

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 12002.2—2015

煤气化炉制造技术条件 第2部分：加压固定床气化炉

Specification for fabrication of coal gasifier—
Part 2: Pressurized fixed bed gasifier

2015-10-27 发布

2016-03-01 实施

国家能源局 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 1

4 总则 2

5 材料 2

6 冷、热加工成形与组装 3

7 无损检测 11

8 液压试验和泄漏试验 12

9 产品出厂文件 13

10 涂装、运输包装 13

附录 A（资料性附录） 推荐热电偶布置图 16

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

NB/T 12002—2015《煤气化炉制造技术条件》分为 2 部分：

——第 1 部分：水煤浆气化炉；

——第 2 部分：加压固定床气化炉。

本部分是 NB/T 12002—2015 的第 2 部分。

本部分由能源行业煤制燃料标准化委员会提出并归口。

本部分负责起草单位：哈尔滨锅炉厂有限责任公司。

本部分参与起草单位：赛鼎工程有限公司、太原重工股份有限公司、大连金州重型机器有限公司。

本部分主要起草人：张彦军、刘庆江、孔令勤、杜国珠、王宏生、钱澄、董跃、车莹、耿哲荣、张福君、张亚奇、张立铭、张英俊、杨权、范雪松、徐兵、赵飞家、王瑞军。

本部分为首次发布。

煤气化炉制造技术条件 第2部分：加压固定床气化炉

1 范围

本部分规定了加压固定床气化炉的材料、制造、检验与验收要求。

本标准适用于带有夹套与下降管并具有汽水分离及汽水自然循环功能，且工作压力不大于 6.0 MPa 的加压固定床气化炉。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 150.1～150.4—2011 压力容器

GB 713 锅炉和压力容器用钢板

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB 6479 高压化肥设备用无缝钢管

GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

GB 9948 石油裂化用无缝钢管

GB/T 25198 压力容器封头

HG/T 20634 钢制管法兰用紧固件（Class 系列）

JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装

JB/T 4730.1～4730.5 承压设备无损检测

NB/T 47008 承压设备用碳素钢和合金钢锻件

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 47016 承压设备产品焊接试件的力学性能检验

NB/T 47018.1～47018.5 承压设备用焊接材料订货技术条件

NB/T 47027 压力容器法兰用紧固件

TSG R0004 固定式压力容器安全技术监察规程

TSG Z6002 特种设备焊接操作人员考核细则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

均温带 soaking zone

需加热至或超过标准中规定最低焊后热处理温度的金属体积。均温带应包含焊缝、热影响区和与

被热处理焊缝相邻的部分母材。该体积的最小宽度为在最宽焊缝的每一侧或焊缝的一端加上标准定义的焊后热处理厚度 δ_{PWHT} 或 50 mm，取较小值。

3.2

加热带 heating zone

为保证焊件获得规定范围的均温带而设定的加热区域。

4 总则

4.1 制造、检验与验收依据

气化炉的制造、检验及验收除应符合本标准和设计文件的要求外，还应符合 TSG R0004 和 GB 150 的规定。

气化炉内壁的防腐蚀要求按照相应图纸执行。

4.2 制造过程中的风险预防和控制

制造单位应根据设计单位出具的风险评估报告制定以下文件：

- a) 制造和检验工艺文件；
- b) 体现失效模式和防护措施的质量证明文件。

4.3 设计修改和材料代用

制造单位对原设计的修改和受压元件的材料代用，应事先取得原设计单位的书面批准并在竣工图上做出详细记录。

4.4 新技术和新工艺的使用

未列入本文件的制造检验的技术、工艺和方法，应按 TSG R0004 的规定进行技术评审，评审合格后方可应用于加压固定床气化炉的制造和检验。

5 材料

5.1 钢板

5.1.1 气化炉主体材料 13MnNiMoR 钢板应符合 GB 713 的规定，并应满足以下要求：

- a) 采用炉外精炼工艺；
- b) 供货状态为正火加回火；
- c) 逐张按 JB/T 4730 进行超声检测，合格等级不低于Ⅱ级；
- d) 逐张进行室温拉伸试验，室温拉伸试验结果应符合 GB 713 的规定；
- e) 逐张进行 0℃夏比（V 形缺口）冲击试验，冲击吸收能量 $KV_2 \geq 54$ J；钢板厚度大于 36 mm 时，增加一组在钢板厚度 1/2 处取样的 0℃夏比（V 形缺口）冲击试验，其冲击吸收能量应符合表 1 规定。

表 1 13MnNiMoR 的冲击吸收能量

钢 号	钢板厚度/mm	KV ₂ (0℃)/J
13MnNiMoR	36 < T ≤ 60	≥ 54
	> 60	≥ 47

5.1.2 其他材料的钢板应符合相应材料标准的要求。

5.1.3 复验按设计文件要求。

5.2 锻件

5.2.1 20MnMo 锻件应符合 NB/T 47008 中Ⅲ级或Ⅳ级的规定，并应满足以下要求：

- a) 锻件用钢应采用附加炉外精炼工艺冶炼；
- b) 供货的热处理状态为淬火加回火；
- c) 应进行 0℃夏比（V 形缺口）冲击试验，冲击吸收能量 KV₂ ≥ 47 J。

5.2.2 其他锻件应符合相应材料标准的要求。

5.2.3 外购Ⅳ级锻件应进行复验，符合本标准及相应材料标准的要求后方可投料生产。

5.3 管材

碳素钢、低合金钢管应符合 GB 9948 或 GB 6479 的规定，且 P、S 含量应符合 TSG R0004 和 GB 150.2 中相关要求。

5.4 焊接材料

5.4.1 焊接材料的采购应符合 NB/T 47018 的规定。

5.4.2 用于制造气化炉受压元件的焊接材料，焊缝金属的力学性能应高于或者等于母材规定的下限值。当需要时，其他性能也不应低于母材的相应要求。

5.4.3 焊接前应将所用的焊条、焊剂按规定烘干。焊丝、焊带上不应有油污和锈斑。

6 冷、热加工成形与组装

6.1 成形

6.1.1 受压元件成形后的实际厚度不应小于设计图样标注的最小成形厚度。

6.1.2 采用经过正火、正火加回火的板材制造的受压元件，宜采用冷成形或温成形；采用温成形时，应避开钢材的回火脆性温度区。

6.1.3 钢板冷成形受压元件变形率超过 5 % 时，成形后应进行再结晶退火恢复材料的性能。

6.1.4 复合板成形应采取适当的防护措施。

6.2 表面修磨

6.2.1 制造中应避免材料表面的机械损伤。尖锐伤痕和不锈钢耐腐蚀表面的局部伤痕、刻槽等缺陷应予以修磨，修磨斜度最大为 1：3。修磨深度不应大于该部位钢材厚度 δ_s 的 5 %，且不大于 2 mm；修磨面积不应大于钢板面积的 30 %，否则应予补焊，补焊深度不应大于钢板厚度的 20 %。

6.2.2 复合板覆层、堆焊层表面的局部伤痕、刻槽等缺陷应予以修磨，修磨深度不应大于覆层（或堆焊层）厚度的 30 %，且不大于 1 mm，否则应予补焊。修磨时应采用铝基无铁砂轮片。

6.2.3 气化炉内筒体堆焊层厚度应满足设计要求，表面平整度应符合 6.10.4.5 的要求，否则应予以修磨。

6.2.4 临时吊耳、拉筋和垫板割除后留下的焊疤应打磨平滑，并按 JB/T 4730 进行磁粉检测，Ⅰ级合格，打磨要求应符合 6.2.1 的规定。

6.3 坡口

坡口应符合下列规定：

- a) 坡口表面不应有裂纹、分层、夹杂等缺陷；
- b) 标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540$ MPa 的低合金钢材宜采用机械加工的方法加工坡口；如采用火焰切割方法加工坡口，热切割表面应采用打磨的方法清除热影响区和淬硬区，并按 JB/T 4730 进行磁粉检测，Ⅰ级合格；
- c) 施焊前，应清除坡口及两侧母材表面至少 20 mm 范围内（以离坡口边缘的距离计）的氧化皮、油污、熔渣及其他有害杂质。

6.4 封头

6.4.1 封头的制造、检验及验收应符合 GB/T 25198 的规定。

6.4.2 热冲压或冷冲压应采用模具，不应使用局部加热或锤击成形。

6.4.3 封头各种不相交的拼接焊缝中心线间距离不应小于封头钢材厚度 δ_s 的 3 倍，且不小于 100 mm。

6.4.4 气化炉封头过渡区转角半径不应小于设计图样的规定值。

6.4.5 封头直边部分不应存在纵向皱折。封头切边后，应测量其直边高度并记录在质量证明文件中。

6.4.6 气化炉上封头可采用先拼焊后冲压成形的方法制造；拼接焊缝的内表面以及影响成形质量的拼接焊缝的外表面，在成形前应打磨至与母材平齐；在整体成形时，其过渡段部分的焊缝余高在成形前应打磨至与母材平齐。

6.4.7 采用分瓣拼接组焊的气化炉下部锥形封头和内锥壳宜采用三瓣组焊，不应超过四瓣。过渡段应采用整体成形方法。锥形封头成形前应将过渡部分及内外表面的焊缝余高打磨至与母材平齐。瓣片间的焊缝方向宜为径向。瓣片表面不应存在裂纹、结疤、折叠、分层等缺陷。

6.4.8 未打磨焊缝余高应符合 GB 150 及设计文件的规定。

6.5 筒体

6.5.1 筒体的卷制方向应与板材的轧制方向相同。

6.5.2 外壳筒体只可有一个纵向对接接头。

6.5.3 B 类焊接接头两侧钢板厚度不等时，两板厚度差大于 30 % 厚板厚度，或超过 5 mm 时，应按图 1 的要求单面或双面削薄厚板边缘，或按同样要求采用堆焊方法将薄板边缘焊成斜面。当两板厚度差小于上列数值时，对口错边量按 GB 150.4 要求，且对口错边量 b 以较薄板厚度为基准确定。在测量对口错边量 b 时，不应计入两板厚度的差值。

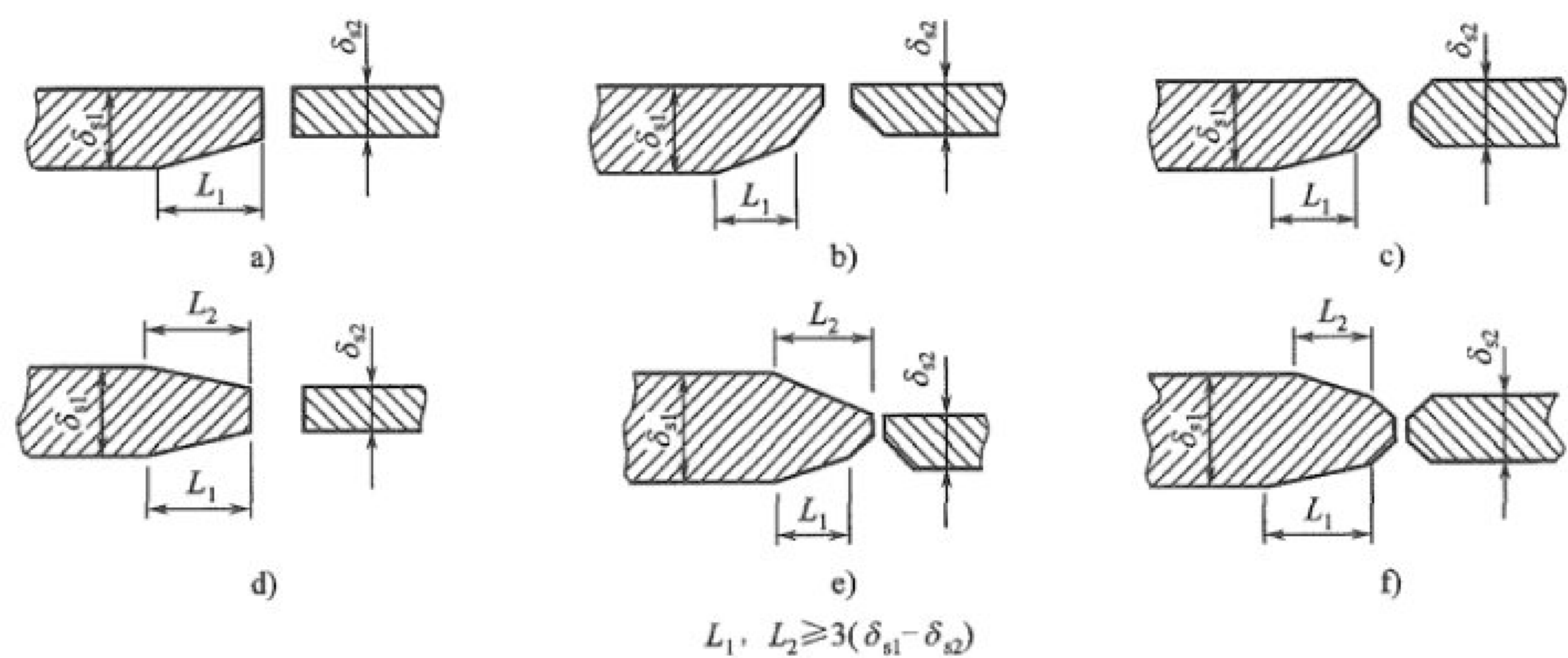


图 1 不等厚度的 B 类焊接接头连接形式

6.6 法兰

- 6.6.1 法兰密封面加工粗糙度 R_a 值不应大于 $6.3\ \mu\text{m}$ ，其余表面粗糙度 R_a 值不应大于 $12.5\ \mu\text{m}$ 。
- 6.6.2 螺柱孔或螺栓孔的中心圆直径以及相邻两孔弦长偏差为 $\pm 0.6\ \text{mm}$ ，任意两孔弦长偏差按表 2 规定。

表 2 法兰螺柱孔或螺栓孔任意两孔弦长偏差

单位：mm

设计内径 D_i	<600	$600\sim1200$	>1200
偏差	± 1.0	± 1.5	± 2.0

6.7 螺栓、螺柱和螺母

- 6.7.1 容器法兰螺栓、螺柱和螺母按 NB/T 47027 的规定。
- 6.7.2 管法兰螺栓、螺柱和螺母按 HG/T 20634 或图样的规定。
- 6.7.3 公称直径大于 M36 的螺柱和螺母应逐件按 JB/T 4730 进行磁粉检测，Ⅰ级合格。

6.8 组装及其他要求

- 6.8.1 受压元件的组装不应强力进行对中、找平等。
- 6.8.2 组装时，壳体上焊接接头的布置应满足以下要求：
- a) 相邻筒节 A 类接头间外圆弧长应大于钢材厚度的 3 倍，且不小于 100 mm；
 - b) 封头 A 类拼接接头、与封头相邻筒节的 A 类接头相互间的外圆弧长，应大于钢材厚度的 3 倍，且不小于 100 mm；
 - c) 组装筒体的单个筒节长度不应小于 300 mm；
 - d) 不应采用十字焊缝。

注：外圆弧长指接头焊缝中心线之间、沿筒体外表面的距离。

- 6.8.3 法兰面应垂直于接管或筒体的主轴中心线。接管和法兰的组件与壳体组装应保证法兰面的水平或垂直。法兰螺栓孔应与壳体主轴或铅垂线跨中布置。特殊要求应在图样上注明。
- 6.8.4 与气化炉相焊附件应避开壳体上的 A、B 类焊接接头。
- 6.8.5 气化炉上、下法兰密封面，搅拌器传动轴套与搅拌器支撑座面，炉算两传动轴套与炉算支撑面应在热处理后精加工。

6.9 公差

6.9.1 筒体与壳体

- a) A、B类焊接接头对口错边量，焊接接头环向、轴向形成的棱角、筒体同一断面上最大内径与最小内径之差和筒体直线度公差应满足 GB 150.4 的要求。
- b) 筒体的内直径偏差为 $\pm 5\text{ mm}$ ，筒体的外周长偏差为 $\pm 15\text{ mm}$ 。
- c) 壳体长度（上、下法兰密封面之间的距离 L ）偏差应符合表 3 要求。

表 3 壳体长度（ L ）偏差

长度 L/m	≤ 2.5	$> 2.5 \sim 5$	$> 5 \sim 10$	$> 10 \sim 15$	$> 15 \sim 30$	$> 30 \sim 60$	$> 60 \sim 90$
偏差/ mm	± 6	± 10	± 13	± 16	± 20	± 40	± 60

- d) 壳体直线度公差为 $1/1000 L$ ，且不大于 38 mm 。

注：壳体直线度测量时，测量基准面的 0° 、 90° 、 180° 、 270° 四条主轴线应在上、下法兰外侧或壳体外侧打上基准点并用油漆标识。当壳体厚度不同时，计算直线度时应减去厚度差。

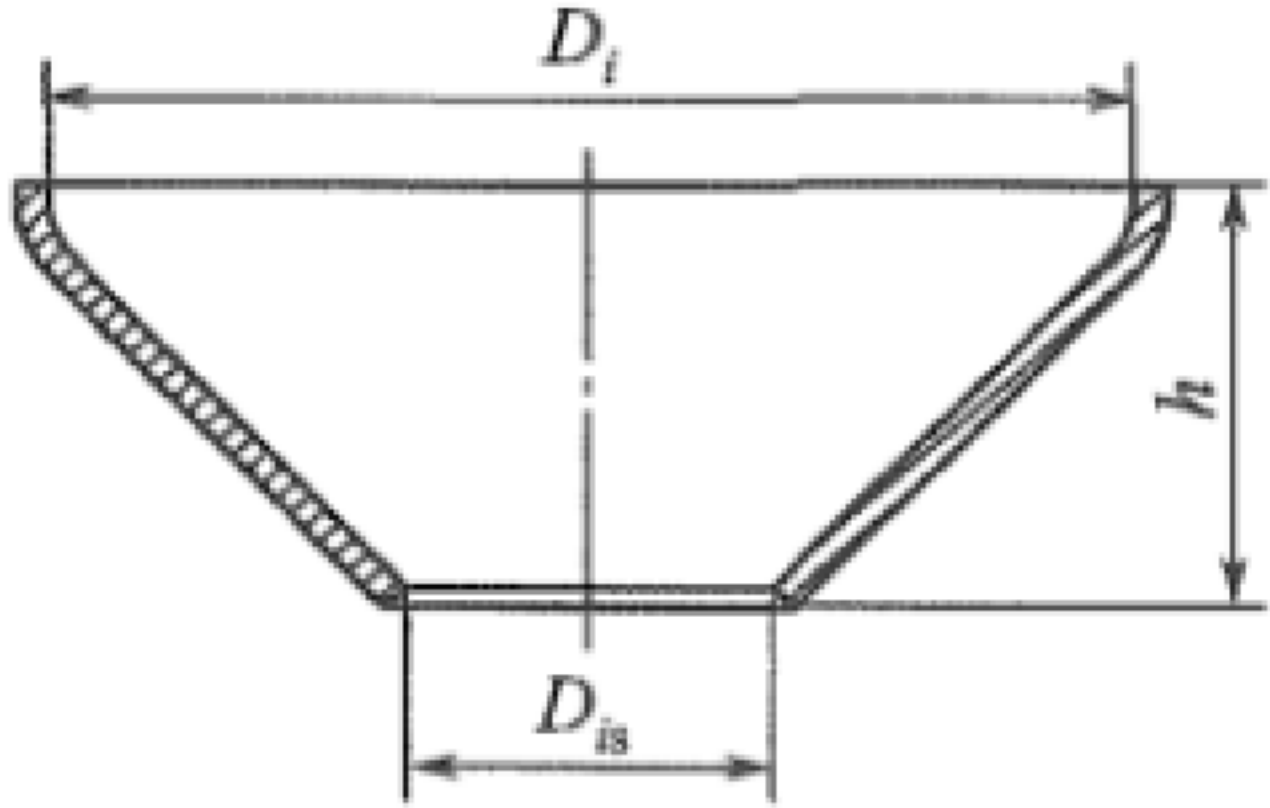
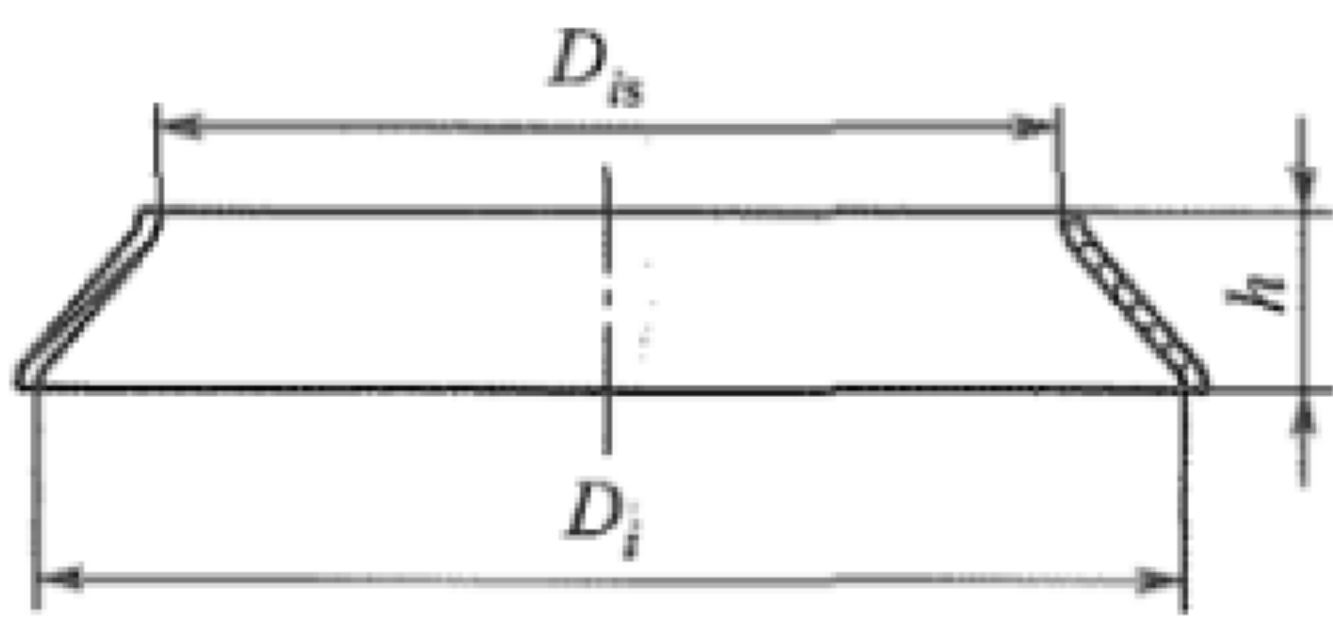
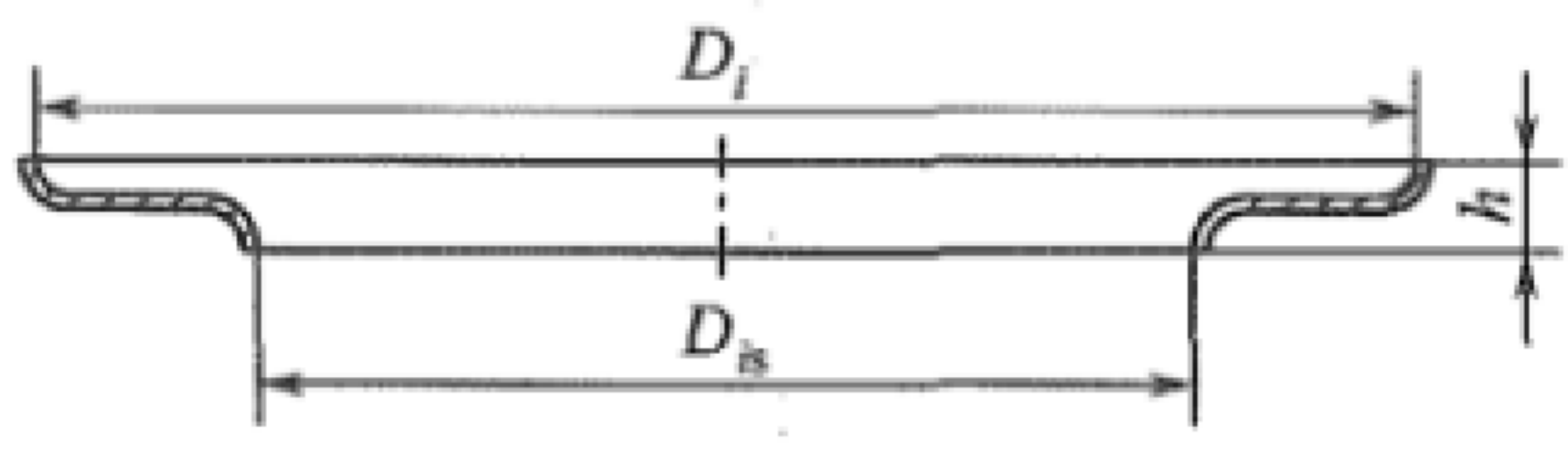
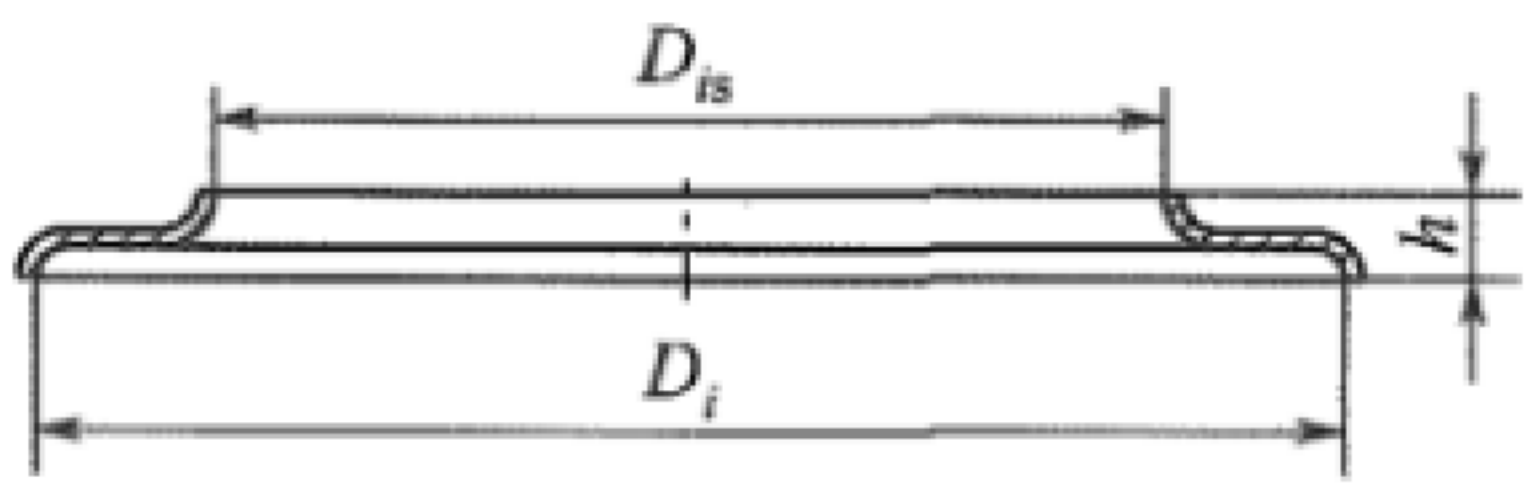
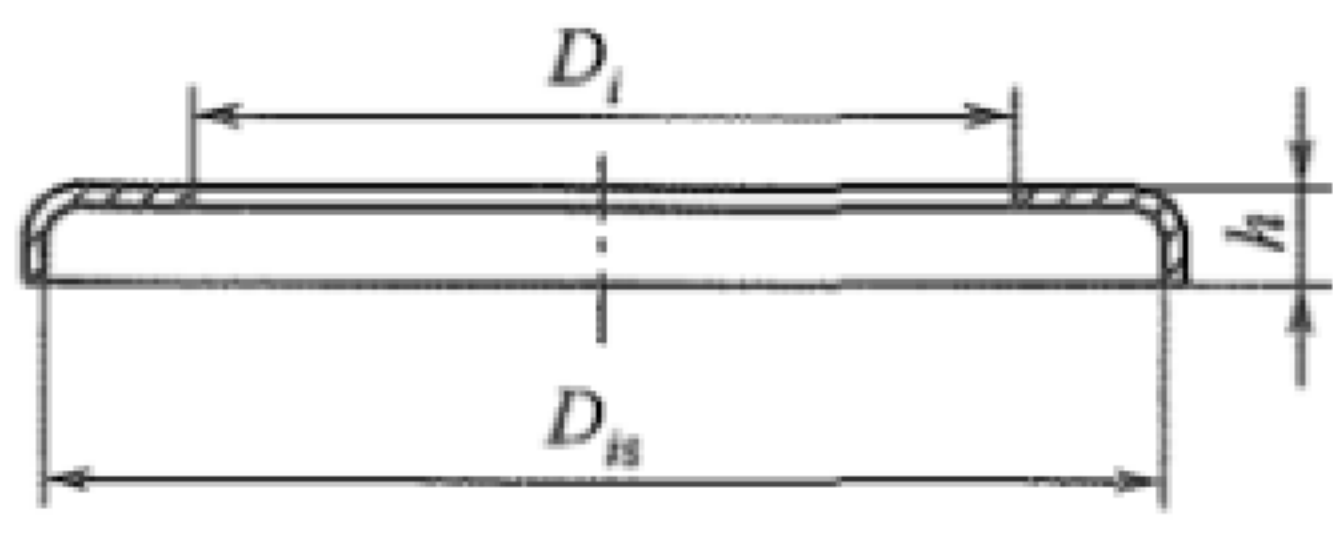
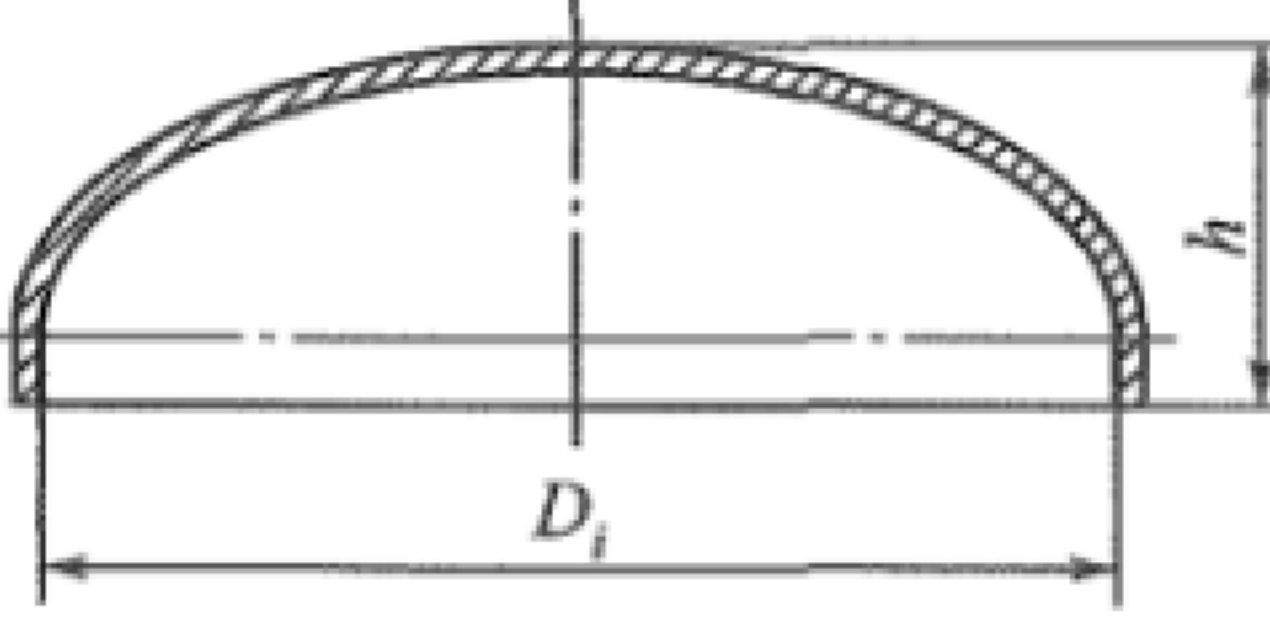
- e) 内筒的制造公差除符合 6.9.1 的要求外，还应符合 GB 150.4 第 6 章的规定。

6.9.2 封头

- a) 各种封头的圆度公差不应大于 $0.5\% D_i$ (D_{is})，且不大于 25 mm 。
- b) 椭圆封头和锥形封头的直边倾斜度和直边高度公差应符合 GB/T 25198 的要求。
- c) 其他尺寸偏差和形位公差见表 4。

表 4 封头尺寸偏差和形位公差

单位：mm

封头形式	直径偏差		内圆周长偏差	高度偏差	平面度	同轴度
气化炉下部锥形封头 (内锥、外锥) 	D_i	± 5	± 15	± 5	—	5
	D_{is}	± 5	—			
气化炉下部 S 弯处锥段 	D_i	± 5	—	± 3	—	5
	D_{is}	± 5	—			
气化炉下部平底形封头 	D_i	± 5	± 15	± 3	10	5
	D_{is}	± 5	± 15			
气化炉上部平底形封头 (与内筒相焊) 	D_i	± 5	± 15	± 5	20	5
	D_{is}	± 5	± 15			
气化炉上部平底形封头 (与上部锥段相焊) 	D_i	± 5	—	± 5	20	5
	D_{is}	± 5	± 15			
椭圆封头 	D_i	± 5	± 15	$(-0.2\% \sim +0.6\%)D_i$	—	—

6.9.3 接管和法兰（非人孔）

- a) 法兰螺栓孔中心圆直径偏差、相邻两孔弦长偏差、任意两孔弦长偏差以及接管法兰与壳体组装后法兰面的水平度和垂直度公差应符合 GB 150.4 的要求。
- b) 接管法兰中心线到基准面的安装尺寸偏差 $\pm 6\text{ mm}$ 。
- c) 接管法兰面与筒体外表面或基准面之间的尺寸偏差 $\pm 5\text{ mm}$ 。
- d) 接管法兰螺栓孔在任意方向的偏差 $\pm 3\text{ mm}$ 。
- e) 接管与其他附件的方位偏差 $\pm 6\text{ mm}$ （沿壳体外壁测量）。
- f) 接管在任意方向上的水平位置、垂直位置或预定位置的偏差 $\pm 0.5^\circ$ 。

6.9.4 人孔

- a) 人孔安装位置的尺寸偏差为 $\pm 13\text{ mm}$ 。
- b) 人孔法兰面与筒体外表面之间的尺寸偏差为 $\pm 10\text{ mm}$ 。
- c) 人孔法兰面的最大垂直度或水平度公差为 6 mm 。
- d) 人孔法兰螺栓孔在任意方向上的偏差为 $\pm 6\text{ mm}$ 。
- e) 人孔在任意方向上的水平位置、垂直位置或预定位置的偏差为 $\pm 1^\circ$ 。

6.9.5 支座

- a) 支座螺栓孔、螺栓孔间距和支座其他部分的机械加工尺寸公差按 GB/T 1804 中 m 级的规定，非机械加工尺寸公差按 GB/T 1804 中 c 级的规定。
- b) 支座下端到基准面的距离偏差 $0\text{ mm}\sim 12\text{ mm}$ 。

6.9.6 特殊制造公差

炉算两传动轴套与炉算支承面的垂直度偏差为 $90^\circ\pm 1'$ ；搅拌器传动轴套与搅拌器支撑座面的垂直度偏差为 $90^\circ\pm 1'$ ；上下法兰与设备中心线的垂直度偏差为 $90^\circ\pm 5'$ 。

6.10 焊接

6.10.1 焊工

焊工应按 TSG Z6002 的规定考核合格并取得特种设备作业人员资格证后，可在有效期内担任该合格项目范围内的焊接工作。

6.10.2 焊接工艺评定

6.10.2.1 产品施焊前，受压元件焊缝、与受压元件相焊的焊缝、熔入永久焊缝内的定位焊缝、受压元件母材表面堆焊与补焊，以及上述焊缝的返修焊缝应进行焊接工艺评定或者具有经过评定合格的焊接工艺规程（WPS）支持。

6.10.2.2 焊接工艺评定应按 NB/T 47014 要求进行。

6.10.3 焊接坡口

焊缝的结构形式和尺寸应按图样要求，制造厂在保证焊接质量和不改变接头基本型式的前提下，可对焊接坡口尺寸（坡口角度、钝边和间隙尺寸等）进行适当的修正。对图样规定的接头基本型式进行修改应事先取得设计单位的同意。

6.10.4 焊接一般要求

6.10.4.1 施焊环境出现下列任一情况，且无有效防护措施，禁止施焊：

- a) 焊条电弧焊时风速大于 10 m/s；
- b) 气体保护焊时风速大于 2 m/s；
- c) 相对湿度大于 90 %；
- d) 雨、雪环境；
- e) 焊件温度低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.10.4.2 常用钢材（包括壳体上的附件以及制造期间的临时附件）焊接前应按相应要求进行预热。当焊接两种不同类别的钢材组成的焊接接头时，预热温度应按要求高的钢材选用。

6.10.4.3 焊前需进行预热的焊件应保持预热温度至焊接结束。如焊接过程中断，再次焊接前应重新预热。冷裂纹敏感性较大的低合金钢和拘束度较大的焊件应采取后热措施，后热应在焊接中断及焊后立即进行，后热温度 $200\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 350\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为宜，保温时间不少于 2 h。

6.10.4.4 若焊后立即进行热处理则可不进行后热，热处理前工件温度不应低于预热温度。

6.10.4.5 堆焊表面应平整，两相邻焊道之间的凹陷不应大于 2 mm，焊道接头的不平度不大于 1.5 mm。

6.10.4.6 焊接接头表面应按相关标准进行外观检查，不应有表面裂纹、未焊透、未熔合、表面气孔、弧坑、未焊满、夹渣和飞溅物；焊缝与母材应圆滑过渡；角焊缝的外形应凹形圆滑过渡。

6.10.4.7 材质为 13MnNiMoR、Cr-Mo 低合金钢的焊缝表面及焊接接头系数 φ 为 1.0 的焊缝表面不应存在咬边。其他焊缝表面咬边深度不应大于 0.5 mm，咬边连续长度不应大于 100 mm，焊缝两侧咬边的总长不应超过该焊缝长度的 10 %。

6.10.5 焊接返修（含母材缺陷补焊）

6.10.5.1 对需要焊接返修的缺陷分析产生原因，按评定合格的焊接工艺编制焊接返修工艺文件，并由具备相应资质的合格焊工担任返修工作。

6.10.5.2 返修前应清除焊接缺陷，必要时进行无损检测。待返修部位的坡口形状尺寸应防止产生焊接缺陷且便于焊工操作。

6.10.5.3 焊缝同一部位的返修次数不宜超过 2 次。如超过 2 次，返修前应经制造单位技术负责人批准后将返修的次数、部位、返修情况记入气化炉质量证明文件。

6.10.5.4 返修部位应按原要求经过检测合格。

6.10.6 焊接试件

焊接试件制备应符合 GB 150.4 要求，产品焊接试件应符合 NB/T 47016 的规定。

6.11 热处理

6.11.1 热处理炉

- a) 不应使用直接燃煤（或焦炭）热处理炉；
- b) 热处理炉应测定有效加热区，有效加热区内温度偏差应控制在 $\pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之内；
- c) 热处理炉应配有自动测温仪表，并能自动记录工件壁温。

6.11.2 成形后的热处理

6.11.2.1 当钢板的供货和使用热处理状态一致时，若热成形改变了材料供货热处理状态，应进行相

应热处理，恢复材料供货状态。

6.11.2.2 若热成形加热温度在材料的正火温度范围内，且成形终了温度不低于材料的再结晶温度，则成形后工件可不必再单独进行正火热处理。

6.11.3 焊后热处理

6.11.3.1 焊接完成后，宜在热处理炉内进行整体热处理。整体热处理完成后的返修焊缝，可采用局部热处理。

6.11.3.2 整体焊后热处理应在耐压试验前进行。

6.11.3.3 热处理工艺应符合如下规定：

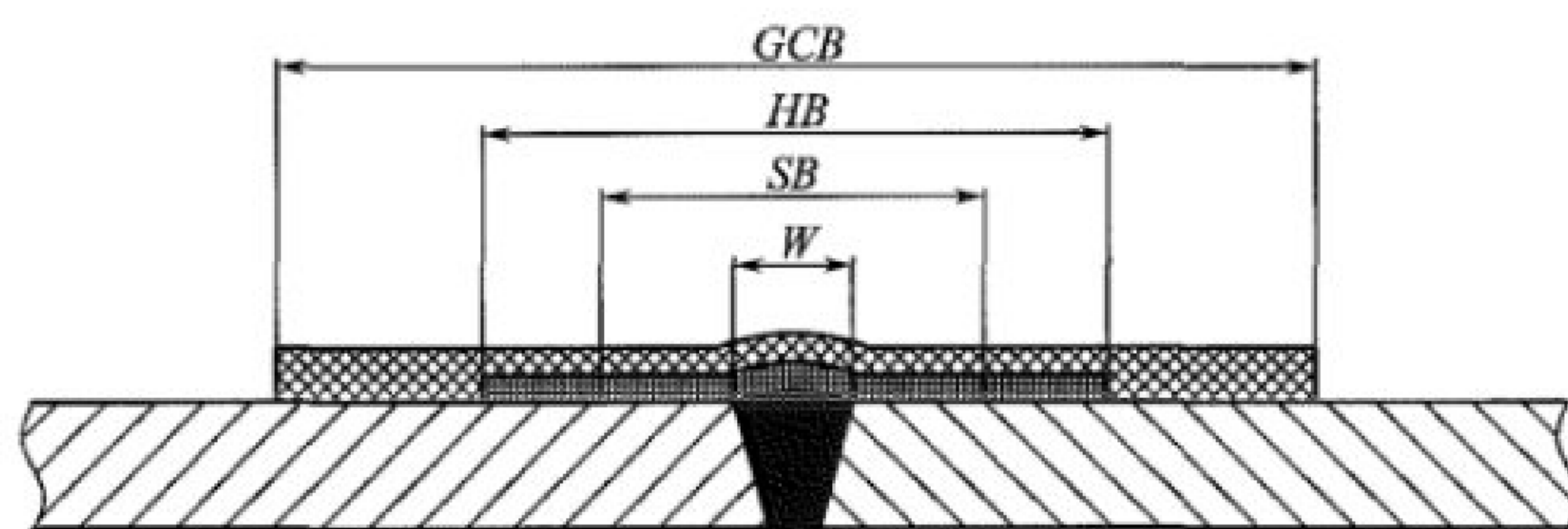
- a) 焊后热处理厚度 δ_{PWHT} 按 NB/T 47015 的规定；
- b) 焊后热处理的累计保温时间不应大于该产品采用焊接工艺评定中允许的最长保温时间。

6.11.3.4 气化炉整体焊后热处理应符合如下规定：

- a) 装炉要求
 - 工件应放置在有效加热区范围内；
 - 采用燃气（油）加热时，应避免火焰直接喷射到工件表面；
 - 装炉时，工件应支垫平稳。
- b) 测温系统
 - 热电偶应固定在工件表面，应采用储能式焊接方式与气化炉表面连接；
 - 采用铠装热电偶直接固定在工件表面，铠装热电偶的测温端应与工件紧密贴合或连接到与工件紧密贴合的金属块上，且与加热介质隔离；
 - 当采用局部热处理时，测温端应避免与加热器直接接触；
 - 热电偶、补偿导线和测温仪表应可靠连接。
- c) 测温点布置
 - 气化炉两端最厚部位和其他部位的最高点及最低点安装记录热电偶；还应在工件的典型受热和吸热部位、产品焊接试件和特定部件（如均温区边界、靠近炉门口、进风口、加热介质出口、烟道口、工件壁厚突变处以及加热介质流经途中的“死角”等）进行测温点的布置；重要部位的测温点可增加备用热电偶。

6.11.3.5 局部焊后热处理应符合下列规定：

- a) 局部焊后热处理包括：环焊缝焊后热处理、焊接返修后焊后热处理、壳体或封头上施焊接管（或其他承压件）焊后热处理；
- b) 局部焊后热处理时加热、绝热示意图（图2）；



W——焊缝宽度；SB——均温带宽度；HB——加热带宽度；GCB——绝热带宽度

图2 局部焊后热处理示意图

- c) 当采用局部热处理时，每个加热单元应设置控温点；
- d) 均温带应覆盖焊缝、热影响区及其相邻母材；筒体（管件）局部焊后热处理时，均温带应环

绕包括返修焊缝在内的筒体（管件）全圆周；接管或附件与筒体焊缝局部焊后热处理时，均温带应环绕包括接管或附件在内的筒体全圆周；

- e) 绝热材料在焊件上多层铺设时，每两层之间的接缝应错开，每层相邻两块绝热材料搭接宽度应大于 100 mm；
- f) 绝热层外表面温度不宜高于 60 ℃。

6.11.3.6 升温、保温过程记录的要求如下：

- a) 在焊后热处理过程中应连续自动记录热处理数据，记录图表上应能够区分每个测温点的温度与时间；
- b) 连续自动记录仪安装的记录纸，必须与记录仪分度号标尺相匹配。

6.11.4 热处理报告

热处理应出具热处理报告。

7 无损检测

7.1 检测时机

焊接接头应经过形状、尺寸及外观检查，合格后再进行无损检测。有延迟裂纹倾向的材料应至少在焊接完成 24 h 后进行无损检测，有再热裂纹倾向的材料应在热处理后增加一次无损检测。标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540$ MPa 的低合金钢制气化炉，在耐压试验后，还应对焊接接头进行表面无损检测。

7.2 焊接接头无损检测

除设计文件特殊要求外，气化炉焊接接头无损检测的具体要求见表 5。

表 5 气化炉焊接接头的无损检测

序号	检测时机	检测方法	检测的焊接接头	检测和验收标准
1	焊后热处理之前	射线检测	1)A、B类焊接接头 100 %射线检测； 2)在基体金属上返修的 A、B类焊接接头 100 %射线检测	按 JB/T 4730 进行，检测技术等级不低于 AB 级，Ⅱ级合格
2		超声检测	1)A、B类焊接接头 100 %超声检测； 2)公称直径 $DN \geq 250$ mm 的 D类焊接接头 100 %超声检测； 3)在基体金属上返修的 A、B类焊接接头 100 %超声检测	按 JB/T 4730 进行，检测技术等级不低于 B 级，Ⅰ级合格
3		磁粉检测	1)所有焊接接头的全部内外表面(包括补焊后的焊接接头)100 %磁粉检测； 2)A、B、D类焊缝的清根表面 100 %磁粉检测； 3)临时连接接头及连接物去除之处表面 100 %磁粉检测	按 JB/T 4730 进行，Ⅰ级合格
4	焊后热处理之后	超声检测	1)A、B类焊接接头 100 %超声检测； 2)公称直径 $DN \geq 250$ mm 的 D类接头 100 %超声检测	按 JB/T 4730 进行，检测技术等级不低于 B 级，Ⅰ级合格
5		磁粉检测	所有焊接接头的全部外表面 100 %磁粉检测	按 JB/T 4730 进行，Ⅰ级合格
6	水压试验合格后	磁粉检测	所有焊接接头的全部外表面(包括补焊部位)100 %磁粉检测	按 JB/T 4730 进行，Ⅰ级合格

8 液压试验和泄漏试验

8.1 试验时机与顺序

- 8.1.1 液压试验应在气化炉整体热处理完成，并经无损检测合格后进行。
- 8.1.2 液压试验至少包括：内筒外压试验、外壳液压试验、下降管液压试验；液压试验合格后，还应对气化炉进行内筒泄漏试验。
- 8.1.3 液压试验宜先进行内筒的外压试验，然后进行内筒泄漏试验，最后内外壳联通后进行外壳液压试验。

8.2 液压试验

- 8.2.1 试验介质应采用氯离子含量不超过 25 mg/L 或符合设计文件规定的水；水温不应低于 15℃，试验要求按设计文件。
- 8.2.2 试压前应采取措施保证容器放置安全。
- 8.2.3 水压试验时，应采取适当的措施，保证设备上焊接的临时受压元件的强度和安全性。
- 8.2.4 液压试验的合格标准：
- a) 容器无渗漏；
 - b) 容器无可见变形；
 - c) 试验过程中无异常的响声。

8.3 泄漏试验

泄漏试验的检验方法及合格标准按设计文件要求。

9 产品出厂文件

气化炉出厂时，制造单位应向使用单位至少提供以下技术文件和资料：

a) 竣工总图：

- 1) 加盖有设计单位许可印章（复印章无效）；
- 2) 加盖制造单位竣工图章。竣工图章上标注制造单位名称、制造许可证编号、修改人及审核人的签字和“竣工图”字样；
- 3) 制造单位应按设计单位书面批准文件的要求在竣工图样上标注材料代用、无损检测方法改变、加工尺寸等变更项，标注处应有修改人的签字及修改日期。

b) 产品合格证；

c) 产品质量证明文件。

产品质量证明文件可汇总成产品质量证明书，至少应包含以下内容：

- 1) 产品数据表；
- 2) 主要受压元件材料清单及材质证明书；
- 3) 结构尺寸检查报告（至少包括：总高度、最大和最小直径、椭圆度、直线度、最大错边量、棱角度、焊缝余高、封头内表面形状偏差、驱动轴口加工尺寸偏差、上下法兰平行度、同心度）；
- 4) 焊接记录（至少包括可反映焊工代号的焊缝布置图、返修次数超过两次的返修记录）；
- 5) 质量计划或检验计划；
- 6) 无损检测报告及记录；
- 7) 热处理报告及自动记录曲线；
- 8) 耐压试验报告及泄漏试验报告；
- 9) 产品铭牌的拓印件或复印件；
- 10) 特种设备制造监督检验证书；
- 11) 设计单位变更或制造厂获得设计单位许可而进行的变更记录；
- 12) 设计单位提供的容器设计文件。

10 涂装、运输包装

10.1 一般要求

气化炉涂装及运输包装除应符合本标准规定外，还应符合 JB/T 4711 的规定。

10.2 涂装

10.2.1 涂装前的准备

10.2.1.1 质量检验部门对产品各项制造质量检验合格后，进行表面处理和产品涂装。

10.2.1.2 宜采用喷射除锈。除锈后的钢材表面至少应达到 GB/T 8923.1 规定的 Sa2½ 级，不便于喷射除锈的部位，手工和动力工具除锈至 GB/T 8923.1 规定的 St3 级。

10.2.2 涂料、涂装与防护

- 10.2.2.1 用于涂装的涂料，应符合国家或行业有关标准的要求，并应具有质量合格证书及使用说明书。
- 10.2.2.2 涂料包装应具有完整的标牌，标注有出厂日期、使用期限。不应使用变质、超过有效期、未经检验和检验不合格的涂料。
- 10.2.2.3 用于产品的油漆，应采用油漆生产厂家的原色油漆，无特殊要求不应调配。
- 10.2.2.4 除用户特殊要求外，涂装及防护应满足表 6 的要求。

表 6 涂装及防护

序号	名 称	涂装及防护
1	气化炉壳体外表面	底漆:有机硅耐热底漆,二道,每层最小干膜厚度 30 μm
2	内表面及随产品整体出厂的内件	按图样或专用涂装工艺,图样上无要求时,则不涂装
3	螺纹、密封面等精加工表面(如 6 H、6 g 螺纹和密封件等)	涂无酸性工业凡士林并加防护罩保护
4	一般加工件表面	涂防锈油
5	分段出厂的气化炉切断面焊接坡口及壳体上其他需要在使用现场组焊的焊接坡口和距坡口边缘约 100 mm 范围内	涂可焊性底漆(油漆干膜厚度 18 μm~25 μm)或按用户要求
6	包装防护件(如防护罩、盖板等)	涂一道和气化炉主体外表面同色的面漆

10.2.3 涂层质量要求

- 10.2.3.1 金属涂层表面应均匀一致，可以有轻微结疤和起皱，但不应有漏涂、起皮、鼓泡、大熔滴、松散粒子、裂纹和掉块等明显缺陷。
- 10.2.3.2 施工中随时检查湿膜厚度以保证干膜厚度满足设计要求。干膜厚度可有 15 %的读数低于规定值，但每一单独读数不应低于规定值的 85 %。涂层厚度达不到设计要求时，应增加涂装道数，直至合格为止。漆膜厚度测定点的最大值不应超过设计厚度的 3 倍。

10.3 运输包装

- 10.3.1 产品包装设计应根据设备的使用要求、结构尺寸、重量大小、路程远近及运输方式（公路、水路）等特点选用相适应的结构及方法。气化炉的包装应有足够的强度，以确保气化炉及其零部件能安全可靠地运抵目的地。运输和装卸过程中有防止变形、污染、损伤要求的气化炉及其零部件应进行专门的包装设计。
- 10.3.2 产品包装环境应清洁、干燥、无有害介质。
- 10.3.3 气化炉产品宜采用支座包装形式，产品与支座可采用螺栓连接固定方式或用扁钢将产品固定在支座上。
- 10.3.3.1 支座设计应能防止产品在运输过程中滚翻和窜动。
- 10.3.3.2 产品装车后产品最低点与车板之间距离不宜小于 150 mm。
- 10.3.4 装运前应清除产品内的残留物。
- 10.3.5 应根据气化炉产品和运输的具体情况，进行包装设计，应给出重心和起吊位置。
- 10.3.6 装箱件宜按同一材质、规格零件装箱。数量较多、易混淆而不易进行统一清点的零件（如耳板、搭板、肋板等）可采用多品种零件混装的，一种材质、规格的零件可散装，其他零件应装入编织

袋、小箱或铁桶内，分别标示图号、规格、材质、数量等（可挂牌）再装入大箱。

10.3.7 箱装的零部件，应逐箱另行编制相应的装箱单。装箱时应按装箱单进行复核，并检查装箱质量，合格后，将装箱单放置在专用装箱单塑料袋内封存，并固定在箱体内侧（宽×高一侧）。

10.3.8 非装箱件的装箱单，应牢固地捆扎在包装件明显位置处。

10.4 发货标志

10.4.1 在裸装气化炉产品表面和包装箱的明显部位作如下标志：

a) 发货标志：

- 1) 合同号；
- 2) 设备名称；
- 3) 箱号/件号（按发货明细表）；
- 4) 毛质/净质；
- 5) 体积：长×宽×高（包装件最大外形尺寸）；
- 6) 发货站及制造单位名称；
- 7) 收货站及收货单位名称。

注：对单件发货的产品，还应作出产品图号或代号的标志。

b) 运输包装图示标志，按 GB/T 191 的规定，并应包括：

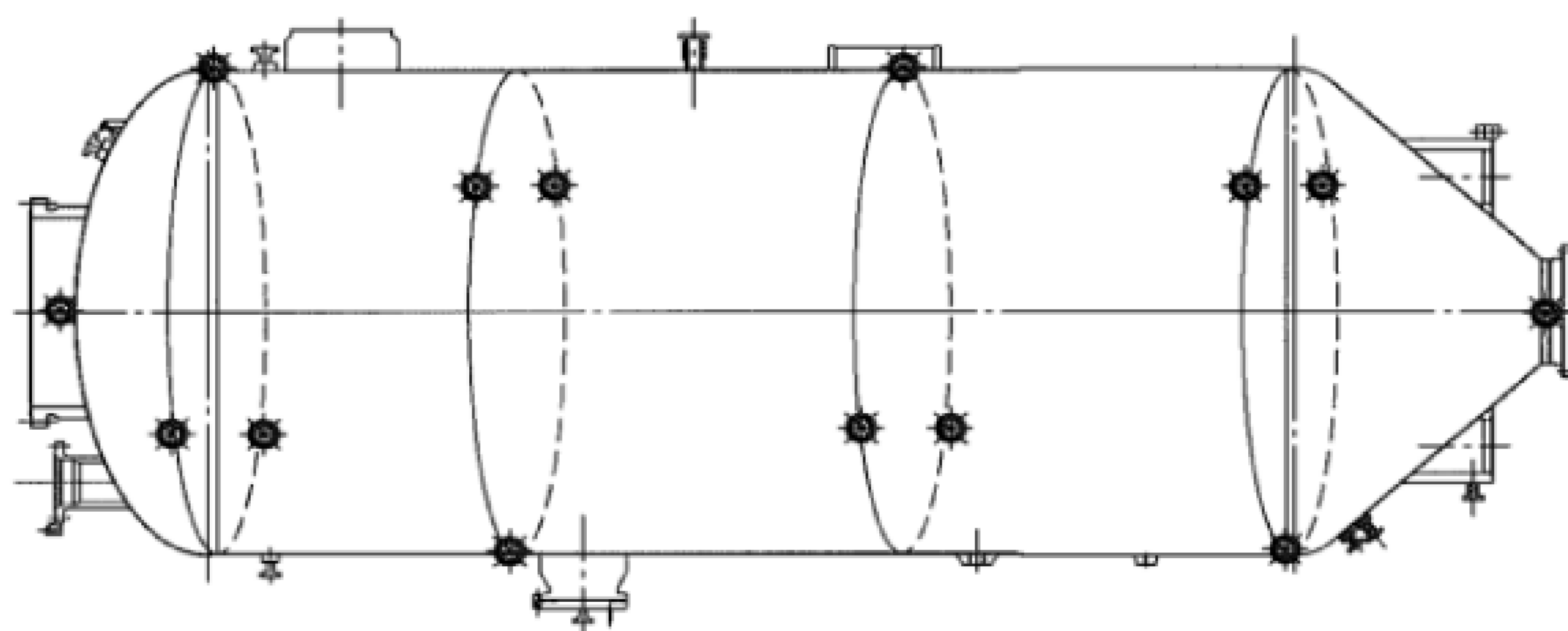
- 1) 大型气化炉的重心点，起吊位置（应在产品包装图上标出具体位置）；
- 2) 防雨、防湿等作业标志；
- 3) 有禁焊要求的产品的禁焊标志。

10.4.2 发货标志应喷涂在发货件相对的两个侧面明显位置处，因产品结构或位置所限不能采用喷涂方法时，应将同样内容的发货标牌固定在上述安全易见位置上。

10.4.3 铁路运输标志应与发货件尺寸相适应，避免尺寸过大或过小，标志内容用不褪色的涂料喷涂或刷写，做到字体端正、排列整齐、易于辨认。

附录 A
(资料性附录)
推荐热电偶布置图

A.1 气化炉整体焊后热处理推荐热电偶布置图如图 A.1 所示



注：★为热电偶布置点

图 A.1 推荐气化炉热电偶布置图

中华人民共和国
能源行业标准
煤气化炉制造技术条件
第2部分：加压固定床气化炉
NB/T 12002.2—2015

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)
北京科印技术咨询服务公司海淀数码印刷分部
880mm×1230mm 1/16 印张1¼ 字数33千字
2016年6月北京第1版第1次印刷
书号：155025·2200

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。
