

# 油田采油污水处理现状与发展趋势研究

薛雪东 (中海石油 (中国) 有限公司天津分公司, 天津 300000)

**摘要:** 采油产生污水的质量对油田的实际效益起着直接影响作用, 针对油田污水的处理问题, 在国内外相关研究的基础上, 对污水的特点以及处理污水的重要性做了简要论述; 并且分析研究了当下污水技术的优点和不足, 在此基础上, 提出油田污水处理技术的发展趋向, 以推动污水处理技术的发展, 提高油田的实际效益。

**关键词:** 油田; 采油污水; 处理现状; 发展趋势

## 1 油田污水的特点及处理的重要性

近年来, 石油工业不断发展, 我国的石油开采总量也随之提升, 开采的油田数量不断增加, 油田规模也持续扩大。我国的油田已经进入开采的中后期阶段, 原油开采出来后需要进行水油分离, 石油开采量巨大, 因而产生大量采油污水。

采油污水的成分复杂, 不仅包含原油和水, 还包括采油以及后续水油分离、脱硫等环节中所加入的化学试剂残留, 并且富含大量重金属。直接排放这些成分复杂的采油污水, 会对排放地的土壤和水源造成污染, 影响生态环境, 而且影响企业的采油效益。油田污水还为微生物的繁殖提供了适宜的生长环境, 产生大量细菌。油田污水经过有效处理后, 可以选择直接排放, 还可以在水油分离环节实现再利用。为实现资源的可持续利用, 避免环境污染, 就要求相关企业对采油污水进行处理, 推动能源的可持续发展。

## 2 油田污水处理技术现状

所谓油田污水处理是指采取各种方法或运用技术将采油污水中的重金属分子、硫化物等有害成分除去或者将有害物质的成分降低到某一合理标准, 达到这一标准的污水可以循环利用, 直接排放也不会导致环境污染。

我国处理采油污水一般根据污水中的不同成分采取不同的处理方法, 目前油田污水处理技术方法大致有三种, 物理法、化学法和物理化学结合法等。

通过物理方法分离过滤采油污水中不溶于水的杂质的方法为物理方法。物理处理法的处理效果好, 是处理油田污水最常见的处理方法。在大部分情况下, 物理处理法所用的设备比较简单, 程序较少, 设备操作的难度也不大。重力分离技术主要应用于分离水分子和油分子, 因为水分子和油分子的密度不同, 利用重力将污水中的水和油分离开来从而净化废水, 并且这种技术能够分离的油田污水量比较大。还有气浮分离技术, 是通过技术手段使油田污水产生大量气泡, 污水中的待分离物质表面呈活性, 会黏附在这些微小气泡的表面, 微小气泡携带着这些杂质上升从而达到净水目的。气浮分离技术的油水分离效果明显好于重力分离技术。

物理分离技术虽然所用的设备比较简单, 操作流程便捷, 但很难完全去除油田污水中的所有有害物质。因此, 很大一部分油田在物理处理技术的基础上引进了化学处理方法。化学处理技术的原理是在油田污水中加入一定量的化学试剂, 这些化学试剂可以与污水中的有害物质发生化学反应, 从而达到除去采油污水中的有害物质的目的。

被广泛应用的化学处理技术有絮凝技术, 絮凝技术的

原理是在油田污水中加入絮凝药剂, 污水中的有害物质与絮凝药剂发生化学反应产生絮状物沉淀; 絮状物受到重力影响下沉, 再将经过化学反应的污水进行物理过滤把有害物质除去, 这种处理方法对污水中的细菌也有同样有效的处理结果。处理油田污水可选用的絮凝剂主要有三种, 有机、无机和生物絮凝剂。其中有机絮凝剂的优点较为突出, 以小于无机絮凝剂的用量具有的絮凝能力要高于无机絮凝剂, 并且产生的浮渣量小, 但在价格方面要归于无机絮凝剂。一部分有机絮凝剂比如人造高分子聚合物在使用中还会产生有毒物质, 这些缺点限制了有机絮凝物的使用。生物絮凝剂主要是生物发酵提取出来的, 优点是不会释放有毒物质并且效率高, 可降解, 不会造成二次污染。这种絮凝剂会是未来的研究的重点, 但现在技术仍不成熟。

另外化学处理技术中的缓蚀技术应用有很强的针对性, 针对的对象是油田污水中的腐蚀性物质。正如前文所说, 油田污水的成分复杂, 含有很多具有腐蚀性的化学物质, 这些腐蚀性物质会腐蚀金属, 同时腐蚀产物也属于有害物质。因此, 为了减少污水产生的腐蚀作用, 向污水中添加适量缓蚀剂, 能够降低腐蚀作用, 从而控制油田污水中的有害物质含量, 这就是缓蚀技术。

分析油田污水中的物质成分我们不难发现, 碳酸盐在油田污水中大量存在。这些碳酸盐会在物体表面形成污垢。为了避免结垢过多, 往往会在油田污水中加入适量的除阻剂。还有一种电脱技术, 向油田污水中通入电流, 使污水中的物质发生氧化还原反应, 将污水中的有机物和金属离子置换出来, 除去有害物质。

## 3 油田污水处理技术发展趋势

目前对污水处理标准越来越高, 前文所述的几种传统污水处理结果已经达不到我们的标准, 这就促使一些新兴处理技术出现。比如吸附再生法、膜过滤技术、微生物技术等。

对于悬浮物含量较高的油田污水, 适宜采用吸附法来处理油田污水。应用活性物质来吸附污水中的悬浮物所需时间短, 并且操作简单, 活性物质吸附后只需对污水进行固液分离即可将污水净化。一些使用过的活性物质经过氧化分解后的活性会较之前有所提高, 相应地污水处理效率也会大幅提高。快速便捷地除去油田污水中的悬浮物杂质、生产成本低是吸附再生法的显著优势。

新兴的还有膜过滤技术, 膜分为天然膜和人工合成膜两类, 以动力为外界能量将油田污水进行分离并提纯。但是膜过滤技术有一个不容忽视的缺点就是, 膜的表面必须进行反复的清理。多种多样的膜过滤技术 (下转第 159 页)

### 3.2 集油工艺方案

根据单井压降的模拟结果,根据现有的采油技术,可以全年无季节不加热地运输油井,而无需加热,从而减少了加热燃料的消耗和能源的消耗。将一些低温破乳剂添加到转运站以使管道破乳,这对于在处理站原油脱水是有利的。

### 3.3 方案的主要特点

一种是利用小型站通过管道添加化学药品和破乳,以提高径流效果;二是采用新开发的高性能低温破乳剂降低脱水温度。第三是使用两级三相排水分离器新技术,单级三相分离器除去大部分水后,将油加热到约 55℃,然后将油排出并通过两级三相分离器。消除沉淀池和电阱,减少热量和电力消耗;第四是实施二次三相分离器的排水回流混合,合理利用热能,并增加测量站和抽油站的温度。改进了三相分离器第一相中油水分离的效果;第五是采用封闭工艺来清洁和减少油气损失。

### 3.4 经济效益分析

通过对部分盆北油田油井进行一次加热,对未加热的油进行加热,与传统的三管加热工艺相比,每年可节省约 255 万元的生产成本。采用推荐的加工方法后,茶贝连每年可节约生产成本约 25 万元,年均节约生产成本约 280 万元。

### 4 改进方向

首先,在设计处理系统时必须充分考虑处理系统的主要功能和范围,并且必须采用石油开采和处理的科学技术,特别是在选择高能耗设备时。它们不仅满足生产和加工要求,而且还要求节约能源并降低能耗。第二,注意新

化学品的开发和使用,低温破乳剂可降低油脱水所需的温度,并减少加热炉中的能源消耗;使用乳化降粘剂可降低油的输送粘度,降低输送压力,并减少输送过程中的能耗。其次,需要增加使用节能设备和技术措施。假设可以加工石油,则有必要进一步开发节能设备或引进先进技术,以减少目前石油开采,运输和加工中的能源消耗,并利用技术进步来节约能源。最后,介绍了废油回收技术,原油在收集、运输和加工过程中会产生污泥、热量、物料残渣等,废料的回收可以提高石油资源的回收率,系统可以减少能源消耗。

### 5 结束语

综上所述,原油成分的变化和水含量的增加意味着油处理系统无法实现其设计功能,并且会对整个处理系统产生负面影响。将来自不同矿床的油进行混合会改变油的性质,这不仅会增加采油和加工系统的难度,而且也将不可能实现用于矿床综合开发的原始石油加工技术。加工系统中使用的大量化学品不仅增加了加工油的成本,而且使加工后的混合物的成分复杂化,还可能造成环境破坏。作为石油生产的重要组成部分,处理系统已成为油气田表面工程的关键部分。因此,为了提高处理系统的效率,必须优化生产过程并使其适应过程流程、设备和设施的改造以及技术创新。

### 参考文献:

- [1] 姚楠,向薪冀,赵毅.低能耗技术在原油集输与处理中的应用研究[J].云南化工,2020,47(06):161-162.
- [2] 底国彬,汪海霞,董瑞珍,李少平.原油集输与处理工艺低能耗技术应用研究[J].石油规划设计,2007(06):31-32.

(上接第 157 页)近年被应用于处理油田污水,并且取得显著效果。但在具体应用中,也遇到了一些难以克服的问题。比如清洗膜的难度很大,膜表面很容易堵塞进而加重污染等等。因此膜过滤技术要想广泛应用于油田污水处理中,必须要研发新型的膜材料,优化材料,降低成本。

第三个是微生物技术,生物处理技术已经在油田污水处理领域得到很大认可,但是因为油田污水成分复杂,给生物处理技术带来了很大难度。油田污水不同于生活污水,油田污水矿物质含量高,温度高于生活污水,成碱性。这对普通微生物的生存造成了很大威胁,受油污影响,微生物的存活能力和繁殖能力大打折扣。当前的生物处理技术优劣参半,只能针对相应的污水处理条件,无法兼顾。

因为油田污水中含有大量有机物,而生物处理技术正好能对污水中含有的各种有机物进行降解,并且生物处理技术操作简单,价廉,不易造成二次污染,因此生物处理技术将是油田污水处理技术的发展趋势。

油田污水的成分非常复杂,只采用某一单一的处理方法所达到的效果很难达到污水处理标准,所以未来污水处理技术的发展趋势必然是两种或多种处理技术相结合。比如当前主流的两种处理技术,微生物处理技术和膜过滤技术;未来将这两种技术相结合并且广泛应用,必然会提高油田污水的处理效果,提高油田收益。

首先膜过滤技术利用的是膜的分离和过滤能力,污水

因为膜的选择性和孔隙大小而被过滤为几个等级。在此过程中加入微生物处理技术,将油田污水中的大分子物质降解成为小分子物质,膜对这些污染物的选择性降低,过滤效率降低。大分子物质被分解为小分子物质降低了膜表面堵塞的频率,同时膜的清洗周期也随之增长,膜的使用率较之前提高,使用寿命变长了。这两种技术相结合能够有效降解油田污水中的污染物,会是未来技术发展的趋势。

总之,目前各种类型的油田污水处理技术各有长处也各有短处,并无好坏之分,每种污水处理技术都有针对性地处理污水的一部分污染物,无法兼除全部污染物。因此,各个石油企业在选用油田污水处理技术时必须根据企业自身的需求和实际情况做出最恰当的选择。目前阶段还是要以当下的油田污水处理技术为基础,不断优化,同时关注并研究领域最新的处理技术,才能合理地解决油田污水处理问题。

### 参考文献:

- [1] 孙晓明.油田污水处理现状及发展趋势研究[J].化工管理,2014(36):327.
- [2] 朱锡海,任欣,陈卫国.气浮分离技术研究现状与方向[J].水处理技术,1991(06):355.
- [3] 张琦.油田污水处理工艺技术的优化及其发展趋势探讨[J].化学工程与装备,2020(07):255-256.