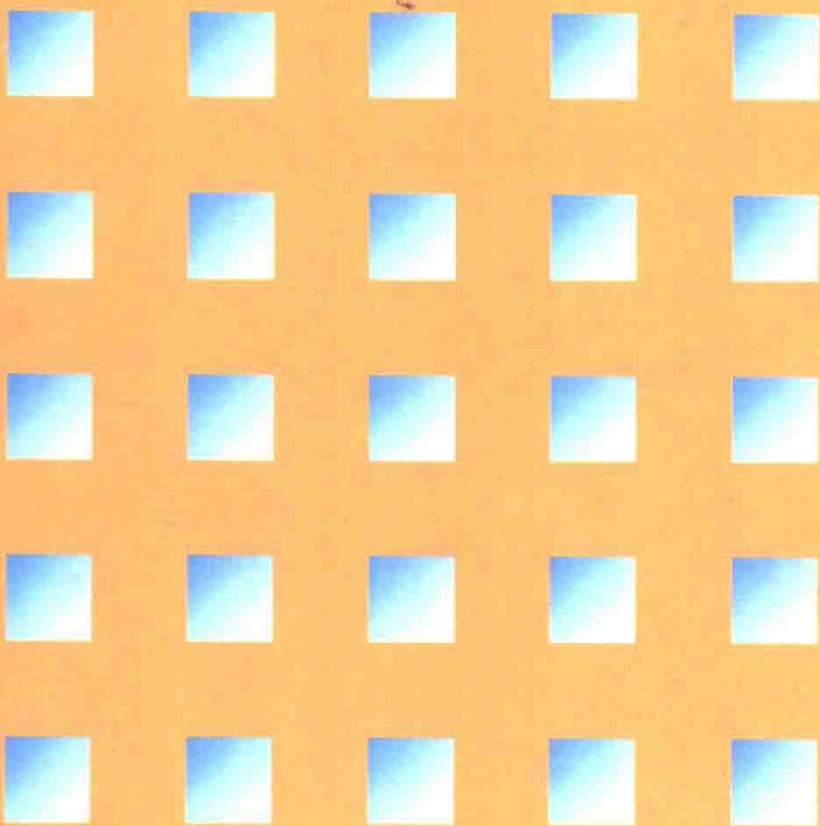




锅炉 安装 手册

朱宝山 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

锅炉 安装 手册

朱宝山 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是作者根据多年工作实践,按现行国家标准、规程规范,结合国内外电力建设中锅炉安装工程施工经验而编写的,其中有些部分是作者工作成果的总结。书中全面介绍了国内外锅炉安装工程施工方法,并对锅炉安装工程相关的、必须掌握的锅炉结构、焊接、起重技术进行了全面性的介绍。为了加强实用性,书中给出了各种典型施工方案、计算实例、相关技术数据和参考资料以便查阅。

全书共分两篇,其中第一篇为锅炉结构篇;第二篇为锅炉安装篇。主要内容有锅炉原理及其结构;工程工期选定;平面布置;大型机械选择与布置;劳动力配备方案;各种容量工业锅炉、电站锅炉本体设备的组合及吊装方案,辅机、公共系统设备的安装;锅炉机组分部试运,以及锅炉安装过程中的焊接、起重技术等。

本书可作为电力建设部门、施工企业进行工程招投标和编制施工组织设计、作业指导书的参考书,并可作为高等院校热能工程、电厂热能动力工程等专业的参考书,亦可作为高等院校、中等专业学校的锅炉专业参考书。

图书在版编目(CIP)数据

锅炉安装手册/朱宝山主编.-北京:中国电力出版社,2000.4
ISBN 7-5083-0232-X

I. 锅… II. 朱… III. 锅炉-设备安装-手册 IV. TK226
-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 77075 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>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2001 年 2 月第一版 2001 年 2 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 51.5 印张 1270 千字 2 插页
印数 0001—3000 册 定价 95.00 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)

前言

随着我国电力建设工业的发展，大型锅炉机组的建设越来越多。在电力建设过程中，锅炉安装工期最长，方案具有较大的多样性、可变性，涉及焊接、起重专业技术更多，因而它对电力建设的经济性、安全性起关键作用。

我国锅炉安装技术从 50 年代起至 80 年代止，一直延用苏联安装方法，随着 90 年代初引进锅炉机组的同时也引进了欧美、日本等国的安装方法。因而我国锅炉安装技术是集各国施工经验，结合过去施工经验，独立创建的一套施工方法。为更好地总结经验、寻求更加完善的锅炉安装技术，特编写本书。

本书以实用性为主线，重点放在投标阶段、施工组织设计编制阶段、施工作业指导书编制和施工阶段的监控以及机组分部试运有关技术方案的制定上。并提供相关实例、技术数据以便选用。

本书中列入部分实用计算及计算实例，属于工程计算范畴，从计算理论分析，难免有不足之处，但从工程角度讲，已能满足要求。

本书由朱宝山主编，参加编写的有杨宝生、任永宁、迟怀生等。具体分工是：第 19 章由任永宁撰写，第 26 章由迟怀生、来学津撰写，第 29 章由杨宝生撰写，其余各章由朱宝山撰写。

无锡锅炉厂、中电联为本书提供了资料，编者在此表示衷心的感谢。对整个编写过程中大力支持和帮助我们的陈文煜、樊九州、赵国良同志在此一并致谢。

本书由华北电力集团公司罗挺总工程师主审，他对全稿审阅细致，并提出很多宝贵建议，使编者受益匪浅，特此向罗挺总工程师表示深切的谢意。

由于编者水平所限，书中的缺点和错误在所难免，恳请读者指正。

编 者

2000 年 2 月

第一篇 锅炉分类及其结构

1 概述	1
1.1 锅炉分类	1
1.2 锅炉型号	2
1.3 锅炉参数系列	4
1.4 锅炉机组的构成及工作流程	5
1.5 锅炉技术经济指标	7
1.6 锅炉整体布置简介	8
1.7 锅炉整体典型布置	10
1.8 锅炉的热力系统	12
2 工业锅炉的结构	16
2.1 火管锅炉	16
2.2 水管锅炉	17
2.3 水火管锅炉	21
2.4 热水锅炉	22
3 电站锅炉的结构	25
3.1 自然循环电站锅炉的结构	25
3.2 强制(控制)循环电站锅炉的结构	29
3.3 电站用直流锅炉	32
3.4 电站用低循环倍率锅炉	39
3.5 电站用复合循环锅炉	40
4 燃烧方式与燃烧设备结构	43
4.1 层燃炉及其燃烧设备结构	43
4.2 煤粉炉及其燃烧设备结构	51
4.3 油、气炉的燃烧设备结构	57
4.4 液态排渣炉和旋风炉的分类及其结构	67
4.5 流化床锅炉及其结构	69
4.6 水煤浆的燃烧设备结构	73
5 特种锅炉的结构	75
5.1 间接加热锅炉	75
5.2 余热锅炉	75
5.3 废料锅炉	77
5.4 特种工质锅炉	78
5.5 正压燃烧锅炉	78
6 锅筒及其内部装置	80
6.1 锅筒的作用	80
6.2 锅筒的内径与材料	80
6.3 锅筒与内部装置结构	80
6.4 锅筒的支持结构	85

7 锅炉主要受热面的结构	86	11 锅炉的除尘及脱硫设备结构	129
7.1 锅炉蒸发受热面结构	86	11.1 重力除尘装置结构	129
7.2 锅炉过热器结构	92	11.2 惯性分离除尘装置结构	129
7.3 锅炉再热器结构	102	11.3 离心分离除尘装置结构	129
7.4 锅炉省煤器结构	104	11.4 洗涤式除尘装置结构	130
7.5 空气预热器结构	108	11.5 电气除尘器结构	130
8 过热器和再热器的汽温调节		11.6 脱硫装置设备及结构	131
设备结构	119	12 磨煤机的结构	134
8.1 蒸汽侧调温设备结构	119	12.1 筒式钢球磨煤机结构	134
8.2 烟气侧调温设备结构	121	12.2 中速磨煤机结构	135
9 锅炉构架的结构	123	12.3 高速磨煤机结构	135
10 锅炉炉墙的结构	125	13 锅炉用风机的结构	138
10.1 锅炉炉墙的作用及对炉墙的		13.1 离心式风机结构	138
基本要求	125	13.2 轴流式风机结构	138
10.2 炉墙的分类及结构	125		

第二篇 锅炉机组及其公共系统设备的安装

14 概述	141	与布置	265
14.1 锅炉机组安装方法简介	141	17.1 锅炉吊装、运输机械选择与布置	
14.2 锅炉安装的前期工作	143	应考虑的因素	265
14.3 施工组织设计的编制	144	17.2 吊装、运输机械选择布置实例	266
14.4 锅炉施工方案的具体策划	146	17.3 国外锅炉吊装机械选择情况	280
14.5 锅炉安装工程的特点及工艺总		18 锅炉机组安装劳动力配备	281
要求	148	18.1 国外锅炉安装的单位耗用工日数	281
14.6 锅炉安装工程常用技术数据	150	18.2 国内锅炉安装的劳动力配备	282
15 锅炉机组施工工期	241	18.3 福州安装工程劳动力配备情况	285
15.1 锅炉机组施工工期的编制	241	18.4 推荐的锅炉安装单位耗工及	
15.2 控制工期阶段的划分	241	劳动力级配	286
15.3 锅炉机组施工实际工期	242	19 锅炉设备焊接	288
15.4 国内某些工程锅炉安装工期实绩	252	19.1 锅炉安装应执行的主要焊接标准	288
15.5 国外施工工期	253	19.2 锅炉用钢	289
15.6 锅炉机组安装施工工期定额	256	19.3 锅炉安装的焊接工艺方法	291
15.7 锅炉施工推荐的参考工期	258	19.4 锅炉焊接使用的焊接材料	292
15.8 合理的施工工期	259	19.5 焊接工艺评定	294
16 锅炉施工平面布置	260	19.6 焊工培训与考核	295
16.1 平面布置选择依据	260	19.7 锅炉安装的焊接准备工作	297
16.2 平面布置中应注意的问题	260	19.8 焊接工艺的一般要求	301
16.3 锅炉安装工程平面布置实例	262	19.9 焊接	304
16.4 施工生产、生活用地推荐选用值	263	19.10 焊口的焊后热处理	306
16.5 施工用电	263	19.11 焊接检验	308
16.6 施工用水	264	19.12 几个工程焊接实践	316
17 锅炉吊装、运输机械选择		20 工业锅炉安装	319

20.1	整体锅炉安装	319	26.1	炉墙、保温材料的性能	523
20.2	散装锅炉安装	320	26.2	耐火材料	526
21	电站锅炉本体设备组合	329	26.3	保温材料	529
21.1	锅炉本体设备组合组件划分 及组合架	329	26.4	耐火、保温混凝土施工	534
21.2	锅炉钢结构组合	330	26.5	特殊部位炉墙施工	540
21.3	受热面设备组合通则	341	26.6	热力设备及管道保温	545
21.4	水冷壁组合	342	26.7	冬季施工	560
21.5	过热器、再热器组合	345	27	锅炉辅助机械、公共系统转动 机械安装	561
21.6	省煤器组合	348	27.1	锅炉辅助机械、公共系统转动 机械安装通则	561
22	电站锅炉本体设备吊装	353	27.2	转子(体)平衡	569
22.1	锅炉吊装的原则、阶段的划分、 吊装总程序	353	27.3	磨煤机安装	577
22.2	锅炉构架的吊装	355	27.4	风机安装	587
22.3	锅筒的吊装	361	27.5	烟、风、煤管道安装	594
22.4	锅炉锅水循环泵的安装	364	27.6	燃油系统设备安装	600
22.5	锅炉悬吊系统安装及其调整	366	27.7	立式拱顶钢制油罐制作安装	605
23	锅炉本体设备吊装实例	369	27.8	重车、空车“铁牛”安装	610
23.1	130t 日产汽车起重机吊装 130t/h 锅炉实例	369	27.9	迁车平台安装	611
23.2	HG670/140-13 型锅炉安装实例	370	27.10	叶轮给煤机安装	613
23.3	巴威 1025t/h 锅炉安装实例	419	27.11	堆取料机安装	614
23.4	SG-1025/170 型锅炉安装	423	27.12	环锤式碎煤机安装	622
23.5	1800t/h 锅炉安装	425	27.13	固定式胶带机安装	624
23.6	SG1025-M-600 型锅炉安装	429	27.14	电子秤安装	626
23.7	德国 1900t/h 锅炉安装	435	27.15	转子式翻车机安装	630
23.8	CE 和瑞士苏尔寿供 1900t/h 锅炉安装	436	28	锅炉整体水压试验	635
23.9	2008t/h 锅炉吊装	442	28.1	水压试验目的和依据	635
23.10	HG2008/18.2-YM2 型 锅炉安装	444	28.2	水压试验必备条件及技术文件	635
23.11	三菱 1175t/h 锅炉安装 (日本施工方法)	462	28.3	水压试验范围	637
23.12	Π _н 1650-25-545KT 型锅炉安装 (苏联施工方法)	490	28.4	水压试验的上水、加药、加热、 排放、升压临时系统	638
24	空气预热器安装	506	28.5	水压试验有关参数及标准	638
24.1	管式空气预热器安装	506	28.6	典型水压试验过程及方法	640
24.2	回转式空气预热器安装	506	28.7	水压试验	640
25	除尘器安装	515	29	锅炉风压试验	641
25.1	多管式除尘器安装	515	29.1	锅炉风压试验方法及压力选择	641
25.2	湿式除尘器安装	515	29.2	锅炉风压试验检查	641
25.3	电除尘器安装	516	29.3	锅炉风压试验	642
26	炉墙与保温	523	29.4	锅炉风压试验应具备的条件	642
			29.5	锅炉风压试验安全注意事项	642
			30	锅炉安装发展趋势	644
			30.1	电站锅炉发展方向	644
			30.2	电站锅炉安装发展方向	645

附录	647	F 常用起重机具	726
A 金属钢材	647	G 有关计算公式技术数据及有关计算	736
B 电焊条	679	H 常用材料	798
C 钢轨	706	I 大气环境指标	811
D 某些钢种适用范围及力学性能	711	参考文献	813
E 某些国家标准钢号表示方法	718		

第一篇 锅炉分类及其结构

1 概 述

1.1 锅 炉 分 类

锅炉是利用燃料等燃烧释放的热能或工业生产中的余热，将工质加热成某一温度和压力的蒸汽或热水的设备，产生蒸汽的锅炉也称为蒸汽发生器。

锅炉分类方法很多，本书推荐锅炉的分类方法见表 1-1。

表 1-1 锅 炉 分 类

分类方法	锅 炉 类 型	简 要 说 明
按用途分类	电站锅炉	用于发电，多为大容量、高参数锅炉，火室燃烧，热效率较高
	工业锅炉	用于工业生产和采暖，多为低参数、小容量锅炉，火床燃烧，热效率较低。出口工质为蒸汽的称为蒸汽锅炉，出口工质为热水的称为热水锅炉
	船用锅炉	用作船舶动力，一般采用低、中参数，大多燃油。要求锅炉体积小，重量轻
	机车锅炉	用作机车动力，一般为小容量、低参数，火床燃烧，以燃煤为主，锅炉设计紧凑
按结构分类	火管锅炉	烟气在火管内流过，一般为小容量、低参数锅炉，热效率较低，但构造简单，水质要求低，运行维修方便
	水管锅炉	汽水在管内流过，可以制成小容量、低参数锅炉，也可制成大容量、高参数锅炉。电站锅炉一般均为水管锅炉，热效率较高，但对水质要求和运行水平的要求也较高
按循环方式分类	自然循环锅筒锅炉	具有锅筒，利用下降管和上升管中工质密度差产生工质循环，只能在临界压力以下应用
	多次强制循环锅筒锅炉（辅助循环锅筒锅炉）	具有锅筒和循环泵，利用循环回路中的工质密度差和循环泵压头建立工质循环。只能在临界压力以下应用
	低循环倍率锅炉	具有汽水分离器和循环泵。主要靠循环泵建立工质循环，可应用于亚临界压力和超临界压力。循环倍率较低，一般为 1.25~2.0
	直流锅炉	无锅筒，给水靠水泵压头一次通过受热面产生蒸汽，适用于高压和超临界压力锅炉
	复合循环锅炉	具有再循环泵。锅炉负荷低时按再循环方式运行，负荷高时按直流方式运行。可应用于亚临界压力和超临界压力
按锅炉机组容量分类	小型锅炉	额定容量小于 230t/h 的锅炉
	中型锅炉	额定容量在 400~670t/h 的锅炉
	大型锅炉	额定容量大于 670t/h 的锅炉

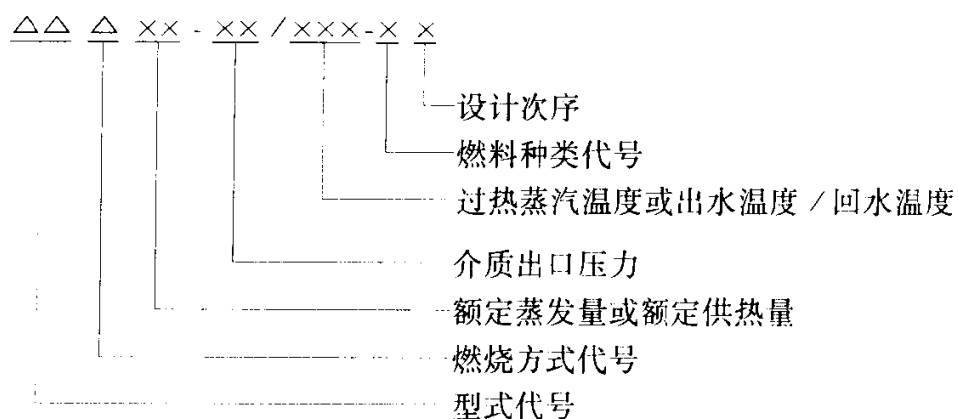
续表

锅炉分类及其结构	分类方法	锅 炉 类 型	简 要 说 明
	按锅炉出口工质压力分类	低压锅炉 中压锅炉 高压锅炉 超高压锅炉 亚临界压力锅炉 超临界压力锅炉	压力小于 1.274MPa ($13\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$) 压力为 3.822MPa ($39\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$) 压力为 9.8MPa ($100\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$) 压力为 13.72MPa ($140\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$) 压力为 16.66MPa ($170\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$) 压力大于 22.11MPa ($225.65\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$)
	按燃烧方式分类	火床燃烧锅炉 火室燃烧锅炉 旋风炉 流化床燃烧锅炉	主要用于工业锅炉, 其中包括固定炉排炉、活动手摇炉排炉、倒转炉排抛煤机炉、振动炉排炉、下饲式炉排炉和往复推饲炉排炉等。燃料主要在炉排上燃烧 主要用于电站锅炉, 燃烧液体燃料、气体燃料和煤粉的锅炉都是火室燃烧锅炉。火室燃烧时, 燃料主要在炉膛空间悬浮燃烧 有卧式和立式两种, 燃用粗煤粉或煤屑。微粒燃料在旋风筒中央悬浮燃烧, 较大煤粒贴在筒壁燃烧, 液态排渣 送入炉排的空气流速较高, 使大粒燃煤在炉排上面的流化床中翻腾燃烧, 小粒燃煤随空气上升并燃烧。宜用于燃用劣质燃料, 目前只用于工业锅炉。最近正在开发大型循环流化燃烧锅炉
	按所用燃料或能源分类	固体燃料锅炉 液体燃料锅炉 气体燃料锅炉 余热锅炉 原子能锅炉 废料锅炉 其他能源锅炉	燃用煤等固体燃料 燃用重油等液体燃料 燃用天然气等气体燃料 利用冶金、石油化工等工业的余热作热源 利用核反应堆所释放热能作为热源的蒸汽发生器 利用垃圾、树皮、废液等废料作为燃料的锅炉 利用地热、太阳能等能源的蒸汽发生器
	按排渣方式分类	固态排渣锅炉 液态排渣锅炉	燃料燃烧后生成的灰渣呈固态排出, 是燃煤锅炉的主要排渣方式 燃料燃烧后生成的灰渣呈液态从渣口流出, 在裂化箱的冷却水中裂化成小颗粒后, 排入水沟冲走
	按炉膛烟气压力分类	负压锅炉 微正压锅炉 增压锅炉	炉膛压力保持负压, 有送、引风机, 是燃煤锅炉主要型式 炉膛表压力为 2000~5000Pa, 不需引风机, 宜于低氧燃烧 炉膛表压力大于 0.3MPa, 用于配蒸汽-燃气联合循环
	按锅筒布置分类	单锅筒纵置式、 单锅筒横置式、双 锅筒纵置式等	现代锅筒型电站锅炉都应用单锅筒型式, 工业锅炉采用单锅筒或双锅筒型式
	按炉型分类	倒 U 型、塔型、 箱型、T 型、U 型、 N 型、L 型、D 型、 A 型等	D 型、A 型用于工业锅炉, 其他炉型一般用于电站锅炉
	按锅炉厂房型式分类	露天、半露天、 室内、地下、洞内	工业锅炉一般采用室内布置, 电站锅炉主要采用室内或露天布置
	按锅炉出厂型式分类	快装锅炉、组装 锅炉、散装锅炉	小型锅炉可采用快装型式

1.2 锅 炉 型 号

1.2.1 工业锅炉型号

工业锅炉型号按 JB1626-83 编制, 型号由三部分组成, 各部分之间用短横线相连。具体如下:



型号第一部分包括锅炉型号、燃烧方式、额定蒸发量或额定供热量，共分三段。锅炉型号用汉语拼音字母为代号，见表 1-2。燃烧方式、燃料代号也用汉语拼音字母表示，分别见表 1-3、表 1-4。蒸发量或供热量用阿拉伯数字表示，蒸汽锅炉单位为 t/h，热水锅炉为 kW。烟道式余热锅炉按 JB3645-84 编号方法。

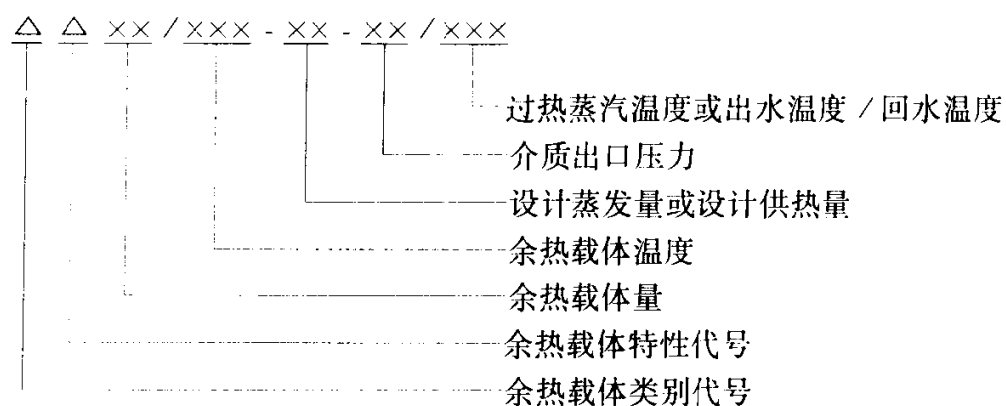


表 1-2 工业锅炉型号代号

类 别	锅炉总体型式	代 号	类 别	锅炉总体型式	代 号	类 别	锅炉总体型式	代 号
锅壳锅炉	立式水管	LS	水管锅炉	单锅筒立式	DL	水管锅炉	双锅筒横置式	SH
	立式火管	LH		单锅筒纵置式	DZ		纵横锅筒式	ZH
	卧式外燃	WW		单锅筒横置式	DH		强制循环式	OX
	卧式内燃	WH		双锅筒纵置式	SZ			

表 1-3 工业锅炉燃烧方式代号

燃 烧 方 式	代号	燃 烧 方 式	代号	燃 烧 方 式	代号
固定炉排	G	抛煤机	P	沸腾炉	F
活动手摇炉排	H	倒转炉排加抛煤机	D	半沸腾炉	B
链条炉排	L	振动炉排	Z	室燃炉	S
往复推动炉排	W	下饲炉排	A	旋风炉	X

表 1-4 工业锅炉所用燃料代号

燃 料 品 种	代号	燃 料 品 种	代号	燃 料 品 种	代号
I 类石煤矸石	SI	I 类烟煤	AI	稻糠	D
II 类石煤矸石	SII	II 类烟煤	AII	甘蔗渣	G
III 类石煤矸石	SIII	III 类烟煤	AIII	油	Y
I 类无烟煤	WI	褐煤	H	气	Q
II 类无烟煤	WII	贫煤	P	油母页岩	YM
III 类无烟煤	WIII	木柴	M		

1.2.2 电站锅炉型号

电站锅炉型号由三部分组成，分别是锅炉制造厂代号（见表 1-5），锅炉参数及设计燃料代号（见表 1-6）、设计顺序，电站锅炉编号为：

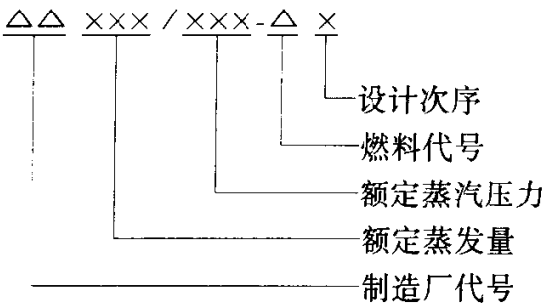


表 1-5 制造厂代号

制造厂名	代号	制造厂名	代号
上海锅炉厂	SG	杭州锅炉厂	NG
哈尔滨锅炉厂	HG	无锡锅炉厂	UG
东方锅炉厂	DG	武汉锅炉厂	WG
北京锅炉厂	BG	济南锅炉厂	YG

表 1-6 电站锅炉燃料代号

设计燃料	代号	设计燃料	代号
燃煤	M	燃其他燃料	T
燃油	Y	可燃煤和油	MY
燃气	Q	可燃油和气	YQ

1.3 锅 炉 参 数 系 列

锅炉参数一般指锅炉容量、蒸汽压力、蒸汽温度和给水温度等。国外在一开始为提高机组效率，曾出现过高的参数，如美国埃迪斯顿电厂 325MW 机组，主汽压力达 34.4MPa，主汽温度为 649℃。随着运行经验的积累，锅炉参数逐步趋向合理方向发展，现各国基本稳定在一定水平上，主汽压力处于最高 31MPa 范围之内，主汽温度多选 590℃ 之内。

表 1-7 所示为我国工业锅炉的容量、参数系列，表 1-8 所示为热水锅炉参数系列，表 1-9 所示为我国电站锅炉参数、容量系列。

表 1-7 我国工业锅炉的容量、参数系列

参 数			容 量 (t/h)	备 注
蒸汽压力 (绝对压力) (MPa)	蒸汽温度 (℃)	给水温度 (℃)		
0.7	饱和	20	0.1,0.2,0.4,0.7,1,1.5,2,3,	
0.9	饱和	20	0.1,0.2,0.4,0.7,1,1.5,2,4	
1.4	饱和 250 300 350	50 (100)	1.5,2,3,4,6,10,15,20	20t/h 以上未定
1.7	350 375	100	6,10,15,20	20t/h 以上未定
2.6	400 450	100	6,10,15,20	20t/h 以上未定
3.9	450	172	35	

表 1-8 我国热水锅炉参数系列

额定供热量 [kW (10 ⁴ kcal·h ⁻¹)]	额 定 出 口/进 口 水 温 度 (℃)									
	95/70		115/70		130/70		150/90		150/110	180/110
	额定出口水压力 [MPa (kgf·cm ⁻²)]									
	0.392 (4)	0.686 (7)	0.686 (7)	0.980 (10)	0.686 (7)	0.980 (10)	1.274 (13)	1.568 (16)	1.568 (16)	2.450 (25)
58.15 (5)	△									
116.30 (10)	△									
232.60 (20)	△									
348.9 (30)	△	△								
697.8 (60)	△	△	△							
1395.6 (120)		△	△		△					
2791.2 (240)		△	△	△	△	△				
4186.8 (360)		△	△	△	△	△				
6978 (600)		△		△	△	△	△			
10467 (900)				△		△	△			
13956 (1200)				△		△	△	△		
29075 (2500)							△	△	△	△
58150 (5000)								△	△	△
116300 (10000)								△	△	△

表 1-9 我国电站锅炉参数、容量系列

参 数			容 量 (t/h)	发电功率 (MW)
蒸汽压力 (绝对压力) (MPa)	蒸汽温度 (℃)	给水温度 (℃)		
2.5	400	105	20	3
3.9	450	145~155 165~175	35,65,130	6,12,25
9.9	540	205~225	220,410	50,100
13.8	540/540*	220~250	420,670	125,200
16.8	540/540*	250~280	1025	300
17.5	540/540*	260~290	1025,2008	300,600

注 我国电站锅炉新订标准草案(1986)。

* 再热蒸汽温度。

1.4 锅炉机组的构成及工作流程

总体来讲锅炉机组由主要部件和辅助装置两部分构成。现以电站锅炉中高压自然循环锅炉为例介绍,详见表 1-10。

表 1-10 锅炉主要部件和辅助装置的名称和作用

名 称	主 要 作 用
主 要 部 件	炉 膛
	燃烧设备
	锅 筒
	水 冷 壁
	过 热 器
	再 热 器
	省 煤 器
	空气预热器
	炉墙构架
	锅水循环泵
辅 助 装 置	燃料供应装置
	磨煤装置
	送风装置
	引风装置
	给水装置
	除灰除渣装置
	除尘装置
	自动控制装置
	除硫装置
	脱硝装置
	污水处理装置
	吊杆调整装置

图 1-1 所示是一台燃用煤粉的自然循环锅炉,其工作流程大致如下,燃用煤进入主厂房煤斗,由煤斗经给煤机入磨煤机,制成的煤粉由一次风携往燃烧器,在燃烧器中煤粉和二次风混合送入炉膛燃烧并释放出大量热量,燃烧产生的高温烟气由炉膛经过热器、再热器、省煤器和空气预热器进入除尘器,再由引风机送往烟囱排入大气。

给水从给水泵开始经高压加热器至锅炉给水调整段送入省煤器,给水在省煤器中吸热后进入锅筒,水经下降管流入水冷壁,在水冷壁中吸收炉膛中的辐射热形成汽水混合物而流入锅筒。汽水混合物经锅筒中汽水分离装置分离出来的水仍回下降管,而分离出来的蒸汽流经半辐射过热器和对流过热器等吸热变成过热蒸汽。过热蒸汽经集汽联箱、主蒸汽管道进入汽轮机。

对于一次再热机组,在高压缸做功后的蒸汽,经再热器管,流入锅炉再热器,蒸汽在再热器中吸收烟气对流热,提高汽温后送汽轮机中压缸。

锅炉分类及其结构

表 1-11 我国工业锅炉应保证的最低热效率 %

燃料种类		发热量 [kJ·kg ⁻¹ (kcal·kg ⁻¹)]	蒸发量(t·h ⁻¹)	≤1	2	4~6	≥10
石煤,煤矸石	I	< 5442(1300)		44	50	53	53
	II	5442~8372(1300~2000)		46	52	56	58
	III	>8372~11302(2000~2700)		50	56	62	64
无烟煤	I	<20930(5000),挥发分 V _{cl} 为 5%~10%		52	58	62	66
	II	>20930(5000),挥发分 V _{cl} <5%		50	54	57	60
	III	>20930(5000),挥发分 V _{cl} 为 5%~10%		58	60	68	73
褐 煤		8372~14651(2000~3500)		60	66	71	75
贫 煤		≥18837(4500)		62	68	72	76
烟 煤	I	>11302~15488(2700~3700)		56	62	65	68
	II	>15488~19674(3700~4700)		62	70	72	74
	III	>19674(4700)		64	72	74	78
油,天然气				80	80	84	85

1.5.3 锅炉可靠性

锅炉可靠性一般用五项指标考核,即运行可用率、等效可用率、容量系数、强迫停运率和出力系数。其计算方法如下:

运行可用率(AF) = $\frac{AH}{PH} \times 100\%$ (1-1)

等效可用率(EAF) = $\frac{AH - (EFOH + ESOH)}{PH} \times 100\%$ (1-2)

容量系数(CF) = $\frac{\text{净发电总量}}{PH \times MDC} \times 100\%$ (1-3)

强迫停运率(FCR) = $\frac{FOH}{SH + FOH} \times 100\%$ (1-4)

出力系数(OF) = $\frac{\text{净发电量总量}}{SH \times MDC} \times 100\%$ (1-5)

EFOH = $\frac{\text{强迫限负荷时数} \times \text{所限负荷数}}{\text{最大保证负荷数}}$

ESOH = $\frac{\text{计划停运时间} \times \text{降负荷数值}}{\text{最大保证负荷数}}$

- 式中 AH——机组可利用小时数,h;
PH——在考核时间(一般为一年)的计算时数,h;
MDC——最大保证负荷,MW;
SH——并网后实际运行小时数,h;
FOH——强迫停运小时数,h。

目前为考核新机组投运质量,国家电力公司规定,新机组投运一年内可利用小时数要达到7000h 以上。

1.6 锅炉整体布置简介

锅炉整体布置是确定炉膛、对流烟道、各受热面相互关系、相互位置的总体方案。影响锅

炉整体布置因素很多,主要是锅炉参数、容量、燃料特性,此外汽温调节方式、汽水管道,烟风煤管道以及整个电站布局也对锅炉有一定影响。现仅就影响锅炉整体布置主要因素及整体布置典型方案介绍如下。

1.6.1 参数对锅炉受热面布置的影响

工质在锅炉中的吸热量由三部分构成,加热吸热量、蒸发吸热量及过热吸热量。其中加热吸热过程主要在省煤器受热面完成,蒸发吸热过程主要在蒸发受热面中完成,而过热吸热主要在过热器完成,但直流炉有所区别。

锅炉参数不同,这三部分吸热量分配比例也不相同。表 1-12 中列有不同参数锅炉的吸热量分配比例,而图 1-2 所示为工质焓值、压力、温度关系曲线。由图 1-2 可以看出,饱和蒸汽的焓值,以 3.92MPa 为分界线,在 3.92MPa 以前随压力增加而增大,以后随压力增加而减少。而饱和水的焓随压力增加而增加。过热蒸汽焓值,在压力相同时,随温度增高而增大。给水的温度、给水焓值随压力增加而增高。工质在临界点处饱和水焓等于饱和蒸汽焓。

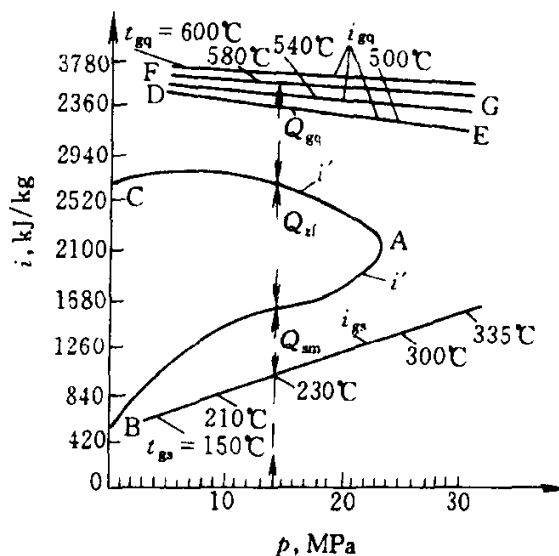


图 1-2 工质焓值与压力、温度的关系

表 1-12 不同参数锅炉吸热量分配比例

蒸汽参数及给水温度			吸热量比例(%)		
蒸汽压力(表压) (MPa)	蒸汽温度 (℃)	给水温度 (℃)	加 热	蒸 发	过 热
1.27	350	105	14.4	72.3	13.3
3.82	450	150	17.9	62.4	19.7
9.81	540	215	20.4	49.5	30.1
13.72	540/540	240	21.2	33.8	29.8/15.2
16.69	540/540	270	23.5	23.7	36.4/16.4
25.48	600	260	33	0	67

以蒸汽压力为例,各种锅炉的情况是:

在低压锅炉中加热吸热量和蒸发吸热量大,一般布置时除省煤器、水冷壁外,还要布置一定量的锅炉管束,通过双锅筒来实现。过热吸热量较小,可布置在低温烟区内或不设过热器,这样可节约钢材,减少耐热钢材用量。

中压锅炉所需蒸发吸热量小于低压锅炉,工质在水冷壁部分已能吸到足够的蒸发吸热量,因而不需布置锅炉管束,可采用单锅筒结构。如水冷壁蒸发吸热量不足,可将省煤器制成沸腾式,使工质在省煤器中吸收一部分蒸发吸热量,以弥补水冷壁蒸发吸热量的不足。过热器可布置在高温烟区以利于强化传热,节约耐热钢材。

高压锅炉过热器吸热量约占总吸热量的 1/3,因而过热器受热面占的面积较大,一般均采用屏式过热器和对流过热器相结合方式来布置。一般高压锅炉布置的水冷壁可满足于蒸发吸热量要求,省煤器一般采用沸腾式。

超高压力和亚临界压力锅炉,一般均有一级再热器,工质在过热器和再热器的过热吸热量