

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 12002.1—2015

煤气化炉制造技术条件 第1部分：水煤浆气化炉

Specification for fabrication of coal gasifier—
Part 1: Coal slurry 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 5

7 无损检测 12

8 耐压试验 13

9 产品出厂文件要求 13

10 涂装、运输包装 14

附录 A（规范性附录） 材料的补充规定 17

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 1 部分。

本部分由能源行业煤制燃料标准化技术委员会提出并归口。

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：天津辰创环境工程科技有限责任公司、中国天辰工程有限公司、东华工程科技股份有限公司、中石化南京化学工业有限公司化工机械厂、张家港化工机械股份有限公司、大连金州重型机器集团有限公司。

本部分主要起草人：张彦军、刘庆江、张芳芳、李国骥、唐卉、刘秦怡、毛先胜、唐秋芬、李宗佩、郭徽、付春辛、马鸣、欧海燕、刘文臣、刘吉祥、杨权、韩冰、佟多广、邵冰华、刘静。

本部分为首次发布。

煤气化炉制造技术条件 第1部分：水煤浆气化炉

1 范围

本标准规定了水煤浆气化炉的材料、制造、检验与验收要求。

本标准适用于水煤浆连续进料排渣，气流床气化，工作压力不大于10.0 MPa的气化炉。

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/T 191 包装储运图示标志

GB 713 锅炉和压力容器用钢板

GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 4334 金属和合金的腐蚀 不锈钢晶间腐蚀试验方法

GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法

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/T 10561 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法

GB 12337 钢制球形储罐

GB/T 25198 压力容器封头

JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装

JB/T 4730 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 承压设备用焊接材料订货技术条件

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每一端加上标准定

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规定和设计文件的要求外，还应符合 TSG R0004 和 GB 150 的规定。

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水煤浆气化炉的制造和检验。

5 材料

5.1 钢板

5.1.1 化学成分

- a) 15CrMoR 钢板的化学成分按 GB 713 的规定。
 - 1. 25Cr-0.5Mo-Si 钢板的 P、S 含量不大于 0.010 %，其他化学成分要求应符合相应材料标准的规定。
- b) 可采用控制钢板化学成分的措​​施，避免 Cr-Mo 钢板的回火脆化现象的发生。
 - 1. 25Cr-0.5Mo-Si 钢板回火脆化敏感性系数 X 不宜大于 15，计算公式 (1) 如下：

$$X = (10P + 5Sb + 4Sn + As) / 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

注：各元素以 10^{-6} (ppm) 含量代入。

- c) 质量证明书或合格证中应包含熔炼分析、成品分析结果和碳当量计算结果。
碳当量的计算方法见式 (2)：

$$CE(\%) = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \quad \dots\dots\dots (2)$$

- d) 钢板的熔炼化学成分分析按炉（罐）号取样，成品化学成分分析按逐轧制张取样，成品化学成分分析试件可从室温拉伸试验断裂后的试样上切取。

5.1.2 制造方法

钢板应经电炉或氧气转炉加炉外精炼和真空脱气精炼工艺冶炼，并应为细晶粒钢且为镇静钢。

5.1.3 交货要求

- a) 钢板应以正火加回火状态交货。钢板的回火温度不应低于 620 ℃；
- b) 材料合格证书中应注明温度、恒温时间及冷却条件等热处理条件；
- c) 钢板表面不应进行焊接修复。

5.1.4 力学性能和工艺性能

- a) 力学性能试验应逐张进行，试样切取位置、数量、试验方法和热处理状态应符合设计文件的要求。轧制板长度大于 7 m 时，应在钢板两端各取样坯进行力学性能试验。其性能指标均不低于相应材料标准的规定。
- b) 钢板应逐张进行硬度检测，沿两侧边缘厚度方向上、中、下各测 3 点，其硬度值不应大于 225 HBW。
- c) 钢板的力学和工艺性能应符合 GB 713 的规定。采用 1.25Cr-0.5Mo-Si 钢种的境外牌号时应符合表 1 的规定。

表 1 1.25Cr-0.5Mo-Si 钢板的力学和工艺性能

钢种	交货状态	室温抗拉强度 R_m /MPa	室温下屈服强度 ^a R_{eL} /MPa	室温断后伸长率 A /%	室温断面收缩率 Z /%	夏比(V形缺口)冲击吸收能量 ^b (-5℃)KV ₂ /J	弯曲试验 ^d 180° $b=2a$	
							T /mm	d /mm
1. 25Cr-0. 5Mo-Si	正火加回火	515~690	310~520	≥22	≥40	≥54 ^c	$T \leq 25$	1. 5a
							$25 < T \leq 100$	2. 0a
							$100 < T \leq 200$	2. 5a
<p>^a 当 R_{eL} 不明显时,采用规定塑性延伸率为 0. 2 % 的应力 $R_{P0. 2}$。</p> <p>^b 进行冲击试验时应将试样的侧膨胀值和剪切断面率记录在质量证明文件中。</p> <p>^c 一组三个试样的算术平均值 ≥54 J,只允许其中一个试样小于 54 J,但不应小于 48 J。</p> <p>^d a 为试样厚度,b 为试样宽度,T 为板厚,d 为室温弯曲试验的弯芯直径。</p>								

- d) 钢板的非金属夹杂物按 GB/T 10561 中的 A 法评级，其 A、B、C、D 以及 DS 各类夹杂物的细系和粗系级别应分别不大于 1.5，A+C 类夹杂物的细系级别和粗系级别应分别不大于 2.5，B+D 类夹杂物的细系级别和粗系级别应分别不大于 2.5，各类夹杂物的细系级别总数和粗系级别总数应各不大于 4.5。
- e) 钢板的高温力学性能按设计文件规定。

5.1.5 无损检测

15CrMoR 钢板应逐张按 JB/T 4730 进行 100 % 超声检测，质量等级应不低于 II 级。1.25Cr-0.5Mo-Si 钢板应逐张按 JB/T 4730（质量等级应不低于 II 级）或设计文件要求进行 100 % 超声检测。

5.1.6 模拟焊后热处理

供货方应按炉批号取样进行模拟焊后热处理，模拟焊后热处理工艺由气化炉制造厂根据其制造工艺确定。最大模拟焊后热处理工艺应考虑在气化炉制造厂和使用现场各返修一次的焊后热处理。模拟焊后热处理后试样的力学性能和工艺性能应符合 5.1.4c) 的规定。

5.1.7 复验

5.1.7.1 钢板应逐张进行复验。

5.1.7.2 钢板拉伸试验、弯曲试验应全部合格，否则应进行加倍取样复验，加倍取样复验的结果应全部符合 5.1.4c) 的规定。

5.2 锻件

5.2.1 化学成分应符合以下规定：

- a) 15CrMo 锻件的化学成分应符合 NB/T 47008 的规定。
 - 1. 25Cr-0.5Mo-Si 锻件的 P、S 含量应不大于 0.010 %，其他化学成分要求应符合相应材料标准的规定。
- b) 可采用控制锻件化学成分的措​​施，避免 Cr-Mo 钢锻件回火脆化现象的发生。
 - 1. 25Cr-0.5Mo-Si 锻件回火脆化敏感性系数 X 不宜大于 15，计算方法按公式 (1)。
- c) 质量证明书或合格证中应包含熔炼分析、成品分析结果和碳当量的计算结果。碳当量的计算方法按公式 (2)。
- d) 熔炼分析按每炉（罐）号取样。成品分析应采用室温拉伸试验断裂后的试样进行，Ⅳ级锻件的成品分析须逐件取样。Ⅲ级锻件每批中抽一件进行化学成分分析，其余各件用光谱仪验证 Cr、Mo、Si、Mn 元素。

5.2.2 制造方法应符合以下规定：

- a) 锻件用钢应采用碱性电炉或氧气转炉冶炼，并经电渣重熔或炉外精炼和真空脱气等方法生产；
- b) 钢锭的头尾应有足够的切除量，以确保锻件夹杂物少、无缩孔及严重偏析等缺陷。锻件应锻至尽可能接近成品零件的形状和尺寸；
- c) 钢锭或钢坯锻造的锻件主截面部分的锻造比不应小于 3.0；轧材锻造的锻件主截面部分的锻造比不应小于 1.6。

5.2.3 交货状态应符合以下规定：

- a) 锻件锻压后应经正火加回火热处理，热处理工艺由制造厂根据化学成分、截面尺寸大小确定。锻件的冷却过程应达到要求的力学性能并获得贝氏体为主的金相组织；
- b) 锻件应以正火加回火状态交货，回火温度不应低于 620 ℃。

5.2.4 力学性能和工艺性能应符合以下规定：

- a) 钢锻件应符合 NB/T 47008 的规定；采用境外牌号时应符合附录 A 表 A.1 的规定。
- b) Ⅳ级锻件力学性能试验应逐件进行；Ⅲ级锻件力学性能试验按同炉（罐）号、同热处理制度组成一批，按批进行。
- c) 锻件的高温力学性能按设计文件规定。

5.2.5 锻件应具有 5 级或细于 5 级的实际晶粒度，同炉（罐）号、同热处理制度组成一批，每批做一个晶粒度检验。取样要求及检验方法应符合设计文件或 GB/T 6394 的规定。

5.2.6 锻件非金属夹杂物按 GB/T 10561 中的 A 法评级，其 A、B、C、D 以及 DS 各类夹杂物的细系和粗系级别应分别不大于 1.5，A+C 类夹杂物的细系级别和粗系级别应分别不大于 2.5，B+D 类

夹杂物的细系级别和粗系级别应分别不大于 2.5，各类夹杂物的细系级别总数和粗系级别总数应各不大于 4.5。

5.2.7 无损检测应符合以下规定：

- a) 所有 1.25Cr-0.5Mo-Si 钢锻件应按 JB/T 4730 或设计文件进行超声检测；
- b) 机加工后锻件应逐件按 JB/T 4730 或设计文件进行 100 % MT 表面检测；
- c) 锻件应在正火加回火状态下逐件进行硬度试验，硬度值应不大于 210 HBW。

5.2.8 复验应符合如下规定：

- a) 应按 NB/T 47008 或相应材料标准的规定进行复验。
- b) 钢锻件复验结果应符合 NB/T 47008 的规定。采用境外牌号时复验结果应满足附录 A 表 A.1 的规定。

5.3 焊接材料

5.3.1 焊接材料的采购应符合 NB/T 47018 的规定。

5.3.2 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。

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

5.3.4 焊接接头金属回火脆化敏感性系数 X 不大于 15，计算方法按公式 (1)。

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 气化炉的主要受压元件采用温成形时须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 深度大于 0.5 mm 的划伤、疤痕、刻痕及弧坑应修磨至斜度为 1 : 3 的斜面。敲打、刻制材料标记及焊工钢印应使用低应力钢印。

6.2.2 堆焊件修磨深度不应大于堆焊层厚度的 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。

6.3 坡口

工件坡口应符合如下规定：

- a) 坡口表面不应有裂纹、分层、夹杂等缺陷；
- b) 坡口宜采用机械加工的方法加工；如采用火焰切割方法，应打磨热切割表面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 封头宜采用符合 GB/T 25198 和设计文件要求的冲压模具整体热冲压成形。

6.4.3 先拼板后成形的封头，拼接焊缝的内表面以及影响成形质量的拼接焊缝外表面在成形前应打磨与母材齐平。

6.5 壳体

6.5.1 筒体的卷制方向应与板材的轧制方向相同。

6.5.2 筒节制造过程中应严格控制制造偏差，筒节成形的具体要求如下：

- a) 筒节下料时应考虑加放筒节纵焊缝焊接时和筒节里口堆焊时的焊接收缩余量，各筒节高度之和应满足整体公差要求；
- b) 筒节展开料的两对边应相互平行且对角线长度相等，偏差均不应大于 2 mm；
- c) 筒节的卷圆、校圆过程中应用样板检查筒节及预弯段的圆度，筒节校圆后同一断面上最大内径与最小内径之差应符合 6.9 的规定。

6.5.3 B 类焊接接头两板厚度差大于 30 % 厚板厚度，或超过 5 mm 时，均应按图 1 的要求单面或双面削薄板边缘，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。对口错边量 b 的测量不应计入两板厚度的差值。

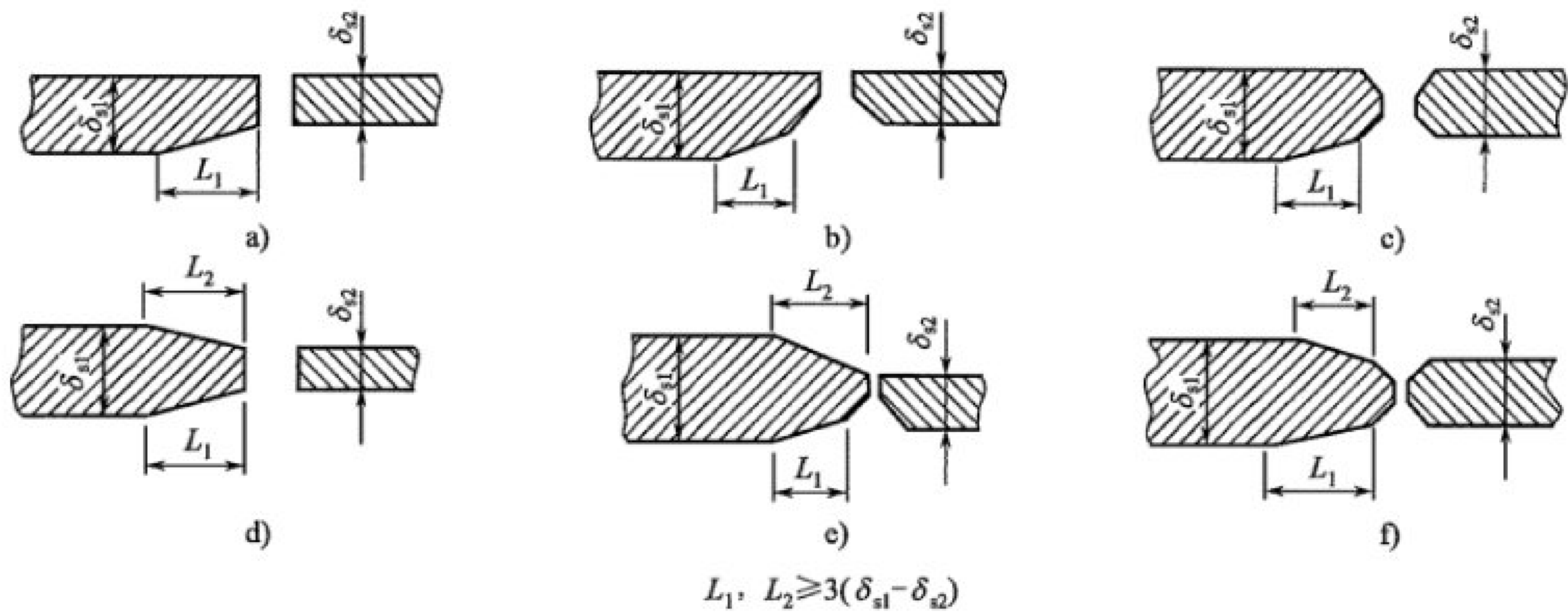


图 1 不等厚度的 B 类焊接接头连接形式

6.5.4 锥体应采用专用模具。分瓣压制时，宜采用三瓣，不应超过四瓣。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。组对过程应严格控制错边量、棱角度、圆度和同心度，偏差要求应符合 6.9 的规定。

6.5.5 锥体成形后应整体机加工。

6.6 法兰

6.6.1 法兰应按图样要求进行加工。

6.6.2 法兰密封面加工粗糙度 R_a 值应不大于 $6.3 \mu\text{m}$ ，其余表面粗糙度 R_a 值应不大于 $12.5 \mu\text{m}$ 。

6.6.3 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	600~1200	>1200
偏差	± 1.0	± 1.5	± 2.0

6.7 螺栓、螺柱和螺母

6.7.1 用于连接法兰的公称直径大于 M36 的螺柱、螺母坯料应按 JB/T 4730 进行 100 % 超声检测，I 级合格；除内件连接用紧固件外，所有法兰连接用螺柱、螺母粗加工后应逐件按 JB/T 4730 进行 100 % 磁粉检测，I 级合格，并应打上材料标记。

6.7.2 公称直径大于 M36 的法兰连接用螺母应进行硬度检测，硬度值应符合设计图样的要求。

6.7.3 螺柱、螺母上螺纹不应有毛刺、锈斑和阻碍量规通过的缺陷。

6.8 组装及其他要求

6.8.1 受压元件不应强力组对，组对时不应采用十字焊缝。

6.8.2 与炉体相焊的附件应避开壳体上的 A、B 类焊接接头。

6.8.3 组装时应控制托砖盘与气化炉筒体的同轴度和与气化炉顶部法兰的平行度。

6.8.4 法兰面应垂直于接管或圆筒的主轴中心线。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线或铅垂线跨中布置。特殊要求应在图样上注明。

6.8.5 总装时应测量直线度，控制中心度及各尺寸公差。

6.8.6 单个筒节的长度不应小于 300 mm。

6.9 公差

6.9.1 筒体

- a) 板材卷制的筒体外圆周长上偏差为 10 mm，下偏差为 0 mm。
- b) 圆筒同一断面上，最大内径与最小内径之差应不大于该断面内径 D_i 的 0.5 %，且不大于 10 mm（见图 2）。

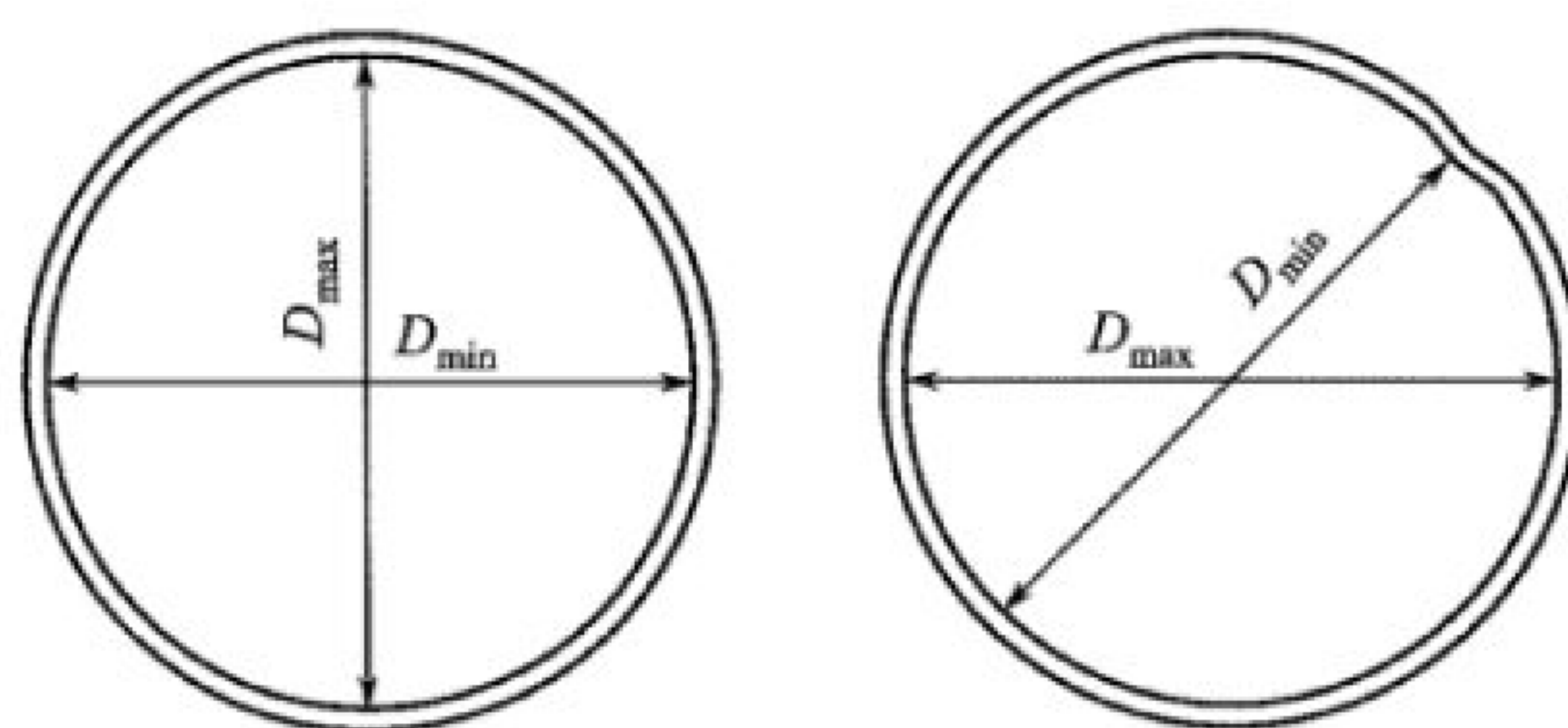


图 2

- c) 筒体直线度偏差不应大于 $L/1000$ ，且任意 3000 mm 内，圆筒直线度偏差不应大于 3 mm，当 $L \leq 6000$ mm 时，其总直线度偏差不应大于 4.5 mm； $L > 6000$ mm 时，其总直线度偏差不应大于 8 mm。

注：L 为筒体上下封头切线之间长度。

6.9.2 封头

- a) 半球形封头整体成型或分瓣成型，分瓣冲压的瓣片尺寸偏差应符合 GB 12337 的规定。
- b) 锥形封头大小端直径偏差为 3 mm、同一断面上最大与最小直径之差不大于 5 mm、两端面同轴度偏差 3 mm、平行度偏差 2 mm。

6.9.3 筒体、封头纵、环焊缝错边量及棱角度

- a) A类焊接接头错边量应不大于对口处钢板厚度 δ_s 的1/20,且不大于5 mm; B类焊接接头错边量应不大于对口处钢板厚度 δ_s 的1/10,且不大于12 mm。
- b) A类焊接接头棱角度不大于对口处钢板厚度 δ_s 的1/20,且不大于5 mm; B类焊接接头棱角度不大于对口处钢板厚度 δ_s 的1/10,且不大于12 mm。

6.9.4 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 的规定;
- b) 接管法兰中心线到基准面的安装尺寸偏差应不大于5 mm;
- c) 接管法兰面与筒体外表面或基准面之间的尺寸偏差应不大于3 mm;
- d) 接管法兰螺栓孔在任意方向的偏差应不大于2 mm;
- e) 接管与其他附件(如吊耳等)的方位偏差应不大于5 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应不大于0.5°。

6.9.5 人孔

- a) 人孔安装位置的尺寸偏差应不大于10 mm;
- b) 人孔法兰面与筒体外表面之间的尺寸偏差应不大于8 mm;
- c) 人孔法兰面的最大垂直度或水平度公差为5 mm;
- d) 人孔法兰螺栓孔在任意方向上的偏差应不大于4 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应不大于1°。

6.9.6 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) 支座下端面到基准面的距离公差为5 mm;
- c) 支座平面度应不大于3 mm;
- d) 支座平面与设备轴线垂直度应不大于3 mm。

6.9.7 特殊制造公差要求

- a) 顶部法兰中心线与壳体中心线的偏差应不大于3 mm,顶部法兰面与壳体中心线夹角偏差应不大于0.25°;
- b) 托砖盘的平面度应不大于3 mm;
- c) 激冷环与下降筒同轴度偏差应不大于3 mm;
- d) 下降筒与上升筒同轴度偏差应不大于2 mm;
- e) 液位计接管间距尺寸偏差应不大于1.5 mm、对应两液位计接管中心垂线的水平间距偏差应不大于1.0 mm;
- f) 对于四烧嘴气化炉,烧嘴接管中心线必须在同一平面上,其平面度偏差应不大于1 mm,此平面应与气化炉中心线垂直,垂直度偏差应不大于1 mm;烧嘴接管与筒体中心线的垂直度偏差不大于1 mm;每两个相对烧嘴接管的轴线应重合,其中心线之间的偏差应不大于2 mm;两对烧嘴之间的垂直度偏差应不大于1 mm;烧嘴短节及安装后的法兰面与其轴线的垂直度偏差应不大于1 mm。

6.9.8 其他

除上述规定外，其他零部件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。

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主要项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 ℃。

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）焊接前应按相应标准要求进行预热。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，后热应在焊后立即进行，后热温度 200 ℃～350 ℃为宜，保温时间不少于 2 h。

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

6.10.4.5 焊接接头表面应进行外观检查，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。

6.10.4.6 材质为 15CrMoR、1.25Cr-0.5Mo-Si 母材的焊缝表面及焊接接头系数为 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 %。

6.10.4.7 壳体不锈钢堆焊可采用带极埋弧堆焊或带极电渣堆焊工艺。堆焊层一般为过渡层与耐蚀层两层。堆焊层总厚度原则上不应小于 6 mm，每层堆焊表面应平整，厚度应均匀，不进行加工的堆焊表面应平滑。两相邻焊道之间的凹陷不应大于 2 mm，焊道接头的不平度应不大于 1.5 mm。

6.10.4.8 奥氏体不锈钢堆焊层特殊要求见表 3。

表 3 奥氏体不锈钢堆焊层特殊要求

性能	晶间腐蚀	铁素体数(FN)
合格标准	按照 GB/T 4334 进行试验(方法 E)	3~12
取样位置	焊缝表面	焊缝表面
试样状态	Max. PWHT	焊态

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。待返修部位应制备坡口，坡口形状与尺寸要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、返修情况记入产品质量证明文件中。
- 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 的规定。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±20℃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 当钢板的供货热处理状态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 气化炉的最终焊后热处理应在所有焊接作业结束并检验合格后进行，热处理后不应再施焊，否则应重新进行热处理。
- 6.11.3.2 气化炉原材料及焊接工艺评定应分别经过最大、最小模拟焊后热处理，并符合相应技术文件的规定。
- 6.11.3.3 热处理后 1.25Cr-0.5Mo-Si 焊接接头的母材、焊缝及热影响区的硬度不应大于 225 HB 或 240 HV10。
- 6.11.3.4 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。

6.11.3.5 必要时可按制造工艺文件要求进行堆焊层中间热处理。

6.11.3.6 炉内整体焊后热处理应符合下列规定：

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焊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

- 焊后热处理时，热电偶应布置在工件的底部、中部和顶部或可能有温度变化的其他区域内。

6.11.3.7 局部焊后热处理应符合如下规定：

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（见图3）。

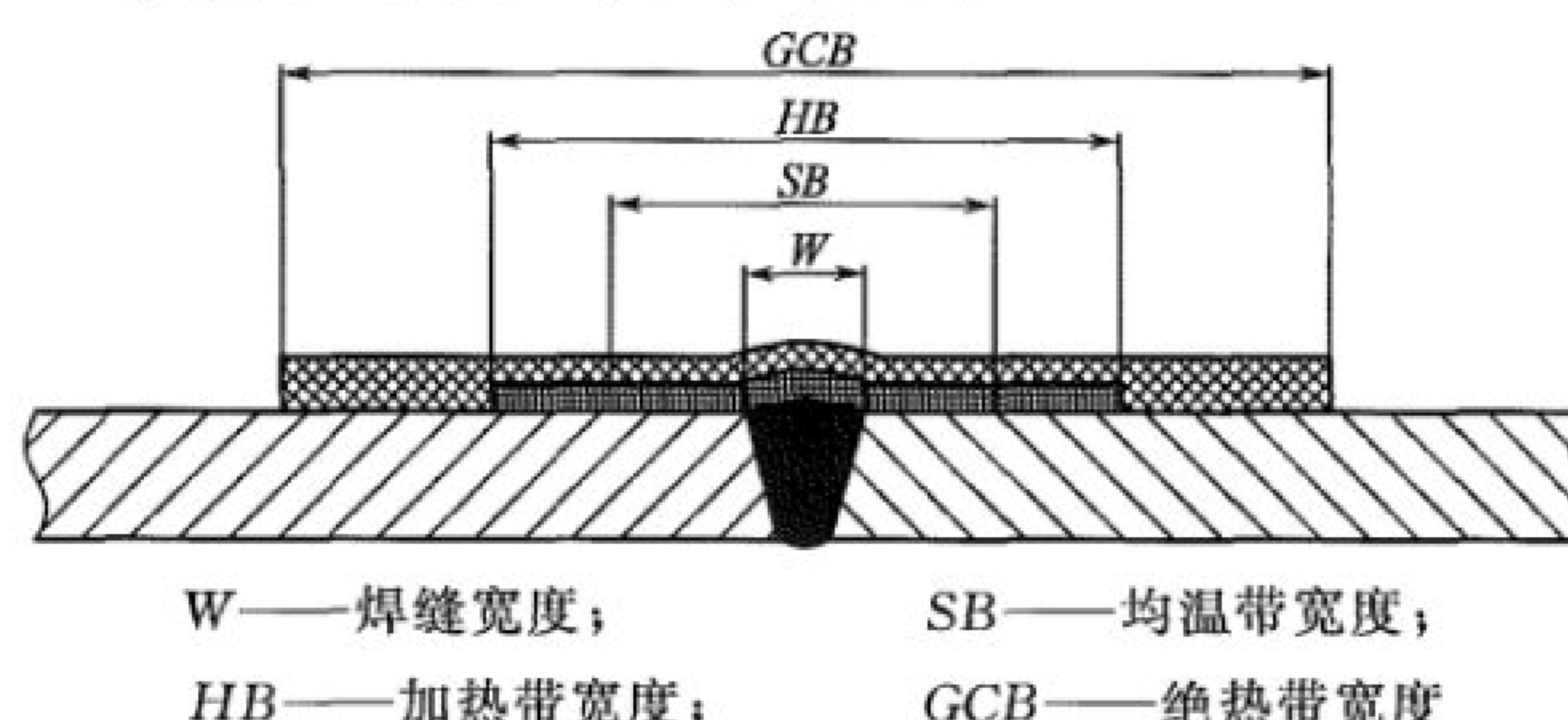


图3 局部焊后热处理示意图

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）进行局部焊后热处理时，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℃。

6.11.3.8 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

热处理后应出具热处理报告。

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 $R_m \geq 540 \text{ MPa}$ 的低合金钢制水煤浆气化炉，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要求见表 4。

表 4 气化炉焊接接头的无损检测

序号	检测时机	检测方法	检测的焊接接头和检测比例	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)封头热成形且正火加回火处理后 100 %超声检测； 2)A、B类焊接接头 100 %超声检测； 3)公称直径 $DN \geq 250 \text{ mm}$ 的 D 类焊接接头 100 %超声检测； 4)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	中间消除应力热处理之前或之后	磁粉检测	1)A、B、D 类焊接接头坡口 100 %磁粉检测； 2)所有焊接接头的全部外表面(包括补焊后的焊接接头)100 %磁粉检测； 3)A、B、D 类焊缝的清根表面 100 %磁粉检测； 4)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 $DN \geq 250 \text{ mm}$ 的 D 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
5		磁粉检测	所有焊接接头全部外表面 100 %磁粉检测	按 JB/T 4730 进行，Ⅰ级合格
6	水压试验合格后	超声检测	1)A、B类焊接接头 100 %超声检测； 2)公称直径 $DN \geq 250 \text{ mm}$ 的 D 类焊接接头 100 %超声检测	按 JB/T 4730 进行，检测技术等级 B 级，Ⅰ级合格
7		磁粉检测	所有焊接接头全部外表面(包括补焊部位)100 %磁粉检测	按 JB/T 4730 进行，Ⅰ级合格

7.3 堆焊层无损检测

除设计文件特殊要求外，气化炉堆焊层无损检测要求见表 5。

表 5 气化炉堆焊层的无损检测

序号	检测时机	检测方法	检测区域	检测和验收标准
1	堆焊前	磁粉检测	母材的待堆焊表面应 100 %磁粉检测	按 JB/T 4730 进行, I 级合格
2	中间消除应力热处理或消氢处理之前	渗透检测	1)堆焊层过渡层(包括公称直径 $DN\geq 250$ mm 接管的内表面过渡层)可以检测到的表面 100 %渗透检测; 2)堆焊层盖面层(包括公称直径 $DN\geq 250$ mm 接管的内表面盖面层)可以检测到的表面 100 %渗透检测	按 JB/T 4730 进行, I 级合格
3	焊后热处理之后	渗透检测	1)加工后的法兰堆焊密封面 100 %渗透检测; 2)设备内部与内件相连接的堆焊面 100 %渗透检测; 3)所有内件与堆焊层相连接焊接接头 100 %渗透检测; 4)堆焊层的返修补焊部位 100 %渗透检测	按 JB/T 4730 进行, I 级合格
4	水压试验合格后	渗透检测	所有内件与堆焊层相连接焊缝 100 %渗透检测	按 JB/T 4730 进行, I 级合格
5	面层堆焊后, 焊后热处理之前	超声检测	堆焊层 100 %超声检测	按 JB/T 4730 进行, I 级合格

8 耐压试验

8.1 试验时机

耐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。

8.2 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。

9 产品出厂文件要求

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、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;
- 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, 应采用油漆生产厂生产的原色油漆, 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	激冷室外表面	底漆:无机富锌防腐底漆,二道,每层最小干膜厚度 30 μm
2	燃烧室外表面	底漆:有机硅耐热底漆,二道,每层最小干膜厚度 30 μm; 面漆:有机硅耐热面漆,二道,每层最小干膜厚度 30 μm; 涂层干膜总厚度:不小于 120 μm
3	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
4	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
5	一般加工件表面	涂防锈油
6	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
7	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容器的使用要求、结构尺寸、重量大小、路程远近,运输方式(铁路、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 气化炉产品一般应整体出厂,如因运输条件限制,亦可分段出厂,且宜采用裸装。

10.3.3.1 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。

10.3.3.2 支座设计应能防止产品在运输过程中滚翻和窜动。

10.3.3.3 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(可挂标牌)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用塑料袋内封存,并钉在箱体内侧(宽×高一侧)。

10.3.8 非装箱件的装箱单,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
(规范性附录)
材料的补充规定

A.1 壳体锻件用 SA-182F11CL2 和 SA-336F11CL3 材料的力学性能和非金属夹杂物含量应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 锻件的力学性能和非金属夹杂物含量

钢种	交货状态	公称厚度/mm	室温抗拉强度 R_m /MPa	室温下屈服强度 ^a R_{eL} /MPa	室温断后伸长率 A /%	室温断面收缩率 Z /%	夏比(V形缺口)冲击吸收能量 ^b (-5℃)KV ₂ /J	非金属夹杂物
SA-182F11CL2	正火加回火	—	≥485	≥275	≥20	≥30	≥54 ^c	A、B、C、D 各类夹杂物的 细系和粗系级 别应符合以下 要求： A + C ≤ 2.0， B + D ≤ 2.0， A + B + C ≤ 3.5
SA-336F11CL3		—	515~690	≥310	≥18	≥40		

^a 当 R_{eL} 不明显时，采用规定塑性延伸率为 0.2 % 的应力 $R_{P0.2}$ 。

^b 进行冲击试验时应将试样的侧膨胀值和剪切断面率记录在质量证明文件中。

^c 一组三个试样的算术平均值 ≥ 54 J，只允许其中一个试样小于 54 J，但不得小于 48 J。

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
煤 气 化 炉 制 造 技 术 条 件
第 1 部 分：水 煤 浆 气 化 炉

NB/T 12002.1—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：155025·2201

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。