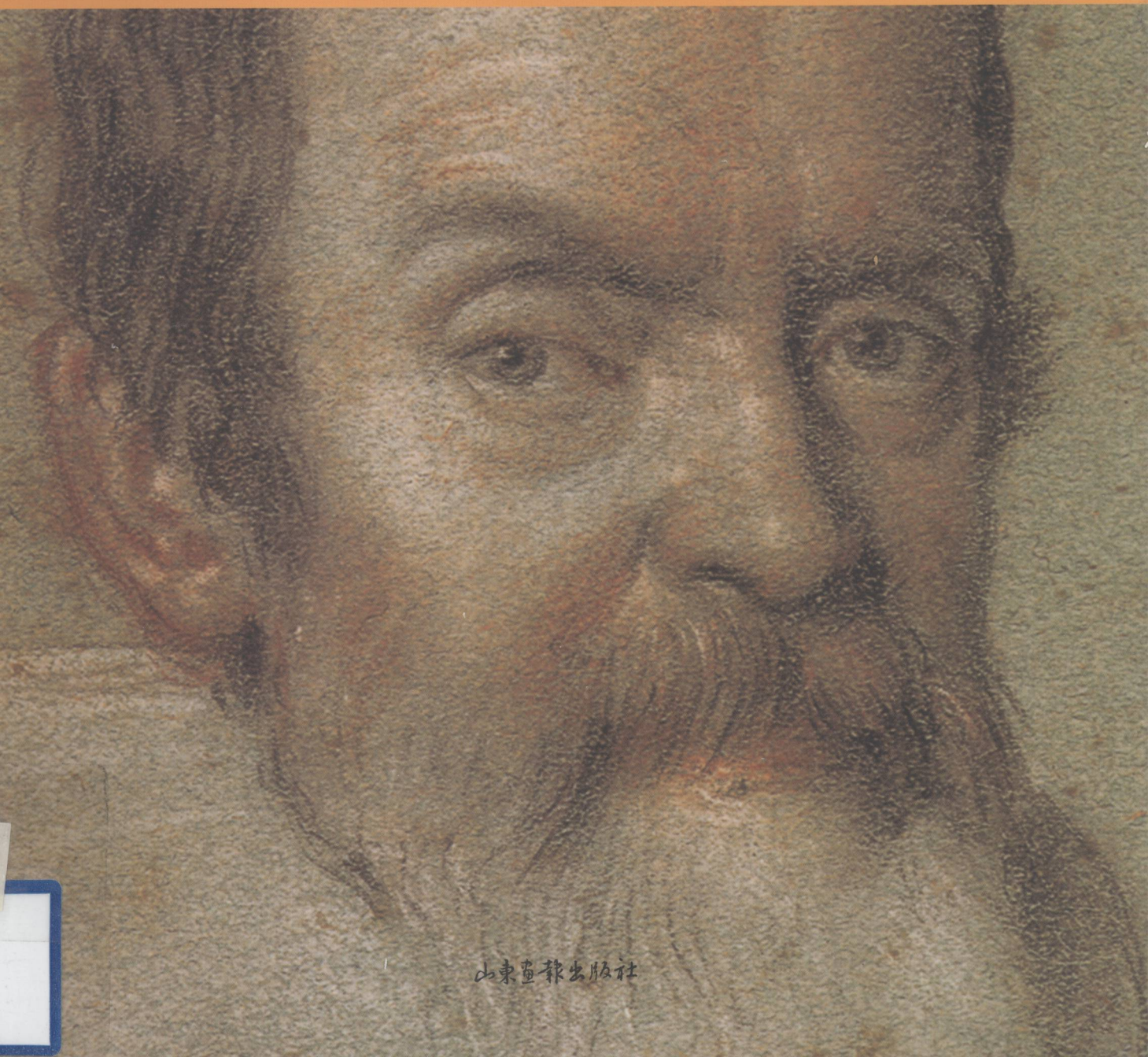


THE CAMBRIDGE  
ILLUSTRATED HISTORY OF THE WORLD'S SCIENCE

# 剑桥插图世界科学史

[英] 科林·A·罗南 著 周家斌 王耀杨等 译



山东画报出版社

THE CAMBRIDGE ILLUSTRATED HISTORY OF THE WORLD'S SCIENCE

# 剑桥插图世界科学史

〔英〕科林·A·罗南 著 周家斌 王耀杨等 译

山东教育出版社

山东省版权登记 图字：15-2005-089号

### 图书在版编目 (C I P) 数据

剑桥插图世界科学史 / (英) 科林·A·罗南著; 周家斌, 王耀杨等译. — 济南: 山东画报出版社, 2009.6  
ISBN 978-7-80713-709-2

I. 剑… II. ①科… ②周… ③王… III. 科学史—世界  
IV. N091

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 108970 号

The Cambridge Illustrated History of the World's Science

By Colin A. Ronan

© Cambridge University Press 1983

本书根据剑桥大学出版社 1983 年版译出

版权所有·翻印必究

责任编辑 于建成 石学亮

装帧设计 李海峰

主管部门 山东出版集团

出版发行 山东画报出版社

社 址 济南市经九路胜利大街 39 号 邮编 250001

电 话 总编室 (0531) 82098470

市场部 (0531) 82098042 82098047

网 址 <http://www.hbcbs.com.cn>

电子信箱 [hcbcb@sdpress.com.cn](mailto:hcbcb@sdpress.com.cn)

印 刷 山东新华印刷厂临沂厂

规 格 201 × 250 毫米

29.25 印张 334 幅图 500 千字

版 次 2009 年 6 月第 1 版

印 次 2009 年 6 月第 1 次印刷

定 价 68.00 元

如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换。

## 译序

20世纪后期，剑桥大学出版社想将李约瑟博士的鸿篇巨制《中国科学技术史》(*Science and Civilization in China*)推向更大范围的公众读者，便请人将原书改写成“让无科学素养的人也能看懂”的普及型读本。于是，一部多达数十册的巨著，在突出思想、压缩篇幅并随时采纳新成果的准则之下，化身成五卷本的《中华科学文明史》(*The Shorter Science & Civilization in China*)而得以问世。

被邀请来完成这个任务的人，就是本书的作者科林·A·罗南(Colin A. Ronan)。令人感慨的是，两位在编写普及本的过程中建立了合作友谊的人，李约瑟与罗南，竟也同在1995年中归于道山。而在那时，卷帙浩繁的《中国科学技术史》依旧在编著之中。

科林·A·罗南(1920~1995年)是一位天文学家，科学哲学和科学史领域的专家，又是一位科普作家。他曾出版关于东亚地区考古天文学方面的著作，还曾任英国天文学协会(British Astronomical Association)的会长与协会刊物的编辑。为了纪念他的成就，人们用他的名字命名了一颗小行星：4024 Ronan，该行星由鲍威尔(E. Bowell)于1981年11月24日在安德逊山(Anderson Mesa)发现。

罗南可算是一位高产的科普作家，除去本书和前面提到的《中华科学文明史》之外，另有《实践天文学家》(*The Practical Astronomer*)、《观天手册》(*Skywatcher's Handbook*)和《科学及其在世界文化中的历史与发展》(*Science: Its History and Development among the World's Cultures*)等多种著述。

本书的中译本是集体合作的成果。参与本书翻译和校对的同志，均为“中国科学院老科技工作者协会科普讲师团”译者团成员。各章节具体分工如下：

引言 周家斌译，王耀杨校

第一章 周家斌译，王耀杨校

第二章 戴自炘译，沈乃澂校

第三章 徐元培译，戴自炘校

第四章 赵世学译，周家斌校

第五章 沈乃澂译，王耀杨校

第六章 沈乃澂译，王耀杨校

第七章 王耀杨译，沈乃澂校

第八章 王耀杨译，沈乃澂校

第九章 王耀杨译，林元章校

第十章 林元章译，王耀杨校

封面、勒口、目录、参考书目、致谢、索引 高杉译，王耀杨校

周家斌和王耀杨对全部稿件进行了统校。

关于本书翻译的技术性细节，有几个问题需要向读者交代。

1. 对于原书中出现的人名和地名，我们都尽可能给出了音译，这就遇到了译法统一性的问题。我们的原则是在保证本书内部统一的前提下，对于所有人名和地名，都在第一次出现时将其外文拼写附于括号中，以备读者查证。此外，诸如希腊哲学等部分中涉及相关名词的译法，由于译者的浅陋恐亦不无错讹，故均标出英文原字，供读者参考。

2. 原书中涉及的古代著作的译名，除去中文著作必定查明原名之外，外文著作尽量给出译者了解限度内所认可的“习惯译名”，但仍有部分著作难于加以确定，其中大部分是在国内很难查阅其原文以便给出最恰当译名的，我们仍然是在其首次出现时在括号中给出外文原名，“以俟能言者”。

3. 关于文中引述材料或所提观点中值得商榷的地方，我们本着保持原文风貌的原则，只在译注中给出商榷意见，供读者参考。

科学通史难写，写出来也难讨好，这大概是在所有史学相关领域中人所共知的事情吧。然而，以笔者之浅见，罗南此书，可算是在普及性和学术性之间取得了较好的平衡。

处于阳春白雪和下里巴人之间，是件好讲不好做的事情，笔者亦无能力陈说分明，仅试以自己往日学习的体验加以解释。我自己学习的科学通史的入门读物是丹皮尔的《科学史及其与哲学和宗教的关系》，那是一本重视“外史”多一些的科学通史著作。当时的感觉是振聋发聩。对于学习自然科学的学生来说，丹皮尔在探讨科学与哲学及宗教思想的关系时，所表现出来的博学和下结论时的谨慎都是前所未有的。然而继续下去，便出了问题——因为我急不可耐地转向了经典：托马斯·库恩的《科学革命的结构》。在读到关于拉瓦锡革命的评述时，便遇到了困难。作者在陈述观点时无疑预设了很多在他看来是显然，而对于身为初学者的我来说，则远非如此的前提。当时仍未知天地广阔的我，自恃学习化学出身，对于这样的情况当然格外难以接受，便“发奋”去查阅柏廷顿的《化学简史》。后者虽然只是一套超级大部头的简写本，却称得上是材料丰富详尽。然而读起来仍有莫大的困难，因为它的记述往往是采取当事人在特定历史环境下的原始叙述，而不是以今天的语言改写的（当然，大量陌生的无机反应也须查阅“无机化学丛书”等参考读物）。对于初学者来说，是“移时的（anachronical）”还是“历时的（diachronical）”，总会是一个不小的问题。说来有趣，帮助我填补这一观念空白的，居然是早年所读的尼查耶夫的《元素的故事》和山冈望的《化学史传》。严格地说，后两本书甚至不能算是科学史著作，而只能算科普书籍，但是它们却相当好地（至少就我自己的能力和水准而言）解决了我的“历时性”困难。再由此上溯，去读柏廷顿，读库恩，就有一种拾级而上的安全感。

此后的时间里，每每看到一本科学史方面的书，我总会忍不住问自己：它在哪个台阶上？是否恰好足以填补一个观念层面上的空缺？从这样的角度来考察，我觉得罗南的这本科学通史，至少可以让我自己感到满意了。当然，一本通史著作，究竟好与不好，需要经由时间的考验。这一点，有赖于读者诸君品评。笔者在此陈述的管窥孔见，只是把自己的感受表达出来而已。

科学通史是一个大主题，所涉内容广博庞杂，实非个人甚或数人之力可以通达。贤达如作者，在自己的专业领域中驰骋挥斥，亦不免有错讹偏歧之处。译者自问算得“敢竭顽鲁，采其所见”，然而真到交出终稿之时，心中仍不免惴惴难安，但望“博物君子，详而览焉”，不吝指教。读者诸君如有指教，不妨发信至 KPXJT@yahoo.com.cn，不胜感激。

值此译著出版之际，译者谨对中国科学院老科技工作者协会科普讲师团团长翁祖平教授对翻译工作的策划和关注，以及山东画报出版社于建成编审的辛勤劳动致以衷心的感谢。

王耀杨

2008年4月21日于北京师范大学

# 目 录

译序 .....	001
引言 .....	001
第一章 科学的源头 .....	003
第二章 希腊科学 .....	045
第三章 中国科学 .....	096
第四章 印度科学 .....	144
第五章 阿拉伯科学 .....	155
第六章 罗马与中世纪科学 .....	192
第七章 从文艺复兴到科学革命 .....	211
第八章 17世纪与18世纪科学 .....	264
第九章 19世纪科学 .....	335
第十章 20世纪科学 .....	384
参考书目 .....	423
鸣谢 .....	428
索引 .....	432

## 引 言

战争打响了，  
残暴、粗鲁、浑身沾满鲜血的国王高唱着战歌走向他的宝座。  
你没有唱。  
难道战争是高尚的吗？  
那些为光明而奋斗的人们没法想象他们希望获得的胜利竟是这样，  
一代一代的默默无闻的发现者、孤独的先驱者、囚犯、被流放者、  
为真理殉难的烈士深深地思考着。

阿尔弗雷德·诺耶斯 (Alfred Noyes), 《启蒙者》(The Torchbearers), 序幕：天文台

1917年末，在被称为历史上最血腥的战争的最后12个月里，诗人阿尔弗雷德·诺耶斯和两位美国天文学家驱车行驶在通往加利福尼亚州威尔逊山 (Mount Wilson) 顶峰的新修的路上。他们的目的是测试一架刚制成的大型望远镜。这台比以往的仪器能够探测到更远空间的大型仪器是诺耶斯的两个同伴之一，乔治·艾列利·海尔 (George Ellery Hale)，凭借着坚忍不拔的毅力完成的。这台望远镜功效非凡，特别是在夜间。它具有坚实的理论基础并且给人们展现了此前未知的宇宙的广阔图景。它的实践应用会使人失望吗？这台装置取得了极大的成功。5年的辛劳花在磨光100英尺的大镜片上，所有的创造性和努力都用于设计和建造巨大但十分精致的透镜上。事实证明这样做是值得的，因为这是一架使人类快速进入一个科学发现新时代的仪器。

诺耶斯被这件事深深地感动了。科学家的朴素和敏感，他们深情的希望和忧虑，激发了他自己的想像力。他看到了他们工作的各个方面，看到了他们为揭开蒙在人们所生存的宇宙上的巨大面纱所进行的努力。他认识到，这实际上是一场伟大的战斗，一场通过不断增加自然知识来战胜愚昧的战争。毫无疑问，在他冥思苦想之时，在他为远处太阳的光芒激动之时，他仍然记得当时他的同胞正在佛兰德 (Flanders, 佛兰德为欧洲中世纪伯爵领地，包括现在比利时的东佛兰德省 [East Flanders]、西佛兰德省 [West Flanders] 以及法国北部部分地区。——译注) 的污泥渌水中被屠杀，被送去服苦役，因反对醉心于征服野心的国王而死。他提出的问题引起了小小的惊叹，而今天发生的悲剧仍然同半个多世纪以前一样。

政治思想家和民族主义者仍然热衷于战争，他们认为这是实现野心的途径。但是，世界已经记住了战争的恐怖，并且试图避免悲剧再次发生。不幸的是，战争仍然是当时世界的主导倾向。历史书写的是一些人对另一些人的征服，而不是



人们在破除愚昧无知和迷信方面的成就。在英国，虽然关于反对异族统治的斗争很多，但没有纯粹的关于人们在科学方面获得成就的历史。

诺耶斯的这些言论引起了共鸣，因为人们普遍承认历史文献仍存在着很大的缺陷，而科学史则在哪里都没有出现。他并不是要把强权政治的历史抹去，而只是强调长期以来历史中很少记录的那个方面。今天，当科学在每一个男人、女人和孩子生活中的作用变得日益重要时，人们渴望知道整个文明世界的起源和发展，需要对科学给予更多的重视，看来是再清楚不过了。这是我们能够看到人们聪明才智的尽情发挥的唯一方法。因为科学已经渗透到地球上每一种文化之中，它产生于人们对其所在世界的好奇心。害怕科学是由于对自然界及其起源的无知和误解。

现在这本书里，不可能包罗每个时代和历史上每一种文明的所有科学与技术知识的细节，而且大量信息对于那些对科学了解不多的读者也是不需要的，因此我们需要确定哪些内容需要包含，哪些内容应当舍去。我们首先确定只讨论所谓纯粹科学，而不涉及技术。也就是说，只涉及那些与发展人类知识有关的科学思想，而不再涉及它的实际应用。显然，在古埃及科学和现代化学之间强行划一条线是不可能的。不过一般说来，科学致力于推进观念的发展，而不是技术的改进。再者，科学的定义是随时代而变的，医学就是如此。在早期的文明里，医学属于科学的范畴，因为它给人们提供了有价值的生物学知识。而在20世纪，它已发展成为一个包含更多技术内容而不是科学信息的领域。另外，本书试图对那些被科学革命所取代的科学和现代科学给出相同篇幅的介绍。这是因为，自文艺复兴以来的大部分科学史有相当类似的本质。早期文明具有富于创造性的、大胆的和充满想像力的工作，它们的价值似乎仅仅在最近才被承认。

本书的另一个目的，在于对从古至今的科学和科学思想作一综述。这是一个令人激动的大胆的想法。这个想法部分是由于发现的激情令人激动，部分是由于这些故事将使我们进入那些令人激奋的遥远的古代。它的面貌与我们的完全不同，它的思路是我们现代人所不熟悉的，而且通常与我们现代的文化完全不同。我们将不得不抛弃我们通常认可的想法，发挥我们的想像，把目光投向另一个时代。这样做有时是不容易的，但为了了解它所带给我们的惊喜和新鲜感是值得的。

## 第一章 科学的源头

科学是一项大规模的智力探险活动，从事科学工作需要活跃且有创造性的想像力，同时又要以坚实的观测资料为基础。科学集中了每一种文明中最优秀的思想，而这些文明已经发展到足以应付自然界的挑战。虽然事实对科学是需要的，但科学并不是事实的简单堆集，科学是一个把事实和假说或理论结合在一起的有逻辑的系统。这个理论本身是和它所形成的时代的一般面貌相一致的。这个理论必须是非常合理的，以便足以包含那些合乎逻辑的思想。同时它又必须是开放的，使它可以在其后发现的事实基础上加以发展和修正。我们将会看到，这个理论常常是因各种原因而随时间变化的。一定程度上，这种变化是在新的复杂实验的基础上产生的。科学是一个不断增长、不断扩展的知识整体。但是当宗教、哲学、社会和经济对科学增加影响时，科学的历史也会经历和更一般的历史一样的动荡。

如果不面对巫术的挑战，就不可能讨论科学的历史和理论。巫术是以把招魂术和神学混合在一起的方式来看待世界的方法。对于任何把现代科学仅仅看成是一部神奇巨著的人，在本书中提到巫术似乎是令人奇怪和不可接受的。然而，在理解自然界时，表面看来完全不同的方法确实具有很多共同因素。巫术采用了一种把自然界和人与自然关系进行综合表述的感性方法。在原始社会里，巫师、骗子、巫医制造了一种祈雨活动，他们把雨和庄稼的生长联系起来，把自然界的一个方面和另一个方面联系起来，并将人的生存归功于自然界的行爲。他们对于人类及其周围自然界之间的联系具有特定的认识，某些早期的理解是，如果有正确的操作方法，人们就可以控制自然界的力量，并使这种力量为自己的利益服务。

巫术在最远古的人们中间流行，还在当今某些相当原始的文化中起作用，那么什么是巫术最本质的信念呢？巫术总的来说是关于自然界的一种泛灵论的观点。巫术认为世界充满了精灵和神秘的精灵力量，并受其所控制，这种精灵力量可能居于动物身上，也可能藏于树中，或者海洋中和风中，而巫师的任务就是使这种精灵力量服从自己的目的，使自己与这种精灵力量融为一体。因为看到了一个可以与之共鸣的世界，他制造了符咒、签符，准备了药水。这种想法产生了感应式的或模仿式的巫术。人们吃鱼以吸取它的某些特质，或者打扮成动物，表演捕捉和杀死动物的过程，以此来祈祷狩猎能够成功。人们绘制动物的图像或者制作动物雕塑，以便从中吸取力量，这种力量使人处于对动物的优势地位，并帮助人们捕获猎物。巫术的世界是一个关联的世界，而不是对立客体的世界，它建立在人们与周围世界的生活和状况之间相互关系的基础上，这个世界的力量是拟人化的，每件事物都有它自己的影响。

巫师对于自然界的一般关系可能只有模糊的了解，尽管有各种误解，但是他们的操作行为却导致了（尽管也仅限于）关于各种物质的经验性知识。例如，他们使用的药水的成分最初来自于巫术团体，他们的成功或者失败会逐渐地说明什

见第 14 页图

么成分是真正灵验的，而什么成分是无效的。慢慢地，有实际意义的知识被搜集起来，并且投入使用，根据经验加以描述。这在一定程度上使巫师首次与经验研究挂上了钩，并且成为现代科学家的遥远的先祖。在时机成熟时，人们开始从事对自己的福利更有意义的事，例如兴建水利工程。他们开始有意识地或者下意识地使精灵世界的力量起到更具有实际意义的作用。千百年来，强调精神和强调物质这两种方法处于和平共存状态，只是当人们控制自然的技术力量越来越大时，人们才被迫重新估价精灵世界的作用。

当人们认为世界是在精灵和灵魂的力量控制下由亲和力所构成的时，巫术的观念是把自然现象联系在一起的很自然的方法，但是当古代中东社会进一步发展时，对于自然现象细节的兴趣产生了知识的更加实在的形态，同时巫术慢慢地衰落了。它的神秘特点被滥用，或者是为了显示魔法的个人目的，或者是为了树立特权的地位和传播无知和迷信等公众目的。巫术的衰落使古希腊的哲学家采用了完全非巫术的表达方式。这样，他们就形成了独特的思维性格，此后一直是西方科学文化的中心特征。

有些人否认在史前时代存在任何真正的科学。对他们来说，早期的医学，史前的科学和技术是完全实用性的，并未给出基本原理。然而，从巫术所表达出的内容来看，很明显，确实有潜在规则和基本原理的体系。它们宣称，世界上栖息着的不仅是可见的人类、动物、植物和矿物，而且有一个不可见的精灵和精灵力量的世界。这些力量有时能被任何人看见，例如在打雷闪电的时候，或者在地动和发洪水的时候。人类和动物的疾病、瘟疫则是罪恶的精灵作祟的证据。因此，物质世界的自然现象是与精灵世界相联系的，这种过程的发展是在两个世界里同时进行的。当然，今日的科学界是不会认同这些基本看法的，但在很早的时代提出这样一个说法，是可以理解的事。他们提供了一个解释人们所经历的各种现象的可以接受的图像。

当神的世界操纵自然世界的观点流行之时，祭司和巫师的知识中也具有一些科学内容。他们一方面具有科学知识，同时又信奉众神。对他们来说，科学和宗教是不冲突的，两者都是现实世界联系的体现。在史前和早期文明里，科学是自然和精灵的解释的混合物。这里之所以把它作为科学来叙述，一方面是因为它是把观测到的事物联系在一起的合乎情理的方法，另一方面是因为它包含某些真理和某些观测事实或者解释。这些观测事实和解释逐渐被集中起来，某个时候会提供一种非巫术式的观点。

在古埃及，祭司常常通过他们作为科学知识守护者的作用获得权利。正如我们将看到的，在许多地方，科学与历法和农业年度相联系，因而这种知识就意味着利用法规和管理行使权力，因此某些学科（例如天文学）有时会与保护国家机关相联系。具有这种知识和机密是高层社会人士的象征。后来的社会中（例如希腊），这一点导致对科学的知识性的强调超过对其实际的可操作性和经验方面的强调。

以巴比伦时代后期为例，目前已发现“新方法”出现的迹象，那么“新方法”的本质是什么呢？它与其所取代的秘传的、操作性的知识有什么区别呢？这个新的提法应当与经验有合理的联系，是对自然现象进行不求助于鬼神或者超自然因

素的解释。它避免神灵的干预。雷暴不是马杜克神（Marduk）表现出来的愤怒，而是某种“不明力量”的结果，它的出现与任何超自然的因素无关。至于众神，对于无神论者是不需要的。虽然其实践者有时也因此遭受非难，但是神灵仍然有他们的地盘。正如千年之后的伽利略喜欢引证的那样，《圣经》指出了通向天国的道路，但没有指出上帝是如何到天上去的。自然事件是自然原因造成的。在永不放弃地追寻一般性的，即对于过去、现在和未来都正确的行为模式的过程中，其遵循的不是反复无常的精灵的一时性起，而是仅仅归结为整个世界建立的方式。在本质上，这样一种科学观点并不一定比巫术观点更富于逻辑。它只是看待世界的不同方式，是基于不同的前提，但是科学的观点提供了一种比通向巫术的途径更强有力的认识和控制世界的方法。

为理解我们生活于其中的世界而斗争是一项崇高的事业。这是一场长期的斗争，我们现在的科学认识是向更加深入地认识世界的道路前进的一个阶段，而不是最后的终点。我们现在的科学理念总有一天会被新的、改进了的理论体系所取代，就像现在的理念曾取代此前的认识一样。例如，西方学者一度普遍认为，行星和恒星固定于以地球为中心的水晶球上。这种看法使关于天体运动的最杰出的思想家备受困扰。这种观点后来被一种天体是在空寂的空间中运动的观念所代替，但它又提出了挑战知识界的问题。现在我们已发展为天体运动是由相对论时空宇宙中的万有引力所引导的观点。这是现代观点的最新提法，但它仍不是最后的结论。毫无疑问，会有新的更加完善的理论来代替它。

这种新的理论不会再考虑巫术，因为它已被否定了，但是肯定还有些人在寻求宇宙中的各种联系，各种相互关系，甚至有巫术色彩的灵魂的观点。他们相信，世界上存在着现代科学所揭示的规律之外的东西，他们甚至想用科学的语言对此做出解释。他们谈论某些不能描述的力和感应，或者因为它们没有得到适当的研究，或者因为它们的存在其实是关于信仰的问题而不是理性的问题。这种看法是被今日的科学否定的。这部分因为现代科学的观念是经得起推敲的和不断发展的，而更重要的是，因为至今尚没有这样一种新的替代性的理论。它可以更全面，能产生新的可供独立检验的观点，并以现代实验标准去验证其真伪。现代的带有巫术性质的理论是失败的，这不仅因为它与现代科学不合，而且因为它不是充分严格的理论和实验研究的结果，因为对今日的科学来说，一个理论即使说得天花乱坠但却无法证明其假设，它就不具有严格实践的或理性的基础，因而就什么也不是。

## 早期的科学

如前所述，科学的火花在几千年前或者更早的时间出现于中东。它出现在人们主要但不完全是为了生存而获得知识的时代。人们开始整理分析植物，其中包括一些既非药用也非食用，只是纯粹基于兴趣而加以研究的植物。人们捕捉动物，并按这些动物能不能驯化加以分类。随着生活需求的提高，人们的知识也扩展了。他们找到了举起重物的方法，造出了滚轴、滑轮和轮子，农业技术发展了，人们加工兽皮，发明了纺织，制造了陶器，熔化了某些材料。他们有时表现出非凡的独创性，木薯首先在中美得到应用就是一个突出的例子。这种植物以块状的根进行

栽培，可以用于做面粉、面包、淀粉，给衣服上浆，制造酒精饮料。不过它的块茎在自然状态下有毒。这种以氰化物形式存在的毒素经磨碎、压榨和加热来去除。但是中美印第安人是怎样发现这些的呢？要知道有毒不难，但是如何去除它的毒素，并认识到把它保存起来，不仅用于食用而且作为主食，就是有研究性质的专门工作了。研究逻辑是先以直接的物质性关联的形式建立起来的，之后进入更一般的想法或理论阶段。

在史前时期，人们就发现了草药的用途，有时还在其中添加些其他成分制成早期的药品。而牧羊人和饲养牲畜的农民（人们在公元前7000年开始圈养动物）一定会学到很多关于动物繁殖的知识，并了解一些动物疾病以及诸如固定动物断腿等给动物治病的方法。接生婆的工作是最早的医疗服务。医生这一职业当是最早的专业工作之一，尽管那一定会是带有宗教色彩的。

最早的医生使用草药和动物药物，但是其工作方法不限于此。他也使用符咒，企图以此驯服制造疾病的魔鬼。他还进行占卜。占卜有很多种形式，占卜时必须给动物服大量的药物，并观察它是否能活下来。这就会给医生一些启示：好的精灵是否伴随着他，他的巫术或他的草药是否将获得成功，还是需要做一些改变。他企图把病魔驱赶到另一种活着的动物那里去。这是替罪羊原理（scapegoat principle）的一个早期的例子。但是，不管他用什么办法，他必须积累经验并且汇编一套具体的操作办法。

早期治疗的最令人惊讶的方法是一种可称为穿孔的手术。它的方法是在颅骨上打一个洞。人们到底是为什么做这件事，我们现在只能猜测了。可能是想通过冲击来减轻病痛的压力，也可能是希望病魔从洞中逃走，但是不管什么原因，这种手术是在活人身上进行的，因此只能认为，为了用石头钻头长时间在骨头上打洞，使用了某种草药或大量酒精一类的药物对病人进行了麻醉。穿孔手术、其他一些简单的外科手术以及伤口的缝合，无疑都给人们提供了一些人体内部情况的知识。

不过，对于我们今天称为生物学的这门科学来说，科学知识体系的形成过程是漫长的。在很长的时间内，人们仅仅限于收集零散的资料，积累详细的证据，而将这些资料综合在一起形成将知识表达得非常清楚的形式则是另一类问题。即使是用一种动物或植物，也因为有许多种类，因而很难知道如何把它们综合在一起，也很难说根据什么来进行综合。但是，进入物理学领域，情况就不同了。这里观察因果关系就容易多了，并且有可能找到可以在更大范围内应用的基本概念。关于数字的概念就是一个例子。

数字可以用于很多问题上，可以说能用于任何事物。所以人们很早就对数字有认识了。人是一个独立个体，这就是1。人有一张嘴，一个鼻子，一个头，一个身体。人还有两只眼睛，两只耳朵，两个手臂，两条腿。人有两性，男女两性是成对的。同样，还有冷热、干湿、明暗这类不同的性质。一个家庭，有一个男人、他的妻子和孩子，形成了三位一体，一个三人组。三条腿的凳子也是一种三位一体的表现。手有拇指和四个食指，它是一个整体，就是一个1（一只手，一个拇指），而拇指以外的手指构成一个4，即四个1组成的四件套。食指和拇指合在一起，就是5，即一个4和一个1。这样，算术的基础就有了。

这之后，便首次有了计数的概念。这是一种可以不考虑是否存在任何实体的抽象概念。你可以考虑1、2以及你想到的任何数字。从此以后，数字似乎有了它们自己的性质。数字出现在所有的地方，它具有普遍性。2也可以出现在很多场合，出现在所有的偶数的情况。但是，还有一种数叫奇数。一些奇数除了1以外，不可以用其他数除尽的。这些数看起来是特殊的，它们具有与众不同的个性，具有显然是与神秘和威力有关的重要性。它们不久就发展出一种数字巫术，神秘主义的数字学。

算术这种富于实用性且强有力的技术是和数字学同时发展的。数字很快增长到难以用手指和脚趾计算的程度。在文字发明以前，计大数有一定困难。在需要计数时在木板上划出很多道痕并不是什么难事，但是每次当人们希望知道这些划痕的总数时，必须非常正确地数出这些划痕的总个数。这就非常繁琐了。

解决这个问题的办法就是分组，比如说事先规定五个划痕为一组。每个5个划痕的组后面留下空档，然后再划5个划痕。这样就容易辨认，这就有了需要知道正确的总数的办法。当然5个一组仅仅是一种可能的分组法，也可以有其他的分组法。如我们将在后面看到的，玛雅人就选择20个分为一组。但是最常用的是以手指和脚趾为基础的10个一组的分组法。

一旦有了以分组或其他依据为准的数字系统以后，就很容易进一步发展出加、减、乘、除四种算法。特别是，引进加减法的完整概念是很有帮助的。因为，一旦有一个基础，表示下面这件事就比较方便。例如，有这样一个数，它比20或者30或者其他分组法的若干倍数少一个小量，这时就不用再从1开始数了。于是，29就是 $(30-1)$ ，47就是 $(50-3)$ ，如此等等。应用划痕分组或者树枝分捆的方法，做减法运算就非常方便了。当然，计算所有组的划痕总数就从加法推进到乘法了，而乘法本质上是加法的推广。当总数很大时，乘法就比做加法容易而且快捷。

天文学可能是应用数学的第一个独立的学科。把天空当做时钟或日历，就需要用到数字。为了测量月亮或星星和大地之间的距离，也要涉及到数字。但这个问题已超出了数字的范围。如果一个人想知道地面之上的月亮离他有多远，他必须测量他没法达到的距离。他必须用一种新的方法来测量距离，或者是伸出手臂，看看在月亮和地面之间有多少个指头的宽度，或者用两个伸出的手拉一根线，用同样的方法来确定这个距离。如果他不想得到不同的答案的话，就必须把手臂全伸出来进行这种测量，因此，这种测量方法是一种与测量通常的长度不同的方法。这是测量角度问题的第一步，是后来被证明非常重要的一种测量方法。

见第15页图

这听起来非常好，但实际上在很大程度上只是一种推测。我们不知道人们从什么时候开始测量角度。虽然在早期的美索不达米亚（指西南亚的底格里斯河和幼发拉底河流域地带。——译注）确实是用测角度的方法进行测量的，而且我们清楚地知道，公元前2000年时的巨石柱（Stonehenge）就是这样建造的。月亮和星星的位置对于史前人类来说是非常重要的，确定它们的位置就意味着要测量角度。今天如此多的人生活在城市环境里，很少有人夜间看天，月亮和星星完全没有作用，但是在远离人造光源的农村，情况就完全不同。在中东，满天星斗是非常重要的和不容忽视的。毫无疑问，史前人类在夜间是要看天的。他们一定怀着敬畏和好奇的心情这样做过。

见第33页图

那时，变化的天空幻景对于早期人类来说，还只是限于俘获他们的心灵和想像力。在整个夜间，天空缓慢地进行着美妙的转动，带着星星从大地的一边走向另一边。这种情景实在是太值得观赏了。而且，月亮也在运动，它不仅像星星一样升起落下，而且还改变着形态。它从小小的月牙开始，逐渐变大变圆，直到成为天空中的一个大气球，然后又逐渐变小。月亮还是一个相当理想的计时器，它的形状完成一个循环大约是29又1/2天。几乎所有早期的历法都要根据月亮来加以确定。

群星作为一个整体运动着，穿过天空，犹如整个天穹在转动着，这种可能曾被人们如是认为的景象夜复一夜，年复一年地维持不变。不同的群体可能会以不同方式理解这种景象，但是各种选择之下的根本原则是一样的，即将群星分组，用来描绘动物，男、女英雄，或者诸神。还有一些游星(wandering star)，它们游弋于天空之中，人们称之为行星(planet)。“Planet”一词来源于希腊语“漫游者”。行星的飘忽不定的行为想必曾令史前天文学家惊奇不已，行星的运动正是激励他们进行科学研究的强大动力。

于是，天空展示出连续变化的图景，它是有规律的，又显然是令人惊讶的，因为不仅行星是变幻莫测的，天空中的其他现象也是如此。例如，某些星星似乎是掠过地球的(流星)，某些明亮的星则不期而至(彗星)，还有那些围绕着太阳和月亮的虹和晕。没有人可以忽视它们，或者不被它们的魅力所吸引。事实上，天空总是激发人的想像力，因此人们不断改变着关于天空的信念。人们关于天空性质的认识的增长，构成了引领我们穿过不同文明文化差异的迷宫的那根线。此外，人们关于天空的思想就像一面镜子，它反映了人们的科学观念的增长，这些对我们展开下面的故事是特别有用的。

## 埃 及

公元前4000年至公元前3000年的新石器时代，在现在的伊拉克西部和西南部的美索不达米亚和埃及地区，文化得到充分的发展。这里建立了最早的正规城市和国家。但是，这两个地区产生的文化是有某些差异的。

埃及地处尼罗河两岸，南部和东西边境地区的环境恶劣。实际上，它就像是一个孤岛，北边受到大海的限制，其他边境则被沙漠包围着，因此埃及文化表现出某种闭塞的特点。它是保守的和内敛的，基本上无意于扩张或者征服其他地方。对埃及人来说，埃及是一个自我封闭的世界，它有自己独有的神明，有自己特有的生活方式。埃及的语言和象形文字同时发展，特别是象形文字系统是独立的，不适合用来表达其他的语言。在和其他国家的外交信件中，埃及用的是一种完全不同的书写方式。它实际上生活在一个封闭的文化环境之中。

但是，即使说封闭性是古埃及的基本特征，它的文化仍然具有很大意义。埃及之外的国家是以羡慕的眼光看待埃及文化的。只是因为沙漠的阻隔，使它免于受到不怀好意者的侵害。一些游牧民族确实进入并居住在尼罗河三角洲的人口稀少地区，但这个国家的和平稳定并没有受到扰乱，它基本上是一片农民和书记员的土地。

通常发生在7月份的尼罗河一年一度的泛滥,对于埃及人的生活极为重要。他们在每个时期都建造了运行良好的灌溉系统,并且特别注意每年洪水季节时对水的利用。丰收很有保证,通常一年收获三次。大部分处于尼罗河三角洲地区内的埃及的畜牧业状况也很好。虽然农业的方法是原始而保守的,但对埃及人来说,开垦荒地糊口不成问题,而且,果园和菜园的产品质量也是非常高的。

见第 17 页图

埃及在公元前4000年时成为一个统一的王国,其间只有两个动荡不定的时期。这种统一局面一直维持了2000年以上。主要的统一时期被称为古王国、中王国和新王国。其中有一些早期的王朝和动荡时期。这些王国分列如下:

		大约时间
早期的王朝	王朝 I 和 II	公元前 3100~前 2686
古王国	王朝 III—VI	公元前 2686~前 2160
动荡时期	王朝 VII—X	公元前 2160~前 2040
中王国	王朝 XI 和 XII	公元前 2040~前 1786
动荡时期	王朝 XIII—XVII	公元前 1786~前 1567
新王国	王朝 XVIII—XX	公元前 1567~前 1085
衰落和异族统治时期	王朝 XXI—XXXI	公元前 1085~前 332

当时的统治者是法老。如果考虑到他们确实注意到保证国民享有相当舒适和快乐的生活,并以看来能被普遍视为公正的法律来进行统治的话,他们的专制统治中是混有向普通民众负责的理念的。

埃及有一套强大而有效的行政系统,其中大部分以大圣殿为中心,不过有时法老本人拥有很大的行政权力。其中,第 X II 王朝时期底比斯(Thebes)城的阿门内姆哈特(Amenemhet)和他的后继者最值得重视。行政当局对重量和长度进行了标准化,而雇工和抄写员或者用象形文字或者用草写僧侣体(hieratic script,指僧侣用的一种比象形文字简单的古埃及书写体。——译注)书写(在希腊语里,Hieraticos意为教士和祭司,故 hieratic称为僧侣体)。埃及文是写在纸莎草纸上的。这种纸在早期的埃及就开始制作了,时间大约在公元前3500年以前,即前王朝(Pre-Dynastic)时期。它是用大量生长在尼罗河三角洲湿地中的高大的纸莎草的叶制成的,制成后呈片状。这种纸是中东干燥地区使用的理想材料,以后又广泛使用于罗马。在欧洲的潮湿气候条件下,纸莎草纸不易保存,但在埃及,它优于任何其他书写材料。它的使用一直延续到19世纪(顺便提一句,有必要对于把埃及人视为才智绝顶之民族的希腊人加以关注,他们把纸莎草纸叫“bilion”,英文单词“bible”即来源于此。事实上,虽然英文单词“paper”也是从纸莎草纸来的,但纸的材料与纸莎草其实完全不同,它是中国人而不是埃及人发明的)。

纸在全世界的传播,见第 212 页

希腊人过高地估计了埃及人的智慧,至少部分是由于他们访问埃及时获得的印象,因为他们被自己在埃及看到的宏伟建筑惊呆了,但是希腊人对他们从不朽建筑的宏伟景象中所获得印象的理解是不够充分的,因为建筑只是埃及最伟大面貌的表现之一。虽然埃及人从利比亚或叙利亚进口了他们所需要的全部木材,但是尼罗河河谷本身就是一个巨大的采石场,因此他们很快认识到在艺术上使用



本土的材料将会更胜一筹。他们变成了切割石头的专家和艺术高超的雕刻家。他们长于绘画，还是制作金属，特别是黄金工艺品的能手。

见第 15 页图

埃及的不朽建筑早在古王国时代之前很久时就已存在，不过直到第三王朝时，伊穆浩特普（Imhotep）国王佐塞尔（Djoser）的一位重臣，才设计并建造出第一个真正的巨型石头墓穴，即萨卡拉（Saqqarah）的梯级金字塔（Stepped Pyramid）。这个金字塔以及以后的大金字塔（Great Pyramid）使用了超过 2300 万块石灰石，每块重 2.5 吨。它雄辩地证明了埃及人的想像力与建筑技艺，以及他们组织庞大建筑队伍（按照希腊历史学家的说法是 100 万人）的管理能力。能将如此多的劳动力集合在一起，又使他们免受痢疾、伤寒等疾病的困扰，确实是了不起的事情，要知道当时的建筑者是住在没有现代卫生设备的密集营房里。现代研究认为，大概当时的伙食搞得不错，饭菜中有萝卜、大蒜、洋葱这些抑制细菌的天敌。这当然并不是说当时埃及人已经知道细菌，而只是说明他们的实用医学知识已经相当丰富，因而知道在这种情况下应该食用这些植物食品。

埃及人建筑大的建筑物和雕塑时，当然还没有现在这些关于机械学原理的科学，似乎也没有建设者能够遵循的基本科学知识和理论。他们建造这些建筑靠的是丰富的实际经验和结构工程学的目光。埃及人是非常实际的，他们更看重结果是否有成效，而不在于基本原理的推究。简而言之，这种态度带来了成功，但长久地看，这是不利于促进推理和新思想出现的。用一个例子可以说明这一点，阿克赫纳特（Akhenaten）于公元前 1370 年在卡那克（Karnak）建造他的大神庙时使用的技术与大约十三个世纪之前胡夫（Khufu）时代所用的技术并没有本质上的差别。

### 埃及天文学

埃及人对科学推理兴趣较少并且看重实际，这一点甚至在天文学方面也能看出来。对他们来说，天文学是计时方法因而是必备的基础工具，因为埃及人比其他早期人类都更早地关注于时间的计算。这也许是由于大范围行政管理的需要，他们忙于确定在规定的时间内做什么，并按时间计算赋税。但是，不管什么原因，埃及天文学不看重太阳和月亮的理论，也不研究其他行星的运动，尽管他们知道行星在某些固定的星群里漫游。他们无疑有自己独特的星群分组方法，但是他们的方法是如此地不精确，以至于现在仍然无法确定。只有少数几颗星是例外，它们所在的星座与后来的习惯说法相吻合。例如，在北方星群中，我们现在能确定的唯一星座就是犁形或勺形星座（即今天所说的北斗星。——译注）。

见第 16 页图

画在格林菲尔德（Greenfield）纸莎草上的宇宙图是埃及人天文学成果的一个例子。这是内斯蒂坦布塔舒（Nesitanebtashu）公主（她是约公元前 970 年时底比斯的亚蔓蕊的女祭司）的仪葬用纸，因而是后新王国晚期的文献（这张纸所处时期为公元前 970 年，在新王国之后，故称“后新王国”，即前文时间表中的“衰落与异族统治时期”。——译注）。在这张图上可以看到宇宙的纯粹符号表示。宇宙中住满了神灵。天空是女神纳特（Nut）的身体，下面躺着的地球是神灵凯布（Qeb），站在中间的空气是神灵舒（Shu），正在撑持处于不舒适姿态中的女神。在这张图的其他部分中，还画着两只小船在纳特的上方运动，一个载着太阳，另一