

前 言

本标准是根据住房和城乡建设部《关于印发 2016 年度工程建设国家标准规范制订、修订计划的通知》(建标函〔2015〕274 号)的要求,由中国机械工业建设集团有限公司会同有关单位共同编制而成。

本标准在修订过程中,修订组进行了广泛的调查研究,总结了近年来锅炉安装的实践经验,开展了专题研究,参考了大量文献和工程资料,广泛征求了全国有关单位和专家的意见,经过反复讨论、修改完善,最后经审核定稿。

本标准的主要技术内容有:总则,基础复检和放线,钢架,锅筒、集箱和受热面管,压力试验,取源部件、仪表、阀门、吹灰器和辅助装置,燃烧设备,炉墙砌筑和绝热层,漏风试验、烘炉、煮炉、严密性试验和试运行,工程验收。

本次修订的主要技术内容是:

1. 修订了蒸汽锅炉、热水锅炉、有机热载体炉无损检测比例。
2. 对无损检测的结果不合格时的复检范围进行了修订。
3. 修订了水压试验时在试验压力保压期间的允许压力下降值。
4. 增加了用煤粉、油或气体作燃料的锅炉安全点火、熄火安全时间规定。
5. 对热水锅炉的安全阀整定压力进行了修订。
6. 增加了燃烧器的安装要求。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性内容,必须严格执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国机械工业联合会负责日常管理,由中国机械工业建设集

团有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议,请寄送国家机械工业安装工程标准定额站(地址:北京西城区三里河路南5巷5号,邮编:100045,电子邮箱:jxdez@sino-const.com.cn)。

本标准组织单位:中国机械工业勘察设计协会

本标准主编单位:中国机械工业建设集团有限公司

本标准参编单位:中国机械工业第一建设有限公司

中国机械工业第二建设工程有限公司

中国机械工业第四建设工程有限公司

中国三安建设集团有限公司

中国机械工业第五建设有限公司

中国机械工业机械工程有限公司

德阳安装技师学院

上海工业锅炉研究所

本标准主要起草人员:王丽鹃 关 洁 杜正义 薛 韬

占 元 彭勇毅 高 杰 李功福

刘绪龙 杜世民 徐 辉 王 鑫

罗 宾

本标准主要审查人员:苗庆敏 毛文祥 张广志 孟庆礼

李丽红 王 毅 孙翌旭 温玉宏

靳少平 张金河

目 次

1	总 则	(1)
2	基础复检和放线	(2)
3	钢 架	(4)
4	锅筒、集箱和受热面管	(8)
4.1	锅筒、集箱	(8)
4.2	受热面管	(10)
4.3	受压元件焊接	(14)
4.4	省煤器、过热器及钢管式空气预热器	(17)
5	压力试验	(20)
6	取源部件、仪表、阀门、吹灰器和辅助装置	(24)
6.1	取源部件	(24)
6.2	仪表	(26)
6.3	阀门、吹灰器和辅助装置	(29)
7	燃烧设备	(32)
7.1	炉排	(32)
7.2	抛煤机	(35)
7.3	燃烧器	(36)
8	炉墙砌筑和绝热层	(38)
8.1	炉墙砌筑	(38)
8.2	绝热层	(39)
9	漏风试验、烘炉、煮炉、严密性试验和试运行	(40)
9.1	漏风试验	(40)
9.2	烘炉	(41)
9.3	煮炉	(43)

9.4 严密性试验和试运行	(44)
10 工程验收	(46)
本标准用词说明	(48)
引用标准名录	(49)

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

Contents

1	General provisions	(1)
2	Foundation recheck and surveying	(2)
3	Steel racks	(4)
4	Drum, header and tubes on heated side	(8)
4.1	Drum and header	(8)
4.2	Tubes on heated side	(10)
4.3	Welding of pressure components	(14)
4.4	Economizer, superheater and air preheating piping	(17)
5	Pressure test	(20)
6	Tap, instrumentation, valves, soot blower and auxiliaries	(24)
6.1	Tap	(24)
6.2	Instrumentation	(26)
6.3	Valves, soot blower and auxiliaries	(29)
7	Burning equipment	(32)
7.1	Stoker	(32)
7.2	Spreader	(35)
7.3	Burner	(36)
8	Furnace wall building and insulation	(38)
8.1	Furnace wall building	(38)
8.2	Insulation	(39)
9	Air leakage test, furnace drying, boiling out, tightness test and test run	(40)
9.1	Air leakage test	(40)

9.2	Furnace drying	(41)
9.3	Boiling out	(43)
9.4	Tightness test and test run	(44)
10	Acceptance	(46)
	Explanation of wording in this standard	(48)
	List of quoted standards	(49)

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

1 总 则

1.0.1 为了提高锅炉安装工程的施工水平,促进技术进步,确保工程质量和安全,提高经济效益,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于工业、民用、区域供热额定工作压力小于或等于 3.82MPa 的固定式蒸汽锅炉,额定出水压力大于 0.1MPa 的固定式热水锅炉和有机热载体炉安装工程的施工及验收。不适用于铸铁锅炉、交通运输车用和船用锅炉、核能锅炉、电站锅炉安装工程的施工及验收。

1.0.3 锅炉未办理工程验收手续,严禁投入使用。

1.0.4 在锅炉安装前和安装过程中,当发现受压部件存在影响安全使用的质量问题时,必须停止安装,并报告建设单位。

1.0.5 锅炉安装工程施工及验收除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 基础复检和放线

2.0.1 锅炉及其辅助设备就位前,其基础位置和尺寸应按表 2.0.1 的规定进行复检。

表 2.0.1 锅炉及其辅助设备基础位置和尺寸的允许偏差(mm)

复检项目		允许偏差
纵轴线和横轴线的坐标位置		20
不同平面的标高		0 -20
立柱基础面上的预埋钢板和 锅炉各部件基础平面的水平度	每米	5
	全长	10
平面外形尺寸		±20
凸台上平面外形尺寸		0 -20
凹穴尺寸		+20 0
预留地脚螺栓孔	中心线位置	10
	深度	+20 0
	孔壁垂直度	10
预埋地脚螺栓	顶端标高	+20 0
	中心距	±2

2.0.2 锅炉安装前,应划定纵向、横向安装基准线和标高基准点。

2.0.3 锅炉基础放线,应符合下列规定:

- 1 纵向和横向中心线,应互相垂直;
- 2 相应两立柱定位中心线的间距允许偏差应为 $\pm 2\text{mm}$;
- 3 各组对称四根立柱定位中心点的两对角线长度之差不应

大于 5mm 。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

3 钢 架

3.0.1 钢架安装前,应按施工图样清点构件数量,并应对立柱、梁、框架等主要构件的长度和直线度按表 3.0.1 的规定进行复检。

表 3.0.1 钢架主要构件长度和直线度的允许偏差(mm)

构件的复检项目		允许偏差
立柱的长度(m)	≤ 8	0 -4
	> 8	+2 -6
梁的长度(m)	≤ 1	0 -4
	$> 1 \sim 3$	0 -6
	$> 3 \sim 5$	0 -8
	> 5	0 -10
立柱、梁的直线度		长度的 1%,且不应大于 10
框架长度(m)	≤ 1	0 -6
	$> 1 \sim 3$	0 -8
	$> 3 \sim 5$	0 -10
	> 5	0 -12

续表 3.0.1

构件的复检项目		允许偏差
拉条、支柱长度(m)	≤ 5	0 -3
	$> 5 \sim 10$	0 -4
	$> 10 \sim 15$	0 -6
	> 15	0 -8

注：框架包括护板框架、顶护板框架或其他矩形框架。

3.0.2 安装钢架时,宜根据立柱上托架和柱头的标高在立柱上确定并划出 1m 标高线。找正立柱时,应根据锅炉房运转层上的标高基准线,测定各立柱上的 1m 标高线。立柱上的 1m 标高线应作为安装锅炉各部组件、元件检测时的基准标高。

3.0.3 钢架安装的允许偏差及其检测位置,应符合表 3.0.3 的规定。

表 3.0.3 钢架安装的允许偏差及其检测位置

检测项目	允许偏差(mm)	检测位置
各立柱的位置	± 5	—
任意两立柱间的距离	间距的 1%,且不大于 10	—
立柱上的 1m 标高线与标高基准点的高度差	± 2	以支承锅炉的任一根立柱作为基准,然后测定其他立柱
各立柱相互间标高之差	3	—
立柱的铅垂度	高度的 1%,且不大于 10	—

续表 3.0.3

检测项目		允许偏差(mm)	检测位置
各立柱相应两对角线的长度之差		长度的 1.5‰,且不大于 15	在柱脚 1m 标高和柱顶处测量
两立柱间在铅垂面内两对角线的长度之差		长度的 1‰,且不大于 10	在立柱的两端测量
支承锅筒的梁的标高		0 -5	—
支承锅筒的梁的水平度		长度的 1‰,且不大于 3	—
其他梁的标高		±5	—
框架 两对 角线 长度	框架边长小于或等于 2500mm	≤5	在框架的同一标高处或 框架两端处测量
	框架边长大于 2500mm 且小于或等于 5000mm	≤8	
	框架边长大于 5000mm	≤10	

3.0.4 当柱脚底板与基础表面之间有灌浆层时,灌浆层厚度不宜小于 50mm。

3.0.5 找正立柱后,应将柱脚固定在基础上。与预埋钢筋焊接固定时,应将钢筋弯曲并紧靠在柱脚上,其焊缝长度应为预埋钢筋直径的 6 倍~8 倍。

3.0.6 平台、撑架、扶梯、栏杆、柱和挡脚板等应在安装平直后,焊接牢固。栏杆、柱的间距应均匀,其接头焊缝处表面应光滑。平台板、扶梯、踏脚板应可靠防滑。

3.0.7 扶梯的长度不得任意割短、接长,扶梯斜度和扶梯的上、下

踏脚板与连接平台的间距不得任意改变。

3.0.8 在平台、扶梯、撑架等构件上,不得任意切割孔洞。当需要切割时,切割后应进行加固。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

4 锅筒、集箱和受热面管

4.1 锅筒、集箱

4.1.1 吊装前,应对锅筒、集箱进行检查,并应符合下列规定:

1 锅筒、集箱表面和焊接短管应无机械损伤,各焊缝及其热影响区表面应无裂纹、未熔合、夹渣、弧坑和气孔等缺陷;

2 锅筒、集箱两端水平和垂直中心线的标记位置应正确,当需要调整时,应根据其管孔中心线重新标定或调整;

3 胀接管孔壁的表面粗糙度不应大于 $12.5\mu\text{m}$,且不应有凹痕、边缘毛刺和纵向刻痕;管孔的环向或螺旋形刻痕深度不应大于 0.5mm ,宽度不应大于 1mm ,刻痕至管孔边缘的距离不应小于 4mm ;

4 胀接管孔的允许偏差,应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 胀接管孔的允许偏差(mm)

管孔直径	φ2.3	38.3	42.3	51.3	57.5	60.5	64.0	70.5	76.5	83.6	89.6
允许偏差	直径	+0.28			+0.34		+0.40		+0.46		
		0			0		0		0		
	圆度	0.14			0.15						0.19
圆柱度	0.14			0.15						0.19	

4.1.2 锅筒应在钢架安装找正并固定后起吊就位。不是由钢架直接支持的锅筒,应安设牢固的临时性搁架。临时性搁架应在锅炉水压试验灌水前拆除。

4.1.3 锅筒、集箱就位找正时,应根据纵向和横向安装基准线以及标高基准线对锅筒、集箱中心线进行检测(图 4.1.3),安装的允许偏差应符合表 4.1.3 的规定。

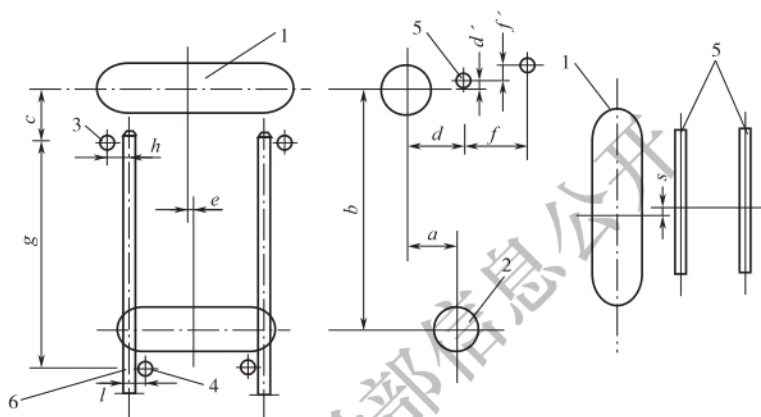


图 4.1.3 锅筒、集箱间的距离

- 1—上锅筒(主锅筒); 2—下锅筒; 3—上集箱; 4—下集箱; 5—过热器集箱; 6—立柱;
 a —上、下锅筒之间水平方向距离; b —上、下锅筒之间垂直方向距离;
 c —上锅筒与上集箱的轴线距离; d —上锅筒与过热器集箱水平方向的距离;
 d' —上锅筒与过热器集箱垂直方向的距离; f —过热器集箱之间水平方向的距离;
 f' —过热器集箱之间垂直方向的距离; e —上、下集箱之间的距离;
 h —上集箱与相邻立柱中心距离; l —下集箱与相邻立柱中心距离;
 e —上、下锅筒横向中心线相对偏移; s —锅筒横向中心线和过热器集箱横向中心线相对偏移

表 4.1.3 锅筒、集箱安装的允许偏差(mm)

检测项目	允许偏差
主锅筒的标高	± 5
锅筒纵向和横向中心线与安装基准线的水平方向距离	± 5
锅筒、集箱全长的纵向水平度	2
锅筒全长的横向水平度	2
上、下锅筒之间水平方向距离和垂直方向距离	± 3
上锅筒与上集箱的轴线距离	± 3
上锅筒与过热器集箱的水平和垂直距离, 过热器集箱之间的水平和垂直距离	± 3

续表 4.1.3

检测项目	允许偏差
上、下集箱之间的距离,上、下集箱与相邻立柱中心距离	±3
上、下锅筒横向中心线相对偏移	2
锅筒横向中心线和过热器集箱横向中心线相对偏移	3

注:锅筒纵向和横向中心线两端所测距离的长度之差不应大于2mm。

4.1.4 安装前,应对锅筒、集箱的支座和吊挂装置进行检查,且应符合下列规定:

- 1 接触部位圆弧应吻合,局部间隙不宜大于2mm;
- 2 支座与梁接触应良好,不得有晃动现象;
- 3 吊挂装置应牢固,弹簧吊挂装置应整定,并应进行临时固定。

4.1.5 锅筒、集箱就位时,应在其膨胀方向预留支座的膨胀间隙,并应进行临时固定。膨胀间隙应符合随机技术文件的规定。

4.1.6 锅筒内部装置的安装,应在水压试验合格后进行,安装应符合下列规定:

- 1 锅筒内零部件的安装,应符合产品图样要求;
- 2 蒸汽、给水连接隔板的连接应严密不泄漏,焊缝应无漏焊和裂纹;
- 3 法兰接合面应严密;
- 4 连接件的连接应牢固,并应有防松装置。

4.2 受热面管

4.2.1 安装前,应对受热面管子进行检查,并应符合下列规定:

- 1 管子表面不应有重皮、裂纹、压扁、磨损和严重锈蚀等缺陷;当管子表面有刻痕、麻点等其他缺陷时,其深度不应超过管子壁厚的10%;
- 2 合金钢管应逐根进行光谱检查;
- 3 对流管束应做外形检查和矫正,校管平台应平整牢固,放

样尺寸误差不应大于 1mm, 矫正后的管子与放样实线应吻合, 局部偏差不应大于 2mm, 并应进行试装检查;

4 受热面管子的排列应整齐, 局部管段与设计安装位置偏差不宜大于 5mm;

5 胀接管口的端面倾斜不应大于管子公称外径的 1.5%, 且不应大于 1mm;

6 受热面管子公称外径不大于 60mm 时, 对接接头和弯管应做通球检查, 通球后的管子应有可靠的封闭措施, 通球直径应符合表 4.2.1-1 和表 4.2.1-2 的规定。

表 4.2.1-1 对接接头管通球直径(mm)

管子公称内径	≤25	>25~40	>40~55	>55
通球直径	≥0.75 <i>d</i>	≥0.80 <i>d</i>	≥0.85 <i>d</i>	≥0.90 <i>d</i>

注: *d* 为管子公称内径。

表 4.2.1-2 弯管通球直径(mm)

<i>R/D</i>	$1.4 \leq R/D < 1.8$	$1.8 \leq R/D < 2.5$	$2.5 \leq R/D < 3.5$	$R/D \geq 3.5$
通球直径	≥0.75 <i>d</i>	≥0.80 <i>d</i>	≥0.85 <i>d</i>	≥0.90 <i>d</i>

注: 1 *D* 为管子公称外径, *R* 为管子弯曲管半径。

2 试验用球宜用不易产生塑性变形的材料制造, 试验用钢球的制造直径偏差为 -0.2mm。

4.2.2 硬度大于或等于锅筒管孔壁的胀接管子, 其管端应进行退火, 退火应符合下列规定:

1 退火宜用电加热式红外线退火炉或纯度不低于 99.9% 的铅熔化后进行, 并应用温度显示仪进行温度控制; 不得用烟煤等含硫、磷较高的燃料直接加热管子进行退火;

2 对管子胀接端进行退火时, 受热应均匀, 退火温度应为 600℃~650℃, 退火时间应保持 10 min~15min, 胀接端的退火长度应为 100mm~150mm。退火后的管端应有缓慢冷却的保温措施。

4.2.3 胀接前, 应清除管端和管孔表面的油污, 并打磨至发出金

属光泽,管端的打磨长度不应小于管孔壁厚加 50mm。打磨后,管壁厚度不得小于公称壁厚的 90%,且不应有起皮、凹痕、裂纹和纵向刻痕等缺陷。

4.2.4 胀接管端与管孔的组合,应根据管孔直径与打磨后管端外径的实测数据进行选配;胀接管端的最小外径不得小于表 4.2.4-1 的规定,胀接管孔与管端的最大间隙不得大于表 4.2.4-2 的规定。

表 4.2.4-1 胀接管端的最小外径(mm)

管子公称 外径	32	38	42	51	57	60	63.5	70	76	83	89
管子最小 外径	31.35	37.35	41.35	50.19	56.13	59.10	62.57	69.00	74.81	81.27	87.71

表 4.2.4-2 胀接管孔与管端的最大间隙(mm)

管子公称 外径	32~42	51	57	60	63.5	70	76	83	89
最大 间隙	1.36	1.41	1.50	1.50	1.53	1.66	1.66	1.90	1.90

4.2.5 胀接时,环境温度宜为 0℃ 及以上。

4.2.6 正式胀接前,应进行试胀,并应对胀接的试样进行检查、比较、观察,胀口端应无裂纹,胀接过渡部分应均匀圆滑,喇叭口根部与管孔结合状态应良好,并应检查管孔壁与管子外壁的接触印痕和啮合状况、管壁减薄和管孔变形状况,并应确定合理的胀管率和控制胀管率的施工工艺。

4.2.7 胀管应符合下列规定:

- 1 管端伸出管孔的长度,应符合表 4.2.7 的规定。

表 4.2.7 管端伸出管孔的长度(mm)

管子公称外径	32~63.5	70~89
伸出长度	6~11	8~12

- 2 管端装入管孔后,应立即进行胀接。
- 3 基准管固定后,宜采用从中间分向两边胀接或从两边向中间胀接。

4 胀管率的控制,应符合下列规定:

- 1) 额定工作压力小于或等于 2.5MPa、以水为介质的固定式锅炉,管子胀接过程中采用内径控制法时,胀管率应为 1.3%~2.1%;采用外径控制法时,胀管率应为 1.0%~1.8%,胀管率应按下列公式计算:

$$H_n = \frac{d_1 - d_2 - \delta}{d_2} \times 100\% \quad (4.2.7-1)$$

$$H_w = \frac{d_4 - d_3}{d_3} \times 100\% \quad (4.2.7-2)$$

式中: H_n ——内径控制法的胀管率;

H_w ——外径控制法的胀管率;

d_1 ——胀完后的管子实测内径(mm);

d_2 ——未胀时的管子实测内径(mm);

d_3 ——未胀时的管孔实测直径(mm);

d_4 ——胀完后紧靠锅筒外壁处管子实测外径(mm);

δ ——未胀时管孔与管子实测外径之差(mm)。

- 2) 额定工作压力大于 2.5MPa 的锅炉胀管率的控制,应符合随机技术文件的规定。

5 胀接终点与起点宜重复胀接 10mm~20mm。

6 管口应扳边,扳边起点宜与锅筒筒体(管板)表面平齐,不应有明显的切口和挤出现象,扳边角度宜为 12°~15°。

7 胀接后,管端不应有起皮、皱纹、裂纹、切口和偏挤等缺陷。

8 胀管器滚柱数量不宜少于 4 只,胀管器圆柱直段的有效长度应为锅筒壁厚加 15mm;胀管应使用专用工具进行测量。胀杆和滚柱表面应无碰伤、压坑、刻痕等缺陷。电动、风动胀管器转速不应大于 60r/min。

4.2.8 胀接工作完成后,应进行水压试验,并应检查胀口的严密性和确定需补胀的胀口。补胀应在放水后立即进行,补胀次数不宜超过 2 次。

4.2.9 胀口补胀前应复测胀口内径,并确定补胀值,补胀值应按测量胀口内径在补胀前后的变化值计算。补胀后,胀口的累计胀管率应为补胀前的胀管率与补胀率之和。累计胀管率宜符合本标准第 4.2.7 条第 4 款规定。补胀率应按下列式计算:

$$\Delta H = \frac{d'_1 - d_1}{d_3} \times 100\% \quad (4.2.9)$$

式中: ΔH ——补胀率;

d'_1 ——补胀后的管子内径(mm)。

4.2.10 同一锅筒上的超胀管口的数量不得大于胀接总数的 4%,且不得超过 15 个,最大胀管率采用内径控制法控制时,不得超过 2.8%,采用外径控制法控制时,不得超过 2.5%。

4.3 受压元件焊接

4.3.1 受压元件的焊接应符合现行国家标准《水管锅炉》GB/T 16507 和《锅壳锅炉》GB/T 16508 的规定。

4.3.2 锅炉受压元件焊接之前,应制订焊接工艺评定指导书,并进行焊接工艺评定。焊接工艺评定符合要求后,应编制用于施工的焊接作业指导书。

4.3.3 焊接工艺评定试件应由本单位熟练焊工施焊,批准后的焊接工艺评定技术内容不应修改。

4.3.4 在锅炉受压元件的焊缝附近,应采用低应力的钢印打上焊工的代号或画出焊缝排版图。

4.3.5 锅炉受热面管子及其本体管道的焊接对口应平齐,错口不应大于壁厚的 10%,且不应大于 1mm。

4.3.6 对接焊接管口端面倾斜的允许偏差,应符合表 4.3.6 的规定。

表 4.3.6 对接焊接管口端面倾斜的允许偏差 (mm)

管子公称外径		≤108	>108~159	>159
允许偏差	手工焊	≤0.8	≤1.5	≤2.0
	机械焊	≤0.5		

4.3.7 管子由焊接引起的变形,直线度应在距焊缝中心 50mm 处用直尺进行测量,允许偏差应符合表 4.3.7 的规定。

表 4.3.7 焊接管直线度允许偏差 (mm)

管子公称外径	允许偏差	
	焊缝处 4m 范围内	全长
≤108	≤2.5	≤5
>108		≤10

4.3.8 管子一端为焊接,另一端为胀接时,应先焊后胀。

4.3.9 有机热载体炉受热面管对接焊缝应采用气体保护焊接。

4.3.10 受压元件焊缝的外观质量,应符合下列规定:

- 1 焊缝高度不应低于母材表面,焊缝与母材应圆滑过渡;
- 2 焊缝及其热影响区表面应无裂纹、未熔合、夹渣、弧坑和
气孔;
- 3 焊缝咬边深度不应大于 0.5mm,两侧咬边总长度不应大于管子周长的 20%,且不应大于 40mm。

4.3.11 锅炉受热面管子、本体管道及其他管件的环焊缝,在外观质量检查合格后,应进行射线或超声波检测。检测应分别符合现行行业标准《承压设备无损检测 第 2 部分:射线检测》NB/T 47013.2 和《承压设备无损检测 第 3 部分:超声波检测》NB/T 47013.3 的有关规定,焊缝质量等级应符合下列规定:

- 1 额定蒸汽压力大于 0.8MPa 的蒸汽锅炉,对接接头焊缝射线检测的质量不应低于 II 级,超声波检测的质量不应低于 I 级;
- 2 额定出水温度大于或等于 120℃ 的热水锅炉,对接接头焊

缝射线检测的质量不应低于Ⅱ级,超声波检测的质量不应低于Ⅰ级;

3 有机热载体炉受热面管对接接头焊缝射线检测的质量不应低于Ⅱ级,超声波检测的质量不应低于Ⅰ级。

4.3.12 采取射线检测或超声波检测时,其无损检测数量应符合下列规定:

1 当蒸汽锅炉额定工作压力等于 3.82MPa,公称外径小于或等于 159mm 时,无损检测数量不应少于焊接接头数的 25%;当蒸汽锅炉额定工作压力大于 0.8MPa 且小于 3.82MPa,公称外径小于或等于 159mm 时,射线检测数量不应少于焊接接头数的 10%。当蒸汽锅炉额定工作压力大于 0.8MPa,公称外径大于 159mm 或公称壁厚大于或等于 20mm 时,焊接接头应进行 100% 无损检测。当蒸汽锅炉额定工作压力小于或等于 0.8MPa 时,可不进行无损检测。

2 当热水锅炉额定出水温度大于或等于 120℃,公称外径小于或等于 159mm 时,射线检测数量不应小于环缝总数的 10%,当公称外径大于 159mm 或壁厚大于或等于 20mm 时,每条焊缝应 100% 无损检测;当热水锅炉额定出水温度小于 120℃ 时,可不进行无损检测。

3 承压有机热载体炉外径大于或等于 159mm 管子的对接接头,应按接头数的 20% 进行射线检测;外径小于 159mm 管子的对接接头,应按接头数的 10% 进行射线检测;冷凝液罐、膨胀罐和储罐,每条焊缝应做 20% 进行射线检测。

4 壁厚小于 20mm 的焊接接头应采用射线检测方法,壁厚大于或等于 20mm 的焊接接头可采用超声检测方法,超声检测仪宜采用数字式可记录仪器,当采用模拟式超声检测仪时,应附加 20% 局部射线检测。

5 当无损检测的结果为不合格时,除应对不合格焊缝进行返修外,尚应对该焊工当日所焊的同类焊接接头增做复检,复检数量为抽检数量的 2 倍。当复检仍有不合格时,应对该焊工当日焊接

的焊接接头全部检测。

6 当焊接接头经无损检测检测发现不合格时,应找出原因,并应制订出可行的返修方案后进行返修,同一位置上的返修不应超过3次。补焊后,仍应对补焊区做外观和无损检测检查。

4.3.13 管子上所有的附属焊接件,应在水压试验前焊接完毕。

4.3.14 管排的排列应整齐,不应影响砌砖和挂砖。

4.4 省煤器、过热器及钢管式空气预热器

4.4.1 铸铁省煤器安装前,宜逐根、逐组进行水压试验。

4.4.2 每根铸铁省煤器管上破损的翼片数不应大于该根翼片数的5%,整个省煤器中有破损翼片的根数不应大于总根数的10%,且每片损坏面积不应大于该片总面积的10%。

4.4.3 翼片管和弯头的密封面不得有径向沟槽、裂纹、歪斜、坑凹等缺陷。

4.4.4 省煤器支承架安装的允许偏差,应符合表4.4.4的规定。

表 4.4.4 省煤器支承架安装的允许偏差(mm)

检验项目	允许偏差
支承架的水平方向位置	±3
支承架的标高	0 -5
支承架的纵向和横向水平度	长度的1‰
支承架的两对角线长度	3

4.4.5 铸铁管省煤器安装时应选择长度相近的翼片管放在一起,上下翼片应对齐。铸铁管省煤器安装的允许偏差,应符合表4.4.5的规定。

表 4.4.5 铸铁管省煤器安装的允许偏差(mm)

检验项目	允许偏差
两相邻翼片管的长度	1

续表 4.4.5

检验项目	允许偏差
两相邻翼片管中心距	± 1
两端法兰密封面偏移	≤ 5

4.4.6 铸铁管与弯头的连接螺栓应由里向外穿,并应用细钢筋把相邻的螺栓头连接焊接在一起。省煤器管和弯头连接法兰处四周槽内应嵌入石棉绳密封。省煤器弯管法兰面上应垫涂有石墨粉的橡胶石棉板。

4.4.7 钢管省煤器安装的允许偏差,应符合表 4.4.7 的规定。

表 4.4.7 钢管省煤器组合安装的允许偏差(mm)

检验项目	允许偏差
管排间距	± 5
组件宽度	± 5
管排平整度	≤ 10
组件对角线差	≤ 10
集箱中心距蛇形管弯头端部长度	± 10
组件边管垂直度	≤ 5

4.4.8 过热器单件安装的允许偏差,应符合表 4.4.8-1 的规定。组合安装的允许偏差,应符合表 4.4.8-2 的规定。

表 4.4.8-1 过热器单件安装的允许偏差(mm)

检验项目	允许偏差
管子最外缘与其他管子的距离	± 3
蛇形管垂直度	高度的 1‰
蛇形管自由端	± 10
蛇形管个别不平整度	20
蛇形管总宽度偏差	≤ 10

表 4.4.8-2 过热器组合安装的允许偏差(mm)

检验项目	允许偏差
组件宽度	±5
组件对角线差	≤10
组件边管垂直度	±5
管排间距	≤5
管排平整度	±5

4.4.9 受热面管的防磨片安装时,应只点焊一端。

4.4.10 钢管式空气预热器安装的允许偏差,应符合表 4.4.10 的规定。

表 4.4.10 钢管式空气预热器安装的允许偏差(mm)

检验项目	允许偏差
支承框的水平方向位置	±3
支承框架水平度,全长	3
支承框的标高	0
	-5
预热器垂直度	高度的 1%

4.4.11 钢管式空气预热器的伸缩节的连接应良好,不应有泄漏现象。波形伸缩节安装前,应按随机技术文件规定数值进行冷拉。插入式防磨套管安装时与管孔配合应紧密适当,宜稍加用力即可插入,露出高度应符合设计规定。对接式防磨套管应与管板平面垂直,点焊不得少于两点,焊接应牢固。

4.4.12 在温度高于 100℃区域内的螺栓、螺母上,应涂上二硫化钼油脂、石墨机油或石墨粉。

5 压力试验

5.0.1 锅炉的汽、水压力系统及其附属装置安装完毕后,应进行水压试验。

5.0.2 锅炉的主汽阀、出水阀、排污阀和给水截止阀应与锅炉本体一起进行水压试验。安全阀应单独进行试验,锅炉本体水压试验时应将安全阀隔离开。

5.0.3 锅炉水压试验前应做检查,并应符合下列规定:

1 锅筒、集箱等受压元部件内部和表面应清理干净;

2 水冷壁、对流管束及其他管子应畅通;

3 受热面管上的附件应焊接完成;

4 试压系统的压力表不应少于 2 只;额定工作压力大于或等于 2.5MPa 的锅炉,压力表的精度等级不应低于 1.6 级;额定工作压力小于 2.5MPa 的锅炉,压力表的精度等级不应低于 2.5 级;压力表应经过校验并合格,其表盘量程应为试验压力的 1.5 倍~3 倍;

5 系统的最低处应装设排水管道,系统的最高处应装设放空阀。

5.0.4 锅炉水压试验的试验压力,应符合表 5.0.4-1、表 5.0.4-2 的规定。

表 5.0.4-1 锅炉本体水压试验的试验压力(MPa)

锅筒工作压力	试验压力
<0.8	锅筒工作压力的 1.5 倍,且不小于 0.2
0.8~1.6	锅筒工作压力加 0.4
>1.6	锅筒工作压力的 1.25 倍

注:试验压力应以上锅筒或过热器出口集箱的压力表为准。

表 5.0.4-2 锅炉部件水压试验的试验压力 (MPa)

部件名称	试验压力
过热器	与本体试验压力相同
铸铁省煤器	省煤器工作压力的 1.5 倍
钢管省煤器	锅筒工作压力的 1.5 倍

5.0.5 水压试验时,应符合下列规定:

1 水压试验的环境温度不宜低于 5℃,当环境温度低于 5℃ 时,应采取防冻措施。

2 水压试验用水应干净,水温应高于周围露点温度且不应高于 70℃。合金钢受压元件的水压试验,水温应高于所用钢种的韧脆转变温度。

3 锅炉应充满水,并应在空气排尽后关闭放空阀。

4 经初步检查应无漏水后,再缓慢升压;当升压到 0.3MPa~0.4MPa 时应检查有无渗漏,有渗漏时应复紧人孔、手孔和法兰等的连接螺栓。

5 压力升到额定工作压力时应暂停升压,应检查各部位,并应在无漏水或变形等异常现象时关闭就地水位计,继续升到试验压力,锅炉在试验压力下应保持 20min;保压期间,压力下降应符合下列规定:

- 1) 蒸汽锅炉工作压力大于或等于 3.8MPa 的锅炉,允许压降应小于或等于 0.4MPa;
- 2) 蒸汽锅炉工作压力大于 0.8MPa 且小于 3.8MPa,额定蒸发量大于 20 t/h 时,允许压降应小于或等于 0.15MPa;额定蒸发量小于或等于 20 t/h 时,允许压降应小于或等于 0.10MPa;
- 3) 热水锅炉额定出水温度大于或等于 120℃,额定热功率大于 14 MW 时,允许压降应小于或等于 0.15MPa。额定热功率小于或等于 14 MW 时,允许压降应小于或等

于 0.10MPa；

- 4) 气相有机热载体锅炉额定热功率大于 0.7MW, 液相有机热载体锅炉额定热功率大于 4.2MW 时, 允许压力降应小于或等于 0.10MPa；
- 5) 蒸汽锅炉工作压力小于或等于 0.8MPa, 热水锅炉额定出水温度小于 120℃, 气相有机热载体锅炉额定热功率小于或等于 0.7MW, 液相有机热载体锅炉额定热功率小于或等于 4.2MW 时, 允许压降应小于或等于 0.05MPa。

6 试验压力应达到保持时间后回降到额定工作压力进行检查, 检查期间压力应保持不变, 检查符合下列要求时水压试验合格:

- 1) 锅炉受压元件金属壁和焊缝上不应有水珠和水雾, 胀口处不应滴水珠；
- 2) 水压试验后应无可见残余变形。

5.0.6 锅炉水压试验不合格时, 应返修。返修后应重做水压试验。

5.0.7 锅炉水压试验后, 应及时将锅炉内的水全部放尽。立式过热器内的水不能放尽时, 在冰冻期应采取防冻措施。

5.0.8 有机热载体炉在本体安装完成后, 应以额定工作压力的 1.5 倍进行液压试验, 试验介质采用有机热载体时, 液压试验前应当先进行气密性试验。试验介质采用水时, 水压试验完成后应当将设备中的水排净, 并应使用压缩空气将内部吹干。试压的要求应符合本标准第 5.0.5 条的有关规定。

5.0.9 有机热载体炉气相炉气密性试验, 应符合下列规定:

- 1 气密性试验时, 安全附件应安装齐全；
- 2 气密性试验的环境温度不宜低于 5℃, 当环境温度低于 5℃时, 应采取防冻措施；
- 3 气密性试验用的气体, 应采用干燥、洁净的空气、氮气或其

他惰性气体,试验气体的温度不得低于 5℃;

4 气密性试验应在液压试验合格后进行,试验压力应为1.05倍工作压力或系统循环压力,试验时压力应缓慢上升,当压力升至试验压力的 50%时应进行检查,确认无异常或泄漏后,应继续按试验压力的 10%逐级升压,每级应稳压 3min。达到规定的试验压力时应稳压 10min,并应采用发泡剂检查所有焊缝和法兰连接处、人孔、手孔、检查孔等部位,应无泄漏现象。

5.0.10 每次压力试验应有记录,压力试验合格后应办理签证手续。

住房和城乡建设部信息中心
浏览专用

6 取源部件、仪表、阀门、吹灰器和辅助装置

6.1 取源部件

6.1.1 压力管道和设备上的取源部件及一次仪表的安装,应符合下列规定:

- 1 在压力管道和设备上开孔宜采用机械加工方法;
- 2 取源部件的材质、结构尺寸和安装位置,应符合设计文件要求;
- 3 取源部件的开孔和焊接,应在防腐和压力试验前进行。

6.1.2 测温取源部件的安装,应符合下列规定:

- 1 测温元件应安装在介质温度变化灵敏和具有代表性的地方;
- 2 温度计插座的材质应与管道相同;
- 3 温度仪表外接线路的补偿电阻,应符合仪表的规定值;线路电阻的允许偏差,热电偶为 $\pm 0.2\Omega$,热电阻为 $\pm 0.1\Omega$;
- 4 在易受被测介质强烈冲击的位置或水平安装以及插入深度大于1m、被测温度大于700℃时,应采取防弯措施;
- 5 安装在管道拐弯处时,宜逆着介质流向,取源部件的轴线应与管道轴线相重合;
- 6 与管道呈倾斜角度安装时,宜逆着介质流向,取源部件轴线应与管道轴线相交;
- 7 与管道相互垂直安装时,取源部件轴线应与管道轴线垂直相交;
- 8 温度取源部件与压力取源部件安装在同一管段上时,压力取源部件应安装在温度取源部件的上游,间距不宜小于200mm。

6.1.3 压力测量取源部件的安装,应符合下列规定:

1 压力测点应选在管道的直线段介质流束稳定的地方,取压装置端部不应伸入管道内壁。

2 当检测带有粉尘、固体颗粒或沉淀物等混浊物料的压力时,在垂直和倾斜的设备和管道上,取源部件应倾斜向上安装,在水平管道上宜顺物料流束成锐角安装。

3 在倾斜和水平的管段上安装压力取源部件时,取压点的设置应符合下列规定:

- 1)当测量蒸汽时,取压点宜选在管道上半部以及下半部与管道水平中心线成 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 夹角的范围内;
- 2)当测量气体时,应选在管道上半部;
- 3)当测量液体时,应在管道的下半部与管道水平中心线成 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 夹角的范围内。

4 当就地压力表所测介质温度大于 60°C 时,应在二次门前安装U形或环形管。

5 当就地压力表测量波动剧烈的压力时,应在二次门后安装缓冲装置。

6.1.4 流量取源部件的安装,应符合下列规定:

1 流量装置的安装,应符合设计文件的规定。

2 在规定的直管段最小长度范围内,不得设置其他取源部件或测温元件。

3 节流装置安装在水平和倾斜的管道上时,取压口的方位设置应符合下列规定:

- 1)当测量气体流量时,应在管道上半部;
- 2)当测量液体流量时,应在管道的下半部并与管道的水平中心线成 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 夹角的范围内;
- 3)当测量蒸汽流量时,应在管道的上半部并与管道水平中心线成 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 夹角的范围内。

4 皮托管、文丘里式皮托管和均速管等流量检测元件的取源部件的轴线,应与管道轴线垂直相交。

6.1.5 分析取源部件的安装,应符合下列规定:

1 安装位置应设置在流速、压力稳定并能准确反映被测介质真实成分变化的位置,不应设置在死角处;

2 在水平或倾斜管段上设置分析取源部件的位置,应符合本标准第 6.1.3 条第 3 款的有关规定;

3 气体内含有固体或液体杂质时,取源部件应倾斜向上安装,轴线与水平线之间的夹角应大于 15° 。

6.1.6 物位取源部件的安装,应符合下列规定:

1 安装位置应选在物位变化灵敏,且物料不会对检测元件造成冲击的位置;

2 静压液位计取源部件的安装位置应远离液体进出口。

6.1.7 风压取源部件的安装,应符合下列规定:

1 风压的取压孔径应与取压装置管径相符,且不应小于 12mm;

2 安装在炉墙和烟道上的取压装置应倾斜向上,与水平线所成夹角宜大于 30° ,在水平管道上宜顺物料流束成锐角安装,且不应伸入炉墙和烟道的内壁;

3 在风道上应逆着流束成锐角安装,与水平线所成夹角宜大于 30° 。

6.2 仪 表

6.2.1 热工仪表及控制装置安装前,应进行检查,并应符合下列规定:

1 外观及封印应完好,附件应齐全,表内零件应无脱落、损坏,铭牌应清楚完整,型号规格应符合设计规定;

2 单表性能应符合设计精度等级和满足设计使用要求。

6.2.2 仪表及控制装置校验后,应符合下列规定:

1 仪表的变差应符合该仪表的技术要求;

2 指针在全行程中移动应平稳,应无抖动、卡针或跳跃等异常现象,动圈式仪表指针的平衡应符合随机技术文件规定;

- 3 电位器或调节螺丝等可调部件,应有调整余量;
- 4 仪表的阻尼应符合随机技术文件规定;
- 5 校验记录应完整,当有修正时应在记录中注明;
- 6 校验合格后应铅封,定期检验的仪表还应注明下次校验的日期。

6.2.3 压力表的安装,应符合下列规定:

- 1 就地安装的压力表不应固定在有强烈振动的设备和管道上;
- 2 压力表或变送器的安装高度宜与取压点的高度一致;
- 3 锅筒压力表表盘上应划出表示锅筒额定工作压力的红线;
- 4 压力表与存液弯管之间应装设三通旋塞或针形阀。压力表应安装在便于观察和吹扫的位置。

6.2.4 流量检测仪表的安装,应符合下列规定:

- 1 流量检测仪表的节流件应在管道吹洗后安装,安装前应检查介质进出方向,环室上“+”号一侧应为介质流入方向,节流件的端面应垂直于管道轴线,其偏差不应大于 1° ;孔板的锐边或喷嘴的曲面应迎向被测液体的流向;
- 2 安装差压计或差压变送器时,应检查正、负压室,与测量管及辅件连接应正确。引出管及其附件的安装应符合随机技术文件的规定。

6.2.5 分析取样器的安装,应符合下列规定:

- 1 分析取样系统安装应符合设计文件要求,被分析样品的排放管应与排放总管连接,并应将排放总管引至室外安全地点;
- 2 可燃气体检测器的安装位置,应根据检测气体的密度确定;当密度大于空气时,检测器应安装在距地面 200mm~300mm 的位置;当密度小于空气时,检测器应安装在泄漏区域上方位置。

6.2.6 液位检测仪表的安装,应符合下列规定:

- 1 玻璃管、板式水位表的标高与锅筒正常水位线允许偏差应为 $\pm 2\text{mm}$,在水位表上应标明“最高水位”“最低水位”和“正常水位”;

2 内浮筒液位计和浮球液位计的导向管或其他导向装置应垂直安装,并使导向管内的液体流动通畅,法兰短管连接应保证浮球能在全程范围内自由活动;

3 电接点水位表应垂直安装,设计零点应与锅筒正常水位相重合;

4 锅筒水位平衡容器安装前,应核查制造尺寸和内部管道的严密性。安装时应垂直,正、负压管应水平引出,并使平衡器的设计零位与正常水位线相重合。

6.2.7 电动执行机构的安装,应符合下列规定:

1 电动执行机构与调节机构的转臂宜在同一平面内动作,传动部分动作应灵活,并应无空行程及卡阻现象,当在 $1/2$ 开度时,转臂宜与连杆垂直;

2 电动执行机构应做远方操作试验,开关操作方向、位置指示器应与调节机构的开度一致,并在行程内动作应平衡、灵活,且无跳动现象,其行程及伺服时间应满足使用要求。

6.2.8 阀用电动装置的传动机构动作应灵活、可靠,其行程开关、力矩开关应按阀门行程和力矩进行调整。

6.2.9 用煤粉、油或气体作燃料的锅炉,应装设可靠的点火程序控制和熄火保护装置。点火、熄火安全时间应符合表 6.2.9 的规定。点火控制程序和熄火保护系统的动作值应按设计规定进行整定,并应做模拟试验,动作应灵敏可靠。

表 6.2.9 燃烧器点火、熄火安全时间

燃料种类	额定燃油量(kg/h)	点火安全时间(s)	熄火安全时间(s)
燃油	≤ 30	≤ 10	≤ 1
燃油	> 30	≤ 5	≤ 1
燃气		≤ 5	≤ 1
燃煤粉			≤ 5

注:表中燃料为燃油的,燃油在 50°C 时的运动黏度大于 $20\text{mm}^2/\text{s}$,熄火安全时间可以增至 3s 。

6.2.10 信号装置的动作应灵敏、可靠,其动作值应按设计规定进行整定,并应做模拟试验。

6.2.11 热工保护及联锁装置应按系统进行分项和整套联动试验,其动作应正确、可靠。

6.3 阀门、吹灰器和辅助装置

6.3.1 阀门应逐个在其公称压力的 1.25 倍下进行严密性试验,且阀瓣与阀座密封面不应漏水。

6.3.2 安全阀前应逐个进行严密性试验。

6.3.3 蒸汽锅炉安全阀应铅垂安装,排汽管管径应与安全阀排出口径一致,管路应畅通,并应直通至安全地点,排汽管底部应装有疏水管。省煤器的安全阀应装排水管。在排水管、排汽管和疏水管上,不得装设阀门。应将排汽管支撑固定,不得使排汽管的外力施加到安全阀上,两个独立的安全阀的排汽管不应相连。

6.3.4 蒸汽锅炉安全阀的整定压力应符合表 6.3.4 的规定。锅炉上必须有一个安全阀按表 6.3.4 中较低的整定压力进行调整。过热器上的安全阀必须按表 6.3.4 中较低的整定压力进行调整。

表 6.3.4 蒸汽锅炉安全阀的整定压力(MPa)

额定工作压力	整定压力
≤ 0.8	工作压力加 0.03
	工作压力加 0.05
$> 0.8 \sim 3.82$	工作压力的 1.04 倍
	工作压力的 1.06 倍

注:1 省煤器安全阀整定压力应为装设地点的工作压力的 1.1 倍。

2 表中的工作压力,对于脉冲式安全阀系指冲量接出地点的工作压力,对于其他类型的安全阀系指安全阀装设地点的工作压力。

6.3.5 蒸汽锅炉安全阀的试验,应符合下列规定:

1 省煤器安全阀整定压力调整,应在蒸汽严密性试验前用水压的方法进行;

- 2 应检验安全阀的整定压力和回座压力；
 - 3 在整定压力下，安全阀应无泄漏和冲击现象。
- 6.3.6** 热水锅炉安全阀应铅垂安装，并应装设泄放管，泄放管管径应与安全阀排出口径一致。泄放管应直通安全地点，并应采取防冻措施。
- 6.3.7** 热水锅炉安全阀的整定压力应符合表 6.3.7 的规定。锅炉上必须有一个安全阀按表 6.3.7 中较低的整定压力进行调整。

表 6.3.7 热水锅炉安全阀的整定压力 (MPa)

整定压力	工作压力的 1.10 倍，且不应小于工作压力加 0.07
	工作压力的 1.12 倍，且不应小于工作压力加 0.10

- 6.3.8** 有机热载体炉安全阀应铅垂安装，并应装设泄放管，泄放管管径应与安全阀排出口径一致。泄放管应通入用水冷却的面式冷凝器，再接入单独的有机热载体储罐。泄放管应有防冻措施。
- 6.3.9** 有机热载体气相炉最少应安装两只不带手柄的全启式弹簧安全阀，安全阀与筒体连接的短管上应装设一只爆破片，爆破片与锅筒或集箱连接的短管上应加装一只截止阀。有机热载体气相炉在运行时，截止阀必须处于全开位置。
- 6.3.10** 安全阀的启闭压差应为整定压力的 4%~7%，最大不应超过 10%。当整定压力小于 0.3MPa 时，启闭压差不应大于 0.03MPa。
- 6.3.11** 锅炉安全阀经检验合格后，应加锁或铅封。
- 6.3.12** 固定式吹灰器及其管道的安装，应符合下列规定：
- 1 安装位置与设计位置的允许偏差为 ±5mm；
 - 2 喷管的水平度偏差全长不应大于 3mm；
 - 3 各喷嘴应处在管排空隙的中间；
 - 4 吹灰器管道安装应有大于或等于 0.2% 的坡度，且无沉积冷凝水的死点，并应满足管道膨胀要求，不得使吹灰器本体有附加的应力，蒸汽管道应保温。
- 6.3.13** 有机热载体炉热膨胀器安装，应符合下列规定：

1 有机热载体炉的膨胀器不应安装在有机热载体炉的正上方,其底部与有机热载体炉顶部的垂直距离不应小于 1.5m;

2 膨胀器的调节容积不应小于液相炉和管网中有机热载体在工作温度下因受热膨胀而增加的容积的 1.3 倍。

6.3.14 有机热载体锅炉管网与膨胀器连接的膨胀管拐弯时,弯曲角度不宜小于 120° ,管上不得安装阀门,且不得有缩颈。

6.3.15 有机热载体炉储存罐应放在系统最低处位置,容积不应小于有机热载体炉中的有机热载体总量的 1.2 倍。储存罐上应装设 1 只液位计,在上部应装排气管,并应接到安全地点。

6.3.16 有机热载体炉管路系统采用法兰连接时,法兰应用榫槽式或平焊式,且公称压力不得低于 1.6MPa。使用温度超过 300°C 时,应选用公称压力高一档的法兰。法兰垫片应用金属缠绕石墨垫片或膨胀石墨复合垫片。

6.3.17 每台锅炉宜装设独立的排污管,并应保证排污畅通并且接到安全地点或排污膨胀箱(扩容器);锅炉的排污阀、排污管不宜采用螺纹连接,管道坡度宜大于或等于 0.2%。

7 燃烧设备

7.1 炉 排

7.1.1 链条炉排型钢构件及其链轮安装前应进行复检(图 7.1.1-1、图 7.1.1-2),检查项目和允许偏差应符合表 7.1.1 的规定。

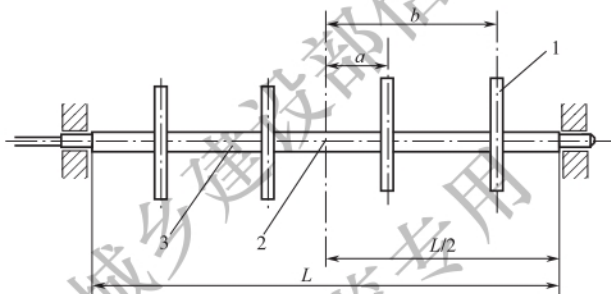


图 7.1.1-1 链轮与轴线中心点间的距离

1—链轮;2—轴线中点;3—主动轴;

a 、 b —各链轮中分面与轴线中点间的距离; L —轴的长度

表 7.1.1 链条炉排型钢构件及其链轮安装前的复检项目和允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差
型钢构件的长度	$\leq 5\text{m}$	± 2
	$> 5\text{m}$	± 4
型钢构件	直线度	长度的 1%, 且全长应小于或等于 5
	旁弯度	
	挠度	
各链轮中分面与轴线中点间的距离		± 2
同一轴上相邻两链轮齿尖前后错位		2
同一轴上任意两链轮齿尖前后错位	横梁式	2
	鳞片式	4

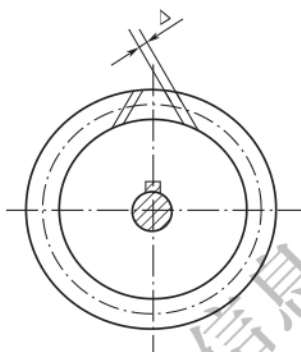


图 7.1.1-2 链轮的齿尖错位
 Δ —同一轴上任意两链轮齿尖前后错位

7.1.2 鳞片式炉排、链带式炉排、横梁式炉排安装的允许偏差及其测量位置,应符合表 7.1.2 的规定。

表 7.1.2 鳞片式炉排、链带式炉排、横梁式炉排安装的允许偏差及其测量位置

项 目		允许偏差(mm)	测量位置
炉排中心位置		2	—
左右支架墙板对应点高度		3	在前、中、后三点测量
墙板垂直度,全高		3	在前、后易测部位测量
墙板间的距离(m)	≤ 5	3	在前、中、后三点测量
	> 5	5	
墙板间两对角线的长度(m)	≤ 5	4	在上平面测量
	> 5	8	
墙板框的纵向位置		5	—
墙板顶面的纵向水平度		长度的 1%, 且不大于 5	在前、后测量
两墙板的顶面相对高度差		5	在前、中、后三点测量
各导轨的平面度		5	在前、中、后三点测量

续表 7.1.2

项 目		允许偏差(mm)	测量位置
相邻两导轨间的距离		±2	在前、中、后三点测量
前轴、后轴的水平度		长度的1‰， 且不大于5	—
鳞片式 炉排	相邻	两导轨间上 表面相对高度	2
	任意		3
	相邻导轨间距		±2
链带式炉排支架上摩擦板工作面的 平面度		3	—
横梁式 炉排	前、后、中间梁之间高度	≤2	可在各梁上平面测量
	上下导轨中心线	≤1	—

注:1 墙板的检测点宜选在靠近前轴、后轴或其他易测部位的相应墙板顶部,打冲眼测量。

2 各导轨及链带式炉排支架上摩擦板工作面应在同一平面上。

7.1.3 鳞片或横梁式链条炉排在拉紧状态下测量时,各链条的相对长度差不得大于8mm。

7.1.4 炉排片组装不宜过紧或过松,装好后用手扳动时,转动应灵活。

7.1.5 边部炉条与墙板之间、前后轴与支架侧板之间,应有膨胀间隙。膨胀间隙应符合随机技术文件规定。

7.1.6 往复炉排安装的允许偏差,应符合表7.1.6的规定。

表 7.1.6 往复炉排安装的允许偏差(mm)

项 目		允许偏差
两侧板的相对标高		3
两侧板间的距离(m)	≤2	+3 0
	>2	+4 0

续表 7.1.6

项 目	允许偏差
两侧板的垂直度,全高	3
两侧板间两对角线的长度之差	5

7.1.7 炉排冷态试运转宜在筑炉前进行,并应符合下列规定:

1 冷态试运转运行时间,链条炉排不应少于 8h;往复炉排不应少于 4h;链条炉排试运转速度不应少于两级,在由低速到高速的调整阶段,应检查传动装置的保护机构动作;

2 炉排转动应平稳,且无异常声响、卡阻、抖动和跑偏等现象;

3 炉排片应翻转自如,且无凸起现象;

4 滚柱转动应灵活,与链轮啮合应平稳,且无卡住现象;

5 炉排拉紧装置应有调节余量。

7.1.8 煤闸门及炉排轴承冷却装置应做通水检查,且在 0.4MPa 压力下保持 2min 无泄漏现象。

7.1.9 加煤斗与炉墙结合处应严密,煤闸门升降应灵活,开度应符合设计要求。煤闸门下缘与炉排表面的距离偏差不应大于 5mm。

7.1.10 挡风门、炉排风管及其法兰接合处、各段风室、落灰门等应平整,并应密封良好。挡板开启应灵活。

7.1.11 侧密封块与炉排的间隙应符合设计要求,且应防止炉排卡住、漏煤和漏风。

7.1.12 挡渣铁应整齐地贴合在炉排面上,在炉排运转时不应有顶住、翻倒现象。

7.2 抛 煤 机

7.2.1 抛煤机标高的允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

7.2.2 相邻两抛煤机间距的允许偏差应为 $\pm 3\text{mm}$ 。

7.2.3 抛煤机采用串联传动时,相邻两抛煤机桨叶转子轴,同轴

度的允许偏差应为 3mm。传动装置与第一个抛煤机的轴,同轴度允许偏差应为 2mm。

7.2.4 抛煤机的试运转,应符合下列规定:

- 1 空负荷运转时间不应小于 2h,运转应正常,且无异常的振动和噪声;
- 2 冷却水路应畅通;
- 3 抛煤试验时,煤层应均匀。

7.3 燃 烧 器

7.3.1 燃烧器安装前的检查,应符合下列规定:

- 1 安装燃烧器的预留孔位置应正确,并应防止火焰直接冲刷周围的水冷壁管;
- 2 调风器喉口与油枪的同轴度不应大于 3mm;
- 3 油枪、喷嘴和混合器内部应清洁,且无堵塞现象。油枪应无弯曲变形,雾化试验应合格。

7.3.2 燃烧器的安装,应符合下列规定:

- 1 燃烧器喷口标高的允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$;
- 2 各燃烧器间距的允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$;
- 3 边缘位置燃烧器与锅炉立柱中心线距离的允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$;
- 4 调风装置调节应灵活、可靠,且不应有卡、擦、碰等异常声响;
- 5 燃烧器与墙体接触处,应密封严密。

7.3.3 扰动式及带有调整机构的燃烧器燃烧装置的安装,除应符合本标准第 7.3.2 条的规定外,还应符合下列规定:

- 1 二次风挡板与风壳间应留有适当的膨胀间隙;
- 2 一二次风管同心度允许偏差,不带调整机构时应小于或等于 5mm,带调整机构时应小于或等于 3mm;
- 3 一二次风管的连接处应严密不漏风。

7.3.4 固定式及摆动式缝隙燃烧器安装,除应符合本标准第

7.3.2条的规定外,还应符合下列规定:

- 1 喷口与一次风道间隙应为 5mm~8mm;
- 2 喷口与二次风道肋板间间隙应为 10mm~15mm;
- 3 二三次风口水平度偏差不应大于 2mm;
- 4 喷口摆动角度应符合随机技术文件规定,带动角度的刻度指示应正确。

7.3.5 燃油燃烧器安装,除应符合本标准第 7.3.2 条的规定外,还应符合下列规定:

- 1 油枪应平直于燃烧器内;应确保油枪内剩余燃油能自然流向炉内,油枪内部应保持通畅;
- 2 油枪与配风器应保持同心,喷嘴与旋流扩散器的距离和旋流方向应符合随机技术文件规定;
- 3 油枪推进机构应操作灵活,无卡涩。

7.3.6 大风箱燃烧装置安装,除应符合本标准第 7.3.2 条的规定外,还应符合下列规定:

- 1 一、二次风的滑动风门应预留热膨胀间隙,并应保证在运行中操作灵活;
- 2 电气引燃的电极操作装置不应卡涩;
- 3 点火用的可燃气体系统应做气密性试验。

7.3.7 各种燃烧装置安装时,不应妨碍受热面自由膨胀,并应防止燃烧器喷口将煤粉气流直接冲刷受热面管。

7.3.8 燃烧器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调节挡板实际位置的标识,应能准确指示挡板的实际位置。

7.3.9 摆动式燃烧器与煤粉管道连接时,不宜使摆动式燃烧器承受外力。煤粉燃烧器的喷嘴有摆动要求时,一次风室喷嘴、煤粉管与密封板之间应有装配间隙,装配间隙应符合随机技术文件规定。

8 炉墙砌筑和绝热层

8.1 炉墙砌筑

8.1.1 炉墙砌筑施工应符合现行国家标准《工业炉砌筑工程施工及验收规范》GB 50211 的有关规定。

8.1.2 炉墙砌筑应在锅炉水压试验以及砌入墙内的零部件、水管和炉顶支、吊架等装置的安装质量符合随机技术文件规定后进行。

8.1.3 砖的加工面和有缺陷的表面不应朝向炉膛或炉子通道的内表面。

8.1.4 外墙砖与内墙耐火砖之间,宜用耐火纤维毡材料充填。

8.1.5 砌筑烧嘴砖时,砖孔的中心位置、标高和倾斜角度,应符合随机技术文件规定。

8.1.6 砌在炉墙内的立柱、梁、炉门框、窥视孔、管子、集箱等与耐火砌体接触的表面,应铺贴耐火纤维隔热材料。

8.1.7 砌体膨胀缝、构造及分布位置,应符合随机技术文件规定。留设的膨胀缝应均匀平直,膨胀缝宽度的允许偏差应为 0mm~5mm;膨胀缝内应无杂物,并应用大于缝宽度的耐火纤维材料填塞严密,朝向火焰的缝应填平。炉墙垂直膨胀缝内的耐火纤维隔热材料应在砌砖的同时压入。

8.1.8 当砖的尺寸无法满足砖缝要求时,应进行砖的加工或选砖。砖砌体应拉线砌筑,上下层砖应错缝,砖缝应横平竖直,且泥浆饱满。

8.1.9 外墙的砖缝宜为 8mm~10mm。

8.1.10 炉墙砌筑时,砌体内表面与各受热面之间的间隙,应符合随机技术文件规定。

8.1.11 耐火浇注料的品种和配合比应符合随机技术文件规定。

耐火浇注料在现场浇注前应做试块试验,并应在符合要求后施工。

8.1.12 埋设在耐火浇注料内的管子、钢构件等的表面不得有污垢,在浇注前应在其表面涂刷沥青或包裹沥青纸、牛皮纸等隔热材料。

8.2 绝热层

8.2.1 炉墙绝热层施工应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工规范》GB 50126 的有关规定。

8.2.2 绝热层施工应在金属烟道、风管、管道等被绝热件的强度试验或漏风试验合格后进行。

8.2.3 绝热层的形式、伸缩缝的位置及绝热材料的强度、容重、导热系数、品种规格,应符合随机技术文件规定。

8.2.4 绝热层施工前,应清除锅筒、集箱、金属烟道、风管、管道等被绝热件表面的油污、铁锈和临时支撑,耐腐蚀涂料涂刷应符合随机技术文件规定。

8.2.5 采用成型制品的绝热材料时,捆扎应牢固,接缝应错开,里外层应压缝搭接,嵌缝应饱满。当采用胶泥状材料时,应涂抹密实光滑、厚度均匀、表面平整。

8.2.6 保护层采用卷材时,应紧贴表面,不应褶皱和开裂。采用涂料抹面时,应平整光滑,棱角整齐,不应有裂缝。采用铁皮、铝皮等金属材料包裹时,应扣边搭接,弯头处应圆弧过渡且平整光滑。

8.2.7 绝热层的厚度、平整度允许偏差,应符合设计技术文件规定。

8.2.8 绝热层施工时,阀门、法兰盘、人孔及其他可拆件的边缘应留出空隙,绝热层断面应封闭严密。支托架处的绝热层不得影响活动面的自由膨胀。

9 漏风试验、烘炉、煮炉、严密性试验和试运行

9.1 漏风试验

9.1.1 漏风试验,应具备下列条件:

- 1 引风机、送风机经单机调试试运转应符合要求;
- 2 烟道、风道及其附属设备的连接处和炉膛等处的人孔、洞、门等,应封闭严密;
- 3 再循环风机应与烟道接通,其进出口风门开关应灵活,开闭指示应正确;
- 4 喷嘴一、二次风门操作应灵活,开闭指示应正确;
- 5 锅炉本体的炉墙、灰渣井的密封应严密,炉膛风压表应调校并符合要求;
- 6 空气预热器、冷风道、烟风道等内部应清理干净、无异物,其人孔、试验孔应封闭严密。

9.1.2 冷热风系统的漏风试验,应符合下列规定:

- 1 启动送风机,应使系统维持 30mm~40mm 水柱的正压,并应在送风机入口撒入白粉或烟雾剂;
- 2 检查系统的各缝隙、接头等处,应无白粉或烟雾泄漏。

9.1.3 炉膛及各尾部受热面烟道、除尘器至引风机入口漏风试验,应符合下列规定:

- 1 启动引风机,微开引风机调节挡板,应使系统维持 30mm~40mm 水柱的负压,并应用蜡烛火焰、烟气靠近各接缝处进行检查;
- 2 接缝处的蜡烛火焰、烟气不应被吸偏摆。

9.1.4 漏风试验发现的漏风缺陷,应在漏风处做好标记,并应做好记录;漏风缺陷应按下列方法处理:

- 1 当焊缝处漏风时,用磨光机或扁铲除去缺陷后,应重新补焊;
- 2 当法兰处漏风时,松开螺栓填塞耐火纤维毡后,应重新紧固;
- 3 当炉门、孔处漏风时,应将接合处修磨平整,并应在密封槽内装好密封材料;
- 4 当炉墙漏风时,应将漏风部分拆除后重新砌筑,并按设计规定控制砖缝,应用耐火灰浆将砖缝填实,并用耐火纤维填料将膨胀缝填塞紧密;
- 5 当钢结构处漏风时,应用耐火纤维毡等耐火密封填料填塞严密。

9.2 烘 炉

9.2.1 烘炉前,应制订烘炉方案,烘炉应具备下列条件:

- 1 锅炉及其水处理、汽水、排污、输煤、除渣、送风、除尘、照明、循环冷却水等系统应经试运转,并应符合随机技术文件的规定;
- 2 炉体砌筑和绝热层施工后,其炉体漏风试验应符合要求;
- 3 烘炉所用的热工和电气仪表均应调试,并应符合要求;
- 4 锅炉给水应符合现行国家标准《工业锅炉水质》GB/T 1576的有关规定;
- 5 锅筒和集箱上的膨胀指示器,在冷状态下应调整到零位;
- 6 炉墙上应设置测温点或灰浆取样点;
- 7 应具有烘炉升温曲线图;
- 8 管道、风道、烟道、灰道、阀门及挡板应标明介质流动方向、开启方向和开度指示;
- 9 炉内外及各通道应全部清理完毕;
- 10 耐火浇注料的养护,应符合现行国家标准《工业炉砌筑工程施工及验收规范》GB 50211的有关规定,砌体应自然干燥。

9.2.2 烘炉可采用火焰或蒸汽。有水冷壁的锅炉宜采用蒸汽烘炉。链条炉排烘炉的燃料,不应有铁钉等金属杂物。

9.2.3 火焰烘炉应符合下列规定:

1 火焰应集中在炉膛中央,烘炉初期宜采用文火烘焙,初期以后的火势应均匀,并应逐日缓慢加大。

2 炉排在烘炉过程中应定期转动。

3 烘炉烟气温升应在过热器后或相当位置进行测定,温升应符合下列规定:

1) 重型炉墙第一天温升不宜大于 50°C ,以后温升不宜大于 $20^{\circ}\text{C}/\text{d}$,后期烟温不应大于 220°C ;

2) 砖砌轻型炉墙温升不应大于 $80^{\circ}\text{C}/\text{d}$,后期烟温不应大于 160°C ;

3) 耐火浇注料炉墙温升不应大于 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$,后期烟温不应大于 160°C ,在最高温度范围内的持续时间不应小于 24h。

4 当炉墙特别潮湿时,应适当减慢温升速度,并应延长烘炉时间。

9.2.4 全耐火陶瓷纤维保温的轻型炉墙,可不烘炉,粘接剂采用热硬性粘接料时,锅炉投入运行前应按规定进行加热。

9.2.5 蒸汽烘炉应符合下列规定:

1 应采用 $0.3\text{MPa}\sim 0.4\text{MPa}$ 的饱和蒸汽从水冷壁集箱的排污阀处连续、均匀地送入锅内,逐渐加热锅水;锅水水位应保持在正常位置,温度宜为 90°C ,烘炉后期宜补用火焰烘炉;

2 应开启烟、风道的挡板和炉门排除湿汽,并应使炉墙各部位均能烘干。

9.2.6 烘炉时间应根据锅炉类型、砌体湿度和自然通风干燥程度确定,散装重型炉墙锅炉宜为 14d \sim 16d,整体安装的锅炉宜为 4d \sim 6d。

9.2.7 烘炉时,应经常检查各部位的膨胀情况,当炉墙出现裂纹或变形迹象时,应减慢升温速度,查明原因后,应采取相应措施。

当影响烘炉正常升温的主要设施发生故障时,应停止烘炉,并应待故障处理完后再继续烘炉。

9.2.8 锅炉经烘炉后,应符合下列规定:

1 当采用炉墙灰浆试样法时,应在燃烧室两侧墙的中部炉排上方 1.5m~2m 处,或燃烧器上方 1m~1.5m 处和过热器两侧墙的中部,取黏土砖、外墙砖的丁字交叉缝处的灰浆样品各 50g 测定,含水率应小于 2.5%;

2 当采用测温法时,应在燃烧室两侧墙的中部炉排上方 1.5m~2m 处,或燃烧器上方 1m~1.5m 处,测定外墙砖外表面向内 100mm 处的温度,温度应达到 50℃,并应维持 48h;或测定过热器两侧墙黏土砖与绝热层接合处的温度,温度应达到 100℃,并应维持 48h。

9.2.9 烘炉过程中应测定和绘制实际升温曲线图。

9.3 煮 炉

9.3.1 在烘炉末期,当外墙砖灰浆含水率降到 10%时,或达到本标准第 9.2.8 条第 2 款规定温度时,可进行煮炉。

9.3.2 煮炉开始时的加药量应符合随机技术文件的规定,当无规定时,应按表 9.3.2 规定的配方加药。

表 9.3.2 煮炉时锅水的加药配方(kg)

药品名称	每立方米水的加药量	
	铁锈较薄	铁锈较厚
氢氧化钠	2~3	3~4
磷酸三钠	2~3	2~3

注:1 药量按 100%纯度计算。

2 无磷酸三钠时,可用碳酸钠代替,用量为磷酸三钠用量的 1.5 倍。

3 单独使用碳酸钠煮炉时,每立方米水中加 6kg 碳酸钠。

9.3.3 药品应溶解成溶液后再加入炉内,配制和向锅内加入药液时,应采取安全防护措施。

9.3.4 加药时,炉水应在低水位。煮炉时,药液不得进入过热器内。

9.3.5 煮炉时间宜为 48h~72h,煮炉的最后 24h 宜使压力保持在额定工作压力的 75%,当在较低压力下煮炉时,应延长煮炉时间。煮炉至取样炉水的水质变清澈时应停止煮炉。

9.3.6 煮炉期间,应定期从锅筒和水冷壁下集箱取水样进行水质分析,当炉水碱度低于 45mmol/L 时,应补充加药。

9.3.7 煮炉结束后,应交替进行上水和排污,并应在水质达到运行标准后停炉排水、冲洗锅筒内部和曾与药液接触过的阀门、清除锅筒及集箱内的沉积物,排污阀应无堵塞现象。

9.3.8 锅炉经煮炉后,应符合下列规定:

- 1 锅筒和集箱内壁应无油垢;
- 2 擦去锅筒和集箱内壁的附着物后金属表面应无锈斑。

9.4 严密性试验和试运行

9.4.1 锅炉经烘炉和煮炉后应进行严密性试验,并应符合下列规定:

1 当锅炉压力升至 0.3MPa~0.4MPa 时,应对锅炉本体内的法兰、人孔、手孔和其他连接螺栓进行一次热态下的紧固;

2 当锅炉压力升至额定工作压力时,各人孔、手孔、阀门、法兰和填料等处应无泄漏现象;

3 锅筒、集箱、管路和支架等的热膨胀应无异常。

9.4.2 有过热器的蒸汽锅炉,应采用蒸汽吹洗过热器。吹洗时,锅炉压力宜保持在额定工作压力的 75%,吹洗时间不应小于 15min。

9.4.3 燃油、燃气锅炉的点火程序控制、炉膛熄火报警和保护装置应灵敏。

9.4.4 严密性试验后,蒸汽锅炉和热水锅炉的安全阀,应分别按本标准第 6.3.2 条和第 6.3.3 条的有关规定进行最终调整,调整

后的安全阀应立即加锁或铅封。

9.4.5 安全阀经最终调整后,现场组装的锅炉应带负荷正常连续试运行 48h,整体出厂的锅炉应带负荷正常连续试运行 4h~24h,并应做好试运行记录。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

10 工程验收

10.0.1 锅炉带负荷试运行符合本标准第 9.4.5 条的规定后,应办理工程验收手续。

10.0.2 现场组装的锅炉安装工程验收,应具备下列资料:

- 1 开工报告;
- 2 锅炉技术文件清查记录,包括设计修改的有关文件;
- 3 设备缺损件清单及修复记录;
- 4 基础检查记录;
- 5 钢架安装记录;
- 6 钢架柱腿底板下的垫铁及灌浆层质量检查记录;
- 7 锅炉本体受热面管子通球试验记录;
- 8 阀门水压试验记录;
- 9 锅筒、集箱、省煤器、过热器及空气预热器安装记录;
- 10 管端退火记录;
- 11 胀接管孔及管端的实测记录;
- 12 锅筒胀管记录;
- 13 受热面管子焊接质量检查记录和检验报告;
- 14 压力试验记录及签证;
- 15 锅筒内部装置安装检查记录;
- 16 风机、除尘器、烟风道等辅助设备安装和调试记录;
- 17 炉排安装及冷态试运行记录;
- 18 炉墙施工记录;
- 19 耐火混凝土试验记录;
- 20 仪表试验记录;
- 21 漏风试验记录;

- 22 烘炉、煮炉和严密性试验记录；
 - 23 安全阀调整试验记录；
 - 24 隐蔽工程验收记录；
 - 25 锅炉压力容器安装质量证明书；
 - 26 管材、管件、焊材质量证明书；
 - 27 阀门、弯头等管件合格证；
 - 28 受热面管、主蒸汽管、主给水管焊接质量检查记录和无损检测报告；
- 29 带负荷正常连续 48h 试运行记录。
- 10.0.3 整体出厂的锅炉安装工程验收,应具备下列资料:
- 1 开工报告；
 - 2 锅炉技术文件清查记录,包括设计修改的有关文件；
 - 3 设备缺损件清单及修复记录；
 - 4 基础检查记录；
 - 5 锅炉本体安装记录；
 - 6 风机、除尘器、烟囱安装记录；
 - 7 给水泵、蒸汽泵或注水器安装记录；
 - 8 阀门水压试验记录；
 - 9 炉排冷态试运行记录；
 - 10 压力试验记录及签证；
 - 11 水位表、压力表和安全阀安装记录；
 - 12 烘炉、煮炉和严密性试验记录；
 - 13 安全阀调整试验记录；
 - 14 隐蔽工程验收记录；
 - 15 锅炉安装质量证明书；
 - 16 管材、管件、焊材质量证明书；
 - 17 阀门、弯头等管件合格证；
 - 18 主蒸汽管、主给水管焊接质量检查记录和无损检测报告；
 - 19 带负荷正常连续 4h~24h 试运行记录。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《工业设备及管道绝热工程施工规范》GB 50126
《工业炉砌筑工程施工及验收规范》GB 50211
《工业锅炉水质》GB/T 1576
《水管锅炉》GB/T 16507
《锅壳锅炉》GB/T 16508
《承压设备无损检测 第2部分：射线检测》NB/T 47013.2
《承压设备无损检测 第3部分：超声波检测》NB/T 47013.3