

## 油田含油污水处理技术现状与研究进展

李荣

克拉玛依市三达新技术股份有限公司, 新疆 克拉玛依 834000

**[摘要]** 随着油田开发的不断深入和生产规模的扩大, 相应而来的油田含油污水问题日益凸显。这类污水含有高浓度的油脂、悬浮颗粒、重金属等有害成分, 给水环境和生态系统带来了巨大挑战。为解决这一问题, 研究者们积极探索并发展了各类油田含油污水处理技术。文中对目前的处理技术现状与最新研究进展进行综述, 涵盖了物理、化学、电化学等多领域的技术应用。通过深入分析不同技术的特点、优势及局限性, 旨在为进一步推动油田含油污水处理技术的创新和应用提供全面的参考与启示。将为科研人员、环保从业者和决策者提供深入了解油田含油污水处理领域的基础, 推动更加可持续、高效的油田污水治理技术的发展。

**[关键词]** 含油污水; 处理技术; 技术应用; 技术进展

DOI: 10.33142/ect.v2i3.11747

中图分类号: TQ0

文献标识码: A

### Current Status and Research Progress of Oilfield Oily Wastewater Treatment Technology

LI Rong

Karamay Sanda New Technology Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 834000, China

**Abstract:** With the continuous deepening of oilfield development and the expansion of production scale, the problem of oily wastewater in oil fields is becoming increasingly prominent. This type of wastewater contains high concentrations of harmful components such as oil, suspended particles, and heavy metals, posing significant challenges to the water supply environment and ecosystem. In order to address this issue, researchers have actively explored and developed various oilfield oily wastewater treatment technologies. The article provides a review of the current status and latest research progress of treatment technologies, covering various fields of technology applications such as physics, chemistry, and electrochemistry. Through in-depth analysis of the characteristics, advantages, and limitations of different technologies, the aim is to provide comprehensive reference and inspiration for further promoting the innovation and application of oilfield oily wastewater treatment technology, which will provide researchers, environmental practitioners, and decision-makers with a deep understanding of the field of oilfield oily wastewater treatment, and promote the development of more sustainable and efficient oilfield wastewater treatment technologies.

**Keywords:** oil containing wastewater; processing technology; technology application; technical progress

#### 引言

近年来, 随着能源需求的不断增长, 油田开发和生产活动也在快速扩张, 然而, 与之伴随而来的问题是大量的含油污水排放。油田含油污水中蕴藏着复杂的有机、无机物质, 其高浓度的油脂、重金属等成分对环境和人类健康构成潜在威胁。为了应对这一挑战, 油田含油污水处理技术成为当前研究的焦点之一。在全球范围内, 研究者们不断努力寻求创新性、高效的油田含油污水处理技术, 以减轻对水环境的压力, 降低环境风险, 实现资源的可持续利用。文章将对油田含油污水处理技术的现状与研究进展进行综述, 深入分析各类处理方法的优缺点、适用范围以及面临的挑战。通过对这一领域的综合了解, 旨在为今后油田含油污水处理技术的研究和应用提供有益的参考, 推动油田产业向更加环保和可持续发展的方向发展。

#### 1 油田污水处理的意义

油田污水处理具有重要的环境、健康和生产等方面的

意义。首先, 油田污水中含有大量的油脂、悬浮物、重金属以及其他有机、无机物质, 如果未经有效处理直接排放或释放至环境中, 将对水体造成严重的污染。这不仅会危害水生态系统的平衡, 还会影响水源地的水质, 对周围的生态环境产生长期的负面影响。其次, 油田污水中的有机物和油脂等成分对人类健康和社会生活也构成潜在威胁。这些污染物可能含有致癌物质、有毒物质和生物毒性物质, 直接接触或通过饮用水进入人体, 对人的健康产生不良影响。有效处理油田污水, 去除其中的有害物质, 是维护人类健康和社会安全的重要一环。另外, 油田污水处理对于保护地下水资源具有重要作用。地下水是重要的饮用水源, 而油田污水如果未经处理直接排入地下水, 将导致地下水的污染, 威胁到人们的饮水安全。通过科学、有效的处理手段, 可以避免有害物质渗透到地下水中, 保护地下水资源的纯净性, 维护水资源的可持续利用。最后, 油田污水的处理也与生产活动密切相关。

规范而高效的污水处理可以减少油田生产过程中对环境的影响,提高资源利用效率,降低生产成本,促进油田产业的可持续发展。

## 2 油田污水的特点

油田污水是在石油勘探、开采、生产等过程中产生的一种特殊污水,其特点主要体现在其复杂的组成和对环境的潜在危害。首先,油田污水的主要成分包括石油类物质、有机物质、重金属、盐分等,这些成分来源于地下油层,并在开采过程中与地下水混合而成。其成分的多样性和复杂性使得油田污水相比一般生活污水更为难以处理。其中,石油类物质是油田污水的主要特征之一。这包括原油中的沥青、油脂、苯系物质等,其浓度和种类因油田地质条件和开采工艺的不同而异。这些石油类物质对水体的透明度、氧气溶解度和水质稳定性都产生显著影响,对水生生物和水生生态系统构成潜在威胁。另外,油田污水中的有机物质也占据重要地位。这些有机物质包括烃类、酚类等,具有较高的化学活性,对水体的生态平衡和饮用水质量产生潜在风险<sup>[1]</sup>。有机物质的含量和种类因油田不同而异,使得油田污水处理需要更为综合和精密的技术手段。同时,油田污水中还包含有重金属元素,如铅、镉、铬等。这些重金属对水体和土壤具有潜在的毒性和蓄积性,其排放可能引发生态系统的紊乱和生物富集,对生态环境产生长期的不可逆转的影响。最后,油田污水中的盐分含量通常较高,是由于地下水与含盐的地层水混合引起的。高盐度的污水可能对土壤结构、植被生长和农业灌溉产生不利影响。

## 3 我国油田含油污水现状

我国油田含油污水的现状在石油产业快速发展的同时,也面临着一系列挑战。随着石油勘探和开发的扩大,油田含油污水的产生量显著增加,其复杂的成分和高浓度的油脂、有机物等成分,使得处理技术面临一定的技术难题。首先,我国油田含油污水的产生主要集中在石油开采、生产和采收过程中。这些污水中含有大量石油类物质、有机物质以及重金属等有害成分,对水体和土壤造成潜在威胁。由于油田分布地域广泛,油水混合物的成分和性质在不同地区存在差异,导致处理工艺的选择面临多样性。其次,我国一些油田含油污水处理设施相对滞后,尤其是在老旧油田和中小型油田。一些传统设备和工艺的使用可能导致处理效率不高,无法满足日益增长的需求,同时也对环境构成潜在威胁。这使得油田污水处理技术的更新和升级成为当务之急。此外,一些地方对于油田含油污水的监管和治理标准相对宽松,缺乏统一的规范,导致了一些油田企业在污水处理方面的投入和技术水平存在差异<sup>[2]</sup>。这种不一致性可能会对水资源和生态环境产生一定程度的负面影响,影响可持续发展的目标实现。

## 4 油田含油污水处理技术

### 4.1 物理法

物理法是油田含油污水处理中的一种重要方法,其基本原理是通过物理过程将油脂和固体颗粒从水中分离,以达到净化水质的目的。在这一处理方法中,通常采用一系列物理设备和工艺来实现污水中油分的去除。首先,油水分离是物理法中常见的操作之一。通过使用油水分离装置,利用油水比重的差异,使油脂从水中分离出来。这类装置常包括油水分离槽、沉降槽、空气浮选设备等。通过调整设备的结构和运行参数,可以实现有效的油水分离,提高水体的清洁度。另一方面,采用离心沉降技术也是物理法中常用的手段。离心沉降通过设备中的高速旋转将水中的固体颗粒和油脂迅速分离,使其沉降到底部,从而清除悬浮颗粒。这种方式尤其适用于处理含有较小颗粒的油田污水。此外,物理法中还包括一些过滤和吸附技术。通过使用过滤器、沉淀槽和吸附剂等设备,能够有效去除污水中的悬浮颗粒、油脂和有机物质。这些技术通常用于处理较为浑浊的污水,以提高水质的透明度。

### 4.2 化学法

首先,油田污水中的油脂和石油类物质通常是处理的重点对象。通过采用化学分离剂,如表面活性剂、聚合物和沉淀剂等,可以促使油脂在水中形成沉淀,或者通过与表面活性剂结合形成胶体,从而实现油脂的有效分离。这些化学药剂的选择和使用,可以根据油田污水的具体成分进行调整,以达到最佳的处理效果。其次,化学法对污水中的有机物质也有良好的处理效果。通过利用氧化剂、还原剂和络合剂等化学药剂,能够引发有机物质的氧化、分解或沉淀,从而将其从水中去除。这对于降低有机物浓度、提高水体透明度具有显著的效果。另外,对于油田含油污水中的重金属离子,化学沉淀法是一种常见的处理手段。通过添加适当的沉淀剂,能够使重金属形成不溶于水的沉淀物,从而实现重金属的有效去除。这种方法在改善水质的同时,减少了对环境的潜在危害。需要注意的是,化学法在处理油田含油污水时,应该谨慎选择化学药剂,以防止对水体和生态环境产生二次污染<sup>[3]</sup>。此外,化学法通常需要进行后续的沉淀、过滤等工艺步骤,以确保处理后的水质符合排放标准。

### 4.3 电化学法

#### 4.3.1 电絮凝法

电絮凝法是油田含油污水处理中的一种重要电化学技术,通过电流作用于污水中的悬浮颗粒和油脂,使其发生电荷中和和凝聚,形成絮凝物质,从而达到去除悬浮物和油脂的目的。这一技术在处理含油污水时展现出独特的优势和高效性。首先,电絮凝法通过引入电流,使含油污水中的颗粒和油脂带有电荷,使其发生电相斥排和相互吸引的现象。这导致悬浮颗粒和油脂发生凝聚,形成絮凝物

质,大大增加了它们的体积,从而便于后续的沉降或机械分离。这一过程的电絮凝效果对于去除微小颗粒和胶体状油脂具有显著的优势。其次,电絮凝法具有处理速度快、效果显著的特点。通过调整电絮凝设备的参数,如电流密度、电解时间等,可以实现对含油污水的快速处理。相比传统的沉降、过滤等方法,电絮凝法能够更高效地去除微小颗粒和胶体状物质,提高了处理效率。另外,电絮凝法还具有较低的能耗和操作成本。相较于其他处理技术,电絮凝法所需的电能相对较小,且设备结构简单,运行维护成本相对较低。这使得电絮凝法在实际应用中更具经济可行性,特别是对于大规模污水处理工程。

#### 4.3.2 电气浮法

首先,电气浮法通过电解产生气泡,使水中的微小颗粒和油脂粒子附着在气泡表面。这些气泡在形成过程中携带了悬浮颗粒和油脂,使它们在水中得以有效提升,形成浮性絮状物。这使得后续的分选和去除变得更为容易。其次,电气浮法具有高度的适应性,对于微小颗粒和胶体状油脂的去除效果显著。由于电气浮法产生的气泡具有较小的尺寸,能够在水中有效地捕获微小颗粒,包括胶体颗粒。这使得电气浮法对于传统物理法和化学法无法处理的细小颗粒有着独特的优势。另外,电气浮法在处理过程中无需添加化学药剂,减少了二次污染的可能性,对环境更为友好。其能耗相对较低,操作简单,易于维护,降低了处理成本。这使得电气浮法在实际工程中得到广泛应用。

#### 4.3.3 电化学技术与其他技术耦合

首先,电化学技术与物理法的耦合是常见的组合方式。通过将电气浮法与电絮凝法结合,可以实现对悬浮颗粒和油脂的高效去除。电气浮法生成气泡,带动悬浮物上浮至水面,而电絮凝法则通过电流使悬浮颗粒凝聚,形成絮状物质。两者协同作用,既提高了处理效率,又克服了各自方法的局限性,使整体处理更加全面。其次,电化学技术与化学法的耦合也是常见的组合形式。通过结合电氧化法、电还原法等电化学技术与化学药剂的使用,可以实现对含油污水中有机物的高效去除。电化学方法能够针对特定有机物进行选择性的氧化或还原,加强了有机物的降解过程,提高了处理效果。另外,电化学技术与生物法的耦合也展示出良好的应用前景。电化学技术能够为微生物提供合适的电极表面,促使微生物的附着和生长,增强了生物法对于有机物质的降解能力。这种联合运用可以在降解难降解有机物的同时,减少对化学药剂的需求,降低了处理成本。最后,电化学技术与物理、化学、生物等多种技术的耦合具有系统性和灵活性。在实际应用中,可以根据不同油田含油污水的水质特点和处理需求,合理选择并组合各种处理方法,形成一套符合具体情况的综合处理工艺。这种多技术联合运用的方式更有助于适应不同水质和处理目标的要求。

### 4.4 油田含油污水处理新技术

#### 4.4.1 超声波法

超声波法是油田含油污水处理中的一种新技术,通过超声波的作用,产生高能量的声波振动,对污水中的颗粒、油脂等物质进行物理、化学变化,从而实现对含油污水的高效处理。这一技术在油田污水治理中展现出许多有利特点。首先,超声波法能够引起污水中颗粒和油脂的机械振动和碰撞。当超声波传导到污水中时,其波动会在水中形成高频率的压缩波和稀疏波。这种周期性的波动引起了水分子的运动,产生局部高压区域和低压区域,形成微小气泡。这些微小气泡在声波的作用下快速扩大和崩溃,产生强烈的局部压力差,导致悬浮物颗粒和油脂颗粒发生碰撞、剧烈摩擦,从而实现了颗粒的分散和油脂的分解。其次,超声波法通过声化学效应引发了一系列化学反应。声波在液体中传播时,会引起局部液体的高温 and 高压,形成称为声热效应。这种效应可以促进一些化学反应的进行,例如油脂的裂解和降解。超声波的高强度作用下,可实现油脂的分解成较小的颗粒,有助于后续处理步骤的更为彻底<sup>[4]</sup>。另外,超声波法具有高效的去污和消毒作用。由于超声波的高频振动,可以在微观尺度上对微生物进行破坏,达到消毒的效果。这对于含油污水中的微生物去除,防止其在后续处理过程中对设备和水体造成二次污染,具有积极意义。

#### 4.4.2 磁分离法

首先,磁分离法通过引入磁场,实现对污水中的磁性颗粒或磁性物质的分离。磁性颗粒往往与油脂颗粒或悬浮颗粒结合在一起,形成复合物。通过应用外部磁场,可以使这些复合物在磁场的作用下发生磁性吸附,从而实现颗粒和油脂的分离。这种方法对于处理含有铁、镍等磁性物质的油田污水具有显著的效果。其次,磁分离法在油田污水处理中具有较高的选择性。通过选择合适的磁性材料和调整磁场的强度,可以实现对特定粒径范围内的颗粒或油脂的高效分离。这种高度选择性的特点有助于提高磁分离法的处理效率,降低后续处理步骤的复杂性。另外,磁分离法操作简单,对设备的要求相对较低。与传统的沉降、过滤等方法相比,磁分离法无需大量的化学药剂,减少了二次污染的可能性,有助于减少处理成本。同时,磁分离法的设备结构相对简单,易于操作和维护。

### 5 结语

油田含油污水处理技术的现状和研究进展表明,针对这一复杂而严峻的环境问题,研究者们正积极地寻求创新性、高效的解决方案。物理法、化学法、电化学技术等多种技术手段在油田含油污水处理中各具优势,但也面临着系列的挑战和限制。在未来的研究中,需要更深入地探索技术的适用性、可持续性,注重不同技术的协同运用,以期形成更为全面、高效的油田含油污水处理方案。同时,

从可持续发展的角度看,需要将油田含油污水处理技术融入更广泛的环境管理体系中,推动绿色能源和清洁生产理念的实践。跨学科的研究和跨界合作将成为未来攻克技术难题的关键。此外,加强对处理技术的监管和标准制定,确保技术的可行性和环境友好性,也是油田含油污水治理工作不可忽视的方面。在全球生态环境逐渐受到关注的今天,通过持续的研究努力和技术创新,我们有望找到更为全面、高效、可持续的油田含油污水治理方案,为实现能源开发与环境保护的平衡作出更大的贡献。

#### [参考文献]

[1]苑丹丹,李璐,沈筱彦,等.油田含油污水处理技术现状

与研究进展[J].工业用水与废水,2023,54(3):1-5.

[2]宋雨.油田含油污水处理技术研究现状及发展趋势[J].云南化工,2021,48(5):22-23.

[3]王琦.油田含油污水处理工艺技术的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(4):193-195.

[4]唐亮.油田含油污水处理及回用技术的应用[J].清洗世界,2021,37(9):155-156.

作者简介:李荣(1991.7—),毕业院校:中国石油大学(华东),所学专业:石油化工生产技术,当前就职单位名称:克拉玛依市三达新技术股份有限公司,职务:副经理,当前职称级别:中级。