

团 体 标 准

T/CBWA 0015—2022

铸铝冷凝燃气锅炉

Cast aluminum condensing gas-fired boiler

2022-08-24 发布

2022-09-01 实施



中国锅炉与锅炉水处理协会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 型号编制	3
5 材料	4
6 设计	5
7 制造	11
8 性能要求	15
9 检验与试验	16
10 出厂资料、铭牌、警示牌及包装	18
11 安装与调试	19
附录 A（规范性） 安全附件及安全保护联锁装置	20
附录 B（规范性） 电气安全	25
附录 C（规范性） 水质要求	29
附录 D（规范性） 冷态爆破试验方法	30
附录 E（资料性） 铸铝锅片爆破试验报告	31

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。

本文件由中国锅炉与锅炉水处理协会提出并归口。

本文件起草单位：中国锅炉与锅炉水处理协会、广东省特种设备检测研究院、浙江音诺伟森热能科技有限公司、广东晟恺热能设备有限公司、广东省特种设备检测研究院顺德检测院、台州市特种设备监督检验中心、广东万和新电气股份有限公司、贝卡尔特（中国）技术研发有限公司、上海焱晶燃烧设备检测有限公司、上海理工大学、广东省特种设备检测研究院东莞检测院、西安交通大学、卡尔冬斯贸易（上海）有限公司、河北欧耐机械模具股份有限公司、河南博威热能科技有限公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院无锡分院。

本文件主要起草人：邱燕飞、郭元亮、王骄凌、冯维君、李雪波、张炳雷、武世涛、王佳伟、傅军、徐洪涛、李隆骏、司荣、张禄勤、何涇渭、邢凡、赵钦新、李银计、孔明旺、周俊。

本文件为首次发布。

铸铝冷凝燃气锅炉

1 范围

1.1 本文件规定了铸铝冷凝燃气锅炉（以下简称锅炉）的术语和定义、型号编制、材料、设计、制造、性能要求、检验与试验、出厂资料/铭牌/警示牌及包装、安装与调试等方面的通用技术要求。

1.2 本文件适用于以下范围的由铸铝锅片组成水道、炉膛、烟气通道等本体结构的全预混表面燃烧式燃气热水锅炉：

- a) 单燃烧器锅炉额定功率不小于 0.1 MW 且不大于 2.8 MW；
- b) 额定出口温度不高于 95℃，且额定出口压力不小于 0.1 MPa 且不超过 0.7 MPa。

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 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
- GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 1173 铸造铝合金
- GB/T 1184 形状和位置公差 未注公差值
- GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB 4706.1 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求
- GB/T 5013.1 额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘电缆 第1部分：一般要求
- GB/T 5023.1 额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第1部分：一般要求
- GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
- GB/T 7306.1 55°密封管螺纹 第1部分：圆柱内螺纹与圆锥外螺纹
- GB/T 7306.2 55°密封管螺纹 第2部分：圆锥内螺纹与圆锥外螺纹
- GB/T 7307 55°非密封管螺纹
- GB/T 7999 铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法
- GB/T 9124.1 钢制管法兰 第1部分：PN 系列
- GB/T 9125 钢制管法兰连接用紧固件 第1部分：PN 系列
- GB/T 9438 铝合金铸件
- GB/T 9439 灰铸铁件
- GB 11174 液化石油气
- GB/T 12113 接触电流和保护导体电流的测量方法
- GB/T 12241 安全阀 一般要求
- GB/T 13612 人工煤气
- GB 14536.1 家用和类似用途电自动控制器 第1部分：通用要求

- GB 14536.6 家用和类似用途电自动控制器 燃烧器电自动控制系统的特殊要求
- GB 14536.10 家用和类似用途电自动控制器 温度敏感控制器的特殊要求
- GB/T 16411 家用燃气用具通用试验方法
- GB/T 17624.1 电磁兼容 综述 电磁兼容基本术语和定义的应用与解释
- GB 17820 天然气
- GB/T 18033 无缝铜水管和铜气管
- GB 25034 燃气采暖热水炉
- GB/T 28719 板式热交换器用橡胶密封垫片
- GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 36699 锅炉用液体和气体燃料燃烧器技术条件
- GB/T 37499 燃气燃烧器和燃烧器具用安全和控制装置 特殊要求 自动和半自动阀
- GB/T 38753 液化天然气
- GB/T 39488 燃气燃烧器和燃烧器具用安全和控制装置 特殊要求 电子式燃气与空气比例控

制系统

- CJ/T197 燃气用具连接用不锈钢波纹软管
- HJ 629 固定污染源废气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法
- NB/T 10067 承压设备用自紧式平面密封垫片
- NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
- NB/T 47018 承压设备用焊接材料订货技术条件
- TSG 11 锅炉安全技术规程
- TSG 91 锅炉节能环保技术规程

3 术语和定义

GB 4706.1、GB 14536.1、GB 14536.6、GB 14536.10、GB 25034、GB/T 16411、GB/T 17624.1、GB 4706.1 和 GB/T 36699 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

全预混燃烧 fully pre-mixed firing

燃气在燃烧头前，与足够的空气进行充分的混合，在燃烧的过程中不再需要供给空气的燃烧方式。

3.2

冷凝 condensing

烟气温度降到露点以下时，烟气中的气态水凝结成液态水的过程。

3.3

铸铝锅片 cast aluminum pan

以铸造铝合金为材料，组成水循环回路和烟气回路的主要承压部件。

3.4

铸铝锅炉 cast aluminum boiler

由采用铸造铝合金制造的本体与燃烧设备、控制装置、安全检测与监控仪表、框架底座、外壳等

组成的锅炉。

3.5

燃烧系统 **combustion system**

由锅炉燃料进口管线、空气进口、排烟系统、燃烧设备及所有相关的控制、监测设备等组成的整体系统。

3.6

点火装置 **ignition device**

用于点燃燃气燃烧器的高压电火花装置。

3.7

燃烧回路 **combustion circuit**

从设备的空气入口到燃烧产物出口的回路。

3.8

自动燃烧器控制系统 **automatic burner control system**

由程控装置和火焰检测器的所有元件组成的锅炉燃烧管理系统。

3.9

热效率 **thermal efficiency**

锅炉有效利用热量占锅炉输入热量的百分比。

3.10

额定功率 **rated power**

锅炉在额定工况下运行时的有效输出功率。

4 型号编制

4.1 锅炉型号由三部分组成，各部分之间用短横线“-”相连，如图1所示。

- a) 型号的第一部分由锅炉本体结构型式、燃烧方式及锅炉热功率构成，共分三段，各段连续书写。第一段由两个汉语拼音大写字母表示锅炉材质、锅炉本体结构型式（见表1）；第二段由一个汉语拼音大写字母表示燃烧方式（见表1）；第三段由阿拉伯数字表示锅炉额定热功率，单位为MW。
- b) 型号的第二部分由介质参数构成，分三段，各段间用斜线区分。第一段用阿拉伯数字表示额定出水压力，单位为MPa；第二段和第三段分别用阿拉伯数字表示额定出水温度和额定进（回）水温度，单位为℃；
- c) 型号的第三部分由燃料种类构成。用汉语拼音大写字母表示燃料品种（见表1）。对不限于单一燃料的锅炉，主要燃料放在前面，其余以“（）”隔开。

注：△为汉语拼音大写字母，×为阿拉伯数字。



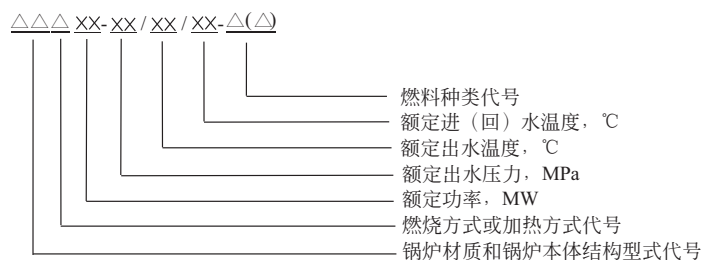


图 1 锅炉产品型号格式

表 1 锅炉型号中各部分代号

项目		代号
锅炉材质	铸铝	L
锅炉本体结构型式代号	组合式	Z
	整体式	D
燃烧方式/加热方式	室燃	S
燃料种类	天然气、液化石油气、煤气	Q

4.2 型号编制示例

例：某组合式铸铝室燃锅炉，额定功率为 1.4 MW、额定出水压力为 0.6 MPa、额定出水温度为 90 °C、额定回水温度为 70 °C 的燃气热水锅炉，型号标记为：LZS1.4-0.6/90/70-Q，表示额定热功率为 1.4 MW，额定工作压力为 0.6 MPa，额定出水温度 90 °C，额定进（回）水温度 70 °C 的铸铝组合式室燃燃气锅炉。

5 材料

5.1 材料的一般要求

- a) 锅炉所有部件应能承受在正常使用时可能遇到的机械、化学及热力作用；锅片应含有足够的共晶型元素，以确保合金具有足够的流动性，在铸造时铸件收缩缝能够得到有效填充；
- b) 密封、绝热材料禁止使用含石棉的材料；
- c) 锅炉中钢制受压元件紧固拉杆材料选用应符合 TSG 11 的相关规定。

5.2 锅炉本体铸件

锅炉铝制材料应选用 GB/T 1173 中 ZL104 铝硅合金铸铝材料；对于采用其他相近材料的，应符合 TSG 11 中关于材料的相关规定。

5.3 锅炉范围内管道

锅炉范围内管道材料应符合 TSG 11 相关规定。

5.4 冷凝水接触部件

冷凝水接触部件应采用耐腐蚀材料。

5.5 焊接材料

焊接材料应符合 NB/T 47018 的规定，具有质量证明文件。选用的焊接材料应与母材相匹配，焊缝金属抗拉强度、塑性和耐蚀性不低于母材或接近于母材，或符合图样规定。工艺孔封焊宜采用符合 NB/T 47018 规定的 ER4043 或 ER4046 焊丝。

5.6 紧固件

锅炉除紧固拉杆外的紧固件应符合 GB/T 9125 的规定。用于紧固锅片的螺栓，其性能等级应不低于 GB/T 3098.1 所规定的 8.8 级相关性能要求，并具备可靠的耐腐蚀性能。

5.7 密封件

密封垫的选用应符合 NB/T 10067 或 GB/T 28719 相关规定。锅片密封、粘结的密封胶选用，应满足锅炉最高热负荷和最低环境温度下长期可靠运行要求。

6 设计

6.1 基本要求

6.1.1 锅炉结构应保证锅炉整体水循环可靠，所有受热面应得到可靠冷却并能防止汽化。锅炉的额定出水压力应不低于额定出水温度加 40℃ 对应的饱和压力。

6.1.2 锅炉结构可以是整体式或组合式，设有便于安装各种传感器和仪表的接口，锅片之间连接处应可靠密封。

6.1.3 锅炉配套的燃烧器应符合 GB/T 36699 的规定，并按 GB/T 36699 的规定进行型式试验，取得型式试验合格证书。

6.1.4 锅炉燃料应符合 GB 11174 或 GB/T 13612 或 GB 17820 或 GB/T 38753 的规定。

6.1.5 锅炉安全附件和安全保护连锁装置应满足附录 A 的要求。

6.1.6 电气安全应满足附录 B 的要求。

6.1.7 锅炉水质应满足附录 C 的要求。

6.2 设计验证

6.2.1 冷态爆破验证试验

锅炉或锅片的冷态爆破验证试验应由具有相应资格的监督检验机构现场进行见证，爆破试验数据应记录在锅炉制造单位爆破试验报告中，并由见证人和制造单位技术负责人签字确认。制造单位应将相关记录资料归档保存。爆破试验报告应保存至少 10 年。

冷态爆破验证试验应满足附录 D 冷态爆破试验方法的要求。铸铝锅片爆破试验报告格式见附录 E。

6.2.1.1 实施验证试验的条件

有下列情况之一的，应当进行锅片或锅炉的冷态爆破验证试验，并由具有相应资质的监督检验机构现场进行见证并出具报告：

- (1) 采用新锅片结构的；
- (2) 改变锅片材料牌号的；
- (3) 上次冷态爆破验证试验合格后，超过 5 年的。

6.2.1.2 冷态爆破试验数量

整体式锅炉应取同一型号 3 台锅炉进行整体爆破试验。组合式结构的锅炉，每种型号锅片应取同规格的 3 片锅片进行冷态爆破试验。锅炉的冷态爆破试验应取锅炉前部、中部、后部及其他承压铸件各 3 片（件）进行试验。

6.2.1.3 爆破试验压力

- (1) 额定出水压力低于或者等于 0.4 MPa 时，爆破压力应高于 4 倍工作压力+0.2 MPa；
- (2) 额定出水压力高于 0.4 MPa 时，爆破压力应高于 5.25 倍工作压力。

6.2.2 整体验证性水压试验

新设计的锅炉应进行整体验证性水压试验，由设计审查机构现场进行见证并出具报告。保压时间和合格标准应符合本文件第 7 章的有关规定。

整体验证性水压试验压力为 2 倍工作压力，并且不低于 0.6 MPa。

6.3 锅炉本体

6.3.1 锅炉本体结构

锅炉本体结构应由制造单位根据额定功率、额定出水压力、额定出水/回水温度、燃料特性等设计需求确定。锅片壁厚由冷态爆破试验确定。锅片之间的紧固拉杆直径应不小于 8 mm。

锅片铸件名义厚度和最小成形壁厚应符合表 2 的规定：

表 2 锅片的壁厚和最小成形壁厚

额定功率 Q /MW	名义厚度 δ_m /mm	最小成形壁厚 δ_c /mm
$0.1 < Q \leq 0.35$	4.5	3.6
$0.35 < Q \leq 1.4$	5.5	4.4
$1.4 < Q \leq 2.8$	7	5.6

铸铝锅片的壁厚允许偏差应符合表 3 的规定：

表 3 锅片壁厚允许误差

锅片壁厚 δ /mm	$\delta \leq 5$	$5 < \delta \leq 10$	$10 < \delta \leq 20$	$20 < \delta \leq 30$
允许偏差/mm	± 0.5	± 0.7	± 1.0	± 1.2

6.3.2 水道结构

锅炉的水道结构设计应经热负荷计算或试验确定，保证锅炉换热性能和安全性能，并符合下列规定：

- a) 结构设计时，应保证额定负荷下任意受热面水流速度不低于 0.3 m/s；当锅炉辐射受热面对应的水道有下降流动时，应保证下降段水流速度不低于 0.6 m/s；

- b) 水道结构应避免由于铸造工艺孔和供回水连接口等带来的局部凸台或凹坑；
- c) 锅炉辐射受热面对应的水道结构，应在两水道交界壁面上设置连通疏汽孔，避免气泡局部积聚。

6.3.3 鳍片和加强筋结构

锅炉的鳍片和加强筋结构设计应能保证水循环可靠，换热充分，满足强度要求，避免局部过热。

6.3.4 清洗孔

锅炉下部容易积垢的部位应设置清洗孔，清洗孔内径应符合表 4 规定。回流管的入口可作为清洗孔，但其结构应符合图 2 要求。集回水管可拆卸，以便于对每个锅片进行清洗和维护。

锅炉的锅片之间和排烟通道处应设有烟道清洗口，以便清除可能在锅炉内部烟道沉积的任何沉积物和进行必要的检查维修。

表 4 锅炉清洗孔内径

额定功率 Q / MW	$1.4 < Q$	$0.35 < Q \leq 1.4$	$Q \leq 0.35$
清洗孔内径/mm	≥ 45	≥ 32	≥ 25

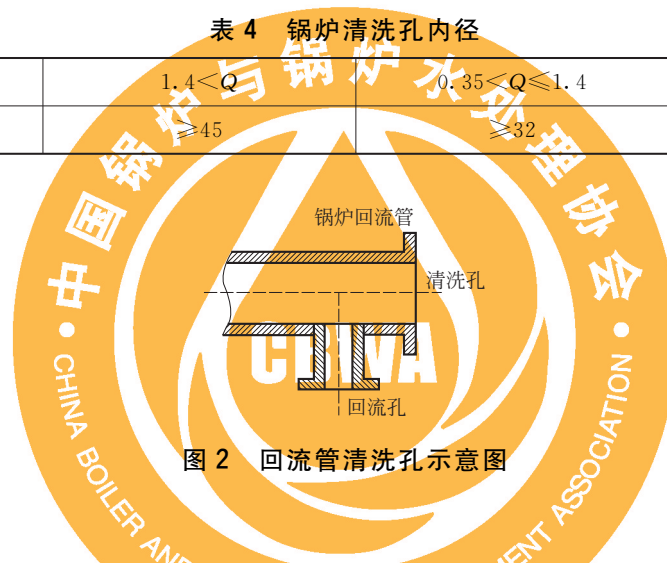


图 2 回流管清洗孔示意图

6.4 供水管道的连接

与供水管道的连接。当采用螺纹连接时，应符合 GB/T 7307 或 GB/T 7306.1、GB/T 7306.2 相关规定；当使用铜接头时，管子的连接端应符合 GB/T 18033 相关规定；当采用法兰连接时，法兰应符合 GB/T 9124.1 相关规定，且制造单位应提供反向法兰和密封垫。

6.5 冷凝水堵塞的安全保护功能

当锅炉的冷凝水排出口堵塞或因冷凝水排出泵关闭而导致冷凝水堵塞时，锅炉的安全连锁装置应在 CO 含量超过 $1\ 250\ \text{mg}/\text{m}^3$ 前自动启动。

6.6 水流量监测

锅炉循环管路上应设置水流信号监测装置，且与锅炉启动连锁，在监测到有水流信号的情况下，方可启动点火程序。

6.7 冷凝水的排放

6.7.1 锅炉必须设置冷凝水排放系统。冷凝水排放系统应使用耐腐蚀材料或覆盖有持久的防腐层的材料制造的。

6.7.2 当锅炉的冷凝水是靠重力排放时，冷凝水排放接管的内径应不小于 13 mm。当锅炉采用泵辅助的形式排放冷凝水，应规定锅炉排放口的尺寸以及与冷凝水在重力作用下汇聚点的连接位置。成为

锅炉的一部分或与锅炉一道供货的系统应符合下列规定：

- a) 易于被检查，并可按说明书对其进行清洗；
- b) 系统应设置必要的带水封的虹吸管结构或同等功能结构，以防止系统传输烟气进入使用锅炉的房间内或锅炉外界空气由此通道进入锅炉内。与冷凝水接触的表面（除用于排水、水封和虹吸管）的设计应防止冷凝水的滞留。系统应易于维护和清洁。烟气排放管和冷凝锅炉可以共用一个冷凝水排放管。

当烟道出现堵塞导致燃烧回路的安全装置有响应时，CO 含量应不大于 $1\ 250\ \text{mg}/\text{m}^3$ ，且冷凝水封的水不被排空，密封性不失效。

6.8 燃烧器选型与设计

6.8.1 燃烧器选型

锅炉配套的燃烧器应选用全预混表面燃烧器，选型时还应符合下列规定：

- a) 锅炉的工作模式（连续运行/间歇运行）应与燃烧器自动控制器的工作模式相适应；
- b) 在克服锅炉烟气阻力的前提下，燃烧器的额定输出功率应大于或等于锅炉额定热功率除以锅炉热效率；
- c) 燃烧器的火焰直径和长度应与锅炉的炉膛尺寸相匹配。

6.8.2 燃烧器设计

锅炉制造单位自行设计燃烧器时除应遵守 GB/T 36699 的规定外，还应符合本文件 6.9~6.12 条的规定。

全预混表面燃烧器应符合下列规定：

- a) 混合风机系统应限定预混段的长度，混合气的压力宜低于 $2.5\ \text{kPa}$ ；
- b) 不应预混氢含量（体积分数）大于 10% 的燃气；
- c) 火焰筒内部应设置具有预防回火功能的监测装置，如：温度监测器、光监测器或离子监测器；若预防回火监测装置检测到信号，应能立即切断燃料供应，安全停机并连锁保护；
- d) 额定输出功率大于 $2\ 100\ \text{kW}$ 时，宜将预混段设于风机出口；
- e) 空气过滤器应设置负压监测、流量监测或其他能反映实际供风状态的装置，过滤器堵塞时应能安全停机并连锁保护；
- f) 在锅炉出口烟道上应安装烟气压力监测开关，当烟气压力高于设定值时，燃烧器应安全停机；
- g) 在风机后预混且额定输出功率大于 $400\ \text{kW}$ 的燃烧器宜采用小火火焰引燃；
- h) 燃烧器后吹扫时间应不小于 $30\ \text{s}$ ；
- i) 额定输出热功率大于 $400\ \text{kW}$ 的燃烧器，主火安全时间应不大于 $5\ \text{s}$ ；
- j) 燃气入口应安装阻火器；
- k) 预混段应良好接地。

6.9 燃气系统

燃气管线应符合下列规定。

- a) 燃烧器的燃气管线应进行气压试验，试验压力为设计压力的 1.5 倍且不低于 $4\ \text{kPa}$ ，试验结果应无泄漏或变形。
- b) 燃气安全切断阀的入口处应安装过滤器，过滤器的滤网孔径应不大于 $1.5\ \text{mm}$ 。

- c) 锅炉与燃气管线宜采用钢管或软质金属管连接：
 ——如锅炉具有螺纹接头，螺纹应符合 GB/T 7307、GB/T 7306.1、GB/T 7306.2 或 GB/T 18033 的规定。对执行 GB/T 7307 标准的，锅炉进气接头的末端应具有足够平整的环形表面，以便使用密封垫。燃气管线采用不锈钢波纹软管连接时，应符合 CJ/T 197 的规定。
 ——当采用法兰连接时，法兰应符合 GB/T 9124.1 的规定，且制造商应提供反向法兰和密封垫。
- d) 燃气管线上应设置燃气入口压力测点和安全切断阀后燃气压力测点。
- e) 装有燃气稳压器的锅炉，在制造单位标称的燃气压力范围内，额定负荷下燃气流量绝对偏差应不大于 5%。
- f) 燃气主管路上应安装 1 个手动快速切断阀，以便能快速切断对燃烧器的燃料供应。手动快速切断阀应安装在靠近燃烧器且安全、便于操作的地方。
- g) 燃气主管路上应设置放散阀，其排空管出口应直通室外。

6.10 供风系统

6.10.1 基本要求

- a) 供风系统应满足在制造单位所标明的输入热量范围内，能提供充分燃烧所需要的空气。
- b) 供风管在安装过程中，其长度应根据制造单位提供的数据进行安装，如有调整，应不影响锅炉的正常运行。

6.10.2 风机

风机应符合下列规定：

- a) 应有防止直接接触到转动部件的措施；
- b) 与烟气接触的部件应由耐腐蚀材料制造，或经过耐腐蚀处理，并能承受长期接触高温烟气；
- c) 前预混风机的电机及控制部件不应接触混合气；
- d) 采用前预混的风机，应采用防静电叶轮和蜗壳。叶片应采用铝制、塑料或其他能够可靠防止电火花产生的材质制造。

6.10.3 空气过滤

应设置空气过滤装置。过滤装置滤网的孔应不大于燃烧头最小孔。

6.10.4 空气流量监控

应安装空气监测装置。空气监测装置可通过压力监测、流量监测、风机转速监测和其他能反映供风状态的测量方法监测空气流量。

6.10.5 空气流量验证

空气流量验证应符合下列规定：

- a) 风机启动前，空气监测装置应验证是否有模拟空气流量，若验证失败，应不能启动；
- b) 空气流量验证可通过连续监测空气或烟气的流量、压力或风机转速实现；
- c) 空气监测装置的参数设定，应满足在燃烧器最小输出热功率时，燃烧产物中的 CO 含量（体积分）应不大于 1%。

6.11 排烟系统

排烟系统应符合下列规定：

- a) 锅炉的排烟系统应有良好的密封；
- b) 烟道上可安装挡板，挡板的可移动部件应互锁，且相互之间不应有相对运动；
- c) 挡板系统的限位装置的设计和布置应能确保挡板保持在正确的位置上；
- d) 在启动和运行期间，挡板应处于全开启状态；
- e) 采取有效措施，在确保排烟通畅的前提下，多台锅炉的排烟道可共用1个烟囱，每台锅炉宜采用单独烟道接入烟囱；当多台锅炉共用1个总烟道时，在每台锅炉的支烟道内应装设有可靠限位装置的烟道挡板；
- f) 如烟气具有腐蚀性，烟道应采取有效的防腐措施。

6.12 燃烧器主要控制装置

6.12.1 自动控制器

自动控制器应符合 GB/T 14536.6 的相关规定，并满足下列要求：

- a) 应具有自检和监测功能；
- b) 应与燃烧器的不同输出功率相匹配；
- c) 应与燃烧器的工作模式相适应；
- d) 控制时序设计应按燃烧器从启动开始到停机结束的控制时序进行；
- e) 燃烧器输出功率大于1200 kW时，自动控制器宜采用连续运行模式；
- f) 如果在前吹扫阶段发生空气流量故障时，自动控制器应安全停机并连锁保护。但对输出热功率小于或等于120 kW的燃烧器，允许安全停机后进行一次重启，如果重启失败应安全停机并连锁保护；
- g) 如果在点火期间发生火焰故障，可按完整启动程序重启，最多允许重启2次，如果2次重启均失败，自动控制器应安全停机并连锁保护；
- h) 如果在运行期间发生火焰故障，自动控制器应安全停机并连锁保护。

6.12.2 点火装置

点火装置应符合下列规定：

- a) 点火装置应安装牢固，宜采用双电极点火，电极间的间距应为3 mm~5 mm；
- b) 在点火变压器通电前，燃气安全切断阀不应开启；
- c) 用点火燃烧器点燃主燃烧器时，确认点火燃烧器已点燃后方可开启主燃烧器的安全切断阀。

6.12.3 火焰监测装置

火焰监测装置应符合下列规定：

- a) 火焰监测装置应能适应燃烧器的间歇或连续运行模式，连续运行模式的燃烧器应配置具有自检功能的火焰监测装置，或采用离子探针；
- b) 在启动过程中，应对火焰监测装置进行验证。验证应在点火前5 s内完成，如果在前吹扫过程中火焰监测装置检测到模拟火焰，则应安全停机并连锁保护；
- c) 点火燃烧器和主燃烧器各自安装火焰监测装置时，主火焰的火焰监测装置应不可检测到点火火焰。当主燃烧器运行时点火燃烧器仍然在运行的系统，应该安装相互独立的火焰监测装置。主燃烧器运行时点火燃烧器已经熄灭的燃烧器，可共用一个火焰监测装置；

- d) 在正常运行过程中，火焰故障响应时间应不超过 1 s；如果出现火焰故障时火焰监测装置正在进行自检，则响应时间应不超过 2 s；
- e) 如果使用独立的火焰监测装置进行火焰监测，火焰故障检测时间、安全切断阀端子断电的响应时间和安全切断阀关闭时间之和不得超过 2 s。

6.12.4 燃气安全切断阀

燃气安全切断阀应采用自动切断阀，并应符合 GB/T 37499 的相关规定，且满足：

- a) 燃气安全切断阀为常闭阀，在失去驱动力时应快速自动关闭；
- b) 宜采用具有比例调节功能的安全切断阀，包括零压比例调节阀和机械比例调节阀。

6.12.5 空气/燃气比例调节装置

空气/燃气比例调节装置应符合 GB/T39488 的相关规定，且应满足以下要求：

- a) 空气流量和燃气流量应联动控制，且保证燃烧器的工作点具有可重复性；
- b) 采用双伺服调节系统，要实时监测燃气流量调节阀和空气流量调节阀的阀位；
- c) 对于多级调节燃烧器，增大负荷时应先增大风量，减小负荷时应先减小燃气流量；
- d) 燃烧器在点火时应进行燃气和空气点火位置验证，点火位设置应符合启动热功率的规定；
- e) 空气/燃气比例调节装置故障情况下，应能接受控制信号，保证系统供应足够空气或安全停机。

6.12.6 空气/燃气比例控制管

空气/燃气比例控制管的结构设计应符合下列规定，可预见的损坏应不影响安全性能：

- a) 控制管应采用可机械连接的金属材料，或具有同等特性的其他材料制造；
- b) 空气或烟气控制管的横截面积应不小于 12 mm^2 ，阻尼接头最小内孔径应不小于 1 mm；
- c) 控制管的安装位置和固定方式应避免冷凝水滞留，并能防止折痕、泄漏或破损；
- d) 如果使用多个控制管，每个控制管的相关连接位置应明显标识，并采取预防措施，避免控制管内出现冷凝水。

7 制造

7.1 铸造

应在锅片适当部位标记产品编（批）号和生产日期，以保证锅片的可追溯性。

7.1.1 原材料

- a) 每批次铝锭应提供质量证明书、光谱分析报告等文件，每捆铝锭须标明材料牌号、炉号、重量和数量，理化指标应符合相应标准规定。
- b) 进货检验时，应核查铝锭供应商提供的质量证明书、光谱分析报告等是否符合要求；根据铝锭供应商提供的炉号，每炉随机抽取 1 根铝锭进行光谱分析复验。化学成分光谱分析复验结果应符合相应标准规定。

7.1.2 铸造工艺

应当制订并实施经过验证的受压铸件的铸造工艺。

铝液化学成分应符合国家标准相关规定，合金液成分均匀；合金液纯净，气体、氧化夹杂、熔剂夹杂含量低；需要变质处理的合金液，应变质良好。因熔炼工艺过程控制不严而产生的渗漏、皮下气

孔、单个大气孔、针孔、夹渣等均作废品处理不得使用。受压铸件不应有裂纹、穿透性气孔、缩孔、缩松、未浇足、冷隔等铸造缺陷。

7.1.3 化学成分分析

化学成分分析、取样应符合 GB/T 7999 规定。每一个熔炼炉次应至少取样一次进行化学成分分析，分析结果应符合相应标准规范的规定。化学成分第一次测定不合格时，允许重新取样复测一次，如仍不合格，则该炉（批）材料的化学成分不合格。

7.1.4 受压铸件力学性能检验

7.1.4.1 单独铸造的试样应与铸件同一炉生产，且必须在非人工冷却的砂模里铸造，使用和铸件一样的砂铸系统；单铸试样的最小直径不得小于 12 mm；试件可以在加工或未经加工的条件下测试。

7.1.4.2 单独取样的铸件，其拉伸试验的结果应符合表 5 规定。当取自于铸件时，屈服强度和抗拉强度不得小于表 5 下限值的 75%。断后伸长率不得低于表 5 下限值的 50%。

表 5 单独取样的铸件的力学性能

抗拉强度 R_m /MPa	屈服强度 $R_{p0.2}$ /MPa	断后伸长率 A /%	硬度 /HBW
≥ 150	≥ 80	≥ 2	≥ 50

7.1.4.3 拉伸试验要求

拉伸试验应按 GB/T 228.1 的规定执行。

- 每一熔炼炉次至少浇铸一组试样，每组 3 根，其中 1 根做试验试样，2 根做复验备样；连续熔炼时，熔炼前期、中期、后期至少各取一组试样。但在原材料和工艺稳定的情况下，允许按班次或批量进行检验。
- 拉伸试验按相关标准的规定进行，试样的抗拉强度、屈服强度、硬度均符合材料标准的规定为合格；如果第一根试样不合格，则用另两根试样作复验，如果该两根试样的试验均合格，则该熔炼炉次（批）的受压铸件的力学性能为合格，否则为不合格，则该试样代表的锅片为不合格。单铸试样不合格时，可在本体上切取试样再进行试验。因试样有缺陷而造成试验不合格时，则该试验无效，应另做试验。若为本体切样，则判定铸件力学性能不合格。

7.1.5 单铸试棒

单铸试棒应采用与铸件同一批铝液浇铸，应与其代表的铸件在具有相近冷却条件或导热的砂型中立浇。同一铸型中应同时浇铸 3 根以上的试棒，试棒间的吃砂量不得少于 50 mm。

拉伸试验用试样应与受试锅炉（或锅片）同包铸造。试样的制备应按 GB/T 9438 中相关规定进行。

单铸试棒的拉伸试验应按 GB/T 228.1 的规定进行。任一试样的实际抗拉强度，均不应比 GB/T 9439 中规定的最小抗拉强度低 10%。抗拉强度取 3 根试样的算术平均值，应不低于材料牌号的最小抗拉强度。试件的抗拉强度应在锅炉爆破试验报告中予以记录。

7.1.6 硬度试验

硬度试验应按 GB/T 231.1 规定的方法在铸件的无孔区域或试样中没有硬化的部分进行。

7.1.7 铸件外表面质量

- a) 外观检验：锅炉锅片不得有翘曲、变形、裂纹、划伤、碰伤、凹凸不平，表面粗糙度符合要求。
- b) 锅片表面经过清理，应平整、光滑、无粘砂、飞边、毛刺，不应有铸瘤、裂纹、穿透性气孔、缩松、冷隔、缺肉、机械损伤等铸造缺陷；浇冒口应消除并与铸件表面平齐。

7.1.8 毛坯件耐压试验

7.1.8.1 锅片毛坯件应逐件进行耐压试验，试验压力为 2 倍工作压力且不低于 0.4 MPa，保压时间应不少于 2min。试验过程和合格要求应符合 TSG 11 有关规定。

7.1.8.2 在保证安全措施到位的前提下可以用气压试验代替水压试验，气压试验压力为额定压力。气压试验时，应先缓慢升压至试验压力的 10%，保压足够时间并进行检查，如无渗漏可继续升压至试验压力的 50%，如无异常现象，按试验压力的 10% 逐级升压至试验压力，保压足够时间后进行检查，检查期间压力应当保持不变。气压试验的合格标准为：气压试验过程中，无异常响声，浸没到水中检查无漏气，无可见的变形。

7.1.9 铸件壁厚控制

应采取有效方法控制最小壁厚，锅片应绘制测点图，测点具有代表性，同批次测量不少于 5% 且不少于 2 片，测量结果不小于本文件相应条款规定。同批制造同型号的锅片，对每 200 片至少取 1 片锅片进行解剖后壁厚测量。

7.1.10 机械加工质量检查

- a) 用裸眼或用放大倍数不超过 10 倍（仅在测量孔洞直径时采用）的放大镜进行检验，机械加工表面的针孔、气孔应符合：在 100 mm^2 范围内孔洞的数量和尺寸，水道密封面的针孔、气孔应不超过 15 个，其中 12 个不超过 0.3 mm，3 个不超过 0.5 mm；烟道密封面的针孔、气孔应不超过 20 个，其中 14 个不超过 0.5 mm，6 个不超过 1.0 mm；一般加工面的针孔、气孔应不超过 20 个，其中 14 个不超过 0.5 mm，6 个不超过 1.0 mm。
- b) 螺纹孔内起始旋入 4 个牙距之内不允许有缺陷。
- c) 表面的标志应清晰，且有唯一性和永久性。
- d) 需喷漆的部位，表面应光滑平整。
- e) 机械加工表面粗糙度 R_a 应不大于 $3.2\mu\text{m}$ ，其他铸造表面粗糙度 R_a 应不大于 $25\mu\text{m}$ 。

7.1.11 机械加工后耐压试验

在机械加工后的耐压试验中，当发现铸件有轻微的冒泡现象，不得通过进行浸渗处理填充微孔间隙。

7.1.11.1 机械加工后的锅片应当逐件进行耐压试验，试验压力为 2 倍工作压力且不低于 0.4 MPa，保压时间应不少于 2min。试压试验过程和合格要求应符合 TSG 11 有关规定。

7.1.11.2 在保证安全措施到位的前提下可以用气压试验代替水压试验，气压试验过程和合格要求应符合本文件 7.1.8.2 的规定。

7.1.12 组装后整体水压试验

7.1.12.1 试验压力和保压时间

锅炉组装后应当整体进行水压试验，试验压力不得低于 1.5 倍工作压力且不低于 0.4 MPa，保压时间不少于 20min。

锅炉整体水压试验时试验压力允许的压降不大于 0.05 MPa。

7.1.12.2 水压试验前的准备

- a) 水压试验场地应当有可靠的安全防护设施。
- b) 水压试验应在周围环境气温不低于 5℃ 时进行，低于 5℃ 时应有防冻措施。
- c) 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。
- d) 试验时如采用压力表测量试验压力，则应使用 2 只量程相同，并经检定合格且在有效期内的压力表，量程应为试验压力的 1.5 倍~3 倍。压力表的精度不应低于 1.6 级，表盘直径不应小于 100 mm。
- e) 水压试验前受压件内外部应清理干净，充水时应将内部的空气排尽再封闭排气口。
- f) 水压试验前，各连接部位的紧固件应装配齐全，并紧固妥当；为进行水压试验而装配的临时受压元件，应采取适当的措施，保证其安全性。
- g) 试验所用的管路应无堵塞和渗漏，保持正常的工作状态。
- h) 应在系统的最低处装设排水管道和在系统的最高处装设自动排气阀，自动排气装置最小公称通径不小于 10 mm。

7.1.12.3 水压试验过程控制

进行水压试验时，水压应当缓慢地升降。在压力作用下进行检查时应能清晰地观察到铸造铸铝锅片的每个边。当水压上升到工作压力时，应当暂停升压，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。但不应采用连续加压以维持试验压力不变。

7.1.12.4 水压试验合格要求

- a) 在受压元件金属壁和焊缝上没有水珠和水雾；
- b) 锅炉锅片的密封处在降到额定工作压力后不滴水珠；
- c) 水压试验后，无明显残余变形。

7.1.13 其他尺寸要求

- a) 各元件的尺寸应符合设计规定。
- b) 螺栓孔内径的偏差为 (+0.3mm, 0)；其他尺寸的极限偏差值应符合 GB/T 1804 标准中的中等级 (m 级)。形位公差值应符合 GB/T 1184 标准中的 H 级。
- c) 信号孔的内螺纹应符合 GB/T 7306.1、GB/T 7306.2 标准相关规定。

7.2 焊接

7.2.1 工艺孔封闭

工艺孔可采用焊接方法封闭，但不得返修。

7.2.2 焊前清理

焊接坡口形式和尺寸应根据图样要求或根据工艺条件选用常用定型形式和尺寸，也可自行设计。坡口加工应采用机械方法或其他合适方法加工。加工后的坡口表面应平整、光滑、不应有裂纹、分层、夹渣、毛刺和飞边等。在组对和焊接前，应去除坡口的熔合面及附近区域表面氧化膜和油污，为避免再次污染及氧化，清理和焊接的间隔时间应尽可能地短。

7.2.3 焊接工艺

焊接工艺应参照 NB/T47014 的规定评定合格，对接试件检验项目为外观检查、无损检测、力学性能试验（常温抗拉强度、延伸率、硬度 HBW），要求力学性能以不低于母材标准下限值为合格。

工艺孔可采用焊接工艺；生产中锅片缺陷不得采用焊接方法进行修复。

7.2.4 焊缝应符合下列规定

- a) 焊后应立即清除焊件上残存的污物，接头表面不得有裂纹、气孔、弧坑、夹渣和飞溅物，焊缝外不得有打弧点；焊缝与母材应圆滑过渡；
- b) 焊缝的余高为 0 mm~3 mm；
- c) 焊缝根部应焊透。

8 性能要求

8.1 热效率

8.1.1 额定功率下热效率

额定功率工况下、回水温度为 $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的热效率应不低于 97%。

8.1.2 额定功率下低水温工况热效率

额定功率工况下、回水温度为 $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的热效率应不低于 102%。

8.1.3 30%功率下的低水温工况热效率

30%额定功率时、回水温度为 $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的热效率应不低于 106%。
能效测试所用仪表精度引起的误差范围应不超过 3%。

8.2 环保性能

在额定功率时，锅炉大气污染物排放浓度和噪声应符合以下规定：

- a) 原始排放浓度按氧含量（体积分数）3.5%折算。 NO_x 排放质量浓度 $\leq 30\text{ mg/m}^3$ ， SO_2 排放质量浓度 $< 10\text{ mg/m}^3$ ，CO 排放质量浓度 $< 95\text{ mg/m}^3$ ；
- b) 锅炉的 A 声级噪声应不大于 85 dB (A)。

8.3 锅炉的调节比

锅炉的最大热输入和最小热输入的比值应不小于 4 : 1。

8.4 表面温升

8.4.1 调节、控制和安全装置的表面温升

调节、控制和安全装置的温度不得超过制造单位所标明的数值，并且装置应保持正常工作。对于控制旋钮以及在锅炉正常使用过程中必须接触的部件，在标称输入并且可调节温控器设置在最高温度下达到热平衡时测量表面温升。锅炉在额定负荷下运行，环境温度 25℃ 时，测得的部件表面温升不得高出：

- 金属，35℃；
- 陶瓷，45℃；
- 塑料，60℃。

8.4.2 侧壁、正面和顶部的表面温升

在标称输入并且可调节温控器设置在最高温度下达到热平衡时测量表面温升，器具侧壁、正面和顶部表面温升不得高出 80℃。距离观火窗边缘 5 cm 以内以及距离烟道周围 15 cm 以内的器具外壳部位不受该规定的约束。

8.5 点火稳定性

在锅炉冷态状态下，连续进行 10 次开机点火，点火成功率 100%。

在点火过程中，应无脱火、回火、黄焰、爆燃等情况；通过观火孔观察火焰，从开始观察到火焰燃起，10s 内应无明显喘燃现象。

8.6 并联流道锅片温度偏差规定

采用精度等级不低于 0.5 级的红外测温仪，在距离被测锅炉换热器表面 1m 的位置，测量换热器并联锅片同一位置处的温度。在锅炉额定功率下，通过调整水流量保证回水温度不低于 60℃，且进、回水温差不小于 20℃ 的工况下，不同锅片相同位置处最大温差应不大于 10℃。

9 检验与试验

检验与试验包括型式试验、出厂检验及其他试验。

9.1 型式试验

9.1.1 型式试验的样机可以在制造单位生产线的终端经检验合格的产品中随机抽取，也可从制造单位检验合格的库存产品中随机抽取，同一规格产品抽样的基数不得少于 10 台，抽样台数为 1 台。型式试验的检验项目见表 6。

9.1.2 型式试验的全部检验项目均合格则判定本次型式试验合格。

表 6 出厂检验、型式试验的检验项目、技术要求和试验方法

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式试验
1	水压试验	6.2.2	7.1.12	√	√
2	燃气通路密封性	6.9	9.3.1	√	√
3	燃烧系统的密封性	6.11	9.3.2	√	√
4	水路系统密封性	GB 25034—2020 中 6.1.3.1.2.2	GB 25034—2020 中 7.2.3.1.2.2	√	√
5	前吹扫风量和前吹扫时间	GB/T 36699—2018 中 7.1.2	GB/T 36699—2018 中附录 I	—	√
6	后吹扫时间	6.8.2	GB/T 36699—2018 中附录 I	—	√
7	额定功率下热效率 (80 °C/60 °C)	8.1.1	TSG 91	—	√
8	额定功率下烟气排放 (NO _x 排放、CO 排放)	8.2.1	GB/T 36699—2018 中附录 D	√	√
9	额定功率下烟气排放 (SO ₂ 排放)	8.2.1	HJ 629	—	√
10	额定功率下低水温工况热效率 (50 °C/30 °C)	8.1.2	TSG 91	—	√
11	30%功率下的低水温工况热效率 (50 °C/30 °C)	8.1.3	TSG 91	—	√
12	冷凝水堵塞的安全保护功能	6.7	GB 25034—2020 中 7.6.3.4	—	√
13	电气安全	附录 B	附录 B		
14	出厂资料、铭牌、警示牌及包装	10	10	√	√

注：打“√”为检验项目，打“—”为不检验项目。

9.2 出厂检验

锅炉应逐台进行出厂检验，全部检验项目经检验合格后方可出厂。检验项目、技术要求、试验方法按表 6 进行。

9.3 燃气通路和燃烧系统的密封性

9.3.1 燃气通路密封性

燃气通路应进行密封性测试，试验条件下，燃气系统的泄漏量应不大于 140 ml/h。试验条件、试验方法如下：

- 打开起密封作用的所有阀门，并用制造单位提供的适当零件代替喷射器来堵塞燃气通路；燃气进口施加压力不低于 15 kPa 的环境温度下的空气检查泄漏量；在完成本文件规定的所有试验后，应按制造单位规定的维修保养时需要拆卸的气密接头反复拆装 5 次后，再按上述步骤进行一次密封性试验；
- 用于安装零部件的螺栓孔等不应开在燃气通路上；除测量孔外，其他用途孔与燃气通路之间的壁厚应大于等于 1 mm；
- 水不应渗入燃气通路；

- d) 日常维修时必须拆装的燃气通路连接件应采用机械方式密封；例如金属与金属间的接头连接应通过垫片、密封圈，而对于永久性装配，可采用液态胶等密封；
- e) 燃气通路部件应为金属材质；
- f) 非螺纹装配时，装配的密封性不应通过软焊料或黏合剂来实现。

9.3.2 燃烧系统密封性

燃烧系统应进行密封性测试，试验条件下，燃烧系统泄漏量应不大于 1 000 ml/h。试验条件、试验方法如下：

- a) 在未安装烟道的状态下，堵塞排气口，通过对烟气系统进气口通入 3 kPa 环境温度下的空气，进行烟气系统密封性试验。
- b) 日常维修必须拆装且影响锅炉烟气系统密封性的部件，应采用机械方式密封。
- c) 当锅炉外壳构成烟气系统的一部分时，应无烟气泄漏到安装锅炉的房间内。

10 出厂资料、铭牌、警示牌及包装

10.1 出厂资料

产品出厂时，锅炉制造单位应提供与安全有关的技术资料，至少包括以下内容：

- (1) 锅炉图样（包括总图、安装图和主要受压元件图）；
 - (2) 受压元件的强度计算书或计算结果汇总表；或冷态爆破试验报告；
 - (3) 安全阀排放量的计算书或计算结果汇总表；
 - (4) 热力计算书或热力计算结果汇总表；
 - (5) 烟风阻力计算书或计算结果汇总表；
 - (6) 锅炉质量证明书，包括产品合格证（含锅炉产品数据表），材料质量证明、水（耐）压试验证明等；焊接承压部件应提供焊接质量证明文件；
 - (7) 锅炉安装说明书和使用说明书；
 - (8) 受压元件与设计文件不符的变更资料；
 - (9) 热水锅炉的水流程图及水动力计算书或计算结果汇总表；
- 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）。

10.2 铭牌

锅炉产品应在明显的位置装设铭牌，铭牌上至少载明以下项目：

- (1) 制造单位名称；
- (2) 锅炉型号；
- (3) 设备代码（见 TSG 11-2020《锅炉安全技术规程》附件 C）；
- (4) 产品编号；
- (5) 额定热功率（MW）；
- (6) 额定工作压力（MPa）；
- (7) 额定出口、进口水温度（℃）；
- (8) 锅炉制造许可证级别和编号；
- (9) 制造日期（年、月）。

铭牌上应留有打制造监督检验标志的位置。

10.3 警示牌

锅炉上应有醒目的专用警示牌，且应牢固、耐用，并应包括以下内容：

- (1) 请确定使用的燃气种类是否与本机铭牌一致，不应使用规定外的其他燃气。
- (2) 安装时请注意通风和安装环境要符合相关法规和标准规定。
- (3) 当本机使用交流电时，必须安全可靠接地。
- (4) 任何时候，一次循环水的 pH 值应保持在 6.5~8.5。
- (5) 安装和使用前，请仔细阅读技术说明书和用户手册。
- (6) 在可能结冰的环境下，确保设备处于正常供暖状态；如长期不用，应将供暖系统中的水排空，防止结冰。
- (7) 冷凝液只能排入非金属污水管。
- (8) 设备安装和维修必须由厂家授权的技术服务人员完成。

10.4 锅炉的包装应符合以下规定

(1) 对于锅炉本体、燃烧器、控制器一体化出厂的锅炉，产品出厂时应采取适宜措施防止燃烧器、控制器、仪表、锅炉外壳发生磕碰、划伤等损伤。包装材料应具有必要的强度，起到防护作用；包装时，锅炉应与包装底座固定牢固，便于装卸和运输。

(2) 对于锅片散装出厂的锅炉，每片锅片之间应用螺栓相互连接固定在包装底座上，采取措施防止在运输过程中锅片烟侧、水侧密封面、丝孔等磕碰、划伤；锅炉用仪器仪表、控制器、燃烧器等包装应提供可靠防护。

(3) 包装箱内应有装箱清单，包装箱上应附有运输作业标志和发货标志。

11 安装与调试

11.1 锅炉安装要求

锅炉安装应由具有相应资质的锅炉安装单位进行。铸铝锅炉的安装应符合安装说明书中相关要求。当现场排烟管总长度超过说明书规定的最大长度时，应采取必要的措施，并取得锅炉制造单位书面同意后方可实施安装。

11.2 锅炉调试要求

锅炉安装完成后，应进行燃烧器调试和锅炉运行调试。燃烧器调试应由燃烧器生产厂家授权的专业调试人员进行。调试前应确认燃气、水、电、排烟系统等满足安装说明书与锅炉安全运行要求。锅炉运行调试应包含以下内容：

- a) 调试时，应进行一次侧水路系统清洗、过滤、排气操作，及燃气系统的放空操作，确认各项参数满足锅炉运行要求；
- b) 在燃烧排放产物符合锅炉相关标准规定的前提下，应达到锅炉实现连续自动点火一次成功的次数不少于 3 次；
- c) 安全性能调试应确认锅炉正常运行时，锅炉水路系统、燃气系统等密封性符合设计规定；各保护开关能够正常动作；
- d) 运行工况的调试包括锅炉最大热功率和最小热功率的确认。调节自动比例阀，确认锅炉燃烧产物排放满足生产厂家承诺的排放要求，确认锅炉能够正常、安全、可靠地连续运行。

附录 A
(规范性)

安全附件及安全保护联锁装置

定压装置可采用电子或物理控制装置；自动排气装置应设置在锅炉水系统最高部位，自动排气装置最小公称通径应不小于 10 mm。对额定功率不大于 1.4 MW 的锅炉，锅炉的定压、自动排气以及压力、温度等安全显示和保护装置可设置在一次系统上。

压力、温度等的监控信号应传送至显示装置，并与保护装置同步显示、动作。应明确整个炉体水侧系统温度最高点，并设置相应的超温监控装置。

安全保护联锁装置在最高工作温度及 0.85 倍~1.1 倍的额定电压之间波动时应能正常工作。装置在低于 0.85 倍额定电压条件下工作时，应能继续安全运行或安全关闭。

A.1 排烟系统保护装置

A.1.1 基本要求

A.1.1.1 排烟系统限温装置

当锅炉的排烟温度超过制造单位的设定值时，该设定值为不可调节值，排烟温度限定装置应动作，引起锅炉联锁保护。

A.1.1.2 排烟温度

对于使用塑料烟管、塑料连接管的排烟系统的锅炉，排烟温度不应超过制造单位标称的燃烧系统材料和烟道材料允许的最高工作温度。

A.1.1.3 烟道阻塞保护装置

在 A.1.2.3 条件下，烟道压力高于制造单位的设定值时，水封压力开关应能断开，锅炉停止工作，当烟道压力恢复正常时，系统应能自动重启。

A.1.2 试验方法

A.1.2.1 排烟系统限温装置

- a) 在额定功率时，供给与锅炉类型相对应的燃气。
- b) 使锅炉温控器不起作用。
- c) 使排烟温度限温装置保持工作状态，逐步升高排烟温度，可通过增加燃气流量或通过制造单位标称的增加温度的其他方式来升高温度，直至熄火，检查排烟温度限温装置动作，应符合本文件 A.1.1.1 的规定；也可以通过模拟试验进行。

A.1.2.2 排烟温度

在 A.1.2.1 条件下，应符合本文件 A.1.1.2 的规定。

A.1.2.3 烟道阻塞保护装置

- a) 在额定功率时，供给与锅炉类型相应的燃气。

- b) 逐渐堵塞给气管或排气管（使用的堵塞方法应确保不会导致燃烧产物的回流），检查是否符合 A1.1.2 的规定。
- c) 堵塞冷凝水排水管，检查是否符合 A1.1.2 的规定。

A.2 温控器和水温限制装置

A.2.1 控制温控器

- a) 控制温控器应符合 GB 14536.1 中对 I 类装置的规定。
- b) 如果控制温控器是可调的，制造单位应在说明书中说明最高温度。
- c) 控制温控器设定达到最高温度、滞后温度时，应能至少使锅炉进行控制停机，当温度下降到设定值时，锅炉重新启动。

A.2.2 限制温控器

- a) 限制温控器应符合 GB 14536.1 中对 I 类装置的规定。
- b) 限制温控器的最高设定值应不可调节。
- c) 当水温降低到其设定值以下时，锅炉应重新启动点火程序，恢复正常运行。
- d) 限制温控器在水温超过 105℃ 之前应使锅炉安全停机。

A.2.3 过热保护装置

- a) 过热保护装置应符合 GB 14536.1 中对 II 类装置的规定。
- b) 应能在锅炉可能被损坏或给用户造成危险之前产生非易失性锁定。
- c) 应不可调节，锅炉的正常运行不应导致该装置的设定温度发生变化。
- d) 温度传感器与响应传感器装置之间的信号中断时应至少引发安全停机。

A.2.4 安全限温器

- a) 安全限温器应符合 GB 14536.1 中对 II 类装置的规定。
- b) 除本文件 A.2.3 规定外，安全限温器在水温超过 105℃ 之前应使锅炉产生非易失性锁定。

A.2.5 水温限制装置

- a) 水温限制装置应能防止锅炉内循环水量不足。
- b) 水温限制装置能耐动作次数 ≥ 10000 次。
- c) 水温限制装置在水温达到 110℃ 之前应产生联锁保护。
- d) 对于闭式供热系统，控温系统应装有以下之一的水温限制装置：
 - 1 个符合本文件 A.2.4 规定的安全限温器；
 - 或者 1 个符合本文件 A.2.2 规定的限制温控器和 1 个符合本文件 A.2.3 规定的过热保护装置。

A.2.6 温控器由温度传感器、信号处理装置、开关过程和复位装置组成。

- a) 锅炉应装有符合本文件 A.2.5 规定的水温限制装置。
- b) 锅炉应安装符合本文件 A.2.1 规定的固定式控制温控器或可调式控制温控器。
- c) 当安全限温器和过热保护装置发生故障时，锅炉应产生非易失性锁定。锅炉锁定后，应不能自动恢复运行。
- d) 温控器显示温度与设置温度间的偏差 ≤ 3 ℃。

- e) 温控器应能耐动作次数 $\geq 250\,000$ 次。

A.3 冷凝水水封管

- a) 水封管的直径应根据锅炉的额定容量和压力确定，且内径不得小于 13mm；
- b) 水封装置安装时只允许负偏差；
- c) 水封管上不得装设任何阀门，同时应有防冻措施；
- d) 水封管的高度在安装制造单位标称的最长烟管条件下，其水封深度不应小于锅炉燃烧的烟气压力对应的水柱高度。

A.4 安全阀

A.4.1 基本要求

安全阀制造许可、产品型式试验、铭牌及质量证明书等技术要求应符合 TSG 11 相关规定。

A.4.2 设置要求

- a) 闭式循环系统上应至少装设 1 个安全阀。
- b) 当锅炉额定功率大于或等于 1.4 MW 时，锅炉本体上应至少装设 1 个安全阀。

A.4.3 安全阀选用

- a) 锅炉的安全阀应采用微启式的弹簧安全阀，安全阀的选用应符合 TSG 11 和相应技术标准的规定。
- b) 锅炉系统上装设有水封安全装置时，可不装设安全阀。水封式安全装置的水封管内径应根据锅炉的额定热功率和额定工作压力确定，并且不小于 25 mm。水封式安全装置的水封管不得装设阀门，且应有防冻措施。

A.4.4 安全阀的总排放量

安全阀的泄放能力应满足所有安全阀开启后锅炉内的压力不超过 1.1 倍额定工作压力。安全阀流道直径应不小于 20 mm。

A.4.5 安全阀整定压力

锅炉上的安全阀按表 A.1 规定的压力进行整定或校验。

表 A.1 安全阀整定压力

最低值	最高值
1.10 倍工作压力但不低于工作压力加 0.07 MPa	1.12 倍工作压力但不低于工作压力加 0.10 MPa

A.4.6 安全阀的启闭压差

安全阀的启闭压差一般应为整定压力的 4%~7%，最大不超过 10%。当整定压力低于 0.3 MPa 时，最大启闭压差为 0.03 MPa。

A.4.7 安全阀的安装

- a) 安全阀应垂直安装在锅壳的最高位置。在安全阀和锅壳之间，不应装设取用热水的管路和

阀门。

- b) 采用螺纹连接的弹簧安全阀时，应符合 GB/T 12241 的规定，安全阀与锅炉专用接口连接。

A.4.8 安全阀上的装置

- a) 弹簧式安全阀应有防止随便拧动调整螺钉的装置；
b) 锅炉的安全阀应装设排水管，排水管应直通安全地点，并有足够的排放流通面积，以保证排放畅通；排水管上不应装设阀门，且应有防冻措施。

A.5 压力测量装置

A.5.1 设置

锅炉系统以下部位应装设压力表或压力监测装置：

- a) 给水调节阀前；
b) 锅炉本体上；
c) 锅炉的进水阀出口和出水阀进口；
d) 锅炉循环水泵的出口、进口；
e) 锅炉的燃气进口及燃气阀组稳压阀（调压阀）后。

A.5.2 压力监测装置的选用

压力监测装置的选用应符合以下规定：

- a) 压力监测装置应符合相应技术标准的规定。
b) 压力监测装置精确度应满足锅炉压力测量的精度要求。
c) 压力监测装置的量程应根据工作压力选用，一般为工作压力的 2.0 倍~3.0 倍。
d) 压力监测装置应保证在工作温度范围内正常运行。

A.5.3 压力表的选用

压力表的选用应符合以下规定：

- a) 压力表应符合相应技术标准的要求；
b) 压力表精确度应不低于 2.5 级；
c) 压力表的量程应根据工作压力选用，一般为工作压力的 1.5 倍~3.0 倍；
d) 压力表表盘大小应保证锅炉操作人员清晰辨别指示值，表盘直径应不小于 60 mm。

A.5.4 压力表安装

压力表安装应符合以下规定：

- a) 压力表应装设在便于观察和吹洗的位置，且防止受到高温、冰冻和震动的影响。
b) 压力表应有缓冲弯管，弯管内径应不小于 10 mm。
c) 压力表与弯管之间应装设三通阀门，以便吹洗管路、卸换、校验压力表。

A.6 控制系统的调节、控制及安全装置

- a) 控制面板标识应清楚；控制装置应安全可靠，误操作时不应造成人员或锅炉的安全事故。
b) 控制装置和调节装置应不能影响安全装置的正常运行。
c) 安全系统应具有掉电自停功能。

- d) 控制装置和安全装置的设计应保证不能同时执行 2 个或 2 个以上程序动作；程序一经固定应不能改动。
- e) 应配备便于用户操作的手动关闭阀或自动装置，用于直接关断燃气。
- f) 控制装置和安全装置应能在额定电压的 85%~110% 范围内正常运行。控制电路应设计成当输入电压高于或低于锅炉某一电子元器件正常工作电压时，都能自动切断电路，并能在供电电压恢复正常后人工恢复供电。
- g) 控制器必须具有点火、预吹扫时间、后吹扫时间、火焰监控、温升梯度、温差防干烧、温控器和水温限制装置（最高水温，最低水温，设定水温）、防冻保护、气流监控装置、燃气/空气比例控制、冷凝水排放口堵塞、电气安全性的控制功能。

附录 B
(规范性)
电气安全

B.1 试验的一般条件

B.1.1 型式试验时按本附录项目进行。

B.2 防护等级

锅炉的电击防护等级应为 GB 4706.1 规定的 I 类；室内防水等级不低于 GB 4208 规定的 IPX1；室外防水等级不低于 GB 4208 中的 IPX5；通过宏观和相关的试验确定其是否合格。

B.3 标志和说明

电气标志与说明按 GB 4706.1 中 7.1、7.8、7.12、7.14 的规定执行。

B.4 对触及带电部件的防护

B.4.1 锅炉的结构和外壳应对意外触及带电部件有足够的防护，包括不使用工具打开盖子和取下可拆卸部件的状态。

B.4.2 锅炉对易触及带电部件的防护应符合 GB 4706.1—2005 第 8 章规定。

B.5 泄漏电流和电气强度

B.5.1 锅炉的泄漏电流不应过大，且其电气强度应满足规定要求。

- a) 通过 B.5.2 和 B.5.3 的试验确定其是否合格。
- b) 使锅炉处于室温，断开保护阻抗，断开电源线。

B.5.2 泄漏电流通过用 GB/T 12113 中图 4 所描述的电路装置进行测量，测量在电源的任一极和连接金属箔的易触及金属部件之间进行。被连接的金属箔面积不超过 20 cm×10 cm，并与绝缘材料的易触及表面相接触。

- a) 单相电锅炉，为 1.06 倍的额定电压；
- b) 三相电锅炉，为 1.06 倍的额定电压除以 $\sqrt{3}$ 。

在施加试验电压后的 5 s 内，试验泄漏电流。

泄漏电流不应超过 3.5 mA/kW 或 2 mA/kW（额定电功率），但最大不超过 10 mA/kW。

带有无线电干扰滤波器的锅炉，应断开滤波器试验泄漏电流。

当对地泄漏电流大于 10 mA 时，其应满足 GB/T 5226.1 第 8 节 8.2.6 条的附加要求。

B.5.3 在 B.5.2 试验后，锅炉绝缘立即经受 1 min 频率为 50 Hz 或者 60 Hz 基本正弦波的电压。

表 B.1 给出了适用于不同类型绝缘的试验电压值。试验初始，施加的电压不宜超过规定电压值

的一半，然后平缓升高到规定值。试验期间不应出现击穿。

表 B.1 电气强度试验电压

绝缘	试验电压/V			
	安全特低电压 SELV	额定电压 ^a		工作电压 (U)
		≤ 150 V ^b	150 V~250 V (含)	>250 V
基本绝缘	500	1250	1250	$1.2U+950$
附加绝缘	—	1250	1750	$1.2U+1450$
加强绝缘	—	2500	3000	$2.4U+2400$

注 1：不造成电压下降的辉光放电，可忽略。
注 2：注意金属箔的放置，以使绝缘的边缘处不出现闪络。
注 3：在试验绝缘覆盖层时，可用一个沙袋作用大约 5 kPa 的压力在金属箔的边缘上。该实验可限制于绝缘可能薄弱的地方，例如：在绝缘层的下面有金属锐棱的地方。
注 4：注意避免对电子电路的原件造成过应力。
a. 对三相锅炉，额定电压是指相线与中性或地线之间的电压。对 480 V 的多相锅炉，试验电压按额定电压 150 V~250 V (含) 的范围进行试验。
b. 对额定电压 ≤ 150 V 的锅炉，测试电压施加到工作电压在 150 V~250 V (含) 范围内的部件上。

B.6 结构

B.6.1 在正常使用时，锅炉的结构应使其电气绝缘不受到在冷表面上可能凝结的水或从水阀、锅片、接头和锅炉的类似部分可能泄漏出的液体的影响。

通过视检确定其是否合格。

B.6.2 非自动复位控制器的复位钮，如果其意外复位能引起危险，则应防止或防护使得不可能发生意外复位。

通过视检确定其是否合格。

B.6.3 应有效地防止带电部件与热绝缘的直接接触，除非这种材料是不腐蚀、不吸潮并且不燃烧的。

通过视检确定其是否合格。

B.6.4 木材、棉花、丝、普通纸以及类似的纤维或吸湿性材料，除非经过浸渍，否则不应作为绝缘材料使用。

通过视检确定其是否合格。

B.6.5 操作旋钮、手柄、操纵杆和类似零件的轴不应带电，除非将轴上的零件取下后，轴是不易触及的。

通过视检，并通过取下轴上的零件，甚至借助于工具取下这些零件后，通过 GB 4706.1 中 8.1 的规定的试验探棒确定其是否合格。

B.7 内部布线

B.7.1 锅炉内部布线通路应光滑，而且无锐边棱边。

布线保护应确保线路不与那些可引起绝缘损坏的毛刺、换热用翅片或类似的棱角边缘接触。

绝缘导线穿过的金属孔洞，应具有平整、圆滑的表面或带有绝缘套管。

应有效地防止布线与运动部件接触。

通过视检确定其是否合格。

B.7.2 内部布线的绝缘应能经受住在正常使用中可能出现的电气应力，按下述试验之一确定其是否合格。

a) 基本绝缘的电气性能应等效于 GB/T 5023.1 或 GB/T 5013.1 规定的软线的基本绝缘；

b) 在导线与包裹在绝缘层外面的金属箔之间施加 2 000 V 的电压，持续 15 min，不应击穿。

注 1：如果导线的绝缘不满足这些条件之一，则认为该导线是裸露的。

注 2：该试验仅对承受电网电压的布线适用。

B.7.3 当套管作为内部布线的附加绝缘来使用时，它应采用可靠的方式保持在位。

通过视检并通过手动试验确定其是否合格。

B.7.4 黄/绿组合双色标识的导线，应只用于接地导线。

通过视检确定其是否合格。

B.7.5 铝线不应用于内部布线。

通过视检确定其是否合格。

注：绕组不被认为是内部布线。

B.7.6 多股绞线在其承受接触压力之处，不应使用铅-锡焊将其焊在一起，除非夹紧装置的结构能使得此处不会出现由于焊剂的冷流变而产生不良接触的危险。

通过视检确定其是否合格。

B.8 接地措施

B.8.1 绝缘失效可能带电的锅炉的易触及金属部件，应永久并可靠地连接到锅炉内的一个接地端子，或锅炉输入插口的接地触点。

通过视检确定其是否合格。

B.8.2 接地端子的夹紧装置应充分牢固，以防意外松动，接地端子不应兼作他用。锅炉应设有永久性接地标志。

通过视检确定其是否合格。

B.8.3 锅炉如果带有接地连接的可拆卸部件插入到锅炉的另一部分中，其接地连接应在载流连接之前完成，当拔出部件时，接地连接应在载流连接断开之后断开。

带电源软线的锅炉，其接线端子或软线固定装置与接线端子之间导线长度的设置，应使得如果软线从软线固定装置中滑出，载流导线在接地导线之前先绷紧。

通过视检和手动试验确定其是否合格。

B.8.4 连接外部导线的接地端子，其所有零件都不应由于与接地导线的铜接触，或与其他金属接触而引起腐蚀危险。

用来提供接地连续性的部件，应是具有足够耐腐蚀的金属，但金属框架或外壳部件除外。如果这些部件是钢制的，则应在本体表面上提供厚度至少为 5 μ m 的电镀层。

如接地端子主体是铝或铝合金制造的框架或外壳的一部分，则应采取预防措施以避免由于铜与铝

或铝合金的接触而引起腐蚀的危险。

通过视检和测量确定其是否合格。

B.8.5 接地端子或接地触点与接地金属部件之间的连接，应具有低电阻值。

通过下述试验确定其是否合格。

从空载电压不超过 12 V（交流或直流）的电源取得电流，并且该电流等于锅炉额定电流 1.5 倍或 25 A（两者中取较大者），让该电流轮流在接地端子或接地触点与每个易触及金属部件之间通过。

在锅炉的接地端子或锅炉输入插口的接地触点与易触及金属部件之间测量电压降。由电流和该电压降计算出电阻，该电阻值不应超过 0.1Ω 。

注 1：有疑问情况下，试验要一直进行到稳定状态建立。

注 2：电源软线的电阻不包括在此测量之中。

注 3：注意在试验时，要使测量探棒顶端与金属部件之间的接触电阻不影响试验结果。

附录 C
(规范性)
水质要求

循环系统正式投入运行之前，应对系统进行彻底的冲洗。系统更换或者新增设备及设备管路检修后，再次投入运行之前，也应对有关管路直至整个系统进行彻底冲洗，循环系统的水质要求如下：

- C.1 pH 值为 6.5~8.5。
- C.2 氯化物不得大于 250 mg/L。
- C.3 总硬度不得大于 4 mmol / L。
- C.4 硫酸盐和硝酸盐的含量不得大于 100 mg/L。
- C.5 循环水的电导率不得大于 1 500 μ S/cm；补水应优先选用电导率小于 100 μ S/cm，以限制腐蚀风险，但不得大于 600 μ S/cm；
- C.6 系统中不得注入蒸馏水，如使用蒸馏水或去离子纯水，则应加入调节 pH 值的化学添加剂，使其 pH 值在 C.1 范围内。
- C.7 运行期间，每月应至少进行一次补水、应检测循环水的 pH 值、总硬度、氯根、电导率等指标，并将检测结果记入当天的运行日志。

附录 D
(规范性)
冷态爆破试验方法

D.1.1 爆破试验应符合 TSG 11《锅炉安全技术规程》的相关规定。所有其他的元件或部件的最高允许工作压力均应不高于按相应的设计规则所确定的最高允许工作压力。

D.1.2 爆破试验时应充分考虑试验人员的安全。

D.1.3 当锅片采用新结构或材料牌号改变时，应重新进行试验。爆破试验每五年应重复一次；对于间断性生产的部件，试验的周期可适当延长至在 5 年期限后首次投产前进行。

D.2.1 锅片应直接与指示式压力表相连接，压力表安装位置应能保证操作人员在试验全过程能清晰地读数。锅片除安装指示式压力表外，还应安装记录式压力表。

D.2.2 试验用压力表的量程应为预计最大试验压力的 2 倍，在任何情况下，均应不小于该压力的 1.5 倍或大于 4 倍，推荐采用数字式压力表。

D.2.3 所有仪表应经校验合格，并在使用有效期内。

D.3.1 任何部件的设计压力应通过水压试验，将受压件（锅片）的一个全尺寸试样试验至爆破压力规定值不少于 2min 而未发生破裂为试验合格。

D.3.2 锅片的爆破试验应选取同种规格型号的前、中、后各 3 片锅片进行试验；锅炉的爆破试验应取锅炉的前部、中部、后部各 3 片锅片组成 3 台锅炉进行试验。

D.3.3 锅炉最高允许工作压力的确定

对于材料、设计和制造都相同的所有锅炉或锅片，当其设计压力按以试样锅炉或锅炉零件的破坏性试验为依据确定时，应认为设计压力等于所确定的最高允许工作压力。

D.3.4 爆破试验的省略

对于已进行爆破试验的锅片所代表的锅炉，在其设计、材料、铸造工艺完全相同的系列产品，可以省略试验。

附录 E
(资料性)
铸铝锅片爆破试验报告

制造单位名称				地址			
锅片型号							
锅片信息							
锅片名称		锅片		模具号		设计壁厚	
锅片爆破数据							
锅片名称	试样号	爆破试验压力/MPa		失效部位厚度/mm		锅片质量/kg	
前锅片	1						
	2						
	3						
	1						
	2						
	3						
	1						
	2						
	3						
规定的抗拉强度的最小值/MPa							
拉伸试验数据/kPa							
锅片名称		试样 1		试样 2		试样 3	
选定的材料等级				锅片的最高允许工作压力/MPa			
具有最低爆破压力的锅片简图 [指明失效位置和主要受力类型 (弯曲还是拉伸)]							
试验人	(签名)	日期		试验日期			
见证人	(签名)	日期		(见证机构盖章)			
制造单位技术负责人	(签名)	日期		制造单位 (盖章)			

中国锅炉与锅炉水处理协会
团体标准

铸铝冷凝燃气锅炉

T/CBWA 0015—2022

出版发行：化学工业出版社

（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

印装：北京虎彩文化传播有限公司

880mm×1230mm 1/16 印张2½ 字数66.2千字

2022年 月北京第1版第1次印刷

书号：155025·3312

购书咨询：010-64518888

售后服务：010-64518899

网址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定价：40.00元

版权所有 违者必究