



中华人民共和国国家标准

GB/T 16507.8—2022

代替 GB/T 16507.8—2013

水管锅炉 第 8 部分：安装与运行

Water-tube boilers—
Part 8: Installation and operation

2022-03-09 发布

2022-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
5 基础、支(构)架和钢结构	3
6 锅筒、启动(汽水)分离器、储水箱与集箱、减温器	8
7 受热面	10
8 空气预热器	15
9 锅炉本体管道和锅炉范围内管道	18
10 安全附件及仪表	19
11 燃烧装置	21
12 辅助装置	24
13 平台、扶梯、栏杆	25
14 水压试验	25
15 炉墙砌筑、浇注与保温	26
16 化学清洗、冲洗和吹洗	26
17 调试	28
18 质量验收	28
19 运行	29
附录 A (资料性) 层燃锅炉的炉排安装允许偏差	31
参考文献	32

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 16507《水管锅炉》的第 8 部分。GB/T 16507 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：材料；
- 第 3 部分：结构设计；
- 第 4 部分：受压元件强度计算；
- 第 5 部分：制造；
- 第 6 部分：检验、试验和验收；
- 第 7 部分：安全附件和仪表；
- 第 8 部分：安装与运行。

本文件代替 GB/T 16507.8—2013《水管锅炉 第 8 部分：安装与运行》，与 GB/T 16507.8—2013 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 删除了锅炉安装部分基本要求(见 2013 年版的 4.1 和 4.2)；
- 增加了锅炉范围内管道安装位置安全距离的要求(见 4.1)；
- 增加了对于合金钢材料制成的承压部件的光谱分析复验的规定(见 4.3)；
- 增加了设备临时加固设施和吊装设施的要求(见 4.10)；
- 增加了成品和半成品的检查和成品保护的要求(见 4.11 和 4.12)；
- 增加了无结构校核情况下的焊接施工要求，以及防止污染物排放的规定(见 4.13 和 4.14)；
- 更改了锅炉安装过程中的监督要求(见 4.15, 2013 年版的 4.12)；
- 增加了锅炉安装过程中，无损检测技术等级及焊接接头质量等级要求和时机(见 4.16)；
- 更改了受压元件、部件的焊接接头的返修及修后检验工作的要求，锅炉本体受压元件、部件和主要连接管道及锅炉范围内管道的清洗要求和锅炉调试过程的要求(见 4.17、4.21 和 4.23, 2013 年版的 4.14、4.18 和 4.20)；
- 增加了当基础表面与柱脚间需要放置垫铁时的二次灌浆要求(见 5.1.3)；
- 增加了锅炉钢结构吊装过程中沉降观测点的设置要求(见 5.2.5)；
- 增加了高强螺栓产品抽样验收试验与连接试验的要求(见 5.2.7 及表 5)；
- 增加了叠梁和板梁吊装前的要求(见 5.3.3)；
- 更改了锅炉常用紧固件部分硬度值(见表 8, 2013 年版的表 7)；
- 增加了锅筒、集箱等部件的膨胀系统的安装要求(见 6.1.7 和 6.2.8)；
- 更改了通球试验的球径要求(见 7.2.3 和表 11, 2013 年版的 7.2.3 和表 10)；
- 增加了通球球径无法通过的处理方法(见 7.2.5)；
- 更改了合金钢材料受热面管加热校正的规定(见 7.2.7, 2013 年版的 7.2.4)；
- 更改了受热面管子对接焊缝的要求(见 7.2.8, 2013 年版的 7.2.6)；
- 增加了受热面管子的安装对接时直管段部分相邻两条焊缝间的距离要求(见 7.2.9)；
- 更改了受热面管组合安装过程中切割的要求(见 7.2.10, 2013 年版的 7.2.7)；
- 增加了受热面管组合的其他要求(见 7.2.15、7.2.16 和 7.2.17)；
- 更改了水冷壁组合安装部分检查项目与质量标准(见表 14, 2013 年版的表 13)；

- 更改了过热器、再热器组合安装要求(见 7.3.5 和表 15,2013 年版的 7.3.5 和表 14);
- 更改了顶棚过热器管排平整度允许偏差和悬吊式受热面安装基准(见 7.3.6 和 7.3.7,2013 年版的 7.3.6 和 7.3.7);
- 增加了循环流化床设备和组件的安装要求(见 7.4);
- 更改了管道的安装施工的要求(见 9.1.1,2013 年版的 9.1.1);
- 增加了合金钢材料管道的光谱分析复查要求(见 9.1.3);
- 增加了管道对接焊缝的布置、中心线距离和焊接工艺的要求(见 9.1.4、9.1.5 和 9.1.6);
- 更改了取样管、排空气管道安装的要求(见 9.1.8,2013 年版的 9.1.7);
- 增加了部分管道元件的设置要求(见 9.2.1 和 9.2.2);
- 更改了部分排污和放水装置的设置与安装要求(见 9.2.5,2013 年版的 9.1.6);
- 更改了安全阀的安装与校验的要求(见 10.1,2013 年版的 9.2);
- 增加了水位表(直读式)和远程水位测量装置的设置要求(见 10.2.1、10.2.2 和 10.2.3);
- 更改了水位表(直读式)部分安装要求(见 10.2.6 和 10.2.7,2013 年版的 9.3.3 和 9.3.4);
- 更改了压力表的部分设置和安装要求(见 10.3.1 和 10.3.4,2013 年版的 9.4.1 和 9.4.4);
- 增加了压力测量装置的部分要求(见 10.3.5 和 10.3.6);
- 更改了燃烧装置安装位置允许偏差(见表 23,2013 年版的表 21);
- 更改了旋流燃烧器、扰动式(或带有调整机构的)燃烧装置的安装要求(见 11.2,2013 年版的 10.1.7);
- 增加了直流燃烧装置、W 型火焰燃烧装置、流化床燃烧装置和炉排装置的安装要求(见 11.3、11.4、表 24、11.5、表 25、表 26、11.8 和附录 A);
- 增加了水压试验的部分要求(见 14.3、14.6 和 14.7);
- 更改了不必进行水压试验的锅炉要求(见 14.5,2013 年版的 13.4);
- 更改了化学清洗的部分要求(见 16.1.5 和 16.1.6,2013 年版的 15.1.5 和 15.1.6);
- 增加了冲洗和吹洗的部分要求(见 16.2.1、16.2.16 和 16.2.17);
- 更改了调试部分试验内容(见 17.2 和 17.3,2013 年版的 16.2 和 16.4);
- 删除了调试操作人员的要求(见 2013 年版的 16.3);
- 增加了试运完成后的要求(见 17.5);
- 更改了安装质量验收的部分要求(见 18.1,2013 年版的 17.1);
- 更改了锅炉运行的部分要求(见 19.1、19.2 和 19.4,2013 年版的 18.1、18.2 和 18.4);
- 增加了锅炉运行中的水汽质量要求和立即停止运行的情况(见 19.6 和 19.10)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件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。

本文件起草单位:中国特种设备检测研究院、山东省特种设备检验研究院有限公司、中国能源建设集团安徽电力建设第二工程有限公司、泰山集团泰安泰山能源工程有限公司、上海发电设备成套设备研究院有限责任公司、南通万达锅炉有限公司。

本文件主要起草人:陈新中、曹宏伟、唐杰、赵军、俞经河、宫献平、陈秀彬、陆子龙、石回回。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

- 1996 年首次发布为 GB/T 16507—1996;
- 2013 年第一次修订时,将水管锅炉和锅壳锅炉内容分开,各由 8 个部分组成,水管锅炉为 GB/T 16507.1—2013~GB/T 16507.8—2013《水管锅炉》,锅壳锅炉为 GB/T 16508.1—2013~GB/T 16508.8—2013《锅壳锅炉》,本文件为 GB/T 16507.8—2013《水管锅炉 第 8 部分:安装与运行》;
- 本次为第二次修订。

引 言

GB/T 16507《水管锅炉》是全国锅炉压力容器标准化技术委员会(以下简称“委员会”)负责制修订和归口的锅炉通用建造标准之一。其制定遵循了国家颁布的锅炉安全法规所规定的安全基本要求,设计准则、材料要求、制造检验技术要求、验收标准和安装要求均符合 TSG 11《锅炉安全技术规程》的相应规定。GB/T 16507 为协调标准,满足 TSG 11《锅炉安全技术规程》的基本要求,同时也符合 TSG 91《锅炉节能环保技术规程》的要求。GB/T 16507 旨在规范锅炉的设计、制造、检验、验收和安装,由 8 个部分构成。

- 第 1 部分:总则。目的在于确定水管锅炉范围界定、锅炉参数、建造规范以及节能和环保等建造水管锅炉的通用技术要求。
- 第 2 部分:材料。目的在于确定水管锅炉受压元件和非受压元件、受力构件、锅炉钢结构和焊接材料等的选材和用材要求。
- 第 3 部分:结构设计。目的在于确定水管锅炉结构设计的基本要求、焊接连接要求、开孔和各元(部)件的具体设计要求。
- 第 4 部分:受压元件强度计算。目的在于确定水管锅炉受压元件的计算壁温、计算压力、设计许用应力取值及强度设计计算方法。
- 第 5 部分:制造。目的在于确定水管锅炉在制造过程中的标记、冷热加工成形、胀接、焊接和热处理要求。
- 第 6 部分:检验、试验和验收。目的在于确定水管锅炉受压元件和与其直接连接的承受载荷的非受压元件的检验、试验和验收要求。
- 第 7 部分:安全附件和仪表。目的在于确定水管锅炉安全附件和仪表的设置和选用要求。
- 第 8 部分:安装与运行。目的在于确定水管锅炉本体和锅炉范围内管道的安装、调试、质量验收以及运行要求。

由于 GB/T 16507 没有必要、也不可能囊括适用范围内锅炉建造和安装中的所有技术细节,因此,在满足 TSG 11《锅炉安全技术规程》所规定的基本安全要求的前提下,不禁止 GB/T 16507 中没有特别提及的技术内容。

GB/T 16507 不限制实际工程设计和建造中采用能够满足安全要求的先进技术方法。

对于未经委员会书面授权或认可的其他机构对标准的宣贯或解释所产生的理解歧义和由此产生的任何后果,本委员会将不承担任何责任。

水管锅炉

第 8 部分:安装与运行

1 范围

本文件规定了水管锅炉本体和锅炉范围内管道的安装、调试、质量验收以及运行等要求。
本文件适用于 GB/T 16507.1 界定的水管锅炉。水管锅炉的改造、修理可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 1576 工业锅炉水质
GB/T 2900.48 电工名词术语 锅炉
GB/T 12145 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量
GB/T 16507.1 水管锅炉 第 1 部分:总则
GB/T 16507.4 水管锅炉 第 4 部分:受压元件强度计算
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 50016 建筑设计防火规范
GB 50041 锅炉房设计标准
GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
GB 50273 锅炉安装工程施工及验收规范
GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
DL/T 777 火力发电厂锅炉耐火材料
DL/T 852 锅炉启动调试导则
DL/T 902 耐磨耐火材料
NB/T 47013(所有部分) 承压设备无损检测

3 术语和定义

GB/T 2900.48 和 GB/T 16507.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

调试 commissioning

锅炉和相关设备、系统在安装后按照设计和设备技术文件规定进行调整、整定和一系列试验工作的总称。

注:调试是调整和试验的简称。

3.2

分部试运 commissioning of individual equipment and system

对单台设备或系统进行的动态检查和试验。

3.3

整套启动试运 start up and commissioning

在完成分部试运的基础上,由调试、生产、施工单位共同参加进行汽机、锅炉整套设备联合电气、热工自动化的启动试运。

4 基本要求

4.1 安装锅炉的位置和建筑物应满足 GB 50016、GB 50041 的有关规定并符合设计图样的要求。锅炉范围内管道的安装位置应与人员密集场所(如控制室、值班室等)保持足够的安全距离。在无法满足安全距离的要求时,建筑物应采取必要的防爆与隔离措施。

4.2 锅炉安装应在土建基础工作完成并验收合格后进行。

4.3 锅炉各部件安装前应取得锅炉制造单位的设备制造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。对于合金钢材料制成的承压部件的成品、半成品和原材料应进行 100% 的化学成分光谱分析复验。

4.4 锅炉的安装应符合安全技术规范和制造单位提供的安装说明书的要求。

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

4.6 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。

4.7 安置在多层或高层建筑内的锅炉,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。

4.8 锅炉施工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。

4.9 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。

4.10 锅炉设备吊装前,应对设备的临时加固设施和吊装设施进行全面宏观检查,必要时进行无损检测,合格后才可以进行吊装。

4.11 安装施工前,应对制造单位提供的成品和半成品进行产品质量证明文件和外观检查,核对关键结构是否符合图样要求,必要时对主要安装尺寸进行测量与复核校对。

4.12 安装施工过程中应做好成品保护措施,施工结束后应解除保护措施,消除施工用临时设施的痕迹。

4.13 安装施工过程中不应在没有经过结构校核的情况下在建筑构件上打砸空洞、损坏承载构件或在构件的钢筋上进行焊接施工。

4.14 安装施工过程应做好防止噪声、扬尘、电弧光和射线辐射的污染等措施,减少施工废弃物的排放。

4.15 在锅炉安装过程中,施工单位应落实质量保证体系的各项要求并接受检验机构对质量保证体系建立与运转情况的监督检查和涉及安全性能项目的监督检验。

4.16 在锅炉安装过程中,施工单位应按照 NB/T 47013 对锅炉受压元件、部件的焊接接头进行无损检测,并满足如下要求。

- a) 应根据设计、工艺及其技术条件选择检测方法,并且制定相应的检测工艺。如采用多种无损检测方法进行检测,则应按各自验收标准进行评定,均合格后,方可认为无损检测合格;当选用超

声衍射时差法(TOFD)时,应与脉冲回波法(PE)组合进行检测,检测结论以 TOFD 与 PE 方法的结果进行综合判定。

- b) 焊接接头的无损检测应在形状尺寸和外观质量检查合格后进行,有延迟裂纹倾向的材料应在焊接完成 24 h 后进行无损检测,有再热裂纹倾向的焊接接头应在最终热处理后进行表面无损检测复验。
- c) 无损检测技术等级及焊接接头质量等级满足如下要求:
 - 1) 磁粉检测时,质量等级不应低于 I 级;
 - 2) 渗透检测时,质量等级不应低于 I 级;
 - 3) 射线检测技术等级不应低于 AB 级,焊接接头质量等级不应低于 II 级;
 - 4) 脉冲回波法超声检测和相控阵超声检测技术等级不应低于 B 级,焊接接头质量等级不应低于 I 级;
 - 5) 衍射时差法超声检测技术等级不应低于 B 级,焊接接头质量等级不应低于 II 级。

4.17 在锅炉安装过程中,受压元件、部件的焊接接头的返修及修后检验工作要求如下:

- a) 受压元件的焊接接头经过检测发现存在超标缺陷,施工单位应找出原因,制定可行的返修方案,才能进行返修;
- b) 缺陷应在返修焊接前彻底清除;
- c) 同一位置上的返修焊接不宜超过 2 次;如果超过 2 次,应经过施工单位技术负责人批准;
- d) 补焊后,补焊区应进行外观检查和相同无损检测检测工艺的无损检测;要求焊后热处理的焊接接头,应在热处理完成后进行最终无损检测。

4.18 锅炉应配备必要的压力、温度、水位测量装置和报警装置,锅炉超压联锁保护装置,水位超限联锁保护装置,炉膛压力监测与保护装置以及点火程序控制与熄火保护装置。

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

4.20 锅炉应配备符合锅炉给水要求的水处理设备和必要的水汽取样、品质监测装置和系统,对于额定工作压力不小于 9.8 MPa 的锅炉还应实现水汽品质的连续监测。

4.21 锅炉安装完成后,锅炉本体受压元件、部件和主要连接管道及锅炉范围内管道应进行清洗、冲洗,电站锅炉一般还需要进行吹洗。

4.22 锅炉安装完成后,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。

4.23 锅炉调试过程中的操作,应在调试人员的监护、指导下,由经过培训并且取得相应特种设备作业人员证书的运行人员进行。



5 基础、支(构)架和钢结构

5.1 基础

5.1.1 基础应按照 GB 50204 的规定进行检查、验收,当基础强度达到设计强度等级的 70% 以上时方可开始设备的安装。

5.1.2 基础的标高和预埋地脚螺栓应符合锅炉设计图样的要求。当设计图样未规定偏差时,锅炉基础划线允许偏差如表 1 所示。

表 1 锅炉基础划线允许偏差

单位为毫米

序号	检验项目	质量标准
1	基础纵横中心线与厂房基准点距离偏差	±20
2	基础各平面标高偏差	0 -20
3	基础外形尺寸偏差	+20 0
4	预埋地脚螺栓中心线偏差	±2

5.1.3 基础表面与柱脚底板的二次灌浆间隙不应小于 50 mm。当基础表面与柱脚底板间需要放置垫铁时,放置垫铁处基础表面应修磨平整,且打成麻面;每组垫铁按照厚度由大到小从下至上顺序放置;垫铁宽度以 80 mm~200 mm 为宜,垫铁放置时不宜超出柱脚底板 10 mm。

5.2 锅炉构架

5.2.1 采用钢筋混凝土的锅炉构架施工前,安装和土建单位应协商确定钢筋混凝土锅炉构架和锅炉本体施工间的相互配合工作和特殊要求。锅炉本体吊装前,施工单位应全面复核锅炉构架的施工是否符合设计图样的要求。

5.2.2 锅炉采用钢结构时,在钢制立柱安装前应对立柱底板(垫铁)的安装位置和标高进行检查,安装质量应符合表 2 的要求。

表 2 钢制立柱底板(垫铁)的安装检查项目与质量标准

单位为毫米

序号	检验项目	质量标准
1	立柱底板检查	表面平整、整洁,无损伤, 各尺寸符合设计图样要求,调整螺栓螺纹无损伤
2	材质	无错用
3	柱子间距偏差	柱距不大于 10 000
4		柱距大于 10 000
5	立柱底板水平偏差	≤0.5
6	柱子中心对角线差	对角线不大于 20 000
7		对角线大于 20 000
8	立柱底板标高偏差	±3
9	立柱底板相互间标高偏差	≤3
10	垫铁宏观检查	每组不大于三块,稳固无松动; 相互点焊,与柱脚底板点焊
11	垫铁放置位置	立柱底板立筋板下方

5.2.3 锅炉采用钢结构时,应在每层中抽取一定数量的钢制架组合件、立柱、横梁等进行检测,抽查数量应能代表设备的质量分布特性,并符合如下要求。

- a) 钢制架组合件、立柱、横梁等部件在安装前应进行外观检查和材质光谱抽查。材料应无错用，外观无裂纹、重皮、严重锈蚀和机械损伤，焊缝尺寸符合厂家设计要求，成型良好，无咬边、气孔、裂纹等缺陷。
- b) 钢制立柱安装检查项目与质量应符合表 3 的要求。

表 3 钢制立柱安装检查项目与质量标准

单位为毫米

序号	检查项目		质量标准
1	立柱长度偏差	$L \leq 8\ 000$	0 -4
2		$L > 8\ 000$	+2 -6
3	立柱弯曲度偏差		不大于柱长的 0.1%，且最大不超过 10
4	立柱扭转值		不大于柱长的 0.1%，且最大不超过 10
5	立柱底板垂直度		不大于底板长度的 0.5%
6	立柱底板平整度		不大于底板长(宽)度的 0.5%
7	连接板位置偏差		≤ 2
8	柱脚中心线偏差		± 5
9	立柱标高偏差		≤ 5
10	各立柱间标高偏差		≤ 3
11	立柱间距偏差		不大于立柱间距的 0.1%，且不大于 10
12	立柱对角线差		不大于立柱间距的 0.15%，且不大于 15
注：L——立柱总长度。			

- c) 钢制横梁安装质量应符合表 4 的要求。

表 4 钢制横梁安装质量标准

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准
1	标高偏差	± 5
2	水平度偏差	≤ 5
3	与柱中心线偏差	± 5

5.2.4 锅炉钢结构的连接板安装应平整、与构件紧贴，位置符合图样设计要求。

5.2.5 锅炉钢结构吊装过程中应按照设计要求及时安装好沉降观测点，及时进行沉降观测并做好记录。

5.2.6 采用高强螺栓连接的锅炉钢结构安装应符合 GB 50205 的要求。

5.2.7 高强度大六角头螺栓连接副和扭剪型高强度连接副在使用前除了检查制造单位的质量证明书和检验报告内容是否齐全外，还应分别对其扭矩系数和紧固轴力(预拉力)按照生产批号进行抽样复检，每批次不少于 8 套连接副。其中，每批次连接副扭矩系数平均值应在 0.110~0.150 之间，且标准偏差不大于 0.010；复验螺栓连接副的紧固轴力(预拉力)平均值和标准偏差要求见表 5。

表 5 螺栓连接副的紧固轴力(预拉力)平均值和标准偏差

序号	螺栓直径 mm	检验项目	
		紧固轴力(预拉力)平均值 kN	标准偏差 kN
1	16	99~120	10.1
2	20	154~186	15.7
3	22	191~231	19.5
4	24	222~270	22.7

5.3 锅炉顶部板梁

5.3.1 炉顶钢架及炉顶单根横梁、大板梁安装前应按设计图样规定核对各构件的安装编号。

5.3.2 顶部板梁安装前,应检查其外观质量,抽查结构尺寸是否符合设计图样的要求,还应对顶部板梁用高强螺栓连接副的材质进行抽查,防止错用材料。

5.3.3 叠梁应在地面进行预组装,顶部板梁尺寸复检和焊缝探伤复验应在吊装前完成。

5.3.4 起吊前,应抽查高强螺栓连接孔的开孔直径、中心距是否符合设计图样要求。当需要在现场开设连接孔时,应采用机械方法开孔,且开孔内壁应圆滑、无锐边和毛刺。

5.3.5 顶部板梁安装质量检查应在安装完成后仅承担自身重量时进行。在完成承担设计载荷检查后,还应对板梁的挠度进行检测。叠梁安装时,还应保证各梁间结合紧密。

5.3.6 顶部板梁的外观质量、结构尺寸和安装质量应符合表 6 的要求。

表 6 锅炉顶部板梁安装的检查项目和质量标准

单位为毫米

序号	检查项目		质量标准
1	外观质量		无裂纹、重皮、严重锈蚀和机械损伤,焊缝尺寸符合厂家设计要求,成型良好,无裂纹、咬边、表面气孔等缺陷
2	材质		无错用
3	长度偏差	主梁	± 15
4		辅梁	$\begin{matrix} 0 \\ -10 \end{matrix}$
5	高度偏差	$H \leq 1\ 600$	± 3
6		$1\ 600 < H \leq 3\ 000$	± 5
7		$H > 3\ 000$	± 8
8	宽度偏差		± 5
9	腹板中心位置偏差		≤ 5
10	板梁盖板倾斜度	$H \leq 1\ 600$	≤ 3
11		$H > 1\ 600$	≤ 5
12	板梁旁弯度		不大于板梁全长的 0.1%,且不大于 10

表 6 锅炉顶部板梁安装的检查项目和质量标准 (续)

单位为毫米

序号	检查项目		质量标准
13	板梁垂直挠度	向 上	$\leq 30^a$
14		向 下	符合厂家要求 ^b 而且小于板梁全长的 0.1%
15	板梁扭转值	$H \leq 2\ 000$	不大于板梁全长的 0.1%, 且小于 10
16		$H > 2\ 000$	不大于板梁全长的 0.1%, 且小于 16
17	板梁连接板高度偏差		± 2
18	板梁连接板	$L \leq 2\ 000$	± 3
19	水平偏差	$L > 2\ 000$	± 5
20	板梁吊孔直径和位置		符合设计图样要求
21	主梁支座与柱顶平面支座中心线偏差		≤ 3
22	标高偏差		± 5
23	水平度偏差		≤ 5
24	各梁间平行度偏差		≤ 5
25	各梁间对角线差		不大于板梁全长的 0.1%, 且小于 10
注: H 为板梁的高度, L 为板梁连接板长度。			
^a 仅承担自身重量时。			
^b 承担设计载荷时。			

5.4 承重吊挂装置(吊架)

5.4.1 锅炉部件(含锅筒、启动(汽水)分离器、储水箱、集箱、受热面及其连接管道、燃烧器等)的承重吊挂装置(吊架)安装前,应检查其设备型号、结构尺寸、连接型式等是否符合设计图样的要求并附有制造质量证明文件。

5.4.2 每组受热面(含集箱)的承重吊挂装置(吊架)的合金部件(含焊接接头)应进行现场光谱随机抽查。当存在错用材质情况时,应对该组的合金部件进行 100% 光谱复查。

5.4.3 承重吊挂装置(吊架)外观质量、结构尺寸和安装质量标准见表 7。

表 7 承重吊挂装置(吊架)安装的检验项目和质量标准

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准
1	宏观检查	焊缝符合设计图样要求,无裂纹、咬边和表面气孔等缺陷,成型良好;吊杆螺纹拧进螺母长度符合要求,螺栓露出螺母的长度一致,且不少于 2 倍螺距,并采取了防止螺母松脱的措施
2	纵横向中心线偏差	± 5
3	销轴安装	销轴、开口销安装齐全,固定牢固
4	联合吊架中间过渡连梁水平度	≤ 5

表 7 承重吊挂装置(吊架)安装的检验项目和质量标准(续)

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准
5	有相对运动的接合面	运动方向符合设计要求,接合面有符合使用环境润滑剂
6	弹簧安装高度	符合设备技术文件要求,且误差不大于 3
7	吊杆受力情况	载荷合理,无松动 ^a
^a 分别在承受设计的设备载荷后、锅炉水压试验上满水后和锅炉进行蒸汽严密性试验时进行 3 次检查。		

5.4.4 用于工作温度不低于 430 °C、且直径大于 30 mm 的合金钢螺栓应进行光谱分析和硬度检测,检测结果应符合其产品质量标准的要求。

5.4.5 额定工作压力不小于 9.8 MPa 的锅炉应抽查紧固件的硬度,螺栓的硬度应高于螺母的硬度。锅炉常用紧固件硬度值见表 8。

表 8 锅炉常用紧固件硬度值

序号	材料牌号	硬度值 HB
1	20	≤156
2	25	≤170
3	35	146~196
4	45	187~229
5	40Mn	229~277
6	30CrMo	≤229
7	35CrMo	241~311
8	42CrMo	248~321
9	25Cr2MoV、25Cr2Mo1V、20Cr1Mo1V1	248~293
10	17CrMo1V	229~277
11	20Cr1Mo1VTiB	255~293
12	20Cr1Mo1VNbTiB	252~302
13	20Cr12NiMoWV、1Cr11MoNiW1VNbN、2Cr11NiMoNbVN	277~331
14	2Cr11Mo1VNbN、2Cr12NiW1Mo1V、2Cr12Mo1NiWVNbN	290~311
15	45Cr1MoV	248~293

6 锅筒、启动(汽水)分离器、储水箱与集箱、减温器

6.1 锅筒、启动(汽水)分离器和储水箱的安装

6.1.1 锅筒、启动(汽水)分离器和储水箱起吊前,应对其内外部进行宏观检查。内外壁表面应无裂纹、重皮及疤痕,局部机械损伤、凹陷及麻坑深度不应超过名义厚度的 10%且不超过 4 mm;抽查筒体纵环

焊缝可见部位表面成型良好,无裂纹、表面气孔等缺陷,无大于 50 mm 的连续咬边且咬边最大深度不大于 0.5 mm。

6.1.2 额定工作压力不小于 3.8 MPa 的锅炉安装前,应检查锅筒、启动(汽水)分离器和储水箱内外部各部件的组装及是否符合设计图样要求。必要时,复核锅筒、启动(汽水)分离器的筒体及外径大于 273 mm 的管接头的材料及是否符合设计图样要求。

6.1.3 额定工作压力不小于 3.8 MPa 的锅炉,应测量锅筒全长的弯曲度,其弯曲度不应大于 20 mm。

6.1.4 锅筒人孔密封面的结合面应平整光洁,无径向贯穿性伤痕,局部伤痕深度不大于 0.5 mm。

6.1.5 检查锅筒、启动(汽水)分离器和储水箱的支座和吊挂装置(吊架)是否完好;其上安装用起吊耳板的连接焊缝应无裂纹和咬边,且符合设计图样的要求。

6.1.6 锅筒、启动(汽水)分离器和储水箱内部应清理干净,无杂物。

6.1.7 膨胀指示装置安装应符合设计图样的要求。一般宜布置在锅筒、启动(汽水)分离器两侧封头部位,沿轴向布置,正确指示设备膨胀方向和数值。

6.1.8 锅筒、启动(汽水)分离器和储水箱找正就位后的检查项目和质量要求见表 9。

表 9 锅筒、启动(汽水)分离器和储水箱的安装检查项目和质量标准

序号	检查项目		质量标准
1	内部零部件组装 ^a	宏观检查	内部清洁无杂物,零部件安装符合设计图样要求;无明显锈蚀、破损、变形;焊缝符合设计图样要求,成型良好,无漏焊,无裂纹、夹渣、气孔等缺陷,无大于 50 mm 的连续咬边,且最大咬边深度不大于 0.5 mm;各紧固件齐全,紧固良好并有防止松脱措施
		零部件安装位置	正确,与原标记相符
		连接隔板	严密不漏
2	筒体	安装方向	正确,符合设计图样要求
		标高偏差	±5 mm
		水平度偏差	≤2 mm
		横向中心位置偏差	±5 mm
		纵向中心位置偏差	±5 mm
		筒体吊环与筒体外壁接触	在 90°接触角内圆弧应吻合,局部间隙不大于 2 mm
垂直度偏差(立式布置时)	不大于筒体全长的 0.1%,且不大于 10 mm		
3	人孔密封面		密封面结合面积大于 95%(每平方厘米范围内大于 1 mm ² 的未结合点少于 5 个),且径向无大于密封面宽度 1/3 的连续性未结合存在
4	支座、吊挂装置(吊架)		符合设计图样及 5.4.3 的要求
5	膨胀指示器		布局合理,能准确指示筒体的膨胀方向与幅度值,固定良好
^a 内部零部件需在现场组装时进行检查。			

6.2 集箱、减温器的安装

6.2.1 集箱、减温器吊装前应进行宏观检查,表面应无裂纹、重皮及疤痕,局部机械损伤、凹陷及麻坑深度不应超过名义厚度的 10%,一般不宜超过 1 mm。

- 6.2.2 集箱、减温器吊装前应宏观检查直线度,必要时,还应进行直线度校核,且直线度应符合产品制造质量要求的要求。
- 6.2.3 集箱、减温器的结构应符合设计图样的要求,必要时,应进行尺寸校核。
- 6.2.4 管接头应无明显变形和损伤,管接头封堵严密、牢固,管端坡口保护措施应完好。集箱上的各吊挂耳板位置、尺寸、材料及其连接焊缝应符合设计图样的要求,耳板与筒体的连接焊缝不应有裂纹和咬边。
- 6.2.5 以散件供货方式进入安装现场的额定工作压力不小于 3.8 MPa 的锅炉的合金材料的零部件应 100%进行光谱复验,避免错用材料。
- 6.2.6 集箱、减温器吊装前应进行内部清理,清理完毕至进行连接管和受热面管子对接前,应保持各管接头的密封良好。
- 6.2.7 集箱、减温器内部零件应齐全、完好,装配符合设计图样的要求,喷水管内清洁无杂物,喷水孔无堵塞。
- 6.2.8 集箱、减温器膨胀指示装置的安装应符合设计图样的要求。一般宜布置在省煤器进出口集箱、水冷壁集箱、各级过热器、再热器的进出口集箱两侧封头部位,沿轴向布置,正确指示设备膨胀方向和数值。
- 6.2.9 集箱、减温器安装就位后的检查项目及质量要求见表 10。

表 10 集箱、减温器安装检查项目和质量标准

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准
1	安装方向	正确,符合设计图样要求
2	集箱标高偏差	±5(承受设计载荷时)
3	集箱水平度偏差	≤3
4	集箱纵横中心线与炉中心线距离偏差	±5
5	集箱间中心线距离偏差	±5
6	减温器喷水管	喷水管(孔)方向正确,喷水孔无堵塞
7	减温器内零部件	齐全、完好,装配符合设计图样要求
8	支座、吊挂装置(吊架)	符合设计图样及 5.4.3 的要求
9	膨胀指示器	布局合理,能准确指示集箱的膨胀方向与幅度值,固定良好

7 受热面

7.1 宏观检查

- 7.1.1 受热面设备在安装前应根据供货清单、装箱单和设计图样进行全面清点,检查数量是否齐全。
- 7.1.2 宏观检查受热面管子内外壁是否无裂纹、损伤、明显变形及腐蚀、重皮等缺陷,管端是否无分层现象,坡口加工是否符合设计图样的要求。
- 7.1.3 宏观检查受热面固定部件(管夹、管箍等)的安装是否符合设计图样要求,连接焊缝无裂纹,受热面管侧焊缝无大于 0.5 mm 深度的咬边。

7.2 受热面管组合

7.2.1 受热面管在组合和安装前应对照设计图样进行材质复核,并在合金材料部件上做出明显标识。

7.2.2 受热面管的组合应在稳固的组合架上进行。

7.2.3 受热面管在组合前和安装前应进行通球试验。试验用球应采用带有编号的钢球,其直径允许比通球球径小 0.2 mm。通球球径要求见表 11。

表 11 受热面管通球球径

单位为毫米

弯曲半径(R)	通球球径		
	$D_o \leq 32$	$32 < D_o < 60$	$60 \leq D_o \leq 76$
$R \geq 2.5D_o$	$0.70D_i$	$0.80D_i$	$0.85D_i$
$1.8D_o \leq R < 2.5D_o$	$0.70D_i$	$0.75D_i$	$0.75D_i$
$1.4D_o \leq R < 1.8D_o$	$0.70D_i$	$0.70D_i$	$0.70D_i$
$R < 1.4D_o$	$0.65D_i$	$0.65D_i$	$0.65D_i$

D_o ——管子外径,当管子外径大于 76 时,可采用木制球进行通球试验。
 D_i ——管子内径,在进行内螺纹管通球时,应按理论最小内径选取通球用钢球,管子内径按公式(1)计算:

$$D_i = D_o - 2(T + h) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:
 D_i ——管子内径,单位为毫米(mm);
 D_o ——管子外径,单位为毫米(mm);
 T ——管子公称壁厚(考虑正偏差),单位为毫米(mm);
 h ——螺纹高度,单位为毫米(mm)。

7.2.4 通球结束后,应将球逐个回收,做好记录,并应做好可靠的管端口封闭措施。

7.2.5 当选用符合表 11 中的通球球径无法通过时,可按照 GB/T 16507.6 重新选取通球球径进行试验,做好记录并在通球试验报告中注明通球球径的选取方法。

7.2.6 受热面管在安装现场需要校正时,校管用工作平台应牢固,其平整度不大于 5 mm,放样尺寸偏差不大于 1 mm。

7.2.7 合金钢材料受热面管不宜采用现场加热的方法进行校正。合金钢材料的受热面管需要加热校正时,加热温度应控制在管子材料标准规定的交货状态的回火温度以下;对于正火状态交货的管子,加热温度应低于交货状态正火温度 250 °C。

7.2.8 受热面管子的对接焊缝布置应满足以下要求:

- a) 受热面管子(盘管及成型管件除外)对接焊缝应位于管子直段上;
- b) 受热面管子的对接焊缝中心线至锅筒及集箱外壁、管子弯曲起点、管子支(吊)架边缘的距离至少为 50 mm,对于额定工作压力大于 3.8 MPa 的锅炉,此距离至少为 70 mm(异种钢接头除外)。

7.2.9 受热面管子(异种钢接头除外)直段上,对接焊缝中心线间的距离(L)应满足以下要求:

- a) 外径小于 159 mm, $L \geq 2$ 倍外径;
- b) 外径不小于 159 mm, $L \geq 300$ mm;
- c) 当锅炉结构难以满足 a)、b) 要求时,对接焊缝的热影响区不应重合,并且 $L \geq 50$ mm。

7.2.10 受热面管组合安装过程中需切割管子或膜式壁管间扁钢、开膨胀缝或止裂孔时,应采用机械方

法切割。因条件不具备而不得不采用火焰切割时,应彻底去除残余的铁渣和清理管端不平整面,止裂孔位置应圆滑,并应采用机械方法完全去除因火焰切割产生的热影响区。

7.2.11 管子在对口前,应检查受热面管外径和壁厚的偏差,管端应按图样规定做好坡口,并清除管端内、外壁 10 mm~15 mm 范围内的污垢和铁锈,直至显出金属光泽。

7.2.12 管子对口应保证内壁平齐,其局部错口值不应超过壁厚的 10%,且不大于 1 mm。

7.2.13 管子对口间隙应均匀,对口偏折度在距焊缝中心 200 mm 范围内不应大于 2 mm。

7.2.14 管子端面应与管子中心线垂直,其端面倾斜限值应符合表 12 的要求。

表 12 受热面管子端面倾斜允许范围

单位为毫米

公称直径(d_o)	端面倾斜限值
$d_o \leq 60$	≤ 0.5
$60 < d_o \leq 108$	≤ 0.8
$108 < d_o \leq 159$	≤ 1
$159 < d_o \leq 219$	≤ 1.5
$d_o > 219$	≤ 2

7.2.15 受热面管现场组合时,应在组合场地完成全部固定件的组装与焊接工作,并检查是否符合设计图样的要求。

7.2.16 循环流化床锅炉水冷壁密相区的密封焊部位应进行渗透检查。

7.2.17 塔式锅炉穿墙管处套管和水冷壁组合焊缝的焊接应与对接穿墙管同步进行,套管与穿墙管间应留有充足的膨胀间隙。

7.3 受热面组件安装

7.3.1 有单独水压试验要求的组件应在安装前进行组件水压试验。

7.3.2 受热面组件吊装前,应复查各支点、吊点的位置和吊杆的尺寸是否符合设计图样要求。

7.3.3 省煤器组合安装检查项目与质量标准见表 13。

表 13 省煤器组合安装检查项目与质量标准

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准
1	管排间距偏差	± 5
2	组合件边排管垂直度偏差	≤ 5
3	组合件边排管与炉墙(或其他受热面管)间隙	符合设计图样的要求
4	组合件宽度偏差	± 5
5	管排平整度	≤ 10
6	组件对角线差	≤ 10
7	组件边管垂直度	± 5

表 13 省煤器组合安装检查项目与质量标准 (续)

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准
8	防磨装置	符合设计图样要求,连接牢固,不妨碍烟气流通,不影响热膨胀差异
9	固定管夹	符合设计图样要求,管卡固定挡块无脱落
10	定位板	符合设计图样,间距均匀,位置正确、连接牢固
11	集箱间中心线距蛇形管弯头端部长度	±10

7.3.4 光管和鳍片管水冷壁组合安装检查项目与质量标准见表 14。

表 14 水冷壁组合安装检查项目与质量标准

序号	检查项目		质量标准	
			光管水冷壁	鳍片管水冷壁
1	集箱水平度		2 mm	2 mm
2	集箱间中心线垂直距离		±3 mm	±3 mm
3	组件对角线差		≤10 mm	≤10 mm
4	组件宽度	宽度不大于 3 000 mm	±3 mm	±6 mm
5		宽度大于 3 000 mm	±5 mm	不大于组件宽度的 0.2%,且不大于 15 mm
6	燃烧器各喷口开口(火口)纵横中心线		±10 mm	±10 mm
7	组件长度		±10 mm	±10 mm
8	组件平面度		±5 mm	±5 mm
9	螺旋水冷壁螺旋角偏差		<0.5°	
10	水冷壁固定挂钩	标高	±2 mm	
11		错位	±3 mm	
12	前后墙对冲锅炉同层燃烧器喷口中心标高偏差		±20 mm	

7.3.5 蛇形管式过热器、再热器组合安装的检查项目与质量标准见表 15,膜式壁结构的过热器、再热器组合安装质量要求可按照 7.3.4 执行。

表 15 蛇形管式过热器、再热器组合安装检查项目与质量标准

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准
1	组件宽度	±5
2	组件对角线差	≤10
3	组件边管垂直度	±5
4	管排平整度	±5

表 15 蛇形管式过热器、再热器组合安装检查项目与质量标准 (续)

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准
5	管排间距	≤ 5
6	边缘管与炉墙间隙	符合设计图样
7	受热面管自由端膨胀间隙	不小于设计图样
8	管排膨胀间隙	符合设计图样

7.3.6 顶棚过热器管排平整度允许偏差为 ± 10 mm,与炉墙间膨胀间隙应符合图样要求。

7.3.7 悬吊式受热面安装时,应以上集箱的中心线标高为基准,管排下端相互间距离允许偏差为 ± 5 mm。

7.3.8 受热面防磨装置应安装固定牢固,接头处膨胀间隙应符合图样要求,且不应有妨碍烟气流通的地方。

7.3.9 炉膛刚性梁的安装不应影响炉膛的自由膨胀。刚性梁与炉膛的固定应牢固,各梁间的间距允许偏差为 ± 2 mm。预留膨胀间隙应符合设计图样要求,且膨胀方向正确。

7.4 循环流化床设备和组件安装

7.4.1 水冷式风室及布风板的安装应与炉膛水冷壁一同进行,钢板式风室设备宜在水冷壁下集箱找正后进行,所有与水冷壁承压部件相连的连接件应在水压试验前完成安装工作。

7.4.2 风帽设备安装前应确保:

- a) 零部件的材质无错用,合金部件标识清晰无误;
- b) 延长度方向偏差不大于 3 mm,弯曲度不大于 1 mm;
- c) 风帽与布风板安装连接牢固,风帽编号与设计图样一致,方向正确;
- d) 风帽顶部至固定面高度偏差和相对高度偏差均不大于 1 mm,任意相邻风帽间距偏差不大于 3 mm。

7.4.3 外置床设备安装前应确保:

- a) 设备的焊缝无漏焊、裂纹、砂眼和持续长度大于 5 mm 的表面连续气孔,且表面连续气孔总长度不超过 50 mm;
- b) 长度偏差不大于 10 mm,弯曲度小于 5 mm,表面平整度偏差不大于 3 mm,对角线偏差不大于 5 mm。

7.4.4 外置床设备组合安装完成后,其检查项目与质量标准见表 16。

表 16 外置床设备组合安装的检查项目与质量标准

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准
1	纵横中心误差	≤ 20
2	标高偏差	± 20
3	壳体垂直度偏差	≤ 5
4	壳体内净空长度偏差	± 5

表 16 外置床设备组合安装的检查项目与质量标准 (续)

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准
5	壳体内净空宽度偏差	±3
6	内表面侧板平整度偏差	≤3

7.4.5 外置床安装完成后宜同炉膛一起进行整体风压试验(或称漏风试验),检查其严密性。

7.4.6 循环流化床正压燃烧区域的炉膛密封焊接完成后,应进行渗透检测,无表面可见缺陷显示。

8 空气预热器

8.1 管式空气预热器的安装

8.1.1 管式空气预热器在安装前应检查管箱外形尺寸和允许偏差是否符合设计图样的要求。

8.1.2 管式空气预热器应检查管子和管板的焊接质量,现场安装的焊缝应进行渗油试验检查其严密性。

8.1.3 管式空气预热器现场组合的检查项目与质量标准见表 17。

表 17 管式空气预热器现场组合检查项目与质量标准

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准
1	管箱组件侧面对角线差	组合件高度 $H \leq 3\ 000$
2		组合件高度 $H > 3\ 000$
3	管板对角线差	15
4	管箱组件垂直度偏差	5
5	两管箱相邻管板标高偏差	±5
6	防磨套管组合	装配紧密、点焊牢固,套管露出管端高度符合设计图样要求
7	焊缝宏观	符合设计图样要求,表面成形良好,无裂纹、咬边、气孔等缺陷

8.1.4 管式空气预热器安装就位前,应对其支撑框架的标高和水平度进行检查,标高允许偏差为 ±10 mm,水平度偏差不大于 3 mm。

8.1.5 管式空气预热器的安装检查项目与质量标准见表 18。

表 18 管式空气预热器安装检查项目与质量标准

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准
1	管箱与锅炉立柱中心线间距偏差	±5
2	管箱垂直度偏差	≤5

表 18 管式空气预热器安装检查项目与质量标准 (续)

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准
3	管箱顶部标高偏差	±15
4	焊缝宏观	符合设计图样要求,表面成形良好,无裂纹、咬边、气孔等缺陷

8.1.6 管式空气预热器的转角箱(连通管)及膨胀补偿器的安装应保证中心对齐,出入口中心线偏差不大于±10 mm。

8.1.7 膨胀补偿器的冷拉装置应符合设计规定,密封板的焊接方向应与介质流向一致。

8.1.8 空气预热器的焊缝应符合设计要求,全部焊缝完成后应做煤油渗漏试验。

8.1.9 空气预热器安装完成后,还应随锅炉进行风压试验,进行密封性检查。

8.2 回转式空气预热器的安装

8.2.1 回转式空气预热器的安装应在基础验收合格后开始。其基础中心线和定子支座中心线偏差不大于±2 mm,定子支座支撑点标高偏差为 -0 mm,水平度偏差小于 2 mm。

8.2.2 回转式空气预热器基础垫铁安装时应放置稳固,接触严密,每处垫铁的总块数不应大于 4 块,且最厚块放置于最下层,较薄块放置于上层,最薄块放置于中间层。

受热面回转式空气预热器转子、定子安装检查项目和质量标准分别见表 19 和表 20。

表 19 受热面回转式空气预热器转子安装检查项目与质量标准

单位为毫米

序号	检查项目		质量标准
1	焊缝宏观		符合设计图样要求,表面成形良好,无裂纹、咬边、气孔等缺陷
2	转子圆度偏差	直径不大于 6 500	≤2
3		直径大于 6 500 且不大于 10 000	≤3
4		直径大于 10 000 且不大于 18 000	≤4
5	主轴与转子垂直度偏差	直径不大于 6 500	≤1
6		直径大于 6 500	≤2
7	转子支撑座与中心线偏差		<2
8	转子支撑座水平度偏差		<0.5
9	转子上端面平整度偏差		≤3
10	转子与外壳的同心度		≤3
11	转子外延与外壳的间隙		均匀

表 20 受热面回转式空气预热器定子安装检查项目与质量标准

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准
1	焊缝宏观	符合设计图样要求,表面成形良好,无裂纹、咬边、气孔等缺陷
2	定子圆度偏差	≤ 2
3	定子端面平整度偏差	≤ 2
4	定子支座与支座基础中心线偏差	< 5
5	定子水平度偏差	≤ 2
6	定子上端面标高偏差	± 3
7	定子垂直度	≤ 2

8.2.3 风罩回转式空气预热器本体及定子安装检查项目与质量标准分别见表 21 和表 22。

表 21 风罩回转式空气预热器的本体安装检查项目与质量标准

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准	
1	焊缝宏观	符合设计图样要求,表面成形良好,无裂纹、咬边、气孔等缺陷	
2	围带径向跳动	≤ 2	
3	围带轴向跳动	≤ 8	
4	上、下风罩同步偏差	≤ 10	
5	颈部密封装置	密封筒径向跳动	≤ 2
6		密封筒与卡环座间隙	间隙均匀,符合设计图样要求
7		耐磨环	活动自如
8	密封调节装置 安装调整	弹簧高度	符合设计图样要求
9		密封框架铸铁板与 定子端面间隙	符合设计图样要求
10		双螺母与支架间隙	符合设计图样要求

表 22 风罩回转式空气预热器的定子安装检查项目与质量标准

单位为毫米

序号	检查项目	质量标准	
1	焊缝宏观	符合设计图样要求,表面成形良好,无裂纹、咬边、气孔等缺陷	
2	定子外壳圆度	直径不大于 6 500	≤ 10
3		直径大于 6 500 且 不大于 10 000	≤ 12
4		直径大于 10 000 且不大于 18 000	≤ 14

表 22 风罩回转式空气预热器的定子安装检查项目与质量标准 (续)

单位为毫米

序号	检查项目		质量标准
5	定子端面 水平度偏差	直径不大于6 500	≤ 3
6		直径大于6 500 且不大于10 000	≤ 4
7		直径大于10 000 且不大于18 000	≤ 5
8	定子端面拼接错边		≤ 0.5
9	同步装置组装		与风罩回转方向一致,球纹接头松紧适合
10	风罩扇形底部平整度		不大于风罩半径的 0.2%,且整个底部不大于 8
11	框架密封装置板整体平整度		≤ 1.5
12	定子支座与支座基础中心线偏差		≤ 5
13	定子上端面标高偏差		± 5
14	定子水平度偏差	传热元件安装前	≤ 2
15		传热元件安装后	≤ 6
16	主轴相对定子垂直度偏差		≤ 2.5

8.2.4 回转式空气预热器安装完成后应进行分部试运,试运过程中应运转平稳、无异常声响、冷却系统能正常投入,各滑动轴承的温度不应超过 65 °C,滚动轴承温度不超过 80 °C,转动部件各方向机械振幅小于 0.1 mm,各电机电流符合设备技术文件要求,密封装置调节性能良好,试运时间符合有关设计技术文件的规定,无规定时不应少于 8 h。

9 锅炉本体管道和锅炉范围内管道

9.1 管道

9.1.1 管道的安装施工应符合管道系统设计图样的要求,其无损检测方法选用的标准应与其连接的锅炉本体一致。

9.1.2 由施工单位现场布置的管道应符合统筹规划、布局合理、沿程阻力最小、有疏水坡度、工艺美观、膨胀自由、不影响通道的原则。

9.1.3 合金钢材料的管子、管件(阀门、变径管、三通)和管道附件在安装前应逐件进行光谱分析复查,确认化学成分后再进行安装。

9.1.4 管道的对接焊缝布置应满足以下要求:

- a) 对接焊缝位于管子直段上;
- b) 对接焊缝中心线至锅筒及集箱外壁、管子弯曲起点、管子支、吊架边缘的距离至少为 100 mm。

9.1.5 管道直段上对接焊缝中心线间的距离(L)应满足以下要求:

- a) 外径小于 159 mm, $L \geq 2$ 倍外径;
- b) 外径不小于 159 mm, $L \geq 300$ mm;
- c) 当锅炉结构难以满足 a)、b)要求时,对接焊缝的热影响区不应重合,并且 $L \geq 50$ mm。

9.1.6 工作压力为 9.8 MPa 及以上的管道,当其公称外径小于 76 mm 时,对接焊缝宜采用全氩弧焊接工艺;工作压力小于 9.8 MPa 时,管道对接焊缝宜采用氩弧焊封底的焊接工艺。

9.1.7 对于 9%~12%Cr 钢管道对接焊缝,在完成最终热处理后,还应按照材质规范、焊接和热处理工艺的不同,分别抽取 5%且不少于 1 道进行硬度和金相组织检测。

9.1.8 取样管、排空气管道安装应符合下列要求:

- a) 坡度不小于 0.2%;
- b) 膨胀自由且不妨碍锅筒、集箱和管系的热膨胀;
- c) 排空气管道引到专门的排空地点;
- d) 不同压力的排污、疏放水不接入同一承压管道;
- e) 在运行中可能形成闭路的疏放水,其压力等级的选取与所连接的管道相同;
- f) 当管道上游设计压力大于 3.8 MPa 时,管道至少设置两只串联的阀门,且其中至少有一只阀门靠近管道引出位置。

9.1.9 管道支吊架应布置合理、结构牢固,既能满足管系荷载的支撑和膨胀需要,又不会因约束不足而造成管系变形和振动。

9.2 管道元件

9.2.1 给水泵出口应设置止回阀和切断阀,应在给水泵和给水切断阀之间装设给水止回阀,并与给水切断阀紧接相连;单元机组省煤器进口可以不装切断阀、止回阀和母管制给水系统,每台锅炉省煤器进口都应装设切断阀和止回阀;铸铁省煤器的出口也应装设切断阀和止回阀。

9.2.2 母管制运行的锅炉范围内管道,其母管上在每两台锅炉之间应装设不少于 2 台具有截止功能的隔离阀。

9.2.3 阀门及其传动装置的安装位置应便于操作和检修,阀门安装时要注意介质流向,不宜反向安装阀门。

9.2.4 阀门执行机构的安装应符合下列要求:

- a) 根据执行机构的特性正确调整行程开关位置,保证阀门能够全行程开关;
- b) 根据设备技术文件规定做过力矩保护试验,当超过规定力矩时,保护能可靠动作。

9.2.5 排污和放水装置的设置与安装应符合下列要求:

- a) 蒸汽锅炉锅筒、立式锅炉的下脚圈和水循环系统的最低处均需装设排污阀;额定工作压力小于 3.8 MPa 的锅炉采用快开式排污阀;排污阀的公称通径为 20 mm~65 mm;
- b) 额定蒸发量大于 1 t/h 的蒸汽锅炉和额定工作压力小于 3.8 MPa、出水温度大于 120 °C 的热水锅炉,排污管上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;
- c) 过热器系统、再热器系统、省煤器系统的最低集箱(或管道)处装设放水阀;
- d) 有过热器的蒸汽锅炉锅筒需装设连续排污装置;
- e) 每台锅炉装设独立的排污管,排污管布置时减少弯头,保证排污畅通且接到安全地点或接至排污膨胀箱(扩容器);
- f) 多台锅炉合用一根排放总管时,采用技术措施防止两台以上的锅炉同时排污;
- g) 锅炉的排污阀、排污管不宜采用螺纹连接。

10 安全附件及仪表

10.1 安全阀

10.1.1 安全阀应垂直安装在锅筒、集箱的最高位置,并应装设有足够截面的排汽管;在安全阀和锅筒

之间或安全阀和集箱之间,不应装设有取用蒸汽或热水的管路和阀门。

10.1.2 安装螺纹连接的弹簧安全阀时,应将其与带有螺纹的短管相连接,而短管与锅筒或集箱筒体的连接应采用焊接连接。

10.1.3 多个安全阀需要安装在同一根与锅筒或集箱相连的管道上时,管道的流通面积不应小于所有安全阀的流通截面积之和。

10.1.4 安全阀上的零部件(如:静重式安全阀的防止重片飞脱装置、弹簧式安全阀的提升把手和防止拧动调整螺钉的装置、杠杆式安全阀防止重锤自行移动的装置以及限制杠杆越出的导架等)应完整安装。

10.1.5 安全阀排汽管路应畅通,并直通至安全地点;排汽管底部应装有接到安全地点的疏水管,省煤器的安全阀应装排水管,在疏水管、排水管上不应装设阀门。排汽管的安装还应满足如下要求:

- a) 排汽管设置独立的支吊架并固定牢固,确保其自身质量和排汽反作用力不传递到安全阀上;排汽管留出热膨胀间隙,确保锅筒、集箱和管道能自由膨胀;
- b) 两个独立的安全阀的排汽管不相连;
- c) 安全阀排汽管上装有消音器时,其结构有足够的流通截面积和可靠的疏水装置;
- d) 露天布置的排汽管加装防护罩时,防护罩的安装不妨碍安全阀的排汽和维修。

10.1.6 热水锅炉的安全阀应装设排水管,排水管应直通安全地点,且有足够的排放流通面积,保证排放畅通。在排水管上不应装设阀门,并应有绝热防冻措施。

10.1.7 热水锅炉上装设有水封安全装置时,可以不再装设安全阀,但水封式安全装置的水封管内径应根据锅炉的额定蒸发量(额定热功率)和额定工作压力确定,且不小于 25 mm。

10.1.8 安全阀安装前应逐个进行严密性试验。采用焊接连接的安全阀,可在焊接完成后随锅炉水压试验一起进行密封性检查。

10.1.9 安全阀在安装完成后应及时校验其整定压力和密封性,其整定压力应符合 GB/T 16507.7 的要求。

10.1.10 安全阀经过校验后,应在可能改变其整定压力的活动部件上加锁或加铅封。

10.1.11 控制式安全阀(含强制排汽阀)应分别进行控制回路可靠性试验和开启性能试验。

10.2 水位测量与示控装置

10.2.1 水位表(直读式)应装在便于观察和操作的地方,其与锅炉的操作平面垂直距离高于 6 m 时,应加装远程水位测量装置和水位电视监视系统。

10.2.2 多压力等级余热锅炉每个压力等级的锅筒应装设两个彼此独立的水位表(直读式)。

10.2.3 锅炉控制室内应至少有两个可靠的远程水位测量装置,其信号应能各自独立地取出。直流蒸汽锅炉启动系统中储水箱和启动(汽水)分离器应装设远程水位测量装置。

10.2.4 水位表(直读式)和锅筒的汽侧连接管应向水位表方向倾斜,水侧连接管应向锅筒方向倾斜,汽水连通管需设置支架时,应独立于锅筒设置,且避免妨碍连通管的热膨胀。

10.2.5 水位表(直读式)汽水连接管应按照图样要求做好绝热处理,其平衡容器应严格按照设计图样的绝热方法做好保温措施,确保其凝结段能够充分冷却。

10.2.6 水位表(直读式)在安装完成后应以锅筒中心线为基准,在水位计上至少标出正常、高、低水位线;其偏差不应大于 1 mm。额定工作压力大于 9.8 MPa 的锅炉水位计安装时,应对由于水位计与锅筒内液体密度差引起的测量误差进行修正。

10.2.7 水位表(直读式)的汽、水连接管上应设置快速关断阀门,当采用电动阀门作为快速关断阀门时,应选用防爆型电动执行装置。额定蒸发量小于 0.5 t/h 的锅炉,水位表与锅筒之间的汽水连接管上可以不装设阀门。

10.2.8 水位表(直读式)玻璃压板及云母片盖板结合面宜采用紫铜垫片密封,密封面应平整严密,必要

时,应进行研磨后安装。直读水位计只进行工作压力水压试验,不参加锅炉本体水压试验。

10.2.9 水位表(直读式)所用云母片、玻璃板、石英玻璃管应符合下列要求:

- a) 云母片透明、平直、均匀,无斑点、皱纹、裂纹、弯曲等缺陷;
- b) 云母片厚度依据水位计工作位置的汽水压力选择,工作压力小于 9.8 MPa 时,总厚度为 0.8 mm~1.0 mm,工作压力不小于 9.8 MPa 时,总厚度一般为 1.2 mm~1.5 mm;
- c) 玻璃板和石英玻璃管的耐压强度和热稳定性符合工作位置的汽水压力的要求,其密封面良好。

10.3 压力测量装置

10.3.1 锅炉的下列部位应装设压力表:

- a) 蒸汽锅炉锅筒的蒸汽空间;
- b) 给水调节阀前;
- c) 省煤器出口;
- d) 过热器出口和主汽阀之间;
- e) 再热器出口、进口;
- f) 直流蒸汽锅炉的启动(汽水)分离器或其出口管道上;
- g) 直流蒸汽锅炉省煤器进口、储水箱和循环泵出口;
- h) 直流蒸汽锅炉蒸发受热面出口截止阀前(若装有截止阀);
- i) 热水锅炉的锅筒上;
- j) 热水锅炉的进水阀出口和出水阀进口;
- k) 热水锅炉循环水泵的出口、进口;
- l) 燃油锅炉、燃煤锅炉的点火油系统的油泵进口(回油)及出口;
- m) 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;
- n) 控制循环锅炉的炉水循环泵进口、出口。

10.3.2 选用的压力表应符合 GB/T 16507.7 中的相关规定。

10.3.3 压力表安装前应进行校验,在刻度盘上应划出指示工作压力的红线,注明下次校验日期。压力表校验后应加铅封。

10.3.4 压力表安装应符合下列要求:

- a) 装设在便于观察和吹洗的位置,且防止受到高温、冰冻和振动的影响;
- b) 锅炉蒸汽空间设置的压力表有存水弯管或其他冷却蒸汽的措施,热水锅炉用的压力表有缓冲弯管,弯管内径不小于 10 mm;
- c) 压力表与弯管之间装有三通阀门,以便吹洗管路、卸换、校验压力表;
- d) 压力表连接管路与其最高允许工作压力和温度相适应,当温度大于 208 °C 时,不使用铜管。

10.3.5 压力表引出部位与监测部位之间垂直距离超过 10 m 时,应采取消除液柱静压力影响的措施。

10.3.6 额定压力大于 3.8 MPa 的锅炉,应在以下部位提供超压报警信号,并且应设置在没有或很少有蒸汽流动的部位:

- a) 锅筒内部设备外侧蒸汽空间的最高点(左、右各一点);
- b) 过热器出口集汽集箱或出口集箱上部(左、右集箱各一点);
- c) 给水调节阀前。

11 燃烧装置

11.1 燃烧装置安装

11.1.1 燃烧装置的安装不应妨碍受热面的自由膨胀,并防止燃烧器喷口将燃料气流直接冲刷受热

面管。

11.1.2 固定在水冷壁上的燃烧装置的滑动吊架应滑动自由,平衡重锤应安装正确并与杠杆固定牢固;重锤在行程范围内与周围设施应保持一定距离;钢丝绳不应中接头,索卡应紧固可靠;外部连接的风道不应妨碍燃烧装置的膨胀和正常位移。

11.1.3 燃烧装置安装位置允许偏差见表 23。

表 23 燃烧装置安装位置允许偏差

序号	检查项目	允许偏差
1	燃烧器喷口标高	±5 mm
2	燃烧器间的距离	±5 mm
3	燃烧器喷口和水冷壁预留孔之间的同心度	5 mm
4	边缘位置燃烧器与锅炉立柱中心线距离	±5 mm
5	直流燃烧器喷口水平角度	0°~0.5°
注:直流燃烧器喷口水平角度为摆动机构处于零位时测量,对于炉膛宽度小于 10 m 的锅炉可为 0°~1°。		

11.1.4 燃烧器配风器的焊缝和结合面应严密不漏,必要时,做渗油试验或风压试验。

11.1.5 燃烧器的调节挡板与轴应固定牢固,轴封处应选择与工作温度相适应的密封材料密封严密;调节挡板操作装置应开关灵活,准确到位;调节挡板操作端上应有挡板开度实际位置的标识,能准确指示挡板实际开度。

11.1.6 摆动式燃烧器与煤粉管道的连接不宜使摆动式燃烧器承受外力。

11.2 旋流燃烧器、扰动式(或带有调整机构的)燃烧装置

旋流燃烧器、扰动式(或带有调整机构的)燃烧装置的安装还应符合下列要求:

- a) 二次风挡板门与风壳间预留有适当的膨胀间隙;
- b) 一、二次风管同心度允许偏差在不带调整机构时不大于 5 mm;带有调整机构时不大于 3 mm;
- c) 一、二次风管的连接处严密不漏;
- d) 旋流方向正确。

11.3 直流燃烧装置

直流燃烧装置的安装还应符合下列要求:

- a) 假想燃烧切圆的切线允许偏差不大于 0.5°;
- b) 喷口与一次风道间隙不大于 5 mm~8 mm;
- c) 喷口与二次风道肋板间间隙不大于 10 mm~15 mm;
- d) 二、三次风口水平度允许偏差不大于 2 mm;
- e) 喷口摆动角度符合设计图样要求,带动角度的刻度指示正确。

11.4 W 型火焰燃烧装置

W 型火焰燃烧装置的安装还应符合下列要求。

- a) 各燃烧器的布置位置及气流旋流方向正确、符合设计图样要求。
- b) 在吊装前和就位后,均检查内外二次风叶片的动作,保证叶片、调节拉杆、手柄均灵活可调,并观察各叶片的位置是否正确,否则,应及时进行调整;在燃烧器安装就位后,充分注意燃烧器二

次风调节套筒的位置按设计图样保持原位,不能偏移,保证二次风调节套筒上的滚轮与导轨良好接触,运动轨迹上不受阻。内护板完全密封;铺设保温前,保证内护板平直,保温层通过抓钉与内护板固定牢靠;燃烧器与风箱连接处两圆盘之间的空间在安装过程中用保温材料填实均匀,不留空间死角。在装配风箱外护板时,随时填实保温层的空隙。

- c) W型火焰锅炉燃烧器安装允许偏差见表24。

表 24 W型火焰锅炉燃烧器安装允许偏差

单位为毫米

序号	检查项目	允许偏差
1	纵横中心误差	≤ 20
2	标高偏差	± 20
3	壳体垂直度偏差	≤ 5
4	内表面侧板平整度偏差	≤ 3
5	壳体内净空长度偏差	± 5
6	壳体内净空宽度偏差	± 3

11.5 流化床燃烧装置

流化床燃烧装置安装还应符合下列要求。

- a) 风帽安装前进行设备清点、检查,进行材质复查并逐件编号,标识清晰。检查项目及 requirements 见表25。

表 25 风帽检查项目及 requirements

单位为毫米

序号	检查项目	允许偏差
1	 零件材质	无错用,合金部件作光谱分析并在明显处作标识
2	外观	无严重锈蚀、损伤、变形
3	长度偏差	≤ 3
4	弯曲度	≤ 1

- b) 炉内浇筑料施工前,做好防止浇筑施工污染、堵塞风帽出风口的防护措施。炉内浇筑料施工完后,及时清除风帽出风口堵塞物,保证每个风帽出风口畅通。风帽安装后与布风板连接牢固,布风板现场组装平整度以及布风板与两侧水冷壁的密封焊接质量符合设计图样的要求。风帽安装的允许偏差符合表26。

表 26 风帽安装允许偏差

单位为毫米

序号	检查项目	允许偏差
1	风帽布置	部件编号与设计图样相符,安装方向正确

表 26 风帽安装允许偏差 (续)

单位为毫米

序号	检查项目	允许偏差
2	风帽顶部至固定面高度偏差	±1
3	标高相对偏差	±1
4	垂直度偏差	≤1
5	间距偏差	±3

- c) 安装后,逐个检查风帽规格、安装角度和出风口方向与图样是否一致,其两侧是否满焊。
- d) 复查燃烧器预留孔的位置、防磨套管内部耐磨料尺寸,控制好防磨套管安装位置和角度,使其符合设计图样的要求。
- e) 复查点火油枪安装预留孔位置,控制好油枪的安装角度使其符合设计图样的要求。
- f) 落煤装置与墙体接触处采用柔性耐火材料密封严实。

11.6 燃油燃烧装置

燃油燃烧装置的安装符合下列要求:

- a) 油枪一般宜平直置于燃烧器内,确保枪内剩余燃油能自然流向炉内,油枪宜用无缝管子制造,其内部保持畅通;
- b) 油枪喷嘴和雾化片清洗干净,光洁无损伤,装配次序和方向正确,喷油孔畅通,重新装配后不渗漏;
- c) 油枪与配风器保持同心,喷嘴与旋流扩散器的距离和旋流方向符合设计图样的规定;
- d) 油枪内的连接处(特别是带有回油装置的结合面)密封良好,无渗漏;
- e) 油枪推进机构操作灵活,无卡涩;
- f) 高能点火装置安装位置严格按设计图样施工。

11.7 大风箱燃烧装置

大风箱燃烧装置的安装还应符合下列要求:

- a) 一、二次风的滑动风门预留热膨胀间隙,保证在运行中操作灵活;
- b) 电气引燃的电极操作装置不卡涩;
- c) 点火用的可燃气体系统进行气密性试验,以保证系统严密不漏。

11.8 炉排装置

层燃锅炉的炉排安装质量要求可参照附录 A 进行。

12 辅助装置

12.1 蒸汽吹灰器及其管道系统的安装

- 12.1.1 蒸汽吹灰器安装位置与设计位置的允许偏差为±5 mm。
- 12.1.2 蒸汽吹灰器吹灰管全长的水平度应满足运行中系统疏水的要求。
- 12.1.3 蒸汽吹灰器的吹灰管应处在吹灰孔的中心。

12.1.4 蒸汽吹灰器管道应有不小于 2% 的疏水坡度,系统无沉积冷凝水的位置,凝结水通过疏水阀及时排出。

12.1.5 蒸汽吹灰器管道应满足系统和锅炉本体热膨胀的要求,且不应给蒸汽吹灰器本体施加附加应力。

12.1.6 蒸汽吹灰系统安装完成后,应进行蒸汽吹扫或水冲洗,减压阀、安全阀应经过校验。

12.2 风机与泵类的安装

12.2.1 风机的安装应符合设计图样的要求。

12.2.2 风机的进出口蝶阀的打开方向应是气流方向的顺流方向。

12.2.3 风机的进出口伸缩节的安装方向应符合烟风管道的膨胀方向。

12.2.4 风机的进出口风门应有明显的开度指示,并与实际开度一致;开关装置应能防止风门受自身重力影响或振动原因发生异常关闭。

12.2.5 泵的安装应符合设计图样的要求。

12.2.6 泵系统阀门型式、数量应符合设计图样要求。

13 平台、扶梯、栏杆

13.1 平台、扶梯、栏杆的安装应符合 GB 50205 的有关要求。

13.2 平台、扶梯、栏杆的安装不应影响锅炉本体以及附件的膨胀。

13.3 采用悬吊式结构的平台、扶梯应采取可靠措施,防止晃动。

14 水压试验

14.1 锅炉安装过程中,受压元件单件和组合件水压试验以及锅炉整体水压试验应符合 GB/T 16507.6 的要求。

14.2 锅炉受压元件应在无损检测和热处理完成后进行水压试验,水压试验时应有可靠的安全防护设施。

14.3 当环境温度低于制造单位提供的受压元件锻件韧脆转变温度(FATT50)时,应采取技术保护措施,并保证该受压元件锻件在水压试验时的温度高于其韧脆转变温度(FATT50)3℃~5℃以上,或按照制造单位的规定控制锅炉水压试验温度。

14.4 锅炉整体水压试验时,试验压力允许的压力降应符合表 27 的规定。

表 27 锅炉整体水压试验时试验压力允许压降

单位为兆帕

锅炉类别	允许压降(Δp)
额定工作压力不小于 9.8 MPa 的锅炉	≤ 0.60
额定工作压力不小于 3.8 MPa 但小于 9.8 MPa 的锅炉	≤ 0.40
额定工作压力大于 0.8 MPa 但小于 3.8 MPa,额定蒸发量大于 20 t/h 的蒸汽锅炉; 额定热功率大于 14 MW 且出水温度不小于 120℃ 的热水锅炉	≤ 0.15
额定工作压力大于 0.8 MPa 但小于 3.8 MPa,额定蒸发量不大于 20 t/h 的蒸汽锅炉; 额定热功率不大于 14 MW 且出水温度不小于 120℃ 的热水锅炉	≤ 0.10
其他类别锅炉	≤ 0.05

14.5 额定工作压力不小于 16.7 MPa 的锅炉的主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道、低温再热蒸汽管道安装焊缝经过 100% 射线或超声无损检测合格,且施工现场不具备水压试验条件时,可以不进行水压试验。

14.6 水压试验临时管路应固定牢固,稳定可靠。临时管路用管子与封堵用端盖(堵头)的强度应经强度校核计算,复核其所在系统的强度要求,计算方法按照 GB/T 16507.4 执行。主蒸汽管道和再热蒸汽管道水压试验时,采用临时封堵措施宜选用制造单位提供的水压试验堵阀或专用临时封堵装置。

14.7 与锅炉直接相连的压力、水位、流量等测量装置一次元件及连接管路应随锅炉一起进行水压试验,但云母水位计(包括玻璃管水位计)可随锅炉进行工作压力试验,试验时间不应少于 4 h。

15 炉墙砌筑、浇注与保温

15.1 炉墙砌筑

炉墙砌筑应符合设计图样与相关设计技术文件或 GB 50273 的相关要求。

15.2 耐火料的浇注

15.2.1 耐火浇注料的品种和配合比应符合设计要求,耐火浇注料在现场浇注前应制作试块,按国家现行标准的有关规定进行试验,合格后进行施工。浇注体表面不应有剥落、裂缝和孔洞等缺陷。

15.2.2 耐火浇注料在现场浇注时,对每一种牌号或配合比,应以每 20 m³ 为一批留试块进行检验,不足 20 m³ 也作一批检验,采用同一牌号或配合比进行多次施工时,每次施工均应留试块检验。检验项目和要求一般按 DL/T 777 执行,当耐火浇注料还有耐磨性能要求时,还可按 DL/T 902 进行。

15.2.3 埋设在耐火浇注料内的钢筋、管子、钢构件等的表面不应有污垢,在浇注前应在其表面涂刷沥青或包裹沥青纸、牛皮纸等。

15.2.4 锅炉砌筑及耐火浇注料施工时,工作地点和砌体周围温度均不应低于 5 ℃。

15.2.5 黏土结合耐火浇注料、水玻璃耐火浇注料、磷酸盐耐火浇注料施工温度不宜低于 10 ℃,必要时,调制耐火浇注料用水可以进行加热,硅酸盐水泥耐火浇注料的水温不应超过 60 ℃;高铝水泥耐火浇注料的水温不应超过 30 ℃。不应对水泥直接加热。耐火浇注料施工过程中不应另加促凝剂。

15.3 保温

15.3.1 保温层施工应在金属烟道、风管、管道等被保温处的强度试验或严密性试验合格后进行。

15.3.2 保温层的形式、伸缩缝的位置及保温材料的强度、密度、导热系数、品种规格均应符合设计要求。

15.3.3 保温层施工前,应清除锅筒、集箱、金属烟道、风管、管道等被保温处表面的油污和铁锈,并按设计规定涂刷耐腐蚀涂料。

15.3.4 保温材料采用成型制品时,捆扎应牢固,接缝应错开,里外层压缝,嵌缝应饱满;当采用胶泥状材料时,应涂抹密实,圆弧均匀,厚度一致,表面平整。当保护层采用卷材时,应紧贴表面,不应折皱和开裂;采用抹面时,应平整光滑,棱角整齐,不应有显著裂缝;采用铁皮、铝皮包裹时,应压边搭接。

15.3.5 保温层施工时,阀门、法兰盘、人孔及其他可折件的边缘应留出空隙,保温层断面应封闭严密;支托架处的保温层不应影响活动面的自由伸缩。

16 化学清洗、冲洗和吹洗

16.1 化学清洗

16.1.1 锅炉在正式投入运行前(电站锅炉在启动点火前)应进行化学清洗,额定工作压力小于 3.8 MPa

的锅炉(腐蚀严重者除外)不进行酸洗时应进行碱煮。

16.1.2 锅炉本体进行化学清洗前,应将不参加清洗的设备(包括脉冲式安全阀、压力测量装置、水位测量装置、流量测量装置、水汽取样一次门后管道及取样门、排气及疏放水一次门后管道等)进行可靠隔离。对于无法隔离的固定在设备上的阀门,应采取有效防范措施,确保在化学清洗过程中不受到损伤。

16.1.3 化学清洗结束后,检查锅筒、水冷壁下集箱内部、监视管段,应达到以下要求:

- a) 内表面清洁,基本上无残留氧化物和焊渣;
- b) 不出现二次浮锈,无点蚀、无明显金属粗晶析出的过洗现象;
- c) 无镀铜现象,并形成完整的钝化保护膜。

16.1.4 化学清洗结束后,检查腐蚀指示片平均腐蚀速度应小于 $10 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

16.1.5 锅炉采用碱煮时,药液不应进入过热器;煮 24 h 后,从下部各排污点轮流排污换水直至水质达到试运标准为止,宜采用大容量高流速水进行冲洗,避免死角区域异物集聚。

16.1.6 锅炉碱煮结束后,检查锅筒和水冷壁下集箱、省煤器下集箱等低点内部,彻底清除内部附着物和残渣。

16.2 冲洗和吹洗

16.2.1 锅炉热力系统应进行冷态水冲洗和热态水冲洗;锅炉范围内的管道应进行吹洗。锅炉给水、减温水管道在投入供水前应进行管道冲洗,清除管道内的杂物和锈垢。

16.2.2 下列设备一般不参加减温水管道的冲洗:

- a) 表面式减温器;
- b) 混合式减温器;
- c) 自凝减温水的冷凝器。

16.2.3 冲洗用水宜采用除盐水或软化水,冲洗水量应大于正常运行时的最大水量,出水澄清、出口水质和进口水质相接近时为合格。

16.2.4 锅炉过热器、再热器及其连接管道、主蒸汽管道、再热蒸汽管道在投入供汽前应进行吹洗,清除内部的杂物和锈垢。

16.2.5 参加管道冲洗和吹洗工作用的临时管道的焊接应由合格焊工施焊,靶板前的焊缝应采用氩弧焊工艺。

16.2.6 锅炉过热器、再热器及其蒸汽管道系统吹洗时,所用临时管道的截面积应不小于被吹洗管道的截面积,临时管道的布置应减少沿程阻力。

16.2.7 锅炉吹洗管路应布置、固定合理,排汽口不应朝向人行通道和设备设施,并有可靠的隔离措施。

16.2.8 稳压吹洗过程中,蒸汽压力达到选定的吹洗参数时,吹管临时控制门应全开。

16.2.9 被吹洗系统各处的吹管系数应大于 1,按照公式(2)进行计算:

$$\lambda = \frac{Q^2 \times C}{Q_r^2 \times C_r} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- λ ——吹管系数;
- Q ——吹管蒸汽流量,单位为吨每小时(t/h);
- C ——吹管时蒸汽比容,单位为千克每立方米(kg/m^3);
- Q_r ——额定负荷流量,单位为吨每小时(t/h);
- C_r ——额定符合时蒸汽比容,单位为千克每立方米(kg/m^3)。

16.2.10 锅筒锅炉吹洗时的压力下降值应控制在饱和温度下降值不大于 $42 \text{ }^\circ\text{C}$ 的范围内。

16.2.11 吹洗过程中,至少应有两次停炉冷却(时间 12 h 以上),冷却过热器、再热器及其管道,以提高吹洗效果。

16.2.12 再热锅炉蒸汽吹洗时,可采取一、二次系统串联不分阶段进行吹洗的方法,但应在过热器出口的临时管道上装设集粒器(垃圾收集器),集粒器的强度应满足蒸汽参数的要求且阻力小于 0.1 MPa。

16.2.13 额定蒸发量不小于 670 t/h 的锅炉和管道蒸汽吹洗时,宜在排汽口处加装消声器。

16.2.14 在过热器和再热器出口的临时排汽管内(或排汽口处)装设靶板时,靶板可用铝板制成,其宽度约为排汽管内径的 8%,长度纵贯管子内径。

16.2.15 吹洗的合格标准:在保证吹管系数前提下,连续两次更换靶板检查,靶板上冲击斑痕粒度不大于 0.8 mm,且斑痕不多于 8 点。

16.2.16 锅炉冲洗和吹洗结束后,额定工作压力不小于 22.1 MPa 的锅炉宜按制造单位的要求进行割管检查,额定工作压力小于 22.1 MPa 的锅炉也宜进行割管检查,检查发现的异物应彻底清理。

16.2.17 缓装的调节阀、流量测量装置等设备在切割管道和安装时,应有防止异物进入系统的可靠措施。

17 调试

17.1 锅炉的调试工作一般按照单体调试、分系统调试、分部试运和整套启动试运的顺序进行。

17.2 锅炉安装后的调试一般包括制粉系统调整试验、空气动力场试验、燃烧系统调整试验和锅炉满负荷试运等。

17.3 锅炉首次启动时,下列自动控制设备和保护装置应经过调试并且投入运行:

- a) 全部远程操作系统;
- b) 数据采集系统;
- c) 炉膛安全监控系统;
- d) 相关辅机的子功能组和联锁;
- e) 主辅设备联锁和保护系统。

17.4 锅炉启动过程中应缓慢升温升压,并符合制造单位提供的启动曲线的要求,启动过程中要监视各部分的膨胀值在设计范围内。

17.5 整套试运完成后,应及时进行锅炉性能试验。

18 质量验收

18.1 施工单位在工程项目施工完毕经自检合格后方可进行质量验收,安装质量验收一般由业主单位(使用单位)组织进行,并且符合以下要求:

- a) 300 MW 及以上机组电站锅炉要经过 168 h 整套连续满负荷试运行,各项安全指标均达到安全技术规程和 DL/T 852 的要求,并且水汽质量符合 GB/T 12145 的要求;
- b) 300 MW 以下机组电站锅炉经过 72 h 整套连续满负荷试运行后,对各项设备做一次全面检查,缺陷处理合格后再次启动,经过 24 h 整套连续满负荷试运行无缺陷,各项安全指标均达到安全技术规程和 DL/T 852 的要求并且水汽质量符合 GB/T 12145 的要求。

18.2 锅炉安装工程质量检验项目发生不合格时,应进行记录并整改处理。整改处理后的质量检查和验收应符合下列规定:

- a) 经返工重做或更换器具、设备的检验项目,重新进行验收;
- b) 经返修处理的检验项目,能满足安全使用要求,可按技术处理方案和协商文件进行验收。

18.3 因设计或设备制造原因造成的质量问题,应由设计或设备制造单位提出整改意见。

18.4 锅炉安装完成后,安装及调试单位应在锅炉机组试运完成前向使用单位移交安装、调试资料。

18.5 锅炉安装资料至少应包括:

- a) 锅炉技术文件清查记录(包括设计修改的有关文件);
- b) 设备缺损件清单及修复记录;
- c) 基础检查记录;
- d) 钢架安装记录;
- e) 锅炉本体受热面管子通球试验记录;
- f) 锅筒、集箱、省煤器、过热器、再热器及空气预热器安装记录;
- g) 受热面、管道的焊接和热处理、无损检测记录;
- h) 水压试验记录及签证;
- i) 锅筒封闭检查记录;
- j) 燃烧装置安装检查记录;
- k) 炉墙、保温施工记录;
- l) 锅炉冲洗及化学清洗记录;
- m) 风压试验记录;
- n) 锅炉安装质量验收报告;
- o) 风机及泵类安装记录。

18.6 锅炉调试资料至少应包括:

- a) 单体调试报告;
- b) 锅炉炉膛空气动力场试验报告(限额定工作压力不小于 3.8 MPa 的电站锅炉);
- c) 锅炉燃烧试验调整记录及报告;
- d) 锅炉热效率试验记录及报告(限电站锅炉以外的锅炉);
- e) 锅炉安全阀调整试验记录及校验报告;
- f) 锅炉联锁及安全保护装置试验报告;
- g) 锅炉带负荷连续试运行记录及签证。

19 运行

19.1 锅炉正式投入运行前,锅炉使用单位应根据调试结果制定现场运行规程。运行规程至少应包括以下内容:

- a) 主设备和附属设备的规范;
- b) 启动、运行调整和停炉的操作程序和要求;
- c) 各主要控制参数的限值;
- d) 自动控制与联锁保护的定值;
- e) 常见故障现象和处理方法;
- f) 日常巡查周期和巡查内容;
- g) 定期试验项目内容和时间;
- h) 给水和蒸汽系统、燃料与燃烧系统、烟风系统图册;
- i) 额定工作压力不小于 9.8 MPa 的锅炉的热膨胀系统图。

19.2 锅炉使用单位应制定锅炉事故应急预案,至少应包括风险描述、应急组织、预防与预警、事故报告和信息发布、应急响应与处置、事故结束和恢复使用、事故调查以及保障措施等内容。

19.3 锅炉运行操作人员在锅炉运行前应做好各种检查,应按照规定程序启动和运行,不应任意提高运行参数,在运行中进行压火操作时,应保证压火后锅水温度、压力不回升和锅炉不缺水。

19.4 室燃锅炉燃烧调整应坚持增加负荷时,先增加风后增加燃料;减少负荷时,先减少燃料后减风的原则,层燃锅炉则是在增加出力时先增加燃料后增加风;降低出力时,先减少燃料后减风。

19.5 当锅炉运行中发生受压元件泄漏、炉膛严重结焦、液态排渣锅炉无法排渣、锅炉尾部烟道严重堵灰、炉墙烧红、受热面金属严重超温、汽水质量严重恶化等情况时,应停止运行。

19.6 工业锅炉的水质应符合 GB/T 1576 的要求,电站锅炉的水汽质量应符合 GB/T 12145 的规定。

19.7 锅炉使用单位应根据锅水水质确定排污方式及排污量,并按照水质变化进行调整。蒸汽锅炉定期排污时,宜在低负荷时进行。

19.8 非发电用的蒸汽锅炉运行中如有下列情况之一的,应立即停炉:

- a) 锅炉水位低于水位表最低可见边缘;
- b) 不断加大给水及采取其他措施,但水位仍继续下降;
- c) 锅炉满水,水位超过最高可见水位,经过放水仍不能见到水位;
- d) 给水泵全部失效或给水系统故障,不能向锅炉给水;
- e) 水位表、安全阀或设置在汽空间的压力表全部失效;
- f) 锅炉元件受损坏,危及人身安全;
- g) 燃烧设备损坏、炉墙倒塌或锅炉构架被烧红等严重威胁锅炉安全运行;
- h) 危及锅炉安全运行的其他异常情况。

19.9 电站锅炉运行中如有下列情况之一的,应立即停止向炉膛送入燃料:

- a) 锅炉严重缺水;
- b) 锅炉严重满水;
- c) 直流锅炉断水;
- d) 锅水循环泵发生故障,不能保证锅炉安全运行;
- e) 水位装置失效,无法监视水位;
- f) 主蒸汽管、再热蒸汽管、主给水管和锅炉范围内连接导管爆破;
- g) 再热器蒸汽中断(制造单位有规定者除外);
- h) 炉膛熄火;
- i) 燃油(气)锅炉油(气)压力严重下降;
- j) 安全阀全部失效或锅炉超压;
- k) 热工仪表、控制电(气)源中断,无法监视、调整主要运行参数;
- l) 严重危及人身和设备安全以及制造单位有特殊规定的其他情况。

19.10 热水锅炉运行中如有下列情况之一的,应立即停止运行:

- a) 因循环不良导致锅水汽化,或锅炉出水温度上升到与出口压力下饱和温度的差小于 20 °C;
- b) 出水温度迅速上升并已失去控制;
- c) 循环水泵或补给水泵全部失效;
- d) 压力表或安全阀全部失效;
- e) 补给水泵不断向锅炉补水,锅炉压力仍继续下降;
- f) 锅炉受压元件损坏,危及人身安全;
- g) 燃烧设备损坏,炉墙倒塌或锅炉构架被烧红等严重威胁锅炉安全运行;
- h) 危及锅炉安全运行的其他异常情况。

附录 A

(资料性)

层燃锅炉的炉排安装允许偏差

层燃锅炉的炉排安装允许偏差参见表 A.1。

表 A.1 炉排安装允许偏差

单位为毫米

序号	检查项目		质量标准
1	中心线位置		≤ 2
2	左右侧支架墙板对应点高度		± 5
3	两墙板顶部平面相对高度		$\leq 5^a$
4	墙板顶面的纵向水平度		\leq 墙板顶面的纵向长度的 0.1%, 且 ≤ 5
5	墙板框的纵向位置		≤ 8
6	墙板的垂直度		≤ 3
7	墙板间对角线 长度之差 ^b	$\leq 5\ 000$	≤ 4
		$> 5\ 000$	≤ 8
8	墙板间距离	$\leq 5\ 000$	+3 0
		$> 5\ 000$	+5 0
9	前、后轴水平度		\leq 轴长度的 0.1%, 且 ≤ 5
10	各轨道平面度		≤ 5
11	相邻两轨道间距		± 2
12	鳞片式炉排	相邻轨道上表面高度	≤ 2
		任意轨道上表面高度	≤ 3
13	链带式炉排支架上摩擦板工作面平面度		≤ 3
14	横梁式炉排	各横梁之间高度	≤ 2
		上下导轨中心线	≤ 1
15	各链条长度		≤ 8
16	边部炉排与墙板间隙		足够膨胀间隙, 并符合图样要求
17	给料门闸板与炉排上表面距离		≤ 10
^a 往复炉排为 3。 ^b 往复炉排不应大于 5。			

参 考 文 献

- [1] TSG 11 锅炉安全技术规程
 - [2] TSG 91 锅炉节能环保技术规程
-

