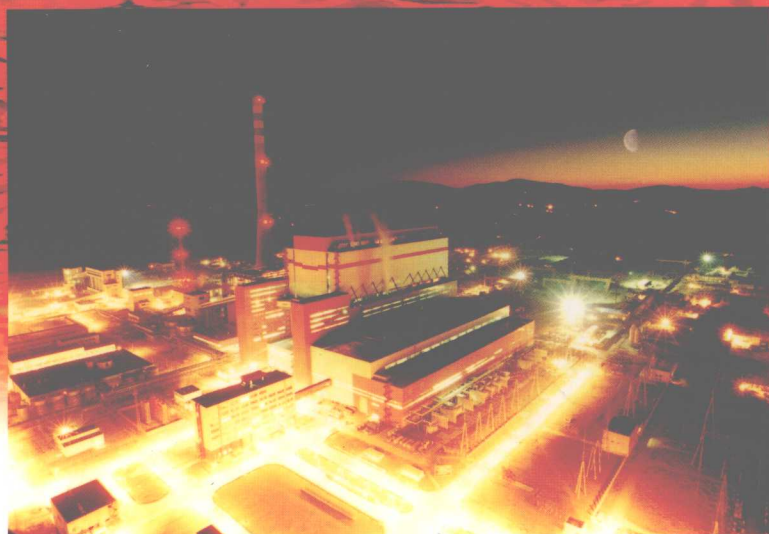




300MW火电机组培训丛书

燃煤锅炉机组

湖北襄樊发电有限责任公司 刘爱忠 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

300MW火电机组培训丛书

燃煤锅炉机组

湖北襄樊发电有限责任公司 刘爱忠 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是 300MW 火电机组培训丛书之一。

本书在扼要叙述基本理论的基础上,系统地阐述了 300MW 火力发电机组典型自然循环锅炉的总体布置,汽包、水冷壁、燃烧器、过热器、再热器、省煤器、空气预热器等各种本体部件的结构和系统,各种辅助系统和设备,如制粉系统、风机、除尘除灰等系统和设备的构造及性能,还介绍了以上系统和设备的启停操作、运行调整、常见故障及处理方法等。本书虽以上海锅炉厂生产的 1025t/h 亚临界压力自然循环燃煤锅炉为例进行介绍,但也具有广泛代表性,既可供从事 300MW 锅炉机组运行、检修和管理方面有关人员参考,也可作为火电厂的培训教材,还可供有关院校热能动力类、电力工程专业类的师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

燃煤锅炉机组/刘爱忠主编.-北京:中国电力出版社,2001
(300MW 火电机组培训丛书)

ISBN 7-5083-0887-5

I. 燃… II. 刘… III. 燃煤锅炉-火力发电 IV. TM621.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 090729 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](http://www.cepp.com.cn))

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2003 年 1 月第一版 2005 年 6 月北京第二次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.75 印张 407 千字

印数 4001—6000 册 定价 28.00 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)

编 辑 委 员 会

主 任	陈中义					
副主任	钱仲威	骆民强	刘爱忠	周支柱	唐凤平	
主 编	刘爱忠					
副主编	杨戎凡					
编 委	(姓氏笔划为序)					
	王小惠	白育西	许 强	李 军	李成华	张腊根
	陈道禄	杨戎凡	荆留平	翁汉兴	黄正来	

序 言

襄樊电厂 4×300MW 机组工程是原电力工业部、原机械工业部的“优化”工程。为了保证工程投产“达标”及投产后的安全经济运行，必须对生产人员进行培训。襄樊发电有限责任公司是按照现代企业制度管理运作的公司，生产人员相对较少，且素质要求高。由于生产人员大部分是大中专毕业生，缺乏一定的实践经验和专业知识。因此，编写一套切实可行的培训教材，以供新员工培训之用，已势在必行。

起初，我们考虑了两种方案：一是委托有关大专院校编写；二是自己组织人员编写。经过对两种方案的技术、经济和对培训工作影响等方面的比较，选择了由襄樊发电有限责任公司自己组织人员编写培训教材的方案。我们认为：我公司主、辅设备的制造厂和其他电厂的不尽相同，外委编写需要我们提供大量的资料和人力，而由我们自己利用收集到的资料进行编写，一方面节省了资金，另一方面也锻炼了我们的员工队伍，使他们在编写过程中就得到了培训。

培训教材的编写工作，自 1997 年 8 月下达编写任务至 1998 年 2 月完成主要部分初稿，历时半年，倾注了公司领导、编委、编写人员的心血。教材根据中南电力设计院的设计方案、各制造厂设备说明书和有关技术规程，由简入繁、深入浅出地叙述了相关设备、系统的构造以及运行、调试、维护等方面的问题和解决方法，并且根据运行培训经验和实际情况编写有关章节和内容。培训教材的出版必将对我公司的生产人员技术培训起到良好的作用。同时，本教材也可作为其他同类型火电厂技术培训的参考用书。

培训教材按专业分为《燃煤锅炉机组》、《汽轮机设备及运行》、《电气设备》及运行》、《电厂化学》、《燃料管理及设备》五部分，按照电力系统常用系统和设备分类编写章节。由于某些制造厂资料及设计资料未能按时提供，个别章节内容待以后以单行本的方式补充。

这次培训教材的编写得到了公司各部门以及相关技术人员的支持和帮助，在此表示感谢。由于编写培训教材的时间短、任务重，编写人员相对较少，教材中难免会出现一些不当之处，敬请各位读者指正。

陈中兴

前 言

襄樊电厂 $4 \times 300\text{MW}$ 机组锅炉主设备由上海锅炉厂 1997 ~ 1998 年制造。主要辅机生产厂：上海鼓风机厂（送风机、引风机、一次风机）、成都电力修造厂（排粉机）、洛阳矿山机器厂（钢球磨煤机）、兰州电力修造厂（静电除尘器）。中南电力设计院承担系统总体设计。

《燃煤锅炉机组》作为 300MW 火电机组培训丛书的一分册，详细介绍了 SG1025t/h 亚临界压力自然循环锅炉及其主要辅机的型式、构造、工作原理、性能参数及操作方法。全书共分 13 章，内容包括锅炉机组概况、锅炉燃料、煤粉制备、煤粉燃烧和燃烧设备、自然循环与水冷壁、过热器和再热器、省煤器和空气预热器、锅炉构架与炉墙、锅炉的启动与停运、锅炉的运行调整、除尘与除灰设备、锅炉风机、启动锅炉。

在编写本书过程中，编写人员查阅了大量的厂家资料和锅炉专业书籍，力求使内容详实准确、覆盖面广，以便使本书具有可查阅性、实用性和可靠性，成为技术人员和专业工作人员培训、工作的指导用书。

从事锅炉、热机专业的工程、生产人员必须熟悉并掌握本专业设备的技术知识，对设备的构造、性能和状态应做到心中有数，才能更好地管理和使用设备，发挥设备的最佳效能。本书既可作为锅炉或热机专业工作人员的培训教材，也可作为管理和技术人员的参考用书。

本书于 1998 年 2 月完成初稿，1998 年底经审校后印出简装本试用。在两年的试用过程中，广大生产人员及技术管理人员提出了很好的修改意见和建议，编审人员广纳众议，对教材进行了修改、补充和完善。本分册由湖北襄樊发电有限责任公司杨戎凡为主进行编写，黄正来、李军、张腊根等同志参加编写，杨戎凡同志统稿整理。国家电力公司华中公司杨厚君同志审定本稿，并提出了许多宝贵意见。书中不当之处在所难免，欢迎广大读者对本书提出宝贵意见。

编者

2001 年 10 月

目 录

序言

前言

第一章 锅炉机组概况	1
第一节 概述	1
第二节 锅炉总体布置及系统	4
第三节 锅炉的性能特点	23
第四节 锅炉的结构特点	26
第二章 锅炉燃料	28
第一节 燃料的成分和主要特性	28
第二节 燃料成分对锅炉工作的影响	33
第三章 煤粉制备	38
第一节 概述	38
第二节 煤的可磨性系数与煤粉性质	38
第三节 钢球磨煤机	39
第四节 制粉系统简介	46
第五节 制粉系统设备	47
第六节 制粉系统启停及运行维护	52
第七节 制粉系统常见故障及处理	54
第八节 制粉系统自动联锁及试验	58
第四章 煤粉燃烧和燃烧设备	61
第一节 燃烧设备	61
第二节 煤粉炉的点火装置	68
第三节 火焰检测装置	76
第四节 炉内的流体动力特性	80
第五节 煤粉气流的着火与燃烧	83
第六节 燃烧控制系统	90
第七节 燃烧器管理系统	97
第八节 锅炉灭火与烟道再燃烧	105
第九节 锅炉结渣	108
第五章 自然循环与水冷壁	112
第一节 自然循环的基本原理	112
第二节 影响自然循环可靠性的因素	115

第三节	汽水循环系统与水冷壁	118
第四节	汽包及其内部装置	122
第六章	过热器和再热器	128
第一节	概述	128
第二节	过热器的结构和工作特点	129
第三节	再热器的结构和工作特点	142
第四节	蒸汽温度及其调节系统	146
第五节	过热器的热偏差及防止措施	154
第七章	省煤器与空气预热器	160
第一节	概述	160
第二节	省煤器	160
第三节	空气预热器	162
第八章	锅炉构架与炉墙	171
第一节	锅炉构架	171
第二节	锅炉炉墙	173
第九章	锅炉的启动与停运	176
第一节	锅炉启动前的检查和准备	176
第二节	锅炉的启动	178
第三节	锅炉的停运	180
第四节	停炉期间的保养和防冻	182
第十章	锅炉的运行调整	185
第一节	锅炉运行调整的任务	185
第二节	蒸汽量与汽压的调整	185
第三节	蒸汽温度的调整	188
第四节	炉内燃烧的调整	193
第五节	汽包水位的控制与调整	197
第六节	锅炉工况变动的影响	201
第七节	单元机组的变压运行	205
第十一章	除灰与除尘系统	207
第一节	概述	207
第二节	静电除尘器	207
第三节	除渣除灰系统	216
第四节	锅炉吹灰系统及运行	221
第十二章	锅炉风机	227
第一节	送风机和引风机	227
第二节	一次风机	243

第十三章 启动锅炉 250

 第一节 概述 250

 第二节 启动锅炉运行 253

 第三节 启动锅炉的维护与保养 256

参考文献 258

第一章 锅炉机组概况

第一节 概 述

一、锅炉设备的组成

锅炉设备包括锅炉本体和辅助设备两个部分。锅炉本体由“锅”和“炉”两大部分组成。“锅”就是锅炉的汽水系统和管子，由省煤器、汽包、下降管、水冷壁、过热器和再热器等设备组成；“炉”就是锅炉的燃烧系统和构架，由炉膛、烟道、燃烧器、空气预热器和锅炉钢架等组成。

锅炉辅助设备是指锅炉本体以外必不可少的设备，包括输煤、制粉、通风、给水、除尘、除灰、水处理设备及热工仪表等。本书以上海锅炉厂生产的 1025t/h 亚临界压力自然循环锅炉为例进行阐述。

二、锅炉型号及主要设计参数

锅炉型号为 SG1025-17.53-M842，1025t/h 亚临界压力自然循环锅炉。

锅炉的主要设计参数包括蒸发量、蒸汽压力、蒸汽温度和给水温度，见表 1-1。

表 1-1 锅炉主要设计参数

名 称	锅炉最大连续出力 (MCR) 时	锅炉额定出力 (100%) 时	名 称	锅炉最大连续出力 (MCR) 时	锅炉额定出力 (100%) 时
过热蒸汽流量 (t/h)	1025	900.6	再热蒸汽出口/进 口压力 (MPa)	3.73/3.93	3.32/3.49
过热蒸汽压力 (MPa)	17.53	17.34	再热蒸汽出口/进 口温度 (℃)	540/326	540/314
过热蒸汽温度 (℃)	540	540	给水温度 (℃)	273	265
再热蒸汽流量 (t/h)	851.5	753.8			

三、锅炉的安全性指标

锅炉的安全性常用下述几种指标来衡量：

- (1) 连续运行小时数 = 两次检修之间运行的小时数；
- (2) 事故率 = [事故小时数 / (总运行小时数 + 事故停用小时数)] × 100%；
- (3) 可用率 = [(运行总时数 + 备用总时数) / 统计期间总时数] × 100%。

事故率和可用率可按一适当长的周期来计算，统计时常以一年为一个周期。目前国内较先进的指标为：事故率约为 1%，可用率约为 90%，连续运行小时数在 4000h 以上。

根据 SD230—87《发电厂检修规程》的规定，电站燃煤锅炉的大修间隔为 3 年，小修间隔为 4~8 个月。300~350MW 汽轮发电机组大修停用日数为 50~55 天，小修停用日数为 18 天。

四、锅炉的经济性指标

锅炉的经济性可用锅炉的热效率、净效率及锅炉的投资来说明。

锅炉热效率的定义为：锅炉每小时的有效利用热量（即水和蒸汽所吸收的热量）占耗用燃料全部发热量的百分数。

锅炉在运行过程中还要消耗一定的热能和电能，如吹灰所用外来蒸汽热耗、制粉系统的用电、预热器的用电、各种风机的用电及电除尘、除灰、除渣系统的用电等。锅炉有效利用的能量占锅炉耗用全部能量（包括燃料）的百分数即为锅炉的净效率。

大型电厂锅炉的热效率都在 90% 以上，上海锅炉生产厂（以下简称“上锅厂”）SG1025/17.53 型锅炉设计热效率在额定负荷时为 91.68%。

锅炉本身的投资在很大程度上取决于制造时的钢材使用率，所谓钢材使用率是指锅炉每小时产生 1t 蒸汽所用的钢材吨数。锅炉容量越小，蒸汽参数越高，则钢材的使用率越大。所用钢材主要是低碳钢，但参数较高的锅炉要用部分耐高温的合金钢，其价格要比碳钢贵很多。此外，还要耗用一些耐火材料、绝热材料及运输、安装等费用。一般说来，电厂锅炉的钢材使用率约在 2.5~5t/(t/h) 范围内。

五、锅炉的设计条件和运行性能

1. 主要燃料

本厂锅炉的设计燃料是 50% 登封贫煤与 50% 黄陵烟煤的混煤，为了扩大锅炉对煤种的适应范围，设计时还考虑了校核煤种 A 和校核煤种 B。校核煤种 A 为登封贫煤；校核煤种 B 为黄陵烟煤。

2. 点火及助燃燃料

锅炉的点火和助燃燃料设计为 0 号轻柴油。锅炉采用二级点火，即高能电弧点火器点燃轻油，轻油点燃煤粉。

3. 锅炉运行性能

锅炉按带基本负荷定压运行设计，亦可用于调峰及定压—滑压一定压的运行方式。在保证锅炉热效率的前提下，不投油的最低稳燃负荷，在使用设计燃料时不大于 40% MCR，在使用校核燃料 A 时为 50% MCR，在使用校核燃料 B 时为 35% MCR。

锅炉设计考虑了对设计燃料和校核燃料的适用性。在额定负荷运行时，锅炉燃用规定燃料时的计算热效率最低不低于 91.7%（按燃料低位发热量计算）。

锅炉设计也考虑了在切除一台高压加热器或全切除高压加热器运行时，锅炉的蒸发量仍能满足汽轮发电机组额定出力的要求。

锅炉的过热蒸汽和再热蒸汽温度在下列工况时均能达到额定温度值，其偏差小于 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

定压运行 70%~100% MCR

滑压运行 50%~100% MCR

锅炉从点火到带满负荷运行的时间

冷态启动 6~8h

温态启动 3~4h

热态启动 1.5~2h

锅炉负荷的变化速度

定压运行 3%/min

滑压运行 5% /min

锅炉炉膛的压力为 $\pm 5248\text{Pa}$ ($\pm 535\text{mmH}_2\text{O}$)，瞬间最大承受压力为 $\pm 8730\text{Pa}$ ($\pm 890\text{mmH}_2\text{O}$)。

锅炉主要受压件的设计寿命为 30 年或 20 万 h。

4. 锅炉的热力特性

锅炉的热力特性列于表 1-2 中。

表 1-2 锅 炉 的 热 力 特 性

序号	名 称	定 压			滑 压		高加全切
		MCR	100%	75%	50%	30%	300MW
1	过热蒸汽流量 (t/h)	1025	900.64	675.48	435.94	244.1	797.765
2	过热蒸汽温度 (℃)	540	540	540	540	540	540
3	过热蒸汽压力 (MPa)	17.53	17.34	17.09	9.39	7.45	17.21
4	再热蒸汽流量 (t/h)	851.483	753.751	565.313	379.041	238.024	781.156
5	再热蒸汽进口温度 (℃)	325.9	313.8	303.5	306.5	263.2	326.2
	再热蒸汽出口温度 (℃)	540	540	540	520	520	540
6	再热蒸汽进口压力 (MPa)	3.93	3.49	2.76	1.73	1.09	3.65
	再热蒸汽出口压力 (MPa)	3.73	3.32	2.62	1.64	1.03	3.47
7	给水温度 (℃)	273	265	246	223	126	173
8	过热器喷水温度 (℃)	175	170	158	143		174
9	进空气预热器冷风温度 (℃)	20	20	20	20	20	20
10	锅炉计算效率 (%)	92.719	92.932	92.379	91.233	89.943	92.737
11	再热器烟道侧烟气份额	0.37	0.43	0.51	0.40	0.58	0.37
12	计算燃料消耗量 (10^3kg/h)	129.026	115.858	90.297	61.805	41.815	120.666
13	炉膛容积热负荷 [$10^3\text{kJ}/(\text{m}^3\cdot\text{h})$]	431.7	387.7	301.9	206.8	139.8	303.6
14	炉膛断面热负荷 [$10^3\text{kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$]	17.27	1551	12.09	8.27	55.598	16.15
15	炉膛出口烟温 (℃)	1139.2	1104.9	1025.9	917.36	811.62	1118.6
16	后屏出口烟温 (℃)	1047.2	1019.1	951.5	857.85	762.04	1029.3
17	高温过热器出口烟温 (℃)	948.5	927.46	874.19	796.7	714.47	834.9
18	高温再热器出口烟温 (℃)	838.67	823.37	784.83	721.98	657.19	829.12
19	低温再热器出口烟温 (℃)	391.91	386.33	382.47	364.92	350.25	391.94
20	低温过热器出口烟温 (℃)	410.51	406.09	399.38	401.63	426.55	420.9
21	省煤器出口烟温 (℃)	374.4	368.96	362.88	432.42	318.42	360.81
22	分隔屏出口汽温 (℃)	439.57	441.16	444.05	448.87	435.29	322.04
23	后屏出口汽温 (℃)	496.94	498.25	501.1	523.11	523.82	487.59
24	低温过热器出口汽温 (℃)	407.01	404.16	399.57	438.79	404.23	444.28
25	低温再热器出口汽温 (℃)	461.23	464.08	470.31	452.54	460.96	462.61
26	省煤器出口水温 (℃)	274.96	267.37	249.51	227.68	139.31	178.53
27	I 级减温器出口汽温 (℃)	396.81	394.89	391.48	363.09	325.18	376.63
28	II 级减温器出口汽温 (℃)	489.45	491.61	495.28	490.54	487.69	481.45

续表

序号	名 称	定 压			滑 压		高加全切
		MCR	100%	75%	50%	30%	300MW
29	后屏烟气流速 (m/s)	7.79	6.84	5.23	3.83	2.65	7.18
30	高温过热器烟气流速 (m/s)	9.66	8.51	6.55	4.84	3.37	8.92
31	高温再热器烟气流速 (m/s)	10.92	9.65	7.50	5.69	3.94	10.11
32	低温再热器烟气流速 (m/s)	8.89	9.30	8.58	5.12	5.40	8.33
33	低温过热器烟气流速 (m/s)	11.86	9.40	6.42	6.8	3.12	11.07
34	省煤器烟气流速 (m/s)	6.23	6.54	6.14	3.74	4.01	5.81
35	一级减温器喷水量 (t/h)	30	19.5	30.5	41.5		110.5
36	二级减温器喷水量 (t/h)	10	6.5	10.5	14		6
37	炉膛出口负压 (Pa)	19.60	19.60	19.60	19.60	19.60	19.60
38	锅炉本体烟气侧总阻力 (Pa)	2743.5	2265.8	1634.97	1147.1	811.4	2462.06
39	空气预热器出口烟气流 (t/h)	1474.07	1324.86	1073.09	840.8	632.8	1376.0
40	空气预热器入口烟温 (℃)	397.2	390	381.1	378.3	363.9	398.9
41	锅炉排烟温度 (修正) (℃)	132.8	128.9	125	120	116.7	132.2
42	空气预热器出口一次风温度 (℃)	330.6	328.3	330	332.2	328.9	334.4
43	空气预热器出口二次风温度 (℃)	345	340.6	338.9	338.9	333.3	347.8
44	空气预热器一次风阻力 (Pa)	572.9	473.3	323.8	224.18	137	510.6
45	空气预热器二次风阻力 (Pa)	635.2	523.1	336.3	236.6	137	560.5
46	空气预热器漏风系数	9.45	9.56	9.99	10.05	11.07	9.23
47	空气预热器入口一次风量 (t/h)	352.21	315.85	254.32	188.1	134.74	325.6
48	空气预热器入口二次风量 (t/h)	900.73	810.47	642.71	521.57	387.03	843.59
49	空气预热器出口一次风量 (t/h)	249.70	224.22	181.74	145.45	110.7	233.52
50	空气预热器出口二次风量 (t/h)	888.94	798.22	629.1	505.24	369.34	831.34

第二节 锅炉总体布置及系统

一、锅炉总体布置简介

锅炉本体采用单炉膛Ⅱ型（原称倒 U 型）布置，一次中间再热，燃用煤粉，制粉系统形式为钢球磨煤机中间储仓式热风送粉，四角布置切圆燃烧；采用直流宽调节比摆动式燃烧器（又称 WR 型燃烧器），分隔烟道挡板调节再热汽温，平衡通风，全钢结构，半露天岛式布置，固态机械除渣。

锅炉本体布置图见图 1-1。炉膛深度为 12.5m，宽度为 13.26m，炉顶管中心标高为 59.8m，汽包中心线标高为 64.3m。炉膛四周的水冷壁由 648 根 $\phi 60 \times 8$ （内螺纹管区域为 $\phi 60 \times 7.5$ ）的鳍片管组成膜式水冷壁。炉膛上部布置了四大片分隔屏过热器，分隔屏的底部距最上层一次风煤粉喷嘴中心高度为 19.11m，对燃用低挥发分贫煤具有足够的燃尽长度。设五层一次风喷嘴，如投下四层火嘴燃尽长度可达 26.5m，当燃用校核煤种 B 时，可投上

四层火嘴或五层火嘴都投。分隔屏后面布置有后屏过热器，折焰角上方布置有高温过热器，在水平烟道区域布置有高温再热器。

后烟井为前后并联双烟道，总深度为 12m。后烟井前的烟道深度为 5.4m，自上而下依次布置有低温再热器和省煤器，后烟井后的烟道深度为 6.6m，布置有低温过热器。

在标高 32m 处，在前后烟道出口均布置了烟道调节挡板，通过调节前后烟道的烟气流量，可以调节再热蒸汽温度，以适应锅炉工况变动的需要，而过热蒸汽温度则用两级喷水减温器进行调节。

尾部烟道下方设置两台直径为 10.33m 的三分仓受热面回转式空气预热器，使锅炉布置紧凑。

水冷壁下联箱中心线标高 7.55m，炉膛冷灰斗下方装有两台刮板式捞渣机和两台碎渣机。

锅炉钢架为高强螺栓连结式构架，共分六层，炉顶大板梁顶面标高 71.8m。除空气预热器和机械出渣装置外，所有锅炉部件均悬吊在炉顶钢架上。为方便运行人员操作，在锅炉标高 31.2m 处的 G 排柱至 K 排柱区设有燃烧器区域的防雨设施，汽包两端设有汽包小室等露天保护设施，炉顶装有轻型大屋顶。

锅炉设有膨胀中心和零位保证系统。锅炉深度和宽度方向上的膨胀零点设置在炉膛深度和宽度中心线上，通过与水冷壁管相连的刚性梁上的承剪件与钢架的导向装置相配合形成膨胀零点，垂直方向上的膨胀零点在炉顶大罩的顶部。所有受压件吊杆的位移量均相对于膨胀零点而言，对位移量大的吊杆设置了预进量，以改善锅炉运行时的吊杆受力状态。

锅炉采用全金属密封结构。炉顶、水平烟道和炉膛冷灰斗的底部均采用罩壳热密封结构，以提高锅炉整体密封性和美观性。

二、主要部件简介

1. 燃烧室（炉室）

炉室断面尺寸为深 12 500mm，宽 13 260mm，其深宽比为 1：1.06，这样的截面为四角布置切圆燃烧方式创造了良好的条件，使炉室烟气的充满程度较好，从而使炉室四周的水冷壁吸热比较均匀，热偏差较小。

炉室上部布置四大片分隔屏过热器，以消除炉室出口烟气流的残余旋转，减少进入水平烟道的烟气流量分布不均。

2. 汽包

汽包安置在锅炉上前方，汽包中心线标高为 64.3m。汽包内径为 1 743mm，壁厚为 145mm，汽包筒身长度为 20 500mm，筒身两端各与半球形封头相接，筒身与封头均用 BHW-35 材料制成。

给水分配管装在汽包内下方，四根大直径下降管则均匀布置在汽包筒身底部，给水分配管在下降管座上方引出 4 根给水注入管，给水沿着注入管进入下降管中心，从而避免下降管座焊缝区与给水直接接触，消除了焊缝区产生过大温差应力的可能性。在下降管座入口处设置了栅网板，避免旋涡的产生，并防止下降管入口带汽，提高了水循环的安全性。

汽包内设置了较多数量的轴流式旋风分离器和波形板干燥器，在负荷变化时可有效地保证蒸汽品质，还装有连续排污管、事故紧急放水管和加药管等。

三只单室水平平衡容器、两只双色水位表、一只核子水位计、两只电接点水位计分别布置在汽包两端封头上，具有控制、监视和保护等功能。

三只弹簧安全阀布置在汽包两端封头上，其排放量大于 75% MCR。

汽包筒身上还设置了若干压力测点和内外壁温测点，并设置有省煤器再循环管座、辅助蒸汽管座等。

3. 水冷壁

648 根 $\phi 60 \times 8$ 材料为 20G、节距为 76mm 的管子组成的膜式水冷壁围成深 12.5m、宽 13.26m 的炉室。整个水冷壁划分成 32 个独立回路，两侧墙各有 6 个回路，前后墙各有 6 个回路，其中最宽的回路由 28 根管子组成，位于前后墙中部。水冷壁四个角为大切角，每一切角处的水冷壁形成两个独立小回路。炉室下部的切角形成燃烧器水冷套，与燃烧器组装后出厂。

前后墙水冷壁在标高 16.268m 处与水平成 55° 夹角折成冷灰斗，向下倾至标高 8m 处形成深度为 1.4m 的出渣口与机械除渣装置相接。后墙在标高 41.639m 处形成深 3m 的折焰

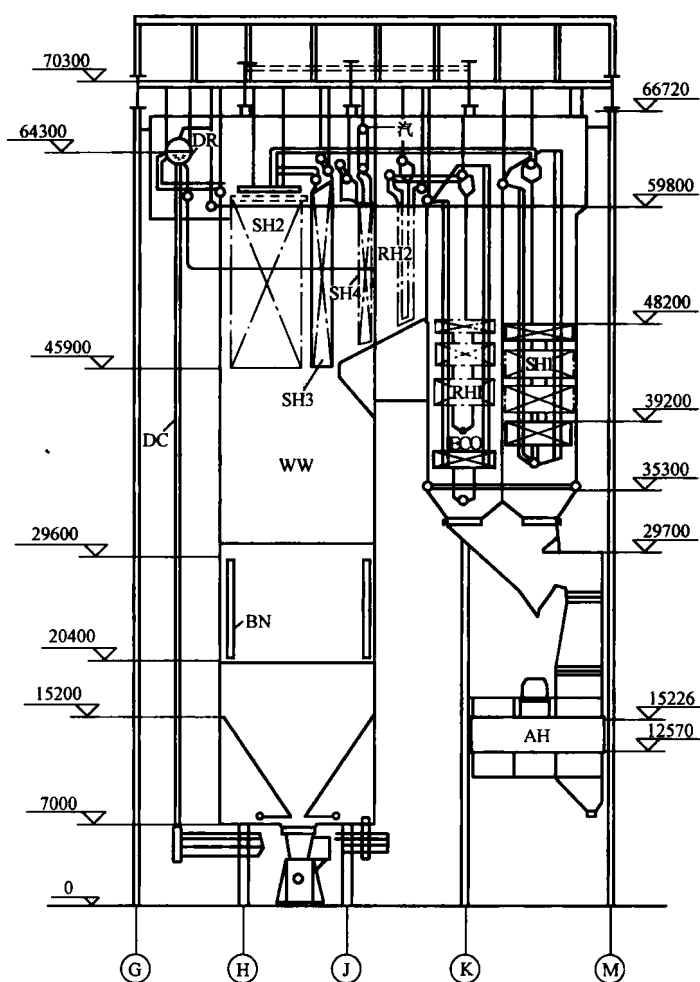


图 1-1 1025t/h 亚临界自然循环锅炉简图

DR—汽包；DC—下降管；ECO—省煤器；WW—水冷壁；SH1—低温过热器；SH2—分隔屏；SH3—后屏；SH4—高温过热器；RH1—低温再热器；RH2—高温再热器；BN—燃烧器；AH—空气预热器

角。折焰角以与水平成 30° 的夹角向后上方延伸，在标高 48.24m 处折向水平烟道底部，然后垂直向上形成 3 排排管至出口集箱。

4. 过热器

过热器包括炉顶过热器、低温对流过热器、分隔屏及后屏过热器、高温过热器等部分。炉顶过热器分前炉顶和后炉顶，也包括水平烟道两侧墙，后烟井四周和隔墙及悬吊管等。

低温过热器布置在后烟井的后部烟道，由四组 $\phi 57$ 的蛇形管组和一垂直管段组成，是 3 根套矩形管组，共 114 排。

分隔屏布置在炉膛上方，共四大片，每片分隔屏由 6 小片管屏组成，每一小管屏由 8 根 $\phi 51$ 的管子组成。

后屏共 20 片，布置在分隔屏后部的炉膛出口处。每片屏由 14 根 U 形管组成。外圈管子管径为 $\phi 60$ ，内圈管子管径为 $\phi 54$ ，屏高 13.9m（炉膛内）。高温过热器位于折焰角上方，共 38 片管屏，每片由 8 根管子组成，最外一圈管子为 $\phi 60$ ，其他管子为 $\phi 64$ 。

5. 再热器

再热器采用高温和低温二级布置。低温再热器位于尾部烟井前烟道。由三组 $\phi 57 \times 4$ 的 5 根套蛇形管组和垂直出口段组成，共 114 排。高温再热器位于水平烟道内。由 57 排 8 根套的 $\phi 57 \times 4$ 管屏组成。

6. 省煤器

省煤器仅有一组蛇形管组，布置在尾部烟井前烟道低温再热器的下方。省煤器共 114 排，管组由 $\phi 51 \times 6$ 的两根套蛇形管组成，顺列布置。

7. 空气预热器

锅炉设置两台直径为 $\phi 10.33$ 的三分仓受热面回转式空气预热器，用以加热一次风和二次风。空气预热器漏风间隙采用自动控制，确保漏风率在 12% 以内。

8. 燃烧器

在标高 20.4m 到 29.54m 处，炉膛四角各布置了一组直流式燃烧器，每组燃烧器由 5 层一次风喷嘴、8 层二次风喷嘴和 2 层三次风喷嘴组成，其中有 3 层二次风喷嘴中设置了轻油枪并相应地配备一只点火器。

9. 出渣设备

锅炉配置两台对称布置的链条刮板式捞渣机，布置在出渣斗下方，并设置两台碎渣机与之配套。

三、锅炉的汽水系统

1. 给水系统

通过汽轮机回热加热系统从调速给水泵来的给水进入锅炉给水系统，锅炉给水系统包括 100% 主给水和 30% 旁路给水两条并联管路，再以单路进入省煤器进口集箱。两条并联给水管中分别装有主给水电动闸阀、主给水流量孔板、旁路电动闸阀和旁路气动调节阀，如图 1-2 所示。

给水以调速给水泵调节给水流量为主，在锅炉启动过程中，给水流量小于 30% MCR 时，用旁路调节阀进行调节，给水流量大于 30% MCR 时，旁路关闭，用调速给水泵进行调节。

2. 汽水循环系统

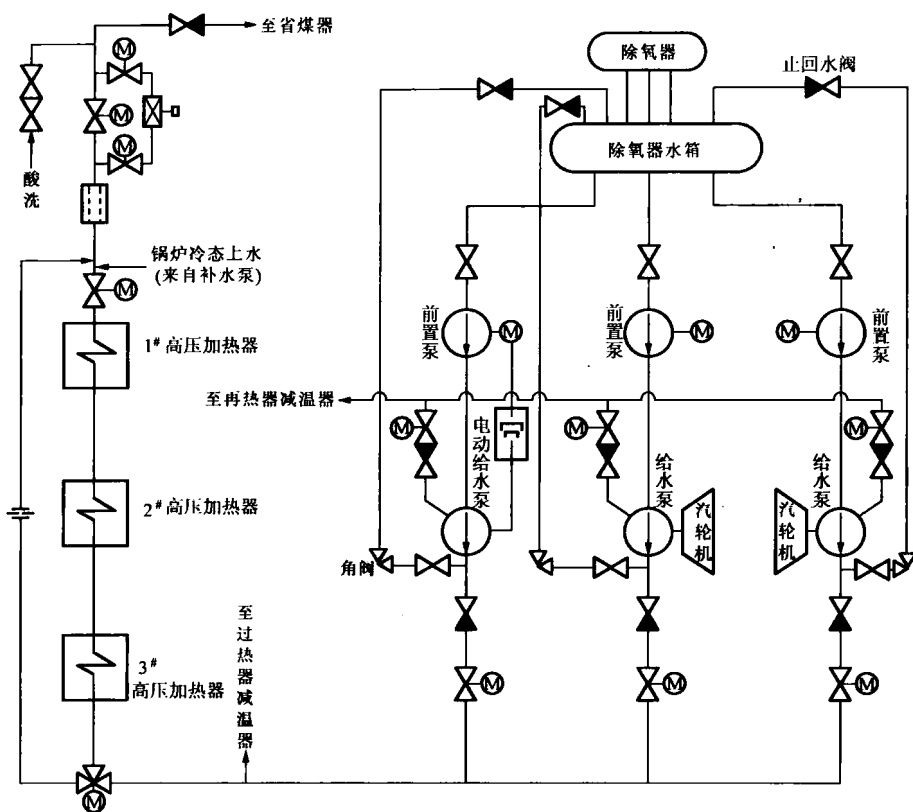


图 1-2 锅炉给水系统图

从给水系统来的给水以单路进入省煤器（ECO）进口集箱的左端，经省煤器加热后从出口集箱两端引出，并在省煤器出口连接管道的终端汇合后，分 3 路经汽包下部的给水分配管进入汽包水侧，从而进入锅炉的汽水循环系统。汽水循环系统见图 1-3。

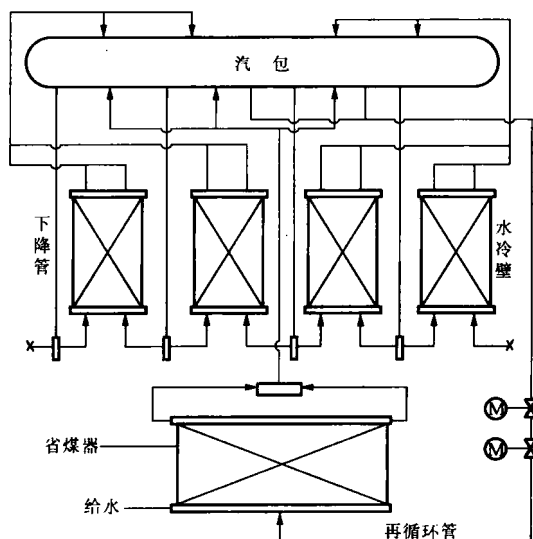


图 1-3 汽水循环系统

为防止锅炉启动过程中省煤器管内产生汽化，在汽包和省煤器进口集箱之间设置了一条省煤器再循环管。管路上装有两只电动截止阀。当锅炉启动时必须打开这两个阀门，向省煤器提供足够的水流量，以防止省煤器中的水汽化。直到锅炉建立了一定的给水流量后，才能切断这两个阀门。

锅炉的汽水循环系统包括汽包，大直径下降管，水冷壁管以及引入、引出管。来自省煤器的未沸腾水，分 3 路进入汽包内沿汽包长度方向布置的给水分配管中，然后分 4 路直接进入 4 根大直径下降管的管座，使从省煤器来的欠焓水和汽包中的炉水在下降管中混合，以避免给水与汽包内壁金属接触，