

21世纪

高等学校通识教育系列教材

科学技术史

主编 张密生

科学技术是人类的
伟大贡献之一，是一种
在历史上起推动作用
的革命力量。

科学技术是先进生产力的
集中体现和主要标志，是经济
和社会发展的主要动力。

科学技术史是人类文明
发展史的一个重要组成部分，
不懂得科学
技术史就不能真正
理解社会发展的历史。

作为生活在现代社会的人，
无论从事何种职业，
对科学技术的本质和
规律过于无知，就应当说是
缺乏现代人的必备的社会素质，
就很难成为积极的社会成员。



WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社



21 世纪高等学校通识教育系列教材

<http://www.wdp.com.cn>

科学技术史

● 主编 张密生
● 副主编 左汉宾



武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学技术史/张密生主编. —武汉: 武汉大学出版社, 2005. 11
21 世纪高等学校通识教育系列教材
ISBN 7-307-04677-6

I. 科… II. 张… III. 自然科学史—世界—高等学校—教材
IV. N091

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 106185 号

责任编辑: 任 翔 责任校对: 刘 欣 版式设计: 支 笛

出版发行: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: wdp4@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷: 湖北恒泰印务有限公司

开本: 880×1230 1/32 印张: 13.875 字数: 368 千字

版次: 2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 7-307-04677-6/N · 17 定价: 20.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

总

序

顾海良



进入新世纪，中国高等教育发展形成的共识之一，就是要着力教育创新。教育创新共识的形成，是以对时代发展的新特点的理解为基础的，以对当今世界和我国教育发展的新趋势的分析为背景的，以实现中华民族的伟大复兴和社会主义教育事业发展的历史任务为目标的，深刻地反映了高等教育确立“以人为本”新理念的必然要求。

教育创新的首要之义就在于，教育要与经济社会发展的实际相结合，要与我国社会主义现代化建设对各类高层次人才培养的需要相适应，努力造就具有创造精神和实践能力的全面

发展的人才。为了达到教育创新的这些要求，高等教育不仅要实行教育理论和理念的创新，而且还要深化教育教学改革，着力提高教育教学质量和水平。特别要注重学科与专业设置的调整和完善，形成有利于先进科学技术发展和提高国民经济发展水平的学科专业和教学内容；要注重人才培养结构的优化，形成既能适应现代化建设对各级各类高层次人才的需求，又能体现和反映高校优秀的办学特色、办学风格和办学传统的人才培养模式。教育教学创新的这些措施，必然提出怎样对传统意义上的以“学科”、“专业”为主体的教育教学结构进行整合，并使之与现代社会发展要求相适应的“通识”教育相兼容和相结合的重大问题。

高等教育人才培养模式中的“专”、“通”关系问题，并不是现在才提出来的。至于与“专业”教育相对应的“通识”教育的思想，出现得更早些。在亚里士多德那里，就有与“自由”教育相联系的“通识”教育的思想。这里所讲的“通识”教育，通常是指对学生普遍进行的共通的文化教育，使学生具有一定广度的知识和技能，使学生的人格与学识、理智与情感、身体与心理等各方面得到自由、和谐和全面的发展。

世界高等教育的发展曾经经历过以“通识”教育为主、以“专业”教育为主，或者两者并举、并立的发展时期。从高等教育发展历史来看，早期的高等教育似倚重于“通识”教育。随着经济、科技和社会分工的不断发展和进步，高等教育也相应地细分为不同学科、专业，分别培养不同领域的专业人才，“专业”教育的比重不断增大。20世纪中叶以来，经济的迅猛发展、科技的飞速进步、知识的不断交叉融合，使学科之间更新频率加快，高度分化和高度综合并存，“专才”与“通识”的需求同在。但是在总体上，“通识”似更多地受到重视。这是因为，新时代高等教育培养的人才，应该

具有很强的应变能力和适应能力，应该具有更为宽厚的知识基础和相当广博的知识层面，应该具有更强的信息获取能力和多方面的交流能力。显然，仅仅依靠知识领域过窄的专业教育，是难以培养出这样的人才的。

我国大学本科教育专业一度划分过细，学生知识结构单一，素质教育薄弱，人才的社会适应性多有不足。随着国家经济体制改革的深入、产业结构调整步伐的加快和国民经济的飞速发展，国家和社会对人才需求的类型和结构发生了急剧变化，对人才的规格和质量的要求也不断提高，划分过细的专业教育易于造成人才供给的结构性短缺。经济全球化发展和我国加入 WTO，对我国高等教育人才培养提出了更为严峻的课题，继续走划分过窄、过细的专业教育之路，就可能出现一方面人才短缺、另一方面就业困难的严峻局面，将严重阻碍我国经济社会的发展，也将使我国高等教育陷于困境。我国教育界的有识之士和国家教育主管部门，已经深切地认识到这种严峻的形势。教育部前几年就在多方征求意见的基础上，推出了经大幅度修订的新的本科专业目录，使本科专业种类调整得更为宽泛些。各高等学校也在进一步加大教学改革力度，研究和修订教学计划，改革教学内容，努力使专业壁垒渐趋弱化，基础知识教育得到强化。这些都将有利于学生拓宽知识面，涉猎不同学科和专业领域，增强适应能力，全面提高综合素质。

在高等教育“通”、“专”关系的处理上，教育创新提供了解决问题的根本方法。通过教育创新，一方面能构筑高水平的通识教育的平台，另一方面也能增强专业教育的适应性，目的就是做好“因材施教”，实现“学以致用”。在这一过程中，除了要解决好选人制度即招生制度创新和教师队伍建设创新外，还要注重教学内容、教学方式和方法，以及教材建设等方面的创新。武汉大学有着坚持教育教学改革的优良传

统，在教学内容、教学方式和方法改革、教材建设等方面做出了很多有益的努力。学校投入大量的精力和经费加强名师、名课、名教材建设，其中通识教育指导选修课程建设得到全国许多高校教师的积极支持和高度赞赏。

近些年来，我们经过精心组织与策划，奉献给广大读者的这套通识教育系列教材，力图向大学生展示不同学科领域的普遍知识及新成果、新趋势或新信息，为大学生提供感受和理解不同学术领域和文化层面的基本知识、思想精髓、研究方法和理论体系，为大学生日后的长远学习提供广阔的视野。我们殷切地希望能有更多更好的通识教材面世，不仅要授学生以知识、育学生之能力，更要树学生之崇高理想、育学生之创新精神、立学生以民族振兴志向！

（作者系武汉大学党委书记、教授、博士生导师）

前 言

纵观人类社会发展的历史，我们可以清楚地看到，科学技术的发展对人类社会的生产方式和生活方式乃至思维方式都产生了全面而深刻的重大影响，正是这种影响使我们深刻认识到：科学技术是人类的伟大实践之一，是一种在历史上起推动作用的革命力量。科学技术是先进生产力的集中体现和主要标志，是经济和社会发展的主要动力。因此，我们需要全面而深刻地理解科学技术发展的历史，把握科学技术的本质和规律，并在此基础上利用现代科学技术实现我国的现代化发展。正如著名哲学家陶德麟教授在童鹰教授的《现代科学技术史》之序言中所言：作为生活在现代社会中的人，无论从事何种职业，如果对科学技术的本质和规律过于无知，就应当说是缺乏现代人的必备素质，就很难成为积极的社会成员。为了提高大学生的科学文化素质，武汉大学在全校开设了 50 门通识教育课程，科学技术史即是其中的一门，可以说，这是一个良好的开端和积极的创新。

为了做好通识教育课程科学技术史的教学工作，我们编写了科学技术史这本教材，它以科学技术的历史为基础，本着史论结合、薄古厚今的原则，概括和总结了古代、近代和现代中外科学技术发展的主要成就、发展特点和发展规律，并触及了科学技术发展的相关问题，展望了其发展趋势。其内容通俗易懂，并带有一定的知识性、趣味性和时代感，对于人们理解科学技术在人类历史发展中的巨大作用，理解科学技术是先进生产力的集中体现和主要标志，培养科学精神和掌握科学方法，增强科技意识，普及科学技术知识，

拓宽知识面，提高科学文化素质，陶冶情操，净化心灵，都大有裨益。它既是高校大学生学习科学技术史的必读课本，又是党政干部、科技工作者、企业管理人员学习科技史的理想读物。

本书由张密生、杨德才二人拟定编写提要，并在编写人员集体讨论的基础上编写而成。具体分工如下：绪论、第一章、第二章、第三章——张密生；第四章、第五章、第六章、第九章——左汉宾；第七章、第八章——周祝红；第十章——刘和胜，张密生；第十一章——杨德才；第十二章——邵丽霞，张密生；第十三章——凌志。全书最后由张密生统稿、定稿。

本书的出版，得到了武汉大学教务部、武汉大学出版社领导的大力支持和帮助，编辑任翔也为本书的出版做了大量的工作，在此，特向他们表示衷心的感谢。科学技术史所涉及的知识广泛，限于作者的知识和水平，书中难免会有这样或那样的问题，衷心希望专家、读者批评指正。

编 者

2005年5月15日

目 录

绪 论	1
第一章 科学技术的起源	7
第一节 古代技术的发端	7
第二节 古代科学的萌芽	12
第二章 古代河流文明的科学技术	16
第一节 古代巴比伦的科学技术	16
第二节 古代埃及的科学技术	20
第三节 古代印度的科学技术	24
第四节 古代中国的科学技术	28
第三章 古希腊罗马的科学技术	46
第一节 古希腊的科学技术	47
第二节 古罗马的科学技术	56
第三节 古代中、西科学技术的发展特点	60
第四章 近代科学的兴起与第一次技术革命	68
第一节 近代科学技术产生的历史背景	68
第二节 近代科学的独立宣言：哥白尼的日心说	73
第三节 经典力学体系的建立	79
第四节 近代生物学、化学和数学的形成	86

第五节 第一次技术革命	95
第五章 近代科学的发展与第二次技术革命	102
第一节 19 世纪的天文学和地质学	102
第二节 19 世纪的物理学和数学	109
第三节 19 世纪的生物学和化学	126
第四节 第二次技术革命	135
第六章 近代科学技术的特点与启示	142
第一节 近代科学发展的特点	142
第二节 世界科技中心的转移及其启示	153
第三节 中国近代科学技术落后的原因探析	164
第七章 物理学革命与现代科学的产生	174
第一节 科学革命的序幕	174
第二节 相对论的创立	183
第三节 量子理论的建立	191
第八章 基础科学的新发展	203
第一节 微观物理学的诞生	203
第二节 化学键理论与元素周期律的本质解释	209
第三节 基因理论与分子生物学	214
第四节 现代宇宙学的创立和发展	223
第五节 大地构造理论与地学的新发现	229
第六节 希尔伯特的 23 个数学问题与数学的发展	235
第九章 现代新兴科学的兴起	242
第一节 横断科学脱颖而出	242
第二节 综合科学方兴未艾	254

第三节	交叉科学突飞猛进·····	265
第十章	现代高技术与第三次技术革命·····	272
第一节	信息技术·····	272
第二节	材料技术·····	280
第三节	能源技术·····	289
第四节	空间技术·····	297
第五节	生物技术·····	306
第十一章	现代科学技术的发展特点与趋势·····	312
第一节	人类已进入大科学时代·····	312
第二节	现代科学技术的结构·····	321
第三节	百年诺贝尔奖回顾与反思·····	329
第四节	科学主义的是与非·····	339
第十二章	中国科学技术的现代发展·····	348
第一节	基础科学的进展·····	348
第二节	应用技术的成就·····	360
第三节	软科学的形成与发展·····	370
第四节	科学技术的发展与中国的和平崛起·····	378
第十三章	现代科学技术与人类社会·····	385
第一节	现代科学技术与生产力·····	385
第二节	现代科学技术与世界政治经济格局的演变·····	393
第三节	现代科学技术与全球化·····	402
第四节	现代科学技术与全球问题·····	410
主要参考文献	·····	421

绪 论

一、科学技术史的研究对象和内容

科学是人类对客观世界的认识，是反映客观事实和规律的知识体系。人类在实践中对自然规律的认识积累，在理论上的不断总结与概括，就是科学的发展过程。技术是人类为了满足社会需要，利用自然规律，在改造和控制自然的实践中所创造的劳动手段、工艺方法和技能体系的总和。在长期的生产实践中，人类不断地积累着生产经验和劳动技能，又不断地用这些经验和技能改进劳动工具和其他生产资料，这种生产经验和劳动技能的积累过程，就是技术的发展过程。科学和技术是人类认识自然和改造自然的经验的总结。科学和技术的共同本质，就在于它们都反映了人对自然的能动关系。科学表现为人对自然的能动的认识和反映关系；技术表现为人对自然能动的控制和改造关系。这就是科学技术的力量之所在。作为一种社会现象，人类的科学技术活动有它自己的发生和发展的历史和规律。就其研究对象而言，科学技术史是一门研究科学技术的历史发展及其客观规律的科学。

马克思主义认为，人类的实践对科学技术的产生和发展起着决定作用，但同时，科学技术的发展还有其相对的独立性。我们知道，自然界是一个相互联系的整体，反映这个客观整体的科学技术，也同样是一个整体。当对自然知识积累到一定程度时，它的内部就会产生矛盾，原有的概念、理论与新的观察事实之间，科学与技术之间，各个学科之间只要有某一方面的突破和发展，都会影响

和带动其他方面的发展。这些都是推动科学技术发展的内部因素，说明科学技术的发展有其相对的独立性和继承性。因此，科学技术史要考察科学认识的逻辑，揭示科学技术发展的内在规律。但另一方面，科学技术要解决人和自然的矛盾，这只有在一定的社会关系中才能进行。社会是包含许多运动过程的复合体，科学技术活动只是其中之一，它的发展必然要受到其他社会因素的影响和制约。这里包括：科学的发展离不开一定的生产水平，离不开一定的经济基础；一种社会制度是处于发展还是没落时期，统治阶级采取什么样的方针政策，以及哲学、宗教等其他上层建筑，对科技的发展方向和速度有深刻的影响。此外，科学技术的发展与民族传统、教育水准、一个国家所处的外部条件等均有密切关系。因此，科学技术史还必须研究科学技术发展的社会历史条件。科学技术的发展是在复杂的联系之中、影响之下实现的，只有把科学技术放在整个社会发展的历史背景中，只有把科学技术发展的内部因素和外部条件结合起来，正确阐明它们之间的辩证关系，才能揭示科学技术发展的规律。

综上所述，科学技术史的研究内容可概括为三个方面：一是研究科学技术的发展，揭示其内在规律；二是研究社会因素对科学技术发展的影响，揭示科学技术发展的社会历史条件；三是研究科学技术对社会的反作用，预测科学技术未来的发展。可以说，它是一门特殊的历史科学，是横跨自然科学和社会科学的一门综合性科学。

二、科学技术史的发展历程

科学技术史是一门古老而年轻的学科。早在古希腊时期，随着科学的繁荣，古希腊人就曾对当时的科学史进行过最初的研究，亚里士多德的学生，古希腊数学家和天文学家欧得曼斯（公元前4世纪）曾著有《算术史》、《几何史》和《天文学史》等科学史著作，他被人们认为是世界上第一位科学史家。亚里士多德的另一个学

生，古希腊生物学家和物理学家得奥弗拉斯特（公元前 372～前 287）曾写过《物理学史》。而古希腊著名数学家欧几里得（公元前 330～前 275）正是在研究古希腊几何史的基础上，才写出了《几何原本》。

在科学技术史的产生和发展过程中，科学技术史作为一门相对独立的学科，它的真正发展始于近代科学革命的兴起之后。在西方，18 世纪中叶才开始出现较多的科学史著作，如德国曼得拉的《数学史》，普里斯特利（1733～1804）的《电学的历史和现状》等。在早期的科学史学家中最杰出的人物是英国的惠威尔（1794～1866），他于 1837 年发表了《归纳科学的历史》，这是世界上第一部综合性科技史专著。

到 20 世纪初，科学技术史成为一门独立的学科，其主要标志是科学技术史从大量的史料搜集整理、简单记述日益走向理论化，有了比较完整的体系。1912 年萨顿（1884～1956）创办科学史刊物，以古埃及自然女神 Isis 命名，此刊物至今已出版 90 多年，为促进科学史研究与学术交流发挥了重大作用。1924 年，美国科学史学会成立，这是世界上第一个科技史学术组织。1929 年，第一届国际科学史代表大会召开。1936 年在李约瑟（1900～1995）博士的积极倡导下，英国剑桥大学创立了科学史系。随后，美国、加拿大、阿根廷、丹麦、英国、俄罗斯、日本、澳大利亚等国的许多大学相继设立了科学史系或科学史专业，有的还设有分科史系，如数学史系、化学史系等。由此，科学技术史进入全面发展时期，所以它又是一个非常年轻的学科。

从各学科史到综合性的科学史，是科学史发展历程中的一个重要转变；从内史到外史，是科学史发展历程中的又一个重要转变。所谓内史，是指把科学史的研究对象局限于科学内部，把科学史仅看做是科学知识体系形成和发展的历史。所谓外史，是把科学看做是社会的一个组成部分，研究它与社会其他部分的相互关系，诸如与经济、教育、政治、文化等方面的关系。我们在学习和研究科学

技术史的时候，既要注意把握科学技术本身的发展线索，又要注意把握科学技术与社会相互关系的发展线索。假如我们只注重其中的一个方面而忽视另一方面，就不可能真正理解科学技术发展的历史。

三、学习科学技术史的意义

学习科学技术史的意义是多方面的，具体来说，体现在以下几个方面：

第一，学习科学技术史，有利于我们理解科学技术在人类社会发展中的作用。科学技术是推动人类社会前进的重要动力之一，科学技术史是人类文明发展史的一个重要组成部分，不懂得科学技术史就不能真正理解社会发展的历史。科学技术是人类的伟大实践之一，是一种在历史上起推动作用的革命力量。人类社会的发展，就是先进生产力不断取代落后生产力的历史进程，科学技术作为第一生产力，已经成为经济发展和社会进步的最具革命性的推动力，它是先进生产力的集中体现和主要标志。世界范围内的经济竞争、综合国力的竞争在很大程度上表现为科学技术的竞争，我们必须从人类文明发展进程的角度深刻认识和理解科学技术的地位和作用，把握科学技术的发展特点和趋势。简言之，了解科学技术史，有助于我们理解现实世界和创造更加美好的未来。

第二，学习科学技术史，有助于我们掌握科学技术发展的规律性，更好地为全面建设小康社会服务。党的十六大明确提出了在2020年全面建设小康社会的历史任务，全面建设小康社会，最根本的是坚持以经济建设为中心，不断解放和发展生产力。近代以来，人类文明进步取得的丰硕成果，主要得益于科学发现、技术创新和工程技术的进步，得益于科学技术应用于生产实践中形成的先进生产力。当今世界，科学技术日益渗透到经济发展、社会进步和人类生活的各个领域，成为生产力中最活跃的因素。我们必须把全面建设小康社会同发展先进的科学技术结合起来，这是实现我国生

产力快速发展和社会全面进步的必然要求。世界发达国家如英、法、德、美、日等国的现代化进程告诉我们,科学技术的发展是有规律的,这就要求我们认真研究总结世界各国现代化建设的经验教训,特别是发达国家科技发展的经验教训,掌握科学技术发展的规律性,制定正确的科技发展战略和规划,提高科技决策和科技管理水平,为全面建设小康社会奠定坚实的科学技术基础。

第三,学习科学技术史,有助于我们掌握科学方法,培养科学精神,强化科技意识。科学技术史既是一部人类认识与改造自然的历史,又是一部科学思想、科学方法和科学精神演化的历史。通过学习科学技术史,我们可以学到许多科学家的科学思想和科学方法,从他们的成功中获得启示,从他们的失败中吸取教训,从而进一步开发我们的智力,增强科研能力。许多科学家的成功就在于他们的思想超前,方法得当,如爱因斯坦(1879~1955)、钱学森(1911~)等。学习与研究科学技术史,能使人更善于思维,使人变得更聪明,更睿智,正如培根(1561~1626)所言,读史使人明智。同时,学习科学技术史,有助于我们陶冶情操,净化心灵,培养科学精神,强化科技意识。科学技术给人类带来了巨大的物质财富,而人类则从科学技术中得到了更大的精神财富,这就是科学精神。科学作为一种创造性活动,充满着人类的激情,充满着最高尚、最纯洁的生命力,永远激励着人们去追求,去探索。正是这种科学精神激励着一代又一代的科学家艰苦奋斗、追求真理、不断进取,创造了科学史上一个又一个辉煌的奇迹。科学研究所凝聚的科学精神是先进文化的具体体现,在科技发展和社会进步中具有特别重要的意义。

第四,学习科学技术史,有助于我们优化知识结构,提高人才素质。人类社会已进入知识经济时代,科学与技术之间,自然科学与社会科学之间彼此交叉、相互渗透,这就要求我们培养的人才,必须具有广博的知识结构。科学技术史是一部浓缩了的科学技术的百科全书,它不仅囊括了上自天文,下至地理,从无机界到有机