



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3504—2009

代替 SH 3504—2000

催化裂化装置反应再生系统设备 施工质量验收规范

Specification for construction quality inspection and acceptance of
reactor-regenerator system equipment of catalytic cracking unit

2009-12-04 发布

2010-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布



目 次

前言	III
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 材料与附属设备、两器内件的检验	2
5.1 材料	2
5.2 附属设备、两器内件	3
5.2.1 一般规定	3
5.2.2 翅片式外取热器	3
5.2.3 联箱式外取热器	3
5.2.4 立式三级旋风分离器单管	4
5.2.5 提升管	4
5.2.6 旋风分离器	4
5.2.7 翼阀	4
5.2.8 内取热器	5
5.3 连接管道	5
5.4 其他附件	5
6 工厂化制造	5
6.1 下料	5
6.2 坡口加工	6
6.3 壳体预制	6
6.3.1 筒体预制	6
6.3.2 封头瓣片预制	7
6.3.3 封头瓣片预组装	8
6.4 两器内件预制	9
6.4.1 汽提挡板	9
6.4.2 油气阻挡圈	9
6.4.3 分布管	9
6.4.4 汽提盘管	10
6.4.5 盘管煨制	10
6.5 预制加工件出厂	10
7 壳体组焊	10
7.1 一般规定	10
7.2 筒体组焊	11
7.3 封头组焊	12
7.4 开孔接管	12
7.5 壳体总体尺寸检验	13

8 两器内件组焊.....13

8.1 旋风分离系统.....13

8.2 分布管.....14

8.3 提升管与待生立管.....14

8.4 集气室.....15

8.5 其他内件.....15

9 焊接及检验.....15

9.1 一般规定.....15

9.2 焊接工艺.....16

9.3 外观检验.....16

9.4 无损检测.....18

9.5 热处理.....19

10 安装.....19

10.1 设备安装.....19

10.1.1 基础交安.....19

10.1.2 地脚螺栓.....21

10.1.3 垫铁布置.....21

10.1.4 设备安装测量基准与质量标准.....21

10.1.5 灌浆.....22

10.2 附属设备安装.....22

10.2.1 三级旋风分离器.....22

10.2.2 四级旋风分离器.....22

10.2.3 辅助燃烧室.....23

10.2.4 提升管反应器.....23

10.3 连接管道安装.....23

10.3.1 斜管、烟道组焊.....23

10.3.2 膨胀节安装.....23

10.3.3 滑阀安装.....23

10.3.4 支吊架安装.....24

11 耐压试验和气密性试验.....24

11.1 开孔接管角接接头检查.....24

11.2 内、外取热管耐压试验.....24

11.3 气密性试验.....24

12 交工技术文件.....25

用词说明.....26

附：条文说明.....27

前 言

本规范是根据国家发展和改革委员会《2006 年行业标准项目计划》(发改办工业[2006]1093 号),由中国石油化工集团公司组织中国石化集团第四建设公司、神华包头煤化工有限公司、惠生工程(中国)有限公司对原 SH 3504—2000《催化裂化装置反应再生系统设备施工及验收规范》进行修订而成。

本规范共分 12 章。

本规范与 SH 3504—2000《催化裂化装置反应再生系统设备施工及验收规范》(上一版本)相比,主要变化如下:

- 根据建设部“验评分离、强化验收、完善手段、过程控制”的指导原则,按施工质量验收规范编制;
- 调整了规范结构;
- 增加了范围、规范性引用文件与耐压试验和气密性试验三章;
- 增加了压力容器产品试板要求、热处理要求;
- 补充了基础质量要求。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由中国石油化工集团公司施工技术中心站管理,由中国石化集团第四建设公司负责解释。

本规范在实施过程中,如发现需要修改或补充之处,请将意见和有关资料提供给管理单位和主编单位,以便今后修订时参考。

管理单位:中国石油化工集团公司施工技术中心站

通讯地址:天津市大港区世纪大道 180 号

邮政编码:300270

电 话:022—63862927

传 真:022—63862301

主编单位:中国石化集团第四建设公司

通讯地址:天津市大港区世纪大道 180 号

邮政编码:300270

参编单位:神华包头煤化工有限公司

惠生工程(中国)有限公司

通讯地址:内蒙古包头市昆区阿尔丁大街 1 号神华酒店三楼 312 室

上海浦东张江高科技园区张衡路 1399 号

邮政编码:014010/201203

电 话:0472—6982513/021—50791228

传 真:0472—6982828/021—58952223

主要起草人:邸长友 张瑞环 方才银 肖 然 龚志雄

主要审查人:郭 建 汪庆华 郭 海 杨龙须 杨正海 焦选宁 高宏岩 安增勤 孙树雄
李万杰

本规范于 1986 年首次发布,2000 年第 1 次修订,本次为第 2 次修订。

催化裂化装置反应再生系统设备施工质量验收规范

1 范围

本规范规定了催化裂化装置反应再生系统设备工厂化预制、现场组焊、安装、检验等过程控制的质量标准。

本规范适用于石油化工建设工程新建、扩建和改建项目催化裂化装置反应再生系统设备的施工质量验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本规范，然而，鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版适用于本规范。

GB 150 钢制压力容器

GB 50474 隔热耐磨衬里技术规范

GB 50484 石油化工建设工程施工安全技术规范

JB 4708 钢制压力容器焊接工艺评定

JB/T 4730.2 承压设备无损检测 第2部分：射线检测

JB/T 4730.3 承压设备无损检测 第3部分：超声检测

JB/T 4730.4 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测

JB/T 4730.5 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测

JB 4744 钢制压力容器产品焊接试板的力学性能检验

SH 3022 石油化工设备和管道涂料防腐蚀技术规范

SH/T 3503 石油化工建设工程项目交工技术文件规定

TSG R0004—2009 固定式压力容器安全技术监察规程

国质检锅[2002]109号 锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则

国质检锅[2003]248号 特种设备无损检测人员考核与监督管理规则

3 术语和定义

3.1

催化裂化装置 catalytic cracking unit

以重质油品为原料，通过催化剂作用完成催化裂化反应，生产轻质油品和化工原料的炼油生产装置。

3.2

反应再生系统设备 reactor-regenerator system equipment

催化裂化装置中带隔热耐磨衬里的设备、管道及其附件的统称。也称衬里设备和管道。

注：反应再生系统设备包括反应（沉降）器、提升管反应器、再生器、烧焦罐、脱气罐、外取热器、旋风分离器、孔板降压器、斜管、滑阀、烟道及料腿、稀相管、空气分布管（板）等。

3.3

两器 **twain implement**

反应再生系统设备中反应（沉降）器和再生器的简称。

3.4

附属设备 **auxiliary facility**

反应再生系统设备中提升管反应器、外取热器、外旋风分离器、辅助燃烧室等设备的统称。

3.5

连接管道 **connecting piping**

连接反应再生系统设备的斜管、烟道等带衬里的管道及烟机入口管道。

注：斜管包括再生催化剂斜管、待生催化剂斜管、循环斜管等。

3.6

旋风分离系统 **cyclone separation circuit**

旋风分离器、料腿、翼阀、防倒锥及拉杆等组成的催化剂分离系统。

3.7

两器内件 **twain implement accessory**

两器中的汽提挡板、油气阻挡圈、提升管、待生立管、分布管、内取热器、汽提盘管、集气室及旋风分离系统等统称。

3.8

锚固件 **lining anch or firmware**

固定在反应再生系统设备器壁上，保持隔热耐磨衬里结构稳定性的组合件。

3.9

方位线 **orientational reference line**

为检验设备制造和安装质量，在设备内壁或外壁用 0° 、 90° 、 180° 、 270° 标识的纵向母线。

3.10

基准圆周线 **base circumferential line**

为检验设备制造和安装质量，在设备内壁或外壁特定位置标注出的垂直于轴线的平面与器壁的交线。

4 总则

4.1 催化裂化装置反应再生系统设备施工应执行设计文件和本规范的规定。

4.2 催化裂化装置反应再生系统设备中压力容器现场组焊还应执行 GB 150 和《固定式压力容器安全技术监察规程》有关规定。

4.3 催化裂化装置反应再生系统设备压力试验除设计文件另有规定外，现场组焊的带有隔热耐磨衬里的设备和管道可不进行压力试验。

4.4 反应再生系统设备衬里的施工质量及安装施工对衬里的保护应符合 GB 50474 的有关规定。

4.5 反应再生系统设备施工的安全技术、劳动保护应符合 GB 50484 的有关规定。

4.6 反应再生系统设备涂料防腐施工应执行 SH 3022 的有关规定。

4.7 本规范各条文除注明检查数量外，均应全数检查。

4.8 计量器具应经检定/校准或验证，处于合格状态，并在有效检定期内使用。

5 材料与附属设备、两器内件的检验

5.1 材料

5.1.1 主体材料、零部件材料及焊接材料应具有质量证明文件。质量证明文件应包括材料牌号、炉号、

规格、化学成份、力学性能及供货状态，并应符合设计文件要求。

检验方法：检查质量证明文件及相关文件。

5.1.2 材料使用前应按设计文件和产品标准的规定进行检查和验收。当有下列情况之一时不得使用：

- a) 质量证明文件的特性数据不符合产品标准及订货技术条件或对其数据有异议；
- b) 实物标识与质量证明文件标识不符；
- c) 要求复验的材料未经复验或复验不合格。

检验方法：检查相关文件和检验报告与实物标识。

5.1.3 钢材表面或断面上不得有裂纹、结疤、折叠、气泡、夹杂和分层。表面划痕深度不应大于钢板厚度负偏差值的一半。

检验方法：观察检查、测厚仪测量。

5.1.4 钢材应按钢种、钢号和规格分别验收存放。不锈钢与碳素钢不得接触，且不得混装混放。

检验方法：观察检查、检查材料存放与支垫物。

5.1.5 焊接材料储存库（室）应配置烘干、去湿设施，并应建立保管、烘干、发放、回收等管理制度。

检验方法：观察检查、检查相关文件。

5.1.6 受潮变质、药皮破损、焊芯生锈的焊条和表面锈蚀、油污未经清除的焊丝、受潮结块的焊剂不得使用。

检验方法：观察检查。

5.2 附属设备、两器内件

5.2.1 一般规定

5.2.1.1 附属设备、两器内件应有产品质量证明文件，并应有符合本规范 5.1.1 条要求的材料质量证明文件。

5.2.1.2 附属设备除应有符合本规范 5.2.1.1 条的规定外，还包括下列内容：

- a) 外观及几何尺寸检验报告；
- b) 无损检测报告；
- c) 热处理报告。

检验方法：检查产品质量证明文件。

5.2.1.3 制造厂已完成衬里的附属设备应有符合 GB 50474 规定的衬里材料质量证明文件、衬里混凝土试块检验报告和设计文件规定的衬里烘炉制度与实际衬里烘炉曲线。

检验方法：观察检查、检查产品质量证明文件。

5.2.2 翅片式外取热器

5.2.2.1 取热管的蒸发管与设备法兰面垂直度应不大于 3mm；蒸发管全长直线度应不大于 6mm。

检验方法：拉线与钢尺检查。

5.2.2.2 空气分布管平面度应不大于 5mm，支管与主管的垂直度应不大于 3mm。

检验方法：用 U 型管与钢角尺检查。

5.2.2.3 导向圈与取热管导管之间沿设备径向的间隙允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

检验方法：观察检查与塞尺检查。

5.2.3 联箱式外取热器

5.2.3.1 管束长度允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ；取热管、蒸汽管全长直线度应不大于 5mm。

检验方法：拉线与钢尺检查。

5.2.3.2 联箱两端面距离允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ；两联箱距离允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 。

检验方法：钢尺检查。

5.2.4 立式三级旋风分离器单管

5.2.4.1 单管出厂前必须逐根进行压降测试。除设计文件另有规定外，在相同进气量下所测压降之差不得大于 5%。

检验方法：检查检验报告。

5.2.4.2 单管的长度偏差应符合设计文件规定。

检验方法：检查产品质量证明文件，钢尺检查。

5.2.5 提升管

5.2.5.1 直线度应为其长度的 1/1 000 且不大于 20mm。

检验方法：拉线与钢尺检查。

5.2.5.2 坡口的质量与检验方法应符合本规范 6.2 条的规定。

5.2.6 旋风分离器

5.2.6.1 筒体直段的长度允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ ，直径允许偏差为正偏差且不应大于 2mm，同一断面上最大直径与最小直径之差不得大于设计直径的 0.5%。

检验方法：用钢尺检查，检查几何尺寸检验报告。

5.2.6.2 锥体表面局部凸凹值不得大于 1mm，锥体下端插入灰斗内的长度允许偏差为正偏差且不应大于 5mm。

检验方法：凸凹值用 300mm 钢直尺沿母线检查，长度用钢尺检查。

5.2.6.3 喇叭口、螺旋部位的龟甲网安装应均匀平滑过渡，不得有截面突然改变和凸凹不平的现象。

检验方法：观察检查。

5.2.6.4 粗旋风分离器入口分叉管堆焊层表面应平整，不得有裂纹。

检验方法：用 5 倍放大镜检查。

5.2.6.5 一级旋风分离器和二级旋风分离器的出、入口应有预组装记录，并符合下列规定：

a) 出、入口对应边长度允许偏差：

1) 一级为负偏差且不应小于 -2mm ；二级为正偏差且不应大于 2mm；

2) 对角线长度相对差不大于 2mm；

检验方法：用钢尺检查，检查产品质量证明文件；

b) 两级旋风分离器接口处端面纵向中心线应与筒体直段轴线平行，其偏差应不大于 2mm。

检验方法：用吊线坠方法检查，检查几何尺寸检验报告。

5.2.6.6 旋风分离器总长允许偏差为 $\pm 8\text{mm}$ ，同一级任意两个旋风分离器总长之差不得超过 6mm。

检验方法：拉线与钢尺检查，检查几何尺寸检验报告。

5.2.7 翼阀

5.2.7.1 阀体斜管端面、折翼板表面应平整。

检验方法：钢直尺检查，检查检验报告。

5.2.7.2 折翼板启闭应灵活，接合面密贴无缝隙。

检验方法：光密检查。

5.2.7.3 吊环孔边缘应呈圆形，孔和吊环间的间隙不得小于 3mm。

检验方法：观察检查，钢尺检查，检查检验报告。

5.2.7.4 吊环应圆滑，接口处应磨光，表面粗糙度为 $R_a 3.2\mu\text{m}$ 。

检验方法：观察检查，检查检验报告。

5.2.7.5 折翼板与阀体两中心应重合，其允许偏差应不大于 5mm。

检验方法：观察检查，检查检验报告。

5.2.7.6 翼阀应有制造厂静态试验安装角度的报告。

检验方法：检查试验报告。

5.2.7.7 翼阀验收后应恢复到制造厂原有的成品保护状态。

检验方法：观察检查。

5.2.8 内取热器

5.2.8.1 内取热管应无机械损伤，管子无可见的变形。

检验方法：观察检查。

5.2.8.2 管端封闭保护良好。

检验方法：观察检查。

5.3 连接管道

5.3.1 斜管、烟道的直线度应为长度的 1/1 000，且不大于 20mm。

检验方法：拉线与钢尺检查。

5.3.2 斜管、烟道分段处端口的平面度应为其外径的 1/1 000，且不大于 2mm。

检验方法：钢尺检查。

5.3.3 斜管、烟道坡口的质量应符合本规范 6.2 条的规定。

5.4 其他附件

5.4.1 膨胀节的临时约束应有标识，膨胀节无损伤，两端坡口与设计文件要求一致。

检验方法：观察检查。

5.4.2 滑阀包装应完好，阀板应处于完全关闭状态。

检验方法：观察检查。

6 工厂化制造

6.1 下料

6.1.1 壳体下料应根据设计文件及材料规格绘制排板图，并符合下列要求：

- a) 筒节长度应不小于 300mm，相邻筒节纵向焊接接头应相互错开，距离应大于钢板厚度的 3 倍，且不小于 100mm；

检验方法：检查排板图，钢尺检查。

- b) 封头采用瓣片和顶圆板拼接形式时，焊缝方向应是径向和环向的；瓣片应用整板制造，且球形封头瓣片最小宽度应不小于 500mm；

检验方法：观察检查，检查排板图。

- c) 封头各种不相交的拼接焊缝中心线间距应为封头钢板厚度的 3 倍，且不小于 100mm。

检验方法：检查排板图。

6.1.2 先拼板后成形的封头，其拼接焊缝的内表面及影响成型质量的外表面，在成形前应打磨与母材齐平。

检验方法：观察检查。

6.1.3 筒体、封头成形后的壁厚应不小于设计名义厚度减去钢板负偏差，球形封头应逐张测厚。

检验方法：用测厚仪检查，检查几何尺寸检验报告。

6.1.4 筒体壁板、封头瓣片外表面宜标识排板编号、焊缝编号、板的材质、设备位号及件号。距坡口边缘 50mm 处划好对装线，在有方位线的壁板上应作出方位线标记。

检验方法：观察检查。

6.1.5 下料尺寸允许偏差应符合表 1 的规定。

表 1 下料尺寸允许偏差

单位: mm

项 目	允许偏差值	检验方法
长度	± 2	用钢尺检查
宽度	± 2	
两对角线长度相对差	2	
同一节筒体各板宽度相对差	2	
单节筒节周长	± 6	
相邻筒节周长相对差	6	
每个件号筒体长度 L	$L/1\,000$, 不应大于 30mm, 且不应有负偏差	

6.2 坡口加工

6.2.1 坡口型式应符合焊接工艺文件的要求。

检验方法: 按焊接工艺文件检查。

6.2.2 坡口表面应光滑, 不得有裂纹、重皮、分层、夹渣等缺陷。局部凸凹应小于 1mm, 并清除表面熔渣及氧化物。

检验方法: 观察检查。

6.2.3 坡口边缘直线度允许偏差应不大于 1mm, 钝边宽度允许偏差为 $\pm 1\text{mm}$, 角度允许偏差为 $\pm 2.5^\circ$ 。

检验方法: 观察检查, 焊缝检验尺检查。

6.2.4 坡口及其边缘 20mm 范围内应清除污锈并露出金属光泽。

检验方法: 观察检查。

6.2.5 环向焊接接头两侧板厚不等并符合下列条件时, 除设计文件另有规定外, 应削薄厚板边缘 (见图 1), 且削薄宽度 L 应不小于两板厚度差的 3 倍:

- a) 薄板厚度不大于 10mm, 两板厚度差超过 3mm;
- b) 薄板厚度大于 10mm, 两板厚度差大于薄板厚度的 30% 或超过 5mm。

检验方法: 观察检查, 焊缝检查尺检查。

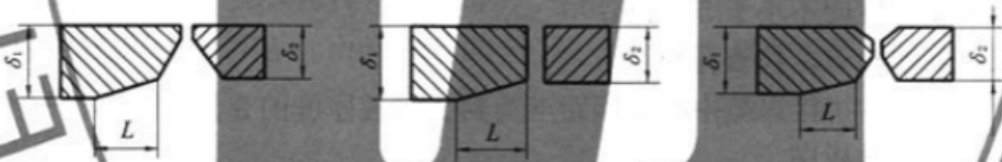


图 1 焊接接头削薄厚板边缘示意

6.3 壳体预制

6.3.1 筒体预制

6.3.1.1 分片加工的筒体壁板曲率允许偏差不得大于 3mm, 距纵向接头焊缝 300mm 范围内曲率偏差不得大于 1mm。

检验方法: 筒体壁板直立放置, 并处于自由状态时, 用弦长等于设备内径的 1/6 且不小于 1 000 mm 的内、外样板及钢尺检查。

6.3.1.2 筒体按筒节总数的 20% 进行预组装, 并应符合下列要求:

- a) 同一筒节各板宽相对差应小于 2mm;

b) 每筒节外圆周长累计允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ ，相邻筒节外圆周长相对差应小于 10mm 。

检验方法：钢尺检查，检查几何尺寸报告、预组装报告。

6.3.2 封头瓣片预制

6.3.2.1 球形封头瓣片（见图2）应符合下列要求：

a) 长度方向弦长 L 允许偏差为 $\pm 2.5\text{mm}$ ；

检验方法：钢尺检查。

b) 宽度方向弦长 A 、 B 、 E 允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ；

检验方法：钢尺检查。

c) 对角线弦长 C 相对差为 3mm ；

检验方法：钢尺检查。

d) 两对角线应在同一平面上，其垂直距离不得大于 5mm ；

检验方法：拉线与钢尺检查。

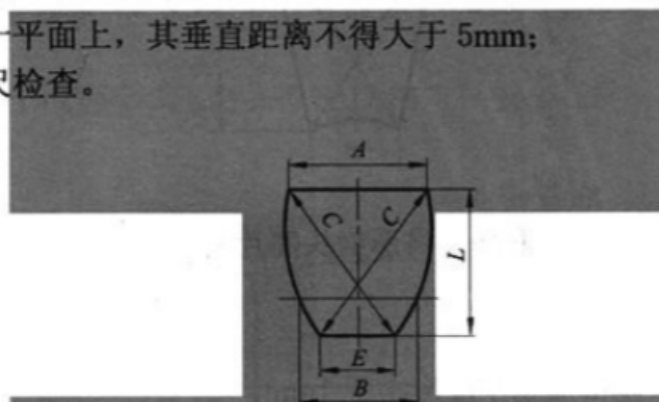


图2 球形封头瓣片示意

e) 曲率（样板与球壳板的间距）允许偏差 e 不得大于 3mm （见图3）。



图3 球瓣片曲率偏差检查示意

检验方法：采用十字样板及钢尺检查。当球壳板弦长大于或等于 2000mm 时，用弦长为 2000mm 的样板检查；当球壳板弦长小于 2000mm 时，样板的弦长不得小于球壳板的弦长。

6.3.2.2 椭圆形封头瓣片（见图4）应符合下列要求：

a) 长度方向弧长 L 允许偏差为 $\pm 2.5\text{mm}$ ；

b) 宽度方向弧长 A 、 B 允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ；

c) 对角线弦长 C 相对差为 3mm 。

检验方法：钢尺检查。

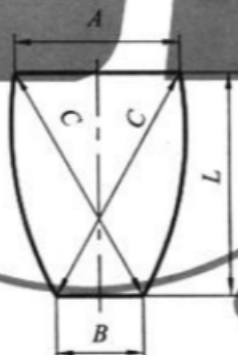


图4 椭圆形封头瓣片示意

6.3.2.3 锥形过渡段和锥形封头瓣片（图 5）应符合下列要求：

- a) 长度方向弧长 L 允许偏差为 $\pm 2.5\text{mm}$ ；
- b) 宽度方向弧长 A 、 B 允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ；
- c) 对角线弦长 C 相对差为 3mm 。

检验方法：钢尺检查。

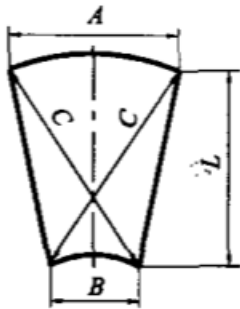


图 5 锥形封头瓣片示意

6.3.3 封头瓣片预组装

6.3.3.1 组装胎面应找平，其基准面水平度应小于 1mm 。

检验方法：用水平仪或 U 型管水平仪检查。

6.3.3.2 组装合格后，按排板图复查确认排板编号、焊缝号及四条方位线标记和距坡口边缘 50mm 处组装线。

检验方法：按排板图检查。

6.3.3.3 球瓣片预组装质量应符合下列要求：

- a) 对口间隙应符合设计文件或焊接工艺文件要求；

检验方法：钢尺检查，焊缝检查尺检查。

- b) 对口错边量不大于其板厚 $1/4$ ，且不得大于 3mm （当两板厚度不等时，不应计入两板厚度的差值）；

检验方法：焊缝检查尺检查。

- c) 组对棱角 E 不应大于 3mm ；

检验数量：沿对接接头每 500mm 测量一点。

检验方法：用弦长 L 不小于 1000mm 的样板（见图 6）检查。

- d) 环口各瓣片端面应在同一平面内，其偏差应不大于 2mm ；环口圆度为其内径的 0.5% ，且不大于 25mm ；上、下环口外圆周长允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ ，高度偏差应不大于 2.5mm 。

检验方法：用 U 形管水平仪与钢尺检查。

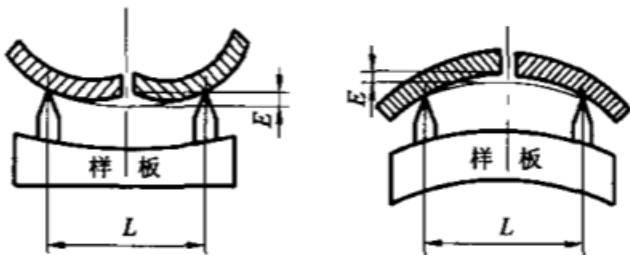


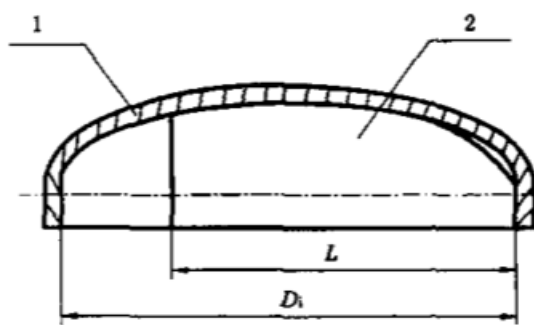
图 6 球瓣片组对后棱角检查示意

6.3.3.4 锥形过渡段和锥形封头瓣片预组装质量应符合下列要求：

- a) 对口间隙及错边量应符合本规范 6.3.3.3 条要求；
- b) 组对后对接接头棱角 E 应不大于 2mm 加板厚的 1/10，且不大于 5mm；
检验方法：用弦长不小于内径 1/6，且不小于 300mm 的内样板或外样板沿对接接头检查。
- c) 折边锥形封头直边部分的纵向皱折深度不大于 1.5mm；过渡区转角半径不得小于设计文件的规定值；
检验方法：观察检查，样板检查。
- d) 环口的端面、圆度、周长及高度的允许偏差应符合本规范 6.3.3.3 条 d) 项的要求。

6.3.3.5 椭圆形、碟形封头预组装质量应符合下列要求：

- a) 内表面的形状偏差（见图 7）不得大于其内径的 1.25%，当封头内径大于 4 000mm 时不得大于其内径 1%；
检验方法：用弦长 L 大于或等于 3/4 封头内径 D_i 的内样板，且样板应垂直于被查表面检查。



1—封头；2—样板

图 7 封头内表面形状偏差检查示意

- b) 封头直边不得存在纵向皱折，其高度允许偏差应不大于 5mm，且不小于 -3mm；
检验方法：用钢尺检查。
- c) 其余形状和尺寸的允许偏差应符合本规范 6.3.3.3 条的要求。

6.4 两器内件预制

6.4.1 汽提挡板

6.4.1.1 环形挡板宽度允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ，下口直径与提升管外径间隙允许偏差为 2mm。

检验方法：钢尺检查。

6.4.1.2 环形挡板沿圆周长度方向应无扭曲，上、下口圆度为直径的 5/1 000，端面应在同一平面内，其偏差应不大于 3mm。

检验方法：钢尺与样板检查，U 形管水平仪检查。

6.4.2 油气阻挡圈

6.4.2.1 宽度允许偏差应不小于 -2mm，外径允许偏差应不小于 -2mm。

6.4.2.2 表面平面度应不大于 5mm。

检验方法：钢尺检查、U 形管水平仪检查。

6.4.3 分布管

6.4.3.1 环状分布管整体平面度为 $\pm 5\text{mm}$ ，弯曲半径允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

检验方法：用 U 形管水平仪、地样及钢尺检查。

6.4.3.2 树枝状分布管的支管与主管出厂前应进行预研口。

检验方法：检查预研口记录。

6.4.3.3 喷嘴与分布管组对角度允许偏差应不大于1mm。

检验方法：用与喷嘴外露部分等高且与设计文件要求相同的角度样板与钢尺检查。

6.4.4 汽提盘管

6.4.4.1 分布管整体平面度为±5mm。

检验方法：用U形管水平仪检查。

6.4.4.2 空气环弯曲半径允许偏差为±10mm。

检验方法：用地样及钢尺检查。

6.4.4.3 喷嘴与空气环角度应符合设计文件要求。

检验方法：观察检查或用与喷嘴外露部分等高且与设计文件要求相同的角度样板检查。

6.4.5 盘管煨制

6.4.5.1 管子弯制后，管壁表面不应有裂纹、分层、皱折、过烧等缺陷。

检验方法：观察检查。

6.4.5.2 管壁减薄量应小于管壁的15%。

检验方法：用厚度测量仪检查。

6.4.5.3 弯曲半径允许偏差为±5mm。

检验方法：用地样及钢尺检查。

6.5 预制加工件出厂

6.5.1 预制加工件出厂应有质量证明文件，质量证明文件应包括下列内容：

- a) 主要受压元件材料质量证明文件；
- b) 主体材料的复验结果；
- c) 钢板超声波检测结果；
- d) 焊接试板试验报告；
- e) 焊缝外观检查报告；
- f) 焊缝无损检测报告；
- g) 焊缝返修记录和超次返修的批准文件；
- h) 焊缝编号及焊工代号的说明文件；
- i) 排版图；
- j) 热处理报告；
- k) 总体尺寸检验记录。

6.5.2 分片或分段出厂的筒体、封头、两器内件等预制加工件应有预组装记录。

7 壳体组焊

7.1 一般规定

7.1.1 预制加工件到货应进行下列验收：

- a) 按本规范6.5条规定核查产品质量证明文件；

检验方法：检查相关资料。

- b) 对零部件、半成品进行清点，检查外观质量和几何尺寸。

检验方法：按装箱单检查，观察检查，钢尺检查。

7.1.2 组对前，应将构件的坡口及连接部位的污物、水及氧化层消除干净。

检验方法：观察检查。

7.2 筒体组焊

7.2.1 筒体组对时，壁板端面应在同一平面上，相邻两板偏差不得大于 1mm。

检验方法：观察检查，用 U 型管水平仪、钢尺检查。

7.2.2 筒体纵向、环向焊接接头对口错边量 b (图 8) 应符合表 2 的规定。

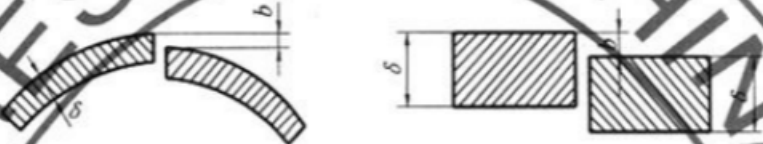


图 8 焊接接头对口错边量

表 2 焊接接头对口错边量

单位: mm

对口处母材名义厚度 δ	焊接接头类别		检验方法
	纵向	环向	
对口错边量 b			用样板、钢尺或焊缝 检查尺测量检查
$\delta \leq 12$	$\leq \delta/4$	$\leq \delta/4$	
$12 < \delta \leq 20$	≤ 3	$\leq \delta/4$	
$20 < \delta \leq 40$	≤ 3	≤ 5	
$40 < \delta \leq 50$	≤ 3	$\leq \delta/8$	
$\delta > 50$	$\leq \delta/16$ 且不大于 10	$\leq \delta/8$ 且不大于 10	
注：环向焊接接头两侧板厚不等时，测量对口错边量 b 不计入两板厚度的差值。			

7.2.3 筒体任一断面的圆度应不大于该断面内径 D_i 的 1%，且不大于 25mm。

检验方法：钢尺检查。

7.2.4 焊接接头纵向形成的棱角 E (图 9) 不得大于 2mm 加其板厚的 1/10，且不大于 5mm。

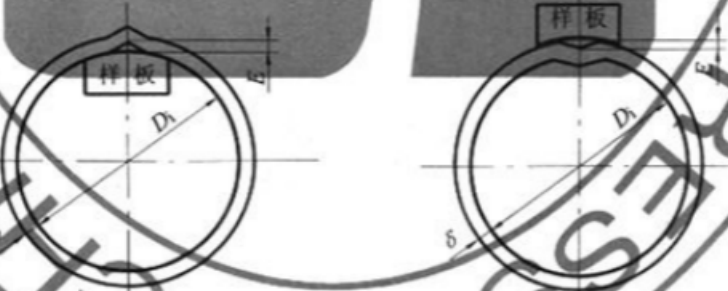


图 9 焊接接头纵向形成的棱角检查示意

检验方法：用弦长等于其内径的 $1/6$ ，且不小于 300mm 的内样板或外样板和钢尺检查。

7.2.5 焊接接头环向形成的棱角 E (图 10) 不得大于 2mm 加其板厚的 $1/10$ ，且不大于 5mm。

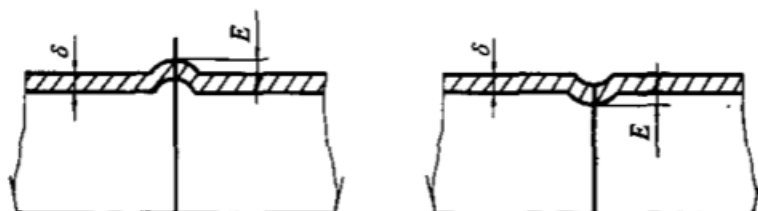


图 10. 焊接接头环向形成的棱角检查示意

检验方法：用长度不小于 300mm 的直样板和钢尺检查。

7.2.6 筒体直线度为筒体长度的 $1/1\ 000$ 。当筒体长度大于 15m 时，直线度应小于或等于筒体长度的 $0.5/1\ 000$ 加 8mm。

检验方法：拉线与钢尺检查。

7.2.7 筒体总长度允许偏差见表 4，不应有负偏差。

检验方法：钢尺检查。

7.3 封头组焊

7.3.1 由瓣片和顶圆板组焊封头时，组装胎面应按本规范 6.3.3.1 条要求找平。

检验方法：用 U 形管水平仪与钢尺检查。

7.3.2 封头直边高度允许偏差应不大于 5mm，且不小于 -3mm；端口圆度为其内径的 0.5%，且不得大于 25mm；周长允许偏差为 ± 10 mm；端口水平度应不大于 2mm。

检验方法：钢尺与 U 形管水平仪检查。

7.3.3 错边量、棱角的要求应符合本规范 7.2.2 条、7.2.4 条、7.2.5 条的规定。

7.4 开孔接管

7.4.1 壳体焊缝上不宜开孔，若不可避免时，应将被覆盖处焊缝磨平，并在开孔接管直径 1.5 倍范围内按 JB/T 4730.2 进行 100%射线检测，II 级合格。

检验方法：观察检查，检查射线检测报告。

7.4.2 开孔补强圈影响开孔接管的焊接时，补强圈可分成 2 块~3 块，每块补强圈上应有一个信号孔，且信号孔不得堵塞。每块补强圈均应与壳体紧密贴合，拼接焊缝按 JB/T 4730.3 进行超声检测，II 级合格。

检验方法：观察检查，检查超声检测报告。

7.4.3 开孔补强圈若与壳体变截面交界处的焊道相碰时，可以割除部分补强圈。保留部分的补强圈的宽度应不小于设计宽度的 $2/3$ 。

检验方法：观察检查，钢尺检查

7.4.4 法兰面应垂直于接管中心线，垂直度不得超过法兰外径的 1% (法兰外径小于 100mm 时，按 100mm 计算)，且不得大于 3mm。除设计文件另有要求外螺栓孔应跨中。

检验方法：观察检查，钢直角尺检查。

7.4.5 设备开孔方位允许偏差为 ± 5 mm，标高允许偏差为 ± 5 mm。斜管安装角度与其检查样板之间的间隙应不大于样板长度的 1%。人孔、装卸孔安装方位与安装标高允许偏差为 ± 10 mm。

检验方法：钢尺与样板检查，样板靠接管一边的长度应不小于 100mm。

7.4.6 接管伸出长度允许偏差为 ± 5 mm；接管伸入设备内部的长度允许偏差应为正偏差，且不大于

5mm。

检验方法：观察检查，钢尺检查。

7.4.7 封头上反应物出口或烟气出口的中心与两器稀相段筒体中心线偏移不得大于 6mm。

检验方法：吊线坠、钢尺进行检查。

7.5 壳体总体尺寸检验

7.5.1 壳体圆度应不大于设备筒体内直径的 1%，且不大于 25mm。

检验方法：钢尺检查，测量筒体圆度时应避开焊缝、附件或其他隆起部位；有开孔补强时，测量位置距补强圈距离应大于 100mm。

7.5.2 壳体直线度应符合表 3 的规定。

表 3 壳体直线度 单位：mm

检 查 项 目		允许偏差值	检 验 方 法
任意 3 000 长度		3	拉线与钢尺检查
全长	$H\leq 15\,000$	$H/1\,000$	
	$H> 15\,000$	$0.5H/1\,000+8$	
注： H 表示筒体高度。			

7.5.3 壳体高度允许偏差应符合表 4 的规定。

表 4 壳体高度允许偏差 单位：mm

检 查 项 目		允许偏差值	检 验 方 法
上、下两封头焊缝之间的 距离 H	$\leq 30\,000$	$1.3H/1\,000$ 且不超过 20	钢尺、经纬仪检查
	$> 30\,000$	40	
底座环底面至筒体下封头与筒体连接 焊缝的距离 H_4		$\pm 2.5 H_4/1\,000$ 且不超过 ± 6	

7.5.4 焊接接头的质量及焊接接头棱角应符合本规范 7.2.4 条、7.2.5 条和第 9 章的规定。

检验方法：用钢尺与棱角样板测量，

8 两器内件组焊

8.1 旋风分离系统

8.1.1 旋风分离器安装应符合下列规定：

- a) 旋风分离器组装焊接后，其垂直度为 5mm，一级旋风分离器入口标高允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ；
- b) 旋风分离器现场组焊焊缝及二级旋风分离器出口管与集气室的焊缝，除设计文件另有规定外，只进行外观检验；
- c) 旋风分离器吊杆中心到旋风分离器本体主轴线距离的偏差不得大于 3mm。

检验方法：用线坠、水平尺、钢尺检查，查看检验报告。

8.1.2 料腿下端与分布管（板）垂直距离允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$ 。料腿间的接口及料腿与旋风分离器间的接口应熔透焊。

检验方法：用水平尺与钢尺检查。

8.1.3 料腿拉杆不得强力组装,且应熔透焊,每层拉杆中心线应在同一水平面上,各拉杆水平度为2mm/m。

检验方法:用水平尺与钢尺检查。

8.1.4 旋风分离器检修平台螺栓连接件的一端螺母应拧紧,另一端螺母拧紧后再松回半个螺距,用第二个螺母锁紧。

检验方法:观察检查。

8.1.5 翼阀的安装角度、出口方向、折翼板与固定板间隙应符合设计文件要求,翼阀折翼板与固定板两对口面应平整,吊环的接口应磨光且圆滑,阀板开启灵活、能自由下落闭合。

检验方法:用专用角度水准仪测量,用手拨动折翼板试开启灵活度。

8.1.6 翼阀或防倒锥至分布管(板)的距离允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

检验方法:用水平尺与钢尺检查。

8.1.7 防倒锥安装水平度为4mm/m。

检验方法:用水平尺与钢尺检查。

8.1.8 除设计文件另有规定外,旋风分离器吊挂安装应符合下列要求:

- 吊挂方位允许偏差应不大于5mm;
- 标高允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$;
- 吊挂安装垂直度不得大于1mm;
- 吊挂焊缝应饱满、平滑,且无裂纹、无夹渣、无咬肉等缺陷,焊缝表面应进行100%渗透检测,Ⅰ级合格。

检验方法:用钢尺检查,查看无损检测报告。

8.2 分布管

8.2.1 主风分布管的主管与再生器壳体接口处的角焊缝应熔透焊,并应进行表面渗透检测,Ⅰ级合格;分布主管与支管的连接焊缝应进行表面渗透检测,Ⅰ级合格。

检验方法:观察检查,检查试验报告。

8.2.2 树枝状分布管安装应符合下列要求:

- 树枝状分布管的标高允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$;
- 各组分布管水平度符合表5的要求。

表5 树枝状分布管水平度

单位: mm

设备直径	允许偏差值	检验方法
$< 1\,600$	3	用钢尺与水平尺检查
$1\,600 \sim 3\,200$	4	
$> 3\,200$	5	

8.2.3 环状分布管安装应符合下列要求:

- 环状分布管安装中心偏差不应大于设计文件允许偏移值的1/3,且不大于5mm;
- 水平度为圆环直径的1/1 000,且不得大于10mm;
- 铰座的方位应正确,转动应灵活。

检验方法:用钢尺与水平尺检查。

8.3 提升管与待生立管

8.3.1 沉降器内提升管的长度允许偏差应小于15mm,与沉降器同轴度应不超过5mm。

检验方法:拉线与钢尺检查。

8.3.2 同轴式两器待生立管垂直度应不大于 2mm。

检验方法：拉线与钢尺检查。

8.4 集气室

8.4.1 内集气室安装应符合下列要求：

- a) 内集气室宜在上封头衬里前整体安装，安装后的水平度和与壳体同轴度均为集气室直径的 1.5/1000，且不得大于 5mm；
 - b) 内集气室上的开孔方位应与旋风分离器系统方位一致，开孔中心方位允许偏差应不大于 3mm。
- 检验方法：吊线坠、U 形管水平仪、钢尺检查。

8.4.2 外集气室安装应符合下列要求：

- a) 外集气室与设备的同轴度为 10mm；
- b) 外集气室与封头对应开口方位允许偏差为 3mm。

检验方法：吊线坠、钢尺检查。

8.5 其他内件

8.5.1 环形挡板安装应符合下列要求：

- a) 相邻环形挡板安装间距允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ，累计允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ ；
- b) 内环形挡板的外口与内提升管外壁间距、外环形挡板的内口与汽提段壳体内壁间距的允许偏差均应为负值，且不应小于 -5mm 。

检验方法：钢尺检查。

8.5.2 油气阻挡圈安装应符合下列要求：

- a) 油气阻挡圈水平度不大于 5mm；
- b) 油气阻挡圈间距允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ ，遇环向焊缝时，可将间距缩短或延长 50mm；
- c) 油气阻挡圈中间不允许间断，遇到开孔接管时，把油气阻挡圈断开再与接管焊成一体。

检查数量：按全数的 20% 抽查。

检验方法：观察检查，U 形管水平仪与钢尺检查。

8.5.3 蒸汽盘管安装水平度为其直径的 1/1000，立管的垂直度为其高度的 1/1000，且不大于 10mm。

检验方法：吊线坠、U 形管水平仪、钢尺检查。

8.5.4 塞阀开口应与待生立管下口对中，其同轴度应不大于 2mm。

检验方法：拉线、钢尺检查。

9 焊接及检验

9.1 一般规定

9.1.1 从事焊接工作的焊工应按《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》考试取得合格证，施焊项目应与合格项目相符合。

检验方法：检查焊工合格证书。

9.1.2 无损检测人员应按《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》的要求取得相应的资格证书，且只能从事与资格相应的无损检测工作。

检验方法：检查无损检测人员资格证书。

9.1.3 施工单位应有按 JB 4708 要求进行评定的焊接工艺，并制定焊接工艺文件。

检验方法：焊接工艺评定报告，焊接工艺指导书。

9.1.4 焊接环境出现下列任一情况时，未采取防护措施不得施焊：

- a) 气体保护焊风速大于 2m/s；其他焊接方法风速大于 8m/s；
- b) 焊件温度低于 -20°C ；

c) 相对湿度大于 90%;

d) 雨、雪环境。

检验方法: 用风速仪、电子测温计、湿度计检查并检查记录。

9.1.5 当焊件温度为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 时,对无预热要求的焊件应在始焊处 100mm 范围内预热到 15°C 以上。

检验方法: 用电子测温计测量。

9.1.6 定位焊和焊缝返修宜采用与正式焊接相同的焊接工艺,也可采用经评定合格的焊接工艺。

检验方法: 检查相关技术文件

9.2 焊接工艺

9.2.1 焊接应采用评定合格的焊接工艺,焊接线能量应控制在工艺指导书给定的范围内。

检验方法: 观察检查,检查焊接记录。

9.2.2 焊前应彻底清理焊缝坡口及附近表面 20mm 范围内的油、锈、泥土等污物。

检验方法: 观察检查。

9.2.3 焊前预热的焊接接头,预热温度及层间温度应符合焊接工艺文件的规定,预热时加热范围应符合下列规定:

a) 碳素钢和低合金钢焊接接头中心线两侧,每侧不小于 3 倍壁厚;

b) 标准抗拉强度下限值大于或等于 540 MPa 钢及铬钼耐热钢焊接接头中心线两侧,每侧不小于 3 倍壁厚,且不小于 100mm。

检验方法: 观察检查与钢尺检查。

9.2.4 压力容器现场组焊必须制备产品焊接试板。产品焊接试板的尺寸、试样截取和数量、试验项目、合格标准和复验要求应符合 JB 4744 的规定。

检验方法: 检查产品焊接试板试验报告。

9.2.5 与设备壳体焊接的吊耳、工卡具等工件,拆除时不应损伤母材,拆除后应对其焊缝的残留痕迹进行打磨修整,修磨的深度不应大于该部位钢材厚度的负偏差。

检验方法: 检查相关资料。

9.2.6 施焊后,应在焊缝附近和排板图上分别标识焊工代号。

检验方法: 观察检查,检查相关资料。

9.2.7 焊缝缺陷修补与焊缝缺陷返修按以下规定进行:

a) 焊缝表面缺陷修磨深度不应低于该部位钢板表面,且应打磨平滑;

b) 焊接修补的预热温度应取上限;

c) 焊缝内部缺陷应进行返修,返修焊缝应进行重新检测,其质量要求与原焊缝相同;

d) 同一部位返修次数不宜超过两次;超次返修应有按本单位质量管理程序经技术总负责人批准的
措施,并有返修记录。

检验方法: 检查相关资料。

9.3 外观检验

9.3.1 压力容器焊接接头外观质量应符合以下规定:

a) 不得有裂纹、气孔、夹渣、未熔合、未填满、弧坑和熔合性飞溅物;

b) A、B 类接头焊缝余高 e_1 、 e_2 (见图 11) 应符合本规范表 6 的规定;

c) C、D 类接头的焊脚高度,设计文件无规定时,取薄焊件厚度;

d) 补强圈厚度大于或等于 8mm 时,其焊脚高度不应小于补强圈厚度的 70%,且不应小于 8mm;

e) 下列焊缝表面不得有咬边:

1) 钢材标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa;

2) 铬钼耐热钢;

3) 奥氏体不锈钢、铁镍合金;

4) 焊缝系数为 1 的焊接接头。

检验方法：用 5 倍放大镜观察检查，用钢尺、焊缝检验尺检查。

表 6 焊缝余高质量标准

单位：mm

标准抗拉强度下限值 大于或等于 540MPa 钢、铬钼耐热钢				其他钢材				检验方法
单面坡口		双面坡口		单面坡口		双面坡口		钢尺或焊缝 检验尺测量
e_1	e_2	e_1	e_2	e_1	e_2	e_1	e_2	
$0\sim 0.1\delta_s$ 且不大于 3	$0\sim 1.5$	$0\sim 0.1\delta_{s1}$ 且不大于 3	$0\sim 0.1\delta_{s2}$ 且不大于 3	$0\sim 0.15\delta_s$ 且不大于 4	$0\sim 1.5$	$0\sim 0.15\delta_{s1}$ 且不大于 4	$0\sim 0.15\delta_{s2}$ 且不大于 4	
注 1：表中 δ_s 为表示焊接接头处母材厚度； δ_{s1} 、 δ_{s2} 表示焊接接头处坡口钝边两侧的母材厚度。								
注 2：表中计算值小于 1.5 时，取 1.5。								

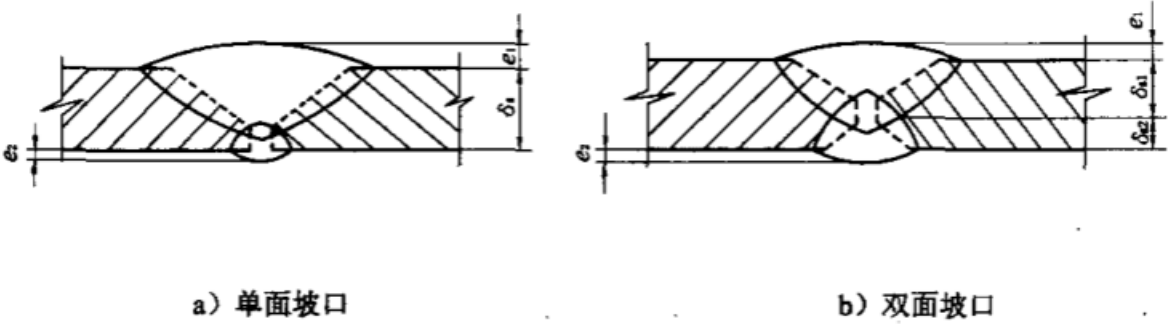


图 11 A、B 类焊接接头焊缝余高测量示意

- 9.3.2 压力容器 A、B 类焊接接头对口错边量应符合本规范 7.2.2 条要求。
- 9.3.3 焊接接头纵向形成的棱角与环向形成的棱角符合本规范 7.2.4 条、7.2.5 条的要求。
- 9.3.4 除本规范 9.3.1 条规定外的焊接接头外观质量标准应符合表 7 的规定。

表 7 常压容器焊接接头外观质量标准

单位：mm

检 验 项 目	质 量 标 准	检 验 方 法
裂纹	不允许	钢尺、焊缝检 验尺检查，无 损检测
表面气孔	每 50 焊缝长度内允许直径不大于 0.3 δ 且不大于 2 的气孔 2 个，孔间距不小于 6 倍孔径	
表面夹渣	深度不大于 0.1 δ ，长度不大于 0.1 δ 且不大于 10	
咬边	深度不大于 0.05 δ 且不大于 0.5，连续长度不大于 100 且焊缝两侧咬边总长度不大于焊缝全长的 10%	

表 7 (续) 常压容器焊接接头外观质量标准

单位: mm

检 验 项 目	质 量 标 准	检 验 方 法
未焊透	不加垫单面焊允许值不大于 0.15δ 且不大于 1.5, 在 6δ 焊缝长度内缺陷总长不超过 δ	钢尺、焊缝检验尺检查, 无损检测
根部收缩	不大于 0.2 加 0.02δ 且不大于 1, 长度不限	
角焊缝厚度不足	不大于 0.3 加 $0.05b$ 且不大于 1, 每 100 焊缝长度内缺陷总长度不大于 25	
角焊缝焊脚不对称	不大于 2 加 $0.15a$	
余高	不大于 1 加 $0.2b$ 且最大为 5	
注: δ —母材厚度; a —焊脚高度; b —焊缝宽度。		

9.4 无损检测

9.4.1 焊接接头无损检测应在外观检验合格后进行,有延迟裂纹倾向的材料应在焊接完成 24 h 后进行。

检验方法: 检查焊接记录和无损检测报告。

9.4.2 射线检测执行 JB/T 4730.2 的规定,其检测技术等级不应低于 AB 级;超声检测执行 JB/T 4730.3 的规定,其检测技术等级不应低于 B 级;磁粉检测执行 JB/T 4730.4 的规定;渗透检测执行 JB/T 4730.5 的规定。

检验方法: 检查无损检测报告。

9.4.3 除设计文件另有规定外,焊接接头无损检测的比例与合格级别应执行下列规定:

- a) 焊缝系数为 1 的对接接头,进行 100%射线或超声检测:
 - 1) 射线检测, II 级合格;
 - 2) 超声检测, I 级合格;
- b) 除本条 a) 项以外的对接接头进行 20%射线或超声检测,且检测长度不应小于 250mm:
 - 1) 射线检测, III 级合格;
 - 2) 超声检测, II 级合格;
- c) 先拼板后成型的封头拼接接头,应在成型前按本条 a)、b) 项规定进行射线检测合格。在成型后进行 100%磁粉检测, I 级合格;
- d) 设备与裙座角接焊缝、同轴式两器汽提段与壳体角接焊缝、内集气室筒体与壳体角接焊缝的根部及表面均应进行 100%渗透检测, I 级合格;
- e) 有热裂纹倾向的焊接接头根部与焊缝表面应进行 100%磁粉检测或渗透检测, I 级合格;
- f) 缺陷修磨或补焊处的表面、吊耳和工卡具等拆除处的焊痕表面应进行 100%磁粉检测或渗透检测, I 级合格。
- g) 被支座、垫板、内件等覆盖的焊接接头应进行 100%射线检测, II 级合格;
- h) 有热裂纹倾向的承压焊缝热处理后再进行 20%表面无损检测, I 级合格。

检验方法: 检查无损检测报告。

9.4.4 公称直径大于或等于 250mm 或壁厚大于 28mm 的接管与长颈法兰、接管与接管对接连接的焊接接头应进行射线检测;公称直径小于 250mm 且壁厚小于或等于 28mm 的接管与长颈法兰、接管与接管对接连接的焊接接头可进行渗透检测,其检测比例及合格级别应与壳体主体焊缝要求相同。

检验方法: 检查无损检测报告。

9.4.5 进行局部无损检测的焊接接头,发现有不允许缺陷时,应在该缺陷两端的延伸部位增加检测长度,且每侧不得小于 250mm;若仍不合格,则该焊工焊接的焊接接头应进行 100%无损检测。

检验方法：检查焊缝返修记录与无损检测报告。

9.5 热处理

9.5.1 现场组焊设备采用炉内整体或分段热处理时，应符合 GB 150 的规定。

9.5.2 现场组焊设备的环向焊接接头可采用局部热处理方法。对接焊接接头局部热处理加热宽度，每侧不应小于壳体厚度的 3 倍；接管与壳体或其他焊接部件角接焊缝的局部热处理，加热范围不应小于 6 倍壳体厚度。

检验方法：观察检查，钢尺检查。

9.5.3 局部热处理测温点应均匀布置，相邻测温点的间距不应大于 4.5m，且每条焊缝不少于 2 点。

检验方法：观察检查，检查热处理报告。

9.5.4 局部热处理操作按下述要求进行，时间与温度曲线应采用自动记录仪记录：

- a) 升温至 300℃后，升温速度不得超过 80℃/h；
- b) 300℃以上升温 and 降温时，任意两测点的温差不得大于 120℃；
- c) 恒温时间按壳体厚板对接接头焊缝厚度计算，每 25mm 保持 1h，且不应少于 1h；
- d) 恒温时，任意两测点的温差不宜大于 65℃；
- e) 降温时，300℃以上降温速度不得超过 50℃/h；
- f) 降温至 300℃以下时可在空气中自然冷却。

检验方法：观察检查和检查热处理报告。

10 安装

10.1 设备安装

10.1.1 基础交付安装

10.1.1.1 基础交付安装时，基础施工单位应提交测量记录及技术资料，安装单位应按本规范表 8～表 10 的要求进行相关数据的复测。

检验方法：检查基础质量检验记录与同条件混凝土试块检验报告。

10.1.1.2 基础施工单位应在交付的基础上划出标高基准线和纵、横中心线。

检验方法：检查基础实体标识。

表 8 框架式混凝土基础质量标准

单位：mm

项次	检 查 项 目		允许偏差值	检 验 方 法
1	轴线位置（纵、横中心线）		15	经纬仪、钢尺检查
2	标高	层高	0 -10	水准仪、钢尺检查
		全高	0 -20	
3	垂直度	每层	5	经纬仪或吊线坠、钢尺检查
		全交	$H/1\,000$ 且不大于 20	
4	截面尺寸		+8 -5	钢尺检查
5	安装平面平面度		8	用 2m 钢直尺检查
6	中心线位置	预埋件	10	拉线与钢尺检查
		预埋地脚螺栓	2	
		预埋管	5	

表 8（续） 框架式混凝土基础质量标准

单位：mm

项次	检 查 项 目		允许偏差值	检 验 方 法
7	预留孔中心线位置		10	拉线与钢尺检查
8	预埋地脚螺栓	顶部标高	+10 0	水准仪、钢尺检查
		螺栓中心圆直径	±5	用钢尺在根部和顶部两处检查
		相邻螺栓中心距	±2	
		螺栓垂直度	2	吊线坠与钢尺检查
9	预埋管垂直度		3h/1 000	吊线坠与钢尺检查
注：H ₁ 为结构全高；h为预埋管高度。				

表 9 钢构架式基础质量标准

单位：mm

项次	检 查 项 目		允许偏差值	检 验 方 法
1	安装梁上平面的水平度		$L/1\,000$ 且不大于 5	水准仪、水平尺与钢尺检查
2	任意梁顶标高差		5	水准仪、水平尺与钢尺检查
3	地脚螺栓孔	平面中心距	± 2	吊线坠与钢尺检查
		中心线垂直度	$h_1/250$ 且不大于 15	
注：L 为梁的长度； h_1 为安装梁厚度。				

表 10 块体式混凝土基础质量标准

单位：mm

项次	检 查 项 目		允许偏差值	检 验 方 法
1	轴线位置（纵、横中心线）		20	经纬仪、钢尺检查
2	基础标高		0 -20	水准仪、钢尺检查
3	基础平面度	每米	5	水准仪或水平尺与钢尺检查
		全长	10	
4	预埋地脚螺栓	标高（顶端）	$+10$ 0	水准仪或水平尺与钢尺检查 吊线坠与钢尺检查
		螺栓中心圆直径	± 5	
		相邻螺栓中心距（在根部和顶部两处测量）	± 2	
		垂直度	2	
5	地脚螺栓预留孔	中心位置	10	吊线坠与钢尺检查
		深度	$+20$ 0	
		孔中心线垂直度	10	
6	预埋件	标高（平面）	$+5$ 0	水准仪或水平尺与钢尺检查
		中心线位置	10	
		平直度	5	

10.1.1.3 基础混凝土表面不得有油渍及疏松层，并按下列规定进行表面处理：

- a) 放置垫铁处应铲平；
- b) 除放置垫铁处以外凿成麻面，以 100mm×100mm 面积内有 3 个～5 个深度不小于 10mm 的麻点为宜。

检验方法：观察检查，钢尺检查。

10.1.2 地脚螺栓

10.1.2.1 预埋地脚螺栓中任意两螺栓露出基础表面的高度差不得大于 2mm；螺纹应无损坏、无锈蚀，且有保护措施。

检验方法：观察检查，钢尺检查。

10.1.2.2 预留孔地脚螺栓的安装应符合下列要求：

- a) 螺栓应垂直，与孔壁间距不小于 15mm，与孔底的距离不小于 50mm；
- b) 螺栓上的油脂、铁锈和污垢清除干净。

检验方法：观察检查，线坠与钢尺检查。

10.1.2.3 预埋套管的地脚螺栓孔中心位置允许偏差不应大于 3mm，套管的垂直度应符合本规范表 8 的规定。

检验方法：观察检查，钢尺检查。

10.1.2.4 地脚螺栓的螺母和垫圈齐全，锁紧螺母与螺母、螺母与垫圈、垫圈与设备底座间的接触应良好。紧固后螺纹露出螺母不应少于 2 个螺距，且露出长度均匀一致。螺纹外露部分应涂防锈脂。

检验方法：观察检查，钢尺检查，锤击检查。

10.1.3 垫铁布置

10.1.3.1 垫铁均布在地脚螺栓的两侧，并靠近地脚螺栓，有加强筋的设备支座，垫铁应垫在加强筋下；相邻两垫铁组的中心距不宜大于 500mm。

检验方法：观察检查，钢尺检查。

10.1.3.2 每组垫铁的块数不应超过 5 块，放置平垫铁时，最厚的放在下面；成对使用的斜垫铁放在平垫铁上面，两斜面相向使用，搭接长度不应小于全长的 3/4；垫铁组高度宜为 30mm～80mm。

检验方法：观察检查，钢尺检查。

10.1.3.3 设备找正后，各组垫铁均应被压紧，垫铁之间和垫铁与支座之间应均匀接触，垫铁宜露出设备支座底板外缘 10mm～30mm，垫铁组伸入支座底板长度应超过地脚螺栓。垫铁组层间应焊接固定。

检验方法：观察检查，塞尺与钢尺检查，用 0.25kg 手锤锤击检查。

10.1.3.4 安装在钢构架基础上的设备找正后，其垫铁与钢结构基础应焊接固定。

检验方法：观察检查。

10.1.4 设备安装测量基准与质量标准

10.1.4.1 设备支座的底面作为安装标高的测量基准。

10.1.4.2 立式设备任意两条相邻的方位线作为设备垂直度测量基准。

10.1.4.3 卧式设备两侧水平方位线作为水平度的测量基准。

10.1.4.4 质量标准应符合本规范表 11 的规定。高度超过 20m 的立式设备，其垂直度的测量不应在一侧受阳光照射或风力大于 4 级的条件下进行。

表 11 设备安装质量标准

单位: mm

项次	检查项目		允许偏差值	检验方法
1	标高		±5	用线坠、U 型管水平仪、经纬仪、 钢尺检查。 方位线沿底座圆周测量。
2	垂直度		$H/1\,000$ 且不大于 20	
3	水平度		轴向 $H/1\,000$, 径向 $2D_0/1\,000$	
4	方位	$D_0 \leq 2\,000$	10	
		$D_0 > 2\,000$	15	
注: D_0 为设备的外直径, H 为设备两端部测点间的距离。				

10.1.5 灌浆

10.1.5.1 灌浆前应用水将基础表面冲洗干净,保持湿润不应少于 24h。地脚螺栓预留孔灌浆前 1h 应吸干积水,清除预留孔中的杂物。二次灌浆应在设备找正、找平、隐蔽工程检验合格后进行。

检验方法:观察检查,检查隐蔽工程记录。

10.1.5.2 灌浆材料宜采用细石混凝土,其强度等级应比基础的混凝土强度等级高一级。

检验方法:观察检查,检查混凝土试块报告。

10.1.5.3 设备灌浆面应与底座环上表面平齐。外缘的灌浆层应压实抹光,上表面应略有向外的坡度,高度应略低于设备底座板边缘的上表面。

检验方法:观察检查。

10.2 附属设备安装

10.2.1 三级旋风分离器

10.2.1.1 立管式三级旋风分离器上、下隔板安装方位允许偏差应不大于 5mm。上、下隔板间对应管孔同轴度应不大于 2mm。

检验方法:沿周向用线坠与钢尺检查。

10.2.1.2 立管式三级旋风分离器分离单管垂直度不得大于 3mm,任意两相邻分离单管导向叶片旋向相反,排气管与单管的同轴度为 1mm。

检验方法:用线坠与钢尺检查。

10.2.1.3 卧管式三级旋风分离器分离单管的定位点应在同一水平面内,水平度应不大于 5mm。相邻分离单管夹角允许偏差为 $\pm 0.25^\circ$,分离单管与水平面的倾角允许偏差为 $\pm 0.25^\circ$ 。

检验方法:用水准仪与角度尺检查。

10.2.1.4 分离单管安装时,根据其压降试验值,相邻单管的压降应相近。对于立管式三级旋风分离器应将压降大的分离单管布置在内圈,压降小的分离单管布置在外圈;对于卧管式三级旋风分离器应将压降大的分离单管布置在上层,压降小的分离单管布置在下层。

检验方法:按压降试验值与安装位置观察检查。

10.2.1.5 三级旋风分离器内的膨胀节预拉伸应符合设计文件的要求。

检验方法:钢尺检查,检查相关文件。

10.2.1.6 吊筒与筒体的同轴度为三级旋风分离器筒体内径的 1/1 000。

检验方法:拉线与钢尺检查。

10.2.2 四级旋风分离器

10.2.2.1 四级旋风分离器安装后垂直度应不大于 5mm。

检验方法:吊线坠与钢尺检查。

10.2.2.2 旋风分离器与烟道接口组焊质量符合本规范 10.3.1.2 条要求。

10.2.3 辅助燃烧室

10.2.3.1 弹簧支座安装时, 顶面标高与设计标高偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。弹簧支座安装找正过程不得拆除固定板。

检验方法: 水平尺与钢尺检查。

10.2.3.2 辅助燃烧室出口管与再生器空气入口主管组装时, 其同轴度为 6mm 。

检验方法: 水平尺、线坠、拉线与钢尺检查。

10.2.3.3 燃烧器安装前应进行复验, 其中心与法兰面垂直度为油枪长度的 $1/1000$ 。

检验方法: 水平尺、线坠、拉线与钢尺检查。

10.2.4 提升管反应器

10.2.4.1 环向焊接接头组焊质量符合本规范 7.2.2 条、7.2.5 条的规定。

检验方法: 用长度不小于 300mm 的直样板与钢尺检查。

10.2.4.2 安装后垂直度应不大于 20mm 。

检验方法: 用钢尺与经纬仪测量。

10.2.4.3 进料喷嘴外套管的中心线应汇交于一点, 其位置允许偏差为 2mm , 角度允许偏差为 $\pm 0.5^\circ$ 。

检验方法: 用拉线与钢尺测量。

10.3 连接管道安装

10.3.1 斜管、烟道组焊

10.3.1.1 对口错边量允许偏差符合表 12 的规定。

10.3.1.2 斜管、烟道安装不得出现折弯, 组焊后直线度为长度的 $1/1000$, 且不大于 20mm 。

检验方法: 拉线与钢尺检查。

表 12 错边量允许偏差

单位: mm

对口处母材名义厚度 δ_s	对口错边量	检 验 方 法
$\delta_s \leq 6$	$\leq \delta_s/4$	用焊缝检验尺测量
$6 < \delta_s \leq 10$	$\leq \delta_s/5$	
$\delta_s > 10$	$\leq \delta_s/10 + 1$	

10.3.2 膨胀节安装

10.3.2.1 膨胀节的预变形应按设计文件要求进行, 膨胀节连接短节端面与管道端面应平口相接。

检验方法: 检查相关文件, 观察检查。

10.3.2.2 波形膨胀节临时约束应在系统气密前按设计文件要求拆除。安装过程大拉杆结构固定螺母不得松动、不得用膨胀节的变形来补偿安装偏差。

检验方法: 观察检查, 钢尺检查。

10.3.2.3 单铰链膨胀节安装时, 铰链板与管道轴线的平面平行, 方位正确。

检验方法: 观察检查, 拉线与钢尺检查。

10.3.2.4 膨胀节导流筒方向应与设计文件规定的方向一致。

检验方法: 观察检查。

10.3.3 滑阀安装

10.3.3.1 阀杆应保持水平, 位置便于操作。

检验方法: 观察检查。

10.3.3.2 阀体与连接管道不得强力组对,组焊过程中阀板应处于完全关闭状态。

检验方法:观察检查。

10.3.3.3 恒力弹簧吊架安装之前不得对滑阀进行调整。

检验方法:观察检查。

10.3.3.4 滑阀安装后在烟道内进行作业时,阀板应处于完全关闭状态,且不得有异物进入滑道内。

检验方法:观察检查。

10.3.4 支吊架安装

10.3.4.1 设备、管道安装后应及时调整固定支吊架,其位置应准确,固定牢固,并处于设计文件规定的受力状态。

检验方法:观察检查。

10.3.4.2 弹簧支吊架安装高度与弹簧安装荷载(刻度值)应符合设计文件要求,不得采取调整弹簧支架螺杆设定高度的方法补偿安装偏差,并做好记录。

检验方法:观察检查,检查记录。

10.3.4.3 导向支吊架或滑动支架的滑动面洁净平整,不得有歪斜和卡涩现象;对热位移管道、设备,其支吊架吊点或支点应在位移反方向。

检验方法:观察检查。

10.3.4.4 设备与支吊架间的垫板应与支吊架焊接牢固,临时固定件应在气密前按设计文件要求拆除。

检验方法:观察检查。

11 耐压试验和气密性试验

11.1 开孔接管角接头检查

11.1.1 开孔补强圈应通入 0.4MPa~0.5MPa 的压缩空气进行焊缝质量的检查。

检验方法:观察检查,检查试验报告。

11.1.2 无补强圈接管与设备壳体的角焊缝应进行煤油试漏检查。

检验方法:观察检查,检查试验报告。

11.2 内、外取热管耐压试验

11.2.1 耐压试验前焊接与检验工作应全部完成。

检验方法:观察检查,检查焊接记录与无损检测报告。

11.2.2 试压宜采用工业用水,对奥氏体不锈钢材质水中氯离子含量不应大于 25mg/L。

检验方法:检查水质检测报告。

11.2.3 试验压力按设计文件要求,取热管为碳素钢时试验介质温度不得低于 5℃;取热管为铬钼钢时试验介质温度不得低于 15℃。

检验方法:温度计测量。

11.2.4 试验时,高点设排气口,充液时取热管内的空气排净。试验过程中保持观察表面的干燥。

检验方法:观察检查。

11.2.5 试验时,压力缓慢上升达到规定试验压力后,停压时间应不少于 30min,然后将压力降至规定试验压力的 80%,对所有焊接接头和连接部位进行检查,无渗漏、无变形为合格。

检验方法:观察检查。

11.3 气密性试验

11.3.1 试压前所有焊接及检验工作全部完成,所有管孔已封闭。

检验方法:观察检查,检查焊接记录与无损检测报告。

11.3.2 气密性试验压力执行设计文件规定,试验介质用洁净干燥的压缩空气或仪表风。

检验方法:观察检查。

11.3.3 试验时,压力应缓慢上升,达到设计文件规定压力后,对所有焊接接头和连接部位进行检查,无泄漏为合格。

检验方法:观察检查。

12 交工技术文件

12.1 工程完工后,应将设备内部清理干净,进行联合检查,确认合格后封闭所有开孔,并办理确认手续。

12.2 施工过程中应按检验试验文件进行检查确认,为后续作业覆盖的部位应进行隐蔽工程验收。

12.3 工程验收时,应对下列资料检查确认:

- a) 基础复测记录;
- b) 开箱检验记录;
- c) 立式设备安装检验记录;
- d) 卧式设备安装检验记录;
- e) 催化反应/沉降器附件安装检验记录;
- f) 催化再生器附件安装检验记录;
- g) 隐蔽工程记录;
- h) 设备耐压/严密性试验记录;
- i) 防腐蚀工程质量验收记录;
- j) 隔热耐磨衬里质量检验记录;
- k) 基础沉降观测记录;
- l) 工程变更一览表;
- m) 竣工图。

12.4 现场组焊压力容器还应确认下列资料:

- a) 合格焊工登记表;
- b) 无损检测人员登记表;
- c) 排板图;
- d) 产品主要受压元件使用材料一览表(含焊接材料);
- e) 压力容器外观及几何尺寸检验报告;
- f) 设备开孔接管检查记录;
- g) 现场组焊设备焊接工作记录;
- h) 产品焊接试板力学性能和弯曲性能检验报告;
- i) 设备热处理报告;
- j) 无损检测报告。

12.5 现场安装的压力容器安装单位应出具“锅炉压力容器安装质量证明书”。现场组焊的压力容器安装单位应取得“锅炉压力容器产品安全性能监督检验证书”。

12.6 交工技术文件按合同规定的工程范围和 SH/T 3503 的规定,由责任单位负责编制、审核,并向建设单位移交。

用 词 说 明

对本规范条文中要求执行严格程度用的助动词，说明如下：

（一）表示要求很严格、非这样做不可并具有法定责任时，用的助动词为“必须”（must）；

（二）表示要准确地符合规范而应严格遵守时，用的助动词为：

正面词采用“应”（shall）；

反面词采用“不应”或“不得”（shall not）。

（三）表示在几种可能性中推荐特别合适的一种，不提及也不排除其他可能性，或表示是首选的但未必是所要求的，或表示不赞成但也不禁止某种可能性时，用的助动词为：

正面词采用“宜”（should）；

反面词采用“不宜”（should not）。

（四）表示在规范的界限内所允许的行动步骤时，用的助动词为：

正面词采用“可”（may）；

反面词采用“不必”（need not）。

中华人民共和国石油化工有限公司标准

催化裂化装置反应再生系统设备 施工质量验收规范

SH/T 3504—2009

条 文 说 明

2009 北 京

目 次

1 范围.....31

3 术语和定义.....31

8 两器内件组焊.....31

8.1 旋风分离系统.....31

8.5 其他内件.....31

9 焊接及检验.....31

9.2 焊接工艺.....31

9.3 外观检验.....31

9.5 热处理.....31

11 耐压试验和气密性试验.....31

11.2 内、外取热管耐压试验.....31

催化裂化装置反应再生系统设备施工质量验收规范

1 范围

催化裂化装置反应再生系统设备结构复杂、外形尺寸大,安装方法和质量标准与其他石油化工静设备有着较大区别。对于新建、改扩建工程施工工艺方法虽有所不同,但其质量验收标准是一致的。工厂化预制、现场组焊、安装、检验 4 道程序涵盖了施工的全过程。本条明确了本规范的适用范围,有关催化裂化装置反应再生系统设备作为本规范专用概念在术语中给出释义。

3 术语和定义

3.3~3.8 对催化裂化装置反应再生系统所有带衬里设备进行分类,术语与设计文件用语保持一致,附属设备指反应再生系统除两器外有位号的其他设备,两器内件指两器内部无设备位号的典型部件。

8 两器内件组焊

8.1 旋风分离系统

8.1.5 翼阀折翼板的安装角度,宜用专用量具测量,经检验合格后方可施焊。

8.5 其他内件

8.5.4 塞阀位于再生器或反应器的底部,有空心塞阀和实心塞阀两种,用来控制催化剂的循环。塞阀与待生催化剂立管下口(或反应提升管下口)的同轴度,直接影响塞阀的闭合效果。

9 焊接及检验

9.2 焊接工艺

9.2.7 限制返修次数不是从技术角度而是从管理角度出发。返修二次仍不合格,说明这位焊工连续三次都不能焊出合格的焊缝,应由技术负责人采取更换焊工、重新制定焊接工艺、奖惩手段、进行质量活动等措施,完成焊缝缺陷的消除。

9.3 外观检验

催化裂化装置反应再生系统设备壳体及附属设备一部分为压力容器,一部分为非压力容器进行管理。设计文件有“压力容器类别”标注的现场管理执行本规范 9.3.1 条~9.3.3 条的规定,未标注的执行本规范 9.3.4 条。

9.5 热处理

现阶段立缝采用炉内分段热处理,分段环缝采取局部电加热热处理方法,此部分力求与 GB 150 一致。随着设备向大型化发展,内燃法热处理工艺逐渐成熟,管理要求不断完善,在与衬里要求不矛盾情况下,可采用内燃法热处理工艺。

11 耐压试验和气密性试验

11.2 内、外取热管耐压试验

取热器分为内取热器和外取热器两种,内取热管在再生器内部为铬钼耐热钢,外取热管多为 20 号钢,在新建或改扩建工程施工中只有这两部分进行现场强度试验,外取热器壳体在制造厂进行强度试验,因此只对内、外取热管强度试验做了规定。

中 华 人 民 共 和 国
石 油 化 工 行 业 标 准
催化裂化装置反应再生系统设备施工质量验收规范
SH/T 3504—2009

*

中国石化出版社出版
中国石化集团公司工程标准发行总站发行
地址：北京市东城区安定门外大街 58 号
邮编：100011 电话：(010) 84271850
石化标准编辑部电话：(010) 84289937
读者服务部电话：(010) 84289974
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail: press@sinopec.com.cn
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 2.5 字数 66 千字
2010 年 5 月第 1 版 2010 年 5 月第 1 次印刷

*

书号：155114·0159 定价：30.00 元
(购买时请认明封面防伪标识)