

曙光油田含油污水处理技术与优化

王蕴博

辽河油田分公司曙光采油厂污水处理大队

DOI: 10.32629/jpm.v7i1.8701

[摘要] 本文旨在针对曙光油田含油污水处理技术进行深入探究与优化，以应对油田开发过程中日益严峻的环保挑战。通过对曙光油田含油污水现状进行全面剖析，并在此基础上开展处理技术的实验研究。研究发现，通过优化处理工艺、设备及药剂，可显著提高污水处理效率，同时有效降低成本。具体而言，调整处理流程、升级关键设备及确定最佳药剂配方，能够使出水水质更好地满足现行环保标准，减少污染物排放，对保护生态环境具有重要意义。此外，优化方案在经济性方面表现出色，为曙光油田含油污水处理提供了切实可行的技术路径，具有良好的应用前景。

[关键词] 曙光油田；含油污水；处理技术；优化

Research and Optimization of Oil containing Wastewater Treatment Technology in Shuguang Oilfield

Wang Yunbo

Shuguang Oil Production Plant Sewage Treatment Brigade of Liaohe Oilfield Branch

[Abstract] This article aims to conduct in-depth exploration and optimization of the oily wastewater treatment technology in Shuguang Oilfield, in order to address the increasingly severe environmental challenges in the oilfield development process. Through a comprehensive analysis of the current situation of oily wastewater in Shuguang Oilfield, and based on this, experimental research on treatment technology is carried out. Research has found that optimizing treatment processes, equipment, and chemicals can significantly improve wastewater treatment efficiency while effectively reducing costs. Specifically, adjusting the treatment process, upgrading key equipment, and determining the optimal chemical formula can better meet current environmental standards for effluent quality, reduce pollutant emissions, and have significant implications for protecting the ecological environment. In addition, the optimization plan has shown excellent economic performance, providing a practical and feasible technical path for the treatment of oily wastewater in Shuguang Oilfield, and has good application prospects.

[Key words] Shuguang Oilfield; Oily wastewater; Processing technology; optimize

引言

随着曙光油田开发的不断深入，含油污水的产生量逐年增加，其主要来源于采出水、作业废水等环节。这些含油污水中包含多种污染物对环境造成了严重威胁。与此同时，国家环保政策对油田污水处理的标准日益严格，要求出水水质必须达到更高的环保要求。尽管曙光油田已采取了一系列含油污水处理措施，但现有处理技术仍存在诸多问题亟待解决。首先，当前处理工艺在处理效率方面表现不佳，难以快速高效地去除污水中的油类和悬浮物；其次，处理成本较高，特别是在药剂使用和设备维护方面，给油田生产带来了较大的经济负担；此外，随着环保标准的提升，现有工艺难以稳定达到新的水质要求，

导致出水水质波动较大，影响了后续回注或排放的安全性。因此，研究高效的含油污水处理技术不仅是对环境保护责任的履行，也是保障油田可持续发展的关键措施。通过对现有处理技术的优化研究，可以有效提升处理效率，降低运行成本，从而满足当前及未来环保标准的需求。

1. 曙光油田含油污水现状分析

1.1 污水来源与成分

曙光油田的含油污水主要来源于采出水和作业废水。采出水是指在石油开采过程中，随着原油一同被抽取到地面的地下水，其含有大量的石油类物质、悬浮固体颗粒以及多种化学添加剂残留。作业废水则包括钻井、压裂、洗井等施工过程中产

生的废水,这些废水中通常含有高浓度的有机物、重金属离子及无机盐类。根据相关研究数据,含油污水中的石油类物质浓度一般在 50-200 mg/L 之间,悬浮物含量约为 30-100 mg/L,此外还含有少量的硫化物和氯化物等腐蚀性成分。这些复杂的污染物成分不仅对后续处理工艺提出了较高的要求,同时也增加了处理难度。

1.2 现有处理工艺

目前,曙光油田采用的含油污水处理工艺主要包括物理法、化学法和生物法。物理法主要通过重力沉降、气浮选和过滤等方式去除污水中的油滴和悬浮颗粒;化学法则利用化学药剂进行破乳、混凝和絮凝处理,以降低污水中的乳化油和微小颗粒含量;生物法则通过微生物降解作用去除污水中的有机物。具体而言,曙光油田的污水处理流程通常包括预处理单元(如除油罐和气浮装置)、深度处理单元(如过滤器和膜分离设备)以及终处理单元(如化学氧化和消毒设备)。在实际运行中,气浮选设备被广泛应用于油水分离环节,而过滤器则用于进一步去除悬浮物,确保出水水质达到回注标准。

1.3 现有工艺存在问题

尽管现有处理工艺在一定程度上能够满足曙光油田的污水处理需求,但在实际运行中仍存在诸多问题。首先,在处理效率方面,由于气浮选设备老化且技术含量较低,导致油水分离效果不佳,难以满足新的水质标准。其次,在成本方面,现有工艺依赖大量化学药剂进行破乳和絮凝处理,这不仅增加了药剂费用,还导致污泥产量大幅上升,进一步提高了后续污泥处理成本。此外,设备维护问题也较为突出,由于部分设备长期处于高负荷运行状态,故障率较高,维修频率和费用均居高不下。这些问题严重制约了曙光油田含油污水处理技术的经济性和可持续性发展,亟需通过优化措施加以解决。

2. 含油污水处理技术实验研究

2.1 实验方案设计

针对油田含油污水特性,设计一套以减量化、高效化为目标的实验方案。实验目的在于通过化学与物理方法相结合的方式,实现含油污水中油泥的相分离,从而降低污泥产量并提高脱水效率。实验采用反絮凝—浓缩—压滤的方法,通过投加特定的反絮凝药剂破坏浮渣中的絮凝团结构,促进固液分离。实验材料主要包括取自曙一联的含油浮渣样品、反絮凝药剂以及板框压滤设备。此外,为验证实验效果,设置对照组与实验组,分别对未经处理和经药剂处理后的浮渣进行压滤对比试验。

2.2 实验过程

实验具体操作步骤如下:首先,取两份 100L 曙一联浮渣样品,其中一份作为对照组直接进行压滤处理。另一份则按 5%比例加入反絮凝药剂,并充分搅拌均匀,确保药剂与浮渣中絮凝团完全反应。随后,将样品置于沉降罐中,在常温下自然沉降 12 小时,期间定期记录沉降高度及上清液体积变化。沉

降完成后,将浓缩后的浮渣样品进行压滤处理,压滤过程中控制压力在 0.6-0.8MPa 之间,持续时间为 30 分钟。同时,记录压滤前后滤饼体积、重量及含水率数据,以便后续分析。

2.3 实验结果与分析

实验结果表明,投加反絮凝药剂后,浮渣的脱水性能显著提升。未经药剂处理的浮渣样品压滤后含水率为 92.7%,而经药剂处理后的浮渣含水率上升至 96.5%,出泥量从原来的 18L 下降至 12L,浓缩率达到 65.8%。此外,压滤时间由原来的 45 分钟缩短至 30 分钟,显著提高了处理效率。通过对比分析不同处理条件下的数据,发现反絮凝药剂的投加能够有效破坏絮凝团结构,形成粒径更小、密度更高的颗粒,从而提高了压滤效果。综合考虑处理效率与成本,确定最佳处理参数为药剂投加量 5%、沉降时间 12 小时、压滤压力 0.6-0.8MPa。

3. 曙光油田含油污水处理技术优化策略

3.1 工艺优化

针对含油污水处理工艺的现状,提出以下优化措施:首先,在现有“三段式”处理工艺基础上,增加预处理单元以强化对高浓度污染物的去除能力。例如,通过引入悬浮污泥过滤技术替代传统的自然重力除油环节,可实现更高效的固液分离并减少后续处理单元的负荷;其次,建议在混凝除油阶段采用复合增强破胶混凝剂,以改善乳化油的破乳效果及悬浮物的絮凝特性,提高沉降效率。此外,在深化处理阶段,可考虑加入生化处理单元,利用微生物降解难降解有机物,确保出水水质稳定达标。这些改进措施的依据在于中试结果表明,优化后的组合工艺能够显著降低化学需氧量、悬浮物和石油类污染物的浓度,同时具备较强的抗冲击性和经济性。

3.2 设备优化

现有处理设备在运行效率和维护成本方面存在明显不足。例如,气浮选设备陈旧且技术含量较低,导致其处理能力受限,需依赖大量药剂投加以满足水质指标要求。为此,建议对关键设备进行升级改造:一是更换高效气浮装置,采用固相催化空气氧化技术进行曝气氧化处理,以提高乳化油的去除率;二是引入自动化控制系统,实时监测和调节设备运行参数,从而提升整体处理效率并降低人工干预需求。此外,对于过滤单元,推荐使用基于悬浮污泥过滤技术新型设备,该技术不仅能有效简化工艺流程,还可取消传统反冲洗设施,从而减少占地面积和运行成本。这些设备优化方案的实施将有助于提高系统的稳定性和可靠性,降低长期运行成本。

3.3 药剂优化

药剂的选择与投加量直接影响含油污水处理的效果和成本。针对曙光油田含油污水的特点,应开展系统性实验研究以确定最佳药剂配方。首先,可通过室内实验筛选适用于该油田水质的高效破乳剂和絮凝剂,例如复合增强破胶混凝剂与普通阳离子聚丙烯酰胺的联合应用已被证明能够显著提高油和悬

浮物的去除率;其次,需优化药剂的投加量,避免因过量投加而导致成本增加或二次污染问题。具体而言,可通过正交实验法确定不同药剂之间的最佳配比,并结合现场实际运行情况动态调整投加策略。此外,考虑到药剂成本占总运行费用的较大比例,应优先选用价格低廉且性能稳定的药剂类型,以进一步降低处理成本。综上所述,通过科学合理的药剂优化,不仅可提升处理效果,还能有效控制运行成本。

4. 优化方案的经济技术可行性分析及效益环境评估

4.1 经济可行性分析

经济可行性进行评估需从设备投资、运行成本及维护成本等多个方面进行综合核算。在设备投资方面,优化预处理工艺中的自然除油和混凝除油环节需要更新部分设备,如高效混凝反应器和自动化控制系统,这些设备的引入将显著提升预处理效率,但同时也增加了初期投资成本。然而,通过采用悬浮污泥过滤技术取代传统过滤及反冲洗设施,可减少占地面积并简化工艺流程,从而降低设备购置与安装费用。此外,在深化处理阶段引入膜分离技术和高级氧化技术虽需较高的初始投入,但其长期运行效果表明,这些技术能够有效稳定出水水质,减少后续处理单元的负荷,进而降低整体运行成本。

在运行成本方面,优化方案通过提高各处理单元的效率显著降低药剂消耗和能耗。例如,改进后的生化处理工艺通过选择合适的微生物菌种和控制操作条件,减少了曝气量及营养剂投加量,从而大幅降低了日常运行费用。同时,悬浮污泥过滤技术应用取消了传统过滤工艺中频繁的反冲洗操作,进一步节约了水资源和电力消耗。维护成本方面,新技术的应用虽然对设备维护提出了更高要求,但由于其自动化程度较高且故障率较低,因此整体维护成本并未显著增加。综合来看,该优化方案在经济性上具有明显优势,能够在保证处理效果的同时实现成本的有效控制。

4.2 技术可行性分析

从技术角度来看,优化方案中所涉及的关键技术和设备均具备较高的可靠性与成熟度,为其在实际应用中的顺利实施提供了坚实基础。首先,在预处理阶段,改进后的自然除油和混凝除油工艺已在国内多个油田得到成功验证,尤其是在面对复杂水质条件时表现出良好的适应性。此外,悬浮污泥过滤技术作为一种新型处理工艺,已在进行现场试验并取得理想效果,其操作简单、管理方便的特点使其成为替代传统过滤工艺的可行选择。

在生化处理阶段,通过筛选高效微生物菌种并优化处理条件,可显著提高有机污染物的降解效率。这一技术路径已在相关研究中得到充分论证,并且在实际工程应用中展现出较强的稳定性。对于深化处理阶段,膜分离技术和高级氧化技术作为当前油田污水处理领域的前沿技术,其处理效果已得到广泛认可。例如,膜分离技术能够有效去除微小悬浮颗粒和溶解性有

机物,而高级氧化技术则可通过生成强氧化性自由基彻底分解难降解污染物。尽管这些技术的操作难度相对较高,但随着自动化控制技术发展,其实施过程中的技术难点已逐步被克服。总体而言,优化方案中的各项技术均具备较高的可行性,能够满足含油污水处理实际需求。

4.3 环境效益评估

优化方案在提升出水水质和减少污染物排放方面表现出卓越的环境效益。通过对现有处理工艺的调整和技术升级,能够有效降低含油污水中的化学需氧量(COD)、悬浮物(SS)和石油类污染物的浓度。实验结果表明,经过预处理、生化处理和深化处理后,COD浓度从363-1708mg/L降至23-87mg/L,SS浓度从168-2300mg/L降至2-9.4mg/L,石油类浓度从31-84mg/L降至1.8-18.9mg/L,出水水质稳定且达到国家标准。此外,优化方案中采用悬浮污泥过滤技术能够简化污水处理流程,减少占地面积,进一步降低对土地资源影响。从长远来看,优化方案的实施有助于保护区域水环境,促进可持续发展,体现其在环境保护方面的积极作用。

5. 结论

(1)通过对曙光油田含油污水处理技术的深入研究与优化,提出了一系列切实可行的技术改进措施,显著提升了处理效率并降低了运行成本。不仅为曙光油田提供了科学的技术支持,也为其他类似油田的污水处理提供了重要参考。

(2)未来研究应重点关注新技术的应用探索,如改性膜、共混膜以及超滤膜与其他方法的耦合工艺,以提高处理效率和降低成本;应加强对含油污水处理过程中产生的副产物的资源化利用研究,以实现废物减量化和资源化的双重目标;建议加大对新型环保材料和技术的研究力度,以应对日益严峻的环境挑战。另外,动态优化处理工艺的研究也具有重要意义。

(3)通过持续的技术创新和工艺优化,曙光油田含油污水处理技术有望在未来实现更高效、更经济和更环保的发展。

[参考文献]

- [1]张建安.曙光油田含油浮渣减量化处理技术试验研究[J].石化技术,2018,25(7):121-122.
- [2]郎宝山.曙光油田应用化学技术的现状与展望[J].中外能源,2010,15(11):46-49.
- [3]刘建.油田含油废水处理工艺的优化与中试效果分析[J].节能与环保,2024,(6):34-39.
- [4]李鑫.应用悬浮污泥过滤技术处理含油污水[J].市场调查信息(综合版),2020,(8):203-203.
- [5]黄斌;张威;王莹莹;傅程;许瑞;史振中.超滤膜处理油田含油污水研究进展[J].现代化工,2017,37(6):43-47.
- [6]黄勇;于冠宇.高效处理油田作业废水技术的研究及应用[J].石油与天然气化工,2020,49(3):135-138.