

本卷提要

民国初期是中国科学技术走向近代的关键时期,中国的知识分子在短短的几十年间,在几乎所有的学科和技术部门建立和发展了中国近代科学技术,个别部门和个别项目已经达到当时的世界水平,这在中国科技史上无疑是十分重要的时期。

本书试图用简练的方式,从历史条件、科研机构的创建、科研社团的发展,以及从地学、气象、天文、物理、化学、数学、生物、农学、建筑、工程技术的建立与发展历史中,全面描述这一历史时期中国科技的面貌,说明只要具备发展近代科技的条件,中国人民完全有能力发展自己的科技事业,对全人类做出应有的贡献。

目 录

中国民国科技史

一、民国科技概述	1
(一) 世纪之交的近代科学技术革命	1
(二) 中国传统研究形式的终结	6
(三) 民国时期近代科技的建立	9
二、中央研究院的建立和发展	14
(一) 中央研究院的建立	14
(二) 中央研究院的机构及学术成就	17
(三) 抗战时期的中央研究院	21
三、民国近代综合性科学社团及北平研究院	25
(一) 中国科学社	25
(二) 北平研究院	30
(三) 其他综合性科技社团	33
四、中国近代地学	35
(一) 中国地质学会的创立与发展	35
(二) 中国近代地层学及大地构造理论	43
(三) 成矿规律研究和矿产资源的发现	48
(四) 中国近代古生物学和中国古生物学会	51
(五) 中国近代地震地质研究	54
(六) 中国近代石油地质	56

(七)中国地理学会和近代地理学成就	59
(八)中国近代杰出的地学家	61
五、中国近代气象学和天文学	69
(一)中国近代气象学的创建和发展	69
(二)中国近代天文学的创建和发展	73
(三)观象台与天文台的建立和发展	78
(四)中国近代杰出的气象学家与天文学家	84
六、中国近代物理学的发展	91
(一)中国物理学会的建立与发展	91
(二)近代物理研究的进展	99
(三)中国近代杰出的物理学家	108
七、中国近代化学和化学工程	116
(一)中国近代化学和中国化学会	116
(二)中国近代化工和化工社团	123
(三)中国近代杰出的化学和化工学家	128
八、中国近代数学	135
(一)近代数学在中国的建立与发展	135
(二)中国近代数学的成就	138
(三)中国近代杰出的数学家	145
九、中国近代生物学	150
(一)中国近代生物学发展概况	150
(二)中国植物学会与中国近代植物学进展	154
(三)中国动物学会的建立与近代动物学的进展	164
(四)中国微生物学会和中国近代工业微生物学的进展	166
(五)中国近代杰出的生物学家	170

十、中国近代农学	179
(一)中国近代农学的发展	179
(二)中国近代农、林科学社团	187
(三)中国近代杰出的农学家	191
十一、中国近代建筑	195
十二、中国近代工程技术	201
(一)中国工程师学会的建立及活动	201
(二)中国近代冶金工程	204
(三)中国近代电力工程	206
(四)中国近代航空工程	209
(五)中国近代车辆及造船工程	212
十三、结 语	217

一、民国科技概述

(一) 世纪之交的近代科学技术革命

从 19 世纪起,西方的科学技术发生了一次巨大的飞跃。在物理学方面,19 世纪中叶发现并证实了能量的转化与守恒定律,从而明确了物质和运动的不灭原理,用实验确立了各种运动形式相互转化的当量关系,为自然界物质的统一性和多样性提供了科学的证明。由于它的普遍性,这一规律被称做自然界的“伟大的运动定律”。1869 年,门捷列夫(1834—1907 年)元素周期律的发现,揭示了各种元素之间的内在联系,显示了元素性质由量变到质变的过程,以及化学性质改变的周期性。19 世纪还创立了有机化学。布特列洛夫等人提出有机结构论,从而把分散的有机化学现象综合为系统的有机化学,成为近代化学的里程碑。在生物学方面,1838 年施来登发现细胞是生物的基本单元,认识到一切有机体都是从单一细胞开始逐步发育而成的。在地质学方面,赖尔(1797—1875 年)在 19 世纪 30 年代提出地质进化的渐变论,认为水、火山以及地震等自然力改变着地球的面貌,引起地壳的沉降与上升,第一次“把理性带进地质学”。达尔文(1809—1882 年)综合了当时生物学、地质学、地理学的成就

创立了进化论,他用自然选择原理解释物种的起源和生物的进化,证明了在自然选择和生存竞争作用下,生物如何从单细胞发展成多细胞,从低级生物发展成为高级生物,直至人类的产生。达尔文“第一次把生物学放在完全科学的基础上,确定了物种的变异性和继承性”。进化论不仅对近代生物学,同时对中国的社会思想产生了巨大的影响,它与细胞的发现、能量转化与守恒定律并称为“19世纪自然科学的三大发现”^①。

19世纪70年代以后,古典物理学达到了高峰,却由于物理学实验的三大发现而面临危机。首先电子的发现粉碎了原子不可分的观念;X光与天然放射性的发现又从根本上动摇了机械原子观,从此打开了原子核的大门。在这一形势下,古典物理学的质量守恒定律、能量守恒定律、运动定律等等都面临着严峻的考验。从而引发了一场深刻的物理学革命,成为近代科学技术的先声。

1905年爱因斯坦(1879—1955年)创立了狭义相对论,指出时间、空间、质量具有相对意义,批判了牛顿力学的绝对时空观;导出了质量能量关系公式,使古典物理学的质量守恒和能量守恒受到动摇,代之以新的“质能守恒定律”。当多数人还未完全接受新理论的时候,他又把相对原理推广到加速运动的坐标系中,创立了广义相对论,得出时空会由于物质的引力而弯曲的结论。这一结论在1919年的日全蚀观测中得到验证,观测到的恒星光线偏转角度与爱因斯坦事前的计算相吻合。从此广义相对论把20世纪的物理学引导到高速运动的、无限的宇观世界中。

1900年物理学家普朗克(1858—1947年)提出了能量子的

^① 恩格斯:《自然辩证法》,人民出版社1984年10月出版,第28页。

概念,量子论从此得到发展。1924年,德布罗意(1892年—)提出了波粒二象性,即认为任何一个粒子既具有粒子性质,又具有波动性质。这一革命性的观念为量子力学奠定了基础。以后薛定谔(1887—1961年)和海森堡(1901—1976年)在20年代里给出了不同形式的量子力学方程,把不表现相对论效应的所有现象都概括在内。1928年,狄拉克(1902年—)开创了相对论量子力学的研究,并预言反粒子的存在。到本世纪30年代,量子力学形成了完整的体系,从根本上改变了只承认连续性观念和机械力学决定论的古典物理学观念。量子力学和相对论成为近、现代物理学的两大支柱。

物理学革命也深入到核化学和结构化学领域。本世纪20年代,人们证明了元素的周期性取决于核内的电荷数,核外的电子则依量子力学规律按一定壳层分布。人们还提出了电价键、共价键理论,并开创了结构化学的新分支。在研究天然橡胶和纤维素分子结构时,人们发现了具有链状结构含分子量很高的大分子,后来卡罗泽斯合成了分子量高达2万左右的高分子纤维。30年代,化学家们提出了长键结构理论,建立了高分子的结构模型。高分子材料的出现为20世纪人类社会带来了巨大财富。

世纪之交,由于化学向生物学的渗透,开拓了研究生物体内分子变化的新方向,于是诞生了化学生物学。1900年由于孟德尔定律的重新发现,遗传学成为生物学的一门新学科。1926年摩尔根(1852—1936年)提出基因论,认为遗传的各种性状是由细胞核内的染色体的基因控制的。薛定谔把量子力学引入到生物学,他提出所谓遗传密码的概念。1944年,人们证明脱氧核糖核酸(DNA)是遗传性状的化学和物理基础,直到50年代才进一步证实DNA就是遗传信息的载体。

19 世纪末,电学的进步引发了以电力应用为核心的第二次工业革命。1885 年特斯拉提出了旋转磁场的概念,奠定了交流电机的基础。1888 年,他成功地建成第一个交流电系统。两年后出现了三相变压器,不久又完成了远距离输送交流电工程试验。到 20 世纪初,西方开始形成交流输电网。于是电力逐步取代了蒸汽动力,实现了工业技术文明的划时代变化。

内燃机是近代工业的另一项重大发明。1863 年雷诺(1822—1900 年)发明煤气机;1876 年奥托(1832—1891 年)发明第一台 4 冲程煤气机,取得了内燃机研究的突破。1892 年狄塞尔(1858—1913 年)制成了柴油机。到本世纪 20 年代内燃机已广泛应用于工业、交通等领域,使近代文明发生了深刻变化。

冶金工业和建筑业也取得了突破性进展。19 世纪 50、60 年代,先后发明了转炉炼钢和平炉炼钢,1900 年发明电弧炉炼钢,冶金工业由此发生了根本变化。钢筋混凝土的使用使高层建筑和大型建筑相继出现,标志着近代建筑业的开始。

有机合成工业在 19 世纪末有了很大的发展,利用煤焦油、石油等原料,合成了漆料、药品、香料、炸药等产品,进而发展到高分子的合成,形成人造橡胶工业等等。

近代科学技术的发展,使得自身日益庞杂,学科间的合作日趋密切,古典科学的分离式的、作坊式的研究不再适应新的要求,于是出现了以进行发明创造为目的的实验研究机构;出现了以国家财政支持的国立研究机构;公司和垄断财团也设立了私营研究单位。这样近代科技成为一种重要的社会化活动。例如美国发明家爱迪生(1847—1931 年)利用证券电报公司的 4 万美元在 1876 年建立实验室,他雇用了科学家、工程师、工匠、行政人员近百人,彼此分工合作,很有成效。到 1910 年,该室共产

生 1328 项专利。后来这一实验室发展成规模更大的美国通用电气公司研究所。

近代科学技术表现为一种强大的生产力。例如 20 世纪电气化的实现,依赖于物理学家们对电学的研究与发现。有机化学工业的迅速发展是由于 19 世纪末有机化学理论的建立和高分子化学实验研究的进步。同样地,平炉炼钢、转炉炼钢、电炉炼钢的发明是工程师们得力于近代化学和近代物理学理论的指导,社会才可能进入钢铁的时代。科学走出了实验室成为技术发明的依据和指南,而新技术使生产飞速发展。这样,科学家和工程师们作为近代科技文明的核心力量,作为社会生产的推动者为各工业国家普遍重视。

在古代,各国的科学家之间信息难通,往往在不同的时间和地点对同一问题进行研究。1726 年,伏尔泰到伦敦才知道有牛顿和洛克的哲学;19 世纪 20 年代英国人才知道拉普拉斯和拉格朗日建立了分析力学。这些都说明,古典科学具有很强的地域性和民族性。19 世纪以来,西方各国加强了科技交流,大大促进了科技的发展。例如 1820 年丹麦的奥斯特发现了电流的磁效应,消息很快传到法国,启发安培提出了计算通电导线在磁场中受力的公式和分子电流假说,他的同胞毕奥和萨伐尔归纳出电流元的磁力定律。于是一个重要的现象便很快上升为理论。接着英国的法拉第作了电磁旋转实验,并最终发现了电磁感应定律等等。科学技术由于相互交流而加速发展着,从而影响到社会的发展。当科学技术超越了国界、种族和阶级的局限,成为人类共同财富时,科技自身也就具有了国际性。在这一意义上近代科学技术没有国界。

科学的分科无疑是一大进步。19 世纪以前,人们曾采用树

枝形的系谱来描述科学系统的结构。19 世纪中期以后,又出现了跨学科的综合性的研究,如能量守恒定律、进化论等。世纪之交各学科更加强了相互联系和彼此渗透,既高度分化又体现了高度综合,产生了一批综合性的学科,如物理化学、分子生物学等等。这些新学科既以特定的客体为研究对象,又采用其他学科的理论和方法,从而形成了新的特色。

民国之初,大批中国留学生远涉重洋放眼世界之时,他们所见到所接触到的正是如此生机勃勃的世界科学技术。

(二)中国传统研究形式的终结

我国传统科技落后于西方应始于明代。16 世纪下半叶耶稣会教士来华传教,同时带来了西方的科学技术知识。1773 年,罗马教皇解散了耶稣会;清王朝实行了闭关自守的政策,西方科技的传入遂告一段落。这期间的封建统治者对西方的科学技术曾给予不同程度的重视。在天文、数学和大地测量方面收到极大成效。

清中叶推行文化专制和闭关自守政策,封闭了中国科学技术与外界交流的门路。19 世纪 60 年代至 90 年代的“洋务运动”时期,西方的科学技术开始大量传入中国,翻译了一批西方近代科技书籍,兴建了一批近代厂矿。但是中国并没有建立起近代科学技术,工矿的工程技术人员也都是外国人。到洋务运动破产时,中国的科学技术已落后西方 400 年。

面对这种局面,中国的知识分子是怎样一种心态呢?一些守旧的封建文人坚决反对向西方学习,例如阮元(1764—1849 年)攻击哥白尼学说,认为“离经叛道,不可为训”。洋务运动的倡导

者张之洞提出“中学为体，西学为用”，一些知识分子也极力拥护。只有少数先进的知识分子如李善兰(1811—1882年)、徐寿(1818—1884年)等人开始接受西方的科技学术思想，把主要精力转移到翻译介绍西方科技著作工作中。例如李善兰曾继承了中国传统数学研究方法，创造了“尖锥术”，实际上得到了有关定积分的公式。鸦片战争后，他转而与伟烈亚力(英人)合作翻译科技书籍，直到去世。到19世纪末用传统方法研究数学的人几乎绝迹。19世纪中叶，邹伯奇(1819—1869年)和郑复光(1780—1853年)对光学进行研究，从他们的著作中可以看出西方光学理论的深刻影响。中国传统科技的急剧衰落、西方科技的涌入，加上科举制的桎梏造成国内科技人才奇缺。例如同文馆在1884年聘西人教习28人，中国教习4人，只有李善兰是科技教习。清末，中国在列强侵略下沦为半殖民地社会，一方面传统科技研究几近绝迹，另一方面封建文化的桎梏使得大部分知识分子没有机会系统接受西方科技文化，而少数有成就的学者则忙于译书。可以说，这一时期不具备建立与发展中国近代科技的条件。

中国传统科技落后于西方近代科技是有其深刻的社会原因与自身原因的。

恩格斯指出：“如果说，在中世纪的黑夜之后，科学以预料不到的力量一下子重新兴起，并且以神奇的高速发展起来，那么，我们要再次把这个奇迹归功于生产。”^①中国封建社会长期推行重农抑商的政策，对商业和手工业尽力压制和掠夺，造成了一种自给自足的封闭型经济，结果新生的资本主义生产方式一再遭到扼杀，社会生产被抑制，人们不会为发展生产对科学技术提出

^① 恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社1984年10月出版，第27页。

各种迫切要求,科学技术的发展必然失去根本动力。

与西欧那种贵族——军事封建主义不同,中国的封建社会是高度中央集权的官僚统治。这种制度便于在全国范围推行独尊儒术,废黜百家,以至重视研究自然现象的墨家在汉朝就不能持续下去。封建官僚重视的是“治人”,而不是对自然的征服,他们极端歧视研究科学技术的知识分子和工匠,视“巫、医、乐师、百工之流,君子不齿”。对于有独立思想的知识分子加以严酷的迫害与摧残。另一方面,又利用功名利禄,诱使大批知识分子钻研儒家经典,利用科举制和八股文铺就了升官的阶梯,这样的威逼和利诱使知识分子步入仕途,形成了文人官僚制度。这些封建文人自幼就受着重人文轻自然、重伦理轻科学、尚空谈轻实践的思想教育,哪里会留心于自然科学的研究。封建官僚制度长期形成官本位的思想,以官阶作为衡量价值的标准,以治人为出人头地。而从事科学和技术的人是受治于人的。这种思想的流毒也延续到近代。

中国的传统科技就其基本特征来说是偏重于应用的经验的科学,它似乎在内部缺少一种向更抽象更精密的理论转化的力量。爱因斯坦论及这一点时说道:“西方科学的发展是以两个伟大的成就为基础,那就是:希腊哲学家发明的形式逻辑体系(在欧几里得几何学中)以及通过系统的实验发现有可能找出的因果关系(在文艺复兴时期)。在我看来,中国的贤哲没有走上这两步。”^①中国缺少形式逻辑体系是因为重视逻辑研究的墨家受到抑制,而儒家没有科学求证的要求,因为他们要了解的只是他们自己,要驾驭的也是自己,因此中国不能像欧洲那样发展出自然

^① 《爱因斯坦文集》,第一卷,《1953年给J·E·斯威策的信》,第574页。

哲学。同样地,中国没有发展运用分析的方法,即从简单组元的研究来说明复杂现象的机制。中国的学者多以阴阳五行和模糊的理气说为基础,强调整体的复杂性,却忽略了事物的本质和内在联系。

中国的传统科技受道家思想影响。道家注重观察自然,但道家主张“无为”,对自然也不加作为。这种思想和近代的科学实验是相矛盾的。墨家重视自然却又夸大了感觉和经验。所有这些影响导致中国古代科技没能发展到定量的实验研究,而加重了经验科学的倾向。

由于缺少与西方科学的广泛交流,中国古代科学也出现了偏颇,例如数学重视代数而忽视几何,天文学重视观测而忽视建立宇宙理论,物理学重视场(即元气)而忽视原子论等等。而当传教士带来了西方科学时,因循守旧的儒家学者又认为这一切在中国古已有之。

清王朝覆没前后,大批中国知识分子远涉重洋到西方直接汲取近代科技的营养,学会了发展近代科技的技能,才有可能重建中国近代科技,同时也必然导致了传统科技文化的终结。

(三)民国时期近代科技的建立

晚清,“人们逐渐看到,单单搬用西方先进技术还不行,还必须同时改良社会制度,兴办科学事业,开展科学研究工作”。^①康有为在百日维新中,首次创议奖励科学技术的发明创造。严复大力宣传“物竞天择,适者生存”的进化思想,力图唤醒国人的危机

^① 周培源:《六十年来的中国科学》,《红旗》1979年第6期。

感。他驳斥把科技当作“末业”的旧观念,指出“其曰政本而艺末也,滋所谓颠倒错弄者矣。且所谓艺者,非指科学乎?名、数、质、力四者皆科学也。”他们起到了唤醒国民重视科学的启蒙作用。

辛亥革命以后,大批留学生陆续回国,其中大多数人朝气蓬勃,年青有为,热心发展祖国的科学事业。他们大力宣传科学的伟大力量,传播当时西方最新的科学知识。面对当时混乱的政治局面,他们喊出“科学救国”、“实业救国”的口号,并且身体力行,在民国初年的中国青年知识分子和学生中形成一股新的思潮。

中国人民真正认识到科学的重要性是由于新文化运动的兴起。民国初在思想领域占统治地位的仍是封建思想,袁世凯在称帝之前还曾通令全国恢复“尊孔读经”。1915年,《新青年》杂志首先发起了冲决封建精神网罗的斗争,并形成了新文化运动。这场运动的倡导者们高举科学和民主的旗帜,要以此“救治中国政治上、道德上、学术上、思想上一切黑暗”^①。于是在很短的时间里,讲民主,倡科学的风气席卷全国,为中国近代科学的创建和发展奠定了思想基础。

科举制是中国封建社会培养官僚的教育制度,也是培养、承继儒学人才的教育制度。1905年,清政府明令取消科举制,并着手办新式学堂。1900年又大批派遣留学生赴西方学习科学技术。到1906年,留学生总人数不下几万人。辛亥革命后,孙中山在南京成立临时政府,下设教育部,任命著名教育家蔡元培为教育总长。随后由教育部公布了一系列法令,在全国实行教育改革。新的教育宗旨取消了“忠君”、“尊孔”的封建指导思想,突出了公民道德训练和知识技能的教育。规定大学分为:文、理、法、

① 陈独秀:《本志罪恶之答辩书》,《新青年》,6卷,1号。

商、医、农、工等科，并以文、理为主。留学生回国对近代教育起了重要的推动作用，他们通过在新式学校里讲授近代科学技术和从事有关的研究工作，不仅把新的科学知识传入中国，而且为该学科培养了一批批科技人才。因此近代教育体制实质上成了近代科学的摇篮。没有这样的教育体制的支持，建立和发展中国近代科技是不可想象的。

近代科学技术的复杂性和日益庞杂的研究规模，决定了科学技术不再是少数学者书斋里的附属品，也不再是工匠作坊里的发明创造。它需要许多学者、工程师、熟练工人有组织地分工协作，依一定计划开展研究。这需要国家和大公司、企业的长期投资，需要有专门的研究组织和机构予以支持。自民国初年起，一些先进的知识分子就向社会大声疾呼筹建研究机构，并收到了成效。1912年，地质学家章鸿钊首先呼吁成立地质调查所；同年高鲁着手筹办中央观象台；1928年，在著名教育家蔡元培等人的努力下成立了中央研究院，随后北平研究院及各研究所也相继成立，此外还有几所民办研究机构也相继成立。研究院所的成立是中国科技史上具有划时代意义的大事，它表明中国已经形成了一支专业科技队伍，他们是建立和发展中国近代科技事业的中坚，是复兴中国科技的保障。

留学生们在本世纪初将西方的学会组织移植到中国，以加强学术交流，推动学科的发展。当某一学科形成一定规模、具备一定专业水平的时候，同行间便组织起来，相互切磋和交流学术，这时往往由学科的带头人发起，联络各地同行组成学会，所以学会的成立被视为学科建立的标志。我国第一个近代专业学会是1909年创立的地学会。然而早期影响较大的学会组织是由一群留美学生发起组织的“中国科学社”。此后的学会都遵循着

大致相同的组织方式和活动形式,即制定了指导性的文件“社章”,规定了各类成员的专业标准。在组织上设置理事会、评议会及办事机构。规定了理事长、各理事的职权范围及任期,重大决策由理事会或评议会民主议决。这样就从根本上避免了封建专制遗留下的影响。活动方式以举办年会为主,也涉及其他的活动如科普活动、设图书馆等。学会还负责本专业刊物及图书的出版工作等等。近代学会的建立加强了中国近代科技工作者之间的交流,卓有成效地推动了学术的发展,沟通了中外学术的定期交流,使得以往耳目闭塞、闭门造车的局面得以扭转,也有利于中国近代科技汇入世界科技发展的大潮。

在 1914 至 1918 年的第一次世界大战期间,西方列强忙于相互掠夺、相互残杀,战争引起了西方的经济危机,使得生产下降。这样英、德、法、俄诸国无暇东顾,对华产品输出一时下降很多,为中国民族工业的发展提供了一个很好的机遇。据统计,1919 年全国新建近代工矿企业多达 470 个,发展速度远远超过以往。同时美、日两国加速在华投资,兴办企业,新型工矿企业的建立刺激了民国社会对科学技术人员的需求,也刺激了实业家对科研成果转化为商品的需求,这些都促成了民国初期发展近代科学的有利条件,并在 30 年代达到科技发展的高潮。

如果说西方的科学技术自明末开始传入中国,然而至清末,中国的学者并没有具备研究与发展近代科技的力量。那么,当世纪之交西方的科学技术发生革命性变化的时候,中国社会也出现了推翻封建制度、民族工商业得以发展的变化。中国近代科学技术因此获得了生存和发展的条件。自 1912 年至 1937 年间,不过 25 年的时间,各种学会组织达到 110 多个(不包括医学部分),涉及到近代科学技术的广大领域。某些学科如地质学、气象

学、物理学等在个别领域中曾取得了一批具有当时国际先进水平的成果。在工程技术方面,可以仿造万吨级轮船、较先进的飞机、汽车、各种机床。中国的工程师们已经掌握了运用钢筋混凝土建筑高层建筑的技术,建成了具有国际水平的钱塘江大桥。中国近代科学技术在这一时期得到建立与发展,并大大缩短了我国科技落后西方的差距。这一时期无疑在中国科技史上具有特殊的意义。

1937年爆发的抗日战争,对于幼弱的中国近代科学技术是一场大的灾难,重要的仪器设备在战争中遭到破坏,刚刚建立起来的科研体制被打乱,许多学科的发展几乎停顿。这种局面直到1949年也没有得到扭转。