

科学技术史

〔荷兰〕 R.J.弗伯斯 著
E.J.狄克斯特霍伊斯

刘珺珺 柯礼文 等译
王勤民 秦幼云

求实出版社

*R. J. Forbes and
E. J. Dijksterhuis*

A HISTORY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

'Nature Obeyed and Conquered'

PENGUIN BOOKS

First published 1963

科学技术史

要征服自然 必须服从自然

【荷兰】 R.J. 弗 伯 斯 著
E.J. 狄克斯特霍伊斯

刘珺珺 柯礼文 等译
王勤民 秦幼云

求实出版社出版

新华书店北京发行所发行

张家口地区印刷厂印刷

850×1168毫米 32开本 13.625 印张 350千字

1985年10月第1版 1985年10月第1次印刷

印数1—8,500册

书号：13231·222 定价：2.30元

译者前言

科学通史的中文译本，在我国已经出版了丹皮尔的《科学史》(商务印书馆)和梅森的《自然科学史》(上海人民出版社)。前几年，我们读到了两位荷兰科学史家用英文撰写的《科学技术史》，感到这本简要的通史是有特色的。后来，教学需要参考书，就组织力量翻译出来并油印成册。

现在得到求实出版社的支持，正式出版这部科学技术史，是因为：第一，这本书对于技术的发展花费了相当的笔墨，这是上述两本通史所不及的。第二，由于这本书没有阐述生物科学和医学的发展，所以对于天文学、物理学、化学等学科的叙述就比较详细，个别地方的阐述比有的专门学科史还要深入。第三，由于没有讲述现代科学(二十世纪以后)的发展，对于古代和中世纪科学的发展就有了较多的篇幅，其中对于中世纪科学技术发展的论述是我国读者了解较少的。第四，这本书的叙述简要而翔实。虽然全书几乎没有什么引文及转述，然而书中的论断大都有材料作依据。这是因为两位作者的功底较深，有许多论文和专著作为撰写通史的基础。他们在专门领域的工作受到国际科学史学界的尊重。因此，把这样一本通俗的富有特色的科学技术史著作介绍给我国读者是有益的。

翻译科学史著作是一件很费劲的工作，但又非常必要。著名科学史家李约瑟说：“科学史是现代自然科学的成果之一。”由于种种原因，我国近现代科学技术处于相对落后的地位。很自然，近现代科学技术史的研究也就不够深入。但是，这方面的研究工作在国外却有相当长的历史了。科学史在二十世纪二十年代发展

成独立的学科，已经出版和正在出版发行的各种著作是很多的，其中有著名科学家的著作选本或全集，各个学科和各种专题的原始资料汇集，专题论著和会议文集，人物评传，专题史，学科史，断代史以及科学技术通史等等。据不完全统计，世界各国以各种文字出版的科学史期刊不下百余种，每年发表论文的数量也很多，其中有的是很有价值的。由于我国对世界科学技术史的研究还处于学科基本建设阶段，对这些成果的介绍还很不够，而介绍工作又是首先应该进行的工作之一。历史研究既不能为无米之炊，也不应重复别人已经做过的工作，这就是我们介绍《科学技术史》之初衷。

现在，新的科技革命向我国四个现代化事业提出了战略决策的种种问题，了解历史背景对于现状的分析会更加深刻。我们希望这本书对于关心科学技术发展与四化建设的所有读者都能够有所启迪。

《科学技术史》原书为袖珍本，分上、下两册，我们合译为一册出版。本书是在一九八一年译出的，此次出版前，我们又对全部译稿进行了认真的校订。但是，由于学识及能力的限制，错误及不妥之处仍然难免，我们诚恳地希望读者批评指正。

本书译者是：马俊峰（一、二章），张光（六、七章），高文武（十、十一、十二章），刘仲林（十四章），李本正（十五章），秦幼云（十七、十八、十九章），王勤民（二十一、二十二、二十三章），柯礼文（四、八、九、十六、二十、二十四、二十五、二十六章），刘璐璐（三、五、十三章、原书导言、跋及作者介绍），柯礼文、刘璐璐对译稿进行了初校，刘璐璐又对全书进行了复校。

译者

一九八四年十二月

作者介绍

本书的两位作者都是荷兰的科学史教授，狄克斯特霍伊斯是莱顿大学教授，弗伯斯是阿姆斯特丹大学教授。

狄克斯特霍伊斯一八九二年生于荷兰的梯尔伯格，受数学和物理学的专业教育，在梯尔伯格高级学校任教多年。早年的考试迫使他学习了拉丁文和希腊文，由此引起他对自己专业的历史发生兴趣。多年以来，他发表了论述力学史、欧几里德、西蒙·斯台文（他大概是这方面的主要权威）和阿基米德的著作，其中论述阿基米德的最为著名。

弗伯斯一九〇〇年生于布莱达，受化学工程师教育。自一九二三年起一直在荷兰皇家壳牌石油集团的研究实验室和东印度炼油厂工作，成绩卓著。他爱好考古和博物收藏，以几种文字出版了冶金、石油、筑路、技术、食品、蒸馏以及炼金术等方面的历史著作和论文，他是研究人类开发自然财富历史的学者，在国际上享有盛誉。

* 此系原书的注。——译者

序 言

这本书的副标题：“要征服自然，必须服从自然”，是从培根表达他关于科学方法和科学目的思想的许多箴言中选取的。

在现代，一个人只要不是闭目塞听，每天都能明显地感到这个看法的正确性：人类是能够战胜自然、控制自然和利用自然的；但是，要做到这一点，就必须服从自然规律，而服从自然规律又必须首先通过研究去学习这些规律。简而言之，技术必须以科学为基础，科学使技术成为可能。

现代人生活在现代社会中，现代社会以技术为其基本的构成要素，而技术的基础则是科学，所以他们容易把人类生活中科学和技术这两方面的密切关系，看成是不言而喻的，就象人们普遍承认科学与技术的存在一样。这种态度虽是可以理解的，但仍使我们感到不安。因为它造成一种盲目享受的气氛，使人们不能正确评价科学家和技术专家的工作；而他们为使社会达到并超过现有水平在智力上已经和正在做出巨大的努力。

要改变这种不应有的态度，唯一的补救办法就是研究历史。现代知识和技能是从非常原始的起点发展起来的，是许多人不懈协作，共同将前人的成就发扬光大的结果。只有了解了这些，才能充分评价现代科学技术，才能懂得以尊敬和感激的态度来利用它们。

从远古时代直到科学技术开始紧密合作的时期，西方文化在科学技术领域获得了大量财富，本书叙述这个过程的发展概况，旨在对上述问题的认识作绵薄的贡献。

我们面对的主题广泛而复杂，要在这样一本篇幅有限的小书

中加以说明，这个任务迫使我们不得不作高度的选择性处理。因此，我们只得仅限于论述无机物的科学而完全略去生物科学和医学。即使这样，在处理资料时也不能详尽无遗。所以，我们的目的只是对所涉及学科的历史发展描绘一个并非太不完整的轮廓，希望能由此引起读者对于科学通史的兴趣。任何指责作者不全面、不深刻的意见，我们都乐于接受。但是本书后面的详细书目为那些感到需要进一步详细研究的人们指明了途径。

无论现在科学与技术联系得如何紧密，但在历史上它们是沿着完全独立的途径发展的。有很长的一个时期，科学对其成果的实际应用漠不关心，技术又必须在没有科学帮助的情况下发展，而且正当技术能从这种帮助中得到好处的时候，却不止一次地嘲笑了科学。在十七世纪初，有少数人（如英国的弗兰西斯·培根，法国的勒奈·笛卡儿和荷兰的西蒙·斯台文）认识到科学和技术二者可能并应该合作，他们宣传这种看法，但这种思想直到十八世纪才开始付诸实践。这些事件的历史进程在本书的章目中得到了反映。本书是两位作者执笔，在材料方面有所分工，一人负责物理学、天文学及其数学和哲学基础各章，另一人负责技术和与技术有密切联系的化学各章。

作者只对自己所写的内容负责，狄克斯特霍伊斯是第二、三、六、七、九——十二、十四、十五、十七——十九、二十一——二十三章，弗伯斯是第一、四、五、八、十三、十六、二十、二十四——二十六章。

科学史作者面临的基本困难是，历史写作在接近现代时受到材料的限制。许多读者都希望科学发展史的作品在论述科学发展时一直延续到最近时期，都希望它是一种有历史基础的当代科学教科书。这个看法似乎很吸引人，但却是完全错误的。历史方法根本不同于系统方法。它首先要求能够对必须涉及的历史事件作公正的考察。考虑到现代科学的每一个分支可能有的浩瀚内容，要想按历史结构写作教科书或手册是行不通的。

这就是说，首先，一九六〇年以后发生的每件事情，也就是人们通称的现代科学，全部地被排除在本书内容之外了。科学与技术之间的紧密联系主要是在二十世纪才首次建立起来的，也就同样略而不谈了。

处理特定时期的不同学科，对读者的数学训练的要求差别很大，在写作本书时，作为一般原则，希望读者最好能达到大学生水平。而这无论如何是不可能的。叙述完满的科学技术史所给出的知识应该通过引证参考继续充实。由于篇幅的限制，由于适应没有受过专门历史训练的普通读者，作者感到有必要略去引证及脚注。如果能够参考后面书目中指出的著作，当然能够在那里找到足够的文献。

目 录

作者介绍

序言	(1)
第一章	起源.....	(1)
第二章	希腊科学——希腊哲学的一个方面.....	(17)
第三章	希腊科学.....	(28)
第四章	希腊和罗马的工程与技术.....	(46)
第五章	占星术和炼金术的兴起.....	(61)
第六章	早期中世纪的科学.....	(76)
第七章	晚期中世纪的科学.....	(88)
第八章	中世纪的技术和工程.....	(101)
第九章	天文学的革新.....	(117)
第十章	十七世纪的物理学 (1)	
	伽利略时期.....	(132)
第十一章	十七世纪的物理学 (2)	
	笛卡儿时期.....	(148)
第十二章	十七世纪的物理学 (3)	
	惠更斯时期.....	(162)
第十三章	从炼金术到化学.....	(175)
第十四章	伊萨克·牛顿.....	(189)
第十五章	数学, 科学的侍女.....	(205)
第十六章	技术知识出现于出版物.....	(215)
第十七章	牛顿以后的力学.....	(229)

第十八章	热学.....	(247)
第十九章	声学.....	(264)
第二十章	蒸汽机的成熟.....	(270)
第二十一章	光学的进一步发展.....	(286)
第二十二章	十七世纪的天文学以及其后至十九 世纪中叶的天文学史.....	(301)
第二十三章	十八、十九世纪的电磁学.....	(320)
第二十四章	钢和电改变着世界.....	(338)
第二十五章	新化学.....	(355)
第二十六章	近代化学工业的兴起.....	(369)
原书跋	(385)
人名索引	(387)

第一章

起源

推测科学始于何时何地是徒劳的。确实，史前洞穴里的绘画不仅正确真实地描绘出植物、动物和人的动作，并且也画出了诸如原始人观察到的星座位置这样一些自然现象。考古学家已经发现了可能是画着原始文字和数字的鹅卵石，但我们现在还不能读懂它们。从这些遗迹（其日期是地球上出现人类许多世纪后）中，我们只能推断在很早的时代，人类就已观察和记录某些自然现象了。他们是否想解释以及怎样解释这些现象，我们还不知道。人种学家对现代在地球上某些偏僻角落找到的原始民族进行研究，从中得到一些关于原始人思维活动的暗示，但我们还须警惕不要太相信这些证据，因为后来证明这些部落中有些不是原始的，而是退化了的部落。我们唯一确知的事就是，从这些对自然现象的观察中得出的结论形成原始人世界图景的重要组成部分。这些结论被包含在原始部落的占统治地位的宗教和哲学教条中，而不能象我们看待科学那样当作一个独立的思维领域。

早期科学

公元前四千年，在近东的美索不达米亚发明了文字，几个世纪后传播到埃及，这使我们较为肯定地掌握科学观察和科学资料在早期文明中所起的作

用。楔形文字书板和写着象形文字的纸莎草纸告诉我们早期科学家们所走的第一步。随着时代的推移，各种文本特别是数学和天文学方面的文本逐渐地多了起来。

为了理解这些科学家所做的工作，我们还须回想一下现代科学家是怎样工作的。科学家发现了问题（无论他的课题是阐述支配现象的一般规律，或是彻底弄清现象的真实情况），便搜集与此有关的知识和资料。然后提出一个作业假说，根据这个假说得出推论，并通过实验和试验加以检验。根据这些实验的结果，接受作业假说或者加以修改，甚至于完全推翻，而后其他科学家将巩固并运用这个论据。

就我们所知，前古典时代的科学家远未达到做实验这一步。前古典时代仅有几个罕见的实验例子。如一位埃及贵族以曾为国王制造了一口有刻度的“水钟”而自豪。这是一个状似截顶圆锥，靠近底部有一个小孔的容器。然后在里面刻上标记，观察者可以根据水平面的下降读出时间间隔。但是这个实验并未证明或支持某一个假说。

看来，发明文字的目的是为了保留早期美索不达米亚神庙的记载，以及登记交付仓库或分配用的粮食、羊和其他贡品。在早期，我们发现了一些好象按相关的物体分组排列的植物、动物、石头和星星的一览表。在埃及和美索不达米亚发现的这些“辞典”是对精心观察到的自然客体进行分类的最初尝试。它们是这样被分类的：记录它们的特点（真实的或想象的），然后把那些有某些共同特点因而看起来是以某种方式相联系的物体或生物划归为一组。

在某些古苏美尔（下美索不达米亚）文本中所使用的术语特别强调这种联系。一个“种”的所有成员都用一个通用的名词来表示，如“白”，“黑”，或“铁石”，“木”，“容器”等等，对这些词加上词尾和词头来表示“种”中个别成员的独特特征，诸如颜色、硬度等等。这样得到的命名法类似现代有机化学

的命名法，例如将醇这种有机物分为甲醇、乙醇和戊醇。因此苏美尔人矿物表上的颜色、硬度等各种性质使我们几乎能区分出所提到的全部140种矿物。对自然界实体和现象所做的这种分类，可以认作是科学推理的最早尝试。实际上可把这种分类看作是真正科学的最初阶段。

但另一方面，对这些分类表格的价值也不应估计过高。尽管亚述国王阿苏贝尼尔图书馆的组成中这类表格不少于百分之八，但它们不仅对自然客体，而且对神灵、魔术、城镇、国家、河流、职业或官衔也进行了分类。看来它们曾在神庙学校中被文书们用于训练学生的书法，后来则被用来对亚述人和巴比伦人讲授苏美尔语（当时已是死语，但仍是他们宗教文献的“拉丁语”），或用于附有语言学脚注的双语辞典中。这些表格还是显示了当时人们对自然事物的观察是多么仔细和精确，显示了当时已经认识到的自然事物的性质以及文书们和工匠们的经验正在如何构造一个“自然体系”。

古代科学，如在最早的数字和天文学文献中发现的，是由祭司和文书们在神庙学校中教授的。神庙学校是当时唯一可供那些未成为职业祭司但在政府和军队中任职的人利用的学校。科学并不是古代科学本身的主题，它是由一系列使用于商业、手工业、工程、税务或预言天文现象、制定历法或宗教节日的计算规则和方法所构成。科学，如果我们可以这样称呼它的话，仅仅是宗教和哲学智慧的一个组成部分。它并没有构造一幅自己的、唯一建立在对自然现象的观察并满足某些假定的或确立的“自然规律”的世界图景。这种概念对前古典文明是完全生疏的。当时的感性世界仍是诸神在“创世之初”创造出来的世界的一个组成部分。

重量、测量和数字

古代的数学本来是一套供实际运用的方法和规则，希腊字“arithmein”“数数”和拉丁字“calculare”“计算”（来源于

calculus: 小鹅卵石) 表明算术初始时的日常用途。后来更加普遍的代数学是由此发展起来的。同样, 希腊字“geometrein”(丈量土地) 则表明了几何学是为了登记和征税的目的而被用来测定田地的面积的。古埃及和美索不达米亚的文本和浮雕常表示官员及其奴仆用测链进行工作。

在日常生活中运用数学已有历史记载证明的时候, 尼罗河、幼发拉底河和底格里斯河及印度河谷的文明已经大大向前发展了。也许文字在埃及历史中的出现稍晚于美索不达米亚, 但是在这两种情况, 我们看到的都是农民占居民大多数的国家, 由主要集中在城镇的政府统治着, 政府对于商人和手工业者支持的贸易和工业拥有完全的统治权。当时, 表示测量、数量和重量的标准已发展得相当完善, 在大多数的国家都有几种表示重量的制度, 一种用于笨重的商品, 还有一种或几种用于金银的金衡制, 因为当时的商业采取以物易物的形式, 不同的价值以一定重量的金、银或铜来支付。

测量单位是从人身上取来的, 虎口、手指、手掌、前臂和脚都用作为单位, 其中最流行的是以前臂长度为基础的单位, 通常叫艾耳或腕尺, 四艾耳等于一英寻。这些标准同纺织工业和贸易的发展有密切联系, 在许多世纪中一直依附于这种发展。

在许多情况下, 我们不能再对这些度量制度追根溯源。在古代中国, 测量和重量的标准好象是根据红黍米粒的大小和重量。在美索不达米亚和西方闪族语系世界, 塔兰——米纳——谢克尔重量制(圣经中曾多次提到), 可追溯到一粒大麦的重量。自然界对标准化的作用是如此有效, 这个地区的度量制据说也是根据大麦粒的长度制定的。不论这一点能否被证实, 下列事实却是无可置疑的: 在古代近东早期的历史中, 十分需要重量和度量的换算方法。因为每个地区和城市国家都想有自己的度量标准, 尽管有时与邻国的标准几乎没有什么不同。贸易和政府积极地帮助创造一些简单的计算规则和方法, 这些就是我们今天所说的算术。

数学发展中最重要因素之一是对表示数字的符号的选择，拙笨的计算形式或缺乏清楚的符号都可能而且也的确阻碍了这门科学的发展。最古老的文字形式是基于用图画再现各种思想；最早的数字符号是划道和十的组合。后来逐渐地发明了一种新的方法表示更高的单位（例如我们十进位制中的百、千等等）。美索不达米亚的文书们挑选了六十作为这种单位，这可能是因为在他们的重量制中一米纳等于六十谢克尔。

然而最重要的不是选择了单位（60），而是引进了进位值制（象我们现在数字中用的那样）。一个数在数目中的位置使人一眼就能看出它表示个位、十位还是百位等。因此，巴比伦的文书写上“∇《Ⅲ》”（我们通常译写为1,23）来表示 $1(\times 60)+23$ ，或者是我们记数法中的83。采取六十进位制（以60为基础）和位值表示法决定了巴比伦数学的迅速成长。它对不同量级的单位或埃及人所引入的不同分数，就不需要用各种不同的符号来表示，这使得人们更易读懂数学书。

巴比伦的数学

我们关于美索不达米亚数学发展的知识还是支离破碎的。但我们知道，两河流域最早的居民——苏美尔人由于采用精心挑选的六十进位制的符号系统和位值系统，肯定使数学的发展超出了简单算术阶段。在初期，数学是作为各个城邦范围广泛的寺院管理的工具而发明的，用于征集和分配属于诸神财产的天然产品及制品。发明后不久，就在书院中讲授。那些早期数学教科书的残篇表明，人们都相信数学训练是必不可少的。

大部分的楔形数学泥板可以追溯到古巴比伦时代（公元前1800—1500年）和古希腊塞琉古时代（公元前300—0）。收集到的文本可分为两种。一种是“表格文本”，这是实际中直接应用的。这些字板包含一些便于把大单位换算成小单位以及把小单位换算成大单位的表格。乘法表在其中占有很大的部分。有些还包

含了平方表和立方表，可用以求出平方根和立方根，并解三次方程式。也有许多反数或倒数表，对于我们所谓的除法 $a \div b$ ，是用 $a \times \frac{1}{b}$ 的乘法实现的。在古美索不达米亚所用的六十进位制中，

可以把许多这样的倒数表示为有限的六十进位的分数；因此除以十二可被分解为先乘以五然后再很容易地除以60，这些表格也许是用于神庙学校的教育工具，其中有许多包含了象我们现在小学里仍然在做的非真实的“算术题”，但它们也涉及编织、羊、粮食、贵金属和遗产的问题，因而也就涉及日常生活、商业和工程的问题。

第二种是所谓“问题文本”，大都带有纯粹代数性质，甚至在处理几何问题时亦如此。它们经常把两个未知数的乘积定义为“面积”，这表面上看来是几何形式，其实只是表示一次方程或二次方程（或那些可以化简为二次方程的方程式）的简化式。数字方法用来补充一般的代数步骤。他们所知道的几何问题都尽可能地用代数法解决。这些几何问题一定是用于数学练习的目的，因为一些泥板包含着四次、六次代数方程式和正多边形的面积公式或毕达哥拉斯的整数三个一组表达式，这些都是纯数学趣味的问题。亚述人和巴比伦人是否有真正的纯数学方面的意图，我们还缺乏证据。但在很早的时期，他们肯定已发展了应用数学方法，以约计和计算相当复杂的天文现象，如某些行星在不久的将来在天空中所处的位置，而这就使他们比任何别的近东文明更早地掌握了天文学。在公元前300年，他们就充分运用他们的数学进行这些天文学的计算。从那时起的许多世纪里，理论天文学是唯一用数学去理解和描述自然现象的领域。

埃及的数学

我们只有极少量埃及数学纸草的遗稿，其中除了莱因德纸草和莫斯科的纸草外，其余都是晚期的。

在尼罗河谷，数学的发展没有超出计算某些实际问题的早期阶段水平。他们选择了一个蠢笨的数字符号系统，其中十进位中的每一较高级单位都有它特殊的符号，它类似很不适合复杂运算的罗马数字。尽管埃及人在三角形、矩形和不规则四边形面积和体积的计算方面发明了比巴比伦人更好的公式，但是他们还是被他们国内所用的对面积和容积的多种计量方法所桎梏。数学问题的中心都围绕着建筑物与金字塔结构斜坡容积的计算和啤酒、面包等的数量分配上。这样的计算在日常生活中当然是需要的。虽然埃及人比美索不达米亚的居民有高超得多的工程技术，并用天然的石块建造了许多巨大的工程，但我们还必须记住他们的数学只用于解决次要的运输等问题，而不是运用于结构问题，至于静力学和材料强度科学，当然更不为他们所涉及。

埃及的算术被限制在“成倍”和“二等分”这样一些最简单的乘除方法上。比如说要以5乘12，埃及人就先写上 $1 \times 12 = 12$ ，然后“加倍” $2 \times 12 = 24$ ，再“加倍” $4 \times 12 = 48$ ，因为 $1 + 4 = 5$ ，所以 5×12 就是 $12 + 48 = 60$ 。除法被看作是一种乘法，但用相反的方法表达。也就是说，为了获得被除数，应用何数来乘除数！他们书写分数的方式使计算大为复杂。埃及人对 $1/2, 2/3, 3/4$ 有特别的符号。在谷物计量中，他们对 $1/2, 1/4, 1/16, 1/32, 1/64$ 又采用另一套符号。至于别的分数，他们只能写出以1为分子的分数。所以他们把 $1/5$ 写为“5份”（第五份），但是对他们来说， $2/5$ 就是无稽之谈，因为只有一个“第五份”。因此他们又用特殊的表格，借以把 $2/5$ 分解成“ $1/3 + 1/15$ ”。分数运算只能用特殊的技巧实现，它们还保留在希腊—罗马时代的纸草书和拉丁文的丈量论文中，并作为“埃及的计算方法”在古希腊加以讲授。

埃及的天文学

象在数学方面一样，埃及人对早期天文学贡献的重要性也被希腊人大大地夸大了。事实上，在希腊化时代（公元前300—0）