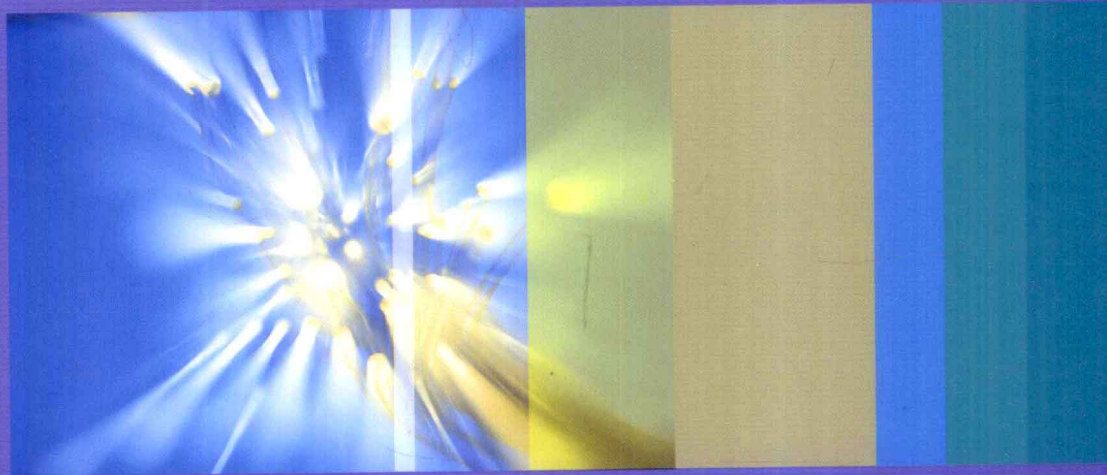


 大型热电联产机组技术丛书

大型凝汽机组供热改造

刘树昌 张磊 编著 代云修 主审



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

■ 大型热电联产机组技术丛书

大型凝汽机组供热改造

刘树昌 张磊 编著 代云修 主审



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书从发电企业的实用性出发,比较全面、绪论系统地阐述了国内大中型凝汽机组供热改造的相关知识。本书共九章,内容包括供热技术改造综述、热力规划和可行性研究、我国在役纯凝机组及供热机组、汽轮机本体供热改造、汽轮机供热改造实例、热网首站系统及布置、热网首站设备、供热改造汽轮机安全保护装置、供热改造设备招标技术规范书范例。

本书可作为大中型火力发电厂、热电厂从事生产技术、工程管理人员的培训教材,也可供设计、施工、调试、运行、维护等方面的工程技术人员和管理人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

大型凝汽机组供热改造 / 刘树昌, 张磊编著. -- 北
京 : 中国水利水电出版社, 2012. 4
(大型热电联产机组技术丛书)
ISBN 978-7-5084-9665-8

I. ①大… II. ①刘… ②张… III. ①凝汽机组—供
热系统—技术改造 IV. ①TM621.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第074055号

书 名	大型热电联产机组技术丛书 大型凝汽机组供热改造
作 者	刘树昌 张磊 编著 代云修 主审
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 23.5印张 560千字 1插页
版 次	2012年4月第1版 2012年4月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	56.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

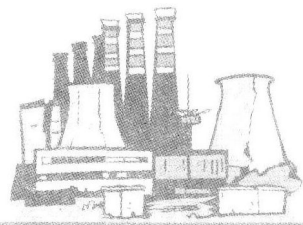
丛 书 编 委 会

主 任 张 磊 刘树昌

成 员 单志栩 廉根宽 叶 飞 王学训 卢志鹏
陈 媛 由 静 郑云宁 马明礼 冯恩福
王广金 代云修

顾 问 魏毓璞

序 一



近年来，热电机组装机容量大幅剧增，热、电供应紧张、短缺局面渐趋缓和，热电企业要求降低运营成本换取最大利润的心声则日益迫切，决心为低碳经济的发展贡献更大的力量。为此，各热电企业均在节能降耗方面深挖潜力，以更加积极务实的措施全面展开。经过同类型、同行业之间一轮又一轮的“对标考核竞赛”，我们渐渐发现摆在我们面前最现实的问题是：在运行环境中，实际负荷状态机组供电煤耗究竟应该是多少？机组节能的潜力究竟还有多大？节能降耗还能走多远？针对这种状况，为了更好地总结节能降耗的成功经验，切实做好机组节能降耗的技术管理，山东省电力学校等组织编写了《大型热电联产机组技术丛书》，全套丛书共分四个分册：《大型热电机组运行与管理》、《大型凝汽机组供热改造》、《大型热网运行与管理》、《大型热电机组节能减排》，对大型热电机组职工培训将起到积极作用。

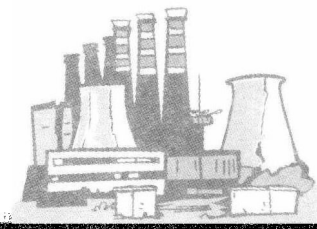
2010年5月，国务院办公厅转发《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量的指导意见》中明确规定在地级城市市区禁止建设除热电联产以外的火电厂，积极发展热电联产是2010年电力工业的三大重点任务之一。所以，热电联产是节能降耗的大势所趋。我想，通过《大型热电联产机组技术丛书》的出版发行，必将大力推动节能降耗工作在发电企业的长期有效开展，为节能降耗工作奠定坚实的技术基础。

感谢丛书作者为热电产业的发展作出的新贡献。

王振铭

2010年6月16日于北京

序 二



在我国发展热电冷联产是实现节能减排的最成熟的技术路线之一。

热电冷联产主要是通过建设在城市外围的火力发电厂同周边的工厂以及城镇内的住宅楼、商务写字楼、办公楼等通过统一规划、集中布局，按不同品位的热能分级供应（即高品位的热能用于发电，中品位的热能用于工业用汽，低品位的热能用于集中采暖供热及夏季制冷），以取得能源最大利用效率。热电冷联产的能源利用效率比单纯发电约提高一倍以上。大力发展热电冷联产不但节约能源、改善环境、提高了能源的利用效率，还是发展低碳经济、提高供热质量、增加电力供应等综合效益有效途径之一。西方和北欧国家发展热电联产已达较高水平，热电厂装机容量占火电总装机容量的30%，机组热效率达到了70%以上。与此相比我国还有一定的差距。

可喜的是，目前我国已投运或在建拟建的300MWe级供热机组（单抽、双抽）已有近200台套，其中包括同时采用循环流化床锅炉清洁燃烧技术和直接空冷节水技术的供热机组。300MWe级纯凝机组改供热的机组已经达到了100台（单抽）以上，300MWe级供热机组的容量达到了1亿kW，占火电总装机容量的15%。

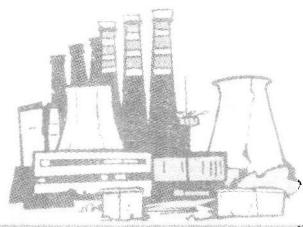
为了使300MWe级供热机组的运行检修人员熟练掌握大型供热机组运行技术，实现300MWe级供热机组安全高效经济运行，山东省电力学校同国内有关单位合作组织编写了《大型热电联产机组技术丛书》，对300MWe级供热机组运行与管理、大型热网运行与管理、300MWe级纯凝机组供热改造、热电机组节能减排进行了翔实的论述，对热电机组的经济运行提供了有益的参考。

本丛书紧密结合300MWe级供热机组实际情况，内容丰富、数据充分，可供300MWe级供热机组的技术人员、高校师生、工程技术人员、制造、设计人员参考。本丛书的出版发行将为我国热电冷联产健康发展起到积极作用。

尧国富

2010年6月6日于北京

总前言



热电联产集中供热工程是国家发改委发布的《节能中长期专项规划》中明确的十项重点工程之一。近年来，我国经济社会快速发展，城镇化步伐进一步加快，节能减排问题突出，如何解决节能减排与民众生活质量要求的提高被提到议事日程，于是热电联产被推到了前台。鉴于热电联产是一种能源利用效率高、经济效益好、环境保护友好的采暖供热方式，许多地区纷纷向发改委申报了大量的热电联产项目，热电联产在发电、供热行业所占比重越来越大。热电机组也从原来的高压、超高压小机组发展成为亚临界、超临界的大型环保机组，目前进入了以 300MW 级为主力机型的大型热电联产时代。

热电联产不仅已成为国家实施节能减排的重点工程，又是关系国计民生的重要行业；既是解决区域环境污染的有效途径，又是解决工业和居民采暖用热的供应渠道。2010 年 5 月，国务院办公厅转发《关于推进大气污染防治联防联控工作改善区域空气质量的指导意见》中明确规定在地级城市市区禁止建设除热电联产以外的火电厂。所以，热电联产是大势所趋。笔者通过调研，目前热电联产方面的专著较少，不能满足热电行业的需求。为切实做好热电联产机组的技术管理，由山东省电力学校和中国华能山东分公司等组织编写了《大型热电联产机组技术丛书》，全套丛书共分四个分册：《大型热电机组运行与管理》、《大型凝汽机组供热改造》、《大型热网运行与管理》、《大型热电机组节能减排》。

该丛书编委会主任为山东省电力学校张磊和中国华能山东公司刘树昌。

全套丛书由山东省电力学校张磊统稿。

中国电机工程学会热电专委会高级顾问王振铭和中国电机工程学会热电专委会委员、中国电力联合会尧国富作序。

本丛书内容力求介绍新原理、新技术、新知识，同时尽量做到内容全面、理论实际相结合。

本丛书为大型热电机组培训教材，同时也可以作为热电机组有关工程技

术人员的参考资料。

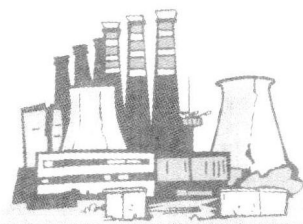
本丛书编写过程中得到了山东各发电分公司的大力支持，对此表示感谢。
中国电力科技网魏毓璞为该套丛书顾问。

由于作者水平有限，时间仓促，难以全面概括大型热电机组新技术，其中错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编委会

2010年7月

前言



本书是《大型热电联产机组技术丛书》中的一个分册。热电联产是指由供热式汽轮机既发电又供热的连续生产方式，热电联产具有热能利用率高、热产品质量高、供热可靠性高的特点。同时减轻城市污染，改善人民生活环境和提高生活质量。因此，其经济效益和社会效益非常显著。

2006年7月，国家发展和改革委员会（以下简称发改委）办公厅印发了《关于委托华东、华中、南方电网现役电厂供热改造可行性研究进行评估的函》和《关于委托对东北、华北、西北电网现役电厂供热改造可行性研究进行评估的函》，委托中国国际工程咨询公司和中国电力工程顾问集团公司两家咨询机构启动了对我国城市周边现役电厂纯凝发电机组供热改造可行性的调研评估工作。本次调研工作的重点是我国大中型城市、较大县城、工业园区周边的现役电厂，特别是工业和采暖热负荷相对较大的城市周边范围内的现役燃煤电厂。按目前管道保温技术和机组运行条件，距城市约15km或距有一定工业热负荷需求的工业区5km以内，且机组运行年限在20年以下的大中型电厂，具备供热改造条件。东北、华北、西北电网区域具备供热改造条件的纯凝发电机组有141台，4466.7万kW，如果全部改造，预计可实现采暖面积66200万 m^2 的能力，相当于新建100台30万kW采暖供热机组。由于增加了供热能力，替代了当地小锅炉，提高了能源利用效率，与改造前相比，在发相同电量情况下，即使考虑替代小锅炉的节煤量，每年仍可节约标准煤约670万t，减少 SO_2 排放量约13.4万t，减少 NO_x 排放量约2.7万t。华东、华中、南方电网区域具备供热改造条件的纯凝发电机组有103台（1880万kW），经改造后，预计可形成供汽约3100t/h的能力，按上述方法测算，每年可节约标准煤约220万t，可减少 SO_2 排放量约4.4万t，减少粉尘排放量约1.1万t。

国家发展和改革委员会2009年12月发布的国家重点节能技术推广目录（第二批）中，纯凝汽轮机组改造实现热电联产技术名列其中，适用范围为电

力行业 125~600MW 纯凝汽轮机组，主要技术内容为纯凝汽轮机组的导汽管打孔抽汽，实现热电联产。

由此可见，纯凝机组供热改造意义重大、市场广阔，但国内尚没有一部介绍供热改造的专著来系统介绍供热改造的相关知识，为满足广大工程技术人员的需求，编者在从事发电企业供热技术改造多年的基础上，经系统整理编写了本书，以期待和行业同行交流学习。

本书共分八章，第一章绪论，包括技术改造概述、我国电力工业的发展与技术改造和供热技术改造综述；第二章以实例的形式介绍了热力规划和可行性研究；第三章介绍了我国在役运行的大中型纯凝机组及供热机组；第四章介绍了汽轮机本体供热改造有关技术；第五章介绍了 125~600MW 汽轮机供热改造实例；第六章介绍了热网首站系统及布置；第七章介绍的是热网首站设备；第八章介绍供热改造汽轮机安全保护装置；第九章以范例的形式列举了供热改造中涉及的设备招标技术规范。

本书由华能山东发电有限公司高级工程师刘树昌和山东省电力学校张磊主编，山东省电力学校由静参编。本书由山东省电力学校代云修担任主审。

本书在编写过程中，得到了山东电力工程咨询有限公司张斌设计总工程师、郑德升设计总工程师，华电邹县发电厂何涵高级技师，中国电力科技网魏毓璞主任等专家的大力支持，华能曲阜电厂王学讯为本书做了大量文字工作，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促，加之水平所限，书中谬误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2011 年 6 月

目 录

序一	
序二	
总前言	
前言	

第一章 绪论	1
第一节 技术改造概述	1
第二节 我国电力工业的发展与技术改造回顾	3
第三节 供热技术改造综述	6
第二章 热力规划和可行性研究	9
第一节 区域(城市)热力规划	9
第二节 供热热网可行性研究	19
第三章 我国在役纯凝汽机组及供热机组	47
第一节 我国在役纯凝机组	47
第二节 热电联产机组主要机型	78
第三节 近年来供热机组的新发展	98
第四章 汽轮机本体供热改造	122
第一节 供热改造设计原则及主要方案	122
第二节 供热改造汽轮机的校核	125
第三节 减温减压方式的选择	129
第四节 补水方式的选择	136
第五节 高背压循环水供热改造	138
第五章 汽轮机供热改造实例	147
第一节 135MW 机组供热改造实例	147
第二节 200MW 机组供热改造实例	154
第三节 300MW 机组供热改造实例	164
第四节 350MW 机组供热改造实例	173
第五节 600MW 机组供热改造实例	185
第六章 热网首站系统及布置	191
第一节 热网首站汽水工艺系统	191

第二节	热网首站布置·····	199
第三节	热网首站布置实例介绍·····	204
第七章	热网首站设备 ·····	216
第一节	热网加热器·····	216
第二节	热网系统水泵·····	229
第三节	热网补水除氧器·····	231
第八章	供热改造汽轮机安全保护装置 ·····	233
第一节	抽汽逆止阀·····	233
第二节	快速关断阀·····	238
第三节	供热抽汽蝶阀·····	244
第九章	供热改造设备招标技术规范书范例 ·····	248
第一节	板式换热器技术规范书·····	248
第二节	热网管式加热器技术规范书·····	271
第三节	热网用工业汽轮机及配套循环水泵技术规范书·····	291
第四节	热网循环水泵、凝结水泵、补充水泵技术规范书·····	322
第五节	供热首站除氧器技术规范书·····	342

第一章 绪 论

第一节 技术改造概述

一、技术改造的含义

技术改造是指现有企业利用各种资金，通过采用新技术、新工艺、新设备、新材料，对原有生产设施及相应配套设施进行改造或更新，以达到提高产品质量、增加花色品种、促进产品升级换代、降低能源和原材料消耗、促进资源综合利用和污染治理、改善劳动条件、增强自我发展能力、提高社会经济效益的目的。

二、技术改造的范围

(1) 对企业生产工艺、技术装备、检测手段和工程设施进行技术改造；对设备、建筑物进行更新，以及对与生产性主体工程技术改造相应配套而必需的辅助性生产设施的建设。

(2) 为节约能源和原材料、治理“三废”污染或资源综合利用而进行的技术改造工程。

(3) 为防止职业病和人身事故，对现有生产设施和技术装备采取的劳动保护措施。

(4) 对现有企业由于城市环境保护、安全生产和专业化协作的需要而进行的迁建工程。

三、技术改造应坚持的原则

(1) 以国家、行业的有关政策和规划为依据进行。通过改造和横向联合，达到企业向专业化、群体化、规模最优化方向发展，产品向中高档转变，以适应国内外市场需求的目的。一般优先安排对国民经济影响较大、与人民生活密切相关、节能减排、节约外汇、出口创汇、替代进口的项目。

(2) 以提高产品质量、降低消耗为重点，通过采用国际标准，利用新技术、新工艺、新材料、新设备，力求取得最佳的经济效益。

(3) 根据需求和可能，有计划地在某些部门、企业和技术领域，采用国内外最新技术，以带动行业或区域技术水平的提高。

(4) 注意引进适用的先进技术，并以引进“软件”为主，尽量少进口成套设备，防止不必要的重复引进，重点做好引进技术的消化、吸收和标准化工作。

(5) 尽量少搞土建工程。单项工程新增建筑面积，一般不得超过原有生产建筑面积的



30%，用于土建工程的投资，一般不得超过总投资的 30%。

(6) 技术改造工程原则上应在现有厂址内进行，尽量不新征土地。

(7) 进行技术改造时，与本工程有关的“三废”治理、环境保护和劳动保护，必须执行“同时设计、同时施工、同时投产”的规定。

(8) 基本建设项目不能列入技术改造范围。

四、国家对技改项目的历史沿革

企业技术改造是产业结构调整的重要手段，是企业生存发展的必由之路。随着投资体制改革不断深化，技术改造投资管理经历了从项目审批制向限额以下项目登记备案制、再向全面核准备案制的转变过程。

1. 审批制

2002 年 4 月以前，所有企业技术改造投资项目均实行审批制。从审批流程看，每个项目必须经过项目建议书批复、可行性研究报告批复和初步设计批复的“三步曲”审批流程。从管理权限看，限额以上技改项目由国家审批，限额以下项目由省（自治区、直辖市）审批。限额以上项目是指投资额在 3000 万元及以上的一般工业技改项目，投资 5000 万元及以上的能源、交通、原材料工业技改项目，或用汇额度在 500 万美元及以上项目。

2. 限额以下项目登记备案制

随着我国市场经济体制逐步建立完善，企业技术改造投资管理体制深化改革不断深化。自 2002 年起，我国开始实行技改项目登记备案制，对限额以下技改项目实行登记备案，不再审批。登记备案的项目只需填写登记备案申请表，经县、市级经贸部门审核后报省级经贸部门，省经贸部门只对项目符合国家法律法规和产业政策情况进行审查。符合规定的出具备案回执，代替以前的项目批复，将以前的项目建议书批复、可行性研究报告批复和初步设计批复三步审批环节合并成一步完成，大大简化了项目办理手续。但是，对限额以上项目仍按国家规定实行审批制。

3. 核准备案制

随着我国市场经济体制不断完善健全，企业的投资主体地位逐步确立，为充分发挥市场配置资源的基础性作用。2004 年 7 月 16 日，国务院下发《关于投资体制改革的决定》，按照“谁投资、谁决策、谁收益、谁承担风险”的原则，落实企业投资自主权，改革企业投资管理体制。对于企业不使用政府投资的项目，一律不再实行审批制，区别不同情况实行核准制和备案制。为便于操作，国务院批准实施《政府核准的投资项目目录》，以下简称《目录》，《目录》内的项目实行核准制，其他项目实行备案制。此次改革有两大特点：一是大幅度缩小政府管制范围，从维护社会公共利益角度，政府仅对重大项目和限制类项目进行核准，其他项目无论规模大小，均改为备案制。项目的市场前景、经济效益、资金来源和产品技术方案等均由企业自主决策，自担风险，落实了企业投资主体地位；二是改革项目管理权限界定方式，将管理权限由原来按投资额度划分改革为按对社会公共利益影响程度划分，即管理权限划分由“横切”改为“纵切”。其中，根据项目影响程度大小分别由国家和地方政府核准，而一般项目实行备案制，均由地方政府管理。为贯彻落实



好国家投资体制改革一系列政策措施，各省都出台了《企业技术改造暂行办法》，对技术改造项目开始全面实行核准备案制。

五、增值税转型改革对固定资产投资的影响

我国 1994 年采用生产型增值税，对稳定财政收入、抑制投资膨胀起到了积极作用。随着社会主义市场经济体制的逐步完善和经济全球化的纵深发展，推进增值税由生产型向消费型转型改革成为必要。为贯彻落实技术改造国产设备投资抵免企业所得税政策、规范和加强审核管理，2000 年国家税务总局制定了《技术改造国产设备投资抵免企业所得税审核管理办法》。暂行办法所称设备是指企业实施技术改造项目所需的、在批准的实施技术改造期限内实际购置并作为固定资产管理的生产经营性机器、机械、运输工具、设备、器具、工具等（不包括未作为固定资产管理的工具、器具等）。暂行办法所称国产设备投资是指购置设备的增值税专用发票价税合计金额（不包括设备的运输、安装和调试等费用）。

2008 年 12 月 19 日，财政部、国家税务总局下发通知，自 2009 年 1 月 1 日起，增值税一般纳税人购进或者自制固定资产（含技改）发生的进项税额，可凭增值税专用发票、海关进口增值税专用缴款书和运输费用结算单据从销项税额中抵扣。

增值税转型改革，允许企业抵扣其购进设备所含的增值税，能消除原生产型增值税产生的重复征税因素，降低企业设备投资的税收负担，有利于鼓励投资，促进企业技术进步，增强企业发展后劲，与国际接轨。目前世界上 140 多个实行增值税的国家中，绝大多数国家实行的是消费性增值税。

第二节 我国电力工业的发展与技术改造回顾

我国电力工业特别是改革开放 30 年来技术改造取得了重大成果。

国产 125~200MW 机组，大部分投运于 20 世纪 60~70 年代，20 世纪 80 年代以来，经过了大规模的完善化改造。125MW 机组完善化基本情况见表 1-1。

表 1-1 125MW 机组完善化基本情况

序号	时间（年）	台次	型号	完 善 化 内 容
1	1966	1~2	151	原设计
2	1966~1969	3~34	151	调节级增加喷嘴数，高压缸前 3 级增加叶高，增加通流面积等
3	1978~1981	35~47	151	调节级再增加喷嘴数，高压缸各级增加叶高等
4	1981~1986	48~58	A151	主蒸汽温度由 550℃ 调整为 535℃，调整喷嘴数，降低高压各级叶高，中压静叶改型等
5	1986~1990	59~86	A151	调整喷嘴数，减少隔板加强筋，降低高压各级叶高等
6	1990~	87~	B151	调整通流面积，减少中压前 4 级通流面积，低压缸通流优化等

125MW 汽轮机改造设计计算性能列于表 1-2。



表 1-2

125MW 汽轮机改造设计计算性能

制 造 厂	东 汽	哈 汽	上 汽	北 重
改造范围	HP/IP/LP 通流 + 高中压汽缸	HP/IP/LP 通流 + 高中压汽缸	HP/IP/LP 通流 + 高中压汽缸	HP/IP/LP 通流 + 高中压汽缸
主汽/再热汽压力 (MPa)	13.24/2.47	13.24/2.34	13.24/2.39	12.75/2.56
主汽/再热汽温度 (°C)	535/535	535/535	535/535	535/535
主蒸汽流量 (t/h)	409	392.4	402	380
额定功率 (MW)	137.5	135	137.5	130
高压缸通流效率 (%)	83.0	86.5	82.3	83.1
中压缸通流效率 (%)	92.0	92.7	92.5	91.7
低压缸通流效率 (%)	87.5	87.0	87.0	87.2
设计热耗率 [kJ/(kW·h)]	8179	8095	8184	8111

200MW 机组性能列于表 1-3。

表 1-3

200MW 汽轮机主要设计性能参数

制 造 厂	东 汽		哈 汽		北 重
出厂编号	D05	D09	34 号	55 号	N12
型号	N200—12.7/ 535/535	N200—12.7/ 535/535	N200—12.7/ 535/535	N200—12.7/ 535/535	N200—12.7/ 535/535
主汽/再热汽压力 (MPa)	12.75/2.1	12.75/2.1	12.75/2.1	12.75/2.1	12.75/2.1
主汽/再热汽温度 (°C)	535/535	535/535	535/535	535/535	535/535
设计热耗率 [kJ/(kW·h)]	8369	8401	8401		
试验热耗率 [kJ/(kW·h)]	8540~8665				

200MW 汽轮机改造设计计算性能列于表 1-4。

表 1-4

200MW 汽轮机改造设计计算性能

制 造 厂	东 汽	哈 汽	北 重
改造范围	HP/IP/LP 通流	HP/IP/LP 通流	HP/IP/LP 通流
主汽/再热汽压力 (MPa)	12.75/2.13	12.75/2.34	12.75/2.39
主汽/再热汽温度 (°C)	535/535	535/535	535/535
主蒸汽流量 (t/h)	610	610	626
额定功率 (MW)	210	208	218
高压缸通流效率 (%)	85.0	86.0	85.4
中压缸通流效率 (%)	92.5	92.3	92.3
低压缸通流效率 (%)	86.0	86.0	87.5
设计计算热耗率 [kJ/(kW·h)]	8179	8246	8092



300MW 机组性能列于表 1-5。

表 1-5 300MW 汽轮机设计性能

制 造 厂 编 号	152-1	A152-1	A152-5
出厂台次	第 1~6 台	第 7~12 台	第 13~39 台
型 号	N300-165/550/550		N300-165/535/535
主汽/再热汽压力 (MPa)	16.17/3.11	16.17/3.22	16.17/3.23
高压缸通流效率 (%) (设计/试验)	82.3/80.6	82.3/79.6	83.4/79.7
中压缸通流效率 (%) (设计/试验)	88.4/89.4	88.9/86.2	89.7/89.3
低压缸通流效率 (%) (设计/试验)		83.8/78.4	83.1/—
保证热耗率 [kJ/(kW·h)]	8331	8331	8432
试验热耗率 [kJ/(kW·h)]	8344	8273	8487

300MW 汽轮机改造设计计算性能列于表 1-6。

表 1-6 300MW 汽轮机改造设计性能参数

制 造 厂	上 汽	东 汽
额定功率 (MW)	300	330
主蒸汽流量 (t/h)	894	898
主汽/再热汽压力 (MPa)	16.17/3.22	16.17/3.17
高压缸通流效率 (%)	87.2	85.6
中压缸通流效率 (%)	93.2	92.5
低压缸通流效率 (%)	88.3	88.1
保证热耗率 [kJ/(kW·h)]	7940	7953

20 世纪 70~80 年代国产 300MW 亚临界机组、国产引进型 300MW 和 600MW 机组技术不断完善进步,同时技术改造也在不断进行。总结起来进行的改造项目主要有:锅炉过热器、再热器的改造;燃烧器的改造;省煤器的改造;空气预热器的改造。汽轮机通流部分改造;调节系统改造;热力系统和设备改造;发电机增容改造;热工自动化分散控制系统(DCS)改造;环境保护电除尘、烟气脱硫改造和烟气脱硝改造等。

尤其是汽轮机通流技术改造使发电效率大大提高。我国早期投运的国产大、中型汽轮机,由于受设计、制造水平所限,普遍存在着效率低、运行灵活性差等缺陷。为提高机组的经济性、负荷适应性和寿命,广泛进行了现代化改造。后来,随着汽轮机设计、制造技术的进步,流体力学和结构动力学计算分析软件的发展,以及试验设施和测试手段的完善,为汽轮机技术改造奠定了基础。国内汽轮机通流部分的技术改造,主要从国产 200MW 和 125MW 汽轮机开始,后来延伸到 300MW 机组。汽轮机通流部分改造情况见表 1-7。