



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

程钧培 主编

中国火力发电设备制造

中国重大技术装备制造史话



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

中國重大技術裝備史話

中国火力发电设备制造

常州大学图书馆
藏书章

程钧培 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书通过介绍 20 世纪 80 年代初我国 300MW、600MW 大型火电机组的技术引进和研制过程，阐述了火电机组技术的消化吸收、国产化，以及引进技术的优化创新、科技攻关、火电机组生产能力的提升等所经历的难以忘怀并值得永远回忆的历史，它不仅总结了 300MW、600MW 火电机组技术引进的主要经验，而且对未来超临界、超超临界火电机组的自主发展充满期待。

本书主要面向发电设备制造业的领导、管理干部和技术人员，以及相关专业的职业院校师生。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国火力发电设备制造/程钧培主编. —北京: 中国电力出版社, 2012. 9

(中国重大技术装备史话)

ISBN 978 - 7 - 5123 - 3509 - 7

I. ①中… II. ①程… III. ①火力发电 - 发电设备 - 机械制造 - 技术史 - 中国 IV. ①TM621.3 - 092

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 219883 号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 周 娟 未翠霞 关 童 杨淑玲 版式设计: 张秋雁

责任印制: 蔺义舟 责任校对: 罗凤贤 李 亚

北京盛通印刷股份有限公司印刷·各地新华书店经售

2012 年 12 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 22.25 印张 · 510 千字

定价: 98.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

机械电力
团结造机

李鹏

总序

1983年我与国务院领导一起出差，利用半天的时间，重点汇报了我国机械工业的发展情况，内容之一就是重大技术装备的研制问题。当时重点建设工程所需的成套设备大部分依靠进口，为改变这个局面，建议抓紧研制重大技术装备，并成立国务院重大技术装备领导小组。国务院领导听了以后非常高兴，当即拍板由国务院正式下文迅速办理此事。

1983年7月12日，国务院作出了《关于抓紧研制重大技术装备的决定》（以下简称《决定》）（国发〔1983〕110号文件）。《决定》指出，在20世纪内振兴我国经济，实现四个现代化的宏伟目标，必须依靠科学技术进步，发挥现代科学技术对经济建设的巨大促进作用。从现在起要采取有力措施，在依靠我们自己力量的同时，积极引进国外先进技术，合作设计、合作制造若干套重点建设项目的技术装备，力争在前十年把这些最核心的技术真正掌握在自己手里，这样才能为后十年的经济振兴打下牢固基础。《决定》是指导我国研制重大技术装备的纲领性文件，开辟了我国研制重大技术装备的新纪元。

为此，国家在长期规划中先后确定了一批重点建设工程所需要的重大技术装备，包括千万吨级露天矿成套设备、大型火电站成套设备、长江三峡枢纽工程及大型水电成套设备、大型核电站成套设备、超高压输变电成套设备、大秦线铁路重载列车及大型港口船舶工程成套设备、宝钢二期工程及大型冶金成套设备、30万t乙烯成套设备、大型化肥成套设备、大型煤化工成套设备、北京正负电子对撞机、陆海石油成套设备、空中交通管制成套设备、印刷技术装备14项重大成套设备研制项目。成立了由国务院领导担任组长，有26位部长参加的国务院重大技术装备领导小组，统一组织负责这项工作。下设办公室

(简称国务院重大办), 负责领导小组的日常工作。其主要职责是对这些重大技术装备进行规划立项、选型定点、组织协调和督促检查成套设备研制中的协调工作。14 个专项, 分别成立了 14 个专项领导小组及其办公室, 各专项领导小组组长、副组长分别由用户部门及制造部门的部长或副部长担任。

这些重大技术装备都是国民经济急需的, 技术难度大, 质量要求高, 大都是要填补国家空白的, 需要跨部门、跨地区、跨行业的工程成套设备, 由领导小组下的各个部门共同组织完成。参加研制任务的科研院所、大专院校、生产制造单位及用户单位 300 多个, 共有 7000 余名科研人员、工程技术人员、专家和领导参加, 可以说是千军万马、声势浩大。其中每一台设备从设计、研制、中间试验到批量生产, 从技术论证、技术鉴定到产业化都要做大量艰苦细致的工作。

中央和国务院领导对重大技术装备研制工作非常重视, 先后在《重大技术装备简报》上直接批示的就有 200 多次。重大技术装备研制硕果累累, 很多项目获得了国家科技进步奖。其中, 北京正负电子对撞机和大型露天矿成套设备两个项目获得了 1990 年的国家科技成果特等奖。重大技术装备的研制对国家经济发展起到了重大推动作用, 为我国重大建设工程提供了技术先进、使用可靠的成套设备。

如三峡工程是以防洪、发电、通航和灌溉等综合利用为总目标的、举世瞩目的伟大工程。重大技术装备要为三峡工程攻关研制提供的装备包括: (1) 特大型施工机械; (2) 水轮发电机组及辅机设备; (3) 电站综合自动化系统; (4) 通航设施及特大型金属结构。

500kV 超高压输变电成套设备也是根据国内电网主网架的需要和三峡工程送出电网的要求研制的, 重点研制 500kV 交、直流输变电成套设备。

大型核电站成套设备, 建成了浙江秦山一、二、三期核电站等, 开辟了我国核电的新纪元。

以宝钢二期工程设备为代表, 走出了一条依托国家重点工程建设, 采取

“技贸结合，转让技术，联合设计，合作生产”，有选择地引进单项技术与装备，逐步实现重大技术装备国产化的成功之路。

大秦线铁路重载列车及大型港口工程成套设备包括装煤、万吨列车运煤、秦皇岛码头及大型肥大船、自卸船送煤等系统工程用设备，大大提升了我国铁路及港口运输的技术水平。

30万t乙烯成套设备重点研制了大型乙烯裂解炉，聚丙烯、丙烯腈、重质原料催化热裂解等成套技术装备，促进了我国乙烯工业的迅速发展，产量居世界第二。

大型化肥成套设备重点研制年产30万t合成氨、年产52万t尿素以及复合肥料成套装备，攻克了合成氨压缩机、二氧化碳压缩机等机组的技术难关，使大型化肥技术装备能立足国内。

大型煤化工成套设备重点是通过哈尔滨、兰州城市煤气成套设备的国产化，推动全国城市煤气的现代化。

北京正负电子对撞机项目是邓小平同志亲自参加奠基仪式的一个高科技工程，它的成功研制充分显示了我国的科研技术水平已经达到当代国际水平。

为研制这些重大成套设备，国务院在20世纪80年代初就确定进口设备的同时引进先进技术，并与国外技术先进的著名大公司合作设计、合作制造。

这些成套设备和装置通过四个“五年”计划攻关研制，关键技术取得长足进步，通过技术改造，生产能力大大提高。

重大技术装备的研制之所以成功，主要是始终坚持了以下“三个结合”：

一是重大技术装备研制必须与重点建设工程项目或者重点技改项目相结合，制造部门要与使用部门相结合。

重大技术装备是为国家能源、交通、原材料工业的重点建设工程服务的，所研制的设备必须是建设项目所需要的。重大技术装备大多是一些单台小批生产的产品，一般要按供货合同进行成套设计、成套制造、成套供货、成套服务。要实行研究、试验、设计、制造、检验、安装、使用、维修直至正常运转

的一贯负责制，这样才能使科研攻关形成系统生产能力，确保重点工程的经济效益。

举世瞩目的三峡枢纽工程的单机容量为 70 万 kW，共 32 台发电机组，总装机容量为 2250 万 kW，是当今全球最大的水电站。三峡枢纽工程水力发电装备也是采用上述模式，并取得了很大的成功。

三峡工程建设通过进口设备，引进关键技术，与国外著名公司合作制造是成功的，也培养、锻炼了一大批科研技术干部和管理人才。它不仅使我国的水电事业，超高压交、直流输变电事业得到大大的提高和发展，技术上达到国际先进水平，同时三峡工程也大大地推动了世界水电事业和超高压交、直流输变电事业的大提高、大发展。

我国冶金工业从 20 世纪 50 年代的鞍钢、60 年代的太钢、70 年代的武钢到 80 年代的宝钢一期工程都是依赖成套设备的进口而发展起来的。

宝钢二期工程规划有 6 项重大成套装备，连铸、热轧、冷轧 3 项工程通过国际招标由外商负责总承包，国内企业反承包，贯彻“技贸结合，转让技术，联合设计，合作生产”的原则。宝钢二期工程的建设实践，充分证明结合国家重点工程建设需要，进口国外设备，同时引进国外先进技术是完全可行的。当时宝钢、鞍钢的板坯连铸机国产化率不到 30%，后期组织国内企业，生产舞阳的 1900mm 板坯连铸机和攀枝花的 1350mm 板坯连铸机，国产化率达 90% 以上。通过宝钢二期工程装备的合作制造，对我国重机行业进行了必要的技术改造，修订了我国重机行业技术标准，严格了生产质量管理，有效地提高了我国重机制造企业和冶金企业的技术水平，推进了我国冶金工业的发展和科技进步。

二是坚持自力更生、博采众长、自主创新与引进技术的消化吸收相结合。

重大技术装备完全从国外进口不是好办法，进口 1 套 300MW 火电机组需要 1 亿美元，进口以后的备件费用还要成倍地增加。然而，重大技术装备完全靠我们自己从头干起则要用更长的时间。为此，《决定》中明确指出：“从现

在起，我们就要采取有力措施，在依靠我们自己力量的同时，积极引进国外先进技术，合作设计、合作制造若干套重点建设项目的技术装备。”

以大型火力发电成套设备为代表，引进国外设备设计、制造技术和工程设计技术，辅以必要的企业技术改造，取得了良好效果。第一台引进型 300MW 和 600MW 考核机组，分别于 1987 年 6 月和 1989 年 11 月投运。目前 300MW、600MW 火电机组的国产化率已分别达到 95% 和 90%，形成了批量生产能力，成为我国电力工业的主力机组。目前正在运行的 600 多套 300MW 火电机组中，国产机组占 87.4%；在运行的 300 多套 600MW 火电机组中，国产机组占 85.9%。提高了发电装备的技术水平，满足了我国能源建设需要，同时促进了火电成套设备出口，获得了巨大的经济效益和社会效益，是一个成功的范例。

实践证明，通过技贸结合、合作设计、合作制造，把引进国外先进技术与组织国内力量攻关密切结合起来，是起点高、见效快、效益高地实现重大技术装备国产化的有效途径。

三是坚持设备制造部门、企业承制与使用部门和业主相结合，“大力协同，团结造机”。

每一套重大技术装备都是一个独立的系统工程，包括主机、辅机、配套、原材料等部分，涉及工艺、设计、制造、使用等方面，因此必须坚持科研、生产、使用三结合，打破部门、地区界限，择优选定研制单位，组织全国联合攻关。因为科研、生产、使用三个方面既有紧密的联系又各有其侧重面，调动各方面的人员联合攻关，既可以相互取长补短，又可以相互促进，有利于保证科研成果的先进性、合理性和实用性的统一，有利于将科研成果转化为生产力。

根据国务院 110 号文件的精神，重大技术装备研制一开始就很重视充分发挥使用部门的主观能动性，每一个专项办公室都设在用户部门，后期更明确提出由用户部门牵头搞重大技术装备国产化，这就突出了用户部门的主导作用。

为了推进千万吨级大型露天矿成套装备国产化，国务院重大办于 1986 年 9 月在首钢水厂铁矿开展了“一铲四车”的工业试验，召开了 5 次现场办公会

议，及时解决与协调工业试验运行中的各方面问题，达到了预定目标，整体技术水平和运行质量达到国际同类产品水平，大大促进了露天矿设备国产化。

实践证明，三个结合抓得好的，国产化成绩就突出，水平就高，效益就好。实践也充分证明，只有成立国务院的领导小组直接组织协调各部门、各地区的力量，及时解决各方面的矛盾，才能抓好这项工作。1988年，国务院领导找我谈话，要我担任航天航空部部长，明确提出要像抓重大技术装备那样去抓好航天航空工作，充分说明国务院领导对重大技术装备研制的工作方式和成绩是充分肯定的。

重大技术装备的制造能力与水平是衡量一个国家工业现代化的重要标志，现在我国已经能制造300t的电动轮自卸车，75m³的电铲，80万kW的水电站、超超临界参数百万千瓦火电站、第三代核电站、特高压交直流输变电成套设备。这些设备均达到了国际先进水平。“十二五”规划中，又将“高端装备制造”加入了新兴战略发展产业，要将重大技术装备研制工作继续持久发展下去。

编写《中国重大技术装备史话》，不仅仅是对几项重大技术装备的简单历史回顾，更重要的是对我国不同时期大型装备国产化历史的系统总结，通过以点带面，由个体表现全局而展现一个国家、一个民族独立自主、自力更生、团结协作、艰苦奋斗的民族精神，为后人留下更多的精神财富。目前，我国已初步具备了由世界装备制造大国向装备制造强国冲刺的基础和条件，更需要“独立自主、自力更生、团结协作、艰苦奋斗”的民族精神与气节，我们才能真正立于“强国”之列。古人云：“艰难困苦，玉汝于成”，这套史话为我们提供了较好的参照蓝本，它是我国重大装备制造逐步国产化的一个缩影，展现了我国装备制造业由大到强的过程。

希望每一项重大技术装备研制项目，有条件的话都能认真总结回顾一下，写成一本史话或发展简史，既总结过去，又激励后人，为我国重大技术装备研制工作作出更大贡献，这是很有意义的一件好事。

人类进入 21 世纪已经 10 年有余，放眼全球，国与国之间的竞争不是减弱了，而是增强了；技术发展、产品更新的速度不是变慢了，而是加快了。在这样一个竞争日益激烈的环境中，不仅需要很多大型国企，更需要大量的民企共同参与，不断发扬自力更生、团结协作、追求卓越的精神，百尺竿头，更进一步，为实现我国由装备制造大国向装备制造强国的转变作出更大贡献。

林宗棠

序

《中国重大技术装备史话 中国火力发电设备制造》一书就要与读者见面了，我相信，这本书对于读者了解我国火力发电设备制造的技术引进、消化吸收、国产化、优化创新取得的成功经验，是会有所帮助的。

在改革开放政策指引下，面对20世纪80年代初我国电力供需矛盾突出，国内发电设备制造能力薄弱，设备可靠性差以及大型火电设备进口数量逐年增加的现实形势，中央领导高瞻远瞩，果断决策，在外汇储备相当紧张的情况下，花巨资引进300MW、600MW火电机组设计制造技术，走国产化、优化创新之路，发展和振兴我国的发电设备制造业。

机械、电力战线广大员工，历经10余年奋发图强，大力协同，共同研制考核机组，使亚临界300MW、600MW火电机组达到了国际先进水平。又通过对主辅机制造企业的技术改造，形成了规模化生产能力，从此不再进口大容量火电机组，为21世纪发展超临界、超超临界火电机组打下了坚实的基础。

300MW、600MW火电设备技术引进、消化吸收、再创新是一个十分成功的典型案例。通过总结经验，发扬光大，对我们改进引进工作，提高自主创新能力会有所启迪。

在该项目的开始阶段，我参加了一点工作，后来一直十分关注项目的进程，有很深的感情。借本书出版的机会向为300MW、600MW火电设备技术引进、消化吸收、国产化、优化创新工作付出辛勤劳动的机械、电力战线广大工

人、工程技术人员表示诚挚的敬意和慰问！并感谢本书的各撰写单位、撰写人员和出版单位的支持。

十一届全国人大常委会副委员长 **华建敏**



2012年10月20日，主编程钧培（左二）向华建敏副委员长（左三）
汇报本书的编写情况

孙昌基（左一）原机械部副部长；严宏强（右三）上海发电设备成套设计
研究院院长；曲大庄（右二）国家核电技术公司副总经理；沈邛农（右一）上
海发电设备成套设计研究院副院长

编者的话

本书所述的中国火力发电设备制造，是指20世纪80年代初我国300MW、600MW大型火电成套设备从引进国外先进设计制造技术、消化吸收、国产化、优化创新，到形成规模化产能的全过程。

1978年12月，党的十一届三中全会确立了把全党工作的重点转移到社会主义现代化建设上来，实行改革开放的历史性决策。国民经济开始恢复好转，面对当时电力供需矛盾突出，国内发电设备制造能力薄弱，设备运行可靠性差，以及300MW级以上大型火电机组进口数量逐年增加的形势，国务院领导高瞻远瞩，果断决策，在外汇储备相当紧张的情况下，决定花巨资引进300MW、600MW火电机组先进设计制造技术，走国产化、优化创新之路，发展和振兴我国的发电设备制造业。经与外商谈判，货比三家，终于在1980年9月和11月，分别与美国西屋公司和美国燃烧工程公司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，经两国政府于1981年2月、3月相继批准生效。经过了6年半时间，第一套300MW、600MW火电机组投入运行并网发电，到生产第四套机组时，国产化程度达85%以上。这些机组安全可靠、运行稳定，发电煤耗比国产机组降低很多，经济性能好。通过工艺装备引进，还对机械行业的近百家主辅机生产厂进行了技术改造，并使它们掌握了先进制造技术，形成了大型火电机组批量生产能力，同时实现了以先进技术带动整个行业上水平的目的。利用掌握的先进技术改造了部分亟待完善的125MW、200MW、300MW国产发电设备，提高了国产机组的水平；又经过持续十年的引进技术、消化吸收、国产化、优化创新，以及对企业的全面技术改造，我国发电设备的技术水平有了质的飞跃，提升了关键技术领域含量，显著地提高了

我国发电设备制造业的自主创新能力，使国内电力市场 85% 以上的发电设备由国产设备提供。

300MW、600MW 大型火电成套设备是 1983 年我们国家确定的一批重点建设工程所需要的重大技术装备之一。机械、电力两部在国务院的领导和支持下，为加速发电设备产品的开发，共同引进技术，机械工业部引进设备设计制造技术，电力工业部引进电厂设计技术；坚决贯彻李鹏总理“团结造机”的指示，密切配合，相互协调，从共同研制考核机组，互相支持，优化创新，到形成规模化产能，使火力发电设备制造技术达到国际先进水平，我国从此不再大量进口大容量火电机组；为实现可持续发展，又共同研制了超临界、超超临界火电机组，创造了今天光辉灿烂的成就。

300MW、600MW 火电机组的技术引进、消化吸收、国产化、优化创新等研制工作，是由机械工业部主持的，在 1978 ~ 1995 年的 17 年中，在王子仪、赵明生、陆燕荪等副部长的相继领导下，组织技术引进谈判，安排出国人员培训，组织考核机组研制，开展对引进技术的消化吸收、国产化、优化创新的科技攻关，组织对发电设备主辅机制造厂和研究院所的技术改造，为形成大型火电设备的规模化产能，提高设备运行的可靠性留下了许多宝贵的经验，可给后人以启迪与思考。

技术引进、消化吸收、再创新是重大技术装备升级的必由之路，300MW、600MW 火电机组的技术引进、消化吸收、再创新是一个决策正确、效果显著、引进成功的典型案例。2005 年 7 月，时任国务委员和国务院秘书长的华建敏同志在北京召开了有机械、电力两部老领导和老专家参加的 300MW、600MW 火电机组技术引进、消化吸收再创新座谈会，提出总结这个成功典型经验，以达到改进技术引进工作、扩大技术引进的深度、提高自主创新能力的目的。

陆燕荪同志倡导撰写本书，目的是为留史人间，以寄托对所从事这一工作的老同志的深厚感情。更有意义的是，可使现在从事这一工作的新同志知道这段历史，承上启下，继往开来，与时俱进，为发电设备的发展事业做出更优异

的成绩。

为了真实地反映这段历史，机械工业部当年从事300MW、600MW技术引进组织工作的老同志周鹤良、陈延豪、陈宾墨、李佩章、蔡复、冯孙权、杨奇娟、景晓波、周思刚、满慧文以及中国电力出版社周娟等，召开了两次座谈会，为本书的编写收集和提供了详细真实的资料，提出了很好的建议。1990年5月机械电子工业部《引进型300MW、600MW火电机组研制情况汇编》编辑部出版的《同心协力 团结造机》一书，1996年9月机械工业部重大装备司编写的内部资料《300MW、600MW火电机组引进技术总结文集》，是编写本书的主要参考资料。本书的编写始于2011年6月，由当时担任300MW、600MW重大成套装备科技攻关项目行业管理组组长，后为上海发电设备成套设计研究所所长程钧培担任主编，收集资料并组织编写本书，其中第三章第四节300MW、600MW火电机组材料与大型铸锻件的国产化及第八章第三节超临界、超超临界火电机组的材料国产化研究均由当时材料与大型铸锻件协调小组秘书长、上海发电设备成套设计研究所教授级高级工程师陈孝芳和机械工业部发电设备中心原主任徐英男负责编写；第四章第五节长叶片的开发与研制是在东方汽轮机厂原厂长许正威提供的原稿基础上，由主编进行了缩编；其他章节均由主编负责编写。

本书是一本催人奋进的火力发电重大技术装备的发展史话，告诉人们32年前在改革开放的中国工业战线上发生的一件技术引进的事。由于这次的技术引进，带来了中国发电设备行业的大发展，使其成长为影响我国国民经济发展的重要基础装备工业，为经济社会的持续发展做出了重大贡献。

本书在编写过程中，为了尊重史实，使用了《同心协力 团结造机》、《300MW、600MW火电机组引进技术总结文集》两本资料中部分作者的文字，在这里对这些前辈们表示衷心的感谢。由于本书所涉及的范围和专业面比较广泛，编者知识有限，定有内容不当甚至有遗漏之处，恳请广大读者批评指正。

目录

总序	
序	
编者的话	

第一章 300MW、600MW 火电机组的技术引进过程及	
机组简介	1
第一节 引进技术的背景、决策与项目确定	3
一、引进技术前我国发电设备制造行业的状况	3
二、引进技术的背景	5
三、引进技术的决策与引进工作的经过	6
第二节 引进技术的准备、谈判过程和签约	8
一、引进技术的准备	8
二、引进技术的谈判过程和签约	10
三、汽轮机引进技术对象的选择	12
四、锅炉引进技术对象的选择	14
第三节 引进技术的 300MW、600MW 火力发电机组简介	16
一、引进技术的 300MW 火电机组简介	16
二、引进技术的 600MW 火电机组简介	26
三、引进技术的 300MW、600MW 火电机组控制系统简介	41
第四节 引进技术中的人员培训	45
一、合同中有关人员培训的内容	45
二、人员培训的实施	46
三、人员培训的效果	47
第五节 300MW、600MW 考核机组研制过程	48
一、生产准备阶段	48
二、投料试制阶段	51
三、部件运输阶段	52
四、安装、调试阶段	54
五、团结造机	56