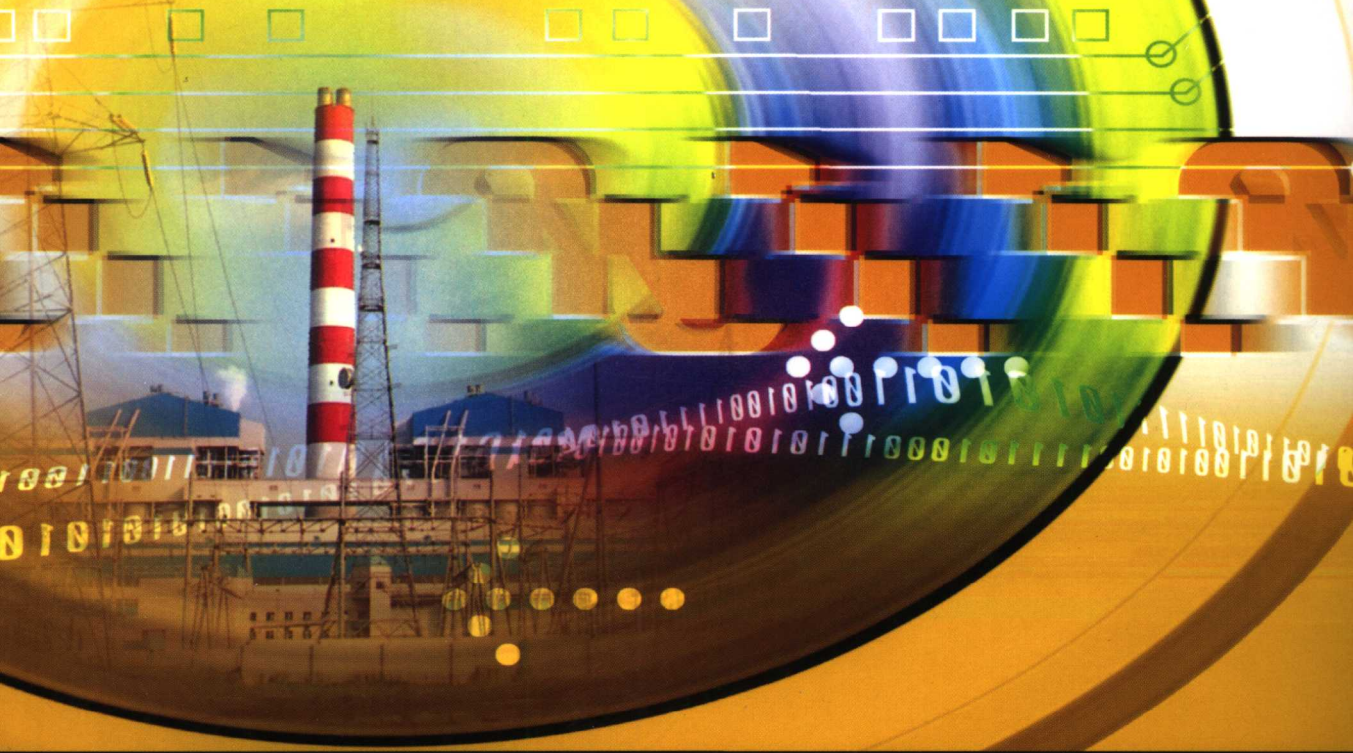


600 M W 火力发电机组安装作业丛书

锅炉分册

□ □ 王建忠 □ 史占铎 □ 王海龙 韩鹏之 □ 等 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

600 M W 火力发电机组安装作业丛书

锅炉分册

王建忠 史占铎 王海龙 韩鹏之 等 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是 600MW 火力发电机组安装作业丛书之一,丛书分《锅炉分册》、《汽轮机分册》、《电气分册》、《热控分册》四册,本书为《锅炉分册》。

本书共分 6 章,对 600MW 机组的锅炉安装工作进行了非常细致的描述,反映了锅炉安装的全过程。其中第一章对锅炉系统进行了全面的介绍,第二章~第五章对 600MW 机组锅炉的钢架、本体以及附属设备的安装工艺进行了详细的描述,第六章介绍了 600MW 机组锅炉专业施工组织设计编制方法和内容。由于本书的内容是基于 600MW 机组锅炉安装现场实际经验和施工方法编制而成的,因此具有较高的借鉴价值,对于 600MW 机组锅炉的安装工艺有较高的指导和参考作用。

本书内容全面翔实,理论与实践融为一体,具有极强的实用性和可操作性。是火电施工企业工程技术人员编制施工作业指导书,指导施工人员进行施工不可多得的一部极有份量的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

600MW 火力发电机组安装作业丛书. 锅炉分册/王建忠等编著. —北京:中国电力出版社,2006

ISBN 7-5083-4215-1

I. 6... II. 王... III. ①火力发电-发电机-机组-安装
②火电厂-锅炉-安装 IV. TM621.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 031240 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 6 月第一版 2006 年 6 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.75 印张 311 千字
印数 0001—3000 册 定价 19.80 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

1981年,我国第一台单机容量600MW的火力发电机组——元宝山电厂二期工程开工建设,标志着我国电力工业开始步入大容量、高参数、高自动化时期。随后的这些年中,600MW级火力发电机组得到了迅速发展。在目前的电力结构中,600MW级火力发电机组已成为电网的主力机组。因此,及时总结600MW机组的施工经验,将对我国的火力发电工程起到积极的作用,同时也是一笔宝贵的资产。

600MW机组的建设,一般会经历设计、施工、调试、运行、管理等阶段,而施工阶段是整个过程中很重要的一环。它是设计思路实现的保证,是调试工作的前提,是机组安全运行的关键。如何提高设备的安装水平,对机组以后的运行起着至关重要的作用。

本丛书分为《锅炉分册》、《汽轮机分册》、《电气分册》和《热控分册》四册,内容主要包括大型火力发电机组安装所应具备的基本知识、基本技能、专业施工技术措施和组织方案,收集了在建的具有典型意义的工程项目资料,吸收了当前国内外电力工程施工技术工艺的最新成果,反映了电力工程专业施工组织、进度控制和施工管理的最新发展水平及实践经验。专业施工组织设计、专业分项施工项目作业指导书及施工措施是指导施工全过程的依据,是火力发电工程安全、优质高效地进行施工的作业指南。本丛书主要针对600MW级火力发电机组建设过程中的各安装专业中重要分项工程的施工工艺和作业措施,结合我国部分在建的重点项目的实例进行详细论述。

本套丛书由华北电力大学、北京电力建设公司、山东电力建设公司、山东电力设计研究院、元宝山发电厂等多家单位在一线工作的电力专家学者、技术人员编写而成,参加编写的有王建忠、王海龙、韩鹏之、史占铎、彭丽霞、周艳玲、史同文、李俊、冯永新、田青、聂国欣、杨勇、张乐川、赵振庆、刘炜等,由北京电力建设公司副总工程师王建忠担任主编。

本丛书历经两年时间编撰而成,内容全面而翔实,理论与实践融为一体。由于其内容是基于600MW机组安装现场实际经验和施工方法编制而成的,因此具有较高的借鉴价值,对于600MW机组及超临界机组的安装工艺有较高的指导作用,同时也是火电施工企业工程技术人员编制施工作业指导书、指导技术人员进行施工的不可多得的一部极有分量的参考书。

限于作者水平,书中疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2006年5月

前言

第一章 锅炉设备及系统 1

第一节 锅炉设备及系统 1

第二节 锅炉安装概述 7

第二章 锅炉钢架的安装 11

第一节 锅炉钢架的安装概述 11

第二节 锅炉钢架安装措施典型实例 18

第三章 锅炉本体安装 29

第一节 水冷壁的安装 29

第二节 汽包及下降管的安装 35

第三节 过热器的安装 41

第四节 再热器的安装 47

第五节 省煤器的安装 52

第六节 燃烧器的安装 58

第七节 锅炉附属管道的安装 64

第八节 锅炉密封装置的安装 73

第九节 锅炉整体水压试验及系统净化 81

第四章 锅炉辅机安装 99

第一节 磨煤机的安装 99

第二节 给煤机的安装 109

第三节 锅炉风机的安装 113

第四节 空气预热器的安装 120

第五节 吹灰装置的安装 129

第五章 除尘设备及除灰除渣系统设备的安装 136

节一节 电除尘设备的安装 136
第二节 除灰设备的安装 144
第三节 除渣系统设备的安装 152

第六章 锅炉专业施工组织设计及典型实例 162

第一节 编制的原则和依据 163
第二节 工程概况 164
第三节 主要施工方案 171
第四节 施工技术 & 物资供应计划 185
第五节 施工组织管理及劳力计划 188
第六节 技术革新推广与降低成本措施 197

锅炉设备及系统

第一节 锅炉设备及系统

一、电厂锅炉构成及工作过程

锅炉是火力发电厂的主要设备之一，其作用是使燃料在炉内燃烧放热，并将锅内工质由水加热成具有足够数量和一定质量（汽压、汽温）的过热蒸汽，供汽轮机使用。在锅炉中，实现燃料化学能转换成过热蒸汽热能的同时，进行着三个互相关联的主要工作过程，即燃料的燃烧过程、传热过程和过热蒸汽的产生过程。燃烧过程是在锅炉的炉膛中进行的，燃烧过程的任务是使燃料燃烧放出热量，产生高温的火焰和烟气。传热过程的任务是使火焰和高温烟气的热量通过各种换热设备传递给水、蒸汽或空气。来自高压加热器的给水进入锅炉后，经过省煤器、水冷壁和过热器吸收火焰或烟气的热能，逐渐由未饱和水变成饱和水，再由饱和水变成饱和蒸汽，最后由饱和蒸汽加热成为具有一定压力和温度的过热蒸汽。

电厂锅炉由锅炉本体设备、辅助设备和锅炉附件组成，如图 1-1 所示。

锅炉本体设备是锅炉的主要组成部分，由汽水系统和燃烧系统两大系统组成。锅炉汽水系统由省煤器、汽包、下降管、联箱、水冷壁、过热器、再热器组成，其主要任务是有效吸收燃料放出的热量，使炉内水蒸发并形成具有一定温度和压力的过热蒸汽；锅炉燃烧系统由炉膛、烟道、燃烧器、空气预热器等组成，其主要作用是使燃料在炉内良好燃烧，放出热量。

锅炉的辅助设备主要包括通风设备、输煤设备、制粉设备、给水设备、除尘和除灰设备等。通风设备主要包括送风机、引风机、烟风道、烟囱等，其主要作用是提供燃料燃烧和煤粉干燥所需的空气，并将燃烧生成的烟气排出炉外；输煤设备主要包括卸煤设备、受煤设备、煤场机械、输煤皮带、配煤设备等，其主要作用是将进入发电厂的煤或煤场中的煤送入锅炉原煤斗中；制粉设备主要包括原煤仓、给煤机、磨煤机、粗粉分离器、细粉分离器、排粉风机等，其主要作用是将原煤干燥并磨制成合格的煤粉；给水设备由给水泵和给水管路组成，其主要作用是向炉内可靠地供水；除尘、除灰设备的主要任务是清除烟气中的飞灰和燃料燃烧后的灰渣。

锅炉附件主要包括安全门、水位计、吹灰器、热工仪表和控制设备等。

此外，锅炉本体还有炉墙和构架。炉墙用来构成封闭的炉膛和烟道；构架用来支撑和悬吊汽包、锅炉受热面、炉墙等。

以下分别以燃烧系统、汽水系统和其他辅助系统来说明锅炉的构成和工作过程。

1. 燃烧系统

煤粉是由原煤经过制粉系统的一系列设备制备而成的。在图 1-1 中，从原煤仓落下的

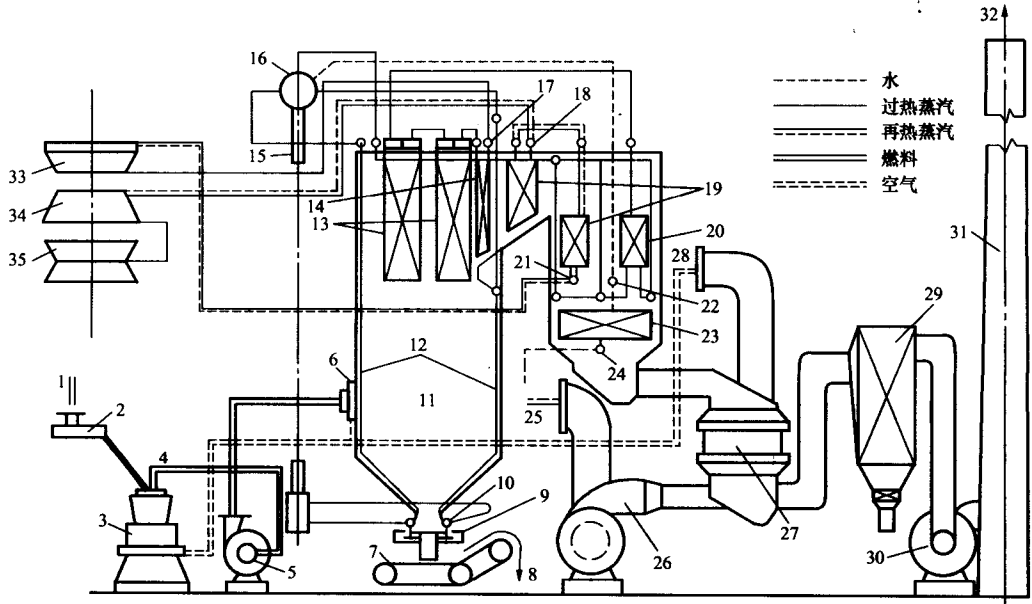


图 1-1 电厂锅炉设备构成及生产过程示意简图

1—原煤斗；2—给煤机；3—磨煤机；4—风粉混合物出口；5—排粉风机；6—燃烧器；7—排渣装置；8—排渣；9—水封装置；10—下联箱；11—炉膛；12—水冷壁；13—屏式过热器；14—高温过热器；15—下降管；16—汽包；17—过热器出口联箱；18—再热器出口联箱；19—再热器；20—低温再热器；21—再热器出口联箱；22—省煤器出口联箱；23—省煤器；24—省煤器进口联箱；25—冷风入口；26—送风机；27—空气预热器；28—热风出口；29—除尘器；30—引风机；31—烟囱；32—排烟出口；33—汽轮机高压缸；34—汽轮机中压缸；35—汽轮机低压缸

原煤经给煤机送入磨煤机中，同时由空气预热器出来的一部分热空气经排粉机也送入磨煤机中，将煤加热和干燥，同时热空气本身也是输送煤粉的介质。离开磨煤机的煤粉和空气混合物经燃烧器送入炉膛中进行燃烧。

外界冷空气是经送风机升压后送往空气预热器的。冷空气在空气预热器内被烟气加热后，一部分热空气送入磨煤机，用于干燥和输送煤粉，这部分热空气称为一次风；另一部分热空气则直接经燃烧器送入炉膛，这部分热空气称为二次风。二次风在炉膛内与已着火的煤粉气流混合，并参与燃烧反应。

煤粉和空气经燃烧器送入炉膛后，在炉膛内进行悬浮燃烧放出热量。炉膛周围布置着大量水冷壁管，炉膛上部布置着顶棚过热器及屏式过热器等受热面，水冷壁和顶棚过热器等是锅炉的辐射受热面。高温火焰和烟气在炉膛内向上流动时，主要以辐射换热的方式把热量传递给水冷壁和过热器管内的水或蒸汽，烟气自身的温度也不断地降低下来。

烟气离开炉膛以后进入水平烟道，然后再向下进入垂直烟道。在锅炉本体的烟道内布置着过热器、再热器、省煤器和空气预热器等受热面。烟气在流过这些受热面时主要以对流换热的方式放出热量，这些受热面称为对流受热面。过热器和再热器布置在烟气温度较高的地区，称为高温受热面。而省煤器和空气预热器布置在烟气温度较低的尾部烟道内，故称为低温受热面或尾部受热面。

烟气流经一系列对流受热面时，不断放出热量而逐渐冷却下来，离开空气预热器的烟气

(即锅炉排烟) 温度已相当低, 通常在 $110\sim 160^{\circ}\text{C}$ 之间。由于煤粉锅炉的烟气中携带有大量飞灰, 为了防止环境污染, 锅炉的排烟首先要经过除尘器, 使绝大部分飞灰被捕捉下来。最后, 比较清洁的烟气通过引风机由烟囱排入大气。

以上与燃料燃烧有关的煤、风、烟系统称为锅炉的燃烧系统。锅炉的“炉”即泛指燃烧系统。燃烧系统是由燃烧设备(炉膛、燃烧器和点火装置)、空气预热器、通风设备(风机)以及烟风道组成的。锅炉的燃烧系统的工作流程如图 1-2 所示。

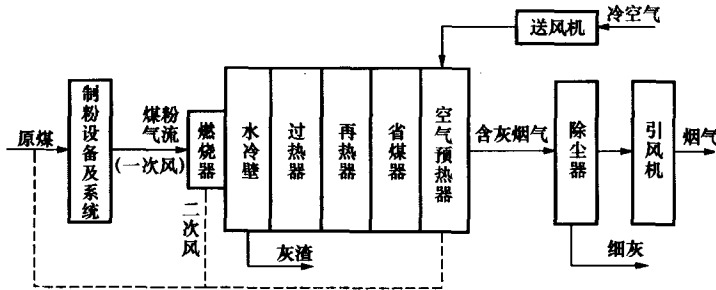


图 1-2 燃烧系统工作流程

2. 汽水系统

锅炉的“锅”即泛指汽水系统。汽水系统是指水和蒸汽流经的许多设备(其中包括受热面、汽包和连接管道)组成的系统, 是与过热蒸汽的产生过程有关的系统。汽水系统的工作流程如图 1-3 所示。

锅炉给水首先进入省煤器。省煤器是预热设备, 其任务是利用烟气的热量使未饱和的给水预热升温。高压以上电厂锅炉的省煤器出口水温仍未达到饱和温度。在图 1-1 所示的自然循环锅炉中, 从省煤器出来的水送入汽包, 进入由汽包、下降管、联箱和水冷壁组成的自然水循环蒸发设备中。水冷壁是锅炉的蒸发受热面, 水在水冷壁中继续吸收炉内高温火焰和烟气的辐射热, 进一步被加热升温成饱和水, 并使部分水变成饱和蒸汽。汽水混合物向上流动又流入汽包。在汽包中通过汽水分离装置进行汽水分离, 分离出来的饱和蒸汽进入过热器。过热器的任务是将饱和蒸汽加热成为一定温度和压力的过热蒸汽。由过热器出来的过热蒸汽经主蒸汽管道送往汽轮机高压缸做功。

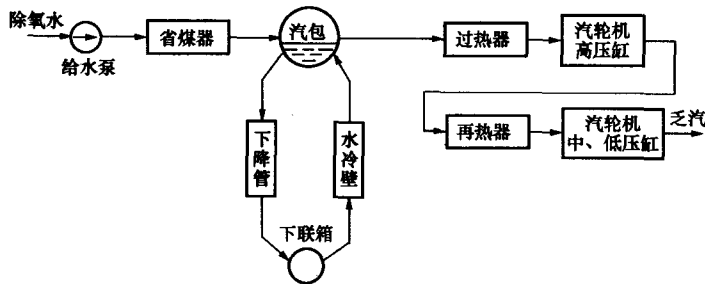


图 1-3 汽水系统工作流程

为提高锅炉—汽轮机组的循环热效率和安全性, 锅炉压力在 13.7MPa 以上时, 大多要用蒸汽再热, 即采用再热循环。这样锅炉汽水系统中还有再热器。过热蒸汽在汽轮机高压缸

做功后，又被送回到锅炉的再热器中。再热器的任务是将汽轮机高压缸中做过功、温度已降低的中压过热蒸汽的温度进一步提高，然后再送入汽轮机，在中低压缸内继续做功。

3. 辅助系统

燃烧系统和汽水系统是锅炉的两大主要系统。锅炉本体设备主要就是由这两大系统的燃烧设备、蒸发设备、过热器、再热器、省煤器和空气预热器组成的。除此以外，锅炉还必须要有其他一些辅助系统和设备。主要的辅助系统有输煤系统、制粉系统、除尘系统、除灰系统和给水除氧系统等。

二、电厂锅炉的特性、分类和型号

1. 电厂锅炉的主要特性

电厂锅炉的主要特性有锅炉容量、蒸汽参数、燃烧方式、给水温度、锅炉整体布置、锅炉热效率等。

(1) 锅炉容量。锅炉容量用蒸发量来表示，是说明锅炉产汽能力大小的特性数据。一般指锅炉每小时的 最大连续蒸发量 ，又称为 额定蒸发量 或 额定容量 ，常用符号 D_e 表示，单位为 t/h 。习惯上电厂锅炉容量也用与之配套的汽轮发电机组的电功率来表示，如 600MW 锅炉。

(2) 锅炉蒸汽参数。锅炉蒸汽参数是说明锅炉蒸汽规范的特性数据，一般指锅炉过热器出口的蒸汽温度和蒸汽压力（表压力），符号分别用 t 、 p 表示，单位分别为 $^{\circ}\text{C}$ 、 MPa 。对具有中间再热的锅炉，蒸汽参数还应包括再热蒸汽压力、温度。

(3) 给水温度。锅炉给水温度是说明锅炉给水规范的特性数据，一般指省煤器入口处的给水温度。

(4) 锅炉热效率。锅炉热效率是说明锅炉运行经济性的特性数据，它是指锅炉有效输出热量占输入热量的百分比。

2. 电厂锅炉的型号

电厂锅炉的型号反映了锅炉的主要技术特性。目前，我国电厂锅炉的型号一般采用三组或四组字母表示，其表示形式一般为：制造厂家—锅炉容量/过热蒸汽压力—过热蒸汽温度/再热蒸汽温度—锅炉设计序号。第一组符号是制造厂家的汉语拼音缩写，如 HG——哈尔滨锅炉厂；SG——上海锅炉厂；DG——东方锅炉厂；WG——武汉锅炉厂；BG——北京锅炉厂等。第二组是数字，分子数字是锅炉容量，单位为 t/h ，分母数字为锅炉出口过热蒸汽的压力，单位为 MPa 。第三组也是数字，分子和分母分别表示过热蒸汽和再热蒸汽出口温度，单位均为 $^{\circ}\text{C}$ 。最后一组中，符号表示燃料代号，而数字表示设计序号。煤、油、气的燃料代号分别为 M、Y、Q，其他燃料的燃料代号是 T。对同容量和蒸汽参数的锅炉，设计序号小的是先设计的。

如 HG-2008/18.22-540/540-M8，表示哈尔滨锅炉厂制造的容量为 2008t/h 、过热蒸汽压力为 18.22MPa 、过热蒸汽温度为 540°C 、再热蒸汽温度为 540°C 、设计燃料为煤、设计序号为 8（该型号锅炉为第 8 次设计）的锅炉。

3. 电厂锅炉的分类

(1) 按锅炉容量分类。根据我国目前锅炉的发展情况，一般 $D_e < 220\text{t/h}$ 为小型锅炉； $D_e = 220 \sim 410\text{t/h}$ 为中型锅炉； $D_e \geq 670\text{t/h}$ 为大型锅炉。

(2) 按蒸汽压力分类。按锅炉的蒸汽压力，可分为低压锅炉（ $p \leq 2.45\text{MPa}$ ）、中压锅炉（ $p = 2.94 \sim 4.92\text{MPa}$ ）、高压锅炉（ $p = 7.84 \sim 10.8\text{MPa}$ ）、超高压锅炉（ $p = 11.8 \sim$

14.7MPa)、亚临界锅炉 ($p=16.7\sim 19.6\text{MPa}$)、超临界锅炉 ($p\geq 22.1\text{MPa}$)。

(3) 按锅炉的燃烧方式分类。按锅炉的燃烧方式,可分为层燃炉、室燃炉、旋风炉、循环流化床锅炉等。

层燃炉是指煤块或其他固体燃料在炉算(或称炉排)上形成一定厚度的料层进行燃烧,这种锅炉多为小容量低参数的工业锅炉。

室燃炉是指燃料在炉膛内呈悬浮状态进行燃烧,是目前火力发电厂的主要燃烧方式。

旋风炉是指粗煤粉和空气在旋风筒内强烈旋转并进行燃烧,以旋风筒作为燃烧室的锅炉。

循环流化床炉是指燃料在流化状态下燃烧的一种锅炉,该炉型具有燃烧稳定和燃料适应性好的优点。

(4) 按工质在蒸发受热面中的流动方式分类。按工质在锅炉中流动的主要推动力来源不同,一般可将锅炉分为自然循环锅炉、控制循环锅炉和直流锅炉。图 1-4 所示为几种不同类型锅炉的示意图。

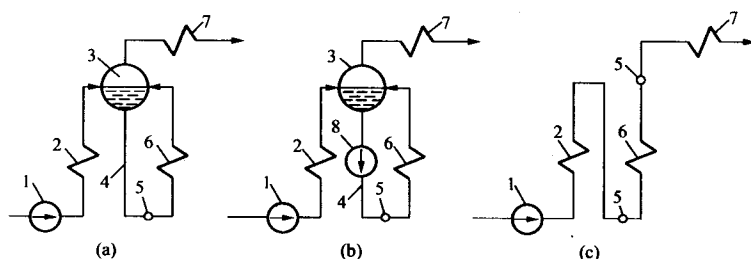


图 1-4 蒸发受热面内的工质流动方式

(a) 自然循环; (b) 控制循环; (c) 直流式

1—给水泵; 2—省煤器; 3—锅炉汽包; 4—下降管; 5—联箱; 6—水冷壁; 7—过热器; 8—炉水循环泵

三、600MW 机组锅炉的类型和发展概况

1. 锅炉设备随着电力事业的发展而不断发展,其发展趋势大致可按下述几点来说明

(1) 锅炉容量和蒸汽参数不断提高。近几十年来,单台机组容量不断增长,特别是计算机和耐高温金属材料的开发和应用,为电厂锅炉向高参数、大容量、高自动化发展提供了强有力的技术支持。目前,在工业发达的国家中,与 600MW 汽轮发电机组配套的 2000t/h 超临界压力的大型电厂锅炉已相当普遍。美国 1972 年就已有与 1300MW 配套的 4398t/h 超临界压力的锅炉投入运行,前苏联于 1981 年投运一台 1200MW 的超临界压力直流锅炉,锅炉容量为 3950t/h。

(2) 煤种和燃烧技术的发展。在燃烧方式上,为适应劣质煤的燃烧,降低氮氧化物和二氧化硫等有害气体的污染,循环流化床锅炉也得到了较快的发展;在燃烧技术上,为适应劣质煤燃烧,减轻污染,相继研制开发了低氮氧化物燃烧器、旋流燃烧器等。由于煤炭供应紧张,促使锅炉燃用劣质煤、难烧的煤、无烟煤等,这也推动了劣质煤燃烧技术的发展。

2. 我国 600MW 机组电厂锅炉的发展情况

与发达国家的电力工业相比,我国电力工业的发展起步较晚,解放前我国根本就没有自己的锅炉制造业。解放后,我国先后在哈尔滨、上海、四川、北京、武汉等地建立了锅炉生产基地,20 世纪 50 年代后期设计制造了与 50MW 汽轮发电机组配套的容量为 230t/h 的锅炉。六七十年代,我国的电力工业有了较快的发展,到 70 年代末,已先后设计制造了与

125、200、300MW 汽轮发电机组配套的容量为 400、670、1000t/h 高压、超高压和亚临界压力的锅炉。从 1985 年我国第一台引进的 600MW 火力发电机组在元宝山电厂投运开始，我国进入了发展 600MW 火电机组的年代，先后有安徽平圩电厂两台亚临界压力 600MW 机组，上海石洞口第二电厂两台超临界压力 600MW 机组等一系列机组相继投产。

国内目前 600MW 级锅炉主要有自然循环、控制循环和直流炉三种类型式。如图 1-5 所示为哈尔滨锅炉厂生产的配 600MW 汽轮发电机组的亚临界压力控制循环锅炉，锅炉容量为 2008t/h，蒸汽压力为 18.3MPa，过热汽温/再热汽温为 540.6/540.6℃，燃用煤粉、固态排渣，图中表示了水冷壁、过热器、省煤器和空气预热器的布置情况。为进一步降低设备投资、金属消耗、运行管理费用，提高机组运行的经济性和安全性，高参数、大容量、高自动控制技术的大型电厂锅炉已成为当今电厂锅炉的发展趋势。

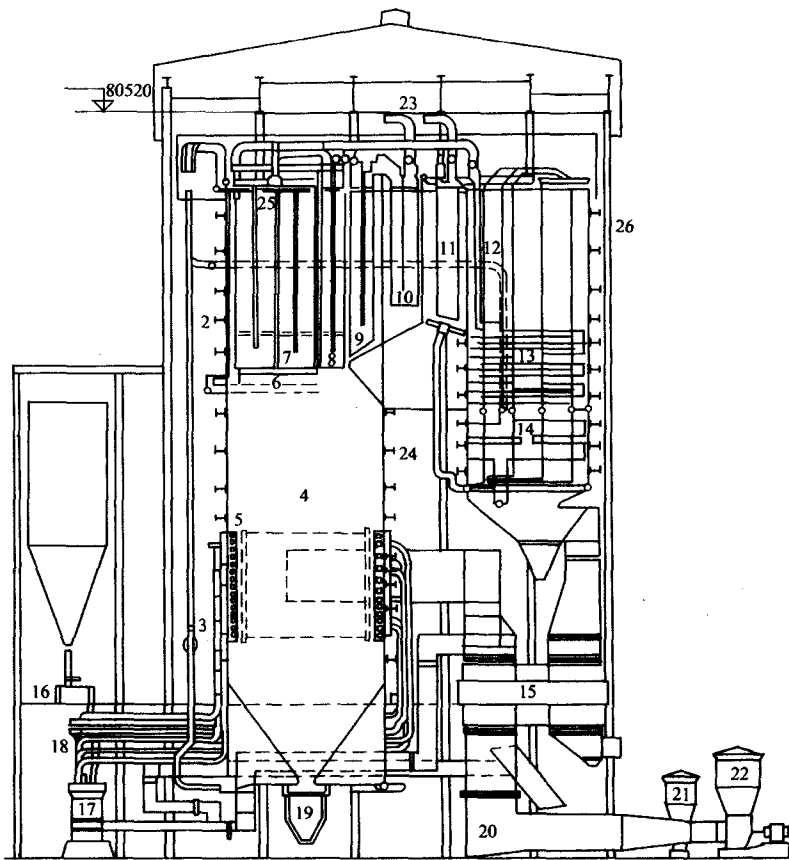


图 1-5 HG-2008/18.3-540.6/540.6 型控制循环锅炉

- 1—汽包；2—下降管；3—循环泵；4—水冷壁；5—燃烧器；6—壁式辐射再热器；7—分隔屏过热器；8—后屏过热器；9—后屏再热器；10—末级再热器；11—末级过热器；12—立式低温过热器；13—水平低温过热器；14—省煤器；15—容克式空气预热器；16—给煤机；17—磨煤机；18—煤粉管道；19—除渣装置；20—风道；21—一次风机；22—送风机；23—锅炉钢架；24—刚性梁；25—顶棚管；26—包覆管

第二节 锅炉安装概述

一、锅炉安装的特点、方法和基本要求

1. 锅炉安装的特点

锅炉是火力发电厂三大主机之一。现代化大型锅炉的参数高、部件多、体积大、重量大,无法在制造厂组装成整体后运往工地,只能在制造厂加工成零部件或将运输装卸能力允许的组件运往工地,再进行组合装配,装置成能够投产运行的完整锅炉。这种组合装配的全部工序,就是锅炉安装。锅炉安装工程量大,一般占全部工程量的40%~45%,工期长,一般为建设总工期的60%。由于锅炉体积大、组合工序多、笨重,吊装就位难,施工密度大,难度大,交叉作业多,与其他主机相比,在安装中涉及的问题较繁杂,故对安装技术提出了新课题。大型锅炉安装一般有以下特点:

(1) 施工方案错综复杂。锅炉安装没有典型并通用的施工方案直接采用,而是因地制宜地根据现场具体情况和实际条件制订施工方案。对完全相同的机组,现场具体情况不同,采用的安装方案也不尽相同。在制定施工方案时,对可能出现的各种困难和问题应尽可能进行全面、周密、仔细的考虑,作出科学合理的安排,采取切实有效的措施。

(2) 吊装的难度大。大型锅炉具有炉体高、部件大、组件重、数量多的特点,这样运输吊装锅炉设备的部件、组件就需很多的大型吊装机具,吊装的难度可想而知。

(3) 阀门安装工作量大,焊接工艺复杂。大型锅炉容量大,汽水系统复杂,所采用的阀门口径大、数量多、结构复杂,这样使其安装工作量增大很多,安装质量也要求高。

大型锅炉机组采用的钢种有10多种,为了保证锅炉运行的安全可靠,同时要尽量节约合金钢材,故在某一设备部件上根据工况不同采用了不同的钢材。在某些设备上有时钢材还有代用及改变等情况。在采用钢种多而复杂的锅炉设备上,其焊接工艺、热处理工艺复杂,焊接质量要求高。

(4) 安装的质量要求高。大型机组系统复杂、参数高、工艺新,而要使机组在规定的参数、指标下,安全经济并长期可靠地运行,对制造和安装的质量必须达到很高的水平。

2. 锅炉安装的主要内容

(1) 施工前的准备。施工前的准备工作包括现场临时建筑的搭设与布置,安装场地的平整,照明、水源、动力和施工机械的装设,道路的开通,设备存放地点的准备,以及施工计划的编制等。

(2) 设备的检查、修理、组合起吊及安装。对设备开箱清点主要是检查设备的数量、尺寸及规格,检查设备质量及材质等是否符合规定要求,并消除缺陷等。

在保证设备安装质量的前提下,设备组合尽量由高空作业转移到平地上来。这样做不仅可以缩短安装期限,合理利用劳动力,还可做到安全施工和降低成本。在组合场地分别将钢架、锅炉各受热面、汽包等组合成组合件。将组合好的组合件按安装顺序起吊、找正、就位,在安装位置连接成一个整体。即在锅炉的基础上安装钢架。然后在钢架上安装受热面、汽包及连接管道等。大型锅炉还进行最后找正,完成后再进行基础的二次灌浆,最后固定锅炉钢架。

(3) 辅助设备的安装。辅助设备的安装包括输煤制粉设备、空气预热器、除灰除尘设

备、通风设备和连接管道等。

(4) 砌筑炉墙与保温。锅炉在水压试验后,要将炉墙全部砌筑好,并且将各管道及设备的热露部分用保温材料进行保温。现代大型锅炉的燃烧室、炉顶、水平烟道和尾部烟道都采用敷管式炉墙,故不需砌筑。但在锅炉各受热面吊装找正就位后,要进行燃烧室和烟道等处的接缝、填缝工作。

(5) 锅炉安装后的工作。锅炉安装后要整体水压试验、漏风试验、连锁试验、转动机械分部试转、烘炉、煮炉、化学清洗、冲管、蒸汽严密性试验及安全门调整等工作。最后经试运行合格才能正式投入生产。

3. 锅炉安装的方法及基本要求

(1) 锅炉安装的方法。锅炉安装的方法有两种:一种叫组合安装法,另一种叫分散安装法。把设备零部件在组合场拼装成便于起吊就位的组合件,再运到安装地点将组件装置于生产系统的方法叫组合安装。将锅炉上大量的零件和部件,一件件地吊放到装配的部位,进行装接,这种方法称为分散安装法,也叫单装或分件安装。在考虑安装办法时,要因地制宜地结合现场情况和施工条件,通过科学分析、效益比较后才能确定。

(2) 锅炉安装的基本要求。锅炉安装质量直接影响着锅炉设备投产后能否达到设计要求并安全经济地运行,因此安装应达到下述基本要求。

1) 准确性。准确性是指设备在校正、组合、运输、起吊、就位及找正过程中,其尺寸、形状和安装位置的准确程度。其准确度必须符合设计及 DL/T 5047—1995《电力建设施工及验收技术规范(锅炉机组篇)》中的有关规定。

2) 严密性。锅炉运行时,其所属各系统中都流动着高温高压的介质,任何一处的漏泄都会造成人身伤亡事故,所以在锅炉安装中,保证严密不漏是确保安装质量的最基本的要求。

3) 管、箱内要求通畅洁净。要安装受热面时,对管、箱内壁的污垢、油、泥、铁锈等必须清除,使其保持高洁净度。

4) 热胀性。锅炉的安装是在常温下进行的。各系统比较复杂,管路交错,互相关联且又相互影响;同时各部分的受热不同,尺寸大小及厚薄不一,材料有别,胀值不等,胀向交错,热应力很大。所以在实际安装中,应详细分析受热膨胀性,编制热膨胀系统图,作为施工的依据。

二、锅炉安装施工组织准备

(一) 制定锅炉专业施工组织设计及各分项工程施工作业指导书

锅炉安装工程的特点是工种多,立体和交叉作业多,技术要求高,质量关键点多等。故应结合机具、设备及场地等具体情况,对可能在施工中碰到的各种困难和问题,尽可能进行全面、周密、仔细的考虑,作出科学合理的安排,采取切实有效的措施。编制出一个指导锅炉施工的施工组织设计及施工方案,是直接关系到施工能否有条不紊地按照统一的安排与步调顺利进行,关系到现场所有施工人员、各班组及各工种间能否很好地配合工作,关系到施工能否充分发挥施工人员及机具作用的最重要的问题,所以必须十分重视。

(二) 锅炉安装的前期工作

1. 组合场地

锅炉组合场是用来组合锅炉设备的场地,其主要任务是完成各个组件的组合、设备堆放

和设备起吊就位工作的顺利进行。合理地选择、布置组合场可充分利用场地及起重机具加快工程进度,降低施工成本。它一般布置在扩建端,是根据工程的规模、设备的安装方法、运输条件、起重机具的能力等方面来确定的。

2. 起吊机具的选择与布置

(1) 机具选配的要求。选配机具时主要考虑如下几点:

- 1) 主厂房和锅炉的布置情况及锅炉的类型和结构形式。
- 2) 起重量、起吊高度及幅度应能满足预制构件、设备或组件的构造特性、组合特点、组合件重量和外形尺寸的需要,符合其运输、起吊和安装就位的要求。
- 3) 总的工程量、施工现场条件、工期要求和本单位机械配备的实际情况。

4) 机具的性能和经济技术指标(生产效率高、制造容易、钢材耗量少、运转费用低)。

选配机具完全满足上述要求不易办到,故应据上述条件列出几种方案,经全面分析比较后,再确定较好的配置方案。

(2) 大型机具的布置。主要起吊机具在安装现场的布置应符合:机具布置的位置应与全部构件设备的水平运输及其交通干线相衔接,并使其吊装范围最大;正常工作时不能碰撞建筑物和设备;不妨碍其他部分的施工。

(3) 布置实例。某 600MW 火力发电机组配套的锅炉型号为 SG-2102/25.4,其吊装机具的选配置如下:

1) 锅炉设备组合堆放场的机械布置。锅炉设备组合堆放场布置 1 台 60t/42m 龙门吊,1 台 40t/42m 龙门吊,主要用于锅炉设备卸车及设备的临时堆放场地。

2) 电除尘组合场、钢结构制作场和钢材库的机械布置。电除尘组合场、钢结构制作场和钢材库布置 1 台 30t/32m 龙门吊,主要用于钢结构制作、钢材的存放和装卸车及电除尘设备的存放。

3) 锅炉吊装机械的布置。锅炉吊装机械的布置及选型,根据锅炉的结构形式并满足施工要求,其布置方案为:锅炉右侧布置一台 DBQ4000 塔吊,锅炉左侧布置一台 CC1800 履带吊,DBQ4000 塔吊在炉右侧顺锅炉纵向中心线方向行走,CC1800 履带吊在炉左侧顺锅炉纵向中心线方向行走,两车可覆盖整台锅炉,如图 1-6 所示。

4) 电除尘吊装机械布置。电除尘的吊装机械以 F0/23B 塔吊为主,CC1800 履带吊为辅,F0/23B 塔吊位于电除尘与烟囱间,满足电除尘(除底梁、部分灰斗、进出口烟箱)的吊装,CC1800 履带吊穿插吊装底梁、部分灰斗、进出口烟箱。

3. 组合件的划分及布置

(1) 组合件的划分依据。组合件划分根据设备的构造特征、外形尺寸、部件重量、安装方法、起吊机具的能力、组合场地的大小、组件运输条件、工期的缓急和设备供应情况等因素进行,应尽可能地根据实际情况提高组合率,增加组件重量,减少组件数量。

(2) 组件的布置原则与要求。组件布置应紧凑合理、场地利用率应高,便于周转和重复使用。按吊装的先后顺序合理安排,先吊装的组件先组合,组合地离锅炉基础近些。后安装的或小件可相对离远一些,避免运输和吊装过程中相互影响。对于体积庞大或笨重的组件,尽量靠近铁路、安装地点及吊装方便的地方布置,并尽量防止二次搬运或阻碍其他组件的运输和吊装。用两车抬吊时,组件应与主钩方向一致。组件应尽量分类集中布置在铁路两侧,减少平板车和吊车长距离搬运,但组合件不应影响铁路的运输。

4. 力能供应及其他准备工作

为了保证锅炉设备的安装能顺利进行，在力能供应上应按施工组织设计的要求布置施工现场的七种力能供应：供水、供电、供氧气、供乙炔、供压缩空气、供氩气和供热。开工前大量的设备进入现场应有合适的远堆放场所，对这些场地要进行必要的平整夯实，各场地间要有运输干线，并且场地内要有良好的排水和消防设施。

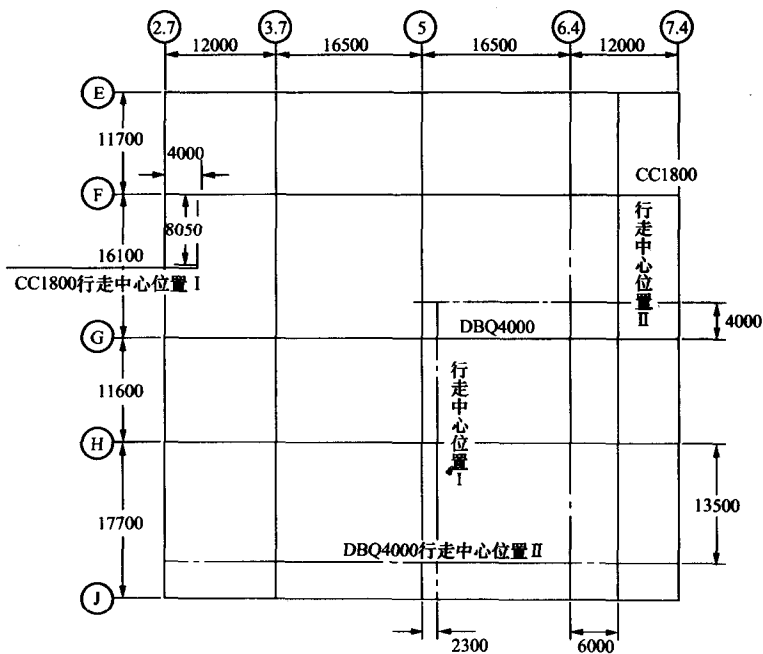


图 1-6 锅炉吊装机具布置图

锅炉钢架的安装

第一节 锅炉钢架的安装概述

一、锅炉钢架的结构及构件连接方式

1. 锅炉钢架的结构

锅炉钢架设备主要包括柱子、横梁、垂直斜撑、水平斜撑、吊挂装置等。它是支撑所有受热面、炉墙及炉体其他附件的重量的构架。锅炉钢架采用立体桁架支撑结构。

钢架柱子、梁及大部分垂直斜撑通常采用宽翼缘 H 型钢 (HK)。立柱的底面固定在钢筋混凝土基础上, 横梁置于立柱之间, 并与之刚性连接。钢架立柱因受力不同, 柱子的截面不尽一样, 习惯上有主、辅柱之分。主柱为炉膛及包墙周围承重柱, 柱子截面较大, 翼缘板、腹板的钢板较厚; 辅柱主要作为烟风管道、梯子、平台的支撑, 柱子截面较小, 翼缘板、腹板的钢板较薄。

为保证锅炉钢架的稳定性, 在不同高度设有水平支撑, 用于保证其他列立柱水平力的传递, 以形成平面稳定结构。水平支撑大部分设计为双拼角钢形式, 两角钢中间加垫板通过螺栓 (普通) 组合成一体。大部分水平支撑端部通过螺栓带有与梁连接的结合板, 使支撑与纵、横向钢梁都发生力的传递。

钢架的炉顶部分基本上是侧大板梁 (顶板梁)、次梁及吊杆梁等组成。炉本体的部件都是通过吊杆悬挂在炉顶梁上的, 因此要求炉顶梁有足够的刚性和强度, 在受热振动和承压后不致变形过大。

2. 锅炉钢架的连接方式

锅炉钢结构的连接方式可分为焊缝连接和高强螺栓连接。焊接方式是钢结构连接最主要的连接方式。其优点是可对钢材从任何方位角度相交进行连接, 适用范围广; 不需在钢材上开孔, 不削弱截面; 焊缝刚度大, 密封性好。但因其焊接的高温作用而形成影响区, 使附近钢材金相组织及机械性能发生变化, 影响钢结构的承载力和刚度。而高强螺栓连接可以保证连接件有较好的整体性和刚性。

二、锅炉钢架的安装

(一) 基础的检查与画线

1. 对相关土建工程的准备工作

在锅炉钢架开始安装前, 设备基础按 GB 50204—2002《混凝土结构工程施工质量验收规范》的规定检查、验收合格; 基础强度未达到设计强度等级的 70% 时不得承重; 地面要回填夯实, 尽量做好混凝土毛地面, 完成进入厂房的通道或铁路, 并应满足施工组织设计的要求; 土建施工的剩余材料和杂物应及时清除干净。钢架开始安装前交付安装的建筑应具备