

文章编号: 1001-6112(2011)S1-0162-03

# 塔河油田污水处理系统腐蚀治理对策

石鑫, 张志宏, 刘 强, 刘冀宁

(中国石化 西北油田分公司 工程技术研究院, 乌鲁木齐 830011)

**摘要:**通过对塔河油田各污水处理系统腐蚀环境的系统研究, 结合塔河油田及其它油田的腐蚀防治经验, 在综合考虑各种方案的防腐效果和经济成本之后, 设计了针对性的治理方案。研究成果有助于指导塔河油田污水处理系统的防腐工作, 对其它类似油田的防腐工作也有一定的指导意义。

**关键词:**采油污水; 防腐方案; 区域治理; 塔河油田

**中图分类号:** TG174.41

**文献标识码:** A

## Countermeasures for corrosions in sewage treatment systems, Tahe Oil Field

Shi Xin, Zhang Zhihong, Liu Qiang, Liu Jining

(Research Institute of Engineering Technology, SINOPEC Northwest Company, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

**Abstract:** Systematic studies of corrosive environments in different sewage treatment systems of the Tahe Oil Field were made. Based on past experiences, taking into consideration the preservative effects and economic costs of different measures, a targeted program was put forward. The new program helps countermeasures for corrosions in sewage treatment systems of the Tahe Oil Field, and is also significant for other similar oil fields.

**Key words:** oilfield produced water; countermeasures for corrosions; regional governance; Tahe Oil Field

### 1 现状

新疆塔河油田污水处理系统面临着越来越严重的腐蚀问题。由于各污水处理系统的主要腐蚀因素不尽相同, 因而各系统设备的腐蚀状况差异较大<sup>[1-3]</sup>。其中, 塔河一号联、雅克拉污水处理站管线和污水罐整体局部腐蚀比较严重; 塔河二号联、塔河三号联污水处理站工艺管线局部腐蚀和点腐蚀较为严重。

总体而言, 塔河油田各厂区污水介质具有高矿化度、高含  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Cl}^-$  等特征, 对相关的污水处理设备造成了严重的腐蚀损伤<sup>[4-5]</sup>。另外, 油田污水中还高含  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  等成垢阳离子, 在污水处理系统的表面结垢, 以至于发生局部严重垢下腐蚀。有些厂区的污水中固体悬浮物含量较高, 已在局部环境中滋生 TGB, FB 等不同类型的细菌, 使得污水处理系统面临着更加严峻的细菌腐蚀。如果及时地对污水处理系统进行检测, 可以避免因系统报废而造成的生产中断, 有效提高生产

效率。另外, 污水处理系统的腐蚀损伤可能导致油气田回注水水质恶化, 不仅影响正常的油气采收, 而且不达标的回注污水会污染地层水质环境, 严重影响油田的可持续生产。因此, 针对各个厂区污水处理系统的不同腐蚀环境提出相应的区域腐蚀治理方案意义重大。

### 2 污水处理系统腐蚀原因分析

为研究各污水处理系统的主要腐蚀因素, 分别在塔河一号联、二号联、三号联和雅克拉污水处理站实地取样, 并对其水质进行检测分析, 分析结果见表 1。

#### 2.1 共同腐蚀因素

通过对检测结果进行分析, 并结合现场考察, 各污水处理系统的共同腐蚀因素可归纳为 3 点。

(1) 水质显弱酸性: 各污水处理系统的水质环境整体显弱酸性, 体系中的氢离子具有很强的去极化性能, 各金属设备极易产生氢去极化电化学腐蚀。

(2) 高浓度  $\text{Cl}^-$  加速局部点腐蚀: 高浓度  $\text{Cl}^-$  可穿透腐蚀产物膜, 在膜下含有氯离子的盐类易水

表 1 各污水处理站腐蚀介质检测

Table 1 Test data report of corrosion medium in different sewage treatment stations

取样点	$\rho(\text{S}^{2-})/$ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	总矿化度/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$\rho(\text{Cl}^{-})/$ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$\rho(\text{HCO}_3^{-})/$ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$\rho(\text{SO}_4^{2-})/$ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	pH	SRB	TGB	FB	$\rho(\text{O}_2)/$ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )
一号联	2.8	216 070	132 119	140	200	6	10	100	10 000	0.02~0.4
二号联	23	220 657	134 983	118	250	6.5				0.06
三号联	18	208 204	127 464	136	150	6.1				<0.05
雅克拉站	—	127 247	77 715	226	200	6.4				<0.05

解,形成局部强酸性腐蚀环境,大大促进点蚀穿孔。

(3)高浓度  $\text{Ca}^{2+}$  促进垢下腐蚀:在高矿化度的水质环境中, $\text{Ca}^{2+}$  是一种十分典型的成垢阳离子,其在各污水处理环境体系中含量普遍较高,极易在金属设备表面结垢,形成垢下腐蚀。

## 2.2 不同腐蚀因素

### 2.2.1 一号联污水系统主要腐蚀因素

一号联污水处理系统的实际处理量一定程度上超过其原设计标准值,装置超负荷运行导致腐蚀介质流速提高,对管道内壁形成强烈冲刷,导致表层腐蚀产物膜破损,下层的金属直接裸露在腐蚀环境中,腐蚀速率大大增加。尤其是管道弯头、除油器进口等部位,由于受到更为剧烈的流体冲刷,这些部位的冲刷腐蚀损伤非常严重。

一号联污水系统投加强酸性净水剂。虽然这类净水剂的净水能力好,但其本身的 pH 值较低,对管线造成较严重的局部强酸腐蚀,尤其是管道焊缝、三通等位置腐蚀程度更加严重。

一号联污水处理量大,固体悬浮物含量高,悬浮物下已滋生细菌,检测分析 TGB,FB 含量较高,细菌在焊缝、三通处沉积,加剧腐蚀。

### 2.2.2 二号联污水系统主要腐蚀因素

二号联腐蚀较严重部位绝大部分发生在污水、污油回收管道,由于污水池不密闭,存在大量溶解氧,引发严重腐蚀。另外,二号联污水系统内溶解有一定量的强腐蚀介质  $\text{H}_2\text{S}$ ,存在  $\text{H}_2\text{S}$  腐蚀,加深了污水处理系统的腐蚀程度。

### 2.2.3 三号联污水系统主要腐蚀因素

三号联腐蚀较严重部位绝大部分位于污水、污油回收管道,由于污水池不密闭,存在一定程度的溶解氧腐蚀。三号联注水泵房的注水泵预留管道由于长期液体静止,滋生细菌和沉积物,产生细菌和沉积物腐蚀;另外,内腐蚀穿孔后,由于高矿化度水在地表沉积,导致注水泵房内管道存在外腐蚀,内外腐蚀共同作用加剧管道整体腐蚀。

### 2.2.4 雅克拉厂污水系统主要腐蚀因素

雅克拉厂污水处理站内很大一部分水来自于

汽车拉运,属开式曝氧流程,溶解氧含量高,污水池来水带来较高的溶解氧,与雅克拉集气站闭排污水混合后,导致了整个流程溶解氧的含量增大,加剧了污水接受系统的腐蚀,导致管线发生氧腐蚀穿孔。另外,雅厂污水处理站的闭式生产流程来水量低,而污水池来水量较高,且采用间歇式方式通过提升泵打入到污水接收罐中,操作方式采取污水池容量饱和时起泵。所以,仅有雅克拉集气站闭式生产流程来水时,流量小,流速较低,对管线产生的冲刷较小;当污水池起泵后,管线内瞬间流量增高,流速变大,加剧管线的冲刷腐蚀。由于注水泵震动还导致注水泵房内的工艺管道焊缝撕裂、刺漏,焊接点出现一些震动刺漏点。

## 3 腐蚀治理方案

根据上述对各污水处理系统腐蚀环境的分析研究,提出以下针对性防护措施。

### 3.1 一号联污水系统治理方案

#### 3.1.1 站内工艺管道腐蚀治理方案

非金属管线具有综合工程造价低、无需内外防腐、不易结垢、耐冲刷腐蚀和耐细菌腐蚀等优点。污水处理站内治理管段输送的流体介质温度均低于  $60\text{ }^\circ\text{C}$ ,根据以往的使用经验,结合投资控制和运行维护综合考虑,站内腐蚀严重的管段可更换为非金属管线。

目前国内各大油田普遍使用的非金属管材有 4 种:塑料合金复合管、玻璃钢、钢骨架复合管和连续增强复合管。从技术上来讲,这 4 种管材均能够满足污水处理站内工艺要求。目前连续增强复合管只能做到 DN150 规格,大口径管道应用受到制约;钢骨架复合管造价太高。塑料合金复合管、玻璃钢 2 种管材已经有成功使用的经验,两者综合比较,塑料合金复合管性价比更高,因此选取其作为最佳替换管材。

#### 3.1.2 污水罐及容器腐蚀治理方案

内涂层技术的关键点是防腐涂料和涂覆工艺的选择,目前成熟应用大罐防腐的涂料有常规溶剂

型环氧涂料;无溶剂环氧涂料和聚脲涂料,采取的涂覆技术有常规刷涂和喷涂技术。

从防腐性能上分析,聚脲弹性涂料、无溶剂环氧涂料具有很好的耐蚀性能,其性能优于传统的溶剂型涂料;无溶剂环氧涂料已有成功使用的经验,在使用的过程中更有利于保证防腐质量。

从经济上分析,聚脲弹性涂料由于材料完全依赖进口,因此,一次性综合造价高;溶剂型涂料在3种涂料中一次性综合造价最低,但其使用寿命非常短,综合性价比较差;无溶剂环氧涂料具有经济性好、综合使用寿命长以及综合性价比高的优点,因而选取其作为污水罐及容器的内涂层涂料。

从刷涂工艺上分析,人工刷涂是油田大罐常用的涂料涂覆技术,但该技术存在厚度不均、分层、无法达到容器的死角、涂刷间隔时间很难准确掌握等缺点;而喷涂技术具有涂料较均匀、不易分层、可避免死角、附着力强等优点,因此选取其作为主要的涂覆工艺。

为减缓大罐内壁腐蚀,污水罐、除油器内壁应采用牺牲阳极进行保护。镁阳极电流效率只有50%左右,在高矿化度的油田污水中不适合选用其作为阳极材料。锌阳极的驱动电位随温度的升高而降低,并在温度高于54℃的情况下可能发生极性逆转,成为钢铁的阴极,反而加大了钢铁的腐蚀。从经济可靠的角度出发,推荐选择合适的铝合金阳极。

### 3.2 二号联污水系统治理方案

#### 3.2.1 工艺管线腐蚀治理方案

站内主要工艺管道更换为塑料合金复合管,非金属与非金属采用承插式粘接连接,地面金属与非金属采用法兰连接。

#### 3.2.2 污水接收罐腐蚀治理方案

接收罐内防腐处理,用铝合金更换损耗严重的牺牲阳极材料;内涂层重新喷涂无溶剂环氧涂料。

### 3.3 三号联污水系统治理方案

(1)工艺管线腐蚀治理方案:部分腐蚀程度严重的管线更换为塑料合金复合管;(2)注水泵房内

注水泵预留段腐蚀治理方案:预留泵工艺管线截断,排空;(3)核桃壳过滤器腐蚀治理方案:过滤器内涂无溶剂环氧涂料。

### 3.4 雅克拉污水系统治理方案

#### 3.4.1 站内工艺管道腐蚀治理方案

污水泵房以外的工艺管道更换为塑料合金复合管,非金属与非金属采用承插式粘接连接,地面金属与非金属采用法兰连接;注水泵房内工艺管道减震措施处理;污水接收罐进口弯头更换为陶瓷喷涂弯头;在溶解氧含量较高的管段应适量投加除氧剂,并施以缓蚀剂加以保护。

#### 3.4.2 污水沉降罐腐蚀治理方案

污水沉降罐中心筒更换;用铝合金更换损耗严重的牺牲阳极材料;污水沉降灌重新内涂无溶剂环氧涂料。

## 4 结论

1)对于存在垢下腐蚀、细菌腐蚀及冲刷腐蚀的金属管线,建议选取塑料合金复合管对其进行替代。

2)对于存在震动刺漏的工艺管道应采取减震措施。

3)溶解氧含量超标的区域应该选择添加适量的除氧剂和缓蚀剂。

4)腐蚀严重的罐体需要内涂无溶剂环氧涂料,外加铝合金牺牲阳极材料,对其进行阴极保护。

#### 参考文献:

- [1] 张健,吕瑞典,李新勇,等. 腐蚀监测技术在塔河油田生产系统的应用[J]. 腐蚀与防护,2010,31(2):170-175.
- [2] 朱振军. 塔河油田集输系统的防腐技术[J]. 石油天然气学报,2009,31(3):357-358.
- [3] 叶帆,杨伟. 塔河油田集输管道腐蚀与防腐技术[J]. 油气储运,2010,29(5):354-362.
- [4] 周鹏,袁宗明,谢英,等. 塔河油田集输系统污水腐蚀因素分析[J]. 油气储运,2008,27(5):45-47.
- [5] 贾书杰,董斌. 塔河油田腐蚀现状及认识[J]. 油气井测试,2009,18(5):70-71.

(编辑 徐文明)