

1000MW超超临界火电机组施工技术丛书

# 锅炉设备 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

# 锅炉设备安装

《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。

全书共分十四章，主要包括锅炉安装概述，钢结构安装，承压部件安装，锅炉水压试验，磨煤机及给煤系统设备安装，风机安装，空气预热器及烟风管道安装，除尘、除灰、除渣设备及捞渣机安装，锅炉其他部件安装，锅炉保温与防腐施工，锅炉化学清洗，锅炉吹管，脱硫工程施工，锅炉其他相关设施的施工。书中重点总结了天津北疆电厂等工程的施工技术方案，对锅炉各设备的安装进行了详细介绍，内容充实，实用性强。

本书可供锅炉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

锅炉设备安装/《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，2011

(1000MW 超超临界火电机组施工技术丛书)

ISBN 978-7-5123-1901-1

I. ①锅… II. ①1… III. ①锅炉-设备安装 IV. ①TK226

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 131374 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2012 年 1 月第一版 2012 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 31 印张 757 千字

印数 0001—3000 册 定价 78.00 元

## 敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失  
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

## 锅炉设备安装

### 编委会

主任	张永江	张超	刘传明			
副主任	司衍华	周生明	王守学	张忠	柳兆广	刘恩江
	朱育才	张玉宝	刘振水	李培源	冯宜清	肖玉桥
	孙启立	贺传森	徐立伟	周哲	许忠汾	袁洪斌
	石健	朱红岩	许启斌	徐兴国	刘刚	
委员	尚庆望	王秀梅	张金龙	韩德祥	马骥	孙卓行
	张福祥	杨俊才	胡长峰	高磊	王涛	(建筑)
	王道峰	刘东现	王涛	(锅炉)	齐永平	姜仕昭
	高洪征	谷伟	冯玉堂	刘广赞	王艳艳	
主编	刘传明	徐立伟	周哲			
副主编	袁洪斌	张倚林	石健	刘恩江	柳兆广	朱育才
	刘刚	刘广赞				
参编	尚庆望	王秀梅	张金龙	韩德祥	马骥	孙卓行
	张福祥	杨俊才	胡长峰	高磊	王道峰	刘东现
	王涛	齐永平	姜仕昭	高洪征	谷伟	冯玉堂
	王艳艳	李丽	崔云兰	刘明娜	吕大海	李丰玉



# 前言

1000MW 超超临界火电机组施工技术丛书 锅炉设备安装

近年来我国电力工业发展迅速，截至 2009 年底，全国电力装机容量已达到 8.74 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，已有至少 20 台 1000MW 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）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，至 2007 年 11 月，2、3、4 号机组相继投产，实现了一年连续四投。2007 年 8 月 31 日及 12 月 31 日，邹县电厂两台 1000MW 机组也建成投产。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 2007 年底，国内制造厂家已拥有 50 台套 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

2011 年 9 月



# 目 录

1000MW 超超临界火电机组施工技术丛书 锅炉设备安装

## 前言

▶▶ 第一章 锅炉安装概述 .....	1
第一节 国产化超超临界的锅炉类型及特点 .....	1
第二节 锅炉安装的施工组织准备 .....	4
第三节 主要施工方案范例 .....	5
▶▶ 第二章 钢结构安装 .....	21
第一节 柱底板安装 .....	21
第二节 炉架安装 .....	23
第三节 顶板结构安装 .....	25
▶▶ 第三章 承压部件安装 .....	27
第一节 水冷壁及刚性梁安装 .....	27
第二节 启动分离器、储水罐、联箱安装 .....	81
第三节 过热器安装 .....	101
第四节 再热器安装 .....	154
第五节 省煤器安装 .....	170
第六节 锅炉密封 .....	177
▶▶ 第四章 锅炉水压试验 .....	189
第一节 锅炉水压试验过程概述 .....	189
第二节 锅炉水压试验作业指导书选编 .....	190
▶▶ 第五章 磨煤机及给煤系统设备安装 .....	200
第一节 磨煤机发展概况及安装技术 .....	200
第二节 给煤机安装及试运 .....	210
第三节 送粉管道及燃烧器安装 .....	213
▶▶ 第六章 风机安装 .....	218
第一节 风机安装技术概述 .....	218
第二节 风机的安装 .....	219
第三节 风机的试运 .....	228

▶▶ 第七章 空气预热器及烟风管道安装 .....	236
第一节 空气预热器概述 .....	236
第二节 空气预热器安装 .....	237
第三节 烟风道制作及安装 .....	242
第四节 锅炉整体风压试验 .....	245
▶▶ 第八章 除尘、除灰、除渣设备及捞渣机安装 .....	247
第一节 除尘、除灰设备概述 .....	247
第二节 电除尘器安装 .....	251
第三节 除渣、除灰系统设备安装 .....	266
▶▶ 第九章 锅炉其他部件安装 .....	283
第一节 炉水循环泵安装 .....	283
第二节 锅炉大屋顶（炉顶罩壳）安装 .....	285
第三节 安全阀及排汽管道安装 .....	290
第四节 锅炉本体管道、连接管道及附属管道安装 .....	291
第五节 沉淀池、储水池安装 .....	297
第六节 锅炉空气压缩机及锅炉房起吊设施安装 .....	300
第七节 燃油及空气压缩管道安装 .....	307
▶▶ 第十章 锅炉保温与防腐施工 .....	310
第一节 保温防腐施工方案概述 .....	310
第二节 锅炉炉墙砌筑 .....	313
第三节 全厂热力设备与管道保温 .....	320
第四节 全厂设备与管道油漆 .....	330
▶▶ 第十一章 锅炉化学清洗 .....	336
第一节 锅炉化学清洗技术 .....	336
第二节 锅炉化学清洗措施 .....	344
▶▶ 第十二章 锅炉吹管 .....	348
第一节 锅炉吹管技术概述 .....	348
第二节 锅炉吹管措施 .....	357
▶▶ 第十三章 脱硫工程施工 .....	365
第一节 脱硫工艺系统概述 .....	365
第二节 脱硫工程安装施工 .....	370
▶▶ 第十四章 锅炉其他相关设施的施工 .....	451
第一节 脚手架搭设和炉顶吊布置 .....	451

第二节	冬雨季、风季施工措施 .....	463
第三节	锅炉防爆管及成品保护 .....	471
第四节	设备运输卸车 .....	478

## 锅炉安装概述

我国电站设备的制造能力，从 600MW 超临界跃升到百万千瓦级超超临界，开始于 20 世纪末期。在国家“863 计划”推动下，在引进先进技术的同时进行技术创新，终于实现了超超临界发电设备制造的国产化，并跻身于世界一流水平的行列。

从 2004 年 6 月到 2007 年 11 月，我国成功地建成了第一座 4 台百万千瓦超超临界的浙江玉环电厂，同时先后又有十余台百万千瓦超超临界火电机组兴建或投产，安装的均是国产化、具有世界先进水平的超超临界的燃煤机组。本章所涉及的 1000MW 超超临界锅炉，均是指国内哈尔滨、上海、四川东方三大电站设备制造厂家的产品。

### 第一节 国产化超超临界的锅炉类型及特点

超超临界压力（USC）机组通常是指汽轮机进口蒸汽压力高于 27MPa 或温度高于 580℃ 的机组。通过提高蒸汽工质的温度和压力，USC 机组的发电效率可达 43% 以上，甚至高达 47%，与增压流化床联合循环发电技术（PFBC）和整体煤气化联合循环发电技术（IGCC）相当，机组负荷调节特性良好，并且在扩大容量、降低基建投资和发电成本方面要比它们成熟。USC 机组大幅度提高了热效率，相应降低了供电煤耗，同时也有效降低了 NO<sub>x</sub> 排放，是一项成熟、先进、高效的发电技术，是我国目前发展洁净煤发电技术的优先选择，具有广阔的发展前景。

目前三大电站设备制造厂家的产品情况如下。

#### 一、东方锅炉厂生产的 DG3000/26.15-II 型超超临界直流锅炉

锅炉为单炉膛、一次中间再热、前后墙对冲燃烧方式、平衡通风、运转层以下封闭、运转层以上露天布置、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构 η 型锅炉。

主要技术参数为：锅炉出口蒸汽参数为 26.25MPa(a)/605/603℃，对应汽轮机入口参数为 25.0MPa(a)/600/600℃。

##### (1) 过热蒸汽：

- 1) 最大连续蒸发量（BMCR）3033t/h；
- 2) 额定蒸发量（BRL）2889t/h；
- 3) 额定蒸汽压力（过热器出口）26.25MPa（a）；
- 4) 额定蒸汽压力（汽轮机入口）26.25MPa（a）；
- 5) 额定蒸汽温度 605℃。

##### (2) 再热蒸汽：

- 1) 蒸汽流量（BMCR/BRL）2469.7/2347.1t/h；

- 2) 进口/出口蒸汽压力 (BMCR) 5.1/4.9MPa (a);
- 3) 进口/出口蒸汽压力 (BRL) 4.841/4.641MPa (a);
- 4) 进口/出口蒸汽温度 (BMCR) 354.2/603℃;
- 5) 进口/出口蒸汽温度 (BRL) 347.8/603℃;
- 6) 高压加热器出口给水温度 (BMCR) 302.4℃;
- 7) 高压加热器出口给水温度 (BRL) 298.5℃。

东方锅炉的特点为:

(1) 根据燃用煤种的特点,在锅炉设计中,充分考虑了低负荷稳燃和高效燃烧、炉内结渣、水冷壁高温腐蚀、低 $\text{NO}_x$ 排放、尾部对流受热面磨损等方面的问题;在扩大对煤种变化和煤质变差趋势的适应能力、负荷调节能力等方面,也采取了切实有效的措施。采用了合理的炉膛断面、较高的炉膛高度和较大的炉膛容积,以获得较低的炉膛容积热负荷和适宜的炉膛断面热负荷等指标。

(2) 为满足机组变压运行的要求,采用了成熟、安全可靠的超临界本生型直流水循环系统。水冷壁采用下部螺旋盘绕上升和上部垂直上升膜式结构,有效地补偿了沿炉膛周界上的热偏差;螺旋盘绕区布置内螺纹管,在确保水循环系统安全可靠的前提下,可减小管内质量流速,降低流动阻力。

(3) 采用带再循环泵的系统。锅炉具有快速启动能力,缩短机组启动时间。启动系统设置了足够容量的疏水扩容器和凝结水箱,在启动过程中可有效回收热量和工质。采用 BHK 公司成熟的启动分离器和储水罐结构,较薄的壁厚有利于锅炉快速启动。

(4) 采用前后墙对冲燃烧方式。48 个低 $\text{NO}_x$ 燃烧器分三层布置在炉膛前后墙上,相邻的燃烧器之间不需要相互支持,热负荷及烟气温度沿炉膛宽度方向分布更均匀。

(5) 过热器为辐射对流型,低温过热器布置于尾部竖井后烟道;屏式过热器和高温过热器布置于炉膛上部,采用横向节距较宽的屏式受热面,可有效防止管屏挂渣。过热蒸汽温度系统采用煤水比和两级喷水减温控制。

(6) 高温再热器布置于水平烟道,低温再热器布置于尾部竖井前烟道。再热汽温采用尾部烟气挡板调节;在低温再热器出口至高温再热器进口管道上设置事故喷水减温器。

(7) 省煤器采用较低的烟气流速并装设防磨盖板等措施,能有效地减少受热面磨损。

华电国际邹县电厂四期工程 $2\times 1000\text{MW}$ 燃煤机组(7、8号机组),即为此型锅炉。该期工程于2004年12月8日开工,2007年8月31日7号机组投产发电,2007年12月31日8号机组投产发电。

## 二、上海锅炉厂生产的 SG-3102/27.46-532 超超临界直流锅炉

锅炉为单炉膛、一次中间再热、八角双切圆燃烧方式、平衡通风、II型布置、全钢构架、悬吊结构、露天布置、固态排渣、煤粉锅炉,采用带循环泵的启动系统,不投油最低稳燃负荷不高于锅炉的30%BMCR。

锅炉燃烧系统按配置中速磨煤机正压直吹式制粉系统设计,共布置6台磨煤机。尾部烟道下方设置两台三分仓受热面旋转容克式空气预热器。炉底排渣系统采用机械出渣方式,除渣系统采用干式排渣机。一、二次风机和引风机各布置两台且全部选用动叶可调轴流式风机。除灰系统为干除灰。

主要技术规范 (BMCR 工况):

- 1) 锅炉最大连续蒸发量 (BMCR) 3102t/h;
- 2) 过热器出口蒸汽压力 27.46MPa (g);
- 3) 过热器出口蒸汽温度 605℃;
- 4) 再热蒸汽流量 2563t/h;
- 5) 再热器进口蒸汽压力 6.31MPa (g);
- 6) 再热器出口蒸汽压力 6.11MPa (g);
- 7) 再热器进口蒸汽温度 379℃;
- 8) 再热蒸汽出口温度 603℃;
- 9) 省煤器进口给水温度 299.8℃;
- 10) 锅炉保证热效率 $\geq 93.86\%$ ;
- 11) 排烟温度 (修正后) 124℃;
- 12)  $\text{NO}_x$  排放浓度 (6%含氧量) 300mg/m<sup>3</sup> (标准状态)。

值得提出的是,北疆电厂的锅炉钢结构制造单位是山东电力建设第二工程公司(以下简称山东电建二公司)的钢结构公司,该公司在锅炉钢结构制造方面已有20多年的历史,是国内久负盛名的锅炉钢结构专业生产厂家,生产技术先进、产品质量高,其产品已被国内外几十家企业采用。

锅炉钢架由炉前至炉后共布置8排钢柱,由左至右布置10列;钢结构分8段制造供货,钢架前后的深度尺寸为71.3m,左右向的宽度尺寸是71.9m,大板梁顶标高约92.56m,共分8个自然段,主要包括炉顶钢架、炉顶支撑、受压件支吊钢架、各层刚性平面和平台、扶梯以及设备所需的支吊构件。炉顶钢架由主梁、次梁、受压件支吊梁组成,形成一个刚性平面,锅炉受热面通过吊杆悬挂在此平面上。

锅炉钢架的连接采用高强螺栓和焊接相结合的方式,顶板和主梁与次梁之间,柱和梁之间,垂直支撑、水平支撑之间采用扭剪型高强螺栓连接,其余构件间采用焊接连接。

锅炉炉膛宽度34290mm,炉膛深度15545mm。锅炉炉前沿宽度方向垂直布置4个汽水分离器和2个储水箱,储水箱下方设置大气扩容器。炉膛由膜式壁组成,水冷壁采用螺旋管加垂直管的布置方式。螺旋管与垂直管的过渡采用中间混合联箱型。炉膛上部布置有分隔屏过热器和后屏过热器,水平烟道依次布置高温过热器和高温再热器,尾部烟道布置有低温再热器、低温过热器和省煤器。

锅炉设有膨胀中心及零位保证系统,炉顶采用大罩壳热密封,炉顶管采用全金属密封,炉墙为轻型结构带梯型金属外护板,屋顶为轻型金属屋盖。

6台中速磨煤机为MPS275型辊盘式磨煤机,磨辊加载方式液压变加载,单台磨煤机最大出力98.1t/h,并配有两台密封风机。每台磨煤机均配有液压油站和润滑油站。

6台给煤机形式为电子称重式,型号为CS2036HP型,最大连续给煤量120t/h,给煤机皮带宽1168mm。给煤距离(给煤机进、出煤口中心线距离)2700mm。

除渣系统包括渣井、液压关断门、干排渣机、碎渣机、二级输渣机、斗式提升机、布袋过滤器、渣仓、双轴搅拌机和干式卸料机等设备。除渣机最大出力48t/h,输送带最大速度4m/min。

空气预热器形式为三分仓回转容克式,每台总质量约608t。预热器转子直径16370mm,

转子高度 2784mm。该炉共设置两台。

除尘器形式为六室五电场，设置 30 个灰斗，设备宽度深度高度尺寸为 44 640mm×42 500mm×26 000mm。该炉共设置两台。

送风机型号 FAF28-14-1，设置一级叶轮，叶轮直径 2818mm，总质量 27t。一次风机型号 ANT-2100/1400F，设置二级叶轮，叶轮直径 2100mm，总质量 18.5t。引风机型号 SAF40-20-2，设置二级叶轮，叶轮直径 3982mm，总质量 85t。上述风机均为动叶可调式轴流风机，该炉分别设置两台。

天津国投津能发电有限公司北疆电厂一期 2×1000MW 工程，采用的就是上海锅炉厂生产的该锅炉。

### 三、哈尔滨锅炉厂生产的 HG-2953/27.46-YM1 超超临界直流锅炉

该锅炉为超超临界参数变压直流炉、单炉膛、一次中间再热、八角双焰切圆燃烧方式、平衡通风、固态排渣、全钢悬吊结构、II 型布置、露天布置、炉膛断面（宽×深×高）32 084mm×15 670mm×66 400mm（日本三菱公司为技术支持方），该型锅炉被华能玉环电厂所采用，其各项参数如下：

过热蒸汽流量（BMCR）2953t/h；

过热蒸汽出口压力（BMCR）27.46MPa（g）；

过热蒸汽出口温度（BMCR）605℃；

再热蒸汽流量（BMCR）2457t/h；

再热蒸汽进口压力（BMCR）6.14MPa（g）；

再热蒸汽出口压力（BMCR）5.95MPa（g）；

再热蒸汽进口温度（BMCR）371℃；

再热蒸汽出口温度（BMCR）603℃；

省煤器进口给水温度（BMCR）298℃。

## 第二节 锅炉安装的施工组织准备

### 一、施工组织准备

锅炉安装前必须作好施工组织准备及专业施工组织设计。专业施工组织设计是以专业为编制对象指导专业施工全过程活动的技术经济文件，它是项目施工前的一项重要准备工作，也是施工企业实现生产科学管理的重要手段。专业施工组织设计的任务，就是根据编制施工组织设计的原则、施工组织总设计和有关资料，从全局出发选择合理的施工方案，确定科学合理的各分部分项工程间的搭接、配合关系以及设计符合施工现场情况的平面布置图，从而以最少的投入，在规定工期内，生产出质量高、成本低的产品。

### 二、施工总平面管理

施工总平面管理是在符合有关规程、规范的前提下对总平面布置作适当平衡调整，重大调整需经总工批准，并上报业主及监理工程师确认后实施，任何部门和个人不得任意变更。

施工道路、供水管路、通信线路等公用设施，时刻保持良好的使用状态。如需临时切断、改路时，必须事先报工程部批准协调具体施工时间。

### 第三节 主要施工方案范例

本章以天津北疆电厂 2 号机组锅炉安装为例, 阐述锅炉各部分的具体施工方案, 该工程由山东电建二公司承建, 各方案在施工中发挥了重大作用, 是今后借鉴的范例。

#### 一、总体施工方案

##### 1. 简介

该工程锅炉为上海锅炉厂有限公司生产的 1000MW 锅炉, 型号为 SG-3102/27.46-M532。锅炉为超超临界参数直流炉、一次中间再热、单炉膛平衡通风、II 型布置、八角双切圆燃烧方式、全钢构架悬吊结构、半露天布置、固态排渣煤粉炉。采用带循环泵的启动系统。

制粉系统采用中速磨煤机正压直吹式冷一次风机系统, 每炉配 MPS275 中速磨煤机 6 台和电子称重耐压式给煤机 6 台。

锅炉预留脱硝空间, 在空气预热器上部, 布置于锅炉后部主钢架之外。每炉配两台三室、六通道、五电场电除尘器, 两台动叶可调轴流式一次风机, 两台动叶可调轴流式送风机, 两台动叶可调轴流式引风机, 一次风机、送风机布置于空气预热器区域外侧, 引风机布置于电除尘器后。

锅炉水冷壁为下部螺旋盘绕上升和上部垂直上升膜式壁结构。炉膛上部布置有分隔屏过热器和后屏过热器, 折焰角上方布置高温(末级)过热器。在水平烟道处布置了高温(末级)再热器。尾部竖井分隔成前后两个烟道, 前部布置低温再热器和省煤器, 后部布置低温过热器和省煤器, 水平段低温再热器和低温过热器都通过省煤器悬吊管悬吊。

锅炉钢架宽度方向为 71.9m, 锅炉大板梁底标高为 83.56m。两炉中心线距离 127.2m, 两炉中间为集控室, 集控室延伸至与锅炉 K3.6 处。集控室后布置机组排水槽。

锅炉本体与煤仓间 D 列柱之间留有 7.2m 的炉前距, 煤仓间跨度为 13m, 0.00m 层每炉布置 6 台 MPS275 中速磨煤机。

##### 2. 吊车布置

(1) 组合场。锅炉组合场布置 1 台 60t/42m 龙门吊和 1 台 40t/42m 龙门吊, 用于设备堆放和组合。

(2) 锅炉主吊机械。锅炉主吊机械初期选用 SCC9000 (900t) 履带吊和 ZSC70240 (80t) 附着自升式塔吊共同吊装, 完成炉架、板梁、烟风道组件和较大受热面组件的吊装。

此时空气预热器区域(K6-K8)的钢架和送、一次风机基础暂不施工, 以便于设备的运输、临时堆放和吊车行走。

锅炉重大组件吊装完后, 履带吊撤出炉后, 在炉顶处布置一台 16t 塔吊, 与 ZSC70240 (80t) 塔吊共同完成炉顶管道、大屋顶、吹灰器等设备的吊装。

此时 SCC9000 (900t) 履带吊撤至锅炉外侧, 可完成空气预热器、烟道、电除尘器封头等较大组件的吊装。

(3) 锅炉辅助吊车。根据锅炉的特点——锅炉炉膛宽大、不适于大面积组合, 因而采用散吊和局部组合相结合的施工方案, 在炉底放置一台 63t 履带吊或 60t 轮胎吊摆放组件、配合抬吊。锅炉钢架吊装完后, 在炉顶布置 3 台 10t 卷扬机、5 台 5t 卷扬机, 用于配合受热面

和刚性梁吊装。

(4) 电除尘器吊装机械。电除尘器的吊装机械以轨道式 ST7027/16t 塔吊(塔身 50m, 臂长 50m) 为主, 63t 履带吊为辅, ST7027/16t 塔吊位于电除尘器后侧, 满足电除尘器(除进口烟箱) 的吊装, 63t 履带吊穿插吊装电除尘器进口烟箱。电除尘器零米左侧布置一台 5t 卷扬机配合抬吊阳极板。

### 3. 锅炉各部吊装就位的主要方式

与总施工方案不同之处为炉后大灰斗不搭设平台制作滑道吊装, 预留左侧包墙作为吊装通道。

锅炉空气预热器处于本体炉架之外, 其支撑钢结构相对独立。可将空气预热器区钢结构推迟到本体钢结构施工到顶、大板梁及受热面大件吊装完后再施工, 这样便于及早就开始受热面吊装, 从而加快施工进度。

根据锅炉的特点, 锅炉炉膛大, 炉膛底部空间大, 可在炉底搭设组合平台, 在炉底放置一台 63t 履带吊或 60t 轮胎吊摆放组件、配合抬吊, 根据大型吊车吊装能力强的特点, 尽可能地在炉底组合较大组件, 组件利用 SCC9000 (900t) 履带吊和 ZSC70240 (80t) 附着自升式塔吊并配合卷扬机、电动葫芦吊装就位。

锅炉水冷壁上段为垂直管圈, 下段为螺旋管圈。垂直段水冷壁与上联箱组合后由炉顶吊装通道吊装就位。螺旋管圈水冷壁单片由炉底提升就位安装。水平烟道底部水冷壁和折焰角水冷壁高空安装困难、危险性大, 可在炉底横向组合后, 用卷扬机、滑轮组提升就位。

包墙过热器上、下联箱由炉顶吊装通道吊装进行悬挂后就位。

包墙过热器就位后刚性梁不便穿插, 需在包墙吊装前将刚性梁临时悬挂在安装位置附近的钢架上。炉膛区下部宽阔, 其处刚性梁可在相应部位水冷壁安装完后, 由炉底提升就位。

炉膛上部分隔屏过热器、屏式过热器、末级过热器单片由炉底提升就位。

高温再热器管排与高冠板组合后由炉顶 K3~K4 吊装通道就位。

后烟井区域利用大灰斗作为联箱临时存放平台, 大灰斗在钢架吊装时临时放置在下部支架上, 就位时进行找正加固在安装位置。

### 4. 锅炉吊装的原则顺序

锅炉吊装流程见图 1-1。

## 二、主要施工方案

以天津北疆发电厂为例, 其工程概况为: 电厂规划容量为  $4 \times 1000\text{MW}$  机组, 并有再扩建的可能。同步建设日产 20 万 t 淡水的海水淡化工程、100% 烟气脱硫装置, 预留脱硝装置。锅炉为上海锅炉厂生产的 3102t/h 锅炉, 锅炉型号为 SG3102/27.56-M54X, 即超超临界参数变压直流炉、单炉膛、一次中间再热、八角切圆燃烧方式、平衡通风、半露天布置、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构、II 型锅炉, 采用带循环泵的启动系统。

### (一) 锅炉钢结构安装

#### 1. 施工方案

钢结构安装主要采取散装的方式利用 SCC9000 (900t) 履带吊和 ZSC70240 (80t) 附着自升式塔吊共同吊装, 一层钢结构由 60t 轮胎吊吊装。为减少高空作业量加快施工进度, 施

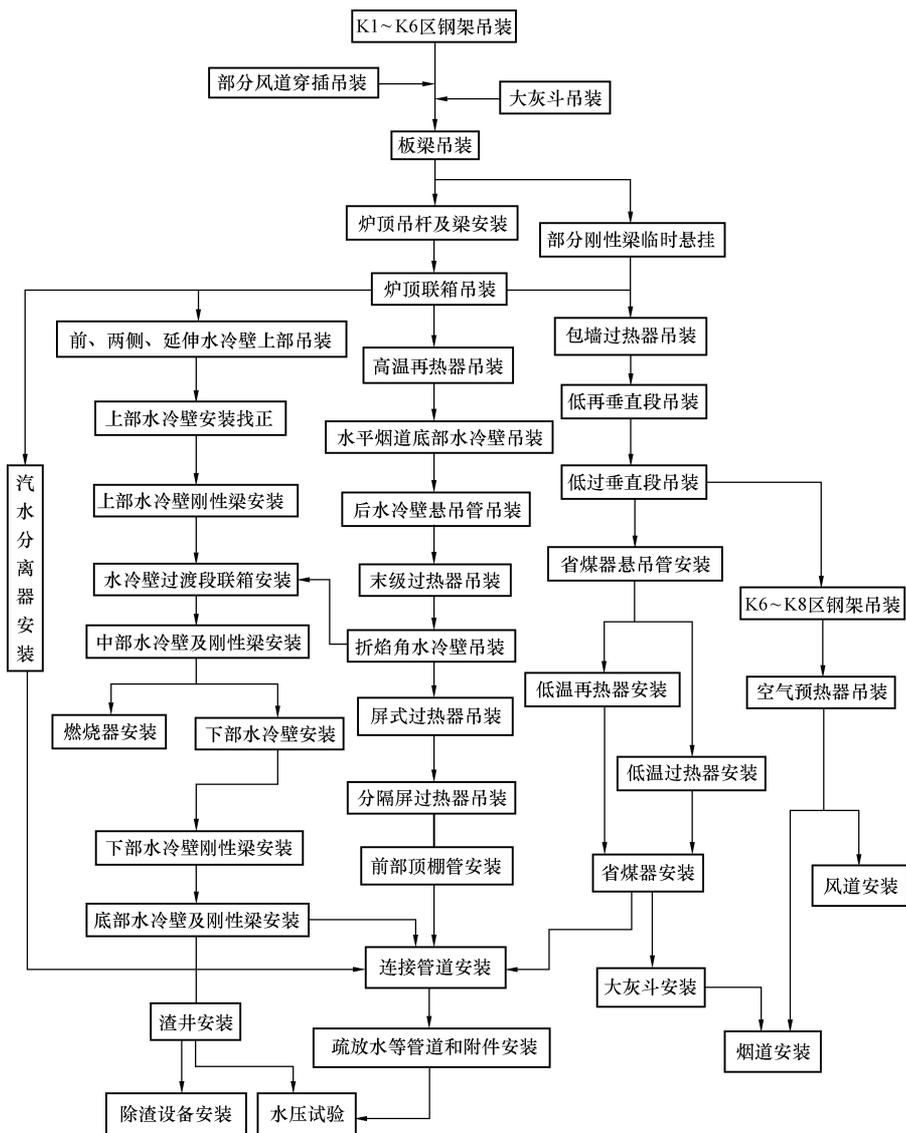


图 1-1 锅炉吊装流程

工时将带有垂直支撑的横梁在地面组合后安装。伸向炉膛和后烟井的平台可视结构情况适当缓装，以便于水冷壁、包墙和刚性梁吊装。吊装完第三层后，可穿插吊装部分热二次风道。板梁吊装前将省煤器大灰斗临时就位。

## 2. 施工顺序及工艺

钢架施工工艺流程为：基础划线→柱底板安装→立柱 1m 标高线划线、复查→结构第一层吊装→高强螺栓初紧→第一层找正→高强螺栓终紧→检查验收→柱脚二次灌浆→上层结构吊装→顶板梁吊装→钢结构完善。

### (二) 空气预热器安装

每台锅炉安装两台回转式空气预热器，布置在 K6~K8 之间。空气预热器的主要组成部分为：主轴及轴承组件，转子，外壳（主、副支撑），冷、热端中间梁，冷、热端连接板，

传动机构，膨胀装置，蒸汽吹灰及水冲洗装置，火警保护装置。

炉后（K7~K8）第一层钢架找正验收后，即可进行空气预热器的安装。

(1) 膨胀支座安装；

(2) 安装冷端中央组件；

(3) 安装转子中心筒组件；

(4) 安装热端中间梁安装导向轴承；

(5) 安装副支撑座及管支撑、冷端一次风中心梁、冷端连接板、外壳板、热端连接板、热端一次风中心梁、副支座中心板缓装待转子装配完后安装；

(6) 安装扇形仓及传热元件；

(7) 安装转子传动件，围带组件及驱动装置；

(8) 密封间隙的调整；

(9) 辅助设备的安装。

(三) 锅炉受热面吊装及安装方案

#### 1. 前炉膛吊装顺序

水冷壁刚性梁悬挂→上部联箱悬挂→炉顶吊杆→前水冷壁垂直段→左右侧水冷壁垂直段→水冷壁延伸侧墙→底包墙及刚性梁→末级再热器进出口联箱→后水冷壁垂直管→末级再热器管排→末级过热器联箱→后拱框架和折焰角→水冷壁过渡段→前侧水冷壁螺旋段→左右侧水冷壁螺旋段→后侧水冷壁螺旋段→后屏过热器联箱→分隔屏过热器联箱→前顶棚→末级过热器管排→后屏过热器→分隔屏过热器→燃烧器→冷灰斗。

#### 2. 水冷壁组合安装

刚性梁及水冷壁部分安装分三个阶段，第一阶段安装上部垂直管水冷壁及刚性梁，第二阶段安装下部螺旋管水冷壁及刚性梁，第三阶段安装冷灰斗水冷壁及刚性梁。

其组合安装如下：

(1) 上部垂直管段水冷壁及刚性梁安装。

(2) 螺旋管水冷壁安装。螺旋管圈水冷壁每两片或三片组合后吊装，按先安装刚性梁、再安装水冷壁的顺序进行。炉膛外部借助刚性梁搭设脚手架。

其施工工艺如下：

1) 刚性梁组合安装。将一侧水冷壁两段焊口之间的刚性梁在炉底组合成一体。组合过程中，按图纸要求找正刚性梁间距、对角线，刚性梁之间用扁钢连接。在刚性梁上铺设木板、安装防护栏杆。

刚性梁组件利用 10t 卷扬机穿挂滑轮组提升到位后，临时吊挂。

四面刚性梁组合吊挂完毕，找正刚性梁标高、定位尺寸，形成框架，与钢架临时连接固定，并在刚性梁上标识锅炉中心线。

2) 螺旋管水冷壁管屏地面预组装。在组合场，把螺旋管屏按设计要求进行拼装、复核螺旋升角、组件长度、宽度和对角线以及片间的安装拼缝是否超差，并根据实测情况进行调整，使之符合设计要求。划出管屏的基准中心线，对每片管屏进行编号并做出标记作为安装时的依据。

将需要组合的部件进行对口和拼缝焊接。

安装吊装吊耳。