

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 16507.6—2022

代替 GB/T 16507.6—2013

## 水管锅炉 第 6 部分：检验、试验和验收

Water-tube boilers—  
Part 6: Inspection, testing and acceptance

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 .....	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 材料验收 .....	2
5 产品尺寸、成形加工及焊接接头外观检查 .....	2
6 通球检查 .....	3
7 光谱检验 .....	4
8 无损检测 .....	4
9 产品焊接接头力学性能检验 .....	7
10 水压试验 .....	8
11 检验用文件 .....	10
12 出厂资料、产品铭牌和标记 .....	10
附录 A (规范性) 锅炉产品合格证 .....	12
附录 B (规范性) 特种设备代码编号方法 .....	14
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 16507《水管锅炉》的第 6 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 16507.6—2013《水管锅炉 第 6 部分：检验、试验和验收》，与 GB/T 16507.6—2013 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了范围(见第 1 章,2013 年版的第 1 章)；
- 增加了“术语和定义”一章(见第 3 章)；
- 更改了入厂验收中型钢的限定条件(见 4.1,2013 年版的 3.1)；
- 更改了材料质量证明书的要求(见 4.2,2013 年版的 3.2)；
- 更改了材料入厂验收要求,直接引用 JB/T 3375(见 4.3,2013 年版的 3.3~3.12)；
- 更改了材料标记移植的要求(见 4.4,2013 年版的 3.9)；
- 增加了产品尺寸、成形加工的检查要求,调整了咬边要求,增加了内凹深度、根部凸出、对接焊缝余高、扁钢与管子的连接焊缝的要求(见 5.1、5.2、5.3、5.4,2013 年版的第 4 章)；
- 通球检查增加了“受热面管子”的限定语(见 6.1,2013 年版的 5.1)；
- 增加了  $R/D$  小于 1.0 时的弯管通球直径要求(见表 2,2013 年版的表 3)；
- 更改了“弯制后进行焊接”为“既有弯头又有对接接头”(见 6.2,2013 年版的 5.2)；
- 将内螺纹通球时的“管子理论最小内径”更改为“内螺纹管标准中给出的最小内径”,补充了未规定最小内径时的选取规定;将“管子最小壁厚”更改为“管子公称壁厚”(见 6.4,2013 年版的 5.4)；
- 更改“若按理论公称内径通球受阻,则按管子实测最小内径选取钢球进行通球。”的适用范围(见 6.5,2013 年版的第 5.4)；
- 更改完善了光谱检验的范围界定(见第 7 章,2013 年版的第 6 章)；
- 更改完善了相关部件的无损检测要求,表 3 脚注中增加“<sup>b</sup> 管接头按接头数抽查”,管接头外径大于 108 mm 做 100%UT 检测时增加脚注“<sup>c</sup> 只针对全焊透结构的角接头”;表 4 脚注 b 中删除了“可按焊接接头长度抽查”的规定,改为“<sup>b</sup> 管接头按接头数抽查”,管接头外径大于 108 mm 做 100%UT 检测时增加脚注“<sup>c</sup> 只针对全焊透结构的角接头”,增加脚注“<sup>d</sup> 热水锅炉管道除外”,增加表中的段“水温低于 100 °C 的给水管道可不进行无损检测”;表 5 中增加脚注“<sup>b</sup> 水温低于 100 °C 的省煤器受热面管可不进行无损检测”(见表 3、表 4、表 5,2013 年版的表 4、表 5、表 6)；
- 增加了“对于弯管半径( $R$ )不大于  $1.4D$ (公称外径)的弯管,其弯头区域应进行表面磁粉或渗

透检测抽查,每批(同一材质、同一规格、同一交货状态)抽查比例为5%,且不少于3件”的规定(见8.5.5);

- 删除了“板材、管子弯曲后,内、外弯曲面以及两侧各100 mm的直段应进行磁粉或渗透检测。”的规定(见2013年版的7.7.5);
- 更改了对小口径管环焊接头无损检测要求的表述(见8.8,2013年版的7.8.3);
- 增加了衍射时差法超声检测的合格等级,完善了衍射时差法超声检测的相关要求(见8.9.3,2013年版的7.9.4);
- 增加了相控阵超声检测的合格等级,完善了相控阵超声检测的相关要求(见8.9.4);
- 更改了应制作纵缝焊接试件的要求(见9.1,2013年版的8.1);
- 更改了力学性能检验的相关要求(见9.4~9.6,2013年版的8.4);
- 更改了母材屈服强度的相关表述[见9.5 c),2013年版的8.4.2.3];
- 更改了夏比V型缺口室温冲击试验的合格要求(见9.6,2013年版的8.4.3);
- 更改了水压试验的相关要求(见第10章,2013年版的第9章);
- 更改了出厂资料、产品铭牌和标记的有关内容(见第12章,2013年版的第11章);
- 更改了锅炉产品合格证和特种设备代码编号方法的有关内容(见附录A、附录B,2013年版的附录A、附录B)。

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:东方电气集团东方锅炉股份有限公司、上海锅炉厂有限公司、北京巴布科克·威尔科克斯有限公司、哈尔滨锅炉厂有限责任公司、上海发电设备成套设计研究院有限责任公司、无锡华光环保能源集团股份有限公司、武汉锅炉股份有限公司、杭州锅炉集团股份有限公司。

本文件主要起草人:陆毅、汤纯佳、张军辉、殷东岳、屈桢、张芳芳、刘平元、许建国、王桂玲、叶苏。

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 16507.6—2013《水管锅炉 第6部分:检验、试验和验收》;
- 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 6 部分：检验、试验和验收

### 1 范围

本文件规定了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材料检验、产品尺寸、成形加工及焊接接头外观检查、通球检查、光谱检验、无损检测、产品焊接接头力学性能检验、水压试验、检验用文件、出厂资料、金属铭牌和标记要求。

本文件适用于 GB/T 16507.1 界定的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。

### 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 2652 焊缝及熔敷金属拉伸试验方法
  - GB/T 2900.48 电工名词术语 锅炉
  - GB/T 16507.1 水管锅炉 第 1 部分：总则
  - GB/T 16507.5 水管锅炉 第 5 部分：制造
  - JB/T 3375 锅炉用材料入厂验收规则
  - NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测
  - NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第 3 部分：超声检测
  - NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第 4 部分：磁粉检测
  - NB/T 47013.5 承压设备无损检测 第 5 部分：渗透检测
  - NB/T 47013.10 承压设备无损检测 第 10 部分：衍射时差法超声检测
  - NB/T 47013.11 承压设备无损检测 第 11 部分：X 射线数字成像检测
  - NB/T 47013.14 承压设备无损检测 第 14 部分：X 射线计算机辅助成像检测
  - NB/T 47013.15 承压设备无损检测 第 15 部分：相控阵超声检测
  - NB/T 47016 承压设备产品焊接试件的力学性能检验
- 特种设备目录(国家质量监督检验检疫总局 2014 年第 114 号)

### 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

**水压试验压力** hydrostatic test pressure

在水压试验时，按规定对锅炉系统或受压部件(元件)施加的压力。

## 4 材料验收

### 4.1 一般要求

锅炉制造单位应制定材料采购标准并按其规定对锅炉用钢板、锅炉用钢管、结构钢板(用于制造大板梁的翼板和腹板)和钢带、型钢(高度 250 mm 及以上、或角钢边宽度 250 mm 及以上)、圆钢(用于制造拉杆和直径 40 mm 及以上的吊杆)、锻件、铸钢件、铸铁件、焊接材料(包括焊条、焊丝、药芯焊丝和焊剂)等进行入厂验收。

### 4.2 材料质量证明

4.2.1 材料制造单位应向材料使用单位提供质量证明书,质量证明书内容应齐全,并且印制可追溯的信息化标识,加盖材料制造单位质量检验章,并与实物相符,同时在材料的明显部位做出清晰、牢固的钢印标志或其他标志。锅炉材料采购单位从非材料制造单位取得锅炉用材料时,应取得材料制造单位提供的质量证明书原件或加盖了材料经营单位公章和经办负责人签字(章)的复印件。

4.2.2 质量证明书内容应符合相应材料标准的要求,质量证明书不符合标准规定的材料应予以拒收。

4.2.3 材料使用单位应对所取得的锅炉用材料及材料质量证明书的真实性和一致性负责。

### 4.3 材料入厂验收

锅炉制造单位应按照 JB/T 3375 的规定对锅炉用材料进行入厂验收,合格后才能使用。

### 4.4 入厂验收标识及标记移植

4.4.1 入厂验收合格的材料应有合格标识。

4.4.2 入厂验收不合格材料应有不合格标识,并予以隔离。

4.4.3 锅炉制造过程中应核实材料标记,并按 GB/T 16507.5 的规定进行材料标记移植。

## 5 产品尺寸、成形加工及焊接接头外观检查

5.1 产品检测所用测量器具、仪器仪表应经确认合格,并应在确认有效期内使用。测量器具、仪器仪表的精度应符合相应规定,其有效量程应大于被测产品的检测值。

5.2 产品制作过程中的冷、热加工成形、热处理应符合 GB/T 16507.5 的规定,应有相应的记录。

5.3 制作完工的产品应进行相应的尺寸检测,检测结果应符合 GB/T 16507.5 的规定。

5.4 受压元件焊接接头(包括非受压元件与受压元件焊接的接头)应进行外观检查,至少满足以下要求。

- a) 焊缝外形尺寸应符合设计图样和工艺文件的要求。
- b) 对接焊缝高度不应低于母材表面,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、未熔合和气孔。
- c) 锅筒、启动(汽水)分离器、储水箱、集箱或管道的纵、环缝及封头的拼接焊缝无咬边,其余焊缝咬边深度不大于 0.5 mm,管子焊缝两侧咬边总长度不大于管子周长的 20%,且不大于 40 mm。
- d) 内凹深度:不大于 2 mm。
- e) 启动(汽水)分离器、储水箱、集箱、管道的根部凸出:不大于 3 mm。
- f) 对接焊缝余高:
  - 1) 锅筒、启动(汽水)分离器、储水箱、集箱、管道:不大于 15% $t$  且不大于 4 mm;

注：单面焊时， $t$  为板材或管材的名义厚度；双面焊时， $t$  为正、反面的坡口深度。

- 2) 管子：不大于 3 mm。
- g) 扁钢与管子的连接焊缝：
  - 1) 扁钢与管子的焊接应连续，不应有漏焊；
  - 2) 焊缝成形应光滑、平整，焊缝与母材之间应圆滑过渡，焊缝表面不应有裂缝、夹渣、弧坑等缺陷；
  - 3) 扁钢与管子之间的焊缝表面不应有直径大于 2 mm 的单个气孔，同时也不应存在密集性气孔(3 个以上小孔连成一片)或成排气孔(任意 100 mm 焊缝直线范围内气孔数多于 5 个)；
  - 4) 焊缝咬边深度在管子侧不应大于 0.5 mm，咬边总长度不大于管子长度的 25%，且连续长度不超过 500 mm；扁钢侧咬边深度不大于 0.8 mm；
  - 5) 扁钢与管子焊接时不应烧穿管子，如有烧穿，则该部位应用相同材料、相同规格的管子替换，且替换长度不应小于 300 mm；
  - 6) 扁钢与管子焊接的熔深应符合 GB/T 16507.5 的规定。

## 6 通球检查

6.1 公称外径不大于 60 mm 的受热面管子的对接接头或弯管应进行通球检查，通球应采用钢球，通球直径( $d_b$ )按表 1 或表 2 的规定。

表 1 对接接头通球直径

单位为毫米

$d$	$\leq 25$	$25 < d \leq 40$	$40 < d \leq 55$	$> 55$
$d_b$	$\geq 0.75d$	$\geq 0.80d$	$\geq 0.85d$	$\geq 0.90d$

注： $d$ ——管子的公称内径，单位为毫米(mm)。

表 2 弯管通球直径

单位为毫米

$R/D$	$R/D < 1.0$	$1.0 \leq R/D < 1.4$	$1.4 \leq R/D < 1.8$	$1.8 \leq R/D < 2.5$	$2.5 \leq R/D < 3.5$	$R/D \geq 3.5$
$d_b$	$d \geq 0.65d$	$\geq 0.70d$	$\geq 0.75d$	$\geq 0.80d$	$\geq 0.85d$	$\geq 0.90d$

注： $R$ ——管子弯曲半径，单位为毫米(mm)；  
 $D$ ——管子的公称外径，单位为毫米(mm)；  
 $d$ ——管子的公称内径，单位为毫米(mm)。

6.2 既有弯头又有对接接头的管子，通球直径应是按表 1 和表 2 规定选取结果中的较小值。

6.3 通球用钢球的制造直径偏差为  $-0.2$  mm，即实际选用钢球直径可比通球直径小 0.2 mm。

6.4 内螺纹管通球时，应按内螺纹管标准中给出的最小内径选取通球用钢球，若选用不是内螺纹管标准规定的管子规格或未规定最小内径时，则最小内径为管子的公称外径减去 2 倍管子公称壁厚与螺纹高度之和，即： $d = D - 2 \times (\text{管子公称壁厚} + \text{螺纹高度})$ 。

6.5 若按 6.1~6.4 的规定通球遇阻，则按管子实测最小内径选取钢球进行通球。

6.6 为保证管子内部清洁度而进行的通球检查可采用海绵球,试验用压缩空气的压力约 0.4 MPa。

## 7 光谱检验

合金钢管(管件)对接接头焊缝和母材应进行 100% 的化学成分光谱分析验证,并出具光谱分析检验报告。

## 8 无损检测

### 8.1 无损检测基本方法

无损检测方法主要包括射线(RT)、超声(UT)、磁粉(MT)、渗透(PT)、涡流(ET)等检测方法。射线检测方法(RT)包括胶片射线检测(F-RT)、数字成像检测(DR)、计算机辅助成像检测(CR)。超声检测方法(UT)包括脉冲回波法超声检测(PE)、相控阵超声检测(PAUT)和衍射时差法超声检测(TOFD)。制造单位应根据设计、工艺及其相关技术条件选择检测方法,并制定相应的检测工艺。

当选用衍射时差法超声检测(TOFD)时,应与脉冲回波法超声检测(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。

### 8.2 无损检测人员

无损检测人员应按照相关技术规范进行考核,取得资格证书后方可从事相应方法和技术等级的无损检测工作。

### 8.3 采用多种无损检测的合格条件

锅炉受压部件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。

### 8.4 检测记录

制造单位应如实填写无损检测记录,正确签发无损检测报告,妥善保管无损检测的操作指导书、原始记录、报告、检测部位图、射线底片、光盘或电子文档等资料(含缺陷返修记录),其保存期限不少于 7 年。

### 8.5 无损检测方法和比例

8.5.1 锅筒、启动(汽水)分离器和储水箱应按表 3 的要求进行无损检测。

表 3 锅筒、启动(汽水)分离器和储水箱无损检测要求

焊接接头类型	表面检测	体积检测	
		RT	UT
纵向和环向对接接头(包括集中下降管及封头拼接接头)			
$p \geq 3.8 \text{ MPa}$	—	100%RT	或 100%UT <sup>a</sup>
蒸汽锅炉 $0.8 \text{ MPa} < p < 3.8 \text{ MPa}$ 热水锅炉 $p < 3.8 \text{ MPa}$ , 且 $t \geq 120 \text{ }^\circ\text{C}$	—	100%RT	或 100%UT <sup>a</sup>

表 3 锅筒、启动(汽水)分离器和储水箱无损检测要求(续)

焊接接头类型		表面检测	体积检测	
			RT	UT
蒸汽锅炉 $p \leq 0.8$ MPa, 且 $V > 50$ L		—	每条焊缝至少 20%	—
蒸汽锅炉 $p \leq 0.8$ MPa, 且 $V \leq 50$ L 热水锅炉 $0.4$ MPa $< p < 3.8$ MPa, 且 $t < 120$ °C 热水锅炉 $p \leq 0.4$ MPa, 且 $95$ °C $< t < 120$ °C		—	每条焊缝至少 10%	—
管座角焊缝				
集中下降管角焊缝	$p \geq 3.8$ MPa	100%	—	100% UT
其他管座角焊缝 ( $p \geq 3.8$ MPa 锅炉)	外径大于 108 mm	100%	—	100% UT <sup>c</sup>
	外径不大于 108 mm	$\geq 20\%$ <sup>b</sup>	—	—
附件角焊缝				
吊耳		100%	—	100% UT <sup>c</sup>
注: $p$ ——锅炉额定工作压力,单位为兆帕(MPa); $V$ ——设计正常水位水容积,单位为升(L)。				
<sup>a</sup> 壁厚小于 20 mm 的焊接接头应采用射线检测方法;壁厚不小于 20 mm 的焊接接头,可采用超声检测方法,超声检测宜采用可记录的超声检测仪,如果采用不可记录的超声检测仪,应附加 20% 局部射线检测。 <sup>b</sup> 管接头按接头数抽查。 <sup>c</sup> 只针对全焊透结构的角接头。				

8.5.2 蒸汽锅炉的集箱(包括连接管)和管道应按表 4 的要求进行无损检测。

表 4 集箱(包括连接管)和管道无损检测要求

焊接接头类型		表面检测	体积检测	
			RT	UT
纵向对接接头		同表 3 锅筒纵向接头要求		
环向对接接头				
外径大于 159 mm 或 壁厚不小于 20 mm	蒸汽锅炉 $p > 0.8$ MPa 热水锅炉 $p \geq 3.8$ MPa, $p < 3.8$ MPa 且 $t \geq 120$ °C	—	100% RT 或 100% UT <sup>a</sup>	
外径不大于 159 mm、 且壁厚小于 20 mm (受热面管子 接触焊除外)	$p \geq 9.8$ MPa	—	100% RT 或 100% UT (安装工地,接头数的 50%)	
	$3.8$ MPa $\leq p < 9.8$ MPa	—	至少 50% RT 或 50% UT (安装工地,接头数的 25%)	
	蒸汽锅炉 $0.8$ MPa $< p < 3.8$ MPa 热水锅炉 $p < 3.8$ MPa 且 $t \geq 120$ °C	—	10% RT <sup>d</sup>	—
管座角焊缝( $p \geq 3.8$ MPa)				

表 4 集箱(包括连接管)和管道无损检测要求(续)

焊接接头类型	表面检测	体积检测	
		RT	UT
管子外径大于 108 mm	≥20% <sup>b</sup>	—	100%UT <sup>c</sup>
管子外径不大于 108 mm	≥20% <sup>b</sup>	—	—
吊耳和承载附件	≥10%	—	—
水温低于 100 °C 的给水管可是不进行无损检测。 注：p——锅炉额定工作压力，单位为兆帕(MPa)。			
<sup>a</sup> 壁厚小于 20 mm 的焊接接头应采用射线检测方法；壁厚不小于 20 mm 的焊接接头，可采用超声检测方法，超声检测宜采用可记录的超声检测仪，如果采用不可记录的超声检测仪，应附加 20%局部射线检测。 <sup>b</sup> 管接头按接头数抽查。 <sup>c</sup> 只针对全焊透结构的角接接头。 <sup>d</sup> 热水锅炉管道除外。			

8.5.3 蒸汽锅炉的管子(管屏)应按表 5 的要求进行无损检测。

表 5 管子(管屏)无损检测要求

焊接接头类型	表面检测	体积检测	
		RT	UT
$p \geq 9.8$ MPa 环向接头 <sup>a</sup>	—	100%RT 或 100%UT (安装工地,接头数的 50%)	
$3.8 \text{ MPa} \leq p < 9.8$ MPa 环向接头 <sup>a</sup>	—	至少 50%RT 或 50%UT (安装工地,接头数的 25%)	
蒸汽锅炉 $0.8 \text{ MPa} < p < 3.8$ MPa 环向接头 <sup>a</sup> 热水锅炉 $p < 3.8$ MPa, 且 $t \geq 120$ °C 环向接头 <sup>a</sup>	—	10%RT <sup>b</sup>	—
吊耳和承载附件角焊缝	≥10%	—	—
注：p——锅炉额定工作压力，单位为兆帕(MPa)。			
<sup>a</sup> 受热面管子接触焊除外。 <sup>b</sup> 水温低于 100 °C 的省煤器受热面管可是不进行无损检测。			

8.5.4 蒸汽锅炉、 $p \geq 3.8$  MPa 的热水锅炉和  $p < 3.8$  MPa 且  $t \geq 120$  °C 的热水锅炉的管子或管道与无直段弯头的焊接接头应进行 100%射线或超声检测。

8.5.5 对于弯管半径(R)不大于 1.4D(公称外径)的弯管,其弯头区域应进行表面磁粉或渗透检测抽查,每批(同一材质、同一规格、同一交货状态)抽查比例为 5%,且不少于 3 件。

8.6 局部无损检测

8.6.1 受压部件局部无损检测部位由制造单位确定,但应包括纵缝和环缝的相交对接接头部位。

8.6.2 经局部无损检测的焊接接头,若在检测部位任意一端发现缺陷有延伸可能时,应在缺陷的延长

方向进行补充检测。当发现超标缺陷时,应在该缺陷两端的延伸部位各进行不少于 200 mm 的补充检测,如仍不合格,则应对该条焊接接头进行全部检测。

8.6.3 对不合格的管子对接接头,应对该焊工当日焊接的管子对接接头进行抽查数量双倍数目的补充检测,如仍不合格,应对该焊工当日全部接管焊接接头进行检测。

8.6.4 管座角接接头和吊耳、承载附件做无损检测抽查时,发现有不合格的缺陷,应对该焊工当日焊接的焊缝做抽查数量的双倍数目的补充无损检测。如果补充检测仍不合格,则应对该焊工当日全部焊接接头进行检测。

## 8.7 无损检测时机

8.7.1 焊接接头无损检测应在形状尺寸和外观检查合格后进行。

8.7.2 有延迟裂纹倾向材料的焊接接头,应在焊接完成 24 h 后进行无损检测。

8.7.3 有再热裂纹倾向材料的焊接接头,应在最终热处理后进行表面无损检测复验。

8.7.4 封头拼接接头的无损检测应在加工成型后进行,如果在成型前进行,则应于成型后在小圆弧过渡区域再做无损检测。

## 8.8 射线检测验收要求

8.8.1 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。

8.8.2 胶片感光法射线检测应按 NB/T 47013.2 进行,数字成像射线检测应按 NB/T 47013.11 进行,计算机辅助成像方法射线检测应按 NB/T 47013.14 进行,射线底片和检测数字图像应进行保存。

## 8.9 超声检测验收要求

8.9.1 超声检测宜采用可记录的超声检测仪。

8.9.2 脉冲回波法超声检测应按 NB/T 47013.3 进行,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。

8.9.3 衍射时差法超声检测应按 NB/T 47013.10 进行,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。

8.9.4 相控阵超声检测应按 NB/T 47013.15 进行,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。

## 8.10 磁粉检测验收要求

8.10.1 磁粉检测应按 NB/T 47013.4 进行。

8.10.2 磁粉检测合格级别不应低于 I 级。

## 8.11 渗透检测验收要求

8.11.1 渗透检测应按 NB/T 47013.5 进行。

8.11.2 渗透检测合格级别不应低于 I 级。

## 9 产品焊接接头力学性能检验

9.1 为检验产品焊接接头的力学性能,应焊制产品焊接试件。对于焊接质量稳定的制造单位,经过技术负责人批准,可免做焊接试件。但属于下列情况之一的,应制作纵缝焊接试件:

- a) 制造单位按照新焊接工艺规程制造的前 5 台锅炉;

- b) 用合金钢(碳锰钢除外)制作并且工艺要求进行热处理的锅筒或集箱类部件;
- c) 设计要求制作焊接试件。

9.2 产品焊接试件的要求如下:

- a) 每个锅筒[包括启动(汽水)分离器和储水箱]、集箱类部件纵缝应制作一块焊接试件;
- b) 纵缝焊接试件应作为产品纵缝的延长部分焊接;
- c) 产品焊接试件应由焊接该产品的焊工焊接,试件材料、焊接材料和工艺条件等应与所代表的产品相同,试件焊成后应打上焊工和检验员代号钢印;
- d) 需要热处理时,试件应与所代表的产品同炉热处理;
- e) 焊接试件的数量、尺寸应满足制备检验和复验所需要试样的要求。

9.3 焊接试件经过外观和无损检测检查后,在合格部位制取试样。

9.4 焊接试件上制取试样的力学性能检验类别、试样数量、取样和加工要求、试验方法、合格指标及复验应符合 NB/T 47016 的规定。

9.5 额定工作压力不小于 3.8 MPa 锅炉锅筒的纵向焊缝及集箱类部件的纵向焊缝,当板厚大于 20 mm,应从焊接试件上制取全焊缝金属纵向拉伸试样。试样数量、试验方法及试验结果要求如下:

- a) 试样数量:当板厚大于 20 mm 但不大于 70 mm 时,应从试件(试板)上沿焊缝纵向切取全焊缝金属拉力试样 1 个;当板厚大于 70 mm 时,应取全焊缝金属拉力试样 2 个;
- b) 试验方法和取样位置可按 GB/T 2652 的要求;
- c) 全焊缝金属拉伸试样的试验结果应满足母材规定的抗拉强度( $R_m$ )、下屈服强度( $R_{eL}$ )或规定塑性延伸强度( $R_{p0.2}$ )。

9.6 额定工作压力不小于 3.8 MPa 锅炉锅筒纵向焊缝、合金钢材料集箱类部件的纵向焊缝,如果双面焊壁厚不小于 12 mm(单面焊壁厚不小于 16 mm),应从焊接试件上制取试样做焊缝金属及热影响区夏比 V 型缺口室温冲击试验。夏比 V 型缺口室温冲击试验应符合 NB/T 47016 的规定,NB/T 47016 无相应材料的规定值时,三个标准试样的冲击吸收功平均值不低于 27 J,至多允许有一个试样的冲击吸收功低于规定值,但不低于规定值的 70%。

9.7 力学性能检验有某项不合格时,应从原焊制的检查试件中对不合格项目取双倍试样复验(冲击试验项目再取三个试样复验),或将原检查试件与产品再热处理一次后进行全面复验。

## 10 水压试验

### 10.1 基本要求

水压试验基本要求如下:

- a) 锅炉受压元件的水压试验应在无损检测和热处理后进行;
- b) 水压试验场地应有可靠的安全防护设施;
- c) 水压试验应在环境温度不低于 5 °C 时进行,低于 5 °C 时应有防冻措施;
- d) 水压试验所用的水应是洁净水,水温应保持高于周围露点的温度以防表面结露,但也不宜温度过高以防止引起汽化和过大的温差应力;
- e) 合金钢受压元件的水压试验水温应高于所用钢种的脆性转变温度,一般为 20 °C~70 °C;
- f) 奥氏体受压元件水压试验时,应控制水中的氯离子含量不超过 25 mg/L,如不能满足要求时,水压试验后应立即将水渍去除干净;
- g) 受压部件工厂制造后应进行水压试验,在满足 10.3.3e) 的规定时可以免除厂内水压。

## 10.2 试验条件

水压试验前,检查人员应确认受压元件的材料、焊接、热处理和无损检测均符合本文件要求,受压元件的内外部清理干净,无锈斑和涂漆;如内腔需采用镀层处理的,则允许在镀层工序完成后进行。

## 10.3 水压试验压力及保压时间

10.3.1 水压试验时,受压元件的薄膜应力不应超过元件材料在试验温度下屈服点的 90%。

注:试验温度指进行压力试验时受压元件的金属温度。

10.3.2 整体水压试验压力应符合表 6 的规定,保压时间为 20 min。

表 6 水压试验压力

名称	锅筒工作压力	试验压力
锅炉本体 (直流锅炉本体除外)	<0.8 MPa	1.5 倍锅筒工作压力,且不小于 0.2 MPa
	0.8 MPa~1.6 MPa	锅筒工作压力加 0.4 MPa
	>1.6 MPa	1.25 倍锅筒工作压力
直流锅炉本体	任何压力	介质出口工作压力的 1.25 倍,且不小于省煤器进口工作压力的 1.1 倍
再热器	任何压力	1.5 倍再热器的工作压力
铸铁省煤器	任何压力	1.5 倍省煤器的工作压力
注:本表中的锅炉本体的水压试验,不包括本表中的再热器和铸铁省煤器。		

10.3.3 零、部件水压试验压力及保压时间如下:

- 以部件型式出厂的锅筒、启动(汽水)分离器及其储水箱,为其工作压力的 1.25 倍,且不低于其所对应的锅炉本体水压试验压力,保压时间至少为 20 min;
- 散件出厂锅炉的集箱类部件,为其工作压力的 1.5 倍,保压时间至少为 5 min;
- 对接焊接的受热面管子及其他受压管件,为其工作压力的 1.5 倍,保压时间至少为 10 s;
- 受热面管与集箱焊接出厂的部件,为其工作压力的 1.5 倍,保压时间至少为 5 min。

敞口集箱(含带有三通的集箱)、无成排受热面管接头以及内孔焊封底的成排管接头的集箱、启动(汽水)分离器及储水箱、管道、减温器、分配集箱等部件,其所有焊缝经过 100%无损检测合格,以及对接焊接的受热面管及其他受压管件经过氩弧焊打底并且 100%无损检测合格,能够确保焊接质量,在制造单位内可不单独进行水压试验。

## 10.4 水压试验过程控制

进行水压试验时,水压应缓慢地升降。当水压上升到工作压力时,应暂停升压,检查有无漏水或异常现象,然后再升压到试验压力,达到保压时间后,降到工作压力进行检查。检查期间压力应保持不变。

## 10.5 合格标准

锅炉或锅炉零部件进行水压试验,符合下列情况时判为合格:

- 在受压元件金属壁和焊缝上没有水珠和水雾;
- 当降到工作压力后胀口处不滴水珠;
- 水压试验后,没有发现明显残余变形;

- d) 铸铁锅炉、铸铝锅炉锅片的密封处在降到额定工作压力后不滴水珠。

## 11 检验用文件

11.1 在锅炉制造阶段,对锅炉产品实施的检验方案或检验计划应根据供需双方签订的合同或技术协议,明确规定受压元件和承受载荷的非受压元件的检验项目、质量管理点、监检停留点、现场见证点和文件见证点,必要时可经用户代表会签,作为供需双方质量文件交接的依据。

11.2 生产过程中的各种检查、试验、无损检测记录和报告 and 不合格处理报告等应齐全、正确、可追踪。

## 12 出厂资料、产品铭牌和标记

### 12.1 出厂资料

12.1.1 产品出厂时,锅炉制造单位应提供与安全有关的技术资料,至少应包括以下内容:

- a) 锅炉图样,包括总图、安装图和主要受压元件图;
- b) 受压元件的强度计算书或计算结果汇总表;
- c) 安全阀排放量的计算书或计算结果汇总表;
- d) 热力计算书或热力计算结果汇总表;
- e) 烟风阻力计算书或计算结果汇总表;
- f) 锅炉质量证明书,包括产品合格证(含锅炉产品数据表,按照附录 A 的规定编制)、金属材料质量证明、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、质量保证工程师签章和产品质量检验专用章(或单位公章);
- g) 锅炉安装说明书和使用说明书;
- h) 受压元件与设计文件不符的变更资料;
- i) 热水锅炉的水流程图及水动力计算书或计算结果汇总表。

12.1.2 额定工作压力不小于 3.8 MPa 锅炉,除满足 12.1.1 的有关要求外,还应提供以下技术资料:

- a) 过热器、再热器壁温计算书或计算结果汇总表;
- b) 热膨胀系统图;
- c) 高压及以上锅炉水循环(含汽水阻力)计算书或计算结果汇总表;
- d) 高压及以上锅炉汽水系统图;
- e) 高压及以上锅炉各项安全保护装置整定值。

12.1.3 电站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。

### 12.2 产品铭牌和标记

12.2.1 整体出厂的锅炉应在明显的位置装设产品铭牌,产品铭牌应为金属铭牌,铭牌上至少应载明以下项目:

- a) 制造单位名称;
- b) 锅炉型号;
- c) 设备代码(编号方法按照附录 B 的规定);
- d) 产品编号;
- e) 额定蒸发量(t/h)或最大连续蒸发量(t/h)或额定热功率(MW);
- f) 额定工作压力(MPa);

- g) 额定蒸汽温度(°C)或额定出口、进口水温度(°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)。

12.2.2 铭牌应留有打制造监督检验标志的位置。

12.2.3 对散件出厂的锅炉,应在锅筒、过热器集箱、再热器集箱、水冷壁集箱、省煤器集箱以及减温器和启动(汽水)分离器等主要受压部件的封头、端盖或筒体适当位置上标注产品标记。





锅炉产品数据表

编号：

设备类别		产品名称					
产品型号		产品编号					
设备代码		设备级别					
设计文件鉴定	设计文件鉴定日期		鉴定报告编号				
	鉴定机构名称						
主要参数	额定蒸发量(热功率)	t/h(MW)	额定工作压力 MPa				
	额定工作温度	℃	设计热效率 %				
	给水温度	℃	额定出水/回水温度 / ℃				
	整装锅炉本体液压试验 介质/压力	/ MPa					
	再热器进/出口温度	/ ℃	再热器进/出口压力 / MPa				
	燃烧方式		燃料(或热源)种类				
主要受压 元件	材料	壁厚 mm	无损检测	热处理		水(耐)压试验	
			方法	比例 %	温度 ℃	时间 h	介质
安全阀数据							
型号		规格		数量		制造单位名称	
制造 监检 情况	监检机构						
	机构组织代码		机构核准证编号				

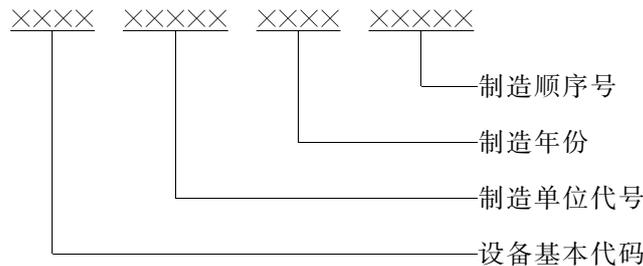
图 A.2 锅炉产品数据表格式

A.3 锅炉产品数据表中的具体项目可以根据锅炉类别(承压蒸汽锅炉、承压热水锅炉、锅炉部件)编制；主要受压元件,填写锅筒、过热器出口集箱、启动(汽水)分离器及储水箱。其他有关数据应在产品出厂资料其他要求的内容中提供；燃烧方式填写层燃、室燃、流化床、其他；燃料(或热源)种类填写油、气、煤、水煤浆、生物质、电、余热、其他。

**附 录 B**  
(规范性)  
**特种设备代码编号方法**

**B.1 编号基本方法**

设备代码为设备的代号,应具有其唯一性,由设备基本代码、制造单位代号、制造年份、制造顺序号组成,中间不空格。



**B.2 编号含义**

**B.2.1 设备基本代码**

按照《特种设备目录》中品种的设备代码(4位阿拉伯数字)编写。如承压蒸汽锅炉为“1100”、承压热水锅炉为“1200”等。

**B.2.2 制造单位代号**

由制造许可审批机关所在地的行政区域代码(2位阿拉伯数字)和制造单位制造许可证编号中的单位顺序号(3位阿拉伯数字)组成。如黑龙江某一锅炉制造单位,由国家市场监督管理总局负责审批,其制造许可证编号为“TS2110890—2012”,其中国家市场监督管理总局行政区域代码用10表示,单位顺序号为890,则制造单位代号为“10890”;如由黑龙江省特种设备安全监督管理部门负责审批,其制造许可证编号为“TS2123010—2012”,其中黑龙江行政区域代码用23表示,单位顺序号为10,则制造单位代号为“23010”。

**B.2.3 制造年份**

制造产品制造的年份(4位阿拉伯数字),如2019年制造的则为“2019”。

**B.2.4 制造顺序号**

制造单位自行编排的产品顺序号(5位阿拉伯数字)。如2019年制造的某一品种的锅炉的产品制造顺序号为89,则编为“00089”。

如果制造顺序号超过99999,可用拼音字母代替。如制造产品的某一品种的锅炉的产品制造顺序号为100000或110000,则制造顺序号为A0000或B0000,依此类推。

**B.2.5 编号示例**

国家市场监督管理总局审批的单位顺序号为524的锅炉制造单位,于2021年制造的顺序号为76的承压蒸汽锅炉,其设备代码为:110010524202100076。

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
-