

大型厚壁胺液吸收塔焊接工艺分析

蒋明亮¹, 任林昌², 杨建明², 巨一浪², 常红雷²

(1 中国石油工程设计有限公司西南分公司, 四川 成都 610017

2 中国石油天然气第七建设公司, 山东 青岛 266300)

摘 要: 针对厚壁 124 mm 胺液吸收塔焊接过程中可能出现的变形、夹渣、气孔、焊接裂纹等缺陷, 采取严格的控制措施, 确定正确的焊接工艺, 提高了焊接一次合格率和焊接质量, 缩短了制造周期。

关键词: 胺液吸收塔; 焊接缺陷; 焊接工艺

文章编号: 1006-5539(2008)05-0054-04

文献标识码: B

0 前言

壳体材质为 SA-516 Gr5 塔体壁厚为 124 mm, 公称直径 DN3 800 mm, 高度 38 822 mm, 塔体重 500 t^[1], 工作介质为富胺液和天然气 (H₂S 含量 2.6%) 工作压力 6.82 MPa 的胺液吸收塔, 为哈萨克斯坦让纳若尔油田油气处理三厂核心设备, 图 1 所示。受运输条件限制, 在国内分片预制, 在哈萨克斯坦现场组装。根据国内现有制造水平和经验各工厂此前还没有制造过如此厚壁的压力容器, 中国石油天然气第七建设公司制造如此大的设备运往国外现场组装尚属首次。在产品制作前该公司进行了详细的调研, 加强制作了模拟环, 实施大量主体纵环缝



图 1 胺液吸收塔

单面窄间隙加垫板坡口和接管焊接训练工作, 采取反变形刚性加固、焊前预热、焊后保温等措施, 提高了焊接一次合格率, 解决了在焊接过程中出现的裂纹、气孔和咬边等技术难题。该塔共拍片 1 074 张, 一次合格 1 073 张, 焊接一次合格率达到 99.9%, 为同类设备现场焊接积累了成功的经验。

1 焊前准备^[2~5]

1.1 焊接方法选择

由于塔体厚度为 124 mm, 金属填充量大, 经反复对比纵、环对接焊缝以及 DN≥300 mm 的接管与筒体嵌入式对接焊缝焊接采用埋弧焊, 极大地提高焊接质量和效率。

1.2 焊材选用

焊材选用遵循等强度匹配原则, 根据 JB 4708 标准选用焊丝/焊剂 H₀₉Mn₂A(H)/CH_R603 焊条采用 J507H 焊材使用部位如表 1。

表 1 焊材选用表

焊接方法	焊材	规格/mm	使用部位
SAW	H ₀₉ Mn ₂ A(H) CH _R 603	Φ 4 0	主体纵环缝 DN≥300 mm 的接管
SMAW	J507H J507H	Φ 3 2 Φ 4 0	主体点焊及垫板 与筒体焊接

收稿日期: 2008-05-09

作者简介: 蒋明亮 (1952-) 男, 四川遂宁市人, 工程师, 学士, 主要从事石油化工压力容器设计校审工作。电话:

(028) 86014449

1.3 焊材复验

焊丝 焊剂 H09M12 A(H) / CHF603 的熔敷金属化学成份和焊丝熔敷金属的机械性能, 严格按照规定进行复验。焊材复验结果表明, 该焊丝 (条) 工艺性能好、操作稳定; 机械性能符合设计图纸和技术条件的要求。

1.4 焊接工艺评定

依据 JB 4708—2000《钢制压力容器焊接工艺评定》标准及设计文件要求, 完成了三项焊接工艺评定, 分别是埋弧焊两项, 手工焊条电弧焊一项。焊接工艺评定和环境温度采用火焰加热预热 $150 \sim 200^{\circ}\text{C}$; 焊后 $200 \sim 250^{\circ}\text{C}$ 消氢 1.5 h 以避免氢致裂纹, 并进行焊后消除应力热处理。焊后停放 24 h 以后按 JB/T 4730—2005 标准 RT 检测合格, 根据 JB 4708—2000 的规定加工试样, 进行力学性能试验, 其结果符合标准要求。按照 ISO 15156、NACE TM0177 标准, 按 A 法对加工试样进行抗硫腐蚀 (SSC) 试验, 试件未发生开裂; 按照 NACE TM0284—2003 标准进行抗氢致裂纹 (HIC) 试验, 两项试验结果均满足设计标准和文件的要求。

1.5 坡口加工

主体纵环缝坡口形式如图 2 所示, 采用单面窄间隙加垫板坡口见图 2。坡口采用火焰切割, 切割后坡口边缘及坡口两侧淬硬层用磨光机打磨去除, 垫板采用与主体材质相同的钢板。

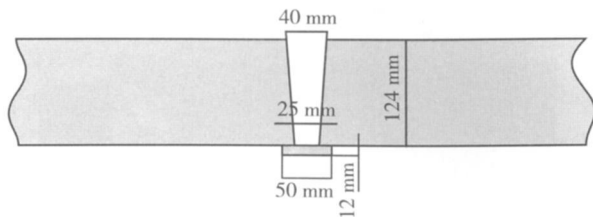


图 2 主体纵环焊缝坡口形式

1.6 焊接环境要求

由于哈萨克斯坦当地环境恶劣, 现场焊接环境难以保证焊接质量, 为降低气候条件对焊接质量的影响, 制造单位制作两套全封闭焊接防风、防雨棚, 保证焊接时不受风、雨的影响, 防风防雨棚见图 3 所

示。



图 3 防风防雨棚

1.7 焊工资质

塔现场组焊的焊工, 应按照《锅炉压力容器压力管道焊工考试规则》取得相应的资质。

2 焊接工艺措施^[6~8]

2.1 焊前坡口清理、无损检测

焊前将坡口边缘 50 mm 范围内以及垫板表面的铁锈、油污及氧化物等影响焊接质量的杂质彻底清除。坡口清理干净后, 表面进行 PT 检查, 不得有裂纹、重皮等缺陷。坡口周边 100 mm 范围内 100% UT 检测, 符合 JB/T 4730—2005 的 I 级。

2.2 防变形刚性加固

纵、环缝组对后用 $120 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$ 钢板跨越焊缝加固, 以防纵缝产生角变形以致筒节棱角度超差, 同时防止焊接内应力导致裂纹的产生, 见图 4 所示。



图 4 防止变形加固图

2.3 焊材烘干

焊条使用前必须进行 350℃烘干 1 h 并在 150℃下保温使用。焊工领用焊条后应在 4 h 内使用完,如超过 4 h 应重新烘干,焊条重复烘干次数不允许超过两次。焊剂在 300~350℃下烘干 2 h 在保温筒内存放,随用随取。

2.4 焊前预热

因为该塔体厚度为 124 mm,刚性大且采用刚性加固,因此拘束度大,焊前预热可以降低焊接裂纹倾向,改善焊接接头内应力。焊前应进行预热,预热温度不低于 150℃,采用天然气火焰加热。预热范围以焊缝中心为基准,两侧各不小于 3 倍壁厚,该塔采用自制预热设备进行预热收到了良好的效果,如图 5 所示。

2.5 焊接工艺参数

主体纵环缝采用窄间隙埋弧焊。焊接时采用小电流,快焊速。每层熔敷金属厚度不超过 3 mm,后层对前层焊道起到回火的作用。每道焊缝焊接 42~

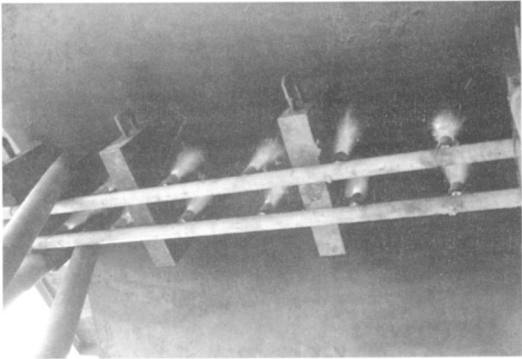


图 5 焊前预热图

45 层,从而减少焊接气孔和夹渣的产生。焊接工艺参数如表 2。

2.6 焊后消氢处理

焊后或焊接中断时立即进行后热,后热温度为 200~250℃,保温不少于 1 h 加热范围与温度测量等与预热相同。保证焊缝中的氢充分溢出,以避免氢致裂纹。

表 2 焊接工艺参数表

焊缝部位	焊接层	电流 /A	电压 /V	焊接速度 /cm·min ⁻¹	线能量 /kJ·cm ⁻¹	
					max	min
主体纵、环缝	打底	420~450	27~29	24~30	32.6	22.68
	填充盖面	500~580	27~29	24~30	42	27
点焊及接管与筒体焊接	打底	125~130	22~24	8~10	23.4	16.3
	填充盖面	155~180	26~28	12~26	25.2	9.3

2.7 无损检测

塔体所有对接焊缝进行 100% 的 RT 和 100% 的 UT 复验检测,按照 JB/T 4730—2005 标准进行评定。RT 执行 I 级合格,UT 执行 Ⅱ级合格。经检测该塔共拍片 1 074 张,一次合格 1 073 张,一次合格率为 99.9%; UT 检测 100% 合格。

3 焊后热处理

塔体所有焊接工作完成并经无损检测合格后,进行炉内整体消应力热处理。中国石油天然气第七建设公司现场制作了一座 5.5 m×6 m×40 m 的现场退火炉,如图 6 所示。充分保证了该塔热处理效果。消应力热处理温度—时间曲线如图 7 所示。

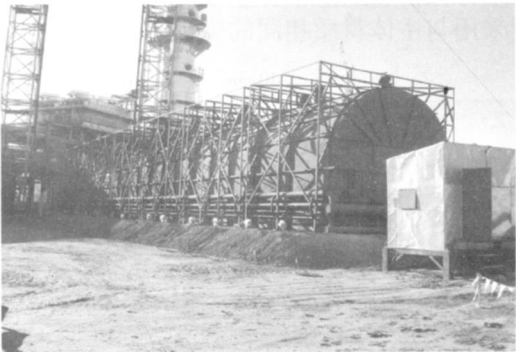


图 6 现场退火炉

4 硬度检测

热处理结束后,对接触介质一侧焊缝进行硬度

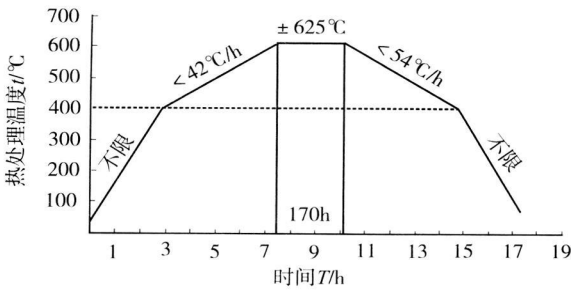


图 7 温度—时间曲线图

检测。每条环缝均布取四处, 每条纵缝的中间部位取一处进行 HB 硬度检测。经检测焊缝硬度 $HB \leq 200$ 满足设计要求。

5 水压试验

由于胺液吸收塔直径大、设备重, 为了考察基础均匀沉降, 在立置状态下进行水压试验。试验液体采用洁净水, 所用的水含氯离子浓度不超过 25 mg/L, 水温不低于 5℃。试验时塔器的上部设有排气口, 上水过程中需保持塔器外表面干燥, 以便观察上水过程中是否有泄漏。充满水待塔器壁温与水温接近时, 整个试压过程中无变形、泄漏和无异常响声,

试压合格。

6 结论

该塔的成功制造为中石油海外工程中采用在国内预制、现场组焊单台、大型、厚壁容器积累了成功的经验。

参考文献:

[1] 罗张东. 中国石油工程设计有限公司让纳若尔油田第三油气处理厂 I 期工程脱硫装置 P 7.5 MPa DN3 800 × 38 822 胺液吸收塔施工图 [4]. 成都: 中国石油工程设计有限公司西南分公司, 2006

[2] JB 4708—2000 钢制压力容器焊接工艺评定 [5].

[3] ISO 15156 石油天然气工业——在含有 H₂S 的环境下油气生产使用的材料 [5].

[4] NACE TM0177 H₂S 环境中抗特殊形式的环境开裂材料的实验室试验方法 [5].

[5] NACE TM0284 评价管道和压力容器钢抗氢致开裂标准试验方法 [5].

[6] GB 150—1998 钢制压力容器 [5].

[7] ASME 锅炉及压力容器规范 VIII 第一册压力容器建造规则 [5].

[8] JB/T 4730—2005 承压设备无损检测 [5].