

# 石油化工设备维护检修规程

第三册

# 化工设备



中国石油化工集团公司 修订  
中国石油化工股份有限公司

中国石化出版社

本次修订是自 1992 年印发试行以来的一次大规模修订编制，上千名设备技术人员参加，经过专家审定，历时年余，在原 408 个单项规程的基础上，删减、合并 201 个，新增 187 个，修订后共有 395 个单项规程。

修订后的规程涵盖了石化设备的各个方面，共分 10 个专业，按 159 个单行本和 10 个合订本出版。

- |             |              |
|-------------|--------------|
| ◎ 通用设备      | ◎ 电气设备       |
| ◎ 炼油设备      | ◎ 仪表         |
| ◎ 化工设备      | ◎ 电站设备       |
| ◎ 化纤设备〔上、下〕 | ◎ 供排水设备 空分设备 |
| ◎ 化肥设备      |              |

责任编辑 白桦等

封面设计 王国红

责任校对 张小宏

ISBN 7-80164-609-6



9 787801 646095 >

ISBN 7-80164-609-6/TH·021

定 价：95.00元

# **1. 管式裂解炉维护检修规程**

SHS 03001—2004

# 目 次

1	总则 .....	( 3 )
2	检修周期与内容 .....	( 3 )
3	检修与质量标准 .....	( 5 )
4	试验与验收 .....	( 27 )
5	维护与故障处理 .....	( 28 )

## 1 总则

### 1.1 主题内容与适用范围

#### 1.1.1 主题内容

本规程规定了管式裂解炉的检修周期和内容、检修与质量标准、试车与验收、维护与故障处理。

#### 1.1.2 适用范围

本规程适用于乙烯装置的管式裂解炉的维护与检修。

### 1.2 编写修订依据

SHJ 511—89 乙烯装置裂解炉施工技术规范

HGJ 1012 化工厂管式裂解炉维护检修规程

国家现行的关于压力容器方面的相关法规，包括现行《特种设备安全监察条例》、《压力容器安全技术监察规程》、《在用压力容器检验规程》

## 2 检修周期与内容

### 2.1 检修周期(见表 1)

表 1 检修周期

检修类别	小 修	中 修	大 修
检修周期	3~6	7~71	72~120

### 2.2 检修内容

#### 2.2.1 小修

2.2.1.1 检查炉膛内耐火材料损坏情况，修补看火门，检查修理补偿器；

2.2.1.2 检查炉管变形、表面氧化及裂纹等；

2.2.1.3 检查弹簧吊架、吊杆、吊耳、穿销等部件的氧化、变形情况及更换吊杆、穿销等；

2.2.1.4 急冷锅炉水力或机械清焦；

2.2.1.5 检查、清理部分燃烧器；

2.2.1.6 修理或更换炉出口三通内衬套；

2.2.1.7 检查、清理吹灰器，更换润滑油(脂)；

2.2.1.8 修补、更换炉出口管和急冷锅炉保温。

2.2.2 中修

2.2.2.1 包括所有小修内容；

2.2.2.2 部分修补和更换炉墙耐火材料、轻质转、烧嘴砖和视孔砖、炉底或炉顶及风机补偿器等；

2.2.2.3 检测辐射段炉管和弯头的壁厚，并进行无损探伤抽检；

2.2.2.4 外观检查，测量炉管蠕胀与弯曲变形；

2.2.2.5 检查、更换炉顶盖板或更换部分炉管弯头、导向管、弹簧吊架、吊耳、管卡等；

2.2.2.6 检查、修理炉出口 Y 形三通或 T 形三通，更换保温等；检查、修理炉出口三通，更换保温等；

2.2.2.7 检查、修理急冷锅炉封头及衬套，更换部分内管并试压；

2.2.2.8 修理、更换底部、顶部或侧壁燃烧器及吹灰器等；

2.2.2.9 检查和调整炉管导向管周围膨胀余量，更换导向管周围陶瓷纤维等；

2.2.2.10 检查烟道和风道挡板轴承及执行机构杠杆系统的转动是否灵活，轴承及杠杆绞接部位清洗加油；

- 2.2.2.11 炉出口热电偶等仪表检查、校准或更换；
  - 2.2.2.12 对流段弯头测厚或更换；
  - 2.2.2.13 汽包液面计及阀门等修理、更换；
  - 2.2.2.14 检查清理空气预热器；
  - 2.2.2.15 检查修理引风机、鼓风机等；
  - 2.2.2.16 检查、修理裂解炉急冷器；
  - 2.2.2.17 检查、修理烧焦阀。
- 2.2.3 大修
- 2.2.3.1 包括中修项目；
  - 2.2.3.2 整组更换辐射段炉管、弯头等；
  - 2.2.3.3 整组更换对流段炉管、弯头及管板等；
  - 2.2.3.4 大面积(如一面侧墙及炉顶)或全部更换炉膛耐火材料；
  - 2.2.3.5 检查、修理或更换急冷锅炉；
  - 2.2.3.6 检查、修理或更换空气预热器；
  - 2.2.3.7 检查、修理或更换炉体变形部分，对炉体外壳防腐、刷漆等；
  - 2.2.3.8 检查、修理或更换急冷器、裂解气阀、烧焦阀；
  - 2.2.3.9 检查、修理或更换辐射段入口分配器。

### 3 检修与质量标准

#### 3.1 检修前的准备工作

- 3.1.1 执行《中国石油化工集团公司安全生产管理制度》的有关规定；
- 3.1.2 根据设备运行技术状况和检测记录，分析故障原因和部位，制定详细的施工方案；

3.1.3 检修所需工、量、卡具齐备、更换件符合设计要求；

3.1.4 裂解炉内件冷却到安全温度或室温，用氮气或空气吹扫炉管，防止管内积水或出现蒸汽凝液；

3.1.5 进行检修前，应在底部烧嘴孔上面盖上盖子，防止杂物进入；

3.1.6 炉管检修前，应将弹簧吊架或配重悬挂系统用穿销锁定在冷态位置，防止弹簧过载；

3.1.7 炉内任何施工需搭脚手架时，不得以炉管为依托使其承受其他载荷；脚手架立杆不得直接架设在炉底耐火衬里上；

3.1.8 各项准备工作应符合安全、环保、质量等方面的要求，如按照 Q/SHS 0001.3—2001《炼油化工企业安全、环境与健康(HSE)管理规范》(试行)中的规定，对检修过程进行危害识别及风险评估、环境因素识别和影响评价，并办理相关票证。

## 3.2 辐射段炉管检修

### 3.2.1 拆卸与检查

3.2.1.1 折炉门，检查炉管及管件外观氧化、腐蚀、烧蚀及裂纹等；

3.2.1.2 检查炉管、导向管的弯曲变形，弯曲严重时应更换；

3.2.1.3 测量炉管蠕胀及蠕变伸长量，超标时更换；

3.2.1.4 抽查 10% 以上的弯头壁厚；

3.2.1.5 对 10% 以上的焊缝无损探伤，逐年提高抽查比率，并注意检测直管段是否有裂纹产生。



3.2.2 凡符合下列条件之一的，应考虑更换辐射段炉管：

3.2.2.1 由渗碳、蠕变等原因引起的裂纹深度超过壁厚1/2的；

3.2.2.2 渗碳深度大于管壁厚的60%；

3.2.2.3 炉管蠕胀量超过外径的5%或周长增加3%以上，凸起部位的顶部出现线状“回缩”凹坑；

3.2.2.4 炉管严重弯曲，致使导向管或导向槽失去导向作用；

3.2.2.5 炉管壁厚低于设计的最小密实层厚度。

3.2.3 炉管局部损伤需更换时，可以整根更换或分段更换。分段更换炉管时，切口位置距失效部位的轴向距离不得少于300mm或2倍外径(取两者之较大值)。

3.2.4 切割炉管不得使用碳弧气刨或电焊切割。切割后，需用坡口机加工或砂轮加工的办法按规定加工焊接坡口。

3.2.5 焊接前应对坡口部位进行清洗和着色检查。

3.2.6 焊接材料

3.2.6.1 新炉管的焊接尽可能选用与母材成分和性能相同的焊接材料，经焊接工艺试验和评定合格后方可施焊。

3.2.7 焊接工艺

3.2.7.1 底层焊缝应采用气体保护钨极氩弧焊，填充部分可采用气体保护钨极氩弧焊或手工电弧焊。

3.2.7.2 在进行下一道焊接前，应将焊道上遗留的焊渣及焊药清除掉。

3.2.8 炉管检修质量标准

3.2.8.1 炉管材质、尺寸、性能指标等符合设计要求，并有完整的检验报告和质量证书。

**3.2.8.2** 炉管组焊前应进行单根水压试验，水压试验压力应符合设计要求。

**3.2.8.3** 新炉管应符合下述质量要求：

- a. 表面粗糙度 内表面  $R_a3.2$ ，坡口  $R_a6.3$ 。
- b. 外径允许铸造偏差 最大壁厚—最小壁厚  $\leq 0.8\text{mm}$ 。
- c. PT 检查 无裂纹及线状缺陷；每平方英寸允许  $\leq 1.6\text{mm}$  的点状缺陷迹痕 2 点。
- d. 涡流检查 无裂纹及不大于  $0.125\text{mm}$  缺陷。
- e. 其余应符合 HG/T 2601—2000《高温承压用离心铸造合金炉管技术条件》的规定。

**3.2.8.4** 组焊前应对新炉管 10% 的焊缝进行无损探伤检查，但每种规格的不少于 1 件，焊缝应符合 JB 4730—94 II 级的要求，如发现缺陷，应当扩大检查。

**3.2.8.5** 对新弯头、管件表面进行着色抽检，抽查率不少于 10%，但每种规格的不少于 1 件，如发现缺陷，应当扩大检查。

**3.2.8.6** 辐射段炉管组预制应符合下述要求：

- a. 炉管直线度偏差应小于  $1.0\text{mm/m}$ ，全管长偏差应小于  $12\text{mm}$ ；
- b. 每组炉管任意两根管中心距偏差小于  $20\text{mm}$ ，相邻两管中心距离偏差小于  $12\text{mm}$  (包括导向管)；
- c. 按设计要求进行整组水压试验合格，炉出口组件 (含出口三通等) 与辐射管组设计水压试验压力不同时，应分别进行试压。

**3.2.9** 试验与验收

**3.2.9.1** 整组或全部更换辐射段炉管后，应进行水压或气

压试验。试验压力按下式计算：

$$p_t = 1.5p_w \frac{\sigma_t}{\sigma_d}$$

式中  $p_t$ ——试验压力，MPa；

$p_w$ ——工作压力，MPa；

$\sigma_d$ ——工作温度下材料的许用应力，MPa；

$\sigma_t$ ——试压温度下材料的许用应力，MPa。

注：当  $\sigma_t/\sigma_d \geq 6.5$  时，可取  $\sigma_t/\sigma_d = 6.5$  进行计算。

**3.2.9.2** 当辐射段炉管无法与对流段或其他管线断开时，试验压力应取系统内各部件试验压力的最小值，以防系统内部件的超压损坏。单根更换炉管后，以 0.4~0.8MPa 的压力进行气压试验。

**3.2.9.3** 炉管组安装后，应呈自由悬垂状态，能在低于 220N 的力量下水平移动 25mm。

**3.2.9.4** 炉管顶部弯头的吊耳与吊杆、下部弯头与导向管焊接的部位应包陶瓷纤维加以保护。

**3.2.9.5** 炉管表面应清净无油污、耐火水泥、油漆或其他污物。

### 3.3 对流段炉管检修

#### 3.3.1 拆卸与检查

**3.3.1.1** 大修期间，应拆开弯头箱，进行下述检查：

a. 外观检查；

b. 抽查 20% 以上的弯头壁厚，减薄率达壁厚 50% 时应予以更换；

c. 抽查 10% 以上的焊缝，出现裂纹及其他有害缺陷应进行修补或更换，并加大检查范围。

**3.3.1.2** 大修间隔期要注意检查对流段炉管中间支撑板的蠕变和裂纹情况，出现明显蠕变和裂纹者应考虑更换。

**3.3.1.3** 需更换炉管及管件的标准：

a. 炉管严重弯曲，变形量超过一倍外径或相互接触及影响吹灰器运行时应予以更换；

b. 外径大于原来外径的 5%；

c. 出现断裂或网状裂纹及腐蚀破裂；

d. 翅片大量脱落影响传热，导致排烟温度上升超过设计值 25℃ 以上时，应考虑更换。

**3.3.2** 炉管及管件质量要求

**3.3.2.1** 对流段管束、管件到货后，应根据设计图纸和装箱发运单现场开箱检查验收以及交工资料的验收。

a. 对流管束、管材、配件（螺栓、螺母、法兰、垫片等）、管板托架、管支承托架、焊接材料等的制造出厂质量证明书中的材料规格、数量是否符合设计文件规定。

b. 按制造厂出厂文件检查管材、焊接材料的化学成分、机械性能是否符合规定。

c. 检查对流管束的外形尺寸是否符合设计要求。

d. 管板外形尺寸检查。

e. 检查对流管束的排列、管口方位是否和图纸一致。

f. 检查管束标记是否完整、无误，标记内容包括：生产厂家、商标、产品标记编号（材料牌号、管子规格）。

**3.3.2.2** 对流段管束制造厂应提供下列资料：

a. 对流段管束、配件、管板托架、管支承托架、螺栓/螺母、垫片、焊接材料等的合格证；

b. 基管和翅片的材料质量证明书；

- c. 原材料机械性能、化学成分复验报告；
- d. 管材无损探伤报告；
- e. 管材水压试验报告；
- f. 管材金相组织分析报告及硬度检验报告；
- g. 翅片管两端坡口无损检查报告；
- h. 翅片管尺寸检验报告；
- i. 翅片管焊着率检验报告；
- j. 对流管束水压试验报告；
- k. 产品金相分析及硬度检验报告；
- l. 管子焊接工艺评定报告；
- m. 管子对接焊缝无损检查报告(液体渗透检查、射线探伤报告)；
- n. 材料代用单；
- o. 设计联络变更单；
- p. 焊接管板角焊缝液体渗透检查报告；
- q. 铸造管板的化学成分、机械性能分析报告；
- r. 铸造管板无损检查报告；
- s. 对流管束的外形尺寸检查结果记录；
- t. 竣工图纸。应注明：变更内容、加盖专用章。

3.3.2.3 弯头尺寸及材质应符合设计规定的标准规范，内外表面应光滑，不得有剥皮、皱折、蜂窝、裂纹、气孔等缺陷。

3.3.2.4 母管及翅片的材质、规格符合设计要求，翅片的焊着率不得低于 97%。

3.3.2.5 翅片管的母管应为整根炉管，原则上不采用对接母管。

3.3.2.6 炉管尺寸偏差应符合表 2 要求。

表 2 炉管尺寸偏差 mm

长 度	内 径	直 线 度	壁 厚
0 ~ +12	0 ~ +0.5	≤1.5 全长范围内 < 8	0 ~ +20

3.3.2.7 弯头尺寸偏差应符合表 3 要求。

表 3 弯头尺寸偏差

规格	椭圆度/mm		端面间距 mm		壁厚	结构长度	角度	平面垂直度/mm
	≤127	>127	≤150	>150				
偏差	+1.5% -1.0%	±1.5%	-2%	-1.2%	±15%	±2%	±20	≤1

3.3.3 检修

3.3.3.1 切管应从炉管与弯头的焊缝中部切断，需在此焊缝再进行焊接时不得使用碳弧气刨或电焊切割。

3.3.3.2 炉管严重弯曲时，不得强行接出，必要时拆侧墙，将炉管分段切割后拆出。

3.3.3.3 焊接

a. 炉管焊接应经焊接工艺评定合格，制定焊接工艺后方可施焊；

b. 焊接坡口应符合施工图要求，焊接前对坡口进行着色检查和清洗；

c. 第一层焊缝必须用气体保护钨极氩弧焊。

3.3.3.4 焊缝检查

### 3.3.3.4.1 直观检查

焊缝表面质量应符合下列要求：

- a. 表面成形良好，焊缝与母材之间圆滑过渡；
- b. 表面无裂纹、夹渣、气孔及熔合性的飞溅；
- c. 焊缝补强余高应满足：

壁厚  $\delta \leq 12\text{mm}$  时，不超过 1.5mm；

壁厚  $\delta > 12\text{mm}$  时，不超过 2mm。

- d. 咬肉深度不得超过 0.5mm，其连续长度两侧累计不得超过焊缝全长度的 10%，且不应大于 100mm；
- e. 焊缝宽度应均匀一致，其偏差不得超过 2mm；
- f. 焊缝外表面局部凹陷(弧坑)不得低于母材，内表面局部凹陷不得大于 0.5mm(可用内窥镜检查)；
- g. 内表面焊瘤最大凸出高度不应大于 1mm。

### 3.3.3.4.2 液体渗透检查

#### a. 检查适用范围

(1) 锅炉给水、高压蒸汽盘管的对接焊缝应进行液体渗透检查；

(2) 对流炉管回弯弯头焊缝及其他焊缝确实不能进行射线检查的，经施工单位焊接工程师批准，可进行底层和盖面层焊缝的液体渗透检查。

#### b. 验收标准

按 ANSI/ASTM E165 或按现行标准《钢制焊接压力容器技术条件》进行评定。有下列缺陷的焊缝不予验收：

- (1) 任何裂纹或线性缺陷；
- (2) 一条线上有 4 个或 4 个以上的圆形缺陷，且圆形缺陷的间距  $\leq 1.5\text{mm}$  时。

### 3.3.3.4.3 射线检查

- a. 应对全部焊缝进行 100% 射线检查；
- b. 按 ANSI/ASTM E94 规范或按现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》进行评定。

#### c. 验收标准

缺陷分类按 ANSI/ASTM E390 规范进行，根据 ANSI B31.3 或现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》进行评定验收：Ⅱ级合格。

### 3.3.3.5 经下述检查不合格的焊缝必须进行返修：

a. 表面缺陷应清除。如焊缝低于母材时，应进行补焊处理；焊缝咬肉部位修补打磨后，应与母材圆滑过渡，并应进行着色检查。

b. 焊缝内部的不允许缺陷（如裂纹、线性夹渣等）应彻底消除，重新打磨后，焊接返修，并再次进行射线检查。

c. 返修次数返修部位应作好记录，并在交工资料中详细注明。

(1) 碳钢管返修不得超过三次；

(2) 合金钢、不锈钢不得超过两次。

3.3.3.6 铬钼钢焊接完毕(A335P11、A335P22)，炉管的焊后热处理按《工业管道工程施工及验收规范》的有关规定执行。

## 3.3.4 试压

3.3.4.1 单根更换炉管后进行试压。锅炉给水管试压可以锅炉给水系统的最高允许工作压力为准。物料管用稀释蒸汽的压力试压即可，也可水压实验；

3.3.4.2 整组更换对流段炉管，应先进行预制，预制后必须按设计规定压力进行水压试验；



3.3.4.3 安装后，现场水压或气压试验压力见第 3.2.9.2。

### 3.4 耐火衬里检查修理

3.4.1 停炉检修期间，应认真检查炉膛内耐火衬里的情況，主要检查项目如下。

3.4.1.1 炉底耐火混凝土是否有严重凸起和裂缝，凸起 20mm 或裂缝 6mm 以上应予以修理；

3.4.1.2 底部、顶部烧嘴砖、火盆等是否有烧熔、断裂或堵塞等，烧熔或断裂的耐火砖应予以更换；

3.4.1.3 人孔门顶部砖梁是否断裂；

3.4.1.4 侧壁是否有砌砖或耐火浇注料、捣打料脱落、碎裂或凸出，干砌砖凸出 20mm 以上应更换挂砖杆并重新砌砖，裂纹宽度大于 6mm 应进行修补或更换，两块以上相邻的砖发生断裂时应予以更换。可塑料炉墙裂纹宽度大于 6mm 时，陶纤模块或陶纤毯及其保护涂层是否破损、冲刷、粉化，应进行修补或更换；

3.4.1.5 看火孔砖、侧烧嘴砖是否有烧熔、断裂或变形凸出；

3.4.1.6 炉桥和炉柱的耐火水泥层是否有脱落、大裂缝及变形凸起，裂缝宽度超过 6mm 应进行修补，超过 20mm 应重新浇铸耐火混凝土；

3.4.1.7 陶瓷纤维有脱落、断裂的，应修补或更换；

3.4.1.8 炉管弯头及吊杆上所包的陶瓷纤维有脱落的，应恢复或更换；

3.4.1.9 膨胀缝填充陶瓷纤维有脱落的，应修复。

### 3.4.2 材料性能要求

3.4.2.1 轻质耐火砖的性能参照本炉标准，表 4 仅供参考。