

石油化工污水处理技术的研究分析

张乐乐¹ 李宝明¹ 苏日塔拉图² 康 骞¹ 张 良¹

1. 鄂托克旗新航焦化有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 016064

2. 化学工业有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 016064

摘要: 本文探讨石油化工污水处理技术的发展趋势。在新型污水处理技术方面, 高效生物处理、高级氧化技术和膜分离技术等均取得显著进展, 提高废水处理效率和资源化利用可能性。组合与集成技术作为未来发展方向, 将多种处理技术优化组合, 形成高效、稳定的废水处理系统。环保法规的日益严格对石油化工污水处理技术产生深远影响, 推动技术的创新、标准化和规范化发展。未来, 随着环保要求的不断提高, 石油化工污水处理技术将持续进步。

关键词: 石油化工; 污水处理; 技术

1 石油化工污水危害

石油化工污水, 作为工业废水的一种, 其危害不容忽视。这类污水中含有大量复杂且有害的化学物质, 对环境和人体健康构成了严重威胁。石油化工污水中含有高浓度的有机物, 如烃类及其衍生物, 这些物质在水中会进一步氧化分解, 消耗大量的溶解氧。这不仅会导致水生生物因缺氧而死亡, 还会破坏水体的生态平衡。石油化工污水中还含有如氰、酚、砷、汞、镉或铅等有毒或剧毒的物质, 这些物质对生物和微生物具有毒性影响, 一旦进入生物链, 将会对生态系统造成长期且深远的损害。石油化工污水的pH值往往不稳定, 时而强酸性, 时而强碱性。这种不稳定性对生物、建筑物及农作物都有极大的危害。强酸性或强碱性的污水会腐蚀设备和管道, 缩短其使用寿命, 增加企业的运营成本。这些污水如果未经处理直接排入环境, 还会对土壤和水体造成污染, 影响农作物的生长和产量。石油化工污水中还含有大量的营养物质, 如磷、氮等。这些物质会导致水体富营养化, 使水中藻类和微生物大量繁殖, 形成“水华”或“赤潮”。这不仅会破坏水体的生态平衡, 还会影响水资源的利用和供水安全^[1]。石油化工污水的处理难度较大, 恢复受污染的水域和土壤需要付出巨大的代价。尤其是被微生物所浓集的重金属物质, 即使在停止排放后也难以消除。这些有害物质会通过食物链进入人体, 对人体健康造成长期且严重的危害。

2 石油化工废水处理的普遍问题

2.1 废水处理问题尚需重视

石油化工废水处理是环保领域的重要议题, 然而在实际操作中, 普遍存在着一些亟待解决和重视的问题。石油化工废水成分复杂, 处理难度大, 废水中含有大量有机物、无机盐、重金属、有毒有害化合物等, 这些

污染物种类繁多, 浓度差异大, 处理过程中需要采用不同的技术和方法。当前许多废水处理设施技术落后, 处理能力有限, 难以应对复杂的废水成分, 导致处理效果不佳, 废水排放难以达标。石油化工废水处理过程中, 能源消耗和成本较高, 废水处理通常需要消耗大量的能源, 如电力、蒸汽等, 同时还需要使用各种化学药剂和催化剂。这不仅增加企业的运营成本, 还可能对环境造成二次污染。废水处理过程中产生的污泥、残渣等固体废物也需要进行妥善处理, 否则会对环境造成长期影响。石油化工废水处理过程中存在管理不善和监管不严的问题, 一些企业为降低成本, 可能会采用偷排、漏排等非法手段, 将未经处理的废水直接排入环境。这不仅严重违反了环保法规, 也对环境造成极大的破坏。一些地区的环保部门监管力度不够, 对违法排放行为查处不严, 也助长企业的违法行为。石油化工废水处理技术的研发和应用相对滞后, 随着石油化工行业的不断发展, 废水排放量和污染物种类不断增加, 对废水处理技术提出了更高的要求。

2.2 废水排放量大

石油化工废水处理的普遍问题之一, 就是废水排放量大, 这成为了行业面临的一大挑战。石油化工行业在生产过程中, 不可避免地会产生大量的废水, 这些废水通常含有高浓度的有机物、无机盐、重金属和有毒有害化合物等复杂成分。由于石油化工生产的连续性和规模性, 废水产生量巨大, 从原料预处理、反应过程到产品精制, 每一个环节都可能产生废水。特别是在精炼、分离和洗涤等工艺过程中, 废水排放量尤为显著。这些废水如果得不到妥善处理, 将对环境造成巨大的压力。石油化工废水的排放量与产品类型、生产工艺、原料种类等因素有关, 不同类型的石油化工产品, 其生产过程中

产生的废水成分和排放量也会有所不同。一些高污染、高耗水的产品，其废水排放量更大，处理难度也更高。石油化工废水排放量的增加也给废水处理设施带来了更大的压力。许多企业现有的废水处理设施已经无法满足日益增长的废水处理需求，导致废水处理效果不理想，甚至存在超标排放的情况。这不仅影响了企业的正常运营，也对环境造成了严重的污染。

2.3 污水中污染物组分复杂

石油化工废水处理的普遍问题之一是污水中污染物组分复杂。石油化工行业在生产过程中，涉及到众多的化学反应和物质转化，因此产生的废水往往含有多种复杂的污染物组分^[2]。石油化工废水中常含有高浓度的有机物，这些有机物可能是未反应完全的原料、中间体或最终产物。它们种类繁多，包括烃类、醇类、酯类、酚类等，其结构和性质各异，使得废水处理变得异常复杂。石油化工废水中还含有大量的无机盐、重金属和有毒有害化合物。无机盐主要包括氯化钠、硫酸钠等，它们的存在会增加废水的处理难度和成本。重金属如铅、汞、镉等，以及有毒有害化合物如氰化物、硫化物、芳香族胺类等，都具有强烈的毒性和环境风险，需要采用特殊的方法和技术进行处理。石油化工废水中的污染物还可能具有复杂的作用机理和反应机制。不同污染物之间可能会相互作用，形成难以处理的复杂化合物或中间产物。废水中的污染物浓度、温度、pH值等因素的变化也可能影响处理效果，使得废水处理过程更加复杂和困难。

3 石油化工中污水处理技术分析

3.1 物理处理技术

在石油化工污水处理中，物理处理技术是一种常见且基础的方法。它主要依赖于物理原理，如重力、过滤、吸附、离心等，对废水中的污染物进行分离和去除。（1）重力分离：重力分离是物理处理中最简单的方法之一。它利用废水中不同物质的密度差异，通过沉淀池等设备，使重质污染物在重力作用下自然沉淀，从而与废水分离。这种方法适用于处理含有大量悬浮颗粒的石油化工废水。（2）过滤：过滤是通过多孔介质（如滤布、滤纸、砂层等）截留废水中的悬浮物，从而达到净化水质的目的。在石油化工废水处理中，过滤技术常用于去除废水中的油类、固体颗粒和微生物等。（3）吸附：吸附技术利用多孔性固体物质（如活性炭、硅胶等）的表面吸附能力，将废水中的污染物吸附到固体表面，从而去除废水中的有害物质。在石油化工废水处理中，吸附技术常用于去除废水中的油类、色度、异味和有毒物质等。（4）离心分离：离心分离技术利用离心力

将废水中的悬浮物分离出来。在石油化工废水处理中，离心分离技术常用于处理含有高浓度悬浮物的废水，如油泥、渣浆等。

3.2 化学处理技术

化学处理技术是通过向废水中投加化学药剂，使废水中的污染物发生化学反应，转化为无害物质或易于分离的物质，从而达到净化水质的目的。（1）混凝沉淀：混凝沉淀技术是通过向废水中投加混凝剂（如聚合氯化铝、聚合硫酸铁等），使废水中的胶体颗粒和悬浮物发生凝聚和沉淀，从而达到去除污染物的目的。这种方法在石油化工废水处理中常用于去除废水中的油类、色度、浊度等。（2）中和：中和技术是通过向废水中投加酸或碱，调节废水的pH值，使其达到中性或接近中性，从而去除废水中的酸性或碱性物质。在石油化工废水处理中，中和技术常用于处理酸性或碱性废水。（3）氧化还原：氧化还原技术是通过向废水中投加氧化剂或还原剂，使废水中的污染物发生氧化还原反应，转化为无害物质。在石油化工废水处理中，氧化还原技术常用于去除废水中的有毒有害物质，如氰化物、硫化物等。

3.3 生物处理技术

生物处理技术是利用微生物的代谢作用，将废水中的有机物转化为无害物质的过程。在石油化工废水处理中，生物处理技术具有广泛的应用前景。活性污泥法是一种典型的生物处理技术。它利用活性污泥（由微生物、原生动物和有机、无机悬浮物混合组成）中的微生物降解废水中的有机物。在石油化工废水处理中，活性污泥法常用于处理含有高浓度有机物的废水。生物膜法是利用附着在填料表面的微生物膜降解废水中的有机物。在石油化工废水处理中，生物膜法常用于处理低浓度有机物废水或深度处理。生物处理技术具有处理效果好、成本低廉、无二次污染等优点。它通常需要较长的处理时间，且对废水的温度、pH值、营养物质等条件有一定的要求^[3]。

3.4 高级氧化技术

高级氧化技术（Advanced Oxidation Processes, AOPs）在石油化工污水处理中发挥着重要作用。这种技术通过产生具有强氧化性的物质（如羟基自由基、超氧阴离子自由基等），使废水中的有机物迅速被氧化分解，甚至矿化为二氧化碳和水。高级氧化技术具有反应速度快、处理效率高、对污染物降解彻底等优点，尤其适用于处理石油化工废水中难以生物降解的有机物质。高级氧化技术包括多种类型，如芬顿法、臭氧氧化法、光催化氧化法、电催化氧化法等。其中，芬顿法通过投

加亚铁离子和过氧化氢，在酸性条件下产生羟基自由基，对废水中的有机物进行氧化分解；臭氧氧化法则利用臭氧的强氧化性，直接对废水中的有机物进行氧化；光催化氧化法则利用光催化剂在光照条件下产生强氧化性物质，对废水中的有机物进行氧化降解；电催化氧化法则通过电解过程产生强氧化性物质，对废水中的有机物进行氧化处理。

3.5 组合与集成技术

随着石油化工废水处理技术的不断发展，组合与集成技术逐渐成为处理复杂废水的重要手段。组合与集成技术是将多种污水处理技术进行优化组合，形成一个高效、稳定、经济的废水处理系统。这种技术可以根据废水的特性和处理要求，灵活选择物理、化学、生物等多种处理技术，通过协同作用实现废水的全面净化和资源化利用。在石油化工废水处理中，组合与集成技术可以充分发挥各种技术的优势，提高废水处理的效率和质量。例如，可以将物理处理技术与生物处理技术相结合，先通过物理方法去除废水中的悬浮物和油类，再利用生物方法对废水中的有机物进行降解；也可以将化学处理技术与高级氧化技术相结合，通过化学方法去除废水中的重金属和有毒有害物质，再利用高级氧化技术对废水中的有机物进行深度处理。组合与集成技术的应用不仅可以提高废水处理的效率和质量，还可以降低废水处理的成本和能耗。

4 石油化工污水处理技术发展趋势

4.1 新型污水处理技术的研究进展

随着科学技术的不断进步，石油化工污水处理技术也迎来了新的发展机遇。高效生物处理技术的研发成为热点，传统的生物处理技术虽然对石油化工废水中的有机物有一定的去除效果，但处理效率和稳定性有待提高。近年来，研究人员通过筛选和培育高效降解菌、优化生物反应器等手段，开发出新型的生物处理技术。这些技术不仅提高废水处理的效率，还降低处理成本，为石油化工废水的资源化利用提供可能。高级氧化技术得到了快速发展，高级氧化技术以其高效、快速、无选择性的特点，在石油化工废水处理中展现出巨大的潜力。目前，羟基自由基氧化、臭氧氧化、光催化氧化等高级氧化技术已广泛应用于石油化工废水处理中，有效去除

了废水中的难降解有机物和有毒有害物质。膜分离技术也取得了显著进展，膜分离技术具有分离效率高、操作简便、能耗低等优点，在石油化工废水处理中得到了广泛应用。随着新型膜材料的不断研发和应用，膜分离技术的处理效率和稳定性得到了进一步提高，为石油化工废水的深度处理提供了有力支持。

4.2 环保法规对石油化工污水处理技术的影响

环保法规的日益严格对石油化工污水处理技术产生了深远的影响。环保法规的出台促进了石油化工企业加大对污水处理技术的投入。为了满足环保要求，石油化工企业不得不投入更多的资金和技术力量，研发和应用新型污水处理技术，提高废水处理的效率和质量。环保法规的实施推动石油化工污水处理技术的创新和发展，在严格的环保法规的约束下，石油化工企业不得不寻求更加高效、环保的污水处理技术，以降低废水排放对环境的影响。这促进新型污水处理技术的研发和应用，推动石油化工污水处理技术的创新和发展。环保法规还促进了石油化工污水处理技术的标准化和规范化，为了保障废水处理的效果和质量，环保法规对石油化工污水处理技术的设计、建设、运行等方面提出明确的要求和标准。这促进石油化工污水处理技术的标准化和规范化发展，提高了废水处理的效率和质量。

结束语

石油化工污水处理技术的发展，不仅关乎企业的可持续发展，更是对环境保护的积极贡献。随着新型技术的不断涌现和环保法规的严格实施，有理由相信，未来的石油化工废水处理将更加高效、环保。让我们共同努力，不断探索创新，为保护我们共同的家园——地球，贡献出更多的智慧和力量。

参考文献

- [1]曾俊峰.石油化工污水处理措施优化[J].化学工程与装备,2020(05):282-283.
- [2]朱中元,卓毓科,屠伟斌,等.石油化工污水深度处理工艺探讨及设计[J].中国石油和化工标准与质量,2021,39(08):150-151.
- [3]张静华.石油化工化学污水处理技术探析[J].内蒙古煤炭经济,2020(15):43+45.