



中华人民共和国国家标准

GB/T 16508.7—2022

代替 GB/T 16508.7—2013

锅壳锅炉 第 7 部分：安装

Shell boilers—
Part 7: Installation

2022-03-09 发布

2022-11-01 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 III

引言 V

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 1

5 安装基础 2

6 钢结构安装 2

7 锅壳、集箱和受热面安装..... 4

8 仪表和阀门安装 8

9 燃烧设备安装..... 10

10 炉墙砌筑和绝热层施工 10

11 整装锅炉和组装锅炉安装 10

12 辅机设备安装 11

13 烘炉、煮炉、严密性试验和调试 12

14 验收 13

参考文献 15



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 16508《锅壳锅炉》的第 7 部分。GB/T 16508 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：设计与强度计算；
- 第 4 部分：制造、检验与验收；
- 第 5 部分：安全附件和仪表；
- 第 6 部分：燃烧系统；
- 第 7 部分：安装；
- 第 8 部分：运行。

本文件代替 GB/T 16508.7—2013《锅壳锅炉 第 7 部分：安装》，与 GB/T 16508.7—2013 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了本文件的范围(见第 1 章,2013 年版的第 1 章)；
- 删除了炉墙、烘炉、煮炉、运行小时的定义(见 2013 年版的 3.1~3.4)；
- 更改了部分基本要求(见第 4 章,2013 年版的第 4 章)；
- 更改了锅炉及其辅助设备安装基础的质量要求(见第 5 章,2013 年版的第 5 章)；
- 增加了钢结构主要构件的允许偏差、钢结构允许偏差及检测方法(见表 2、表 3)；
- 更改了锅炉、集箱和尾部受热面安装的质量要求(见 7.2.4、7.2.5,2013 年版的 7.3)；
- 增加了焊接工艺评定应覆盖安装范围内的全部受压件、主要承载构件焊接作业的要求(见 7.3.1)；
- 更改了受热面用合金钢管子焊接试件的要求(见 7.3.2,2013 年版的 7.4.1)；
- 更改了受压组件焊工钢印和代号的要求(见 7.3.4,2013 年版的 7.4.3)；
- 更改了受热面管子对接接头或弯管通球试验的要求[见 7.3.8,2013 年版的 7.4.6d)]；
- 更改了受压部件焊接接头的无损检测选用方法及比例和方法、时机、合格的判定要求(见 7.3.9,2013 年版的 7.4.7)；
- 更改了胀接的要求(见 7.4.2、7.4.4、7.4.5,2013 年版的 7.5.8、7.5.3、7.5.4)；
- 增加了受压元件应在无损检测和热处理后进行水压试验的要求(见 7.5.1)；
- 更改了锅炉安装整体水压试验压力、保压时间以及水压试验合格要求(见 7.5.5、7.5.6,2013 年版的 7.6.4)；
- 更改了压力管道及一次仪表安装的要求(见 8.1.2,2013 年版的 9.1.3)；
- 更改了蒸汽锅炉安全阀的整定压力要求(见 8.2.2,2013 年版的 9.2.2)；
- 更改了热水锅炉安全阀的整定压力要求(见 8.2.3,2013 年版的 9.2.3)；
- 更改了炉排安装前检查和安装质量的要求(见 9.1.1、9.1.2,2013 年版的 10.1.1~10.1.3)；
- 更改了锅炉配套燃烧器安装的要求(见 9.2,2013 年版的 10.2)；
- 更改了炉墙砌筑和绝热层施工的要求(见第 10 章,2013 年版的第 11 章)；
- 更改了整装锅炉和组装锅炉安装的要求(见第 11 章,2013 年版的第 12 章)；
- 更改了风机、泵的安装要求(见 12.1.3、12.2.3,2013 年版的 13.1.3、13.2.3)；

——更改了锅炉给水的要求[见 13.1.1d), 2013 年版的 14.1.1d)];

——更改了煮炉的要求(见 13.2, 2013 年版的 14.2);

——更改了严密性试验和调试的要求(见 13.3, 2013 年版的 14.3)。

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:江苏太湖锅炉股份有限公司、上海工业锅炉研究所有限公司、杭州市特种设备检测研究院、国家工业锅炉质量监督检验中心(广东)、无锡太湖锅炉有限公司、湖南省特种设备检验检测研究院、泰山集团股份有限公司、江苏双良锅炉有限公司、无锡中正锅炉有限公司、山东中杰特种装备股份有限公司、方快锅炉有限公司、河南省四通锅炉有限公司、博瑞特热能设备股份有限公司。

本文件主要起草人:顾利平、王善武、郭晋、喻孟全、赵保柱、何争艳、薛建光、潘鸿、钱风华、陈力波、董黎明、顾浩东、张腾、姜连菊、冯坤、郭辉、张华军。

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 16508—1996《锅壳锅炉受压元件强度计算》;

——2013 年第一次修订时,分为 GB/T 16508.1—2013~GB/T 16508.8—2013,纳入了锅壳锅炉设计、材料、制造、检验、验收、安装及运行的要求,本文件为 GB/T 16508 的第 7 部分。

——本次为第二次修订。

引 言

GB/T 16508《锅壳锅炉》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、安装要求和使用要求均符合 TSG 11《锅炉安全技术规程》的相应规定。GB/T 16508 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 16508 旨在规范锅炉的设计、制造、检验、验收、安装和运行,由 8 个部分构成。

- 第 1 部分:总则。目的在于确定锅壳锅炉范围、锅炉参数、建造规范以及节能和环保等建造锅壳锅炉的通用技术要求。
- 第 2 部分:材料。目的在于确定锅壳锅炉受压元件、承载非受压元件和焊接材料等的选材和用材要求。
- 第 3 部分:设计与强度计算。目的在于确定锅壳锅炉结构设计的基本要求以及受压元件的设计计算壁温、计算压力、设计许用应力取值及强度计算方法。
- 第 4 部分:制造、检验与验收。目的在于确定锅壳锅炉在制造过程中的标记、材料切割与矫正、冷热成形、主要零部件制造与装配、胀接、焊接、热处理、检验与试验、涂装与包装、铭牌及出厂资料的要求。
- 第 5 部分:安全附件和仪表。目的在于确定锅壳锅炉安全附件和仪表的设置和选用要求。
- 第 6 部分:燃烧系统。目的在于确定锅壳锅炉燃烧系统的技术要求。
- 第 7 部分:安装。目的在于确定锅壳锅炉的安装、调试和验收等要求。
- 第 8 部分:运行。目的在于确定锅壳锅炉运行与管理的要求。

由于 GB/T 16508 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 16508 中没有特别提及的技术内容。

GB/T 16508 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。

锅壳锅炉

第7部分：安装

1 范围

本文件规定了锅壳锅炉的安装、调试和验收等要求。

本文件适用于 GB/T 16508.1 界定的锅壳锅炉。

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 16508.1 锅壳锅炉 第1部分：总则
GB/T 16508.4 锅壳锅炉 第4部分：制造、检验与验收
GB/T 16508.6 锅壳锅炉 第6部分：燃烧系统
GB 50126 工业设备及管道绝热工程施工规范
GB 50211 工业炉砌筑工程施工及验收规范
GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范
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
JB/T 3271 链条炉排技术条件
NB/T 47050 往复炉排技术条件

3 术语和定义

GB/T 2900.48 和 GB/T 16508.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 基本要求

- 4.1 锅炉安装单位应根据质量保证体系的要求进行施工，并确保现场质量保证体系有效运行。
- 4.2 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，并对安装受检单位质量保证体系运转情况进行监督检查。
- 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，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 锅炉安装应符合制造单位提供的安装说明书和图样的要求。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,应停止安装。

4.5 锅炉安装、调试过程中的作业人员应经过培训,并取得相应特种设备作业人员证书,方能进行现场作业。

4.6 锅炉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。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℃ 时应有预热措施。

4.7 竣工后,安装单位应在验收后 30 d 内将有关技术资料移交使用单位。

5 安装基础

5.1 锅炉及其辅助设备就位前,应检查基础的尺寸和位置,其允许偏差应符合技术文件的规定;技术文件未规定时应符合表 1 的规定值。

表 1 锅炉及其辅助设备安装基础的允许偏差

单位为毫米

检 查 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 (包括柱子基础面上的预埋钢板)		0 -20
平面的水平度 (包括柱子基础面上的预埋钢板和 地坪上需安装锅壳锅炉的部位)	每米	5
	全长	10
外形尺寸	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	中心位置	±10
	深度	+20 0
	孔壁垂直度(每米)	10
预埋地脚螺栓	顶端标高	+20 0
	中心距(在根部和顶部两处测量)	±2

5.2 锅炉安装前,应划出纵向和横向安装基准线及标高基准点。基础的划线符合下列要求:

- 纵向和横向中心线应互相垂直;相应两对角线的长度之差应不大于长度的 1/500,且不大于 20 mm;
- 相应两柱子定位中心线的间距允许偏差应不大于 ±2 mm;
- 各组对称四根柱子的定位中心点的两对角线长度之差应不大于 5 mm。

6 钢结构安装

6.1 锅炉采用钢结构时,安装前应按施工图样清点构件数量,并对立柱、梁等主要构件进行检查,其允许偏差应符合技术文件的规定;技术文件未规定时应符合表 2 的规定。

表 2 钢结构主要构件的允许偏差

单位为毫米

项 目		允许偏差
立柱的长度	$\leq 8\ 000$	0 -4
	$> 8\ 000$	+2 -6
梁的长度	$\leq 1\ 000$	0 -4
	1 000~3 000	0 -6
	3 000~5 000	0 -8
	$> 5\ 000$	0 -10
立柱、梁的直线度		长度的 1/1 000, 且不大于 10

6.2 钢结构安装符合下列要求。

- 安装钢结构时,宜先根据立柱确定标高线。
- 立柱就位后,应按设计要求将柱脚固定在基础上。当需与预埋钢筋焊接固定时,应焊接牢固。
- 平台、撑架、扶梯、栏杆、栏杆柱和挡脚板等应安装平直,焊接牢固;栏杆柱的间距应均匀;栏杆接头处的焊缝表面应光滑。
- 扶梯的长度、斜度以及扶梯上、下踏脚板与连接平台的间距不应随意更改。
- 在平台、扶梯、撑架等构件上,不宜随意割切孔洞,如需切割,在切割后应有加固措施。

6.3 钢结构安装质量应符合技术文件的规定;技术文件未规定时钢结构安装允许偏差和检测方法应符合表 3 的规定。

表 3 钢结构安装允许偏差及检测方法

单位为毫米

序号	项 目	允许偏差	检测方法
1	各柱子的位置	± 5	—
2	任意两柱子间的距离(宜取正偏差)	间距的 1/1 000, 且小于或等于 10	—
3	柱子上的 1 m 标高线与标高基准点的高度差	± 2	以支承锅壳的任一根柱子作为基准,然后再测定其他柱子
4	各柱子互相间标高之差	3	—
5	柱子的垂直度	高度的 1/1 000, 且小于或等于 10	—
6	各柱子相应两对角线的长度之差	长度的 1.5/1 000, 且小于或等于 15	在柱脚 1 m 标高和柱头处测量
7	两柱子间在垂直面内两对角线的长度之差	长度的 1/1 000, 且小于或等于 10	在柱子的两端测量
8	支承锅壳的梁的标高	0 -5	—
9	支承锅壳的梁的水平度	长度的 1/1 000, 且小于或等于 3	—
10	其他梁的标高	± 5	—

7 锅壳、集箱和受热面安装

7.1 安装前准备

7.1.1 锅壳、集箱吊装前进行如下检查：

- 锅壳、集箱表面和焊接短管均应无机械损伤,焊缝应无明显的裂纹等缺陷;
- 锅壳、集箱两端水平中心线的位置标记不应超标;
- 按技术文件要求,对 5%~10% 的胀接管孔的表面粗糙度 Ra 值进行抽查;无规定时应符合 GB/T 16508.4 的要求;
- 胀接管孔的允许偏差应符合 GB/T 16508.4 的要求。

7.1.2 锅壳、集箱的支座和吊挂装置安装前进行下列检查：

- 圆弧接触部位应吻合,并符合技术文件要求;
- 支座与钢梁接触面应平整;
- 吊挂装置应牢固,弹簧吊挂装置的安装符合技术文件要求。

7.2 锅壳、集箱和尾部受热面的安装

7.2.1 锅壳应在钢结构等安装固定后,方可起吊就位。非钢梁直接支撑的锅壳,应安置牢固的临时支架,且临时支架应在锅炉水压试验进水前拆除。

7.2.2 锅壳、集箱就位时,应按其膨胀方向预留支座的膨胀间隙,并应临时固定。

7.2.3 锅壳内部装置安装时进行下列检查：

- 零部件的数量不应有缺失;
- 蒸汽、给水连接隔板的连接应符合技术文件的要求;
- 法兰接合面应严密;
- 连接件的连接应牢固,并应有防松懈装置。

7.2.4 锅壳、集箱安装完毕后,应根据纵向和横向安装基准线和标高基准线对锅壳、集箱中心线进行测量,其允许偏差应符合锅炉设计技术文件的规定;技术文件未规定时应符合表 4 的要求。

7.2.5 承压尾部受热面(节能器、冷凝器等)应按设计文件和图样要求进行安装,并确保冷凝水能够安全排放。

表 4 锅壳、集箱安装允许偏差

单位为毫米

序号	项 目	允许偏差
1	主锅壳(锅壳)的标高	±5
2	锅壳纵向和横向中心线与安装基准线的水平方向距离	±5
3	锅壳、集箱全长的纵向水平度	2
4	锅壳全长的横向水平度	1
5	锅壳之间水平方向距离和垂直方向距离	±3
6	主锅壳与上集箱的轴心线距离	±3
7	主锅壳与过热器集箱的距离,过热器集箱之间的距离	±3
8	上、下集箱之间的距离,集箱与相邻立柱中心距离	±3

表 4 锅壳、集箱安装允许偏差（续）

单位为毫米

序号	项 目	允许偏差
9	锅壳横向中心线相对偏移	2
10	锅壳横向中心线和过热器集箱横向中心线相对偏移	3
11	锅壳纵向和横向中心线两端所测距离的长度之差	±2

7.3 受压元件的焊接

7.3.1 锅炉安装单位的焊接工艺评定应覆盖安装范围内的全部受压件、主要承载构件焊接作业；焊接作业人员应按照焊接工艺规程进行施焊。

7.3.2 锅炉受热面用合金钢管子可不制作焊接试件，设计图样要求时除外。

7.3.3 合金钢管应逐根进行光谱检验。焊接结束后，焊缝应逐条进行光谱检验。

7.3.4 在锅炉受压组件的焊缝附近，应采用低应力的钢印打上焊工的代号，对不能打钢印的材料应有焊工代号的详细记录。

7.3.5 锅炉受热面管及其本体管道对接接头的内壁应平齐，其错边应小于或等于壁厚的 10%，且小于或等于 1 mm。

7.3.6 焊接管口的端面倾斜度应符合设计图样和工艺文件的规定。

7.3.7 受压组件焊接接头（包括受压组件与非受压组件焊接的接头）应进行外观检验，并满足下列要求：

- a) 焊缝的外形尺寸应符合设计图样和工艺文件的规定；
- b) 焊缝的高度应不低于母材表面，焊缝与母材应平滑过渡，焊缝和热影响区表面无裂纹、夹渣、弧坑和气孔等影响焊接质量的缺陷。

7.3.8 外径不大于 60 mm 的受热面管子对接接头或弯管应进行通球试验，通球应采用钢球，钢球的直径可比通球直径小 0.2 mm。通球后的管子应有可靠的封闭措施。对接接头的通球直径(d_b)按表 5 确定；弯管的通球直径(d_b)按表 6 确定；对既有对接接头又有弯管的管子，接头和弯管的通球直径(d_b)应分别按表 5、表 6 确定，取其中的较小值。

表 5 对接接头的通球直径

单位为毫米

d_i	$d_i \leq 25$	$25 < d_i \leq 40$	$40 < d_i \leq 55$	$d_i > 55$
d_b	$\geq 0.75d_i$	$\geq 0.8d_i$	$\geq 0.85d_i$	$\geq 0.9d_i$
注： d_i 为管子的内径。				

表 6 弯管用通球直径

单位为毫米

R/D_0	$R/D_0 < 1$	$1.0 \leq R/D_0 < 1.4$	$1.4 \leq R/D_0 < 1.8$	$1.8 \leq R/D_0 < 2.5$	$2.5 \leq R/D_0 < 3.5$	$R/D_0 \geq 3.5$
d_b	$\geq 0.65d_i$	$\geq 0.7d_i$	$\geq 0.75d_i$	$\geq 0.8d_i$	$\geq 0.85d_i$	$\geq 0.9d_i$
注： R 为管子弯曲半径， D_0 和 d_i 分别为管子的外径和内径。						

7.3.9 锅炉受热面管及本体管道的焊缝应经外观检验合格后进行无损检测,并满足下列要求:

- a) 锅炉安装受压部件焊接接头的无损检测选用方法及比例应符合表 7 的要求;
- b) 无损检测的方法、时机、合格的判定应符合 GB/T 16508.4 的要求;
- c) 当无损检测结果不合格时,应对不合格焊缝进行返修外,并应对该焊工所焊的同类焊接接头增做抽检数的双倍进行复检;当复检仍不合格时,应对该焊工焊接的同类焊接接头全部进行无损检测;
- d) 焊接接头经射线检测发现存在不应有的缺陷时,应找出原因,制定可行的返修方案后进行返修;同一位置上的返修次数不宜超过 2 次;当超过 2 次时,应由单位技术负责人批准,返修的部位、次数、返修情况应存入锅炉产品技术档案。

表 7 锅炉安装无损检测选用方法及比例

检 测 部 位	锅 炉 分 类					
	$p\geqslant3.8\text{ MPa}$	蒸汽锅炉 $0.8\text{ MPa}<p<3.8\text{ MPa}$; 热水锅炉 $p<3.8\text{ MPa}$, 且 $t\geqslant120\text{ }^{\circ}\text{C}$	蒸汽锅炉 $p\leqslant0.8\text{ MPa}$, 且 $V>50\text{ L}$	热水锅炉 $0.4\text{ MPa}<p<3.8\text{ MPa}$, 且 $t<120\text{ }^{\circ}\text{C}$; $p<0.4\text{ MPa}$, 且 $95\text{ }^{\circ}\text{C}<t<120\text{ }^{\circ}\text{C}$	蒸汽锅炉 $p\leqslant0.8\text{ MPa}$, 且 $V\leqslant50\text{ L}$	热水锅炉 $p\leqslant0.4\text{ MPa}$, 且 $t\leqslant95\text{ }^{\circ}\text{C}$
集中下降管角接头	100%超声检测	—	—		—	
外径大于 159 mm 或壁厚大于等于 20 mm 的集箱、管道和其他管件的环向对接接头	100%射线或超声检测 ^a					
其他集箱、管道、管子环向对接接头(受热面管子接触焊除外)	1) $p\geqslant9.8\text{ MPa}$, 50% 射线或超声检测; 2) $p<9.8\text{ MPa}$, 25% 射线或超声检测	10% 射线检测(热水锅炉管道除外) ^b				
注: p 为锅炉额定工作压力,单位为兆帕(MPa); V 为设计正常水位水容积,单位为升(L); t 为额定出水温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。						
^a 壁厚小于 20 mm 的焊接接头应采用射线检测方法,壁厚大于或等于 20 mm 时,可采用超声检测方法,超声检测宜采用数字式可记录的超声检测仪,当采用不可记录式超声检测仪时,应附加 20%局部射线检测。						
^b 水温低于 100 $^{\circ}\text{C}$ 的省煤器(节能器)受热面管、给水管道可不进行无损检测。						

7.3.10 受热面管排安装后应排列整齐,不应影响砌(挂)砖。

7.3.11 焊后需要热处理时,应在焊接工作全部结束并经检验合格后进行,可采用局部热处理。热处理前应根据相应标准及图样编制热处理工艺;热处理设备应经过检验,且达到热处理工艺要求;焊后热处理各项指标应符合热处理工艺的要求。

7.3.12 焊缝和焊缝两侧的加热宽度不应小于焊接接头两侧管壁厚度(取较大值)的 3 倍,且不应小于 200 mm。局部热处理时,应配有绝热保温材料覆盖加热区域以外的元件毗邻区域,使其不应产生有害

的温度梯度。

7.4 受热面管的胀接

7.4.1 胀接安装前,受热面管符合下列要求:

- a) 管子表面不应有重皮、裂纹、压扁和严重锈蚀等缺陷;
- b) 合金钢管应逐根进行光谱检查;
- c) 受热面管应作外形检查及矫正;
- d) 受热面管排列应整齐,局部管段与设计安装位置偏差应符合图样的要求;
- e) 胀接管口的端面倾斜度应符合设计图样和工艺文件的规定。

7.4.2 胀管操作人员应了解胀管工艺和胀管率参数,更换操作人员时应再次进行试胀。

7.4.3 当未经退火的管子胀接端硬度大于或等于锅壳管板的硬度时,应对胀接管子的管端进行退火。当胀接管端硬度小于锅壳管板管孔壁的硬度时,管端可不进行退火(特殊材料胀接工艺除外)。

7.4.4 胀接前,应清除管端的表面油污,并打磨至发出金属光泽。管端内部以及胀接器的滚柱、胀杆上均应涂润滑油脂,油脂不应渗入管孔与管子的接触面。

7.4.5 胀接时,环境温度宜为 0℃及以上;当环境温度低于 0℃或其他恶劣天气时,应采取防护措施。

7.4.6 正式胀接前应进行试胀,对试样进行检查;胀口应无裂纹,胀接过渡部分应均匀圆滑,胀管口根部与管孔结合状态不应有起皮、皱纹、切口等缺陷,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,以确定胀管率。

7.4.7 胀接管端应根据打磨后的管孔直接与管端外径的实测数据进行选配;胀接管孔与管端的最大间隙应符合设计图样和工艺文件的要求。

7.4.8 按 GB/T 16508.4 的要求进行胀管,并符合下列要求:

- a) 管端装入管孔后,应立即进行胀接;
- b) 基准管固定后,宜从中间分向两边胀接;
- c) 按内径控制法或外径控制法计算胀管率。当采用内径控制法时,胀管率不应超出 1.0%~2.1% 的范围;当采用外径控制法时,胀管率不应超出 1.0%~1.8% 的范围。

7.5 水压试验

7.5.1 锅炉安装过程中,受压元件应在无损检测和热处理后进行水压试验。

7.5.2 锅炉的承压汽、水系统及其附属装置安装完成后应进行水压试验。铸铁省煤器安装前,宜逐根(或组)进行水压试验。

7.5.3 主汽阀、出水阀、排污阀和给水截止阀应随锅炉一起进行水压试验;安全阀应单独进行耐压试验。

7.5.4 水压试验前进行下列检查。

- a) 对锅壳、集箱等受压部(元)件应进行内部清理和表面检查。
- b) 水冷壁、对流管束及其他管子应保持畅通。
- c) 装设的压力表应不少于 2 只。对于额定工作压力小于 2.5 MPa 的锅炉,压力表精度等级应不低于 2.5 级;对于额定工作压力不小于 2.5 MPa 的锅炉,压力表精度等级应不低于 1.6 级。压力表应经校验合格,其表盘量程应为试验压力的 1.5 倍~3 倍,宜选用 2 倍。
- d) 在系统的最低处装设排水管道,在系统的最高处装设放空阀。

7.5.5 锅炉安装过程中受压元件单件和组合件水压试验、锅炉整体水压试验应符合 GB/T 16508.4 的要求。锅炉安装整体水压试验压力与保压时间应符合表 8 的规定。

表 8 水压试验压力与保压时间

名 称	锅壳工作压力(p)/MPa	试验压力(p_T)/MPa	保压时间/min
锅炉整体	<0.8	$1.5p$ 但不小于 0.2	≥ 20
	$0.8 \sim 1.6$	$p+0.4$	
	>1.6	$1.25p$	
铸铁省煤器(铸铁节能器)	任何压力	1.5 倍省煤器的工作压力	
注：锅炉整体的水压试验，不包括过热器、铸铁省煤器(铸铁节能器)。			

7.5.6 水压试验后，满足下列要求为合格：

- a) 受压元件金属壁和焊缝上应无水珠和水雾；
- b) 当降到工作压力后胀口处应无水珠；
- c) 水压试验后应无明显的残余变形。

7.5.7 当水压试验不合格时，应进行返修，返修后应重新进行水压试验。

7.5.8 水压试验后应及时将锅炉内部的积水排尽。当受热面内部积水不能放尽时，在环境温度低于 0℃时，应采取防冻措施。

7.5.9 每次水压试验应有记录。

8 仪表和阀门安装

8.1 仪表安装

8.1.1 热工仪表及控制装置安装前，应根据计量相关标准检查仪表的标识、精度等级等，检查结果应符合现场使用条件。

8.1.2 压力管道及一次仪表的安装符合下列要求：

- a) 压力管道的材料、元件和制造应符合锅炉部件的相关制造监督检验的要求；
- b) 在压力管道和设备上开孔，应符合设计图样和工艺文件的要求；
- c) 当在同一管段上安装取压装置和测温元件时，取压装置应装在测温元件的上游；
- d) 流量计的安装应按技术文件的要求，按照流量计的前后管道长度要求等确定安装位置，确保流量计测量的正确性。

8.1.3 温度测量装置的安装符合下列要求：

- a) 测温元件安装位置应符合技术文件的要求；
- b) 温度计插座的材质应与主管道相同。

8.1.4 压力测量装置的安装符合下列要求：

- a) 压力测点应符合技术文件的要求；
- b) 当就地压力表波动剧烈时，在二次门后应安装缓冲装置；
- c) 锅壳压力表上应标有锅壳工作压力的指示红线。

8.1.5 安装在炉墙和烟道上的取压装置应倾斜向上，且不应伸入炉墙和烟道的内壁。

8.1.6 水位表的安装符合下列要求：

- a) 玻璃管(板)式水位表上应有“最高水位”“最低水位”和“正常水位”字样的标记；
- b) 电接点水位表应垂直安装，其设计零点应与锅壳正常水位相重合；
- c) 锅壳水位平衡容器安装前，应检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。

8.1.7 信号装置的动作应灵敏、可靠,其动作值应进行整定,并进行模拟试验。

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

8.1.9 电动执行机构的安装应符合下列要求。

- a) 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,无空行程及卡阻现象。
- b) 电动执行机构应进行远方操作试验。开关操作方向、位置指示器应与调节机构开度一致,并在全行程内动作应平稳、灵活、且无跳动现象,其行程及伺服时间应满足使用要求。

8.1.10 阀门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。

8.2 阀门安装



8.2.1 安装前,所有阀门应逐个用洁净水进行严密性试验。严密性试验压力为工作压力的 1.25 倍。

8.2.2 蒸汽锅炉安全阀的安装应符合下列要求。

- a) 锅壳和过热器的安全阀的整定应符合表 9 的要求;带有过热器的锅炉,过热器出口的安全阀应按照较低的整定压力调整。当设置有多只安全阀时,安装在过热器系统上的安全阀应首先起跳。

表 9 蒸汽锅炉安全阀整定压力

额定蒸汽压力 MPa	整定压力	
	最低值	最高值
≤ 0.8	工作压力 + 0.03 MPa	工作压力 + 0.05 MPa
$> 0.8 \sim 5.3$	1.04 倍工作压力	1.06 倍工作压力
> 5.3	1.05 倍工作压力	1.08 倍工作压力

注:表中工作压力是指安全阀装置地点的工作压力;对于控制式安全阀是指控制源接出地点的工作压力。

- b) 安全阀应铅直安装,并应设置有足够截面的排汽管,且管路应保持畅通,并直通至安全地点;排气管底部应装有疏水管。
- c) 在整定压力下,安全阀应无泄漏和冲击现象。
- d) 经调整检验合格后的安全阀应作合格标记。

8.2.3 热水锅炉安全阀的安装应符合下列要求。

- a) 热水锅炉安全阀的整定压力应符合表 10 的要求。

表 10 热水锅炉安全阀的整定压力

最低值	最高值
1.10 倍工作压力,但大于或等于工作压力加 0.07 MPa	1.12 倍工作压力,但大于或等于工作压力加 0.10 MPa

- b) 安全阀应铅直安装,并装设泄放管。泄放管应直通安全地点,并应有足够的截面积和防冻措施,确保排泄畅通。
- c) 经调整检验合格后的安全阀应作合格标记。

8.2.4 固定管式吹灰器的安装应符合技术文件和产品说明书的要求。吹灰器管路应有坡度,能使凝结水通过疏水阀流出,且管路应有保温措施。

9 燃烧设备安装

9.1 炉排安装

9.1.1 炉排安装前的检查和安装后的偏差应符合技术文件或 JB/T 3271、NB/T 47050、GB/T 50273 的要求。

9.1.2 鳞片式或横梁式链条炉排的长度应在拉紧状态下测量,各链条间的长度偏差应符合技术文件或 JB/T 3271、GB/T 50273 的要求。

9.1.3 炉排片组装时不可过紧或过松,装配后应按技术文件的要求进行检查。炉排周边炉条与墙板之间应有膨胀间隙;炉排拉紧装置应留有调节裕量。

9.1.4 炉排冷态试运转宜在筑炉前进行,并符合下列要求:

- a) 冷态试运转时间:链条炉排不应小于 8 h;往复炉排不应小于 4 h;
- b) 炉排加速运转时,应检查传动装置的保安机构动作;
- c) 炉排转动时应平稳,无异常声响、卡住、抖动和跑偏等现象;炉排片应能翻转自如,无突起现象;
- d) 滚柱转动应灵活,与链轮啮合应平稳,无卡住现象;润滑油和轴承的温度均应正常。

9.1.5 煤闸门及炉排轴承冷却装置应按技术文件和产品说明书的要求进行水压检查。

9.1.6 煤闸门升降应灵活,开度、煤闸门下缘与炉排表面的距离偏差应符合技术文件和产品说明书的要求。

9.1.7 挡风门、炉排风管及其法兰结合处、各段风室、落灰门等均应平整、密封。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。侧密封块与炉排的间隙应符合技术文件的要求。

9.2 燃烧器安装

9.2.1 配套的燃烧器应符合技术文件的要求,且产品技术、质量、环保证明资料应完整齐全。

9.2.2 预留的燃烧器安装位置应正确,并防止火焰直接冲刷其周围的受热面。

9.2.3 燃烧器安装前,应对燃烧器的外形尺寸进行检查;燃烧器的安装应符合技术文件、产品说明书和 GB/T 16508.6 的要求。

10 炉墙砌筑和绝热层施工

10.1 炉墙砌筑应在锅炉水压试验合格,且所有砌入墙内的零件、水管和炉顶的支、吊装置等的安装质量均符合设计要求后进行。

10.2 炉墙砌筑和绝热层施工时应符合 GB 50211、GB 50126 和 GB 50264 的有关规定。

10.3 绝热层的型式、膨胀缝的位置及绝热材料的强度、容重、导热系数、品种规格应符合技术文件的要求。

10.4 绝热层施工前,应清除锅壳、集箱、金属烟道、风管、管道等被绝热件表面的油污和铁锈,并按技术文件的要求涂刷耐腐蚀涂料。

10.5 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严密性试验合格后进行,绝热材料采用成型制品时,接缝应错开,里外层压缝;绝热层的允许偏差应符合技术文件的要求。

11 整装锅炉和组装锅炉安装

11.1 安装前应根据锅炉出厂资料对锅炉或零部件进行清点,复核锅炉设备的完整性,检查运输途中是

否有损坏变形等。

11.2 锅炉或组件、部件就位前,应检查基础尺寸和位置,其允许偏差应符合技术文件或第 5 章的要求。

11.3 锅炉或组件、部件就位前,应按锅炉安装技术资料的要求,将零部件放置指定地点;并按技术文件的要求进行锅炉或组件、部件的就位,就位移动可采用如下方式:

- a) 拉动移动时,在锅炉部件的移动支架下放置多根钢管,用钢丝绳拉动,并注意安放钢丝绳的位置,不可损坏锅炉或组、部件;
- b) 起吊移动时,起重设备能力应满足锅炉或组、部件的要求;起吊点应在锅炉部件的指定位置。

11.4 锅炉或组件、部件就位后应校正水平,其允许偏差应符合技术文件或第 6 章和 7.2.4 的要求。当超出规定的偏差范围时,可垫铁进行校正。

11.5 组装锅炉应按随机资料的要求进行组装就位。位置尺寸、组件或部件的纵向中心偏差、倾斜偏差等应符合技术文件的要求;组件或部件的结合面之间应进行固定和加填料密封。

12 辅机设备安装

12.1 风机安装

12.1.1 风机的基础、消音装置和防震装置应符合技术文件和产品说明书的要求。

12.1.2 风机安装前,按下列要求进行开箱验收:

- a) 风机和配套件应无缺件和损坏;
- b) 机壳和其他部位的主要安装尺寸应符合技术文件和产品说明书;
- c) 风机外露部分、各加工面应无锈蚀;
- d) 转子的叶轮和轴颈、齿轮的齿面和齿轮轴的轴颈的主要零件、部件的重要部位应无碰伤和明显的变形;
- e) 整体出厂的风机,进气口和排气口应有防尘盖板遮盖。

12.1.3 风机的安装应符合技术文件和产品说明书的要求;当要求不明确时,应符合 GB 50275 的要求。

12.2 泵的安装

12.2.1 泵的安装基础尺寸、位置和标高应符合技术文件和产品说明书的要求。

12.2.2 泵安装前,按下列要求进行开箱验收:

- a) 泵和配套件应无缺件、损坏和锈蚀等,进出口保护应完好;
- b) 泵的主要安装尺寸应符合技术文件和产品说明书的要求。

12.2.3 泵的安装应符合技术文件和产品说明书的要求。当要求不明确时,应符合 GB 50275 的要求。

12.2.4 管道的安装除应符合 GB 50231 的规定外,还应符合下列要求:

- a) 管子内部和管端应清洗并清除杂物,密封面和螺纹不应有损伤;
- b) 吸入管道和输出管道应有独立的支架,泵不应直接承受管道的重量。

12.2.5 泵的试运转应在其各附属系统单独试运转正常后进行,且应在有介质情况下进行试运转,试运转的介质或代用介质均应符合技术文件和产品说明书的要求。

12.3 安装验收

12.3.1 风机和泵应在试运转合格后,方可办理工程验收手续。

12.3.2 工程验收时应具备下列资料:

- a) 设备出厂技术文件;

- b) 开箱检查记录；
- c) 基础复查记录；
- d) 设计变更的有关资料；
- e) 在安装过程中的各项实测记录、隐蔽过程记录等；
- f) 试运转记录等竣工资料。

13 烘炉、煮炉、严密性试验和调试

13.1 烘炉

13.1.1 烘炉前应制定烘炉方案,并满足下列要求:

- a) 锅炉及其水处理、汽水、排污、输料、除渣、送风、除尘、照明、循环冷却水等系统安装完工后经试运转合格；
- b) 炉体砌筑和绝热层施工完工后经炉体漏风试验合格；
- c) 烘炉需用的热工和电气仪表(如水位表、压力表、测温仪表等)均应安装和调试完毕；
- d) 锅炉给水应符合 GB/T 1576 或 GB/T 12145 的要求；
- e) 锅壳和集箱上的膨胀指示器安装完工后,在冷态状态下应按技术文件的要求进行调整；
- f) 应设置炉墙上的测温点或灰浆取样点；
- g) 应有烘炉升温曲线图；
- h) 管道、风道、烟道、灰道、阀门及挡板均应标明介质流向、开启方向和开度指示；
- i) 炉内、外及各通道应清理干净。

13.1.2 根据现场条件,可采用火焰、蒸汽等方法进行烘炉。带有水冷壁的锅壳锅炉宜用蒸汽烘炉。

13.1.3 火焰烘炉应符合下列要求:

- a) 火焰应集中在炉膛中央,初期宜用文火烘焙,火势应均匀并缓慢加大；
- b) 机械炉排在烘炉过程中应定期转动,以防炉排烧损；
- c) 对于耐火浇注料的炉墙,应在养护期满后开始烘炉升温,且应按过热器后(或相当位置)的烟气温度测定并符合技术文件的要求；
- d) 当炉墙特别潮湿时,应适当减慢升温速度,延长烘炉时间。

13.1.4 蒸汽烘炉应符合下列要求:

- a) 采用 0.3 MPa~0.4 MPa 的饱和蒸汽,从水冷壁集箱的排污阀接口处连续、均匀地送入锅炉,并逐渐加热锅炉;锅炉水位应保持正常,温度宜为 90 ℃,烘炉后期宜补充火焰烘炉；
- b) 开启必要的挡板和炉门排除湿气,并使炉墙各个部位均能被烘干。

13.1.5 烘炉时应检查砌体的膨胀情况,当出现裂纹或变形迹象时,应减慢升温速度,并采取相应措施。

13.1.6 烘炉过程中应测定和绘制实际升温曲线图。

13.2 煮炉

13.2.1 烘炉末期,当炉墙烘炉达到技术文件的要求时可进行煮炉。煮炉压力应小于锅炉的额定工作压力。

13.2.2 煮炉操作和验收应符合技术文件的要求。煮炉起始时的加药量应符合技术文件或表 11 的要求。

表 11 煮炉时的加药量

单位为千克

药品名称	每立方米水中的加药量	
	铁锈较薄时	铁锈较厚时
氢氧化钠(NaOH)	2~3	3~4
磷酸三钠($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) (相当于 PO_4^{3-} 浓度)	2~3 (500 mg/L~700 mg/L)	3~5 (750 mg/L~1 250 mg/L)
注 1: 药量按 100% 的纯度计算。 注 2: 无磷酸三钠时可用碳酸钠代替, 用量为磷酸三钠的 1.5 倍。 注 3: 仅使用碳酸钠时, 每立方米水中碳酸钠为 6 kg。		

- 13.2.3 药品应溶解成液体后加入炉内。配置和加入药液时应有安全措施。
- 13.2.4 加药时炉水应在低水位。煮炉时, 药液不应进入过热器内。
- 13.2.5 煮炉时间宜为 48 h~72 h。煮炉最后 24 h 宜使压力保持在额定工作压力的 75%。当在较低的压力下煮炉时, 应延长煮炉时间。
- 13.2.6 煮炉期间应定期从锅炉和水冷壁下集箱取水样进行水质分析。当炉水碱度低于 45 mol/L 时, 应补充加药。
- 13.2.7 煮炉结束后应交替进行持续上水和排污, 直到水质达到 GB/T 1576 或 GB/T 12145 的要求; 然后停炉排水, 冲刷锅炉内部和与药液接触的阀门等, 并清除锅壳、集箱内部的沉积物, 保证排污阀无堵塞现象。
- 13.2.8 煮炉后应清除锅壳和集箱内壁的油垢, 保证金属表面无锈斑。

13.3 严密性试验和调试

- 13.3.1 锅炉烘炉、煮炉后, 应按技术文件的要求进行严密性压力试验, 并按以下要求:
- a) 升压至 0.3 MPa~0.4 MPa 后, 应对锅炉压力试验范围内的法兰、人孔、手孔以及其他连接件的螺栓进行一次热状态下的紧固;
 - b) 继续升压至额定工作压力后, 应对压力试验范围内的人孔、手孔、阀门、法兰和垫料等各处的严密性进行检查, 同时观察锅壳、集箱、管路和支架等的热膨胀情况。
- 13.3.2 严密性压力试验合格后, 应对安全阀进行最终调整, 调整后的安全阀应立即加锁或铅封。
- 13.3.3 安全阀调整后, 锅炉应进行系统冷态调试和整体启动热态调试。
- 13.3.4 锅炉在启动过程中, 应根据锅炉制造单位提供的升压曲线的要求缓慢升压。
- 13.3.5 调试后, 组装锅炉应在一定负荷下进行 48 h 连续试运行, 整装锅炉宜进行 4 h~24 h 的连续试运行。

14 验收

- 14.1 锅炉连续试运行合格后, 方可办理工程验收。未经验收的锅炉不应投入使用。
- 14.2 组装锅炉的安装工程验收应至少具备下列资料:
- a) 开工报告;
 - b) 锅炉技术文件清查记录(包括设计修改的有关文件);
 - c) 设备缺损件清单及修复记录;

- d) 安装基础检查记录；
- e) 钢结构安装记录；
- f) 钢结构立柱底板下的垫铁及灌浆层质量检查记录；
- g) 锅炉本体受热面管子的通球试验记录；
- h) 阀门水压试验记录；
- i) 锅壳、集箱、省煤器、过热器及空气预热器安装记录；
- j) 管端退火记录；
- k) 胀接管孔及管端的实测记录；
- l) 锅炉胀管记录；
- m) 受热面管子焊接质量检查记录和检验报告；
- n) 水压试验记录及签证；
- o) 锅壳封闭检查记录；
- p) 炉排安装及冷态、热态调试记录；
- q) 炉墙施工记录；
- r) 仪表试验记录；
- s) 烘炉、煮炉和严密性试验记录；
- t) 安全阀调整试验记录；
- u) 带负荷连续试运行记录。

14.3 整装锅炉的安装工程验收至少应具备下列资料：

- a) 开工报告；
- b) 锅炉技术资料清查记录(包括设计修改的有关文件)；
- c) 设备缺损件清单及修复记录；
- d) 安装基础检查记录；
- e) 锅炉本体安装记录；
- f) 风机、除尘器、烟囱安装记录；
- g) 给水泵或注水器安装记录；
- h) 阀门水压试验记录；
- i) 炉排冷态调试记录；
- j) 水压试验记录及签证；
- k) 水位表、压力表和安全阀安装记录；
- l) 烘炉、煮炉记录；
- m) 带负荷连续试运行记录。

14.4 对于首次投运的新产品可由验收双方协商确定后进行锅炉热工和环保性能试验。



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
-