

ICS 75.200  
E 97  
备案号：57619—2017

**SY**

中华人民共和国石油天然气行业标准

**SY/T 5262—2016**

代替 SY/T 5262—2009

---

## 火筒式加热炉规范

Specification for fire tube type heater

2016—12—05 发布

2017—05—01 实施

---

国家能源局 发布

## 目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 基础数据、适用条件和炉型选择	3
5 工艺设计	4
6 材料	5
7 强度及稳定性	8
8 结构设计	10
9 附件和仪表	11
10 加工成形与组装	12
11 制造、检验与验收	21
12 水压试验	24
13 出厂要求	25
附录 A (规范性附录) 换热管组件和火筒强度计算及稳定性校核	27
参考文献	31

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准代替 SY/T 5262—2009《火筒式加热炉规范》。

本标准与 SY/T 5262—2009 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 修改了火筒式加热炉热效率要求（见表1）；
- 受压元件用钢板取消了 Q235B，Q235C，Q370R 和 15CrMoR 牌号（见表2）；
- 增加了 GB/T 8163 中的钢管不应用于换热管的要求（见 6.3.3）；
- 修改了材料的许用应力（见表3、表5、表7）；
- 受压元件用无缝钢管增加了 GB/T 9948 中的 10 和 20 牌号，锻件增加了 NB/T 47010 中的 S30408 和 S31603 牌号（见表4、表6）；
- 修改了封头内表面形状偏差及筒体圆度检查方法（见 10.2.3 和 10.3.11）；
- 增加了管板上管孔中心距尺寸偏差的要求（见表10）；
- 修改了常压火筒、常压壳体水压试验压力（见表16）。

本标准由石油工程建设专业标准化委员会提出并归口。

本标准起草单位：大庆油田工程有限公司、中石化石油工程设计有限公司。

本标准主要起草人：罗星环、王艳艳、韦振光、丁冠武、张兴彦、贾晶晶、张晓东、卞娟、高世国、郑莹、刘忠烈。

本标准代替了 SY/T 5262—2009。

SY/T 5262—2009 的历次版本发布情况为：

- SY/T 5262—1991，SY/T 5262—2000；
- SY/T 5263—1991；
- SY/T 5261—1991；
- SY/T 0419—1997。

# 火筒式加热炉规范

## 1 范围

本标准规定了火筒式加热炉设计、制造、检验与验收的基本要求。

本标准适用于陆上油气田及输送管道用火筒式加热炉的设计、制造、检验与验收。

## 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 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 3087 低中压锅炉用无缝钢管
- GB 4053.1 ~ 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求
- GB/T 5310 高压锅炉用无缝钢管
- GB/T 6479 高压化肥设备用无缝钢管
- GB/T 8163 输送流体用无缝钢管
- GB/T 8175 设备及管道绝热设计导则
- GB/T 9948 石油裂化用无缝钢管
- GB/T 12459 钢制对焊无缝管件
- GB/T 13296 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
- GB/T 14982 黏土质耐火泥浆
- GB/T 16508.4—2013 锅壳锅炉 第4部分：制造、检验与验收
- GB/T 25198 压力容器封头
- GB/T 27866 控制钢制管道和设备焊缝硬度防止硫化物应力开裂技术规范
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
- SY 0031 石油工业用加热炉安全规程
- SY/T 0510 钢制对焊管件规范
- SY/T 0540 石油工业用加热炉型式与基本参数
- SY/T 0599 天然气地面设施抗硫化物应力开裂和抗应力腐蚀开裂的金属材料要求
- SY/T 0609 优质钢制对焊管件规范
- JB/T 3375 锅炉用材料入厂检验规则
- JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装
- JB/T 4712.1 容器支座 第1部分：鞍式支座
- JB/T 4736 补强圈

- NB/T 47003.1 钢制焊接压力容器
- NB/T 47008 承压设备用碳素钢和合金钢锻件
- NB/T 47010 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
- NB/T 47013.1 ~ 47013.13 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 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
- NB/T 47042 卧式容器
- YB/T 5106 黏土质耐火砖

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **火筒式加热炉 fired tube heater**

在金属圆筒壳体内设置火筒传递热量的一种加热炉，称为火筒式加热炉。火筒式加热炉分为火筒式直接加热炉和火筒式间接加热炉。

#### 3.2

##### **火筒式直接加热炉 direct fired tube heater**

被加热介质在壳体内由火筒直接加热的火筒式加热炉，称为火筒式直接加热炉，简称火筒炉（包括具有加热和其他功能的合一装置）。

#### 3.3

##### **火筒式间接加热炉 indirect fired tube heater**

被加热介质在壳体内的换热管组件（由钢管和管件组焊制成的传热元件）中，由中间载热体加热，而中间载热体由火筒直接加热的火筒式加热炉，称为火筒式间接加热炉。

中间载热介质为水的火筒式间接加热炉，简称水套炉。壳体在常压下工作的水套炉，简称常压水套炉。

#### 3.4

##### **火筒 fire tube**

在火筒式加热炉中，具有燃烧室功能，且主要传递辐射热的元件称为火管；与火管相连通，且主要进行对流换热的元件称为烟管；火管和烟管总称为火筒。

#### 3.5

##### **工作压力 working pressure**

在正常工作情况下，火筒式加热炉壳体顶部或换热管组件内可能达到的最高压力。

#### 3.6

##### **设计压力 design pressure**

设定的火筒式加热炉壳体顶部或换热管组件内的最高压力，与相应的设计温度一起作为火筒式加热炉的基本设计载荷条件，其值不低于工作压力。

#### 3.7

##### **设计温度 design temperature**

火筒式加热炉在正常工作情况下，除火筒外的元件金属温度（沿元件金属截面的温度平均值）。设计温度与设计压力一起作为设计载荷条件。

### 3.8

#### 排烟温度 exit flue gas temperature

烟囱底部烟管出口处的烟气温度的。

### 3.9

#### 主要受压元件 main pressure parts

筒体、封头、火筒、烟管管板、换热管组件、设备法兰、M36 以上（含 M36）的设备主螺栓、公称直径大于或等于 250mm 的接管和管法兰（含法兰盖）。

## 4 基础数据、适用条件和炉型选择

### 4.1 基础数据

#### 4.1.1 介质的基础数据应包括：

- a) 被加热介质的种类、组分、密度、比热容、黏度、介质流量（包括最大、最小流量）、气油比、含水率和含沙量等。
- b) 被加热介质在进出口处的工作温度、工作压力及允许压力降。

4.1.2 燃料的基础数据应包括燃料的种类、组分、温度、压力、密度、黏度、低位发热值及燃料油雾化剂的种类、温度、压力等。

#### 4.1.3 场地条件的数据应包括：

- a) 使用地区的基本风压值、抗震设防烈度、场地土类别、雪载荷、大气压力、大气温度、空气相对湿度等。
- b) 环境保护要求和其他数据。

### 4.2 适用条件

4.2.1 水套炉壳程工作压力不应大于 0.4MPa，火筒炉壳程工作压力不应大于 0.6MPa。

4.2.2 水套炉热负荷不宜大于 1750kW。

4.2.3 被加热介质应为原油、天然气、水及其混合物。

4.2.4 燃料应为液体或气体。

### 4.3 炉型选择

#### 4.3.1 被加热介质符合下列情况之一时宜选用水套炉：

- a) 天然气（宜优先选用常压水套炉，且换热管组件内介质流速宜为：湿气 15m/s ~ 20m/s，干气 15m/s ~ 30m/s）。
- b) 稠油。
- c) 含沙量较大的原油。
- d) 流量和压力不稳定。
- e) 腐蚀性强。
- f) 油气混合物。
- g) 工作压力大于 0.6MPa。

#### 4.3.2 被加热介质符合下列条件宜选用火筒炉：

- a) 工作压力不大于 0.6MPa。
- b) 介质为含水原油、水及其混合物。

## 5 工艺设计

### 5.1 一般规定

火筒式加热炉热负荷、压力等级、公称直径、型号编制应符合 SY/T 0540 的规定。

### 5.2 主要设计参数

#### 5.2.1 热效率

火筒式加热炉热效率不应低于表 1 的规定。

表 1 火筒式加热炉热效率

额定热负荷 $P$ kW	加热炉热效率 %	
	燃气加热炉	燃油加热炉
$P < 200$	83	82
$200 \leq P < 500$	85	84
$500 \leq P < 1000$	86	85
$1000 \leq P \leq 1200$	87	86
$1200 < P \leq 1500$	88	87
$1500 < P < 2000$	89	88
$2000 \leq P < 2500$	89	88
$2500 \leq P \leq 12000$	90	89

#### 5.2.2 燃烧过剩空气系数

燃烧过剩空气系数  $\alpha$  应符合下列规定：

- a) 自然通风式燃气燃烧器： $\alpha=1.25$ 。
- b) 预混式燃气燃烧器： $\alpha=1.2$ 。
- c) 自然通风式燃油燃烧器： $\alpha=1.3$ 。
- d) 强制通风式燃油燃烧器： $\alpha=1.1 \sim 1.2$ 。
- e) 强制通风式燃气燃烧器： $\alpha=1.05 \sim 1.1$ 。

#### 5.2.3 热流密度

##### 5.2.3.1 受热面平均热流密度应符合下列规定：

- a) 火筒炉：
  - 1) 介质为清水或污水时： $13\text{kW/m}^2 \sim 29\text{kW/m}^2$ ；
  - 2) 介质为原油时： $11\text{kW/m}^2 \sim 25\text{kW/m}^2$ 。
- b) 水套炉： $11\text{kW/m}^2 \sim 16\text{kW/m}^2$ 。

##### 5.2.3.2 受热面最大平均热流密度应符合下列规定：

- a) 火筒炉不宜大于  $31\text{kW/m}^2$ 。
- b) 水套炉不宜大于  $37\text{kW/m}^2$ 。

### 5.2.3.3 火管横截面热流密度宜符合下列规定：

- a) 火管横截面热流密度的数值，等于火筒的设计热负荷与火管内横截面积和热效率（ $\eta$ ）乘积的比值。
- b) 使用自然通风式燃烧器时，火管横截面热流密度不宜大于  $6800\text{kW/m}^2$ 。

### 5.2.4 排烟温度

排烟温度应按当地烟气露点温度加  $20^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$ 。

### 5.2.5 炉体保温

炉体保温层应有良好的隔热性能，并保证壳体散热损失不应大于 2%。

### 5.2.6 烟囱设计

#### 5.2.6.1 烟囱出口处的烟气流速可根据安装地区的风速确定，并宜符合下列规定：

- a) 自然通风时取  $5\text{m/s} \sim 8\text{m/s}$ ，且在最低热负荷时不低于  $3\text{m/s}$ 。
- b) 强制通风时取  $12\text{m/s} \sim 20\text{m/s}$ ，且在最低热负荷时不低于  $5\text{m/s}$ 。

#### 5.2.6.2 采用自然通风的火筒式加热炉的烟囱所需抽力，不应小于炉内烟气流总阻力的 1.2 倍。

#### 5.2.6.3 烟囱高度除应满足克服烟气流程的有关阻力要求外，还应符合国家和地区大气污染物排放标准的有关规定。

## 6 材料

### 6.1 一般规定

6.1.1 火筒式加热炉用钢应根据加热炉设计条件（如设计压力、设计温度、介质特性等）、材料的性能（力学性能、工艺性能、化学性能和物理性能）、制造工艺以及经济合理性选择。

6.1.2 火筒式加热炉受压元件用钢应选用电炉或氧气转炉冶炼的镇静钢。与受压元件相焊接的非受压元件用钢，应采用焊接性能良好的钢材。

6.1.3 受压元件用钢材及焊接材料应具有出厂质量证明书原件和清晰、牢固的标记，产品质量应符合相应现行标准的规定。当压力容器制造单位从非材料制造单位取得压力容器用材料时，应取得材料制造单位提供的质量证明书原件或者加盖材料供应单位检验公章和经办人章的复印件。压力容器制造单位应对所取得的压力容器用材料及材料质量证明书的真实性和一致性负责。

6.1.4 受火焰辐射热和接触热烟气的受压元件用钢材使用温度不应高于  $425^\circ\text{C}$ 。

6.1.5 在酸性环境中使用的火筒式加热炉用材料还应符合 SY/T 0599 的规定。

6.1.6 受压元件用钢材的许用应力应按本章规定执行，常压元件用钢材的许用应力应按 NB/T 47003.1 的规定执行，各钢材许用应力表中中间温度的许用应力可用内插法求得。

6.1.7 火筒式加热炉受压元件用材料除符合本标准外，还应符合国家现行有关标准的规定。

### 6.2 钢板

6.2.1 火筒式加热炉受压元件用钢板应符合表 2 的规定，钢板的许用应力应符合表 3 的规定。

6.2.2 用于制造受压元件的厚度大于  $50\text{mm}$  的钢板应在正火状态下使用。



表 2 钢板

序号	牌号	标准	使用温度 ℃
1	Q245R	GB 713	≤ 450
2	Q345R	GB 713	≤ 450

表 3 钢板许用应力

牌号	钢板标准	厚度 mm	常温强度指标		在下列温度 (℃) 下的许用应力 MPa									
			$R_m$ MPa	$R_{eL}$ MPa	≤ 20	100	150	200	250	300	350	400	425	450
			Q245R	GB 713	6 ~ 16	400	245	148	147	140	131	117	108	98
		> 16 ~ 36	400	235	148	140	133	124	111	102	93	86	84	61
Q345R	GB 713	6 ~ 16	510	345	189	189	189	183	167	153	143	125	93	66
		> 16 ~ 36	500	325	185	185	183	170	157	143	133	125	93	66

### 6.3 钢管

6.3.1 火筒式加热炉受压元件用钢管应符合表 4 的规定，钢管的许用应力应符合表 5 的规定。

6.3.2 受火焰辐射热和接触热烟气的受压元件用钢管应符合 GB 3087 或 GB/T 5310 的规定。

6.3.3 GB/T 8163 中钢管不应用于换热管。设计压力大于或等于 6.3MPa 的换热管用钢管，应选用 GB/T 6479、GB/T 9948 或 GB/T 5310 中 20 或更高级别的无缝钢管。

表 4 钢管

序号	牌号	标准	使用温度 ℃
1	10	GB/T 8163	≤ 350
		GB 3087	≤ 460
		GB/T 9948	≤ 400
2	20	GB/T 8163	≤ 350
		GB 3087	≤ 460
		GB/T 9948	≤ 400
		GB/T 6479	≤ 400
3	20G	GB/T 5310	≤ 460
4	Q345B	GB/T 6479	≤ 400
5	0Cr18Ni9 (S30408)	GB/T 13296	≤ 700
6	00Cr17Ni14Mo2 (S31603)	GB/T 13296	≤ 450

表 5 钢管许用应力

牌号	钢管标准	壁厚 mm	常温强度指标		在下列温度 (°C) 下的许用应力															
			$R_m$ MPa	$R_{el}$ MPa	MPa															
					≤ 20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475					
碳素钢和低合金钢钢管																				
10	GB/T 8163	≤ 10	335	205	124	121	115	108	98	89	82	—	—	—	—					
	GB 3087	≤ 16	335	205	124	124	118	110	97	81	74	73	72	61	41					
	GB/T 9948	≤ 16	335	205	124	121	115	108	98	89	82	75	—	—	—					
20	GB/T 8163	≤ 10	410	245	152	147	140	131	117	108	98	—	—	—	—					
	GB 3087	≤ 16	410	245	152	147	136	125	113	99	91	85	66	49	36					
	GB/T 9948	≤ 16	410	245	152	147	140	131	117	108	98	88	—	—	—					
	GB/T 6479	≤ 16	410	245	152	147	140	131	117	108	98	88	—	—	—					
20G	GB/T 5310	17 ~ 40	410	245	152	152	152	143	131	118	105	85	66	49	36					
Q345B	GB/T 6479	≤ 16	490	345	181	181	180	167	153	140	130	123	—	—	—					
		> 16 ~ 40	490	335	181	181	173	160	147	133	123	117	—	—	—					
牌号	钢管标准	壁厚 mm	在下列温度 (°C) 下的许用应力																	
			MPa																	
			≤ 20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	525	550	575	600	625	650	675	700
高合金钢钢管																				
0Cr18Ni9 (S30408)	GB/T 13296	≤ 14	137	137	137	130	122	114	111	107	103	100	98	91	79	64	52	42	32	27
00Cr17Ni14Mo2 (S31603)	GB/T 13296	≤ 14	117	117	117	108	100	95	90	86	84	—	—	—	—	—	—	—	—	

## 6.4 锻件

6.4.1 火筒式加热炉用锻件应符合表 6 的规定，锻件的许用应力应符合表 7 的规定。

表 6 锻件

序号	牌号	标准	使用温度 °C
1	20	NB/T 47008	≤ 430
2	16Mn	NB/T 47008	≤ 430
3	S30408	NB/T 47010	≤ 700
4	S31603	NB/T 47010	≤ 450

表 7 锻件许用应力

牌号	锻件标准	公称厚度 mm	常温强度指标		在下列温度 (°C) 下的许用应力 MPa															
			$R_m$ MPa	$R_{eL}$ MPa	≤ 20	100	150	200	250	300	350	400	425	450						
碳素钢和低合金钢锻件																				
20	NB/T 47008	≤ 100	410	235	152	140	133	124	111	102	93	86	84	61						
16Mn	NB/T 47008	≤ 100	480	305	178	178	167	150	137	123	117	110	93	66						
牌号	锻件标准	公称厚度 mm	在下列温度 (°C) 下的许用应力 MPa																	
			≤ 20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	525	550	575	600	625	650	675	700
高合金钢锻件																				
S30408	NB/T 47010	≤ 300	137	137	137	130	122	114	111	107	103	100	98	91	79	64	52	42	32	27
S31603	NB/T 47010	≤ 300	117	117	117	108	100	95	90	86	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—

6.4.2 锻件级别应由设计单位在设计文件中注明。公称厚度大于 300mm 的碳素钢和低合金钢锻件应选用Ⅲ级或Ⅳ级。

## 6.5 螺栓、螺母

6.5.1 火筒式加热炉用螺栓、螺母应按相应标准选取。

6.5.2 螺母的硬度应低于螺栓，可通过选用不同强度级别的钢材或选用不同热处理状态获得。

## 6.6 焊接材料

受压元件用焊接材料（包括焊条、焊丝、焊剂、保护气体）的选用应符合 NB/T 47015 和设计文件的规定，订货应符合 NB/T 47018 的规定。

## 6.7 耐火材料

火筒式加热炉燃烧道宜采用黏土质耐火材料制造，黏土质耐火材料的性能应符合 YB/T 5106 的要求，耐火度不应低于 1730°C，砌筑燃烧道所用的耐火泥浆应符合 GB/T 14982 的规定。

## 6.8 绝热材料

火筒式加热炉用绝热材料导热系数应符合 GB/T 8175 的规定。

## 7 强度及稳定性

### 7.1 一般规定

#### 7.1.1 设计压力

设计压力要求如下：

- a) 火筒式加热炉壳体及火筒的设计压力不应低于工作压力的 1.1 倍，且不应低于安全阀整定压力。
- b) 换热管的设计压力应为工作压力的 1.05 ~ 1.1 倍。

### 7.1.2 计算压力

计算压力是用以确定元件厚度的压力，当火筒式加热炉各部位或受压元件所承受的液柱静压力大于或等于5%设计压力时，计算压力应取设计压力与液柱静压力之和。

### 7.1.3 设计温度

设计温度要求如下：

- a) 不受火焰辐射热和不接触热烟气的受压元件，设计温度不应低于该元件所接触的介质最高温度。
- b) 火管的设计温度为被加热介质的最高温度加90℃，且不应低于250℃。
- c) 烟管的设计温度为被加热介质的最高温度加50℃，且不应低于250℃。

### 7.1.4 设计载荷

设计载荷应符合GB 150.1—2011中4.3.2的规定。

### 7.1.5 厚度附加量

厚度附加量应符合GB 150.1—2011中4.3.6的规定。腐蚀裕量应按下列规定选取：

- a) 碳钢或低合金钢材料，介质为洁净水或其他腐蚀性较轻介质，腐蚀裕量不应小于1mm。
- b) 碳钢或低合金钢材料，介质为腐蚀较重的污水或含水原油，腐蚀裕量应取2mm～3mm。
- c) 碳钢或低合金钢材料，介质为高含硫化氢、二氧化碳或其组合的酸性环境下的天然气或油气，腐蚀裕量应取3mm～4mm。酸性环境的判定应根据SY/T 0599中的相关规定和H<sub>2</sub>S及CO<sub>2</sub>气体分压确定。
- d) 火筒腐蚀裕量不应低于3mm。
- e) 奥氏体不锈钢材料的腐蚀裕量应根据介质的腐蚀性确定。

### 7.1.6 设计使用年限

除特殊要求外，火筒式加热炉设计使用年限宜按10年考虑。对于酸性环境下使用的加热炉换热管组件，可适当降低其设计使用年限。

### 7.1.7 最小壁厚

最小壁厚要求如下：

- a) 火筒式加热炉壳体加工成形后的最小壁厚应同时满足下列要求：
  - 1) 不包括腐蚀裕量时，不应小于3mm；
  - 2) 包括腐蚀裕量时，不应小于6mm。
- b) 承受内压标准椭圆形封头的有效厚度不应小于封头内直径的0.15%。
- c) 火筒加工成形后的壁厚（包括腐蚀裕量）不应小于6mm。

### 7.1.8 焊接接头系数

7.1.8.1 焊接接头系数( $\phi$ )应根据对接接头的焊缝形式及无损检测长度比例确定。

- a) 双面焊对接接头和相当于双面焊的全焊透对接接头的焊接接头系数应符合下列规定：
  - 1) 全部无损检测，取 $\phi=1.0$ ；
  - 2) 局部无损检测，取 $\phi=0.85$ 。
- b) 单面焊对接接头（沿焊缝根部全长有紧贴基本金属的垫板）的焊接接头系数应符合下列规定：

- 1) 全部无损检测, 取  $\phi=0.9$  ;
- 2) 局部无损检测, 取  $\phi=0.8$  .

7.1.8.2 常压水套炉壳体单面焊无垫板对接接头的焊接接头系数应符合下列规定 :

- a) 局部无损检测, 取  $\phi=0.7$  .
- b) 不做无损检测, 取  $\phi=0.6$  .

7.2 强度计算及稳定性校核

7.2.1 火筒式加热炉换热管组件和火筒的强度计算及稳定性校核应符合附录 A 的规定, 其余受压元件强度计算应按 GB 150.3—2011 执行。常压水套炉的强度计算应按 NB/T 47003.1 执行。

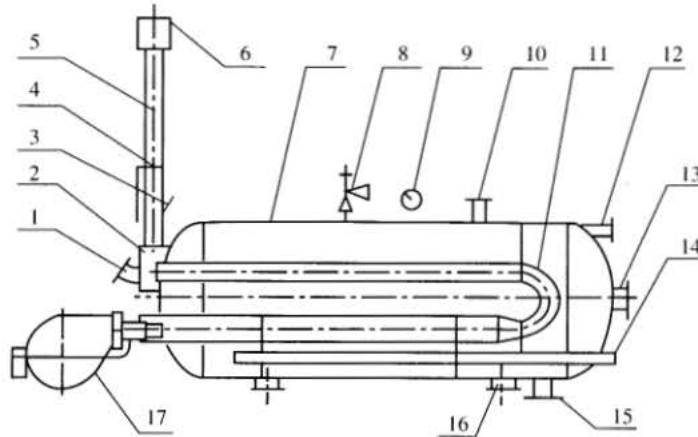
7.2.2 火筒式加热炉卧式容器计算应符合 NB/T 47042 的规定。

8 结构设计

8.1 火筒式加热炉结构

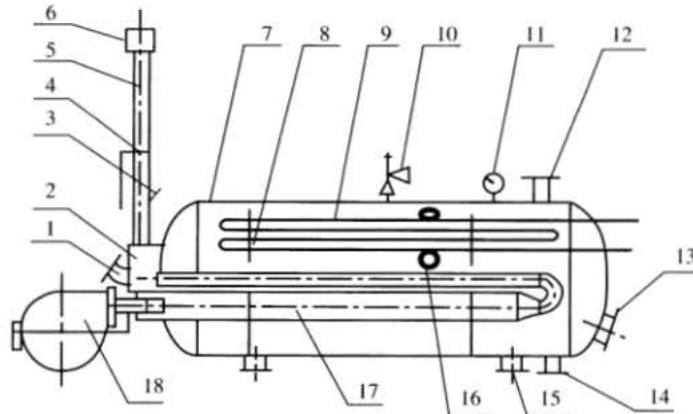
8.1.1 火筒炉基本结构如图 1 所示。

8.1.2 水套炉基本结构如图 2 所示。



1—防爆门; 2—烟箱; 3—烟气取样口; 4—烟囱挡板; 5—烟囱; 6—烟囱附件; 7—壳体; 8—安全阀; 9—压力表; 10—液面计口; 11—火筒; 12—介质出口; 13—检查孔; 14—介质进口; 15—排污口; 16—鞍式支座; 17—燃烧器

图 1 火筒炉结构示意图



1—防爆门; 2—烟箱; 3—烟气取样口; 4—烟囱挡板; 5—烟囱; 6—烟囱附件; 7—壳体; 8—花板; 9—换热管组件; 10—安全阀; 11—压力表; 12—补水口; 13—检查孔; 14—排污口; 15—鞍式支座; 16—液面计口; 17—火筒; 18—燃烧器

图 2 水套炉结构示意图

## 8.2 一般规定

- 8.2.1 火筒式加热炉结构应便于制造、检查、操作、清理、维修和更换。
- 8.2.2 火筒式加热炉的火筒、换热管组件及其附件在运行时应能自由膨胀。
- 8.2.3 火筒式加热炉的最低安全液位应高于火筒筒体最高点 175mm。
- 8.2.4 壳体上应开设必要的检查孔，其数量和位置应根据安装、检查、检修和清扫的要求确定。人孔直径不应小于 DN450；手孔直径不应小于 DN100；洗炉孔直径不应小于 DN50。
- 8.2.5 火筒式加热炉宜采用双鞍式支座，其中一个支座为滑动支座。鞍式支座型式和尺寸应符合 JB/T 4712.1 的规定。
- 8.2.6 火筒式加热炉应有可靠的泄爆措施。泄爆装置的排泄口不应安装在危及操作人员及其他设备安全的位置。
- 8.2.7 受压元件结构形式、开孔及焊缝的布置应避免或减少复合应力和应力集中。
- 8.2.8 火筒式加热炉宜采用椭圆形封头。
- 8.2.9 火筒式加热炉用容器法兰和管法兰，应符合国家现行有关标准的规定。法兰密封面型式应根据设计压力、设计温度和介质特性等综合考虑确定。
- 8.2.10 火筒式加热炉的焊接结构应有利于施焊。
- 8.2.11 火筒炉介质入口应位于火筒下部，在壳体上部设置介质出口。
- 8.2.12 火筒式加热炉壳体最低处应设置排污口，其内径不应小于 40mm。
- 8.2.13 火筒式加热炉烟箱结构应便于积灰清除及冷凝水排放。
- 8.2.14 火筒式加热炉烟囱挡板的设置应方便调节，挡板的操作位置宜设在地面。在烟囱顶部宜装设防风装置。

## 8.3 火筒设计

- 8.3.1 火筒式加热炉宜采用 U 形火筒，对于较大负荷的火筒式加热炉，宜采用一根火管和几根烟管组成的火筒结构。
- 8.3.2 当火筒式加热炉采用两组火筒时，强制通风的火筒式加热炉每组火筒应有单独的燃烧系统和烟囱，负压燃烧炉每组火筒应有单独的燃烧系统并可共用一个烟囱。
- 8.3.3 U 形或类似结构形式的火筒应有可靠的固定结构，保证火筒不产生非轴向位移，且不应限制火筒轴向的自由膨胀。

## 8.4 水套炉换热管组件设计

- 8.4.1 水套炉宜采用蛇形换热管组件，其直径不宜大于 DN100。换热管组件宜采用可抽出式结构。
- 8.4.2 水套炉换热管组件可采用单管程或多管程，在多管程换热管组件设计中应使各管程的压力降相等。汇管截面积与各管程截面积和之比，当管内介质为液体时应为 1 ~ 1.5，当管内介质为气体时不应小于 1。
- 8.4.3 水套炉换热管组件应采用支撑板支承，其厚度不应小于 8mm。
- 8.4.4 水套炉换热管组件用 180° 弯头的流通面积不应小于直管段流通面积的 90%。

## 9 附件和仪表

### 9.1 燃烧器应符合下列规定：

- a) 燃烧器及其特性参数应满足加热负荷的要求。
- b) 燃烧器的火焰长度和火焰直径应与燃烧道相匹配。

c) 燃烧器的噪声应符合环保有关规定。

9.2 火筒式加热炉应设置看火孔，其位置应能看到火焰燃烧情况。强制通风的火筒式加热炉看火孔应密闭。

9.3 具备电力供应条件的火筒式加热炉应设置自动点火和断电、熄火时自动切断燃料供给的熄火保护控制系统。在条件允许时，火筒式加热炉宜安装程控燃烧器。程控燃烧器应具有如下功能：

- a) 具有较大的调节比。
- b) 程序点火。
- c) 熄火关闭燃料阀的同时，将报警信号远传至控制室。
- d) 炉膛吹扫和漏气检测功能。
- e) 热负荷变化时能自动调节燃料输入量，并能实现燃料与空气的比例调节。

9.4 火筒式加热炉（常压水套炉除外）应至少装设一个安全阀，额定热负荷大于或等于 630kW 的水套炉应至少装设两个安全阀。安全阀泄放面积应按 SY 0031 的规定进行计算，安全阀的整定压力不应超过壳体的设计压力。

9.5 常压水套炉壳体顶部应设置加水口和膨胀罐，膨胀罐的容积应大于壳体内的水由于升温产生的膨胀量。膨胀罐与壳体接管之间不应装设阀门，寒冷地区应有必要的防冻措施。膨胀罐与壳体连接的接管内直径不应小于公式（1）的计算值：

$$D_d = 20 + 88\sqrt{Q} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $D_d$ ——接管当量直径，mm；
- $Q$ ——常压水套炉设计热负荷，MW。

9.6 火筒式加热炉（常压水套炉除外）壳程应装设压力表或压力传感器。有气相空间的火筒式加热炉应至少装设一个液面计。

9.7 烟气和被加热介质取样口的数量、位置应按热工测试要求设置。

9.8 当操作部位较高时，应根据具体情况装设平台、扶梯和防护栏杆等设施，且应符合 GB 4053.1 ~ 4053.3 的规定。

9.9 火筒式加热炉烟囱底部应设置测温口，其他测温、测压口的数量和位置应按热工测试要求设置。火筒式加热炉宜设置超温报警装置。

9.10 火筒式加热炉应设置低液位报警装置，液位不应低于最低安全液位。

## 10 加工成形与组装

### 10.1 材料要求

10.1.1 制造火筒式加热炉的材料应符合本章及设计文件要求。材料代用应取得原设计单位书面批准，并在竣工图上做详细记录。

10.1.2 受火焰辐射热和接触高温烟气的受压元件用钢材及其焊接材料，应按 JB/T 3375 的规定由检验部门进行入厂检验。

10.1.3 制造单位应根据制造工艺确定加工余量，受压元件成形后的实际厚度不应小于设计文件中要求的最小成形厚度。

### 10.2 封头

10.2.1 封头宜采用整块钢板制作。先拼接后成形的封头，拼接焊缝宜采用双面对接焊，在成形前应

将拼接焊缝内表面以及影响成形质量的拼接焊缝的外表面余高打磨至与母材齐平。

**10.2.2** 封头各种不相交的拼接焊缝中心线间距离至少应为封头钢材厚度的 3 倍，且不小于 100mm。凸形封头由成形的瓣片和顶圆板拼接制成时，焊缝方向宜是径向和环向，如图 3 所示。

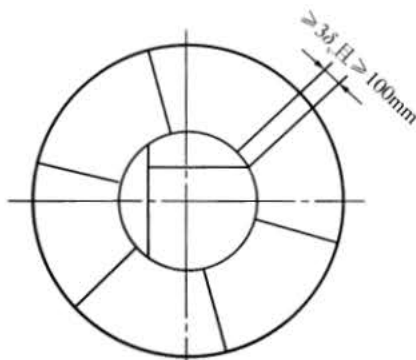


图 3 分瓣成形凸形封头的焊缝布置

**10.2.3** 用带间隙的全尺寸内样板检查凸形封头内表面的形状偏差(如图 4 所示),缩进尺寸为  $3\%D_i \sim 5\%D_i$  ( $D_i$  为封头内径,下同),其最大形状偏差外凸不应大于  $1.25\%D_i$ ,内凹不应大于  $0.625\%D_i$ 。检查时应使样板垂直于待测表面。对图 3 所示的先成形后拼接制成的封头,允许样板避开焊缝进行测量。

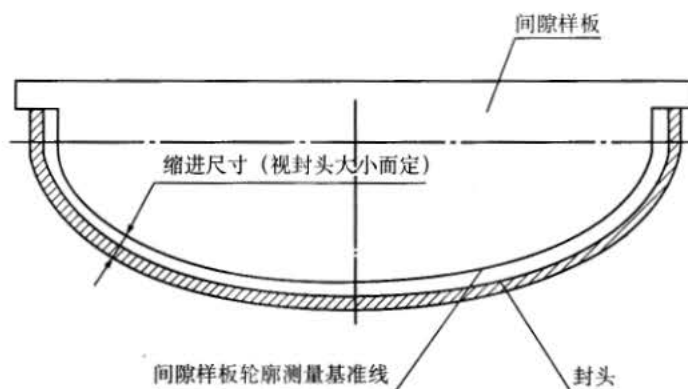


图 4 凸形封头的形状偏差检查

**10.2.4** 成品封头应有材质标记,拼接焊缝应在焊缝附近的指定部位打焊工和无损检测钢印(设计有特殊规定者除外),或者在含焊缝布置图的焊接记录中记录相应信息。

**10.2.5** 椭圆形封头直边部分不应存在纵向皱折。

**10.2.6** 封头其他要求应符合 GB/T 25198 的规定。

### 10.3 火筒、壳体及烟囱

**10.3.1** 组装火筒、壳体的任何单个筒节长度不应小于 300mm。

**10.3.2** 火筒、壳体每个筒节纵向焊缝数应符合下列规定：

- a) 当公称直径不大于 DN1800 时,不应多于两条。
- b) 当公称直径大于 DN1800 时,不应多于三条。
- c) 每个筒节两条纵向焊缝中心线间外圆弧长不应小于 500mm。

**10.3.3** 管板的焊缝数不应多于一条,并应对拼接焊缝采用双面对接焊全焊透工艺。

**10.3.4** 火筒、壳体上相邻两筒节的纵向焊缝以及封头、管板的拼接焊缝与相邻筒节的纵向焊缝中心



线间外圆弧长应大于相邻筒节钢材厚度  $\delta$  的 3 倍，且不应小于 100mm。

**10.3.5** 在受压元件纵、环焊缝上应避免焊接零部件；如不能避免时，焊接零部件的焊缝应跨过受压元件纵、环焊缝焊接。

**10.3.6** 凡被支座、垫板、补强圈覆盖的受压元件对接接头，应打磨至与母材齐平，并进行全部射线检测，合格级别与所在部位主体一致。

**10.3.7** 受压元件制造中应避免材料表面的机械损伤。对于尖锐伤痕以及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，修磨的深度不应大于该部位钢材厚度的 5%，且不大于 2mm，否则应予焊补磨平，并进行表面无损检测，I 级合格。

**10.3.8** 纵向和环向焊缝对口错边量  $b$  (如图 5 所示) 应符合表 8 的规定。当两板厚度不等时，对口错边量允许值以较薄板厚度确定；对口错边量测量值不应计入两板厚度的差值。

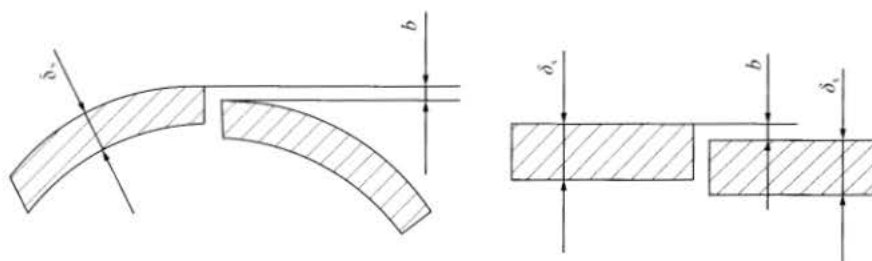


图 5 纵向和环向焊缝对口错边量

表 8 纵向和环向焊缝对口错边量

单位为毫米

对口处的钢材厚度 $\delta_s$	按焊缝类别划分的对口错边量 $b$	
	纵 缝	环 缝
$\leq 12$	$\leq 1/4 \delta_s$	$\leq 1/4 \delta_s$
$12 < \delta_s \leq 20$	$\leq 3$	$\leq 1/4 \delta_s$
$20 < \delta_s \leq 40$	$\leq 3$	$\leq 5$

**10.3.9** 对于两板厚度不等的环向焊缝，当薄板厚度不大于 10mm，两板厚度差超过 3mm 或当薄板厚度大于 10mm，两板厚度差大于薄板厚度的 30% 或超过 5mm 时，应按图 6 的要求削薄厚板边缘。

**10.3.10** 焊接接头在环向和纵向形成的棱角  $E$ ，宜分别用弦长等于  $1/6$  设计内直径  $D_i$ ，且不小于 300mm 的内样板（或外样板）和直尺检查（如图 7 和图 8 所示）， $E$  值不应大于  $(\delta_s/10+2)$  mm，且环向棱角不应大于 5mm，纵向棱角对于壳体不应大于 5mm；对于火筒，不应大于 3mm。

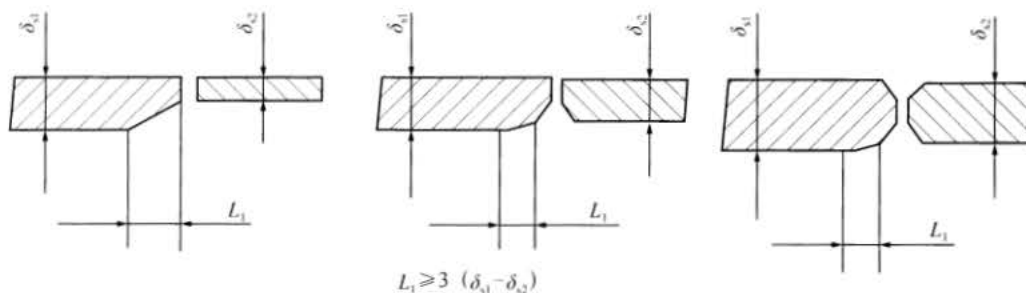


图 6 不等厚度环向焊缝连接型式

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/256031130002010031>