

# 采油污水处理工艺探讨

韩丽娟, 张淑芝

(大庆油田有限责任公司第四采油厂, 黑龙江 大庆 163511)

**摘要** 针对采油污水的水质特点, 以及其中有机污染物的组成, 结合现有处理工艺, 确定了以生化法降解有机污染物为核心的处理工艺, 实现了达标排放, 并对处理工艺适用性进行了分析。

**关键词** 采油污水; 污水排放; 处理工艺

中图分类号: X74 文献标识码: A 文章编号: 1004-693X(2006)06-0061-03

## Oilfield wastewater treatment technology

HAN Li-juan, ZHANG Shu-zhi

(No. 4 Oil Production Factory, Daqing Oilfield Co., Ltd., Daqing 163511, China)

**Abstract** According to the characteristics of the water quality of oilfield wastewater and the composition of its organic pollutants, a qualified discharge treatment technology based on the current treatment technology was specified with biology-chemistry-oxidation as the core of the method, and its feasibility was analyzed.

**Key words** oilfield wastewater; wastewater discharge; treatment technology

大庆油田自从投入开发建设以来, 已形成配套完整的油田生产工艺, 对油田的高产、稳产发挥了十分重要的作用。近几年来, 随着国家对环境保护要求的日益严格, 油田生产环境问题, 尤其是采油污水的达标排放问题, 使油田的开发建设同环境保护的矛盾日益突出。因此, 如何有效地解决采油污水的达标排放是油田环境保护工作的重点。

### 1 采油污水的水质特点

油田外排的采油污水, 主要来源于油田生产过程中注采不平衡时产生的污水, 以及油气集输装置大修和冲洗地面管线时排放的污水。该污水水质成分较为复杂, 污水中的污染成分来源于采油生产的各个生产工序。其中既有原油, 又有从地层中携带出来的各种盐类、气体和悬浮固体。在油气集中输送过程中, 又掺进了一些化学药剂, 同时污水中还含有一些微生物。总体而言, 采油污水水质具有以下几方面特点: 含油量远高于各种回用去向所要求的水质标准; 悬浮物含量高, 颗粒细小; 富含有机物;

含有大量离子, 其中既有成垢离子, 又有腐蚀性的离子; 色度高; 含有微生物。

### 2 油田污水处理工艺及达标外排的局限性

目前油田建有很多含油污水处理站。这些污水处理站的处理工艺主要是将污水经处理后回注地下而设计的, 污水处理的主要目的是用于回注地下进行驱油, 所要去除的主要污染物是油、悬浮物以及对管线、设备有腐蚀作用和结垢倾向的微生物和金属离子等。所采用的处理方法以物理法和物化法为主, 主要有自然除油、聚结除油、混凝沉降、过滤。近年来, 为提高油田污水的处理深度及效率, 开始尝试水力旋流、浮选等方法, 也对单元设备的改进和研究做了大量的工作, 以提高其处理效率和适应聚驱采出水的处理。出现了横向流除油器、双层滤料过滤罐、核桃壳过滤罐、精细过滤器等多种新型处理设备。在处理工艺流程上, 逐步将重力过滤的处理流程改为压力过滤的处理流程, 有时为了提高污水的处理深度, 采用两级过滤、甚至三级过滤。油田污水

处理常见的处理工艺流程有：①污水→聚结除油→重力沉降→过滤→出水；②污水→重力沉降→混凝沉降→过滤→出水；③污水→重力沉降→浮选→过滤→出水；④污水→水力旋流→混凝沉降→过滤→出水。

上述处理工艺流程对控制出水中的油含量和悬浮物很有效，污水经不同的处理方法所组合成的不同处理工艺流程处理后，能够满足不同区块及不同渗透层的注水水质要求。

由于外排水中除了可浮油、乳化油以及胶体和悬浮物外，还有大量溶解态的有机污染物。以处理水回注为目的的处理工艺，对溶解态有机物的去除率达不到外排的要求，因此，采用上述处理工艺流程不能满足采油污水达标排放的处理要求。

### 3 采油污水中有机污染物的处理方法

鉴于目前外排的采油污水主要为有机污染物，即 COD 值达不到排放标准的状况，选用成熟可靠的工艺方法和处理设备降低外排水中 COD 的含量是解决问题的关键。处理 COD 类物质的方法有很多，工业上较常应用且技术上成熟可靠的主要有混凝、化学氧化、吸附、膜分离、相分离及生化等方法。在这些处理方法中，生化法以其工艺成熟、处理效果明显、适用范围广并且经济可行而得到广泛应用。

油田污水中的有机污染物大体上由烷烃、芳烃、醇、醛、酮、酸、含氮化合物等组成。不同区块的油田污水，各污染物所占的比例有所不同。根据外排污水中有机污染物的种类，可以确定油田外排污水属于可生化降解污水，其降解难易程度为中等，其中最不易生物降解的为聚合物。通过适当的预处理措施，使其可生化性提高后，采用生化法对其进行处理而达标排放。

## 4 采油污水达标排放处理工艺

根据采油污水水质特征分析，以及各种处理方法的比较，确定采油污水达标排放处理工艺为以除油为目的的预处理和以生化降解有机物为目的的核心处理工艺。

### 4.1 达标排放处理工艺的选择原则

对于采油污水达标排放处理工艺的选择，本着以下几条原则：①对于外排水中的不同污染物，采取不同的处理方法。②外排水中可浮油和乳化油的去除采用油田常用处理工艺。③采取水解酸化工艺提高污水的可生化性。④有机污染物的核心处理工艺选用好氧生化处理工艺。⑤由水解酸化单元解决剩余污泥的消化处理，不设污泥消化池。

## 4.2 处理工艺流程

采油污水达标排放的处理工艺流程见图 1。

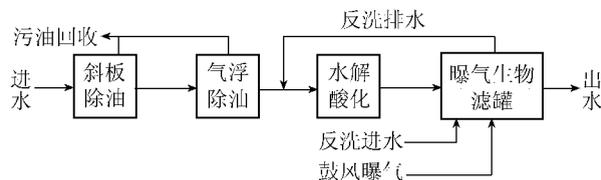


图 1 采油污水达标排放处理工艺流程

### 4.3 单元处理工艺的原理及工作过程

a. 斜板除油。该工艺的基本原理是斯托克斯原理，即利用油水之间自然存在的比重差，让污水中的可浮油浮升到水面加以去除。在处理设备中添加了斜板，又利用了浅层沉降原理。污水通过波纹斜板时，分离出来的油粒在波纹斜板的波峰上聚结并上浮，泥渣则沿斜板的波谷滑落到罐底。

b. 气浮除油。该处理方法是利用高度分散的微小气泡作为载体粘附污水中的污染物，使其随气泡一同浮升到水面加以去除。其分离对象主要是污水中的乳化油和比重接近 1 的疏水性细微固体悬浮物。其工作过程为污水由气浮机的前端经配水装置进入气浮机，经过溶气由配水部分的下部进入，溶气水中的气体以微小气泡的形式释放出来，与污水中的污染物相粘附后，一同进入气浮机的分离区，污染物由气泡挟带浮升到水面形成浮渣，这些浮渣由收渣系统排出，处理水则由气浮罐的末端排出。

c. 水解酸化。该工艺是厌氧生化处理的第一阶段，是利用存在于水解酸化罐内的污泥层（主要由水解产酸菌构成），将污水中的有机污染物降解，并通过细胞外酶的作用将复杂的大分子、不溶性有机物水解为小分子，溶解性有机物，使其能够被好氧微生物吸收，以利于后续的好氧生化处理。同时，好氧生化处理产生的剩余污泥也排入该水解酸化罐进行消化减容、稳定处理，实现了污水、污泥同步处理，不需另外设置污泥消化处理设施。

d. 曝气生物滤罐。曝气生物滤罐属于好氧生物处理法。处理过程是在污水流经罐内的滤料时，附着在滤料上的微生物在有氧气的状态下，将污水中的有机物分解成  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ，使污水得以净化。曝气生物滤罐的运行方式比较灵活，可以根据不同的处理要求，采用多罐串联或并联运行，对于单罐可以采用上向流或下向流的方式运行。通过不同运行方式的组合，可以满足不同的处理要求，达到不同的处理目的。

### 4.4 处理工艺流程的适用性分析

a. 采用油田常用污水处理手段预处理。由于油田外排水水质组成复杂，既有采出水，又有洗井水

和作业污水,并且其中含有大量的浮油和乳化油。本处理工艺流程采用油田常用的斜板沉降罐和气浮机作为预处理手段,能有效地去除污水中的浮油和乳化油,既保证了外排水中的油含量达标,又可避免后续处理系统受到冲击,为整套工艺的稳定运行提供了保证。

b. 以水解酸化工艺提高污水的可生化性。油田外排污水中的有机物主要以大分子复杂有机物为主,如直接采用好氧生化处理则其可生化性差。本处理工艺流程中以厌氧生化处理的水解酸化阶段为处理手段,依靠水解产酸菌的作用,将大分子复杂有机物转化为小分子简单有机物,以利于后续的好氧生化处理。采用水解酸化工艺提高污水的可生化性,较采用厌氧工艺具有以下优点:①不需要密闭的构筑物或反应器,不用进行气、水、固三相分离,降低了工程造价和便于运行维护。②采用水解酸化工艺可降低污水在该处理单元的停留时间,有利于提高处理效率和降低反应器容积。③由于反应控制在厌氧反应的第二阶段完成前,故出水无厌氧发酵的不良气味,改善了工作环境。

c. 以处理效率高、适应范围广的好氧处理工艺作为有机污染物处理的核心工艺。好氧生化处理工艺作为有机污染物的一种处理工艺,具有处理效率高、适应范围广、运行操作简单等优点,广泛应用于各行业的有机污水处理。针对油田外排水水量大、水质成份复杂、波动范围大的特点,采用水解酸化提高其可生化性后,以好氧生化处理工艺作为核心处理,能够有效地适应外排污水水质的变化。

d. 好氧处理工艺采用曝气生物滤罐工艺。曝气生物滤罐是20世纪80年代末90年代初在普通生物滤池的基础上,借鉴给水滤池工艺而开发的污水处理新工艺。它可以看成是生物接触氧化法的一种特殊形式。

曝气生物滤罐采用的是生物膜法的好氧处理方法。因此不存在污泥膨胀问题,可以维持较高的污

泥龄,并且生物相丰富,具有较高的生物量,对毒性物质和冲击负荷具有较强的抵抗性,能够适应采油污水的水质波动。同时,曝气生物滤罐较其它好氧处理工艺还具有水力负荷大,水力停留时间短,能耗及运行成本低等优点。

曝气生物滤罐采用内装填料的处理工艺,填料除了提供微生物的生长空间外,还可对污水中的悬浮物起到截留的作用。因此,曝气生物滤罐兼有生物氧化和过滤的双重功能,节省了后续的二次沉淀池,在保证处理效果的前提下使处理工艺简化。

此工艺流程简单,土建占地面积小,投资低。该工艺无初沉池,二沉池及规模较大的回流污泥泵站,同时采用组合式模块结构,布置紧凑,占地少,分期建设和扩建方便。

e. 曝气生物滤罐产生的剩余污泥(主要是老化脱落的生物膜),随反洗排水一同排至水解酸化罐。这种处理流程既解决了剩余污泥的去处,又降低了工程造价,同时还有利于水解酸化罐中污泥的更新。

## 5 结 语

a. 目前,油田污水处理所普遍使用的处理工艺流程已不能适应污水达标外排的需求,在加强技术改造,提高管理水平,保证污水处理设备运转正常、加药正常的同时,应结合生产实际,把多种处理技术有机的结合起来,并在此技术上研究开发切实可行的采油污水达标外排处理工艺。

b. 物化-生化处理技术应是采油污水达标外排处理的首选技术。

c. 在应用生化处理工艺时,还要根据实际的污水水质做好污泥驯化及调整好装置的运行参数、调整好预处理的运行效果,以保证生化系统进水要求和装置出水水质达标。在有条件的状况下,还应做好优势菌种的培养和应用。

(收稿日期 2005-03-10 编辑 舒 建)

(上接第30页)

[3] BOULTON A J. An overview of river health assessment: philosophies practice problems and prognosis[J]. Freshwater Biology, 1999, 41: 469-479.

[4] 吴阿娜, 杨凯, 车越, 等. 河流健康状况的表征及其评价[J]. 水科学进展, 2005, 16(4): 602-608.

[5] SCHOFIELD N J, DAVIES P E. Measuring the health of our

rivers[J]. Water, 1996, 5/6: 39-43.

[6] 李国英. 黄河治理的终极目标是“维持黄河健康生命”[J]. 人民黄河, 2004, 26(1): 1-3.

[7] 蔡其华. 维护健康长江 促进人水和谐——摘自蔡其华同志2005年长江水利委员会工作报告[J]. 人民长江, 2005, 36(3): 1-3.

(收稿日期 2005-10-17 编辑 舒 建)