

全国电力出版指导委员会出版规划重点项目

火力发电职业技能培训教材

HUOLIFADIAN ZHIYE JINENG PEIXUN JIAOCAI

锅炉设备运行

《火力发电职业技能培训教材》编委会

紧贴职业技能鉴定
体现火电技术发展
突出实际操作技能



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

全国电力出版指导委员会出版规划重点项目

火力发电职业技能培训教材

锅炉设备运行

白国亮 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本教材是根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范·电力行业》对火力发电职业技能鉴定培训的要求编写的。教材突出了以实际操作技能为主线,将相关专业理论与生产实践紧密结合的特色,反映了当前我国火力发电技术发展的水平,体现了面向生产实际为企业服务的原则。

本教材基本上按《鉴定规范》中的火力发电的运行与检修专业进行分册。全套教材总共15个分册,内容包括了《鉴定规范》中相关的近40个工种的职业技能培训。针对教材中的重点和难点,还将配套出版各分册的《复习题与题解》。

本教材的作者和审稿人均为长年工作在生产第一线的技术人员,有较好的理论基础和丰富的实践经验和培训经验。

本书为《锅炉设备运行》分册,包括工种的培训内容。主要内容有:锅炉综述,燃料及燃烧理论基础,锅炉烟风系统及设备,锅炉汽水系统组成及工作原理,锅炉的结渣、磨损、积灰和腐蚀,制粉系统及锅炉附件,锅炉启动,锅炉运行调节,锅炉停运,锅炉故障停炉和事故处理,锅炉辅助设备故障,锅炉效率与经济运行,锅炉检修后的验收与机组试验,锅炉热力试验,发电厂可靠性管理和锅炉寿命,锅炉协调控制,灰渣的组成及除灰方式,锅炉内部除灰设备,锅炉外部除灰设备,气力输灰系统,除灰系统设备选择及问题研究,电除尘器设备,电除尘器的运行与维护,电除尘器的检修与试验,电除尘器的总体设计与安装,脱硫技术介绍等。

本教材为火力发电职业技能鉴定培训教材,火力发电现场生产技术培训教材。也可供火电类技术人员及技术学校教学使用。

图书在版编目(CIP)数据

锅炉设备运行/《火力发电职业技能培训教材》编委会
编. —北京:中国电力出版社, 2005
火力发电职业技能培训教材
ISBN 7-5083-2441-2

I. 锅... II. 火... III. 火电厂-锅炉运行-技术培训-教材 IV. TM621.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第089515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>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2005年3月第一版 2005年3月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 18印张 615千字

印数0001—4000册 定价30.00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)

《火力发电职业技能培训教材》

编 委 会

主 任：周大兵 翟若愚

副主任：刘润来 宗 健 朱良镭

常 委：魏建朝 刘治国 侯志勇 郭林虎

委 员：邓金福 张 强 张爱敏 刘志勇

王国清 尹立新 白国亮 王殿武

韩爱莲 刘志清 张建华 成 刚

郑跃生 梁东原 张建平 王小平

王培利 闫刘生 刘进海 李恒煌

张国军 周茂德 郭江东 闻海鹏

赵富春 高晓霞 贾瑞平 耿宝年

谢东健 傅正祥

主 编：刘润来 郭林虎

副主编：成 刚 耿宝年

教材编辑办公室成员：刘丽平 郑艳蓉

前言

近年来,我国电力工业正向着大机组、高参数、大电网、高电压、高度自动化方向迅猛发展。随着电力工业体制改革的深化,现代火力发电厂对职工所掌握知识与能力的深度、广度要求,对运用技能的熟练程度,以及对革新的能力,掌握新技术、新设备、新工艺的能力,监督管理能力,多种岗位上工作的适应能力,协作能力,综合能力等提出了更高、更新的要求。这都急切地需要通过培训来提高职工队伍的职业技能,以适应新形势的需要。

当前,随着《中华人民共和国职业技能鉴定规范》(简称《规范》)在电力行业的正式施行,电力行业职业技能标准的水平有了明显的提高。为了满足《规范》对火力发电有关工种鉴定的要求,做好职业技能培训工作,中国国电集团公司、中国大唐集团公司与中国电力出版社共同组织编写了这套《火力发电职业技能培训教材》,并邀请一批有良好电力职业培训基础和经验、并热心于职业教育培训的专家进行审稿把关。此次组织开发的新教材,汲取了以往教材建设的成功经验,认真研究和借鉴了国际劳工组织开发的 MES 技能培训模式,按照 MES 教材开发的原则和方法,按照《规范》对火力发电职业技能鉴定培训的要求编写。教材在设计思想上,以实际操作技能为主线,更加突出了理论和实践相结合,将相关的专业理论知识与实际操作技能有机地融为一体,形成了本套技能培训教材的新特色。

《火力发电职业技能培训教材》共 15 分册,同时配套有 15 分册的《复习题与题解》,以帮助学员巩固所学到的知识和技能。

《火力发电职业技能培训教材》主要具有以下突出特点:

(1) 教材体现了《规范》对培训的新要求,教材以培训大纲中的“职业技能模块”及生产实际的工作程序设章、节,每一个技能模块相对独立,均有非常具体的学习目标和学习内容。

(2) 对教材的体系和内容进行了必要的改革,更加科学合理。在内容编排上以实际操作技能为主线,知识为掌握技能服务,知识内容以相应的职业必须的专业知识为起点,不再重复已经掌握的理论知识,以达到再培训,再提高,满足技能的需要。

凡属已出版的《全国电力工人公用类培训教材》涉及到的内容,如识绘图、热工、机械、力学、钳工等基础理论均未重复编入本教材。

(3) 教材突出了对实际操作技能的要求,增加了现场实践性教学的内容,不再人为地划分初、中、高技术等级。不同技术等级的培训可根据大纲要求,从教材中选取相应的章节内容。每一章后,均有关于各技术等级应掌握本章节相应内容的提示。

(4) 教材更加体现了培训为企业服务的原则,面向生产,面向实际,以提高岗位技能为导向,强调了“缺什么补什么,干什么学什么”的原则,内容符合企业实际生产规程、规范的要求。

(5) 教材反映了当前新技术、新设备、新工艺、新材料以及有关生产管理、质量监督和专业技术发展动态等内容。

(6) 教材力求简明实用,内容叙述开门见山,重点突出,克服了偏深、偏难、内容繁杂等弊端,坚持少而精、学则得的原则,便于培训教学和自学。

(7) 教材不仅满足了《规范》对职业技能鉴定培训的要求,同时还融入了对分析能力、理解能力、学习方法等的培养,使学员既学会一定的理论知识和技能,又掌握学习的方法,从而提高自学本领。

(8) 教材图文并茂,便于理解,便于记忆,适应于企业培训,也可供广大工程技术人员参考,还可以用于职业技术教学。

《火力发电职业技能培训教材》的出版,是深化教材改革的成果,为创建新的培训教材体系迈进了一步,这将为推进火力发电厂的培训工作,为提高培训效果发挥积极作用。希望各单位在使用过程中对教材提出宝贵建议,以使不断改进,日臻完善。

在此谨向为编审教材做出贡献的各位专家和支持这项工作的领导们深表谢意。

《火力发电职业技能培训教材》编委会

编者的话

受中国电力出版社及山西电力公司的委托编写本书。作为职业技能鉴定培训教材,本书体现了职业技能培训的特点以及理论联系实际的原则,着重讲述了运行值班方面的日常监视、维护、正常的设备操作和设备发生异常及事故时的处理等方面的知识,尽量反映了新技术、新设备、新工艺、新材料和新方法,本教材以 200MW、300MW 机组及其辅机为主,有相当的先进性和适用性。

本册《锅炉设备运行》职业技能培训教材,分三篇二十六章。其中第一章由太原第二热电厂白国亮编写;第六、十三至十六章由太原第二热电厂秦宝平编写;第二至五、七章由太原第二热电厂李志刚编写;第九至十一章由太原第二热电厂白宏明编写;第八、十二章由太原第二热电厂樊志胜编写;十七至二十六章由太原第二热电厂闫文编写。全书由太原第二热电厂白国亮担任主编,太原第二热电厂张国军主审。

在编写过程中得到了山西电力管理局有关部门和大唐太原第二热电厂领导、大唐太原第二热电厂发电二部领导的大力支持和帮助,他们为本书提供了咨询、技术资料及许多宝贵建议,在此一并表示衷心的感谢。

由于编写过程中时间紧张,作者水平所限,疏漏和不足之处在所难免,敬请各使用单位和广大读者及时提出宝贵意见。

编者

2004 年 6 月

目 录

前言

编者的话

第一篇 锅 炉 运 行

第一章 锅炉综述	3	第四章 锅炉汽水系统组成及工作原理	91
第一节 锅炉设备的作用及锅炉类型	3	第一节 锅炉蒸发设备及自然循环原理	91
第二节 自然循环锅炉	6	第二节 过热器与再热器	99
第三节 控制循环锅炉	11	第三节 省煤器	111
第四节 直流锅炉	15	第四节 蒸汽的净化	114
第五节 低倍率循环锅炉	19	第五节 直流锅炉的基本结构与工作原理	127
第二章 燃料及燃烧理论基础	23	第五章 锅炉的结渣、磨损、积灰和腐蚀	140
第一节 燃料	23	第一节 锅炉结渣	140
第二节 煤粉燃烧的概念	32	第二节 受热面的磨损	144
第三节 煤粉的燃烧过程	36	第三节 受热面的积灰	148
第四节 固体燃料燃烧计算	44	第四节 受热面的烟气侧腐蚀	151
第三章 锅炉烟风系统及设备	51	第六章 制粉系统及锅炉附件	161
第一节 锅炉整体布置及烟风系统的组成	51	第一节 煤粉的性质及品质	161
第二节 煤粉燃烧器及燃烧特性	55	第二节 磨煤机	165
第三节 新型稳燃设备简介	66	第三节 磨煤机的运行	179
第四节 油、气燃烧器及点火装置	70	第四节 制粉系统其他部件	188
第五节 锅炉风机	75	第五节 制粉系统	204
第六节 空气预热器	82	第六节 制粉系统的启动	

与停运	209	故障	333
第七节 制粉系统的运行		第一节 制粉系统故障	333
与调整	215	第二节 风机与转机故障	337
第八节 锅炉附件	221	第三节 锅炉安全门故障	342
第九节 空气压缩机	230	第十二章 锅炉效率与经	
第七章 锅炉启动	234	济运行	343
第一节 设备、系统的检查		第一节 锅炉正平衡热	
与准备	234	效率	343
第二节 锅炉启动	236	第二节 锅炉反平衡热	
第八章 锅炉运行调节	255	效率	346
第一节 负荷调节	256	第三节 提高锅炉热效	
第二节 压力调节	259	率的途径	351
第三节 汽温调节	268	第四节 燃烧调整与经	
第四节 燃烧调节	281	济运行	356
第五节 水位调节	291	第十三章 锅炉检修后的验收	
第六节 吹灰与排污	300	与机组试验	364
第九章 锅炉停运及停运后		第一节 检修前的安全	
的养护	304	措施	364
第一节 锅炉停运	304	第二节 检修后的验收	366
第二节 锅炉停运后的防腐		第三节 锅炉水压试验	367
与保养	311	第四节 回转机械试运行	371
第十章 锅炉故障停炉和事		第五节 漏风试验	372
故处理	315	第六节 安全门的整定与	
第一节 锅炉故障停炉	315	校验	373
第二节 锅炉承压部件泄		第七节 辅机连锁试验	375
漏故障	317	第八节 锅炉保护装置及其	
第三节 锅炉燃烧系统		试验	378
故障	322	第九节 化学清洗	387
第四节 锅炉水位故障	325	第十四章 锅炉热力试验	392
第五节 机组甩负荷	329	第一节 试验分类及准备	392
第六节 厂用电故障	330	第二节 空气动力场试验	393
第七节 回转式空气预热		第三节 锅炉热效率试验	397
器故障	331	第四节 制粉系统试验	402
第十一章 锅炉辅助设备		第五节 风机试验	408

第十五章	发电厂可靠性管理 和锅炉寿命	415	第一节	概述	437
第一节	发电厂可靠性 管理	415	第二节	机炉控制方式 分析	439
第二节	锅炉金属高温 性能	418	第三节	单元机组的运行控 制方式	442
第三节	锅炉寿命管理	429	第四节	单元机组协调控 制方式的选 择和投运	443
第十六章	锅炉协调控制	437			

第二篇 除 灰 运 行

第十七章	灰渣的组成及除灰 方式	449	第一节	除灰专业理论	449
第一节	除灰专业理论	449	第二节	灰渣的组成与 特性	451
第二节	灰渣的组成与 特性	451	第三节	除灰方式	452
第三节	除灰方式	452	第十八章	锅炉内部除灰 设备	456
第十八章	锅炉内部除灰 设备	456	第一节	锅炉内部除灰设 备介绍	456
第一节	锅炉内部除灰设 备介绍	456	第二节	锅炉内部除灰设备 的运行及维护	459
第二节	锅炉内部除灰设备 的运行及维护	459	第十九章	锅炉外部除灰 设备	461
第十九章	锅炉外部除灰 设备	461	第一节	锅炉外部除灰设 备介绍	461
第一节	锅炉外部除灰设 备介绍	461	第二节	外部除灰设备的 运行及维护	467
第二节	外部除灰设备的 运行及维护	467	第三节	锅炉外部除灰设 备常见故障 的处理	473
第三节	锅炉外部除灰设 备常见故障 的处理	473	第二十章	气力输灰系统	479
第二十章	气力输灰系统	479	第一节	气力输灰系统 分类	479
第一节	气力输灰系统 分类	479	第二节	气力除灰设备 介绍	482
第二节	气力除灰设备 介绍	482	第三节	气力输灰系统 的运行与维护	489
第三节	气力输灰系统 的运行与维护	489	第四节	气力除灰设备 常见故障与处理	491
第四节	气力除灰设备 常见故障与处理	491	第二十一章	除灰系统设备选 择及问题研究	493
第二十一章	除灰系统设备选 择及问题研究	493	第一节	除灰方式与设备 的选择	493
第一节	除灰方式与设备 的选择	493	第二节	除灰设备问题研究 与灰渣开发利用	495
第二节	除灰设备问题研究 与灰渣开发利用	495			

第三篇 电除尘器的运行

第二十二章	电除尘器设备	501	第一节	电除尘器的工作 原理	501
第一节	电除尘器的工作 原理	501	第二节	电除尘器的分类 与特点	505
第二节	电除尘器的分类 与特点	505	第三节	电除尘器的结构	507
第三节	电除尘器的结构	507			

第二十三章 电除尘器的运行 与维护	520	第二十五章 电除尘器的总体 设计与安装	552
第一节 电除尘器启动	520	第一节 电除尘器的总体 设计	552
第二节 电除尘器的调整及 经济运行	522	第二节 电除尘器的安装、 检查与验收	553
第三节 电除尘器的停运 ...	525	第二十六章 脱硫技术介绍 ...	555
第四节 电除尘器常见故障 及处理	525	第一节 烟气脱硫的 分类	555
第二十四章 电除尘器的检修 与试验	533	第二节 湿式石灰石—石膏脱 硫系统的运行	557
第一节 电除尘器的检修 ...	533	第三节 脱硫系统的 启动	558
第二节 电除尘器检修后 的验收、试运行 ...	543	第四节 脱硫系统的 停运	560
第三节 电除尘器的性能 试验	546		
参考文献	562		

第一篇

锅 炉 运 行

第一章

锅炉综述

第一节 锅炉设备的作用及锅炉类型

一、锅炉设备的作用及构成

火力发电厂的三大主机是锅炉、汽轮机、发电机。锅炉用燃料燃烧放出的热能将水加热成具有一定压力和温度的蒸汽，然后蒸汽沿管道进入汽轮机膨胀做功，带动发电机一起高速旋转，从而发电。整个过程中存在三种能量转换过程，在锅炉中燃料的化学能转换成热能，在汽轮机中将热能转换成机械能，在发电机中将机械能转换成电能。锅炉是发电厂最重要的能量转换设备之一。

图 1-1 示出了一台煤粉锅炉的主要设备。由图可知，锅炉是由“锅”

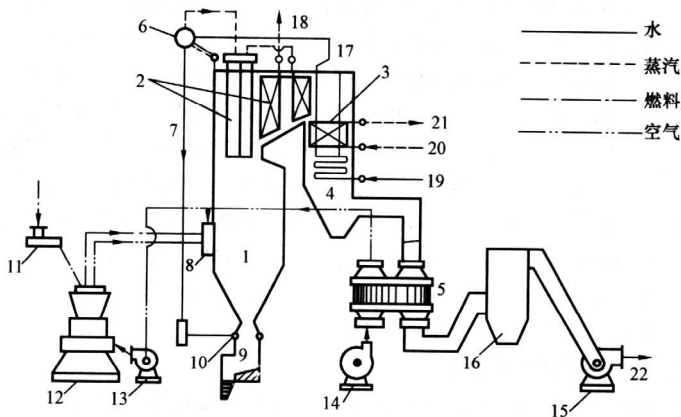


图 1-1 煤粉锅炉及辅助设备示意图

- 1—锅炉水冷壁；2—过热器；3—再热器；4—省煤器；5—空气预热器；6—汽包；
7—下降管；8—燃烧器；9—排渣装置；10—联箱；11—给煤机；12—磨煤机；
13—排粉机；14—送风机；15—引风机；16—除尘器；17—省煤器出口联箱；
18—过热蒸汽；19—给水；20—进口再热蒸汽；21—出口再热蒸汽；22—排烟

和“炉”两部分组成的。“锅”就是锅炉的汽水系统,由省煤器、汽包、下降管、水冷壁、过热器及再热器等设备组成。它的任务是使水吸热蒸发,最后变成一定参数的过热蒸汽。其过程是:给水由给水泵打入省煤器以后,逐渐吸热,温度升高的给水进入汽包,经由下降管进入水冷壁中循环吸热,并蒸发成为饱和蒸汽;饱和蒸汽在汽包中经分离、清洗后,引入过热器,逐渐过热到规定温度,成为合格的过热蒸汽,然后送往汽轮机;过热蒸汽在汽轮机高压缸中膨胀做功后,汽温、汽压均下降,在高压缸出口由导管将蒸汽引入锅炉再热器中第二次再过热成为高温再热蒸汽,然后再送往汽轮机中、低压缸中继续膨胀做功。

“炉”就是锅炉的燃烧系统,由炉膛、烟道、喷燃器及空气预热器等组成。其工作过程是:送风机将空气送入空气预热器中吸收烟气的热量并送进热风道,然后分成两股:一股送给制粉系统作为一次风携带煤粉送入喷燃器,另一股作为二次风直接送往喷燃器。煤粉与一、二次风经喷燃器喷入炉膛进行燃烧放热,并将热量以辐射方式传给炉膛四周的水冷壁等辐射受热面;燃烧产生的高温烟气则沿烟道流经过热器、再热器、省煤器和空气预热器等设备,将热量主要以对流方式传给它们。在传热过程中,烟气温度不断降低,最后由引风机送入烟囱,排入大气。

锅炉的炉膛具有较大的空间,煤粉在此空间内悬浮燃烧,炉膛周围墙壁上布置有密集排列的水冷壁管,管内有水和蒸汽流过,既能吸收炉膛的辐射热,又能保护炉墙不致被烧坏。燃烧火焰中心具有 1500°C 或更高的温度,但在上部炉膛出口处,烟气温度要低于煤灰的熔点,以免熔化的灰渣黏结在烟道内的受热面上。使煤粉燃烧所生成的较大灰粒沉降于炉膛底部的冷灰斗中,逐渐冷却和凝固,并落入排渣装置,形成固态排渣。大量较细的灰粒随烟气离开炉膛,流经一系列对流受热面,逐渐冷却,最后由引风机经烟囱排入高空。排烟的温度通常为 150°C 左右。为了减少排烟所带出的飞灰,防止环境污染,离开锅炉的烟气先流经除尘器使绝大部分飞灰被捕捉下来。最后只有少量细微灰粒排入大气。

二、火电厂锅炉的类型

从燃烧方式来看,国内现有的300、600MW级亚临界参数锅炉主要有三种技术形式:第一种是四角切圆燃烧方式,第二种是对冲燃烧方式,第三种是W型火焰燃烧方式。四角燃烧锅炉多数采用摆动式燃烧器调节再热汽温,也可采用烟气挡板和其他调温方式。而对冲燃烧锅炉采用旋流式燃烧器,多数采用烟气挡板调节再热汽温。从循环方式来看,主要有四种形式:自然循环、控制循环、复合循环或低倍率循环方式、纯直流方式。

四角燃烧锅炉的循环方式趋于多样化,上述四种形式都占相当数量。而对冲燃烧锅炉,多数采用自然循环方式。从受热面系统布置来看,对于采用摆动式燃烧器调温的锅炉,除了水平烟道和尾部烟道的贴墙管过热器外,烟道中的主受热面系统布置大致上形成了两种形式:一种是过热器和再热器都采用辐射+对流式的系统;另一种是过热器采用辐射+对流式的系统,再热器采用对流式系统。从锅炉炉型结构看,有倒U型布置、塔型布置、W型火焰炉型布置。从工作参数看,目前发展的主要是亚临界和超临界参数机组,亚临界压力自然循环及控制循环锅炉的容量和参数见表1-1,直流锅炉及低倍率循环锅炉的容量和参数见表1-2。

表 1-1 亚临界压力自然循环及控制循环锅炉的容量和参数

机组功率 (MW)	300		600	
循环方式	自然循环		控制循环	
过热蒸汽压力 (MPa)	18.2	18.3	18.19	18.22
再热蒸汽压力 (MPa)	4.00/3.79	3.82/3.66	4.176/4.3	3.49/3.31
过热蒸汽流量 (t/h)	1025		2026.8	2008
再热蒸汽流量 (t/h)	860	823.8	1704.2	1634
过热蒸汽温度 (°C)	540		540.6	
再热蒸汽温度 (°C)	330/540	316/540	313.0/540.6	313.3/540.6
给水温度 (°C)	276	278	276	278.32
燃烧方式	四角燃烧	对冲燃烧		四角燃烧
制造厂	东方锅炉	北京 B&W	加拿大 B&W	哈尔滨锅炉

表 1-2 直流锅炉及低倍率循环锅炉的容量和参数

机组功率 (MW)	500	800	300	500
过热蒸汽流量 (t/h)	1650	2650	1025	1650
再热蒸汽流量 (t/h)	1481	2151.5	874.85	1481
过热蒸汽压力 (MPa)	25.0	25.0	16.72	17.46
再热蒸汽压力 (MPa)	4.15/3.9	3.86/3.62	3.57/3.34	4.21/4.20
过热蒸汽温度 (°C)	545		540	
再热蒸汽温度 (°C)	395/545	283/545	323.7/540	333/540
给水温度 (°C)	270	277	262	255
水冷壁型式	垂直管屏		螺旋管圈	
燃烧方式	对冲燃烧		四角燃烧	对冲燃烧
制造厂	俄波多尔克斯	俄塔干罗格	上海锅炉	捷克斯可达

第二节 自然循环锅炉

锅炉的水循环就是汽水混合物在锅炉蒸发受热面回路中不断流动。在锅炉的水循环回路中,汽水混合物的密度比水的密度小,利用这种密度差而造成的水和汽水混合物的循环流动称为锅炉的自然循环。

一、采用对冲燃烧方式的 300MW 自然循环锅炉

图 1-2 是北京巴威公司采用 B&W 技术设计制造的亚临界压力 300MW 锅炉,采用双调风旋流式燃烧器对冲燃烧、自然循环、烟气挡板调温方式。炉膛由膜式水冷壁组成。炉膛的宽度、深度、高度(前后墙水冷壁下联箱到顶棚管中心线的距离)分别为 13350、12300、46400mm。燃用山西晋中贫煤,在炉膛的前后墙各布置三层双调风旋流式燃烧器,每层四只,共 24 只。燃烧器射出的煤粉气流对冲燃烧,形成双“L”形火焰。

水冷壁管共为 680 根,管子规格为 $\phi 60 \times 7\text{mm}$ 的内螺纹管和 $\phi 60 \times 7.5\text{mm}$ 的光管,管子材料为 20G。汽包的两端封头下部和汽包底部靠近端头的部位分别布置 4 根大直径下降管。汽包端头部位的下降管为 $\phi 457.2 \times 50\text{mm}$,汽包底部的下降管为 $\phi 533.4 \times 55\text{mm}$,供水分配管 92 根,分别供给各下联箱。汽水引出管 124 根,规格为 $\phi 133 \times 16\text{mm}$,材料为 20G。

炉膛上部布置屏式过热器,折焰角上部布置高温过热器。水平烟道末端布置高温再热器,尾部竖井由中隔墙分成前后两个烟道,前部布置低温再热器,后部布置低温过热器和省煤器。在两个烟道底部设置烟气挡板,两个烟道在挡板后部又合并在一起,又经两个烟道引入两台回转式空气预热器。

一级过热器布置在尾部竖井烟道的后部,由三个水平管组和一个垂直管组组成。水平管组的管子外径为 51mm,材质为 20G、15CrMo 及部分 12Cr1MoV,三管圈并绕,沿炉宽布置 118 片,由省煤器管悬吊。垂直布置的出口管组为 $\phi 51 \times 8\text{mm}$,12Cr1MoV,6 管圈并绕,沿炉宽布置 8 片,分前后两束布置。

大屏过热器位于炉膛上部,由外径为 51mm,材质为 15CrMo、12Cr1MoV、12Cr2MoWVTiB 及部分 SA-213TP304H 的钢管组成,36 管圈并绕,分前后两束,沿炉宽布置 8 片。采用大节距布置,可增强受热面的辐射传热能力,并防止相邻管屏搭接渣桥。为保证管屏横向节距,从大屏入口联箱引出两根 $\phi 51$ 的管子伸进炉膛,在管组下部将 8 片屏固定,定位管