

ICS 27.060.30
CCS J 98

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 10941—2022
代替 JB/T 7985—2002

NB/T 10941—2022



标准实施反馈与服务

小型锅炉和常压热水锅炉技术条件

Technical specifications for small-capacity boilers and
atmospheric hot water boilers

中华人民共和国能源行业标准
小型锅炉和常压热水锅炉技术条件
NB/T 10941—2022

*

北京科学技术出版社出版发行
(北京西直门南大街16号 邮编: 100035)

新华书店经销

河北泓景印刷有限公司印刷

版权专有 不得翻印

开本 880×1230 1/16 印张 2.25 字数 34 千字
2022年9月第1版 2022年9月第1次印刷

*

书号: 155714·308 定价: 35.00 元



155714308

2022-05-13 发布

2022-11-13 实施

国家能源局 发布

国家能源局 公告

2022年 第4号

根据《中华人民共和国标准化法》《能源标准化管理办法》，国家能源局批准《智能风电场技术导则》等209项能源行业标准（附件1）、《Specification for Preparation of Feasibility Study Report for Photovoltaic Power Projects》等23项能源行业标准外文版（附件2）、《水电工程天然建筑材料勘察规程》等2项能源行业标准修改通知单（附件3），现予以发布。

附件：行业标准目录

二〇二二年五月十三日

附件：

行业标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
1~17	(略)						
18	NB/T 10935—2022	除氧器技术条件	JB/T 10325—2002		北京科学技术出版社	2022-05-13	2022-11-13
19	NB/T 10936—2022	电加热锅炉技术条件	JB/T 10393—2002		北京科学技术出版社	2022-05-13	2022-11-13
20	NB/T 10937—2022	锅炉水(介)质处理检验导则			北京科学技术出版社	2022-05-13	2022-11-13
21	NB/T 10938—2022	绕管式热交换器			北京科学技术出版社	2022-05-13	2022-11-13
22	NB/T 10939—2022	锅炉用材料入厂验收规则	JB/T 3375—2002		北京科学技术出版社	2022-05-13	2022-11-13
23	NB/T 10940—2022	火力发电厂排汽消声器技术条件	JB/T 9623—1999		北京科学技术出版社	2022-05-13	2022-11-13
24	NB/T 10941—2022	小型锅炉和常压热水锅炉技术条件	JB/T 7985—2002		北京科学技术出版社	2022-05-13	2022-11-13
25~209	(略)						

目 次

前言	II
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	3
4 锅炉典型结构型式	4
5 参数和型号编制	4
6 材料	5
7 性能	5
8 设计和制造	7
9 安全附件、仪表和辅助设备	14
10 检验和试验	14
11 配套供货范围	16
12 涂装、包装、标志和随机文件	16
13 常压热水锅炉系统	17
14 安装、使用和维护	18
15 质量责任	18
附录 A（资料性） 锅炉典型结构型式	19
附录 B（资料性） 锅炉参数	23
附录 C（规范性） 锅炉型号编制方法	25
附录 D（规范性） 锅炉常用材料	27
参考文献	29

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。

本文件代替 JB/T 7985—2002《小型锅炉和常压热水锅炉技术条件》，与 JB/T 7985—2002 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，2002 年版的第 1 章）；
- 更改了小型锅炉的定义（见 3.1，2002 年版的 3.1）；
- 增加了贯流式锅炉、直流锅炉、组合锅炉、冷凝锅炉、集成锅炉、全预混燃烧器、大气式燃烧器、机械通风大气式燃烧器、集烟室的术语和定义（见 3.3~3.11）；
- 增加了锅炉典型结构型式（见第 4 章、附录 A）；
- 更改了锅炉参数（见 5.1、附录 B，2002 年版的第 4 章）；
- 更改了锅炉型号编制方法（见 5.2、附录 C，2002 年版的第 5 章）；
- 更改了锅炉材料要求（见第 6 章，2002 年版的 6.3.1）；
- 更改了锅炉性能要求（见第 7 章，2002 年版的 6.1）；
- 更改了锅炉设计要求，增加了结构设计、锅炉群控的相关要求，增加了相变锅炉、组合锅炉、燃烧器等的相关要求（见 8.1，2002 年版的 6.2、6.5）；
- 更改了锅炉制造要求（见 8.2.1~8.2.4，2002 年版的 6.3.2~6.3.8）；
- 更改了锅炉配用安全附件、仪表和辅助设备的要求（见第 9 章，2002 年版的 6.4）；
- 更改了锅炉检验和试验的要求（见第 10 章，2002 年版的第 7 章）；
- 删除了检验和试验规则（见 2002 年版的第 8 章）；
- 增加了锅炉配套供货范围的要求（见第 11 章）；
- 更改了锅炉涂装、包装、标志和随机文件的要求（见第 12 章，2002 年版的第 9 章）；
- 更改了常压热水锅炉系统的要求（见第 13 章，2002 年版的第 11 章）；
- 更改了锅炉安装、使用和维护的要求（见第 14 章，2002 年版的第 10 章）；
- 增加了锅炉配用安全附件、仪表及辅助设备的质量责任和锅炉安装质量责任的要求（见 15.2、15.3）；
- 增加了锅炉常用材料表（见附录 D）。

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：上海工业锅炉研究所有限公司、三浦工业（中国）有限公司、福建省锅炉压力容器检验研究院、艾欧史密斯（中国）热水器有限公司、杭州市特种设备检测研究院、西安交通大学、张家港威孚热能股份有限公司、河南省四通锅炉有限公司、浙江地中海新能源设备有限公司、浙江特富滨特热能科技有限公司、积顿新热能设备无锡有限公司、廊坊劲华锅炉有限公司、苏州威博特能源环保科技有限公司、江苏双良锅炉有限公司、方快锅炉有限公司、山东华源锅炉有限公司、博瑞特热能设备股份有限公司、湘潭锅炉有限责任公司、湖南省特种设备检验检

测研究院、浙江双峰锅炉制造有限公司、辽宁盛昌绿能锅炉有限公司、河北巨川节能科技有限公司、哈尔滨哈东新春锅炉有限公司、山东省特种设备检验研究院有限公司、青岛有源热能设备有限公司、皓欧东方（北京）供热技术有限公司、河南力威热能设备制造有限公司、南京柏克斯电热器具制造厂。

本文件主要起草人：王善武、李一骧、马鸿飞、唐海荣、赵钦新、钱风华、傅文军、崔树庆、黄显彬、孟向军、朱宇龙、戴国栋、马宗光、王卫华、何争艳、黄泉恩、王殿、郭辉、邓立斌、叶国领、姜佩军、吴俊、徐甫、殷海鹏、李以善、尤俊、凌少东、傅海涛、卢洁、王志平、宋斌、李世庆、梁耀东、卢振江、李晓柏。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——JB/T 7985—1995；

——JB/T 7985—2002。

引 言

《小型锅炉和常压热水锅炉技术条件》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产品标准之一。其修订遵循了国家颁布的锅炉安全法规所规定的安全基本要求，其中 D 级锅炉的设计准则、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。适用范围内锅炉同时也符合 TSG 91《锅炉节能环保技术规程》的要求。本文件旨在规范小型锅炉和常压热水锅炉的设计、制造、检验、验收、安装和运行。

由于本文件没有必要、也不可能囊括适用范围内小型锅炉和常压热水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，不禁止本文件中没有特别提及的技术内容。

本文件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。

小型锅炉和常压热水锅炉技术条件

1 范围

1.1 本文件规定了小型锅炉和常压热水锅炉的典型结构型式，参数和型号编制，材料，性能，设计和制造，安全附件、仪表和辅助设备，检验和试验，配套供货范围，涂装、包装、标志和随机文件，常压热水锅炉系统，安装、使用和维护以及质量责任。

1.2 本文件适用于以水为工质的固定式燃油、燃气小型锅炉和常压热水锅炉。

1.3 额定出水压力 $0.1 \text{ MPa} \leq p \leq 0.4 \text{ MPa}$ 且额定热功率 $Q \geq 0.1 \text{ MW}$ 、额定出水温度 $t \leq 95 \text{ }^\circ\text{C}$ 的热水锅炉，或采用其他燃料（或能源）的小型锅炉和常压热水锅炉可参照本文件。

1.4 本文件不适用于铸铁锅炉或铸铝锅炉。

2 规范性引用文件

下列文件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 150.2 压力容器 第2部分：材料

GB/T 151 热交换器

GB/T 699 优质碳素结构钢

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 711 优质碳素结构钢热轧钢板和钢带

GB/T 713 锅炉和压力容器用钢板

GB/T 983 不锈钢焊条

GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口

GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口

GB/T 985.3 铝及铝合金气体保护焊的推荐坡口

GB/T 1176 铸造铜及铜合金

GB/T 1527 铜及铜合金拉制管

GB/T 1576 工业锅炉水质

GB/T 2900.48 电工名词术语 锅炉

GB/T 3087 低中压锅炉用无缝钢管

GB/T 3091 低压流体输送用焊接钢管

GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带

GB/T 3280 不锈钢冷轧钢板和钢带

GB/T 3670 铜及铜合金焊条

GB/T 3797 电气控制设备

GB/T 4237 不锈钢热轧钢板和钢带

- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5118 热强钢焊条
- GB/T 5231 加工铜及铜合金牌号和化学成分
- GB/T 5293 埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
- GB/T 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则
- GB/T 8110 熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝
- GB/T 8163 输送流体用无缝钢管
- GB/T 9460 铜及铜合金焊丝
- GB/T 10002.1 给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材
- GB/T 10180 工业锅炉热工性能试验规程
- GB 11174 液化石油气
- GB/T 12771 流体输送用不锈钢焊接钢管
- GB 13271 锅炉大气污染物排放标准
- GB/T 13296 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 13401 钢制对焊管件 技术规范
- GB/T 13612 人工煤气
- GB/T 13819 铜及铜合金铸件
- GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
- GB/T 16507.2 水管锅炉 第2部分：材料
- GB/T 16507.3 水管锅炉 第3部分：结构设计
- GB/T 16507.4 水管锅炉 第4部分：受压元件强度计算
- GB/T 16507.5 水管锅炉 第5部分：制造
- GB/T 16507.6 水管锅炉 第6部分：检验、试验和验收
- GB/T 16507.7 水管锅炉 第7部分：安全附件和仪表
- GB/T 16508.2 锅壳锅炉 第2部分：材料
- GB/T 16508.3 锅壳锅炉 第3部分：设计与强度计算
- GB/T 16508.4 锅壳锅炉 第4部分：制造、检验与验收
- GB/T 16508.5 锅壳锅炉 第5部分：安全附件和仪表
- GB 17820 天然气
- GB/T 18993.1 冷热水用氯化聚氯乙烯（PVC-C）管道系统 第1部分：总则
- GB 19147 车用柴油
- GB/T 19447 热交换器用铜及铜合金无缝翅片管
- GB/T 21434 相变锅炉
- GB/T 21832.1 奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管 第1部分：热交换器用管
- GB/T 21832.2 奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管 第2部分：流体输送用管
- GB/T 21833.1 奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝钢管 第1部分：热交换器用管
- GB/T 21833.2 奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝钢管 第2部分：流体输送用管
- GB/T 24344 工业机械电气设备 耐压试验规范

- GB/T 24511 承压设备用不锈钢和耐热钢钢板和钢带
 GB/T 24593 锅炉和热交换器用奥氏体不锈钢焊接钢管
 GB/T 29713 不锈钢焊丝和焊带
 GB/T 36699 锅炉用液体和气体燃料燃烧器技术条件
 GB/T 38753 液化天然气
 GB 50016 建筑设计防火规范
 GB 50041 锅炉房设计标准
 GB 50149 电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范
 GB 50254 电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范
 GB 50255 电气装置安装工程 电力变流设备施工及验收规范
 JB/T 4755 铜制压力容器
 NB/T 10939 锅炉用材料入厂验收规则
 NB/T 47004.1 板式热交换器 第1部分：可拆卸板式热交换器
 NB/T 47013（所有部分） 承压设备无损检测
 NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
 NB T 47015 压力容器焊接规程
 NB/T 47018（所有部分） 承压设备用焊接材料订货技术条件
 NB/T 47019（所有部分） 锅炉、热交换器用管订货技术条件
 NB/T 47030 锅炉用高频电阻焊螺旋翅片管技术条件
 NB/T 47051 工业锅炉控制装置技术条件
 NB/T 47055 锅炉涂装和包装通用技术条件
 NB/T 47066 冷凝锅炉热工性能试验方法

3 术语和定义

GB/T 2900.48、GB/T 21434 和 GB/T 36699 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

小型锅炉 small-capacity boilers

符合下列任何一项要求的锅炉，即：

- a) 设计正常水位水容积 $30\text{ L} \leq V \leq 50\text{ L}$ 且额定蒸汽压力 $0.1\text{ MPa} \leq p \leq 0.8\text{ MPa}$ 的蒸汽锅炉；
- b) 设计正常水位水容积 $V < 30\text{ L}$ 且额定蒸汽压力 $p \geq 0.1\text{ MPa}$ 的蒸汽锅炉，或额定蒸汽压力 $p < 0.1\text{ MPa}$ 的蒸汽锅炉（或汽水两用锅炉）；
- c) 额定出水压力 $p < 0.1\text{ MPa}$ 且额定热功率 $Q \geq 0.1\text{ MW}$ 的热水锅炉。

3.2

常压热水锅炉 atmospheric hot water boilers

锅炉本体用连通管与大气相通，在任何情况下锅炉本体顶部表压为零的热水锅炉。

3.3

贯流式锅炉 vertical straight water-tube once-through boilers

锅炉本体采用上、下集箱之间连接管束的布置形式，在额定工作压力状态下，给水从本体的下集箱输入，流过上、下集箱之间连接的 2 根以上直水管管束且被全部加热后上升产生额定参数

蒸汽或热水，并从本体上集箱输出的立式锅炉。

3.4

直流锅炉 once-through boilers

在额定工作压力状态下，进水/回水在单根或以上水管内被一次性强制流动且全部加热后输出额定参数蒸汽或热水的水管锅炉。

注：水管可以是直管、弯管或盘管。

3.5

组合锅炉 multiple boilers

将两个或以上具有独立的换热系统、燃烧系统、安全装置、控制系统和给水系统的锅炉单元，通过并联的方式优化集成在一个框架内，并采用群控系统实现框架内各个锅炉单元有序、稳定运行的锅炉。

3.6

冷凝锅炉 condensing boilers

能对燃烧过程产生的烟气中的水蒸汽在遇到温度低于烟气露点温度的进（回）水时连续凝结释放汽化潜热并被锅炉有效利用的锅炉。

3.7

集成锅炉 skid-mounted boilers

锅炉本体和辅助设备及系统由锅炉制造单位集成、安装在一个底盘或框架上、整体出厂的锅炉，亦称撬装式锅炉。

3.8

全预混燃烧器 full pre-mixed gaseous fuel burners

在进入火孔前空气和燃气以不低于完全燃烧理论值的空燃比混合的燃烧器。

3.9

大气式燃烧器 atmospheric burners

助燃空气由气体燃烧器燃气经喷孔喷射而引入的自然通风的燃烧装置。

3.10

机械通风大气式燃烧器 mechanical draft atmospheric burners

由机械通风装置（如鼓风机或引风机）提供足量空气以实现完全燃烧的燃烧装置。

3.11

集烟室 common chamber of flue gas

组合锅炉内收集烟气的共用烟道。

4 锅炉典型结构型式

小型锅炉和常压热水锅炉典型结构型式参见附录 A。

5 参数和型号编制

5.1 小型锅炉和常压热水锅炉参数参见附录 B。

5.2 小型锅炉和常压热水锅炉型号应按附录 C 规定的方法进行编制。

6 材料

6.1 材料选用

6.1.1 锅炉承（受）压元件、承载构件用金属材料及其焊接材料在使用条件下应具有足够的强度、塑性、韧性以及良好的抗疲劳性能、抗腐蚀性能。锅炉常用金属材料及其焊接材料见附录 D。D 级锅炉用金属材料还应符合 GB/T 16507.2 或 GB/T 16508.2、NB/T 47019 的相关要求。

6.1.2 承（受）压部件和与其焊接的附件，应采用焊接性能相同或相似的材料。

6.1.3 焊接材料的选用应根据焊接产品的焊接工艺评定结果确定。D 级锅炉用焊接材料还应符合 NB/T 47018 的相关要求。

6.1.4 接触烟气冷凝水的锅炉部件（排水装置等除外）应选用防腐材料。

6.1.5 与生活水接触的材料不应影响锅水水质。

6.1.6 锅炉用非金属材料应符合相关国家标准和行业标准的要求，且满足强度、刚度、耐热性、耐酸碱性等使用要求。锅炉常用非金属材料见附录 D。

6.1.7 保温材料、隔热材料应不含石棉成分，且为不可燃材料，应能承受可预期的热应力和机械应力。

6.1.8 锅炉外包覆层及其他外露部分宜采用耐腐蚀或表面经耐腐蚀处理的金属材料。

6.2 材料代用

6.2.1 锅炉承（受）压元件材料代用应满足原设计的强度、结构和工艺要求，并经单位技术部门（包括设计和工艺部门）同意。

6.2.2 锅炉代用材料应符合 6.1 的要求。

6.3 材料验收

锅炉制造用原材料应进行入厂验收，合格后才能使用：

- a) D 级锅炉的承（受）压元件、承载构件用金属材料及其焊接材料应按 NB/T 10939 规定的项目进行验收；
- b) 对于碳素钢和碳锰钢材料，实物标识清晰、齐全，具有满足要求的材料质量证明书，且质量证明书与实物相符的，可不进行理化和相应的无损检测复验；
- c) 非金属材料的验收应按设计和相关材料标准的要求进行验收；
- d) 材料使用单位应对所取得锅炉材料及其质量证明书的真实性和一致性负责。

7 性能

7.1 制造单位应保证锅炉在额定工况下的额定蒸发量或额定热功率。

7.2 对蒸汽湿度有要求的，额定工况时蒸汽湿度应不大于 4%。

7.3 锅炉在额定工况下的热效率应不低于表 1 的要求。

表 1 锅炉热效率限定值

燃料种类	热效率限定值/%	
	非冷凝锅炉	冷凝锅炉
天然气、液化石油气、人工煤气 ^a	92	99 (89 ^c)
轻油 ^b	90	98 (88 ^c)
^a 管道天然气应符合 GB 17820 的规定；液化天然气应符合 GB/T 38753 的规定；液化石油气应符合 GB 11174 的规定；人工煤气应符合 GB/T 13612 的规定。 ^b 轻油应符合 GB 19147 的规定。 ^c 为按燃料收到基高位发热量计算的热效率值。		
注：未列燃料的锅炉热效率由供需双方协商确定。		

7.4 锅炉排烟处的过量空气系数应根据锅炉和燃烧器的结构特点、锅炉热效率及燃烧安全性、环保要求等进行匹配优选和设计。

7.5 锅炉本体最末级受热面烟气出口处的排烟温度宜符合表 2 的要求。

表 2 锅炉本体最末级受热面烟气出口处排烟温度

锅炉分类		锅炉本体最末级受热面烟气出口处排烟温度/℃
蒸汽锅炉	非冷凝锅炉	≤170
	冷凝锅炉	≤65
热水锅炉	非冷凝锅炉	≤170
	冷凝锅炉	≤60 ^a
^a 指冷凝热水锅炉在额定输出功率下额定出水温度/额定（进/回）水温度为 50 ℃/30 ℃时的排烟温度。		

7.6 锅炉在额定负荷下运行，环境温度 25 ℃时，其外表面温度应符合以下要求：

- 锅炉周向温度应不高于 50 ℃，局部受辐射或导热部位除外（如管路辐射部位、手孔导热部位、离炉顶或炉底 100 mm 的周向带形区域、烟气出口两侧 100 mm 纵向带形区域等）；
- 锅炉顶部管座附近 100 mm 内的温度应不高于出口工质温度，以外区域应不高于 70 ℃；
- 燃烧器连接部位 100 mm 内的温度应低于燃烧器连接部位金属许用温度且不高于锅炉工质温度，以外区域应不高于 70 ℃；
- 锅炉控制柜（盘）操作时接触部位的温度应不高于 40 ℃。

7.7 锅炉大气污染物排放限值应符合 GB 13271 的规定，需要时还应满足用户所在地的相关环保标准要求。

7.8 锅炉的电气安全性能应符合下列要求：

- 锅炉控制装置应有可靠的电气绝缘性能，设备中带电回路之间及带电回路与地之间（在该回路不直接接地时）的绝缘电阻应不小于 1 MΩ；
- 强电带电部件与非带电金属部位之间的距离应保证不发生漏电，并有良好的绝缘；
- 锅炉应有永久并可靠的接地端子，接地端子和接地触点不应连接到中性接线端子；
- 锅炉、控制柜的金属壳体或可能带电的金属件与接地端之间应具有可靠的电气连接，其与接地端之间的连接电阻应不大于 0.1 Ω。接地端应有足够的尺寸，以能承受可能产生的

最大接地电流。

7.9 锅炉在额定负荷下运行时的 A 声级噪声：额定输出热功率不大于 0.4 MW 时，应不大于 80 dB (A)；额定输出热功率大于 0.4 MW 时，应不大于 85 dB (A)。

8 设计和制造

8.1 设计

8.1.1 基本要求

8.1.1.1 锅炉应具有安全可靠、经济高效、环境适应性强、环保性能优，便于制造、运输、安装、使用、维修等良好的综合技术经济性能。

8.1.1.2 锅炉受热面应合理布置，并能形成良好的水循环且使各部分受热面得到可靠的冷却，尽量减小热偏差。

8.1.1.3 设计时，应确保锅炉在运行时各部分能按设计预定方向自由膨胀。

8.1.1.4 设计给水方式时，应综合考虑给水管的结构及给水位置，以确保给水的均匀性，减少热疲劳应力的产生。

8.1.1.5 有固定汽水分界线或配有水位控制的蒸汽锅炉设计时，应在图样上注明最低及最高安全水位；对于锅壳式锅炉，其最低安全水位应高于最高火界 100 mm；锅壳内径不大于 1 500 mm 的卧式锅壳锅炉，最低安全水位应高于最高火界 75 mm。同时应保证锅炉的安全降水时间。

8.1.2 结构设计

8.1.2.1 锅炉本体结构应有足够的强度、刚度、稳定性和可维修性。锅炉的承（受）压元件、吊耳等受力构件的结构设计与计算可以按照 GB/T 16507.3、GB/T 16507.4 或 GB/T 16508.3 的要求进行，也可采用试验或其他计算方法。锅壳（锅筒）、炉胆、封头（管板）或类似元件、下脚圈的取用厚度应不小于 3 mm，但采用胀接的锅壳（锅筒）及封头（管板），其厚度应不小于 12 mm。

8.1.2.2 蒸汽锅炉水容积应按下列规则进行计算：

- a) 有固定汽水分界线或配有水位控制的蒸汽锅炉：水容积为其锅炉设计正常水位时的几何水容积，即从进水口单向阀前至锅炉蒸汽阀出口之间所有承压部分的设计正常水位时的几何水容积，包括参与系统循环并承压的集箱、节能器（和/或冷凝器）等的几何水容积；
- b) 无固定汽水分界线的直流式蒸汽锅炉：水容积为从进水口单向阀到锅炉蒸汽阀出口之间的几何总容积，包括参与系统循环并承压的集箱、节能器（和/或冷凝器）等的几何水容积。

8.1.2.3 锅炉对流或辐射受热面采用带扩展受热面的元件时，应考虑：

- a) 与直水管焊接的鳍片的膨胀系数应与管子相近，鳍片、翅片形状、尺寸等的确定应保证在锅炉运行中不超过其金属材料许用温度，鳍片、翅片与管子的温差应力不应超过管子工作温度下的许用应力。焊缝结构应保证鳍片、翅片有效冷却。
- b) 板式换热元件应符合 NB/T 47004.1 的相关要求。

8.1.2.4 锅炉焊接连接符合如下要求：

- a) 应符合 GB/T 16507.3 或 GB/T 16508.3 的要求。
- b) 除 D 级蒸汽锅炉受烟气直接冲刷部位的连接处外，锅壳（锅筒）、炉胆、回燃室筒体、换热器筒体与管板采用 T 形接头连接时或贯流式锅炉的管板与筒体采用非插入式 T 型接头连接时，应采用开坡口全焊透接头型式，焊缝厚度应不小于管板厚度。焊缝背部应尽可能封焊，如不能封焊，应采用保证全焊透的焊接方法。

- c) 直流锅炉受热面管子对接、立式锅炉下脚圈与锅壳（锅筒）焊接应采用氩弧焊打底等保证全焊透的焊接方法。
- d) 焊接接头坡口型式应符合 GB/T 985.1、GB/T 985.2、GB/T 985.3 等的要求。
- e) 炉胆或烟管、拉撑杆端部伸出管板焊缝的长度符合下列要求：
 - 1) 对于受 600 °C 以上烟气冲刷的一端，应不大于 1.5 mm；
 - 2) 对于受 600 °C 以下烟气冲刷的一端，应不大于 5 mm。

8.1.2.5 锅炉本体上应设置必要的观火孔（若已有其他可间接观察或指示火焰状况的措施，可不必设置观火孔），观火孔应有效密封且具有足够强度，以防止火焰喷出或烟气外漏。

8.1.2.6 应根据锅炉结构特点设置必要的检查（修）孔，检查（修）孔的结构形式可根据锅炉本体结构确定。检查（修）孔的数量应满足清理和检验的需要；立式锅壳式锅炉下部开设的手孔数量应不少于 3 个。

8.1.2.7 冷凝锅炉或尾部带冷凝装置的锅炉，其结构应防止冷凝水滞留，冷凝水泄放管的（当量）内径应能满足冷凝水排放量的需求，还应保证锅炉启动时产生的冷凝水不影响锅炉的安全运行（包含火焰的稳定性）。

8.1.2.8 装有节能器（和/或冷凝器）的蒸汽锅炉，应采取有效措施，防止节能器（和/或冷凝器）在锅炉启动点火阶段内部发生汽化。

8.1.2.9 锅炉应设置相应的防爆安全自动保护系统，或在与锅炉出烟口紧邻的烟道上设置能够及时释放炉膛爆燃压力的装置，如防爆门等，且防爆装置设置不应危及人身安全。

8.1.2.10 对于非受热面元件，当其受热温度可能超过该元件所用材料的许用温度时，应采取必要的冷却或绝热措施。

8.1.2.11 对锅炉锅水、蒸汽品质有要求时，应设置合适的取样装置。

8.1.2.12 小型锅炉应至少装设 1 个压力表；小型汽水两用锅炉、小型蒸汽锅炉应至少装设 1 个水位表；D 级蒸汽锅炉应至少装设 2 个安全阀。

8.1.3 监测和控制

8.1.3.1 锅炉应采用自动控制，对运行中的燃烧状况以及压力、水位、温度等参数进行全程监控；需要时，还应对水质、烟气排放等参数进行全程监控。具体要求如下：

- a) 应设置点火顺序控制、炉膛熄火联锁报警和前、后吹扫保护、燃油温度或燃气压力越限报警和保护、燃气泄漏联锁保护、燃烧位式或比例自动调节等装置。
- b) 燃烧器运行控制程序应集成到锅炉控制装置中。锅炉相关控制及联锁保护程序一经设定固化，在运行时应不能随意解列或解除，且有使用权限设置。
- c) 有固定汽水分界线的蒸汽锅炉应设置连续或位式给水自动调节装置，并具有水位控制与燃烧系统联锁控制功能；应设置能区分高低水位报警、低水位或缺水联锁保护、蒸汽超压报警、烟道超温报警和联锁保护装置。
- d) 无固定汽水分界线的直流式蒸汽锅炉应设置蒸汽温度超温报警。当蒸汽温度达到额定蒸汽压力下的饱和温度+10 °C 时应停炉并报警；给水流量与燃烧功率应采用比例匹配控制。
- e) 贯流式蒸汽锅炉应对锅炉给水硬度进行控制，并具有超标报警功能；其他形式的蒸汽锅炉宜设置给水硬度超标报警装置。
- f) 热水锅炉应设置出水温度超温报警和联锁保护装置、缺水报警和联锁保护装置；承压锅炉还应设置超压报警和联锁保护装置。直流式热水锅炉还应设置水流量（或水压）监测

装置，并与锅炉启停形成联锁控制。

- g) 锅炉一旦出现异常停炉联锁保护，应在查明原因排除故障后，采用人工复位方式重新启动。
 - h) 应根据需要在工质管路上设置温度测点和压力测点，在烟道、风道上分别设置烟气、空气参数测点。
 - i) 当使用非金属材料的烟道管和连接管时，排烟通路中应设置不可调节的烟气限温装置，并具有超温报警和停炉联锁保护功能。
 - j) 采用群控的多台锅炉（或组合锅炉）供热系统，锅炉（或组合锅炉的锅炉单元）的型号（或规格）宜一致。
 - k) 群控装置应具有将可控锅炉（或锅炉单元）数量内任意一台锅炉（或锅炉单元）加入或脱离群控系统的功能。
 - l) 对于群控功能，无论是独立的控制器还是集成在锅炉（或锅炉单元）控制器中，除锅炉（或锅炉单元）的启停或燃烧状态控制外，不应影响每台锅炉（或锅炉单元）的其他运行控制功能，不应使锅炉（或锅炉单元）安全控制功能失效〔如群控装置的最高控制压力设定，不应超过每台锅炉（或锅炉单元）的最高控制压力设定〕。群控系统宜采用均衡运行时间模式，使群控系统内的每一台锅炉（或锅炉单元）运行时间保持平衡。
- 8.1.3.2 控制电路的设计应具有发生故障时安全中断功能。不应使锅炉产生漏电、着火和燃气外泄等不安全现象。
- 8.1.3.3 控制电路的额定电压应不大于交流 230 V。
- 8.1.3.4 控制电路应设置过电流和短路保护、过电压保护和缺相保护等，宜安装漏电保护装置。
- 8.1.3.5 应有防止带电部件与高温绝缘材料直接接触的措施。
- 8.1.3.6 电气绝缘部件应避免受到部件表面凝结水或泄漏液体的影响。
- 8.1.4 常压热水锅炉
- 8.1.4.1 锅炉受热面设计确定水流速时，应防止受热面（或换热器）产生过冷沸腾。
- 8.1.4.2 锅炉本体最高位置应设置独立的大气连通管。大气连通管的当量通径 D_d 应符合式（1）要求：

$$D_d \geq 88\sqrt{Q} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

D_d ——当量通径，单位为毫米（mm）；

Q ——常压热水锅炉额定热功率，单位为兆瓦（MW）。

- 8.1.4.3 对于间接换热的常压锅炉，换热器（不论是否内置于锅炉本体内）换热面积应与锅炉额定热功率相匹配。

8.1.4.4 常压热水锅炉应有可靠的氧腐蚀防护措施。

8.1.5 相变锅炉

相变锅炉的设计还应符合 GB/T 21434 的相关要求。

8.1.6 组合锅炉

8.1.6.1 组合锅炉的设计应保证每个锅炉单元能独立使用并能独立调节功率大小；控制装置应具备单元级联功能。组合锅炉中锅炉单元的数量宜不大于 8 个。对于组合锅炉，每个独立锅炉单元的水容积应分别计算。

8.1.6.2 组合锅炉原则上应只设 1 个出水（蒸汽）母管接口，1 个进水/回水母管接口，1 个燃气母

管接口，各个锅炉单元与相应母管连接的水（蒸汽）管、燃气管应设置一定的挠性结构。设计水（蒸汽）母管、燃气管时应充分考虑各支管截面大小、流速、阻力、流向等的影响，防止流量不够、流速不够、倒流等不良现象。

8.1.6.3 组合锅炉内各个独立锅炉单元宜共用排烟道，每个锅炉单元的排烟系统应设置长期有效的防烟气回流装置，并与各自的单元控制器实现连锁控制，使每个锅炉单元在非工作状态下不应有烟气流入的情况发生，确保锅炉运行安全稳定。共用排烟道应设有冷凝水收集排除措施。

8.1.6.4 对有集烟室的组合锅炉，任一锅炉单元的前吹扫空气量应不小于全部锅炉单元燃烧室容积总和的3倍，前吹扫时间至少持续30s；当至少有1个锅炉单元已经运行时，其他任一锅炉单元的前吹扫不应影响该锅炉单元的运行。对无集烟室的组合锅炉，应设置合适数量和位置的取样测点。

8.1.7 燃烧器

8.1.7.1 燃烧器在设计或选型时，应综合考虑锅炉结构和参数、燃料特性、烟气阻力、过量空气系数、污染物排放等因素，且与锅炉负荷变化、使用环境等相适应。

8.1.7.2 燃烧器的设计或选型应符合GB/T 36699的要求，还应在燃气控制阀的入口装设过滤装置，其出口应设置永久性压力测点。

8.1.7.3 对于全预混表面燃烧器，除符合8.1.7.2外，还应符合以下要求：

- a) 燃烧器与锅炉性能匹配后的安全运行范围上、下限参数（对变频燃烧器通常为混气风机转速）应写入燃烧器运行控制程序且固化，防止燃烧器在安全运行范围外运行；
- b) 应有防止空气燃气比例失常时引起回火爆燃的安全装置或措施；必要时应装设可靠的空气净化和监测装置；
- c) 前预混混气风机应通过权威机构的抗静电测试，保证叶轮、蜗壳本身摩擦不起火，与干燥的混合气摩擦不起火；
- d) 前预混表面燃烧器混气风机应有相应措施保证在各种因素引起的混气风机背压过大时安全切断并闭锁燃气系统；
- e) 对于全预混燃烧器的燃烧头带有水冷循环回路时，水冷循环回路的焊接应按相关要求要求进行焊接工艺评定，焊后应进行水压试验。

8.1.7.4 对于大气式燃烧器或机械通风大气燃烧器，除符合8.1.7.2外，还应符合以下要求：

- a) 点火燃烧器：
 - 1) 燃气到达主燃烧器火孔以后，点火燃烧器应立即点燃主燃烧器；
 - 2) 自动燃气点火系统需要关闭点火燃烧器燃气供应时，应能在规定的时间内完成关闭动作；
 - 3) 在供电电压变化、点火燃烧器燃气流量降低的情况下，自动点火系统应在燃气达到点火燃烧器火孔起的30s时间内点燃点火燃烧器；
 - 4) 点火燃烧器在正常运行时不应有回火、积炭现象；
 - 5) 自动燃气点火系统中各部件所承受的温度应不超过该部件设计的许可温度。
- b) 主燃烧器：
 - 1) 主燃烧器一次空气混合口处不应有燃气泄漏；
 - 2) 主燃烧器点燃时，火焰应遍布全部火孔；
 - 3) 主燃烧器点燃时，火焰不应溢出到燃烧室外；
 - 4) 主燃烧器在正常运行时不应有回火、积炭现象。

8.1.8 钢架、底座、平台和扶梯

8.1.8.1 组合锅炉钢架和底座、集成锅炉底座结构应进行必要的强度和刚度设计，除满足锅炉装

配、运行的静载荷外，还需满足锅炉整体的运输、吊装等要求。

8.1.8.2 组合锅炉钢架各结构件应采用防松可拆卸式紧固连接，宜设置一定的吊装、支承点，便于组合锅炉内任一锅炉单元的检修、拆卸、更换。

8.1.8.3 平台、扶梯等钢结构应牢固可靠，满足锅炉操作和维修需求。

8.1.8.4 当平台高于 2 m 时，宜设置高度不低于 1 050 mm 的防护栏，垂直爬梯高于 2 m 的区域宜设置护笼。

8.2 制造

8.2.1 焊接

8.2.1.1 D 级锅炉的承（受）压元件的焊接应按 NB/T 47014 的规定进行焊接工艺评定，制定焊接工艺规程，并按焊接工艺规程施焊并记录。其他锅炉也可按 NB/T 47015 的相关规定进行焊接工艺评定。

8.2.1.2 焊工应按焊接工艺规程施焊，焊缝尺寸应符合设计文件及工艺文件的要求。

8.2.1.3 施焊前，应将影响焊接质量的油污、锈蚀等清理干净，且不应在焊件的非焊接表面引弧。当环境温度低于 0 ℃ 时，应采取预热措施。有雨、雪或大雾时，不应进行露天焊接作业。

8.2.1.4 承（受）压元件对接接头焊缝高度应不低于母材表面，且与母材平滑过渡，焊缝及热影响区表面应无裂纹、未熔合、夹渣、弧坑和气孔。锅壳、炉胆、集箱或管道的纵、环缝及管板（封头）、下脚圈的拼接焊缝应无咬边，其余焊缝咬边深度不超过 0.5 mm。管子焊缝两侧咬边总长度不超过管子周长的 20%，且不超过 40 mm。

8.2.1.5 承（受）压元件与承受载荷的非承（受）压元件之间连接焊缝与母材表面应平滑过渡，焊缝及热影响区表面无裂纹、未熔合、夹渣、弧坑和气孔等，咬边深度不超过 0.5 mm，并保证足够强度。

8.2.1.6 承（受）压元件焊接接头出现超标缺陷时应返修。D 级锅炉的同一部位返修次数不宜超过 2 次，2 次返修仍不合格的焊缝再返修时，应经制造单位技术负责人批准，返修部位及返修情况应记入技术档案。

8.2.2 胀接

锅炉制造采用胀接工艺时可参照 GB/T 16507.5 和 GB/T 16508.4 的相关要求。

8.2.3 主要零部件制造

8.2.3.1 锅壳（锅筒）、炉胆

8.2.3.1.1 锅壳（锅筒）、炉胆拼接时最短一节筒节的长度应不小于 300 mm，每节筒节纵向焊缝不应多于 2 条，且两条纵向焊缝中心线间的距离（外圆弧长）至少为较厚钢板厚度的 3 倍，并且不小于 100 mm。环向焊缝对接边缘偏差值应不大于名义板厚的 15% 加 1 mm 且不超过 6 mm，纵向焊缝对接边缘偏差值应不大于名义板厚的 10% 且不超过 3 mm。

8.2.3.1.2 锅壳（锅筒）筒节在同一截面最大内径与最小内径之差值应不大于其名义内径的 1%，炉胆筒节在同一截面最大内径与最小内径之差值应不大于其名义内径的 0.5%。

8.2.3.1.3 锅壳（锅筒）筒节纵向焊缝的棱角度应小于 4 mm，炉胆筒节纵向焊缝的棱角度应不大于 3 mm。宜用弦长为名义内径的 1/6 且不小于 200 mm 的样板测量。

8.2.3.1.4 封头（管板）、下脚圈的结构、制造和验收应符合 GB/T 16508.4、GB/T 16507.5 的要求。封头（管板）、下脚圈宜用整块钢板制造。如需拼接不应超过 2 块，拼接要求如下：

a) 封头（管板）的拼接焊缝离封头中心线的距离应不大于封头（管板）名义内径的 30%，

并不应通过扳边人孔，也不应布置在人孔扳边的圆弧上；

- b) 平管板的整条拼接焊缝不应布置在扳边圆弧上，且不应通过扳边孔；
- c) 拱型管板拼接焊缝与平直部分和凸形部分相交线的距离不应超过当量内径（中心线按边缘烟管管排中心线算起）的 30%；
- d) 下脚圈的拼接焊缝应径向布置。

8.2.3.2 受热面管子

8.2.3.2.1 受热面管子长度不大于 2 000 mm 时，允许有 1 条对接焊缝（拉撑烟管除外，下同）；受热面管子长度大于 2 000 mm 时，允许有 2 条对接焊缝。管子拼接时，最短一节的长度应不小于 500 mm；管子对接接头外表面的边缘偏差应不大于管子名义厚度的 10%加 0.5 mm。管子拼接后的直线度，应不大于 1.5 mm/m，且全长不大于 5 mm。

8.2.3.2.2 钢制管子成形加工，应符合 GB/T 16507.5 或 GB/T 16508.4 的相关要求。

8.2.3.2.3 锅炉用螺纹烟管的形状偏差、尺寸偏差和表面粗糙度应符合设计文件的要求。

8.2.3.2.4 受热面管采用钢制鳍片管、翅片管时，应对鳍片或翅片材质、鳍片或翅片与管子焊接质量进行控制，要求如下：

- a) 鳍片管为光管与扁钢（鳍片）焊接制成时，管子应无对接焊缝；扁钢对接时，最短一节的长度应不小于 100 mm；
- b) 扁钢（鳍片）与管壁焊接宜采用自动焊，且管子表面无扁钢（鳍片）部位应无明显的横向划伤、电焊引弧等缺陷；
- c) 钢制高频电阻焊螺旋翅片管的制造应符合 NB/T 47030 的要求；
- d) 一体式整体轧制铜或铜合金螺旋翅片管的制造应符合 GB/T 19447 的要求；
- e) 激光焊螺旋翅片管的管子和翅片的材质应符合相关材料标准，并经验收合格，但不宜采用高反射性及高导热性材料；管子和翅片的熔合率应不低于 99%，翅片管尺寸偏差及熔合率等检验可参照 NB/T 47030 的要求。

8.2.3.2.5 受热面管采用的一体式整体轧制铜或铜合金螺旋翅片管加工时，管坯材质宜采用退火态脱氧磷铜或铜镍合金，成品翅片管的划伤、凹坑、压入物、环状痕等缺陷不应使管材外径和壁厚超出允许偏差范围。

8.2.3.2.6 采用压制或推制弯头等管件应符合 GB/T 13401 的要求。

8.2.3.3 其他

8.2.3.3.1 受热面采用板式换热元件时，板式换热元件的制造应符合 NB/T 47004.1 的要求。

8.2.3.3.2 立式或卧式水管锅炉的集箱为箱式结构时，构成集箱的平板上应有足够的加强筋，以保证集箱承压时不变形。

8.2.3.3.3 节能器（和/或冷凝器）、内置换热器等的制造应符合设计文件及工艺文件要求。

8.2.3.3.4 钢架、平台和扶梯等钢结构的制造应按照设计文件和工艺文件的要求。

8.2.3.3.5 燃烧器零部件的制造应按设计文件和工艺文件进行。

8.2.3.3.6 锅炉控制装置的制造应符合 GB/T 3797、GB/T 7251.1、NB/T 47051 的要求。

8.2.4 装配

8.2.4.1 装配所需的自制零部件应按图样和 GB/T 16507.5、GB/T 16508.4 及本文件的要求进行制造、检验合格；外协、外购件应符合相关标准要求并检验合格。

8.2.4.2 装配应按装配工艺要求进行，每道工序应经检验合格后方可进入下一道工序。装配宜在

合适的工装上进行，不应强力装配。

8.2.4.3 锅壳锅炉装配前应应对筒体、管板（炉胆顶）、炉胆、下脚圈等进行选配。装配时环向对接边缘偏差应不超出本文件的要求，焊缝间隙应符合焊接工艺文件的要求。

8.2.4.4 锅炉受热面管子与管板焊接或管子与集箱成排焊接时，应采取合理措施，以减小管板或集箱的焊后变形。

8.2.4.5 锅壳（锅筒）、封头（管板）、集箱上各种管接头的倾斜度应不大于 1.5 mm，偏移量及法兰盘倾斜度均应不大于 2 mm。

8.2.4.6 特殊结构锅炉装配符合如下要求。

- a) 立式火管锅炉筒体与封头及 U 形下脚圈装配、贯流式锅炉上下集箱采用扳边对接焊接或 T 形接头焊接时，其装配边缘对接偏差应符合 GB/T 16507.5、GB/T 16508.4 的要求；
- b) 贯流式锅炉上、下管板与水管装配时，应注意保证上下管板间距，水管与上、下管板的垂直度应符合图样要求；
- c) 锅炉管板与管子采用胀连接时，管端伸出管板壁长度应控制在 7 mm~12 mm，管孔与管端的尺寸公差及管孔粗糙度应符合 GB/T 16507.5、GB/T 16508.4 的相关要求。

8.2.4.7 锅炉上电气元器件及电线电缆安装要求如下：

- a) 绝缘导线线径、开关等的额定电压和额定电流应不低于其控制电路负荷的要求；
- b) 接地导线应为黄绿色导线，且不应用于非接地场合；
- c) 布线槽应光滑，不应有磨损电线绝缘层的锐边、毛刺、飞边；
- d) 电线安装应牢固可靠，2 根以上的电线在同一部位固定时，电线之间应用绝缘附件隔开（确保安全固定的结构除外）；电线固定护套不应有损伤；
- e) 有可能接触高温部位的电线与高温部位接触时应无异常发生；
- f) 开关或类似部件的安装应牢固可靠，不应使其旋转；
- g) 布线绞接应置于接线盒内；可采用机械、焊接或合适的夹具进行绞合，且接头应有可靠的绝缘措施；
- h) 连接器和超过 30 V 的无绝缘层带电金属零件应安装在带盖或检修板的封壳内，且盖板或检修板应固定；
- i) 电线导管或金属包覆电缆终端应有防磨损的保护措施。使用金属包覆电缆时，导体与金属外套之间应有绝缘衬套；金属包覆电缆固定在线盒或装置上的连接器或夹片绝缘衬套等应可视，以便于检查；
- j) 除非熔断器或热断路器元件的罩壳外，其他无绝缘层的带电零件的罩壳，在电气元件安装完毕后应封闭开口。

8.2.4.8 燃烧器的装配应按设计文件及工艺文件的规定进行，安装按燃烧器使用说明书的规定进行。

8.2.4.9 锅炉一次仪表阀门的安装应按设计文件和工艺文件的要求；安全阀的安装符合 GB/T 16507.7 或 GB/T 16508.5 的规定。

8.2.4.10 组合锅炉、集成锅炉运动部件的紧固固定应有合适的减振和防共振措施（锅炉装配完成后，应进行试运行检测，验证钢架的抗振性能）。

8.2.4.11 组合锅炉应在每一供热单元装配检验合格后再装配；装配时先装配平台、钢架，再装配供热单元，且宜按从下向上的顺序装配。

8.2.4.12 锅炉整体保温、涂装与包装应按设计文件和工艺文件的要求，安装后应平整、无凹凸，

涂装、镀层等部位应无明显划痕、斑点、锈蚀等缺陷。

9 安全附件、仪表和辅助设备

9.1 锅炉（或组合锅炉中的锅炉单元）安全附件和仪表的设置应满足 8.1 的有关规定，同时应符合但不限于 GB/T 16507.7、GB/T 16508.5 和 GB/T 36699 的要求。

9.2 锅炉配用风机、水泵等辅机应选用高效节能、低噪声产品，并符合各自产品标准，且与锅炉主机性能匹配，必要时采取降噪和减振措施，保证锅炉系统实现安全、节能、环保要求。其中：

- a) 配用风机性能应能满足锅炉燃烧及克服烟风系统阻力的要求；设计海拔超过 1 000 m 的锅炉，还应按高原环境条件校核风机的风量和风压。
- b) 配用的水处理设备应能保证锅炉给水、补水水质不低于 GB/T 1576 规定的水质要求。如产品使用说明书中对锅炉水质有特殊要求时，还应符合产品使用说明书的规定。

10 检验和试验

10.1 主要零部件制造和装配质量检验

锅炉锅壳（锅筒）、炉胆、集箱、受热面管子、烟箱、锅炉钢结构件等主要零部件的制造质量和锅炉整体装配质量按本文件的要求进行检验并合格。

10.2 焊接质量检验

10.2.1 焊缝外观质量的检验采用量具测量和目测等检验方法。焊缝质量应符合 8.2.1.5 和 8.2.1.6 及设计要求。

10.2.2 D 级锅炉产品无损检测方法和比例要求按 GB/T 16507.6、GB/T 16508.4 的相关要求。

10.2.3 承（受）压部件无损检测方法应符合 NB/T 47013 的要求。无损检测技术等级及焊接接头质量等级要求如下：

- a) 承（受）压部件焊接接头的射线检测技术等级不低于 AB 级，焊接接头质量等级不低于 II 级；
- b) 承（受）压部件焊接接头的超声检测技术等级不低于 B 级，采用衍射时差法超声检测技术时焊接接头质量等级不低于 II 级，采用其他超声检测技术时的焊接接头质量等级不低于 I 级；
- c) 表面检测的焊接接头质量等级不低于 I 级。

10.3 水压试验

10.3.1 锅炉承（受）压元件（部件）或整体应在制造、无损检测和热处理完成后进行水压试验。水压试验环境温度不应低于 5℃，水压试验压力和保压时间按表 3 的要求选取。

表 3 水压试验压力和保压时间

试件名称	锅炉整体工作压力 p /MPa	试验压力/MPa	保压时间/min
锅炉整体 ^a	$p < 0.8$	$1.5p$ ，但不小于 0.2	≥ 20
	$0.8 \leq p \leq 1.0$	$p+0.4$	≥ 20
锅炉整体	0（常压）	不小于 0.2	≥ 20
换热管或换热器管程（包括进出口法兰） ^b		换热管或换热器管程额定出口压力的 1.25 倍，且不小于额定出口压力加 0.3	≥ 5

^a 锅炉整体指由锅壳（锅筒）、汽水分离器、受热面、集箱、节能器（和/或冷凝器）和连接管道等承（受）部件所组成的整体。

^b 指间接换热常压热水锅炉的内置换热器。

10.3.2 水压试验应按 GB/T 16507.6 或 GB/T 16508.4 的要求进行。水压试验后若有返修，应重新进行水压试验。

10.3.3 奥氏体不锈钢承（受）压部件水压试验时，试验用水的氯离子含量应小于 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。

10.3.4 锅炉或其承（受）压部件在规定的压力下及保压时间内进行水压试验时压力应保持不变，金属壁和焊缝处无水珠和水雾，水压后无明显残余变形。

10.3.5 集成锅炉或组合锅炉装配完成后，其气路、水路应分别按要求进行气密性试验和水压试验并合格。

10.4 燃烧系统装配检验和试验

10.4.1 燃烧器组装完成后，应按设计图样及工艺文件要求进行逐台检查。燃烧器的每个零件均应固定，以满足搬运及使用条件。

10.4.2 燃烧系统装配完成后应按 GB/T 36699 的要求进行管路系统泄漏试验。

10.4.3 燃烧器应按照 GB/T 36699 的要求进行出厂检验，必要时进行型式试验。

10.4.4 确认燃烧设备以下安全装置的动作正常：

a) 火焰检测器（按相关规定进行）：

- 1) 在开始动作前，给予火焰检测器模拟信号，确认燃烧动作正常；
- 2) 在运行中灭火时，确认燃料安全截止阀关闭。

b) 燃烧监视控制器：

- 1) 确认燃烧监视控制器的动作程序；
- 2) 灭焰及受到其他异常信号时，确认发出关闭燃料安全截止阀的信号。

c) 自动点火装置：在燃烧开始时，确认具有合适的给燃料点火的电火花发生。

d) 气体压力开关（燃气）：燃烧中气体压力开关动作后，确认燃料安全截止阀关闭。

e) 燃料安全截止阀：

- 1) 燃料安全截止阀在额定电压时，确认按设计规定全开；
- 2) 在燃料安全截止阀全开状态切断电源时，确认燃料安全截止阀立即关闭。

10.5 锅炉性能试验和检测

10.5.1 锅炉热工性能试验（能效试验）应按 GB/T 10180 的要求进行，冷凝锅炉也可按 NB/T 47066 的要求进行。常压热水锅炉在试验过程中不应排放或补充锅内工质。

10.5.2 锅炉大气污染物排放浓度的检测应按 GB 13271 规定的方法，且与锅炉热工性能试验（能效试验）同时进行。

10.5.3 锅炉外表面温度采用表面温度计进行检测且应符合 7.6 的相应要求，表面温度计精度应不低于 1.5 级。

10.5.4 电气绝缘性能和耐电压试验应按 GB/T 24344 的要求，并满足如下要求：

a) 用 500 V 兆欧表测量锅炉本体带电部位对非带电部位的绝缘电阻，应不小于 20 MΩ。

b) 在锅炉本体的带电部位与非带电部位之间施加 1 000 V+2 倍额定交流电压的基本正弦波、频率为 50 Hz 的试验电压，历时 1 min；对地电压在 30 V 以下的部位，试验电压为 500 V，重复试验时，应将试验电压降至 80%。试验应无击穿和闪络。

c) 对不能承受试验电压冲击的电器元件（如变频器等），应将其从电路中拆除或短接。

d) 在工作温度下，锅炉在施加试验电压后的 5 s 内，泄漏电流应不大于 0.75 mA。

- e) 对锅炉的绝缘施以频率为 50 Hz 或 60 Hz 基本正弦波的电压 1 250 V, 保持 1 min, 在试验期间不应出现击穿。

11 配套供货范围

锅炉制造单位应根据产品设计要求, 按照 (但不限于) 如下范围配套供货:

- a) 锅炉主机: 包括锅炉本体 (含尾部受热面)、控制装置等;
- b) 安全附件: 包括与主机直接相连的安全阀、压力检测装置 (仪表)、液位 (或流量) 检测及显示装置 (仪表)、温度测量装置 (仪表)、燃气阀组等必要的安全保护装置和仪表、阀门等;
- c) 配套辅机: 包括工质循环泵、补给水泵、水处理装置、排污装置 (如有) 等。

12 涂装、包装、标志和随机文件

12.1 锅炉的涂装与包装应符合 NB/T 47055、GB/T 13384 的相关要求, 还应考虑运输和储存条件。

12.2 锅炉应在其明显位置装设金属铭牌。铭牌内容至少应包括:

- a) 制造单位名称;
- b) 产品名称、型号;
- c) 产品编号;
- d) 额定蒸发量或额定热功率, t/h 或 MW;
- e) 额定蒸汽压力或额定出水压力, MPa;
- f) 额定蒸汽温度或额定出水温度及回水温度, °C;
- g) 制造日期;
- 有要求时:
 - h) 正常水位容积;
 - i) 使用年限;
 - j) 设备代码;
 - k) 制造许可证级别和编号;
 - l) 监检单位名称和监检标记。

12.3 标志应符合以下要求:

- a) 在锅炉本体外表面显著部位标志安全注意事项、日常检查维护保养注意事项和其他必要事项, 所有标志应不易脱落及被去除;
- b) 常压热水锅炉应有“常压热水锅炉不应承压使用和出水温度不应超过 85 °C”的警示标志, 并在其锅炉本体外表面的明显位置标示;
- c) 锅炉、动力柜和控制柜应在主要接地端标示显著的接地符号;
- d) 燃油气锅炉使用单位不应私自改动和解列燃烧器运行控制程序;
- e) 应在锅炉显著位置标示“禁止超压、缺水运行”的警示标志;
- f) 不允许起吊的位置应标示“严禁起吊”的警示标志。

12.4 锅炉产品出厂资料至少应包括:

- a) 产品质量证明书;
- b) 安装使用说明书, 至少包括: 锅炉外型尺寸图、结构示意图及各部件名称, 主机及辅机

安装基础尺寸图、管路（仪表阀门）系统图、电气控制系统安装接线图等；主、辅机使用方法；安全装置的注意事项；日常检查、维护保养要求及注意事项；故障或异常时的判别及处置方法；故障及修理时的联系方式；其他特别需注意的事项等；

- c) 包装清单及备件清单；
 - d) 其他按规定需要提供的文件；
 - e) 上述图样及技术文件清单；
- 有要求时：
- f) 锅炉图样；
 - g) 制造监检证书；
 - h) 安全阀排放计算书（带安全阀时）；
 - i) 承（受）压元件强度计算结果汇总表；
 - j) 热力计算书或热力计算汇总表；
 - k) 烟风阻力计算书或烟风阻力计算汇总表；
 - l) 燃烧器型式试验证书（复印件）；
 - m) 锅炉热工性能测试（能效测试）报告（复印件）。

13 常压热水锅炉系统

13.1 锅炉大气连通管上不应安装任何阀门和缩径；锅炉大气连通管应接至安全地点，顶部高度应不超过 10 m。外置常压水箱与锅炉之间用连接管连接时（见图 1），连接管应保持畅通，不应设置阀门并应有防冻措施。连接管的当量通径应符合式（1）要求。

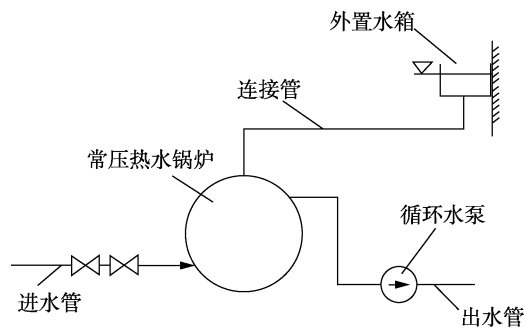


图 1 常压热水锅炉外置水箱示意图

13.2 在进入锅炉回水管前的管道上，应设置防止停泵时回水溢出的装置。

13.3 应设置低位膨胀水箱补水系统，膨胀水箱顶部高度应不超过 10 m，底部高度应确保循环水泵入口不产生汽蚀。

13.4 对于直接加热式（也称单回路式）锅炉，系统中的循环泵应安装在锅炉出水一侧，还应设置防止出现负压的阻力调节装置，且锅炉水位至循环泵入口的高度差产生的静压力应大于出水管入口至循环泵入口之间的流阻再加上循环泵防止汽蚀的正压要求。

13.5 防回水溢出装置和阻力调节装置应保证锅炉系统不发生冒水与水击。

13.6 系统中应有防止停泵造成水击事故的装置。

13.7 系统中应装设（自动或手动）补水装置。

13.8 系统中应有可靠的定压措施。

13.9 系统还应符合 GB 50041 的有关规定。

14 安装、使用和维护

14.1 在满足 GB 50016 的前提下，锅炉设备布置在空间上应满足设备操作、检修和搬运要求。如果锅炉安装场地的通风考虑了锅炉的进风量要求，锅炉可直接取室内空气助燃。锅炉房总体噪声应符合 GB 50041 的规定。

14.2 锅炉安装应按锅炉安装说明书的要求进行。

14.3 锅炉电气设备的安装应符合 GB 50149、GB 50254 或 GB 50255 的相关要求。

14.4 锅炉给水、补水和锅水水质指标除下列情况外应符合 GB/T 1576 规定的相关水质要求：

a) 承（受）压元件材质为奥氏体不锈钢的锅炉，其锅水中氯离子含量：

1) 蒸汽锅炉应不大于 10 mg/L；

2) 热水锅炉应不大于 100 mg/L。

b) 直流式、贯流式锅炉锅水的相关水质参数宜按下述要求：

1) pH 值（25 ℃）：10.0~12.4；

2) 电导率（25 ℃）/（ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）： $\leq 6.0 \times 10^3$ ；

3) 溶解固形物/（mg/L）： $\leq 4.0 \times 10^3$ 。

14.5 使用单位应根据锅水水质确定排污方式及排污量，并按照水质变化进行调整。蒸汽锅炉定期排污时宜在低负荷时进行，同时严格监视水位。

14.6 使用单位应对锅炉进行定期检查与维护保养，需要对锅炉受热面进行内部清洗；维保工作应由有经验的专业人员来完成。

14.7 使用单位应根据锅炉停用的时间采取合适的停炉保养措施。长期停用重新使用前，应由专业人员对锅炉（包括燃烧系统设备、电气设备、安全附件等）、水处理设备等进行必要的检查和调试，合格后方可投入正常的使用。

14.8 锅炉用燃烧器的改造、修理、更换和调试工作应由相应资质的单位或人员进行。燃烧器改造、修理或更换后，应对燃烧系统、安全连锁保护装置等安全附件进行检查和调试，检查和调试记录应交使用单位备案。燃烧器的任何改造、修理或更换应不降低锅炉安全、节能和环保性能。

15 质量责任

15.1 锅炉制造单位应对产品设计和制造质量负责，在用户遵守本文件及有关技术文件的条件下，在出厂期 18 个月内或运行期（调试验收合格后）12 个月内（出厂期超过 18 个月，运行期不足 12 个月，以出厂期为准；出厂期不足 18 个月，运行期超过 12 个月，以运行期为准。即先到为准），当确因设计和制造质量不良而发生损坏，不能按额定参数正常运行或达不到规定的性能要求时，制造单位应承担相应的责任。

注：锅炉出厂期的起算日为用户收到最后一批零件之日；锅炉运行期的起算日为锅炉正式投入运行之日。

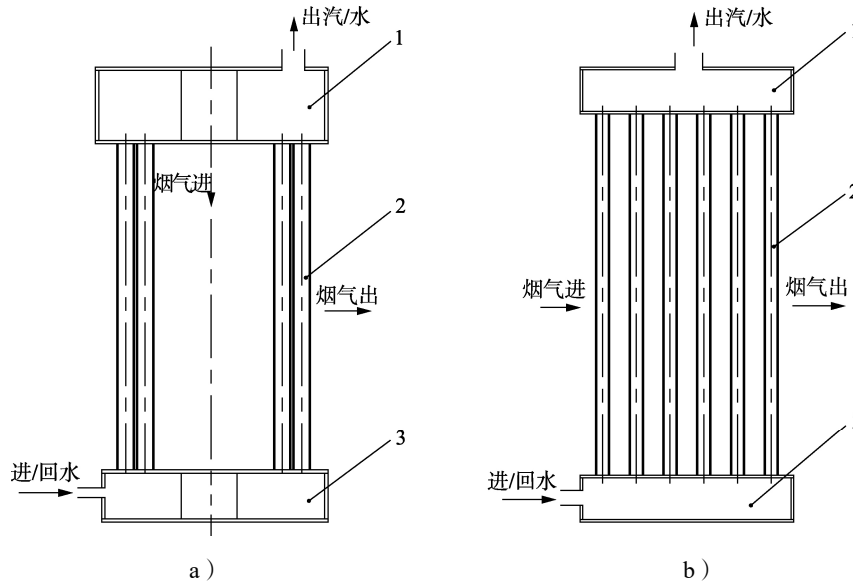
15.2 配用的锅炉辅机、安全附件、监控仪表的质量应符合相应的标准，供货单位应承担其质量责任。

15.3 锅炉安装单位应对锅炉的安装质量负责。

附录 A
(资料性)
锅炉典型结构型式

A.1 立式水管锅炉

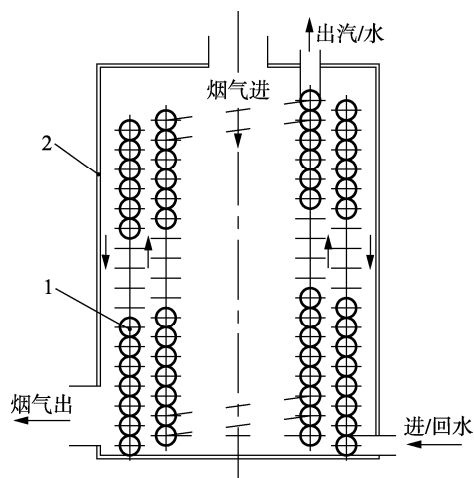
A.1.1 立式直水管锅炉示意图见图 A.1。



标引序号说明：1——上集箱；2——水管；3——下集箱。

图 A.1 立式直水管锅炉示意图

A.1.2 立式盘管锅炉示意图见图 A.2。

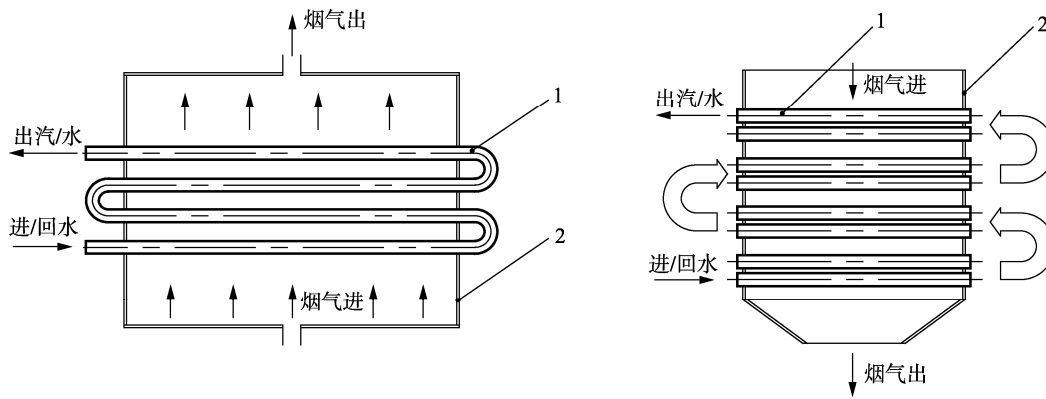


标引序号说明：1——盘管；2——外壳。

图 A.2 立式盘管锅炉示意图

A.2 卧式水管锅炉

A.2.1 卧式直水管锅炉示意图见图 A.3。



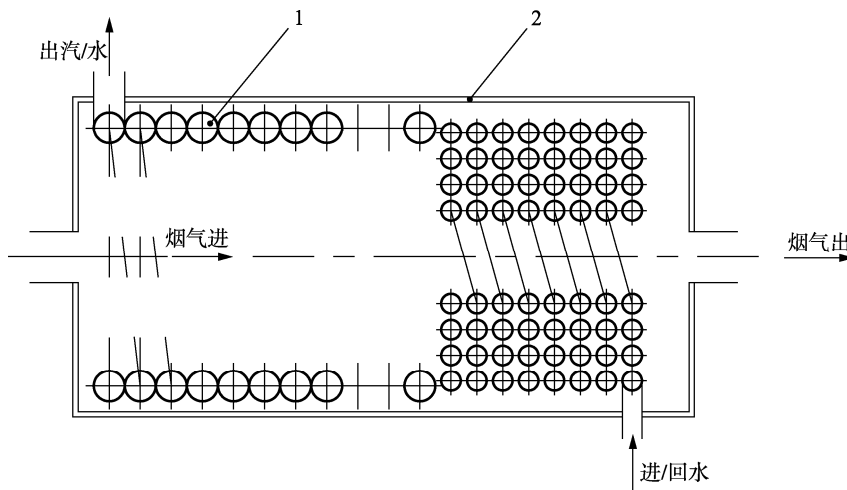
a) 大气式燃烧器下置式

b) 大气式燃烧器顶置式

标引序号说明：1——水管；2——外壳。

图 A.3 卧式直水管锅炉示意图

A.2.2 卧式盘管锅炉示意图见图 A.4。

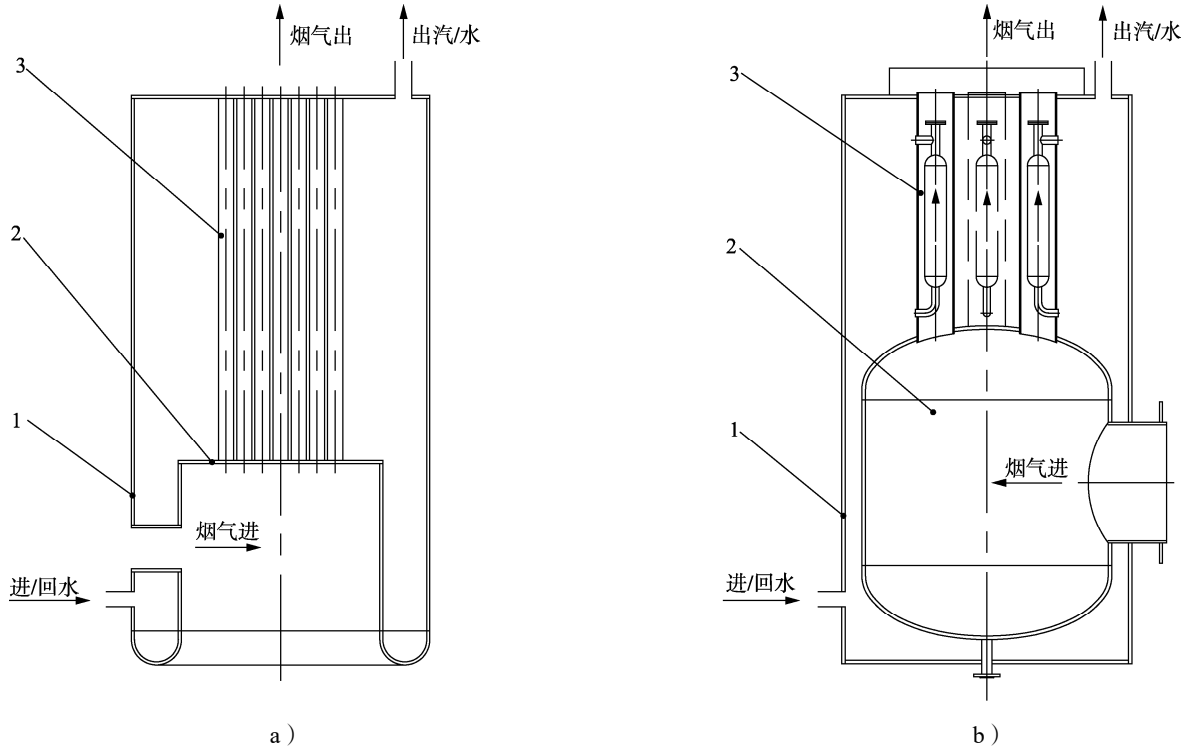


标引序号说明：1——盘管；2——外壳。

图 A.4 卧式盘管锅炉示意图

A.3 锅壳锅炉

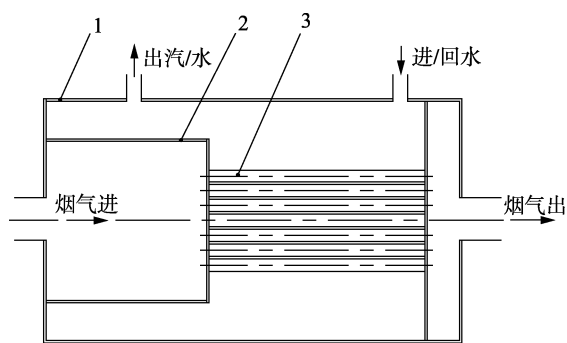
A.3.1 立式锅壳锅炉示意图见图 A.5。



标引序号说明：1——锅壳；2——炉胆；3——烟管。

图 A.5 立式锅壳锅炉示意图

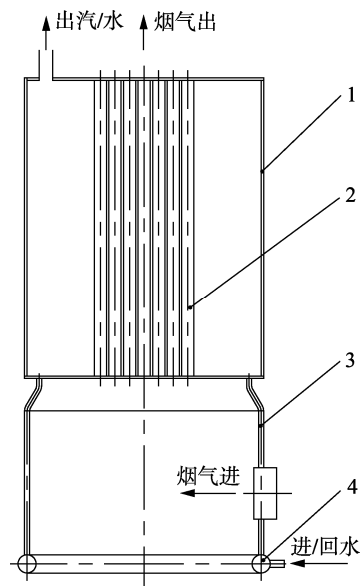
A.3.2 卧式锅壳锅炉示意图见图 A.6。



标引序号说明：1——锅壳；2——炉胆；3——烟管。

图 A.6 卧式锅壳锅炉示意图

A.3.3 立式水火管锅炉示意图见图 A.7。

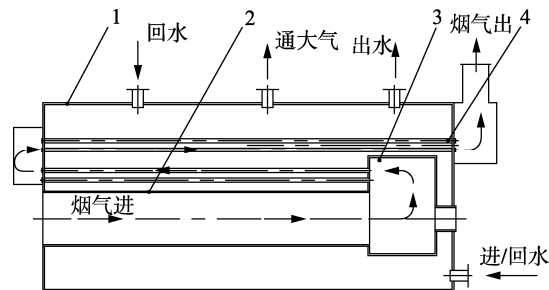


标引序号说明：1——锅壳；2——烟管；3——水管；4——下集箱。

图 A.7 立式水火管锅炉示意图

A.4 常压热水锅炉

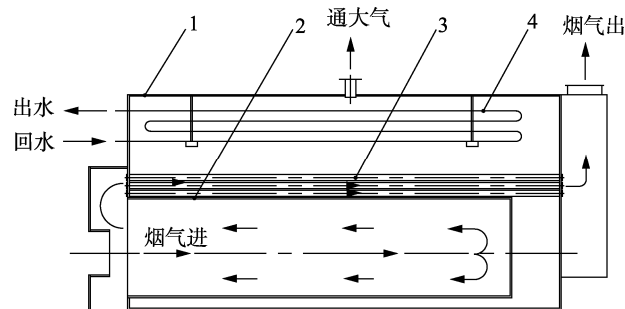
A.4.1 不带内置换热器的常压热水锅炉示意图见图 A.8。



标引序号说明：1——锅壳；2——炉胆；3——回燃室；4——烟管。

图 A.8 不带内置换热器的常压热水锅炉示意图

A.4.2 带内置换热器的常压热水锅炉示意图见图 A.9。



标引序号说明：1——锅壳；2——炉胆；3——烟管；4——内置换热器管。

图 A.9 带内置换热器的常压热水锅炉示意图

附录 B
(资料性)
锅炉参数

B.1 蒸汽锅炉的额定参数宜按表 B.1 选用。

表 B.1 蒸汽锅炉参数系列

额定蒸发量 t/h	额定蒸汽压力(表压)/MPa					
	< 0.1	0.1	0.4	0.5	0.7	0.8
	额定蒸汽温度/℃					
	饱和	饱和	饱和	饱和	饱和	饱和
0.03	△	△	△			
0.05	△	△	△	△	△	△
0.08	△	△	△	△	△	△
0.1	△	△	△	△	△	△
0.2	△	△	△	△	△	△
0.3	△	△	△	△	△	△
0.5	△	△	△	△	△	△
0.7				△	△	△
1.0				△	△	△
注：“△”表示优先选用。						

B.2 额定出水压力小于 0.1 MPa 的热水锅炉额定参数宜按表 B.2 选用。

表 B.2 额定出水压力小于 0.1 MPa 的热水锅炉参数系列

额定热功率 MW	额定出水压力（表压）/MPa	
	0（常压）	< 0.1
	额定出水温度/额定（进/回）水温度 ^a /℃	
	80/60 或 50/30 ^b	95/70 或 80/60 或 50/30 ^b
0.1	△	△
0.2	△	△
0.35	△	△
0.5	△	△
0.7	△	△
1.05	△	△
1.4	△	△
2.1	△	△
2.8	△	△
注：“△”表示优先选用。		
^a 对于带内置换热器的常压热水锅炉，指内置换热器的进水/回水温度。		
^b 额定出水温度/额定（进/回）水温度为 50℃/30℃ 的参数适用于冷凝锅炉。		

附 录 C
(规范性)
锅炉型号编制方法

C.1 锅炉型号由三部分组成，各部分之间用短横线相连，型号格式见图 C.1。

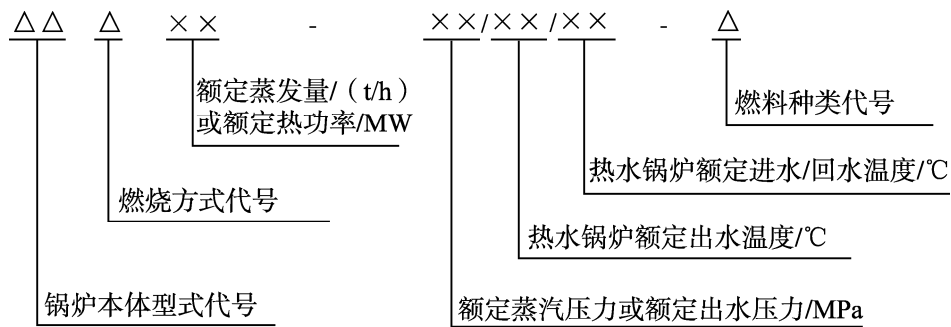


图 C.1 型号格式

- a) 型号的第一部分表示锅炉本体型式、燃烧方式及锅炉容量，分以下三段，且各段连续书写：
- 1) 第一段为锅炉本体型式，代号见表 C.1。常压热水锅炉在锅炉本体型式代号前加字母“C”；冷凝锅炉在锅炉本体型式代号最前部加字母“N”；
 - 2) 第二段为燃烧方式，室燃代号用字母“S”表示；
 - 3) 第三段为锅炉容量，用阿拉伯数字表示额定蒸发量（单位为 t/h）或额定热功率（单位为 MW）。
- b) 型号的第二部分表示锅炉工质参数。蒸汽锅炉为额定蒸汽压力（单位为 MPa），用阿拉伯数字表示；热水锅炉分为以下三段表示，中间用斜线相连：
- 1) 第一段为额定出水压力（单位为 MPa），用阿拉伯数字表示（常压热水锅炉指本体额定工作压力，不表示）；
 - 2) 第二段为额定出水温度（单位为℃），用阿拉伯数字表示；
 - 3) 第三段为额定进水/回水温度（单位为℃），用阿拉伯数字表示。
- c) 型号的第三部分表示燃料种类，代号见表 C.2。如为双燃料或多燃料，燃料代号之间用“/”隔开。

表 C.1 本体型式代号

锅炉分类	本体型式	代号
锅壳锅炉	立式火管	LH
	立式水火管	LHS
	立式无管	LW
	卧式内燃	WN

表 C.1 (续)

锅炉分类	本体型式	代号
水管锅炉	立式水管	LS
	卧式水管	WS
	(立/卧) 盘管	(L/W) P
当锅炉本体型式超出本表规定时, 制造单位可按本文件的相关原则自行确定锅炉本体型式代号。		

表 C.2 燃料种类代号

燃料种类	代号
天然气、液化石油气、人工煤气	Q
轻油	Y
当使用燃料种类超出本表规定时, 可按本文件的相关原则自行确定燃料代号。	

C.2 蒸汽和热水两用锅炉, 以锅炉主要功能按 C.1 进行产品型号编制, 但在锅炉名称上应写明“汽水两用”字样。

C.3 组合锅炉, 以构成锅炉的锅炉单元按 C.1 进行产品型号编制, 并在锅炉单元型号最前部加“n”(n 为锅炉单元数)。

C.4 采用相变换热原理的小型锅炉型号按 GB/T 21434 的相关规定进行编制。

C.5 型号编制示例如下:

- a) LSS0.2-0.07-Q/Y: 表示立式水管、额定蒸发量为 0.2 t/h, 额定蒸汽压力为 0.07 MPa, 燃用气体燃料或轻油的蒸汽锅炉;
- b) LPS1-0.4-Q: 表示立式盘管、额定蒸发量为 1 t/h, 额定蒸汽压力为 0.4 MPa, 燃用气体燃料的蒸汽锅炉;
- c) LSS0.35-0.09/95/70-Q: 表示立式水管、额定热功率为 0.35 MW, 额定出水压力为 0.09 MPa、额定出水温度为 95 °C、额定进水/回水温度为 70 °C, 燃用气体燃料的热水锅炉;
- d) CWNS2.8-80/60-Q: 表示卧式内燃, 额定热功率为 2.8 MW, 额定出水温度为 80 °C, 额定进水/回水温度为 60 °C, 燃用气体燃料的常压热水锅炉;
- e) NCWNS1.4-50/30-Q: 表示卧式内燃、额定热功率为 1.4 MW, 额定出水温度为 50 °C、额定进水/回水温度为 30 °C, 燃用气体燃料的冷凝常压热水锅炉;
- f) NCWPS0.7-50/30-Q: 表示卧式盘管、额定热功率为 0.7 MW, 额定出水温度为 50 °C、额定进水/回水温度为 30 °C, 燃用气体燃料的冷凝常压热水锅炉;
- g) 4NCWPS0.5-50/30-Q: 表示由 4 个卧式盘管、额定热功率为 0.5 MW, 额定出水温度为 50 °C、额定进水/回水温度为 30 °C, 燃用气体燃料的冷凝常压锅炉单元构成的组合锅炉。

附录 D
(规范性)
锅炉常用材料

D.1 锅炉常用金属及非金属材料，见表 D.1。

表 D.1 锅炉常用金属及非金属材料

材料分类	材料牌号	材料标准	用途	
锅炉用板材	碳素钢	Q235B、Q235C、Q235D	GB/T 3274	筒体，管板（封头）
		15、20	GB/T 711	筒体，管板（封头）
		Q245R	GB/T 713	筒体，管板（封头）
		Q345R		
	合金钢	022Cr18NbTi (S11873) 019Cr19Mo2NbTi (S11972) 022Cr23Ni5Mo3N (S22503) 022Cr19Ni10 (S30403) 06Cr19Ni10 (S30408) 022Cr17Ni12Mo2 (S31603) 06Cr17Ni12Mo2 (S31608) 06Cr18Ni11Nb (S34778)	GB/T 3280 GB/T 4237 GB/T 24511	筒体，管板（封头）
		09CrCuSb	GB/T 150.2	尾部受热面
	锅炉用管材	碳素钢	10 20	GB/T 8163
GB/T 3087				受热面管子 集箱、管道
Q235B			GB/T 3091	热水管道
合金钢			022Cr18NbTi (S11873) 019Cr19Mo2NbTi (S11972) 022Cr23Ni5Mo3N (S22503) 022Cr19Ni10 (S30403) 06Cr19Ni10 (S30408) 022Cr17Ni12Mo2 (S31603) 06Cr17Ni12Mo2 (S31608) 06Cr18Ni11Nb (S34778)	GB/T 12771 GB/T 13296 GB/T 14976 GB/T 21832.1 GB/T 21832.2 GB/T 21833.1 GB/T 21833.2 GB/T 24593
		09CrCuSb	NB/T 47019	计算壁温 ≤ 300 °C的受热面管子
		铜材	TP2	GB/T 1527 GB/T 5231
BFe10-1-1-1				
BFe30-1-1-1				
硬聚氯乙烯		PVC-U	GB/T 10002.1	烟道管
氯化聚氯乙烯		PVC-C	GB/T 18993.1	烟道管

表 D.1 (续)

材料分类		材料牌号	材料标准	用途
锅炉用铸件	锅炉用铸铜	ZCuSn5Pb5Zn5	GB/T 1176 GB/T 13819	集箱、封头
锅炉用紧固件	碳素钢	Q235B、Q235C、Q235D	GB/T 700	紧固件
		20、25、35	GB/T 699	紧固件
GB/T 16507.2 或 GB/T 16508.2 中未列材料及其许用应力可按 GB/T 150.2、GB/T 151、JB/T 4755 等的规定进行选取。				

D.2 锅炉常用焊接材料，见表 D.2。

表 D.2 锅炉常用焊接材料

焊材型号	材料标准	适用的焊接方法
E4303、E4315、E4316	GB/T 5117	手工焊条电弧焊
E5015-X、E5016-X	GB/T 5118	
E308-XX、E308L-XX、E309-XX、E309L-XX、 E310-XX、E316-XX、E316L-XX	GB/T 983	
H08A、H08MnA、H10Mn2、H10MnSi	GB/T 5293	埋弧焊
F4XX-HXXX、F5XX-HXXX		
ER49-1、ER50-3、ER50-6、ER50-G	GB/T 8110	熔化极气体保护电弧焊、钨极气体保护焊、等离子弧焊
S308、S309、S309L、S316、S316L	GB/T 29713	熔化极气体保护电弧焊、非熔化极气体保护电弧焊、埋弧焊、等离子弧焊
09CrCuSb	按供货单位标准	焊条电弧焊、气体保护焊
ECu	GB/T 3670	焊条电弧焊
HSCu	GB/T 9460	气体保护焊

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
-

