

石油化工企业含油污水处理工艺设计及经济效益

靳淇尧 (九江石化设计工程有限公司, 江西 九江 332000)

摘要: 随着石油化工行业的迅速发展, 每年产生大量的含油污水。这些污水若是未经处理直接排放, 不仅会对环境造成严重污染, 还会浪费宝贵的水资源。因此, 设计高效、经济的含油污水处理工艺, 对实现环境保护和资源循环利用具有重要意义。鉴于此, 本文主要分析石油化工企业含油污水处理工艺设计及经济效益。

关键词: 石油化工企业; 含油污水; 污水处理

0 引言

随着石油化工企业的迅速发展, 含油污水的处理问题愈发显得重要。含油污水不仅会影响环境质量, 还对生态系统产生严重的破坏。因此, 科学合理的含油污水处理工艺设计及经济效益分析显得尤为重要。本文将详细介绍石油化工企业含油污水的处理工艺设计, 并结合数据分析, 探讨其经济效益。

1 含油污水概述

含油污水主要来源于石油开采、加工及运输过程。其成分复杂, 通常包含老化原油、蜡质、沥青质、胶体、固体悬浮物、细菌、寄生虫、盐类、酸性气体、腐蚀产物以及重金属盐类(如铜、锌、铬、汞)等。

此外, 还含有苯系物、酚类、萘、芘等有恶臭的有毒物质。这些物质的存在使得含油污水的处理极具挑战性。

近年来, 随着开采设备及加工设备的升级, 含油污水的产生量整体呈现下降态势。数据显示, 2012年国内含油污水产生量为21.76亿吨, 到2021年下降至17.95亿吨, 2022年整体石油加工量小幅度下降至整体含油污水生产量有所波动, 仅为17.87亿吨, 整体含油污水处理量也小幅度下降至17.69亿吨。

2 含油污水处理工艺设计

2.1 物理处理

物理处理主要通过重力分离、过滤、离心等方式去除污水中的悬浮物和部分油类物质。

重力分离: 重力分离是利用油与水的密度差异, 通过自然沉降或上浮去除油类物质。一般来说, 重力分离处理可以有效去除大于 $100\mu\text{m}$ 的油滴。例如, 在A/O生物除磷系统中, 污水首先通过粗格栅去除大体积杂质, 然后经过调节池整流和均质, 再进入细格栅和隔油池, 以去除悬浮油和可浮油^[1]。

过滤: 过滤通过过滤介质(如砂、活性炭等)截留污水中的悬浮物和细小油滴。砂滤器和纤维过滤

器是常用的过滤设备。过滤通常用于去除 $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 的悬浮物和油滴。

离心分离: 离心分离利用离心力的作用, 将密度不同的物质分离。高速离心分离器可以去除微小油滴和悬浮物。

案例分析: 浙江油田公司对海1联合污水系统进行了改造, 应用了微生物和膜分离技术。其中, 污水首先通过除油沉降罐和混凝沉降罐处理, 进入调节水罐, 然后进入微生物反应池进行降解, 最后通过膜过滤装置去除悬浮物和微生物残体。改造后, 出水含油量平均降至 2.39mg/L , 去除率为94.7%; 悬浮物均值降至 0.9mg/L , 去除率为98.96%。

2.2 化学处理

化学处理主要通过添加化学药剂, 使污水中的油类、悬浮物及其他污染物发生化学反应, 生成沉淀或可过滤的物质。

混凝: 混凝是通过添加混凝剂(如铝盐、铁盐等), 使悬浮物、胶体物质等聚集成较大颗粒, 便于后续沉淀或过滤。混凝可以有效去除污水中的胶体物质和细小悬浮物^[2]。

中和: 中和是通过添加酸或碱, 调节污水的pH值, 使其达到中性或适宜的范围。例如, 在处理含硫污水时, 加入碱性物质可以提高pH值, 减少硫化物的毒性。

氧化: 氧化是通过添加氧化剂(如氯、臭氧、过氧化氢等), 将有机物氧化为无机物, 同时使污水中的油类物质降解。氧化处理常用于去除难降解有机物和油类物质。

数据分析: 在污水处理过程中, 加入适量的混凝剂(如PAC), 可以显著提高悬浮物的去除率。数据显示, 加入PAC后, 悬浮物的去除率可提高至90%以上。同时, 中和处理对于控制污水的pH值具有重要作用。一般将pH值调至6至9的范围内, 可以减

少后续处理的难度和成本。

2.3 生物处理

生物处理是利用微生物的代谢作用，将污水中的有机物降解为无机物，同时去除氮、磷等营养物质。

活性污泥法：活性污泥法是通过活性污泥中的微生物降解有机物。在曝气池中，污水与活性污泥混合，通过曝气提供氧气，使微生物进行好氧呼吸，降解有机物。

生物膜法：生物膜法是利用附着在填料表面的微生物降解有机物。污水通过填料层时，有机物被微生物吸附并降解。生物膜法适用于处理低浓度有机物和难降解有机物。

厌氧生物处理：厌氧生物处理是在无氧条件下，利用厌氧微生物降解有机物。厌氧处理通常用于处理高浓度有机物废水，如石油炼制废水。

案例分析：A/O 生物除磷系统是一个典型的生物处理工艺。在该系统中，污水经过厌氧池和好氧池的处理，使有机物得到降解，同时污泥摄取废水中的磷。该工艺出水指标能达到国家二级排放标准。数据显示，某化工厂采用 A/O 生物除磷系统，每天处理污水量为 3.6 万吨，BOD₅ 和 SS 的去除率分别达到 90% 和 85% 以上^[1]。

3 含油污水处理经济效益分析

3.1 节约水资源

通过污水处理和回用，可以显著节约新鲜水资源。特别是对于一些水资源短缺的地区，污水处理回用显得尤为重要。**案例分析：**浙江油田公司通过污水系统改造，实现了污水回注。改造后，年节约清水 3 万方，节约水费 12 万元。同时，污水回注还减少了新鲜水的消耗量，降低了注水成本。

3.2 节约处理费用

污水处理可以减少新鲜水的用量，从而降低加药费用和处理成本。此外，通过优化处理工艺，还可以进一步提高处理效率，降低运行成本。**案例分析：**浙江油田公司污水系统改造前，加药费用为 50 元/m³；改造后，清污混注加药费用降至 3.6 元/m³，每年节约加药费用 324.8 万元。案例分析表明，通过污水处理回用，可以显著降低处理费用。

3.3 提高经济效益

污水处理回用不仅可以节约水资源和处理费用，还可以提高经济效益。例如，将处理后的污水用于农业灌溉、工业生产等，可以替代新鲜水资源，从而降低生产成本^[4]。**案例分析：**某化工厂将处理后的污水用于冷却水和工艺水，每年节约新鲜水量 20 万吨，

节约水费 80 万元。同时，该厂还通过优化处理工艺，提高了污水处理效率，降低了运行成本。

3.4 创造就业机会

污水处理行业的发展将带动相关产业链的发展，如设备制造、工程建设等，从而创造更多的就业机会。据统计，每新建一个污水处理厂，可以创造数百个就业岗位。同时，污水处理厂的运营和维护也需要大量的技术人员和操作人员。因此，污水处理行业的发展对于促进就业具有重要意义。

3.5 提升城市形象和投资环境

污水处理设施的建设和运营能够提升城市形象，增强城市吸引力，吸引投资和人才流入。**案例分析：**某城市通过建设现代化的污水处理厂，显著改善了城市环境质量，提高了居民生活品质。同时，该城市还通过污水处理厂的科普教育和旅游开发，吸引了大量游客和投资者，促进了地方经济的发展。

4 含油污水处理存在的问题及改进建议

4.1 处理技术不成熟

国内油田环保起步晚，工艺不成熟，导致含油污泥处理难度大、处理效果不理想。**改进建议：**加强技术研发和创新，推动含油污泥处理技术的升级和改造。同时，引进国外先进的处理技术和设备，提高处理效率和处理质量。

4.2 处理成本高昂

含油污水处理成本较高，导致一些企业缺乏处理动力。**改进建议：**政府应出台相关政策，鼓励企业开展污水处理和回用工作。同时，加大资金投入，支持污水处理设施的建设和运营。此外，通过优化处理工艺和降低能耗，进一步降低处理成本^[5]。

4.3 监管力度不够

一些企业存在偷排、超标排放等违法行为，导致环境污染问题得不到及时有效的解决。**改进建议：**加强监管力度，建立健全的监管机制和法律法规体系。同时，加大执法力度，对违法行为进行严厉打击和处罚。此外，加强公众监督和舆论监督，提高企业和个人的环保意识。

5 未来发展趋势

5.1 技术创新

首先，应致力于开发高效、低耗、环保的处理技术和设备。传统的含油污水处理技术往往存在处理效率低、能耗高、二次污染等问题。未来，我们需要通过技术创新，研发出更加高效、节能、环保的处理技术和设备。例如，利用生物强化技术、膜分离技术、

高级氧化技术等新型处理手段,可以显著提高污水的处理效率,同时降低能耗和二次污染的风险。其次,应注重处理技术的升级和改造。随着科技的进步和环保要求的提高,现有的处理技术可能已无法满足实际需求。因此,我们需要对现有的处理设施进行升级改造,以提升其处理能力和处理质量。这包括优化处理流程、更新处理设备、引入先进的控制系统等方面。最后,在技术创新的过程中,还需要注重跨学科的合作与交流。含油污水的处理涉及多个学科领域的知识和技术,如化学、生物、环境、机械等。因此,我们需要加强跨学科的合作与交流,整合各方资源,共同攻克技术难题。

5.2 资源化利用

在农业灌溉方面,经过深度处理的含油污水可以达到灌溉用水的标准,为农业生产提供稳定的水源。与传统的地下水或地表水灌溉相比,利用处理后的含油污水进行灌溉不仅可以节约水资源,还能在一定程度上改善土壤结构,提高农作物的产量和品质^[6]。在工业生产方面,处理后的含油污水和污泥可以经过进一步加工和处理,转化为工业生产所需的原料或辅助材料。例如,污泥中的有机物可以通过厌氧消化等技术转化为生物能源,如沼气或生物柴油;而污水中的某些成分则可以用于生产化工原料、建筑材料等。这种资源化利用方式不仅可以降低企业的生产成本,还能减少废弃物的排放,实现经济效益和环境效益的双赢。

5.3 智能化管理

首先,应积极推动智能化监测技术的研发与应用。通过建立智能化的监测系统,可以实现对污水处理过程中各项关键参数的实时监测,如污水的流量、含油量、pH值、溶解氧含量等。这些数据的实时采集和分析,能够为污水处理过程的优化提供有力支持,帮助管理人员及时发现并解决问题,确保污水处理设施的稳定运行。其次,智能化管理系统应实现自动控制功能。通过集成先进的自动化控制技术,可以根据实时监测的数据,自动调整污水处理过程中的各项参数,如药剂投加量、曝气强度、沉淀时间等,从而实现污水处理过程的智能化控制。这种自动化控制方式不仅提高了处理效率,还大大减轻了操作人员的劳动强度,降低了人为误操作的风险。最后,在推动智能化管理的过程中,还需要注重信息安全与数据保护。由于智能化系统涉及大量敏感数据的传输和存储,因此必须采取严密的安全措施,确保数据的安全性和完整性。这包括建立完善的数据加密机制、访问控制策略以及定

期的数据备份和恢复计划等。

5.4 政策支持

首先,政府可以通过制定更为严格的环保法规和标准,明确企业在含油污水处理方面的责任和义务。这些法规和标准应涵盖污水的排放浓度、处理效率、回用率等多个方面,以促使企业加大投入,提升污水处理的技术水平和处理能力。其次,政府应鼓励企业开展污水处理和回用的技术创新与研发工作。可以通过设立专项基金、提供税收减免等优惠政策,引导企业加大在污水处理技术研发方面的投入,推动技术创新和产业升级。同时,政府还可以积极搭建产学研合作平台,促进高校、科研机构与企业之间的合作与交流,共同攻克污水处理领域的技术难题。最后,政府应加大对污水处理设施建设和运营的投入力度。可以通过财政补贴、贷款贴息等方式,支持企业建设先进的污水处理设施,并保障其稳定运行。同时,政府还可以加强对污水处理设施的日常监管和考核,确保其处理效果达到预期目标。

6 结束语

综上所述,含油污水处理是石油化工企业面临的重要挑战之一。通过科学合理的处理工艺设计和经济效益分析,可以实现含油污水的有效处理和资源化利用。未来,随着技术的不断进步和环保意识的提高,含油污水处理将迎来更加广阔的发展前景。我们应加强技术研发和创新,推动处理技术的升级和改造;加大资源化利用力度,实现资源的循环利用;推动智能化技术的应用和发展;出台更多支持政策,鼓励企业开展污水处理和回用工作。通过这些措施的实施,我们可以更好地保护水资源和生态环境,实现可持续发展目标。

参考文献:

- [1] 左丹,崔帅.石油化工企业含油污水处理和回用水处理工艺设计浅析[J].云南化工,2021,48(02):130-132.
- [2] 王霞芳.某石油化工企业污水处理场改造设计实例[J].工业用水与废水,2019,50(04):55-57.
- [3] 韩洋.油田含油污水处理工艺的设计研究[J].化工管理,2018(34):217.
- [4] 赵军平.石油化工企业含油污水处理和回用水处理工艺设计浅析[J].化工管理,2018(14):199-200.
- [5] 谭博寅.含油污水处理和回用水处理工艺设计在石油化工企业的分析[J].山东工业技术,2017(09):19.
- [6] 贺继斌,雷洁,刘德华.石油炼制企业含油污水处理工艺分析[J].化工管理,2017(11):48.