

中国科学院知识创新工程项目  
中国近现代科学技术史研究丛书  
丛书主编 路甬祥

# 中国近现代电力技术发展史

A HISTORY OF ELECTRIC POWER TECHNOLOGY IN MODERN CHINA

黄 晞 著



山东教育出版社

中国科学院知识创新工程项目  
中国近现代科学技术史研究丛书  
丛书主编 路甬祥

# 中国近现代电力技术发展史

A HISTORY OF ELECTRIC POWER TECHNOLOGY IN MODERN CHINA

黄 晞 著



山东教育出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

中国近现代电力技术发展史/黄晞著. —济南:山东教育出版社,2006

(中国近现代科学技术史研究丛书/路甬祥主编)

ISBN 7-5328-5388-8

I. 中... II. 黄... III. ①电力工业-工业技术-技术史-中国-近代②电力工业-工业技术-技术史-中国-现代 IV. TM-092

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 010681号

中国近现代科学技术史研究丛书

中国近现代电力技术发展史

黄 晞 著

---

出 版 者:山东教育出版社

(济南市纬一路 321 号 邮编:250001)

电 话:(0531)82092663 传真:(0531)82092661

网 址:<http://www.sjs.com.cn>

发 行 者:山东教育出版社

印 刷:山东新华印刷厂临沂厂

版 次:2006 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

印 数:1—3000

规 格:787mm×1092mm 16 开本

印 张:18.75 印张

字 数:290 千字

书 号:ISBN 7-5328-5388-8

定 价:33.00 元

---

(如印装质量有问题,请与印刷厂联系调换)

(电话:0539—2925659)

## “中国近现代科学技术发展综合研究项目”组织机构

**学术顾问(以姓氏笔画为序):**

王 元 华觉明 许良英 杜石然 吴文俊 何丙郁 张秉伦 陈美东  
周光召 金 铎 柯 俊 郭书春 席泽宗 曹效业 路甬祥 潘吉星

**首席科学家:** 张柏春 王扬宗

**专家组成员(以姓氏笔画为序):**

王扬宗 刘 钝 张柏春 曹幸穗 董光壁 廖育群 樊洪业

**办公室主任:** 张 藜 **副主任:** 张九辰

## 《中国近现代科学技术史研究丛书》组织机构

**丛书主编:** 路甬祥

**丛书副主编:** 张柏春 王扬宗 董光壁 王渝生

**丛书编委会委员(以姓氏笔画为序):**

王扬宗 王克迪 王政芳 王渝生 艾素珍 田 淼 孙永大 曲安京  
刘 钝 刘益东 刘佩华 刘戟锋 江晓原 关增建 李成智 李劲松  
李兆华 杨 舰 邹大海 邹 健 宋正海 张九辰 张大庆 张志辉  
张治中 张柏春 张 剑 张 藜 罗桂环 周嘉华 胡化凯 胡宗刚  
胡维佳 赵 猛 夏玉棉 姜振寰 姚 远 袁向东 黄 晞 曹幸穗  
梁 波 韩义华 韩健平 董光壁 鲁大龙 解 源 廖 克 廖育群  
樊洪业 潘亚男

**丛书常务编委会**

**主任:** 张柏春 王扬宗

**委员(以姓氏笔画为序):**

王扬宗 王渝生 艾素珍 孙永大 刘 钝 张柏春 张 藜 曹幸穗  
董光壁 鲁大龙 廖 克 廖育群 樊洪业

# 总 序

《中国近现代科学技术史研究丛书》是中国科学院知识创新工程项目“中国近现代科学技术发展综合研究”的成果，是百余位科技史专家、学者和研究生们辛勤劳动的结晶。

这也是中国科技界第一次有规模地对中国近现代科学技术发展的历程进行比较全面的、系统的、综合的研究。中国近现代科技史是中国近现代史的重要组成部分，研究中国近现代科技史对研究中国近现代史具有重要意义。立题时确定的目标是：系统地收集、抢救和整理中国近现代科学技术史实资料，建立完整的数据库，为中国近现代科技发展史研究积累基本资料；研究中国近现代科技发展历程中的重大事件、重要人物、历史文化背景及其对于中国经济社会文明进步的作用；对一些重要史实展开专题研究，力求取得新的认知和新的突破；科学地总结中国近现代科技发展历史的经验和教训，为新世纪中国科学技术的发展、创新能力的提高、创新体系的建设提供历史镜鉴；通过研究工作培养一批中青年科技史人才。

值得高兴的是，经过三年的努力，这些目标大都实现了。这套丛书是作者们奉献给读者的一份丰厚礼物，也将成为研究我国近现代科技史的宝贵资料。科技创新永无止境，科学技术史的研究也永无止境。我衷心希望读者和科技史界同仁能不吝批评，并在此基础上继续将我国近现代科学技术史研究推向前进，共同为全面建设小康社会，加快推进社会主义现代化建设做出贡献。

中国科学院院长 **路甬祥**

2003年6月5日

## 《中国近现代科学技术史研究丛书》出版前言

近代科学技术自 19 世纪传入中国以来,经历了一段非同寻常的曲折过程。从 19 世纪中叶自强运动中开始的“师夷之长技”,到 20 世纪初年的“科学救国”、“实业救国”思潮,从 50 年代的“向科学进军”,到 20 世纪末叶的“科教兴国”战略,中国人对科学技术给予了多少希望、梦想和憧憬! 150 年来,中国科学技术的进步是巨大的,但在全人类共同创建的现代科学技术大厦中,中国的贡献还很有限,中国科学技术的现代化还没有完成。站在新世纪的门槛上,中国应该如何发展科学技术,追赶国际先进水平,实现“科教兴国”的历史重任? 面对这样重大的问题,我们不仅要深入了解和借鉴科学技术发达国家的经验,还必须深入研究中国近现代科学技术发展的历程及其与社会文化的关系,准确地把握科学技术的特性及其发展机制,总结中国近现代科学技术发展的历史经验和教训。

令人遗憾的是,我们在致力于解决眼前的科学和技术问题,追赶国际先进水平的时候,却很少系统地探讨和总结我国一二百年来科技发展的经验和教训。长期以来,我们对如何推进中国科学技术的进步、创造有利于科学技术发展的社会条件和文化氛围缺乏应有的认识。结果,我们不仅不易充分汲取历史的经验教训,反而可能重复旧的失当的政策和举措。因此,在面临重任和挑战的今天,系统地研究中国近现代科学技术发展史不但是学术研究的一项紧迫任务,也是现实赋予我们的重大课题。

大约 15 年前,中国科学院自然科学史研究所计划开展中国近现代科学技术发展史的研究工作。其主要成果就是董光璧先生主编《中国近现代科学技术史》和吴熙敬先生主编《中国近现代技术史》两部大型著作,分别由湖南教育出版社和科学出版社印行问世。在完成上述著作不久,自然科学史研究所又提出了系统地研究中国近现代科学技术史的大型研究计划,几经周折,终于在 2000 年列为中国科学院知识创新工程重要方向项目。“中国近现代科学技术发展综合研究”是一个跨越基础科学、应用科学、工程技术和人文社会科学等多学科的重要研究项目,主要包括专题研究、资料集与工具书、中国近现代科技史资料库这三大课题。经征求各方面意见,我们选定了 30 多个二级课题,于 2000 年 11 月正式启动了这项研究。国内近 30 个科

研院所、高等院校和其他机构的百余位科学技术史研究者和研究生承担了研究项目的二级课题。

中国近现代科学技术史的研究起步较晚,许多专题研究还有待开展,尚不具备编纂系统性史书的条件,加之项目的实施期限仅为三年,因此,我们预定的研究任务是以有创意的专题研究和重要的资料建设为主,以期为进一步系统深入的研究打下基础。我们希望本项目研究中国近现代科技发展历程中的基本问题,拓展研究方向,推动研究队伍的建设;以多角度的综合性研究、个案研究和学科史专题研究为主,力求在探索中国近现代科技发展的基本史实和脉络等方面取得进展;收集、抢救和整理重要的历史资料,编辑史料选辑,建立资料中心,为深入探讨中国近现代科技发展积累基本资料;总结中国近现代科技发展的历史经验和教训,为推动当代中国科学技术的发展提供历史启发。在梳理史实的同时,也致力于探讨科学、技术、经济、社会和文化的互动,尝试现代科学哲学、科学社会学和科技政策学等关于科学技术的理论和方法。

在短短的三年里,各课题组克服了很多困难,在资料搜集和研究方面花了大量精力,并积极配合项目的组织工作。经过努力,绝大多数课题组基本上完成了预期的研究任务,其主要研究成果就是奉献给读者的这套“中国近现代科学技术史研究丛书”。

项目的研究工作由中国科学院自然科学史研究所组织实施,是在中国科学院基础局、综合计划局、政策局和院所领导的大力支持下完成的。一部分课题还得到国家自然科学基金委员会的资助。自然科学史研究所人员承担了项目的约一半的课题,研究所领导全力支持项目组的工作,为完成研究工作提供了人力保证和相应的经费。自然科学史研究所前所长廖克、前副所长王渝生和有关人员为项目的立项和前期工作做出了重要的贡献。山东教育出版社将丛书列为重点图书出版计划,并为研究工作提供了部分配套经费,在专著的出版编辑方面做了很多工作。

中国科学院数学与系统科学研究院、中国科学院科技政策与管理科学研究所、中国科学院地理科学与资源研究所、中国科学院沈阳分院、中国科学院国际合作局、中国社会科学院近代史研究所、大连化工研究院制碱研究所、中国科技大学、清华大学、北京大学、上海交通大学、北京航空航天大学、哈尔滨工业大学、国防科技大学、西北大学、天津师范大学、首都师范大学、中共中央党校、中国农业博物馆、中国科技馆、国家测绘局、国家地震局地质

研究所、中国电力信息中心、庐山植物园、辽宁省图书馆等近 30 个单位为课题承担人给予了多方面的支持甚至提供配套经费。

在资料收集和建设方面,项目和各课题组得到了相关图书馆、档案馆和有关机构的理解和配合。中国科学院办公厅档案处、辽宁省档案馆等单位为查阅和利用档案资料提供了很多方便和帮助。还有许多单位的档案或资料管理机构向本项目二级课题提供了很多资料和帮助,具体情况详见丛书各卷的致谢或后记。自然科学史研究所图书馆为项目的资料建设做了许多工作。《自然科学史研究》、《中国科技史料》等学术期刊出版了项目的部分研究成果。

项目顾问就项目的设立和实施提出了指导意见。项目专家组在学术指导和课题评议等方面发挥了重要作用。丛书编委会、常务编委会和审稿专家审阅各课题书稿,为提高书稿质量做出了重要贡献。项目办公室负责项目的各项日常工作,组织学术活动,付出了辛勤的劳动。

在此,我们谨向项目的主管部门和合作单位以及顾问、专家和有关工作人员表示诚挚谢意!向项目各课题负责人和参与人员致以深深的谢意!

编撰这样规模的中国近现代科学技术史丛书是一个初步的尝试,不少著作还只是初步的研究成果,其中难免有疏漏和错误,恳请同人和广大读者赐教,以共同促进中国近现代科学技术史研究的开展。

张柏春 王扬宗

2003 年 10 月 31 日

# 目 录

前 言	1
第一章 发电设备技术的发展	1
第一节 旧中国的发电设备技术	2
第二节 新中国的发电设备技术	8
第二章 常规能源发电技术的发展	28
第一节 旧中国的常规能源发电技术	29
第二节 新中国的常规能源发电技术	47
第三节 台湾省和香港、澳门特别行政区常规能源发电技术	91
第三章 可再生清洁能源发电技术的发展	96
第一节 风力发电	97
第二节 太阳能发电技术	107
第三节 地热发电技术	115
第四节 海洋能发电技术	119
第五节 生物质发电技术	129
第六节 燃料电池发电技术	135
第四章 输电与供电技术的发展	142
第一节 输电技术	144
第二节 配电技术	156
第五章 电网技术的发展	162
第一节 电网的形成与互联技术	164
第二节 旧中国的电网技术	169
第三节 新中国的电网技术	172
第六章 节能与环保技术的发展	195
第一节 节能技术	196

第二节 环保技术·····	208
<b>第七章 电力与国民经济</b> ·····	219
第一节 电力与国民经济·····	219
第二节 长期缺电和加快电力发展的关键·····	225
<b>第八章 电力可持续发展战略</b> ·····	231
第一节 电力可持续发展面临外部环境影响·····	231
第二节 电力结构调整与电力体制改革·····	233
第三节 电网技术的进步与全国联网·····	243
<b>附录一 世界电气技术百年回眸</b> ·····	253
<b>附录二 热烈庆贺电气学家黄晞先生的 80 华诞</b> ·····	274
<b>参考文献</b> ·····	280
<b>后 记</b> ·····	288

# 前 言

电力技术的发展和和其他科学技术的发展一样,是有其历史继承性的。电力技术的发展在整个科学技术发展历史中占有极其重要的位置。有人评价:电力是现代工业的命脉;电气化程度是体现国民经济和科学技术水平的杠杆。诚然,电力对人类物质文明和精神文明的巨大贡献,早已被人们所共识。

中国电力工业自萌生以来,已有 110 余年历史。旧中国电力工业及其技术的发展,是处于政治动乱、战争频繁的社会环境中艰难曲折,进步缓慢;但随着时代前进的步伐,也取得一定的成就;当然与新中国成立后相比较,就不可同日而语了。

新中国成立后的半个世纪以来,电力工业在前进的道路上,几经曲折和起伏,历程并不平坦,但还是不断在迅速发展。到 1996 年底,我国的发电装机容量和年发电量,已从 1949 年位居世界第 25 位和 21 位,跃居世界第二位了(仅次于美国)。

在撰编本书过程中,除参考自身旧作和长期积累的文献外,还不厌其烦地与国家电力公司等部门密切联系,收集到不少可供参考的近期资料,得以对国内外,尤其对中国电力工业技术的最新现状和未来发展,有了较全面、深入的了解,为分析研究我国与国际先进电力技术的差距和异同,获得了翔实的素材。

中国古语:“以铜为鉴,可以整衣冠;以史为鉴,可以知兴替。”英国思想家、实验科学的先驱者培根(R. Bawn, 1219—1272)说:“学史使人明智。”毋庸置疑,了解和研究我国电力工业技术发展的历史,认真总结成功的经验,失误的教训,同时探索国外发达国家电力技术发展的规律和趋向,将有利于未来中国的电力工业技术继往开来,与时俱进,为我国在全面建设小康社会,向现代化目标奋进中,做出更大的贡献。

# 第一章 发电设备技术的发展

发电设备技术是指发电设备制造技术。它源于 19 世纪中叶的电工程(简称电工)。19 世纪初,意大利物理学家 A. 伏打(Alessandro Volta, 1745—1827)发明了伏打电堆,第一次提供了产生持续电流的电源,极大地促进了电磁学的发展。电磁现象的应用,在电磁学理论的指导下得以迅速发展。从 1835 年发明电报开始,到 20 世纪初,电话、白炽灯、发电机、电动机、供电线路、电子管等相继发明。工商业获得了新的动力和通信手段。电力可以远距离输送,通信可以瞬间完成,一个新的电气时代取代了蒸汽时代。1883 年,恩格斯(Friedrich Engels, 1820—1895)对 1 500—2 000V、57km 输电线路的建成,给予了极高的评价,认为这实际上是一次伟大的电工技术革命。电工程从此诞生了。

早期“电工”一词,既包括电机(发电机、电动机)电器制造、电力的生产和传输等方面(习惯上称强电技术),又包括通信、电子技术(习惯上称弱电技术)。第二次世界大战以前,中国称电工程为电机工程。战后,电子技术有了划时代的进步,它的主要标志为 1946 年研制成世界第一台电子计算机(已成为一门学科),1947 年创制出晶体管,1956 年出现了集成电路。因此,“电工”一词逐渐演变成只包括强电技术,即只涉及电工电器制造和电力生产两大工业生产体系;而弱电技术则由“电子工程”一词概括。这表明,这两门技术都已进步到必须做出新的学科划分,得以容纳它们日益扩大的技术内涵。当然,两者还是相互渗透的,原来是统一于一个学科之中的。例如,高压直流输电的一次系统和电力网的二次回路,就广泛应用电子技术。至于两者的技术基础,更有着许多共同之处。

关于发电设备技术是否是电器工业技术的重要组成部分,在文献资料中有两种不同的见解:机械工业出版社出版的《中国电器工业发展史》(综合卷)总序中明确指出:“……电器工业就成为以生产发电、输电、配电和用

电设备……等强电产品为主的产业。”而《中国大百科全书》电工卷第 218 页“电器”词条中提到:“电器泛指所有用电的器具……”按照中国电工行业的习惯,电机(包括发电机、电动机和变压器)属于生产和变换电能的机械,不包括电器之列。本章就以前者顺理成章而参照之,不以后者为依据,把电机排斥在电器范畴之外。

不言而喻,电力生产技术的形成与进步,是以发电设备制造技术的形成与进步为前提的,两者相依并存,相互促进。也可以说,以电器制造技术先行,随之制造出发电、输变电、供用电等设备,建立起电力生产技术中的发电、输电、变电、供电、用电诸环节而形成的电力系统。显然,这种正常发展历程,是源于欧美工业发达国家的走向,即有了电器制造技术的问世,才出现电力生产技术。可是,随后几多原先工业比较落后的国家,却以“它山之石,可以攻玉”的方式,首先从工业发达国家引进了发电设备和技术,生产电力,发展经济,再自行建立电器制造企业,仿制发电等设备,并不断提高国产化率。与此同时,不固步自封,持续引进国外创新的发电设备与技术,为我所用。这种引进和自力更生双管齐下的发展途径,加快了后进国家发电设备制造技术水平的提高,不仅满足国内电力生产的需要,有的还出口创汇。日本就是走此捷径的典型。中国电力技术发展历程虽属这种类型,但由于国情不同,与日本大有差异。中国的电器、电力工业是随着资本主义经济渗透而产生的,经历了旧中国、新中国两个发展阶段。旧中国的电器工业起步较早,发展缓慢;而新中国的电器工业发展快速,成就显著。

## 第一节 旧中国的发电设备技术

### 一、萌芽初创

中国发电设备制造工业的诞生要比欧美晚 30 余年。从清光绪三十一年(1905)到抗日战争前夕(1936),是中国发电设备制造工业萌芽初创时期。这期间,国家政治变革、内忧外患丛生。但随着时代的演变,电力生产技术却很快从欧美发达国家传入中国,在一些大中城市建造发电厂,安装从国外购进的发电设备,生产电力,供照明和工业用电。随后电器制造业就开始在中国长出幼芽,逐渐出现了以从事修配为主的电器修造厂。这种工厂有外国资本开办的,也有政府出资官办和民族资本商办的。

1905年,直隶(今河北)工艺总局在天津创立教育品制造所,仿制日本在教学上应用的电磁产品。该所于1907年印行的产品目录内,有威姆斯脱发电机、电弧灯、电扇等电学类产品。1911年,美国商人凭借在中国享有的特权,占有资本和技术优势,在上海开办慎昌洋行,进口发电、用电设备出售,并设立电器修造工厂,修配自销产品,也制造电机与家用电器。1913年,美国通用电气公司(创立于1892年)在上海设立子公司,名为中国奇异安迪生灯泡厂,生产白炽灯泡,兼产电风扇等家用电器。

1927年,国民政府在上海第一交通大学<sup>①</sup>内设立无线电机制造厂,在上海半淞园路建造厂房,生产小型电机和变压器等电器产品。1936年试制成20hp电动机和1200kVA电力变压器,开创中国自行制造电器产品的先河。

1931年“九一八”事变爆发,日本侵占整个东北。1935年,日本三菱电机株式会社在沈阳组建电器制造工厂,生产电动机、变压器。日本厂商还在沈阳、天津设立多家电器制作所,生产和维修小型电动机、变压器以及家用电器。

这一时期,活跃在上海、天津、汉口、南京、广州等城市的民族资本电器制造企业,是旧中国电器制造业中一支不可忽视的重要力量,在我国发电设备萌芽初创时期做出过重要贡献。1912—1936年间,民族资本开办的电器修造厂多达200余家,主要集中在上海,有159家。这些工厂的95%以上是小型的,资金短缺,设备简陋,技术力量薄弱。但其中不少厂家还是处于强大的外国公司商品倾销下,在克服重重困难中成长壮大起来。

1914年,中国在上海出现钱镛记电业机械厂。创办人钱镛森原是上海德商瑞记洋行的领班技工。该厂开办初期只有一位车床师傅和几个学徒。主要业务是收购陈旧直流电机,修理后出售。钱镛森精于制造直流电机,经验丰富。他不会理论计算和设计,凭借秤称铜线和硅钢片重量,来调整产品容量与性能。他应用这种土方法仿制成德国西门子制造的10kW封闭式纱厂用电动机,卖给上海申新纱厂10余台,价廉适用,为用户称许。新中国成立后的上海南洋电机厂,就是以该厂为主的几家电器修造厂组成的。

1916年,上海开办的华生电器厂由洋行职员叶有才、布店账房杨济川、

<sup>①</sup> 前身为南洋公学,清光绪二十三年(1897)创办于上海。辛亥革命后先称南洋大学,后称上海专门学校。1921年同唐山工业专门学校、北京邮电学校、交通传习所合并,改为交通大学。次年又改称南洋大学。1927年改为第一交通大学。1928年定名交通大学。

木行跑街<sup>①</sup>袁宗耀 3 人出资建厂,合伙经营。1917 年,该厂试制成国产第一台电力变压器。1922 年制造的 8kW 直流发电机和 60A 电镀用直流发电机,曾在上海总商会举办的展览会上获金奖。1926 年,该厂又设计制造成中国首台 150kW 交流同步三相发电机。30 年代初,华生电器厂在制造发电机和输变电器材方面取得可喜成果。该厂制造的 2 台 75kVA、2 300V 三相同步发电机,与新中工程公司生产的柴油机配套,安装在上海郊区南翔电厂发电。1933 年,该厂曾先后聘请交通大学电机学院教授钟兆琳(1901—1990)任顾问工程师,助教褚应璜(1908—1985)、丁舜年(1910— )等为工程师,技术力量显著加强。1936 年,该厂制造成 1 台当时国产最大的 2 000kVA、2 300/6 600V 电力变压器,安装在西安电厂。同年,该厂又为汉口恒顺机器厂制造 500kVA、2 300V 三相交流发电机。这是当时国内自行设计、制造的容量最大的发电机。

1919 年,上海华通电机厂建成,创办人姚德甫原系上海电力公司方棚<sup>②</sup>间总领班,统管上海电力公司的供电、装修用户电气设备,承包电气工程业务。建厂初期,他先后承包电气装修工程和仿制市场急需的进口电器元件,并以修复了闸北水电公司 1 台 800hp、6 600V 高压电动机闻名于上海。1929 年,该厂职工增至 400 多人,同时扩建厂房,增添设备,延聘技术人才,由交通大学电机学院毕业的孙鼎任总工程师。该厂制造的产品中有铁路局火车上使用的发电机和远销东南亚的电风扇等产品。

1932 年,上海华成电器制造厂建成。该厂经理周锦水原是汉口五金店店主,有志于电机制造。1926 年,他赴日本参观电动机制造厂,回国后试制小型电动机成功。当年,华生电器厂经理叶有才去汉口邀请周锦水为该厂推销电器产品,获知他试制电动机成功后,劝说他到上海合作建厂。周锦水经过调查研究后,决定于 1930 年和华生电器厂共同集资 15 万元,在上海近郊南翔建厂。1932 年建成,生产电动机,聘请华生电器厂褚应璜工程师到该厂协助开展技术工作。当时,中国电动机市场为外国洋行所垄断,用户只相信外国制造的,不信任国产货。周锦水高瞻远瞩,认为办厂必须打破外商垄断,而根本问题是能否制造出质优价廉的电动机。其时,中国各地供电标准电压为 220V,但供给电动机使用的电压实际只有 160—180V。如果电动

① 担任跑外销售联系等工作。

② 当时电力变压器的俗称。

机按实际使用电压设计制造,在电机启动、运转和延长使用寿命等方面,比进口电动机均具优势。据上海工商联合会查阅 1936 年 10 月 11 日有关华成电器制造厂资料记载,该厂在设计制造电动机时遵守两条原则:一是,为使电动机能适应各地电压过低,适当放大了电动机的出力,标称 10hp 的电动机多加材料制成 11hp 或 12hp;二是,电动机采用通风罩,便于散热,用手触摸外壳温度低,不太有热感。华成电器制造厂在设计、制造电动机中,由于重视实际使用条件,采用中国标准电压 380 /220 V、频率 50Hz,同时又考虑农田灌溉水泵正常运行负荷时的最佳效率设置点,所以比购买德国制造的电动机(400/230V、50 Hz)、美国制造的电动机(440V、60Hz 改造成 380/220V、50Hz)的效率显然占优势。华成电器制造厂还在销售电动机方面采取优惠策略:先试后用,包修包换,用到满意后再付款。因此,受到用户欢迎,营销蒸蒸日上,产量剧增。

1934 年江南大旱,为引水灌溉农田,国民政府建设委员会灌溉局需要购买一批电动抽水机,采购人员不相信国产电动机,决定购买进口电动机,用来带动新中公司制造的水泵。周锦水向灌溉局有关人员艰苦交涉,在非常苛刻的附加条件下,才承接了抗旱所需部分电动机,分散安装在无锡、常州、常熟、苏州等地。国外进口电动机大都与国产电动机在同一地点安装使用,结果是进口电动机因电压与实际电压不相适应,运转不多时就出了问题,而国产华成电器制造厂电动机却正常运行。从此,各地农民相信中国造的电动机好使用,强烈要求灌溉局更换已出故障的国外电动机。此前,华成电器制造厂早已做好再供应一批电动机的准备,提出只有在灌溉局不再购买外国电动机的条件下才出售这批电动机,灌溉局只好照办。从此,各地相互宣传“中国电动机比外国好”,破除了采购和使用部门对洋货的迷信,为国产电器产品争光。

在华成电器制造厂生产的电动机取得政府采购人员和用户信任后,外国厂商并不示弱,决定采购多台华成电器制造厂制造的电动机,运回国去试验研究。同时,日本、英国、美国、德国、瑞士 5 国厂商组织起来,把销售价压低到华成电器制造厂的制造成本之下,联合倾销。由于进口电动机仍因使用供电电压过低,易遭损坏,加上华成电器制造厂真诚实行包修包换、为用户服务的办法,在外商降价倾销排挤下,该厂的营业仍然保持兴旺不衰。

## 二、抗日战争时期

我国电器制造业经历了 31 年艰难初创时期,接着又遭受 8 年抗日战争的困境,损失惨重,但仍然取得了一些进展。

上海规模最大的华成电器制造厂,在日军 1937 年 7 月下旬侵入淞沪前夕,首迁汉口;1938 年 6 月再迁衡阳。开工生产 6 年,业务大有发展,拥有职工 700 多名;机床设备 300 余台,产品有电动机,蒸汽机等。1944 年,日军侵入湘桂,该厂又做第三次大搬迁。经冷水滩、柳州、金城江、贵阳等地,于 1945 年迁至重庆,历时 9 个月。启运时物资 1 715t,到重庆只剩下 17t,损失惨重。幸得当时经济部长兼战时生产局长翁文灏(1889—1971)的扶持,贷款 7 000 万元,得以修建厂房,购置设备,恢复生产,为战时生产局制造电动机等急需电工产品。

华生电器厂抗战初期自上海迁至重庆,也历尽艰辛,苦心经营数载,成为重庆最大的私营电器制造厂。

抗战爆发,上海华通电机机器厂未及内迁。日军侵入上海后被迫停产,大部分产品、材料、设备及厂房被日商廉价收购,更名新华电机厂。

1938 年春,华通电机机器厂在上海法租界租房 6 间,重新开业。由于该厂曾为国民政府制造过手摇发电机,1938 年秋,日军以“抗日罪”将经理姚德甫逮捕,后经巨款疏通始得保释。劫后该厂除生产电风扇等家用电器外,还被迫接受日方大批军用器修理任务。

1940 年,胡汝鼎(1905—1985)留美(毕业于美国麻省理工学院电机系)归国,与张藕舫及金融界人士集资在上海租界创办公用电机厂。1942 年开始制造 20hp 及以下电动机。1945 年上半年曾销售电动机 2 000 余台,并试制成当时国内容量最大的 300hp、4 极滑环防滴式电动机。

1936 年,国民政府资源委员会<sup>①</sup>指派以恽震(1901— )为首的 10 人组成中央电工器材厂筹备委员会,负责建厂工作。中央电工器材厂总管理处下设 4 个电工厂:一厂为电线厂,二厂为电子管厂,三厂为电话机厂,四厂为电力机械厂。四厂原选址于湖南湘潭,抗日战争开始后迁往桂林。原属建设委员会的上海电机厂先迁武汉,后迁桂林,并入四厂。1938 年,资源委员会又在昆明另建电工四厂,两厂规模基本相同,仅能生产 100kW 以下

<sup>①</sup> 1932 年成立,原名国防设计委员会,1935 年改组后称资源委员会。