

甲醇分厂低变炉出口弯头修复工艺

兖矿鲁南化肥厂（山东滕州 277527） 张春华 樊永军

1. 设备概述

低变炉是我厂甲醇分厂净化Ⅱ主要设备之一，1999年12月投入使用，2008年10月系统大修时，发现低变炉出口弯头焊缝边缘（热影响区）有环向裂纹，需更换出口弯头。

设备技术特性如下：

设计压力：2.75MPa；设计温度：250℃；介质：变换气，易燃易爆，中度危害；腐蚀裕度：1.0mm；容器类别：Ⅲ（A2级）。

设备材质：下封头短节与弯头均为1Cr18Ni9Ti，规格为 $\phi 426\text{mm} \times 11\text{mm}$ 。

缺陷情况：下封头短节与弯头焊缝边缘（热影响区）有环向裂纹，具体如图1所示。

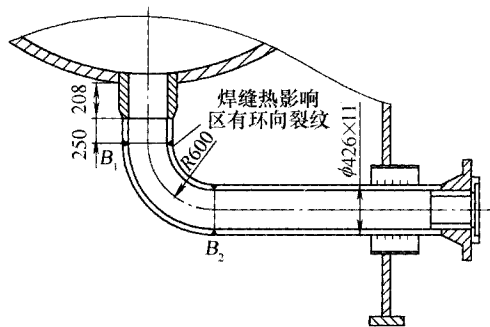


图 1

加强管与管道焊缝切开后，加强管（东部）焊缝内部边缘（热影响区）有网状裂纹，深约10mm，纵向长约30mm。

2. 裂纹原因分析

设备出现裂纹将会产生严重的后果，所以必须高度重视，并对出现原因进行分析。根据裂纹形态及特征，经分析判定为应力腐蚀裂纹。

这种应力腐蚀裂纹主要是在拉应力和腐蚀介质共同作用下产生的，两者缺一不可。奥氏体不锈钢在焊接时不可避免的要经过500~800℃这个敏化区，当Cr-Ni奥氏体不锈钢中 w_c 在0.02%~0.03%以上时（随钢中的含Ni量而异），碳在钢中便处于过饱和状态，此时，钢中过饱和的碳就会向晶界扩散，析出并与其附近的Cr形成铬碳化物。由于这种铬碳化物含有较高的Cr，所以铬碳化物沿晶界沉淀就导致了碳化物周围钢的基体中Cr浓度的降低，形成所谓“贫铬区”。不锈钢耐腐蚀是因为在介质作用下，钢中含有足以使钢在此介质中钝化的铬含量。而贫铬区铬含量不足，使钝化能力降低，甚至消失，焊缝两侧热影响区中处于危险温度区的地带最易发生晶间腐蚀。

焊缝热影响区存在拉应力，在变换气腐蚀介质的作用下，发生了应力腐蚀，导致环向裂纹产生。

3. 弯头更换措施

针对此种情况，只有减少应力，并选择耐蚀性较好的不锈钢材料，才能减少这种情况的发生。

由于0Cr18Ni9Ti的耐腐蚀性能优于1Cr18Ni9Ti，含碳量相对较低，减少了贫铬区的形成，同时降低含碳量，使焊接性有所改善，可以减少焊接残余应力，结构形式改为90°直边弯头，也可减少焊缝位置的焊接残余应力。因此决定更换弯头材料及结构形式是可以达到设备安全要求的。更换的弯头材质：0Cr18Ni9Ti，规格：90°直边弯头， $\phi 426\text{mm} \times 11\text{mm}$ ；弯头两端短节材质：1Cr18Ni9Ti，规格： $\phi 426\text{mm} \times 11\text{mm}$ ，新弯头更换位置如图2所示。

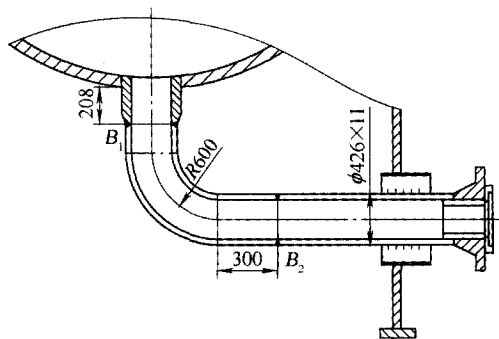


图 2

4. 安全措施

(1) 进入现场人员要持证上岗, 按规定穿戴各种护具, 严格执行有关分析手续和各种票证办理制度, 施工负责人要有安全方案措施。

(2) 各种电器设备接线要标准, 一律采用空气自动保护开关并接地保护, 将电焊机放在安全位置, 做好焊机的安全用电工作。

(3) 电焊把线、地线应完好无破损, 严禁用钢丝绳充当地线或地线打损钢丝绳, 施工中地线应接在焊件上。

5. 弯头更换过程

(1) 确定新弯头、旧弯头尺寸, 从而确定切割部位。

(2) 在切割部位划线, 用等离子切割设备按线切割。

(3) 采用角向磨光机打磨坡口, 单边坡口角度 30° (见图3), 间隙 (2 ± 0.5) mm, 坡口面应保持平整, 不得有裂纹、夹层和夹渣等缺陷, 焊接部位及其两侧各30mm的范围用工业酒精清理, 不得有水、油、锈、积渣和其他有害杂质存在。

(4) 管道组对, 先组对 B_1 , 再组对 B_2 , 错边量 ≤ 2 mm, 点固焊的焊缝高度要求为焊件厚度的70%以下, 且应 ≤ 6 mm, 点固焊的焊缝长度为10~30 mm, 点固焊点数为4~6点。

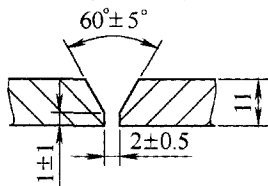


图 3

(5) 管焊接焊丝采用309L, 规格 $\phi 2.5$ mm, 焊条采用E309L, 规格 $\phi 3.2$ mm, $\phi 4.0$ mm, 氩气

纯度不得低于99.99%, 焊材参数如表1所示。

表1 焊材

母材	填充金属		焊条 烘干温度/ $^\circ\text{C}$	焊条烘干保温时间 /h
	氩弧焊焊丝	焊条		
0Cr18Ni9Ti	309L	E309L	200	1

焊条按规定温度烘干后, 放保温筒 100°C 保温, 随用随取。焊接参数如表2所示。

表 2

焊接方法	焊接电流 /A	焊接电压 /V	焊接速度 /mm·min ⁻¹	氩气流量 /L·min ⁻¹
TIG $\phi 2.5$ mm	80~100	16~18	80~100	7~9
SMAM $\phi 3.2$ mm	90~110	18~20	100~120	—
SMAM $\phi 4.0$ mm	100~130	20~22	110~140	—

注: 仰、立焊时, 焊接电流应减小5%~10%。

(6) 焊接电源: 钨极氩弧焊时, 直流氩弧焊(ZX7—315/ST) 电源极性正接; 焊条电弧焊时, 直流焊机极性反接。

(7) 焊接过程中, 引弧应在坡口内进行, 不得在焊接部位以外随意引弧。施焊过程中应注意接头和收弧质量, 收弧时应将熔池填满, 多层多道焊的焊接接头应错开50~100 mm。

(8) 氩弧焊打底时, 应及时进行打底焊缝的检查和次层焊缝的焊接, 以防止产生裂纹, 氩弧焊打底的焊层厚度应 ≥ 3 mm。背面采用氩气保护, 焊接采用对称焊接, 防止应力集中。

(9) 每焊一道焊缝, 立即进行焊后锤击消除焊接应力, 但第一层与盖面层不得采取锤击措施。

(10) 焊接采用小电流、快速焊、不摆动的短弧焊接操作工艺, 层间温度严格控制在 60°C 以下, 即用手触不烫手为准, 防止焊缝过热。

(11) 焊后外观检查合格后, 委托进行焊后X射线探伤, 探伤抽检比例为100%, 结果符合JB/T4730—2005中Ⅱ级合格。

(12) 焊后进行低温时效热处理, 用局部电加热器加热, 加热温度 $420\sim 450^\circ\text{C}$, 石棉被包裹, 升温速度 $10^\circ\text{C}/\text{min}$, 达到 $420\sim 450^\circ\text{C}$ 后, 恒温2h, 然后以速度 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 降温, 降至 100°C 时自然缓冷至常温。

6. 结语

甲醇分厂净化Ⅱ低变炉出口弯头自更换后, 设备至今正常运行。实践证明, 此修复工艺达到了设备使用性能。MW (20120804)