

ICS 15.200;25.180

P 93

备案号:2672—1999

**SY**

中华人民共和国石油天然气行业标准

**P**

**SY/T 0404—98**

---

# 加热炉工程施工及验收规范

Heating furnace construction and acceptance specification

1999 - 03 - 03 发布

1999 - 10 - 01 实施

---

国家石油和化学工业局 发布

中华人民共和国石油天然气行业标准

**加热炉工程施工及验收规范**

Heating furnace construction and acceptance specification

**SY/T 0404—98**

主编单位：中国石油天然气管道第二工程公司

批准部门：国家石油和化学工业局

石油工业出版社

1999 北 京

# 国家石油和化学工业局文件

国石化政发（1999）93 号

---

## 关于批准《输油输气管道线路工程施工 及验收规范》等 45 项石油天然气 行业标准的通知

中国石油天然气集团公司：

你公司报批的《输油输气管道线路工程施工及验收规范》等 45 项石油天然气行业标准草案，业经我局批准，现予发布。标准名称、编号为：

### 强制性标准

SY 0401—98 输油输气管道线路工程施工及验收规范（代替 SYJ 4001—90）

SY 0453—98 石油建设工程质量检验评定标准 油田集输管道工程（代替 SY 4053—93）

SY 5131—1998 石油放射性测井辐射防护安全规程（代替 SY 5131—87）

SY 6360—1998 油田注聚合物开采安全规程

### 推荐性标准

SY/T 0318—98 石油浮放设备隔震技术标准

- SY/T 0319—98 钢制储罐液体环氧涂料内防腐层技术标准
- SY/T 0320—98 钢制储罐氟磺化聚乙烯外防腐层技术标准
- SY/T 0379—98 埋地钢质管道煤焦油瓷漆外防腐层技术标准  
(代替 SY/T 0079—93)
- SY/T 0403—98 输油泵组施工及验收规范  
(代替 SYJ 4003—90)
- SY/T 0404—98 加热炉工程施工及验收规范  
(代替 SYJ 4004—90)
- SY/T 0414—98 钢质管道聚乙烯胶粘带防腐层技术标准  
(代替 SYJ 4014—93)
- SY/T 0443—98 常压钢制焊接储罐及管道渗透检测技术标准  
(代替 SYJ 4043—89)
- SY/T 0444—98 常压钢制焊接储罐及管道磁粉检测技术标准  
(代替 SYJ 4044—89)
- SY/T 0469—98 石油建设工程质量检验评定标准 油田钢  
制容器及加热炉制作  
(代替 SY/T 4069—93)
- SY/T 0510—1998 钢制对焊管件 (代替 SY 7510—87)
- SY/T 5072—1998 石油厢式工程车通用技术条件  
(代替 SY 5072—85)
- SY/T 5106—1998 油气田用封隔器通用技术条件  
(代替 SY 5106—86)
- SY/T 5170—1998 石油天然气工业用——钢丝绳规范  
(代替 SY 5170—92、SY 5028—91)

SY/T 5359—1998	原油破乳剂 SP169 (代替 SY 5359—89)
SY/T 5367—1998	石油可采储量计算方法 (代替 SY 5367—89)
SY/T 5550—1998	空心抽油杆 (代替 SY/T 5550—92)
SY/T 5566—1998	低能源原油含水分析仪 (代替 SY/T 5566—93)
SY/T 5629—1998	采油采气用井下工具分类及型号编制方法 (代替 SY 5629—93)
SY/T 6358—1998	石油野外作业体力劳动强度分级
SY/T 6361—1998	采油采气注水矿场健康、安全与环境管理体系指南
SY/T 6362—1998	石油天然气井下作业健康、安全与环境管理体系指南
SY/T 6363—1998	不稳定试井技术要求
SY/T 6364—1998	油藏流体性质和分布描述方法
SY/T 6365—1998	油气藏原始地层压力及压力系统确定方法
SY/T 6366—1998	油田开发主要生产技术指标及计算方法
SY/T 6367—1998	钻井设备的检验、维护、修理和修复程序
SY/T 6368—1998	地下金属管道防腐层检漏仪
SY/T 6369—1998	岩心油水饱和度测定仪

SY/T 6370—1998	岩心气体渗透率测定仪
SY/T 6371—1998	地震检波器测试仪通用技术条件
SY/T 6372—1998	数控生产测井地面仪
SY/T 6373—1998	油气田供配电系统经济运行规范
SY/T 6374—1998	机械采油系统经济运行
SY/T 6375—1998	石油企业能源综合利用技术导则
SY/T 6376—1998	压裂液通用技术条件
SY/T 6377—1998	鱼顶打印作业方法
SY/T 6378—1998	油水井取套回接工艺作法
SY/T 6379—1998	颗粒调剖剂性能评价方法
SY/T 6380—1998	压裂用破胶剂性能试验方法
SY/T 6381—1998	加热炉热工测定 (代替 SY 7505—87)

以上标准自 1999 年 10 月 1 日起实施。

国家石油和化学工业局  
1999 年 3 月 3 日

## 前 言

本规范是根据原中国石油天然气总公司(98)中油技监字第33号文,由中国石油天然气管道第二工程公司对原《管式加热炉工程施工及验收规范》SYJ 4004—90进行修订而成。在修定中既考虑目前各单位使用的各类型加热炉,又考虑今后一段时间的发展方向,强调了安全施工和施工质量。根据内容将规范名称改为《加热炉工程施工及验收规范》。

本规范修订过程中,以函审和会审两种方式广泛地向有关单位征求了意见,力求做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量。考虑到国内现有的施工水平和今后的发展方向,并尽量与国际上先进的施工规范接轨,对原规范中的条文,凡现在仍然适用的予以保留;凡内容已经陈旧或局限性较大的予以删除;凡数据不确切或规定不明确之处进行修改;对符合我国国情的国外先进标准予以采用,最后由石油工程建设施工专业标准化委员会会同有关部门进行审查定稿。

本标准共10章。主要内容包括总则、材料、制作、组装、除锈与涂漆、包装与发运、现场安装、烘炉、铭牌、竣工验收。

本规范由中国石油天然气管道第二工程公司负责解释。

本规范主编单位:中国石油天然气管道第二工程公司。

本规范主要起草人 吴德胜 陈大中 张继凯 张洪元

毛 红

# 目 次

1	总则 .....	1
2	材料 .....	2
3	制作 .....	3
3.1	钢结构制作 .....	3
3.2	炉管制作 .....	7
3.3	钢制烟囱及附件制作 .....	9
3.4	焊接 .....	9
3.5	焊接检验 .....	11
3.6	试压 .....	12
4	组装 .....	13
4.1	钢结构组装 .....	13
4.2	炉管组装 .....	14
4.3	热媒换热器组装 .....	14
4.4	管板、管架及衬里支架组装 .....	15
4.5	钢制烟囱及附件组装 .....	15
4.6	炉衬组装 .....	16
5	除锈与涂漆 .....	19
6	包装与发运 .....	20
7	现场安装 .....	21
7.1	基础验收 .....	21
7.2	安装与固定 .....	21
8	烘炉 .....	23
9	铭牌 .....	24
10	竣工验收 .....	25
	标准用词和用语说明 .....	28
	附件 加热炉工程施工及验收规范 条文说明 .....	29



## 1 总 则

**1.0.1** 为在加热炉施工中贯彻执行国家的技术经济政策，确保制作、安装质量，做到技术先进，经济合理，安全适用，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于油田、联合站、油库、长输管道加热站直接和间接式各类型加热炉的施工及验收，也可用于气田的加热炉施工及验收。

**1.0.3** 直接和间接式加热炉应符合《有机热载体炉安全技术监察规程》和《石油工业用加热炉安全规程》SY 0031；加热炉系统中的压力容器（如储油罐、膨胀罐、汽液分离器等）应符合《钢制压力容器》GB 150 和《压力容器安全技术监察规程》的有关规定。热媒换热器制作应符合《钢制管壳式换热器》GB 151 的有关规定。

**1.0.4** 加热炉的制作和安装应符合设计文件的要求，当需要修改设计时，应取得原设计单位同意，并签署设计变更文件。

**1.0.5** 加热炉制作和安装前，应按设计文件，编制制作工艺和安装施工方案，并严格执行工序检验，当上道工序合格后，下道工序方可施工。

**1.0.6** 加热炉的检查和验收应使用经计量检定合格的计量器具，并应按有关规定操作。

**1.0.7** 加热炉的制作和安装单位应取得相应的资格，同时制定切实可行的保证制造和安装质量的措施。

**1.0.8** 有关安全技术、劳动保护、环境保护应符合国家现行强制标准和 SY 0031 的有关规定。

**1.0.9** 在加热炉的制作安装中，除执行本规范外，尚应符合国家现行的有关强制性标准（规范）的规定。

## 2 材 料

**2.0.1** 加热炉所用材料应符合设计文件的要求，并应符合国家、行业现行标准（规范）的规定。

**2.0.2** 用于加热炉的材料必须具备合格证、质量证明书等技术文件。对主要元件的材料质量有疑义时，应根据标准和订货合同进行复验，合格后方可使用。

**2.0.3** 钢制锻造法兰及其它锻件应符合《压力容器用碳素钢和低合金钢锻件》JB 4726、《钢制管法兰类型》GB/T 9112、《钢制管法兰压力温度等级》GB/T 9131 等标准的规定。

**2.0.4** 钢材表面锈蚀等级应符合国家《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923 规定的 A、B、C 级，其锈蚀、麻点或划痕的深度不得超过该钢材厚度负偏差的 1/2。

**2.0.5** 加热炉工程使用的紧固件和管配件应符合《紧固件机械性能》GB/T 3098.1~3098.6、《紧固件表面缺陷》GB/T 5779.1~5779.3、《钢制弯管》SY 5257、《钢板制对焊管件》GB/T 13401、《钢制对焊管件》SY 7510 等标准的规定。

**2.0.6** 加热炉的炉衬材料、涂敷材料，必须具有合格证和说明书；对新材料应有鉴定结果，并经设计单位同意方可采用。

**2.0.7** 外购（外协）设备及配件如燃烧器、鼓风机、泵类等应有质量合格证、质量保证书、装箱单、使用说明书等技术文件。

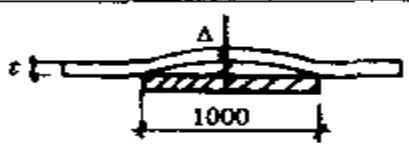
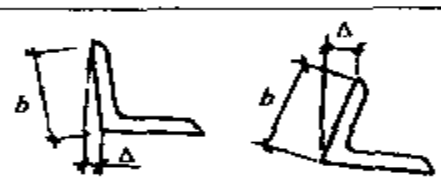

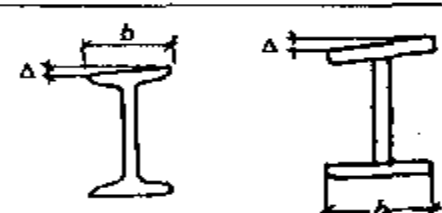
**2.0.8** 加热炉上使用的阀门、压力表、热电偶等配件，应逐一试验和标定。安全阀必须符合《安全阀 一般要求》GB/T 12241、《安全阀 性能试验方法》GB/T 12242、《弹簧直接载荷式安全阀》GB/T 12243 的规定；且必须经过严格的清洗、定压（按设计规定值）；连续做起跳、回座试验不少于 3 次。不合格品严禁使用。

## 3 制 作

### 3.1 钢结构制作

3.1.1 钢结构所用材料的允许偏差值应符合表 3.1.1 的规定, 否则下料前应进行矫正。


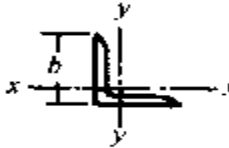
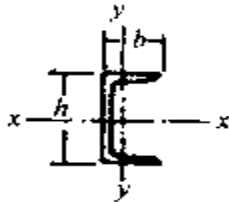
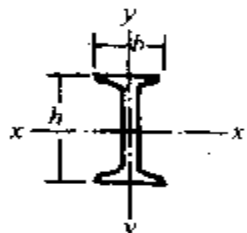
表 3.1.1 钢结构所用材料的允许偏差 (mm)

项目		允许偏差 $\Delta$	图样
钢板的 局部平 面度	$t \leq 14$	$\Delta \leq 1.5$	
	$t > 14$	$\Delta \leq 1.0$	
型钢弯曲矢高		$\Delta \leq L/1000$ 且 $\Delta \leq 5.0$	
角钢肢的垂直度		$\Delta \leq b/100$ 且 双 肢铆接、栓接角 钢的角度不得大 于 $90^\circ$	
槽钢翼缘对腹板的 垂直度		$\Delta \leq b/80$	
工字钢、H型钢 翼缘对腹板的垂 直度		$\Delta \leq b/100$ 且 $\Delta \leq 2.0$	

注:  $t$  为钢板厚度;  $b$  为宽度;  $L$  为型钢的长度。

**3.1.2 钢材在冷矫正和冷弯曲时，其最小曲率半径和最大弯曲矢高，不得超过表 3.1.2 的规定。**

**表 3.1.2 冷矫正和冷弯曲的最小曲率半径和最大弯曲矢高的允许值 (mm)**

钢材类别	图例	对应轴	矫正		弯曲	
			$r$	$f$	$r$	$f$
钢板扁钢		$x-x$	$50t$	$L^2/400t$	$25t$	$L^2/200t$
		$y-y$ 仅对扁钢轴线	$100b$	$L^2/800b$	$50b$	$L^2/400b$
角钢		$x-x$	$90b$	$L^2/720b$	$45b$	$L^2/360b$
槽钢		$x-x$	$50h$	$L^2/400h$	$25h$	$L^2/200h$
		$y-y$	$90b$	$L^2/720b$	$45b$	$L^2/360b$
工字钢		$x-x$	$50h$	$L^2/400h$	$25h$	$L^2/200h$
		$y-y$	$50b$	$L^2/400b$	$25b$	$L^2/200b$

注： $r$  为曲率半径； $f$  为弯曲矢高； $L$  为弯曲弦长； $t$  为钢板厚度； $h$  为高度； $b$  为宽度。

**3.1.3 矫正后的钢材表面严禁有裂纹，不应有明显的凹面和损伤，表面划痕深度不得大于 0.50mm。碳素结构钢在环境温度低**

于 $-16^{\circ}\text{C}$ 、低合金结构钢在环境温度低于 $-12^{\circ}\text{C}$ 时，不得进行冷矫正和冷弯曲。

**3.1.4** 加工弯曲的零件，其弦长大于或等于 $1500\text{mm}$ 时，应用弦长不小于 $1500\text{mm}$ 的弧形样板检查；弯曲零件弦长小于 $1500\text{mm}$ 时，样板的弦长应不小于零件的弦长。测得的间隙不得大于 $2.0\text{mm}$ 。

**3.1.5** 碳素结构钢和低合金结构钢在加热矫正时，加热温度应根据钢材性能选定，不得超过 $900^{\circ}\text{C}$ 。加热宜在炉内或采用温度分布较均匀的热源，不得有过烧和受热不均。低合金结构钢在加热矫正后，应缓慢冷却。

**3.1.6** 放样和号料应根据工艺要求预留制作和安装时的焊接收缩余量及切割、刨边和铣平等加工余量。

**3.1.7** 放样和号料的允许偏差应符合表 3.1.7 的要求。

表 3.1.7 放样和号料的允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)
平行距离和分段尺寸	$\pm 0.5$
对角线之差	$\leq 1.0$
宽度、长度	$\pm 0.5$
冲孔、钻孔距	$\pm 0.5$
加工样板角度	$\pm 20'$

**3.1.8** 切割前应将钢材切割区域表面的铁锈、污物等清理干净，并应采用机械切割、等离子切割或气割，不得采用电弧切割。

**3.1.9** 切割后应清除熔渣和飞溅物。切口处不得有裂纹、毛刺和缺棱。其下料允许偏差应符合表 3.1.9 的规定。

**3.1.10** 所有螺栓孔应冲孔或钻孔，其中心距允许偏差应符合设计文件的要求。

**3.1.11** 碳素结构钢在环境温度低于 $-20^{\circ}\text{C}$ 、低合金结构钢在环境温度低于 $-15^{\circ}\text{C}$ 时，不得进行剪切和冲孔。

**3.1.12** 型钢的接头应平整、对正，横梁宜采用  $45^\circ$  斜口，立柱宜采用直口接头。

**表 3.1.9 下料允许偏差值**

项 目	允许偏差 (mm)
钢板长度和宽度	$\pm 2$
钢板对角线之差	$\leq 3$
型钢 (长度 $\leq 5\text{m}$ )	$\pm 3$
型钢 (长度 $> 5\text{m}$ )	$\pm 5$
型钢端部垂直度	$\leq 2.0$

**3.1.13** 煨制件应符合下列规定：

1 安装在内壁上的型钢圈其周长只允许有负偏差，安装在外壁上的型钢圈其周长只允许有正偏差。其值不应大于周长的 0.25%，且不得超过 12.0mm。

2 板材和型钢在热加工和热矫正过程中，其厚度减薄量应小于厚度的 10%。

**3.1.14** 加热炉筒体制作的允许偏差应符合下列规定：

1 筒节周长允许偏差应符合表 3.1.14 的规定，相邻筒节正负偏差应一致。

**表 3.1.14 筒节周长允许偏差 (mm)**

公称直径 DN	<800	800~1200	1300~1600	1700~2400	2600~3000	3200~4000
外圆周长 允许偏差	$\pm 5$	$\pm 7$	$\pm 9$	$\pm 11$	$\pm 13$	$\pm 15$

2 筒节纵向对接接头错边量不应大于壁厚的 25%。

3 筒节纵焊缝、对接环焊缝形成的棱角不得大于壁厚的 10% 加 2mm，且不得大于 5mm。筒节纵焊缝用弦长等于  $1/6D_i$

( $D_i$  为内直径), 且不小于 300mm 的样板检查; 对接环焊缝用长度不小于 300mm 的直尺检查。

4 圆度允许偏差不得大于内径的 1%, 且不得大于 20mm。

5 筒节组装环向对接接头错边量不应大于壁厚的 25%。

6 筒体的直线度偏差不应大于筒体长度的 1%。

7 筒体的表面凹凸度用弦长等于  $1/6D_i$  ( $D_i$  为内直径), 且不小于 300mm 的样板检查, 应小于 3mm。

8 施工图纸有特殊要求的筒体, 在制作和组装时, 应按其要求制作和组装。

9 为防止筒体焊接变形, 最短一节筒体的长度不得小于 500mm。

**3.1.15** 钢结构的拼装应在预制平台上进行, 并应制定有效的防止焊接变形的措施。

**3.1.16** 拼装前, 应留出焊接的收缩余量, 拼装定位焊固定后, 应对各种外形尺寸和相关尺寸进行全面校对后, 方可焊接。

## **3.2 炉管制作**

**3.2.1** 炉管制作前必须进行外观检查。表面应平整, 不得有裂纹、折叠、轧折、离层、花纹、结疤、重皮、压扁、划痕等缺陷。

**3.2.2** 炉管长度下料允许偏差应为  $+2_0$ mm。

**3.2.3** 炉管应用整根管子制作。若需拼接时, 只允许拼接一次, 拼接后直线度允许偏差每米不应大于 1.5mm。炉管拼接时, 最短的管节长度应大于 500mm。

**3.2.4** 拼接的炉管应逐一进行水压试验, 试验压力应按式 (3.2.4) 计算:

$$p = 2t[\sigma]/D \quad (3.2.4)$$

式中  $p$ ——水压试验压力 (MPa);

$t$ ——炉管公称壁厚 (mm);

$D$ ——炉管公称外径 (mm);

$[\sigma]$  ——许用应力 (MPa);

优质碳素钢、合金钢取屈服强度的 80%; 耐热钢和不锈钢取屈服强度的 70%。

在试验压力下, 稳压不应少于 10s。检查试件无渗漏和压力不下降为合格。

**3.2.5** 炉管坡口形式及尺寸应符合设计要求, 并符合《气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸》GB/T 985、《埋弧焊焊缝坡口的基本形式和尺寸》GB/T 986 的要求。若采用机械方法加工坡口, 管口端面应与轴线垂直, 其允许偏差不应大于 1.0mm。

**3.2.6** 炉管组对前, 应进行矫正, 直线度允许偏差每米不应大于 1.0mm, 全长允许偏差: 当炉管长度小于或等于 6000mm 时, 不应大于 4.0mm; 炉管长度大于 6000mm 时, 不应大于 8.0mm。

**3.2.7** 每组炉管组对时, 管束端面应平齐, 长度差不应超过 2.0mm。

**3.2.8** 炉管组对前, 必须将炉管内外清扫干净, 并在组对中保证管内不进杂物。

**3.2.9** 炉管与弯头或其它配件对接时, 严禁强力组对。外径小于或等于 108mm 时, 外壁错边量不应大于厚度的 10% 加 0.5mm, 且不应大于 1.0mm。外径大于 108mm 时, 外壁错边量不得大于厚度的 10% 加 1.0mm, 且不应大于 2.0mm。若公称直径相同, 而壁厚差大于 1.0mm 时应进行削薄, 削薄长度不应小于削薄厚度的 4 倍。

**3.2.10** 炉管在盘制时, 炉管螺距应符合设计文件的要求, 螺距允许偏差应为  $\pm 10\text{mm}$ , 成形后的盘管每米直线度允许偏差不应大于 3mm, 全长直线度允许偏差不大于 7mm; 圆度允许偏差应小于或等于管子壁厚的负偏差; 壁厚减薄量应小于或等于壁厚的负偏差。



**3.2.11** 炉管盘制后必须进行清管通球试验，清管用橡胶球时直径应大于炉管内径。

### **3.3 钢制烟囱及附件制作**

**3.3.1** 钢制烟囱直径允许偏差不应大于 5mm，圆度允许偏差不应大于内径的 5/1000，且不应大于 10mm；直线度允许偏差不应大于长度的 2/1000，且不应大于 20mm；长（高）度允许偏差不应大于  $\pm 20\text{mm}$ ；凹凸度不应大于 3mm（用 1/6 内径  $D_1$  的样板检查）。

**3.3.2** 烟囱的纵、环缝错边量不应大于 1.0mm。

**3.3.3** 烟囱（烟道）挡板与内壁的间隙应符合设计要求。

**3.3.4** 人孔门、看火门、防爆门应符合相应的标准和设计要求。

**3.3.5** 热媒工艺管线制作应符合《长输管道站内工艺管线工程施工及验收规范》SYJ 4002 的有关规定。

**3.3.6** 放空、排液管道，安全系统等除执行本规范外，还必须符合 SY 0031 的有关规定。

**3.3.7** 所有容器、管线应保证内部清洁。奥氏体不锈钢容器和管线应按《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 相关规定进行脱脂、酸洗或钝化。

### **3.4 焊 接**

**3.4.1** 从事焊接的人员，必须是按照《锅炉压力容器焊工考试规则》考试合格的焊工，并在焊接合格证有效期内。

**3.4.2** 初次使用的钢种、焊接材料和焊接方法，在正式施焊前应按《钢制压力容器焊接工艺评定》JB 4708 进行焊接工艺试验及工艺评定。在合格的基础上，编制焊接工艺规程，经焊接责任工程师批准后严格执行。已多次使用的钢种和焊接材料，应按已有的焊接工艺规程执行。

**3.4.3** 焊条、焊剂、焊丝应具备出厂合格证书和使用说明书，药皮不得脱落、变色、变质或有明显裂纹。焊条应按出厂说明书

的要求进行烘烤，并在使用中保持干燥。

**3.4.4** 焊件坡口及间隙应符合标准要求，距焊道 20mm 范围内，不得有油漆、毛刺、锈斑、氧化皮及其它对焊接质量有影响的物质。

**3.4.5** 当碳素钢、低合金钢在环境温度低于 0℃ 时，应在焊口两侧 100mm 范围内进行预热，预热温度以 100～150℃ 为宜，焊后应进行保温。当环境温度低于下列温度时应停止施焊：

- 1 碳素钢：-20℃。
- 2 低合金钢：-10℃。
- 3 奥氏体不锈钢：-5℃。
- 4 中高合金钢：0℃。

**3.4.6** 预热宜采用高频电加热、中频电加热、红外线加热或在预热炉内预热等方法，加热面应受热均匀，温升同步。若采用火焰直接加热时，火焰不应直接接触坡口。

**3.4.7** 焊接环境出现下列情况之一时，如无有效保护性措施应停止焊接工作：

- 1 风速大于或等于 8m/s（手工焊）。
- 2 风速大于 2m/s（气体保护焊）。
- 3 风速大于 14m/s（药芯焊丝半自动焊）。
- 4 相对湿度大于 90%。
- 5 下雨（室外焊接）。
- 6 下雪（室外焊接）。

**3.4.8** 炉管焊接宜采用多层焊方法，每层间应清除焊渣和氧化膜，每个焊道应连续焊完。

**3.4.9** 炉管对接焊缝宜采用氩弧焊打底。

**3.4.10** 常用铬钼耐高温钢焊接时，预热温度宜在 200～250℃，焊后应进行热处理。热处理温度宜在 600～650℃。其它合金钢预热温度和焊后热处理应符合设计要求和有关规范规定。

**3.4.11** 异种钢材的焊接，焊前预热和焊后热处理的温度应以预热温度要求较高的材料为准。

**3.4.12** 一般钢结构的焊接应符合《钢结构工程施工及验收规范》GB 50205 的规定。

### **3.5 焊接检验**

**3.5.1** 焊缝外观检查应符合下列规定：

- 1 焊缝成形良好，外形尺寸应符合设计图样和规范要求。
- 2 焊缝表面及热影响区不得有裂纹、气孔、弧坑、夹渣和熔合性飞溅等。
- 3 焊缝咬边深度应小于或等于 0.5mm；两侧咬边长度应小于焊缝全长的 10%，且连续长度不大于 100mm。焊缝与母材熔合良好。
- 4 焊缝余高应符合下列规定：
  - 1) 一般管线：1.5~3.0mm。
  - 2) 炉管：1.0~2.0mm。
  - 3) 壳体：1.0~3.0mm。

**3.5.2** 钢结构焊缝质量及无损检测应符合 GB 50205 的规定。

**3.5.3** 加热炉焊缝应进行无损检测，检查比例应符合设计文件要求。若设计无要求时，炉管、热媒换热器管、热媒工艺管等焊缝应进行 100% 射线探伤；也可进行 100% 超声波探伤加 20% 射线复验。无损检查和评定应符合《压力容器无损检测》JB 4730 要求，X 射线探伤 II 级、超声波探伤 I 级为合格。

**3.5.4** 经无损检测的焊缝有超过规范允许缺陷时，其缺陷处应进行返修，并对返修部位按原探伤方法重新探伤检查。

**3.5.5** 焊缝的返修应采用经评定合格的焊接工艺进行。焊缝同一部位的返修次数不宜超过两次，如超过两次，返修前应经制造单位技术总负责人批准。返修次数、部位及返修情况、焊接记录等均应有原始记录，并作为竣工资料的一部分移交使用单位。

**3.5.6** 施工文件要求焊后热处理的焊道，应在热处理前进行无损检测和返修。

### 3.6 试 压

**3.6.1** 经无损检测或热处理合格后的炉管，热媒系统管线，换热系统管线，排液（污）、放空、安全系统管线等，应分系统和整体进行水压试验，试验压力应按设计文件要求执行。

**3.6.2** 试压应采用清洁水，对于碳素钢炉管水温应大于 5℃，对于铬钼钢炉管水温应大于 15℃，对奥氏体不锈钢炉管水中含氯离子浓度不得超过 25mg/L，冬季试压应采取防冻措施。

**3.6.3** 试压前，应根据材质、试压设备和设计文件要求制定升压曲线和试压方案，做好技术交底工作。在试压中严格按升压曲线规定的升压速率、停压、稳压时间执行。

**3.6.4** 试压时应分级缓慢升压，当压力达到工作压力时，应暂停升压，检查有无漏水或异常现象。确认正常后再升至强度试验压力，稳压 10min，目测无渗、无漏、无变形。然后降至工作压力，稳压 30min 后，进行检查，无渗漏、压力无下降为合格。

**3.6.5** 做好试压记录，写明升压时间、稳压时间、天气情况、环境温度、湿度、试压人员等。试压结束后，用压缩空气排尽水。

## 4 组 装

### 4.1 钢结构组装

**4.1.1** 钢结构组装前，应对钢结构的质量进行全面检查，钢结构的变形超过允许值时，应进行矫正和修复。

**4.1.2** 钢结构安装和矫正，应根据工程特点编制相应的工艺。在安装和矫正时，应根据制造环境温度和使用温度、使用环境等因素，采取相应的调整措施。

**4.1.3** 炉体钢结构组装的允许偏差应符合下列规定：

1 立柱垂直度允许偏差不应大于立柱高度的  $1/1000$ ，且不应大于  $12\text{mm}$ 。

2 立柱高度允许偏差应为  $\pm 5\text{mm}$ 。各柱间相对高差允许值不应大于  $3\text{mm}$ 。

3 两立柱间距允许偏差应为  $\pm 3\text{mm}$ ，两边缘立柱间距允许偏差应为  $\pm 10\text{mm}$ 。

4 两立柱间平面对角线之差不应大于  $4\text{mm}$ ，两边柱对角线允许偏差应为  $\pm 10\text{mm}$ 。

5 横梁水平度允许偏差每米应为  $\pm 2\text{mm}$ ，全长应为  $\pm 5\text{mm}$ 。横梁标高允许偏差不应大于  $\pm 5\text{mm}$ 。

**4.1.4** 矩形构架组装对角线偏差应符合下列规定：

1 当边长小于或等于  $2500\text{mm}$  时，两对角线之差不应大于  $3\text{mm}$ 。

2 当边长大于  $2500\text{mm}$  但小于或等于  $5000\text{mm}$  时，两对角线之差不应大于  $5\text{mm}$ 。

3 当边长大于  $5000\text{mm}$  时，两对角线之差不应大于  $6\text{mm}$ 。

**4.1.5** 炉体钢结构吊装时，应使用专用吊绳和吊钩。起吊时应

有防变形措施。

## **4.2 炉管组装**

**4.2.1** 炉管安装前，应按设计文件和规范要求检查管板、管架、定位管的安装位置、相关尺寸和预制质量。炉管拼接的焊道应避开管板、管架 150mm 以上。

**4.2.2** 炉管内、外表面应清洁。凡不能及时组焊的管口，均应采取临时性保护措施。

**4.2.3** 炉管在运输和吊装中，必须采取防变形、防冲撞、防磨损等措施。

**4.2.4** 立管吊装应平稳，不得撞击炉墙和衬里。水平管穿管时，不得撞击管板、管架、折流板。不得在不能承重的物件上放置。

**4.2.5** 炉管安装时，必须保证导向管与定位管的安装尺寸，以满足炉管升温时能自由膨胀和伸缩。

**4.2.6** 所有开口工作应在管段安装前完成。

## **4.3 热媒换热器组装**

**4.3.1** 管束组装时，严禁强力组对和敲打。管束表面不应出现凹陷或划伤。

**4.3.2** 换热管全部穿入管板经找正后方可焊接。换热管拼接焊缝余高多余部分应用砂轮机磨去。

**4.3.3** 换热管除与管板焊接外，其它任何零部件均严禁与换热管相焊接。

**4.3.4** 外壳和管束中的焊疤、飞溅物、焊条头等杂物必须清除干净。外壳内侧焊缝余高应用砂轮机磨至与母材平。

**4.3.5** 管束和外壳吊装时必须使用专用吊具。

**4.3.6** 紧固螺栓分 3~4 次对称紧固。每紧一遍后，起点错开 120°。

#### **4.4 管板、管架及衬里支架组装**

**4.4.1** 安装前应对管板、管架及衬里支架进行质量检查，外形尺寸应符合设计文件要求，允许偏差应符合下列要求：

1 两端管板与中间管板或管架的管孔同轴度允许偏差不得大于 2mm。

2 管板或管架间距允许偏差不得大于 4mm。

3 管板的垂直度允许偏差不应大于高度的 5/1000，衬里支架每段的垂直度允许偏差不应大于高度的 1/1000。

4 衬里支架之间的标高允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ 。

5 相邻衬里支架的间距允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ 。

**4.4.2** 耐热铸铁件的管板（架）安装时，螺栓不应拧得过紧，上紧后应退回 1/4~1/2 扣。

**4.4.3** 严禁强力安装、组对及敲打结构件。

#### **4.5 钢制烟囱及附件组装**

**4.5.1** 所有附件的安装位置和安装方式，均应符合设计文件和有关规范要求。

**4.5.2** 烟囱整体直线度的允许偏差不应大于 20mm，烟囱的挡板指针方向正确并应转动灵活。

**4.5.3** 燃烧器安装应符合下列规定：

1 点火孔位置应符合施工图要求。

2 一次及二次调风器应转动灵活。

3 燃烧器位置应与施工图相符。

**4.5.4** 调节系统应灵活，开、关位置应正确。

**4.5.5** 吹灰器等的支架应焊接牢固。吹灰管应转动灵活，伸缩长度与施工图相符。

**4.5.6** 管道上的仪表取源部件应按规定位置开口和焊接。温度计插孔的取源长度必须符合施工图要求。电磁阀、减压阀、调节阀应做开启试验，最大和最小流量应符合设计要求。

**4.5.7** 法兰在连接前应检查其密封面，不得有影响密封性能的缺陷存在，并应清除法兰上的铁锈、毛刺及尘土等。

**4.5.8** 人孔门应与炉墙贴合紧密，开关灵活，保温层完好。

## **4.6 炉衬组装**

**4.6.1** 炉衬材料应按设计文件要求选用。当表面温度小于或等于 1000℃ 时，耐火纤维毡的理化指标及试验方法等应符合现行的《普通硅酸铝耐火纤维毡》GB 3003 的规定，外形尺寸和容重的允许偏差应符合下列要求：

- 1 长度：±3mm。
- 2 宽度：±2mm。
- 3 厚度：±2mm。
- 4 容重：±15kg/m<sup>3</sup>。

当炉衬表面温度大于 1000℃ 时，耐火纤维毡（毯）、陶瓷纤维毡（毯）应符合相应的产品标准要求。

**4.6.2** 折叠陶瓷纤维毯的安装应符合下列要求：

- 1 安装前，应在安装部位涂刷粘接剂。粘接剂应涂刷均匀、无漏点。

- 2 折叠陶瓷纤维毯应平整、均匀，外形尺寸应符合设计图样要求，边缘应整齐，如误差较大时，应重新捆扎并整形。

- 3 安装时，应全部装入衬里支架间，铺平、铺满，压实后再用固定钉固定。

- 4 毯间接合缝应严密，不得有松动，不得出现裸露金属缝隙和孔洞。

- 5 安装收缩补偿条时，毡条应与折叠陶瓷纤维毯保持平整、美观。

- 6 折叠陶瓷纤维毯衬里经检查合格后，应按设计要求涂刷耐高温涂料。

**4.6.3** 岩棉应按设计要求选用，并应附有出厂质量证明书和合格证。



**4.6.4** 炉衬施工前应清除炉体内表面的浮锈、焊渣及其它污物；保温钉焊接后应涂刷防锈漆。

**4.6.5** 焊接材料应根据保温钉的材质选用；保温钉应焊接牢固，不得偏斜。

**4.6.6** 岩棉安装时应挤紧挤严，不得有明显缝隙。当安装位置取仰位时，应使用快速夹子固定。

**4.6.7** 耐火纤维毡安装时，每层的接缝及层与层之间应涂刷高温粘结剂，使其严密贴合，各层纤维毡之间必须错缝安装。施工时，纤维毡的最大压缩量不得超过厚度的 10%。

**4.6.8** 炉墙铺设耐火纤维毡时应取立位，若必须平放安装时，应架设踏板；施工人员不得在已安装好的纤维毡上踩踏。若炉顶安装取仰位时，应使用快速夹子固定。

**4.6.9** 耐火纤维毡应使用木锯、快刀或剪刀切割。

**4.6.10** 炉衬施工时，应根据接管、管架的尺寸和位置将岩棉及纤维毡开孔后安装，安装后全部缝隙用耐火纤维毡填实，然后用压紧片或螺帽固定。

**4.6.11** 炉衬安装完毕后，保温钉端部必须用高温粘结剂粘贴 60mm×60mm×20mm 的耐火纤维毡进行覆盖。

**4.6.12** 耐火纤维毡边缘与保温钉之间的间距应控制在 78~100mm。

**4.6.13** 炉衬安装的质量应符合下列要求：

- 1 表面平整，不得有裂纹、缺角、起毛等缺陷。
- 2 用 2000mm 长靠尺检查平炉衬和圆炉衬，其纵向间隙不得大于 10mm。
- 3 用 1000mm 长弧形样板检查圆炉衬，其周向间隙不得大于 6mm。
- 4 圆筒形壳体衬里的圆度允许偏差不得大于其内径的 2%，且不得大于 50mm。

**4.6.14** 炉衬安装完毕后，严禁硬物撞击及雨水侵蚀。

**4.6.15** 砖结构炉衬施工应按《炼油厂管式加热炉砌筑工程技术

条件》SHJ 1044 执行。

**4.6.16** 浇铸结构炉衬施工应按《炼油厂管式加热炉高铝水泥陶粒蛭石轻质耐热衬里工程技术条件》SHJ 1045 执行。

## 5 除锈与涂漆

**5.0.1** 涂漆前加热炉各部表面应除锈，除锈方法和除锈等级应符合 GB/T 8923 规定的 Sa2 级。

**5.0.2** 涂敷前应将毛刺、疤痕、焊瘤、熔合性飞溅等清除干净，达到转角平滑，方可涂漆。

**5.0.3** 漆的质量应符合国家现行标准，具备合格证和使用说明书。漆的颜色和类型，应符合施工文件要求。

**5.0.4** 涂漆应采用喷涂或人工涂敷，厚度应均匀，表层应光洁，不得有脱皮、气泡、杂色、夹渣、起皱、流痕、露铁等缺陷。

**5.0.5** 烟囱（道）、换热器、膨胀器、热媒管线以及炉体等在高温环境下工作的部位，应涂高温漆。钢结构应先刷底漆（防锈漆）两道，再刷面漆两道。

**5.0.6** 若喷涂防火涂料时，喷涂施工应符合《钢结构防火涂料应用技术规范》CECS 24 的规定。

## **6 包装与发运**

**6.0.1** 包装、运输、指示、标志应符合《包装储运图示标志》GB 191 的规定。

**6.0.2** 加热炉本体可裸装。法兰面不得有机械损伤，开孔必须封闭，防止杂物进入。

**6.0.3** 螺纹连接口（就地、远传仪表接口，取样口等），应采用相同螺纹的螺栓或螺帽拧上。

**6.0.4** 易损件、紧固件、压力表、零配件及其它附件等应装箱。箱体外侧应有防倾覆、防震动、起吊吊钩或吊点位置等标志。

**6.0.5** 加热炉起吊应由专业人员进行，起吊前应验算起重量、起吊半径等，使用的吊车、吊具、吊绳必须符合计算要求，确认后方可起吊。

**6.0.6** 加热炉发运时应有防滑措施，并加以合理捆绑，防止运输途中窜动，移位或损伤。

## 7 现场安装

### 7.1 基础验收

7.1.1 安装前应对基础进行检查验收，并有业主代表和监理工程师在场办理交接手续。各方技术负责人在检查验收证书上签字。

7.1.2 基础标高允许偏差应符合施工文件要求。若施工图无要求时，标高允许偏差应为 $-10\text{mm}$ ；水平度允许偏差应不大于 $5.0\text{mm/m}$ ；整体水平度允许偏差应不大于 $20\text{mm}$ 。

7.1.3 预留地脚螺栓孔间距的允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ ，孔深度偏差为 $+20_0\text{mm}$ ，孔壁垂直度允许偏差应不大于 $10\text{mm}$ 。

7.1.4 预埋地脚螺栓中心距允许偏差应为 $\pm 2\text{mm}$ ，地脚螺栓顶端标高允许偏差应为 $+10_0\text{mm}$ 。

7.1.5 基础平面外形尺寸允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ ，基础中心位移允许偏差应为 $10\text{mm}$ 。

7.1.6 基础混凝土强度达到设计标号的80%以上，基础周边土回填并已夯实，加热炉方可就位。

### 7.2 安装与固定

7.2.1 钢结构安装前基础表面应进行修整，预留螺栓孔内的杂物应清除干净。

7.2.2 加热炉安装应找正，其整体水平度允许偏差应为 $\pm 5.0\text{mm}$ ；立柱垂直度允许偏差应不大于长度的 $1/1000$ ；烟囱垂直度允许偏差应不大于烟囱高度的 $1.5/1000$ 。

7.2.3 加热炉的水平度、立柱垂直度可用垫铁调整。安装找正后，每组垫铁自成一体点焊牢固。然后进行二次灌浆，砂浆标号

应比原基础标号高一级。

**7.2.4** 立柱地脚螺栓中心线与定位中心线的允许偏差应为 $\pm 3\text{mm}$ 。

**7.2.5** 加热炉装置中的管线（如热媒、燃油、压缩空气、风、水等管线）应符合制造厂的技术文件要求，但质量标准不得低于GB 50235的规定。

**7.2.6** 设备（如鼓风机、燃料泵、热媒泵等）的安装，应符合设计文件和出厂（安装）说明书要求。

**7.2.7** 仪表的安装应符合《工业自动化仪表工程施工及验收规范》GBJ 93。对压力表、热电偶、温度计等需标定的仪表，必须到有标定资格且能出具标定资料的单位进行标定。

**7.2.8** 所有紧固件必须拧紧。地脚螺栓必须使用双螺帽，有振动的部位必须使用弹簧垫片，无振动者可用平垫片。

**7.2.9** 热媒管线的外保温，应在负荷试车后进行。保温层应有良好的外观形状，保温效果良好。

**7.2.10** 加热炉安装应预留设备工作时的热膨胀量。热媒换热器的固定螺栓，其活动端的螺栓上部双螺帽应拧紧，螺帽与底板间应留1~2mm间隙。

## 8 烘 炉

**8.0.1** 耐火纤维毡（毯）、陶瓷纤维毡（毯）衬里施工完毕后，不需烘炉即可点火升温。

**8.0.2** 砖结构的烘衬烘炉升温曲线应按 SHJ 1044 执行。

**8.0.3** 浇铸结构的烘衬烘炉升温曲线应按 SHJ 1045 执行。

**8.0.4** 加热炉烘炉时，炉管内介质应符合设计文件的要求。不同的炉衬应制定不同的升温曲线和恒温时间。

**8.0.5** 烘炉过程中炉管出口的热介质温度应为：碳素结构钢炉管不超过 350℃；铬钼钢炉管不超过 450℃。

**8.0.6** 烘炉结束后，应对衬里进行全面检查，并做好检查记录。如有损伤应分析原因并加以修补。

**8.0.7** 烘炉过程中应实测炉内温度，测温点应不少于两处，升温时每 15min 测一次温度，恒温 and 自然冷却时每 30min 测一次温度。每个阶段起始和结尾时应适当增加测温次数。

**8.0.8** 烘炉后检验合格而暂时不使用的加热炉应及时封闭，恢复安装时的原貌，关闭阀门，锁住手轮。

## 9 铭 牌

**9.0.1** 加热炉必须在明显位置处设置铭牌。铭牌应用耐腐蚀的金属材料制成。

**9.0.2** 铭牌与加热炉应联接牢固，表面应平整。

**9.0.3** 铭牌上应注明下列内容：

- 1 加热炉的名称及型号。
- 2 制造单位名称。
- 3 加热炉出厂编号。
- 4 额定热负荷 (kW)。
- 5 加热介质。
- 6 加热介质进出口温度 (℃)。
- 7 设计压力 (MPa)。
- 8 热效率 (%)。
- 9 检验单位检验标志及检验日期。
- 10 准予生产许可证号及批准单位。
- 11 加热炉的外形尺寸 (mm) 及总重量 (t)。
- 12 制造 (出厂) 日期。



## 10 竣工验收

**10.0.1** 加热炉工厂制造时，制造单位应派技术人员到安装现场服务，指导安装和试运行。

**10.0.2** 加热炉现场制造时，制造单位应组织试运行。

**10.0.3** 管式加热炉的试运行应符合下列规定：

1 试点火：确定点火时的负荷，进行自控程序试验、风油压调节试验等。

2 开通：逐步开通阀门，使管内介质按设计工作状态下流动，逐渐加大流量至设计值。

3 试运行：使本体和附件在设计参数下连续运行 72h，检测、核定各部件运行参数是否达到额定值，达不到应找出原因，制定方案整改，直至合格。

**10.0.4** 热媒间接加热炉的试运行应符合下列规定：

1 热媒加热炉试点火：调节自控程序和风油压、确定点火时的负荷。

2 开通时应进行下列工作：

1) 低温脱水：将热媒加热到 105~120℃，连续平稳运行不少于 24h 对热媒取样分析，含水率低于 0.05% 为合格。

2) 高温脱水：将热媒继续升温到 130~140℃，连续平稳运行，对热媒取样分析含水量为零时合格。

3) 脱低沸点物：将热媒加热到 160~180℃ 间，连续平稳运行 24h 以脱出热媒中的低沸点物质。

3 试运行：热媒经脱水、脱低沸点物后，继续升温到设计规定值。在升温过程中，逐渐开通换热器进行负荷试车。试车时间应符合表 10.0.4 的规定。

**表 10.0.4 热媒间接加热炉负荷试车时间**

试车阶段	负荷	运行时间 (h)
一	80 %	20
二	100 %	48
三	110 %	4

**10.0.5** 试运行合格、无质量缺陷、达到设计参数时，移交使用单位并办理竣工验收手续。

**10.0.6** 加热炉不论是工厂制造还是现场制造，均应提供完整的竣工验收资料。验收资料应包括下列技术文件：

**1 出厂文件：**

- 1) 竣工图纸。包括总图和构部件图；
- 2) 质量证明书。包括出厂合格证、材质证明书、焊接材料合格证、焊接质量证明、水压试验证明、隐蔽工程检查证明等；
- 3) 安装使用说明书；
- 4) 设备、材料、配（构）件合格证明书；
- 5) 设计变更通知（联络）单；
- 6) 焊缝无损检测报告；
- 7) 试压记录；
- 8) 配套的仪器、仪表及专用工具清单；
- 9) 装箱清单。

**2 现场安装文件：**

- 1) 基础验收文件；
- 2) 安装记录；
- 3) 试压记录；
- 4) 移交检查记录。

**3 砌筑工程施工验收记录。**

**4 钢结构安装记录。**

- 5 耐热衬里施工验收记录。
- 6 烘炉记录。
- 7 化验、试验、检验报告等。

## 标准用词和用语说明

为便于在执行本规范条文时区别对待，对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，在正常情况下均应这样做的用词：  
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”。  
表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

附件

# 加热炉工程施工及验收规范

## 条文说明

## 修 订 说 明

根据原中国石油天然气总公司(98)中油技监字第33号文件要求,由中国石油天然气管道第二工程公司和中国石油天然气集团公司工程技术研究院共同负责对《管式加热炉工程施工及验收规范》进行了修订,经国家石油和化学工业局于1999年3月3日以国石化政发(1999)93号文批准发布,自1999年10月1日实施。

在修订过程中,广泛吸收国际上先进的施工经验,并结合国内现有的施工水平和今后的发展方向,扩大了规范的适用范围,增加了新型热媒炉制作等有关内容,增加了规范的实用性。

在执行本规范过程中,希望各单位结合工程实践,认真总结经验,注意积累资料,如发现需要修正或补充之处,请将意见和有关资料,寄交江苏省徐州翟山中国石油天然气管道第二工程公司(邮编221008)和天津塘沽津塘公路40号中国石油天然气集团公司工程技术研究院标准室(邮编300451),以便今后修订时参考。

中国石油天然气管道第二工程公司

1998年8月14日

# 目 次

1	总则	32
2	材料	33
3	制作	34
3.1	钢结构制作	34
3.2	炉管制作	35
3.3	钢制烟囱及附件制作	36
3.4	焊接	37
3.5	焊接检验	38
3.6	试压	38
4	组装	40
4.1	钢结构组装	40
4.2	炉管组装	40
4.3	热媒换热器组装	41
4.4	管板、管架及衬里支架组装	41
4.5	钢制烟囱及附件组装	41
4.6	炉衬组装	42
5	除锈与涂漆	43
6	包装与发运	44
7	现场安装	45
7.1	基础验收	45
7.2	安装与固定	45
8	烘炉	47
9	铭牌	48
10	竣工验收	49

# 1 总 则

**1.0.1** 本条旨在说明制定本规范的目的。

**1.0.2** 本条说明本规范的使用范围。直接炉指火筒炉、立式(卧式)管式加热炉等,间接炉指水套炉、热媒炉等。

**1.0.3** 说明本规范与国家现行规范 GB 150、GB 151 和安全监察规程的关系。

**1.0.4** 加热炉制作的主要依据和修改施工图应履行的手续。

**1.0.5** 对加热炉制作安装规定了技术上必不可少的制作工艺和措施,并规定工序检验制度。

**1.0.6** 检验用仪器、仪表、质量的常规要求。

**1.0.7** 为保证加热炉制造和安装质量,不管是制造或是安装单位都必须取得相应的制造、安装资格,并有相应的管理人员和设备。

**1.0.8** 说明本规范与劳动部有关安全、劳动保护法规、法令、公安部消防法规等强制性标准的关系。



## 2 材 料

**2.0.1** 加热炉的材料，应以施工文件要求为备料依据，若无要求，推荐常用钢结构和炉管所用材料要求满足下述标准，供制作时选用：

《石油裂化用无缝钢管》GB 9948、《低中压锅炉用无缝钢管》GB/T 3087、《高压锅炉用无缝钢管》GB 5310、《输送流体用无缝管》GB/T 8163、《耐热钢板》GB/T 4238、《压力容器用碳素钢和低合金钢厚钢板》GB/T 6654、《碳素结构钢》GB/T 700、《耐热钢棒》GB/T 1221、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591、《不锈钢棒》GB/T 1220、《热轧等边角钢 尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 9787、《热轧工字钢 尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 706、《热轧槽钢尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 707 等。

**2.0.2** 制造加热炉的材料应具备的必要的材质证明。

**2.0.3** 加热炉所用锻件和法兰材料应执行的标准。

**2.0.4** 钢材表面质量和除锈等级应执行的标准。

**2.0.5** 加热炉本体与附件连接所有螺栓、螺帽、管配件应执行的标准。

**2.0.6** 鉴于目前市面上各种炉衬材料，涂敷材料较多、较杂，产品质量高低不等，不时又推出新材料，为保证加热炉总体质量，而提出本条要求。

**2.0.7** 对外购（外协）设备及配件的随机技术文件提要求。

**2.0.8** 由于阀门泄漏，安全阀超压不开，压力表、热电偶等指示不准，都将严重影响加热炉正常运行，所以特别对这类材料和配件提出要求。

## 3 制 作

### 3.1 钢结构制作

**3.1.1** 规定了加热炉钢结构制作所使用的钢材的允许偏差。为与国际标准接轨将钢板厚度代号改用“ $t$ ”表示。

**3.1.2** 钢结构所用材料在冷矫正和冷弯曲时，规定其曲率半径和最大弯曲矢高，是根据钢材的特性、工艺的可行性规定的。

**3.1.3** 为了保证钢材在低温情况下受到外力时不致产生裂纹和冷脆，对冷矫正和冷弯曲的最低环境温度进行限制，并对矫正和冷弯曲后的钢材表面质量进行了规定。

**3.1.4** 对加工弯曲的零部件，规定了检查的方法和工具及误差允许值。

**3.1.5** 加热矫正的温度在  $800 \sim 900^{\circ}\text{C}$  时是热塑性变形的理想值，超过  $900^{\circ}\text{C}$  材质会下降，低于  $600^{\circ}\text{C}$  矫正效果不大。缓慢冷却是为了防止加热区脆化。

**3.1.6** 切割、刨边和铣平等机加工，对材料边缘有一定损耗，焊接又有一定热收缩量，故而在放线和号料时，应充分考虑。

**3.1.7** 对放线和号料的允许偏差值作规定，偏差值引自《钢结构工程施工及验收规范》GB 50205。

**3.1.8** 对钢材切割区域的表面质量作要求，并规定了切割的方法。

**3.1.9** 对钢材切口质量作了规定，并规定允许下料几何偏差，原标准没有“型钢端部垂直度”，考虑到型钢用得较多，增加了此项目，这是根据 GB 50205 确定的允许偏差值。

**3.1.10** 规定螺栓孔的开孔方法，因各种部位精确度不一样，因此没有要求偏差值。

**3.1.11** 在低温下钢材剪切和冲孔，易产生冷脆和断裂，故对剪切和冲孔的环境温度规定了下限。

**3.1.12** 根据型钢受力分析，考虑到焊缝处受力更加合理而制定。

**3.1.13** 为便于安装而制定，允许偏差值与原规范相同。

**3.1.14** 允许偏差值为与 GB 150 标准相符而作较大调整，使之更趋于合理。考虑到特殊性增加第 8 条，为减少焊接变形增加了第 9 条。

**3.1.15** 钢结构制作时，拼装、焊接时变形量很大。为防止变形而规定在平台上拼焊，并要求有防变形措施。

**3.1.16** 焊接时，焊件在焊接中和焊接后冷却时要产生形体变形，故而在组对时应考虑到焊接收缩量，定位焊后要复核外形尺寸等，合格后方可施焊。

## **3.2 炉管制作**

**3.2.1** 炉管是加热炉的关键部位，是承受压力和温度的主要构件。为此炉管使用时应严格挑选和检查。因炉管规格较多，每份设计图纸要求不尽相同，但对质量要求是一致的。对无出厂质量证明书的材料严禁使用。

**3.2.2** 规定炉管的下料允许偏差，为组装工序作准备。

**3.2.3** 考虑到厂家供管长度与炉管长度不配套，为减少钢管的浪费，准许炉管拼接一次，对拼接长度最短值和拼接后的直线度作了规定。

**3.2.4** 为保证炉管质量，对拼接的炉管应逐根进行水压试验。原规范中引用 GB 8162 标准，因炉管许用应力值选用的 GB 9948 标准，为保证前后引用标准一致，故而本规范将此公式引用了 GB 9948 标准。GB 9948 与原标准 GB 8162 不同的有  $[\sigma]$  值（许用应力 MPa）。10、20、12CrMo、15CrMo 等优质碳素钢和合金钢取屈服强度的 80%；对 1Cr2Mo、1Cr19Ni9、1Cr19Ni11Nb 耐热钢和不锈钢取屈服强度的 70%。GB/T 14975

和 GB/T 14976 对 1Cr18Ni9Ti 的  $[\sigma]$  规定取抗拉强度的 40%，为此均列出供使用者计算时参考。为与国际标准接轨，壁厚用“ $t$ ”表示；许用应力用“ $[\sigma]$ ”表示。

**3.2.5** 为保证炉管的焊接质量，对坡口特别提出，但考虑各种材质、坡口不尽相同，所以要求执行施工图要求，若施工图无要求，则按国家现行规范《气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸》GB/T 985、《埋弧焊焊缝坡口的基本形式和尺寸》GB/T 986 执行。

**3.2.6** 炉管要装入炉膛之内，直线度误差大了安装困难，甚至装不进去，因此对直线度作规定。偏差值参照原规范值执行。

**3.2.7** 炉管组装后两端应平齐，便于组对弯头等，故对长度差作要求。

**3.2.8** 常规要求。为使系统能正常运行，不影响流量而提出。

**3.2.9** 炉管和弯头等配件组对，应顺其自然，严禁强制组对而人为造成应力集中。对接的错边量，弯头一般比炉管厚 2mm，但外径是相同的，故要求外部错边量；对内部错边量没有要求，但就正常施工而言，内壁应保证其均匀错边。

**3.2.10** 对盘制炉管时的螺距、直线度偏差作规定。偏差值取自《热媒间接加热装置技术条件》SY/T 0524。不圆度和壁厚减薄为常规要求。

**3.2.11** 对盘制炉管进行通球旨在清除管内杂质和检验炉管盘制时的不圆度。

### 3.3 钢制烟囱及附件制作

**3.3.1** 烟囱细而长，露天设置，故对其外观的允许偏差和检查方法作了规定，允许偏差值参照原规范。

**3.3.2** 对烟囱焊接纵缝、环缝错边另作规定。

**3.3.3** 烟囱挡板的好坏是加热炉燃烧好坏的主要部件，因此对其与烟囱内壁的间隙特别提出，但由于不同的图样间隙不一致，所以要求执行图样规定。

**3.3.4** 对人孔、看火门、防爆门等提出常规要求。

**3.3.5** 热媒循环工艺管线的组对焊接、除锈、防腐、保温等与站场工艺管网相似，故而执行 SYJ 4002。

**3.3.6** 安全系统包括放空和排污对加热炉正常运行和环境保护至关重要，再次强调旨在引起重视。

**3.3.7** 对管线、容器等内部常规清洁要求，奥氏体不锈钢脱脂、酸洗或钝化应执行的国家标准。

### **3.4 焊 接**

**3.4.1** 确定焊接操作人员考试应执行的标准。焊工考试执行国家劳动部规定。

**3.4.2** 要求初次使用的钢种、焊接材料和焊接方法应作焊接试验及工艺评定。执行标准为《钢制压力容器焊接工艺评定》JB 4708—92。

**3.4.3** 旨在对焊条、焊丝、焊剂质量作常规要求。

**3.4.4** 为保证焊接质量，对焊缝左右 20mm 内的杂物和污物应清除干净。

**3.4.5** 当工作环境温度低于钢材允许焊接温度时，焊缝及热影响区将会出现隐性裂纹和滞后裂纹，故对焊接环境温度作了规定。同时推荐了预热区和温度，并要求焊后保温。预热温度原规范要求大于 15℃，是根据 API 620 制定的。但根据国家标准和焊接手册，本规范推荐预热温度为 100～150℃。因预热温度取决于碳当量、母材厚度、结构钢性、焊条类型和工艺方法等，所以各种钢材的预热温度应执行焊接工艺和国家标准。为避免焊后裂纹、冷脆和迁延性裂纹，对焊接各种钢材的最低温度作限制。最低温度参照石油化工标准《石油化工剧毒、易燃、可燃介质管道施工及验收规范》SHJ 501。

**3.4.6** 规定了预热的方法。坡口直接影响焊缝含碳量，因此对坡口要求火焰加热不能让火直接接触，以防止碳元素损失或增加。

**3.4.7** 焊接环境的好坏是影响焊接质量的主要因素，大风、湿度等又是焊接环境的主要组成部分。因此，手工焊要求风速小于  $8\text{m/s}$ 、气体保护焊小于  $2\text{m/s}$ 、药芯半自动焊小于  $14\text{m/s}$ 。相对湿度越小、越干燥，焊接质量就越好，但南方湿度很大，故提出 90% 为界。

**3.4.8** 旨在保证焊接质量提出此条。

**3.4.9** 高温高压工作环境中的炉管，推荐氩弧焊打底，更能保证焊接质量。

**3.4.10** 铬钼耐高温钢，焊接时应预热，焊后应进行回火处理。原规范要求预热  $250\sim 400^{\circ}\text{C}$ 。根据美国工程师协会 ASME、美国国家标准协会 ANSI、英国 BS 标准等预热温度均在  $80\sim 200^{\circ}\text{C}$ ，推荐为  $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ 。故本次修定将预热温度调整为  $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ 。

**3.4.11** 考虑到加热炉可能有异种钢材使用，故增加此条文。

**3.4.12** 一般钢结构拼接等 GB 50205 已有要求。本标准直接引用。

### **3.5 焊接检验**

**3.5.1** 对焊道外观质量作常规要求。允许偏差数字与国家标准相符。

**3.5.2** 钢结构的外观质量和无损检测执行 GB 50205。

**3.5.3** 对内部质量检验，执行压力容器标准，旨在方便操作和跟踪。

**3.5.4** 允许返修和返修要求。

**3.5.5** 对返修次数和返修要求作规定，旨在保证质量。

**3.5.6** 明确热处理与返修的施工程序。

### **3.6 试 压**

**3.6.1** 炉管是主要承压管，试压要求较严，严格按施工图要求执行。原规范有：若施工图无要求时，取设计压力的 1.25 倍，

且不小于 3.8MPa。征求设计意见认为不可能施工图上无要求，因此在送审稿中删除了计算公式和许用应力值表。为防止紧急情况下，安全系统、放空系统、排液（污）系统，出现险情而不能使用，故要求此系统经受压力检验。

**3.6.2** 对试压用水和水温作规定。

**3.6.3** 要求试压有方案，升压有曲线，旨在保证试压达到目的和保证安全。

**3.6.4** 升压和稳压时间根据站场试压时间确定，便于检查和发现缺陷。

**3.6.5** 为竣工资料齐全、准确必须作好记录。

## **4 组 装**

### **4.1 钢结构组装**

**4.1.1** 钢结构在存放、装卸、运输时，会产生一定的变形，若变形量很小，在允许值内，可以不处理，一旦超过允许值应进行矫正、修补等处理。

**4.1.2** 任何工序都有操作工艺。矫正和安装也不例外，关键是两工序的配合问题，在操作工艺中应编制相互配合的措施。

**4.1.3** 炉体钢结构是支撑炉管、炉体的，它的安装质量将影响整体质量。故对允许偏差规定较细，偏差值参照原规范规定值。

**4.1.4** 为保证加热炉组装质量，对其矩形钢结构规定组对误差值。

**4.1.5** 为防止变形，保证组装质量，要求钢结构使用专用吊具和吊绳。

### **4.2 炉管组装**

**4.2.1** 对炉管安装前进行例行检查，复检安装尺寸，清洁管内外杂物和锈蚀。炉管的拼接焊道避开管板、管架，是为了使用中维修方便。

**4.2.2** 对待焊接的坡口要采取保护措施，防止损伤坡口，旨在保证焊接质量。

**4.2.3** 炉管在存放、吊装、运输中，主要防止磨损、冲撞管口，弯曲变形，管子挤压成椭圆形等。变形超过规定值时，应修复。

**4.2.4** 旨在保护不能承受撞击、重压的构件，在吊装时不受到冲撞等损伤。

**4.2.5** 炉管随着升温而膨胀，降温而收缩，所以应保证导向管



和定位管的安装尺寸。

**4.2.6** 防止铁屑及切断块对下游设施的损伤，也为了加热炉自身的安全运行，而提出此条。

### **4.3 热媒换热器组装**

**4.3.1** 一般性要求。

**4.3.2** 为保证穿管顺利，且管板与换热管相对位置准确而制定本条。

**4.3.3** 为保证使用维修中更换换热管顺利，而制定本款。

**4.3.4** 旨在保证清洁和安装顺利。

**4.3.5** 旨在保证装配质量而提出。

**4.3.6** 使用紧固件连接的部位，因螺栓较多，因此应按时钟12—6—9—3—11—5—8—2—7—1—4—10对称交叉紧固，紧固次数不少于3~4次。

### **4.4 管板、管架及衬里支架组装**

**4.4.1** 对管架、管板、支架实行安装前的常规检查，复核安装尺寸和进行必要的修整，并规定了允许偏差。

**4.4.2** 由于铸铁与螺栓受热膨胀系数不同，所以螺栓拧紧后要退回1/4~1/2扣。

**4.4.3** 主要是防止受热变形而严禁强力组对钢铁结构件。

### **4.5 钢制烟囱及附件组装**

**4.5.1** 对设备及附件安装作一般要求。

**4.5.2** 烟囱较高，承受外载荷较复杂，故要求整体直线度，旨在对运行安全着想。

**4.5.3** 常规要求。

**4.5.4** 常规要求。

**4.5.5** 常规要求。

**4.5.6** 旨在对压力、温度等仪表接口提出一般性要求。

**4.5.7** 法兰连接其密封面和法兰自身的安装质量，将对该法兰连接处有无渗漏，起决定作用，因此强调法兰密封面。

**4.5.8** 对人孔门作常规要求。

## **4.6 炉 衬 组 装**

**4.6.1** 对耐火纤维毡的长度、宽度、厚度、容重等作出规定。主要依据是《普通硅酸铝耐火纤维毡》GB/T 3003。对使用温度超过 1000℃ 的耐火纤维毡（毯）、陶瓷纤维毡（毯），没有发现国标，只能执行相应的行业标准。

**4.6.2** 对折叠陶瓷纤维毡的安装作一般性规定，旨在明确安装方式和应达到的质量要求。

**4.6.3** 岩棉炉衬的常规要求。

**4.6.4** 常规要求。

**4.6.5** 为使炉衬不偏斜，使用保温钉控制。对保温钉的焊接作了规定。

**4.6.6** 岩棉作炉衬可用卡子固定，但必须挤严。

**4.6.7** 对纤维毡炉衬的安装作常规要求。

**4.6.8** 炉墙安装方式常规要求。

**4.6.9** 纤维毡安装时的切割方法。

**4.6.10** 管架、接管处炉衬的安装方法和缝隙处理。

**4.6.11** 炉衬安装完毕，保温钉端部必须用高温粘结剂粘贴耐火纤维隔热。

**4.6.12** 保温钉与耐火纤维的距离作调整，原规范要求 75mm，现调整为 78~100mm，旨在与 SY/T 0524 相一致。

**4.6.13** 炉衬的安装质量作一般性要求。

**4.6.14** 旨在保护炉衬的质量。

**4.6.15** 使用砖作炉衬时，应在加热炉现场安装合格后砌筑，按 SHJ 1044 执行。

**4.6.16** 使用高铝水泥陶粒蛭石材料浇铸结构作炉衬时，应在加热炉现场安装合格后浇铸，按 SHJ 1045 执行。

## 5 除锈与涂漆

- 5.0.1 说明加热炉各部除锈等级和方法执行的标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923。
- 5.0.2 对待涂漆表面作一般性质量要求。
- 5.0.3 涂漆颜色应符合设计施工图要求，漆的质量应参照《锅炉油漆和包装技术条件》JB/T 1615，《涂装作业安全规程 涂漆工艺安全及其通风净化》GB 6514。
- 5.0.4 涂漆方法及表面质量的一般要求。
- 5.0.5 常规要求。
- 5.0.6 若用防火涂料时，涂料应符合标准《钢结构防火涂料应用技术规范》CECS 24。

## **6 包装与发运**

**6.0.1** 包装与发运应执行的标准。

**6.0.2** 加热炉本体较大，没有装箱的必要。但长途运输，为防止杂物进入，所有开口和连接口的法兰，均应加盲板或者加保护盖。无论口朝何方，都必须加盖。

**6.0.3** 对螺纹连接口提要求，防止碰伤螺纹和进杂物。

**6.0.4** 易损件、易碎件和易丢失的物品，要装箱，对箱体作常规要求。

**6.0.5** 加热炉在起吊中，倾斜、吊变形、损伤管件等事件时有发生，故提出此条。

**6.0.6** 旨在运输中防止移位，损伤运输设备和加热炉本体而提出。

## **7 现场安装**

### **7.1 基础验收**

**7.1.1** 加热炉应安装在基础之上。基础的好坏，将直接影响加热炉的正常工作和使用寿命。本条旨在对参加基础验收的人员办理验收手续。

**7.1.2** 基础标高误差应是负值，不能有正值。负值则可使用垫铁调整设备标高；正值则无法调整标高。基础标高规定了纵向和横向的水平度允许偏差。

**7.1.3** 预留螺栓孔是安装设备地脚螺栓的孔洞，为保证地脚螺栓安装位置准确和牢固，提出此要求。

**7.1.4** 预埋地脚螺栓安装时调整数值很小，本标准对此要求也较严格。本标准推荐的是预留孔二次灌浆地脚螺栓，不推荐使用预埋地脚螺栓。

**7.1.5** 为配管和外观整齐而规定基础外观几何尺寸。

**7.1.6** 为使基础在加热炉就位时不受损伤，故要求基础混凝土强度需达到 80%，基础周边回填土已夯实。

### **7.2 安装与固定**

**7.2.1** 钢结构就位后，放垫铁处和预留地脚螺栓孔清理较难，故在钢结构就位前要求清理。

**7.2.2** 加热炉找正包括主体和附件，其中心线应平行（垂直）或重合；水平度应包括纵向和横向。

**7.2.3** 立柱垂直度的调整，可以使用垫铁。每处垫铁的使用不多于 3 组。平垫铁一块为一组，斜垫铁两块为一组。垫铁的大小和厚度，执行国家标准要求。若为特殊位置使用，垫铁的大小和

厚度可经计算确定。立柱找正后斜铁应点焊死，防止因震动等原因而使斜铁退出。

**7.2.4** 加热炉设置地脚螺栓是经过计算得出相对位置。因此地脚螺栓中心线与加热炉定位中心线的允许误差不应大于 3mm。

**7.2.5** 规定管线配管及安装应执行的质量标准。

**7.2.6** 设备安装、找正、调试应执行设备安装使用说明书的要求。

**7.2.7** 仪表自动化安装应执行的标准。

**7.2.8** 规定螺栓连接的方法。

**7.2.9** 规定热媒管的保温时间及外观质量。

**7.2.10** 热媒系统、热媒换热器等工作温度高、膨胀量较大，因此本条规定了换热器自由活动端安装方法及间隙。

## 8 烘 炉

- 8.0.1 以耐火纤维作炉衬时，可以不烘炉。参照 SY 0031 作出。
- 8.0.2 以砖结构作炉衬的烘炉曲线直接引用 SHJ 1044。
- 8.0.3 浇铸结构作炉衬时烘炉曲线直接引用 SHJ 1045。
- 8.0.4 根据炉衬选择烘炉介质，施工图上有要求，按要求执行。
- 8.0.5 控制炉管出口温度也就控制了炉膛温度，旨在保证烘炉质量。
- 8.0.6 烘炉后的一般检查。
- 8.0.7 烘炉的温升速度要严格控制，对炉膛温度监测要准确。因此对测温的时间和频率作了规定。
- 8.0.8 烘炉合格后未投入正常运行的加热炉，为防止误操作，应关闭所有阀门，锁死手轮。

## 9 铭 牌

**9.0.1** 铭牌的位置和材质要求。

**9.0.2** 铭牌连接应牢固，可以采用铆接或螺栓连接，但不能焊接。保温和涂漆不应将铭牌覆盖。

**9.0.3** 铭牌内容作统一规定。在原规范基础上增加了“准予生产文件和生产许可证号”等内容。



## 10 竣工验收

**10.0.1** 某些情况下制造与安装不是同一个单位，安装后，对内部结构不明，试验往往达不到要求。本规范规定，制造单位应对安装单位进行现场指导和服务。

**10.0.2** 若在现场制造安装，制造单位应负责试运行。

**10.0.3** 规定管式加热炉试运行程序。

**10.0.4** 规定热媒间接加热炉的试运行程序。

**10.0.5** 规定水套炉、火筒炉等的试运行程序。

**10.0.6** 根据有关规定，设备连续运行 72h，无制造缺陷，达到设计参数，即可交工。

**10.0.7** 竣工验收时制造和安装单位必须提供的技术文件。