

电力技术发展史简编

黄 晞

水利出版社

电力技术发展史简编

黄 暉

★

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

★

787×1092毫米 32开本 12.25印张 270千字 1插页

1986年12月第一版 1986年12月北京第一次印刷

印数0001—4830册 定价2.55元

书号 15143·5977

目 录

序

前 言

第一章 绪论	1
1. 技术、技术的发展和技術史	1
1-1 技术	1
1-2 技术的发展	2
1-3 技术史	6
2. 技术史的研究对象和研究方法	7
2-1 技术史的研究对象	7
2-2 技术史的研究方法	7
3. 学习、研究技术史的意义和目的	9
4. 编写电力技术史的初次尝试	13
第二章 电学的发展及其应用	15
1. 静电现象的观察和实验	15
2. 动电荷的发现和电流的获得	19
3. 电磁感应电流的发现和电磁学说的建立	20
4. 电的广泛应用	23
4-1 电灯(电弧灯、白炽灯、日光灯)	24
4-2 电信(电报、电话)	29
4-3 无线电广播和收音机	31
4-4 电影和电视	32
4-5 电子计算机	34
第三章 电力发展概况	39
1. 发电量、装机容量增长及其与国民经济发展的关系	39
1-1 发电量的增长	39

1-2 装机容量增长	40
1-3 电力发展速度与国民经济发展速度的关系	41
1-4 电力发展速度与用电构成变化的关系	42
2.发电能源的构成及其在一次能源总消费中的比重	47
2-1 发电能源构成的变化	47
2-2 发电能源在一次能源总消费中的比重	48
3.我国电力水平与一些工业发达国家电力水平的比较	51
3-1 发电量和装机容量	51
3-2 生活用电	54
3-3 主要技术经济指标	54
第四章 电力设备制造技术的发展	58
1.发电机技术的发展	58
1-1 发电机的发明和初期发展	58
1-2 汽轮发电机的发展	64
1-3 几种新型发电机的发展	81
1-4 我国汽轮发电机的发展	86
2.电力变压器技术的发展	94
2-1 变压器的发明及其型类的发展	94
2-2 大型电力变压器的发展	96
2-3 几种新型电力变压器的发展	100
2-4 我国电力变压器的发展	106
3.高压断路器技术的发展	111
3-1 高压断路器发展综述	111
3-2 各种类型高压断路器的发展	114
3-3 我国高压断路器的发展	129
第五章 发电能源技术的发展	136
1.火电技术的发展	136
1-1 火电发展综述	136
1-2 一些国家火电的发展	145
1-3 我国火电的发展	171
2.水电技术的发展	183

2-1 水电发展综述	183
2-2 一些国家水电的开发和利用	191
2-3 水轮机的发展	209
2-4 我国水电的发展	216
3.核电技术的发展	226
3-1 核电发展综述	226
3-2 一些国家发展核电的道路与经验	240
3-3 核电的特点及其经济、安全、可靠性	245
3-4 我国核电发展的前景	252
4.地热发电技术的发展	255
4-1 地热发电发展综述	255
4-2 一些国家发展地热发电的经验	257
4-3 我国地热发电的发展	262
5.风力发电技术的发展	266
5-1 风力发电发展综述	266
5-2 一些国家发展风力发电的经验	269
5-3 我国风力发电的发展	272
6.海洋能发电技术的发展	277
6-1 海洋能发电发展综述	277
6-2 潮汐发电的发展	279
6-3 海水温差发电的发展	284
6-4 波浪发电的发展	287
7.太阳能发电技术的发展	289
7-1 太阳能发电发展综述	289
7-2 太阳能发电的前景	293
第六章 输电技术的发展	302
1.输电技术的初期发展	302
2.交流输电技术的发展	305
2-1 输电电压的发展	305
2-2 超高压输电的发展	309
2-3 我国高压和超高压输电的发展	316

3. 直流输电技术的发展	318
3-1 直流输电的东山再起	318
3-2 直流输电的应用范围与发展趋势	320
3-3 我国直流输电的发展	324
4. 电力电缆技术的发展	325
4-1 中、低压电力电缆的发展	325
4-2 高压和超高压电力电缆的发展	327
4-3 我国电力电缆的发展	331

第七章 城市供电技术的发展334

1. 城市升压供电的发展	334
2. 城市供电技术发展的经验	336
3. 几个大城市供电技术的发展	339
3-1 日本东京市供电的发展	339
3-2 法国巴黎市供电的发展	343
3-3 捷克布拉格市电网的改造	345
4. 城市配电站技术的发展趋势	346
5. 我国城市供电技术的发展	349

第八章 电网技术的发展352

1. 电网技术发展综述	352
1-1 电网的形成和发展	352
1-2 现代电网运行的特点和要求	354
1-3 发展电网的技术经济效益	363
2. 一些国家电网技术的发展	366
2-1 美国电网的发展	366
2-2 苏联电网的发展	368
2-3 日本电网的发展	373
3. 我国电网技术的发展	375
3-1 我国电网发展综述	375
3-2 七个跨省(区)电网的发展	375
3-3 我国电网的发展前景	379

第一章 绪 论

1. 技术、技术的发展和技術史

我们在学习、研究电力技术发展史时，首先对什么是技术、技术的发展和技術史，要有明确的概念和作简要的回顾。

1-1 技术

技术是什么？技术的概念是一个历史范畴，其含义和内容随着人类历史、社会生产的发展，在不断发展变化。

“技术”一词来源于希腊词“*techne*”，意为“技巧、本领、艺术”。在西方，古代对技术的概念是熟练，“熟能生巧”，巧就是技术。我国古籍中也早有这个技术名词。西汉司马迁撰《史记·货殖列传》里开始使用技术一词：

“医方诸食技术之人”。东汉班固撰《汉书·艺文志·方技》中提到：“汉兴有仓公，今其技术暗昧。”日本诺贝尔奖金获得者江崎对技术的解释是：“怀着明确的目的，利用自然科学知识，对自然进行控制，这就是技术。”

现代对技术一词的较全面的含义应该是：人们为了某一实际目的，即为了满足某种需要而协同组成的生产工具、其它的物质设备（也包括材料和动力）、生产实践经验、由自然科学原理而形成的各种操作程序（或工艺体系）、方法和

技能。也可以说技术是由劳动者、劳动手段^①和劳动对象所组成的，是人们对自然的利用、控制和改造，其作用表现为社会生产力。

实质上，技术包含着两个方面：一是技术的物质形态，如工具、设备等技术手段（技术装备）。近、现代^②，人们常常以技术装备作为时代的标志，如蒸汽时代、电气时代等。由此可知技术对人类社会的巨大作用。二是技术的知识形态，例如人们运用工具、设备等的经验、工艺、方法和技能。技术的两个方面互相匹配，形成统一的整体，使技术成为生产的必需。在现代社会里，技术是生产力结构中最革命、最活跃的重要因素。

1-2 技术的发展

人类技术的发展过程，大致可以划分为三个阶段。从原始社会到机器出现之前的漫长岁月，是利用手工工具代替人手直接作用于自然，使用工具的动力主要是人力。这一阶段以解放人手作为技术发展的标志。随后人类逐步学会利用畜力、风力、水力等自然力，进而以机器代替手工工具，使用机器的动力是蒸汽和电力。这一阶段以解放体力劳动作为技术发展的标志。到了本世纪中叶，人们开始运用信息技术逐步代替人脑某些功能，进入了以解放脑力劳动作为技术发展标志的新阶段。

在技术发展的第二阶段，曾发生过两次重大的技术革

-
- ① 劳动手段就是劳动者借助用以实现改造自然界为目的的传导物，主要是劳动工具。
 - ② 世界近代历史期，一般以1640年英国资产阶级革命为开端，终于1917年俄国十月社会主义革命。1917年俄国十月社会主义革命开辟了人类历史新纪元，标志着世界现代历史的开端。

命^①。第一次技术革命是以十七世纪建立牛顿力学的科学革命^②为先导，以工具机（首先是纺织机）的出现为起点，以十八世纪下半叶发明蒸汽机为主要标志。蒸汽机的广泛应用，对当时社会生产力的发展起着决定性的作用。第二次技术革命是以十九世纪三十年代初发现电磁感应定律的科学革命为先导，以电力的广泛应用为主要标志。发电机、电动机和远距离输电技术的发明，给工业革命^③提供了新的动力，社会生产力得到更迅猛的发展。

技术的发展到了第三阶段，随即产生第三次技术革命。它开始于第二次世界大战后的四十年代末，以建立量子电子学、信息论等综合科学理论的科学革命为先导，以电子计算机的广泛应用为主要标志。第三次技术革命的高潮正在出现，方兴未艾。

在近、现代技术发展的历史过程中，还出现了三种模式的转化。

（1）由工匠为主向受过专门教育的专家为主的转化

十八世纪以来的较长时间内，技术发明主要依靠工匠的经验和手艺，在发明家中很少有人受过系统的科学技术教育。例如蒸汽机的主要发明者瓦特(J.Watt, 1736—1819)，他没有受过教育，年青时是英国格拉斯哥大学的仪器修理

-
- ① 技术革命是指人类在改造自然界的手段和方法方面，对生产力的飞跃起决定性作用的重大发明。它意味着劳动手段的根本变革，其特征是全新技术的建立。
 - ② 科学革命是指自然科学基础理论的重大突破，它往往是由观察或实验室中新的重大事实的发现所导致，有时没有新的事实发现，而是由理论上更高的综合所导致。
 - ③ 工业革命和产业革命在英语中是同一个名词，Industrial Revolution。近代产业革命以工业革命为主体，并涉及国民经济其它部门的变革。

工。著名的汽车工程师福特(H.Ford, 1863—1947)和飞机的发明者赖特兄弟(Wright Brothers)都未上过大学。但是,在十九世纪中叶以后,技术发明家开始对科学发现的实际应用引起重视,一些电工技术专家们一直在注视着物理学家们的一系列的科学研究及其成果。例如德国电工学家西门子(E.W.V.Siemens, 1816—1892)和美国发明家爱迪生(T.A.Edison, 1847—1931)(见图1-1)完全熟知英国物理学家法拉第(M.Faraday, 1791—1867)(见图1-2)的研究成果。

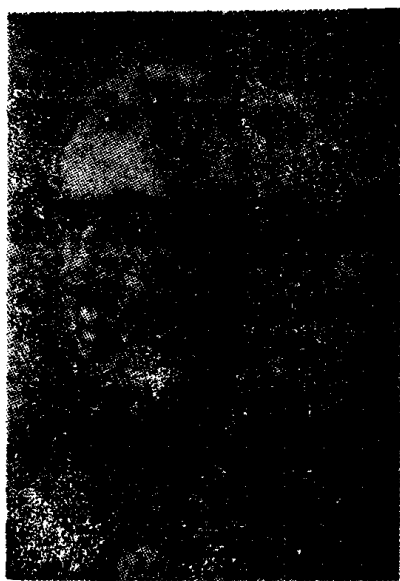


图 1-1 爱迪生(1847—1931)

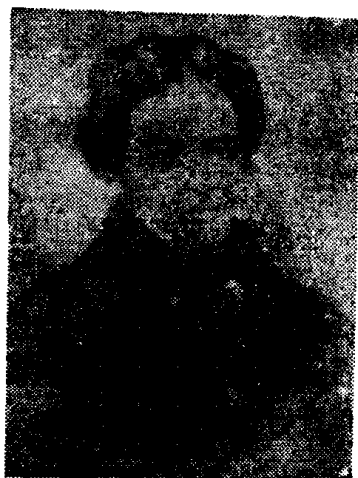


图 1-2 法拉第(1791—1867)

美国发明家贝尔(A.G.Bell, 1847~1922)是通过研究德国物理学家赫尔莫(H.V.Helmolts)对声音再生的研究,才引导他发明电话。意大利工程师马可尼(G.Marconi, 1874—1937)发明无线电通信,是建立在德国物理学家赫兹(H.R.

Hertz, 1857—1894)用实验证明麦克斯韦(J.C.Maxwell, 1831—1879)电磁波的理论基础上。所以到了十九世纪中叶后,科学的研究与技术的进步已紧密地联系在一起。

技术发展的历史表明,技术发明初始主要来自工匠的经验,随后较多地来自技术工作者对科学理论物化了的技术。

(2) 由个体独立研究向实验室集体研究的转化

十九世纪末以前,技术发明基本上是由少数发明家单独研究完成的。例如美国发明家威斯汀豪斯(G.Westinghouse, 1846—1914)取得了制造交流发电机、输变电等的技术发明成果。从个体独立研究向实验室集体研究的转变,开创于爱迪生1877年设在孟罗公园的实验室。二十年后爱迪生的实验室被广泛模仿采用,成为发明新技术的重要基地。本世纪初,一批新的研究实验室在大西洋两岸问世。美国在电力工业中建立了第一个现代化实验室——通用电气公司(GE),成为规模宏大的电力技术研究中心。

现代研究实验室是建立在应用科学成果的基础上,在广泛的领域里拥有专门人才,能够综合成为强大的攻关力量。在第一次世界大战前这种实验室还很少,第一次和第二次世界大战之间已经比较普遍,主要是化学、医学、电力和电子工业。第二次世界大战后遍及各行各业,成为现代技术发展的重要基地。

(3) 由经验型为主向科学型为主的转化

前已提到,人类技术发展到第二阶段的初期,技术成果主要依靠工匠的经验、技艺,而不是以科学理论作先导。到了二十世纪三十年代,随着生产力发展水平的提高,技术越来越复杂,效率的要求越来越高。从此,技术发明要以科学成果为先导。科学理论基础研究积累越多,物化为技术也就

越快，新设备研制的周期也就越短，技术发展速度就越迅速。现代技术发展历史表明，科学型的技术发明，要求科学研究相对于技术有一个超前的发展，否则，技术上就不可能有根本性的进步和创新。

1-3 技术史

什么是技术史？马克思(K.Marx, 1818~1883)认为是人类借助劳动手段改造自然的历史。技术史是人类有目的地去改造和控制自然，并从中揭示技术发展规律的历史。

技术史的研究起始于十八世纪七十年代。1772年，哥丁根大学(英王乔治二世于1737年创办)贝克曼(J.Beckmann, 1739—1811)教授创立了包括现代工程学和工程技术史的两方面内容的工艺学课程，开始讲授技术史，但还不是一门独立学科。到了十九世纪，技术在经济发展中的作用日趋明显，技术史也开始形成一门独立的学科。二十世纪上半叶，技术史研究中形成了以苏联为代表的马克思主义学派和美国的社会学派、革新学派。第二次世界大战后，技术史研究进入了新阶段，一些从事自然科学、社会科学和工程技术工作者转向技术史的研究，使研究方法、范围、理论深度都有较明显进展，除了出版了许多技术通史、国别技术史、专业技术史外，还取得了将技术与科学、经济、社会综合起来研究的许多成果。^[1]

二十世纪以来，一些工业发达国家开始编辑出版技术史方面的杂志，例如德国1909年创刊的《技术史》杂志，1956年苏联创办的《科学史技术史问题》丛刊，1976年英国创办的《技术史年刊》等。1968年，第十二届国际科学史大会设立了国际技术史委员会(ICOHTEC)，以加强国际间技术史研究的学术交流。

2. 技术史的研究对象和研究方法^[2]

2-1 技术史的研究对象

技术史的研究对象包括技术发展的外部规律和内部规律，以及两者相互作用的规律。技术史的研究，要考虑社会因素，找出其外部规律，主要内容有：①研究技术与生产的互相作用，弄清生产-技术-科学和科学-技术-生产的双向发展关系，从中看出技术的地位；②研究技术革命和社会革命的关系，两者是如何相互影响与互相促进的；③研究技术与哲学的相互关系；④研究不同民族、不同国家的科学技术是怎样繁荣昌盛，又是如何停滞衰落的规律；等等。技术史发展的内部规律的研究主要内容有：①研究新材料、新能源的诞生和新工艺、新方法的运用所引起的技术革新；②研究各种技术手段组成方面的进步和改革；③研究技术部门之间技术发展的相互关系；等等。

2-2 技术史的研究方法

在确定技术史的研究对象后，就要注意其研究方法，主要有以下几方面。

(1) 要坚持历史唯物主义观点

在技术史研究过程中，不仅要回顾它的过去，而且应着眼它的现在和未来。历史是一面镜子，对过去的历史研究，必须成为理解现在和预见未来的手段，古为今用。我国古语：“以铜为鉴，可以整衣冠；以史为鉴，可以知兴替”就是这个意思。从技术史的学习、研究中树立历史唯物主义观点，有助于我们在技术发展的历史长河中发现规律，建立起

技术发展的战略眼光和战术目标，使我们的技术工作符合国家向现代化发展的需要。

(2) 要史、论结合

技术史的研究不仅要收集、考证技术发展的史实，而且要史、论结合，运用辩证唯物主义的认识论和方法论，去探索技术思想的起源和技术发展过程，发掘技术遗产，概括其成果，总结人类改造自然的历史，研究技术发展的一般规律和趋向，以便更好地认识现在，预测未来。

(3) 要与科学史、社会史研究相结合

随着现代科学、技术的迅速发展，出现了科学的技术化和技术的科学化新情况，逐步形成科学、技术一体化的趋势。而且科学和技术分别是从实践到理论的转化，揭示自然规律和由理论（包括经验知识）向实践的转化，改造自然的两个方面，互相依赖，形成一体。因此，在研究技术史的同时，要与科学史的研究紧密结合。一些国家还建立科学史、技术史综合在一起的研究机构（如苏联），出版《科学技术史》专著与科技史期刊，技术和科学不分家。

美国技术史教授克伦兹伯说：“在研究技术史时，人们必须了解技术装置本身，但必须认识这些装置所致力解决的问题，人和社会为解决问题所投入的力量，以及这些解决方案在社会上所引起的后果。”^{〔3〕}恩格斯(F.Engels, 1820—1895)说：“社会一旦有技术上的需要，则这种需要比十所大学更能把科学向前推进。”^{〔4〕}这说明技术发展的外部因素，是技术赖以发生、发展的社会条件。社会外部因素影响技术发展的最显著事例，就是军事上的需要，极大地刺激了技术的发展。

3. 学习、研究技术史的意义和目的

马克思和列宁(В.И. Ленин, 1870—1924)对技术史十分重视。马克思为了撰写《资本论》第十三章“机器和大工业”，详细地研究了工艺史(生产工具的发展史)，他的手稿《机器。自然力和科学的应用》，深刻地论述了科学和技术在社会发展中的巨大作用。列宁指出：“要继承黑格尔(G. W. F. Hegel, 1770—1831)和马克思的事业，就应当辩证地研究人类思想、科学和技术的历史。”^[5]技术史和科学史一样，它是一块蕴藏着丰富思想的沃土，人们可以从中吸取营养。

我们学习、研究技术史的意义和目的主要有以下几个方面。

(1) 有助于正确制定国家科技发展规划和政策

世界各国在处理科学-技术-生产的关系上，在不同时期的决策差异很大。过去有人认为科学必须先行于技术，科学是技术之母。但因条件不同，也不尽然。例如，英国现代科学发达，诺贝尔奖金获得者的人数，按人口平均计算为世界首位，但它近百年来技术经济的发展，在西方工业发达国家中是相对落后的。而日本所以成为世界经济大国，它重视技术的发展是重要原因之一。日本有意识地优先发展技术，而后再提高科学水平。由于当代的重大技术发明都是以科学发现为先导，因此日本的口号已从1982年开始由“技术立国”改为“科学立国”。十九世纪德国研究实验室体制的建立，起到了发展经济的技术核心作用。美国发展了这一体制，每十年研究实验室的数量约增加一倍，拥有研究人员占全国的五

分之二。可以说，德国和美国也都是以技术起家，既促进了经济的繁荣，又带动了科学的发展。研究各工业发达国家在处理科学-技术-生产的相互关系上的历史经验教训，可作为我国科技发展规划和政策的借鉴。

（2）有助于寻求加速我国科学技术现代化的途径

十七世纪以来的一段较长时间，英国在科学技术领域中占领先地位，后来为什么被德国、美国超过？为什么原来科学技术比较落后的美国，二十世纪初跃居世界首位？为什么在第二次世界大战中频于毁灭的日本，战后科学技术飞速发展？为什么中国古代封建社会的科学技术占世界重要地位，四大发明对人类文明作出重大贡献，近代以来反而落后了？世界近代科学技术史上有五次中心转移：意大利(1540—1610)-英国(1660—1730)-法国(1770—1830)-德国(1810—1920)-美国(1920—)，这五次中心转移的原因何在？其规律又是什么？我们总结世界各国科技发展中的经验教训，就可以正确地寻求加速我国科学技术现代化的道路，预测未来科学技术发展的趋势。

（3）有助于正确认识对外开放和技术引进的政策

对外开放和引进技术，是技术落后国家赶上先进国家的重要手段之一。苏联在三、四十年代迅速实现社会主义工业化的重要原因之一，就是把引进技术作为一项国策。西方一些学者认为，1930—1945年间，苏联的技术几乎全部从西方国家引进。苏联约有三分之二的大型企业，是由美国的帮助或技术援助建成的。引进新技术，必须消化新技术。日本第二次世界大战后，经济迅猛发展，是靠技术引进起家的。日本把世界各国新技术引进后加以研究、消化，在此基础上再加以改进，反过来又作为更先进的技术向国外出口。日本的

经验，值得我国借鉴。

(4) 有助于正确制订对科技人员的方针、政策

学习和研究技术史，既要研究科学技术本身的发展规律，对掌握科学技术的科技人员的培养和使用的历史经验也不可忽视。什么时候社会尊重科技人员，在科学技术领域里实行自由讨论，那个时期的科学就发展，技术就进步。相反，科学技术就会停滞不前。一般来说，科学和技术发展的时代，对科技人员都采取保护、支持和奖励的政策。资本主义上升时期，西方一些统治者，如俄国的彼得大帝，德国的斐德列大帝，法国的路易十四和拿破仑，都重视科技工作和科技人员。例如意大利科学家伏打 (A.Volta, 1745—1827) 发明了伏打电池，法国拿破仑就授予他奖金和奖章。日本在第二次世界大战后，经济和技术发展很快，其主要原因之一就是重视和培养大批科学技术人才。历史上有的反动统治者把科技人员烧死，如意大利哲学家布鲁诺 (G.Bruno, 1548—1600)；有的遭到终生监禁，如意大利物理学家、天文学家伽利略 (G.Calilei, 1564—1642)。第二次世界大战前，德国、意大利推行法西斯主义，疯狂迫害犹太科学家和进步科学家，迫使大批科学家流亡到美国，例如德国物理学家爱因斯坦 (A.Einstein, 1879—1955)、意大利物理学家费米 (E.Fermi, 1901—1954) ①。这些都严重影响了这些国家科学技术的发展。第二次世界大战后，朝鲜战争期间，美国推行麦卡锡主义，非美活动委员会疯狂迫害有进步倾向的科学家，严重影响当时美国科学技术的发展。1957年，苏联第一颗人造卫星上天，而美国则相对落

① 费米于1939年去美国，致力于研究核裂变的链式反应，1942年他领导建成世界上第一个原子反应堆。