



中国科学院科学出版基金资助出版

中国近现代技术史 (上卷)

主 编 吴熙敬
副主编 汪广仁 吴坤仪

科 学 出 版 社

2000

内 容 简 介

本书概括地介绍了自19世纪40年代至20世纪80年代中国技术发展所走过的坎坷不平的历程,对一个半世纪以来技术发展同社会、经济、政治、国际环境的关系以及技术发展的规律性进行了较深入的探讨。全书分为上下两卷,主体部分64章,钱三强院士特为本书撰写了序言,另有绪论、结束语、人名索引、工程图片200余幅。本书是中国科学技术史学会技术史专业委员会组织国内100多位学者的合作研究成果,是中国科学院自然科学史研究所的重点科研项目,它的编写填补了国内技术史研究的空白,也弥补国际上中国技术史研究的不足。

本书是这本专著的上卷,编有绪论及29章内容。分别介绍了作者在能源、冶金、化工、交通运输及工具、通信、机械制造、电机、电器、建筑、园林以及水利等技术史方面的研究成果。

本书可供科技史工作者、教育工作者、管理干部、设有科技史专业的有关高等院校师生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国近现代技术史/吴熙敬主编.-北京:科学出版社,

2000.3

ISBN 7-03-004487-8

I. 中… II. 吴… III. ①技术史-中国-近代②技术史-中国-现代 IV. N092

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第23922号

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

2000年3月第一版 开本:787×1092 1/16

2000年3月第一次印刷 印张:96 插页:18

印数:1-2500 字数:2267000

定 价 (上下卷): 236.00 元

目 录

(上卷)

序言 (钱三强)

绪论.....	(1)
第一章 煤炭	(27)
第一节 煤田地质勘探	(27)
第二节 矿井开拓和井巷掘进	(29)
第三节 矿井煤炭开采	(31)
第四节 煤矿露天开采	(38)
第五节 煤炭洗选加工与综合利用	(39)
第二章 石油	(42)
第一节 旧中国的石油技术	(43)
第二节 新中国的石油技术	(47)
第三节 部分主要专业技术	(55)
第三章 电力	(58)
第一节 旧中国的电力技术	(59)
第二节 新中国的电力技术	(64)
第三节 新旧中国电力技术的不同特征及原因分析	(88)
第四章 新能源	(93)
第一节 风能资源和风力发电	(93)
第二节 地热能资源和地热发电	(96)
第三节 海洋能资源和海洋能发电	(98)
第四节 太阳能资源和太阳能发电.....	(102)
第五节 生物质能资源和生物质能发电.....	(106)
第五章 钢铁	(109)
第一节 钢铁技术发展历程.....	(109)
第二节 钢铁技术发展特点.....	(124)

第三节 钢铁材料·····	(139)
第六章 有色金属 ·····	(157)
第一节 近代有色金属矿冶·····	(157)
第二节 新中国的有色金属冶炼技术·····	(163)
第三节 有色金属材料·····	(174)
第七章 稀有金属 ·····	(190)
第一节 生产技术和工业发展历程·····	(191)
第二节 稀有金属材料制取技术·····	(194)
第三节 稀有金属加工材料深产品制取技术·····	(200)
第八章 无机非金属材料 ·····	(211)
第一节 陶瓷·····	(212)
第二节 玻璃·····	(217)
第三节 水泥·····	(222)
第九章 化工 ·····	(227)
第一节 基础化学工业的创立·····	(227)
第二节 化学工业体系的建立·····	(232)
第三节 化学工业技术的发展·····	(235)
第十章 机车 ·····	(265)
第一节 铁路机车工厂和研究机构的建立与发展·····	(266)
第二节 蒸汽机车制造·····	(268)
第三节 内燃机车制造·····	(272)
第四节 电力机车制造·····	(277)
第十一章 铁路修筑 ·····	(281)
第一节 我国铁路的兴起与1949年前的铁路技术·····	(282)
第二节 1949年以后我国铁路技术的发展·····	(287)
第十二章 汽车 ·····	(292)
第一节 汽车工业的起步时期·····	(292)
第二节 自力更生发展汽车工业的努力·····	(295)
第三节 汽车工业和技术的新发展·····	(298)
第四节 发展中的小轿车工业·····	(304)

第十三章 公路	(308)
第一节 1840—1876 年的道路技术	(308)
第二节 1877—1911 年的公路技术	(309)
第三节 1911—1949 年的公路技术	(310)
第四节 1949—1990 年的公路技术	(319)
第十四章 船舶	(333)
第一节 发端于洋务运动的中国近代造船技术.....	(333)
第二节 中国现代造船技术的发展	(339)
第三节 舰船制造技术.....	(348)
第十五章 港口与航道	(355)
第一节 近代港口的开创.....	(355)
第二节 现代港口的建设与发展.....	(362)
第三节 航道的疏浚与建设.....	(367)
第十六章 航空	(371)
第一节 新中国成立前的航空技术.....	(371)
第二节 新中国的航空技术和工业.....	(377)
第十七章 通信	(395)
第一节 通信技术发展的回顾.....	(395)
第二节 现代通信技术的发展.....	(400)
第十八章 机械发展概述	(413)
第一节 从草创到初具规模.....	(413)
第二节 建立机械工业生产、技术体系.....	(425)
第三节 机械制造业发展的新时期.....	(441)
第十九章 热加工工艺与设备	(452)
第一节 铸造.....	(452)
第二节 锻压.....	(471)
第三节 焊接.....	(477)
第四节 热处理.....	(482)
第二十章 机床及工具	(488)
第一节 机床.....	(488)
第二节 工具.....	(501)

第二十一章	动力机械	(506)
第一节	内燃机.....	(506)
第二节	涡轮机.....	(511)
第三节	锅炉.....	(519)
第二十二章	矿山和冶金机械	(526)
第一节	矿山和冶金机械的发展阶段.....	(526)
第二节	矿山开采机械及其辅助设备.....	(531)
第三节	冶金机械设备.....	(538)
第二十三章	石油化工设备与机械	(546)
第一节	近代石油化工设备与机械.....	(546)
第二节	石油化工设备与机械技术迅速奋起的 20 年	(548)
第三节	向石油化工设备与机械技术的现代化迈进.....	(550)
第二十四章	农牧业机械	(564)
第一节	农业机械.....	(564)
第二节	畜牧机械.....	(586)
第二十五章	电机	(595)
第一节	旧中国的电机工业和制造技术.....	(595)
第二节	新中国的电机工业和制造技术.....	(598)
第二十六章	电器	(611)
第一节	低压电器.....	(611)
第二节	高压电器.....	(626)
第二十七章	建筑	(651)
第一节	西方建筑文化在中国的传播.....	(651)
第二节	中西建筑文化的交融.....	(658)
第三节	西方现代建筑思潮的流行.....	(666)
第四节	新中国建筑事业的成就和建筑创作.....	(672)
第五节	建筑工业化和建筑材料.....	(681)
第二十八章	风景园林	(690)
第一节	综述.....	(690)
第二节	园林创作和造园技术的发展.....	(694)

第三节	近现代名园·····	(707)
第二十九章	水利·····	(726)
第一节	旧中国的水利技术·····	(726)
第二节	水力发电和水工建筑物·····	(735)
第三节	防洪与调水工程·····	(742)
第四节	灌溉排水和水土保持·····	(746)
第五节	水利科学研究·····	(753)

第二十一章	动力机械	(506)
第一节	内燃机.....	(506)
第二节	涡轮机.....	(511)
第三节	锅炉.....	(519)
第二十二章	矿山和冶金机械	(526)
第一节	矿山和冶金机械的发展阶段.....	(526)
第二节	矿山开采机械及其辅助设备.....	(531)
第三节	冶金机械设备.....	(538)
第二十三章	石油化工设备与机械	(546)
第一节	近代石油化工设备与机械.....	(546)
第二节	石油化工设备与机械技术迅速奋起的 20 年	(548)
第三节	向石油化工设备与机械技术的现代化迈进.....	(550)
第二十四章	农牧业机械	(564)
第一节	农业机械.....	(564)
第二节	畜牧机械.....	(586)
第二十五章	电机	(595)
第一节	旧中国的电机工业和制造技术.....	(595)
第二节	新中国的电机工业和制造技术.....	(598)
第二十六章	电器	(611)
第一节	低压电器.....	(611)
第二节	高压电器.....	(626)
第二十七章	建筑	(651)
第一节	西方建筑文化在中国的传播.....	(651)
第二节	中西建筑文化的交融.....	(658)
第三节	西方现代建筑思潮的流行.....	(666)
第四节	新中国建筑事业的成就和建筑创作.....	(672)
第五节	建筑工业化和建筑材料.....	(681)
第二十八章	风景园林	(690)
第一节	综述.....	(690)
第二节	园林创作和造园技术的发展.....	(694)

第三节	基因工程基础研究——载体和受体系统·····	(930)
第三十六章	细胞工程 ·····	(935)
第一节	植物细胞工程·····	(935)
第二节	动物细胞工程·····	(952)
第三十七章	酶工程 ·····	(963)
第一节	酶制剂和酶在工业中的应用·····	(963)
第二节	固定化生物催化剂的研究和应用·····	(970)
第三节	生物传感器·····	(976)
第四节	酶的基因工程与蛋白质工程·····	(980)
第三十八章	中医中药 ·····	(987)
第一节	1949年前中医中药的发展·····	(987)
第二节	中华人民共和国成立后中医中药的发展·····	(991)
第三节	中西医结合·····	(994)
第四节	中成药加工·····	(999)
第三十九章	西医 ·····	(1008)
第一节	西方医学的传入·····	(1008)
第二节	近代西医的发展·····	(1013)
第三节	现代医学技术的发展·····	(1019)
第四十章	纺织 ·····	(1027)
第一节	动力纺织机器的形成·····	(1027)
第二节	动力纺织机器的发展·····	(1031)
第三节	纺织技术发展规律和趋向·····	(1034)
第四十一章	轻工 ·····	(1037)
第一节	造纸·····	(1037)
第二节	自行车、缝纫机、钟表·····	(1041)
第三节	日用化工·····	(1052)
第四节	家用电器·····	(1057)
第四十二章	印刷技术 ·····	(1062)
第一节	凸版制版印刷·····	(1062)
第二节	平版制版印刷·····	(1071)
第三节	凹版制版印刷·····	(1079)
第四节	孔版制版印刷·····	(1083)

第四十三章	食品	(1088)
第一节	食品工业	(1088)
第二节	烹饪	(1100)
第三节	食品营养分析与卫生检验	(1104)
第四十四章	半导体、超导材料	(1110)
第一节	半导体硅材料	(1110)
第二节	超导材料	(1113)
第四十五章	电子技术	(1121)
第一节	早期的艰难历程	(1121)
第二节	电子元器件	(1123)
第三节	广播电视设备和雷达	(1133)
第四十六章	计算机	(1142)
第一节	电子计算机在中国的诞生	(1142)
第二节	系列计算机	(1147)
第三节	软件与汉字信息处理技术	(1154)
第四十七章	激光	(1159)
第一节	中国激光技术的兴起和发展	(1159)
第二节	激光技术的应用	(1162)
第四十八章	仪器仪表	(1167)
第一节	中国仪器仪表工业和技术发展概况	(1167)
第二节	工业仪表与控制系统	(1170)
第三节	科学测试仪器	(1174)
第四节	专用仪器仪表	(1182)
第四十九章	自动化	(1189)
第一节	局部自动化	(1189)
第二节	多回路和多机协调自动化	(1195)
第三节	综合自动化	(1202)
第四节	机器人	(1210)
第五十章	遥感	(1216)
第一节	我国遥感事业的建立	(1217)
第二节	我国遥感技术的全面发展	(1218)
第五十一章	测绘	(1228)
第一节	中国近代测绘技术	(1228)

第二节	现代测绘工作的进展	(1232)
第三节	地图与制图技术	(1240)
第四节	测绘仪器与技术	(1244)
第五十二章	工程制图	(1249)
第一节	近代工程制图	(1249)
第二节	现代工程制图	(1256)
第五十三章	气象	(1271)
第一节	气象台站网	(1271)
第二节	气象探测	(1276)
第三节	气象卫星	(1280)
第四节	天气预报	(1284)
第五节	气象服务	(1288)
第五十四章	环境保护	(1292)
第一节	生态环境保护	(1293)
第二节	环境污染和防治	(1304)
第三节	环境标准、监测和环境质量评价	(1312)
第四节	环境保护产业	(1315)
第五十五章	海洋技术	(1318)
第一节	海洋调查观测	(1318)
第二节	海洋开发	(1325)
第三节	海洋工程	(1331)
第五十六章	航天	(1337)
第一节	航天技术基础和早期探索	(1337)
第二节	航天运载火箭技术	(1339)
第三节	各式卫星技术的发展	(1343)
第四节	发射中心和地面测控网	(1347)
第五十七章	核技术	(1350)
第一节	发展历程的回顾	(1350)
第二节	核技术及其应用	(1358)
第五十八章	兵器	(1374)
第一节	火炮	(1375)
第二节	轻武器	(1384)
第三节	坦克和装甲车辆	(1394)

第五十九章 工程技术教育	(1402)
第一节 近代技术教育的产生和发展	(1402)
第二节 民国时期的工程技术教育	(1407)
第三节 新中国的工程技术教育	(1418)
第六十章 科学技术政策	(1429)
第一节 近代科学技术政策	(1429)
第二节 现代科学技术政策	(1432)
第六十一章 标准计量制度	(1442)
第一节 近代标准计量制度的变迁与发展	(1442)
第二节 国民政府时期的标准计量制度	(1444)
第三节 现代标准计量技术发展历程	(1445)
第六十二章 科技情报	(1452)
第一节 发展概况	(1452)
第二节 组织建设与业务建设	(1455)
第三节 政策与改革	(1461)
第四节 学术活动与国际交流	(1465)
第六十三章 学术团体	(1470)
第一节 学术团体的初创	(1470)
第二节 学术团体的早期活动	(1472)
第三节 “科联”、“科普”和中国科协的创建与活动	(1475)
第四节 中国科协的恢复与发展	(1478)
第六十四章 科技期刊	(1484)
第一节 科技期刊的诞生及发展	(1484)
第二节 中国早期的三种代表性期刊	(1487)
第三节 当代中国科技期刊的现状及其对技术发展的促进作用	(1498)
结束语	(1511)
编后	(1513)

绪 论

从新中国成立以来的社会主义建设实践中，人们愈来愈深刻地认识到科学技术的重要性。没有科学技术的现代化，要想实现工业、农业和国防现代化都将是不可能的。因此，如何促进我国科学技术更加迅速的发展，已成为我国四个现代化建设的关键。

科学技术的功能是当今科技界乃至全社会共同关切和瞩目的问题。科学技术已经创造了人类崭新的文明和生活，然而也伴随着带来许多影响人类社会和人类生存的新问题。目前，对发展中国家来说，亟待运用科学技术的力量促进经济的发展，同时要妥善处理伴随其产生的不利因素。但就技术的功能而言，不仅限于对生产的促进作用，而且对物质文明和精神文明建设具有十分重要的意义和作用。技术是人类改造自然界和改造自身的有力武器。

如果说科学技术对社会经济发展有重大影响，那么社会包括经济、政治、军事、文化传统、观念形态等对科学技术事业发展的影响和作用或许更大。科学技术蕴藏着无限的潜能，可以发挥取之不尽、用之不竭的巨大力量。科学技术是人类历史的社会产物，它有着自己的发展规律，即继承性、流动性和多样性。倘若要科学技术发挥出潜在的力量，必须掌握科学技术发展的规律性，推动科学技术事业的前进。科学技术的力量源于创新，这首先在于有能创新的人才。“十年树木，百年树人”，人才难得，要给他们创造适宜的工作条件和环境，善于发挥他们的积极性和创造性。中国的社会主义制度在促进科学技术事业的发展和充分发挥科技人才的创造性方面具有优越性，然而要使潜在的力量不断地转化为现实的动力，还需要社会观念、体制和政策的不断更新和完善。

回顾中国科学技术一个半世纪以来的发展过程，有成功的经验，也有失败和失误的教训；有暂时的失败之后取得重大胜利，也有一时的轰轰烈烈造成较长期的沉寂。这就是说，社会的环境和条件的每一变化，都对科学技术事业的发展以不同形式和在不同程度上产生影响和作用。第二次世界大战后，随着新兴高科技的迅速发展，出现了科学的技术化和技术的科学化，即科学技术一体化的趋势。但科学与技术各具不同的特征。科学是从实践到理论的转化，表现为实践经验上升为理论形态。而技术是从理论到实践的转化，表现为科学知识物化了的形态。因此，在近现代社会里，技术是生产力结构中最革命、最活跃的因素。一个半世纪以来，中国近现代技术发展的历程是艰难曲折的。从艰难的探索和取得的业绩中，我们可以看到中华民族的聪明才智；看到她百折不挠、自力更生的志气；看到她不畏艰险、敢于创新的勇气；看到由贫穷落后的旧中国、跻居技术大国的新中国；看到她为人类所作出的贡献。诚然，也应看到我们的不足、差距、失误和失败的教训。无论是成功的经验，还是失败的教训，都是历史遗留下来的极为宝贵的财富。研究和了解中国近现代技术发展的历史，探讨其发展规律，将会起到借鉴历史、温故知新的作用，可以继承优良传统，避免重犯过去的错误，有利于探索符合中国国情

的、适应客观规律的技术发展道路。这是编写本书的目的。

本书从各章的角度来看，对各部门行业技术发展历程进行了综述，因而比较清晰地看到它们的发展过程。然而，从《中国近现代技术史》的总体上来看，不免呈现出横向性的阐述，缺乏纵向性的有机联系。为了使读者概括地了解中国近现代技术发展历程的脉络，下面作一简述。

一

技术史是人类文明史中的一个极为重要的组成部分，它的渊源可以追溯到人猿分别的时代。中国具有悠久的历史，科学技术在古代取得了举世公认的辉煌成就，而且在相当长的历史时期居世界领先的地位，对人类的文明曾作出不可磨灭的贡献。如火药、指南针、印刷术、造纸、制陶、丝织、造船与航海、农业与水利、金属的冶铸、机械及其加工工艺技术等方面都有许多创造发明，对近代科学技术的兴起和发展，对人类社会发展与变革，起到了至关重要的作用。马克思（Karl Marx, 1818—1883）指出：“火药、指南针、印刷术——这是预告资产阶级社会到来的三大发明。火药把骑士阶层炸得粉碎，指南针打开了市场并建立殖民地，而印刷术则变成新教的工具，总的来说变成科学复兴的手段，变成对精神发展创造必要前提的最大的杠杆。”^①英国哲学家、作家弗朗西斯·培根（Francis Bacon, 1561—1626）说：“我们应该观察各种发明的威力、效能和后果。最显著的例子便是印刷术、火药、指南针，这三种发明古人都不知道；它们的起源虽然是在近期，但却不为人所知，默默无闻。这三种东西曾改变了整个世界事物的面貌和状态，第一种在文学上，第二种在战争上，第三种在航海上，由此又产生了无数的变化。这种变化是这样的大，以致没有一个帝国、没有一个教派、没有一个赫赫有名的人物，能比这三种机械发明在人类的事业中产生更大的力量和影响。”^②英国科学技术史家李约瑟（Joseph Needham, 1900—1995）指出，中国“在公元3世纪到13世纪之间保持一个西方所望尘莫及的科学知识水平”，“中国的这些发明和发现往往远远超过同时代的欧洲，特别是在15世纪之前更是如此”^③。然而，到了明清时代，技术发展非常缓慢，甚至是停滞了。近代科学技术为何未能在中国出现，这个问题错综复杂，科学技术史界从不同角度进行过探讨。不过，从总的方面来说“中国古代科学技术体系是中国封建社会的产物，它的发生、发展以至衰落，是同封建社会的总进程休戚相关的”^④。这就是说，近代科学技术是资本主义生产方式的产物，因而不可能在中国的封建社会里产生近代科学技术。

二

中国漫长的封建社会到明末每况愈下，科学技术发展处于停滞状态，与欧洲相比已

① 马克思，机器，自然力和科学的应用，第67页，人民出版社，1978年。

② [英]李约瑟，中国科学技术史，第一卷第一分册，第42—43页，科学出版社，1975年。

③ [英]李约瑟，中国科学技术史，第一卷第一分册，第3页，科学出版社，1975年。

④ 杜石然等，中国科学技术史稿，下册，第325页，科学出版社，1982年。

经拉开了相当大的差距。意大利人天主教耶稣会传教士利玛竇 (Matteo Ricci, 1552—1610) 于明万历十年 (1582) 奉派来华, 初在广东传教, 1601 年来北京与士大夫交往。他主张将孔孟之道和宗法敬祖思想同天主教相融合, 并介绍了一些西方的科学技术。到了清朝末期, 政局动荡, 清政府在鸦片战争中被列强的坚船利炮的威势所慑服, 才看到了西方科学技术的强大威力。19 世纪 60 年代至 90 年代, 洋务派以“自强”、“求富”为标榜, 企图倚靠采用一些资本主义的工业生产技术, 来维持腐朽的封建统治, 这就是近代史上的洋务运动。在此期间, 清政府开办了江南制造局、福州船政局、汉阳炼铁厂以及各省机器局等近代工业。又采用官督商办和官商合办的形式, 开办轮船招商局、开平矿务局、天津电报局、唐胥铁路、上海机器织布局、兰州机器织呢局等工矿企业。无论是官办企业, 还是官督商办和官商合办企业, 它们引进的技术设备还是比较好的, 但主要技术和原材料都依赖于外国。同时, 企业本身带有浓厚的封建性, 抑制了民族资本和民族工业的发展。洋务派控制海军衙门后, 购买军舰成立了北洋海军和南洋水师。但是, 中国军队在中法战争中暴露出的腐败无能, 在中日甲午战争中北洋海军的全军覆没, 宣告了洋务运动“自强”和“求富”的破产。虽然把洋务运动称为“中国第一次工业化运动”是言不副实的, 但毋庸讳言, 它引进了当时比较先进的制造枪炮、炼铁、炼钢等军工和民用技术及其设备, 对旧中国近代科学技术和工业的萌发起到了催生作用。

洋务派以“中学为体, 西学为用”为旨, 提倡近代科学技术教育, 如设立同文馆、水师学堂、武备学堂和实业学堂等, 学习外语和资本主义国家的科学技术、军事技术, 并派 120 名幼童赴美学习技术。这种教育虽带有浓厚的封建性, 但它对清末的学制和教学内容改革以及吸收西方近代科学技术知识, 起到了推动作用。

清末近代工程学家、化学家徐寿 (1818—1884), 于同治元年 (1862) 制造出中国第一台蒸汽机, 速度每分钟 240 转。同治四年 (1865) 他制造出中国第一艘轮船——黄鹄号, 在长江逆水行驶 14 小时, 行程 225 华里, 回程顺水 8 小时。徐寿在江南制造局翻译馆工作多年, 建议翻译西方的自然科学、工程技术书籍, 并译有《西艺知新》、《汽机发轫》、《化学鉴原》等。1874 年前后, 在上海参与创办格致书院, 举办化学讲座并开始化学实验的演示工作, 对中国化学的发展起了先驱作用。

1900 年 (光绪二十六年) 八国联军攻入北京, 关内外铁路被英、俄两军占领。1904 年 (光绪三十年), 清政府为了适应国防民生需要修筑京张铁路, 英国和俄国争相插手控制。但最后我国杰出的铁路工程师詹天佑 (1861—1919) 出任艰巨重任, 他不用洋人, 全由中国“官款自办”。^① 詹天佑将京张铁路分成三段兴建: “第一段, 丰台至南口, 长 104 里; 第二段, 南口至岔道城, 长 33 里, 但由南口至八达岭, 高低相距 180 丈, 故以此段最艰难; 第三段, 岔道城至张家口, 长 223 里”。^② 京张铁路于 1905 年 (光绪三十一年) 9 月动工, 第一段铁路不到一年完工, 接着修筑第二段。“此段最艰巨的是在山势陡险的关沟开凿四个隧道。关沟一段路逐渐升高, 每 40 尺必需加高一尺。四个隧道 (居庸关、

① 凌鸿勋、高宗鲁合编, 詹天佑与中国铁路, 中央研究院近代史研究所史料丛刊 (4), 第 32 页, 1977 年。

② 凌鸿勋、高宗鲁合编, 詹天佑与中国铁路, 中央研究院近代史研究所史料丛刊 (4), 第 33 页, 1977 年。

五桂头、石佛寺、八达岭)总长1645公尺,其中最长的八达岭1091公尺”。^①虽然这一段路不长,“但此段坡度大,故自青龙桥起,依着山腰,造‘人’字形轨道,车行到此,改用2-8-8-2大马力机车两个,一在前拖,一在后推”。^②1909年(光绪三十五年)5月17日,京张铁路钉轨至张家口,原定4年完成的铁路提前竣工。这是我国铁路工程史上的里程碑,也是我国近代技术史上一项开创性的巨大成就。

1912年(民国元年),在广州,詹天佑发起创立“广东中华工程师会”,自任会长。颜德庆在上海创立“中华工学会”,又有徐文润在上海组织“中华铁路路工同人共济会”,都推举詹天佑为名誉会长。1913年8月,上述三个学会集于汉口,合并成“中华工程师会”,推举詹天佑为会长。该学会除出版《中华工程师学会会报》外,还出版了一些科学技术书籍。在辛亥革命的影响下,在当时一批著名的留学生的发起和赞助下,于1913年将京津两地留美、留英、留法、留比、留德同学会,合并成立欧美同学会。詹天佑在武汉欧美同学会恳亲会上呼吁中国工程师应当“各出所学,各尽所知,使国家富强,不受外侮,是以自立于地球之上”^③。詹天佑为中国铁路工程技术的发展和培养铁路工程技术人才献出了毕生的精力。

三

1854年(咸丰四年),容闳(1828—1911)以第一名中国学生毕业于美国耶鲁大学。经过他多年努力,清政府终于在1872(同治十一年)到1875年(光绪元年),4年内共派120名幼童赴美留学,学时15年。此举开中美文化交流的先河,对中国近代化运动亦具有极其重要的意义。然而,到了1881年(光绪七年),以“外洋风俗,流弊多端,各学生腹少儒书,德性未坚,尚未究彼技能,先已沾其恶习,即使竭力整顿,亦觉防范难周,亟应该局裁撤”,^④仅过9年,留美幼童便被召回国。当时耶鲁大学毕业的只有2名,其中1名就是詹天佑,肄业大学的60人,其余尚在中学。他们的绝大部分人学业未就,但回国以后为铁路、矿冶、电讯等近代工程技术的发展默默地作出了贡献。留美学生接受并努力传播西方的近代科学技术知识,成了中国近代科学启蒙运动的骨干力量。

在中日甲午战争中清政府败北,民族危机空前加剧。康有为(1858—1927)、梁启超(1873—1929)等提出“变法图强”的主张,组织“强学会”宣传变法思想,掀起了维新变法运动即戊戌变法,得到了光绪帝的支持。1898年(光绪二十四年),光绪帝一连发出数十道法令,提出一系列除旧布新的改革措施,如废八股,改试策论;筹办京师学堂;设矿务铁路总局、农工商总局;倡办各种实业;奖励著作、新发明;设立译局,编译书籍,等等。然而,以慈禧太后为首的守旧派操纵军政大权,发动政变,使戊戌变法遭到失败,

① 凌鸿勋、高宗鲁合编,詹天佑与中国铁路,中央研究院近代史研究所史料丛刊(4),第36页,1977年。

② 凌鸿勋、高宗鲁合编,詹天佑与中国铁路,中央研究院近代史研究所史料丛刊(4),第37页,1977年。

③ 凌鸿勋、高宗鲁合编,詹天佑与中国铁路,中央研究院近代史研究所史料丛刊(4),第45页,1977年。

④ 指幼童出洋肄业局,该局是驻外常设机构,除监督留美幼童外,兼及美国、古巴、秘鲁的华侨事务。见[美]T·E·勒法格著,高岩译,中国幼童留美史,文星丛刊341,第4页,文艺书屋,1980年。

历时仅103天，史称“百日维新”。维新变法运动虽然在政治上失败了，但它促进了科举制度的废除，使变法图强的思想得到了一定的传播。

1911年（宣统三年）爆发了中国资产阶级民主主义革命——辛亥革命，推翻了延续2000多年的封建君主专制，1912年成立了中华民国。辛亥革命以前，已有相当数量的西方传教士来中国传教，同时传授了一些西方的近代科学技术知识，因而接触近代科学技术的范围已有所扩大。辛亥革命胜利以后，在外留学的科技人员源源不断地回国，他们的大多数在高等学校任教。因此在中国，对近代科学技术的研究工作，首先在高等学校中开展起来，接着出现了一些科学技术的学术团体。

本世纪20年代以来，高等教育（包括科学技术教育）发展比较快。在新中国成立以前，各类大学已有205所，其中将近20%的大学具备科学技术研究工作的条件。还有学术团体约40个，它们出版了相应的学术刊物。其中影响最大的是中国科学社。它的前身是1914年创办的《科学》杂志社，是我国最早成立的具有相当规模的近代科学技术学术团体，于1915年10月25日在美国成立，任鸿隽（1886—1961）任社长，1918年将其总部迁回中国，到1959年秋结束。中国科学社社员多为各行业的科学技术专家学者。该社除进行学术交流外，还创办了研究所、图书馆、图书仪器公司，出版了《科学》、《科学画报》、《科学季刊》等杂志，以及《论文专刊》、《科学丛书》、《科学译丛》、《科学史丛书》等，广泛介绍西方的近现代科学技术知识，大力宣传发展科学技术的重要性，呼吁朝野重视和支持科学技术的研究工作。该社对普及科学技术知识，培养科学技术人才，促进中国科学技术事业的发展，起到了积极的推动作用。

在第一次世界大战期间，各列强忙于战争，无暇东顾，这是中国民族工业发展的良好时机。当时，分封割据的北洋军阀为了争权，各自投靠帝国主义，筹资和贷款，引进技术及设备，兴办制造舰船、枪炮、弹药等军事工业；还修筑铁路，兴办能源、动力、机器、化工、纺织等民用工业。在军事工业技术的带动下，民用工业及其技术得到一定的发展。在这个时期，江南造船所为美国制造了4艘万吨级货轮，船总长443英尺，垂线间长429英尺，型宽55英尺，满载平均吃水线高约27英尺10英寸，满载排水量14500吨，载重量10200吨，功率4430.75马力，航速11节。^①这4艘船按当时的情况来说，技术水平还是比较先进的。

高等学校的科研工作比较顺利的发展，学术团体的积极活动，促进了科研机构的成立。1916年，北洋军阀政府在北京成立中央地质调查所（后迁南京），所长章鸿钊（1877—1951）；1922年，中国科学社在南京成立生物研究所，所长秉志（1886—1965）；1922年，中国民族资本家、实业家范旭东（1883—1945）创办的久大精盐公司出资，在天津、塘沽成立黄海化学工业研究社，社长孙学悟（1888—1952）。1924年，孙中山（1866—1925）召集国民大会，提出建立中央学术院的设想。民国十六年（1927年）五月，中央政治会议第九十次会议议决，设立中央研究院筹备处，并推定蔡元培（1868—1940）、李煜瀛（李石曾，1881—1973）、张人杰（1877—1950）三先生为筹备委员。民国17年（1928年）4月，国民政府公布修订国立中央研究院组织条例，改中华民国大学院中央研究院为

^① 王志毅，中国近代造船史，第153—154页，海洋出版社，1986年。