

国家级高技能人才培训基地建设项目成果教材

锅炉设备及运行

主 编 梁 勤 朱海东 李福琉

责任主审 陈 黔



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn

国家教育技能 人才培养基地建设项目成果教材

锅炉设备及运行

主 编 梁 勤 朱海东 李福琉
责任主审 陈 黔
审 稿 曾淮海

北 京

冶金工业出版社

2017

内 容 提 要

本书共分7部分,包括锅炉认知、锅炉启动、锅炉停炉、锅炉运行参数调节、锅炉事故处理、锅炉安装检修后试验以及蔗渣炉操作规程。

本书可作为高职高专院校工业锅炉相关专业的教材(配有教学课件),也可作为锅炉高级工和中(初)级工的培训用书以及从事相关专业的工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

锅炉设备及运行/梁勤,朱海东,李福琉主编.—北京:冶金工业出版社,2017.4

国家级高技能人才培训基地建设项目成果教材

ISBN 978-7-5024-7486-7

I. ①锅… II. ①梁… ②朱… ③李… III. ①火电厂—锅炉运行—技术培训—教材 IV. ①TM621.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第067565号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 俞跃春 杜婷婷 美术编辑 杨帆 版式设计 孙跃红

责任校对 郑娟 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7486-7

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2017年4月第1版,2017年4月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;11.5印张;276千字;172页

30.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街46号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前言

为了贯彻落实国家高技能人才振兴计划精神,满足行业企业技能培训需求,由多年从事锅炉专业的教师和行业企业专家在充分调研的基础上,根据当前锅炉行业对人才的需求情况,按照行业和职业岗位的任职要求,参照相关的职业资格标准,编写了本教材。本教材以提升高技能人才培训能力为核心,以建设一流的高技能人才培训基地为目标,以教育对接产业、学校对接企业、专业设置对接职业岗位、课程对接职业标准、教学过程对接生产过程为原则,深入浅出,通俗易懂,突出科学性和实用性。

本书是为适应企业自备电站、热电厂的锅炉设备及运行课程教学的要求,以工业锅炉专业高技能、应用型人才培养目标为依据编写而成的。

企业自备电站大多为中小型锅炉。原理上,这些锅炉与火力发电厂的锅炉有相通之处,但总体而言,设备类型、结构、运行的差别还是比较大的。作者希望通过本书,为需要企业自备电站锅炉培训的从业人员提供参考和支持,这是出版本书的目的。

本书通过理论学习和实际操作技能的训练,使学生理解锅炉本体结构、能量守恒和质量守恒的基本原理,掌握企业自备电站锅炉专业常用基本理论、性能特点、操作原理及方法;了解锅炉事故的类型、常见锅炉事故的正确处理方法,知道相关的防范措施。本书淡化了过程的推导,致力于解决实际工程问题,将工程观点的培养作为重点,提高运用基础理论分析和解决操作中各种工程实际问题的能力。本书根据当前教学与学生就业的实际情况,力求深浅适中、简单明了、层次分明,便于读者学习。

本书包含锅炉主要操作的基本原理、典型设备、锅炉启动、锅炉停炉、锅炉运行参数调节、锅炉事故处理及锅炉安装检修试验等内容。其中模块4的课程4.7、模块5和模块6适用于高级工培训(高级工部分内容与技师通用),其

他内容适用于中（初）级工培训。

本书在编写过程中，部分内容借鉴了广西一些企业的操作规程，在此感谢广西轻工技师学院专家委员会的锅炉专家，以及给予大力支持的锅炉实践专家，他们为本书提供了锅炉的专业资料，还提出了很多中肯的意见和建议，作者充分吸收专家的意见，完善了本书。

全书由梁勤副院长以及朱海东、李福琉担任主编，编写人员有梁忠杰、黄华宁、关建萍、王琴、胡秋平、卢蓓、姚耐秀。陈黔院长担任成稿责任主审，并在编写过程中给予大力支持和精心指导；曾淮海科长也对成稿进行了审定，提出了很多宝贵意见。值本书出版之际，谨向参加本书编写、审稿和给予支持帮助的专家表示衷心的感谢。

本书配套教学课件可从冶金工业出版社官网（<http://www.cnmp.com.cn>）教学服务栏目中下载。

由于编者水平有限，书中不妥之处，敬请使用本书的师生和广大读者批评指正。

编 者
2016年6月

目 录

模块1 锅炉认知	1
课题1.1 蔗渣炉结构认知	1
1.1.1 锅炉设计参数	2
1.1.2 锅炉主要技术经济指标	2
1.1.3 锅炉尺寸	2
1.1.4 锅炉结构	2
1.1.5 工作流程（仅介绍汽水流程）	5
课题1.2 循环流化床锅炉	5
1.2.1 锅炉参数	6
1.2.2 锅炉基本尺寸	6
1.2.3 锅炉汽水流程	6
1.2.4 烟风系统	7
1.2.5 锅炉总图	7
1.2.6 锅炉主要技术参数	9
1.2.7 锅炉水容积	11
1.2.8 本体结构	11
课题1.3 煤粉炉	17
1.3.1 锅炉的基本性能	18
1.3.2 锅炉结构及主要设备	19
模块2 锅炉启动	25
课题2.1 母管制锅炉启动	25
2.1.1 启动前的检查与准备	25
2.1.2 锅炉点火	32
2.1.3 锅炉升压	32
2.1.4 暖管与并汽	41
2.1.5 紧急启动	42
课题2.2 实训	43
2.2.1 锅炉启动操作	43
2.2.2 风机操作	58
2.2.3 锅炉上水操作	60

模块3 锅炉停炉	63
课题3.1 母管制锅炉的停炉	63
3.1.1 正常停炉的一般步骤	63
3.1.2 汽包锅炉的冷却特点	64
课题3.2 实训	65
3.2.1 锅炉停炉操作	65
3.2.2 停炉冷却操作	68
3.2.3 锅炉停炉保养操作	72
模块4 锅炉运行参数调节	77
课题4.1 锅炉运行概述	77
课题4.2 蒸汽压力调节	78
4.2.1 汽压波动的影响	78
4.2.2 汽压变化的原因	80
课题4.3 蒸汽温度调节	83
4.3.1 过热汽温调节的必要性	83
4.3.2 过热汽温的变化特征	83
4.3.3 蒸汽温度调节	85
4.3.4 汽温的监视和调节中应注意的问题	89
课题4.4 水位调节	90
4.4.1 保持正常水位的重要意义	90
4.4.2 影响水位变化的主要因素	90
4.4.3 水位的调节	93
课题4.5 锅炉工况变动的影响	94
4.5.1 工况变动概述	94
4.5.2 锅炉负荷的变动及其分配	95
4.5.3 给水温度的变动	97
4.5.4 过剩空气系数的变动	97
4.5.5 燃料性质的变动	98
课题4.6 燃烧调节	99
4.6.1 燃烧调节概述	99
4.6.2 燃料量的调节	100
4.6.3 风量的调节	101
课题4.7 提高锅炉热效率的途径	104
4.7.1 燃料的基础知识 (燃料基础知识为初级工内容)	104
4.7.2 煤的主要特性指标 (本节内容为初级工要求)	106
4.7.3 各因素对锅炉工作的影响	107
4.7.4 煤的分类	108

4.7.5 液体和气体燃料	108
4.7.6 蔗渣	109
4.7.7 燃料燃烧	110
4.7.8 锅炉热平衡及热平衡方程	111
4.7.9 锅炉热效率	111
4.7.10 锅炉各项热损失的概念及分析	112
课题 4.8 实训锅炉运行操作	113
4.8.1 定期排污	113
4.8.2 冲洗水位计	116
4.8.3 运行中的调整任务	119
4.8.4 锅炉增减负荷（汽压）	121
模块 5 锅炉事故处理	124
课题 5.1 概述	124
5.1.1 事故处理原则	124
5.1.2 锅炉常见事故分类	125
5.1.3 停炉条件	125
5.1.4 紧急停炉	125
课题 5.2 水位事故	126
课题 5.3 爆管事故	129
5.3.1 事故现象	129
5.3.2 事故原因	129
5.3.3 事故处理	130
课题 5.4 炉膛灭火事故	130
5.4.1 锅炉灭火的现象	130
5.4.2 锅炉灭火的原因	130
5.4.3 锅炉灭火的处理	131
课题 5.5 炉膛爆炸（燃）	131
5.5.1 炉膛爆炸的产生	131
5.5.2 炉膛爆炸的危害	132
5.5.3 炉膛爆炸的预防	132
5.5.4 控制和联锁保护装置	133
课题 5.6 烟道二次燃烧	133
5.6.1 烟道二次燃烧的现象	133
5.6.2 烟道二次燃烧的原因	133
5.6.3 烟道发生二次燃烧的处理	134
课题 5.7 水冲击	134
5.7.1 水冲击的现象	134
5.7.2 锅炉水冲击的原因	134

5.7.3 锅炉水冲击的处理	135
课题 5.8 厂用电中断	135
5.8.1 锅炉的 6kV 厂用电源中断	135
5.8.2 锅炉的 400V 厂用电源中断	136
课题 5.9 锅炉超压事故	136
5.9.1 锅炉超压的现象	136
5.9.2 锅炉超压的原因	137
5.9.3 锅炉超压的处理	137
课题 5.10 锅炉的结渣和积灰	137
5.10.1 锅炉结渣	137
5.10.2 受热面的积灰	140
模块 6 锅炉安装检修后试验	142
课题 6.1 整体水压试验	142
6.1.1 水压试验的范围	142
6.1.2 水压试验必备的条件及试压步骤	142
6.1.3 水压试验的压力	142
6.1.4 水压试验应注意的问题	143
6.1.5 水压试验实例	143
课题 6.2 烘炉煮炉	151
6.2.1 烘炉 (实例)	151
6.2.2 煮炉 (实例)	154
课题 6.3 漏风试验	156
6.3.1 目的	156
6.3.2 范围	156
6.3.3 工作程序	156
课题 6.4 蒸汽严密性试验	157
6.4.1 试验目的	157
6.4.2 编制依据	157
6.4.3 试验内容	157
6.4.4 蒸汽严密性的检查方法	158
6.4.5 注意事项	158
6.4.6 检验标准	158
6.4.7 汽水流程	159
课题 6.5 安全阀热态校验 (实例)	159
6.5.1 安全阀调整前的准备工作	159
6.5.2 安全阀调整	159
6.5.3 安全阀调整要求	159
课题 6.6 蒸汽吹扫	160

6.6.1	目的	160
6.6.2	方案范围	160
6.6.3	应具备的条件	160
6.6.4	吹扫合格标准	161
6.6.5	吹扫程序	161
6.6.6	安全注意事项	161
6.6.7	吹扫实例	162
课题 6.7	锅炉试运行	163
6.7.1	进行 72h 负荷运行工作应具备的条件	163
6.7.2	检查和记录膨胀指示值	163
6.7.3	锅炉的点火和升压	164
6.7.4	试运行期间工作	164
附录	蔗渣炉操作规程	166
参考文献		172

模块1 锅炉认知

课题1.1 蔗渣炉结构认知

本锅炉为糖厂最新一代蔗渣炉。室外布置，自然循环单锅筒锅炉，采用Π形布置，钢构架，炉膛部分悬吊，尾部烟道支撑。炉膛前墙下部布置喷渣口，辅以倾斜固定炉排组织燃烧，利用蒸汽除渣。炉膛左侧墙布置液压装置推送蔗渣叶，配有独立固定炉排燃烧。过热器分两级布置，高温过热器和低温过热器之间布置喷水减温器，省煤器分上下级，空气预热器为单级布置。各部分受热面积为：炉膛 848m^2 、防渣管 97.2m^2 、高温过热器 398.9m^2 、低温过热器 485.6m^2 、省煤器 2359.3m^2 、空气预热器 7412.9m^2 ，如图1-1所示。

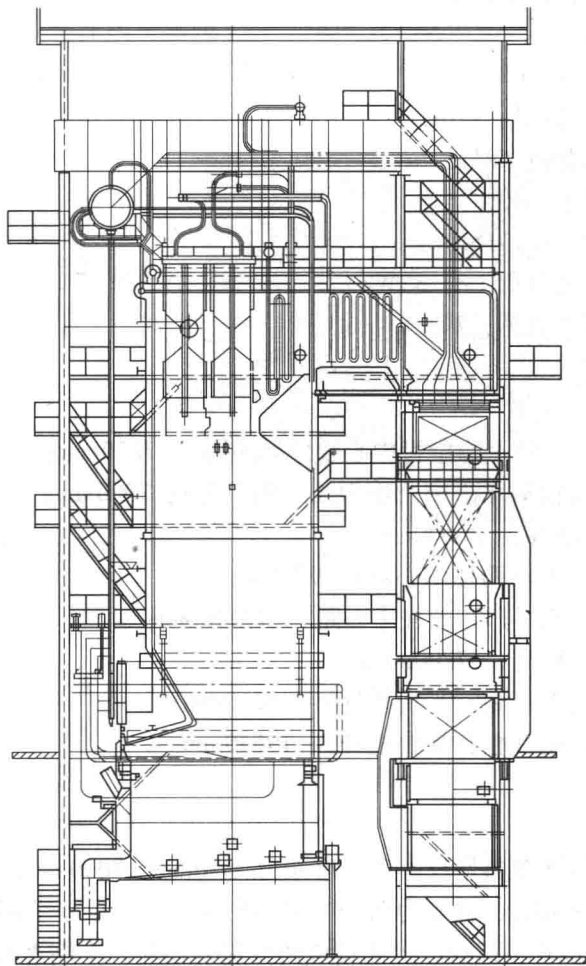


图1-1 蔗渣炉总图

1.1.1 锅炉设计参数

- (1) 蒸发量: 120t/h;
- (2) 过热蒸汽出口压力: 3.82MPa;
- (3) 过热蒸汽温度: 450℃;
- (4) 给水温度: 104℃;
- (5) 冷空气温度: 30℃;
- (6) 热空气温度: 208℃。

1.1.2 锅炉主要技术经济指标

- (1) 锅炉热效率: $\geq 82\%$;
- (2) 排烟温度: 140℃;
- (3) 锅炉燃料消耗量: 55175kg/h;
- (4) 排烟处过量空气系数: 1.4;
- (5) 安全稳定运行工况范围: 70%~100%;
- (6) 排污率: 2%;
- (7) 锅炉通风比: 16%;
- (8) 锅炉本体耗钢量: 220t;
- (9) 钢结构耗钢量: 521t;
- (10) 炉排耗钢量: 40t;
- (11) 总耗电功率: 1915kW;
- (12) 受热面积热负荷: 63.8kW/m^2 ;
- (13) 炉膛容积热负荷: 74.2kW/m^3 。

1.1.3 锅炉尺寸

- (1) 炉膛宽度 (两侧水冷壁管中心线之间距离): 7820mm;
- (2) 炉膛深度 (前后水冷壁管中心线之间距离): 7000mm;
- (3) 锅筒中心线标高: 36000mm;
- (4) 锅炉宽度 (左右两柱中心距): 9560mm;
- (5) 锅炉深度 (Z1 与 Z5 两柱中心距): 17110mm;
- (6) 锅炉最高点标高: 37200mm;
- (7) 锅炉最大宽度 (包括平台栏杆): 16210mm;
- (8) 锅炉最大深度 (包括平台栏杆): 19540mm。

1.1.4 锅炉结构

(1) 炉膛。炉膛横截面呈长方形, 尺寸为 7820mm × 7000mm, 炉膛四壁布满膜式水冷壁, 管子为 $\phi 60\text{mm} \times 4\text{mm}$, 材质为 20 (GB3087—2008), 管子节距 100mm。

前水冷壁由 78 根管子组成, 上端错成两排进入锅筒, 下端进入集箱与 6 根 $\phi 108\text{mm} \times 4.5\text{mm}$ 下降管构成一个回路, 下降管与上升管内截面比为 0.28。

后水冷壁由 78 根管子组成, 上部在炉膛出口处拉稀成三排凝渣管, 节距 $S_1 = 300\text{mm}$, $S_2 = 200\text{mm}$ 再进入锅筒, 与 6 根 $\phi 108\text{mm} \times 4.5\text{mm}$ 的下降管构成一个回路, 下降管与上升管内截面比为 0.28。

前水冷壁下部呈 60° 倾角构成前拱。

侧水冷壁每侧由 70 根管子组成, 上端进入集箱再由 8 根 $\phi 108\text{mm} \times 4.5\text{mm}$ 的引出管进入锅筒, 下端进入下集箱, 与 6 根 $\phi 108\text{mm} \times 4.5\text{mm}$ 下降管构成一个回路, 下降管与上升管内截面比为 0.31。引出管与上升管内截面比为 0.414。集箱为 $\phi 273\text{mm} \times 16\text{mm}$, 材质为 20 (GB 3087—2008)。在炉膛四周设有人孔、测量孔及防爆门等, 为了有利于着火和燃烧稳定, 燃烧器区域的水冷壁上铺设 128m^2 卫燃带。

(2) 汽包 (锅筒)。汽包内径为 $\phi 1600\text{mm}$, 壁厚为 46mm , 圆筒部分长 10940mm , 封头壁厚 46mm , 均由 Q245R 钢板制成。锅筒内装有给水、蒸汽分离、连续排污、磷酸盐加药等装置, 蒸汽一次分离采用 44 个 $\phi 290\text{mm}$ 旋风分离器, 二次分离器采用 9 层 $2360\mu\text{m}18$ 号镀锌钢丝网及一层多孔板组成的顶部分离器, 锅炉给水应符合《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》(GB/T 12145—2008) 标准。

此外, 汽包上还有高低读水位表、压力表、安全阀等, 锅筒正常水位在锅筒中心线下 75mm 处, 最高最低水位分别在正常水位上下 75mm 处, 锅筒由两个活动支座支撑在钢梁上, 受热时锅筒向两端自由膨胀, 如图 1-2 所示。锅筒内部装置要严格遵照图纸焊接, 以保证蒸汽品质。

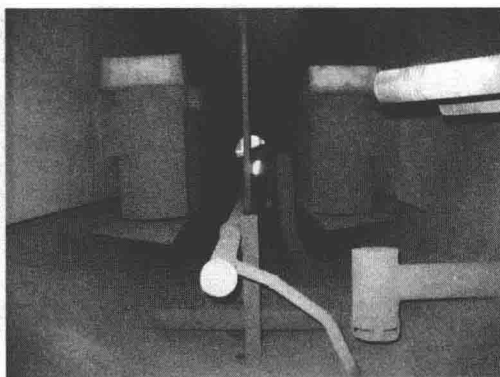
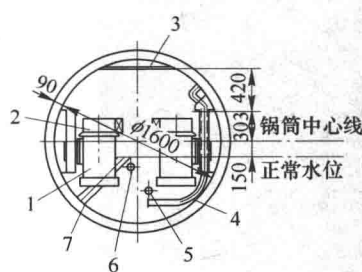


图 1-2 汽包结构

1—炭风分离器; 2—百叶窗分离器; 3—均汽孔板; 4—给水管;
5—加药管; 6—连续排污管; 7—紧急放水管

(3) 燃烧器。在炉膛前墙布 6 个蔗渣燃烧器。采用固定蒸汽吹灰炉排, 炉排风占 70%, 炉后墙、送料风各占 15%。

(4) 过热器及减温器。过热器分两段, 高温段在前, 由 $\phi 42\text{mm} \times 3.5\text{mm}$ 的 12Cr1MoVG 管子制成。低温段在后, 由 $\phi 38\text{mm} \times 3.5\text{mm}$ 的 20 (GB 3087—2008) 管子制成, 总受热面积 884.5m^2 , 过热器出口集箱上设有主汽阀、自用蒸汽阀、生火排汽、反冲洗、安全阀及热电偶座、温度计、压力表等, 如图 1-3 所示。

减温系统采用中间喷水减温器, 减温水为除盐水或者冷凝水, 通过电动调节阀来调节减温水量的多少, 可达到调节过热蒸汽温度的目的。

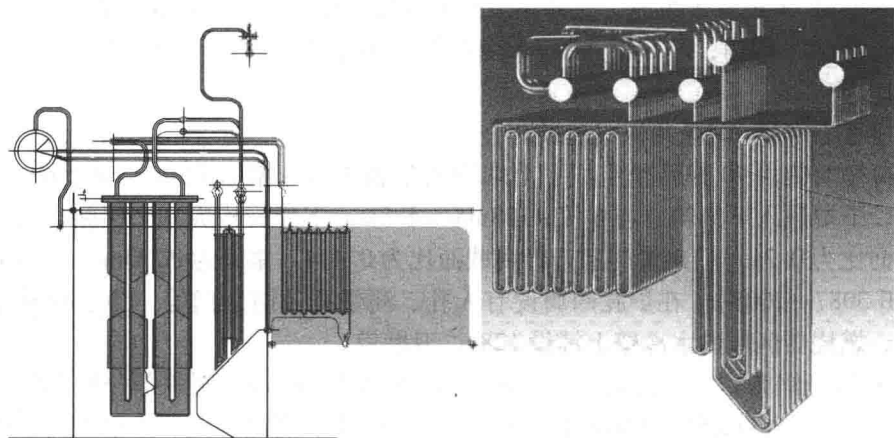


图 1-3 蔗渣炉过热蒸汽系统

(5) 省煤器（见图 1-4）。省煤器分为两级，均由 $\phi 32\text{mm} \times 3\text{mm}$ 的 20（GB 3087—2008）管子制成，省煤器集箱共 4 只，均由 $\phi 219\text{mm} \times 16\text{mm}$ 的管子组成，材质 20（GB 3087—2008）。上下级省煤器均采用支撑结构，支撑梁内部通风冷却，为防止省煤器的磨损，上下级省煤器的蛇形管都装有必要的防磨盖板，并且留有检查孔以便检查和清灰。

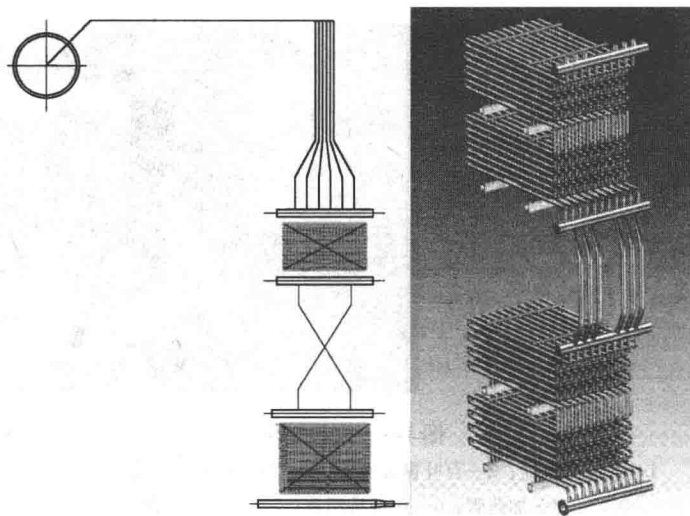


图 1-4 省煤器布置简图

(6) 空气预热器。采用管式空气预热器，单级布置，上 3 个管箱由 $\phi 50\text{mm} \times 2\text{mm}$ 的钢管制成立式管箱，最下个管箱由 $\phi 60\text{mm} \times 3\text{mm}$ （考登钢管）制成立式管箱，共有 4 组管箱，4 个流程，每组管箱由 4 只管箱组成，如图 1-5 所示。烟气在管内纵向冲刷，空气在管外横向冲刷，为了防止空气预热器的振动和噪声，在每个管箱中都装有两块防震钢板，每个管箱和连通罩均留有检查孔以便检查和清灰。

(7) 钢架与炉墙。采用 12 根钢柱的支撑式钢架，前面 6 根钢柱固定在地基上，用来支撑炉膛受热面重量，后面 6 根钢柱固定在地基上，用来支撑尾部受热面重量。混凝土结

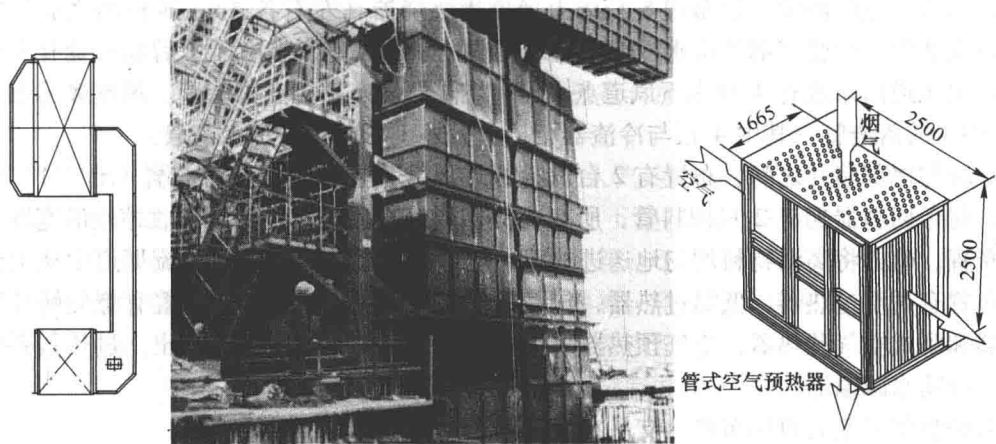


图 1-5 空气预热器布置简图

构由设计院负责设计。炉膛炉墙采用轻型炉墙，炉墙厚度为 200mm 的保温层，水平炉顶及斜炉顶采用耐火混凝土、绝热混凝土浇灌，由吊架分别吊在水平顶板及斜顶板上。

各集箱和外部热力管道均用石棉保温泥包裹，保温性能和密封性能良好。当周围环境温度为 25℃ 时，距门（孔）300mm 以外的炉体外表面温度不得超过 50℃，炉顶温度不得超过 70℃。各种热力设备、热力管道以及阀门表面温度不得超过 50℃。

炉墙上装有人孔、看火孔、打焦孔、防爆门等。另外在尾部竖井上可根据测量、吹灰等需要，在适当位置留孔。

（8）锅炉受压部件水容积，见表 1-1。

1.1.5 工作流程（仅介绍汽水流程）

蔗渣炉汽水流程如图 1-6 所示。

表 1-1 锅炉受压部件水容积表

部件	锅筒	过热器	省煤器	水冷壁	总计
水压时/m ³	23.3	10.4	11.2	24.3	69.2
运行时/m ³	10.6		11.2	24.3	46.1

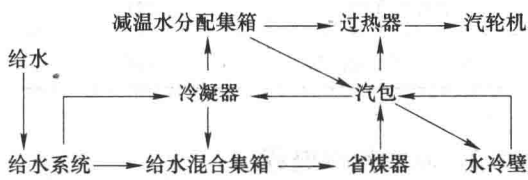


图 1-6 蔗渣炉汽水流程

课题 1.2 循环流化床锅炉

本锅炉为采用超高压不带再热、炉水自然循环汽包炉、平衡通风、钢结构、全紧身封闭布置的循环流化床锅炉。

锅炉主要由一个膜式水冷壁炉膛、两台汽冷式旋风分离器和一个由汽冷包墙包覆的尾部竖井三部分组成。

炉膛内布置有屏式受热面：6 片屏式过热器管屏和 8 片水冷蒸发屏。锅炉共布置有 6 个给煤口和 3 个石灰石给料口，给煤口全部置于炉前，在前墙水冷壁下部收缩段沿宽度方

向均匀布置。在两侧墙分别布置 8 只床上稳燃用燃烧器（左右各 4）。所有燃烧器均配有高能点火装置。炉膛底部是由水冷壁管弯制围成的水冷风室，水冷风室后部布置有点火风道，点火风道内布置有 4 台床下风道点火器，燃烧器配有高能点火装置。风室底部布置有 5 根 $\phi 219$ 的落渣管，其中 4 根与冷渣器相接，另外 1 根作为事故放渣管。

炉膛与尾部竖井之间，布置有 2 台汽冷式旋风分离器，其下部各布置 1 台“J”阀回料器，每台回料器拥有 2 只回料管，所有 4 只回料管在后墙水冷壁下部收缩段沿宽度方向均匀布置，确保将高温物料均匀地送进炉膛。尾部包墙过热器包覆的对流烟道中从上到下依次布置有高温过热器、低温过热器，包墙下部有钢板包覆，在其中布置有螺旋鳍片管式省煤器和卧式空气预热器，空气预热器采用光管式，沿炉宽方向双进双出。过热器系统中设有两级喷水减温器。

锅炉整体呈左右对称布置，支吊在锅炉钢架上。

1.2.1 锅炉参数

锅炉参数，见表 1-2。

1.2.2 锅炉基本尺寸

锅炉基本尺寸，见表 1-3。

表 1-2 锅炉参数

锅炉主要参数	B—MCR
过热蒸汽流量/ $t \cdot h^{-1}$	670
过热蒸汽压力/ $MPa \cdot g$	12.7
过热蒸汽温度/ $^{\circ}C$	540
给水温度/ $^{\circ}C$	221
切高加给水温度/ $^{\circ}C$	168

表 1-3 锅炉基本尺寸

炉膛宽度（两侧水冷壁管子中心线间距离）/mm	18280
炉膛深度（前后水冷壁中心线间距离）/mm	8132
锅筒中心线标高/mm	53670
锅炉顶板上标高/mm	60740
锅炉宽度/mm	35440
锅炉深度/mm	36640

1.2.3 锅炉汽水流程

锅炉汽水系统回路包括尾部省煤器、锅筒、水冷系统、汽冷式旋风分离器进口烟道、汽冷式旋风分离器、HRA 包墙过热器、低温过热器、屏式过热器、高温过热器及连接管道。

锅炉给水首先被引至尾部烟道省煤器进口集箱两侧，逆流向上经过水平布置的螺旋鳍片管式省煤器管组进入省煤器出口集箱，然后进入省煤器吊挂管，后通过吊挂管出口集箱从锅筒左右封头进入锅筒。在启动阶段没有建立足够量的连续给水流入锅筒时，省煤器再循环管路可以将锅水从锅筒引至省煤器进口集箱，防止省煤器管子内的水停滞汽化。

XXX670/12.7-Ⅱ2 型循环流化床锅炉为自然循环锅炉。锅炉的水循环采用集中供水、分散引入、引出的方式。给水引入锅筒水空间，并通过集中下降管、下水连接管和分配下

降管分别进入水冷壁和水冷蒸发屏进口集箱。锅筒水在向上流经炉膛水冷壁、水冷蒸发屏的过程中被加热成为汽水混合物,经各自的上部出口集箱通过汽水引出管引入锅筒进行汽水分离。被分离出来的水重新进入锅筒水空间,并进行再循环,被分离出来的饱和蒸汽从锅筒顶部的蒸汽连接管引出。

饱和蒸汽从锅筒引出后,由饱和蒸汽连接管引入汽冷式旋风分离器入口烟道的上集箱,下行冷却烟道后由连接管引入汽冷式旋风分离器下集箱,上行冷却分离器筒体之后,由连接管从分离器上集箱引至尾部竖井两侧包墙上集箱,下行冷却侧包墙后进入侧包墙下集箱后直接进入前包墙下集箱,向上进入前包墙上集箱,再经过顶棚包墙过热器向下进入后包墙下集箱,并流经低温过热器,从锅炉两侧连接管引至炉前屏式过热器进口集箱,流经屏式过热器受热面后,从锅炉两侧连接管返回到尾部竖井后烟道中的高温过热器,后合格的过热蒸汽由高过出口集箱两侧引出。

过热器系统采取调节灵活的喷水减温作为汽温调节和保护各级受热面管子的手段,整个过热器系统共布置有两级喷水。一级减温器(左右各一台)布置在低过出口至屏过入口管道上,作为粗调;二级减温器(左右各一台)位于屏过与高过之间的连接管道上,作为细调,如图 1-7 所示。

1.2.4 烟风系统

循环流化床锅炉内物料的循环是依靠送风机和引风机提供的动能来启动和维持的。

从一次风机出来的空气分成两路送入炉膛:第一路,经一次风空气预热器加热后的热风进入炉膛底部的水冷风室,通过布置在布风板上的风帽使床料流化,并形成向上通过炉膛的气固两相流;第二路,用于床下油点火器的冷却用风以及燃烧用风。

二次风机供风分为四路:第一路,经空气预热器加热后的二次风直接经炉膛下部前后墙的二次风箱分两层送入炉膛;第二路,经空气预热器加热后的二次风用于床上稳燃燃烧器的冷却用风以及燃烧用风;第三路,经空气预热器加热后的二次风进入螺旋给煤机;第四路,一部分未经预热的冷二次风作为给煤皮带的密封用风。

烟气及其携带的固体粒子离开炉膛,通过布置在水冷壁后墙上的分离器进口烟道进入旋风分离器,在分离器里绝大部分物料颗粒从烟气流中分离出来,另一部分烟气流则通过旋风分离器中心筒引出,由分离器出口烟道引至尾部竖井烟道,从前包墙上部的烟窗进入后竖井烟道并向下流动,冲刷布置其中的水平对流受热面管组,将热量传递给受热面,而后烟气流经管式空气预热器再进入除尘器,后由引风机抽进烟囱,排入大气。

“J”阀回料器共配备有 3 台高压头的罗茨风机,每台风机出力为 100%,正常运行时,其中两台运行、一台备用。风机为定容式,因此回料风量的调节是通过旁路将多余的空气送入一次风第一路风道内而完成的。

锅炉采用平衡通风,压力平衡点位于炉膛出口;在整个烟风系统中均要求设有调节挡板,运行时便于控制、调节。烟风系统如图 1-8 所示。

1.2.5 锅炉总图

锅炉总图如图 1-9 所示。