

克石化公司白土装置 L-201 泄漏腐蚀分析

左慧君 张飞豹 金文房
(克拉玛依科比技术有限责任公司)

摘要: 白土装置 L-201 每年腐蚀穿孔多次, 自改换工艺及热固化涂料防腐后, 泄漏情况得到明显改善, 并且进一步采取相应防腐措施。

关键词: 白土, 腐蚀, 热固化涂料

克拉玛依石化公司白土装置塔顶冷却器 L-201 管壳程材质原为碳钢, 每年泄漏情况严重, 2001 年年底将 L-201 更换为不锈钢芯子换热器该冷却器于 2002~2003 年先后出现腐蚀穿孔 4 次, 堵管 12 根, 已经报废。2003 年 5 月将管程内进行热固化涂料防腐后进行投用, 且管壳程进行工艺介质更换。L-201 壳程介质原为塔顶出不凝气, 2003 年 5 月更改为循环水; 管程原为循环水, 现更改为塔顶出不凝气, 管程进口温度为 130℃ 左右, 出口温度为 40~50℃。

1 现场调查

1.1 工艺流程

该装置工艺为: 半成品润滑油掺 5% 的白土, 在加热炉中加热后送入白土精制塔上部, 自然沉降, 塔底油作为润滑油基础油, 塔顶混和油气由 L-201 冷却, 形成负压抽提, 在 R-208 油水分离, 油相去污油罐, 水相排入下水井。

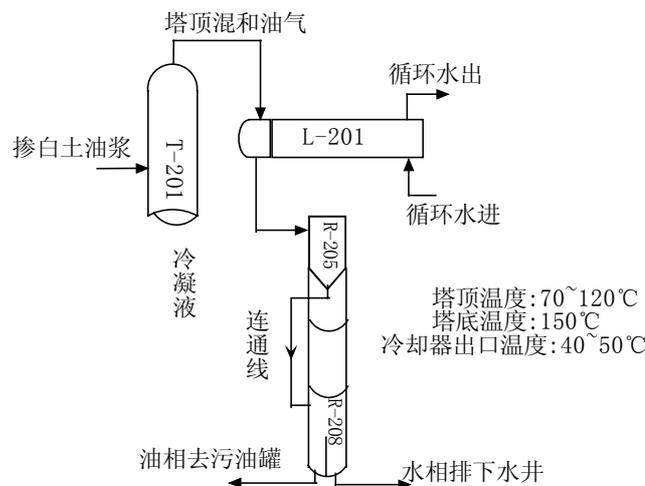


图 1 冷却系统原则工艺流程图

2 腐蚀调查

2.1 腐蚀特征



图 2 不锈钢换热管腐蚀部位的特征

2003 年失效的换热管集中于塔顶混和油气入口冲刷部位。该部位换热管表面光滑无垢，换热管明显减薄，自上起第二层至第三层换热管腐蚀最为严重，有三处都已经完全腐蚀。腐蚀由外至内，无点蚀，属均匀腐蚀。除腐蚀部位的换热管，其余管段表面有一层薄垢，呈红褐色。

换热管内部有水垢，清除后，表面光滑，腐蚀轻微。循环水层管箱内有泥垢沉积。小浮头处换热器壳体周向分布有腐蚀坑，最大坑深 2.0mm。壳体下部有油垢沉积。

2.2 材质分析

表 1 L-201 换热管材质光谱分析/%

类别	Cr	Mn	Ni	Mo	Ti
18-8 钢	17~19	≤2.0	8~11	/	/
失效部位	17.2	1.21	7.55	0.60	0.41

确定该换热管材质为 18-8 钢。

2.3 冷凝液水相分析

取 R-208 冷凝液水相进行分析,结果见表-2。确定水相腐蚀性大,且主要阴离子为 SO_4^{2-} 。

表 2 L-201 壳体介质水相分析/mg/L

分析项目	PH	CL^-	总 Fe	SO_4^{2-}	H_2S
测量值	3.19	155.2	120.3	3035.5	0

2.3 垢样分析

取 L-201 换热管外表面沉积物做垢样分析, 结果见表-3。确定该垢以油泥沉积、铁锈垢为主。

表 3 L-201 壳体沉积物垢样分析/%

分析项目	550℃减量	950℃减量	不溶物	钙镁磷垢	铁垢
测量值	7.66	2.12	1.04	2.16	86.12

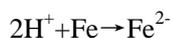
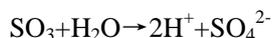
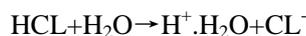
3 腐蚀分析

3.1 腐蚀类型

冷却器换热管及壳体腐蚀属钢铁在酸性(溶液浓度 $\geq 5\%$)条件下的腐蚀。

3.2 机理分析

塔顶混和油气(含HCL、SO₃、H₂O)自T-201, 经塔顶油气线进入L-201。油气接触到换热管后冷却, 在首先出现冷凝水的部位, 油气中的HCL、SO₃会迅速溶解, 形成高浓度的腐蚀液。腐蚀反应为:



尽管该换热管材质为不锈钢, 但不锈钢在无氧化剂的密闭系统并不能表现出很能好的耐酸性。而油气所具有的冲刷作用, 使换热管表面形成的铁的沉积物不断被清除, 使腐蚀始终保持较高的恒定腐蚀速率。

另外, 由于HCL、SO₃的溶解是一个放热过程, 且在整个工艺系统中, 水相或多或少都存在蒸发作用, 故对腐蚀液偶然存在的区域, 如液体飞溅区、壳体小浮头处会存在酸的浓缩现象。该区域的腐蚀相对与腐蚀液滞流或流经部位, 腐蚀速率较大。

3.3 白土分析

为确定油气中HCL、SO₃的来源, 我们对白土进行分析。方法为: (1) 取 1g 白土, 溶于 0.2L 水中, 充分搅拌。(2) 对所得混和物进行过滤。加热过滤液至沸腾 5min。(3) 测定所得溶液中的PH值和SO₄²⁻。

测得配制溶液PH值=3.42, 每克白土中SO₄²⁻含量 9.2mg。

因此, 我们认为腐蚀液中的腐蚀离子来源于白土。

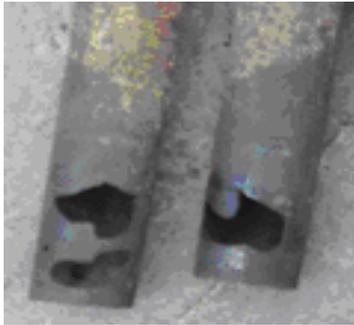
3.4 防腐措施的提出

鉴于以上腐蚀分析, 2003 年 5 月检修期间对 L-201 进行工艺介质的改造, 即原管程循

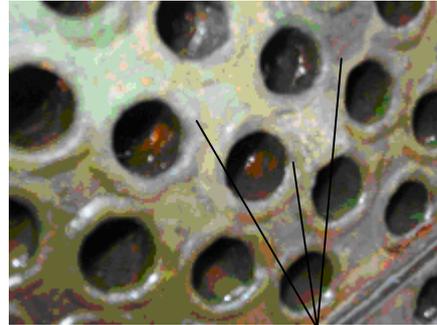
环水，改为走塔顶出不凝气，壳程原为不凝气改走为循环水；且对管程内表面进行热固化涂料防腐。

3.5 防腐效果

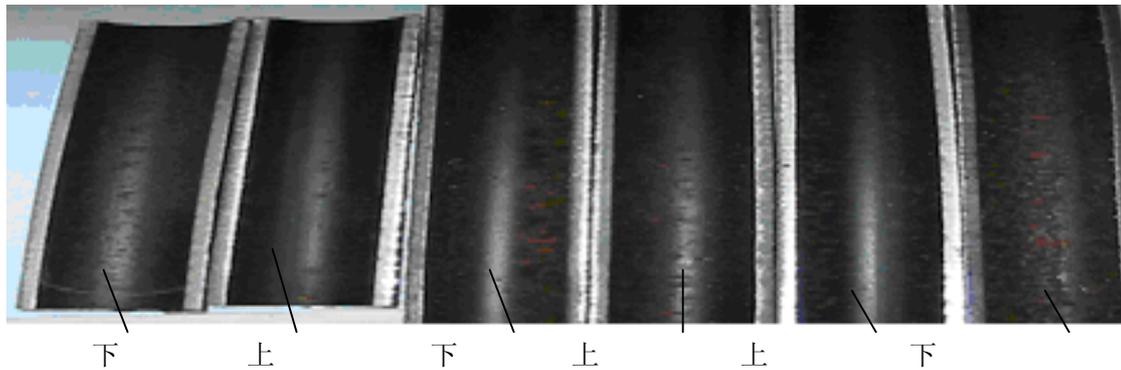
2004 年 5 月泄漏拆下看腐蚀重点部位为管程进口，如下图-3 所示：



L-201 管程进口 10 c m 处腐蚀



L-201 管程进口处腐蚀



L-201 1.5 米内涂层腐蚀

图 3 热固化涂料防腐后腐蚀特征

3.6 经热固化涂料防腐后腐蚀分析

腐蚀原因主要为气体冲刷，管程进口 10 c m 处已腐蚀穿孔，热固化涂层 1 米内管下层已基本脱落，1.5 米以内管层下部较上部腐蚀严重，如图一3 所示；说明涂层耐浸泡性能较好，但长期抗此气体冲刷性偏低。

4 结论及建议

- 4.1 白土中的 SO_3 挥发出来，在L-201 中形成高浓度的腐蚀液是造成换热管失效的原因。
- 4.2 不锈钢仅在浓度 $\leq 5\%$ 的酸溶液中具有稍好于碳钢的耐蚀性，故不推荐在 L-201 等液体初凝区使用。
- 4.3 2003 年 6 月对 L-201 进行热固化涂料防腐，L-201 的腐蚀主要为气体对换热管入口处形成的冲刷，建议对管箱进行相应热固化内涂层防腐，并在管箱中增加不锈钢泡沫

网以减缓气体进入换热管形成的抗冲刷作用；

- 4.4 建议对 L-201 进行换热管内外壁热固化涂料防腐，且增加涂层厚度至 150~200 μm ；
- 4.5 从以往不锈钢换热器只能使用 2 个月的情形来看，使用热固化涂料防腐已能明显解决此换热器的耐蚀问题，热固化涂料在换热管入口处的寿命可达 8~9 个月，建议重新防腐后换热器在使用 8 个月后进行检验并重新防腐，这样即可进一步确定在此条件下热固化涂层的寿命，又可避免换热芯受损。