

# 油田污水处理工艺技术的优化研究

杨东辉

辽河油田分公司曙光采油厂

DOI : 10.12238/jpm.v5i7.7009

**[摘要]** 为了保护我们赖以生活的环境,促进生态环境保护工作的顺利开展,油田废水处理已成为我国石油开发利用面临的首要问题,所以,要合理地治理石油污水处理的问题。在石油开采过程中,由于原油含水量的不断提高,使得污水量也在不断增加,如果污水排放不合理,不仅会污染周围的环境,还会对人们的生活质量产生严重的影响。因此,要科学、合理地利用现代油田污水处理技术,创建良好的生态环境和生活环境。

**[关键词]** 含油污水; 处理技术; 生态环境; 污水量

## Research on the optimization of oilfield wastewater treatment technology

Dong-hui Yang

Shuguang Oil Production Plant of Liaohe Oilfield Company

**[Abstract]** In order to protect the environment on which we live in and promote the smooth development of ecological environment protection work, oilfield wastewater treatment has become the primary problem of petroleum development and utilization in China, so it is necessary to deal with the problem of petroleum sewage treatment reasonably. In the process of oil exploitation, due to the continuous increase of the water content of crude oil, the amount of sewage is also increasing. If the sewage discharge is not reasonable, it will not only pollute the surrounding environment, but also have a serious impact on the quality of people's life. Therefore, we should use the modern oilfield sewage treatment technology scientifically and reasonably to create a good ecological environment and living environment.

**[Key words]** oily sewage; treatment technology; ecological environment; sewage quantity

### 1 油田含油污水处理概述

油田污水是油田注水开采所产生的一种污染物。由于油田污水自身的危害性较大,不仅会破坏环境,还会影响到石油开采工作。因此,石油开采单位非常重视油田污水处理工艺和技术。油田污水处理工艺就是利用技术手段最大限度地清理油田污水中所含有的有害杂质,如减少水中的含油量和悬浮固体颗粒的数量,使处理后的水质能够达到注水水质的标准。油田污水处理工艺可以根据技术原理的不同分为三大类。第一类是物理法处理工艺,即利用物理原理进行污水处理。例如利用重力分离、活性炭、过滤膜等技术处理油污。第二类化学法处理工艺,即利用化学作用清除污染物。第三类则是生物处理工艺,即利用微生物清理污水。油田污水处理工艺的应用形式较多,在实际的处理工作中,需要根据油田污水的实际情况选择合适的处理工艺和技术。为保证处理效果,还可以同时使用多种处理工艺。

### 2 油田污水处理现状

随着油田污水处理工艺技术的应用,石油开采过程中遇到的油田污水问题得到了有效地控制,并为石油开采工作提供重

要的保障作用。但油田污水处理工作却在实际中时常遇到以下几种问题,而影响污水的处理效果。首先,是油田污水处理工艺较为落后。油田污水主要来源于油区采出水和各种回收污水,使得污水的成分构成极为复杂。而一些油田却出于经济性的考虑,配备的污水处理设施的工艺技术水平较低,无法完全满足油田污水的处理需求,导致污水处理效果大打折扣。其次,是处理设施的超负荷问题。有的油田在计算污水处理量时出现较大偏差,导致污水处理设施的设计处理量远远低于实际的污水数量,从而造成油田污水处理设施常常处于超负荷的运行状态。第三,油田作业污水的含聚问题,会加大污水难度,影响下游处理环节的油水分离作业。

### 3 油田污水性质及危害

油田污水的成分非常复杂,不仅有原油、矿物质、固体颗粒,还会混杂一些气体与细菌。在油田污水的组成成分中,油污占有很大的比例。污水中最多的油污是分散油,可占含油量的六到八成。分散油的油珠直径通常较大,且浮于水面,因而容易被分离。其次是乳化油。这部分油污的直径相对较小,常

常以水包油的形式存在，因而给污水处理工作增加了很大的难度。通常情况下乳化油在含油量中的比例约占十分之一。油污中最难清理的便是溶解油。这部分油污的比例很小，但由于是溶解于水中，因而无法依靠普通的处理技术清除。除了油污以外，油田污水中还存在着大量的金属离子与非金属离子，如钙、铁、镁、钡等金属离子，以及碳酸根离子、硫酸根离子等等。这些离子状态的物质极易受到外界物理环境的影响，而形成结垢现象。当发生结垢现象后，便容易导致采油管道发生堵塞。油田污水中含有具有强氧化作用的气体，这些气体会与铁离子发生氧化还原反应，因此导致油田污水常常表现出很强的腐蚀性。此外，油田污水中还会存在一定数量的细菌，一旦细菌数量过大，同样会导致淤积、堵塞等问题的发生。

#### 4 油田地质开发技术及其特点

(1) 注水开发。长期采用注水开发后，油田的驱油效率虽然增加，但增幅却相对较小，并且会消耗大量的时间和水资源。注水开发进入后期时，驱油效果难以提升。此时主要依靠不断完善注采井网，或者调整水动力学，才能保持驱油效率。目前，使用注水开发工艺的油田在进入开发后期，往往需要做好治水工作，以防止油井因注水推进过快而被淹。

(2) 油层改造。改造油层前，首先要分析改造工作的可行性，要根据油田的地质环境和岩层构造对改造过程中可能出现的效果和影响进行科学的预测。其次，要科学地设计详细的改造方案，指导改造工作的进行。再次，要分析油层改造后可能实现的经济效益，并以此为根据调整改造方案。

(3) 三维建模。三维地质建模技术是油田开发生产的重要应用技术。石油企业可以利用三维地质建模技术，根据油藏地质分析和特性，更加准确的描述油藏情况，从而为预测油藏开发工作，制定开发方案提供重要的指导。

#### 5 油田污水处理工艺技术

(1) 沉降法。沉降法就是利用原油颗粒的比重大于污水，从而发生沉降现象，实现原油颗粒与污水分离的目的。目前沉降法主要用于浮油和大颗粒分散油的清理工作。

(2) 混凝法。混凝法就是利用化学混凝剂使污水中细小的油颗粒凝聚在一起，从而使油污上浮便于分离清理。这种方法一般用于清理乳化油，使油颗粒发生凝聚在使用混凝剂时，要控制好添加量，可以结合污水含油量与悬浮物的比例关系确定添加量。确定混凝剂的添加量后，还要进行调配试验，通过分析测试结果，调整添加数量直至得到最佳的添加量。

(3) 气浮法。使用气浮法时，要先向油田污水中通入微气泡，此举的目的是使乳化油和细小颗粒附着到气泡上，然后随气泡一同上浮，油污上浮后可以连同气泡一起清理。使用气浮法时，要注意油珠的大小，固体颗粒的接触率和附着率，污水温度、含油量等因素。这些因素会直接影响到最终的清理效率。为了提升气浮法的清理效率，可以延长气泡与污水的接触时间，增加油珠的直径个气泡的浓度，减小气泡的直径。由

于影响气浮法清理效果的因素较多，所以不同污水的浮气处理方式也各不相同。因此，实际应用气浮法时要充分考虑各种影响因素，并采用更具针对性的处理措施。

(4) 过滤法。过滤法可以利用物理过滤和化学过滤两种方式，该方法可以清理各种悬浮物，如污水中的油珠和藻类等等。过滤法通常用于油田污水的深度处理，当油田污水经过沉降、混凝、分离等一系列处理后，再经过过滤法的处理，可有效清除油田污水中的杂质。

(5) 水力旋流法。水力旋流法就是使油田污水围绕一个圆锥筒进行高速旋转，形成较大的离心力。在离心力的影响下，密度大的物质会甩向筒壁，而密度较小的物质如油滴，则会被挤入圆锥筒的中心位置。利用这一操作可以有效分离油田污水中的杂质、油污等污物。

#### 6 油田污水处理工艺技术的优化研究

(1) 处理工艺优化。油田污水处理工艺的关键在于清理污水中含杂的油污，将污水含油量降到最低水平。为此可以采用多种除油技术，以提高除油效果。用于油田污水处理的除油技术有很多种，例如：粗粒化除油技术，该技术使用粗粒化材料吸附污水中的油污，当油珠颗粒聚集到一定体积后，便会在重力和水流冲击力作用下，与粗粒化材料脱离，从而漂浮起来，使油水得以分离。重力分离除油技术是利用重力除油器和油水密度差进行除油作业，在重力作用下的污水油污会聚集在水面，然后便清理水面聚集的油污。电磁除油技术主要利用强磁场的作用力，分离油田污水中混有的原油成分。当磁场达到一定强度时，油珠颗粒会磁场力的作用下发生絮凝现象。电磁除油技术不仅可以分离水和机械杂质，还可以清除污水中的细菌、藻类，以及黏土等物质。为了确保油田污水处理的实际效果，可以对处理工艺进行科学设计，综合考虑处理效率和处理成本，使油田污水处理的工作效能达到最佳。

(2) 处理流程优化。目前油田污水处理工作中主要采用重力除油处理工艺流程。重力除油工艺的流程包括自然沉降、混凝除油和压力过滤。油田污水首先进行自然沉降，利用密度差使油水分离。经过沉降处理后的污水加入混凝剂进行混凝除油处理，进一步分离污水中的油珠。最后进行加压过滤，清理残留的悬浮颗粒物。压力过滤通常使用石英砂作为过滤材料。经过多道工序后，油田污水的水质通常能够达到再利用的标准。为了进一步强化污水净化的效果，可以将自然沉降变为压力沉降，或者在处理中增加旋流处理流程。有的油田采用了浮选式的污水处理工艺，传统的浮选处理工艺一般有两大流程，即浮选除油和过滤。而经过大量实践应用证明，多级处理流程的处理效果明显优于单一的处理流程。因此优化油田污水处理流程可以增加其工艺处理流程。同样以浮选式处理工艺为例，可以将除油流程增加到两个，即溶气浮选和射流浮选，其过滤流程同样选择两种，即压力过滤和精细过滤。

下转第 175 页

的智能化和优化,为能源开采提供了更高效、更安全的解决方案。

#### 4.3 优化算法在提高井下作业效率与减少成本中的作用

优化算法在提高井下作业效率与减少成本中起着关键作用。它能够通过数学建模和求解技术,找到最优的作业方案和资源配置,从而提高作业效率。例如,利用调度算法优化设备运行和作业流程,合理安排生产计划,最大化资源利用率。其次,优化算法可以降低成本,通过优化能源消耗和物资运输等方面,实现成本的最小化。例如,通过动态规划算法优化井下通风系统的运行,降低能源消耗;或者利用车辆路径规划算法优化物资运输路线,减少运输成本。此外,优化算法还可以提高生产质量和安全性,通过优化生产参数和控制策略,降低事故风险,提高设备可靠性。综合来看,优化算法在提高井下作业效率和减少成本方面发挥着重要作用,为能源开采提供了关键技术支持,同时也为企业提升竞争力和可持续发展提供了有力保障。

### 5 结论与展望

机器学习技术和优化算法在井下作业中的应用为能源开采行业带来了显著的效益。通过智能化决策与优化,井下作业的效率得到提高,成本得到降低,同时也增强了作业安全性和生产质量。这些技术的应用为能源行业的可持续发展提供了强有力的支持。但是,井下作业自动化与机器学习技术也面临一

系列挑战,包括复杂的地下环境条件、数据获取与处理的困难、算法与模型的精度与可靠性、安全性与隐私保护等问题。同时,技术应用的成本与投入也是一个挑战,需要克服资源有限和投资回报不确定性的难题。加之人才培养和技术推广的不足,这些挑战共同制约了井下作业自动化与机器学习技术的广泛应用和发展。

未来,随着人工智能和大数据技术的不断发展,机器学习在井下作业中的应用将进一步深化和拓展。我们可以期待更加智能化、自动化的井下作业系统,实现更高效、更安全的能源开采。同时,优化算法的不断创新与完善也将为作业效率提升和成本降低提供更多可能性。此外,随着互联网技术的发展,井下作业与云计算、物联网等技术的结合也将成为未来发展的趋势,为井下作业的智能化、数字化转型提供更多机遇和挑战。

#### [参考文献]

- [1]刘国振.井下作业设备自动化水平提升整体规划[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(19):68-70.
- [2]倪震.煤矿井下电气设备自动化控制应用与优化[J].当代化工研究,2023(08):113-115.
- [3]毕恩梓,杨莉,曹卫东.井下作业设备自动化水平提升整体规划与实施[J].设备管理与维修,2022(16):113-114.
- [4]李耀.煤矿采煤技术发展及采煤自动化技术质量研究[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(18):172-174.

#### 上接第172页

(3)检测油层的物性。检测油层物性是为了提高油田开采效率,保证开采作业安全。在检测不同油层物性时,可以采用多种检测方法。例如,可以通过碳酸盐与空气的含量比例来分析油层物性的稳定性,也可以采用水性分析法和高压物性分析法。在正式开采前,必须确定油层物性的稳定性。

(4)分析油藏分布情况。开采油田时最主要的是探明油藏的分布状况,才能保证油井打孔钻井的准确性。分析油藏的分布状况首要掌握油藏的分布规律。为此,油田开发人员可以综合分析油层对比剖面、油砂体平面图和油层连通图等资源信息,确定油藏的分布规律。然后参照油田的地质和水文信息建立油藏分布模型,借以掌握油藏的分布信息。

(5)重视油田气层保护。开采浅层油气藏时,要根据钻井作业的实际状况,对油田气层进行保护,选择合适的保护措施。例如在采用射孔措施时,要分析油气水的关系。当气水同层的井深小于2m时,不宜采取射孔措施,当深度较深时可使用负压射孔技术进行保护。在油井生产中同样要做好保护措施。例如,一旦出现水淹气井要立即调整控制底层压力和渗透性,防止井底和地层遭到污染。

### 7 未来发展趋势

油田污水处理工艺技术在不断的发展中,出现了很多新产品和新技术,使油田污水处理工作的效率得到了明显的提升。如新型混凝剂、超声波除油技术和生物膜处理技术等等。油田

污水处理工艺技术在未来的发展趋势必然是更高的处理效率和更低的处理成本。例如对微生物处理技术的优化改进,通过培养新式菌种,提高对污水中有机物的降解效能,既保证了微生物处理工艺的环保性,还能保证污水的处理效果。为了实现油田污水处理工艺技术的提升,需要石油企业加大对新技术新设备的研发投入,改进污水处理过程中遇到的问题,降低处理设备运行损耗。

### 8 结语

油田污水处理工作是油田开发过程中必须落实的一项工作。此项工作的意义不仅在于保护环境,更在于提升石油开采效益保证油井的正常开采。面对油田污水处理中的问题和难点,相关单位要做好对油田污水处理工艺的优化工作,以保证污水的处理质量。

#### [参考文献]

- [1]李蕾.油田污水处理工艺技术的优化[J].化学工程与装备,2021(09):281-282.
- [2]钱程.油田污水处理工艺技术优化策略[J].化学工程与装备,2021(02):239+238.
- [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.
- [4]李素钧.油田污水回注处理工艺技术优化[J].清洗世界,2019,35(05):54-55.