

国家重点图书出版规划项目

20世纪 中国知名科学家 学术成就概览

总 主 编 钱伟长

本卷主编 杜祥琬



能源与矿业工程卷



动力和电气科学技术与工程分册(二)

 科学出版社



国家重点图书出版规划项目

20世纪 中国知名科学家 学术成就概览

总 主 编 钱伟长

本卷主编 杜祥琬

能源与矿业工程卷

动力和电气科学技术与工程分册(二)

科学出版社

北 京

内 容 简 介

国家重点图书出版规划项目《20 世纪中国知名科学家学术成就概览》，以纪传文体记述中国 20 世纪在各学术专业领域取得突出成就的数千位华人科学技术和人文社会科学专家学者，展示他们的求学经历、学术成就、治学方略和价值观念，彰显他们为促进中国和世界科技发展、经济和社会进步所做出的贡献。

《20 世纪中国知名科学家学术成就概览·能源与矿业工程卷》记述了 200 多位能源与矿业工程技术专家的研究路径和学术生涯，分五册出版。全书以突出学术成就为重点，力求对学界同行的学术探索有所镜鉴，对青年学生的学术成长有所启迪。

能源与矿业工程卷·动力和电气科学技术与工程分册（二）收录了 42 位专家，卷首简要回顾 20 世纪中国动力和电气技术与工程发展概况，卷尾附 20 世纪中国动力和电气技术与工程大事记。这与传文两相映照，力图反映出中国动力和电气科学技术与工程领域的百年发展脉络。

图书在版编目(CIP) 数据

20 世纪中国知名科学家学术成就概览·能源与矿业工程卷·动力和电气科学技术与工程分册（二）/钱伟长总主编；杜祥琬本卷主编. —北京：科学出版社，2014.1

国家重点图书出版规划项目，国家出版基金项目

ISBN 978-7-03-039202-2

I. ①2… II. ①钱… ②杜… III. ①动力学-科学家-列传-中国-20 世纪②动力学-技术发展-成就-中国-20 世纪③电子技术-科学家-列传-中国-20 世纪④电子技术-技术发展-成就-中国-20 世纪 IV. ①K826.1 ②N12

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 281354 号

责任编辑：张冬梅 万 峰 / 责任校对：张凤琴

责任印制：钱玉芬 / 封面设计：黄华斌

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 1 月第 一 版 开本：889×1194 1/16

2014 年 1 月第一次印刷 印张：32 3/4

字数：602 000

定价：148.00 元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

《20 世纪中国知名科学家学术成就概览》
能源与矿业工程卷编辑委员会

主 编 杜祥琬

副主编 黄其励 胡思得 何继善 苏义脑

编 委 (按姓氏汉语拼音排序)

岑可法	陈毓川	杜祥琬	古德生
顾心恻	韩大匡	韩英铎	何继善
胡思得	黄其励	倪维斗	潘自强
彭苏萍	钱绍钧	苏义脑	王思敬
于润沧	余贻鑫	赵文津	郑健超
朱建士			

《20 世纪中国知名科学家学术成就概览》

总 序

记得早在 21 世纪的新世纪之初，中国科学院、中国工程院和中国社会科学院的一些老同志给我写信，邀我来牵头一起编一套书，书名就叫《20 世纪中国知名科学家学术成就概览》（以下简称《概览》）。主要目的就是以此来记录近代中国科技历史、铭记新中国科技成就，同时也使之成为科技创新的基础人文平台，传承老一辈科技工作者爱国奉献、不断创新、追求卓越的精神，并以此激励后人。我国是一个高速发展中的大国，世界上的影响力不断增强，编写出版这样一套史料性文献，可以总结中华民族对人类科技、文化、经济与社会所做出的巨大成就与贡献，从而最广泛地凝聚民族精神与所有炎黄子孙的“中华魂”，让中国的科技工作者能团结奋进，为共建和谐的祖国多做贡献，更可以激发年轻一代奋发图强，积极投身祖国“科教兴国”战略的伟大实践中。

在党和政府的高度重视和长期大力支持下，酝酿已久的《概览》项目终于被列为国家重点图书出版规划项目，并由科学出版社承担实施。

《概览》总体工程包括纸书出版、资料数据库与光盘、网络传播三大部分。全套纸书计划由数学、力学、天文学、物理学、化学、地学、生物学、农学、医学，机械与运载工程、信息与电子工程、化工冶金与材料工程、能源与矿业工程、环境与轻纺工程、土木水利与建筑工程，以及哲学、法学、考古学、历史学、经济学和管理学等卷组成。

《概览》纸书预计收录数千名海内外知名华人科学技术和人文社会科学专家学者，展示他们的求学经历、学术成就、治学方略、价值观念，彰显他们为促进中国和世界科技发展、经济和社会进步所做出的贡献，秉承他们在百年内忧外患中坚韧不拔、追求真理的科学精神和执著、赤诚的爱国传统，激励后人见贤思齐、知耻后勇，在新世纪的大繁荣、大发展时期，为中华民族的伟大复兴和全人类的知识创新而奋发有为。

在搜集整理和研究利用已有各类学术人物传记资料的基础上，《概览》以突出对学术成就的归纳和总结为主要特色。在整理传主所取得的学术成就的基础上，分析

并总结他们所以取得这些学术成就的情境和他们得以取得这些学术成就的路径，如实评介这些学术成就对学术发展的承前启后的贡献和影响，以及这些学术成就给人类社会所带来的改变。从知识发生、发展的脉络上揭示他们创造、创新的过程，从而给当前的教育界在培养创新型人才方面，以及给年轻科技工作者自我成长方面有诸多启示。同时，《概览》还力求剖析这些海内外知名华人科学技术和人文社会科学专家学者之所以成才成家的内外促因，提供他们对当前科技和学术后继人才培养的独到见解，试图得出在科学史和方法论方面具有普遍性意义的结论，进而对后学诸生的个人成长和科技人才培育体系的优化完善有所裨益。

在世纪转型的战略机遇期，编写出版《概览》图书，可以荟萃知名专家学者宝贵的治学思想、学术轨迹和具有整体性的科技史料，为科研、教学、生产建设、科研管理和人才培养等提供一个精要的蓝本。

他们的英名和成就将光耀中华，垂范青史。

钱伟长

2009 年 1 月 9 日

《20世纪中国知名科学家学术成就概览·能源与矿业工程卷》

前言

能源与矿业工程是一个重要的工程科技领域，它包含多个一级学科，如动力和电气科学技术与工程、核科学技术与工程、地质资源科学技术与工程、矿业科学技术与工程，这些学科既相对独立，又紧密关联交叉。因此，中国工程院 1994 年成立时，将“能源与矿业工程”设为一个学部。21 世纪初，在启动《20 世纪中国知名科学家学术成就概览》编撰工作时，把“能源与矿业工程”作为一卷，也与此有关。

在能源与矿业工程涵盖的各学科中，有的学科历史悠久。例如，人类历史的发展阶段，就是按所利用的矿产资源的差异，划分成了旧石器时代、新石器时代，青铜器时代、铁器时代等。几十万年前的北京人，用岩石作原料制作粗糙的石器工具，寻找适用的岩石就是找矿工作的原始开端；世界上第一口天然气井于公元前 250 年前后在四川成都双流一带凿成；北宋时期的卓筒井钻井技术是人类第一次钻井技术革命，被誉为中国古代的第五大发明……地质和矿业一直伴随着人类文明的进程，逐步成长为内涵丰满而深厚的学科，不断推动着人类历史的进步。而动力和电气科学技术与工程、核科学技术与工程虽然相对年轻，却也走过了百年辉煌的历程。对所有这些学科来说，20 世纪都是一个不寻常的世纪，是能源与矿业工程发生革命性巨变并做出非凡贡献的百年。

能源与矿业是经济和社会发展的基础，在 20 世纪的中国科学技术史上，奋斗在能源与矿业工程领域的大批工程科技专家艰苦创业、成就卓著。记录这个发展史、记录这些可敬的人才做出的贡献和他们的精神，不仅是宝贵的史料，更是为新世纪培养新人的生动教材，一代代新人的成长将推动中国工程科技的自主创新和中华民族的振兴，这也是前辈们的夙愿。

20 世纪中国杰出的工程科技专家众多，要从中选出公认的专家，并如实地记述他们的成长经历和学术成就及贡献，是件非常不容易的事。在多方征询意见后，《概览·能源与矿业工程卷》于 2007 年 10 月组建了编委会，10 月 28 日召开了第一次编委会议，确定了遴选原则：包括两院院士（截至 2009 年当选）在内的，在本学科领域做出开拓性贡献的，或者是有重大的、创造性的成就和贡献的老一辈工程科学

技术专家(1927年12月31日以前出生)。候选人均由能源与矿业工程学部院士推荐,为保证资料准确,所有候选人的推荐材料要向其所在单位征求意见;并于2008年6月院士大会期间将候选人材料向能源与矿业工程学部全体院士征求意见,最后由能源与矿业工程卷编委会讨论确定入选名单。

《概览·能源与矿业工程卷》按动力和电气科学技术与工程、核科学技术与工程、地质资源科学技术与工程、矿业科学技术与工程四组展开传文组稿以及学科发展简史和大事记的撰写工作,并按上述组别分册陆续出版。

传文组稿通过传主本人(或家属)、编委会、传主单位推荐等方式进行,函致全国近80家科研院所、高等院校及相关单位沟通撰稿。编委会力求结合多方面的力量举荐合适的撰稿人,以确保传文的高质量和高水平。在组稿的过程中,《概览》编委会办公室的同志们做了大量细致的工作,他们通过多种方式与传主或其家人、传主单位等多次沟通,保证传文如期交稿,但由于多种原因,组稿工作难度较大,致使少数传主的传文无法落实撰稿人(传主过世早,资料少;传主生前所在单位变动较大,无法联络传主家人,单位也不能推荐合适的撰稿人;传主本人或家人不愿意入传;涉及保密等)。

《概览·能源与矿业工程卷》各篇传文以突出学术成就为核心,透过传主的研究工作和成功经验,试图总结他们取得这些成就的路径和方法,分析他们成才成家的原因。同时向读者提供有关学科史的实用而可靠的资料。为此每篇传文尽量由传主本人或熟悉传主科研工作的同事、助手、学生、亲属执笔撰写。同时以编委会成员为主的各学科专家组成专家审稿队伍,对入传专家的科技成就、学术评价等方面的内容征求多方面的意见,反复补充修改,尽力做到史实准确、评价公允。但由于受各方面条件的限制,难免有疏漏和不当之处。

为了使各篇传文所述人物、事件较好地关联起来,生动展现20世纪中国能源与矿业工程发展历史,清晰勾勒出中国能源与矿业工程百余年发展的脉络,《概览·能源与矿业工程卷》每一分册于卷首置20世纪相应学科发展简史,卷中为传文,卷末置大事记,为方便读者阅读,传文按传主生年先后排列。形成传中有史、史中有传,前后呼应,一脉相承。在黄其励、胡思得、何继善、苏义脑四位副主编的组织和其他编委的积极配合下,分别成立了动力和电气科学技术与工程、核科学技术与工程、地质资源科学技术与工程、矿业科学技术与工程四个学科发展简史和大事记撰写组,四个专家审稿组,先后召开十余次会议,并多方征求意见,最终完成了撰写工作。

《概览·能源与矿业工程卷》全书编研工作是在相关院士、专家、教授和研究人员等的积极参与下进行的,并得到中国工程院、中国核工业集团公司、中国工程物

理研究院、中国人民解放军总装备部、中国石油集团钻井工程技术研究院、煤炭科学研究总院、中国有色工程设计研究院、中国地质科学院、北京矿产地质研究院等科研院所，中国电机工程协会等专业协会，清华大学、西安交通大学、上海交通大学、华中科技大学、华北电力大学等高等院校的大力支持和协助，这是全书的编辑工作能够顺利完成的有力保证。在此，谨向他们表示诚挚的感谢，并衷心希望广大读者提出批评意见。

《20 世纪中国知名科学家学术成就概览·能源与矿业工程卷》编委会

杜祥琬

2010 年 9 月 2 日

目 录

《20 世纪中国知名科学家学术成就概览》总序	钱伟长 (i)
《20 世纪中国知名科学家学术成就概览·能源与矿业工程卷》前言	杜祥琬 (iii)
20 世纪的中国动力和电气技术与工程	(1)
20 世纪中国知名动力和电气科学技术与工程专家	(77)
王补宣 (1922~)	(79)
高景德 (1922~1996)	(87)
王季梅 (1922~)	(96)
冯俊凯 (1922~2011)	(104)
张仁豫 (1923~2011)	(110)
吕灿仁 (1924~)	(119)
梅祖彦 (1924~2003)	(128)
贺家李 (1925~)	(137)
张祉祐 (1925~1999)	(150)
陈丹之 (1926~2009)	(159)
王其平 (1926~2012)	(168)
刘子玉 (1927 ~1990)	(173)
杨以涵 (1927~)	(180)
梁维燕 (1929~)	(186)
韩祯祥 (1930~)	(197)
翁史烈 (1932~)	(207)
王仲奇 (1932~)	(221)
倪维斗 (1932~)	(231)
徐旭常 (1932~2011)	(241)
秦裕琨 (1933~)	(250)
岑可法 (1935~)	(261)
张勇传 (1935~)	(273)
严陆光 (1935~)	(282)

徐大懋 (1935~)	(292)
卢 强 (1936~)	(303)
余贻鑫 (1936~)	(312)
陈清泉 (1937~)	(322)
杨奇逊 (1937~)	(334)
韩英铎 (1938~)	(346)
衣宝廉 (1938~)	(358)
雷清泉 (1938~)	(369)
郑健超 (1939~)	(377)
周孝信 (1940~)	(391)
闻雪友 (1940~)	(407)
黄其励 (1941~)	(417)
薛禹胜 (1941~)	(429)
李立涅 (1941~)	(446)
蒋洪德 (1942~)	(457)
范维澄 (1943~)	(467)
孙才新 (1944~2011)	(476)
岳光溪 (1945~)	(485)
沈国荣 (1949~)	(493)
20 世纪中国动力和电气技术与工程大事记	(504)

20 世纪的中国动力和电气技术与工程

第一章 热能工程

一、蒸汽热能动力工程

(一) 世界蒸汽热能动力工程技术

蒸汽热能动力工程是利用煤、石油、天然气等固体、液体、气体燃料燃烧时产生的热能，通过动力装置（包括锅炉、汽轮机和发电机及其辅助装置）转换成电能的一种发电方式，简称火力发电。最早的火力发电是 1875 年在巴黎北火车站的火力发电厂实现的。随着经济发展对电能的需求，20 世纪 30 年代后，火力发电进入大发展的时期。20 世纪 50 年代中期火力发电机组的容量由 200MW 级提高到 300~600MW 级，到 1973 年，最大的火电机组达到 1300MW。高参数、大容量使火力发电的热效率大大提高，每千瓦的建设投资和发电成本不断降低。目前，美国、日本和俄罗斯等国超临界和超超临界火电机组的比例均已占 50% 左右，容量一般在 600~800MW，已在开始研制蒸汽参数 700℃ 及以上温度的超超临界火电机组。

(二) 中国蒸汽热能动力工程技术

1879 年，上海外滩发电亮灯，开创了中国电灯照明的先河。1882 年上海电气公司购买了美国克里夫兰电气公司制造的锅炉、汽轮机和发电机等设备，建立了中国第一个 12kW 容量的火力发电厂，供外滩照明用电。1888 年北京、广州、台湾先后开始建设发电厂，供皇宫、衙门照明用电。1907 年由上海新申电气公司（即原上海电气公司）进口英国派生斯公司容量为 800kW 的汽轮发电机组在上海虹口裴伦路发电厂投运。到 1949 年，全国发电设备装机总容量为 1849MW，其中，火电装机容量为 1686MW，年发电量 36 亿 kW·h，其余为水电设备，年发电量 12 亿 kW·h。

1905 年天津教学品制造所陆续制作了 35 种电学、磁学类教具，包括威姆爱斯特发电机，这被视为中国电机工业的萌芽，从此开启了中国电机工业的创业发展史。1917 年，上海华生电器厂研制成中国第一台直流发电机（8kW），1926 年，华生电

器厂又研制成中国第一台三相同步交流发电机。1939 年中央机器厂引进瑞士 BBC 公司技术试制了 2000kW 汽轮发电机组,先后供四川泸县电厂和云南昆明电厂各一套。旧中国没有自己的发电设备制造业,电厂所需设备都从国外购买,国内企业做维修保养。

1945 年 7 月 31 日,资源委员会与美国西屋公司签订了“经济技术合作”合同,在 1945 年 8 月~1950 年 7 月的五年内,共派遣到西屋公司培训实习的人员有 96 人,分别在西屋公司所属的发电机厂、电动机厂、变压器厂、开关厂和摩根史密斯水轮机厂等处,进行了约一年的现场培训。西屋培训,为中国电器工业培育了第一代电器工业的设计、制造和管理人员,造就了一批中国电器工业的技术精英和业务带头人。新中国成立后,这批技术人才受到国家的高度重视,按其技术专长分配到全国电器工业重要岗位任职,成为新中国电器工业的技术骨干和重要管理人员。

1. 恢复和奠基(1949~1957 年)

(1) 发电设备制造基地建设

新中国成立后,政务院重工业部于 1950 年 1 月召开全国第一次电机制造会议,会议决定重点建设东北电器工业基地并在沈阳筹建重型电机厂。因朝鲜战争爆发,东北电业局决定,重型电机厂北迁哈尔滨,后更名为哈尔滨电机厂。哈尔滨电机厂、锅炉厂、汽轮机厂是苏联援建中国 156 项工程中的重点电工项目。哈尔滨电机厂于 1951 年兴建,1959 年建成投产;哈尔滨锅炉厂 1953 年兴建,1957 年建成;哈尔滨汽轮机厂 1955 年兴建,1958 年建成。哈尔滨发电设备制造基地建设初步形成。

1952 年 8 月,政务院财经委员会决定,从捷克斯洛伐克引进火力发电设备制造技术。第一机械工业部(简称一机部)和华东工业部随即作出部署,一方面派出访捷克斯洛伐克代表团商谈技术引进工作,一方面计划建设上海闵行发电设备制造基地。从 1953 年开始,将原上海浦江机器厂迁到闵行建设上海锅炉厂,将原上海通用机器厂迁到闵行建设上海汽轮机厂,与 1951 年在闵行筹建并已完成初期工程的上海电机厂,构成上海发电设备制造基地的三大主机制造厂。上海电机厂于 1955 年完成新厂建设;上海锅炉厂于 1956 年建成;上海汽轮机厂于 1957 年建成。

哈尔滨和上海两个发电设备制造基地的初步建成,为以后的基地建设积累了建设经验,输送了一大批技术骨干和管理干部。

(2) 科研和技术

在建设两大发电设备基地的同时,1956 年在北京和上海分别成立了动力机械研究所,开展了一些新产品的设计和实验研究。

1951 年,东北电业局曾送出一批以赖坚为首的工程技术人员(共 14 人)去苏联科研单位、电器制造厂学习技术,其中有黄毅诚、周仲民等。1953~1954 年,这批人员陆续回国,到哈尔滨汽轮机厂、哈尔滨电机厂工作,促进了中国发电设备制造技术的初期发展。

(3) 火力发电设备制造

1952 年,华东工业部派杨锦山、吴恕三赴捷克斯洛伐克谈判火力发电设备技术合作援助任务。他们在捷克斯洛伐克考察了 20 多个工厂,结合国内建设需要,与捷克斯洛伐克有关方面签订了引进中压 6~12MW 火电设备设计制造技术协议。中国第一台中压 6MW 火电机组(3.92MPa/445℃)在 1955 年完成试制,并于 1956 年在安徽淮南电厂安装投运,从此结束了中国不能制造火电设备的历史。到 1957 年底,上海发电设备制造基地共生产 32 套中压 6MW 火电机组,占同期火电机组总产量的 73%。1956 年,上海锅炉厂与一机部上海动力机械研究所合作设计 65t/h 抛煤机链条锅炉(配 12MW 中压汽轮机);1956 年上海电机厂研制成仿捷 12MW 空冷式汽轮发电机;1957 年,上海汽轮机厂设计制造了 12MW 中压凝汽式汽轮机。哈尔滨锅炉厂 1957 年先后制成仿苏 35t/d 中压自然循环煤粉锅炉、75t/d 中压自然循环煤粉锅炉(参数均为 3.82MPa/450℃),又结合国情自行开发了 130t/d 中压自然循环煤粉锅炉(3.82MPa/450℃,配 25MW 汽轮机)。

第一个五年计划期间,火电设备产量为 264.8MW,最高年产量为 1957 年的 125.2MW。其中 6~12MW 机组占 83.9%,0.75~2.5MW 小机组占 16.1%,同期的进口机组以 12~25MW 机组为主,最大进口机组为 50MW 机组。1957 年中国电力装机总容量已达 4635MW,为 1949 年的 2.5 倍,其中火电装机容量为 3616MW。

2. 曲折发展(1958~1978 年)

这一时期,中国经历“大跃进”、国民经济调整和“文化大革命”,热能工程技术在这种特殊的历史环境中曲折发展。

(1) 发电设备制造基地建设

1964 年 8 月,中共中央决定进行三线建设。东方发电设备基地被列为三线建设的重点之一。四川德阳的德阳水力发电设备厂(后来更名为东方电机厂)于 1958 年破土动工,1961 年调整时期停建封存,1964 年三线建设时启封续建,并由哈尔滨电机厂支援建设,最终于 1966 年建成投产;四川自贡的东方锅炉厂,1966 年开始由哈尔滨锅炉厂、上海四方锅炉厂、上海新建机器厂、上海汽轮机锅炉研究所支援建设,1971 年建成投产;四川绵竹的东方汽轮机厂 1966 年由哈尔滨汽轮机厂和上海汽轮机锅炉研究所支援建设,1974 年建成投产。自此,以东方锅炉、东方汽轮机、东方电机三大主

机厂为核心,组成了中国第三个大型发电设备制造基地——东方电气集团公司。由此开始,中国形成了哈尔滨、上海、东方三大发电设备制造集团。

1975 年,国家对南京汽轮电机厂进行技术改造,建成了从国外进口成套数控设备的燃气轮机车间,使其成为制造燃气轮机的专业化工厂。

1975 年,杭州汽轮机厂进行二期扩建,引进西门子公司工业汽轮机设计制造技术,并进口了部分设备,成为制造工业汽轮机专业化工厂。同时,杭州锅炉厂进行二期扩建,使其与杭州汽轮机厂配套,成为生产节能型发电设备和余热锅炉专业化工厂。

20 世纪 70 年代以来,中国还发展了一批电站辅机、配件和零部件专业定点厂。

(2) 科研和技术

1958 年一机部在上海、北京两地的动力机械研究所合并,1959 年 3 月正式在上海成立一机部汽轮机锅炉研究所(简称汽锅所)。其后,汽锅所与苏联全苏中央锅炉透平研究院(ЦКТИ)签署了“中苏科技合作协议”。ЦКТИ 向汽锅所提供 900 多项技术资料,包括试验台位和测试技术的图纸资料及产品设计图纸,从此,汽锅所仿照苏联 ЦКТИ 模式,进行了研究所的建设,开展了大量的发电设备科研工作,并逐步成为发电设备行业的技术归口研究所。“文化大革命”中,1969 年 12 月,汽锅所被强行撤销。1971 年,分散在上海汽轮机厂、上海锅炉厂、上海电机厂和上海工业锅炉厂内的汽锅所技术人员分别成立了上海汽轮机厂研究所、上海锅炉厂研究所、上海特种电机研究室和工业锅炉厂研究所。

1975 年,在南京汽轮电机厂内建设南京燃气轮机研究所。1975 年,杭州汽轮机厂和杭州锅炉厂分别成立了工业汽轮机研究所和杭州余热锅炉研究所。1975 年 8 月在阿城继电器厂内成立阿城电站设备自动化设计研究所。1973 年一机部派代表参加国际标准组织(IEC)活动。

1964~1968 年,汽锅所组织发电设备行业开展为研制 20 万 kW 大型火电机组所设置的上百个科研课题的研究。1972 年 10 月,一机、水电两部组织了 600MW 火电机组联合工作组,开展了联合设计工作,进行了一系列设计方案的讨论和科研工作的安排。这工作直到 1978 年由于两部确定引进国外设计制造技术而告中断。

(3) 火力发电设备制造

1958 年中国火电设备开始向高压和超高压参数发展,哈尔滨锅炉厂制成了仿苏高压 230t/h 自然循环煤粉锅炉(9.8MPa/510℃);1959 年哈尔滨汽轮机厂制成了仿苏 50MW 高压凝汽式汽轮机(8.83MPa/500℃)和 25MW 热电联产用高压双抽汽、凝汽式汽轮机;1958 年哈尔滨电机厂制成仿苏 50MW 氢外冷式汽轮发电机。高压 50MW 火电机组是哈尔滨制造基地建设初期批量生产的主导产品。1960 年,

哈尔滨锅炉厂设计制成了 410t/d 高压自然循环煤粉锅炉, 哈尔滨汽轮机厂制成了 100MW 双缸高压凝汽式汽轮机, 哈尔滨电机厂制成了 100MW 氢内冷式汽轮发电机。1967 年, 安装在北京高井电厂投运发电。

1958 年上海电机厂试制成功世界首台 12MW 双水内冷汽轮发电机, 于当年 12 月在上海南市电厂投运, 这是中国在发电机制造史上领先于世界的一项重大成就。随后, 上海电机厂于 1959 年制成 25MW 和 50MW 双水内冷汽轮发电机, 1960 年制成 100MW 双水内冷汽轮发电机。到 1966 年为止, 已投运的 22 台双水内冷汽轮发电机经过完善化后全部进入正常运行。

1958 年开始的“大跃进”, 为了追求高指标, 发电设备行业制造的火电设备由于工艺粗制滥造和材料盲目代用等原因, 生产的机组投运后暴露出大量质量问题。加上 1960 年苏联政府突然单方面撕毁与中国签订的合同, 撤走全部在华专家, 废除科学技术合作项目, 又遇三年自然灾害, 使中国一些重大工程项目和科研项目被迫停止, 新产品的制造也被迫中断, 给发电设备行业带来了深重的困难。1961 年中国的经济发展进入了“调整、巩固、充实、提高”调整时期。

1961~1965 年, 针对中压机组、高压机组开展了完善化工作。完善化后, 1964 年制成的 220t/d 高压锅炉过热蒸汽温度提高到标准参数 540℃, 机组效率有了很大提高; 1966 年制成的新型 25MW 中压凝汽式汽轮机热耗率与进口同类机组相当; 1966 年制成的高压 50MW 汽轮机, 其性能与进口同类机组相当。完善化工作使中压 50MW 汽轮机第 5 级叶片断裂问题得到解决。

1964 年电力部组织力量在上海南市电厂已运行的 12MW 机组上作计算机应用试验, 1965 年批准高井电厂新建 3 号机组 (100MW) 作为计算机应用的工程试点, 组成三结合 (设计、科研、电厂) 设计组现场设计, 实现了数据采集与处理 (DAS) 和模拟控制 (MCS) 功能。虽然由于计算机可靠性较低不具备长期运行条件, 但开创了计算机在中国火电厂应用的先河, 为之后中国火电厂计算机监控系统与分散控制系统的开发应用积累了宝贵的经验。

1966 年开始设计, 1969 年由上海锅炉厂、上海汽轮机厂和上海电机厂制造的 125MW 中间再热式超高压火电机组 (其中发电机采用的是双水内冷汽轮发电机), 年底在上海吴泾热电厂投运。

1964 年开始设计, 1970 年由哈尔滨锅炉厂、哈尔滨汽轮机厂和哈尔滨电机厂制造的 200MW 超高压火电机组 (其中发电机是采用的首台 200MW 氢水冷汽轮发电机), 1972 年于辽宁朝阳电厂投运。

1967 年开始设计, 1971 年由上海锅炉厂、上海汽轮机厂和上海电机厂制造的亚

临界压力中间再热式 300MW 火电机组(其中 1000t/h 锅炉是国内首次开发的 UP 型直流锅炉),于 1975 年在河南姚孟电厂投运。

1975 年底,中国电力装机总容量为 43410MW,其中火电装机容量为 29980MW。

1976~1980 年,国产发电设备生产了 22420MW,安装投产了 18270MW,进口机组安装投产了 3130MW。

3. 引进技术、消化吸收、再创新(1979~2000 年)

(1) 300MW、600MW 火电机组的技术引进

由于国产 125MW、200MW、300MW 火电机组投运以来事故频繁,安全性和经济性差,无法有效地满足市场需求,用户意见很大,导致了从西方发达国家大量进口 300MW 级及以上机组的局面。同时制造行业的工程技术人员也认识到,立足国内开发 600MW 火电机组的技术条件尚不成熟。一机部电工局组织有关制造厂、研究院所的专家座谈,大家都赞成引进国外大型火电设备成套设计制造技术。在这样的形势下,一机部与水电部联合给国务院写报告,建议在进口国外机组的同时,引进火电机组设计制造技术。1980 年 1 月 28 日,国家计委、经委、进出口委批准引进 300MW、600MW 大型火电机组设计制造技术。经过谈判,于 1980 年 9 月和 11 月,分别与美国西屋公司(WH)和美国燃烧工程公司(CE)正式签订了引进汽轮发电机组和电站锅炉的技术转让合同,经两国政府批准于 1981 年 2 月、3 月相继生效。

300MW、600MW 火电机组设备制造技术引进除电站锅炉、汽轮发电机组和电站设计之外,还包括锅炉鼓风机、引风机、给水泵、循环水泵、给水泵汽轮机、空气预热器、磨煤机、高压加热器、大型电动机、中型电动机、大型变压器、大电流断路器、高压开关、避雷器、电除尘器、化学水处理设备、运煤底开车和有关控制系统等 168 种产品,涉及主、辅机制造工厂、科研院所和电力设计院单位等约 200 家。

引进技术的 300MW、600MW 火电机组,在 20 世纪 70 年代末 80 年代初处于世界领先水平,其中 300MW 汽轮机热耗为 $8080.5 \text{ kJ}/(\text{kW} \cdot \text{h})$,发电机效率为 98.6%,锅炉效率为 91.9%。600MW 汽轮机热耗为 $8005.2 \text{ kJ}/(\text{kW} \cdot \text{h})$,发电机效率为 98.8%,锅炉效率为 87.9%。

根据一机部的安排,300MW 考核机组由上海基地负责组织试制;600MW 考核机组由哈尔滨基地负责组织试制。

考核机组研制过程分为三个阶段:生产准备阶段(大约三年)、投料试制阶段(大约三年)和安装调试阶段(大约一年半)。经过几年的努力,300MW 考核机组