

1000MW超超临界火电机组施工技术丛书

汽轮机设备 安装

《1000MW超超临界火电机组施工技术丛书》编委会



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

1000MW超超临界火电机组施工技术丛书

汽轮机设备安装

《1000MW超超临界火电机组施工技术丛书》编委会



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为《1000MW 超超临界火电机组施工技术丛书》之一。

全书共分十八章,主要包括超超临界机组概况,超超临界汽轮机安装技术综述,汽轮机主要施工措施方案,汽轮机本体安装,发电机安装施工技术措施,高低压加热器施工,凝汽器组合安装施工技术措施,除氧器安装施工措施,给水泵组安装,汽轮发电机组油系统施工,发电机气体和冷却水系统施工措施,凝结水系统施工,海水淡化装置施工,循环水泵房及其设备管道安装,开闭式循环水泵及一般离心泵的安装试运,四大管道安装施工措施,中低压管道安装施工措施,起重设施、柴油发电机安装及阀门检修施工措施。书中重点总结了天津北疆电厂等工程的施工技术,对汽轮机各设备的安装进行了详细的介绍,内容充实,实用性强。

本书可供汽轮机设备安装施工专业技术人员阅读,也可供相关专业院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽轮机设备安装/《1000MW 超超临界火电机组施工技术丛书》编委会编. —北京:中国电力出版社,2012.7

(1000MW 超超临界火电机组施工技术丛书)

ISBN 978-7-5123-3352-9

I. ①汽… II. ①1… III. ①火电厂-蒸汽透平-设备安装 IV. ①TM621.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 172444 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>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013年2月第一版 2013年2月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 28印张 686千字 1插页

印数 0001—3000册 定价 78.00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

1000MW 超超临界火电机组施工技术丛书

汽轮机设备安装

编 委 会

主 任	张永江	贺传森	张倚林			
副 主 任	张恩胜	徐立伟	刘恩江	石 健	李 伟	柳兆广
	刘明娜	崔云兰	朱育才	冯 达	王四军	
委 员	张 忠	薛 欣	张 霞	魏朝申	杨学慧	刘艳庆
	李丰玉	韩德祥	于 涛	王海峰	王道峰	刘东现
	郭念全	李书礼	陈二刚	张 波	李 丽	张 肖
主 编	张永江	贺传森	张倚林			
副 主 编	张恩胜	徐立伟	刘恩江	石 健	李 伟	柳兆广
	刘明娜	崔云兰	朱育才	冯 达	王四军	
参 编	张 忠	薛 欣	张 霞	魏朝申	杨学慧	刘艳庆
	李丰玉	韩德祥	于 涛	王海峰	王道峰	刘东现
	郭念全	李书礼	陈二刚	张 波	李 丽	张 肖



前言

◎ 1000MW超超临界火电机组施工技术丛书 汽轮机设备安装

近年来我国电力工业发展迅速，截至2010年底，全国电力装机容量已达到9.62亿kW，年均投产装机容量超过8970万kW，创造了我国乃至世界电力建设史上的新纪录。

随着电力工业的快速发展，我国火电建设中“上大压小”及煤电联营坑口电站的建设取得了重大成果。600~1000MW超超临界的清洁高效机组，已成为新建项目的主力机型。

超超临界发电技术，是在超临界发电技术基础上发展起来的一种成熟、先进、高效的发电技术，可以大幅度提高机组的热效率，在国际上已经是商业化的成熟发电技术，世界上许多国家都在积极开发和应用超超临界发电机组。

当前，我国正大力发展超超临界火电机组，并实现了超超临界机组国产化，已有30多台1000MW机组处于投产和在建中。我国第一台1000MW超超临界燃煤发电机组——华能玉环电厂1号机组于2006年11月28日正式投入商业运行，从此，我国电力工业跨入了1000MW超超临界发电的世界先进行列。

我国电力工业今后还要大量地建设1000MW超超临界火电机组。到2020年，我国燃煤火电机组将新增约3亿kW的装机容量。截至2010年底，国内制造厂家已拥有50台1000MW超超临界机组的订单。

为了推动电力施工企业的发展，在未来几年内使广大工程技术人员能更好、更快、更多地掌握百万千瓦超超临界火电机组的施工技术，本书收集、整理了天津北疆、浙江玉环等电厂百万千瓦超超临界机组的施工经验，编写了《1000MW超超临界火电机组施工技术丛书》，为今后施工同类火电机组提供技术依托和借鉴平台。

本丛书重点总结了天津北疆电厂等工程施工技术方案的精华，用于指导今后编写工程施工技术方案、技术措施和作业指导书。

本丛书共分8个分册，分别为《施工技术与管理》、《土建工程施工》、《锅炉设备安装》、《汽轮机设备安装》、《电气设备安装》、《热控工程施工》、《焊接工程施工》、《起重运输机械》，内容涵盖了一个现代化1000MW超超临界机组火电厂的方方面面（含海水淡化、脱硫脱硝等的施工）。

在本丛书编写过程中，山东电力建设第二工程公司北疆工程项目部、天津电力建设公司北疆工程项目部、天津国投津能发电有限公司北疆电厂、华能玉环电厂、山东电力建设第一工程公司、华电国际邹县电厂等单位的领导、专家给予了大力支持。山东电力建设第二工程公司北疆工程项目部的施工技术人员、档案中心以及钢结构公司的有关人员提供了宝贵资料并参加了编写工作，在此一并表示诚挚的谢意！

限于编者水平，加之时间仓促，书中疏漏或不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2012年8月

1000MW超超临界火电机组施工技术丛书

汽轮机设备 安装

《1000MW超超临界火电机组施工技术丛书》编委会



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

1000MW超超临界火电机组施工技术丛书

汽轮机设备安装

《1000MW超超临界火电机组施工技术丛书》编委会

内 容 提 要

本书为《1000MW 超超临界火电机组施工技术丛书》之一。

全书共分十八章，主要包括超超临界机组概况，超超临界汽轮机安装技术综述，汽轮机主要施工措施方案，汽轮机本体安装，发电机安装施工技术措施，高低压加热器施工，凝汽器组合安装施工技术措施，除氧器安装施工技术措施，给水泵组安装，汽轮发电机组油系统施工，发电机气体和冷却水系统施工技术措施，凝结水系统施工，海水淡化装置施工，循环水泵房及其设备管道安装，开闭式循环水泵及一般离心泵的安装试运，四大管道安装施工技术措施，中低压管道安装施工技术措施，起重设施、柴油发电机安装及阀门检修施工技术措施。书中重点总结了天津北疆电厂等工程的施工方案，对汽轮机各设备的安装进行了详细的介绍，内容充实，实用性强。

本书可供汽轮机设备安装施工专业技术人员阅读，也可供相关专业院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽轮机设备安装/《1000MW 超超临界火电机组施工技术丛书》编委会编. —北京: 中国电力出版社, 2012.7

(1000MW 超超临界火电机组施工技术丛书)

ISBN 978-7-5123-3352-9

I. ①汽… II. ①1… III. ①火电厂-蒸汽透平-设备安装 IV. ①TM621.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 172444 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>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 2 月第一版 2013 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 28 印张 686 千字 1 插页

印数 0001—3000 册 定价 78.00 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

1000MW 超超临界火电机组施工技术丛书

汽轮机设备安装

编 委 会

主 任	张永江	贺传森	张倚林				
副 主 任	张恩胜	徐立伟	刘恩江	石 健	李 伟	柳兆广	
	刘明娜	崔云兰	朱育才	冯 达	王四军		
委 员	张 忠	薛 欣	张 霞	魏朝申	杨学慧	刘艳庆	
	李丰玉	韩德祥	于 涛	王海峰	王道峰	刘东现	
	郭念全	李书礼	陈二刚	张 波	李 丽	张 肖	
主 编	张永江	贺传森	张倚林				
副 主 编	张恩胜	徐立伟	刘恩江	石 健	李 伟	柳兆广	
	刘明娜	崔云兰	朱育才	冯 达	王四军		
参 编	张 忠	薛 欣	张 霞	魏朝申	杨学慧	刘艳庆	
	李丰玉	韩德祥	于 涛	王海峰	王道峰	刘东现	
	郭念全	李书礼	陈二刚	张 波	李 丽	张 肖	



前言

◎ 1000MW超超临界火电机组施工技术丛书 汽轮机设备安装

近年来我国电力工业发展迅速，截至2010年底，全国电力装机容量已达到9.62亿kW，年均投产装机容量超过8970万kW，创造了我国乃至世界电力建设史上的新纪录。

随着电力工业的快速发展，我国火电建设中“上大压小”及煤电联营坑口电站的建设取得了重大成果。600~1000MW超超临界的清洁高效机组，已成为新建项目的主力机型。

超超临界发电技术，是在超临界发电技术基础上发展起来的一种成熟、先进、高效的发电技术，可以大幅度提高机组的热效率，在国际上已经是商业化的成熟发电技术，世界上许多国家都在积极开发和应用超超临界发电机组。

当前，我国正大力发展超超临界火电机组，并实现了超超临界机组国产化，已有30多台1000MW机组处于投产和在建中。我国第一台1000MW超超临界燃煤发电机组——华能玉环电厂1号机组于2006年11月28日正式投入商业运行，从此，我国电力工业跨入了1000MW超超临界发电的世界先进行列。

我国电力工业今后还要大量地建设1000MW超超临界火电机组。到2020年，我国燃煤火电机组将新增约3亿kW的装机容量。截至2010年底，国内制造厂家已拥有50台1000MW超超临界机组的订单。

为了推动电力施工企业的发展，在未来几年内使广大工程技术人员能更好、更快、更多地掌握百万千瓦超超临界火电机组的施工技术，本书收集、整理了天津北疆、浙江玉环等电厂百万千瓦超超临界机组的施工经验，编写了《1000MW超超临界火电机组施工技术丛书》，为今后施工同类火电机组提供技术依托和借鉴平台。

本丛书重点总结了天津北疆电厂等工程施工技术方案的精华，用于指导今后编写工程施工技术方案、技术措施和作业指导书。

本丛书共分8个分册，分别为《施工技术与管理》、《土建工程施工》、《锅炉设备安装》、《汽轮机设备安装》、《电气设备安装》、《热控工程施工》、《焊接工程施工》、《起重运输机械》，内容涵盖了一个现代化1000MW超超临界机组火电厂的方方面面（含海水淡化、脱硫脱硝等的施工）。

在本丛书编写过程中，山东电力建设第二工程公司北疆工程项目部、天津电力建设公司北疆工程项目部、天津国投津能发电有限公司北疆电厂、华能玉环电厂、山东电力建设第一工程公司、华电国际邹县电厂等单位的领导、专家给予了大力支持。山东电力建设第二工程公司北疆工程项目部的施工技术人员、档案中心以及钢结构公司的有关人员提供了宝贵资料并参加了编写工作，在此一并表示诚挚的谢意！

限于编者水平，加之时间仓促，书中疏漏或不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2012年8月

目 录

◎ 1000MW超超临界火电机组施工技术丛书 汽轮机设备安装

前言

▶▶ 第一章 超超临界机组概况	1
第一节 超超临界机组概述	1
第二节 国产超超临界机组介绍	1
▶▶ 第二章 超超临界汽轮机安装技术综述	6
第一节 汽轮机本体安装	6
第二节 发电机安装	11
第三节 电动给水泵安装	15
第四节 汽轮机其他设备安装	18
第五节 管道安装	21
第六节 管道冲洗	26
▶▶ 第三章 汽轮机主要施工措施方案	29
第一节 工程概况	29
第二节 施工机具布置及总体施工方案	29
第三节 主要安装方案	30
▶▶ 第四章 汽轮机本体安装	48
第一节 低压缸组合与焊接	48
第二节 低压缸扣盖	54
第三节 汽轮机本体设备组合安装	57
▶▶ 第五章 发电机安装施工技术措施	70
第一节 发电机定子运输和吊装	70
第二节 发电机本体安装	85
第三节 发电机转子穿装	92
第四节 发电机防冻和保护	97
▶▶ 第六章 高低压加热器施工	99
第一节 高低压加热器性能结构简介	99
第二节 高低压加热器拖运及吊装	105
第三节 高低压加热器疏放水及排气管道	119

▶▶ 第七章 凝汽器组合安装施工技术措施	136
第一节 凝汽设备和凝汽器的功能结构简介	136
第二节 凝汽器组合安装	141
第三节 凝汽器钛管安装	154
▶▶ 第八章 除氧器安装施工措施	158
第一节 除氧器原理结构简介	158
第二节 除氧器水箱运输及卸车	161
第三节 除氧器吊装及安装	166
▶▶ 第九章 给水泵组安装	176
第一节 给水泵组概述	176
第二节 液力耦合器简介	180
第三节 电动给水泵组安装	182
第四节 电动给水泵组油冲洗油循环及试运行	190
第五节 汽动给水泵组安装	193
第六节 汽动给水泵组油系统冲洗油循环及试运行	203
▶▶ 第十章 汽轮发电机组油系统施工	217
第一节 汽轮发电机组供油系统简介	217
第二节 汽轮机油系统设备及管道安装	221
第三节 润滑油系统冲洗及油循环	231
第四节 控制油系统安装及冲洗	239
▶▶ 第十一章 发电机气体和冷却水系统施工措施	248
第一节 发电机冷却系统概况	248
第二节 发电机气体系统	253
第三节 发电机冷却水系统	256
▶▶ 第十二章 凝结水系统施工	261
第一节 主凝结水系统及凝结水泵概况	261
第二节 凝结水泵安装	263
第三节 凝结水精处理系统设备及管道安装	274
第四节 凝结水系统水压及冲洗	284
▶▶ 第十三章 海水淡化装置施工	289
第一节 海水淡化及海水淡化方法简介	289
第二节 海水淡化设备及管道的安装	291
▶▶ 第十四章 循环水泵房及其设备管道安装	304
第一节 循环水泵组概述	304

第二节	循环水泵及泵房设备管道安装	305
▶▶	第十五章 开闭式循环水泵及一般离心泵的安装试运	317
第一节	开闭式常用泵的基础知识	317
第二节	一般离心泵安装与试运	320
第三节	真空泵的安装与试运	334
▶▶	第十六章 四大管道安装施工措施	342
第一节	主蒸汽管道及旁路系统介绍	342
第二节	主蒸汽及高压旁路管道安装	345
第三节	再热蒸汽管道安装	353
第四节	高压给水管道安装	364
▶▶	第十七章 中低压管道安装施工措施	372
第一节	回热抽汽、轴封蒸汽和疏放水系统简介	372
第二节	中低压管道安装	377
第三节	中低压管道分部试运	389
▶▶	第十八章 起重设施、柴油发电机安装及阀门检修施工措施	406
第一节	汽机房等起吊设施的安装	406
第二节	柴油发电机的安装	423
第三节	阀门检修、水压及安装	425
▶▶	参考文献	437

超超临界机组概况

第一节 超超临界机组概述

超超临界机组的热效率高，与常规的超临界机组相比较，至少可节约燃料 4%~5%。运行实践也表明，超超临界机组的变压运行方式能较好地满足调峰的要求。新一代大容量超超临界燃煤机组已具备了优良的经济、环保和启动调峰运行性能，并在低负荷时仍然保持较高的效率。从我国国情出发，发展超超临界机组有利于降低我国平均供电煤耗，有利于电网调峰的稳定性和经济性，有利于保护生态环境。与同容量亚临界火电机组相比，超临界机组可提高效率 2%~2.5%，超超临界机组可提高效率约 5%，火力发电机组采用大容量超超临界参数燃煤机组是降低发电煤耗的主要途径之一。

我国近期已有二十多台 1000MW 的机组（华能玉环电厂 4 台、华电国际邹县电厂 2 台、外高桥电厂三期 2 台、泰州电厂 2 台、宁海电厂 2 台、绥中电厂 2 台、天津北疆电厂 4 台、山东莱州电厂 2 台、宁夏灵武电厂 2 台、广西贺州电厂 2 台）处于投产发电或在建中。超临界压力燃煤机组占国内装机容量的比重越来越大。

第二节 国产超超临界机组介绍

一、东方汽轮机厂 1000MW 汽轮机

东方汽轮机厂生产的 1000MW 汽轮机是东方汽轮机厂与其技术支持方（日立公司）联合设计的。

汽轮机的系统、性能设计由东方汽轮机厂与其技术支持方（日立公司）联合进行，性能保证由日立公司对买方负责。东方汽轮机厂—日立公司投标 1000MW 机组有两种方案，一种是带有调节级方案，即喷嘴调节方式，另一种是不带调节级方案，即节流调节方式。{ } 内的数据是表示不带调节级方案的数据，主机设计参数：25MPa (a) /600℃/600℃为基本参数方案。

汽轮机形式：超超临界、一次中间再热、四缸四排汽、单轴、双背压、凝汽式、八级回热抽汽。

额定功率（铭牌功率 TRL）下参数：

额定功率(MW)	1000{1000}
额定主汽门前压力[MPa(a)]	25.0{24.5}
额定主汽门前温度(℃)	600
额定再热汽阀前温度(℃)	600

最大连续功率(TMCR)下参数:

功率(MW)	1044{1044}
主汽门前压力[MPa(a)]	25.0{24.5}
主汽门前温度(°C)	600
再热汽阀前温度(°C)	600

阀门全开(VWO)功率下参数:

功率(MW)	1083{1087.7}
主汽门前压力[MPa(a)]	25.0{24.5}
主汽门前温度(°C)	600
再热汽阀前温度(°C)	600
加热器级数(包括除氧器)	8

一次再热与三级高压加热器(内设蒸汽冷却段和疏水冷却段),一级除氧器和四级低压加热器组成八级回热系统,各级加热器疏水逐级自流。汽轮机两个低压缸排汽排入双背压凝汽器。

第四级抽汽用于除氧器加热、驱动给水泵汽轮机及厂用辅助蒸汽系统。驱动给水泵汽轮机的启动/备用汽源采用辅助蒸汽或冷再热蒸汽,工作参数为:

给水温度(TRL工况,°C)	298.5{298.3}
工作转速(r/min)	3000
旋转方向(从汽轮机向发电机看)	逆时针
最大允许系统频率摆动(Hz)	48.5~51.0

从汽轮机向发电机看,润滑油管路为右侧布置,汽封管道为左侧布置。给水泵为每台机组配置两台50%容量的汽动给水泵和一台30%BMCR容量启动/备用电动给水泵。

汽轮机旁路系统:根据日立公司经验,带两级串联旁路系统的机组宜采用中压缸启动方式,日立公司有大量成熟的中压缸启动经验,同时该机也可采用高中压联合启动。对用一级旁路的机组(包括旁路发生故障时),则只能采用高压缸启动。超超临界1000MW机组因仅配10%~20%的一级旁路,故也只能采用高压缸启动;而在已投运或将投运的亚临界、超临界、超超临界600~700MW带两级旁路的机组上,均采用中压缸启动。汽轮机采用中压缸启动,考虑启动效果及旁路投资等因素,要求高压旁路不低于35%BMCR,低压旁路不低于40%BMCR。

二、上海汽轮机厂1000MW汽轮机

上海汽轮机有限公司与其技术支持方(西门子公司)合作生产了1000MW汽轮机的设备及系统。该机组以“定压—滑压—定压”(滑压运行范围为30%~100%额定负荷)方式运行(全周进汽,并采用补汽阀以满足调频要求),原则上应带基本负荷运行,并有30%~100%TMCR负荷调峰运行的能力。

机组的总体形式为单轴四缸四排汽。由HMN型积木块组合:一个单流圆筒形H30高压缸,一个双流M30中压缸,两个N30双流低压缸。“HMN”组合功率范围为300~1100MW。根据排汽容积流量的大小(背压及功率)可选配1~3个低压缸。1000MW机组技术先进、成熟、安全可靠。采用西门子公司最大功率可达到1100MW等级的标准积木块,通过最优技术的组合,使机组的总体性能达到了世界的先进水平。