



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 34348—2017

---

## 电站锅炉技术条件

Specification for utility boiler system 

2017-10-14 发布

2018-05-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 型号和参数 .....	3
5 一般要求 .....	5
6 节能和环保 .....	5
7 锅炉本体 .....	7
8 燃烧及制粉系统 .....	21
9 汽水系统 .....	31
10 烟风系统 .....	33
11 灰渣系统 .....	34
12 辅机及附件 .....	35
13 安全保护与联锁装置 .....	38
14 涂装、包装、铭牌、运输和保管 .....	40
15 技术资料随机文件 .....	41
16 锅炉安装 .....	42
17 启动调试 .....	43
18 质量责任 .....	46
附录 A (资料性附录) 供货范围 .....	48
附录 B (资料性附录) 循环流化床锅炉主循环回路测点布置原则 .....	51
参考文献 .....	52

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC 262)提出并归口。

本标准起草单位:上海发电设备成套设计研究院、西安热工研究院有限公司、上海锅炉厂有限公司、哈尔滨锅炉厂有限责任公司、东方电气集团东方锅炉股份有限公司、北京巴布科克威尔科克斯有限公司、杭州锅炉集团股份有限公司、无锡华光锅炉股份有限公司、太原锅炉集团有限公司、江联重工集团股份有限公司、中国特种设备检测研究院。

本标准主要起草人:陈秀彬、张广才、陈永岐、张彦军、黄敏、骆声、张显、杨文<sup>1)</sup>、任宪红、杨文<sup>2)</sup>、左彩霞、陈新中、孙洪鹏、王春、王宏生、董师宏、施鸿飞、张瑞、毛军华、罗飞、王琳、张芳芳、姚丹花、李燕华、丁杰。



说明:杨文为同名同姓两个人。杨文<sup>1)</sup>的工作单位为江联重工集团股份有限公司,杨文<sup>2)</sup>的工作单位为杭州锅炉集团股份有限公司。

# 电站锅炉技术条件

## 1 范围

本标准规定了电站锅炉本体、燃烧系统、汽水系统、烟风系统和灰渣系统等的设计及设备配置技术要求,以及节能和环保的指标和要求。

本标准适用于额定蒸汽压力 $\geq 3.8$  MPa的燃煤、燃油、燃气的电站锅炉。其他电站锅炉可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 211 煤中全水分的测定方法
- GB/T 212 煤的工业分析方法
- GB/T 213 煤的发热量测定方法
- GB/T 476 煤中碳和氢的测定方法
- GB/T 753 电站锅炉 蒸汽参数系列
- GB/T 2565 煤的可磨性指数测定方法 哈德格罗夫法
- GB/T 2900.48 电工名词术语 锅炉
- GB 3095 环境空气质量标准
- GB 3096 声环境质量标准
- GB 4053.1 固定式钢梯及平台安全要求 第1部分:钢直梯
- GB 4053.2 固定式钢梯及平台安全要求 第2部分:钢斜梯
- GB 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求 第3部分:工业防护栏杆及钢平台
- GB/T 10184 电站锅炉性能试验规程
- GB/T 12145 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 13223 火电厂大气污染物排放标准
- GB 13271 锅炉大气污染物排放标准
- GB/T 16507.1 水管锅炉 第1部分:总则
- GB/T 16507.2 水管锅炉 第2部分:材料
- GB/T 16507.3 水管锅炉 第3部分:结构设计
- GB/T 16507.4 水管锅炉 第4部分:受压元件强度计算
- GB/T 16507.5 水管锅炉 第5部分:制造
- GB/T 16507.6 水管锅炉 第6部分:检验、试验和验收
- GB/T 16507.7 水管锅炉 第7部分:安全附件和仪表
- GB/T 16507.8 水管锅炉 第8部分:安装与运行
- GB/T 22395 锅炉钢结构设计规范
- GB 50016 建筑设计防火规范



- GB 50041 锅炉房设计规范
- GB 50045 高层民用建筑设计防火规范
- GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
- GB 50660 大中型火力发电厂设计规范
- GB 50764 电厂动力管道设计规范
- GB 50972 循环流化床锅炉施工及质量验收规范
- DL/T 435 电站煤粉锅炉炉膛防爆规程
- DL/T 465 煤的冲刷磨损指数试验方法
- DL/T 468 电站锅炉风机选型和使用导则
- DL/T 794 火力发电厂锅炉化学清洗导则
- DL/T 831 大容量煤粉燃烧锅炉炉膛选型导则
- DL/T 1038 煤的可磨性指数测定方法(VTI法)
- DL/T 1127 等离子体点火系统设计及运行导则
- DL/T 5054 火力发电厂汽水管道设计技术规范
- DL/T 5072 火力发电厂保温油漆设计规程
- DL/T 5145 火力发电厂制粉系统设计计算技术规定
- DL 5190.2 电力建设施工技术规范 第2部分:锅炉机组
- JB/T 1615 锅炉油漆和包装技术条件
- JB/T 6735 锅炉吊杆强度计算方法
- JB/T 10325 锅炉除氧器技术条件
- JB/T 10357 恒力碟簧支吊架
- NB/T 47013 承压设备无损检测
- NB/T 47033 减温减压装置
- NB/T 47038 恒力弹簧支吊架
- NB/T 47039 可变弹簧支吊架
- NB/T 47043 锅炉钢结构制造技术规范
- NB/T 47044 电站阀门
- NB/T 47049 管式空气预热器制造技术条件
- TSG G0001 锅炉安全技术监察规程
- TSG G0002 锅炉节能技术监督管理规程
- TSG G3001 锅炉安装改造单位监督管理规则
- TSG G5003 锅炉化学清洗规则
- TSG ZB001 燃油(气)燃烧器安全技术规则
- TSG ZF001 安全阀安全技术监察规程

### 3 术语和定义

GB/T 2900.48界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了GB/T 2900.48中的某些术语和定义。

#### 3.1

**电站锅炉** utility boiler; power station boiler; power plant boiler

生产的蒸汽(水蒸气)主要用于发电的锅炉。

[GB/T 2900.48—2008,定义 3.1.5]

## 3.2

**悬浮燃烧 suspension combustion**

燃料以粉状、雾状或气态随同空气经燃烧器喷入锅炉炉膛,在悬浮状态下进行燃烧的方式。又称火室燃烧。

[GB/T 2900.48—2008,定义 4.1.7]

## 3.3

**室燃锅炉 suspension firing boiler**

燃料以粉状(固体燃料,如煤粉)、雾状(液体燃料,如油)或气态(气体燃料,如天然气)随同空气喷入炉膛(燃烧室)进行悬浮燃烧的锅炉。

## 3.4

**循环流化床燃烧 circulating fluidized bed combustion;CFBC**

利用气固两相流化床工艺,在较高的流化速度条件下实现湍流流化状态并使大部分逸出的细粒料形成循环,重返床内燃烧的一种固体燃料的流化床燃烧方式。

注:在大气压力下工作的循环流化床燃烧工艺称为常压循环流化床燃烧(ACFBC);在几个或十几个大气压力下工作的循环流化床燃烧工艺称为增压循环流化床燃烧(PCFBC)。

[GB/T 2900.48—2008,定义 4.1.16]

## 3.5

**循环流化床锅炉 circulating fluidized bed boiler;CFBB**

采用循环流化床燃烧方式的锅炉,简称循环床锅炉。

[GB/T 2900.48—2008,定义 3.1.60]

## 3.6

**锅炉额定负荷 boiler rated load;BRL**

蒸汽锅炉在额定蒸汽参数、额定给水温度、使用设计燃料时设计所规定的蒸发量,又称锅炉额定蒸发量(boiler rated capacity)。

[GB/T 2900.48—2008,定义 3.2.2]

## 3.7

**锅炉最大连续蒸发量 boiler maximum continuous rating;BMCR**

锅炉在额定蒸汽参数、额定给水温度,并使用设计燃料能安全连续产生的最大蒸发量。

[GB/T 2900.48—2008,定义 3.2.3]

## 3.8

**锅炉本体 boiler proper**

由锅筒、受热面及其集箱和连接管道,炉膛、燃烧器和空气预热器(包括烟道和风道),构架(包括平台和扶梯),炉墙和除渣设备等所组成的整体。

[GB/T 2900.48—2008,定义 4.2.1]

## 3.9

**导向装置 boiler guide**

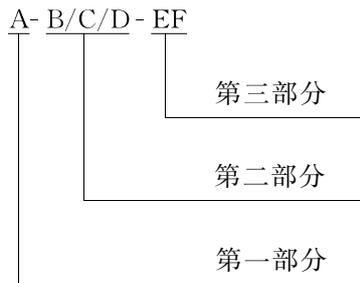
用来保证设备在风荷载、地震、压力荷载等工况下的稳定,并为设备提供膨胀导向作用。又称止晃装置(bumper 或 tie)。

## 4 型号和参数

## 4.1 型号

## 4.1.1 编制方法

4.1.1.1 电站锅炉(以下简称“锅炉”)的产品型号由三部分组成,各部分之间用短横线相连,形式如下:



4.1.1.2 产品型号第一部分:

A——锅炉制造单位代号,由若干字母表示。

4.1.1.3 产品型号第二部分由 B、C 和 D 三部分组成,中间用斜线(“/”)分开,其中:

B——锅炉额定蒸发量(或最大连续蒸发量),用阿拉伯数字表示(整数),单位为吨每小时(t/h);

C——锅炉额定(或最大连续蒸发量时)蒸汽压力(表压),用阿拉伯数字表示(保留 1 位小数点),单位为兆帕(MPa);

D——锅炉额定蒸汽温度(可选项),用阿拉伯数字表示,单位为摄氏度(°C),如有再热,其温度值在额定蒸汽温度后用斜线(“/”)分隔并标出。

4.1.1.4 产品型号第三部分由 E 和 F 两部分组成,其中:

E——锅炉设计燃料代号,用汉语拼音字母表示,按下列规定:

- a) 燃“煤”炉,用“M”表示;
- b) 燃“油”炉,用“Y”表示;
- c) 燃“气”炉,用“Q”表示;
- d) 燃“其他燃料”炉,用“T”表示。

对于原设计已考虑可燃用两种燃料的锅炉,可用两种燃料代号并列。如:可燃“煤”和“油”锅炉,用“MY”表示;可燃“油”和“气”锅炉,用“YQ”表示。

F——锅炉设计顺序号,一般用阿拉伯数字或字母表示,具体由各单位自行确定。

4.1.2 编制示例

锅炉产品型号编制示例如下:

- a) 某单位制造的额定蒸发量 220 t/h,额定蒸汽压力 13.7 MPa 的电站锅炉,额定蒸汽温度 540 °C,设计燃料为煤,设计顺序号 001,其型号为:XX-220/13.7/540-M001;
- b) 某单位制造的额定蒸发量 670 t/h,额定蒸汽压力 13.7 MPa 的电站锅炉,额定蒸汽温度 540 °C,一次再热蒸汽温度 540 °C,设计燃料为煤,其型号为:XX-670/13.7/540/540-M;
- c) 某单位制造的最大连续蒸发量 3 000 t/h,额定蒸汽压力 29.3 MPa 的电站锅炉,额定蒸汽温度 600 °C,一次再热蒸汽温度 600 °C,二次再热蒸汽温度 620 °C,设计燃料为煤,设计顺序号 003,其型号为:XX-3000/29.3/600/600/620-M003。

4.2 参数

4.2.1 锅炉的主要技术参数包括锅炉容量、蒸汽压力、蒸汽温度和给水温度。主要有:

- a) 锅炉容量系列(t/h),包括额定蒸发量、最大连续蒸发量等;
- b) 蒸汽压力系列(MPa),包括过热器出口蒸汽压力、再热器进口蒸汽压力、再热器出口蒸汽压力等;
- c) 蒸汽温度系列(°C),包括过热器出口蒸汽温度、再热器进口蒸汽温度、再热器出口蒸汽温度等;
- d) 锅炉给水温度(°C);
- e) 锅炉热效率(%).

4.2.2 锅炉蒸汽参数的系列化要求参见 GB/T 753 的规定。

## 5 一般要求

5.1 锅炉本体、锅炉范围内管道、锅炉安全附件和仪表,以及锅炉辅助设备及系统的安全技术要求应符合 TSG G0001 的规定。

5.2 锅炉的建造,包括锅炉的材料、设计、制造、检验、安装与运行应符合 GB/T 16507.1~16507.8 的要求。

5.3 锅炉的额定蒸发量等蒸汽参数应与汽轮机相匹配。

5.4 锅炉机组系统设计应符合 GB 50660 的规定,并与锅炉和汽轮机本体设计相协调。

5.5 锅炉的安全保护与联锁装置的配置应符合 GB/T 16507.7 的要求;辅机及附件配置应与锅炉本体匹配;锅炉的燃烧及制粉系统、汽水系统、烟风系统和灰渣系统的设计与设备的配置应满足锅炉运行的要求。

5.6 锅炉机组的污染物排放设计应符合 GB 13223 和 GB 13271 的要求,汽水品质应符合 GB/T 12145 的要求,各设备噪声应符合 GB 3096 的要求。

5.7 锅炉机组具体的施工和验收质量可按 DL 5190.2 的要求进行,循环流化床锅炉还应满足 GB 50972 的要求。

5.8 锅炉及其系统节能的基本要求应符合 TSG G0002 的规定。

## 6 节能和环保

### 6.1 节能要求

6.1.1 锅炉燃烧设备、炉膛结构的设计应符合以下要求:

- a) 设计合理,与设计燃料品种相适应,保证安全、稳定、高效燃烧;
- b) 锅炉配风装置结构可靠、操作方便,风压、风量能够保证燃料充分燃烧并且配风调节灵活有效;
- c) 层燃锅炉燃烧设备宜采用漏料少、漏风量小、料层厚度分布均匀的结构,并且选择合理的通风截面比,其炉拱能够有效组织炉内烟气流动和热辐射,以满足新料层的引燃和强化燃烧的需要,保证燃料稳定着火和燃尽。

6.1.2 根据不同燃料特性和锅炉结构,合理布置受热面,选择恰当的排烟温度以及合适的烟气速度和汽水阻力。

6.1.3 合理设置检修门(孔),便于受热面清灰、清垢、保养和维修。锅炉门(孔)、窥视孔、出渣口应采用密封机构,保证锅炉漏风系数在设计要求之内。

6.1.4 按照锅炉实际燃煤的结渣沾污特性和受热面的结渣沾污情况对吹灰器流程进行调整优化,减少吹灰器蒸汽消耗,节约锅炉自用蒸汽。

6.1.5 采取有效措施保证给水品质以减少锅炉的排污损失。

6.1.6 锅炉排烟处的过量空气系数应符合以下要求:

- a) 煤粉锅炉和流化床锅炉,小于或等于 1.4;
- b) 除 a) 以外的其他层燃锅炉,小于或等于 1.65;
- c) 正压燃油(气)锅炉,小于或等于 1.15;
- d) 负压燃油(气)锅炉,小于或等于 1.25。

6.1.7 锅炉炉墙、烟风道、各种热力设备、热力管道以及阀门应具有良好的密封和保温性能,减少散热损失。当周围环境温度为 25℃ 时,距门(孔)300 mm 以外的炉体外表面温度不应超过 50℃,炉顶不应超过 70℃,各种热力设备、热力管道以及阀门表面温度不应超过 50℃。

6.1.8 蒸汽锅炉连续排污水的热量应合理利用,应设置排污扩容器或者排污水换热器,以便回收排污水的热量,减少排污损失。

6.1.9 以天然气为燃料的锅炉,宜采用半冷凝或者全冷凝尾部热交换装置,回收烟气中的热量。

6.1.10 锅炉的煤闸板、风机轴承、循环水泵轴承的冷却水和水力除渣冲灰用水应尽可能循环利用。

6.1.11 锅炉本体以及尾部相连接烟风道应预留能效测试、控制计量孔(点),用于检测、记录锅炉运行状况。

6.2 环保要求

6.2.1 锅炉烟尘排放浓度应符合 GB 13223 的要求,否则应装设高效除尘设备以满足要求。

6.2.2 火力发电厂锅炉的二氧化硫的排放不应大于 GB 13223 的排放浓度限值,并应符合 GB 3095 的规定,否则应增设脱硫设备。

6.2.3 新建火力发电厂氮氧化物允许的排放浓度,应以工程环评报告审查意见为依据。锅炉应采用低氮氧化物燃烧技术及装置。锅炉原始氮氧化物排放推荐值见表 1。

表 1 锅炉原始氮氧化物排放推荐值

序号	燃料形式、锅炉类型及燃料种类 <sup>a</sup>		氮氧化物排放推荐值		污染物排放监控位置
			mg/m <sup>3</sup>		
			机组额定功率 300 MW 以下	机组额定功率 300 MW 及以上	
1	燃煤锅炉	烟煤 1 <sup>b</sup>	<400	<250	脱硝设备之前
		烟煤 2 <sup>c</sup>		<350	
		褐煤	<450	<300	
		贫煤	—	<500	
		无烟煤	—	<750	
	循环流化床锅炉	烟煤	<220		
		褐煤	<250		
		贫煤	<200		
无烟煤		<150			
2	燃油锅炉		<300		
3	燃气锅炉		<200		
注:表中数据为未进行脱硫处理情况下测量的数据。					
<sup>a</sup> 煤种不包括混煤; <sup>b</sup> 挥发分 $V_{daf} \geq 30\%$ ; <sup>c</sup> 挥发分 $V_{daf} < 30\%$ 。					

6.2.4 新建火力发电锅炉宜设计或预留烟气脱除氮氧化物装置空间;在拟定烟气脱除氮氧化物效率水平时既要考虑先进性又要考虑其合理性。

6.2.5 锅炉的化学清洗应根据化学清洗的方案,确定相应废液的处理方案。

6.2.6 锅炉噪声对周围环境的影响应符合 GB 12348 和 GB 3096。风机的噪声规定应符合 DL/T 468。所有的安全阀和控制式安全阀应加装消音装置,噪声限值应满足国家相关标准。

## 7 锅炉本体

### 7.1 基本要求

7.1.1 锅炉的设计应根据需方提供的燃料特性、灰渣特性、水质、地理及地质资料、气象条件、环保要求、机组参数和运行方式、运输条件等以及技术协议书的要求进行。

7.1.2 锅炉变参数范围、负荷调节速度、冷热态启动时间,以及允许最低负荷界限等技术要求,应在工程设计时协商确定。

7.1.3 锅炉本体受压元件和非受压元件的材料应符合 GB/T 16507.2 的规定。水冷壁管材质的选择还应考虑安装现场焊接的可行性和防止高温腐蚀等。在各种稳定负荷和变负荷下,各段受热面的金属壁温都应在允许范围内。

7.1.4 对自然循环锅炉,从启动到最大连续蒸发量范围内应保证水循环可靠。

7.1.5 对强制循环锅炉及低循环倍率锅炉,应根据循环泵进口不产生汽化的最大允许降压速度和循环泵运行方式,保证在各种负荷下水循环可靠,强制循环泵进口不应产生汽化。

7.1.6 对直流锅炉,启动至最大连续蒸发量运行时应保证水循环稳定。

7.1.7 锅炉应具有停炉后采取防腐措施的条件。

7.1.8 锅炉对流受热面的设计,应根据燃料燃烧的特性及灰分选择合理的烟速,采取防磨措施。

7.1.9 省煤器进口集箱至过热器出口的工质压降应不高于设计值。

7.1.10 焊接接头的布置和结构设计应考虑锅炉现场安装及服役期间对于焊接接头的无损检测的工艺要求。

7.1.11 锅炉热力设备及管道(水位计汽水连管、水位平衡容器等有特殊要求的除外)等的保温应符合 6.14 的规定。

7.1.12 各部件的设计应保证其运行时能按设计预定方向自由膨胀。悬吊式锅炉应设有明确的膨胀中心,使锅炉各部件在运行中能按预定的膨胀方向膨胀。

7.1.13 锅炉应设置导向装置,使作用于锅炉本体的地震力、风荷载和不平衡力等水平力通过导向装置传递给锅炉钢结构。对于不能承受安全阀排放反力、地震力等瞬时荷载的部件和结构,应在合适的位置设置阻尼装置以减小其所受的冲击,防止设备损坏。无论导向装置还是阻尼器,都不应阻碍锅炉各部件按设计预定方向的自由膨胀。

7.1.14 与锅炉承压部件相连通的用于水位、温度、压力和流量等显示和测量装置应与相应的锅炉部件相适应。

7.1.15 采用露天布置时,锅炉及其系统设计时应根据所处环境考虑防冻、防雨水、防台风、防风沙、防盐雾、防锈蚀等措施。

7.1.16 锅炉部件的设计应考虑在运输条件允许的情况下,能最大限度地制造单位内组装成整体,并能进行所需的调整和试验。锅炉机组主要系统和设备的供货范围参见附录 A。

7.1.17 锅炉在主要辅机及系统正常投运,并在考核条件完全满足锅炉技术协议要求时,在额定工况下,室燃锅炉、CFB 锅炉热效率保证值应不低于表 2 和表 3 中所列值。

7.1.18 对于循环流化床以外的电站锅炉,定压运行在 70%~100% 的额定蒸发量时,主蒸汽及再热蒸汽温度应能达到额定值;锅炉滑压运行在 50%~100% 的额定蒸发量时,主蒸汽温度应能达到额定值;锅炉滑压运行在 60%~100% 的额定蒸发量时,再热蒸汽温度应能达到额定值。当锅炉蒸发量低于上述规定的范围时,主蒸汽及再热蒸汽的温度允许随负荷的降低呈线性下降,但其低限值应由锅炉和汽轮机供货的双方与需方协商确定。

7.1.19 对于燃煤循环流化床锅炉,滑压运行 50%~100% 额定蒸发量运行时,锅炉过热蒸汽和再热蒸汽汽温应能达到额定值;定压运行 60%~100% 额定蒸发量运行时,锅炉过热蒸汽和再热蒸汽汽温应能达到额定值。

7.1.20 锅炉应有防止其异常振动和晃动的措施。

表 2 室燃锅炉额定工况下锅炉的热效率目标值和限定值

燃料品种		额定机组功率/MW														
		12	25	35	50	100	125	135	150	锅炉额定(或最大连续)蒸发量/(t/h)(蒸发量参数仅供参考)						
燃料收到基低位发热量 $Q_{\text{net,v,ar}}/(kJ/kg)$		75	130	150	220	410	420	440~480	480~520	锅炉额定工况下热效率/%						
		目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值			
烟煤	I $14\ 400 \leq Q_{\text{net,v,ar}} < 17\ 700$	90.5	88.5	91	89.5	91	89.5	91.5	90	92	90.5	92	90.5	92	90.5	91
	II $17\ 700 \leq Q_{\text{net,v,ar}} \leq 21\ 000$	91.5	89.5	92	90.5	92	90.5	91.5	91	93	91.5	93	91.5	91	89.5	91.5
	III $Q_{\text{net,v,ar}} > 21\ 000$	89.5	87.5	90	88.5	90	88.5	90.5	89	91	89.5	91	89.5	91	89.5	89.5
褐煤	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 11\ 500$	89	87	89.5	87.5	89.5	88.5	90	88	90.5	88.5	90.5	88.5	89	88.5	88.5
贫煤,无烟煤	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 14\ 600$	89	87	89.5	88	89.5	88	90	88.5	90.5	89	90.5	89	89.5	90.5	89
低热值煤	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 13\ 400$	89	87	89.5	88	89.5	88	90	88.5	90.5	89	90.5	89	90.5	90.5	89
		额定机组功率/MW														
		200	300	350	600	660	1 000	1 200	锅炉额定(或最大连续)定蒸发量/(t/h)(蒸发量参数仅供参考)							
		670	1 025~1 200	1 100~1 250	2 008~2 150	1 900~2 100	≈3 000	≈3 700	锅炉额定工况下热效率/%							
		目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	
烟煤	I $14\ 400 \leq Q_{\text{net,v,ar}} < 17\ 700$	92	90.5	93.8	92.3	94	92.5	94	92.5	94	92.5	94	92.5	94	92.5	
	II $17\ 700 \leq Q_{\text{net,v,ar}} \leq 21\ 000$	92.5	91	94	92.5	94.4	92.8	94.4	92.8	94.4	92.8	94.4	92.8	94.4	92.8	
	III $Q_{\text{net,v,ar}} > 21\ 000$	93	91.5	94.2	92.7	94.8	93.2	94.8	93.2	94.8	93.2	94.8	93.2	94.8	93.2	
褐煤	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 11\ 500$	91	89.5	93	91	93.2	91.5	93.5	91.5	93.5	91.5	93.5	91.5	93.5	91.5	
贫煤,无烟煤	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 14\ 600$	90.5	88.5	92	90	92.5	90.3	92.5	90.3	92.5	90.3	92.5	90.3	92.5	90.3	
低热值煤	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 13\ 400$	90.5	89													

表 3 CFB 锅炉额定工况下热效率目标值和限定值

燃料品种		额定机组功率/MW																	
		6	12	25	35	50	100	125	锅炉额定(或最大连续)蒸发量/(t/h)(蒸发量参数仅供参考)										
燃料收到基低位发热量 $Q_{\text{net,v,ar}}/(kJ/kg)$		35	75	130	150	220	410	420	锅炉额定工况下热效率/%										
		目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值				
烟煤	I $14\ 400 \leq Q_{\text{net,v,ar}} < 17\ 700$	86.0	84.0	91.0	89.0	91.5	89.0	91.5	89.0	91.5	89.5	92.0	89.5	92.0	89.5				
	II $17\ 700 \leq Q_{\text{net,v,ar}} \leq 21\ 000$	88.0	85.5	91.0	89.5	91.5	89.5	92.0	89.5	92.0	90.0	92.5	90.0	92.5	90.0				
	III $Q_{\text{net,v,ar}} > 21\ 000$	89.0	86.5	91.5	90.0	92.0	90.0	92.5	90.0	92.5	90.5	93.0	90.0	93.0	90.0				
褐煤	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 11\ 500$	87.0	84.5	90.5	88.0	90.5	88.0	90.5	88.0	90.5	88.0	90.5	88.0	90.5	88.0				
贫煤,无烟煤	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 14\ 600$	87.0	84.5	90.0	87.0	90.0	87.0	90.0	87.0	90.0	87.0	90.0	87.0	90.0	87.0				
低热值煤	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 13\ 400$	85.0	83.0	89.5	87.0	89.5	87.0	89.5	87.0	89.5	87.0	89.5	87.0	89.5	87.0				
		额定机组功率/MW																	
		200	300	350	600	660	1 000	1 200	锅炉额定(或最大连续)蒸发量/(t/h)(蒸发量参数仅供参考)										
		670	1 025~1 200	1 100~1 250	2 008~2 150	1 900~2 100	≈3 000	≈3 700	锅炉额定工况下热效率/%										
		目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值	目标值	限定值				
烟煤	I $14\ 400 \leq Q_{\text{net,v,ar}} < 17\ 700$	92.0	89.5	92.0	90.0	92.8	91.5	92.8	91.5	92.8	91.5	93.0	91.7	93.0	91.7				
	II $17\ 700 \leq Q_{\text{net,v,ar}} \leq 21\ 000$	92.5	90.5	92.5	90.5	93.0	91.7	93.0	91.7	93.0	91.7	93.2	92.0	93.2	92.0				
	III $Q_{\text{net,v,ar}} > 21\ 000$	93.0	91.0	93.0	91.0	93.3	92.0	93.3	92.0	93.3	92.0	93.5	92.2	93.5	92.2				
褐煤	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 11\ 500$	90.5	88.0	90.5	88.0	92.8	91.5	92.8	91.5	92.8	91.5	93.0	91.7	93.0	91.7				
贫煤,无烟煤	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 14\ 600$	90.0	87.0	90.0	87.0	91.5	90.0	91.5	90.0	91.5	90.0	91.7	90.3	91.7	90.3				
低热值煤	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 13\ 400$	89.5	87.0	89.5	87.0	90.5	89.0	90.5	89.0	90.5	89.0	90.5	89.0	90.5	89.0				

## 7.2 炉膛(水冷壁)

7.2.1 应根据锅炉出口蒸汽参数以及燃料特性资料(设计燃料和校核燃料),确定锅炉炉膛的特性参数,应包括如下内容:

- a) 室燃锅炉:炉膛几何尺寸、炉膛容积热负荷、炉膛断面热负荷、燃烧器区域壁面热负荷、屏底烟气温度、炉膛出口烟气温度、炉膛有效投影辐射受热面放热强度、最上排一次风喷嘴中心至屏底的距离等;
- b) 循环流化床锅炉:炉膛几何尺寸、炉膛断面积、炉膛烟气温度、炉膛上部截面流速等;
- c) 层燃锅炉:炉膛几何尺寸、炉膛容积热负荷、炉排热负荷、炉膛出口烟气温度等。

7.2.2 炉膛特性参数的确定应考虑:着火稳定、燃烧完全、防结渣、防腐蚀、防磨损、低 NO<sub>x</sub> 排放等。

7.2.3 炉膛设计应保证炉膛空气动力场良好,炉膛出口烟气温度场均匀,炉膛出口同一标高烟道两侧对称点间的烟温偏差不宜超过 50 ℃。

7.2.4 室燃锅炉的炉膛设计,应保证在各种运行工况下,炉膛水冷壁管、过热器、再热器的任何部位不直接受到火焰冲刷。

7.2.5 炉膛结构应有足够的承载能力,防止出现永久变形,并应有良好的密封性。煤粉锅炉的炉膛防爆设计应按 DL/T 435 的规定。

7.2.6 炉膛的结构以及布置、燃烧方式应与所设计的燃料相适应。

7.2.7 水冷壁宜采用膜式管屏结构,保证炉膛的密封性。

7.2.8 对水冷壁管子及鳍片应进行温度和应力验算,无论在锅炉启动、停炉和各种负荷工况下,管壁和鳍片的温度均应低于钢材的最高允许使用温度,应力也应低于许用应力。

7.2.9 在任何工况下,都应保证在水冷壁管内有足够质量流速,以保持水冷壁水动力稳定和避免传热恶化,特别是要防止发生在亚临界压力下的偏离核态沸腾和超临界压力下的类膜态沸腾现象。对于超高压及其以上参数的锅炉,应有防止传热恶化的措施。

7.2.10 螺旋管圈水冷壁的螺旋倾角选择应充分考虑汽水分层、传热恶化的影响。

7.2.11 水冷壁的水量和热量分配应均匀,以保证沿炉膛宽度方向和深度方向的吸热均匀。

7.2.12 水冷壁的放水点应装在最低处,保证水冷壁管及其集箱内的水能排放干净。

7.2.13 直流锅炉应在水冷壁上装设足够数量的测温装置,监视蒸发受热面出口金属温度。

7.2.14 水冷壁上应设置必要的观察孔、测量孔、人孔、吹灰孔、打焦孔及布置相应的平台;高压及以上的室燃锅炉应有装设炉膛火焰工业电视装置的开孔。人孔门的布置应便于检修人员进入各受热面,并设有出入平台;对于需装设炉膛内部检修用的临时升降机的锅炉,炉顶应设有用于装设临时升降机具及脚手架的预留孔。

7.2.15 锅炉炉膛应设置压力测孔,并提供炉膛运行及保护压力值。

7.2.16 炉顶密封应采用可靠、合理的密封技术,比较难于安装的金属密封件应在制造单位内焊好,确保各受热面膨胀自由、金属密封件不开裂,炉顶不出现漏烟和漏灰。

7.2.17 水冷壁和渣斗结合处应采用良好的密封结构,且不影响水冷壁的自由膨胀。

7.2.18 冷灰斗斜面与水平面的夹角应选择合理,炉膛及冷灰斗的结构应有足够的强度与稳定性。

7.2.19 循环流化床锅炉炉膛还应符合如下要求:

- a) 应依据使用单位提供的燃料及所确定的流化状态选取合理的炉膛烟气流速,以保证炉膛受热面减少磨损并有足够的燃烬时间;
- b) 应确定合理的炉膛出口烟气中物料携带量,以满足物料正常循环的要求;
- c) 炉膛密相区的收缩比例应合理,以保证燃料的正常流化与燃烧,并能满足环保要求;
- d) 炉膛密相区与稀相区交界处应采用合理的防磨措施;
- e) 炉膛屏式受热面、给煤管、二次风管、返料管、风管、落渣管及其他与炉膛相连接的零部件应采

用相应的密封结构；

- f) 炉膛内应在不同的高度和部位设烟气温度、压力测点(参见附录 B)；
- g) 采用高温分离器的,炉膛出口结构的设计应满足分离器进口烟道设计的要求。

### 7.3 过热器

7.3.1 过热器的设计应保证各段受热面在正常运行及启动、停炉时不超温。

7.3.2 过热器材料选择,应综合考虑烟温偏差、流量偏差、变负荷速率等因素,对不同的管段进行壁温核算,并留有足够的安全裕度。材料选用时,应对材料的强度进行核算,并考虑材料的抗氧化性能,过热器选材应充分考虑管内氧化皮的生成及脱落造成的影响。

7.3.3 过热器组件应尽可能减少同一管组内的材质种类,过热器同一管屏如选用不同材质,应给出每屏的材质分段图。

7.3.4 屏式过热器、高温过热器的管夹、卡板等附件应采用耐高温的材料制成,其寿命应与管材相匹配。

7.3.5 过热器各段进出口集箱间的连接宜采取有效措施减少蒸汽侧产生的热力偏差。

7.3.6 过热器两侧出口的蒸汽温度偏差应小于 $5^{\circ}\text{C}$ ,过热器各段的焓增分配应合理。

7.3.7 过热器系统应设置可靠有效的汽温调节装置,过热器配置的喷水减温装置,喷水后的蒸汽温度应至少高于相应的饱和温度 $15^{\circ}\text{C}$ 。在任何工况下,过热器设计喷水的总流量应小于或等于6%的锅炉最大连续蒸发量,并保证过热器任何部位不超温。对于锅筒锅炉可适当增加至6%~10%。锅炉供货方应提供调温特性曲线或参数。

7.3.8 过热器管排应根据所在位置的烟温有适当的净空间距,以防止受热面积灰搭桥或形成烟气走廊,加剧局部磨损,各管排应固定牢固,防止个别管子出列过热。易损管件应便于检修和更换。

7.3.9 处于吹灰器有效范围内的过热器对流管束应设有耐高温的防磨护板,以防吹损管子。

7.3.10 过热器最高点处应设有排放空气的管座和阀门。

7.3.11 过热器管束应采取定位或固定装置等措施防止在运行中晃动和异常振动,且不发生碰磨。

### 7.4 再热器

7.4.1 再热器的设计应同样满足7.3.1~7.3.7以及7.3.10~7.3.12过热器设计中应满足的要求。

7.4.2 再热器设计时应考虑当进口蒸汽温度偏离设计值 $15^{\circ}\text{C}$ 以内时,再热器出口温度仍能维持额定值。制造单位应保证在此情况下锅炉能够长期安全运行,管材的使用温度和强度值都在设计允许的范围内。

7.4.3 再热器蒸汽汽温调节可采用烟气挡板、摆动燃烧器、烟气再循环或蒸汽旁路等方法。喷水减温一般仅用于事故减温或汽温微调,喷水总流量应小于或等于再热蒸汽流量(锅炉最大连续蒸发量工况下)的3%。

7.4.4 再热器出口两侧的蒸汽温度偏差应小于 $10^{\circ}\text{C}$ 。

### 7.5 省煤器

7.5.1 省煤器的设计应满足7.1.8关于防止磨损的规定。

7.5.2 省煤器设计应充分考虑防止灰粒磨损保护措施。必要时,省煤器管束与四周墙壁间应装设防止烟气偏流的阻流板;管束上还应设有可靠的防磨装置。

7.5.3 在吹灰器有效范围内,省煤器及其悬吊管应设有防磨护板,以防吹损管子。

7.5.4 省煤器应能自疏水,进口集箱上应装有疏水的管座,并带有相应的阀门。

7.5.5 省煤器在最高点处应设置排放空气的管座和阀门。

7.5.6 锅炉后部烟道内布置的省煤器等受热面管组之间,应留有足够高度的空间,以方便进入检修和

清扫。

7.5.7 省煤器下部灰斗接口应考虑安装除灰设备及其输送管道的空间和载荷。省煤器下部灰斗的接口处应设有除灰设备的维护检修平台及扶梯。

7.5.8 对于锅筒锅炉,应采取必要的措施保证其省煤器在启动过程中的冷却。

## 7.6 对流蒸发受热面

对流蒸发受热面结构设计应考虑避免汽水分层,保证水动力安全,同时应满足以下要求:

- a) 工质与烟气侧应选择合理的流速,避免产生热力偏差;
- b) 受热面的设计应充分考虑防磨保护措施;
- c) 受热面的穿墙处应采取一次密封设计,其密封结构可根据膨胀量大小选择;
- d) 受热面的设计应充分考虑方便检修和清理的空间;
- e) 受热面管夹材料设计应考虑耐高温、耐磨损;结构设计应考虑膨胀自由,且应易于制造与安装。

## 7.7 锅筒

7.7.1 锅筒应具有足够的蒸汽容积和水容积,足以容纳所需的汽水分离、蒸汽清洗、加药、排污及下降管防旋等内部装置,并能适应锅炉负荷变化时所发生的水位变化。

7.7.2 应确定锅筒正常水位以及允许的最高和最低安全水位。锅筒的最低安全水位,应能保证下降管可靠供水。

7.7.3 锅筒应设有水位计,锅筒水位计应安全可靠,便于观察,指示正确。锅筒应设有高低水位报警及高低水位联锁保护装置。

7.7.4 锅筒上应装设供给水、加药、热工测量、连续排污、停炉保护及阀门用的管座。

7.7.5 凡能够引起锅筒筒壁局部热疲劳的连接管(如给水管、加药管及再循环管等),在穿过锅筒筒壁处应加装套管。

7.7.6 锅筒上应设两个人孔。高压及以上参数的蒸汽锅炉的锅筒外壁应装设壁温测点。

7.7.7 锅筒上应装设膨胀指示器。

7.7.8 汽水分离及蒸汽清洗装置应能确保汽水品质合格。单个汽水分离器的出力以及汽水分离装置的总出力应有足够的裕度。汽水分离器应固定牢固,防止脱落。

7.7.9 锅筒内部装置不应使用奥氏体不锈钢材料和含有低熔点元素的材料。

7.7.10 对于锅筒内部装置与锅筒的固定连接,应预先在锅筒内壁布置焊接相应的预焊件,焊后随同锅筒一起进行热处理。

7.7.11 锅筒热处理后,应尽量避免直接在其上焊接元件。

## 7.8 启动(汽水)分离器和储(贮)水箱

7.8.1 启动(汽水)分离器的设计需考虑汽水的有效分离,还需考虑启动时汽水膨胀现象。

7.8.2 启动(汽水)分离器汽水混和物进口位置、角度和流速的选取应有利于汽水分离。汽水引入管的旋转方向应一致。

7.8.3 启动(汽水)分离器内应设有阻水装置和消旋器。

7.8.4 启动(汽水)分离器和储(贮)水箱应分别装设必要的操作平台。

7.8.5 启动(汽水)分离器和储(贮)水箱上需设置手孔,手孔的位置应适应内部装置的检查。

7.8.6 启动(汽水)分离器或储(贮)水箱上需设置必要的水位测点、压力测点、壁温测点和工质温度测点等。

7.8.7 采用外置式启动(汽水)分离器启动系统时,隔离阀的工作压力应当按照最大连续负荷下的设计压力考虑,启动(汽水)分离器的强度按照锅炉最低直流负荷的设计参数设计计算;采用内置式启动(汽

水)分离器启动系统时,启动(汽水)分离器的强度应当按照锅炉最大连续负荷的设计参数计算。

## 7.9 减温器

- 7.9.1 减温器应可靠耐用,调温幅度及反应速度应达到设计值并满足运行要求,且留有足够的裕度。
- 7.9.2 减温器的布置应确保运行中不存在积水,必要时应在筒体设置必要的疏放水孔。
- 7.9.3 减温器出口管段上的温度测点应布置在减温水与过热蒸汽充分混合后的位置。
- 7.9.4 喷水减温器的减水管在穿过减温器筒体处应加装套管。
- 7.9.5 喷水减温器的筒体与内衬套之间以及喷水管与管座之间的固定方式,应能允许其相对膨胀,并能避免共振。
- 7.9.6 喷水减温器的内衬套的长度应满足水汽化的要求。内衬套采用拼接结构时,拼接焊缝应采用全焊透的结构形式,且应进行 100%RT 或 100%UT 无损检测,合格等级按 GB/T 16507.6 的规定。
- 7.9.7 喷水减温器的结构和布置应便于检修;应设置一个内径大于或等于 80 mm 的检查孔,检查孔的位置应便于对内衬套以及喷水管进行内窥镜检查。
- 7.9.8 喷水减温器的汽水混合段范围内筒体除工艺要求必需的对接焊缝外,不应增加焊缝。
- 7.9.9 面式减温器冷却水管的结构应能防止冷却水管产生热疲劳裂纹,并便于抽芯检查。
- 7.9.10 两台面式减温器左右对称布置时,冷却水引入管和引出管的布置应避免减温器发生汽塞和脉动。

## 7.10 集箱和管道

- 7.10.1 集箱内径的选取应满足所连接管屏的性能要求,管道内径的选取应满足介质流速或压降的要求,集箱和管道材料和壁厚的选取应满足温度和强度要求。
- 7.10.2 集箱、管道与支管或管接头连接时,不应采用奥氏体钢和铁素体钢的异种钢焊接。
- 7.10.3 凡与主蒸汽管道、再热蒸汽管道直接连接集箱,均应能承受管道热膨胀所给予的推力及力矩。
- 7.10.4 省煤器进口集箱能承受主给水管道热膨胀所给予的推力及力矩。
- 7.10.5 当外接管道对集箱的推力及力矩超出允许值时,应对集箱采取必要的加固措施。
- 7.10.6 过热器出口集箱至集汽集箱的导汽管应进行热补偿应力的校核。
- 7.10.7 工作温度大于 450 ℃ 的高温集箱应尽量避免拼接。除设计焊缝外,长度小于或等于 5 m 的集箱,对接焊缝应不大于 2 条;长度大于 5 m 的集箱,长度每增加 5 m,可增加 1 条对接焊缝。
- 7.10.8 集箱上的管孔应避免开在焊缝及其热影响区上,当结构设计不能避免时,在管孔周围 60 mm (如果管孔直径大于 60 mm,则取孔径值)范围内的焊缝经过射线或者超声检测合格,并且焊缝在管孔边缘上不存在夹渣缺陷,管接头焊后经过热处理消除应力的情况下,方可在焊缝及其热影响区上开孔。
- 7.10.9 集箱上应根据制造和检修维护的需要装设相应的手孔装置。

## 7.11 空气预热器

### 7.11.1 管式空气预热器

- 7.11.1.1 管式空气预热器应符合 NB/T 47049 的规定。
- 7.11.1.2 管式空气预热器分立式和卧式两种布置形式。
- 7.11.1.3 管式空气预热器设计应防止管箱共振,并采用有效的防磨措施。
- 7.11.1.4 管式空气预热器结构设计应考虑拆装方便,低温段管箱应单独支承在尾部钢架上。
- 7.11.1.5 在额定工况或最大连续工况下,管式空气预热器每级漏风率,从投入试生产时起一年内应保证不高于 1%,运行一年后应保证不高于 3%。
- 7.11.1.6 管式空气预热器下部烟风接口距地面应有一定的净空,供烟风道及除灰设备的布置。

7.11.1.7 管式空气预热器在烟风道中应留有足够的检修空间。

7.11.1.8 在锅炉启动、停炉及低负荷时,应采取适当的措施防止管式空气预热器堵灰、腐蚀。

## 7.11.2 回转式空气预热器

7.11.2.1 回转式空气预热器应符合相关标准的规定。

7.11.2.2 回转式空气预热器的设计应满足在各工况下传热元件不结露,不堵灰。

7.11.2.3 回转式空气预热器的转子应采用模数仓格结构。蓄热组件宜制成较小的组件,以便检修和更换。

7.11.2.4 回转式空气预热器的冷端蓄热元件应考虑脱硝的影响。

7.11.2.5 回转式空气预热器应采用可靠的支撑和导向轴承,结构应便于更换,并配置润滑油和冷却水系统。

7.11.2.6 回转式空气预热器应采用中心驱动方式或围带传动。每台回转式空气预热器的驱动装置应设一套主电机及一套辅助电机,主、辅电机可采用变频装置。主电机退出工作时,应能联锁投入辅电机;当主、辅电机故障时,应有报警装置。距离驱动电机 1 m 处的噪声不应超过 85 dB。

7.11.2.7 回转式空气预热器应配有手动盘车,且距该设备 1 m 处的噪声不应超过 85 dB。

7.11.2.8 回转式空气预热器应采用径向、轴向和环向密封系统。

7.11.2.9 回转式空气预热器的漏风率测试按 GB/T 10184 进行。对于室燃锅炉和层燃锅炉,300 MW 及以上等级机组配置的回转式空气预热器在机组最大连续工况时的漏风率第一年内应小于或等于 5%,并在 1 年后应小于或等于 6%;对于循环流化床锅炉,每台回转式空气预热器在机组最大连续工况时的漏风率第一年内应小于或等于 7%,并在 1 年后应小于或等于 8%。

7.11.2.10 回转式空气预热器及锅炉烟气系统应能单侧运行,可满足锅炉带 60% 的最大连续负荷要求。回转式空气预热器应有停运时防止变形和漏烟的措施。回转式空气预热器双列布置时,烟气、空气侧进口应设有隔离挡板,挡板的动作应灵活可靠。

7.11.2.11 回转式空气预热器应设置带有照明的窥视孔,有效可靠的火灾报警装置、消防系统和清洗系统。

7.11.2.12 回转式空气预热器应配置停转报警装置,可配置露点测量装置。

7.11.2.13 回转式空气预热器需配置有效的吹灰装置。在热端配置蒸汽吹灰器时,热端防磨层蓄热元件钢板厚度应大于或等于 0.6 mm。

## 7.12 循环流化床锅炉部件及材料

### 7.12.1 分离器

7.12.1.1 分离器能够在设计条件下正常工作。

7.12.1.2 分离器能够满足高浓度载粒气流的分离。

7.12.1.3 分离器在保证分离效率的前提下,应尽量降低其阻力,任意两个分离器的压降的偏差应小于 15%。

7.12.1.4 分离器下端回料立管结构合理,确保分离效果,并避免噎塞或气流扰动影响分离效果。

7.12.1.5 分离器内衬应选用耐高温的耐磨材料。

7.12.1.6 分离器进口烟道应有防止积灰的措施。

### 7.12.2 回料装置

7.12.2.1 由制造单位确定回料装置是否设置最低和最高料位的测量及报警装置,以确定料位高度,若设置,还需提供运行时允许的料位值、报警值。

7.12.2.2 回料装置应有保证立管料位稳定的措施及防止分离器结焦、堵管的措施。

7.12.2.3 在锅炉各种工况下,回料装置能直接将一定量的循环物料连续送回炉膛。回料装置应不结焦、流动顺畅、工作可靠。

7.12.2.4 锅炉负荷变化时,回料装置能自动调节回料量的大小,使分离器工作正常,保持回料管料位稳定。回料装置有平稳的调节特性及合理的调节范围。

7.12.2.5 回料装置底部应设置排灰孔。

### 7.12.3 锅炉布风板及风帽

7.12.3.1 布风板设计应能均匀地分配气流,避免在布风板上形成停滞区,且表面应敷有耐磨层。

7.12.3.2 布风板应能满足储存足够的物料床存量,满足燃烧与物料循环要求。同时应具有足够的强度和刚度,能支承本身和床料及运行所需要的其他载荷,并避免压火时受热变形。

7.12.3.3 布风板可采用水冷式或非水冷式,燃烧温度一般宜控制在  $820\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 950\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

7.12.3.4 风帽的设计和布置应使布风板上的床料与空气产生强烈的扰动和混合,使床内布风均匀,物料流化稳定,防止床内局部结焦及大渣在床内沉积。风帽的结构应防止灰渣落入风室,且避免风帽顶部结焦及风帽小孔堵塞。

7.12.3.5 风帽的选材应考虑耐高温和耐磨损,结构设计应考虑便于更换,设计阻力不宜过大。风帽小孔流速的选取及风帽布置应满足风帽不磨损及锅炉长期安全稳定运行的要求。

### 7.12.4 外置式换热器

7.12.4.1 外置式换热器壳体与受热面穿墙管应采取合理的密封结构,避免发生漏灰、漏烟问题。

7.12.4.2 外置式换热器内的受热面管束结构设计应充分考虑高温物料的冲刷、物料脉动流动的作用力,以及受热面的膨胀、磨损问题,受热面的支吊及固定装置应有足够的刚度,以避免运行中管束的振动。

7.12.4.3 外置式换热器内部设计应考虑足够的检修空间,停炉时检修人员能够进入对其中的受热面进行检查维修的空间。

7.12.4.4 外置式换热器受热面材料的选择应综合考虑流经外置式换热器的灰量、灰温、进出口工质温度等的变化对受热面壁温的影响,并留有足够的余量。

### 7.12.5 耐火和防磨

7.12.5.1 应有炉内敷设防磨耐火绝热材料的设计方案和设计详图,包括耐火材料、浇筑(注)料和保护层等的设计。

7.12.5.2 金属锚固件应膨胀合理、固定牢固,减少导热损失。

7.12.5.3 耐火材料应具有高耐火度及高温状态下的高耐磨性,高荷重变形温度、高温强度、高热稳定性和较高的化学稳定性,并且不应受受热面或与之接触的金属产生高温腐蚀。

7.12.5.4 旋风分离器进口端、旋风分离器出口烟道和进口烟道顶部耐火层及回料装置等易磨损、易脱落的部位,应有特殊的耐磨和防脱落的措施。

## 7.13 测量装置及安全附件

### 7.13.1 温度测量装置

7.13.1.1 在锅炉相应部位应装设温度测点以测量如下温度:

#### a) 汽水系统

1) 蒸汽锅炉的给水温度(常温给水除外);

- 2) 省煤器出口水温；
- 3) 过热器出口和多级过热器的每级出口汽温；
- 4) 减温器前、后的汽温；
- 5) 再热器进、出口汽温。

b) 烟风系统

- 1) 省煤器进、出口烟温,省煤器分级布置时,两级省煤器之间的烟温；
- 2) 空气预热器进口烟温；
- 3) 排烟温度；
- 4) 有再热器的锅炉炉膛出口烟温；
- 5) 空气预热器进、出口空气温度；
- 6) 油燃烧器的燃油(轻油除外)进口油温；
- 7) 循环流化床锅炉风室温度,参见附录 B。

c) 金属壁温

- 1) 高压及以上参数的锅炉的锅筒上、下壁温；
- 2) 高压及以上参数的锅炉的过热器、再热器的蛇形管的炉外金属壁温；
- 3) 直流蒸汽锅炉上下炉膛水冷壁出口金属壁温,启动系统储(贮)水箱壁温；
- 4) 额定功率大于或等于 300 MW 的循环流化床锅炉炉膛屏式过热器、屏式再热器管屏出口端炉外管子金属壁温。

7.13.1.2 烟气温度的测量,一般设置于每级受热面组的进口,在烟道的左右侧对称布置。

7.13.1.3 表盘式测量温度仪表的量程应根据工作温度选用,一般为工作温度的 1.5 倍~2.0 倍。

7.13.1.4 布置有再热器的室燃锅炉,应在炉膛出口或水平烟道左右侧墙上各装设烟温测量装置,用于锅炉启动初期再热器的保护。

## 7.13.2 压力测量装置

7.13.2.1 在锅炉以下部位应装设压力测量装置:

a) 汽水系统

- 1) 蒸汽锅炉锅筒的蒸汽空间；
- 2) 给水调节阀前；
- 3) 省煤器出口；
- 4) 过热器出口和主汽阀之间；
- 5) 再热器出口、进口；
- 6) 直流蒸汽锅炉的启动(汽水)分离器或其出口管道上；
- 7) 直流蒸汽锅炉省煤器进口、储(贮)水箱和循环泵出口；
- 8) 直流蒸汽锅炉蒸发受热面出口截止阀前(如果装有截止阀)。

b) 燃烧系统

- 1) 燃油锅炉、燃煤锅炉的点火油系统的油泵进口(回油)及出口；
- 2) 燃气锅炉、燃煤锅炉的点火气系统的气源进口及燃气阀组稳压阀(调压阀)后。

c) 烟风系统

- 1) 锅炉炉膛；
- 2) 循环流化床锅炉主循环回路,参见附录 B；
- 3) 风箱压力；
- 4) 空气预热器出、进口烟气压力。

7.13.2.2 压力表精度应不低于 1.6 级。压力表的量程应根据工作压力选用,一般为工作压力的 1.5 倍

~3.0 倍,最好选用 2 倍。

7.13.2.3 压力表盘直径应大于或等于 100 mm,且应保证运行操作人员能清楚地看到压力表指示值。

7.13.2.4 锅炉蒸汽空间设置的压力表应有存水弯管或者其他冷却蒸汽的措施。

7.13.2.5 在如下位置应装设压力表:

- a) 锅炉主给水进口;
- b) 锅炉末级过热器出口;
- c) 锅炉再热器末级再热器出口。

### 7.13.3 水位测量装置

7.13.3.1 每台蒸汽锅炉(直流锅炉除外)应在锅筒上至少装两个彼此独立的直读式水位表,一般装设于锅筒的两端,左右各一。装设有两套或以上各自独立并且可靠的远程水位测量装置的锅炉可以只装设一个直读式水位表。

7.13.3.2 直流蒸汽锅炉启动系统中储(贮)水箱和有储水功能的启动(汽水)分离器应至少各装设一台差压式远程水位测量装置。

7.13.3.3 水位表应有指示最高、最低安全水位和正常运行水位的明显标记。水位表上部可见边缘应比最高安全水位至少高 25 mm,下部可见边缘应比最低安全水位至少低 25 mm。

7.13.3.4 水位表应装在便于观察和操作的地方,指示正确。

7.13.3.5 亚临界锅炉水位表安装时应对于由于水位表与锅筒内液体密度差引起的测量误差进行修正。

7.13.3.6 直读式水位计的汽水连接管等有关元件应有良好保温。

### 7.13.4 其他测量装置

电站锅炉应布置测点测量二次风量及锅炉出口氧量。

### 7.13.5 燃烧器火焰检测器

7.13.5.1 燃烧器应装设独立的火焰监测装置。

7.13.5.2 火焰检测器的测量信号将用于锅炉燃烧情况的判断,需要根据煤种情况和燃烧器的布置方式来设定炉膛熄火判断条件。原则上切圆燃烧方式的燃烧器出现 3/4 熄火(一层的 4 只火检中的任意 3 只判断无火)就判定该层燃烧器熄火;对冲燃烧方式的燃烧器,原则上出现 3/4(或 3/5、4/6)燃烧器火检判断无火时判定该排燃烧器熄火;对 W 型火焰,根据燃烧器和磨的对应关系,原则上当任一燃烧器组中有 50%或者 50%以上的燃烧器检测不到火焰时,可判定全炉膛燃烧器熄火。

7.13.5.3 暖炉油燃烧器应装设独立的火焰监测装置,用于单个油燃烧器的着火判断。煤粉锅炉的暖炉油燃烧器宜选择内窥式火焰检测器。流化床锅炉的油燃烧器宜配置外窥式火焰检测器,循环流化床锅炉装设的床枪,如仅用于助燃,可不设置火焰监测装置。

7.13.5.4 煤粉锅炉的火焰监测装置应成套配置火检冷却风机(一运一备)和冷却风管路系统。循环流化床锅炉可不设置火检冷却风机,采用仪表压缩空气或经过除油除水的高压流化风等合适气源冷却。

### 7.13.6 炉膛火焰摄像系统

7.13.6.1 室燃锅炉宜装设火焰电视摄像系统用于监视炉膛的燃烧情况,一般装设于炉膛上部的侧墙上,左右各一,视频信号应接入机组大屏幕系统或单独显示器。

7.13.6.2 炉膛火焰电视摄像系统不适用于循环流化床锅炉。

### 7.13.7 锅筒水位摄像系统

7.13.7.1 锅筒锅炉宜同时装设锅筒水位电视摄像系统对就地直读水位计进行摄像,将视频信号传输至

控制室用于监视。

7.13.7.2 锅筒水位电视摄像机的配置数量与直读水位计数量一致。

7.13.8 炉膛压力保护

7.13.8.1 所有按照 GB/T 16507.1~16507.8 设计制造的电站锅炉应装设 FSSS 过程开关,并遵循独立取样原则。

7.13.8.2 FSSS 过程开关的设定值应至少包括:报警、MFT(主燃料跳闸)、BT(锅炉跳闸),其中 MFT 和 BT 开关动作原则均为 3 取 2;针对各种锅炉型式采用相匹配的过程开关,具体配置清单见表 4。

7.13.8.3 用于报警、MFT、BT 联锁功能的开关应在炉膛上单独开孔进行取压。

7.13.8.4 开关为硬接线接入控制系统,无源干接点,触点采用单刀双掷(SPDT)形式。

表 4 各炉型开关设置表

功能	超临界煤粉炉	亚临界煤粉炉	超临界 循环流化床	亚临界 循环流化床	高压、超高压 循环流化床
高三值	有(3点)	无	有(3点)	无	有(3点)
高二值	有(3点)	有(3点)	有(3点)	有(3点)	有(3点)
高一值	有(1点)	有(1点)	有(1点)	有(1点)	无
低I值	有(1点)	有(1点)	有(1点)	有(1点)	无
低II值	有(3点)	有(3点)	有(3点)	有(3点)	无
低III值	有(3点)	无	有(3点)	无	无

7.13.9 安全阀

7.13.9.1 蒸汽锅炉应采用全启式弹簧安全阀、杠杆式安全阀,或控制式安全阀(包括脉冲式、气动式、液动式和电磁式等)。

7.13.9.2 装有容量为 100%快速旁路的直流锅炉,其高压旁路使用组合一体的安全旁路三用阀(减温、减压、安全)时,可只在再热器上装设安全阀,安全旁路三用阀的保护控制应可靠。再热器安全阀的排放量为全部三用阀的流量和其喷水量之和。

7.13.9.3 每台锅炉至少装设两个安全阀(包括锅筒和过热器安全阀)。以下位置也应装设安全阀:

- a) 再热器出口处及直流锅炉的外置式启动(汽水)分离器上;
- b) 当直流蒸汽锅炉采用截止阀分段或隔离过热器工质主流系统时,该截止阀前的系统区域。

7.13.9.4 电站锅炉锅筒和过热器上安装安全阀的总排放量应大于锅炉的最大连续蒸发量,且当锅筒和过热器上所有安全阀全开时,锅筒内的蒸汽压力不应超过锅筒最高允许工作压力的 1.06 倍。对于直流蒸汽锅炉,其安全阀的整定压力应按下列要求选取:

- a) 过热器出口控制式安全阀整定压力为过热器最高允许工作压力;
- b) 过热器系统安全阀最高整定压力不高于 1.1 倍安装位置过热器工作压力;或采取可靠措施,保证所有安全阀排放时的蒸汽压力不超过过热器出口计算压力的 1.2 倍;
- c) 外置式启动(汽水)分离器的安全阀最高整定压力为装设地点工作压力的 1.1 倍,再热器的安全阀最高整定压力应不高于其计算压力。

7.13.9.5 一般安全阀的启闭压差为整定压力的 4%~7%,最大不超过 10%。

7.13.9.6 安全阀的流通面积应能通过所需要的最大排放量。出口排放面积应大于或等于进口面积,且出口排放面积应达到足够的要求,以防止排放背压影响安全阀的正常性能。

- 7.13.9.7 再热器安全阀的排放总量应大于锅炉再热器最大设计蒸汽流量。
- 7.13.9.8 过热器和再热器出口处安全阀的排放量应保证过热器和再热器有足够的冷却。直流蒸汽锅炉外置式启动(汽水)分离器的安全阀排放量应大于直流蒸汽锅炉启动时的产汽量。
- 7.13.9.9 安全阀不应出现拒动作、拒回座,起跳高度应符合设计值。
- 7.13.9.10 安全阀和控制式安全阀的布置应便于拆装检修,不应与梁柱、护板等部分发生干扰。
- 7.13.9.11 安全阀和控制式安全阀在突然开启(起跳)和突然关闭时不应发生震荡、振动和泄漏。
- 7.13.9.12 安全阀安装于一个进口支管上时,该支管的通道最小截面积应大于或等于安全阀流道截面积。
- 7.13.9.13 控制式安全阀的整定压力为过热器出口最高允许工作压力。

#### 7.14 刚性梁

- 7.14.1 刚性梁用于承受锅炉炉膛压力,并传递由于风荷载、地震作用、压力不平衡等产生的水平力。刚性梁一般不承受其他荷载,如果需要承受其他荷载,需采取相应措施,使刚性梁系统和管子满足强度和刚度要求。
- 7.14.2 刚性梁系统的布置应以管子和刚性梁的应力分析为基础,并防止管子和刚性梁振动。刚性梁本身在炉膛设计压力作用下应有足够的强度、刚度和稳定性。
- 7.14.3 刚性梁的持续设计压力为 $\pm 5.8$  kPa,瞬态设计压力为 $\pm 8.7$  kPa。在持续设计压力下,刚性梁的应力不应超过其许用应力;在瞬态设计压力下,刚性梁的应力不应超过其屈服强度。
- 7.14.4 循环流化床锅炉密相区的瞬态设计压力为 $^{+20.8}_{-8.7}$  kPa,稀相区瞬态设计压力为 $\pm 8.7$  kPa。水冷风室瞬态设计压力为 $^{+27.4}_{-8.7}$  kPa。
- 7.14.5 刚性梁端部反力应传递明确,各受力部件满足强度和刚度要求。
- 7.14.6 刚性梁一般采用工字型截面,也可采用桁架结构。
- 7.14.7 刚性梁与炉壁之间应具有有效的隔热措施,防止刚性梁组件超温。
- 7.14.8 刚性梁应设置必要的排水孔,防止积水。

#### 7.15 支吊装置

- 7.15.1 应根据被吊挂零部件在锅炉运行时的情况,选择合适的吊挂形式。
- 7.15.2 支吊装置应有足够的强度,应根据各种运行工况下所承受的荷载和位移对支吊装置进行强度计算,必要时还应进行刚度和稳定性计算。
- 7.15.3 支吊装置的设置应满足锅炉总体布置和所支吊受压部件的布置要求。
- 7.15.4 吊杆装置的结构型式及其计算按 JB/T 6735 的规定。
- 7.15.5 锅筒吊杆不应布置在锅筒环向焊缝附近,吊杆与焊缝间中心距离应大于或等于 200 mm。
- 7.15.6 受热面管子的对接焊缝中心线至管子支、吊装置边缘的距离应至少为 70 mm,对于管道相应距离应大于或等于 100 mm。
- 7.15.7 集箱的对接焊缝中心线至集箱吊耳或集箱支座边缘的距离至少为 100 mm。
- 7.15.8 恒力弹簧支吊架应符合 NB/T 47038 的要求。
- 7.15.9 可变弹簧支吊架应符合 NB/T 47039 的要求。
- 7.15.10 恒力碟簧支吊架应符合 JB/T 10357 的要求。

#### 7.16 钢结构

- 7.16.1 钢结构的设计和制造应分别符合 GB/T 22395 和 NB/T 47043 的规定。
- 7.16.2 锅炉钢结构应能支承锅炉本体各部件,并维持它们之间的相对位置,还应能承受风荷载、雪荷

载、地震作用和锅炉供货方同意接受的外来荷载。除特殊要求外,锅炉钢结构不考虑直接承受动力荷载。

7.16.3 钢结构、平台扶梯和栏杆的设置应与其他部件相互协调,避免发生干涉。

7.16.4 设有重型炉墙或金属框架护板轻型炉墙的支承式锅炉,宜采用梁和柱刚性连接的框架式锅炉钢结构。设有金属框架护板的区域,若护板与柱梁之间为嵌固连接时,可将梁、柱和护板视作刚盘平面结构。

7.16.5 锅炉钢结构可采用中心支撑体系,主要形式有交叉斜杆、单斜杆、人字形斜杆和 V 形斜杆,必要时可采用偏心支撑体系。抗震设防的锅炉钢结构不宜采用 K 形斜杆体系。

7.16.6 锅炉钢结构垂直支撑应沿锅炉钢结构高度均匀、连续布置。

7.16.7 锅炉钢结构应在承载较大的水平面内布置水平支撑,并宜在锅炉钢结构四周形成一个连续的封闭体系。水平支撑宜沿锅炉钢结构高度每隔 12 m 左右布置一层,其标高应与锅炉导向装置协调一致。

7.16.8 悬吊式锅炉顶板主梁的挠度不应超过跨距的  $1/850$ ,顶板次梁和空气预热器的支撑大梁的挠度不超过跨距的  $1/750$ ,顶板吊点梁及柱间梁的挠度不超过跨距的  $1/500$ ,一般小梁的挠度不超过跨距的  $1/350$ ,平台梁的挠度不超过跨距的  $1/250$ 。

7.16.9 设于高烈度区(设防烈度为 8 度和 9 度)的锅炉钢结构,梁与柱的连接不宜采用铰接。

7.16.10 锅炉钢结构的节点无论采用何种连接形式,当节点视为刚性连接时,应符合受力过程中构件在节点处的转角不变的假定,同时连接应具有充分的强度承受交汇构件端部传递的所有最不利内力。当节点视为铰接时,应使连接具有充分的转动能力,并能有效地传递横向剪力与轴向力。

7.16.11 锅炉炉顶屋盖结构和紧身封闭,均宜采用轻型钢结构。

7.16.12 露天布置和紧身封闭的锅炉钢结构应进行抗风验算。

7.16.13 平台扶梯设计应符合 GB 4053.1~4053.3 的规定。

7.16.14 凡有门孔、测量孔、吹灰器、燃烧器和阀门等处都应铺设平台,平台扶梯的布置应方便安装和运行中的巡回检查。

7.16.15 平台、楼梯应满足强度、刚度和稳定性要求,在可能条件下,平台宜直接支承在锅炉钢结构上。如需做结构支撑或悬吊平台时,应采取措施使平台支撑结构在竖向成为稳定体系。

7.16.16 锅炉钢筋混凝土运转层楼面活荷载标准值,300 MW 等级及以下为  $8 \text{ kN/m}^2$ ,600 MW 及以上为  $10 \text{ kN/m}^2$ ;锅炉钢格栅运转层楼面活荷载标准值为  $4 \text{ kN/m}^2$ 。检修平台活荷载标准值为  $4 \text{ kN/m}^2$ 。步道平台活荷载标准值为  $2.5 \text{ kN/m}^2$ 。扶梯活荷载标准值为  $2.0 \text{ kN/m}^2$ 。

7.16.17 在离地高度小于 20 m 时,栏杆高度不应低于 1 050 mm;在离地高度等于或大于 20 m 时,栏杆的高度不应低于 1 200 mm。

7.16.18 平台栏杆端部应设置立柱或与其他结构牢固连接。

7.16.19 平台栏杆的扶手能承受水平方向施加的荷载,荷载应大于或等于  $500 \text{ N/m}$ 。

7.16.20 钢格栅板平台承受设计荷载标准值时,其挠度不应大于跨距的  $1/200$ ,最大不应超过 10 mm。

7.16.21 需要操作和检查的炉顶周围设置的栏杆、扶手以及挡脚板的高度应满足相关规定。

## 7.17 膨胀系统

7.17.1 悬吊式锅炉本体应设置明确的膨胀中心,通过设置导向装置将膨胀中心予以固定,从而保证锅炉各部件在运行时能按设计预定的方向自由膨胀,并防止炉顶、炉墙开裂和受热面变形。

7.17.2 锅炉的以下部位应安装膨胀指示器:锅筒/分离器和储(贮)水箱、过热器出口管道、再热器进出口管道、下降管下部、水冷壁下集箱、包墙下集箱、省煤器进口集箱、省煤器灰斗及启动系统管道等。

7.17.3 膨胀指示器的装设应便于在运行工况巡视检查。

7.17.4 刚性梁系统的膨胀量应根据膨胀中心位置和刚性梁与管子之间的锚点位置确定,刚性梁系统不应阻止锅炉膨胀。

## 7.18 炉墙及保温

7.18.1 锅炉设备的保温设计应符合 DL/T 5072 的规定。

7.18.2 具有下列情况之一的设备、管道及其附件应按不同要求予以保温：

- a) 外表面温度大于 50 °C 且需要减少散热损失的；
- b) 要求防冻、防凝露或延迟介质凝结的；
- c) 工艺生产中不需要保温、其外表面温度超过 60 °C，但又无法采取其他措施防止人员烫伤的部位。

7.18.3 需要防止人员烫伤的部位应在下列范围内设置防烫伤保温：

- a) 管道距地面或平台的高度小于 2 100 mm；
- b) 距操作平台水平距离小于 750 mm。

7.18.4 保温结构外表面温度应符合 6.1.7 的要求。对于采用内绝热方式的结构或部件，其外表面温度不应超过 100 °C，并应采取可靠方式防止人员靠近。

7.18.5 为减少保温结构散热损失，保温层厚度应按经济厚度方法计算，且保温结构外表面散热损失不应超过 DL/T 5072 中给出的允许最大散热损失。

7.18.6 保温结构一般由保温层和保护层组成，保温结构设计应满足下列要求：

- a) 保温结构在设计使用寿命内应能保持完整，在使用过程中不应出现烧坏、腐蚀、剥落等现象；
- b) 保温结构应有足够的机械强度，在自重、振动、风雪等附加荷载的作用下不致破坏；
- c) 保温结构应保温效果好，施工方便，防火、防水，整齐美观。

7.18.7 保温层材料的选取原则应根据投资状况、机组容量、布置环境和保温材料的性能等因素综合决定。材料性能应符合如下要求：

- a) 防水、防潮，抗大气腐蚀性能好；
- b) 材料本身的化学性能稳定，使用年限长，不易老化变质；
- c) 强度高，在温度变化及振动情况下不开裂，外形美观；
- d) 燃烧性能应符合不燃类材料的要求，贮存或输送易燃易爆介质的设备和管道，以及与此类管道邻近的管道，应采用不燃类材料作保护层；
- e) 抹面保护层的密度不应大于 800 kg/m<sup>3</sup>，抗压强度不应小于 0.8 MPa，烧失量（包括有机物和可燃物）不应大于 12%；抹面干燥后（冷状态下）不应产生裂纹、脱壳等现象，不应产生金属腐蚀。

7.18.8 垂直管道用保温托架推荐每 2 m 布置一只，用以支撑垂直保温材料重量。

7.18.9 刚性梁和立柱等承重部件不应包含在保温结构中，除非刚性梁和立柱的设计温度已考虑了保温的影响。

## 8 燃烧及制粉系统



### 8.1 煤粉锅炉

#### 8.1.1 原煤仓

8.1.1.1 原煤仓应按煤的特性以及煤的水分、黏附性和压实性等进行设计，原煤仓内不应出现搭拱和漏斗状现象。

8.1.1.2 蒸发量大于或等于 1 000 t/h 锅炉的原煤仓宜采用钢结构的圆筒仓型，双曲线型原煤仓出口段截面收缩率不应小于 0.7，出口直径不宜小于 600 mm，锥型原煤仓出口段壁面与水平面夹角，煤粉锅炉不应小于 60°，循环流化床锅炉不应小于 70°。

8.1.1.3 采用矩形原煤仓时，对于煤粉锅炉相邻两壁的交线与水平面的夹角不应小于 55°；对于黏性大、高挥发或易燃的烟煤和褐煤，相邻两壁的交线与水平面的夹角不应小于 70°；对于循环流化床锅炉相邻

两壁的交线与水平面的夹角不应小于 70°。

8.1.1.4 原煤仓内壁应光滑,不应有任何凹陷和凸出的部位和物件。有条件或需要时,可在煤仓内壁衬贴光滑材料以避免煤黏附。

8.1.1.5 原煤仓应由不可燃的材料制作,一般为钢结构或钢筋混凝土结构。对于水分大、易黏结的煤,在原煤的出口段可采用不锈钢板制作或内衬不锈钢板。除燃用无烟煤外,其他有自燃倾向的煤种选用内衬时应考虑材料耐热问题。

8.1.1.6 原煤仓应有防止大块煤及其他杂物进入的装置。在煤仓的进煤口处应设置格子栅栏。能够在控制煤的流量下,保持煤的连续流动。

8.1.1.7 在严寒地区,钢结构原煤仓以及靠近厂房外墙或外露的钢筋混凝土原煤仓,其仓壁应有防冻保温措施。

8.1.1.8 原煤仓应设置煤位监测装置,蒸发量大于或等于 1 000 t/h 锅炉的钢质原煤仓可设置煤位测量装置。

### 8.1.2 给煤装置

8.1.2.1 给煤机应调节灵活方便,能按锅炉蒸发量或磨煤机出力连续不断给煤,且运行可靠,不易卡、堵。

8.1.2.2 给煤机设备应具有良好密封性能,正压直吹系统的给煤机应具有良好的密封性及承压能力。

8.1.2.3 给煤机进料口和出料口的尺寸应能满足煤在管内的流动顺畅,原煤仓到给煤机的管道应垂直、平滑,防止管内堵煤。

8.1.2.4 给煤机的型式按原煤的水分、原煤颗粒度、制粉系统和磨煤机型式、制粉设备布置以及对锅炉蒸发量调节要求,结合给煤机的特性来选用:

- a) 对采用中速磨煤机和双进双出钢球磨煤机的直吹式制粉系统,宜选用耐压称重式皮带给煤机;
- b) 对采用高速磨煤机的直吹式制粉系统,宜选用可计量的刮板式给煤机;
- c) 对采用钢球磨煤机的贮仓式制粉系统,宜选用刮板式给煤机或皮带式给煤机。

8.1.2.5 煤粉锅炉配给煤机的台数宜与磨煤机相匹配,循环流化床给煤机台数根据主机设计情况确定。

8.1.2.6 振动式给煤机的计算出力应大于或等于磨煤机计算出力的 120%;其他型式给煤机的计算出力应大于或等于磨煤机计算出力的 110%。

8.1.2.7 对配双进双出钢球磨煤机的给煤机,其单台给煤机的计算出力不应小于磨煤机单侧运行时最大给煤量要求。

### 8.1.3 磨煤机

8.1.3.1 进行磨煤机和制粉系统选型及参数设计时所必需的煤质数据如表 5 所示。根据不同煤质选择制粉系统形式和磨煤机。

表 5 磨煤机和制粉系统选型及参数设计时所必需的煤质数据

序号	项目	符号	单位	依据	用途
1	工业分析			GB/T 211	a) 选择干燥方式; b) 选择制粉系统; c) 计算煤粉细度
	全水分	$M_t$	%	GB/T 212	
	固有水分	$M_{ad}$	%		
	灰分	$A_{ar}$	%		
	挥发分	$V_{ar}$	%		
		$V_{daf}$	%		
	固定碳	$FC_{daf}$	%		

表 5 (续)

序号	项目	符号	单位	依据	用途
2	发热量	$Q_{\text{net,v,ar}}$	kJ/kg	GB/T 213	结合工业分析计算煤的爆炸性指数 $K_d$ , 选择制粉系统
3	元素分析 碳 氢 氧 氮 全硫	$C_{\text{ar}}$ $H_{\text{ar}}$ $O_{\text{ar}}$ $N_{\text{ar}}$ $S_{\text{ar}}$	% % % % %	GB/T 476	计算一次风量(结合一次风率)
4	可磨性指数 哈氏可磨性指数 VTI可磨性指数	HGI $K_{\text{VTI}}$	— —	GB/T 2565 DL/T 1038	结合工业分析计算磨煤机出力
5	磨损指数	$K_e$	—	DL/T 465	选择磨煤机
6	成球性指数 煤的摩擦角 堆积角	$K_c$ $\varphi$ $\alpha_j$	— (°) (°)	本标准	a) 煤斗及磨煤机进口角度设计; b) 煤的水分控制
7	煤粉气流着火温度	$IT$	°C	DL/T 831	选择制粉系统
8	燃尽率指数	$B_p$	%	DL/T 831	选择制粉系统和煤粉细度
9	煤的粒度分布 煤的堆积密度 真密度	$\rho_b$ $\rho_b$	kg/m <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>		a) 煤斗容量设计; b) 煤的水分控制

### 8.1.3.2 磨煤机的选择原则如下:

- 在选择磨煤机型式和制粉系统时,应根据煤的燃烧、磨损、输送、爆炸特性、可磨性、磨煤机的制粉特性及煤粉细度的要求,结合锅炉炉膛和燃烧器结构统一考虑,以达到磨煤机、制粉系统和锅炉燃烧装置匹配合理,保证机组的安全经济运行;
- 应根据煤的磨损指数和煤粉细度按磨煤机的寿命曲线或寿命的计算公式确定磨煤机碾磨件的寿命。中速磨煤机碾磨件和风环易损件的寿命应大于 6 000 h,研磨件对 MPS 磨煤机系指碾轮的单面寿命,对 E 型磨煤机为补加钢球前的寿命。风扇磨煤机冲击板寿命应大于 1 000 h; 大于 3 000 mm 直径的风扇磨煤机冲击板寿命应大于 1 500 h;
- 磨煤机台数和出力裕量的选择按 GB 50660 执行;
- 一次风管煤粉分配允许的最大偏差按 DL/T 5145 执行。

### 8.1.3.3 不同煤质条件下推荐的磨煤机及制粉系统类型如下:

- 无烟煤( $V_{\text{daf}}=6.5\% \sim 10\%$ )
  - 可供无烟煤选择的磨煤机及制粉系统类型有中间储仓式钢球磨煤机热风送粉系统;中间储仓式钢球磨煤机炉烟干燥、热风送粉系统;双进双出钢球磨煤机半直吹式系统;双进双出钢球磨煤机直吹式系统等。对于着火及燃尽特性属极难等级的无烟煤(着火温度  $IT > 900\text{ }^\circ\text{C}$ ),宜优先选用中间储仓式钢球磨煤机炉烟干燥、热风送粉系统和双进双出钢球磨煤机半直吹式系统的方案;
  - 在选用中间储仓式系统时应选用能提供高煤粉均匀性( $n \geq 1.1$ )的粗粉分离器,以保证无烟煤锅炉的燃烧。煤粉细度应选用  $R_{90}=4\% \sim 6\%$ 。

- b) 贫煤( $V_{daf} = 10\% \sim 20\%$ )
  - 1) 当煤的磨损性在较强以下( $K_e \leq 5$ )、煤的着火性能为中等(挥发分  $V_{daf}$  在 15% 以上,着火温度  $IT < 800\text{ }^\circ\text{C}$ )时,宜选用中速磨煤机直吹式系统;
  - 2) 当煤的磨损性在较强以上( $K_e > 5$ )、煤的着火性能为中等(挥发分  $V_{daf}$  在 15% 以上,着火温度  $IT < 800\text{ }^\circ\text{C}$ )时,宜选用双进双出钢球磨煤机直吹式系统;
  - 3) 当煤的着火性能为难(挥发分  $V_{daf}$  在 15% 以下,着火温度  $IT > 800\text{ }^\circ\text{C}$ )时,应按无烟煤来对待,宜优先选用中间储仓式钢球磨煤机炉烟干燥、热风送粉系统和双进双出钢球磨煤机半直吹式系统的方案。
- c) 烟煤( $V_{daf} = 20\% \sim 37\%$ )
  - 1) 当煤的磨损性在较强以下( $K_e \leq 5$ )时,宜选用中速磨煤机直吹式系统(但  $3.5 \leq K_e \leq 5$  时,不宜使用 RP 和 E 型磨煤机);
  - 2) 当煤的磨损性在较强以上( $K_e > 5$ )时,宜选用双进双出钢球磨煤机直吹式系统;
  - 3) 采用双进双出钢球磨煤机直吹式系统时,热风旁路的设计宜采用使热风旁路进入给煤机下方落煤管,旁路风随煤进入磨煤机进口部位然后进入一次风管路的布置方式。
- d) 褐煤( $V_{daf} > 37\%$ )
  - 1) 当磨制褐煤的磨损指数  $K_e \leq 3.5$ ,且煤的全水分  $M_t > 35\%$  时,宜选用风扇磨煤机炉烟干燥直吹式系统。当磨制褐煤的全水分  $M_t > 40\%$  时,宜选用带乏气分离装置的风扇磨煤机(带粗粉分离器或无粗粉分离器)炉烟干燥直吹式系统;
  - 2) 当磨制褐煤的全水分  $30\% \leq M_t \leq 35\%$  时,可根据情况选用中速磨煤机直吹式系统或风扇磨煤机直吹式制粉系统;
  - 3) 当磨制褐煤的全水分  $M_t < 30\%$  时,选用中速磨煤机直吹式系统;
  - 4) 当选用风扇磨煤炉烟干燥直吹式系统时,在验算系统末端的烟气含氧量合格的情况下,宜优先选用热烟-热风二介质干燥系统。

### 8.1.4 给粉系统

8.1.4.1 给粉机应能稳定连续供粉,且给粉量应能方便有效地调节,以保证锅炉正常燃烧。

8.1.4.2 给粉机的台数、最大出力宜按下列要求选择:

- a) 给粉机的台数宜根据燃烧器一次风接口数确定;
- b) 给粉机的最大出力  $B_{pc,F}$  (t/h) 大于或等于与其连接的燃烧器最大出力的 130%, 即:

$$B_{pc,F} = \frac{1.3B_{max}}{Z_{Bur}} \times \frac{Q_{net,ar}}{Q_{net,ad}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $B_{max}$  —— 锅炉最大连续蒸发量下的燃煤量,单位为吨每小时(t/h);
- $Z_{Bur}$  —— 燃烧器一次风喷口数(即投运给粉机台数);
- $Q_{net,ar}$ 、 $Q_{net,ad}$  —— 设计煤种的收到基和干燥基低位发热量。后者近似地代表煤粉的发热量。

c) 给粉机型号的选择应使其最大出力符合  $B_{pc,F}$ 。

8.1.4.3 蒸发量大于或等于 400 t/h 锅炉的给粉机宜采用叶轮式给粉机,其给粉量通过改变给粉机转速来实现。给粉机可配置滑差调速电动机,也可采用变频调速电动机。

### 8.1.5 燃烧系统

8.1.5.1 锅炉燃烧系统的选择,应根据电厂煤种煤质特性、锅炉容量等级、当地环保要求等因素,结合锅炉炉型、制粉系统和燃烧器结构统一考虑。

8.1.5.2 在原则性燃烧系统拟定阶段,应对锅炉炉型和燃烧方式与煤种煤质匹配的合理性进行双向优

化选择的核查,使之在资源利用、燃烧效率、设备和基建投资、环境保护等方面达到综合平衡效益。

8.1.5.3 蒸发量大于或等于 400 t/h 的锅炉,宜首选固态除渣方式的煤粉炉。对煤粉炉难以燃烧的煤矸石(包括油页岩)、特低挥发分的无烟煤、高硫分劣质烟煤、高水分褐煤等煤种,宜选用循环流化床锅炉。固态除渣煤粉锅炉的制粉系统燃烧方式选择方案参见表 6。

表 6 煤粉锅炉燃烧系统选择与煤种特性的关系(固态除渣炉型)

序号	煤种	煤的燃烧特性			煤的爆炸等级	煤的结渣等级	锅炉燃烧方式	磨煤机及制粉系统类型				
		$V_{daf}$ %	$IT$ °C	煤的着火等级								
1	无烟煤	6.5~10	>900	极难	极难	中等	W 火焰双拱燃烧	1) 储仓式钢球磨煤机热风送粉; 2) 双进双出钢球磨煤机半直吹式				
2			800~900	难	难	中等	1) W 火焰双拱燃烧。 2) 对于 300 MW 及以下容量机组,当配置储仓式钢球磨煤机热风送粉系统时,可选用切向或墙式燃烧方式	1) 储仓式钢球磨煤机热风送粉; 2) 双进双出钢球磨煤机半直吹式; 3) 双进双出钢球磨煤机直吹式				
3	贫煤	10~15	800~900	难	难	中等	1) 前后墙对冲燃烧。 2) 对于 300 MW 及以下容量机组,当配置储仓式钢球磨煤机热风送粉系统时,可选用切向或墙式燃烧方式。 3) W 火焰双拱燃烧	1) 储仓式钢球磨煤机热风送粉; 2) 双进双出钢球磨煤机半直吹式; 3) 双进双出钢球磨煤机直吹式; 4) 中速磨煤机直吹式( $K_e \leq 5.0$ )				
4							700~800	中等	中等	中等	1) 前后墙对冲燃烧。 2) 切向燃烧	1) 中速磨煤机直吹式( $K_e \leq 5.0$ ); 2) 双进双出钢球磨煤机直吹式
5									15~20	难	中等	1) 中速磨煤机直吹式( $K_e \leq 5.0$ ); 2) 双进双出钢球磨煤机直吹式;
6	中等	严重	1) 前后墙对冲燃烧。 2) 切向燃烧	3) 储仓式钢球磨煤机乏气送粉								
7	烟煤	 >20	700~800	中等	中等	中等	同贫煤序号“3~6”,首选前后墙对冲及切向燃烧	同贫煤序号“3~6”,首选中速磨煤机直吹式( $K_e \leq 5.0$ )				
8			600~700	易	易	中等		同序号“7”,限制对储仓式制粉系统的选用				
9			<600	极易	极易	中等		同序号“8”,对 50 MW 以下机组,可选用风扇磨煤机直吹式				
10	褐煤	>37	<600	极易	极易	中等	1) 多角切向燃烧。 2) 前后墙对冲燃烧	1) 中速磨煤机直吹式( $M_t < 30\%$ ); 2) 中速磨煤机直吹式或风扇磨煤机直吹式( $30\% \leq M_t \leq 35\%$ ); 3) 三介质或两介质干燥风扇磨煤机直吹式( $M_t > 35\%$ ); 4) 带乏气分离风扇磨煤机直吹式( $M_t > 40\%$ )				

注:在  $V_{daf}$  和  $IT$  两者之间优先以  $IT$  指标为准。

8.1.5.4 燃烧系统设计中应根据锅炉型式、煤种、煤质等条件选用合适的节油点火技术,并提供与冷炉制粉系统相匹配的热风系统。

8.1.5.5 锅炉燃烧系统应具有较好的低  $\text{NO}_x$  性能,最终排放符合 GB 13223 中对氮氧化物排放标准的要求。

8.1.5.6 对挥发分偏低的煤种,在炉型选择中应注意不同燃烧方式(四角切圆燃烧、前后墙对冲燃烧、W型火焰双拱燃烧)对氮氧化物排放性能指标的差异。

8.1.5.7 燃烧系统设计和计算中的基本工况,以年平均环境温度条件下的锅炉最大连续额定工况为准。对严寒地区或煤质较差的工程,当冬季采用暖风器运行方式且暖风器耗汽量较大时,应根据工程具体情况核算锅炉最大连续额定蒸发量的定值。

## 8.2 循环流化床锅炉

### 8.2.1 基本要求

8.2.1.1 循环流化床锅炉燃烧系统的选择,应根据燃用煤种煤质特性、锅炉容量等级、当地环保要求等因素,统一考虑。

8.2.1.2 循环流化床锅炉燃烧系统设计应符合 GB 13223 中对氮氧化物排放标准的要求。

8.2.1.3 燃烧系统一般包括上煤系统、给料系统、物料燃烧循环系统组成。

### 8.2.2 上煤系统

8.2.2.1 循环流化床锅炉上煤系统可根据锅炉岛现场情况和锅炉耗煤量的大小确定工艺流程和工艺布置方案。其中包括煤的转运、原煤仓、破碎与筛选、计量。

8.2.2.2 运煤系统宜采用带式输送机运煤。

8.2.2.3 原煤仓应符合 8.1.1 的要求。

8.2.2.4 碎煤机及筛选应符合如下要求:

- a) 碎煤机前应设置一级除铁器,宜选用带式除铁器。当带式输送机带速大于或等于 2.5 m/s 时,除铁器宜装设于输送机头部卸料处。头部滚筒筒体及头部落煤斗上部宜用非磁性材料制作;
- b) 碎煤机应根据煤的特性及使用粒径要求进行选配;
- c) 煤的破碎与筛选设备选用可分式或合体式,宜根据使用设备要求确定;
- d) 煤的运转站和碎煤机室,应有防止煤尘飞扬的措施(如扑灰、抑尘等),必要时,可设置除尘设施。一般在碎煤机出口处则考虑设置吸气除尘装置。

8.2.2.5 在进入原煤仓和锅炉处宜分别设置煤的计量装置。计量装置应计量准确、稳定运行。

### 8.2.3 给料系统

8.2.3.1 给煤系统由煤斗及给煤机组成。

8.2.3.2 煤斗内壁应光滑耐磨;落煤管和煤斗的出口截面宜尽量大,最小不应小于 450 mm×450 mm 或内径 450 mm;落煤管应尽可能避免转弯。

8.2.3.3 给煤机应满足如下要求:

- a) 给煤机应密封性好、安全稳定运行且调节灵活,应有防止烟气反串功能;
- b) 给煤机选型应按使用煤种特性、输送距离、调节及计量要求进行;
- c) 给煤机控制宜具备自动控制与联锁保护功能。

8.2.3.4 石灰石给料装置(炉内脱硫)应满足如下要求:

- a) 石灰石给料装置出力应根据燃煤含硫量大小及石灰石的消耗量确定。石灰石粒径大小一般控制在 0 mm~2 mm 内;

b) 石灰石给料装置应密闭、连续及可计量。

8.2.3.5 其他惰性物料或掺烧其他燃料的给料装置应满足填充量的需求,并密封可靠、避免膨胀受阻;惰性物料给料口宜设置在进入炉膛的适当部位上,掺烧垃圾或生物质燃料时,给料口一般布置在炉膛下部距离布风板一定的高度,其高度根据燃料特性决定。

## 8.2.4 物料燃烧循环系统

8.2.4.1 物料燃烧循环系统一般由给煤管、布风装置及燃烧室、点火装置、分离装置、回料装置、二次风箱、外置式换热器(如有)等部件组成。

8.2.4.2 给煤管大小应按给煤量确定,设置播煤风与松动风,保证给煤畅通。进入炉膛的角度宜控制在 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 之间。给煤管与给煤机相连接的进口处部位应采取相应措施防止受冲击而泄漏,并设置膨胀节。给煤管在炉膛相交处应使用耐高温材料。

8.2.4.3 布风装置及燃烧室应满足如下要求:

- a) 循环流化床的布风板面积应与燃烧室相匹配;
- b) 流化床的风室结构大小设计应满足一次风接口要求,且阻力较小,流场均匀。当采用床下点火时,应满足床下点火布置要求,并有足够的刚性;
- c) 流化床燃烧室下部、旋风分离器及进出口烟道、回料阀及连接管道、炉膛受热面等磨损较大的区域应采取耐火、防磨措施;
- d) 流化床燃烧室,应设置检查人孔及压力温度测点(测点布置参见附录 B);
- e) 流化床燃烧室内,未敷设耐磨材料区域的水冷壁的对焊口,在焊接后应将焊缝、焊瘤磨平,防止产生磨损;
- f) 流化床落渣管应使用耐高温、耐磨损材质,其结构设计应简单合理。规格大小及数量应满足锅炉性能计算除渣量的要求。应设置连续与事故除渣口,事故除渣管设置时,应加装安全可靠操作的除渣门。落渣管的布置应根据燃煤灰成分特性确定其相对位置,宜与给煤口、返料口有一定的距离。设计应考虑与风室之间的膨胀量。

8.2.4.4 点火装置,流化床锅炉点火装置要求见 8.5.5。

8.2.4.5 分离装置应满足如下要求:

- a) 根据锅炉参数及煤质特性,选用成熟可靠的分离形式;
- b) 分离器参数应根据锅炉参数和燃煤特性确定;
- c) 分离器进、出口设计应考虑烟气流场均匀,满足分离效率的要求;
- d) 分离器中心筒的材质与布置应满足耐高温与耐磨要求。

8.2.4.6 回料装置由回料阀和回料管组成,应满足如下要求:

- a) 回料阀的设计应采用自平衡回料结构,结构设计应能保证回料顺畅、不反窜;
- b) 回料装置配风风量应满足回料流动的要求,配风风压应满足回料自然返回炉膛的要求;
- c) 回料管的设置应与回料阀相匹配;
- d) 回料风应配置高压头的风机。

8.2.4.7 二次风箱应满足如下要求:

- a) 二次风箱的结构设计应尽量减少二次风的沿程阻力;
- b) 二次风进口宜采用大动量的截面。

## 8.3 燃油锅炉

### 8.3.1 基本要求

8.3.1.1 燃料一般采用轻质柴油、重油或渣油。

8.3.1.2 燃油锅炉可选择高的炉膛容积热负荷和炉膛断面热负荷。

8.3.1.3 在燃烧器进口,燃油应当达到正常燃烧所要求的黏度。

### 8.3.2 燃油燃烧器本体

8.3.2.1 燃油燃烧器的结构设计、安全与控制装置,安装与系统、运行与维护等应符合 TSG ZB001 的规定。

8.3.2.2 燃烧器的输出功率应能满足锅炉最大连续蒸发量的要求。

8.3.2.3 燃烧器设计应能确保在各种设计工况下稳定燃烧,并防止回火。

8.3.2.4 燃烧器喷嘴可根据要求采用机械雾化或介质雾化,燃油应雾化良好,保证燃烧充分。喷嘴材质应采用耐磨材料,并应便于检修。

8.3.2.5 燃烧器在热态运行下,其调节装置不应受热膨胀的影响而产生卡涩现象,应灵活可靠。

8.3.2.6 燃烧器的结构设计、布置和配风应考虑降低燃烧产生  $\text{NO}_x$  的措施。

8.3.2.7 为保证燃烧安全,应配置有完备的火检设备。

8.3.2.8 燃烧器设备周围应有平台和进出通道。

### 8.3.3 其他

8.3.3.1 针对燃油中含硫及盐类的成分,设计时考虑预防锅炉受热面低温和高温腐蚀的措施。

8.3.3.2 锅炉应当装设点火程序控制装置和熄火保护装置。

8.3.3.3 燃油燃烧器燃料供应母管主控制阀前,应当在安全并且便于操作的地方设有手动快速切断阀。

8.3.3.4 燃重油的燃烧器,还应有燃油加热器和油温调节器。

## 8.4 燃气锅炉

### 8.4.1 基本要求

8.4.1.1 燃气锅炉一般可燃用天然气、焦炉煤气、高炉煤气等气体燃料。

8.4.1.2 燃气锅炉的燃气系统应装设可燃气体在线监测装置,且燃气系统的设计应符合相应的国家和行业的有关规定。

### 8.4.2 燃气燃烧器本体

8.4.2.1 燃烧器的结构设计、安全与控制装置、安装与系统、运行与维护等应符合 TSG ZB001 的规定。

8.4.2.2 燃烧器应配置有点火器、火焰检测器和熄火保护等自动控制系统。

8.4.2.3 燃烧器主要由调风器和燃气喷射元件组成。选型应根据火焰形状、炉型、运行方式和布置要求等决定,如要求短而宽的火焰时可选择旋流式燃烧器。

8.4.2.4 燃烧器正常运行过程中可能与火焰直接接触的零部件,采用耐高温材料制作,其中燃烧器喷嘴设计不仅应采用耐高温材料,且应便于检修。

8.4.2.5 燃烧室启动时,连续点火次数不应超过两次。点火不成功时需查明原因,排除故障后再启动燃烧器。

8.4.2.6 燃烧器点火和熄火安全时间分别为小于或等于 5 s 和小于或等于 1 s。

8.4.2.7 燃烧器的输出功率应能满足锅炉最大连续蒸发量的要求。

8.4.2.8 燃烧器的设计应能确保在各种设计工况下稳定燃烧,并具有防止回火和爆炸功能。

8.4.2.9 燃烧器设计应考虑燃烧器部件之间及燃烧器与其他装置之间的有效连接与密封。

8.4.2.10 燃烧器在热态运行下,其调节装置不应受热膨胀的影响而产生卡涩现象,灵活可靠。

8.4.2.11 燃烧器的结构设计、布置和配风应考虑降低燃烧产生  $\text{NO}_x$  的措施。

8.4.2.12 燃烧器应至少配一个火焰检测器,并与燃气系统上的快速切断阀形成联锁控制。

8.4.2.13 燃烧器供应母管主控制阀前,应当在安全并且便于操作的地方设有手动快速切断阀。

8.4.2.14 所有燃烧器的快速切断阀等应尽量靠近燃烧器安装,使阀门与燃烧器之间的管道内留下的燃料减到最少。

### 8.4.3 其他

8.4.3.1 应保持燃气向火焰锋面的运动速度(即气流速度的法向分速度)与火焰传播速度相等,来维持燃气火焰稳定。

8.4.3.2 可加装火焰稳燃器、减小燃气的喷出速度等措施防止脱火。

8.4.3.3 可采用脱火限高的燃烧器,加大最小喷出速度、采用有猝熄效应的火焰孔及降低燃烧器喷口处的温度等措施防止回火。

8.4.3.4 燃烧器的布置不应妨碍水冷壁的自由膨胀。燃烧器以外各风、煤气管道的重量和轴向力原则上均不应加在燃烧器上。

8.4.3.5 燃烧器设备周围应有平台和进出通道。

8.4.3.6 在燃气供气主管路上,应设置具有联锁功能的放散阀组,且不同燃料的放散阀不应合并排放,其排空管出口应直接通向室外,且高于建筑物 2 m。

8.4.3.7 管路阀门应能快速切停和开启,密封性好。

8.4.3.8 设计时应根据燃气特性考虑避免出现结露现象和低温腐蚀。

## 8.5 锅炉点火系统

### 8.5.1 燃油点火

燃油点火应符合如下要求:

- a) 用煤直接点火较难(等离子点火的除外),一般采用油枪点火;
- b) 点火油枪配置的数量及安装位置,应根据锅炉的容量,燃料的性能,主燃烧器的数量、型式等因素,由锅炉制造单位确定。点火器及其点火油枪系统应能实现按程序自动操作;
- c) 燃烧器启动点火之前,应对燃烧室及烟道进行前吹扫,前吹扫时间和前吹扫量,应符合以下要求:
  - 1) 额定燃油量小于或等于 30 kg/h 的燃烧器,保证风机在全开启状况下前吹扫时间不少于 5 s;
  - 2) 额定燃油量大于 30 kg/h 的燃烧器,前吹扫风量可以小于额定热功率下的空气量,前吹扫时间与空气流量成反比例,但是前吹扫时间不能低于 20 s,并且吹扫风量不能低于对应供热装置最大输入热量所需风量的 50%;
  - 3) 前吹扫时间与前吹扫风量还应满足配套装置安全技术规范的要求。
- d) 应装设一定数量的点火油枪,满足锅炉稳燃、升温升压以及燃烧设备事故处理的需要,点火油枪的数量及安装位置由锅炉制造单位确定;
- e) 点火油枪的布置应考虑便于维修。油管路上的安全截止阀应装在靠近点火器和点火油枪的地方,以使阀门后管道中可能积存的油量减小到最低限度。油管道应有防止油凝固的措施,雾化蒸汽管道应能就地疏水;
- f) 点火器导杆、油(气)枪,以及点火油枪停用时,应能退出到炉墙内,以免被高温火焰烧损。

### 8.5.2 燃气点火

燃气点火应符合如下要求:

- a) 燃烧器应设有点火装置,能够保证点火燃烧器或主燃烧器的安全点火;
- b) 点火应配备火焰检测器;
- c) 燃烧器启动点火之前,应对燃烧室及烟道进行前吹扫,前吹扫时间和前吹扫量,应符合以下要求:
  - 1) 以额定输出热功率下的空气流量进行前吹扫,前吹扫时间不少于 3 min;
  - 2) 以小于额定输出热功率下的空气流量进行前吹扫,前吹扫时间与空气流量成反比例增加,最小吹扫空气流量不低于额定空气流量的 50%;
  - 3) 前吹扫时间与前吹扫风量还应满足配套装置安全技术规范的要求。
- d) 燃用高炉煤气的锅炉,可采用天然气、焦炉煤气等点火,再点燃高炉煤气主燃烧器,可采用高能点火枪配置气动推进装置,便于实现程序控制;
- e) 燃气锅炉在点火启动时应严格控制炉膛燃气浓度,以防爆炸,同时应严格防止燃气泄漏。

### 8.5.3 微油点火

- 8.5.3.1 微油点火系统应能安全、稳定地运行,可靠地点燃煤粉,满足锅炉启、停及正常运行的要求。
- 8.5.3.2 微油点火油枪退出运行时,微油点火燃烧器应具有与锅炉其他燃烧器同样使用的性能。
- 8.5.3.3 微油点火燃烧器阻力应能与锅炉其他燃烧器阻力相匹配。
- 8.5.3.4 微油点火系统应能安全稳定地点燃煤粉,不发生爆燃和二次燃烧,满足锅炉启、停及正常运行的要求。
- 8.5.3.5 微油点火燃烧器应满足作为锅炉主燃烧器使用的设计性能。与相关设备应合理匹配,保证整个系统安全可靠运行;满足各燃烧器间阻力匹配的要求。
- 8.5.3.6 微油点火系统应满足锅炉正常检修周期的要求。
- 8.5.3.7 微油点火控制系统应具有与炉膛安全保护系统(FSSS)、分散控制系统(DCS)等的接口。
- 8.5.3.8 微油点火系统应设置图像火焰监视、油火焰火检、微油点火燃烧器的壁温监测、和冷风加热器的壁温监测。
- 8.5.3.9 对于储仓式制粉系统,观察图像火焰监视器,投煤粉至稳定着火的时间应小于或等于 30 s,否则应立即停止给粉,必要时停运微油点火油枪,查明原因后重新投运;对于直吹式制粉系统,观察图像火焰监视器,微油点火燃烧器在投煤粉后 180 s 内应达到稳定着火,否则应立即停止给煤,查明原因后重新投运。

### 8.5.4 等离子点火

- 8.5.4.1 锅炉设计燃用烟煤或褐煤,煤质特性满足下述要求时可采用等离子体点火系统:
  - a) 烟煤:灰分  $A_{ar} \leq 35\%$ ,且  $M_{ar} \leq 10\%$ , $V_{daf} \geq 32\%$ (相当于  $V_{ar} \geq 18\%$ );
  - b) 褐煤:灰分  $A_{ar} \leq 30\%$ ,且  $M_{ar} \leq 25\%$ , $V_{daf} \geq 40\%$ (相当于  $V_{ar} \geq 18\%$ );或灰分  $A_{ar} \leq 17\%$ ,且  $M_{ar} \leq 40\%$ , $V_{daf} \geq 42\%$ (相当于  $V_{ar} \geq 18\%$ )。
- 8.5.4.2 当煤质参数在 8.5.4.1 范围以外时,应通过调整煤粉细度、煤粉浓度、一次风速、二次风速、煤粉/空气混合物温度,以及加大等离子体发生器的功率等措施,并经试验验证后,方可采用等离子体点火技术。
- 8.5.4.3 采用等离子点火技术,应遵循 DL/T 1127 的要求。

### 8.5.5 循环流化床锅炉点火及助燃油系统

- 8.5.5.1 主要用于在锅炉启动阶段,将床料加热至锅炉允许的投燃料温度和低负荷工况下的助燃。
- 8.5.5.2 流化床点火装置能力的设计应满足锅炉容量及点火时间要求,结构宜简单、操作方便、安全可靠。其安全保护应根据选用点火介质而确定不同的措施。

- 8.5.5.3 根据燃料特性,优先选择床下点火方式,对于难以着火的燃料可以考虑采用床下、床上联合点火。
- 8.5.5.4 管道的布置设置补偿器,支吊架及附件,阀门位置考虑操作、维护方便和布置合理。
- 8.5.5.5 风道燃烧器有防止烧坏和磨损的措施,床上油枪采用保护措施以防止正常运行时和停运后被阻塞。
- 8.5.5.6 风道燃烧器及床上油枪的设计充分考虑拆装方便,并尽量减少压降。
- 8.5.5.7 宜采用高能点火器点火,并配置智能型火检装置及联锁保护装置。

## 9 汽水系统

### 9.1 基本要求

- 9.1.1 汽水系统包括省煤器系统、水冷系统、过热系统、再热系统、减温水系统、启动系统、锅炉范围内管道及阀门附件等。
- 9.1.2 汽水系统所选金属材料、承载构件材料及其焊接材料应符合相应国家标准和行业标准的要求,受压元件金属材料及其焊接材料在使用条件下应具有足够的强度、塑性、韧性以及良好的抗疲劳性能和抗腐蚀性能。
- 9.1.3 汽水系统应采取相应的保护、保养措施,避免材料氧化、腐蚀。
- 9.1.4 锅炉范围及锅炉外部的界定按 GB/T 16507.1 的规定。
- 9.1.5 当给水品质符合要求时,锅炉蒸汽品质应达到 GB/T 12145 的规定。

### 9.2 汽水管道

- 9.2.1 锅炉本体及锅炉范围内管道(含安全附件和仪表)应符合 GB/T 16507.1~16507.8 的规定。
- 9.2.2 汽水系统管道应有足够的强度。
- 9.2.3 汽水系统管道的结构型式、开孔和焊缝布置应尽量避免或减少复合应力和应力集中。
- 9.2.4 汽水系统管道承重结构在承受设计荷载时应具有足够的强度、刚度、稳定性以及防腐性能。
- 9.2.5 汽水系统管道吊挂装置的设计要求确定所需考虑的计算荷载及所需进行的荷载计算,吊挂装置应有足够的强度,应根据各种运行工况下所承受的荷载和位移对各受力构件进行强度计算,必要时还应进行刚度和稳定性计算。
- 9.2.6 汽水系统连接管道使用温度不超过所用材料的许用温度。

### 9.3 压力测量装置的设置

压力装置的设置见 7.13.2,相应汽水管道预留压力取样点管接头。

### 9.4 汽水取样、反冲洗和加药

- 9.4.1 汽水取样和反冲洗系统的设置应根据锅炉需要配置汽水取样和反冲洗装置,并在锅炉设计时选取有代表性位置设置取样点。
- 9.4.2 水汽系统的水汽质量需满足要求,保证热力设备不因腐蚀、结垢、积盐发生事故。应设置如下汽水取样点:
- a) 给水;
  - b) 炉水;
  - c) 饱和蒸汽;
  - d) 过热蒸汽;
  - e) 再热蒸汽;

f) 启动(汽水)分离器汽侧和水侧。

9.4.3 亚临界及以下参数锅炉的过热器一般需设置反冲洗系统,反冲洗的介质可以通过主汽阀前疏水管路引入。

9.4.4 锅筒应装设加药装置,以控制炉水的品质。

## 9.5 排污、疏水、放水和放气

9.5.1 水冷系统的每组回路的最低处均应设置排污装置。

9.5.2 排污上应装设两个串联的阀门,其中至少有一个是排污阀,且安装在靠近排污管线出口一侧。

9.5.3 锅炉定期排污管口不应高出锅筒或者集箱的内壁表面,小孔式排污管用做定期排污时应贴近筒体底部。

9.5.4 每台锅炉应装设单独的排污管,排污管应尽量减少弯头,保证排污畅通并且接到安全地点或者排污膨胀箱(扩容器)。如果采用有压力的排污膨胀箱时,排污膨胀箱上应安装安全阀。多台锅炉合用一根排放总管时,不应有两台以上的锅炉同时排污。

9.5.5 锅炉的排污阀、排污管不宜采用螺纹连接。

9.5.6 过热系统、再热系统、省煤器系统的最低集箱或管道处应装放水阀。

9.5.7 锅筒应设置紧急放水装置,放水管口应高于最低安全水位。锅筒应装设连续排污装置。

9.5.8 在锅筒、过热器、再热器和省煤器以及汽水管道等可能聚集空气的部位应装设放气阀,对于凸起布置的管段,可根据积存空气的可能,装设放气装置。

9.5.9 汽水系统排污、疏水、放水和放气管子规格、材质及结构应满足 GB 50764 要求。

9.5.10 疏水管道和阀门的流通截面,应按机组在各种运行工况下,可能出现的最大疏水量来考虑。并考虑疏水管道能够在最小压差的情况下排出可能出现的最大水量。任何情况下其疏水管道内径不应小于 20 mm。

9.5.11 外径小于 32 mm 的疏水、排污等管接头与锅筒、集箱、管道相连接时,应采用底部加强型的管接头。

9.5.12 高温管道的局部地方可能因疏水引起较大的温差应力时,应采取适当的措施消除温差应力。

## 9.6 水位测量装置管路要求

9.6.1 每个水位测量装置应具有独立的取样孔,不应在同一个取样孔上并联多个水位测量装置。

9.6.2 水位测量装置连接管路布置需便于维护,环境温度在 5℃~50℃范围内,否则应有防冻或隔热措施。

9.6.3 管路水平布置时应保持坡度大于 1:100,测量管内不应有影响测量的气体或凝结水。

9.6.4 每个水位测量装置设置独立的排污管路,避免多个疏水合并相互影响水位测量的准确性。

## 9.7 温度测量装置

温度测点的设置见 7.13.1,相应汽水管道预留温度测点管接头。

## 9.8 其他

9.8.1 额定蒸发量大于 75 t/h 的锅炉,应装设给水流量测量装置。对于额定蒸发量大于 220 t/h 的锅炉还应装设减温水流量测量装置。

9.8.2 调节阀前后应设置隔离阀以方便检修。

9.8.3 配置循环泵和不配置循环泵的启动系统均应设置水位控制阀。

## 10 烟风系统

### 10.1 烟、风道及附件

#### 10.1.1 烟、风道及附件包括：

- a) 烟道：锅炉空气预热器出口至烟囱前的烟道、烟气再循环管道（如有）；
- b) 冷风道：吸风口至空气预热器的风道、吸风口至制粉装置的风道；
- c) 热风道：空气预热器出口至炉膛的风道、空气预热器出口至制粉装置的风道；
- d) 附件：烟、风道中所含的金属膨胀节与非金属膨胀节、调节门、隔断门、流量测量装置和支吊装等。

10.1.2 烟、风道布置不应妨碍操作与通行，烟道设计应考虑合理的烟气流速且分配均匀，避免烟尘的磨损、沉降与堵塞。

10.1.3 烟、风道的设计应考虑自身对膨胀的吸收补偿。当自身不能补偿热膨胀和端点的附加位移，或者需要控制传递震动、传递荷载的管段，应装设补偿器。

10.1.4 烟、风道上装设补偿器时设计中应考虑安装、冷拉和维修所需的空間。

10.1.5 烟、风管道的的设计应考虑海拔的影响并进行修正。

10.1.6 金属烟、风道应配置足够的加固肋与内撑杆，以保证其强度与刚度。

10.1.7 当锅炉为露天及半露天布置时，烟风道宜有防雨措施。对于室外布置的，其表面应采取防水和排水措施。

10.1.8 锅炉烟、风道应分别装设锅炉试验和运行监测所需的取样孔。

10.1.9 对于设计有冷拉要求的金属膨胀节应在安装前进行冷拉；膨胀节上的临时加固件，应在管道安装全部贯通、支吊架调整固定结束后拆除。

10.1.10 高温烟道上的密封式波形补偿器，应敷设耐火或保温材料，并有防止耐火材料等落进波节内的措施。补偿器内的耐火材料应根据需要设置伸缩缝。

10.1.11 非钢烟、风道应进行密封设计。

10.1.12 烟风道中的挡板风门都应示有使用方向，不应装反。

10.1.13 所有活动支架的活动部分均应裸露，不应被混凝土或保温层覆盖，也不应在管道和支座间填塞垫块。

10.1.14 烟、风道法兰盘螺栓孔应采用机械方法加工，不应气割成孔。

10.1.15 热风道根据需要应布置流量测量装置，其前后应有足够的直段。

10.1.16 数台引风机的出口烟道接入总烟道时，在风机出口处宜装设插板门或其他型式的隔断门。

### 10.2 风机

10.2.1 送、引风机、一次风机选型应根据锅炉与烟风系统计算，并考虑安全系数和海拔修正。

10.2.2 锅炉送风机应根据需要在进口装设过滤器与消音器。吸风口在室外的送风机，应考虑防雨雪和安全防护措施。

10.2.3 锅炉一般设有一次风机、送风机和引风机。循环流化床锅炉还可设高压流化风机。

10.2.4 锅炉制造单位应提供锅炉燃用设计燃料和校核燃料时锅炉在最大连续蒸发量工况下需要的空气量、漏风量和阻力，作为风机的选型依据。

10.2.5 锅炉制造单位应提供锅炉燃用设计燃料和校核燃料时锅炉在最大连续蒸发量工况下产生的烟气量、漏风量和阻力，作为引风机的选型依据。

### 10.3 暖风器

- 10.3.1 按实际情况的需要可设置空气预热器进口空气加热系统,根据技术经济比较宜选用暖风器。
- 10.3.2 暖风器在结构和布置上应考虑防冻、防堵灰、防腐蚀要求。对于年使用小时数不高的暖风器可采用移动式结构或装设旁路风道。
- 10.3.3 选择暖风器所用的环境温度,对采暖区宜取用冬季采暖室外计算温度,对非采暖区宜取用冬季最冷月平均温度。
- 10.3.4 暖风器应配制与风道连接的配对风道法兰,暖风器管束的最高点应设置排气口;暖风器结构形式应便于维修与更换。

### 10.4 吹灰系统

- 10.4.1 对于易结渣积灰的受热面应在相应位置布置吹灰器。
- 10.4.2 应综合考虑受热面积灰机理、积灰程度、积灰部位、吹灰器性能特点、吹扫效果、运行可靠性等诸多因素选择吹灰方式。
- 10.4.3 吹灰器布置数量与位置应根据吹灰器有效吹扫半径,选择合适位置布置足够数量的吹灰器,保证炉膛和尾部受热面吹扫干净。
- 10.4.4 吹灰器及其系统采用程序控制。控制系统对设备发生器进行全自动地分时和循环控制。对于燃气脉冲(激波)吹灰器要配有漏气检测与报警联锁保护装置。
- 10.4.5 吹灰器的开孔位置应准确,开孔尺寸应合理,确保吹灰器不与烟道壁或受热面相碰。
- 10.4.6 蒸汽吹灰器应设有操作平台,吹灰器的疏水管道应避免积水,管道布置应有足够的坡度,满足能完全排除管道的积水。进入吹灰枪管的蒸汽压力不宜大于 2.0 MPa,蒸汽过热度不应低于 80 °C,吹灰蒸汽管在吹灰时应不振动。吹灰枪管材料应根据烟气温度、磨损、腐蚀等特性选择合适的耐温、耐磨、防腐材料。
- 10.4.7 对于燃气脉冲(激波)吹灰器应避免火焰直接吹扫受热面管壁。

## 11 灰渣系统

### 11.1 基本要求

- 11.1.1 除灰渣系统的选择,应根据灰渣量,灰渣的化学、物理特性,除尘器和除渣装置的型式,冲灰水质、水量,以及发电厂与贮灰场的距离、高差、地形、地质和气象等条件,通过技术经济比较确定。
- 11.1.2 除灰渣系统的设计应充分考虑灰渣综合利用和环保要求,并贯彻节约用水的方针。当条件合适且技术经济比较合理时,宜采用干除灰方式。
- 11.1.3 应按照干湿分排、粗细分排和灰渣分排的原则,设计粉煤灰的集中系统。该系统应能满足已落实的粉煤灰综合利用的要求并为外运创造条件。
- 11.1.4 除灰渣系统应按锅炉最大连续蒸发量工况燃用设计燃料时的灰渣量进行设计,按燃用校核燃料时的灰渣量进行校核,并留有一定的裕度。
- 11.1.5 除渣设备的选择应根据工程具体条件、渣量及其变化、水源、渣综合利用情况等因素确定,可采用干式或湿式除渣设备。
- 11.1.6 煤粉锅炉冷灰斗、流化床锅炉落渣管与除渣设备的连接,应采用不妨碍炉体自由膨胀的良好密封结构,出渣设备便于运行检修,应安全可靠、节能节水。
- 11.1.7 锅炉尾部烟道集灰斗的下部宜设置气力除灰装置。

## 11.2 除尘设备

11.2.1 应选择合适的除尘方式,满足大气污染物中烟尘排放的要求。

11.2.2 电除尘器的选择,应根据锅炉排尘特性(烟气量,烟温,含尘浓度,粒径分布,黏性,粉尘比电阻)、当地的烟尘排放标准、投资额和占地面积等因素综合评价后确定。

11.2.3 布袋除尘器的选择,应在粉尘比电阻过高影响电除尘器效率和有较高的环境要求时使用。

11.2.4 电袋复合除尘器的选择,应在烟灰特性和粉尘比电阻不影响除尘器效率,且要求长期稳定超低排放的情况下使用。

11.2.5 湿式电除尘器的选择,应在脱硫塔后湿气体中含有粉尘、酸雾等有害物质,作为末级除尘器使用。

## 11.3 除渣设备

### 11.3.1 干式除渣设备

11.3.1.1 设计出力不宜小于锅炉最大连续蒸发量工况燃用设计煤种时除渣量的 250%,且不宜小于燃用校核煤种吹灰时除渣量的 110%。

11.3.1.2 宜每炉配置 1 台,且应采用连续除渣方式。

11.3.1.3 冷却风进入炉膛的风量不宜超过锅炉燃烧总空气量的 1%。

11.3.1.4 输送速度应根据锅炉除渣量连续调节,其范围宜为 0.4 m/min~4.0 m/min。

11.3.1.5 冷却风量应根据锅炉除渣量和除渣机出口渣温进行调节,主进风门开度调节范围为 0~100%。

### 11.3.2 湿式除渣设备

11.3.2.1 设计出力不宜小于锅炉最大连续蒸发量工况燃用设计煤种时除渣量的 400%。

11.3.2.2 宜每炉配置 1 台,且应采用连续除渣方式。

11.3.2.3 应满足停机后上槽体积满渣时仍能带负荷启动的要求。

11.3.2.4 锅炉水封插板插入渣斗水封槽或直接插入捞渣机水槽体内的水封高度应满足锅炉的炉膛压力保护值要求。

11.3.2.5 输送速度应根据锅炉除渣量连续调节,其范围宜为 0.4 m/min~4.0 m/min。

11.3.2.6 应按严重冲击及骤变载荷设计。

### 11.3.3 冷渣器

11.3.3.1 应根据煤种、煤质、渣量等条件,采用合适的锅炉冷渣器。

11.3.3.2 锅炉冷渣器设计总出力不宜小于锅炉最大连续蒸发量工况燃用设计煤种时除渣量的 150%,且不宜小于燃用校核煤种时除渣量的 120%。

11.3.3.3 冷渣器正常工况下的除渣温度应小于 150℃。1 台冷渣器故障维修时,剩余冷渣器的除渣温度应小于 200℃。

## 12 辅机及附件

### 12.1 阀门

12.1.1 阀门应符合 NB/T 47044 的规定。

12.1.2 阀门应根据系统的参数、通径、泄漏等级和启闭时间等要求选择,需满足系统关断、调节、流向控制、控制联锁要求和布置设计的需要。阀门的型式、操作方式应根据阀门的结构特点和安装、运行、检

修等要求选择。

- 12.1.3 燃气系统的阀门应采用燃气专业阀门,不应采用输送普通介质的阀门代替。
- 12.1.4 阀门本体的密封应有可靠的防泄漏的措施。
- 12.1.5 阀体上标明介质流向,每只阀门都带有指示开启和关闭方向的铭牌,对于“锁于开启位置”或“锁于关闭位置”的阀门带有能将阀杆锁于开启或关闭位置的装置。
- 12.1.6 阀门手轮上标有开关方向指示。执行器机构配有阀位指示装置并能满足环境温度工作要求。
- 12.1.7 所有阀门及附件都操作灵活,开启、关闭速度稳定、灵活,阀门严密不漏。每个阀门都应有制造单位的公司名称或商标以及识别符号以标明制造单位所保证的使用工作条件。
- 12.1.8 阀门阀体部分要求整体铸造或锻造,不允许插焊。
- 12.1.9 电动/气动阀门需保证在承受一侧为设计压力,另一侧为常压的情况下,能自由开关,并且在承受水压试验压力差时阀门密封不泄漏。
- 12.1.10 对于大口径/大压差阀门,按需要设置旁路管路。
- 12.1.11 阀门的驱动装置应与阀体的要求相适应,安全可靠,动作灵活,且有超载保护。
- 12.1.12 阀门最大启闭压差要求按一侧为设计压力,另一侧为零。
- 12.1.13 调节阀具有良好的调节性能,并能满足自动控制要求的调节特性,阀门关闭后严密。
- 12.1.14 调节阀开度为 70%~90%时,满足运行的最大需要量,开度为 10%时,满足运行最小需要量。

## 12.2 减温减压装置

- 12.2.1 减温减压装置应符合 NB/T 47033 的规定。
- 12.2.2 减温减压阀的设计应考虑工作压力、工作温度的剧烈变化而引起的热应力。壁厚设计应合理,最小壁厚应满足安全使用要求。
- 12.2.3 在减温减压阀减温水与蒸汽混合处应设计合理的机构,防止减温水直接冲刷阀体内壁。
- 12.2.4 减温水进入减温减压阀前应配置调节阀,以准确控制减温减压阀的出口温度。
- 12.2.5 装置在设计参数的工况下运行并经现场正确安装调试,其出口蒸汽流量( $q$ )、额定出口蒸汽温度( $t$ )、额定出口蒸汽压力( $p$ )应分别符合如下规定:
  - a) 装置出口蒸汽流量( $q$ )变化范围为 30% $q$ ~100% $q$ ,在此范围内可理想调节。
  - b) 额定出口蒸汽温度应大于对应额定出口蒸汽压力下的饱和温度。额定出口蒸汽温度的偏差范围为额定出口蒸汽温度  $t \pm 5$  °C。
  - c) 额定出口蒸汽压力( $p$ )的偏差范围为:
    - 1) 当  $p < 0.98$  MPa 时,为  $p \pm 0.04$  MPa;
    - 2) 当  $0.98 \text{ MPa} \leq p \leq 3.82 \text{ MPa}$  时,为  $p \pm 0.06$  MPa;
    - 3) 当  $p > 3.82 \text{ MPa}$  时,为  $p \pm 0.15$  MPa。
- 12.2.6 装置正常运行时,在减温减压阀(减压阀)出口中心线同一水平面下游 1 m 并距管壁 1 m 处测其噪声,总体噪声水平应小于或等于 85 dB。
- 12.2.7 装置配套的各类(有或无执行机构)阀门均应运行灵活,传动轻便、平稳,无任何卡阻现象,行程开关和过转矩保护的所有机件动作可靠准确。
- 12.2.8 与装置配套的控制装置应能满足装置的正常运行。
- 12.2.9 装置进口、出口处均应安装切断阀(闸阀、截止阀、球阀等阀门)。

## 12.3 给水泵

- 12.3.1 给水泵采用单壳体节段式或双壳体筒式结构,300 MW 及其以上亚临界和超临界发电机组用泵一般应采用双壳体筒式结构。
- 12.3.2 给水泵的选取应考虑经济性,宜采用变速装置。采用变速装置时,宜单元制运行。

12.3.3 给水泵及其前置泵的必需汽蚀余量应能保证主机负荷变化及瞬间甩负荷时泵不发生汽蚀。

12.3.4 对于高温高压及以下参数,单机容量为 125 MW 以下的火力发电厂,给水泵的台数和容量应符合下列规定:

- a) 应设置 1 台备用给水泵,宜采用液力耦合器调速;
- b) 给水泵的总容量及台数应保证在任何一台给水泵停用时,其余给水泵的总出力仍能满足所连接的系统的全部锅炉额定蒸发量的 110%;
- c) 每台给水泵的容量宜按其对应的锅炉额定蒸发量的 110% 给水量来选定。

12.3.5 对于超高压及以上,单台机组容量在 125 MW 及以上的火力发电厂给水泵出口总流量(不包括备用给水泵)应满足供给其所连接锅炉的最大给水消耗量要求。最大给水消耗量计算原则应符合下列规定:

- a) 锅筒锅炉宜为锅炉最大连续蒸发量的 110%;
- b) 直流锅炉宜为锅炉最大连续蒸发量的 105%;
- c) 对于具有快速切负荷功能的机组,给水泵出口的总流量还应包括高压旁路减温水流量;
- d) 给水泵进口的总流量应加上供再热蒸汽调温用的从泵的中间级抽出的流量,以及漏出和注入给水泵轴封的流量差;
- e) 前置给水泵出口的总流量应为给水泵进口的总流量与从前置泵和给水泵之间的抽出流量之和。

12.3.6 对于超高压及以上,单台机组容量在 125 MW 及以上的火力发电厂给水泵的配置应符合 GB 50660 的规定,或按用户要求。

## 12.4 循环泵

12.4.1 循环泵的选型应考虑锅炉不同负荷和启动工况下参数的要求,满足机组的运行和启动。同时应考虑流量和扬程的要求。

12.4.2 循环泵的选型应考虑汽蚀影响,考虑合理的必需汽蚀余量。泵进口不应发生汽蚀现象。

12.4.3 300 MW 和 600 MW 等级控制循环亚临界锅炉宜设置 3 台炉水循环泵,2 运 1 备,单台泵可以带 60% 最大连续蒸发量。

12.4.4 直流锅炉启动系统可设置 1 台循环泵,需满足直流锅炉 25%~30% 的最低直流负荷要求。

12.4.5 循环泵的性能和质量应可靠,不允许漏水。各放水门应有锁定装置,防止误开启。

12.4.6 启动循环泵有专门的防冻措施。

12.4.7 循环泵电动机应采用水浸式密封型。系统设计满足锅炉正常运行中检修启动循环泵的要求。

12.4.8 循环泵应设置合理的高、低压冷却水系统,避免电机的超温过热,保证电机得到足够的冷却,满足安全运行。

## 12.5 除氧器

12.5.1 除氧器应符合 JB/T 10325 的规定。其容量、机构和设计参数应根据机组的参数、运行特点等实际情况选择。

12.5.2 每台机组宜配置 1 台除氧器。

12.5.3 除氧器的总出力应根据最大给水消耗量确定。除氧器的额定出力不应小于锅炉在最大连续蒸发量运行时所需给水量的 105%,对于锅筒锅炉,该给水消耗量需包含连续排污量和定期排污量。

12.5.4 除氧器的设计温度不低于除氧器启动、低负荷、最高负荷运行时所用加热蒸汽的最高温度。对于采用分区设计的除氧器,在采取有限措施的前提下,设计温度可低于除氧器启动、低负荷、最高负荷运行时所用加热蒸汽的最高温度。除氧器设计温度应能承受各种运行工况最大的温度及其温度波动,并留有相应裕量。

12.5.5 除氧器的有效容积按锅炉在最大连续蒸发量运行时 3 min~10 min 的给水消耗量确定,除氧器的有效容积是指除氧器正常水位至除氧器出水管顶部之间的水容积。

12.5.6 除氧器及其有关系统的设计应采取可靠的防止除氧器过压爆炸的措施。

12.5.7 除氧器的性能应符合如下要求:

- a) 除氧器出力在 10%~100%出力范围内,除氧器出口给水含氧量 $\leq 5 \times 10^{-12}$ ;
- b) 各种工况给水温升要求达到对应热平衡图要求;
- c) 噪声:离设备外表面 1 m 距离处,噪声小于 85 dB。

### 13 安全保护与联锁装置

13.1 电站锅炉应采取以下安全保护措施:

- a) 炉膛熄火保护;
- b) 送、引风机跳闸联锁保护;
- c) 炉膛正负压保护;
- d) 手动紧急停炉按钮。

13.2 应根据锅炉容量和特性选择以下安全保护措施:

- a) 锅筒高低水位保护;
- b) 主蒸汽超压保护;
- c) 再热蒸汽超压保护;
- d) 再热蒸汽超温保护;
- e) 直流锅炉断水保护;
- f) 超温报警装置和联锁保护装置。

对于不在上列范围内的其他妨碍安全运行方面,如辅机联锁等,也应配备相应的保护措施。

13.3 锅炉的过热器和再热器,应根据机组运行方式、自控条件和过热器、再热器设计结构,采取相应的保护措施,防止金属壁超温。再热蒸汽系统应当设置事故喷水装置,并能自动投入使用。

13.4 室燃锅炉应装设有下列功能的联锁装置:

- a) 全部引风机跳闸时,自动切断燃料供应后再自动切断全部送风;
- b) 全部送风机跳闸时,自动切断全部燃料供应;
- c) 直吹式制粉系统一次风机全部跳闸时,自动切断全部燃料供应;
- d) 燃油及其雾化工质的压力、燃气压力低于规定值时,自动切断燃油或者燃气供应;
- e) 高压及以上参数的锅炉,还应有炉膛烟气侧高低压力联锁保护装置。

13.5 当循环流化床锅炉采用水冷冷却的冷渣器时,冷渣器应设置冷却水流量、温度和压力的监测装置,并且流量低信号应进入联锁保护系统。

13.6 循环流化床锅炉在运行过程中还应设有下列保护措施:

- a) 循环流化床锅炉应设置风量与燃料联锁保护装置,当流化风量低于最小流化风量时,应切断燃料供给;
- b) 在循环流化床锅炉运行过程中,应将床温控制在一定的范围内,并应控制床温变化率;
- c) 循环流化床锅炉应根据物料的粒度组成情况将床压控制在一定的范围内,以满足传热和床温控制的要求。

13.7 室燃锅炉应装设可靠的点火程序控制和熄火保护装置,并且满足下列要求:

- a) 在点火程序控制中,点火前的吹扫风量一般应设置为锅炉额定负荷通风量的 25%~40%的风量,吹扫时间应不少于 5 min 或相当于炉膛到烟囱入口烟道总换气量换气 5 次的时间(取二者较大值)。

- b) 吹扫过程中单位时间通风量一般应保持额定负荷下 25%~40% 的总燃烧风量；  
c) 熄火保护装置动作时，应保证自动切断燃料供给，还应对炉膛和烟道进行充分吹扫。

### 13.8 用油、气体或煤粉作燃料的锅炉，其燃烧器应保证点火、熄火安全时间符合表 7、表 8 和表 9。

注：燃烧器启动时，从燃料进入炉膛点火失败到燃料快速切断装置开始动作的时间称为点火安全时间，运行时从火焰熄灭到快速切断装置开始动作的时间称为熄火安全时间。

表 7 燃油燃烧器安全时间要求

额定燃油量 kg/h	点火安全时间 s	熄火安全时间 s
$\leq 30$	$\leq 10$	$\leq 1^a$
$> 30$	$\leq 5$	$\leq 1^a$

<sup>a</sup> 若燃油在 50 ℃ 时的运动黏度大于 20 mm<sup>2</sup>/s，此值可增至 3 s。

表 8 燃气燃烧器安全事件要求

点火安全时间 s	熄火安全时间 s
$\leq 5$	$\leq 1$

表 9 燃煤粉燃烧器安全时间要求

点火安全时间 s	熄火安全时间 s
—	$\leq 5$

### 13.9 用油或者气体作燃料的锅炉，应严格限制燃烧器点火时的启动热功率。

#### 13.10 燃油锅炉燃烧器的启动热功率应符合：

- a) 单台额定燃油量  $B_e$  小于或等于 100 kg/h 的燃油燃烧器可以在额定输出热功率下直接点火；  
b) 单台额定燃油量  $B_e$  大于 100 kg/h 的燃油燃烧器，不能在额定输出热功率下直接点火，其最大允许启动流量  $B_{smax}$  见表 10。

表 10 燃油燃烧器最大允许启动流量要求

单台额定燃油量 $B_e$ kg/h	主燃烧器在低燃油量下直接点火的 最大允许启动流量 $B_{smax}$ kg/h	点火燃烧器在低燃油量下点火的 最大允许启动流量 $B_{smax}$ kg/h
$100 < B_e \leq 500$	$B_{smax} \leq 100$ 或者 $B_{smax} \leq 70\% B_e$	$B_{smax} \leq 100$
$B_e > 500$	$B_{smax} \leq 35\% B_e$	$B_{smax} \leq 50\% B_e$

#### 13.11 燃气锅炉燃烧器的启动热功率应符合：

- a) 单台额定输出热功率小于或等于 120 kW 的燃气燃烧器，可以在额定输出热功率下直接点火；  
b) 单台额定输出热功率大于 120 kW 的燃气燃烧器，启动热功率应小于或等于 120 kW 或者小于

或等于额定输出热功率的 20%。

13.12 由于事故引起主燃料系统跳闸,熄火后未能及时进行炉膛吹扫的应尽快实施补充吹扫。不应向已经熄火停炉的电站锅炉炉膛内供应煤粉。

13.13 锅炉运行中联锁保护装置不应随意退出运行。联锁保护装置的备用电源或者气源应可靠,并且定期进行备用电源或者气源自投试验。

## 14 涂装、包装、铭牌、运输和保管

### 14.1 涂装和包装

14.1.1 锅炉产品在制造单位出厂前应按 JB/T 1615 的规定进行涂装和包装,对沿海和带腐蚀性气体区域使用的锅炉设备,在出厂前的防腐处理和包装应采取专门措施。

14.1.2 锅炉产品涂装应在产品制造完工检验合格后实施。

14.1.3 一般情况下,不锈钢和具有镀层防护的表面不做涂装。铜、铝等有色金属件不做涂装或采用涂黄油和防锈脂等其他表面防护方法。

14.1.4 除特殊要求外,钢结构构件内表面可不涂漆,对于海运产品的钢结构端部应采取密封防腐措施或其他防腐措施。

14.1.5 锅炉产品的包装应根据产品的性能要求、结构形状、尺寸、重量大小、路程远近、运输方式以及气候条件等具体情况采用适宜的包装方式,并根据货物的特点或需要,加上防潮、防雨、防震、防腐蚀的标识。

14.1.6 产品包装应有足够的强度,保证产品能经受多次装卸、运输、无损坏、无散落、安全可靠地运抵目的地。

14.1.7 产品在包装箱内应固定牢固,不应发生窜动、移位、倾倒、挤压、散绑,防止在运输过程中挤压损坏。

14.1.8 对承压零部件的进出开孔、管接头、法兰接口等应进行有效的封闭;对机加工表面以及精密零件、紧固件等有防潮、防锈等要求的零件应进行适当的保护。

14.1.9 包装箱应附有装箱单。

### 14.2 铭牌和标志

14.2.1 锅炉产品应在明显的位置装设金属铭牌,铭牌的右上角应留有打制造监督检验标志的位置,且铭牌上应至少载明以下项目:

- a) 制造单位名称;
- b) 锅炉型号;
- c) 设备代码;
- d) 产品编号;
- e) 额定蒸发量(t/h)或者最大连续蒸发量(t/h);
- f) 额定蒸汽压力(MPa);
- g) 额定蒸汽温度(°C);
- h) 再热蒸汽进口、出口温度(°C)及进口、出口压力(MPa);
- i) 锅炉制造许可证级别和编号;
- j) 制造日期(年、月)。

14.2.2 锅炉产品在出厂前,包装箱上应有内容正确、颜色醒目、部位和大小适当的发运标志与必要的包装储运标志。

14.2.3 每个发运产品应有一个唯一的可追溯的产品识别标识(如产品图号、条形码等)。对装于同一

包装件中的产品或零件,每个产品或零件(包括同一图号的相同零件)应有识别标识(如零件图号)。

### 14.3 运输和保管

14.3.1 锅炉产品的运输应符合国家相应法规和标准的有关规定,视要求示出防潮、防振、放置方向、重心位置、绳索固定部位等运输作业标志。采用汽运的裸装设备绳索固定部位应有衬垫物,不应出现磨损和变形。

14.3.2 锅炉产品到达安装现场后,应先按制造厂安装说明书设备存放要求存放,如无特殊要求,按如下要求进行存放和维护保管:

- a) 锅炉的构架、构件、护板等,在堆放期间的支撑点应适当,使其刚性最大面受力以防止变形,并定期检查垫高、防潮和油漆状况,如发现问题应及时处理。锅炉构架的高强螺栓应库房干燥存放,吊杆螺栓应保持有合格的防锈油层,外加保护套的吊杆螺栓按供货商(制造商)的原配套保管、发放;
- b) 受热面管在堆放期间可利用其包装框架互为支点,或平放在另外加工的框架上,防止管子受力变形,受热面管宜倾斜存放。受热面管外壁应保持有合格的油漆涂层,内壁不涂刷防锈油脂、硬膜防锈油,且应保持无浮存的锈皮、尘土、积水、潮气等杂质,管口应封闭。长期维护保管的受热面管内部,应充有气相缓蚀剂;
- c) 锅炉的锅筒或启动(汽水)分离器应垫高平放,外壁应保持有合格的油漆层,内壁和内部设备应保持有合格的防锈液涂层(缓蚀剂的水溶液)或充、放有气相缓蚀剂。锅筒内部设备可存放在锅筒内,并以双面防锈纸垫隔,人孔及管接头均应密封;
- d) 集箱外壁应保持有合格的油漆层。放置时,管接头宜向上,注意防止管接头受力变形。集箱内部应无尘土、锈皮及潮气,管口及孔洞应保持密封良好。长期维护保管的集箱内,均应放有干燥剂或气相缓蚀剂并应存放在棚库内;
- e) 放置锅炉本体大件时,应注意防止变形并避免积水;小配件应放在棚库或封闭库的货架上或装箱保管;
- f) 管式空气预热器的热交换面管壁较薄,易锈蚀损坏,堆放时应将管板直立而管子水平堆放,对存放在不够干燥地面的管式空气预热器,应加防潮层,使其与地面隔离,并保持其内、外壁无锈蚀。长期维护保管的管式空气预热器,宜先经小型实验确定油和沥青的配比方案,并进行浸油处理后,用油毡围裹,并在顶部加防雨帽露天堆放或入棚库堆放;
- g) 回转式空气预热器的热交换板,应连同原包装入封闭库保管。若存放在不够干燥的地面上,应加防潮层,使其与地面隔离。长期维护保管的回转式空气预热器,应保持有合格的防锈油涂层;
- h) 吹灰器在堆放期间支撑点应适当,防止变形;
- i) 汽水管道的在仓储期间,管口封闭良好,宜倾斜存放防止进水。

## 15 技术资料随机文件

### 15.1 出厂资料基本要求

锅炉机组整套启动验收前,锅炉制造单位应提供完整的锅炉出厂技术资料,至少应包括以下内容:

- a) 锅炉图样[包括总图、安装图和主要受压部件图、钢结构图,平台扶梯图、地脚荷载图、点火油系统图(如有)];
- b) 受压元件的强度计算书或者计算结果汇总表;
- c) 安全阀排放量的计算书或者计算结果汇总表;
- d) 锅炉质量证明书,包括产品合格证(含锅炉产品数据表)、金属材料证明、焊接质量证明和水

(耐)压试验证明等,产品合格证上应有检验责任工程师和质量保证工程师签章和单位公章;

- e) 锅炉安装说明书和使用说明书、制造监督检验证书;
- f) 受压元件与设计文件不符的变更资料;
- g) 锅炉热力计算书或者热力计算结果汇总表;
- h) 过热器、再热器壁温计算书或者计算结果汇总表;
- i) 烟风阻力计算书或者计算结果汇总表;
- j) 热膨胀系统图;
- k) 高压及以上锅炉水循环(含汽水阻力)计算书或者计算结果汇总表;
- l) 高压及以上锅炉汽水系统图;
- m) 高压及以上锅炉各项安全保护装置整定值。

## 15.2 其他文件

15.2.1 锅筒水压试验的水质、水温、环境温度要求,锅筒上下壁温温差控制值等资料。

15.2.2 所有系统管道的施工布置图及接口位置图,各种管道、烟风道等允许承受的推力力矩,辅机布置图、基础图(包括地脚螺丝图)和保温结构图等。

15.2.3 锅炉设备工地试验、启动调试和试运的工艺要领说明书,以及组装、拆卸时的技术说明。

15.2.4 锅炉设备维护检修说明书。

## 16 锅炉安装

16.1 锅炉安装单位应依照 TSG G3001 的规定取得特种设备安装许可证,方可从事许可证允许范围内的锅炉安装工作。

16.2 锅炉安装前应将拟进行的安装工作书面告知当地设区的市级特种设备安全监察机构,告知后方可施工。

16.3 安装锅炉的位置和建筑物应满足 GB 50041、GB 50016 以及 GB 50045 的有关规定。

16.4 锅炉安装应该在土建基础工作完成并验收合格后进行。

16.5 锅炉各部件安装前应取得锅炉制造单位的设备制造的相关技术文件和质量证明文件,安装所用的材料进入现场,按照有关规定进行入厂验收,合格后才能使用。

16.6 锅炉的安装应符合相关安全技术规范和制造单位提供的安装说明书的要求。

16.7 锅炉安装焊接施工现场应有防风、防雨雪、防潮措施。当环境温度低于 0℃或者其他恶劣天气时,应有相应的技术措施。

16.8 锅炉安装焊接施工除设计规定的冷拉焊接接头以外,焊件装配时不应强力对正,安装冷拉焊接接头使用的冷拉工具在焊接、热处理完毕,并经检验合格后方可拆除。

16.9 安置在多层或高层建筑物内的锅炉,燃料供应管路应采用无缝钢管,焊接时应采用氩弧焊封底;以气体为燃料的燃料管路应有燃气检漏报警装置。

16.10 锅炉安装单位应对安装质量进行自检,并形成自检记录和报告。隐蔽工程在隐蔽前应该检查验收合格。

16.11 锅炉在安装施工和其质量检验、检测中使用的设备、工具、量具、仪器仪表等应处在良好的使用状态,符合规定的精度要求,并定期进行检查和校验。

16.12 在锅炉安装过程中,应由具有相应资质的检验机构对涉及安全性能的项目进行监督检验,并对受检单位质量保证体系运转情况进行监督检查。

16.13 在锅炉安装过程中,安装单位应按照 NB/T 47013 对锅炉承压元件、部件的焊接接头进行无损检测,检验的范围和比例应符合 GB/T 16507.6 的要求。

16.14 在锅炉安装过程中,承压元件、部件的焊接接头的返修及修后检验工作应符合 GB/T 16507.6 的要求。

16.15 锅炉鼓风机、引风机及给水泵、循环水泵等辅助设备的安装施工应符合 GB 50275 的要求。

16.16 锅炉安装完成后,应先进行锅炉整体水压试验,锅炉点火时间确定后,再按 TSG G5003 进行化学清洗,并对锅炉给水、减温水管道进行冲洗,对过热器、再热器及其管道进行吹洗。

16.17 锅炉安装完成后,正压燃烧的锅炉应进行整体严密性试验(或称漏风试验),对炉膛、烟风管道的严密性进行检查。

16.18 安装和调试单位一般应在锅炉安装完成后、锅炉机组试运完成前向使用单位移交安装、调试资料。

16.19 锅炉安装完毕后,若因故需长期不启动时,应采取防腐防冻保护措施。

## 17 启动调试

### 17.1 分部试运

#### 17.1.1 基本要求

17.1.1.1 分部试运包括单机试转和分系统试运。单机试转为锅炉各辅机设备单台试转(包括相应的电气、热控保护);分系统试运为锅炉各辅机设备按系统对其机械、电气、热控等所有设备及其系统进行空载和带负荷的调整试运。

17.1.1.2 在分系统试运进行前应完成单机试转,试转时间以各轴承温升达到稳定(15 min 温升小于或等于 1℃),且轴承温度限额符合表 11 的规定,同时测量轴承振动,其数值限额符合表 12 的规定。

表 11 轴承温度限额

单位为摄氏度

轴承类型	测量点	允许限额
滚动轴承	轴承金属温度	≤80
滑动轴承		≤70
		回油温度

表 12 轴承振动数值限额

额定转速/(r/min)	750	1 000	1 500	1 500 以上
振动值/mm	0.12	0.10	0.085	0.05

#### 17.1.2 分系统试运

17.1.2.1 分系统试运的试转条件如下:

- 试运前应校验系统保护合格,并投入运行;
- 试运前应冲洗冷却水系统和润滑油系统至合格;
- 试运前确认辅机的进出口阀门(风门挡板)开关方向正确,并与就地开度指示一致。

17.1.2.2 除锅炉水循环泵、磨煤机等特殊辅机外,试运中电动机电流不应超过额定电流,宜按电流数值改变负荷工况试运考验。

17.1.2.3 分系统试运标准如下:

- a) 试运时间除锅炉水循环泵、磨煤机等特殊辅机外,以不同工况下各轴承温升达到稳定(15 min 温升小于或等于 1℃),且轴承温度在限额之内为准,同时测量轴承振动和设备噪声在限额之内;
- b) 在试运时,辅机的计算机程控系统均应投用。试运包括辅机启停、负荷调节。若由于供货、安装、调试等因素,使进度不相适应而采用某些临时措施启停和调整,则不能认为该辅机试运验收合格。

### 17.1.3 分部试运控制要点

17.1.3.1 仪用空压机试运时,应同时调试干燥装置等设备。

17.1.3.2 回转式空气预热器在首次启动前,应先启动盘车装置,检查转子密封无卡涩,动静部分无撞击现象,启动主电动机后电流值应稳定,无异常摩擦声。

17.1.3.3 风机及其系统不应带负荷启动,风机启动前应确认离心风机的进口调节挡板,轴流风机的动、静叶和出口隔绝挡板在关闭位置且动作方向正确,启动时出口隔绝挡板应在全开状态。

17.1.3.4 电除尘器振打装置在试投时应进行振打运作方式确认,观察振打角度及锤头动作周期符合设计;电除尘器极板应进行空负荷升压试验,电压值应符合设计要求,试验前应进行电除尘器内部的清理验收。

17.1.3.5 锅炉水循环泵一次冷却水系统投用之前,应通过 1.5 倍锅筒额定蒸汽压力的超压试验,试验范围应包括仪表管路、一次阀门、过滤器等所有承压部件。

17.1.3.6 燃油泵及其系统,在油库进油之前,除设备、系统验收合格外,油库区的消防设施及系统应验收合格,能正常投用。

17.1.3.7 制粉系统应符合如下要求:

- a) 对于碾磨部件相接触型式的磨煤机如球磨机、“E”型中速球磨、“MPS”型中速磨等带磨空负荷试转时间宜控制在 2 min 左右;
- b) 对新装球磨机首次带磨空负荷试转时,应进行钢球装载量试验,试验装球量宜为最大装球量的 70%~75%,待热态运行后视磨出力和制粉经济性予以调整确认;
- c) 中速磨煤机在初次试转前应按设计要求进行风环间隙、加载压力等方面的调整;对碾磨部件非接触型的中速磨煤机在带磨空负荷试转时,应按照制造厂的规定值进行碾磨部件之间的间隙调整;
- d) 对旋转式分离器,在试转时应进行调速测定,核对表盘转速指示与实际转速之间的误差在 5% 之内,且转速调节平滑、灵敏,调速范围符合设计要求;
- e) 带有折向门的粗粉分离器应做折向门开度均匀性检查,核对内部开度一致,开度误差应在 5% 之内;
- f) 带有计量装置的给煤机,在单体试转期间均应进行称量装置的标定试验,并对转速调节或煤层厚度改变装置均一一核对。

17.1.3.8 卸煤、输煤设备试转合格之后,应进行整个系统的联动试验,并同时实机校验其连锁保护动作的正确性。

17.1.3.9 除灰、除渣系统的灰浆泵、冲灰水泵、水力喷射器、轴封水泵,输灰空压机、捞渣机、碎渣机等设备在进行单机试转后还应进行联动试验。

17.1.3.10 观察吹灰器运行平稳,限位器动作程序、进汽和疏水阀门开关时间符合设计要求;空气预热器吹灰器的调试工作应在锅炉燃油点火之前结束,保证锅炉燃油阶段可以正常投用。

### 17.1.4 锅炉系统调试

17.1.4.1 冷态通风试验内容和标准如下:

- a) 送风系统测量风量装置标定；
  - b) 一次风的测量装置风量标定和调平试验；
  - c) 二次风挡板特性试验；
  - d) 通风阻力特性试验；
  - e) 燃烧器摆角位置校验及调整；
  - f) 在通风试验过程中，调试单位根据工程实际情况，有选择地进行冷态空气动力场试验。
- 17.1.4.2 燃油或燃气试点火要求如下：
- a) 在炉膛吹扫风量保持在 30% 左右锅炉满负荷时的空气质量流量的条件下进行点火试验；
  - b) 初次点火宜采用就地控制方式(有就地控制箱时)，应逐根对油(气)燃烧器进行点火试验，点火后应及时观察着火情况，迅速调整至良好的燃烧状况，必要时对点火油量、点火风压、点火器的发火时间进行调整。
- 17.1.4.3 锅炉化学清洗工作按 TSG G5003 或 DL/T 794 的要求进行。
- 17.1.4.4 蒸汽吹管临时管道系统的设计应根据工程实际情况按照 DL/T 5054 进行设计计算。在保证吹管质量的前提下，尽量减少临时管道的长度、弯头、分叉管等，使系统阻力降低。为了简化吹管系统，方便吹管过程中的系统切换，缩短吹管时间和节约燃料，宜采用过热器和再热器串吹即全系统吹洗一次完成的方案。但在再热器进口应加装集粒器，防止蒸汽将过热器内杂物带入再热器。
- 17.1.4.5 当锅炉升压至工作压力时，进行蒸汽严密性试验，注意检查锅炉受热面的焊口、仪表管接头、阀门、人孔门和法兰等部位的严密性及汽水管道的膨胀、支吊状况。
- 17.1.4.6 安全阀校验应遵守 TSG ZF001 的相关规定。

## 17.2 锅炉整套启动调试

### 17.2.1 锅炉整套启动调试条件如下：

- a) 机组电气、热工自动控制与联锁保护校验验收合格，并已做出厂用电丧失、计算机失电或出现“死机”等事故状态下的锅炉保护措施；
- b) 锅炉所有系统(汽水、烟风、燃油、制粉、上煤、除灰、除渣、压缩空气等系统)经过分部试运验收合格；
- c) 锅炉水压、化学清洗、冷态通风试验、蒸汽吹管、安全阀校验等工作结束，验收合格；
- d) 机组运行必需的公用系统投入运行；
- e) 检查锅炉的支吊牢固，并对膨胀方向和膨胀量进行核对；
- f) 控制循环锅炉炉进水前应确保锅炉水循环泵电动机腔室已注满水。

### 17.2.2 锅炉启动点火、升温、升压的调试如下：

- a) 锅炉点火前，应用 30% 左右锅炉满负荷时的空气质量流量吹扫炉内 5 min~10 min；
- b) 初次点火应在锅炉吹扫结束后，采用就地控制方式，点火后应及时就地直接观察着火情况，迅速调整并保持良好的燃烧状况；
- c) 初次投煤粉燃烧器时，应至现场直接观察煤粉的着火情况。对无法进行现场观察的锅炉，应根据炉膛压力，烟气、蒸汽温度及蒸发量的变化，判断煤粉的着火情况；
- d) 锅炉投粉后，若发现煤粉气流不着火，应立即停止投粉，加强通风 5 min~10 min，待炉膛温度升高后再投粉，若两次不着火，应停止投粉，分析原因，不应盲目试投；
- e) 锅炉点火后应及时投入空气预热器的蒸汽吹灰系统；
- f) 在燃用局部燃烧器的状况下，为使炉内热负荷均匀，应对称投用；
- g) 对设有高、低压旁路系统的机组，可利用其控制升温、升压的速度。对无高、低压旁路系统的机组，可利用锅炉 5% 旁路和过热器、主蒸汽疏水门的开度进行调节；
- h) 高、低压旁路未开启之前，应严格控制燃料量，使炉膛出口烟温不超过 535 ℃；

- i) 在锅炉上水、启动、升温升压和带负荷过程中,分阶段检查锅炉膨胀系统,各处膨胀间隙正常,方向正确,膨胀均匀且不受阻碍;
- j) 当蒸汽参数达到汽轮机冲转数值时,锅炉应保持燃料量稳定燃烧,尽可能维持蒸汽参数,配合机组空负荷调试;
- k) 锅炉升温、升压过程中,应按制造厂提供启动曲线控制升温、升压速率。并使锅筒任意两点间的温差小于 50 ℃。间断进水时应确保省煤器再循环门动作正确,进水时省煤器再循环门关闭,停止进水后省煤器再循环门开启;
- l) 在锅炉压力上升时,应按制造厂要求的锅炉压力及时切换锅炉水循环泵的冷却水为自循环进行方式,严密监视电动机腔室温度及系统的严密性;
- m) 应严格控制给水符合 GB/T 12145 对水质的要求;
- n) 对设有外置式分离器的直流锅炉,切除分离器应采用“等焓切换”或按制造厂的要求进行。切除分离器时,配有自动切换装置的应采取自动切除方式运行,在切除启动(汽水)分离器的过程中,燃料量的增减应用燃油量控制,以防止蒸汽温度的大幅波动。

#### 17.2.3 带负荷调试要求如下:

- a) 当机组并网以后,锅炉升温、升压及蒸发量的提高应和机组的运行相匹配,蒸汽参数的提高速率仍应在制造厂技术文件的规定范围之内;
- b) 在锅炉蒸发量逐渐提高的过程中,汽水品质应符合 GB/T 12145 的要求;
- c) 当热风温度达到 160 ℃~170 ℃时,可以启动制粉系统(燃用无烟煤时应更高些),根据风温和负荷要求,逐步增加磨煤机出力和投运数量;
- d) 环保设施应适时投入,以满足环保要求;
- e) 调节风、煤量时应采取同时增、减的方式;或采取在增加负荷时先加风后加煤,在减负荷时先减煤后减风的方式;
- f) 以燃煤的元素分析和工业分析报告的各项指标作为带负荷调试的依据,对制粉系统、燃烧系统进行调整。

#### 17.2.4 满负荷试运如下:

- a) 发电机达到铭牌额定功率值;
- b) 燃煤锅炉断油;
- c) 投高压加热器;
- d) 汽水品质合格;
- e) 主要热控自动装置的调节品质应达到设计要求,自动投入率达到 80%,保护投入率达 100%;
- f) 机组能进入 168 h(72 h)满负荷连续试运。

17.2.5 考核验收条件如下:机组连续运行不应中断,300 MW 及以上的机组应完成连续运行 168 h,300 MW 以下的机组一般分 72 h 和 24 h 两个阶段进行考核,连续平均负荷率应在 85%以上;

17.2.6 如因设备、系统或其他原因不能带至满负荷时,应确定锅炉的最大允许负荷。

## 18 质量责任

18.1 锅炉制造单位应对锅炉本体的设计和制造质量负责,在用户遵守本标准及有关技术文件的条件下,在出厂期 18 个月内或运行期 12 个月内(出厂期超过 18 个月,运行期不足 12 个月,以出厂期为准;出厂期不足 18 个月,运行期超过 12 个月,以运行期为准),如确因设计和制造质量不良而发生损坏或并非因安装质量、运行条件和操作水平的原因,不能按额定参数正常运行或达不到规定的性能要求时,制造单位应承担相应的责任。

注：锅炉出厂期的起算日为用户收到最后一批零件之日与合格证签发期中较晚的日期；锅炉运行期的起算日为锅炉正式投入运行之日。

- 18.2 配用的锅炉辅机、安全附件、监控仪表的质量应符合相应的标准，供货单位应承担其质量责任。
- 18.3 锅炉安装单位应对锅炉的安装质量负责。



附 录 A  
(资料性附录)  
供 货 范 围

A.1 一般规定

A.1.1 一般锅炉机组主要系统和设备的供货范围见 A.2,循环流化床锅炉机组主要系统和设备的供货范围见 A.3,详细供货范围按合同规定。

A.1.2 除非用户特殊说明,一般本体的供货范围内不包括煤粉管道、四大汽水管道及冷、热风道,启动系统中低压设备等,部分一次测量仪表及所有二次仪表。

A.2 一般锅炉机组主要系统和设备的供货范围

A.2.1 汽水系统

A.2.1.1 一次汽系统。省煤器进口集箱进口至末级过热器出口集箱出口范围内的设备、管道、阀门、(炉水循环泵)。

A.2.1.2 二次汽系统。再热器进口集箱进口至末级再热器出口集箱出口范围内的设备(包括事故喷水装置)、管道和阀门。

A.2.1.3 对于直流锅炉,还有启动系统,包括启动(汽水)分离器、储(贮)水箱(如有)、循环泵(如有)、容器、管道和阀门。

A.2.2 烟、空气系统

A.2.2.1 烟气系统。省煤器出口至锅炉最后一排柱外 1 m 的空气预热器出口烟道(含空气预热器,SCR 烟道除外)。

A.2.2.2 空气系统。大风箱进口法兰至燃烧器和燃尽燃烧器(如有)的风道及风箱(含燃尽燃烧器)。

A.2.2.3 如有烟气再循环系统的,包括自省煤器出口烟道至炉膛底部的再循环烟道和挡板装置(再循环风机除外)。

A.2.3 燃料系统

A.2.3.1 煤粉系统。燃烧器一次风管进口法兰起(含燃烧器)。

A.2.3.2 油(气)系统。进入锅炉钢架内油(气)管道第一个手动截止阀起的油(气)燃烧设备、管道和阀门(不含流量计)。

A.2.4 灰、渣系统

A.2.4.1 灰系统。省煤器灰斗和空气预热器出口烟道灰斗出口法兰。

A.2.4.2 渣系统。炉底出渣设备出口法兰。

A.2.5 锅炉钢结构

A.2.5.1 钢架。锅炉钢架柱网范围内的柱、梁、支撑件(含大屋顶)。

A.2.5.2 平台扶梯。锅炉钢架柱网范围内的平台、扶梯和杂件。

### A.2.6 炉墙与密封

炉墙保温密封中的金属件(不包括非金属材料 and 钢丝网)、外护板。

### A.2.7 说明

按合同要求可提供上述供货范围之外的设备、管道等。

## A.3 循环流化床锅炉机组主要系统和设备的供货范围

### A.3.1 汽水系统

省煤器进口集箱进口至末级过热器出口集箱出口范围内的设备、管道、阀门。

如有二次汽系统的,二次汽系统为再热器进口集箱进口至末级再热器出口集箱出口范围内的设备(包括事故喷水装置)、管道和阀门。

### A.3.2 分离器

分离器及分离器进、出口烟道。

### A.3.3 回料器

包括直管、流化室和回料腿。

### A.3.4 烟气系统

空气预热器烟气出口法兰起至锅炉最后一排柱外 1 m 的空气预热器出口烟道(含空气预热器)。

### A.3.5 燃料系统

A.3.5.1 燃料系统。炉前落煤管接口和石灰石粉接口起至炉膛的管道。

A.3.5.2 油系统。进入锅炉钢架内油管道第一个手动截止阀起的启动油燃烧设备、管道和阀门(不含流量计)。

### A.3.6 灰、渣系统

A.3.6.1 灰系统。省煤器或空气预热器出口烟道灰斗出口法兰。

A.3.6.2 渣系统。冷渣器出渣口。

### A.3.7 锅炉钢结构

A.3.7.1 钢架。锅炉钢架柱网范围内的柱、梁、支撑件(含大屋顶)。

A.3.7.2 平台扶梯。锅炉钢架柱网范围内的平台、扶梯和杂件。

### A.3.8 炉墙与密封

炉墙保温密封中的金属件(不包括非金属材料、钢丝网和钢筋等)、外护板。

### A.3.9 特殊材料

如炉膛内部受热面的高温耐火耐磨层材料,旋风分离器及其进出口烟道以及回料器内部的高温耐磨层和绝热层材料。

**GB/T 34348—2017**

**A.3.10 外置式换热器**

如配备有外置式换热器时。

**A.3.11 说明**

按合同要求可提供上述供货范围之外的设备、管道等。



**附 录 B**  
(资料性附录)

**循环流化床锅炉主循环回路测点布置原则**

**B.1** 表 B.1 给出循环流化床锅炉主循环回路(含炉膛、分离器、回料器、外置式换热器)测点布置要求,但不仅限于此,应视实际情况进行调整,满足锅炉运行监控要求。循环流化床锅炉尾部烟道测点布置原则与煤粉锅炉相同,本附录未列出。

**B.2** 测点的布置与安装要求,可参考 DL/T 1319。

**B.3** 本附录不适用于机组性能试验测点。

**表 B.1 循环流化床锅炉炉膛测点布置**

序号	测量区域	测量内容	备注
1	风室	压力	
		温度	
2	炉膛密相区	床层压力	分两层布置,下层距离炉膛布风板上表面 200 mm~260 mm,上层距离炉膛布风板上表面 1 600 mm~2 000 mm
		床层温度	布置在布风板上表面 500 mm 以上位置,一般布置在炉膛四周水冷壁较长边
3	炉膛上部	压力	出口处左右各一
		温度	出口处左右各一
4	分离器进口	压力	每台(个)分离器至少一点
		温度	每台(个)分离器至少一点
5	分离器出口	压力	每台(个)分离器至少一点
		温度	每台(个)分离器至少一点
6	回料器	温度	回料器内循环灰温度,每个回料器至少布置 1 个
		压力	1) 每个风室至少布置 1 个风压测点; 2) 每个回料器本体至少布置 2 个压力测点,用以检测回料器内料位
7	外置式换热器	温度	1) 每个风室至少布置一个温度测点; 2) 每个布置受热面的仓室至少布置两个温度测点,检测仓室进出口灰温; 3) 返料温度测点布置在外置式换热器至炉膛的通道上
		压力	1) 每个风室至少布置 1 个压力测点; 2) 每个布置受热面的仓室至少布置 1 个压力测点

参 考 文 献

- [1] DL/T 1319 循环流化床锅炉测点布置导则
-