

ICS 75.180

E 98

备案号: 37442—2012

**SY**

# 中华人民共和国石油天然气行业标准

**SY 0031—2012**

代替 SY 0031—2004

---

## 石油工业用加热炉安全规程

Safety regulations for heaters used in petroleum industry

2012—08—23 发布

2012—12—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 .....	1
4 总则 .....	2
5 一般规定 .....	3
5.1 设计 .....	3
5.2 制造 .....	3
5.3 安装 .....	4
5.4 改造和维修 .....	4
6 材料 .....	5
7 结构 .....	5
8 焊接、检验和试验 .....	6
8.1 一般要求 .....	6
8.2 焊接和焊后热处理 .....	6
8.3 外观检查 .....	7
8.4 无损检测 .....	7
8.5 试件与试样 .....	8
8.6 金相检验 .....	8
8.7 水压试验 .....	9
9 安全附件 .....	10
9.1 一般要求 .....	10
9.2 安全阀 .....	10
9.3 压力表 .....	10
9.4 液位计 .....	11
9.5 测温仪表 .....	11
9.6 报警装置 .....	11
9.7 燃烧系统安全设施 .....	12
10 使用管理 .....	12
11 定期检验 .....	13
参考文献 .....	14

## 前 言

本标准第 5.2.1 条、第 7.2 条、第 7.3 条、第 7.7 条、第 7.10 条、第 7.11 条、第 8.2.10 条、第 9.2.2 条、第 9.4.5 条、第 9.6.2 条、第 10.10 条的部分内容为推荐性的，其他条款均为强制性。

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 0031—2004《石油工业用加热炉安全规程》。本标准与 SY 0031—2004 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 增加了受压元件用钢材许用应力最小安全系数的规定（见 5.1.4）；
- 增加了对在较高温度条件下长期使用的压力容器用碳素钢、碳锰钢和奥氏体型钢材的要求（见 6.3 和 6.4）；
- 增加了用于焊接的受压元件用碳素钢和低合金钢 C, P, S 含量的要求（见 6.5）；
- 增加了换热管应选用冷拔或冷轧钢管，GB/T 8163 中的钢管不应用于换热管的要求等（见 6.6）；
- 增加了受压元件用钢材的代用应事先取得原设计单位书面批准的要求（见 6.10）；
- 增加了当被加热介质属于酸性介质时，如果实验数据或采取的抗酸性介质腐蚀措施不充分，则不宜采用管式加热炉的要求（见 7.2）；
- 修改了需要进行焊接工艺评定的焊缝范围（见 8.2.1，2004 年版的 8.2.1）；
- 增加了火筒、烟管、换热管系统和炉管系统的对接接头当采用脉冲反射法超声检测时应采用可记录的脉冲反射法超声检测的要求（见 8.4.2）；
- 删除了火筒应制备产品焊接试板的规定（见 2004 年版的 8.5.1 和 8.5.2）；
- 将换热管系统和炉管系统的水压试验压力系数由 1.25 倍修订为 1.5 倍，删除了炉管系统水压试验压力不应小于 3.8MPa 的规定；将常压火筒式加热炉壳体盛水试漏修订为水压试验压力 0.2MPa（见表 2，2004 年版的表 2）；
- 增加了额定热负荷大于或等于 630kW 的水套炉至少应装设 2 个安全阀的规定；增加了相变加热炉设置爆破片的规定（见 9.2.1）；
- 删除了玻璃管液位计相关条款的内容（见 2004 年版的 9.4.3 和 9.4.4）；
- 增加了使用单位应掌握火筒、烟管、炉管、换热管的结垢情况，必要时应停炉进行清理的要求（见 10.8）；
- 修改了加热炉的定期检验要求（见 11 章，2004 年版的 11 章）。

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（原大庆油田建设设计研究院）。

本标准主要起草人：罗星环、韦振光、靳国辉、王小林、杜树彬、贾晶晶、李光荣。

本标准委托大庆油田工程有限公司负责解释。

本标准代替了 SY 0031—2004。

SY 0031—2004 的历次版本发布情况为：

- SYJ 31—1988；
- SY 0031—1995。

# 石油工业用加热炉安全规程

## 1 范围

本标准规定了石油工业用加热炉的设计、制造、安装、使用、检验、改造和维修的基本安全要求。

本标准适用于陆上石油工业用火筒式加热炉和管式加热炉，以下简称加热炉。

## 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（所有部分） 压力容器

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 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 21435 相变加热炉

GB 50058 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范

JB/T 4730.1~4730.6 承压设备无损检测

NB/T 47003.1 钢制焊接压力容器

NB/T 47013.10 承压设备无损检测 第10部分：衍射时差法超声检测

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 47018.1~47018.7 承压设备用焊接材料订货技术条件

SY/T 0538 管式加热炉规范

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 5262 火筒式加热炉规范

TSG R0004 固定式压力容器安全技术监察规程

特种设备安全监察条例 国务院令 第549号

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**石油工业用加热炉** heater for petroleum industry

油气田和长输管道用火焰加热原油、天然气、水及其混合物等介质的专用设备。一般按结构型式分为火筒式加热炉和管式加热炉。

### 3.2

#### 火筒式加热炉 fired tube heater

石油工业生产中，在金属圆筒壳体内设置火筒传递热量的一种专用设备。分为火筒式直接加热炉和火筒式间接加热炉。

### 3.3

#### 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，下同）。

### 3.4

#### 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（由钢管和管件组焊制成的传热元件）中，由壳体内的中间载热介质加热，而中间载热介质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。水套炉按其壳程压力又分为：承压水套炉—壳程最高工作压力大于或等于 0.1MPa（表压，不含液体静压力，下同）和常压水套炉—壳程最高工作压力小于 0.1MPa。

主要靠中间介质不断蒸发、冷凝的气液两相循环，连续将热量传递给换热管内被加热介质的加热炉称相变加热炉。中间介质为水的相变加热炉称水介质相变加热炉。

### 3.5

#### 管式加热炉 tubular heater

石油工业生产中，用火焰通过炉管直接加热炉管中的原油、天然气、水及其混合物等介质的专用设备。

### 3.6

#### 主要承压元件 main pressure part

火筒式加热炉主要承压元件指筒体、封头、火筒、烟管、烟管管板、换热管系统、设备法兰、M36 以上（含 M36）的设备主螺柱及公称直径大于或等于 250mm 的接管和管法兰；管式加热炉主要承压元件指炉管、弯头、管汇、转油线和炉管法兰。

## 4 总则

4.1 石油工业用加热炉是油、气生产和输送中广泛使用的专用设备。根据《特种设备安全监察条例》（国务院令 549 号）的有关规定，为确保其安全经济运行，保障人身和国家财产安全，便于有关部门监督检查，特制定本标准。

4.2 加热炉的设计、制造、安装、使用、检验、改造和维修应遵循本标准。各级主管部门负责本标准的贯彻执行，各级安全监察部门负责监督检查。

4.3 本标准是加热炉质量监督和安全监察的基本要求，有关加热炉的技术标准、管理制度等不应低于本标准的要求。

4.4 采用新技术、新材料、新工艺与本标准不符的加热炉，相关单位应将有关的设计、研究、试验等依据、数据、结果及其检验检测报告等技术资料报相关主管部门，按相关安全技术规范的规定进行技术评审和审批，批准后方可进行试制和试用。经至少 1 年的试用期，证明安全可靠并鉴定合格后，方可推广使用。

4.5 加热炉的设计、制造、安装、使用、检验、改造和维修除遵循本标准外，还应符合国家颁布的有关法规、安全技术规范和强制性标准的规定。

## 5 一般规定

### 5.1 设计

5.1.1 加热炉的设计应由持有“中华人民共和国特种设备设计许可证”压力容器相应资质且不低于D2级的单位承担。加热炉的设计人员应具有相应的执业资格。

5.1.2 加热炉的设计应符合安全可靠、技术先进、结构合理、经济效益好等要求。

5.1.3 火筒式加热炉的设计应符合 SY/T 5262 的规定；管式加热炉的设计应符合 SY/T 0538 的规定。

5.1.4 加热炉受压元件用钢材许用应力的最小安全系数应符合表 1 的规定。

表 1 受压元件用钢材许用应力的最小安全系数

材料 (钢板、钢管、锻件)	安全系数			
	室温下的抗拉强度 $R_m$	设计温度下的屈服强度 $R_{m,2}$ ( $R_{p0.2}$ )	设计温度下持久强度极限平均值 <sup>a</sup> $R_b$	设计温度下蠕变极限平均值 (每 1000h 蠕变率为 0.01% 的) $R_c$
碳素钢和低合金钢	$n_b \geq 2.7$	$n_s \geq 1.5$	$n_d \geq 1.5$	$n_n \geq 1.0$
高合金钢	$n_b \geq 2.7$	$n_s \geq 1.5$	$n_d \geq 1.5$	$n_n \geq 1.0$

<sup>a</sup> 根据设计使用年限选用  $1.0 \times 10^5$  h,  $1.5 \times 10^5$  h,  $2.0 \times 10^5$  h 等持久强度极限值。

5.1.5 设计单位及其设计人员应对加热炉设计文件的正确性和完整性负责。

5.1.6 加热炉的设计文件应至少包括如下内容：

- 设计基础数据。
- 强度计算书。
- 热力、流体动力及安全阀等工艺计算书。
- 总图及零部件图。
- 燃烧器等主要配件型式及参数。
- 安装使用技术说明书。

### 5.2 制造

5.2.1 加热炉的制造应由持有“中华人民共和国特种设备制造许可证”压力容器相应资质且不低于D2级的单位承担，其中管式加热炉和常压火筒式间接加热炉的制造，也可由具有锅炉C级以上（含C级）制造资质的单位承担。

5.2.2 火筒式加热炉的制造应符合 SY/T 5262 的规定，管式加热炉的制造应符合 SY/T 0538 的规定，同时还应符合设计文件的要求。

5.2.3 加热炉出厂时，应附有下列技术资料：

- 加热炉竣工图。
- 安全性能监督检验证书（常压加热炉除外）。
- 产品质量证明文件。
- 设计单位提供的加热炉设计文件。
- 安装和使用说明书。
- 燃烧器等主要配件型式及参数。

5.3.4 加热炉应在明显位置装设金属铭牌，铭牌上应至少标明下列内容：

- a) 加热炉的型号、名称。
- b) 制造单位名称和制造许可证编号。
- c) 产品编号。
- d) 额定热负荷，kW。
- e) 被加热介质名称。
- f) 设计热效率，%。
- g) 设计压力（壳程，管程），MPa。
- h) 设计温度（材料），℃。
- i) 水压试验压力，MPa。
- j) 设备总质量，kg。
- k) 设备外形尺寸，mm。
- l) 制造年月。
- m) 出厂检验单位或监检标记。

### 5.3 安装

5.3.1 加热炉的安装，应由具有相应制造资质或按相关安全技术规范取得相应安装资质的单位承担。

5.3.2 加热炉安装前，安装单位应对加热炉进行质量检查，如发现有质量不合格或不能保证安装质量时，应报告使用单位或安全主管部门。

5.3.3 加热炉安装前，安装单位应根据加热炉基础的施工验收规范，对加热炉的基础（包括其他预制构件）进行交接验收。基础施工单位应将质量检查结果、测量记录及其他施工技术资料移交安装单位。

5.3.4 加热炉安装后应进行下列工作，并做好记录。

- a) 检查加热炉安装是否符合设计文件要求。
- b) 全面检查加热炉的安装质量。
- c) 按第9章的规定检查全部安全附件。
- d) 按规定进行系统试压，并对各连接部位进行渗漏检查。
- e) 进行试运行和管式加热炉的烘炉。

5.3.5 加热炉安装结束，使用单位应组织有关部门按5.3.4的要求对安装质量进行全面验收。验收合格的加热炉方可投入使用。

5.3.6 加热炉的基础施工和安装技术资料，在验收合格后应移交使用单位，由使用单位存入加热炉技术档案。

### 5.4 改造和维修

5.4.1 不能保证安全运行的加热炉应停止使用。

5.4.2 加热炉的改造和维修，应由具有相应制造资质或相应改造维修资质的单位承担。

5.4.3 加热炉改造和重大维修的设计，应由使用单位委托原设计单位或具有相应资质的设计单位承担。

注：加热炉的改造是指改变主要受压元件的结构或改变加热炉运行参数、操作介质、用途或燃料种类等；加热炉的重大维修是指主要受压元件的更换、矫形、挖补以及对承压壳体、火筒、烟管、换热管系统及炉管系统对接接头的补焊。

5.4.4 加热炉的改造和重大维修应有设计图纸、材质质量证明文件、施工质量证明文件等技术资料。竣工验收合格后，使用单位应将上述资料存入加热炉技术档案。

#### 5.4.5 加热炉改造和维修时应符合下列规定：

- a) 不应在有压力或介质温度较高的情况下，对受压元件进行任何维修。
- b) 动火时，应遵守动火规定。
- c) 进入炉内维修前，应采取防火、防爆、防毒、防窒息等措施，并经安全部门审查批准后方可进入。当炉内有人工作时，炉外应有专人监护。
- d) 当火筒、烟管、换热管系统和炉管系统进行改造或重大维修（焊补时焊补深度大于1/2厚度的）后，应按8.7进行水压试验。

5.4.6 加热炉改造和维修前、后，应按本标准有关条款进行检验，检验工作应由具有相应资质的单位承担，经检验合格的加热炉方可投入使用。

## 6 材料

6.1 加热炉受压元件用金属材料应符合相应国家标准或行业标准的规定。受压元件用钢应是氧气转炉或电炉冶炼的镇静钢。

6.2 选择加热炉受压元件用钢时，应考虑其使用条件（如设计温度、设计压力、介质特性等）、材料的性能、制造工艺以及经济合理性。

6.3 受压元件用碳素钢和碳锰钢在高于425℃条件下长期使用时，应考虑钢中碳化物相的石墨化倾向。

6.4 受压元件用奥氏体型钢材的使用温度高于525℃时，钢中含碳量应不小于0.04%。

6.5 用于焊接的受压元件用碳素钢和低合金钢钢材，其化学成分应满足 $C \leq 0.25\%$ ， $P \leq 0.035\%$ ， $S \leq 0.035\%$ 的要求。

6.6 火筒式加热炉火筒和烟管用钢管不应低于GB 3087中20无缝钢管的要求。火筒式间接加热炉用换热管应选用冷拔或冷轧钢管，钢管尺寸精度应选用高级精度。GB/T 8163中的钢管不应用于换热管，设计压力大于或等于6.3MPa的换热管不应低于GB/T 6479中20无缝钢管的要求。

6.7 管式加热炉的炉管材料应根据管壁设计温度、设计压力和操作介质确定，并应考虑所选材料蠕变温度的影响。

6.8 当被加热介质属于SY/T 0599规定的酸性介质时，炉管和换热管材料的确定还应符合SY/T 0599的规定。

6.9 加热炉受压元件用焊接材料应符合NB/T 47018.1~47018.7的规定。

6.10 加热炉的制造或现场组焊单位对受压元件用钢材的代用，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。

## 7 结构

7.1 加热炉的结构应方便操作、维护、清理和检查，并保证无损检测的实施。应根据需要设置检查孔（包括人孔、手孔和洗炉孔等），其位置、数量和规格应满足维修、清理以及全面检验的需要。

7.2 当被加热介质属于SY/T 0599规定的酸性介质时，如果实验数据或采取的抗酸性介质腐蚀措施不充分，则不宜采用管式加热炉。

7.3 加热炉应设置泄爆装置。泄爆装置排泄口不应正对着操作人员的操作方位和通道，且不应危及其他设备安全。当炉膛分为几个隔室时，每个隔室均应设置泄爆装置。对于烟囱能够起到泄爆作用的加热炉，可不设置泄爆装置。

7.4 加热炉及其主要受压元件在运行时应能自由膨胀。

7.5 火筒式间接加热炉壳程最低液位应比最高火界高175mm。



- 7.6 加热炉燃烧器应与炉型相匹配，且燃料与燃烧器应相互适应。燃烧器的设置应保证加热炉正常运行时，火焰不触及炉管和管架，不使火筒过烧。
- 7.7 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人员可操作处。
- 7.8 加热炉梯子及操作平台的设置应符合 GB 4053.1~4053.3 的规定。
- 7.9 火筒式加热炉壳程应设置可靠的安全泄放装置。
- 7.10 火筒式间接加热炉当管程设计压力大于 6.3MPa 或被加热介质属于 SY/T 0599 规定的酸性介质时，换热管宜采用可抽出式结构。
- 7.11 被加热介质为易燃易爆介质的管式加热炉应在辐射段设置灭火火管，且应保证在 15min 内至少可充满 3 倍炉膛体积。灭火气体可采用氮气、蒸汽或其他灭火气体。
- 7.12 立式圆筒形管式加热炉的底部支柱应采取必要的防火措施。

## 8 焊接、检验和试验

### 8.1 一般要求

- 8.1.1 加热炉的焊接应由考核合格的焊工担任。焊工考核应按有关安全技术规范的规定执行，取得资格证书的焊工方能在有效期内担任合格项目范围内的焊接工作。
- 8.1.2 加热炉的无损检测人员应按相关技术规范进行考核取得相应资格证书后，方能承担与资格证书的种类和技术等级相对应的无损检测工作。
- 8.1.3 加热炉受压元件焊接接头的质量应进行以下方面的检查和试验：
  - a) 外观检查。
  - b) 无损检测。
  - c) 力学性能试验。
  - d) 金相检验。
  - e) 水压试验。
- 8.1.4 每台加热炉都应有产品质量证明文件。内容除 8.1.3 规定的检查和试验内容外，需要时还应包括焊接接头焊后热处理方式、规范和焊接接头返修等内容。
- 8.1.5 制造单位应将加热炉的焊接工艺评定报告或焊接工艺规程保存至该工艺失效为止，将焊接评定试样保存 5 年以上，将产品质量证明文件保存 7 年以上。产品质量证明文件中的无损检测内容应包括无损检测记录和报告、射线底片和超声检测数据等检测资料（含缺陷返修前后记录）。

### 8.2 焊接和焊后热处理

- 8.2.1 加热炉施焊前，制造单位应按 NB/T 47014 的规定，对受压元件焊缝、与受压元件相焊的焊缝、熔入永久焊缝内的定位焊缝、受压元件母材表面的堆焊与补焊，以及上述焊缝的返修焊缝进行焊接工艺评定，或者具有经过评定合格的焊接工艺规程支持。
- 8.2.2 加热炉的制造单位应按本单位经焊接工艺评定合格的焊接工艺施焊，并应符合设计文件的要求。施焊时应做好焊接记录，并在受压元件焊缝附近的指定部位打上焊工代号钢印，或者在焊接记录（含焊缝布置图）中记录焊工代号，焊接记录列入产品质量证明文件。
- 8.2.3 加热炉受压元件的焊接应符合 NB/T 47015 的规定。
- 8.2.4 加热炉制造过程中，当焊件环境温度低于 0℃ 时，焊前应在施焊处 100mm 范围内预热到 15℃ 以上方可施焊。如出现下列任一情况且无有效防护措施时，禁止施焊。
  - a) 焊条电弧焊时风速大于 10m/s。
  - b) 气体保护焊时风速大于 2m/s。
  - c) 相对湿度大于 90%。

- d) 雨、雪环境。
- e) 焊件温度低于 $-20^{\circ}\text{C}$ 。

**8.2.5** 加热炉元件不应强力组装焊接。

**8.2.6** 铬钼钢材质的炉管之间、炉管与弯头之间的对接接头焊前应按 SY/T 0538 的规定进行预热。

**8.2.7** 管式加热炉炉管系统的焊接应采用多层多道的施焊方法。铬钼钢炉管系统在焊接期间不应中断，否则应进行后热处理，且再次焊接前应确认无裂纹等缺陷后方可按原焊接工艺施焊。

**8.2.8** 火筒、烟管、换热管系统及炉管系统的焊接接头应全焊透。

**8.2.9** 焊接接头的返修应符合下列要求：

- a) 分析接头中缺陷产生的原因，制定相应的返修方案，经焊接责任工程师批准后方可实施返修。
- b) 返修时缺陷应彻底清除，返修后的部位应按原要求检测合格。其中铬钼钢炉管系统的返修部位还应增加磁粉或渗透检验。
- c) 焊后要求热处理的元件，应在热处理前返修，若在热处理后返修，返修后应重新进行热处理。
- d) 水压试验后进行返修的元件，如返修深度大于壁厚的一半，返修后应重新进行水压试验。

**8.2.10** 同一部位的返修次数不宜超过 2 次。超过 2 次的返修，应经制造单位技术总负责人批准，并将返修次数、部位、返修后的无损检测结果和技术总负责人批准字样记入加热炉产品质量证明文件。

**8.2.11** 铬钼钢炉管系统以及存在应力腐蚀倾向的炉管系统或换热管系统应按有关规定进行焊后热处理。存在应力腐蚀倾向的炉管系统或换热管系统的热处理还应符合 SY/T 0599 的规定。

### 8.3 外观检查

加热炉本体受压元件的全部焊接接头均应做外观检查，并符合下列要求：

- a) 焊缝外形尺寸应符合设计文件和有关标准的规定。
- b) 焊接接头无表面裂纹、未焊透、未熔合、表面气孔、弧坑、未填满和肉眼可见的夹渣等缺陷。
- c) 焊缝与母材应圆滑过渡，且角焊缝外形应呈凹形。
- d) 火筒和烟管的焊缝表面、不锈钢和铬钼钢炉管系统的焊缝表面以及设计压力大于或等于 9.8MPa 的其他炉管系统和换热管系统的焊缝表面不应咬边。其他焊缝表面的咬边深度不应大于 0.5mm，咬边连续长度不应大于 100mm，焊缝两侧咬边的总长度不应大于该条焊缝长度的 10%；管子焊缝表面两侧咬边总长度不应大于管子周长的 20%，且不应大于 40mm。

### 8.4 无损检测

**8.4.1** 加热炉受压元件的焊接接头，应经外观检查合格后才能进行无损检测。有延迟裂纹倾向的材料至少在焊接完成 24h 后进行无损检测。

**8.4.2** 加热炉主要受压元件的对接接头应采用射线检测或超声检测，其中超声检测包括脉冲反射法超声检测和衍射时差法超声检测。火筒、烟管、换热管系统和炉管系统的对接接头当采用脉冲反射法超声检测时，应采用可记录的脉冲反射法超声检测。

**8.4.3** 加热炉主要受压元件焊接接头的无损检测比例应符合下列规定，制造单位对未检测部分的焊接接头质量仍应负责。

- a) 火筒式加热炉火筒、烟管、换热管系统的对接接头：100%射线检测或 100%超声检测。
- b) 管式加热炉炉管系统的对接接头：介质为水（包括含油污水）的应进行至少 20%射线检测；介质为油、气或油气混合物的应进行 100%射线检测或 100%超声检测。

- c) 火筒式加热炉火筒和烟管穿封头处、火筒与烟管连接处，以及烟管与管板连接处的角接接头，应进行磁粉或渗透检测。
- d) 加热炉其他主要受压元件的对接接头：局部射线检测或超声检测，检测长度不应小于各条焊接接头长度的 20%，且不应小于 250mm。
- e) 局部射线检测时，焊缝交叉部位及以下部位应全部检测，其检测长度可计入局部检测长度之内。
  - 1) 先拼板后成形凸形封头上的所有拼接接头；
  - 2) 凡被补强圈、支座、垫板、内件等覆盖的焊接接头；
  - 3) 对于满足 GB 150 中不另行补强的接管，自开孔中心为圆心，沿加热炉表面的最短长度等于开孔直径范围内的焊接接头。
- f) 常压水套炉壳体对接接头的无损检测按 NB/T 47003.1 的规定执行。

**8.4.4** 加热炉焊接接头的无损检测，除衍射时差法超声检测应符合 NB/T 47013.10 外，其余应符合 JB/T 4730.1~4730.6 的规定。采用射线检测时，射线检测技术等级不应低于 AB 级，全部射线检测的对接接头 II 级合格，局部射线检测的对接接头 III 级合格；采用脉冲反射法超声检测时，超声检测技术等级不应低于 B 级，全部超声检测的对接接头 I 级合格，局部超声检测的对接接头 II 级合格；采用衍射时差法超声检测的焊接接头 II 级合格；磁粉或渗透检测的焊接接头 I 级合格。

**8.4.5** 经射线或超声检测发现的超标缺陷，应在缺陷彻底清除后进行补焊，并对该部位采用原检测方法重新检测，直至合格。对于进行局部无损检测的焊接接头，若发现超标缺陷，应按下列规定执行：

- a) 除管子受压元件的对接接头外，应在缺陷两端的延伸部位增加检查长度，增加的长度不应少于该条焊缝长度的 10%，且两侧均不小于 250mm。若仍有超标缺陷时，则应对该条焊接接头进行全部检测。
- b) 对管子受压元件的对接接头，应做双倍数目的补充检测。补充检测仍不合格时，应对该焊工焊接的所有对接接头进行全部检测。

**8.4.6** 经磁粉或渗透检测发现的超标缺陷，应进行修磨及必要的补焊，并对该部位采用原检测方法重新检测，直至合格。

## 8.5 试件与试样

**8.5.1** 管式加热炉铬钼钢炉管应制备产品焊接试件。试件的制备应在同钢号、同焊接材料、同焊接工艺、同热处理设备和规范的情况下，从每批产品上切取接头数的 0.5% 作为试件，但不应少于 1 套试样所需的试件数。有热处理要求的试件，应同产品一同进行热处理。

**8.5.2** 管式加热炉铬钼钢炉管产品焊接试件的试样截取、合格标准按 NB/T 47016 的有关规定执行。

## 8.6 金相检验

**8.6.1** 管式加热炉铬钼钢炉管系统，当工作压力大于或等于 9.8MPa 或主要受压元件壁温大于 450℃ 时，其对接接头应进行金相检验。

**8.6.2** 金相检验应从每个（套）检查试件上切取 1 个试样。

**8.6.3** 金相检验的合格标准为：

- a) 无裂纹。
- b) 无过烧组织。
- c) 无淬硬性马氏体组织。

**8.6.4** 有裂纹、过烧之一者不允许复验，金相检验即为不合格。仅因有淬硬性马氏体组织而不合格者，允许检查试件与产品再热处理一次，然后取双倍试样复验（合格后仍须复验力学性能），每个试

样复验合格后才为合格。

## 8.7 水压试验

8.7.1 加热炉水压试验应在无损检测合格和热处理后进行。

8.7.2 加热炉水压试验场地应有可靠的安全防护设施，并应经单位技术负责人和安全管理部门检查认可。

8.7.3 加热炉水压试验的试验压力应符合表 2 的规定。水压试验时，试压元件的环向薄膜应力值不应大于试验温度下材料屈服强度下限的 90% 与试压元件焊接接头系数的乘积。

表 2 水压试验的试验压力

元件名称	试验压力 $p_T$ , MPa
承压火筒式加热炉壳体	$1.25p [\sigma] / [\sigma]'$
常压火筒式加热炉壳体	0.2
受外压火筒和烟管	$1.5p$ (做内压试验)
常压火筒和烟管	0.15 (做内压试验)
管式加热炉炉管系统	$1.5p [\sigma] / [\sigma]'$
火筒式加热炉换热管系统	$1.5p [\sigma] / [\sigma]'$

注： $p_T$ ——水压试验压力，MPa；  
 $p$ ——设计压力，MPa；  
 $\sigma$ ——试验温度下材料的许用应力，MPa；  
 $[\sigma]'$ ——设计温度下材料的许用应力，MPa。

8.7.4 加热炉进行水压试验前，各连接部位的紧固件应装配齐全并紧固妥当。为进行耐压试验而装配的临时受压元件，应采取适当措施保证其安全性。

8.7.5 试验用压力表应符合第 9 章的规定，应采用至少两个量程相同且经校验的压力表，安装在试压元件顶部便于观察的位置。

8.7.6 水压试验保压期间，不应采用连续加压以维持压力不变。水压试验过程中不应带压拧紧紧固件或对受压元件施加外力。

8.7.7 加热炉水压试验应采用洁净的水，试验合格后应立即将水排净吹干。不锈钢炉管系统水压试验用水的氯离子含量不应大于 25mg/L。

8.7.8 加热炉水压试验时，试压元件内的气体应排尽并充满水，试验过程中应保持试压元件观察表面的干燥。

8.7.9 加热炉水压试验应在周围气温高于 5℃ 的条件下进行，水压试验用水温度应保持高于周围空气的露点温度。加热炉水压试验的用水温度应高于器壁金属的无塑性转变温度加 30℃。

8.7.10 加热炉的水压试验，当元件器壁金属温度与水温接近时，才能缓慢升压至设计压力，确认无泄漏后继续升压到规定的试验压力。对于管式加热炉炉管系统，应至少保压 1h 以检查是否泄漏；对于其他的加热炉元件，保压时间不应少于 30min，然后降至设计压力，保压足够时间进行检查。

8.7.11 加热炉水压试验符合下列条件即为合格：

- 无渗漏。
- 无可见的变形。
- 试验过程中无异常响声。

## 9 安全附件

### 9.1 一般要求

- 9.1.1 加热炉应设置安全附件。安全附件应包括安全阀、压力表、液位计、测温仪表、报警装置和燃烧系统安全设施等。
- 9.1.2 安全附件的设计、制造应符合相关安全技术规范的规定。
- 9.1.3 安全附件出厂时应随带产品质量证明，产品上应装设牢固的金属铭牌。
- 9.1.4 安全附件应按相关规定实行定期校（检）验制度。

### 9.2 安全阀

- 9.2.1 火筒式加热炉（常压水套炉除外）至少应装设 1 个安全阀，额定热负荷大于或等于 630kW 的水套炉至少应装设 2 个安全阀。相变加热炉应在壳体顶部设置足够数量的爆破片，爆破片的设置应符合 GB/T 21435 的规定。
- 9.2.2 安全阀与加热炉之间不宜设置截止阀门。
- 9.2.3 安全阀的安装应符合下列要求：
  - a) 安全阀应铅直安装在加热炉壳体相对低温区域的最高位置，并应便于检查和维修。
  - b) 安全阀与加热炉之间连接管和管件的通孔截面积不应小于安全阀的进口截面积，且接管应尽量短而直。
  - c) 几个安全阀共同装设在与壳体直接相连的连接口上时，该连接口入口的截面积不应小于所有安全阀流通面积之和的 1.25 倍。
- 9.2.4 当被加热介质为易爆介质时，安全阀的排出口应装设泄放管，泄放管上不允许装设阀门。泄放管应直通安全地点，并保证足够的流通面积，同时还应采取阻火、防冻措施。
- 9.2.5 安全阀的整定压力应符合设计文件的规定，且不应大于加热炉的设计压力。
- 9.2.6 安全阀的实际排放能力应大于或等于加热炉的安全泄放量，且安全阀的喉径不应小于 20mm。安全阀的安全泄放量和排放能力应按 GB 150 的规定进行计算。
- 9.2.7 安全阀的校验应由有资质的单位承担。安全阀校验合格后，校验单位应出具校验报告并对校验合格的安全阀加铅封。校验报告应存入加热炉技术档案。
- 9.2.8 安全阀有下列情况之一时，应停止使用并更换。
  - a) 超过校验有效期。
  - b) 铅封损坏。
  - c) 安全阀泄漏。

### 9.3 压力表

- 9.3.1 火筒式加热炉（常压水套炉除外）壳程和管式加热炉炉管进出口处应装设压力表。
- 9.3.2 压力表的选用应符合下列规定：
  - a) 设计压力小于 1.6MPa 时，压力表的精度等级不应低于 2.5 级；设计压力大于或等于 1.6MPa 时，压力表的精度等级不应低于 1.6 级；相变加热炉用真空压力表的精度等级不应低于 1.6 级。
  - b) 压力表表盘刻度极限值应为工作压力的 1.5 倍~3.0 倍。
  - c) 压力表表盘直径不应小于 100mm。
- 9.3.3 压力表的校验和维护应符合国家计量部门的有关规定。压力表安装前应进行校验，在刻度盘上应划出指示最高工作压力的红线，注明下次校验日期。压力表校验后应加铅封。

**9.3.4 压力表的安装应符合下列要求：**

- a) 装设位置应便于操作人员观察和清洗，且应避免受到热辐射、冻结和震动的影响。
- b) 压力表应装设缓冲弯管并采取防冻措施，当缓冲弯管采用钢管时，其内径不应小于 10mm。
- c) 压力表与缓冲弯管之间应装设三通旋塞或针型阀，三通旋塞或针型阀上应有开启标记和锁紧装置。

**9.3.5 压力表出现下列情况之一时，应停止使用并更换。**

- a) 无压力时，压力表指针不能回到限止钉处或指针距零位数值大于压力表的允许误差。
- b) 表盘封面玻璃破裂或表盘刻度模糊不清。
- c) 铅封损坏或超过校验有效期限。
- d) 表内弹簧管泄漏或压力表指针松动。
- e) 指针扭曲断裂或外壳腐蚀严重。
- f) 三通旋塞或针型阀开启标记不清或锁紧装置损坏。

**9.4 液位计****9.4.1 火筒式加热炉壳程应装设液位计。**

**9.4.2** 液位计应安装在便于观察和维护的位置。操作人员应加强液位计的维护管理，保持完好和清晰。

**9.4.3** 寒冷地区室外使用时，应选用防霜液位计。

**9.4.4** 液位计应有指示最高、最低安全液位的明显标志。

**9.4.5** 使用单位对液位计应定期检修，可根据运行实际情况，规定检修周期，但不应超过加热炉全面检验的周期。

**9.4.6 液位计出现下列情况之一时，应停止使用并更换。**

- a) 超过规定的检修期限。
- b) 阀件固死。
- c) 出现假液位。
- d) 液位计指示模糊不清。

**9.5 测温仪表**

**9.5.1** 应至少在加热炉介质进出口、管式加热炉对流段传热面尾部、管式加热炉炉膛和燃料进燃烧器处装设测温仪表，有空气预热器的加热炉在预热器出口处也应装设测温仪表。仪表应正确反映介质温度，并便于观察、检修。

**9.5.2** 测温仪表的校验和维护应符合国家计量部门的有关规定。

**9.5.3 测温仪表出现下列情况之一时，应停止使用并更换。**

- a) 超过规定的检定、检修期限。
- b) 仪表及其防护装置破损。

**9.6 报警装置**

**9.6.1** 具备电力供应条件的加热炉应设置燃烧器熄火报警装置。火筒式加热炉应设置加热段低液位报警装置；管式加热炉应设置炉膛超温报警装置。

**9.6.2 加热炉宜设置下述报警装置：**

- a) 超温报警装置。
- b) 火筒式加热炉高液位报警装置（水套炉和满液位运行的加热炉除外）。

## 9.7 燃烧系统安全设施

9.7.1 除单井井场外，具备电力供应条件的站场加热炉应配备自动点火和断电、熄火时自动切断燃料供给的熄火保护控制系统。

9.7.2 自动燃气燃烧装置防爆等级的确定应符合 GB 50058 的规定。对输出功率大于 1200kW 的自动燃气燃烧装置，应具备漏气检测功能。

## 10 使用管理

10.1 加热炉的使用单位及其主管部门，应指定专人负责加热炉的安全管理，并做好加热炉的运行、维护保养、年度检查和定期检验等工作。

10.2 加热炉的使用单位，应建立加热炉技术档案，制定有关的加热炉管理制度，并由管理部门统一管理。

10.3 加热炉的使用单位，应对加热炉的操作人员进行定期培训和安全教育，并经安全部门考试合格后才能独立上岗操作。

10.4 加热炉的使用单位，应根据生产工艺要求和加热炉的技术性能制定加热炉的安全操作规程，并严格执行。加热炉的安全操作规程应包括下列内容：

- a) 加热炉的热负荷、额定流量、最小流量、介质进出口温度、介质（壳程、管程）允许最高工作压力、最高或最低工作温度等工艺操作指标。
- b) 加热炉的操作方法，开、停炉的操作程序和注意事项。
- c) 加热炉运行中应重点检查的项目和部位，运行中可能出现的异常现象和防止措施，以及紧急情况的处置和报告程序。
- d) 加热炉停用时的封存和保养方法。

10.5 加热炉使用过程中不应超温、超压运行，不应频繁或突然升温降温。

10.6 加热炉运行时，操作人员应严格遵守安全操作规程和岗位职责，定时、定点、定线进行巡回检查，并做好操作运行记录。

10.7 水套炉和水介质相变加热炉用水应采取必要的防腐、防垢措施。

10.8 加热炉使用单位应掌握加热炉的火筒、烟管、换热管或炉管的结垢情况，必要时应停炉进行清理。

10.9 加热炉运行时，出现下列任一情况应立即停炉，并按规定的报告程序及时向有关部门报告。

- a) 工作压力、介质温度、管式加热炉炉膛温度超过规定值，采取措施仍得不到有效控制。
- b) 低液位报警，采取措施得不到有效控制，或虽未报警但液位计无指示。
- c) 主要受压元件发生裂缝、变形、渗漏等危及安全的问题。
- d) 安全附件失效。
- e) 接管、紧固件损坏，难以保证安全运行。
- f) 燃烧装置损坏、衬里烧塌等。
- g) 发生火灾，且直接威胁到加热炉的安全运行。
- h) 加热炉与管道发生严重振动，危及安全运行。
- i) 其他异常情况危及加热炉的安全运行。

10.10 加热炉使用单位应实施加热炉的年度检查，年度检查每年应进行 1 次，年度检查至少包括加热炉安全管理情况检查、加热炉本体及运行状况检查和加热炉安全附件检查等。年度检查可由加热炉使用单位的专业人员进行，也可委托有资格的特种设备检验机构进行。对年度检查中发现的加热炉安全隐患，使用单位应及时消除。

**10.11** 加热炉本体及安全附件的年度检查应包括下列内容：

- a) 加热炉的保温层及设备铭牌是否完好。
- b) 加热炉的外表面有无裂纹、变形、过热、泄漏、损伤等现象。
- c) 加热炉的受压元件有无渗漏。
- d) 安全附件是否齐全、灵敏、可靠。
- e) 自动点火和熄火保护装置是否灵敏、可靠。
- f) 额定燃料用量或炉管、换热管压降是否异常。
- g) 紧固螺栓有无松动。
- h) 基础有无不均匀下沉、倾斜等现象。
- i) 炉膛内部和燃烧道耐火衬里有无裂缝、松动或脱落。
- j) 火筒、炉管有无凹陷变形等。

**10.12** 对备用或停用的加热炉应采取保护措施，做好保养工作。

**10.13** 加热炉发生事故后，使用单位应按各级主管部门的有关规定执行。

## 11 定期检验

**11.1** 加热炉的定期检验包括全面检验和水压试验。对于 TSG R 0004 管辖范围内的加热炉，使用单位应于加热炉定期检验有效期满前 1 个月向特种设备检验机构提出定期检验要求；其他加热炉的定期检验年度计划应由使用单位报送主管部门和相应安全部门，安全部门应对检验计划的执行情况和检验质量进行监督检查。

**11.2** 加热炉的定期检验应由有相应资质的检验机构或单位承担，检验检测人员应有执业资格，检验机构或单位应接受相应监督部门的监督和检查，并对加热炉定期检验结论的正确性负责。

**11.3** 加热炉的定期检验，投入使用后首次检验周期不应超过 3 年，以后的定期检验周期，由检验机构或单位根据其安全状况等级确定。

**11.4** 加热炉的停炉全面检验应至少包括下列内容：

- a) 加热炉内外表面、开孔接管、弯头有无受介质腐蚀或冲刷磨损等现象。
- b) 加热炉受压元件的全部焊接接头、封头过渡区和其他有应力集中的部位有无断裂或裂纹。
- c) 管式加热炉的炉管和火筒式加热炉的壳体、火筒、烟管、换热管等通过检验发现较重腐蚀时，应对有怀疑的部位进行多处壁厚测量。
- d) 检查、检测炉内主要元件的结垢情况。

**11.5** 定期检验过程中，使用单位或检验机构对加热炉的安全状况有怀疑时，应进行水压试验。水压试验应按 8.7 执行。

**11.6** 外部有保温层的加热炉，定期检验时若怀疑壳体有缺陷，则应拆除保温层进行检查。

**11.7** 凡属于下列情况之一的加热炉，其定期检验周期应适当缩短。

- a) 改变使用条件，且超过原设计参数，经工艺计算和强度校核合格的。
- b) 停止使用时间超过 2 年的。
- c) 移地安装的。
- d) 使用单位对加热炉的安全性能有怀疑的。

**11.8** 经过定期检验的加热炉，检验机构或单位应出具检验报告，给出加热炉的允许运行参数以及下次定期检验的日期。检验报告应存入加热炉技术档案。

**11.9** 加热炉存在严重缺陷，难以保证安全运行时，操作人员应及时向上级主管部门报告。若主管部门不及时采取安全措施，操作人员或主管加热炉的安全技术人员有权越级上报，上级安全部门应责成该单位采取安全措施，限期解决或停止其运行。



中华人民共和国  
石油天然气行业标准  
石油工业用加热炉安全规程  
SY 0031—2012

\*

石油工业出版社出版  
(北京安贞门外安华里二区一号楼)  
北京中石油彩色印刷有限责任公司排版印刷  
新华书店北京发行所发行

\*

880×1230 毫米 16 开本 1.25 印张 34 千字 印 1—5000  
2013 年 1 月北京第 1 版 2013 年 1 月北京第 1 次印刷  
书号：155021·6842 定价：18.00 元  
版权专有 不得翻印