

# 油田污水处理技术现状及发展趋势

穆拉迪力·木拉提

新疆科力新技术发展股份有限公司 新疆 克拉玛依 834000

**摘要：**目前，油田污水处理技术在高效处理油田污水、减少环境污染、实现资源化利用等方面取得了重要进展。未来发展趋势包括更广泛使用先进的物理、化学和生物处理技术，如膜分离技术、化学氧化、生物降解等，以提高处理效率和资源回收率。智能化、自动化设备将推动油田污水处理技术的发展，促进污水处理过程的精准监控和控制。绿色环保理念的倡导将推动更环保、更可持续的污水处理药剂和装备的研发，助力油田污水处理技术向更清洁、高效、可持续发展的方向发展。

**关键词：**油田污水处理技术；现状；发展趋势

## 1 油田污水的特点

油田污水是产生在石油开采、生产、加工及输送过程中的废水，具有独特而复杂的特点。第一，油田污水的主要特点之一是高含油量，里面含有大量石油碳氢化合物和石油类废水，这种高浓度的油污对环境造成严重危害，污染程度极高。第二，油田污水中有机物浓度较高，包括石油、脱胶化合物和其他有机污染物，这些有机物质导致油田污水的化学需氧量（COD）和生化需氧量（BOD）较高，容易造成水体富营养化、缺氧等问题，对生态环境造成危害。第三，油田污水中还包含有毒有害物质，如重金属、盐类、膨胀剂和放射性元素等，这些物质可能对水体生态系统和人体健康造成潜在危害，需要进行有效监测和处理。第四，油田污水中还往往含有难降解和难处理的物质，如多环芳烃、多氯联苯等有机污染物，使得油田污水的处理和综合利用变得更加具有挑战性。

## 2 油田污水处理技术的现状分析

### 2.1 缺乏足够的综合性

当前，油田污水处理技术在实施过程中往往缺乏足够的综合性。这主要体现在处理过程中往往只针对某一类污染物进行去除，而忽略了其他可能存在的污染因素。这种处理方式虽然能在一定程度上降低污染物的浓度，但无法全面解决油田污水带来的环境问题。缺乏综合性的处理技术也导致了处理成本的增加，因为需要采用多种不同的技术和设备来处理不同类型的污染物。

项目编号：2022E01048

**作者简介：**穆拉迪力·木拉提（1993年），男，哈萨克族，新疆克拉玛依，助理工程师，本科，就职于新疆科力新技术发展股份有限公司，从事于水处理技术研究，594097395@qq.com

### 2.2 水驱污水站工艺不完善

水驱污水站是油田污水处理系统中的重要组成部分，但其工艺目前仍存在不完善之处。一方面，部分水驱污水站的设备老化严重，运行效率低下，无法满足日益增长的污水处理需求<sup>[1]</sup>。另一方面，水驱污水站的工艺流程设计不够合理，导致处理过程中存在能耗高、处理效果不稳定等问题。这些问题不仅影响了油田污水的处理效果，还增加了企业的运营成本。

### 2.3 稠油废水的处理效果不明显

稠油废水是油田污水中的一种特殊类型，其含有较高的油分和悬浮物，处理难度较大。目前，针对稠油废水的处理技术虽然已经取得了一定的进展，但整体处理效果仍然不够理想。现有的处理技术往往无法彻底去除稠油废水中的油分和悬浮物，导致处理后的水质无法达到排放标准。处理过程中可能产生二次污染，对环境造成更大的危害。

## 3 油田污水处理技术分析

### 3.1 微生物技术

微生物技术是一种常用于油田污水处理的生物技术手段。通过利用微生物的代谢活动降解或转化油田污水中的有机物、氮、磷等污染物，从而实现污水的净化和资源化利用。微生物技术在油田污水处理中具有独特的优势和应用前景。微生物技术具有很强的降解能力，通过优良的微生物菌剂，可以迅速、有效地将油田污水中的有机废物降解为无害的物质，减少或消除污染物对环境的危害。微生物技术操作简便、成本低廉，相比于传统的物理化学方法，微生物技术不需要高能耗设备，且微生物菌剂的制备成本相对较低，可以大幅降低处理成本，适用于油田污水处理的大规模应用。微生物技术适用范围广泛，不同种类的微生物对各类有机物的降解途

径不同,因此可设计不同的微生物工艺用于处理不同类型的油田污水,具有较强的适应性和灵活性。微生物技术在油田污水处理中也存在一些挑战,包括微生物生长过程易受外界因素干扰、处理效率受温度、pH值等条件限制以及微生物菌剂的稳定性等问题。因此在实际应用中需要对微生物菌剂的适应性、抗干扰能力、操作条件等进行充分考虑和优化,以提高油田污水处理效率和稳定性。

### 3.2 活性污泥法

活性污泥法是一种常用于油田污水处理的生物法之一,通过在氧化还原环境下,利用活性污泥中的生物体对废水中的有机物进行脱氧反应,从而使有机物被稳定地转变为 $CO_2$ 和 $H_2O$ 。相比于其它生物法,活性污泥法具有处理效果好、投资成本低、操作管理简便等特点。活性污泥法能有效地处理污染物,活性污泥中生物体量大、活性强,能迅速降解废水中有机废物,将其转变为无害物质,达到净化水体的目的<sup>[2]</sup>。活性污泥法操作相对简便,一般情况下,活性污泥的培养周期短,且运行和管理较为方便,只需较少的器材设备和人力物力,适用于规模较小和资源有限的场合。活性污泥法适用性较广,它适用于处理不同类型的油田污水,对水质波动的适应性较好,可以在不同环境条件下高效运行,为油田污水处理提供了一种通用的技术解决方案。活性污泥法也存在一些不足,由于环境因素、有机物种类及浓度的差异,活性污泥系统的稳定性可能受到影响。因此在实际应用中,需要根据具体情况对活性污泥的操作条件、氧化还原潜能、氧气供给等进行调控和优化。活性污泥法是一种经济高效的油田污水处理技术,具有广泛的适用性和较高的处理效果。通过不断的科技创新和工程实践,活性污泥法可进一步提高处理效率和稳定性,为油田污水治理提供更加可靠、高效的技揭支撑。

### 3.3 磁吸附技术

磁吸附技术是一种新兴的油田污水处理技术,通过在水体中添加具有磁性的吸附剂,如磁性二氧化硅、磁性活性炭等,利用其特殊的磁性能质和吸附作用,有效去除水体中的油脂、重金属离子和有机物等污染物。磁吸附技术相比传统处理方法具有高效、简便、低成本等优势。磁吸附技术具有高效去污能力。由于磁吸附剂具有较大的比表面积和强大的吸附能力,它能够快速吸附水中微小颗粒、悬浮物和有机物,达到净化水质的目的。磁吸附技术操作便捷,且成本相对较低。相比于传统物理化学方法和生物处理技术,磁吸附技术无需复杂的设备和大量化学药剂,因此操作维护成本低廉,适用

于小规模污水处理及追加处理的场合。磁吸附技术可循环再生利用。经过磁吸附的污泥可以通过外加磁场对其再生利用,并且可以通过简便的再生方式实现吸附剂的多次使用,降低废物排放以及处理成本。磁吸附技术在油田污水处理中仍存在一些挑战,例如磁吸附剂对水质pH、盐度等参数的敏感性、吸附饱和度和再生过程等方面还有待进一步研究。

### 3.4 油田含油污泥处理技术

油田含油污泥处理技术是油田废水处理中关键的步骤之一,用于有效处理污染物浓度高、含有大量油类物质的含油污泥。目前,常用的处理技术之一是物理-化学联合处理中的油水分离技术。其原理是利用重力分离、沉降、过滤或离心等方式,将油类污染物从含油污泥中有效分离出来,从而减少含油污泥所含有害物质对环境的危害。含油污泥热解技术也是一种常见的处理方法。通过高温加热含油污泥,将其中的有机物质进行热解,将油类提炼出来,残渣则可以进行焚烧或其他处置方式,实现污泥资源化利用。值得注意的是,随着技术的进步,新型的生物降解技术也在油田含油污泥处理中得到应用。利用生物学手段,通过特定微生物对含油污泥中的油类有机物进行有选择性降解,减少对环境的污染,从而达到资源化、无害化处理的效果<sup>[3]</sup>。

### 3.5 化学处理技术

油田污水中含有多种有机物、重金属和其他污染物,因此化学处理技术在油田污水处理中发挥着重要的作用。化学处理技术主要通过添加适当的化学试剂,以催化或改变废水中有机物或重金属的化学性质,进而实现去除、沉淀、分离等处理过程。在油田污水处理中,常见的化学处理技术包括凝固沉淀、氧化还原、中和沉淀等。凝固沉淀技术通过添加絮凝剂和沉淀剂,将废水中的悬浮物和胶体颗粒聚集成较大的絮凝体,然后沉降分离,有效去除悬浮物和有机物。氧化还原技术则通过氧化剂或还原剂,在适宜的条件下促使污染物还原或氧化转化为无害物质。这种方法可以有效地去除废水中的有机物、氰化物、硫化物等有害物质,提高水质。中和沉淀技术是通过添加酸碱中和剂,将废水中的酸碱度调节至中性,并利用化学反应使废水中的金属离子形成沉淀,从而去除重金属离子污染。尽管化学处理技术在油田污水处理中有着较高的处理效率和广泛的适用性,但也存在着一定的局限性。化学处理过程中会产生大量废渣和化学副产物,需要合理处置;且某些化学试剂对环境具有一定的影响,因此需要谨慎选用和控制使用条件。

### 4 油田污水处理技术的发展方向

#### 4.1 污水处理药剂的研发与创新

油田污水处理技术一直是油气开采领域关注的重要问题之一。随着环境保护意识的增强和法规标准的日益严格,污水处理药剂的研发与创新成为油田污水处理技术的重要发展方向。随着科技进步,新型环保型污水处理药剂不断涌现。在污水处理过程中,传统的絮凝剂、除油剂等化学药剂在处理效果和环保性方面存在一定局限性。研发和应用新型环保型药剂,如高效生物菌剂、高效絮凝剂、无害化处理剂等,成为当前发展的必然趋势。这些新型药剂能够更有效地提高油田污水处理效率,减少污染物排放,降低对环境的破坏。智能化、自动化污水处理技术的推广也促进了污水处理药剂的研发创新。随着工业4.0技术在油田污水处理行业的应用,智能化监测、控制系统成为技术创新的新亮点。相关药剂的研发与创新应与智能化设备结合,实现对污水处理过程的实时监测与精准控制,提高污水处理的智能化和自动化程度。绿色环保理念的倡导也推动了污水处理药剂领域的研究创新。绿色环保要求下,生物降解性、可再生性、无毒性等特点成为污水处理药剂的重要标准。未来的研究将围绕这些方向,探索更环保、更可持续的药剂研发路径,推动污水处理领域朝着更加绿色、清洁的方向发展。

#### 4.2 污水处理装备研发

油田污水处理技术是油气开采活动中至关重要的环节,污水处理装备的研发也是该领域发展的关键方向之一。随着污水处理技术的不断创新和提升,对污水处理装备的需求也逐渐增加。高效节能的污水处理设备是目前的发展趋势之一,在油田污水处理过程中,耗能较高、处理效率较低的设备会造成资源浪费和环境负担。研发节能型、高效率的污水处理装备成为了必然选择,新型的膜分离设备、电化学处理设备、高效反渗透装置等技术将在污水处理中发挥更重要的作用,为油田污水处理提供更加节能高效的解决方案<sup>[4]</sup>。智能化、自动化的污水处理装备将成为未来发展的重要方向,随着人工智能、物联网技术的迅速发展,智能化污水处理设备已经逐渐走向实用化。智能感知、预警、调控等功能使得设备运行更加稳定、智能化程度更高,同时也减少了人为操作的风险,提高了处理效率。适应多样化污水处理需求的灵活性和通用性也是污水处理装备研发的方向之一,不同地区、不同类型的油田污水具有不同的特点和污染物组成,因此需要适应多样化需求的污水处理装备。研发既能应对一定规模的大型处理需求,也能适应

小型油田或临时性污水处理的便捷性和适应性。污水处理装备研发将随着行业技术的不断进步和市场需求不断变化而不断创新。通过开发高效、节能、智能化的处理设备,为油田污水处理提供更加全面、高效的技术支撑,实现污水净化处理的可持续发展。

#### 4.3 复合反应器的开发与运用

油田污水处理技术的发展方向之一是复合反应器的开发与运用。复合反应器是一种集成传统物理、化学和生物水处理方法于一体的高效处理设备,能够同时实现多种污染物的去除和转化,具有处理效率高、占地面积小、操作简便等特点。在油田污水处理领域中,复合反应器的开发应用具有重要意义。复合反应器可结合不同的废水处理技术,例如物理吸附、化学沉淀、生物处理等,形成多级处理的系统,以应对油田污水中复杂的有机物、重金属等污染物负荷,提高废水处理的全面性和效率。复合反应器可根据污水水质和处理需求进行灵活组合和调整,能够根据实际情况选择合适的反应器组件,以更好地适应油田污水处理过程中不同时期和不同水质的处理需求,提高废水处理的适应性和稳定性。复合反应器在能耗和运行成本方面也具有优势。通过合理设计和优化反应器结构,可以降低能耗和减少操作成本,提高处理效率的同时,降低油田污水处理过程中的运营成本,实现经济与环保的双赢。

#### 结束语

油田污水处理技术在逐步成熟的基础上持续创新,为油气行业的可持续发展贡献着重要力量。未来,其发展趋势将更加侧重于高效、清洁、资源化的方向。为实现这一目标,需要不断深入研究,推广先进技术,并将智能化、绿色化等理念融入技术研发与应用。油田污水处理技术的进步不仅将有效降低油气开采对环境的影响,更引领整个行业向着更加环保、高效、可持续的未来发展。

#### 参考文献

- [1]周春于.汪燕秋.王俊.油田采油废水处理技术的研究进展[J].现代化工.2020,2(40):67-71.
- [2]焦海明.油田污水处理技术现状及发展趋势[J].化工设计通讯,2019,45(04):57.
- [3]毕雪.油田污水处理技术现状及发展趋势[J].石化技术,2019,26(03):208.
- [4]杨博文.石油化工污水处理技术的现状与发展趋势[J].当代化工研究.2017(12):69-70.