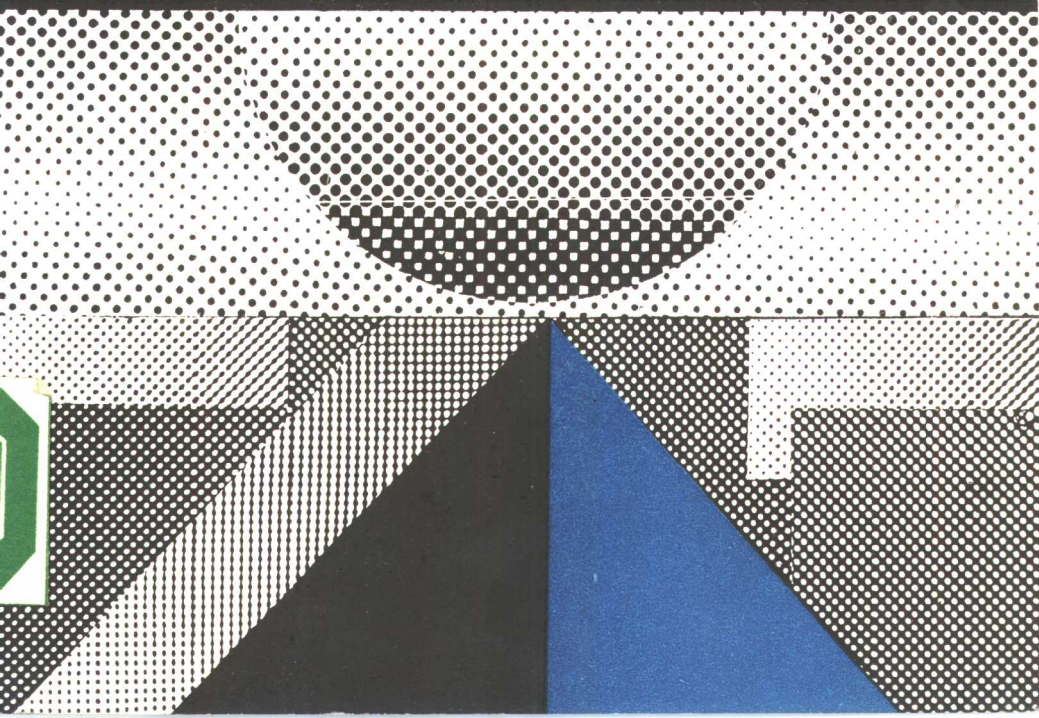


KE XUE JI SHU SHI JIAO CHENG

科学技术史教程

续编
关士主 编

·高等学校教材·理工农医各专用



高等学校教材·理工农医各专业用

科学技术史教程

主 编 关士续

副主编 关西普

高等教育出版社

高等学校教材
理工农医类专业用
科学技术史教程

主 编: 关士续

副主编: 关西普

*

高等教育出版社出版
新华书店上海发行所发行
复旦大学印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 18 字数 432,000

1989年2月第1版 1989年4月第1次印刷

印数 0,001-1,800

ISBN 7-04-002005-X/D·18

定价 4.70 元

目 录

绪论	1
第一章 原始、奴隶社会科学技术的萌芽	20
第一节 技术的发端与科学的起源	20
第二节 四大文明发祥地的科学和技术	31
第三节 古希腊罗马的科学技术	39
第二章 封建时代科学技术的兴衰	59
第一节 中国古代科学技术发展概况	59
第二节 中国古代技术的发展	65
第三节 中国古代实用科学的兴起	75
第四节 中世纪欧洲科学的衰落	86
第五节 中世纪阿拉伯的科学技术进步	92
第三章 近代自然科学的产生与古典力学体系的形成	97
第一节 近代自然科学产生的历史条件	97
第二节 自然科学争取独立的伟大斗争	104
第三节 近代天文学的成就	114
第四节 近代力学和数学的初期发展	120
第五节 古典力学体系的形成	128
第六节 微积分的产生	138
第七节 物理学、化学、生物学的早期成就	146
第八节 近代科学发展初期的科学组织与哲学思想	158
第四章 近代技术的兴起与工业革命	167
第一节 近代技术产生的基础和条件	167

第二节	近代技术的兴起	172
第三节	机器—蒸汽时代技术体系的形成	189
第四节	工业革命的意义和后果	197
第五章	近代自然科学的全面发展	202
第一节	天文学与地质学的新观念	202
第二节	细胞学说的提出与生物进化论的建立	213
第三节	物质结构理论与化学元素周期律	228
第四节	能量守恒与转化定律和热力学三定律	239
第五节	波动光学的兴起与电磁学的迅猛发展	251
第六节	近代数学的全面发展与主要成就	263
第七节	十九世纪自然科学发展的特点	272
第六章	近代技术的全面发展	283
第一节	机器—蒸汽技术体系面临的问题	283
第二节	钢铁与材料技术的发展	286
第三节	热机的新发明与应用	293
第四节	电能——技术革命的主角	301
第五节	以电器技术为中心的技术体系的形成	312
第七章	西方近代科学技术与中国	322
第一节	近代以前的中外科技交流	322
第二节	西方近代科学技术向东方的传播	327
第三节	明清以来中国科学技术的落后及其原因	341
第八章	物理学革命与现代自然科学的开端	349
第一节	新的实验发现与经典物理学的危机	349
第二节	量子论、相对论和量子力学的建立	359
第三节	现代科学对物质结构的认识	370
第四节	凝聚态物理学的早期发展	378
第九章	现代自然科学的发展	387

第一节	物理科学的新进展	387
第二节	生命科学的新进展	400
第三节	地球科学的发展	412
第四节	现代数学的发展	417
第五节	系统科学的产生和发展	424
第十章	现代技术的发展	438
第一节	材料和材料加工技术的发展	438
第二节	电力技术的发展与核能源技术的诞生	448
第三节	电子技术的发展	455
第四节	自动化技术与自动化技术科学的发展	461
第五节	交通运输技术的发展	467
第六节	科学管理与系统工程的发展	477
第十一章	战后的技术发展与新的技术革命的兴起	483
第一节	电子计算机的发展	483
第二节	空间技术的迈进	497
第三节	激光技术的勃兴	511
第四节	材料和能源技术的进展	520
第五节	生物技术的崛起	528
第六节	新的技术革命及其社会影响	533
附: 人名对照索引		540
后 记		568

绪 论

1929年,丹皮尔在出版他的《科学史》的时候¹,曾为这部后来刊印几十版并译为多种文字的著作,写过如下一首卷头诗:

最初,人们尝试用魔咒
来使大地丰产,
来使家禽牲畜不受摧残,
来使幼小者降生时平平安安。

接着,他们又祈求反复无常的天神,
不要降下大火与洪水的灾难;
他们的烟火缭绕的祭品,
在鲜血染红的祭坛上焚燃。

后来又有大胆的哲人和圣贤,
制定了一套固定不变的方案,
想用思维或神圣的书卷,
来证明大自然应该如此这般。

¹ W·C·丹皮尔(1867—1952),英国科学史家。其《科学史》中译本,1975年由商务印书馆出版。

但是大自然在微笑——史芬克斯¹式的笑脸。
注视着好景不长的哲人和圣贤，
她耐心地等了一会——
他们的方案就烟消云散。

接着就来了一批热心人，地位比较卑贱，
他们并没有什么完整的方案，
满足于扮演跑龙套的角色，
只是观察，幻想和检验。

从此，在混沌一团中，
字谜画的碎片就渐次展现；
人们摸清了大自然的脾气，
服从大自然，又能控制大自然。

变化不已的图案在远方闪光；
但它的景象不断变幻，
却没有揭示出碎片的底细，
更没有揭示出字谜画的意义。

大自然在微笑——
仍然没有供出她内心的秘密；
她不可思议地保护着
猜不透的史芬克斯之谜。

¹ 史芬克斯(Sphinx)、希腊神话中的狮身人面兽。在西方文学中象征神秘的谜团。

这是一首关于人与大自然的喻理诗。在这首诗的前六段里，作者为我们描绘了一幅从远古蒙昧时期(第一、二段)，到古代自然哲学文明(第三、四段)，再到近代科学技术诞生(第五、六段)，人类与大自然斗争的生动历史画面。但是，这首诗的后两段，在对自然奥秘的深深敬畏之中，却流露出一种无可奈何的心情，读来未免使人感到沮丧和茫然。

这就提出了一个问题：我们究竟应当怎样看待人与自然界的关系的历史？主宰这部历史的东西到底是什么？这部历史是沿着一条什么样的道路发展过来的，它又将把我们引向何方？

诚然，尽管科学技术已发展到今天，大自然的确还珍藏着许许多多对于人类来说仍然难以捉摸的奥秘。我们已经知道的东西，还远远少于我们所未知的东西。而且，前者少得简直不能与后者相比。但是，不管怎样，人类与自然的关系的历史，绝不是一部人类被自然界所捉弄的历史。达尔文曾经说过：虽然大自然象个淘气的孩子，一有机会就要向人类“撒谎”，但人类却有办法迫使大自然就范，让她吐露出珍藏的秘密。

这种办法，不是别的，就是人类的科学技术的实践和认识，就是人类在这种实践和认识过程中自己创造出来并不断加以发展和完善的科学技术。毛泽东曾说，科学技术是人类在自然界中争取自由的一种武装。正是靠着科学和技术，人类在与自然界斗争的漫长历史中，不断地实践、思索、开拓、前进。科学技术每发展一步，人类总是向前推进着已知和未知的界限。总是使自己在自然界里获得更大的自由，同时也为科学技术的继续发展创造新的条件，不断丰富着自己继续实践、思索的方式和方法，不断增强着自己继续开拓前进的信心、能力和手段。科学技术的历史，集中地反映了人与自然界的关系的历史。科学技术的发展，也改变着人与

自然界的关系的性质与格局。所以,我们要了解人与自然界的关系的历史发展,要在人与自然界的关系中发挥更大的能动性,争得更大的主动权,就要了解科学技术的历史。

科学技术史的研究对象和学科内容

科学技术史,就其学科性质而言,毫无疑问,应属于历史科学领域。它是一门以科学技术为特定研究对象的历史科学。如果要给科学技术史下个定义,那就可以说:科学技术史是关于科学技术产生与发展的历史科学。

我们之所以强调科学技术史作为一门历史科学的性质,是因为它以对历史本身的研究为基础,也正是在这一点上它不同于科学观、技术论、科学学和技术学。当然,这并不是说它作为历史科学就应满足于对已经发生的历史事件只作客观的记录和陈述,恰好相反,它还必须透过历史去研究科学技术产生与发展的规律,以探求对于历史本质的理解。这是因为,从现代历史科学的观点来看,历史并不是过去已经发生的事件或事实的偶然堆砌,而是一个有“源”有“流”的有序过程,是必然规律在诸种历史条件下随着时间延伸而展开的因果序列的总和。

列宁在《卡尔·马克思》一文中,当谈到历史唯物主义的时候曾指出,只有“把历史当作一个十分复杂并充满矛盾但毕竟是有规律的统一过程来研究”,才是“以科学态度研究历史的途径”^①。科学技术史作为以科学技术为对象的历史科学,就要把科学技术的历史当作这样一个有规律的统一过程来研究。它的躯体,是对于科学技术产生与发展的历史事实的概括,即“史实”,它的灵魂则是对于科学技术产生与发展的历史规律的认识,即“史识”。正如躯

① 《列宁选集》第2卷,第586页。人民出版社1972年版。

体不能失去灵魂一样,灵魂也不能脱离躯体。从这个意义上还可以说,科学技术史是关于科学技术产生与发展的“史实”和“史识”的知识与理论体系。

科学和技术的历史与自然界本身的历史不同。它是人所进行的科学技术活动的历史,是通过人的科学技术活动展开和完成的。所以,它的现实的研究对象应是人的科学技术活动。其中包括:这些活动的进程与结果;这些活动的条件和影响;人们进行这些活动的思想和方法;以及不管人们自觉与否、承认与否,在进行这些活动的时候都不能不遵循的客观规律。

科学技术史面对这样一个研究对象,其学科内容理应包括:

一、科学发现和技术发明史。

科学技术活动,是人类以自然界为对象的实践与认识活动。科学作为这种活动的认识成果,同时也是认识继续前进的起点,其表现为科学的发现;技术作为这种活动的实践成果,同时也是继续进行实践的手段,其表现为技术的发明。所以,科学技术史,首先就是科学发现和技术发明史。科学发现和技术发明史即科学技术本身发展的历史,构成了科学技术史的基本内容。

二、科学技术社会史。

科学技术虽以自然界为对象,但它作为人类的实践与认识活动却都是在一定的社会背景即一定的社会条件和社会关系中,并且是为满足一定的社会需求而进行的。科学技术活动必然是整个人类社会活动的一部分,它本身就是一种社会现象。由于科学技术活动只不过是整个人类社会活动这个大系统中的一个子系统或构成要素,所以我们要想真正理解科学发现史和技术发明史,就必须向其客观的社会环境方面作为必要的扩展和延伸,从人类社会这个大系统的角度来考察科学技术活动,这就构成了科学技术史的另一个学科内容——科学技术社会史。

三、科学技术思想史。

科学技术作为人类实践与认识活动,毫无疑问,都是人们为达到一定目的而自觉进行的。这种目的性和自觉性,就体现在从事科学技术活动的人们的思想中。科学发现也好,技术发明也好,都是人的思想的发展与实现,都是人们在一定思想支配下采用一定方法完成的。所以,我们要想真正理解科学发现和技术发明的历史,还必须向人们主观的思想方法方面作必要收缩和深究,从人作为科学技术活动主体的角度来挖掘其动机和思路,这就构成了科学技术史第三方面的学科内容——科学技术思想史,包括科学技术方法史。

马克思在《资本论》中,曾提出写作一部“批判的工艺学史”的任务。他说“工艺学^①会把人对自然的能动关系,人类生活的直接生产过程暴露出来,因此也会把人类社会生活关系及从此生出的思想观念的直接生产过程暴露出来。”可见,在马克思看来,科学技术史,作为一部人对自然界的能动关系的历史,必然要涉及到社会关系和人的思想,它们本来就是同一部历史的不同侧面。只有在考察科学技术本身历史的同时,也考察其社会史和思想史,才能真正把握住这部历史,也才能使科学技术史成为整个人类社会史的基础之一。

所以,我们在学习与研究科学技术史的时候,除了要追踪科学发现和技术发明的历史线索,还要注意科学技术社会背景变化的历史线索以及科学技术思想方法演进的历史线索。

科学发现和技术发明史,按不同的科学学科和技术门类,可以分成各种学科史、门类史。科学技术社会史,按不同的国家和地

^① “工艺学”(Technology)亦可译为技术。引文见《资本论》第1卷,第396页注,人民出版社1975年版。

域,可以分成各种国别史、地域史。科学技术思想史,按不同的学派和学说,也可分为各种学派史、学说史,等等。

科学技术史作为一门科学的形成和发展

自从有了科学和技术,也就开始了科学技术的历史。不过,科学技术史形成一门历史科学,则是近代科学技术发展到一定阶段的产物。

到 18 世纪,近代自然科学已经完成它第一个时期的发展,近代技术也随着工业革命的展开而兴起。从此开始了对自然科学各学科以及技术发明等专门史的研究。18 世纪中叶,关于各门科学和技术的发展历史,出现了一些系统的研究专著,如蒙塔克拉的《数学史》、埃斯特瓦的《天文学史》、普利斯特列的《电学史》和《光学史》以及贝克曼的《发明史》等等。到 19 世纪初,1807 年冯·波佩在哥廷根陆续出版三卷集的《工艺学的历史》,1837 年惠威尔又在伦敦出版《归纳科学的历史》,自然科学史和工艺技术史都已成为专门的科学研究对象。

19 世纪中叶,马克思和恩格斯以辩证唯物主义与历史唯物主义的科学观和技术论,为科学技术史的研究指明了正确的方向,提供了科学的观点和方法。他们还在科学史和技术史方面,都进行了极为重要的开拓性的研究工作,从而为科学技术史研究的科学化作出了奠基性的贡献。恩格斯在《自然辩证法》一书中,以其历史的“导言”,对近代自然科学自产生以来直至 19 世纪中叶的发展,作了高度的科学概括。他还留下了大量的科学历史研究札记。马克思在写作《政治经济学批判大纲》和《资本论》的准备过程中,研究了许多技术与工艺史著作,他在写于 1861—1863 年间篇幅浩繁的经济学手稿里,包括关于技术史的研究笔记,对近代技术产生和发展的历史进行了精辟的分析。就连西方技术史家,也高

度评价马克思的这些贡献¹。

19 世纪末、20 世纪初,在蒐集和整理大量史料的基础上,科学史逐渐形成自己的知识体系,并开始作为一门课程进入大学教育。1889 年,麻省理工学院开设科学史课。1892 年,巴黎的法兰西学院不仅开设科学史课程,而且建立科学史教研室,还由国家聘任了科学史教授。1895 年,著名物理学家和哲学家马赫在维也纳大学开设自然哲学与科学史。1917 年,萨顿在华盛顿大学、哥伦比亚大学短期讲学之后,又在哈佛大学系统开设科学史课程。1918—1920 年间,苏联的高等院校也开始设立科学技术史课。1929 年联共(布)中央全会作出决议,规定把科学技术史课程列入高等技术院校教学计划。

1912 年,萨顿着手创办科学史研究的学术期刊——Isis 杂志。他邀请许多著名科学家(如彭加勒、阿累尼乌斯、奥斯特瓦尔德、拉姆塞等)以及历史学家、社会学家、哲学家,参加这个杂志的编辑委员会,以便在科学史研究中实现“全部知识的综合”。1913 年 Isis 杂志正式问世。1924 年,美国历史学会为支持 Isis 杂志和科学史研究,专门建立科学史学会。美国科学史学会由于有许多外籍会员,实际上已是一个国际性组织。1927 年,开始筹建国际科学史组织。1928 年,在奥斯陆成立国际科学史委员会。1929 年,国际科学史第一次代表大会在巴黎召开,正式成立国际科学史联合会²。国际性学术刊物的出版和国际性学术组织的建立,标志着科学技术史作为一个独立的科学学科已经形成。

进入 20 世纪以后,科学技术对社会的影响日益强烈,科技

1 美国当代技术史学者 M·克兰兹伯格称马克思为“第一个主要的技术史家,第一个技术哲学家和第一个技术社会学家”。

2 1931 年成立国际科学联合会理事会(ICSU),1947 年国际科联下设科学史分会(DHS)。

术的发展规模越来越大,因而也越来越需要社会的支持。在1931年召开的第二届国际科学史会议上,苏联学者按照马克思主义的唯物史观,首先提出研究科学技术发展的社会条件与社会需求的重要性。30、40年代,以贝尔纳为代表的一批学者,发起一个注意研究“科学与社会联系”的运动。1939年,贝尔纳出版了《科学的社会功能》一书。默顿也提出社会结构中的科学的“默顿命题”。

第二次世界大战以后,科学技术的发展更加迅速,科学技术与社会的联系也更趋紧密。特别是60、70年代以来,由于世界新技术革命的兴起,越来越多的西方学者在社会学和未来学研究中,把科学技术作为一个影响社会进步的决定性基础要素;与此同时,科学技术史界对科学技术社会史的研究也更为重视。正如国际科学史和科学哲学联合会科学史分会主席欧文·希伯特所指出的,当代的科学技术史研究已经“超越专以经典科学文本及其自身分析为其唯一对象”的狭窄界限,“转而专心于研究有关科学与技术发展的所有可以想象的、前后连贯的、环境方面的主要原因——社会、文化、人类学、政治、经济、企业、地域、哲学、意识形态和宗教方面的原因。”

现在,世界各发达国家以及许多发展中国家,都有专门从事科学技术史研究的机构。各国的科学技术史专业研究人员已超过1万人;各国出版的科学技术史学术刊物逾百种。每年发表的科学技术史专著和论文达几千篇。世界上许多著名大学都设有科学史系或专业;开设科学技术史类课程的大学就更多了。据Isis杂志1983年出版的《科学史指南》不完全统计,世界各国能培养科学技术史专业研究生的大学、研究机构和资料中心就有165个。科学技术史的研究,已形成一個庞大的社会建制。

学习与研究科学技术史的意义

许许多多科学技术家和科学技术史家,早已认识并阐明了学习与研究科学技术史的意义。从最一般的意义上来说,无论在哪个时代,无论在哪些国家,人们通过对科学技术发展历史的学习与研究,都至少可以在下述三个方面有所收获:

首先,通过对科学技术史的学习与研究,人们可以探索和掌握科学技术发展的客观规律,从而增强自己从事科学技术活动的自觉性,提高自己在科学技术工作中进行战略分析和作出重大选择与判断的能力。

学习与研究科学技术史,必须以弄清科学技术发展的历史事实为基础。但人们学习与研究科学技术史,从来都不是仅仅以弄清史实本身为最终目标的。早在 19 世纪末,当塞治维克与泰勒在美国麻省理工学院最初开设科学史课程时,他们就明确提出,这门课程的教学目的在于使学生“更好地理解决定科学进步一般进程的诸种主要倾向”。著名物理学家马赫认为,科学史可以帮助我们了解科学发展的全过程,而“了解科学发展的全过程的人,……将比只观察他的生活时代,只思考现时知识事件与倾向的人,要更为自由、更为正确地判断任何现实的科学运动的意义。”著名化学家奥斯特瓦尔德在他 20 世纪初出版的《电化学史》中也指出,科学史研究的真正任务,在于寻找科学发展中“经常地和同样地在许多个别现象中反复出现的那种东西”,即科学发展的规律。正因为这样,科学技术史的研究对于科学技术的发展以及从事科学技术事业的人们来说,才具有远远超出历史本身的价值。直至今日,这也是人们研究科学技术史的主要动机之一。当代美国科技史家克兰兹伯格说,研究过去的历史,是为了向过去“提出一系列问题,以便理解我们现在的时代是如何出现的”,同时也是为了“能够利用这

种过去历史的知识来应付今天和明天的问题。”

其次,通过对科学技术史的学习与研究,人们可以了解和把握科学技术与社会的关系,以及这种关系的历史演进过程,从而更主动地适应与响应社会的需要,更有效地创造和利用社会条件,以促进科学技术的发展。

贝尔纳在他 1939 年出版的《科学的社会功能》一书中指出,对科学和科学史的研究,必须抛弃那种仅仅把科学视为“单纯的智力活动”和“科学简直就是人们的智慧和教养的不可分割的一部分”的理想主义的科学观。他指出,“我们不能再无视这样的事实:科学正在影响当代的社会变革而且也受到这些变革的影响”,因而“我们需要比以往更仔细地分析两者之间的交互作用。”他在 1954 年出版的《历史上的科学》中又指出,“在最近 30 年里,主要由于马克思主义思想的冲击,才长成了这个观念:非但自然科学家们在其研究工作中所用的那些方式方法,而且连他们在理论性研究途径上的那些指导思想也是社会事件和社会压力所决定的。”与此同时,科学的进展又“决定社会本身的进展;这不仅是在运用科学发见而造成了的经济改变这一方面,而且也在由于新科学理论的冲击而使思想上的一般结构所受的影响的另一面。”所以,通过科学史的研究,不仅可以把握科学本身的发展,而且可以一方面“衡量科学对社会所发生的影响”,另一方面“衡量社会对科学所发生的影响。”

第三,通过对科学技术史的学习与研究,人们还可以接触和熟悉历史上科学家们的思想和实践,广泛借鉴胜利者的成功经验和探索者的挫折与教训,以便从中汲取教益,受到启迪,提高自己的科学技术工作素养。

著名物理学家麦克斯韦早就指出,“科学史不能局限于列举研究成果。科学史应该告诉我们失败的探索,并解决为什么某些有