使它变成球体，以及清除了其公转轨道周围的天体。显然冥王星被降级的原因是因为没法满足第三个条件，但是国际天文学联合会的公告并没有对此多加解释，于是媒体自作主张，声称是因为冥王星的轨道与海王星的轨道存在交叉，所以不能满足清除了其公转轨道周围天体的条件。

我见到这一报道时觉得有点好笑，因为按照这一说法，海王星应该和冥王星一起被降级才对。实际上，国际天文学联合会网站的问题解答中对冥王星为何被降级有解释，它未能清除其轨道周围的天体指的是它位于一个含有其他天体——很多很多的小天体——的区域，这个区域被称为“柯伊伯带”。

冥王星及其周围的天体都位于海王星之外，所以国际天文学联合会的决议还提到冥王星将作为一个新的分类——外海王星天体

(trans-Neptunian objects) 的原型。不巧的是，在英文中，“trans-”作为前缀除了“在……之外”的意思，更常见的意思是“穿过”。美联社的记者显然误读了这个决议，把“冥王星轨道穿越海王星轨道”作为冥王星被降级的原因加以报道，美联社的错误又被其他国家——包括中国——的媒体所沿用。

即使是国际天文学联合会的官方解释也不能令人满意。地球并没有把其轨道上的小行星都清空，甚至太阳系最大的行星——木星——也跟一些小行星分享轨道，难道地球、木星也都不能算成行星了？因此我们不难理解，为何会有300名天文学家签署了一封公开信抗议这个行星定义。

不过，大多数天文学家都会同意，如果冥王星是在今天而不是在76年前被发现的，那么它不会被当做行星，也就不会有这些风波。我们对冥王星的看法，掺杂了太多的历史、文化这些与科学无关的因素。被发现之日起，这个“古怪”的天体便饱受争议。

冥王星的发现本身就是一个错误，一个试图续写海王星发现传奇的美丽错误。用万有引力定律可以准确地计算出行星的运行轨道，但是天王星在1781年被发现后，其计算结果却总是和观测结果稍有不符，于是天文学家们想到是不是在天王星之外还有一颗大行星在干扰它的运行。根据这个设想，1846年法国数学家勒威耶（Urbain Le Verrier, 1811—1877）计算出了这颗未知行星的轨道，并说服德国天文学家伽勒（Johann Gottfried Galle, 1812—1910）根据其计算结果进行观测，果然在当年9月23日在勒威耶预测的位置附近发现了一颗比天王星还大的行星——海王星。

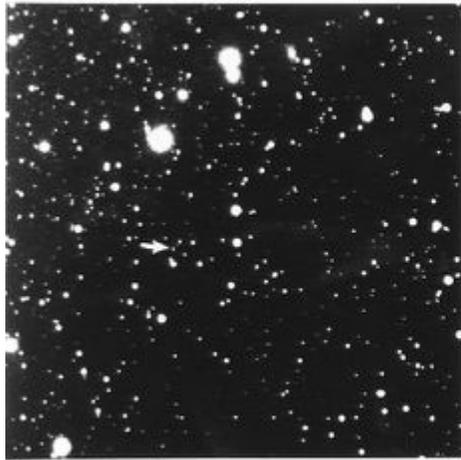


LEVERRIER,
son Entdeckung des neuen Planeten.

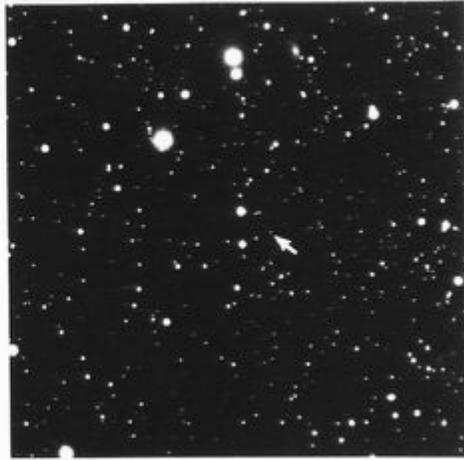
海王星是法国数学家勒威耶“用笔算出来的”。

但是海王星的存在似乎还不足以完全解释天王星轨道的异常，而对海王星轨道的计算结果似乎也与观测结果不符，于是到19世纪末，人们又开始怀疑是否在海王星之外也有一颗大行星——X行星——在干扰其运行。1909年美国著名天文学家洛厄尔（Percival Lowell, 1855—1916）预测了X行星的位置，并开始了大规模的搜寻。在1916年洛厄尔死后，这项搜寻工作仍然持续下去。年轻天文学家汤博（Clyde Tombaugh, 1906—1997）在花了10个月的时间仔细比较不同时间拍摄的天空照片后，于1930年2月18日在洛厄尔预测的位置发现了一个移动的光点。3月13日，发现X行星的消息正式宣布，并在5月1日被命名为冥王星。

DISCOVERY OF THE PLANET PLUTO



January 23, 1930



January 29, 1930

1930年，天文学家汤博用这组照片发现了冥王星。

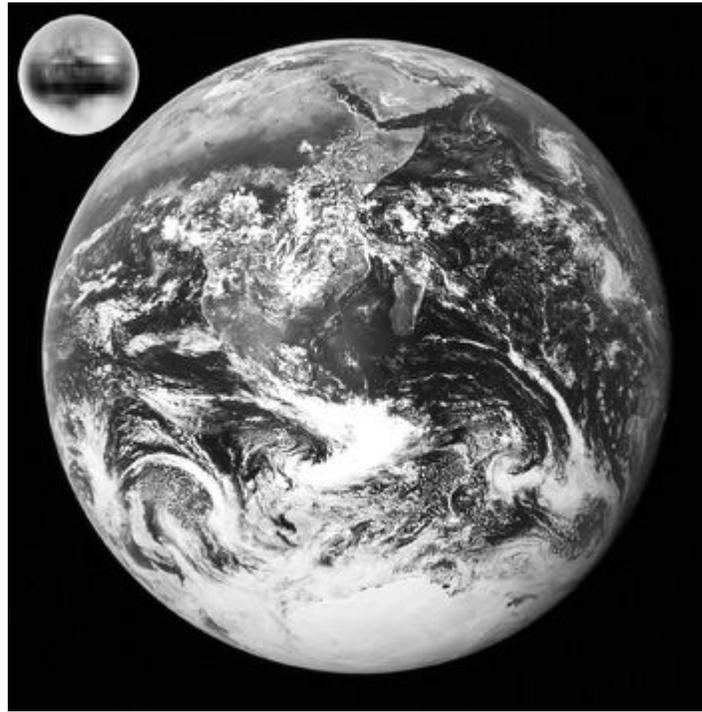


冥王星的发现者汤博。

但是马上就有天文学家指出，冥王星不可能是X行星，它出现在洛厄尔预测的位置上纯属偶然，因为冥王星实在是太小了，不可能对其他大行星的运行产生影响。在随后的几十年，冥王星究竟有多大是个争论不休的话题，但是随着研究的深入，冥王星似乎“变得”越来越小。1978年冥王星的卫星卡戎被发现了，这样就可以比较准确地测定冥王星的质量和直径。它比以前估计的都要小得多，直径只有大约2300千米，比月球（直径3400多千米）还小，质量更是只有月球的六分之一（因为冥王星大部分由冰组成）。至于X行星很可能是不存在

的，当初人们之所以怀疑有未知行星在干扰天王星和海王星的运行，是由于错误估计了天王星和海王星的质量。

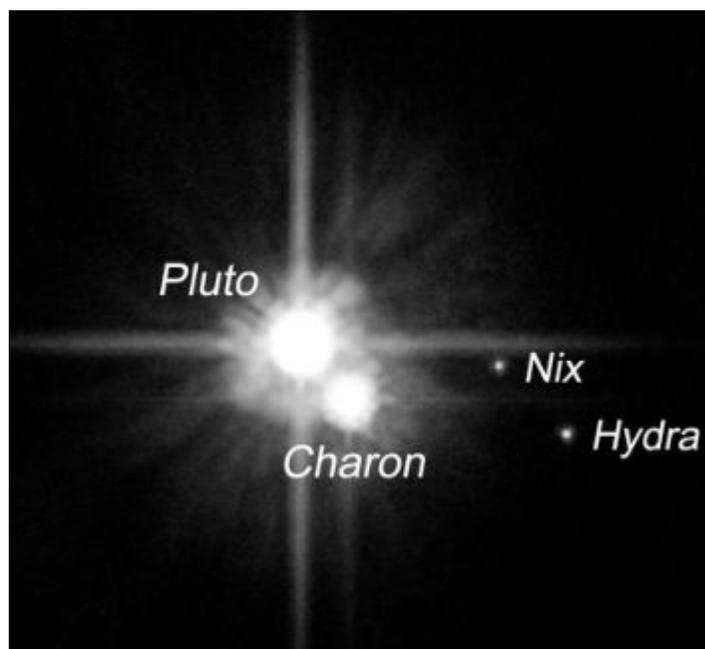
既然冥王星这么小，就不由让人怀疑它是否还有资格算得上是大行星。而且冥王星的行踪古怪，和其他大行星太不一样了。其他大行星的公转轨道基本上都在同一个平面上，而且都接近正圆形，但是冥王星的轨道却是“倾斜”的，并且严重偏离圆形。不过真正让冥王星的地位出现危机的是“柯伊伯带”的发现。1951年，美国天文学家柯伊伯（Gerard Kuiper）推测在海王星之外存在许多小天体，它们是短期彗星的来源。自1992年以来，天文学家确实在这个区域陆续发现了几百个小天体，这个区域因此被称为“柯伊伯带”，而冥王星也位于“柯伊伯带”，不过是“柯伊伯带”天体中比较显著的一个。许多天文学家相信冥王星其实就是一颗大彗星，如果它的轨道靠近太阳的话，也会出现彗尾。



冥王星（左上角）的体积只有地球的0.66%。

1999年，国际天文学联合会确认冥王星的大行星地位，否定了冥王星是彗星的说法，不仅因为冥王星比已知的彗星都大，而且冥王星还有已知的彗星都没有的东西——卫星。但是到了2005年，在“柯伊伯带”发现一个比冥王星还大并且也有卫星的天体的消息泄露出去后，冥王星又有了麻烦。这颗直径大约2400千米、绰号“齐娜”的冰

球看来要成为冥王星的终结者。2006年9月13日，“齐娜”被正式命名为“阋神星”，以希腊神话中的制造纠纷、不和的女神的名字命名。



2006年用哈勃太空望远镜拍下的冥王星和它的三个卫星，最大的那颗卫星为卡戎。

这次国际天文学大会本来还是想要保住冥王星的行星地位，因此不得不增加大行星的数目。按照行星定义委员会一开始提出的行星定义方案，只要环绕太阳并能保持球形的天体都是行星，太阳系的大行星数目将增加到12颗，除了原来的9颗，还增加了谷神星（小行星一号）、阋神星和冥王星的卫星卡戎。另外还有十几颗新发现的符合条件的天体正在等待加入，符合行星条件的天体最终可能有上百颗。这个准备了两年的定义方案在大会表决之前就遭到众多反对，于是委员会匆匆忙忙对行星定义加了限制，在让行星数目缩水的同时也不得不放弃了拯救冥王星的努力，另设一个分类——“矮行星”收容冥王星这些弃儿。我们得庆幸最初的方案没有被采纳，否则以后大家背行星的名字要背得头疼了，用来帮助记住行星次序的英文句子得有多长？

许多人也许会对这场起伏反复的科学风波感到不可思议。但是，科学研究本来就是一个在争论中不断发展、深入的过程。有的争论会由于新的证据的出现而得到解决，而有了定论，但是也有的已经被认为有了定论的问题却由于新的证据的出现又再度引发了争论。因此各种各样的学术争论从来就没有停止过。只不过，这些学术争论绝大多数都局限在学术界内部，一般人不知道而已。只有争论大到进入我们的日常生活，比如教科书要做出相应修改，才会引起一般人的注意。



阋神星是以希腊神话中制造纠纷、不和的女神的名字厄里斯命名的。



阋神星（左）和它的卫星（右上方）设想图。右下方的亮点是太阳。

因此冥王星风波虽然富有戏剧性，却也没有必要大惊小怪。不要把科学结论当成僵化的教条，而要抱着开放的态度，随时准备放弃已被否定的旧事实，接受新的科学事实和科学理论。但是我们也不要因此走向另一个极端，抱着怀疑一切的态度，认为科学结论都是靠不住的。我们对科学要有信心。大多数科学结论都是建立在确凿的证据基础上的，都是非常可靠的，有争议的是一些比较前沿、比较模糊的区域。不管行星的定义怎么变，八颗大行星的地位都不会发生动摇。不顾事实地墨守成规固然该受批评，没有根据地怀疑一切也不是取。