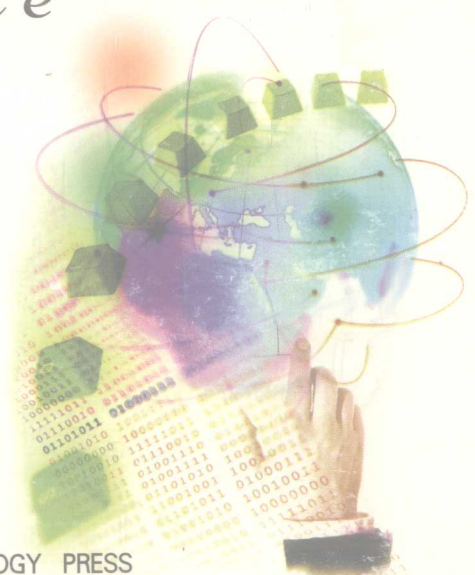


# 自然科学与科学教育

解飞厚 著

*The Natural  
Science  
And  
The Science  
Education*



武汉工业大学出版社

WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

# 自然科学与科学教育

解飞厚 著

武汉工业大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

自然科学与科学教育/解飞厚著. —武汉:武汉工业大学出版社,2000.1

ISBN 7-5629-1093-6

I. 自… II. 解… III. 自然科学-科学-教育 IV. G304

## 内 容 提 要

本书从进化论的角度,对自然科学知识、科学思想、科学方法和科学结构进行了历史考察,揭示了科学发展的若干规律。人类社会进入到20世纪以来,科学技术突飞猛进,科技与社会的关系越来越密切,本书分别从几个方面研究了科学技术对社会所产生的深刻影响,然后,着重探讨了我国科学工作中的几个关键问题,并提出了对策。

本书可作为文科学生(包括本科生和研究生)学习自然科学的参考书,对于科技管理工作者和广大教师亦有重要的参考价值。

武汉工业大学出版社出版发行  
(武昌珞狮路122号 邮编:430070)  
武汉工业大学出版社印刷厂印刷

\*

开本:850×1168 1/32 印张:7 字数:190千字

2000年1月第1版 2000年1月第1次印刷

印数:1—1000册 定价:15.00元

(本书如有印装质量问题,可直接向承印厂调换)

# 目 录

<b>第一章 科学知识的进化(上)</b> .....	(1)
<b>第一节 古代自然科学的形成</b> .....	(1)
一、科学的起源 .....	(1)
二、古代自然科学的形成 .....	(3)
<b>第二节 近代自然科学的产生</b> .....	(7)
一、近代科学产生的背景 .....	(7)
二、16—18 世纪科学的成就 .....	(8)
三、19 世纪科学的主要成就 .....	(16)
<b>第二章 科学知识的进化(下)</b> .....	(25)
<b>第一节 现代自然科学的兴起和发展</b> .....	(25)
一、经典物理学的困惑和危机.....	(25)
二、相对论的诞生.....	(29)
三、量子力学的建立.....	(33)
<b>第二节 不同时期自然科学特点比较</b> .....	(37)
一、古代自然科学的特点.....	(37)
二、近代自然科学的特点.....	(38)
三、现代自然科学的特点.....	(39)
<b>第三节 科学发展的周期性</b> .....	(42)
一、科学发展周期性的历史表现.....	(42)
二、科学发展周期性的深刻启示.....	(43)

---

<b>第三章 科学思想的进化</b> .....	(47)
<b>第一节 天文学思想的进化</b> .....	(47)
一、柏拉图—亚里士多德的地心说 .....	(47)
二、阿利斯塔克的日心说 .....	(47)
三、托勒密的地心说 .....	(48)
四、哥白尼的日心说 .....	(48)
五、布鲁诺的宇宙无限的思想 .....	(50)
六、第谷—开普勒行星运动三定律 .....	(51)
七、康德—拉普拉斯星云假说 .....	(52)
<b>第二节 生物学思想的进化</b> .....	(54)
一、预成论与渐成论 .....	(54)
二、莫泊丢的生机体学说 .....	(55)
三、林奈的物种不变论 .....	(56)
四、布丰的生态学 .....	(56)
五、圣提雷尔的进化论 .....	(56)
六、居维叶的灾变论 .....	(57)
七、拉马克的物种进化论 .....	(57)
八、达尔文的物种进化论 .....	(58)
<b>第四章 科学方法的进化</b> .....	(64)
<b>第一节 观察方法</b> .....	(64)
一、观察方法是历史最悠久的科学方法 .....	(64)
二、从肉眼观察到仪器观察 .....	(65)
三、从质的观察到量的观察 .....	(67)
<b>第二节 实验方法</b> .....	(69)
一、实验方法的历史发展 .....	(69)
二、实验方法的类型 .....	(70)
<b>第三节 归纳和演绎</b> .....	(73)

---

一、归纳方法	(74)
二、演绎方法	(75)
三、归纳和演绎的关系	(77)
第四节 分析与综合方法	(79)
一、分析方法	(79)
二、综合方法	(80)
三、分析与综合的关系	(82)
第五节 数学方法	(83)
一、数学方法的历史发展	(83)
二、数学方法的特点和作用	(84)
第六节 系统方法 控制论方法 信息方法	(85)
一、系统论、控制论、信息论的诞生	(85)
二、系统方法	(86)
三、控制论与信息论方法	(90)
<b>第五章 科学的结构</b>	(93)
第一节 不同时期人类对科学结构的认识	(93)
一、古代对科学结构的认识	(93)
二、近代对科学结构的认识	(94)
三、现代对科学结构的认识	(96)
第二节 科学体系的层次结构	(97)
一、超级结构	(97)
二、门类结构	(98)
三、学科结构	(99)
四、知识结构	(100)
第三节 自然科学结构的相对独立性	(102)
一、科学结构的客观性	(102)
二、科学结构的稳定性	(104)

---

三、自然科学结构的非阶级性 .....	(105)
第四节 科学结构质的变化——科学革命 .....	(105)
一、波普的证伪主义 .....	(106)
二、库恩的范式理论 .....	(106)
三、拉卡托斯的“研究纲领”方法论 .....	(108)
四、科学革命的“渐变”与“突变” .....	(108)
<b>第六章 科学技术与社会 .....</b>	<b>(110)</b>
第一节 科学技术与生产力要素 .....	(110)
一、科学技术与劳动者 .....	(110)
二、科学技术与劳动对象 .....	(111)
三、科学技术与劳动手段 .....	(111)
第二节 科学技术的文化职能 .....	(112)
一、自然科学知识的认识职能 .....	(112)
二、自然科学知识对其他社会意识形态的变革作用 .....	(113)
三、自然科学的发展改变着社会的精神和道德面貌 .....	(114)
四、自然科学对教育、文学艺术及社会科学产生着深刻的 影响 .....	(114)
第三节 科学技术的经济职能 .....	(115)
一、科学技术促进经济结构的变革 .....	(115)
二、科学技术推动社会结构的变革 .....	(117)
第四节 科学技术的政治职能 .....	(119)
第五节 科学技术的生态职能 .....	(121)
一、生态环境问题是人类面临的严重问题 .....	(121)
二、可持续发展与科学技术的合理利用 .....	(123)
<b>第七章 关于我国科技工作中的几个问题 .....</b>	<b>(127)</b>
第一节 关于我国科技宏观结构的调整 .....	(127)

---

一、对我国科技结构调整的回顾 .....	(127)
二、新一轮科技宏观结构调整的内容 .....	(131)
三、如何实现科技宏观结构的调整 .....	(133)
第二节 关于我国高校内部科技结构的调整 .....	(136)
一、课题和经费向少数重点高校集中 .....	(137)
二、重点高校科研向基础研究倾斜 .....	(139)
三、重点高校科研向大项目转移 .....	(142)
第三节 国外高技术研究案例分析及对我国的启示 .....	(145)
一、两个高技术研究案例 .....	(145)
二、高技术研究的特点及对我国的启示 .....	(146)
第四节 科技向生产力转化应从转变科研模式着手 .....	(152)
一、从发达国家的科研模式看科技向生产力的转化 ..	(152)
二、我国科研模式的转变 .....	(155)
<b>第八章 中小学科学教育 .....</b>	<b>(160)</b>
第一节 中小学科学教育的背景 .....	(160)
一、我国科学教育的肇始 .....	(160)
二、从我国公民科学素养看科学教育的迫切性 .....	(161)
三、我国中小学科学教育存在的主要问题 .....	(162)
第二节 中小学科学知识教育 .....	(163)
一、科学教育的门类 .....	(163)
二、科学教育内容现代化 .....	(166)
第三节 中小学科学方法与科学精神教育 .....	(170)
一、科学方法教育 .....	(170)
二、科学精神教育 .....	(172)
第四节 中小学科学教育课程改革 .....	(175)
一、综合课程 .....	(175)
二、活动课程 .....	(184)



---

第五节 中小学科学教育手段现代化·····	(188)
一、教育手段的历史发展·····	(188)
二、信息时代的教育变革·····	(189)
第九章 高等学校科学教育·····	(193)
第一节 我国高等理科教育的改革与发展·····	(193)
一、80年代我国高等理科教育的改革与发展·····	(193)
二、90年代我国高等理科教育的改革与发展·····	(196)
第二节 关于科学教育与人文教育的关系·····	(200)
一、英国60年代的两种文化·····	(200)
二、我国科学教育与人文教育的关系·····	(206)
第三节 创新人才的培养·····	(209)
一、变“名”师出高徒为“明”师出高徒·····	(210)
二、给学生施加压力,树立发明创造的信心·····	(212)
三、考试方法改革·····	(213)
参考文献·····	(216)

# 第一章 科学知识的进化(上)

尔林

科学是运用范畴、定理、定律等思维形式反映现实世界各种现象的本质和规律的知识体系。按研究对象的不同,科学可分为自然科学、社会科学和思维科学,以及总括和贯穿于三个领域的哲学和数学。(辞海.上海:上海辞书出版社,1999.4953)《辞海》所解释的科学是广义的科学概念,而狭义的科学概念仅指自然科学,本书所讨论的科学是狭义的科学

## 第一节 古代自然科学的形成

### 一、科学的起源

科学的起源指的是,作为科学“物质”的那些实际材料、有认识作用的信息的最初由来。以生产新知识为目的科学活动的根本特征。脑力劳动与体力劳动分工是科学出现的前提条件。科学研究的必备条件是:物质基础(仪器、工具)、方法基础(获取、控制、传授知识的手段)、记录成果的手段(文字)。

#### 1. 萌芽状态的科学

据地质学和古生物学的研究,地球的形成距今大约 45 亿年,生命的出现距今大约 30 亿年,人类的诞生距今大约 400 万年。在人类诞生后的 400 万年中,99% 以上是原始社会时期。原始社会中可判断年代的也仅仅是在距今约一万年以前。以一万年为分界,距今一万年以前的称为旧石器时代,距今一万年到 6000 年这段时间称为新石器时代。

旧石器时代的特征是用打击方法制造石器,此时的石器称为打制石器。打击经过选择的石料使之成为适用的工具,这是旧石器时代原始人掌握的一项技艺。旧石器时代的生活方式是采集、捕鱼、狩猎,此时人类发明了弓箭,开始了对火的支配。人工取火是人类历史上对自然的第一次支配,是人类进步史上的一大转折。

新石器时代最重要的标志是大量磨光石器的出现,此时的石器称为磨制石器。新石器时代最具有代表性的工具是石斧。在这个时代,原始人类学会了驯养动物和栽培植物,出现了原始畜牧业和原始农业;人类初步掌握了纺织技术,开始建造“房屋”;人类在搬运重物方面,曾经用过撬车、树干或圆木,从滚动的圆筒发展到在轴的两端各装上一个轮子,这是一个伟大的创造,在工艺学上是一个巨大的进步。新石器时代科学的一个重大转折是制陶技术的出现,这是人类第一次改造自然和创造新的自然(“第二自然”)。

总的说来,漫长的原始社会积累了一定的原始状态的科学成就。当然,有人认为这些成就只能称为技术,还算不上科学。但是,我们不能用今天科学的标准来衡量古代的科学。从发生学的角度来看,把它们看作是科学也未尝不可。

## 2.“准科学”的产生

“准科学”产生于奴隶社会。从生产力发展水平来说,奴隶社会已从石器时代过渡到青铜器时代。

大约距今 6000—4000 年,古代巴比伦的底格里斯河和幼发拉底河流域(今伊拉克境内)、尼罗河流域、恒河流域和黄河流域的文明(史称四大流域文明)逐渐形成。这些地区先后进入奴隶社会,出现了少数脱离体力劳动的脑力劳动者,产生了文字;在劳动工具方面,铜器和青铜器逐渐取代了石器,甚至出现了最初的铁器。这些条件,带来了人类对于自然认识的深化,产生了准科学。中国五千年文明史的源头就是这个时期;公元前 27 世纪到公元前 16 世纪建立的埃及金字塔,反映出当时科学已发展到一定的水平。准

科学主要是在古代游牧民族和农耕民族的生产及日常生活中创造的,其学科只限于与当时生产、生活直接相关的天文学、数学、医学、化学、力学等。

由于社会生产力发展,奴隶社会产生了脑力劳动和体力劳动的分工,出现了一批从事科学活动的知识分子。他们一方面收集和总结劳动生产及生活的经验,一方面专门从事对自然现象的研究,进行一些抽象的科学研究;同时,创造原始的文字,建立最初的理论。最早的知识分子出现,是社会的巨大进步,是人类认识自然、改造自然和建立自然科学的必要条件。

## 二、古代自然科学的形成

经过数千年准科学的积累和发展,在距今大约 2500 年,“古希腊科学”诞生了,以后又经历了“阿拉伯科学”和“中国科学”时代。这前后约 2000 年,被称为古代自然科学时期。

### 1. 古希腊科学

研究古代科学时人们常说这样一句话:“言必称希腊”,这足以说明古希腊在科学史上的地位。古希腊被认为是科学的发祥地,它的文化和科学的鼎盛时期是公元前 6—公元前 4 世纪。

#### (1) 古希腊科学的产生有其特定的社会条件

一是政治条件。古希腊是较早进入奴隶制社会的西方国家之一。恩格斯说:“没有奴隶制,就没有希腊国家,就没有希腊的艺术和科学。”奴隶社会中,奴隶为全社会的生活而奔波,统治阶级中一部分人成为闲暇阶层,而其中少数具有“好奇心”的优秀知识分子成为古希腊科学的创始人。

二是生产力条件。铁器的使用是继青铜器之后生产力发展的一个重要标志,古希腊是率先使用铁器的国家。先进的政治制度和先进的生产力为古希腊科学的发展创造了必要的条件。

三是自然条件,即与四条大河流域截然相反的海洋条件。大

河流域利于农业耕种和畜牧业的发展,是古代最好的生产生活条件;而古希腊处在地中海周边和海中的岛屿上,土壤贫瘠,气候恶劣,只有靠打鱼和手工业为生。下海打鱼就是在大海中求生存,必须观天象,从而促进了天文学的发展;必须建造坚固的船只,从而发展了力学、造船等相关科学。手工业的发展促进了商品之间的交换,在交换中的竞争必然推动科学技术的发展。手工业产品交换,既能培养对外开放的意识,又把外部世界先进的科学技术引进来,促进了自身科学技术的发展。海岸的恶劣条件产生出了新的与大河流域文明完全不同的海岸文明。

## (2)古希腊科学分为两个时期

第一个时期从公元前 600 年到公元前 300 年,称为希腊的古典时期,这时已形成了若干个学术中心。每个中心都有自己的特色,有学术带头人为领导的学术团体,即学派。著名的有:伊奥尼亚学派、毕达哥拉斯学派、原子论学派、柏拉图学派、亚里士多德学派等。亚里士多德是古希腊最伟大最博学的思想家,从哲学到自然科学按照当时的水平,可以说他是无所不知,被称为“百科全书”。例如,在生物学特别是动物学方面,他十分重视解剖,深入地观察,曾详细地记述了 500 种动物,其中 50 种还根据解剖知识绘有插图;他给生物界提出了分类原则和方法,并对生物进行了初步分类。

第二个时期是从公元前 300 年到公元前 30 年,又叫亚历山大里亚时期。这时,世界学术中心从雅典转移到亚历山大城,出现了欧几里德和阿基米德等大放异彩的科学家。欧几里德的《几何原本》是古代知识系统化的重要标志;阿基米德发现的杠杆原理和浮力定律,开始了对静力学和流体力学的较为系统的研究。

古希腊科学成就较高的有数学、天文学、力学、生物学和医学、气体动力学、声学、气象学,电学和磁学也取得了一定的成就。

公元前 30 年以后,由于古罗马的入侵,古希腊科学开始走向

衰落。

## 2. 阿拉伯科学

阿拉伯民族 6 世纪以前,在阿拉伯半岛上过着游牧生活。从 6 世纪以后,阿拉伯民族在伊斯兰教旗帜的组织下团结和壮大起来。此后,阿拉伯人曾经破坏过古希腊的亚历山大文化,后又成为古希腊科学的冷藏库,并为科学进步作出了一定的贡献。

691 年,阿拉伯人攻占了亚历山大城,并严重地毁坏了最著名的图书馆。亚里山大博物馆是托勒密王决定建造的,下设文学、数学、天文和医学四部,还设有动物园、植物园、天文台与解剖室,拥有上百个政府供养的教师。博物馆的藏书约 50 万卷。公元前 48 年罗马统帅凯撒曾将图书焚烧过半。当阿拉伯人向其统帅欧马列尔请示应当如何处理亚历山大图书馆的藏书时,欧马列尔下令说:凡是同《古兰经》一致的书,就是多余的,应当烧掉;凡是同《古兰经》相违背的书,就是有害的,更应当烧掉。于是在欧马列尔这种逻辑的驱使下,大量的珍贵文献被付之一炬。

令人欣慰的是,到了 9 世纪,阿拉伯人开始重视科学了。814 年,阿巴斯王朝的马孟即位。根据他的决定,830 年在巴格达设立智慧院,下设图书馆、天文台、编译局。马孟派人到处搜集希腊名著,请人翻译。他即位不久就征服了希腊王米契尔三世,他提出的议和条件之一就是要希腊交出大量图书(其中就有托勒密的《至大论》)。在马孟重视科学的政策影响下,很快就出现了阿拉伯科学的繁荣。

830 年,数学家阿尔·花刺子模写了著名的《代数学》一书。他在书的开头就指出,是马孟对科学的爱好和对学者的恩惠,才使他斗胆完成这部著作的。马孟十分重视天文学,他请当时最有名的科学家到天文台来进行研究,还翻译了托勒密的《至大论》。但阿拉伯的天文学同中国的天文学一样,精于观测,却不注重理论的归纳和创新,因此在理论上没有突破托勒密的地心说。

阿拉伯的医学十分发达。阿尔-拉兹著有《医学集成》一书,几乎搜集了古希腊、印度和中东的全部医学知识。

阿拉伯最著名的科学家是伊本·森那(980—1072年)。他是博物学家、医学家、哲学家、诗人和文学家,著有450种著作,流传下来的约有240种。他著有百科全书式的《医典》,总结了希腊、罗马、印度与阿拉伯的医学成果,阐述了医学的基础理论,记录了丰富的临床经验。他猜想空气与水中有一种极其微小的动物,可以引起人的疾病。这个猜想在八个世纪以后通过巴斯德的精确实验得到了证实。

阿拉伯科学在12世纪达到高峰,15世纪后主要由于欧洲十字军的入侵,经历二、三百年的战争,整个民族走向衰落,科学也随之衰落。

欧马列尔指使人烧书,马孟则组织人寻书、译书、藏书,前者摧毁了亚历山大的文化,后者却带来了阿拉伯科学的繁荣。正是9世纪阿拉伯人的卓有成效的工作,我们今天才能有幸看到一批古希腊罗马的著作。这的确是他们的丰功伟绩。可惜阿拉伯人对科学缺乏理论上的探索,再加上他们的许多研究成果由于内部战争、外族的入侵等原因而散失,所以他们的研究工作没有能够成为近代自然科学的主要思想渊源。

### 3. 中国科学

中国古代科学的发展,在世界科学史中占有特殊的地位。中国和古希腊科学技术相比,虽然起点较低,但从战国(公元前4世纪)到秦汉(公元2世纪)数百年间,中国科学和技术的许多门类都形成了具有自己特色的体系,在很多方面超过了西方。以后又经过汉唐千余年的发展,到宋元时期达到了高峰。正如英国科学史家李约瑟指出的:在公元3世纪(三国)到13世纪(宋朝)之间,中国保持着一个西方所望尘莫及的科学知识水平,中国很多的发明和发现远远超过同时代的欧洲,15世纪之前尤其是如此。

数学:我国是世界上最早采用十进制的国家之一;是珠算以及相应的计算工具的创造者;我国最早的数学著作《周髀算经》(成书不晚于公元前1世纪),给出了勾股定理的一般形式,并有比较复杂的分数运算。

天文学:我国是世界历史上天文观测记录最系统、最完整的国家,对太阳黑子、哈雷彗星的记载是世界最早的,我国古代天文学家绘制的星图、星表在世界上是领先的。

医药学:我国有独特的医学理论和创造了用切脉来诊断病情的方法,我国有丰富的医药学文献,现存的还有8000种,明代的《本草纲目》被达尔文誉为“中国古代的百科全书”。

除此之外,我国古代在地学、物理、化学、工程技术、谷物栽培、食品科学等方面都达到了很高的水平,处在当时世界的领先地位。

有关中国古代科学的资料很多,由于篇幅所限,这里不作详细介绍。

## 第二节 近代自然科学的产生

### 一、近代科学产生的背景

近代自然科学在16世纪产生于欧洲。1543年,哥白尼出版《天体运行论》,维萨里出版《人体的结构》,两本著作的出版是近代自然科学诞生的标志。

#### 1. 古希腊科学是近代科学产生的理论基础

科学发展在空间和时间上似乎有过中断,但实际上并非如此。近代科学并不是建立在新基础上的科学,而是利用了古希腊人奠定的基础。古希腊科学是通过罗马、伊斯兰等地区的保存然后渗入到欧洲的。

#### 2. 文艺复兴运动是近代科学产生的社会条件



公元 1400—1600 年左右的欧洲,历史上称为文艺复兴时期。这一时期实质上是从封建社会向资本主义社会过渡的时期。所谓文艺复兴运动,就是西方资产阶级在吸取古代希腊、罗马文化遗产的基础上发动的资产阶级新文化运动,这是对统治中世纪达千年之久的宗教神学传统的第一次真正的、有力的冲击,它使人们对美好生活的追求从虚无飘渺的“天堂”转向现实世界。从此以后,人们开始以对自然界的系统观察和实验方法代替了以往的纯粹思辨式研究。这对科学技术的发展是一个极大的推动。

### 3. 生产力发展是自然科学产生的经济条件

手工工场的大规模建立对科学技术提出了要求,促进了科学的发展。工厂生产大量的产品要求远距离交换,要求开辟新的航路,于是有了哥伦布和麦哲伦的航海探险。其结果一是航海本身推动了科学的发展;二是航海开阔了眼界,欧洲人走出欧洲大陆,开始了解外面的世界;三是通过交换积累了大量的财富,为科学的发展奠定了经济基础。欧洲在吸收外来科学中,中国古代的发明也为欧洲科学的诞生作出了重大贡献。马克思说:“指南针、印刷术、火药等传入欧洲,成为资产阶级到来的三大发明。火药把骑士阶层炸得粉碎,指南针打开了世界市场并建立了殖民地,而印刷术则变成新教的工具,总的来说成为科学复兴的手段,变成对精神发展创造必要前提的最强大的杠杆。”

## 二、16—18 世纪科学的成就

### 1. 天文学革命

#### (1) 哥白尼日心说

古罗马时期,天文学家和数学家托勒密(约公元 90—168 年)建立了可供制订历法的地心学说。由于托勒密对该体系进行了一系列的数学论证,能较好地解释天体的运动现象,并能为历法的制订提供一定的理论基础和数学方法,因此托勒密的地心体系逐渐