

中国近现代

HISTORY
OF CHINESE SCIENCE
AND TECHNOLOGY

科学技术史

董光璧 主编

湖南教育出版社



中国近现代科学技术史

董光璧 主编

湖南教育出版社
1995

中国近现代科学技术史

董光壁 主编

责任编辑：欧阳维诚 郑落沙

湖南教育出版社出版发行

湖南省新华书店经销 湖南省新华印刷三厂印刷

787×1092毫米 16开 印张：104 字数：2640000

1997年4月第1版 1997年4月第1次印刷

ISBN7-5355-2452-4/G·2447

定价：110元

本书若有印刷、装订错误，可向承印厂调换

董光壁主編

中國近現代科學技術史

吳大猷



題

湖南教育出版社

编著者名录

主编: 董光壁

作者: (以所写篇章在书中出现先后为序)

董光壁	江晓原	韩琦	汪前进
王扬宗	徐策伟	曲士培	刘兰平
方光伟	任元彪	林文照	陈益升
杨静一	高泳源	张家诚	曹育
张黎	戴念祖	丁蔚	李东生
张祖贵	张柏春	李小宁	田大山
杨直民	程之范	张大庆	孔德涌
李喜先	薛小舟	张会	刘兵
吴志纯	金吾伦	张凭	杨照德
赵阳辉	胡世平	金虎	李刚
丛亚丽	李金虎	郝刘祥	关锦镗

席泽宗序

50年前毛泽东主席在《改造我们的学习》一文中，即号召我们要对鸦片战争以来的中国历史，先作经济的、政治的、军事的、文化的分析研究，然后作综合的研究。可是，50年过去了，作为第一生产力并与经济、政治、军事、文化发展有密切关系的近代科学技术史却没有得到应有的重视。在1989~1990年出版的300多种科学技术史著作中，关于古代科学技术史的著作比比皆是，关于外国近现代的也不少，唯独关于中国近现代的少得可怜，还占不到5%。造成这种状况的原因很多，其中的一个是：研究中国科学史的老一辈科学家多是从科学开始。他们本来有一定的国学基础，在他们学习了近代科学以后，发觉有些东西在中国古代的文献中找到类似的或原始的形式，于是他们就用考证的方法，以编年史的形式，寻找中国古代的科学发现和发明。这种作法对于振奋民族自尊心和宣传爱国主义很有作用，对于科学史这门学科的发展也起了促进作用，但也有它的局限性。他们对于先人的发现、发明的社会背景以及与其他文化分支的关系所作的分析很少。同时，由于宣扬爱国主义这

样一个目的,对于明末传教士东来以后的科技史注意不够。例如竺可桢《中国古代在天文学上的伟大成就》一文就只到明末为止,刘仙洲《中国机械工程发明史》一书也作了同样的处理。这样就把明末以来 400 年的历史给忽略了。

现在看到董光璧同志主编的《中国近现代科学技术史》,恰是从 1582 年意大利传教士利玛窦来到中国开始写起,一直写到当今为止,正好补足了以前研究的空白。全书按时间顺序分为三个时期(从传统科学到近代科学的转变、从欧美模式到苏联模式的转变、从国防动力到经济动力的转变),一时期一卷。对许多重大理论问题(如起点与分期、科学与社会、传统与近代、中国与世界、技术与经济、科学与技术、自然科学与社会科学、历史与未来),作者在“导言”和“结语”中集中地阐述了自己的观点,并对中国科学的未来作了预测。这部书的确是别开生面,与众不同,引人入胜。因此愿意在它的出版之际,推荐给读者评品,并希望它的出版能给中国科技史的研究带来新的生机。

席泽宗

1992 年 9 月 3 日

目 录

席泽宗序	1
导言	1
起点与分期	1
科学与社会	4
传统与近代	7
中国与世界	11
上卷——中国近代科学技术的启蒙期	
上卷引论: 从传统的到近代的心态转变	17
启蒙三部曲	17
文化冲突与心态调整	28
科学同儒学的分离	35
第 01 篇 传教士的科学输入	45
01.1 天文学的输入	47

01.2	数学的输入	87
第 02 篇	传教士的科学输入(下)	129
02.1	皇舆图的测绘	131
02.2	新教传教士的科学传播	175
第 03 篇	洋务运动的科技引进	191
03.1	洋务运动的开放政策及意义	193
03.2	军工企业及其技术引进	209
03.3	民用企业及其技术引进	228
03.4	科学书籍的译刊	240
第 04 篇	科技教育的产生	261
04.1	社会变迁与新教育的产生	263
04.2	洋务运动与科技教育的兴起	278
04.3	维新变法与科技教育的合法化	297
04.4	辛亥革命与科技教育制度化	325
04.5	留学和教会大学的科技教育	343
第 05 篇	科技学会的兴起	355
05.1	科技学会的胚胎时期	357
05.2	科技学会的襁褓时期	371
05.3	科技学会的成长发育时期	381
第 06 篇	新文化运动的科学启蒙	395
06.1	新文化运动概说	397
06.2	从格致到科学	411
06.3	启蒙运动的启蒙	420
06.4	新民说的启蒙意义	435
06.5	科学思潮汇流与“五四”新文化运动的兴起	450
06.6	伦理觉悟中的赛先生	461
06.7	东西文化之争	470
06.8	科学启蒙运动中的两种走向	492
中卷——中国近代科学技术的形成期		
中卷引论:	从欧美的到苏联的模式转变	499
	模式转变的政治背景	499

形成欧美模式的外铄力	511
苏联模式的思想基础	520
第 07 篇 科学研究的体制化	531
07.1 科研机构设置的社会条件	533
07.2 中央研究院的建立与发展	544
07.3 北平研究院的建立与发展	559
07.4 地方及高校的研究机构	575
07.5 日本在中国的殖民科学机构	581
07.6 中国科学院早期概况	594
第 08 篇 基础学科的建立(上)	605
08.1 地质学	607
08.2 地理学	653
08.3 气象学	668
08.4 生物学	688
第 09 篇 基础学科的建立(下)	741
09.1 化学	743
09.2 物理学	787
09.3 天文学	812
09.4 数学	870
第 10 篇 工业布局与技术体系的形成	921
10.1 近代工业的草创及近代技术的采用	923
10.2 近代工业体系的雏型及近代技术掌握	941
10.3 技术学会及研究机构	960
10.4 战争对工业布局和结构的影响	967
10.5 工业技术体系的形成	985
第 11 篇 近代农业科技的奠基	1005
11.1 农业科技中出现新因素	1007
11.2 中西农业科技的交汇	1012
11.3 学校教育的基础作用	1028
11.4 农业科技分支领域的构建	1039
11.5 区域农业科技的发展	1050

第 12 篇	近代医学和医疗卫生系统	1061
12.1	近代医学体系的萌生	1063
12.2	近代医学体系的确立	1081
12.3	近代中医学	1105
12.4	现代医疗卫生系统的奠基	1125
下卷——中国科学技术的现代发展期		
下卷引论:	从国防的到经济的动力转变	1135
	摆脱苏联模式的探索	1137
	背离科学精神的教训	1151
	技术经济的觉悟	1161
第 13 篇	国家对科学技术的领导	1171
13.1	向科学进军的胜利与曲折	1173
13.2	科技面向经济的改革	1192
13.3	科技与经济协调发展的战略布署及其措施	1208
第 14 篇	基础科学研究的进展	1221
14.1	中国基础科学研究概况	1223
14.2	粒子物理学	1231
14.3	超导物理学	1256
14.4	分子生物学	1271
14.5	数学	1295
第 15 篇	高技术的发展及成就	1321
15.1	中国高技术发展概观	1323
15.2	核科学技术	1342
15.3	航天科学技术	1349
15.4	计算机科学技术	1372
第 16 篇	产业技术现代化的历程	1407
16.1	农业产业的现代化	1409
16.2	工业技术的现代化	1431
16.3	服务产业技术的现代化	1452
16.4	信息产业技术的现代化	1475

第 17 篇 国土开发与环境保护	1493
17.1 国土资源调查	1495
17.2 灾害预测与国土整治	1515
17.3 环境科学研究	1531
第 18 篇 台湾科技发展概貌	1541
18.1 台湾科技发展的三阶段	1543
18.2 台湾的研究与开发	1558
18.3 台湾的农业技术	1576
18.4 台湾的轻工业与运输业	1587
18.5 台湾的基础工业技术	1602
结语	1627
技术与经济	1628
科学与技术	1631
自然科学与奢社会科学	1635
历史与未来	1638
后记: 编写缘起和过程	1645

董光壁

导 言

全书3卷18篇合订一大册,每卷各6篇。上卷为近代科技启蒙之部,中卷为近代科技体系形成之部,下卷为科技的现代发展之部。本书力图阐明近现代科学和技术在中国发展的环境、动力和效益。这必然要涉及科学和技术与社会的互动和协调发展问题。虽然在整体上我们采取寓观点于书的结构和对过程的描述之中,但是有关历史观、科学观、技术观以及中国社会、中国科学和技术史中的许多有争论的问题,即使不作深入的讨论也是不能完全弃之而不顾的。因此,对于不可回避的这类有争论的问题,我们将正面地、简要地陈述我们的选择和思考。为了使得读者在了解我们的观点的情况下阅读本书,在全书的导论和各卷的引论中将集中表达我们的写作思路和指导思想。

作为全书的导论将给出我们关于中国近现代科学技术史的起点与分期、科学与社会、传统与近代、中国与世界诸方面的特征之描述,并表明对于一些基本问题的观点。在各卷的引论中依次阐明中国近现代科学技术史的三大转变:从传统科学到近代科学的转变,从欧美模式到苏联模式的转变,从国防动力到经济动力的转变。最后的结语通过对技术与经济、科学与技术、自然科学与社会科学、历史与未来的讨论,检讨过去、展望前景。

起点与分期

科学史的分期问题并无理论上的定格。实践上作为国别科学技术史的分期,下述四

种不同的分期标准分别被一些著作家采用：依政治史分期，依社会形态分期，依科学内史分期，依科学外史分期。我们将从科学的内史和外史结合的角度处理分期问题。中国科学近代化的起点问题争论最大，需要较多的笔墨说明我们的选择。

严格地说，科学产生于近代的欧洲，只是在追溯它的历史时，才有古代的和中世纪的科学之说。我赞成李约瑟（Joseph Needham, 1900~1995）的全球科学观及其世界范围起源律。地球上各文明区都有其古代科学，但东西两半球的古代科学在形式上和世界观上都有明显的差异。首先在西半球的欧洲产生的近代科学是各文明区中之古代科学汇流的结果。近代科学产生之后，它的继续发展是一个世界化的过程。各文明区的科学近代化都是这个科学世界化总进程的一部分。所以中国科学近代化也就是中国科学的世界化。我们的《中国近现代科学技术史》主要描述产生自欧洲的近代科学技术在中国的传播和发展。

“中国近现代科学技术史”这一用语可能产生理解上的歧义，因为它既可以理解为科学技术在近代中国的发展史，也可以理解为近现代科学技术在中国的发展史。在中国，如果也像欧洲一样，社会近代化的起点与科学技术近代化的起点一致，那末这两种理解也就不会有什么差别。但在中国，这两者并不一致。中国社会近代化的起点在 19 世纪中叶，以 1840 年中英鸦片战争为其标志，这已近乎被公认。但是，科学近代化并不一定要依从这个社会近代化的起点。因为，早在鸦片战争前 200 多年，中国就已经开始两种不同科学并存的局面：一是中国传统的科学和技术，它曾经有过领先于世界的繁荣期；二是自明末由基督教传教士传入的西方的科学技术，特别是文艺复兴以后首先在欧洲发展起来的科学技术。

我们赞成以 1582 年意大利传教士利玛窦（Matthaeus Ricci, 1552~1610）来中国为中国科学近代化起点的标志。这有两个理由：其一，人所共知，利玛窦是西学传入中国的象征；其二，人们很少注意，在利玛窦进中国之时，中国传统科学已有趋向近代化的征兆。我们这里着重对后者作些说明。

中国传统科学在秦汉时期早熟地形成了它的基本范式。其后的发展有三个高峰期。最初的高峰期出现在魏晋南北朝时期。宋元时期达到了它的顶峰。最后一个高峰期表现为明末传统科技的综合。在此期间，一方面中国传统科学内部产生了科学近代化的萌芽，另一方面传教士们把西方科学技术输入中国。

发自中国传统科学内部的科学近代化主要表现为科学的社会化，在医学、数学领域有明显表现。就医学来说，医学的内在价值和医生的自主作用已被认识。医学近代化趋向最集中的表现是体制化。在明代的城市、军队和工场中已广泛设立了医疗机构。尤其值得注意的是，在利玛窦进中国之前，1568 年在顺天府（今北京）成立了规模可观的“一体堂宅仁医会”。就数学而言，宋元时期领先于世界的中国数学，入明以后停滞甚至失传。在明中叶，适应商业的繁荣，数学以其社会化为起点走向复兴，商人出身的数学家撰写实用数学。浙江吴敬撰《九章算法比类大全》（1450 年）、河北王文素撰《通证古今算学宝鉴》（1513 年）、安徽程大位（1533~?）撰《算法统宗》（1592 年）。珠算也取代筹算为商业服务。这不但说明数学的价值得到社会承认，而且也表明数学从科制束缚中挣脱出来。科制取消明算科，把数学排斥在文官考试科目之外，有利于导致数学专业与仕途的分离。在最具官方特色的历法天文学领域，孝宗皇帝弛禁私习历法以后，民间历法天文学家逐渐生

长出来。明已有朱载堉(1536~1631)、邢云路、范守己、李之藻(1566~1630)、徐光启(1562~1633)、李天经(1579~1654)等著名知历者;并且在西方天文学的影响下,17世纪出现了天文学的复兴。此外,朱载堉的音律学及其数理思想还预示了自然科学数学化的趋向。宋应星(1587~?)的“与功名进取毫不相关”的声明,实质上是科学技术的“独立宣言”。中国科学的社会化,有如欧洲科学的世俗化。类似于在欧洲科学同神学的分离,在中国科学走向同儒学的分离。

这样,科学近代化的起点就在早于社会近代化的起点200多年前的16世纪晚期。这巨大的时间差似乎令人不可接受。如何理解如此巨大的时间差呢?这是因为发自中国社会内部的近代化趋势受挫而转变为“外铄”的结果。所谓“外铄”,即其主要动力来自传统社会的外部压力。从传教士来华至鸦片战争的200多年间,西学的传入,扩大了少数学者的眼界。由于这些人的努力,中国传统文化中的科学率先汇入世界科学的主流。但《崇祯历书》(1635年)和《数理精蕴》(1723年)等科学著作尚不足以发动滞轴的中国社会。鸦片战争的炮声则惊醒了中国的朝野官民,在殖民主义的暴力威逼之下,中国社会的近代化车轮才开始启动。这种启动从消极的模仿开始,而且是一种程序反演的模仿:首先在器物层次,然后是制度层次,最后才进入思想层次。在中国,在不到60年的时间里,通过洋务运动、戊戌变法和辛亥革命、新文化运动,欧洲社会近500年的近代化史被草率地反演。正是这种不可避免的程序倒置所固有的不彻底性,导致近代中国不得不程序紊乱地反复重演欧洲走向近代社会的诸进程。

确定了近现代科学技术在中国发展的起点以后,我们可以转入对整个历史进程分期的讨论。三个历史事件被选用作为分期的标志性的时间点,把中国近现代科学技术史大致划分为三个时期。这三个标志点是:1582年利玛窦进中国,1928年中央研究院的设立,1956年十二年远景规划的制定。1582~1928年这段漫长的时间是近代科学技术启蒙期,1928~1956年是近代科学技术的形成期,1956年以后是国家计划指导下科学技术的现代发展时期。

启蒙是通过明清时期传教士的科学输入、洋务派官员的科学技术引进和知识分子的科学文化运动“三部曲”实现的。传教士带来了科学技术的新鲜空气,洋务运动的示范作用造成引进近代科学技术不可逆转的局面,知识分子的科学文化运动对扫除妨碍科学技术发展的反科学的文化环境起了重大的历史作用。通过300多年的科学启蒙,在中国基本上完成了知识界和民众从传统的到近代的心态转变。

中央研究院的设立标志着近代科学技术事业在中国进入了体制化的发展时期。从欧美日留学归来的科学技术专家成为各学科和诸技术部门的主要奠基人,把欧美日各国发展科学技术的经验移植到中国。在中国形成了轻工业为主体、通才教育和国家较少干预的欧美式的科学技术之发展模式。1949年中华人民共和国成立后,实行社会主义制度,在国际政治方面一边倒向苏联,在发展科学技术方面也模仿苏联的模式。通过中国科学院的建立、高等院校的调整和以苏联援建项目为主体的工业计划,中国科技事业的发展模式很快从欧美模式转变为以重工业、专科教育和国家计划为特征的苏联模式。

十二年规划的制定,国家科委的设立,使中国的科学技术事业进入国家周密计划的现代发展时期。二次大战后成长起来的新学科和新技术部门一个个逐渐建立起来。在中华

人民共和国成立后的前 20 多年,由于国家安全受到严重威胁;国防需要是科学技术发展的主要动力。“文化大革命”后国际环境趋向和平,国家工作的战略重点移到经济建设上来,经济发展的需要自然成为发展科学技术的主要动力。

这种分期的一个优点在于,它便于描述中国近现代科学技术发展的三大转变:启蒙时期从传统的到近代的心态转变,形成时期从欧美的到苏联的模式转变,发展时期从国防的到经济的动力转变。在这些转变中,科学作为社会功能的一部分逐渐被接受并日益加重,但两者始终处于不断相互作用的调整动态之中。在从传统的到近代的心态转变中充满中西文化的冲突;在从欧美的到苏联的模式转变中经历了由政治格局决定的三种体制并存到归一的曲折过程。在从国防的到经济的动力转变中一系列的科技体制改革被进行并伴随着科学规范和意识形态的相互调整。

科学与社会

科学技术与社会的协调发展是当今世界的、更是中国的最迫切的问题。贝尔纳(John D. Bernal, 1901~1971)在 60 年代曾经说过:必须对整部历史中科学与社会的相互作用作出相当详细的介绍,然后才谈得上开始了解科学的意义和它的前途。在中国现代化的历史中,处理科学技术与社会协调发展方面的许多经验和教训应该总结。本书力图描述科学技术与社会相互作用在中国的历史。

如何才能作到协调发展?这既是一个理论问题,也是个实践问题。虽然贝尔纳早在 20 世纪 30 年代就在其《科学的社会功能》(1938 年)中指出:科学和社会的繁荣昌盛都依赖于科学和社会的正确关系。他的这种见识也被普遍接受。但是,究竟什么样的关系才算正确的关系呢?在理论上至今仍然不十分清楚。在实践上,为促进科学技术与社会的发展,世界各国进行了并且继续进行着种种试探性的实践,有成功也有失败。

在近现代科学技术史上有三个事件作为教训受到科学史研究者的特别注意。一是法西斯德国迫害犹太科学家,二是社会主义苏联的李森科(Трoвдим Д. Лисинко, 1898~1976)事件,三是中国“文化大革命”中的反科学行为。对于这些科学与社会不协调的典型已有许多科学史研究者作为案例进行了大量的研究。在这里我们只想提及曾经波及中国的李森科主义在英国的反映。

在 20 世纪 20 和 30 年代,相当多的英国科学家,包括霍耳丹(John B.S. Haldane, 1892~1964)、贝尔纳、布莱克特(Patrik M.S. Blsckett, 1897~1974)、李约瑟(Joseph Needham, 1900~1995)这样一些杰出的科学家,为苏联的科学政策所吸引。他们对英国文化的文学优势不满,致力于改革科学与社会,希望社会按科学原理重组并支持科学的进一步发展。他们的前辈曾指望德国的国家科学模式,而他们则寄希望于苏联。1931 年第 2 届国际科学史会议上苏联代表团的论文的影响,激发了他们对苏联的热情。但也对国家对科学自由有几分担忧。

在 1929~1933 年苏联批判“资产阶级专家”的运动中,许多新科学被指责为“资产阶

级的科学”。1935年,由于李森科的观点得到官方的支持,苏联生物学界的境遇特别恶劣。接踵而来的大清洗使不少科学家蒙冤而死,参加第2届国际科学史会议的苏联代表团成员几乎都在恐怖中丧生,特别是其中包括给人印象最深的格森(Б.М.Гессен, 1893~1939)和布哈林(Николай И.Бухарин, 1888~1938)。1938年李森科当上了全苏农业科学院院长,而瓦维洛夫(Николай И.Вавилов, 1887~1943)被拘监致死。1948年遗传学被正式宣布为资产阶级的科学,研究所被解散,领导被免职,学校的课本被更换,出版物被查封。

苏联共产党和政府直接干预科学争端的严酷事实,使得为苏联社会主义扩大科学自由辩护的英国共产党员生物学家们处境尴尬。他们不得不两面作战,作为科学家在党内谴责李森科的理论,而作为党员对外又维护它。为此霍耳丹不得不于1950年退出英国共产党。既承认科学的统一又强调社会主义扩大科学自由的贝尔纳则至死都忠于党,始终无条件地公开支持苏联的科学政策。

贝尔纳的著作《科学与社会》(1938年),《历史上的科学》(1954年)曾经对科技政策的研究产生过历史的影响。但是他对李森科事件的僵硬态度也表明,他关于科学与社会的理论探讨远不成熟。至今有关科学与社会协调发展实践效果的研究,仍缺乏明析的理论概念及在此基础上演绎与归纳结合的分析。这种理论上的困境也正是本书写作的理论困难之一。为了克服这种困难我们不得不自己探索有关社会发展的一般理论问题,在这种探索过程中形成了“社会中轴转换原理”这一新概念。^①

由于社会变化的复杂性,社会问题的理论研究往往采取其概念性的图式分析。我们发现在这种分析中暗含着丹尼尔·贝耳(Daniel Bell)所称的“中轴原理”的运用。中轴原理力图在概念图式的范围内以社会的某一因素为轴心说明社会系统的结构特征。任何概念性的图式实质上都是现实的一种模型,图式分析只不过是从一个视角对现实规程提出一种逻辑规程。对同一现实人们可以构造不同的模型。因此,不同的社会概念图式总是以不同的中轴原理为基础的。

关于社会分析,历史上曾经有过许多不同的中轴原理。但是,近代以来,同社会发展有关的比较流行的中轴原理主要有道德中轴原理、权势中轴原理、经济中轴原理和智力中轴原理。道德中轴原理把伦理、道德视为维系社会的主要力量,社会形态的差异体现为社会道德标准的不同。权势中轴原理基于国家的存在,以政权集中于国家为中轴,按政体的变化描述社会的发展。经济中轴原理根源于资本经济的发展,认为社会的变化是以经济关系为基础的,把生产关系作为社会的中轴。智力中轴原理基于科学的社会功能,认为社会发展的主要动力是人们的智力,因此把社会发展的规律归结为智力发展的规律,把智力作为社会的中轴,以生产中使用的各种知识的进步为社会进步的标准。

与上述这些基于单一因素说明社会发展相类似的思想在物理学中也曾出现过,这就是人们试图用一类特殊的物理定律说明一切物理现象:把一切物理规律归结为力学定律的力学世界象,把一切物理规律归结为热学定律的能学世界象,把一切物理规律归结为电磁定律的电磁学世界象。尽管这些物理世界象都增进了人类对物理世界的认识,但是,随

^① 董光璧:《社会中轴转换原理》,《光明日报》,1989年5月26日。