

备案号: J2585—2018

中华人民共和国化工行业标准



HG/T 20545—2018

代替 HG/T 20545—1992

---

# 化学工业炉受压元件制造技术规范

Technical specification of fabrication for  
pressure components of chemical furnace

2018-07-04 发布

2019-01-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布



中华人民共和国化工行业标准

# 化学工业炉受压元件制造技术规范

**Technical specification of fabrication for  
pressure components of chemical furnace**

HG/T 20545—2018

主编单位：中国成达工程有限公司

批准部门：中华人民共和国工业和信息化部

实施日期：2019 年 1 月 1 日

 北京科学技术出版社

中华人民共和国化工行业标准  
化学工业炉受压元件制造技术规范  
HG/T 20545—2018

北京科学技术出版社

网址: [www.bkydw.cn](http://www.bkydw.cn)

社址: 北京西直门南大街 16 号

邮政编码: 100035

电话传真: 0086-10-66135495 (总编室)

0086-10-66113227 (发行部) 0086-10-66161952 (发行部传真)

北京科学技术出版社发行 全国各地新华书店经销

三河市文阁印刷有限公司

---

开本: 880mm × 1230mm 1/16 印张: 2.75 字数: 42 千

版次: 2019 年 5 月第 1 版 2019 年 5 月第 1 次印刷

统一书号: 145714·08

定价: 35.00 元



京科版图书, 版权所有, 侵权必究。  
京科版图书, 印装差错, 负责退换。



# 中华人民共和国工业和信息化部

# 公 告

2018 年 第 36 号

工业和信息化部批准《V 型球阀》等 183 项行业标准（标准编号、名称、主要内容及实施日期见附件 1），其中机械行业标准 95 项、制药装备行业标准 5 项、汽车行业标准 11 项、航空行业标准 7 项、船舶行业标准 4 项、化工行业标准 8 项、石化行业标准 15 项、冶金行业标准 3 项、黄金行业标准 7 项、轻工行业标准 20 项、包装行业标准 1 项、电子行业标准 7 项；批准《TD-LTE 数字蜂窝移动通信网 终端设备技术要求（第一阶段）》等 3 项通信行业标准修改单（见附件 2），现予公布。行业标准修改单自发布之日起实施。

附件：3 项化工行业工程建设标准编号、标准名称和实施日期

中华人民共和国工业和信息化部

二〇一八年七月四日

附件：

3 项化工行业工程建设标准编号、标准名称和实施日期

| 序号  | 标准编号            | 标准名称            | 被代替标准编号         | 实施日期       |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|------------|
| 123 | HG/T 20641—2018 | 石灰窑砌筑技术条件       | HG/T 20641—1998 | 2019-01-01 |
| 124 | HG/T 20545—2018 | 化学工业炉受压元件制造技术规范 | HG/T 20545—1992 | 2019-01-01 |
| 125 | HG/T 20696—2018 | 纤维增强塑料化工设备技术规范  | HG/T 20696—1999 | 2019-01-01 |

## 前 言

本标准是根据工业和信息化部《关于印发 2015 年第二批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科函〔2015〕429 号文）的要求，由中国石油和化工勘察设计协会为主编部门，全国化工工业炉设计技术中心站负责组织，中国成达工程有限公司为主编单位，会同参编单位，在原行业标准《化学工业炉受压元件制造技术条件》HG/T 20545—1992 的基础上修订完成。

本标准自实施之日起代替《化学工业炉受压元件制造技术条件》HG/T 20545—1992。

本标准在修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，认真总结了我国化学工业炉受压元件在工程设计、制造、质量控制和验收等方面的实践经验，同时参考了国内外化学工业炉工程技术应用的大量资料，并在广泛征求意见的基础上，修改本标准，最后经审查定稿。

本标准共分为 6 章，主要内容包括总则、术语和定义、材料、制造、焊接、检验和试验等。

本标准与《化学工业炉受压元件制造技术条件》HG/T 20545—1992 相比，主要变化如下：

1. 将条文中“化学工业炉受压元件”修改为“化学工业管式炉受压元件”；
2. 根据近年来相关标准的变化，对引用标准做出相应的增补和修改；
3. 根据最新标准对材料牌号及类型进行了增补和修改；
4. 根据最新标准对轧制炉管相关制造技术要求进行了修改；
5. 更新了翅片管、钉头管等的技术规定；
6. 按最新标准对离心铸造炉管的制造技术规定进行了修改；
7. 按最新标准对静态铸造元件的制造技术规定进行了修改；
8. 按最新标准和技术对压制、热推制管件及异径管、焊制集合管、耐火衬里的筒体和元件的技术规定进行了修改；
9. 按最新标准对焊工资格、焊接规定、坡口要求等进行了更新；
10. 修改了焊接材料选用表及热处理要求；
11. 按最新标准和技术更新了检验方面的要求。

本标准由工业和信息化部负责管理，由中国石油和化工勘察设计协会负责日常管理，由中国成达工程有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请与中国成达工程有限公司联系（地址：四川省成都市天府大道中段 279 号；邮政编码：610041；电话：028-65530888，传真：028-65530000），以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

**主 编 单 位：**中国成达工程有限公司

**参 编 单 位：**江苏焱鑫科技股份有限公司

常州能源设备总厂有限公司

四川华源高温炉管有限公司

主要起草人：刘 斌 沈 结 陶革新 丁 宏 罗家宝 姜 波 雷 勇 彭 斌  
周渊博 唐翌群 王朝述 明晓先 李 光 仇晓东 陈 斌  
主要审查人：郭慧波 张海燕 芦 玲 于昕洋 李永辉 刘秦怡 张立铭 毛先胜  
蒋自平 李成义 田志锋 刘 克 薛 磊 许式龙 沈和云 李 明  
孙学波 傅宗国 程方清 孙守禄 郭 晶 刘晓山 孟丽萍 那永新  
王明国

# 目 次

|                |      |
|----------------|------|
| 1 总则           | (1)  |
| 2 术语和定义        | (2)  |
| 3 材料           | (4)  |
| 4 制造           | (5)  |
| 4.1 轧制炉管       | (5)  |
| 4.2 离心铸造炉管     | (11) |
| 4.3 管件         | (13) |
| 5 焊接           | (16) |
| 5.1 一般规定       | (16) |
| 5.2 焊接坡口       | (16) |
| 5.3 焊接材料及焊后热处理 | (17) |
| 6 检验和试验        | (19) |
| 6.1 外观检查       | (19) |
| 6.2 通球检查       | (19) |
| 6.3 无损检测       | (19) |
| 6.4 耐压试验       | (21) |
| 本标准用词说明        | (22) |
| 引用标准名录         | (23) |
| 附：条文说明         | (25) |



## Contents

|     |   |      |
|-----|---|------|
| 1   | General provisions .....                      | (1)  |
| 2   | Terms and definition .....                    | (2)  |
| 3   | Materials .....                               | (4)  |
| 4   | Manufacture .....                             | (5)  |
| 4.1 | Seamless wrought steel furnace tubes .....    | (5)  |
| 4.2 | Centrifugal casting tubes .....               | (11) |
| 4.3 | Fittings .....                                | (13) |
| 5   | Welding .....                                 | (16) |
| 5.1 | General .....                                 | (16) |
| 5.2 | Welding bevel .....                           | (16) |
| 5.3 | Welding material and heat treatment .....     | (17) |
| 6   | Inspection and test .....                     | (19) |
| 6.1 | Visual examination .....                      | (19) |
| 6.2 | Plug gauge examination .....                  | (19) |
| 6.3 | Nondestructive examination .....              | (19) |
| 6.4 | Pressure test .....                           | (21) |
|     | Explanation of wording in this code .....     | (22) |
|     | List of quoted standards .....                | (23) |
|     | Addition: Explanation of the provisions ..... | (25) |





# 1 总 则

- 1.0.1 为适应化学工业管式炉受压元件制造技术的进步，规范化学工业管式炉受压元件的制造、检验和试验等，制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于直接火焰加热的化学工业管式炉受压元件的制造、检验和验收。
- 1.0.3 本标准不适用于有耐火衬里的受压筒体、封头和元件，如气化炉、二段转化炉、冷壁集管等。
- 1.0.4 化学工业管式炉受压元件的选材、制造、焊接、检验和验收除应符合本标准外，还应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和定义

### 2.0.1 直接火焰加热受压元件 **directed fired pressure components**

承受内部或外部介质压力、同时受火焰直接加热的元件。

### 2.0.2 翅片管 **finned tube**

外表面带有纵向、横向或螺旋形翅片的炉管。常见的典型翅片结构形式如图 2.0.2 所示。

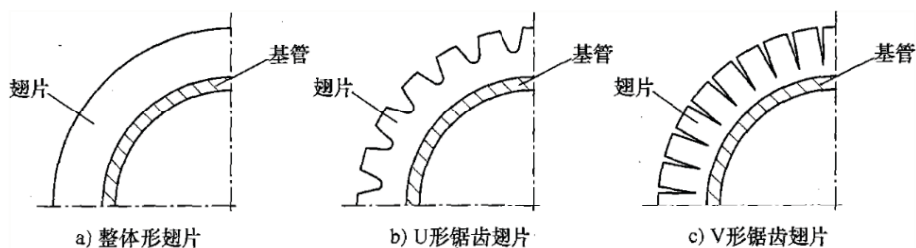


图 2.0.2 翅片结构形式

### 2.0.3 钉头管 **stud tube**

外表面带有钉头的炉管。常见的典型结构如图 2.0.3 所示。

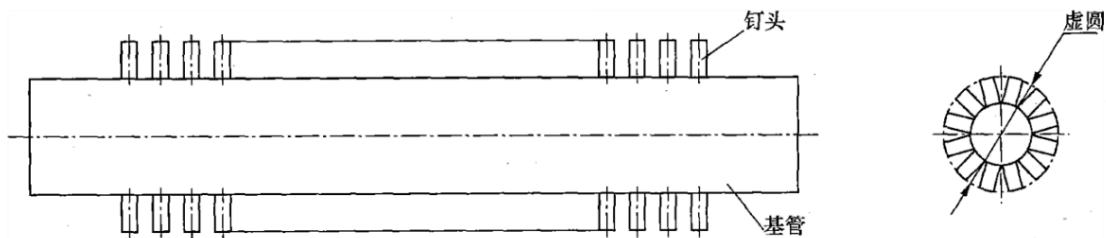


图 2.0.3 钉头管的典型结构

### 2.0.4 螺旋盘管 **helical coil**

弯制成螺旋线形状的炉管。

### 2.0.5 蛇形盘管 **serpentine coil**

由弯头或急弯弯管与直管组成的炉管。

### 2.0.6 集合管 **manifold**

多程并行流体进行集中和分配的总管。

### 2.0.7 离心铸造 **centrifugal casting**

将液体金属注入高速旋转的铸型内，使金属液在离心力的作用下形成铸件的技术和方法。

#### 2.0.8 静态铸造 static casting

将熔炼金属液体浇注入铸型内经静态（无外力）冷却凝固获得所需形状和性能的零件的制作方法。

#### 2.0.9 衬垫焊 back welding

在坡口背面放置焊接衬垫进行焊接的方法。

### 3 材 料

3.0.1 化学工业管式炉受压元件及其制造所采用的材料应符合现行行业标准《化学工业炉金属材料设计选用规定》HG/T 20684 的要求和设计文件的规定。

3.0.2 所有受压元件的原材料应具有出厂质量证明文件，有下列情况之一者应进行复验。材料复验结果应符合相应材料标准 and 设计文件的要求。

- 1 质量证明文件的内容或检验项目不完整；
- 2 制造单位对材料的质量有疑义；
- 3 用户要求增加检验的项目；
- 4 设计压力大于或等于 10MPa；
- 5 设计文件有规定时。

3.0.3 炉管包括光管和扩面管（翅片管、钉头管），光管应采用轧制无缝钢管或离心铸造管，扩面管的基管应采用轧制无缝钢管。

## 4 制 造

### 4.1 轧 制 炉 管

4.1.1 轧制炉管应符合如下一般规定：

- 1 轧制炉管组件的制造应符合本标准的要求。
- 2 除另有规定外，介质为水、蒸汽的炉管制造应符合现行国家标准《水管锅炉 第 5 部分：制造》GB/T 16507.5 中的规定。

4.1.2 炉管拼接应符合下列规定：

- 1 使用轧制无缝钢管制造的炉管，长度不大于 12m 时，宜采用整管制造；长度大于 12m 但不大于 24m 时，允许有一道拼接接头；长度大于 24m 时，允许有两道拼接接头。
- 2 炉管拼接接头距支架边缘应大于 300mm，上下两排管的拼接接头应错开至少 200mm。
- 3 对于弯制炉管，拼接接头应位于直管段，接头位置距离弯曲起点不应小于 200mm。
- 4 当无缝钢管的长度受到订货限制，拼接接头数量不能满足上述要求时，拼接接头数量可以增加，但应得到设计单位的书面认可。

4.1.3 炉管成型应符合下列要求：

- 1 碳素钢和低合金钢管弯制可根据炉管的材料、规格、弯曲半径、形状及弯管设备，采用热弯或冷弯。
- 2 不锈钢管宜采用冷弯。当采用热弯时，应避免加热时的渗碳且应避开引起晶间腐蚀的敏化温度。
- 3 炉管无论采用热弯还是冷弯，所有的弯曲部分不允许有凸起、折皱、扭结和其他影响质量的缺陷；当有缺陷时，应修磨至平滑，修磨后的最小壁厚应不小于设计所要求的最小壁厚。
- 4 炉管弯曲角度的允许偏差应符合下列规定：
  - 1) 同一平面上弯头的弯曲角度偏差为 $\pm 1^\circ$ ；
  - 2) 不在同一平面上两弯管空间夹角  $\alpha$  的偏差为 $\pm 1.5^\circ$ （图 4.1.3-1）。

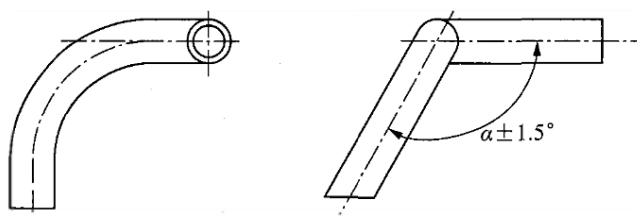


图 4.1.3-1 两弯管空间夹角偏差

5 炉管弯曲尺寸偏差值  $\Delta f$  为 $\pm 1.5\text{mm/m}$ ，最大为 $\pm 5\text{mm}$ （图 4.1.3-2）。

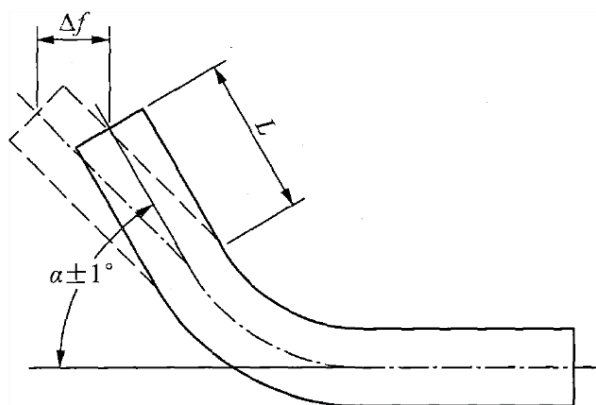


图 4.1.3-2 弯曲偏差

6 弯管的平面度  $\Delta a$  (图 4.1.3-3) 不应大于表 4.1.3-1 的规定。

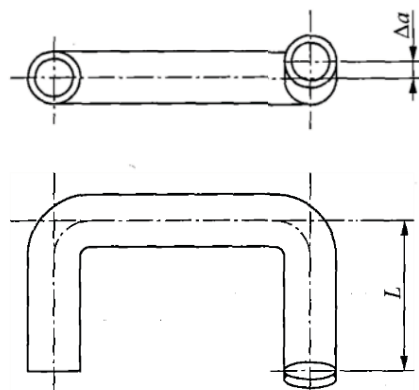


图 4.1.3-3 弯管的平面度偏差

表 4.1.3-1 弯管的平面度偏差

| 长度/mm                    | $L \leq 500$ | $500 < L \leq 1\,000$ | $1\,000 < L \leq 1\,500$ | $L > 1\,500$ |
|--------------------------|--------------|-----------------------|--------------------------|--------------|
| 平面度 $\Delta a/\text{mm}$ | $\leq 3$     | $\leq 4$              | $\leq 5$                 | $\leq 6$     |

7 蛇形盘管尺寸偏差 (图 4.1.3-4) 不应大于下列规定:

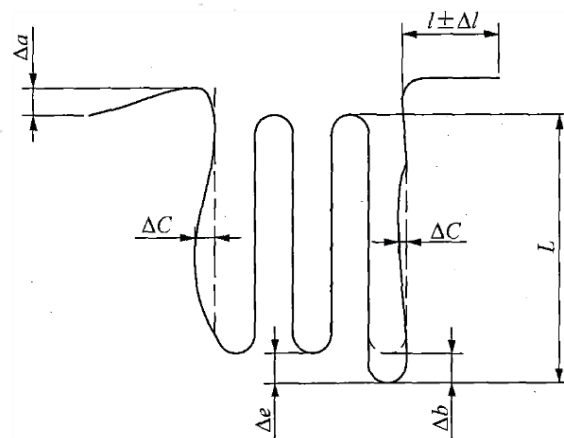


图 4.1.3-4 蛇形盘管的尺寸偏差

- 1) 管端偏差  $\Delta a$ : 当  $l \leq 400\text{mm}$  时,  $\Delta a \leq 2\text{mm}$ ; 当  $l > 400\text{mm}$  时,  $a \leq \frac{l}{200}$ ;
- 2) 最外边炉管的管段沿宽度偏移  $\Delta C$  不应大于  $5\text{mm}$ ;
- 3) 弯头沿长度方向偏移应符合表 4.1.3-2 的规定;

表 4.1.3-2 弯头沿长度方向偏移

| 蛇形盘管长度 $L/\text{mm}$             | $L \leq 6\,000$ | $6\,000 < L \leq 8\,000$ | $L > 8\,000$ |
|----------------------------------|-----------------|--------------------------|--------------|
| 弯头偏差 $\Delta b \leq / \text{mm}$ | 6               | 8                        | 10           |

- 4) 相邻弯头或任意两层蛇形盘管弯头沿长度方向偏移  $\Delta e$  不应大于  $D_o/4$  ( $D_o$  为炉管外径), 且不大于  $8\text{mm}$ 。

8 平面蛇形盘管装管夹后的平面度 (图 4.1.3-5) 每  $300\text{mm}$  之  $\Delta C$  值不应大于  $4\text{mm}$ , 且最大偏差不应大于  $12\text{mm}$ , 不得强行组装。

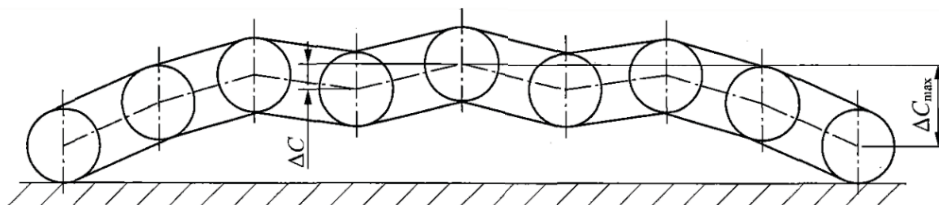


图 4.1.3-5 蛇形盘管的平面度

- 9 螺旋盘管偏差 (图 4.1.3-6) 应符合下列规定:

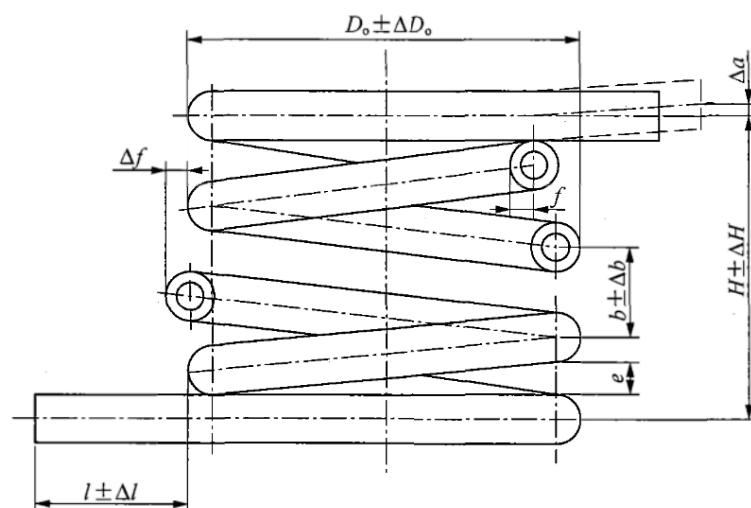


图 4.1.3-6 螺旋盘管的尺寸偏差

- 1) 盘管外径偏差:  $\Delta D_o$  为 $\pm 10\text{mm}$ ;
- 2) 相邻管圈间距偏差:  $\Delta b$  为 $\pm 3\text{mm}$ ;
- 3) 盘管高度偏差  $\Delta H$  每米允许  $3\text{mm}$ , 总高度偏差不应大于  $6\text{mm}$ ;
- 4) 盘管的个别管圈与炉管内外表面的偏差  $\Delta f$  不应大于  $5\text{mm}$ ;
- 5) 盘管偏移  $\Delta a$ 、管端长度偏差  $\Delta l$  按 1) 和 2) 的规定。

10 弯管减薄率、内外侧最小壁厚应符合如下要求:

- 1) 弯头外侧减薄

弯管后外侧任何一点的壁厚不得小于式 (4.1.3-1) 的计算值:

$$\delta_a \geq (\delta_t + C_1) \times \left( 1 - \frac{1}{4R/D_o + 2} \right) \quad \dots\dots\dots (4.1.3-1)$$

式中:

- $\delta_t$ ——直管计算壁厚, mm;
- $C_1$ ——腐蚀裕量, mm;
- $R$ ——平均弯曲半径, mm;
- $D_o$ ——炉管公称外径, mm。

- 2) 弯头内侧增厚

公称外径大于  $100\text{mm}$  的炉管, 弯后内侧任何一点的壁厚不得小于式 (4.1.3-2) 的计算值:

$$\delta_i \geq (\delta_t + C_1) \times \left( 1 + \frac{1}{4R/D_o - 2} \right) \quad \dots\dots\dots (4.1.3-2)$$

11 炉管弯头处圆度  $a$  按式 (4.1.3-3) 计算, 其值不应超过: 薄壁管为  $5\%$ , 厚壁管为  $8\%$ 。

$$a = 2 \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\max} + D_{\min}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4.1.3-3)$$

式中:

- $a$ ——弯头处炉管圆度;
- $D_{\max}$ ——弯头顶点上测得的最大外径, mm;
- $D_{\min}$ ——在  $D_{\max}$  同一横断面上测得的最小外径, mm。

12 常用炉管材料弯制后热处理条件可按表 4.1.3-3 和表 4.1.3-4 的规定。



表 4.1.3-3 常用炉管冷弯后热处理条件

| 材料组别                         | 钢 号  | 变形率 $\sigma^a$ | 热处理条件          |                                |                  |
|------------------------------|--|----------------|----------------|--------------------------------|------------------|
|                              |  |                | 热处理温度/℃        | 保温时间/hr                        | 冷却方式             |
| Fe-1                         | 20   |                | 不进行热处理         |                                |                  |
| Fe-3<br>Fe-4<br>Fe-5<br>Fe-6 | 12CrMo<br>15CrMo                               | $<0.5A$        | 不进行热处理         |                                |                  |
|                              |  | $\geq 0.5A$    | 650~680 退火     | Max ( $\delta/25$ , 不少于 0.5hr) | 315℃以下静止空气中冷却    |
|                              | 12Cr1Mo<br>12Cr1MoV<br>12Cr2Mo                 | $<0.5A$        | 不进行热处理         |                                |                  |
|                              |  | $\geq 0.5A$    | 680~730 退火     | Max ( $\delta/25$ , 不少于 0.5hr) | 315℃以下静止空气中冷却    |
|                              | 12Cr5MoI<br>12Cr5MoNT<br>12Cr9MoI<br>12Cr9MoNT | $<0.5A$        | 不进行热处理         |                                |                  |
|                              |  | $\geq 0.5A$    | 700~750 退火     | Max ( $\delta/25$ , 不少于 0.5hr) | 315℃以下静止空气中冷却    |
| Fe-8                         | S30409<br>S31609<br>S32169<br>S34779           | 任意             | 不进行热处理         |                                |                  |
|                              | S31008   | 任意             | 1 100~1 150 固溶 | Max ( $\delta/25$ , 不少于 1hr)   | 水急冷 <sup>b</sup> |
|                              | Incoloy 800H/800HT                             | 任意             | 1 100~1 150 固溶 | Max ( $\delta/25$ , 不少于 1hr)   | 水急冷 <sup>b</sup> |

<sup>a</sup>  $\sigma=100r/R\%$ , 其中:  $r$ ——管子外半径,  $R$ ——管子中心线的公称弯曲半径,  $\sigma$ ——冷弯时按最大变形率计算的成型应变或极限纤维伸长率;  $A$ ——原材料相应技术条件、等级和厚度所规定的材料最小伸长率。

<sup>b</sup> 当设计温度低于 816℃时, S31008, Incoloy 800H/800HT 可不进行热处理。

表 4.1.3-4 炉管热弯后热处理条件

| 材料组别                         | 钢 号  | 热处理条件   |                                |               |
|------------------------------|--|---|--------------------------------|---------------|
|                              |  | 热处理温度/℃   | 保温时间/hr                        | 冷却方式          |
| Fe-1                         | 20   | 不进行热处理  |                                |               |
| Fe-3<br>Fe-4<br>Fe-5<br>Fe-6 | 12CrMo<br>15CrMo                               | 900~960 正火  | Max ( $\delta/25$ , 不少于 0.5hr) | 315℃以下静止空气中冷却 |
|                              | 12Cr1Mo<br>12Cr1MoV<br>12Cr2Mo                 | 900~960 正火+680~730 回火   | Max ( $\delta/25$ , 不少于 0.5hr) | 315℃以下静止空气中冷却 |
|                              | 12Cr5MoI<br>12Cr5MoNT<br>12Cr9MoI<br>12Cr9MoNT | 900~960 正火+720~800 回火   | Max ( $\delta/25$ , 不少于 0.5hr) | 315℃以下静止空气中冷却 |
|                              | S30409<br>S31609<br>S32169<br>S34779           | 热轧 (挤压) $\geq 1 050^\circ\text{C}$ , 水急冷<br>冷拔 (轧) $\geq 1 100^\circ\text{C}$ , 水急冷 |                                |               |
| Fe-8                         | S31008<br>S33010                               | 1 100~1 150 固溶  | Max ( $\delta/25$ , 不少于 1hr)   | 水急冷           |
|                              | Incoloy 800H/800HT                             | 1 100~1 150 固溶  | Max ( $\delta/25$ , 不少于 1hr)   | 水急冷           |

注: 特殊要求的钢管热弯成型后, 材料应通过热处理恢复出厂状态。

- 13 设计文件注明有抗应力腐蚀要求的碳钢、低合金钢制作的弯管均应进行消除应力的热处理。
- 4.1.4 高频电阻焊螺旋翅片管制造应符合下列规定：
- 1 翅片管翅片与基管焊接前应进行焊接工艺评定，评定合格后方可投入生产；焊接应采用连续、低熔深的高频电阻焊，并符合设计文件的规定。
  - 2 翅片管的尺寸及偏差、检验方法及规则等均应符合现行行业标准《高频电阻焊螺旋翅片管》HG/T 3181 的规定及设计文件的要求。
  - 3 除设计文件另有规定外，翅片焊后不需进行热处理。
- 4.1.5 钉头管制造应符合下列规定：
- 1 钉头管钉头与基管焊接前应进行焊接工艺评定，焊接工艺评定合格后方可投入生产；焊接应采用电阻焊，并符合设计文件的规定。
  - 2 焊接工艺评定所用焊接试样的规格和材质应与供货产品相同，且满足以下规定，焊接工艺评定为合格：
    - 1) 焊着率，即钉头与基管的焊接熔合面与钉头横截面之比不得小于 90%；
    - 2) 钉头与基管焊接后的抗拉强度不得小于 170MPa；
    - 3) 钉头与基管焊接根部的熔深应小于 0.5mm。
  - 3 钉头宜采用比设计直径大 2mm 的钢棒冷拔而成。
  - 4 除设计文件另有规定外，钉头焊接后不需进行热处理。
  - 5 钉头管尺寸偏差应符合下列规定：
    - 1) 钉头高度允许偏差为 $\pm 1.0\text{mm}$ ；
    - 2) 钉头直径允许偏差为 $\pm 0.2\text{mm}$ ，钉头端部形成的虚圆直径误差为 $\pm 2.0\text{mm}$ ；
    - 3) 钉头周向及轴向间距偏差为 $\pm 2.0\text{mm}$ ，且钉头总数的偏差为 $\pm 2\%$ ；
    - 4) 钉头垂直度允差应为钉头高度的 4%，且不应大于 1.5mm；
    - 5) 基管直线度允差为 1mm/1m，且不应大于 8mm，长度偏差为 $\pm 2.0\text{mm}$ 。
  - 6 检验方法应按以下规定：
    - 1) 钉头与基管焊接的焊着率、抗拉强度、根部熔深的测试仅在焊接工艺评定试样上进行，并应符合下列要求：
      - a) 焊着率的检验方法：将被检试样钉头敲掉后，测量钉头端面的熔合面积，熔合面积以剥离面呈灰白色为准。抽查的所有焊着率的算术平均值不得小于 90%；
      - b) 抗拉强度的检验方法：抗拉强度拉伸试验按现行国家标准《金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法》GB/T 228.1 进行，抗拉强度值不得小于 170MPa；
      - c) 根部熔深的检验方法为：沿钉头中心线纵向剖开，测量其熔池深度。
    - 2) 钉头管产品的焊着率检查为用 0.5kg 重的钢锤轻敲钉头的一侧（约  $5.5\text{J}/\text{cm}^2$  的冲击值），以钉头不脱落为合格。
    - 3) 尺寸偏差均采用卷尺测量，直线度应采用拉线法测量，虚圆直径应采用长度 200mm 的套筒测量，套筒内径等于虚圆直径加上 4mm，以套管顺利通过为合格。

4) 水压试验压力应按设计文件规定的要求执行, 保压时间不应小于 5min, 试验方法和合格标准应符合 TSG 21—2016《固定式压力容器安全技术监察规程》和现行国家标准《压力容器 第 4 部分: 制造、检验和验收》GB/T 150.4 的有关规定。

7 检验规则应符合下列要求:

1) 组批的原则: 钉头管按批进行检测, 每批应由同一材质、同一制作工艺、同一焊接设备的钉头管组成。

2) 检测数量应符合下列规定:

a) 产品焊着率检测数量: 当每批钉头管数量为 30 根及以下时, 应取 3 根, 每批为 30 根以上时, 应取 5 根。每根钉头管抽取应不少于 6 个钉头试样, 且应在钉头管两端和中间随机取样;

b) 尺寸外观检查: 随机抽查 10%, 且应不少于 5 根;

c) 水压试验: 逐根检验。

3) 上述各项成品检验, 当有某一项检验结果不符合标准要求时, 应将初验不合格的钉头管挑出, 再取双倍数的试样进行该不合格项复检。复检结果仍不合格, 应逐根进行检验验收, 对不合格品允许返修, 返修仍不合格的应报废。

## 4.2 离心铸造炉管

4.2.1 除另有注明外, 离心铸造炉管材料及制造应符合现行行业标准《高温承压用离心铸造合金炉管》HG/T 2601 的规定。

4.2.2 炉管拼接与组对应符合下列规定:

1 每根长管拼接接头数量应按设计文件的规定, 当设计文件未作规定时, 则应符合现行行业标准《高温承压用离心铸造合金炉管》HG/T 2601 中的规定。

2 拼接管段长度最短不得小于 1.2m, 其拼接位置应位于组焊长管的端头。

3 组对时应将坡口及其焊接接头两侧 20~30mm 宽度范围内影响焊接质量的凹凸不平处、裂纹、分层、夹渣等进行打磨。但必须保证炉管和管件的最小壁厚。

4 不允许强行组对和拼接。

5 管段间焊接的内壁对口错边量应小于或等于 0.25mm。

6 离心铸造炉管组对后, 每根炉管的直线度公差在任意 1m 长度范围内应小于 1mm, 且全长范围内应小于等于 10mm。

7 离心铸造炉管总长不大于 6m 时, 长度极限偏差为+3.2mm; 总长大于 6m 且不大于 10m 时, 长度极限偏差为+6.4mm; 总长大于 10m 时, 长度极限偏差为+10.0mm。

8 离心铸造炉管的开孔、坡口等均应采用机械加工。图样上未注明的自由尺寸公差按现行国家标准《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》GB/T 1804—2000 规定中的 m 级精度。

9 炉管、管件组对应符合下列规定:

1) 壁厚相同的炉管、管件组对时, 内壁错边量  $\Delta\delta$  不应超过壁厚的 10%, 且不大于 1mm (图 4.2.2-1);

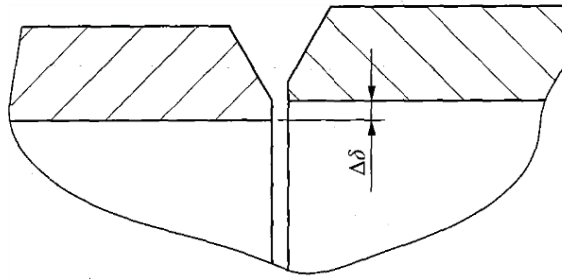


图 4.2.2-1 内壁错边量

2) 壁厚不同的炉管、管件组对时, 当内壁错边量超过 1mm 时, 应按下列规定型式进行加工 (图 4.2.2-2);

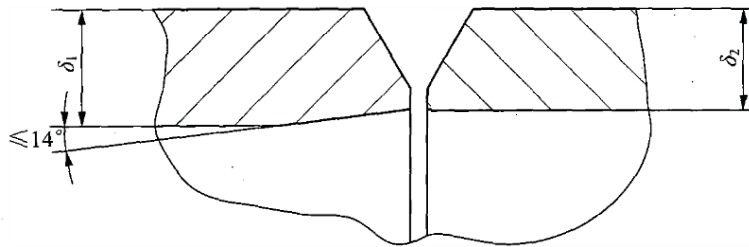


图 4.2.2-2 内壁斜坡口

3) 外壁错边量: 当薄件厚度小于或等于 10mm、厚度差大于 3mm 时; 当薄件厚度大于 10mm、厚度差大于薄件厚度的 30%, 或超过 5mm 时, 外壁斜坡口加工应符合图 4.2.2-3 的规定;

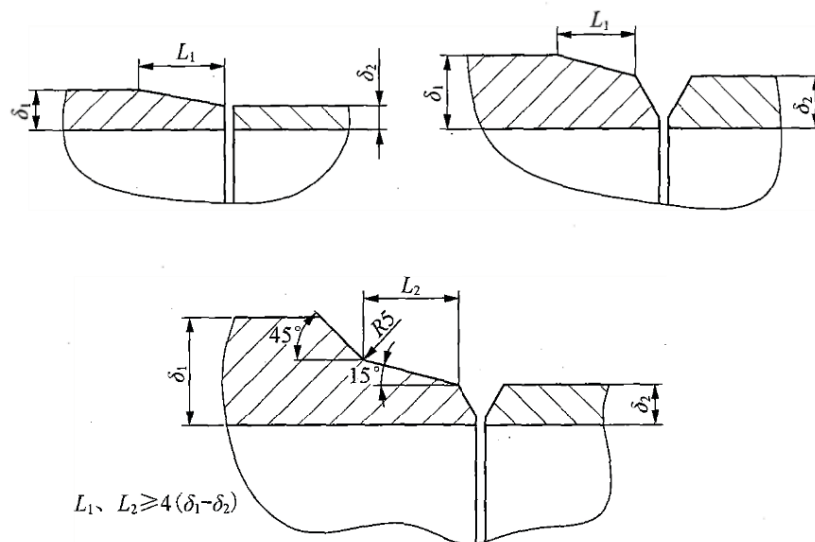


图 4.2.2-3 外壁斜坡口

4) 法兰面应垂直于炉管中心线, 其偏差  $\Delta f$  (图 4.2.2-4) 不得大于法兰外径的 1%, 且不应大于 2mm。



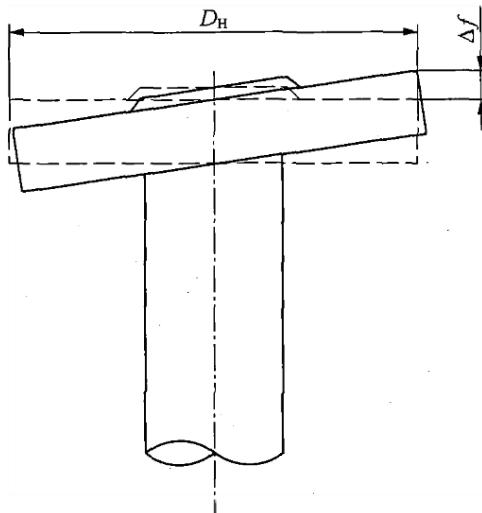


图 4.2.2-4 法兰面偏差

### 4.3 管 件

4.3.1 管件应符合现行国家标准《钢制对焊管件 类型与参数》GB/T 12459 和《钢制承插焊、螺纹和对焊支管座》GB/T 19326 的规定。

4.3.2 锻造管件应符合以下要求：

1 非标锻造管件应按现行行业标准《承压设备用碳素钢和合金钢锻件》NB/T 47008—2017 和《承压设备用不锈钢和耐热钢锻件》NB/T 47010—2017 的有关规定和设计文件的规定，其锻件级别不应低于Ⅱ级。

2 对不锈钢耐热钢锻件要求做晶粒度检验，并按现行国家标准《金属平均晶粒度测定方法》GB/T 6394 的规定。用于高温下的奥氏体不锈钢耐热钢，含碳量下限大于或等于 0.04% 者，晶粒度应粗于或等于 6 级。对于 Incoloy 800H/800HT 的锻件，合格标准为 5 级或者更粗。

3 除另有注明外，锻件机械加工公差应按设计图样规定，机械加工表面的自由尺寸公差应按现行国家标准《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》GB/T 1804—2000 规定中的 m 级精度，非机械加工表面的自由尺寸公差应按 f 级精度。

4.3.3 铸造管件应符合以下要求：

1 化学工业管式炉受压元件用铸钢应符合下列标准规定：

1) 耐热钢和低合金钢铸件应符合现行国家标准《一般用途耐热钢和合金铸件》GB/T 8492 的规定；

2) 对于高合金钢静态铸件，应测定高温短时机械性能和持久试验，其指标应符合现行行业标准《高温承压用静态铸造合金管件》HG/T 3673 的规定。

2 铸件的内外表面应光洁，不应有裂纹、冷隔、夹砂、缩孔、砂眼、疏松和机械伤痕等缺陷。

3 除另有注明外,铸件的尺寸公差和机械加工余量应符合图纸或设计文件的要求,当设计未注明时,应符合现行国家标准《铸件 尺寸公差、几何公差与机械加工余量》GB/T 6414 的规定。

#### 4.3.4 集合管应符合下列规定:

1 当集合管采用钢板制作时,应符合以下规定:

1) 碳素钢和低合金钢钢板应在正火状态下使用。

2) 钢板应按现行行业标准《承压设备无损检测 第3部分:超声检测》NB/T 47013.3—2015 逐张进行 100%超声检测,合格等级不应低于 II 级。

3) 集合管本体成型后的实际厚度不应小于设计需要的最小壁厚。

4) 当采用冷成型时,应考虑所用钢材的冷脆性。

5) 当采用经过正火、正火加回火或调质处理的钢板时,宜采用冷成型或温成型。温成型时,应避开钢材的回火脆性温度区。

6) 集合管组装时,焊接接头的布置应符合以下要求:

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 100mm;

b) 集合管宜整根制作。需拼接时,筒体任一筒节长度不应小于 500mm;

c) 不宜采用十字焊缝。

2 当集合管采用无缝管制作时,应按现行行业标准《承压设备无损检测 第3部分:超声检测》NB/T 47013.3—2015 逐根进行 100%超声检测, I 级合格。

3 标准抗拉强度下限值  $R_m \geq 540\text{MPa}$  的低合金钢材及 Cr-Mo 钢材经热切割的坡口表面,加工完成后应按现行行业标准《承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测》NB/T 47013.4—2015 进行磁粉检测, I 级合格。

4 施焊前,应清除坡口及两侧母材表面至少 20mm 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。

5 除另有规定外,集合管直线度允许偏差不应大于筒体长度( $L$ )的  $1‰$ 。当筒体长度为 30m 时,其直线度允许偏差不应大于  $(0.5L/1\ 000) + 15$ 。

6 集合管上加强接头应符合下列规定:

1) 集合管上加强接头的倾斜度  $\Delta\alpha$  不得大于 1.5mm。加强接头管端倾斜度  $\Delta h$  不得大于 1mm (见图 4.3.4-1);

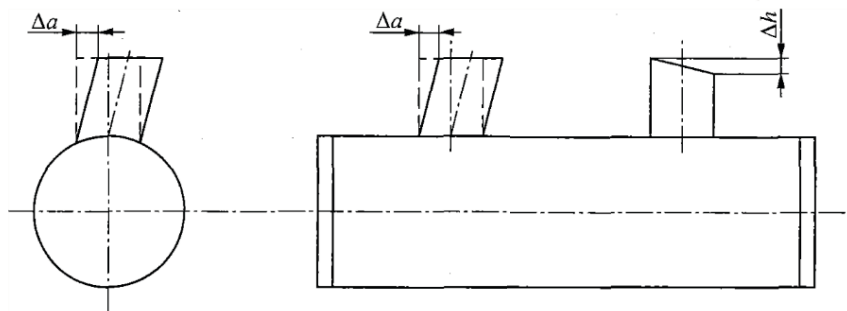


图 4.3.4-1 集合管上加强接头倾斜度

2) 集合管上成排加强接头中任意或相邻两个加强接头的管端节距偏差  $\Delta t$  为  $\pm 2\text{mm}$ ，成排的短加强接头，其两端 2 个加强接头高度偏差  $\Delta h$  为  $\pm 1\text{mm}$ ，其余加强接头的高度均以两端加强接头为基准呈直线排列，其允许偏差  $\Delta h$  为  $\pm 2\text{mm}$ （见图 4.3.4-2）；

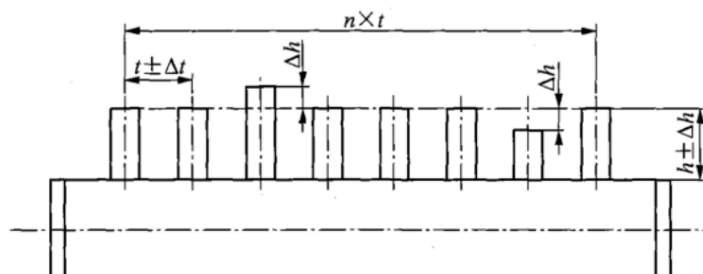


图 4.3.4-2 集合管上成排加强接头偏差

3) 安放式加强接头中心线和管孔中心线间的同轴度  $\Delta C$  不应超过  $0.5\text{mm}$ （见图 4.3.4-3）。

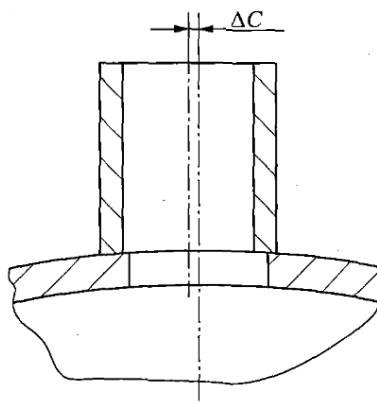


图 4.3.4-3 加强接头与管孔同轴度偏差

7 热拔接头集合管应符合下列规定：

- 1) 拔口口部直径允许偏差为  $\pm 1\%$ ，壁厚允许偏差应满足设计文件要求；
- 2) 集合管上相邻两拔口中心距允许偏差为  $\pm 1.5\text{mm}$ ，任意两拔口中心距允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ；
- 3) 拔口斜度（在拔口内壁测量）不应大于  $1\text{mm}$ ；
- 4) 各拔口之间的高度偏差不应大于  $2\text{mm}$ ；
- 5) 所有拔口中心线应在一条直线上，其直线度不应大于  $4\text{mm}$ ；
- 6) 集合管总长的直线度（从 4 个不同角度测量）不应大于  $6\text{mm}$ 。

## 5 焊 接

### 5.1 一 般 规 定

- 5.1.1 化学工业管式炉受压元件的焊接（含缺陷修补）必须由考试合格的专职（专项）焊工担任。
- 5.1.2 焊接工艺评定应按现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014 进行。对于铸造合金炉管可免做弯曲试验，但应增加高温性能试验，其试验要求应按现行行业标准《高温承压用离心铸造合金炉管》HG/T 2601 及设计文件的规定。
- 5.1.3 施焊环境及焊前准备应按现行行业标准《压力容器焊接规程》NB/T 47015—2011 中 3.5 和 3.6 的相关规定执行。
- 5.1.4 翅片及钉头焊接应符合本标准第 4 章的相关规定。

### 5.2 焊 接 坡 口

- 5.2.1 化学工业管式炉受压元件的焊接坡口加工方法应采用机械加工方法，表面粗糙度不宜低于  $12.5\mu\text{m}$ 。
- 5.2.2 除另有注明外，焊接接头坡口型式及尺寸应符合现行行业标准《钢制化工容器结构设计规定》HG/T 20583 的规定，当设计无规定时，应符合下列规定：
- 1 轧制炉管焊接坡口见图 5.2.2-1、图 5.2.2-2、图 5.2.2-3。

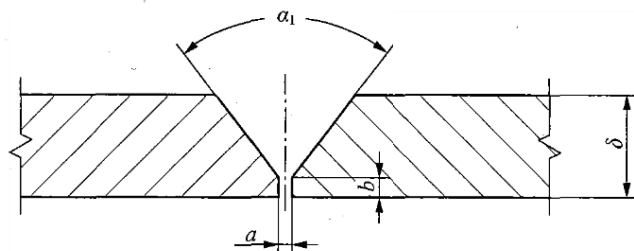


图 5.2.2-1 Y 型坡口

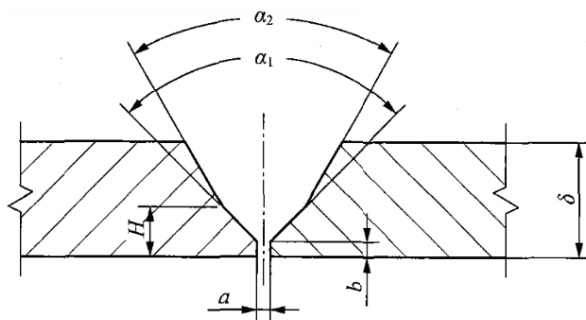


图 5.2.2-2 VY 型坡口



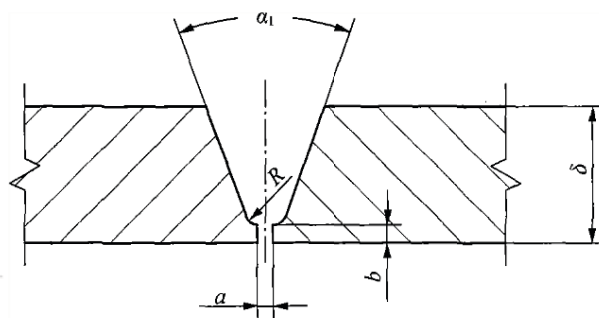


图 5.2.2-3 U 型坡口

2 离心铸造炉管管段之间的对接接头坡口型式与尺寸见图 5.2.2-4。

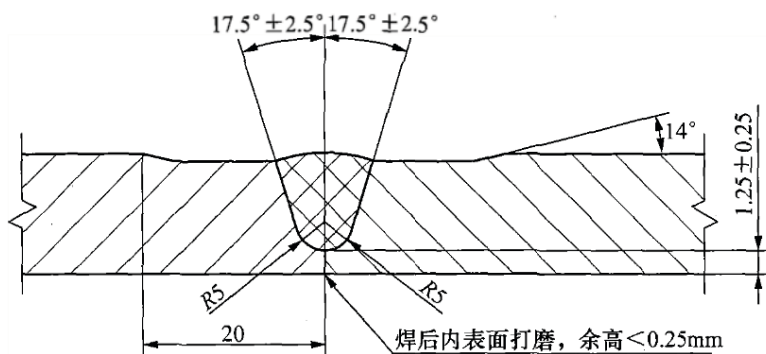


图 5.2.2-4 离心铸造坡口

### 5.3 焊接材料及焊后热处理

- 5.3.1 选用焊接材料应保证焊缝金属的力学性能高于或等于母材规定的限值。
- 5.3.2 不同强度等级钢号的碳素钢、低合金钢钢材之间相焊，选用焊接材料应保证焊缝金属的抗拉强度高于或等于强度较低一侧母材抗拉强度下限值，且不应大于强度较高一侧母材保证规定的上限值。
- 5.3.3 除另有注明外，焊接材料的选用应符合现行行业标准《化学工业炉金属材料设计选用规定》HG/T 20684 的有关规定。
- 5.3.4 焊前预热和焊后热处理制度，应根据每种焊接材料的特性，按照现行国家标准《压力容器 第 4 部分：制造、检验和验收》GB/T 150.4 和现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014、《压力容器焊接规程》NB/T 47015 的有关规定及相关标准的要求进行。
- 5.3.5 不同钢号的材料相焊时，焊前预热温度按预热温度要求较高的钢号选取。
- 5.3.6 应采用经焊接工艺评定合格的焊接材料及焊接工艺。
- 5.3.7 焊后热处理应按照现行国家标准《压力容器 第 4 部分：制造、检验和验收》GB/T 150.4

和《承压设备焊后热处理规程》GB/T 30583 的规定，但温度不应超过两者任一钢号的下转变温度。对于奥氏体不锈钢的焊接，一般焊后不需要热处理，当有特殊要求时，应在设计文件中予以注明。

5.3.8 所有焊接接头应采用全截面焊透结构，炉管和管件不允许采用衬垫焊接法。

5.3.9 对于任何焊接接头，当焊根两侧不能去除焊药和焊渣时，根部焊道应采用惰性气体保护焊。

## 6 检验和试验

### 6.1 外观检查

6.1.1 化学工业管式炉受压元件制造完成后,全部外观质量和尺寸公差应符合本标准和设计文件的要求,检验方法应在设计文件中明确。

6.1.2 焊接接头不允许有裂缝、气孔、弧坑、夹渣和不熔合。除低合金钢、不锈钢、镍基合金以及离心铸造炉管焊接接头不得有咬边外,其他焊接接头咬边深度不应大于 0.5mm。焊接接头两侧咬边的总长不得超过该焊接接头长度的 10%。

6.1.3 焊接接头表面不应低于母材,焊接接头余高:离心铸造炉管不应大于 1.6mm;轧制炉管的焊接接头余高应符合现行国家标准《压力容器 第4部分:制造、检验和验收》GB/T 150.4—2011 中 7.3.1 的规定。

6.1.4 角接接头的焊接接头应具有圆滑过渡至母材的几何外形。

### 6.2 通球检查

6.2.1 轧制炉管焊后应进行塞规或通球检查,塞规或通球的直径按照表 6.2.1-1 的规定。

表 6.2.1-1 通球检查

| 炉管内径/mm         | $D_i \leq 25$   | $25 < D_i \leq 40$ | $40 < D_i \leq 55$ | $D_i > 55$     |
|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------|
| 通球直径            | $\geq 0.75 D_i$ | $\geq 0.8 D_i$     | $\geq 0.85 D_i$    | $\geq 0.9 D_i$ |
| 注: $D_i$ 为炉管内径。 |                 |                    |                    |                |

6.2.2 离心铸造炉管组焊后应进行塞规或通球检查。塞规或通球的直径为炉管内径减 3.2mm。

### 6.3 无损检测

#### 6.3.1 表面检测

1 轧制炉管的每条焊接接头表面及缺陷修磨或补焊的表面,应进行 100%磁粉或渗透检测,应分别按现行行业标准《承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测》NB/T 47013.4—2015 和《承压设备无损检测 第5部分:渗透检测》NB/T 47013.5—2015 的规定进行, I 级为合格。

2 离心铸造炉管焊接接头坡口及内外表面应进行 100%渗透检测,应按现行行业标准《承压设备无损检测 第5部分:渗透检测》NB/T 47013.5—2015 的规定进行, I 级为合格。

3 根焊道全部焊接接头表面应进行 100%渗透检测,应按现行行业标准《承压设备无损检测 第5部分:渗透检测》NB/T 47013.5—2015 的规定进行, I 级为合格。

4 离心铸造炉管与接管、加强接头等相接的角焊接接头根层焊道和焊接接头表面应进行 100%

渗透检测，应按现行行业标准《承压设备无损检测 第5部分：渗透检测》NB/T 47013.5—2015 的规定进行，Ⅰ级为合格。

### 6.3.2 射线检测

1 轧制炉管对接接头应符合现行国家标准《压力容器 第4部分：制造、检验和验收》GB/T 150.4—2011 和《承压设备无损检测 第2部分：射线检测》NB/T 47013.2—2015 的有关规定进行射线检测，技术等级不应低于 AB 级。轧制炉管对接接头的射线检测数量，当设计文件未作规定时，应按表 6.3.2-1 的规定。

表 6.3.2-1 射线检测数量

| 材 料                                | 设计温度/℃ | 设计压力/MPa | 每条焊接接头的检测比例/% |
|------------------------------------|--------|----------|---------------|
| 10, 20                             | ≤370   | ≥10      | 100           |
|                                    |        | <10      | ≥25           |
|                                    | >370   | ≥4       | 100           |
|                                    |        | <4       | ≥25           |
| 16Mo, 12CrMo, 15CrMo               | ≤450   | ≤1.6     | ≥25           |
|                                    | ≤450   | >1.6     | 100           |
|                                    | >450   | 任意       | 100           |
| 12Cr2Mo, 12Cr1MoV, 1Cr5Mo, 1Cr9Mo1 | 任意     | 任意       | 100           |
| S30409, S32168                     | ≤450   | ≥4       | 100           |
| S31008                             | ≤450   | <4       | ≥25           |
| Incoloy 800H/800HT                 | >450   | 任意       | 100           |

2 离心铸造炉管所有对接接头应 100%射线检测，应按照现行行业标准《承压设备无损检测 第2部分：射线检测》NB/T 47013.2—2015 的规定进行，技术等级不应低于 AB 级，Ⅱ级为合格。

3 蛇形盘管采用小半径弯头，弯头与直管段连接的焊接接头因结构上难以实现 100%射线检测时，可以与设计单位协商降低每条焊接接头的射线检测比例，但不得低于 50%，未检测到部分用磁粉或渗透检测代替。

### 6.3.3 其他要求应符合下列规定：

1 焊接接头不合格部位必须进行返修。焊接接头同一部分的返修次数不宜超过 2 次。当超过 2 次时，返修前均应经制造单位技术负责人批准。返修次数、部位和返修情况记入质量证明书。返修后应按原规定方位进行检测。

2 焊后热处理后应进行硬度测定。检查数量：当炉管外径大于 57mm 时，为焊接接头总量的 10%以上；当炉管外径小于或等于 57mm 时，为焊接接头总量的 5%以上。每个焊口不得少于 1 处，每处 3 点（焊接接头、热影响区和母材）。焊接接头及热影响区的硬度值：碳钢不应超过母材的 120%，合金钢不应超过母材的 125%。热处理后，当硬度值超过规定时，应重新进行热处理，并进行硬度



测定。

3 锻件应根据其所属级别中规定的项目进行检查，且符合相应级别标准。

4 除另有注明外，高合金静态铸件应抽样进行射线检测，数量不应少于订货数量的 5%，且不应少于 2 件，其结果符合现行国家标准《铸钢件射线照相检测》GB/T 5677 中的规定，II 级为合格。

## 6.4 耐压试验

6.4.1 受压元件制造完成并检验合格后，必须进行耐压试验，耐压试验的项目和要求应在设计文件中注明。

6.4.2 液压试验应符合下列要求：

1 蒸汽炉管水压试验按现行国家标准《水管锅炉 第 6 部分：检验、试验和验收》GB/T 16507.6 或设计文件的规定。

2 非蒸汽炉管试验压力应按设计文件的要求进行。

3 试验液体一般采用水，试验合格后应立即将水排净吹干，无法完全排净吹干时，对奥氏体钢制受压元件，应控制水中氯离子含量不超过 25mg/L。

4 当需要时，也可采用不会导致发生危险的其他试验液体，但试验时液体的温度应低于其闪点或沸点，并有安全措施。

5 液压试验时，液体温度不得低于 15℃且试验温度（元件器壁金属温度）应比其金属无塑性转变温度至少高 30℃。

6 试验前应当排净元件内部的气体并充满液体，试验过程中应保持元件观察表面的干燥。

7 当元件器壁金属温度与液体温度接近时，方可缓慢升压至设计压力，确认无泄漏后继续升压至规定的试验压力，保压时间一般不应少于 30min；然后降至设计压力，保压足够时间进行检查，检查期间压力应保持不变。

8 试验过程中，无渗漏，无可见的变形和异常声响为合格。

9 试验完毕后，应将液体排尽并用压缩空气将内部吹干。

6.4.3 气密性试验应符合下列要求：

1 气密性试验压力应在图样上注明，当未注明时则应为设计压力。

2 气密性试验应在耐压试验合格后进行，对于设计图样要求做气压试验或气液组合试验的受压元件，是否再做气密性试验，应在设计图样上规定。

3 气密性试验所用的气体应为干燥、洁净的空气、氮气或其他惰性气体。

4 气密性试验压力应缓慢上升，达到规定试验压力后保压保持足够长的时间，应对所有焊接接头和连接部位进行泄漏检查。小型元件亦可浸入水中检查。当有泄漏时，应在修补后重新进行试验。

## 本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
  - 2) 表示严格，在正常情况下均这样做的用词：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。
  - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词：采用“可”。
- 2 标准中指定应按其他有关标准、规范执行时的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- [1] 《压力容器 第4部分：制造、检验和验收》GB/T 150.4
- [2] 《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1
- [3] 《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》GB/T 1804—2000
- [4] 《铸钢件射线照相检测》GB/T 5677
- [5] 《金属平均晶粒度测定方法》GB/T 6394
- [6] 《铸件 尺寸公差、几何公差与机械加工余量》GB/T 6414
- [7] 《一般用途耐热钢和合金铸件》GB/T 8492
- [8] 《钢中非金属夹杂物含量的测定—标准评级图显微检验法》GB/T 10561
- [9] 《钢制对焊管件类型与参数》GB/T 12459
- [10] 《水管锅炉 第5部分：制造》GB/T 16507.5
- [11] 《水管锅炉 第6部分：检验、试验和验收》GB/T 16507.6
- [12] 《钢制承插焊、螺纹和对焊支管座》GB/T 19326
- [13] 《承压设备焊后热处理规程》GB/T 30583
- [14] 《高温承压用离心铸造合金炉管》HG/T 2601
- [15] 《高频电阻焊螺旋翅片管》HG/T 3181
- [16] 《高温承压用静态铸造合金管件》HG/T 3673
- [17] 《钢制化工容器结构设计规定》HG/T 20583
- [18] 《化学工业炉金属材料设计选用规定》HG/T 20684
- [19] 《承压设备用碳素钢和合金钢锻件》NB/T 47008
- [20] 《承压设备用不锈钢和耐热钢锻件》NB/T 47010
- [21] 《承压设备无损检测 第2部分：射线检测》NB/T 47013.2—2015
- [22] 《承压设备无损检测 第3部分：超声检测》NB/T 47013.3—2015
- [23] 《承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测》NB/T 47013.4—2015
- [24] 《承压设备无损检测 第5部分：渗透检测》NB/T 47013.5—2015
- [25] 《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014
- [26] 《压力容器焊接规程》NB/T 47015—2011
- [27] 《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21—2016





中华人民共和国化工行业标准

# 化学工业炉受压元件制造技术规范

**Technical specification of fabrication for  
pressure components of chemical furnace**

HG/T 20545—2018

条 文 说 明

## 目 次

|                      |      |
|----------------------|------|
| 修订说明 .....           | (27) |
| 1 总则 .....           | (28) |
| 2 术语和定义 .....        | (29) |
| 3 材料 .....           | (30) |
| 4 制造 .....           | (31) |
| 4.1 轧制炉管 .....       | (31) |
| 4.2 离心铸造炉管 .....     | (31) |
| 4.3 管件 .....         | (31) |
| 5 焊接 .....           | (33) |
| 5.1 一般规定 .....       | (33) |
| 5.2 焊接坡口 .....       | (33) |
| 5.3 焊接材料及焊后热处理 ..... | (33) |
| 6 检验和试验 .....        | (34) |
| 6.1 外观检查 .....       | (34) |
| 6.2 通球检查 .....       | (34) |
| 6.3 无损检测 .....       | (34) |
| 6.4 耐压试验 .....       | (34) |

## 修 订 说 明

《化学工业炉受压元件制造技术规范》HG/T 20545—2018 经工业和信息化部 2018 年 7 月 4 日以第 36 号公告批准发布。

本标准是在《化学工业炉受压元件制造技术条件》HG/T 20545—1992 的基础上修订而成的，HG/T 20545—1992 的主编单位是化工部第八设计院，主要起草人是汤子良、闫柏龄、赵沛华。

本次修订的主要技术内容：

1. 将条文中“化学工业炉受压元件”修改为“化学工业管式炉受压元件”；
2. 根据近年来相关标准的变化，对引用标准做出相应的增补和修改；
3. 增加了术语和定义一章；
4. 根据最新标准对材料牌号及类型进行了增补和修改；
5. 根据最新标准对轧制炉管相关制造技术要求进行了修改；
6. 更新了翅片管、钉头管等的技术规定；
7. 按最新标准对离心铸造炉管的制造技术规定进行了更新；
8. 按最新标准对静态铸造元件的制造技术规定进行了更新；
9. 按最新标准和技术对轧制、热推制管件及异径管、焊制集合管、耐火衬里的筒体和元件的技术规定进行了修改；
10. 按最新标准对焊工资格、焊接规定、坡口要求等进行了更新；
11. 更新了焊接材料选用表及热处理要求；
12. 按最新标准和技术更新了检验方面的要求。

本标准修订过程中，编制组进行了广泛调查研究，总结了国内石油和化工行业工程建设领域化学工业管式炉设计和建设的实践经验，结合了国内外石油和化工工业炉的技术发展成果和生产要求，完成了对本标准的修订工作。

为便于广大设计、制造、施工等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《化学工业炉受压元件制造技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

# 1 总 则

1.0.1 本条说明编制本标准的目的和原因。

1.0.2 受压元件范围较难定义全面，下列为常用的范围：

包括碳素钢、低合金钢和不锈钢耐热钢轧制无缝钢管、离心铸造管、锻件、静态铸造件、管件、法兰及其连接件在内的承载元件。

1.0.3 本条规定了本标准不适用的范围，对于非直接火焰加热的受压元件均按现行国家标准《压力容器》GB/T 150 的规定进行制造、检验和验收。

## 2 术语和定义

本章为方便本标准的使用者了解化学工业管式炉受压元件及其条文内容而编制。  
其余未定义的名词术语可参考相关的国内外行业标准。

### 3 材 料

3.0.1 本条规定了本标准范围内的化学工业管式炉受压元件应遵循的最基本的标准规范。

3.0.2 考虑到化学工业管式炉通常为重要设备，受压元件制造单位从材料生产单位接收材料时，除了查验出厂资料外，对一些重要场合或对材料本身存有疑义时，制造厂应进行复验，这是保证材料质量的又一项措施。

3.0.3 为保证受压元件的安全稳定运行，本条规定了炉管应采用无缝钢管，国内外的相关标准也是这样规定的。

## 4 制 造

### 4.1 轧制炉管

4.1.1 本条对本章节的适用范围做出了明确规定。

4.1.2 炉管应尽量采用整管制造，这样可以减少炉管拼接焊接接头。本条是根据近年来制造水平和生产能力等对炉管拼接的数量和长度进行了规定；特殊情况下征求设计和用户的同意可作适当调整。

4.1.3 炉管成型方式多种多样，为避免在成型过程中出现重大的质量问题，本条主要修订内容如下：

- 1 由于很难定义炉管类型，为避免争议，取消了炉管直接弯管成型的最小弯管半径的规定，可由制造单位根据自己的经验或参考相关标准、规范确定；
- 2 针对不同材质、不同的成型方式对成型过程中应注意的问题进行了规定；
- 3 根据最新的制造水平更新了相应的制造偏差等内容；
- 4 根据制造技术水平的进步，结合国内外相关标准规范并考虑到制造过程中的可操作性，更新了炉管冷弯以及热弯后的热处理条件；同时根据国内最新的标准规范更新了其中的材料组别号和相关参数符号。

4.1.4 本条结合现行行业标准《高频电阻焊螺旋翅片管》HG/T 3181 等标准以及制造水平，规定了高频电阻焊螺旋翅片管制造的一般要求、外观检查、无损检测、焊接工艺评定、热处理以及制造偏差。

4.1.5 本条规定了钉头管制造的焊接及加工方法、无损检测、焊接工艺评定以及制造偏差，形成了钉头管制造技术规定。

### 4.2 离心铸造炉管

4.2.1 本条为离心铸造炉管的一般原则性规定。

4.2.2 离心铸造炉管在拼接和组对时应尽量减少焊接接头数量、保证坡口质量及组对精度、避免强行组对、保证焊接质量，本条主要参照现行行业标准《高温承压用离心铸造合金炉管》HG/T 2601 对此进行了规定。

一些特殊形式的离心铸造炉管管系，其制造应符合设计图样和相关标准的要求。

### 4.3 管 件

4.3.1 本条为炉用管件的一般原则性规定。

4.3.2 本条根据最新锻件标准，规定了缺陷检测、晶粒度、非金属夹杂、制造偏差等内容，由于炉用管件多用于高温场合，因此专门对高碳不锈钢以及 Incoloy 800 系列锻件的晶粒度做了特殊规



定，同时根据现行国家标准《钢中非金属夹杂物含量的测定—标准评级图显微检验法》GB/T 10561对锻件非金属夹杂物做了规定，以保证材料质量。

4.3.3 规定了铸造管件的缺陷检查、无损检测、加工方法、制造偏差等要求。

4.3.4 集合管可采用无缝钢管制造，对于难以采购的大直径集合管，可以采用钢板卷制。对于钢板卷制集合管，本条从成型方法、制造、制造偏差、焊接、无损检测等方面进行了规定。

为保证无缝钢管集合管的材料质量，规定了环向超声波检测的要求。

由于弯头、异径管、等径三通、四通、管帽、异径弯头等已有相关国家或行业标准，故取消了此部分的规定。

## 5 焊 接

### 5.1 一 般 规 定

5.1.1~5.1.4 焊工、焊接工艺评定、焊接方法、焊接材料、焊接环境等是决定化学工业管式炉受压元件焊接质量的重要因素，对这些进行规定是保证焊接质量的先决条件。因此，本章围绕上述要素根据最新的标准和要求进行了相关的规定。

### 5.2 焊 接 坡 口

5.2.1~5.2.2 主要规定了坡口加工方法、表面粗糙度、坡口形式。根据离心铸造炉管的最新技术，更新了其坡口示意图。

### 5.3 焊接材料及焊后热处理

5.3.1~5.3.9 对焊接材料的通用要求、焊前预热和焊后热处理制度、焊接方法等根据最新标准和技术进行了更新。

## 6 检验和试验

### 6.1 外观检查

6.1.1~6.1.4 对外观检查进行了通用性的规定。

### 6.2 通球检查

6.2.1~6.2.2 分别对轧制炉管和离心铸造炉管进行了规定。

### 6.3 无损检测

6.3.1 为保证化学工业管式炉受压元件的安全，规定所有焊接接头表面、坡口表面都应进行表面检测。

6.3.2 本条更新了相关标准以及材料牌号和射线检测。

6.3.3 本条更新了相关标准编号。

### 6.4 耐压试验

本节主要根据现行国家标准《压力容器 第1部分：通用要求》GB/T 150.1的内容进行了更新，增加了液压试验和气密性试验的相关要求。由于本标准为制造规范，耐压试验压力公式由设计者根据具体情况确定，本标准不作统一要求。一般来说，离心铸造炉管建议的最大液压试验压力不超过34MPa。





14571408

统一书号: 145714 · 08

---

定价: 35.00 元