

甲醇合成塔下部出气管裂纹分析与处理

兖矿鲁南化肥厂（山东滕州 277527） 钟 锋 张春英

【摘要】 兖矿鲁南化肥厂甲醇合成塔下部出气管在建设过程中遗留一处管道裂纹，文章叙述了在两年生产过程中该裂纹的发展动态、裂纹遗留的原因、带伤安全运行的条件、裂纹扩展的原因及其修复工艺。

1. 概述

2003 年我厂甲醇合成塔在安装过程中，下部出气管弯头处出现一处裂纹，裂纹长度 10.2mm，具体位置如图 1 所示。该裂纹在设备运行一年后射线检测出，X 片与安装时期的存根相同，未见缺陷的发展和扩大。这样在动态监测过程中，此裂纹伴随生产运行了两年多。

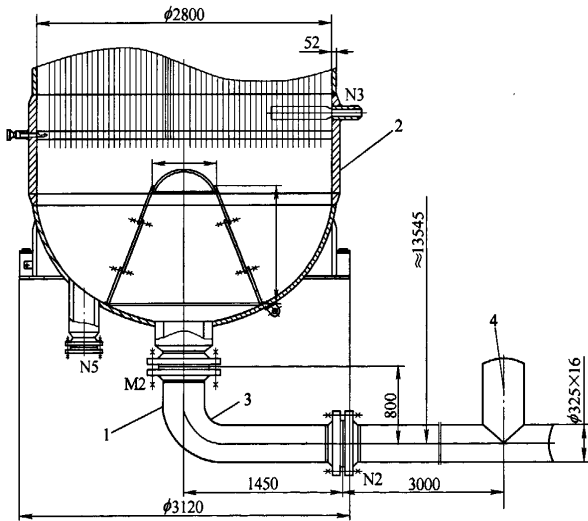


图 1

1. 出气管 2. 合成塔：φ2800mm×52mm×13 545mm 3. 裂纹 4. 管道：φ325mm×16mm 裂纹，冬季修复难以保证一次焊接成功，很可能导致裂纹扩大。②系统试压时下部出气管未出现渗漏，断定此裂纹为非贯穿性裂纹。③裂纹位于弯管的内弯处，在系统生产过程中管道膨胀，裂纹承受压应力，不利于裂纹的发展。在实际检测中，裂纹稳定。综合上述，决定对此裂纹暂不处理，

2006 年 7 月在该出气管后直管段进行了一次管道改造，经对该缺陷重新进行拍片检查时，发现该裂纹已经向外延伸，为了保证设备的安全运行，我厂检修公司对其进行了有效修复。设备技术特性如表 1 所示。

表 1 技术特性

项目	管程	壳程
设计压力/MPa	5.85	5.6
工作压力/MPa	5.1	5.3
设计温度/℃	275	270
工作温度/MPa	265	255
物料名称	甲醇合成气	沸腾锅炉水
容器类别	二类	

下部出气弯管特性：下部出气弯管为无缝钢管经热煨、热处理后制成，煨制半径 $R = 1200\text{mm}$ 。规格为 $\phi 325\text{mm} \times 16\text{mm}$ ，材料为 15CrMo，工作压力为 5.3MPa，温度为 225℃，工作介质为甲醇合成气；主要成分为 $w_{\text{CO}} = 12\%$ ， $w_{\text{CO}_2} = 3.5\%$ ， $w_{\text{H}_2} = 75\%$ 。

2. 裂纹形成原因及其处理意见

(1) 该弯管为外协定做的成品部件，裂纹为出厂时遗留的缺陷。

(2) 对裂纹监控运行的分析处理。①本文叙述的甲醇合成塔配管时间在 10 月末，天气已经转冷，下部出气弯管的材质是 15CrMo，淬硬倾向较明显，焊接性差，容易出现冷

监控运行。

(3) 对裂纹扩展的分析处理。2006 年 7 月对出气弯管后直管段进行工艺管道改造，在弯管后 4450mm 处增加旁路，管径为 $\phi 325\text{mm} \times 16\text{mm}$ ，与原管径相同。由于增加的管道较大，原出口管线膨胀受限，弯管裂纹处压应力发生变化，改变了裂纹“维持原状的受力平衡”状态，导致裂纹出现扩展。为了保证系统安全、稳定运行，决定进行修复。

3. 修复工艺

(1) 焊接方法 焊条电弧焊。

(2) 焊接机具 ZX7—315 逆变电焊机、手电钻、 $\phi 2.0\text{mm}$ 钻头、焊条保温筒、抛锤、钢丝刷、角向砂轮机、电焊面罩、局部电加热器、气焊工具一套、焊条（ $\phi 3.2\text{mm}$ 、 $\phi 4.0\text{mm}$ ）、保温石棉被两床（ $1030\text{mm} \times 300\text{mm} \times 100\text{mm}$ ）。

(3) 焊接电源 直流电焊机焊接，极性反接。

(4) 焊前准备 采用砂轮机清理缺陷，边打磨边用磁粉检测——定位、跟踪，直至彻底清除裂纹。坡口形式如图 2 所示。

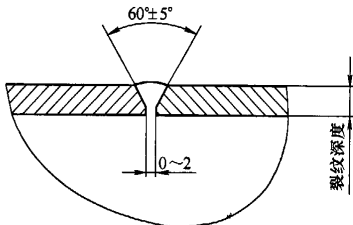


图 2

裂纹清理注意事项：①施焊人员处理焊缝坡口，无损检测人员配合。②若是层间裂纹，用砂轮机清理、经磁粉检测，缺陷清除干净即可。③若清理过程中，发现裂纹延伸，先用手电钻打孔阻止裂纹延伸再进行清理。④坡口面应保持平整，表面检查，不得有裂纹、分层、夹杂等缺陷。⑤焊接部位及两侧各 30mm 的范围，不得有水、油、锈、积渣和其他有害物质存在。⑥清理焊接部位的障碍物，保证满足焊前预热、焊后热处理的条件。

焊前预热：焊前采用氧乙炔焰预热，以裂纹为基准，两侧应 $\geq 100\text{mm}$ ，预热温度 $200 \sim 250^\circ\text{C}$ ，使焊件内外壁温度均匀。

(5) 焊接材料和参数 管道母材为 15CrMo，使用焊材和焊接参数分别如表 2、表 3 所示。

表 2 焊接材料

序号	母材	填充金属 (焊条)	烘干温度 / $^\circ\text{C}$	烘干保温时间 /h
1	15CrMo	R307	350 ~ 400	2

注：焊条烘干后，放保温筒 150°C 保温，随用随取。

表 3 焊接参数

规格	焊接方法	焊接电流 /A	电弧电压 /V	焊接速度 / $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$
SMAM、 $\phi 3.2$		100 ~ 120	20 ~ 22	120 ~ 140
SMAM、 $\phi 4.0$		120 ~ 140	22 ~ 24	140 ~ 160

(6) 焊接环境 在施焊现场搭设保温、防风棚，整个焊接过程中，施焊环境应符合以下要求：风速 $< 8\text{m/s}$ ；相对湿度 $< 90\%$ 。

(7) 焊接过程及要点 ①焊接前应将坡口用砂轮机进行打磨，使其整齐光洁，并将坡口表面的油污、锈蚀和坡口两侧各 $10 \sim 15\text{mm}$ 范围内的氧化层清理干净，清理范围内应无裂纹、夹层等缺陷。②焊前预热到 $200 \sim 250^\circ\text{C}$ 后，在保温状态下进行焊接，一次连续焊接完成。③焊接时，严禁在被焊层表面引燃电弧、试验电流，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。④焊接过程中若焊缝过深或焊接面过宽，需要进行分层焊接时，要保持层间温度 $\geq 200^\circ\text{C}$ ，应一次连续焊接完成。若被迫中断应采取相应的预热、缓冷和保温等措施防止裂纹产生。间断再焊时应经 100% 着色检查确认无裂纹后，方可按照工艺要求连续施焊。⑤每焊一道焊缝，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。

(8) 焊后热处理 焊后立即进行热处理，用局部电加热器加热，石棉被包裹，升温速度 $20^\circ\text{C}/\text{min}$ ，达到 $700 \sim 720^\circ\text{C}$ 后保温 1h，降温速度 $20^\circ\text{C}/\text{min}$ ，降至 150°C 时自然缓冷至常温。

(9) 焊后检验 热处理完成且外观检查合格后，对焊缝进行 100% X 射线无损检测，结果符合 JB4730—2005 规定的 II 级合格标准。

4. 结语

合成塔下部出气弯管裂纹修复后，安全、稳定运行至今，满足了系统长周期、满负荷运行的需求。

MW (20110425)