

中华人民共和国国家标准

GB/T 16507.3—2022

代替 GB/T 16507.3—2013

水管锅炉 第 3 部分：结构设计

Water-tube boilers—
Part 3: Structure design

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 基本要求	1
5 焊接连接要求	2
6 开孔	8
7 锅筒	11
8 启动(汽水)分离器和储水箱	11
9 集箱和管道	11
10 减温器	11
11 炉膛(水冷壁)	12
12 过热器和再热器	12
13 省煤器	12
14 支吊装置	13
15 刚性梁	13
16 锅炉钢结构和扶梯及平台	13
参考文献	14

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 3 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 16507.3—2013《水管锅炉 第 3 部分：结构设计》，与 GB/T 16507.3—2013 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了适用范围，增加了储水箱、水冷壁、过热器、再热器、省煤器等（见第 1 章，2013 年版的第 1 章）；
- 增加了膜片扁钢的要求（见 4.7）；
- 更改了设置膨胀指示器的要求（见 4.11，2013 年版的 4.9）；
- 删除了管子的异种钢接头对接焊缝中心线的相关距离要求（见 5.4，2013 年版的 5.4）；
- 更改了“过热器及再热器管道”为“管道”，增加了储水箱及管子的焊缝要求（见 5.5，2013 年版的 5.5）；
- 删除了管子、管道对接外侧边缘偏差要求，增加了不同直径或壁厚的两零件对接时过渡斜面的要求（见 5.10，2013 年版的 5.10 和表 1）；
- 更改了底部加强的管接头的示意图（见图 2，2013 年版的图 2）；
- 增加了吊耳焊缝的结构尺寸要求（见图 3，2013 年版的图 3）；
- 增加了 8 型平端盖“焊接坡口未做规定”的说明，增加了部分型式的制造方式（见表 2）；
- 更改了集中下降管管孔的开孔要求（见 6.2.2，2013 年版的 9.2.2）；
- 增加了凸形封头开孔要求的配图（见图 6、图 7 和图 8）；
- 更改了开设射线照相检查孔的要求（见 6.3.11，2013 年版的 9.3.11）；
- 增加了胀接连接时的管子壁厚要求（见 7.2）；
- 增加了锅筒最高安全水位的要求（见 7.7）；
- 增加了“启动（汽水）分离器和储水箱”和“集箱和管道”两章（见第 8 章和第 9 章）；
- 更改了喷水减温器的减温水管加装套管的适用锅炉范围要求（见 10.1，2013 年版的 7.1）；
- 增加了“炉膛（水冷壁）”“过热器和再热器”“省煤器”和“刚性梁”四章（见第 11 章、第 12 章、第 13 章和第 15 章）；
- 增加了平台和扶梯要求（见 16.3 和 16.4）。

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。

GB/T 16507.3—2022

本文件起草单位:北京巴布科克·威尔科克斯有限公司、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、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、杭州锅炉集团股份有限公司、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、南通万达锅炉有限公司、江联重工集团股份有限公司。

本文件主要起草人:骆声、冉燊铭、周曙光、王宏生、张树林、施鸿飞、周朝晖、顾全斌、别丽娅、尹会坤、徐勇敏。

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 16507.3—2013《水管锅炉 第3部分:结构设计》,同时部分代替GB/T 9222—2008《水管锅炉受压元件强度计算》(GB/T 9222—2008的历次版本发布情况为:GB/T 9222—1988);

——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3部分：结构设计

1 范围

本文件规定了水管锅炉锅筒、启动(汽水)分离器、储水箱、集箱、减温器、管道、水冷壁、过热器、再热器、省煤器、管接头、吊杆、开孔、门孔、刚性梁、钢结构、扶梯及平台等结构设计的要求。

本文件适用于 GB/T 16507.1 界定的水管锅炉的结构设计。

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 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 2900.48 电工名词术语 锅炉

GB 4053(所有部分) 固定式钢梯及平台安全要求

GB/T 16507.1 水管锅炉 第1部分：总则

GB/T 16507.2 水管锅炉 第2部分：材料

GB/T 16507.4 水管锅炉 第4部分：受压元件强度计算

GB/T 22395 锅炉钢结构设计规范

JB/T 6734 锅炉角焊缝强度计算方法

JB/T 6735 锅炉吊杆强度计算方法

3 术语和定义

GB/T 2900.48 和 GB/T 16507.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 基本要求

4.1 锅炉设计的基本原则应符合 GB/T 16507.1 的规定。

4.2 设计时应按本文件的规定和 GB/T 16507.1 及 GB/T 16507.4 专门要求确定所需考虑的计算荷载及所需进行的荷载计算。

4.3 设计时应保证元件壁温不超过所用材料的许用温度，此外还需考虑受热面管子内外壁温差及内壁抗蒸汽氧化等因素，材料的选用应符合 GB/T 16507.2 的要求。

4.4 设计时应按 GB/T 16507.4 中有关强度计算公式或应力分析计算公式和规定，确定受压元件的最小需要厚度。对于承受荷载的非受压元件应按有关规定确定其计算尺寸。

4.5 设计时应保证在预期的运行工况下蒸发受热面、过热器、再热器和省煤器系统工作可靠，保证水动力特性稳定，防止传热恶化。

4.6 炉膛、包墙及尾部烟道的结构应有足够的承载能力，防止出现永久变形和炉墙垮塌，并应有良好的

密封性。

4.7 膜式壁结构中的扁钢的膨胀系数应和管子相近,扁钢宽度的确定应保证在锅炉运行中不超过其材料许用温度,焊缝结构应保证扁钢有效冷却。

4.8 承重结构在承受设计载荷时应具有足够的强度、刚度、稳定性及防腐性。

4.9 炉墙应具有良好的绝热和密封性。

4.10 各部件的设计应保证其运行时能按设计预定方向自由膨胀,悬吊式锅炉本体设计确定的膨胀中心应予固定,应设置膨胀导向装置保证炉体沿预定方向膨胀。额定压力不小于 9.8 MPa 的锅炉,当设备及固定结构不能承受安全阀排放反力、地震力等瞬时荷载时,应在适当位置设置阻尼装置以减小所受冲击力,防止设备损坏。

4.11 额定压力不小于 3.8 MPa 的锅炉的以下部位应设置膨胀指示器:

- 锅筒/储水箱,
- 过热器出口,
- 再热器进出口,
- 燃烧器附近,
- 下降管下部,
- 水冷壁下集箱,
- 尾部包墙下集箱,
- 省煤器进口集箱,
- 省煤器灰斗等。

4.12 炉膛和燃烧设备的结构以及布置、燃烧方式应与所设计的燃料相适应,防止火焰直接冲刷受热面,并且防止炉膛结渣或结焦。

4.13 对于受压元、部件的结构形式、开孔和焊缝的布置,设计时尽量避免或减少应力叠加及应力集中。

4.14 启停频繁等参数波动较大的锅炉的锅筒或启动(汽水)分离器,应按照 GB/T 16507.4 的规定进行疲劳强度校核。

4.15 燃煤锅炉(特别是循环流化床锅炉)应有防止受热面磨损的措施。

4.16 液态排渣锅炉和可能产生高温腐蚀的固态排渣锅炉,应采取防止高温腐蚀的措施。

4.17 直流锅炉蒸发受热面内不应发生膜态沸腾和水平管圈的汽、水分层流动。

4.18 直流锅炉应设置启动系统,容量应与锅炉最低直流负荷相适应。

4.19 直流锅炉启动系统的疏水排放能力应满足锅炉在各种启动方式下发生汽水膨胀时的最大疏水流量。

4.20 直流电站锅炉采用外置式启动(汽水)分离器启动系统时,隔离阀的工作压力应按照最大连续负荷下的设计压力确定,启动(汽水)分离器的强度按照锅炉最低直流负荷的设计参数设计计算;采用内置式启动(汽水)分离器启动系统时,各部件的强度应按照锅炉最大连续负荷的设计参数计算。

4.21 对于控制循环锅炉、低循环倍率锅炉及超临界压力复合循环锅炉,其锅水循环泵(启动循环泵)及其进水管的布置应能防止管内及泵入口处工质发生汽化。

4.22 受热面的管夹、吊挂、夹持管等应设置合理可靠,防止超温、烧损、拉伤和引起管子相互碰撞及摩擦。

4.23 锅炉结构应便于安装、运行操作、检修和内外部清洗。

5 焊接连接要求

5.1 锅炉角焊缝的强度计算应符合 JB/T 6734 的规定。

5.2 受压元件主要焊缝及其邻近区域尽量避免焊接附件。如果无法避免,则焊接附件的焊缝可穿过主要焊缝,而不应在主要焊缝及其邻近区域终止。

5.3 锅炉受热面管子(异种钢接头除外)以及管道直段上,对接焊缝中心线间的距离(L)应满足下列要求:

- a) 外径小于 159 mm, $L \geq 2$ 倍外径;
- b) 外径不小于 159 mm, $L \geq 300$ mm。

当锅炉结构难以满足上述要求时,对接焊缝的热影响区不应重合,并且 $L \geq 50$ mm。

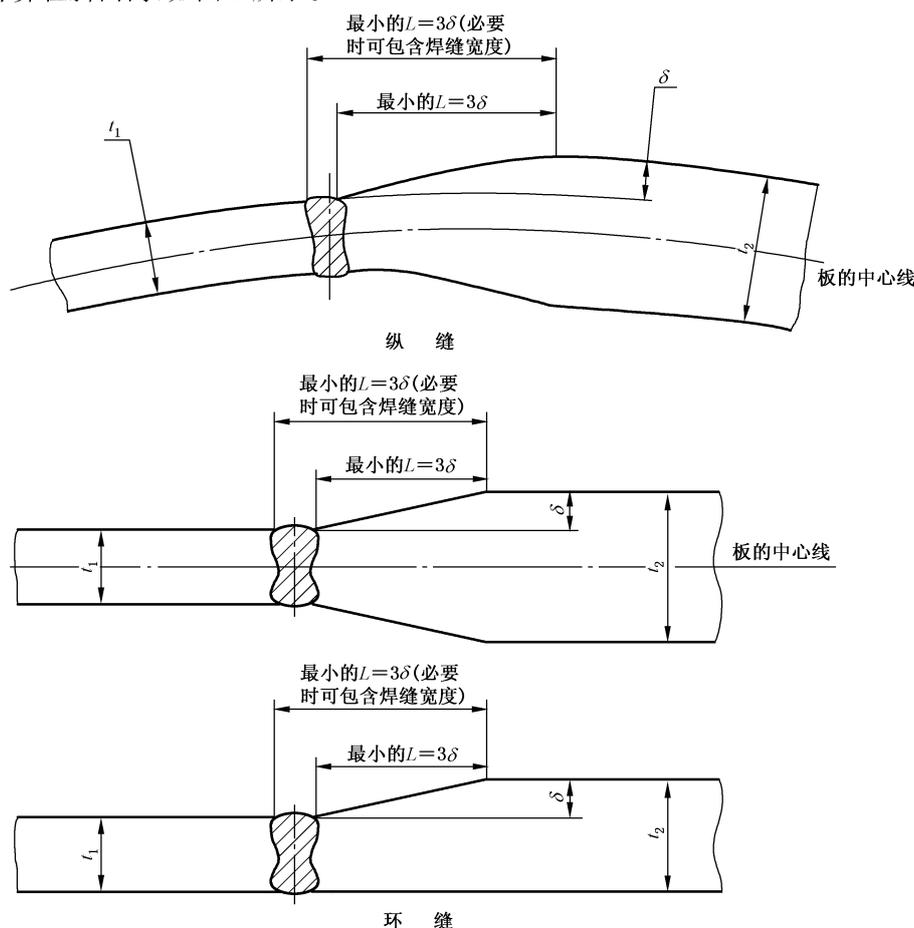
5.4 受热面管子(盘管及成型管件除外)对接焊缝应位于管子直段上。受热面管子的对接焊缝中心线至锅筒及集箱外壁、管子弯曲起点、管子支吊件边缘的距离至少为 50 mm,对于额定工作压力不小于 3.8 MPa 的锅炉,该距离至少为 70 mm(受结构限制的异种钢接头除外)。

5.5 锅筒、启动(汽水)分离器、储水箱、集箱、管道及管子的纵向和环向对接焊缝,封头的拼接焊缝等应采用全焊透型结构。

5.6 锅筒(筒体壁厚不相等的除外)上相邻两筒节的纵向焊缝,以及封头的拼接焊缝与相邻筒节的纵向焊缝,都不应彼此相连。其焊缝中心线间距离(外圆弧长)至少应为较厚钢板厚度的 3 倍,且不小于 100 mm。

5.7 由两片不等壁厚钢板压制后焊成的锅筒,相邻两筒节的纵缝允许相连,但焊缝的交叉部位应经射线检测合格。

5.8 锅筒纵、环缝两边的钢板中心线一般宜对齐,锅筒环缝两侧的钢板不等厚时,也允许一侧的边缘对齐。名义厚度不同的两元件或钢板对接时,两侧中任何一侧的名义边缘厚度差值若超过 5.9 规定的边缘偏差值,则厚板的边缘应削至与薄板边缘平齐,削出的斜面应平滑,并且斜率不大于 1:3,必要时,焊缝的宽度可计算在斜面内,如图 1 所示。



标引序号说明:

δ —— 名义边缘偏差;
 t_2 —— 厚板的厚度;

t_1 —— 薄板的厚度;
 L —— 削薄的长度。

图 1 筒体削薄示意图

5.9 锅筒对接焊缝边缘偏差规定如下。

- a) 纵缝或封头拼接焊缝两边钢板的实际边缘偏差值不大于名义板厚的 10%，并且不超过 3 mm；当板厚大于 100 mm 时，不超过 6 mm。
- b) 环缝两边钢板的实际边缘偏差值(包括板厚差在内)不大于名义板厚的 15%加 1 mm，且不超过 6 mm；当板厚大于 100 mm 时，不超过 10 mm。
- c) 不同厚度的两元件或钢板对接并且边缘已削薄的，按钢板厚度相同对待，上述的名义板厚指薄板；不同厚度的钢板对接但不进行削薄的，则上述的名义板厚指厚板。

5.10 管子、管道、集箱对接时，内表面应对齐，不同直径或壁厚的两元件对接时，外侧直径较大处至直径较小处过渡的斜度不大于 30°，内侧的过渡斜率不大于 1 : 3，焊缝可包括在过渡斜面之内。

5.11 除了球形封头以外，扳边的元件(如封头等)与圆筒形元件对接焊接时，扳边弯曲起点至焊缝中心线的距离(L)应符合表 1 中的要求。

表 1 扳边弯曲起点至焊缝中心线距离

单位为毫米

扳边元件内径	距离(L)
≤600	≥25
>600	≥38

5.12 额定工作压力不小于 3.8 MPa 的锅炉，外径小于 32 mm 的排气、疏水、排污和取样管等管接头与锅筒、集箱、管道相连接时，应采用底部加强的管接头，如图 2 所示。

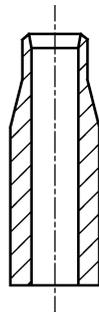
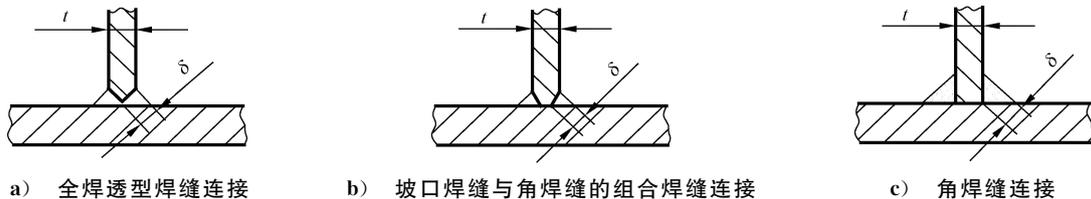


图 2 底部加强的管接头示意图

5.13 支管或管接头与锅筒、集箱、管道连接时，不应采用奥氏体钢和铁素体钢的异种钢焊接。

5.14 承受主要荷载的吊耳与受压元件之间可采用全焊透型焊缝连接、坡口焊缝与角焊缝的组合焊缝连接，或沿周界或接触面全长连续分布的角焊缝连接，如图 3 所示。



标引序号说明：

t ——吊耳厚度；

δ ——焊缝厚度。

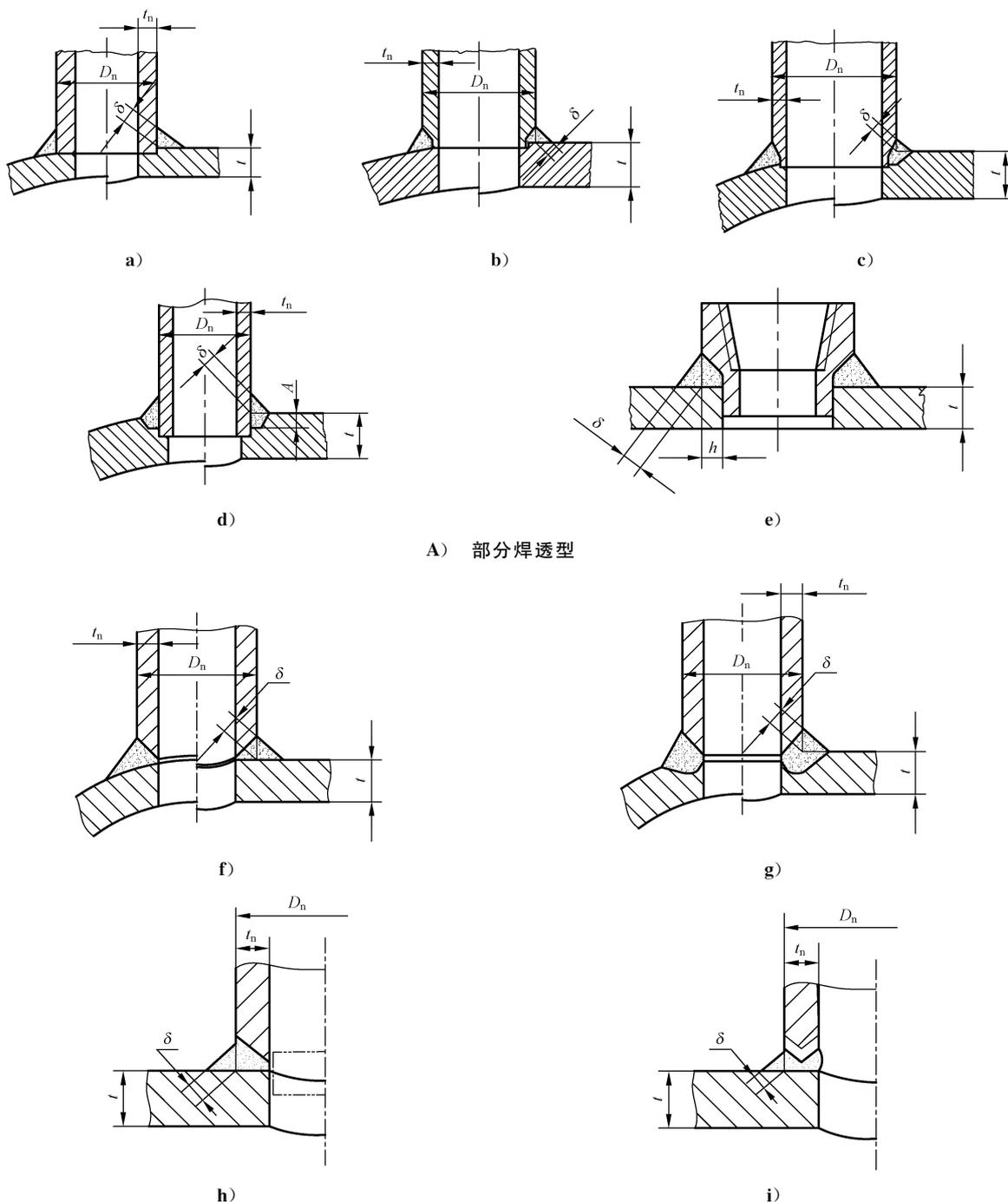
注： $t < 20$ mm 时， $\delta = 0.7t$ ，但不小于 6 mm；

$t \geq 20$ mm 时， $\delta = 14$ mm。

图 3 吊耳连接型式示意图

5.15 对接焊接接头型式,可按 GB/T 985.1、GB/T 985.2 的规定。

5.16 管子或管接头与筒体或封头的焊接连接可采用的型式如图 4 和图 5 所示。



A) 部分焊透型

B) 全焊透型

标引序号说明:

t ——筒体或封头厚度;

D_n ——管子或管接头外径;

t_n ——管子或管接头厚度;

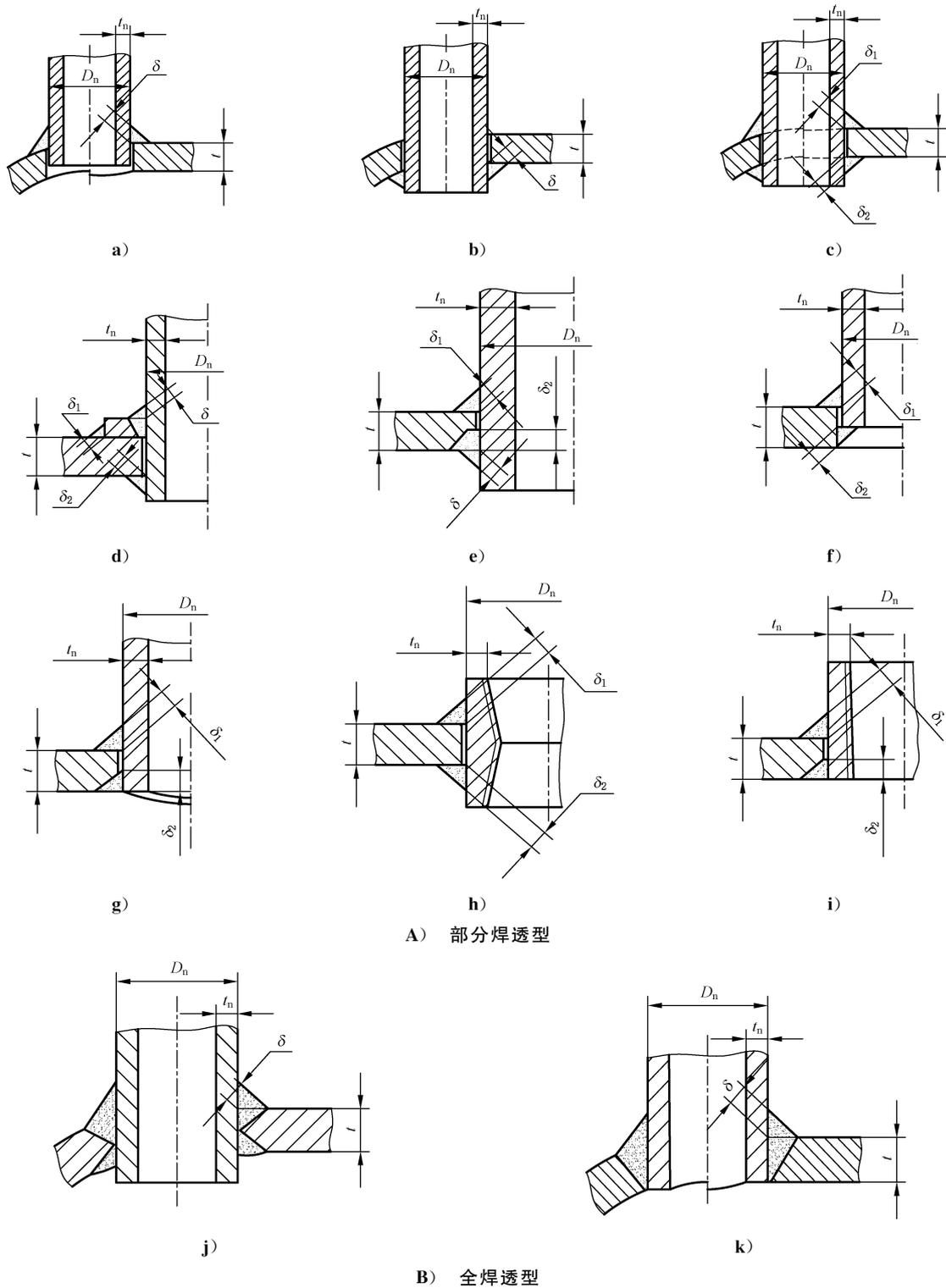
δ ——焊缝厚度。

注 1: 分图 d) 中, $A = t_n$, 但不小于 6 mm。

注 2: 分图 e) 中, 用于公称管径不大于 76 mm 的内管螺纹附件, 坡口焊缝的 h 不小于连接管的厚度。

注 3: δ 不小于 $0.7t_n$ 和 6 mm 两者中的较小值。

图 4 外置式焊接连接示意图



标引序号说明:

t —— 筒体或封头厚度;

D_n —— 管子或管接头外径;

t_n —— 管子或管接头厚度;

$\delta, \delta_1, \delta_2$ —— 焊缝厚度。

注: $\delta, \delta_1, \delta_2$ 均不小于 $0.7t_n$ 和 6 mm 两者中的较小值; $\delta_1 + \delta_2 \geq 1.25t_n$ 。

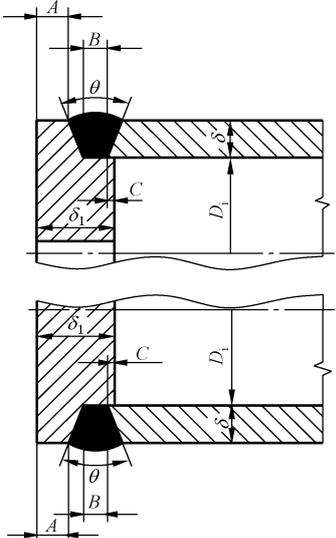
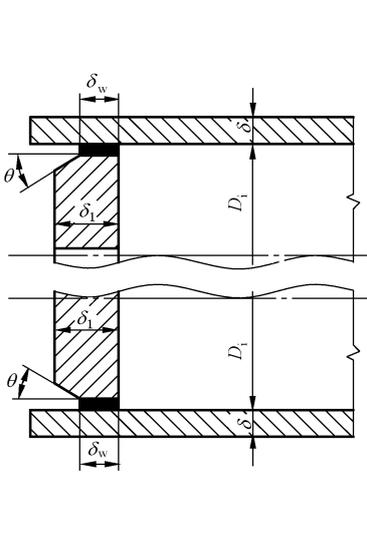
图 5 内插式焊接连接示意图

5.17 平端盖可采用的型式如表 2 所示。

表 2 平端盖的型式

1 型	示意图		4 型	示意图	
	尺寸要求	$r \geq \frac{2}{3} \delta; l \geq \delta$		尺寸要求	$r \geq \frac{1}{3} \delta$ 且 $r \geq 5 \text{ mm}; \delta_2 \geq 0.8 \delta_1$
2 型	示意图		5 型	示意图	
	尺寸要求	$r \geq 1.5 \delta; \delta_2 \geq 0.8 \delta_1$		尺寸要求	$h \leq 1 \pm 0.5 \text{ mm}$
3 型	示意图		6 型	示意图	
	尺寸要求	$r \geq 3 \delta; l \geq \delta$		尺寸要求	$K_1 \geq \delta; K_2 \geq \delta; h \leq 1.5 \text{ mm}$

表 2 平端盖的型式 (续)

7 型		8 型	
尺寸要求	$\delta \geq 1.25\delta_0$; $A \geq 6 \text{ mm}$; $B \geq 3 \text{ mm}$; $C \geq 3 \text{ mm}$; $\theta \geq 30^\circ$	尺寸要求	最小 $\delta_w = 2\delta_0$ 、且 $\delta_w \geq 1.25\delta$ ， 但 $\delta_w \leq \delta_1$; $\theta \leq 45^\circ$
<p>1 型、2 型、3 型和 4 型应使用锻件制造，3 型也可使用钢板冲压制造。</p> <p>注 1：7 型和 8 型中，δ_0 为强度未减弱圆筒体的理论计算厚度。</p> <p>注 2：8 型中，焊接坡口未做规定。</p>			

6 开孔

6.1 基本要求

设计时应按照 GB/T 16507.4 的要求进行受压元件上开孔的相关计算。

6.2 受压元件开孔

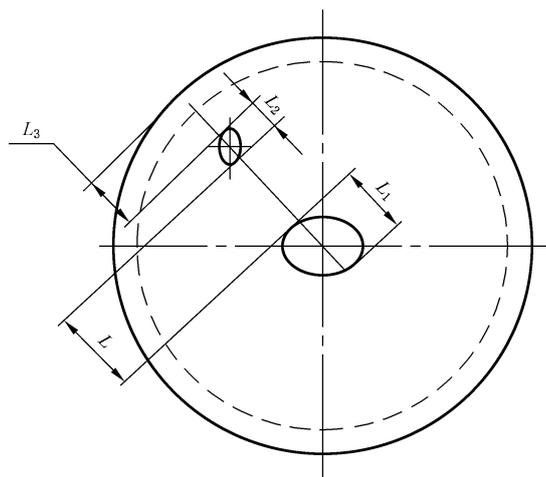
6.2.1 胀接管孔中心与焊缝边缘的距离不应小于 $0.8d$ (d 为管孔直径)，且不应小于 $0.5d + 12 \text{ mm}$ 。锅筒上的胀接管孔不应开在筒体的纵向焊缝上，同时也要避免开在环向焊缝上；对于环向焊缝，如果结构设计不能避免时，在管孔周围 60 mm (若管孔直径大于 60 mm ，则取孔径值) 范围内的焊缝经过射线或超声检测合格，并且焊缝在管孔边缘上不存在夹渣缺陷，对开孔部位的焊缝内外表面进行磨平且将受压部件整体热处理后，可在环向焊缝上开胀接管孔。

6.2.2 集中下降管的管孔不应开在焊缝及其热影响区上，其他焊接管孔也要避免开在焊缝及其热影响区上。如果结构设计不能避免时，在管孔周围 60 mm (若管孔直径大于 60 mm ，则取孔径值) 范围内的焊缝经过射线或超声检测合格，并且焊缝在管孔边缘上不存在夹渣缺陷，管接头焊后经过热处理 (额定出水温度小于 $120 \text{ }^\circ\text{C}$ 的热水锅炉除外) 消除应力的情况下，方可在焊缝及其热影响区上开焊接管孔。

6.2.3 凸形封头上开孔应满足下列条件。

- a) 除中心人孔外，若有直径大于 38 mm 的开孔时，在任意两孔中心连线上，两孔边缘之间距离的投影长度 (L) 不应小于 $(L_1 + L_2)/3$ 。开孔直径不大于 38 mm 时，在任意两孔中心连线上，两

- 孔边缘之间距离的投影长度(L)不应小于较小的孔径投影长度(L_2) (见图 6)。
- b) 对于 $h_n/D_n \leq 0.35$ 的封头, 开孔边缘至封头外壁边缘之间的投影距离(L_3)不应小于 $0.1D_n + \delta$ (见图 6)。对于 $h_n/D_n > 0.35$ 的封头, 开孔边缘至封头与直段交接处的弧长(l)不应小于 $\sqrt{D_n \delta_i}$ (见图 7, 其中 δ_i 为封头计算厚度)。
- c) 开孔边缘与孔扳边起弯点(或与焊接圈焊缝边缘)的距离不应小于 δ (见图 8)。
- d) 扳边人孔不应开在焊缝上。
- e) 封头人孔密封面切口部位, 径向最小剩余厚度不应小于封头最小需要厚度(δ_{\min}) (见图 7)。



标引序号说明:

L —— 两孔边缘之间距离的投影长度;

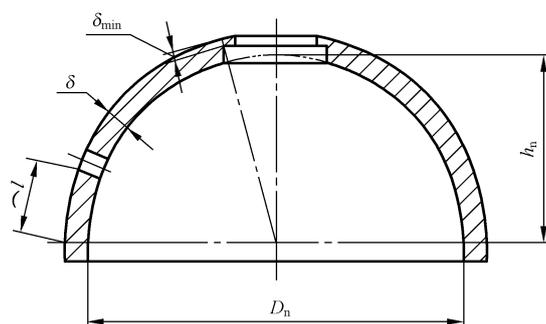
L_3 —— 孔边缘至封头外壁边缘之间的投影距离。

L_1 、 L_2 —— 孔的投影长度;

注: $L_3 \geq 0.1D_n + \delta$ 。



图 6 $h_n/D_n \leq 0.35$ 的封头开孔位置



标引序号说明:

h_n —— 封头内高度;

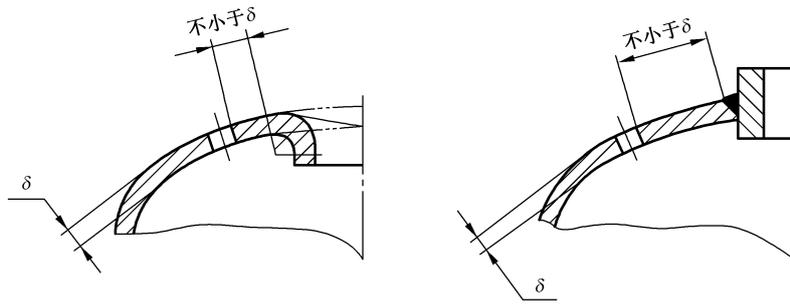
l —— 开孔边缘至封头与直段交接处的弧长;

δ —— 封头厚度;

δ_{\min} —— 封头最小需要厚度。

D_n —— 封头内径;

图 7 $h_n/D_n > 0.35$ 的封头开孔位置



标引序号说明：
 δ ——封头厚度。

图 8 扳边人孔或人孔圈附近开孔位置

6.3 受压门孔

6.3.1 锅炉受压元件上开设的人孔、头孔、手孔、清洗孔、检查孔、观察孔的数量和位置应满足安装、检修、运行监视和清洗的需要。

6.3.2 锅炉受压元件人孔圈、头孔圈与筒体、封头的连接应采用全焊透结构。

6.3.3 额定压力不小于 3.8 MPa 的锅炉受压元件上的人孔盖、头孔盖、手孔盖应采用内闭式结构或焊接结构。额定压力小于 3.8 MPa 的锅炉受压元件上的人孔盖、头孔盖、手孔盖可采用法兰连接结构。

6.3.4 锅筒内径不小于 800 mm 的锅炉，应在筒体或封头上开设人孔，由于结构限制导致人员无法进入锅炉时，可只开设头孔；锅筒内径小于 800 mm 的锅炉，至少应在筒体或封头上开设一个头孔。

6.3.5 锅炉受压元件上椭圆人孔不应小于 280 mm×380 mm，圆形人孔直径不应小于 380 mm。人孔圈最小的密封平面宽度为 19 mm，人孔盖凸肩与人孔圈之间总间隙不应大于 3 mm（沿圆周各点上不超过 1.5 mm），并且盖板凹槽的深度应达到能完整地容纳密封垫片。

6.3.6 锅炉受压元件上椭圆头孔不应小于 220 mm×320 mm，颈部或孔圈高度不应大于 100 mm，头孔圈最小的密封平面宽度为 15 mm。

6.3.7 锅炉受压元件上手孔内径不应小于 80 mm，颈部或孔圈高度不应大于 65 mm，手孔圈最小的密封平面宽度为 6 mm。

6.3.8 锅炉受压元件上，清洗孔内径不应小于 50 mm，颈部高度不应大于 50 mm。

6.3.9 由于结构原因，颈部或孔圈高度超过 5.3.6~5.3.8 的规定时，各孔的尺寸应适当放大。

6.3.10 集箱手孔孔盖与孔圈采用非焊接连接时，不应直接与火焰接触。

6.3.11 需要进行焊缝射线检测的受压元件，当需要将射线源置于筒体内部进行透照而无合适的开孔可供使用时，则应开设射线照相检查孔。

6.4 炉墙门孔

6.4.1 炉墙上椭圆形人孔一般不小于 400 mm×450 mm，圆形人孔直径一般不小于 450 mm，矩形人孔一般不小于 300 mm×400 mm。

6.4.2 微正压燃烧的锅炉，炉墙、烟道和各部位门孔应有可靠的密封，看火孔应装设防止火焰喷出的联锁装置。

6.4.3 炉墙上的人孔门应装设坚固的门闩；炉墙上监视孔的孔盖应保证不会被烟气冲开。

6.4.4 额定蒸发量不大于 75 t/h 的燃用煤粉、油、气体及其他可能产生爆燃的燃料的水管锅炉，未设置炉膛安全自动保护系统时，在炉膛和烟道应设置防爆门，防爆门的设置不应危及人身的安全。

7 锅筒

- 7.1 锅筒筒体的名义厚度不应小于 6 mm；当受热面管与锅筒采用胀接连接时，锅筒筒体的名义厚度不应小于 12 mm，胀接管孔间的净距离不应小于 19 mm。
- 7.2 当受热面管与锅筒采用胀接连接时，管子壁厚不应大于 5 mm，管子外径不应大于 89 mm。
- 7.3 锅筒筒体上最短筒节的长度不应小于 300 mm。
- 7.4 封头尽量用整块钢板制成。必须拼接时，允许用两块钢板拼成。拼接焊缝至封头中心线的距离不大于封头公称内径的 30%，并且不应通过扳边人孔，也不应将拼接焊缝布置在人孔扳边圆弧上。
- 7.5 锅筒吊杆与锅筒环向焊缝间中心距离不应小于 200 mm。吊杆部位的筒体下部 180°范围内的纵向筒体焊缝应磨平。
- 7.6 额定蒸汽压力大于 0.8 MPa 的蒸汽锅炉，凡能够引起锅筒筒壁局部热疲劳的连接管（如给水管、加药管等），在穿过锅筒筒壁处应加装套管。
- 7.7 锅筒的最低安全水位，应能保证向下降管可靠供水。锅筒的最高安全水位，应能保证可靠的汽水分离。
- 7.8 电站锅炉锅筒应设置紧急放水装置，放水管口应高于最低安全水位。
- 7.9 锅筒内部装置应固定牢靠，防止运行中脱落。

8 启动(汽水)分离器和储水箱

- 8.1 启动(汽水)分离器的设计需考虑汽水的有效分离，还需考虑启动时汽水膨胀现象。
- 8.2 启动(汽水)分离器汽水混合物进口位置、角度和流速的选取应有利于汽水分离。汽水引入管的旋转方向应一致。
- 8.3 启动(汽水)分离器内应设有阻水和消旋装置。
- 8.4 启动(汽水)分离器和储水箱上应设置手孔或检查孔，其位置应适应内部装置的检查。
- 8.5 启动(汽水)分离器上方的蒸汽管道上应设有压力测点、温度测点，启动(汽水)分离器上设置壁温测点。
- 8.6 储水箱应有足够的水容积和汽扩散空间，应设有压力测点、水位测点和温度测点。

9 集箱和管道

- 9.1 管道(成型管件除外)对接焊缝应位于管道直段上。管道的对接焊缝中心线至管道弯曲起点的距离不应小于 100 mm，管道和集箱的对接焊缝中心线至支架或吊件边缘的距离至少为 100 mm。
- 9.2 锅筒锅炉的集中下降管及水冷壁下集箱的最低点应设有定期排污装置。
- 9.3 集箱上应根据制造和检修维护的需要装设相应的手孔或检查孔。
- 9.4 受烟气冲刷的集箱应采取可靠的防磨与绝热措施。
- 9.5 两管件对接时需采取相应措施确保具备对焊缝进行无损检测的条件。

10 减温器

- 10.1 额定压力大于 0.8 MPa 的蒸汽锅炉，喷水减温器的减温水管在穿过减温器筒体处应加装套管。
- 10.2 喷水减温器的筒体与内衬套之间以及喷水管与管座之间应能够自由膨胀，并且不应产生共振。
- 10.3 喷水减温器的内衬套的长度应满足水汽化的要求。内衬套采用拼接结构时，拼接焊缝应采用全

焊透的结构型式。

10.4 喷水减温器的结构和布置应便于检修；应设置一个内径不小于 80 mm 的检查孔，检查孔的位置应便于对内衬套以及喷水管进行内窥镜检查。

10.5 面式减温器冷却水管的结构应能防止冷却水管产生热疲劳裂纹。

10.6 两台面式减温器左右对称布置时，冷却水引入和引出管的布置应能防止减温器发生汽塞和脉动。

11 炉膛(水冷壁)

11.1 水冷壁宜采用膜式管屏结构，保证炉膛的密封性。

11.2 炉膛水冷壁应保证在其管内有足够质量流速，以保持水冷壁水动力稳定和传热不发生恶化，对于超高压及其以上参数的锅炉，应有防止传热恶化的措施。

11.3 对于炉膛水冷壁存在磨损与腐蚀的锅炉，应设置可靠的防磨与防腐措施。

11.4 水冷壁的放水点应装在最低处，保证水冷壁管及其集箱内的水能排放干净。

11.5 水冷壁和渣斗结合处应采用良好的密封结构，且不影响水冷壁的自由膨胀。

11.6 直流锅炉应在水冷壁管上装设足够数量的测温装置，监视蒸发受热面出口金属温度。

11.7 锅炉炉膛应设置炉膛压力测量用孔，并提供炉膛运行及保护压力值。

11.8 炉顶密封应采用可靠、合理的密封技术，比较难于安装的金属密封件应在制造单位内焊好，确保各受热面膨胀自由、金属密封件不开裂，锅炉炉顶不出现漏烟和漏灰。

11.9 冷灰斗壁面与水平面的夹角应合理，炉膛及冷灰斗的结构应有足够的强度与稳定性。

12 过热器和再热器

12.1 过热器和再热器管排应根据所在位置的烟温有适当的净空间距，以防止受热面积灰搭桥或形成烟气走廊，加剧局部磨损。

12.2 过热器和再热器结构设计宜尽可能考虑降低热偏差。

12.3 过热器和再热器各管排应固定牢固，防止个别管子出列过热。

12.4 过热器和再热器上的易损管件应便于检修和更换。

12.5 处于吹灰器有效范围内的过热器和再热器对流管束宜设有耐高温的防磨护板，以防吹损管子。

12.6 过热器和再热器最高点处应设有排放空气的管座和阀门。

12.7 过热器系统、再热器系统最低集箱(或管道)处应装设放水阀。

12.8 过热器和再热器管束应采取定位或固定装置等措施防止在运行中晃动和异常振动，且不发生碰磨。

12.9 各级过热器和再热器受热面管组之间，应留有足够的检修和清扫空间。

13 省煤器

13.1 省煤器设计宜充分考虑灰粒磨损保护措施。必要时，省煤器管束与四周墙壁间应装设防止烟气偏流的阻流板；管束上还应有可靠的防磨装置。

13.2 在吹灰器有效范围内，省煤器及其悬吊管应设有防磨护板，以防吹损管子。

13.3 省煤器应能自疏水，最低集箱(或管道)上应装有疏水的接管座，并带有相应的阀门。

13.4 省煤器在最高点处应设置排放空气的接管座和阀门。

13.5 锅炉后部烟道内布置的省煤器等受热面管组之间，应留有足够高度的空间，以方便进入检修和清扫。

13.6 对于锅筒锅炉,为了保证省煤器在启停过程中冷却,应装设再循环管或采取其他保护措施。

14 支吊装置

14.1 支吊装置应有足够的强度,应根据各种运行工况下所承受的荷载和位移对各受力构件进行强度计算,必要时还应进行刚度和稳定性计算。

14.2 支吊装置的设置应满足锅炉总体布置和所支吊受压部件的布置要求。

14.3 支吊装置应结构简单合理、安装方便,宜选用成熟可靠并且经济的结构型式。

14.4 悬吊式锅炉顶部的普通吊杆螺纹直径不宜小于 M16。

14.5 吊杆装置的结构型式及其计算等按 JB/T 6735 的规定。

15 刚性梁

15.1 刚性梁用于承受锅炉炉膛压力并传递水平力。刚性梁一般不承受外载,如果承受外载,应采取相应措施,使刚性梁系统和管子满足强度和刚度要求。

15.2 刚性梁系统的布置应以管子和刚性梁的应力分析为基础,并防止管子和刚性梁振动。刚性梁本身在炉膛设计压力作用下应有足够的强度、刚度和稳定性。

15.3 刚性梁端部反力应传递明确,各受力部件满足强度和刚度要求。

15.4 刚性梁一般采用工字型截面,也可采用桁架结构。

15.5 刚性梁与炉壁之间应具有有效的隔热措施,防止刚性梁主梁内外侧产生较大的热偏差。

15.6 刚性梁应设置必要的排水孔,防止积水。

16 锅炉钢结构和扶梯及平台

16.1 锅炉钢结构的设计应符合 GB/T 22395 的规定。

16.2 扶梯及平台的设计应符合 GB 4053(所有部分)的规定。

16.3 平台、步道和扶梯有足够的强度和刚度。

16.4 需要操作和维护的设备或部件处应设有操作维护平台,具体如下:

- a) 运转层;
- b) 空气预热器;
- c) 过热器;
- d) 燃烧器;
- e) 吹灰器;
- f) 安全阀、PCV、放气阀、调节阀、水压试验堵阀;
- g) 人孔、观察孔、测试孔;
- h) 锅筒;
- i) 蠕胀测点;
- j) 膨胀指示器;
- k) 尾部烟道灰斗;
- l) 炉顶;
- m) 烟风道挡板。

参 考 文 献

- [1] TSG 11—2020 锅炉安全技术规程
 - [2] TSG 91—2010 锅炉节能环保技术规程
-

