

化学沉淀法在化工污水处理中的应用与优化经济性

陆平峰(海南炼油化工有限公司,海南 儋州 578001)

摘要:本论文深入探讨化学沉淀法在石油化工行业污水处理领域的应用与优化。首先阐述化学沉淀法的基本原理,进而详细分析其在石油化工行业污水处理中的实际应用情况,揭示应用过程中面临的问题,并提出一系列具有针对性的优化策略,旨在提升化学沉淀法在污水处理中的效能,降低处理成本,减少二次污染,为污水处理技术的发展提供有益参考。

关键词:化学沉淀法;污水处理;应用;优化;经济性

中图分类号:X703 文献标识码:A 文章编号:1674-5167(2025)016-0079-03

Application and optimization economy of chemical precipitation method in chemical wastewater treatment

Lu Pingfeng(Hainan Refining Chemical Co., LTD, Danzhou Hainan 578001, China)

Abstract: This paper discusses the application and optimization of chemical precipitation method in the field of wastewater treatment in petrochemical industry. First, the basic principle of chemical precipitation method is described, and then its practical application in petrochemical industry wastewater treatment is analyzed in detail, the problems faced in the application process are revealed, and a series of targeted optimization strategies are proposed, aiming at improving the efficiency of chemical precipitation method in wastewater treatment, reducing treatment costs, and reducing secondary pollution. It provides a useful reference for the development of sewage treatment technology.

Key words: chemical precipitation method; Sewage treatment; Apply; Optimization; economy

随着全球工业化和城市化的快速推进,污水的产生量与日俱增,污水成分也变得愈发复杂多样。未经有效处理的污水直接排放,会对自然水体、土壤等生态环境造成严重破坏,威胁人类健康和生态平衡。因此,高效的污水处理技术成为环境保护领域的关键课题。化学沉淀法作为一种传统且应用广泛的污水处理方法,凭借其操作相对简便、处理效果显著等优势,在污水处理中占据重要地位。随着环保意识的增强和法律法规的完善,石油化工企业面临着越来越严格的环保要求。有效的污水处理技术不仅能减少废水排放中的污染物含量,符合环保标准,还能避免因环境污染引发的法律风险和社会责任问题,促进企业的可持续发展。

1 污水处理的重要性

污水处理是环境保护中不可或缺的一环,其重要性不言而喻。随着城市化进程的加快和人口的不断增长,大量的生活污水和工业废水被排入水体,严重污染了我们的水源,威胁着人类的健康和生存环境。石油化工废水处理过程中,通过先进的分离、提取和净化技术,可以回收水中的有用物质,如水资源、化学品原料等,实现资源的循环利用,降低生产成本,提高资源利用效率。因此,污水处理不仅是为了保护环境,更是为了保障人类的健康和生命安全。首先,污水处理能够保护水资源。未经处理的污水含有大量的

有害物质,如病菌、病毒、化学污染物等,这些物质如果直接排入水体,会对水生生物造成极大的伤害,甚至导致水生生态系统的崩溃。而经过处理的污水,其水质得到了改善,可以安全地用于农业灌溉、工业冷却等用途,从而实现了水资源的循环利用。其次,污水处理有助于改善环境质量。污水中的污染物如果直接排放到环境中,会对空气、土壤和地下水造成污染,影响人们的居住环境和健康。通过污水处理,可以减少污染物的排放,降低环境污染的风险,提高人们的生活质量。

2 化学沉淀法的基本原理

化学沉淀法的核心在于利用化学反应,促使污水中的污染物从溶解状态转化为沉淀状态,进而实现与水的分离。其原理基于物质的化学性质差异,通过向污水中添加特定的化学药剂——沉淀剂,沉淀剂与污水中的目标污染物发生化学反应,生成难溶性的物质。这些难溶性物质在重力作用下逐渐沉降至容器底部,从而使污水得到净化。例如,当处理含有某些金属离子的污水时,加入合适的沉淀剂后,金属离子与沉淀剂中的成分结合,形成不溶于水的金属化合物沉淀下来,实现金属离子从污水中的去除。这种方法的关键在于准确选择能够与目标污染物发生有效反应并生成难溶物的沉淀剂,以及合理控制反应条件,以确保沉淀反应能够充分进行。

3 化学沉淀法在石油化工行业污水处理中的应用

3.1 含重金属污水的处理

重金属如汞、镉、铅、铬等具有毒性大、在环境中难以降解的特点，对生态系统和人体健康危害极大。化学沉淀法在处理含重金属污水时发挥着重要作用。在实际操作中，针对不同的重金属离子，需要选择合适的沉淀剂。例如，对于一些重金属离子，氢氧化物沉淀剂可以使其形成难溶性的氢氧化物沉淀。通过调节污水的酸碱度，创造适宜的反应条件，使重金属离子与氢氧根离子结合生成沉淀。此外，硫化物沉淀剂也常用于处理含重金属污水，因为许多重金属的硫化物具有极低的溶解度，能够更有效地去除污水中的重金属离子。在某化工企业的含汞污水治理中，采用硫化物沉淀法，向污水中加入适量的硫化钠，汞离子与硫离子迅速反应生成硫化汞沉淀，经过后续的沉淀分离和过滤等工艺，污水中的汞含量大幅降低，达到了排放标准，有效避免了汞对环境的污染。

3.2 含磷污水的处理

磷是导致水体富营养化的关键因素之一，含磷污水主要来源于生活污水、工业废水，石油化工生产使用的原料中，如原油、天然气等，可能含有磷元素。化学沉淀法处理含磷污水是通过向污水中加入金属盐类沉淀剂，使磷酸根离子与金属离子结合形成难溶性的磷酸盐沉淀。常用的沉淀剂包括铝盐、铁盐和钙盐等。以铝盐为例，当向含磷污水中加入硫酸铝时，铝离子与磷酸根离子发生反应，生成磷酸铝沉淀，从而将磷从污水中去除。石油化工行业常常采用化学沉淀法与生物处理法相结合的方式来处理含磷污水。在生物处理的基础上，通过投加适量的沉淀剂，进一步降低污水中的磷含量，确保出水水质符合环保要求，有效防止水体富营养化现象的发生。

3.3 石油化工行业污水中悬浮物处理

针对含有重金属离子（如铁、铜、铅等）的污水，可以使用氢氧化物沉淀法。通过添加氢氧化钠（NaOH）等碱性物质，使重金属离子与氢氧根离子结合生成不溶于水的氢氧化物沉淀，进而通过沉淀和过滤过程将其从污水中去除。这种方法不仅有效去除重金属，还能调节污水的pH值，为后续处理创造有利条件。对于某些特定污染物，如含汞、镉等离子的废水，硫化物沉淀法是一种有效的处理方式。通过加入硫化钠（Na₂S）等硫化物，使这些金属离子转化为难溶的硫化物沉淀，实现污染物的有效去除。这种方法特别适用于处理高浓度、难降解的重金属废水。铁氧体是一种磁性材料，可用于处理含有铁离子的废水。通过控制反应条件，使铁离子与空气中的氧气及水中的氢氧

根离子反应生成铁氧体沉淀。这种方法不仅能有效去除铁离子，还能将生成的铁氧体作为磁性材料回收利用，具有较高的经济价值和环境效益。除了传统的无机沉淀剂外，有机高分子絮凝剂也被广泛应用于石油化工污水处理中。这类絮凝剂具有良好的架桥作用和电荷中和能力，能有效促进悬浮物及胶体颗粒的聚集和沉淀。常见的有机高分子絮凝剂包括聚丙烯酰胺（PAM）、聚乙烯醇（PVA）等，它们通过物理吸附和化学作用，显著提高沉淀效率，减少后续处理负担。

4 化学沉淀法在石油化工行业应用中存在的问题

4.1 沉淀剂的选择与用量问题

沉淀剂的选择对于化学沉淀法的处理效果至关重要。不同的污水成分和目标污染物需要不同类型的沉淀剂，但在实际应用中，准确选择合适的沉淀剂并非易事。其一，市场上沉淀剂种类繁多，性能各异，需要综合考虑沉淀剂的价格、处理效果、对后续工艺的影响等因素。其二，沉淀剂的用量难以精准控制。用量过少，无法使污染物充分沉淀，导致处理效果不佳；用量过多，会增加处理成本，可能引入新的杂质，对环境造成二次污染。例如，处理含重金属污水时，如果硫化物沉淀剂用量不足，重金属离子无法完全沉淀去除；而过量使用硫化物沉淀剂，会使处理后的污水中残留过多的硫离子，需要额外的处理步骤来去除。

4.2 污泥处理问题

化学沉淀法在处理污水过程中会产生大量的污泥。这些污泥中含有大量的污染物和沉淀剂，如果处理不当，将会对环境造成严重危害。首先，污泥的后续处置成本较高，需要专门的设备和场地进行脱水、填埋或焚烧等处理。其次，污泥中的重金属等有害物质可能会在处置过程中发生泄漏，污染土壤和地下水。例如，含重金属污泥在填埋过程中，如果防渗措施不到位，重金属离子可能会随着雨水的淋溶进入土壤和地下水中，造成土壤污染和地下水污染。此外，污泥的体积较大，运输和储存也存在一定困难。

4.3 处理成本问题

化学沉淀法的处理成本包括沉淀剂的采购成本、设备运行成本、污泥处理成本等多个方面。沉淀剂的价格因种类和纯度而异，一些高效的沉淀剂往往价格较高，增加了处理成本。设备的购置、维护和运行也需要大量的资金投入，例如，反应池、沉淀池等设备的建设和定期维护费用不菲。同时，污泥处理成本也是一个重要的开支项目，污泥的脱水、运输和最终处置都需要耗费大量的人力、物力和财力。

4.4 反应条件控制问题

化学沉淀反应的进行需要适宜的反应条件，如温

度、酸碱度 (pH 值)、药剂用量配比 (PAC/PAM) 等。在实际处理过程中, 要精确控制这些反应条件具有一定难度。温度的变化可能会影响沉淀反应的速率和沉淀的性质, 过高或过低的温度都可能导致处理效果下降。例如, 某些沉淀反应在低温下反应速率较慢, 难以达到预期的处理效果; 而在高温下, 可能会使沉淀剂发生分解或其他副反应。pH 值对沉淀反应的影响也非常显著, 不同的沉淀反应需要在特定的 pH 值范围内才能顺利进行。如果 pH 值控制不当, 可能会导致沉淀不完全或生成其他难以处理的物质。在处理含重金属污水时, 调节 pH 值是一个关键步骤, pH 值过高或过低都可能影响重金属离子的沉淀效果。

5 化学沉淀法的优化策略

5.1 沉淀剂的筛选与研发

为解决沉淀剂选择和用量问题, 需要加强对沉淀剂的筛选和研发工作。一方面, 深入研究不同沉淀剂对各类污染物的作用机理和效果, 建立沉淀剂选择的科学数据库, 以便根据污水的具体成分和处理要求快速准确地选择合适的沉淀剂。另一方面, 加大新型沉淀剂的研发力度, 开发高效、低成本、环境友好的沉淀剂。例如, 研发具有选择性吸附和沉淀作用的复合沉淀剂, 使其能够更有效地去除目标污染物, 同时减少沉淀剂的用量。除此之外, 还可以探索利用一些天然物质或工业废弃物作为沉淀剂的可能性, 降低沉淀剂的成本, 实现资源的循环利用。

5.2 工艺参数的优化

精确控制化学沉淀法的工艺参数是提高处理效果和降低成本的关键。通过实验研究和数学模型分析, 确定不同污水成分和处理要求下的最佳反应条件, 如温度、pH 值、反应时间、沉淀剂投加顺序等。采用自动化控制系统实时监测和调整工艺参数, 确保反应始终在最佳条件下进行。例如, 利用 pH 传感器实时监测污水的酸碱度, 并通过自动加药系统精确控制酸碱调节剂和沉淀剂的投加量, 使反应体系的 pH 值始终保持在适宜范围内。同时, 优化反应设备的结构和尺寸, 提高反应效率, 减少设备占地面积和运行能耗。

6 化学沉淀法在化工污水处理中应用的经济性

化学沉淀法作为化工污水处理的一种常用技术, 其经济性表现在多个方面, 不仅有效降低了废水中的污染物含量, 还兼顾了成本效益与环境保护的双重目标。以下是对其经济性优势的进一步探讨: 化学沉淀法通过向污水中投加特定的化学药剂 (如絮凝剂、中和剂等), 使污水中的悬浮物、重金属离子等污染物发生化学反应, 生成不溶或难溶的沉淀物, 进一步从水中分离出来。这一过程通常在较短时间内即可完成,

处理效率高, 并且相比其他高级氧化、膜分离等方法, 其运行成本相对较低, 适合大规模应用。沉淀过程中产生的污泥, 经过适当的处理 (如脱水、稳定化处理), 可作为原料用于建筑、道路建设等领域, 实现资源的再利用。这不仅减少了最终废弃物的产生, 还通过变废为宝的方式降低了整体处理成本。

通过化学沉淀法处理后的污水, 其水质通常能达到国家或地方的排放标准, 甚至可用于回用, 如工业冷却水系统、景观用水等, 从而减少了清洁水的消耗, 降低了水资源成本。此外, 减少未经处理或处理不彻底的污水排放, 有助于避免对自然水体造成二次污染, 长期来看有助于维护生态平衡, 减少因环境污染引发的治理成本和健康风险。化学沉淀法的持续改进和新型材料、技术的应用 (如纳米材料、智能控制系统), 使得处理效率和效果不断提升, 同时也带动了相关产业的发展, 如化学试剂的研发与生产、设备制造业的升级等, 形成了良性循环, 促进了整个产业链的经济发展。

7 结论

化学沉淀法作为污水处理的重要方法, 在含重金属污水、含磷污水及其他多种类型污水的处理中发挥着不可或缺的作用。然而, 在实际应用中, 它面临着沉淀剂选择与用量、污泥处理、处理成本和反应条件控制等诸多问题。通过采取沉淀剂筛选与研发、工艺参数优化、联合处理工艺应用、污泥处理创新以及加强运行管理与监测等一系列优化策略, 可以有效提升化学沉淀法的处理效能, 降低处理成本, 减少二次污染。未来, 随着环保要求的不断提高和技术的持续进步, 化学沉淀法在污水处理领域将不断发展和完善, 为保护生态环境和实现水资源的可持续利用做出更大的贡献。石化行业对化学沉淀法的前景在今后的研究中, 还应进一步深入探索化学沉淀法的作用机理, 加强与其他新兴技术的融合, 不断开拓创新, 推动化学沉淀法在污水处理中的广泛应用和高效发展。

参考文献:

- [1] 胡新洁. 生化处理技术在含油污水处理中的应用 [J]. 油气田环境保护, 2011(03):36-38.
- [2] 王波, 陈家庆, 梁存珍, 等. 含油废水气浮旋流组合处理技术浅析 [J]. 工业水处理, 2008, 28(04):87-92.
- [3] 靳银燕, 陈玉琴. 含油废水生物处理方法研究进展 [J]. 干旱环境监测, 2010, 24(2):112-116,+123.
- [4] 杨剑天. 含油污水处理工艺改进技术研究 [J]. 科学技术与工程, 2011(36):9057-9060.

作者简介:

陆平峰 (1998—), 男, 辽宁盖州人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 污水处理。