

# 油田污水处理工艺现状及发展趋势

杨东辉

辽河油田分公司曙光采油厂

DOI: 10.12238/jpm.v4i8.6194

**[摘要]** 随着辽河油田的勘探开发, 油田废水日益增多, 而油田废水水质复杂, 含有石油破乳剂、盐、酚、硫等污染环境物质, 如何清洁有效地解决油田废水去向是制约油田发展的重要难题。

**[关键词]** 污水处理; 回注; 逆旋流气浮; 高级氧化絮凝; 污染

## Status quo and development trend of oilfield wastewater treatment process

Dong-hui Yang

Shuguang Oil Production Plant of Liaohe Oilfield Company

**[Abstract]** With the exploration and development of Liaohe oilfield, the oilfield wastewater is increasing, and the water quality of oilfield wastewater is complex, which contains petroleum emulsions, salt, phenol, sulfur and other environmental pollutants. How to effectively solve the whereabouts of oilfield wastewater is an important problem restricting the development of oil field.

**[Key words]** sewage treatment; reinjection; reverse flotation; advanced oxidation flocculation and pollution

### 引言

在油田勘探开发施工过程中, 产生了大量的钻井、压裂、采油及井下作业废液。由于各类废液组成复杂, 不仅含有大量悬浮颗粒和泥沙, 而且含有可溶性无机物、有机小分子、高分子化合物、油类及胶体物质, 是一种高度稳定的多级分散复合体系, 具有一定粘度并且 pH 值差异大。废液随着施工措施和要求的不同而具有不同的性质, 且具有点多面广、污染物浓度高、污染源分散, 且排放量小的特点, 达标治理难度大, 成为油气田工业污水环保达标治理的重点和难点。为适应国家及地方环保要求, 开发高效实用的污水处理设施, 将油气田废水处理达标后回注地层是现阶段解决油气田废液的切实可行的措施<sup>[1]</sup>。

### 1 油田污水产生分类及现状

#### 1.1 钻井污水

钻井污水包括替换废弃泥浆产出水、机械设备冲洗水、冲洗砂样污水、井底返出水、井场地面污水, 这些污水通过井场

排污系统连同钻井产出的钻井泥浆一起排入泥浆池中, 由于钻井泥浆是一种高度稳定的分散体系, 配置所加的原料含有 CMC、高分子分散剂、细小颗粒物等物质, 形成了高浓度的有机污水。这些污水经泥浆池存放沉降后, 部形成钻井污水。钻井污水中主要污染物有 SS、COD、石油类、pH 值、硫化物、挥发酚、六价铬等。其特性是 pH 值高、盐度大、COD 浓度高、Cl<sup>-</sup>含量高、色泽深, 呈胶体状, 具有高色度、高悬浮物、高稳定性、高含盐特征。BOD<sub>5</sub>/COD<sub>cr</sub> 值一般为 0.1~0.3 之间, BOD<sub>5</sub>/COD<sub>cr</sub> 比值较低, 生化降解难度大。

#### 1.2 压裂污水

压裂作业是油气井增产的重要措施之一。压裂液一般是由稠化剂、交联剂、缓冲剂、粘土稳定剂、杀菌剂和助排剂组成。压裂污水外观一般为白色或灰白色粘稠液。其特点是色度低、pH 值低、COD 浓度较高、含油较少、Cl<sup>-</sup>含量较高、胍胶成分高、粘度大, 是一种粘稠状胶体物。

根据现场压裂实践经验, 洛河油田直井压裂返排液量约

600m<sup>3</sup>/井, 水平井压裂返排液量约 2000m<sup>3</sup>/井。

### 1.3 采油污水

采油污水是从地层中随原油一起开采出来的, 并且该水经过了油水集输及初加工过程, 因此污水的性质与原油特性、地质条件、采油方法、集输及分离条件等因素有关。由于各油田上述条件的差异, 各地油田采出水的水质不尽相同, 但又有共性: 油含量高, 成分复杂。原水油含量多在 100mg/L 以上, 部分地区污水油含量甚至超过 1000mg/L。除原油外, 还含有聚合物、有机酸类、破乳剂、除氧剂、润滑剂、杀菌剂、防垢剂等油田化学品以及挥发酚、硫化物等; 由于环境适宜, 还会滋生腐生菌、硫酸还原菌等, 成分非常复杂, 矿化度高。采油污水的矿化度普遍在 2000mg/L 以上, 高的可达数万 mg/L, 污水呈偏碱性, Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Ba<sup>2+</sup>、Sr<sup>2+</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 一等结垢离子含量较高, 对设备腐蚀严重。水温较高。由于原油粘度大, 开采及分离过程中需加热, 导致采出水温度较高, 多在 40℃ 以上。采油污水的这些特点给处理造成了很大的难度。具有放射性。

### 1.4 其他污水

主要包括井下作业、洗井水、冲洗井口污水等。污水量较小, 成份比较简单。

## 2 存在问题及原因分析

### 2.1 压裂返排液的特点及危害

油田产出污水中不仅含有大量化学添加剂, 其在返排过程中还将地层中的有机和无机化合物、细菌、重金属以及放射性元素携带出来, 与其他污水相比具有污染物种类繁多、成分复杂、浓度高、黏度大、COD 高、矿化度高、稳定性高等特点。如果不经过处理而外排, 将会对周围环境造成危害, 导致土壤板结盐碱化, 地表水系污染, 带来严重的环境污染和生态破坏问题。

### 2.2 存在污染隐患

目前采油污水、作业废液均是简单沉降处理后回灌, 水中的含油量和悬浮物均不符合回灌指标要求 (悬浮物含量 ≤ 5mg/L, 含油 ≤ 15mg/L), 不仅会堵塞地层, 造成回灌压力升高; 而且可能由于地底裂缝存在污染浅层地下水, 具有较大的污染隐患<sup>[2]</sup>。

### 2.3 勘探开发环保新要求

根据新环保法政策要求, 环保要求越来越高, 现有简易处理设施已无法满足处理要求。油田废水将较大制约“十四五”

规划目标的实现。

### 2.4 采油污水未得到有效利用

目前, 油田注水井均采用地表清水注水, 而采油污水简单沉降处理后回灌地下, 如对采油污水适当处理顶替清水回注, 可有效节约水资源。

鉴于油田污水处理系统存在的以上问题, 严重制约了油田的跨越式发展, 从而影响“十四五”勘探开发目标的实现, 因此高效实用的污水处理回注的建设实施是必要的、急需的,

## 3 辽河油田污水处理回注技术

### 3.1 处理工艺现状

目前油气田最常用处理技术为“逆流气浮+高级氧化絮凝”技术, 以辽河油田废液处理技术的研究为例, 简介“逆流气浮+高级氧化絮凝”技术工艺。以下是辽河油田废液处理情况。

### 3.2 工艺流程

红一联脱水通过管输、作业管理区污水由罐车倒运至废水站, 污水在储液池内进行物理沉降, 油、水、泥沙初步分离, 上层浮油回收, 下层泥沙经污泥提升泵提升至污泥脱水车间进行处理; 污水通过卸车口进入 100m<sup>3</sup> 储液池, 经泵提升进入逆流气浮油水分离器、高级氧化絮凝机进行油水分离和絮凝反应; 絮体进入双通旋流泥水分离器进行泥水分离后, 污水进入后续的过滤器处理, 污泥进入已建脱水机处理。分离出的污油进入 50m<sup>3</sup> 污油罐暂存外运

### 3.3 处理后效果

辽河油田作业废水按照处理工艺处理达标后回注地层 (悬浮物含量 ≤ 5mg/L, 含油 ≤ 15mg/L), 满足当地政府的环保要求<sup>[3]</sup>。

## 4 效益分析

### 4.1 环境效益分析

满足当地环保部门的相关要求, 规范辽河油田勘探开发过程的污染防治和环境管理工作。

防止污染浅层地下水环境, 维持油气田开发区及周边地区居民的生产、生活用水安全。

### 4.2 社会效益分析

造福当地居民, 有利于油田开发区与当地居民和谐共处。有利于维护企业的良好形象和市场开拓。

## 5 结论与建议

1、辽河油田作业废水经过污水处理工艺流程处理过后，水质检测达到了回注地层的标准，满足当地政府的环保要求，有效解决了辽河油田污水处理的问题。

2、辽河油田污水站处理过后的净化水，未达到石油行业标准 SY / T5329—94《碎屑油藏注水水质推荐指标及分析方法》推荐的注水水质标准（悬浮固体含量 $\leq 1.0\text{mg/L}$ ，悬浮物颗粒直径中值 $\leq 1.1\ \mu\text{m}$ ，含油量 $\leq 5.0\text{mg/L}$ ）。不可以作为注入水回注到注水井中。

3、加强辽河油田节能降耗水处理技术的研究和地面污水处理工艺技术研究。

4、开发绿色压裂液添加剂，从源头上减轻压裂返排液的

处理难度和对环境的伤害。

5、开发高效、低污染水处理药剂，针对压裂返排液特性，将不同处理工艺进行组合，研制模块化移动式处理装置。

#### [参考文献]

[1]田招民.浅谈油田污水处理工艺及现场应用[J].J 中国高新技术企业, 2008,16(36):84.

[2]姜桂芳.浅谈油田污水处理技术[J].油气田地面工程, 2006,25 ( 11 ) :84.

[3]侯保才,刘振华,杜俊跃.压裂返排液处理技术现状及展望[J].油气田环境保护,2015,25(1):41-42.