

纽约公共图书馆“最佳青少年读物”获奖作家代表作



The History of Science

科学的旅程

【插图版】

[美] 雷·斯潘根贝格 著
黛安娜·莫泽



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

科学的旅程

(插图版)

[美] 雷·斯潘根贝格 著
黛安娜·莫泽

郭奕玲 陈蓉霞 沈慧君 译
陈蓉霞 校



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

科学的旅程(插图版)/(美)雷·斯潘根贝格,黛安娜·莫泽著;郭奕玲,陈蓉霞,沈慧君译;陈蓉霞校。—北京:北京大学出版社,2008.11

ISBN 978-7-301-14172-4

I. 科… II. ①雷…②黛…③郭…④陈…⑤沈…⑥陈… III. 自然科学史—世界
IV. N091

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 124514 号

著作权合同登记

图字: 01-2005-1229 号 图字: 01-2005-1232 号 图字: 01-2005-1233 号

图字: 01-2005-1230 号 图字: 01-2005-1228 号

The Birth of Science: Ancient Times to 1699

Copyright 2004,1993 by Ray Spangenburg & Diane Kit Moser

The Rise of Reason: 1700—1799

Copyright 2004,1993 by Ray Spangenburg & Diane Kit Moser

The Age of Synthesis: 1800—1895

Copyright 2004,1994 by Ray Spangenburg & Diane Kit Moser

Modern Science: 1896—1945

Copyright 2004,1994 by Ray Spangenburg & Diane Kit Moser

Science Frontiers: 1946 to the Present

Copyright 2004,1994 by Ray Spangenburg & Diane Kit Moser

Reprinted with permission of Facts On File Inc. and Andy Spangenburg Associates International Limited



书 名: 科学的旅程(插图版)

著作责任者: [美] 雷·斯潘根贝格,黛安娜·莫泽 著

郭奕玲 陈蓉霞 沈慧君 译 陈蓉霞 校

主 持: 周雁翎

责任编辑: 刘 维 陈 静

标准书号: ISBN 978-7-301-14172-4/G·2438

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 站: <http://www.jycb.org> <http://www.pup.cn>

电子信箱: zyl@pup.pku.edu.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62767346 出版部 62754962

印 刷 者: 北京中科印刷有限公司

787 毫米×1092 毫米 16 开本 34.25 印张 20 插页 560 千字

2008 年 11 月第 1 版 2008 年 11 月第 1 次印刷

定 价: 69.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: (010)62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

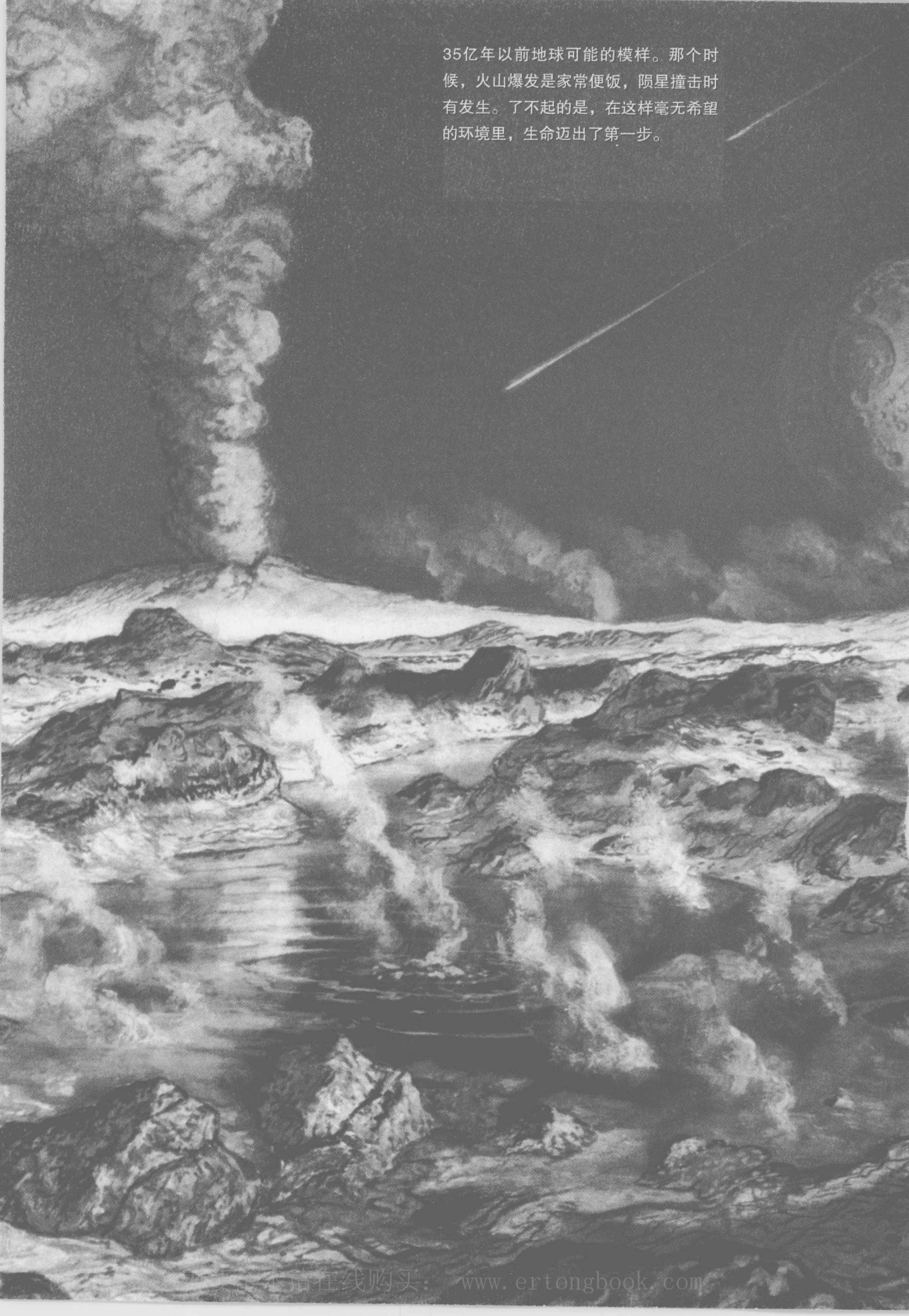
序



在科学上，没有一个理论能够说得到了完全的“证明”，当新事实或新的观察结果出现时，它必定有待于进一步检验和审视。正是科学这一不断自我纠错的特性，使它成为人类理解自然机制最为严谨也最为有效的手段。这种批判性思维正是科学工作的关键要素。

科学家作为一个特殊群体，由于他们的方法论特征就是要寻找错误，进行批判性思考，因此他们可能比其他人群更清楚地意识到，错误是多么容易发生！但科学家的精神气质是善于从前人的错误中吸取教训，甚至有时必须抛弃一度显得合乎逻辑，但后来被证明是错误的、误导的、过于局限的或无效的理论，致力于寻求正确或更合理的答案——这就是为什么他们会成为科学家的原因。

35亿年以前地球可能的模样。那个时候，火山爆发是家常便饭，陨星撞击时有发生。了不起的是，在这样毫无希望的环境里，生命迈出了第一步。



我看到的自然界是一个壮观的结构,我们只能极为有限地把握它,因此,一个富有思想的人必定对此怀有“谦卑”之情。

——爱因斯坦(Albert Einstein, 1879—1955)

科学,作为全人类的努力,是最伟大的事业之一。它的任务是探索自然界的“壮观结构”及其令人称奇的未知领域。它探索宇宙的重大奥秘,诸如黑洞、类星体以及诸如夸克和反夸克这样极小的亚原子粒子。科学同时也探索人体、红杉树和逆转录酶病毒的奥秘。科学探索的领域包括整个宇宙和宇宙中的万物,从小行星上的最小尘埃到女孩眼睛里的彩斑,从距我们数百万光年之远的星系到土星环背后复杂的机制。

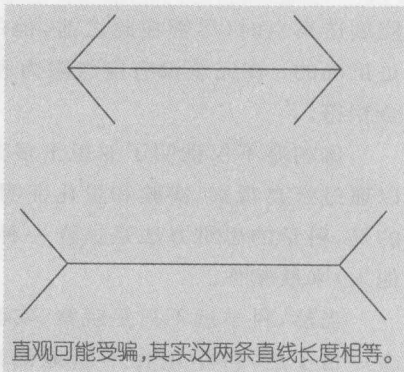
有人可能会认为,科学只是事实和统计数据乏味而又琐碎的堆砌。还有人认为,科学是诗、魔法和一切与人性有关的东西的对立面。这两种说法都有错误的地方——没有比科学更充满生机,更充满惊奇,或者更人性化的事物了。科学在不断变革,在不断对过去的事情进行重新认识,并从中获取新的见解。

提出问题并且试图琢磨其中的机理,是人类最基本的特征之一。而科学史讲述的正是不同的个人、团队和集体是如何对某些最基本的问题寻求解答的过程。例如,人类从何时开始想知道地球是由什么组成,它的形状是怎样的?他们如何寻找答案?他们设计了哪些方法来得到结论?这些方法好不好?从哪个环节开始,这种探究变成了科学?这又意味着什么?

科学要比我们在电影里看到的陌生的试管和奇特的仪器丰富得多。它远不仅是在生物课上解剖青蛙或记住植物名字。科学实际上是一种思维方法,一种生动的、不断变化的对世界的看法。它是发现世界背后机制的一种方式——一种非常特别的方式,用的是科学家设计的一系列有助于发现自己错误的规则。因为,人们用其他方法来看、听或感觉时,很容易产生错觉。

如果你认为这很难令人相信,请看右图中的两条水平线。一条线上的箭头相对;另一条箭头相背。你认为哪条线更长(不包括“箭头本身”)?测量的结果表明,这两条线的长度正好相等。由于通过观察直接下结论容易犯错,人们必须运用“科学方法”,才能回答“我怎样才有把握”这样的问题。如果你真的花时间测量了那两条线,而不是听我们说两条线是同样长度,这时你就是像科学家一样思考。你正在检验你自己的观察,你正在检验两条线“正好长度相等”这一判断,你正在运用最有力的科学工具之一来完成你的检验:即你正在通过测量来量化这两条线。

2300多年前,一位古希腊哲学家亚里士多德(Aristotle, 公元前384—前322年)告诉世界,当两个不同重量的物体同时从同一高度落下时,重的首先落地。这是一种来自常识的论证。毕竟,任何想要检验的人都可以做一“观察”,让一片树叶和一块石头一起落下,石头一定首先落地。你可以自己在家拿一张纸和一块纸镇对这个判断进行检验。(不过这一检验有些错误,你知道错在哪里吗?)然而,很多希腊思想家并不打算做任何检验。既然答案已经知道,还有什么可争议呢?因为他们只相信人的“理性”能力,认为没有必要诉诸



“检验”，他们认为观察和实验在智力上和社会上都是低下的。

但是，若干世纪以后，伽利略(Galileo Galilei, 1564—1642)出现了，他在物理学和望远镜天文学方面是一位杰出的先驱。伽利略喜欢自己琢磨，自己设计实验，尽管他不可避免会受到限制。和今天的科学家一样，伽利略绝不仅仅满足于观察。他使用了两个不同重量的球、一套计时装置和一块平板或者斜面。当时精确钟表尚未发明，但是他靠自己的装置解决了这个问题。他让两个小球沿斜面滚下，并且仔细测量小球到达坡底的时间。他让斜面取各种不同的角度，多次重复实验。结果表明，在忽略了空气阻力的差别之后，就亚里士多德的例子而言，所有同时从同一高度下落的物体，都同时落地。这一结果也许至今仍与许多人的常识相冲突。在完全真空的情况下(在伽利略时代科学家还无法做到)，所有物体将以同样的速率下落！你自己也可以做一个粗略的实验(尽管这绝不是真正精确的实验)，把笔记本的单张纸捏成球，然后和纸镇一起同时释放。

且慢！就在一分钟前，你刚刚把一页纸片和纸镇一起释放，验证了亚里士多德关于两个物体不同时落地的结论。现在我们再做一遍这个实验，却是两个物体同时落地，证明伽利略对而亚里士多德错。区别在哪里？原来第二次你把纸片揉成团，使它和纸镇具有相似的形状。如果不揉纸片，就会使纸片受到比纸镇大得多的空气阻力。

伽利略的实验(每步他都仔细做了记录)和他基于这些实验得出的结论，显示了科学的重要特征。任何愿意做的人都可以重复这些实验，或者证实他的结果，或者通过显示实验中的失误和差错，证明他部分或全部不正确。从伽利略那个时代起，许多科学家重复了他的实验，尽管有人试图找错，但是没人能够证明伽利略是错的。更关键的是多年后，当有可能创造真空时(尽管在此之前，他的实验已精确得足以说服每个人)，伽利略的结论被证明是正确的：在完全没有空气阻力和具有复杂得多的计时装置的情况下，他的实验和预计完全相符。

伽利略不仅证明了亚里士多德是错的，他还表示：如果亚里士多德本人愿意的话，也可以通过亲自观察、实验和量化证明自己是错的——于是他就会改变自己的观点！至关重要，科学的思维方法是这样一种方法，它不允许你自己欺骗自己，也不允许自然界(或其他人)来欺骗你。

当然，科学远不只是观察、实验和引出结论。今天只要人们拿起报刊，对于这一事实就会一目了然，科学正在不断地涌现新“理论”：“天文学家发现挑战爱因斯坦相对论的证据”——这是一本杂志的封面标题；“联邦教育委员会谴责教授达尔文进化论的书籍”——这是一份报纸的通栏标题。什么东西叫做“理论”？答案就在“科学方法”的运用过程里。

几乎不会有科学家承认，他们用的是17世纪科学革命刚刚开始时哲学家培根(Francis Bacon, 1561—1626)等人提出的完全“独立”和客观的科学方法。培根的方法，简单说来，就是要求每一位正在寻找自然秘密的研究者，必须客观思考，不要被已有的成见左右，结论要建立在在对研究现象进行观察、实验和数据收集的基础上。“我不作假设”，牛顿(Isaac Newton, 1642—1727)在证明万有引力定律之后这样宣布，因为有人要他就引力是什么给出说法。历史学家注意到，就引力的可能性质而言，牛顿显然已有若干想法或者“假设”，但是在大多数情况下，他对这些猜测都秘而不宣。在牛顿看来，“假设”已经足够多了，而人们对仔细收集可检验的事实和数据却太不重视。

不过，如今我们知道，科学家并不总是沿着“科学方法”所指引的那条简单而又便捷的

道路前进。有时,在实验之前或之后,科学家会有一个想法或者预感(也就是说,比假说还要更不成熟的想法),提出某种新的方法或者不同的途径来探究一个问题。这时,研究者就会通过实验和收集数据,来证明或者反驳这个假说。有时“假说”这个词在平常谈话中用得比较宽松,但是在科学上它必须符合一个重大要求:一个在科学上有效的假说,必须具有一种可以证明自身为错的内在机制,如果它真是错了的话。也就是说,它必须是可证伪的。

不是所有科学家都亲自做实验。例如,大多数理论科学家是用数学来形成论据。但是,假说若想得到科学共同体的重视,就必须具有可通过实验和观察进行证伪的要素。

因此,要成为理论,假说必须通过好几道检验,而且这些重复实验不只出自一位科学家之手。最后,在经过反复检验和评价之后,假说才成为科学界和大众知道的“理论”。

决不可忘记,即使是理论,也必须服从证伪或修正。例如,一个好的理论总要提出一些“预言”,亦即能够被检验者用来验证其有效性的事件。只有到这个阶段,大多数著名的理论,例如爱因斯坦的相对论或达尔文(Charles Robert Darwin, 1809—1882)的进化论,才得以进入教科书阶段,才能成为其他科学家的有效工具。但是在科学上,没有一个理论能够说得到了完全的“证明”,当新事实或新的观察结果出现时它必定有待于进一步的检验和审视。正是科学这一不断自我纠错的特性,使它成为人类理解自然机制最为严谨也最为有效的手段。这类批判性思维正是科学工作的关键要素。

漫画中的科学家,总是以这样一副形象出现:带着眼镜,穿着白大褂,神情严肃,貌似总不会出错。这可不符合事实。科学家,无论男女,都是和我们一样的人——他们肤色不同,高矮相异,外表多样,有戴眼镜的,也有不戴眼镜的。作为一个群体,由于他们的方法论特征就是要寻找错误,进行批判性思考,因此他们可能比其他人群更清楚地意识到,错误是多么容易发生。但是,他们设法尽可能不出错,并且不遗余力寻求正确的答案。这就是为什么他们会成为科学家的原因。

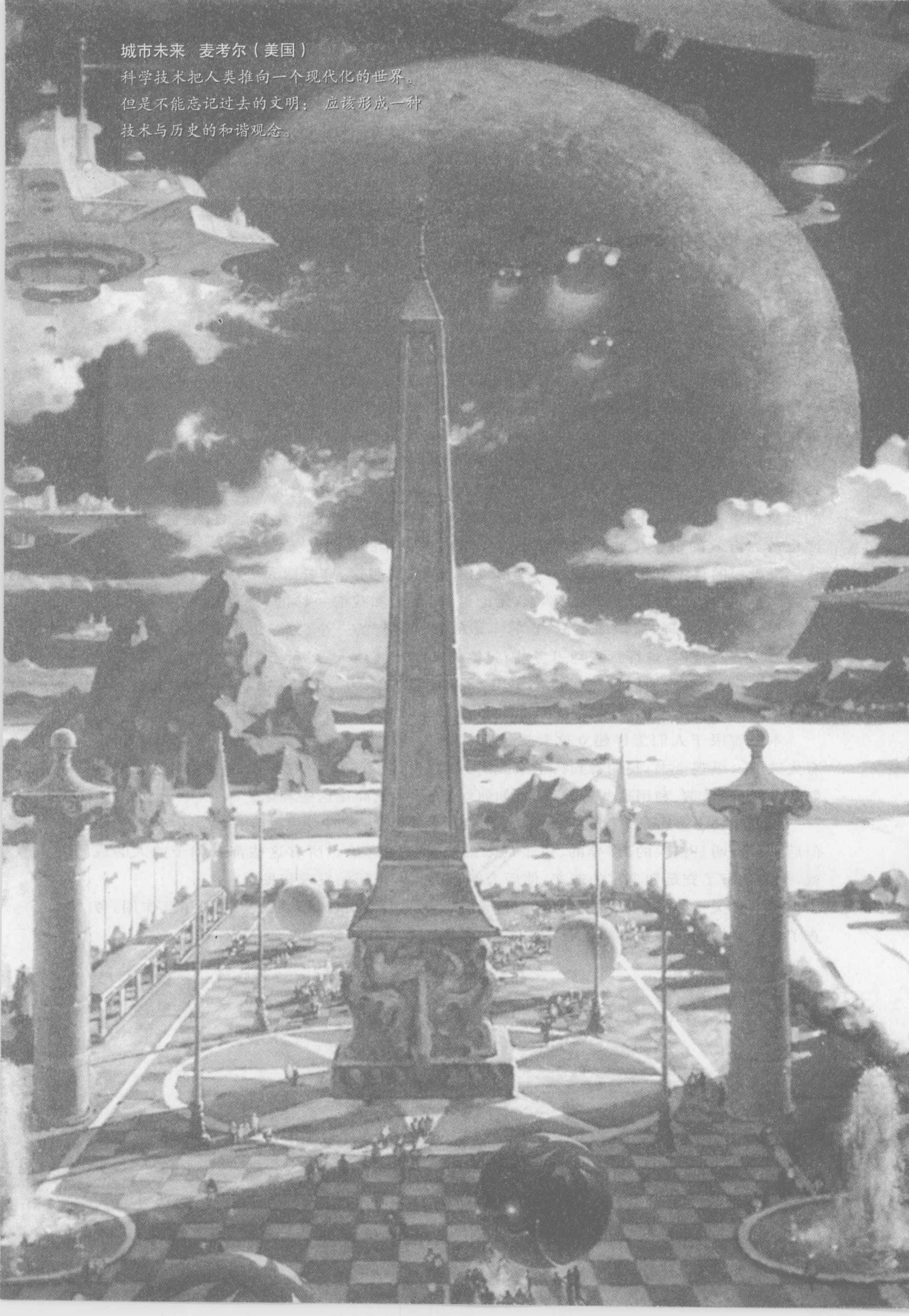
本书着眼于人们怎样建立这套揭示有关自然机制的体系,用到的材料既有成功的,也有失败的。纵观全书,我们看到科学家提出的理论,有时正确,有时错误;并且看到,我们如何学会检验、采纳、利用这些理论,或者如何纠正、扩展或简化这些理论。

我们还要考查科学家怎样从别人的错误中吸取教训,有时必须抛弃一度显得合乎逻辑但后来被证明是错误的、误导的、过于局限的或无效的理论。所有这些都依赖于前人的成就,他们留下了充足和丰富的遗产,使后人能够由此取得新的发现和见解。

本书有关章节,以较大篇幅探讨了科学与文化、社会习俗以及历史事件的相互作用,考查了各个时期的怪异信念和伪科学主张,也强调了妇女在科学中的地位和作用。

城市未来 麦考尔（美国）

科学技术把人类推向一个现代化的世界。
但是不能忘记过去的文明：应该形成一种
技术与历史的和谐观念。



目 录

序 / 1

第一编 科学诞生

引言 / 3

第一部分 科学的先驱：从古代到中世纪 / 4

第一章 古代的人们 / 4

第二章 从亚里士多德到中世纪晚期 / 15

第二部分 物理科学中的科学革命 / 26

第三章 宇宙体系的颠覆 / 26

第四章 一门“广阔而又最优秀的科学” / 36

第五章 波义耳、化学和波义耳定律 / 48

第六章 牛顿、运动定律和“牛顿革命” / 55

第三部分 生命科学中的科学革命 / 63

第七章 从维萨留斯到法布里修斯 / 63

第八章 帕拉塞尔苏斯、药物学和医学 / 70

第九章 哈维：心脏和血液的运动 / 76

第十章 奇妙的微观世界 / 83

第十一章 认识生命的广泛性 / 93

第四部分 科学、社会和科学革命 / 101

第十二章 17世纪：一个转变时期 / 101

结论 / 111

第二编 理性兴起

引言 / 115

第一部分 18世纪的物理科学 / 117

第一章 探索新的太阳系 / 117

第二章 恒星、星系和星云 / 126

第三章 新地质学的诞生 / 138

第四章 近代化学的诞生 / 146

第五章 热和电的奥秘 / 158

第二部分 18世纪的生命科学 / 170

第六章 林奈：伟大的命名者 / 170

第七章 布丰和自然界的多样性 / 176

第八章 动物机器：生理学、繁殖和胚胎学 / 181

第九章 近代进化论的先行者：拉马克和居维叶 / 190

第三部分 18世纪的科学与社会 / 198

第十章 一个理性和革命的时代 / 198

第十一章 科学的斗士：普及理性意识 / 204

第十二章 黑暗的逆流：骗子和庸医 / 208

结论 / 215

第三编 综合时代

引言 / 221

第一部分 19世纪的物理科学 / 223

第一章 原子与元素 / 223

第二章 复杂而有序的化学世界 / 234

第三章	不灭的能量 / 242
第四章	磁、电和光 / 248
第五章	天空与地球 / 259
第二部分	19 世纪的生命科学 / 269
第六章	达尔文和“贝格尔号”的馈赠 / 269
第七章	从宏观到微观：器官、细菌和细胞 / 280
第三部分	19 世纪的科学与社会 / 290
第八章	伪科学猖獗 / 290
第九章	伟大的综合时代 / 299
结论	/ 304

第四编 现代科学

引言	/ 307
第一部分	物理科学, 从 1896 年到 1945 年 / 309
第一章	新原子 / 309
第二章	新宇宙(一): 爱因斯坦和相对论 / 320
第三章	新宇宙(二): 量子奇迹 / 331
第四章	宇宙的新观测 / 339
第五章	原子的四分五裂: 科学和原子弹 / 347
第二部分	生命科学, 从 1896 年到 1945 年 / 359
第六章	微生物学和化学的成长 / 359
第七章	追踪遗传学和遗传现象之踪迹 / 375
第八章	寻找古人类 / 383
第三部分	科学与社会, 从 1896 年到 1945 年 / 395
第九章	医学和机器贩子 / 395
第十章	妇女在科学中 / 400
结论	/ 405

第五编 科学前沿

引言 / 409

第一部分 物理科学,从 1946 年到现在 / 413

第一章 亚原子世界 / 413

第二章 夸克的领域 / 429

第三章 恒星、星系、宇宙及其起源 / 438

第四章 探索太阳系 / 456

第五章 地球使命 / 474

第二部分 生命科学,从 1946 年到现在 / 483

第六章 生命的建筑师:蛋白质、DNA 和 RNA / 483

第七章 生命的起源和边界 / 490

第八章 人类是从哪里来的? / 507

第三部分 科学与社会,从 1946 年到现在 / 516

第九章 科学的热和冷 / 516

第十章 科学、后现代主义和“新世纪” / 521

结论 / 528

第一编

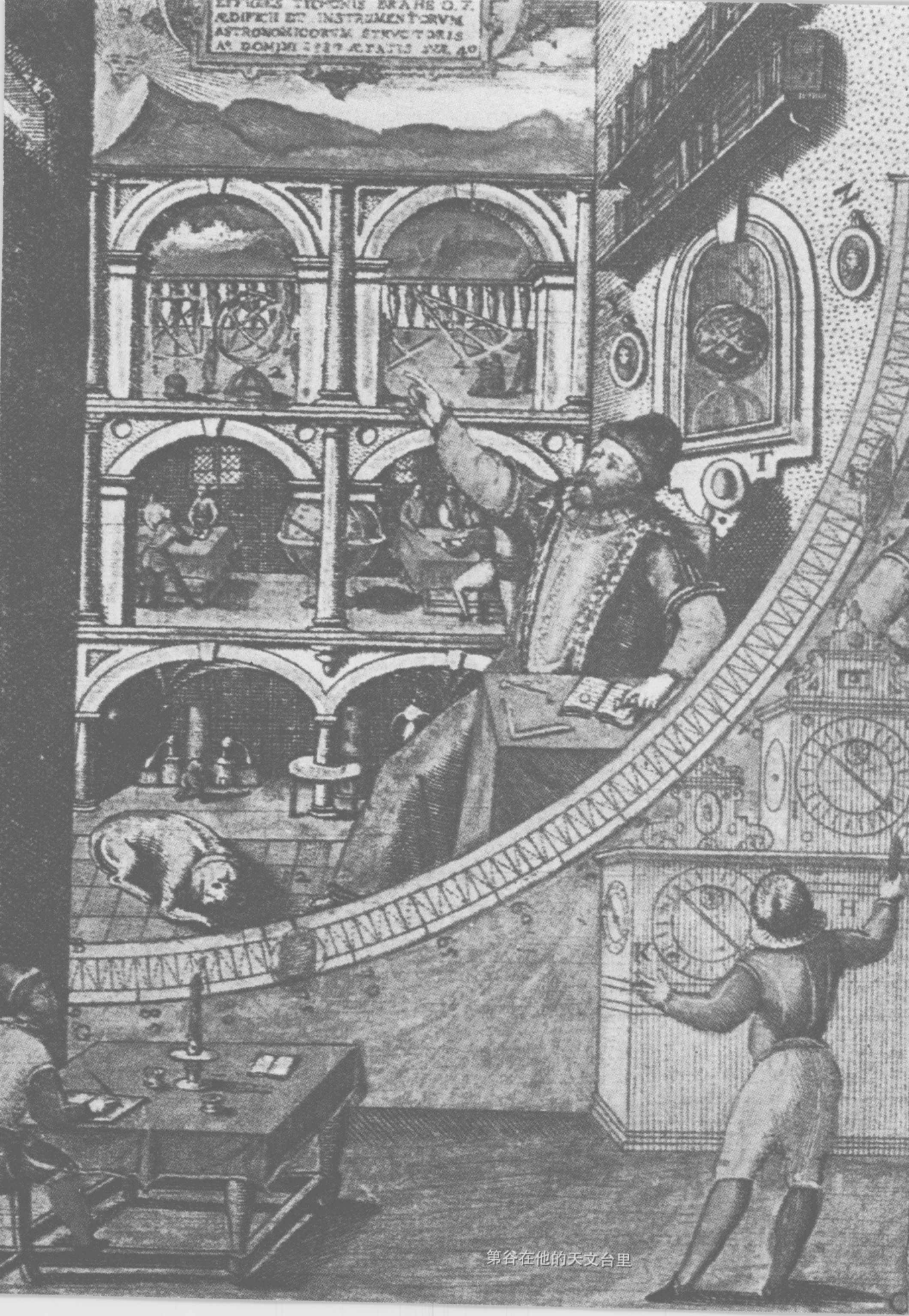
科学诞生

The Birth of Science



对于科学来说，这个时代的特征是相信，宇宙及其万物都可以看成和理解成一部大机器，而科学的任务就是运用科学的新方法，揭示这部机器运转的机制。这个思想横扫了西方知识界！机械论观点打破了经院哲学无益的看法和把世界归功于神秘原因的传统观念，建立起科学方法的持久威力，以破解有关自然的许多问题和奥秘。

REGES TICONIS BRAHE OF
MIPKII ET INSTRUMENTORVM
ASTRONOMICORVM STRUCTORIS
AN DOMINI 1577 AETATIS 40



第谷在他的天文台里

引 言

近代史上没有哪个时期像现在这样对科学和科学家有如此浓厚的兴趣。我们中的所有人——从中学生和大学生到教师、祖父母、邮政职员和企业家——都需要发展批判性思考的能力,理解科学的目的和方法,正确地看待所知事物,并且接受未知事物的存在。

除了拥有多元文化价值的的能力以外,重视用其他途径获取知识也是重要的。然而,在过去 20 年中,有一种强大的趋势,低估了对科学知识的追求,不相信科学家和他们的工作。但是,我们的生存质量却仰赖于科学可能达到的成就。从通过计算机获取知识,到繁忙街道的交通管理,再到跟踪和控制致命疾病的公共卫生计划,我们都要依靠建构在科学发现和科学认识之上的科学和技术。

今天,围绕科学的进展出现了复杂的伦理问题,从而引起了某些合乎情理的关注。战争的影响、电子学和无线电通信给人类生活带来的某些变化、向疾病进行的科学挑战以及耐药性疾病的生长、长寿和克隆技术,这些事情引发的问题,都是 21 世纪的公民必须面对的。这些关注更大声地召唤出这样一种见多识广的公众群体,他们能够理解他们作出各种决定的领域。

我们发现我们生活在这样的时代,这个时代比以前任何时代都更需要在世界居民中普及历史知识——特别是科学史知识。不仅如此,这个时代需要明晰而又具批判性的思考能力,以及把科学方法的原理运用到我们时代各种复杂问题的能力。本编告诉你科学方法不断演变的历史,以及对它的发展作出过贡献的人们的经历。讲解这一历史的必要性,现在比以前任何时期似乎更为迫切——特别强调科学家所经历的过程:他们怎样工作?是什么驱使他们渴望获得知识?他们为什么必须重视科技伦理?

本书对科学史采取传记体裁,聚焦在许多个人——科学巨人们身上——他们在许多世纪中给我们带来了各种伟大的科学发现。把这些发现置于时代的长河中,探讨科学家采用的过程和方法。

“科学诞生”这一编,追溯了科学方法和批判性思考的不断发展——从古代开始到科学革命的年代——包括科学探索与其他认识形式之间的区别。

第一部分

科学的先驱：从古代到中世纪

第一章

古代的人们

观察、测量和巫术

有史以来，人们总想知道周围的世界是怎么回事，它由什么组成，其间又有什么奥秘。人们需要知道大地、河流及其河水的上涨规律，需要知道老虎或狮子的生活习性，需要知道食用植物怎样生长、在哪里生长。他们还企图控制可怕的暴风雨、洪水和致命的疾病。那些具有特殊观察天赋的男女成为巫师，他们通过观察积累智慧和知识，作出预言，配制药剂，编写圣诗以预卜未来和诊治伤病员。这些就是科学最早的发端：渴望求知。求知的理由往往出自于实用——为了自我保存和人类的延续。尽管常常也出自于对知识本身的偏爱。

科学实际上与巫术同根——它源于想要知道和理解我们周围的世界，它也出自于减少伤害、改善生活、治病疗伤以及其他许多实际需要。现在许多人发现这些相互纠缠的现象令人困惑。科学发现有时看来就像巫术——诸如存在能够吞噬宇宙物质的黑洞，量子物理中神秘莫测的夸克，或者就是清除某种疾病的能力，例如曾经每年导致上千人死亡的天花。那么，科学与巫术、民间游医或者占星术、超感官知觉等伪科学之间究竟有什么区别呢？

区别并不在于想要的结果或希望达到的目标，而在于程序。科学提供一种程序或者方法，通过它就能得到可测的结果。每当程序出错，它就会自行纠正。从观念上说，科学是一种直率而公正的集体努力。源于意外的微小细节有可能成为解决重大疑难的关键。当然，利己主义有时会妨碍集体合作。但是，科学有效运作的关键在于符合准则，有条理的思考，且坚定承认实验必须是可重复的。