

浅谈化工园区混合化工废水处理技术

杜创浩

宁夏煤业甲醇分公司 宁夏 银川 750411

摘要: 化工园区混合化工废水含高浓度有机物、重金属等有害物质, 未经处理排放危害生态与人体健康, 处理它对环保、化工行业转型及履行社会责任意义重大。本文探讨了化工园区混合化工废水处理的重要性、来源与特点, 以及当前采用的多种处理技术, 这些技术各有优势, 组合使用能形成互补效应, 提高处理效率, 确保废水达标排放。

关键词: 化工园区; 混合化工; 废水处理; 技术

引言

化工园区作为化学工业生产的关键平台, 在生产环节中必然会产生大量的混合性化工废水。这些废水由于成分多样且含有诸多有害元素, 一旦未经适当处理就直接排放, 将会给生态环境和民众健康带来极大的威胁, 所以对混合化工废水的有效处理成为化工园区环境保护工作中的首要任务。本文将深入探讨混合化工废水的处理技术, 以期对相关领域的实践提供理论指导和技术支持。

1 化工园区混合化工废水处理的重要性

化工园区作为化学工业发展的重要载体, 承载着众多化工企业的生产活动, 生产过程中不可避免产生大量成分复杂的混合化工废水, 其往往含有高浓度有机物、无机盐、重金属离子及有毒有害物质, 若未经妥善处理直接排放, 会对水体、土壤乃至整个生态系统造成严重污染与破坏, 影响人类健康和生态平衡。从环境保护角度, 废水中有毒有害物质, 对水生生物毒性极高, 会破坏水生生态系统平衡, 导致生物多样性减少, 甚至引发水体富营养化、黑臭水体等问题, 还可能通过食物链积累影响人类健康, 引发神经系统损伤、内分泌紊乱、癌症等疾病, 所以有效处理废水、去除或降低有害物质浓度, 是保护水资源、维护生态平衡、保障人类健康的必要措施。同时混合化工废水处理是化工行业实现绿色转型和可持续发展的重要一环, 随着全球环保意识增强, 化工行业面临巨大环保压力, 传统粗放型生产方式难以为继, 需通过技术创新和产业升级实现清洁生产与资源高效利用, 而废水处理作为末端治理关键环节, 其效率与技术先进性直接影响企业环保达标情况与资源消耗水平, 推动相关技术研发与应用, 提高处理效率与水质标准, 是化工行业实现绿色转型、提升竞争力的必然选择。此外, 妥善处理化工园区混合化工废水也是响应国家政策法规、履行企业社会责任的重要体现, 我国出台了一系列水污染防治、环境保护和生态文明建设的法律

法规, 对工业废水排放提出严格标准与要求, 化工企业遵守法规、采取有效废水处理措施确保达标排放, 不仅是合法经营基本要求, 也是履行社会责任、树立良好社会形象的重要途径, 通过加强废水处理减少污染物排放, 可为改善环境质量、促进社会和谐做贡献^[1]。

2 化工园区混合化工废水的来源与特点

2.1 来源

化工园区作为化学工业蓬勃发展的核心平台, 在带来显著经济效益的同时, 也产生了大量复杂的混合化工废水, 废水处理问题日益突出。这类废水来源广泛、成分复杂, 给处理工作造成巨大挑战。化工生产过程是其主要来源, 不同化工产品制造流程差异巨大, 致使废水成分复杂多变。像石油化工领域的裂解、重整、加氢等关键环节, 以及炼油厂原油炼制过程, 都会产生含高浓度有机物、重金属、硫化物等有毒有害物质的废水, 此类废水化学需氧量(COD)高, 所含重金属和硫化物毒性极强, 对环境危害极大, 处理时既须具备强大处理能力的设施, 又要求处理工艺高效, 以应对其复杂成分与高污染程度。农药合成过程排放的废水含有有机磷、有机氯等物质, 这些有机物难降解且具有生物累积性和放大性, 会在生态系统中不断积累, 破坏生物链, 一旦进入自然水体, 便威胁水生生物生存繁衍, 影响生态平衡。精细化工和染料化工等领域产生的废水同样含有大量难降解有机物和有毒有害物质, 加大了处理难度, 常规处理方法难以达到理想效果。此外, 化工生产设备定期清洗及地面冲洗也是废水重要来源, 长期运行后的设备内部残留大量化工原料、中间产物和产品, 清洗时这些残留物质随清洗水排出, 形成高浓度且成分复杂的废水; 化工园区地面因长期接触各类化学品、油污, 冲洗后产生的废水含有多种复杂污染物。这些废水若未经妥善处理直接排放, 不仅严重污染周边环境, 其复杂成分还可能冲击废水处理设施, 干扰生物降解过程, 降低处理效率。

2.2 特点

混合化工废水作为化工园区生产活动中不可避免的副产物,其复杂性与处理难度对环境保护及可持续发展构成了严峻挑战。这类废水不仅含有多种具有特定化学结构和性质的有机物,如芳烃类、卤代烃类、酚类、醛类等,还可能包含重金属离子如汞、镉、铅、铬等,以及无机盐类如硫酸盐、硝酸盐、磷酸盐等,这些成分相互交织,显著增加了废水处理的复杂性。更为严重的是,废水中许多有机物如苯、甲苯、二甲苯等芳烃类物质及有机磷农药等具有显著的生物毒性,能够抑制微生物的生长和代谢,对生物处理工艺构成严重威胁;同时,重金属离子因其不可降解性和生物累积性,在环境中持续积累并通过食物链传递,最终对人类健康构成长期危害。高化学需氧量(COD)是混合化工废水的另一重要特征,大量未完全反应或分解的有机原料导致废水中有机物含量极高,进而大量消耗水体中的溶解氧,造成水体缺氧,影响水生生物的生存和繁衍。而废水中一些结构复杂的难降解有机物,如多环芳烃、卤代有机物等,对微生物的降解能力提出了严峻挑战,使得传统的生物处理方法如活性污泥法、生物膜法等在处理这类废水时往往难以取得理想效果。所以开发高效、针对性强的生物处理工艺,或结合物理、化学等预处理手段,提高废水的可生化性,已成为混合化工废水处理领域亟待解决的关键问题。

3 混合化工废水处理技术

3.1 物理处理技术

在物理处理技术中,沉淀法、过滤法和气浮法是三种常用的方法,沉淀法主要利用废水中悬浮颗粒与水的密度差异,在重力作用下使悬浮颗粒沉淀下来,从而实现固液分离。根据沉淀的类型,沉淀法可分为自由沉淀、絮凝沉淀、区域沉淀和压缩沉淀。自由沉淀是指悬浮颗粒在静止或缓慢流动的废水中,由于重力作用而自然下沉的过程;絮凝沉淀则是通过添加絮凝剂,使悬浮颗粒聚集成较大的絮体,加速其下沉速度;区域沉淀主要适用于高浓度悬浮颗粒的废水,通过控制水流速度,使悬浮颗粒在特定区域内沉淀;压缩沉淀则是利用污泥层的压缩作用,使悬浮颗粒进一步浓缩。过滤法则是通过使废水通过具有一定孔隙率的过滤介质,截留废水中的悬浮颗粒和胶体物质,实现固液分离。砂滤主要利用砂粒的截留作用,去除废水中的较大悬浮颗粒;活性炭过滤则利用活性炭的吸附性能,去除废水中的有机物、色素等;膜过滤则是一种更为高效的过滤方式,根据膜孔径的大小,可分为微滤、超滤、纳滤和反渗透等,能

够去除废水中的微小颗粒、溶解性有机物、无机盐等。气浮法是通过在废水中引入空气来生成微小的气泡,这些气泡能够吸附废水中的悬浮颗粒或乳化油等污染物,随后带着这些污染物上浮至水面,最终达到固体与液体或油与水分离的目的。

3.2 化学处理技术

一是化学氧化法,作为废水处理领域的一种高效手段,其核心在于利用强氧化剂的强大氧化能力,将废水中的有机物经历逐步的氧化过程,转化为无害物质,具体包括二氧化碳、水以及无机化合物,这一过程中,臭氧(O_3)、过氧化氢(H_2O_2)和二氧化氯(ClO_2)等强氧化剂扮演着至关重要的角色。以臭氧氧化为例,它强大的氧化性能够迅速与废水中的有机物发生反应,不仅能够有效破坏有机物的分子结构,还能将其转化为易于生物降解的小分子物质,从而显著降低废水的化学需氧量(COD)和生物毒性,并且臭氧氧化还具有反应速度快、处理效率高、不产生二次污染等优点,尤其适用于处理含有难降解有机物和生物毒性物质的废水。二是混凝沉淀法,通过向废水中投加混凝剂,利用混凝剂在水中水解产生的高价多核络离子,对废水中的胶体和细微悬浮物产生压缩双电层、吸附电中和、吸附架桥等作用,使其凝聚成较大的絮体,随后通过沉淀的方式从废水中去除,这一过程不仅能够有效去除废水中的悬浮物和胶体物质,还能在一定程度上降低废水的浊度和色度,混凝沉淀法具有操作简便、处理效果稳定、对水质适应性强等优点,广泛应用于化工、印染、造纸等行业的废水处理中。三是中和法,是针对废水酸碱度问题的有效解决方案,通过向酸性或碱性废水中投加适量的碱性或酸性物质,调节废水的pH值,使其达到中性或接近中性,从而满足后续处理工艺的要求,中和法不仅能够解决废水酸碱度过高或过低的问题,还能在一定程度上降低废水的腐蚀性,保护后续处理设备的安全运行,而且对于含有重金属离子的废水,中和法还能通过调节pH值,促进重金属离子的沉淀,从而实现重金属离子的有效去除^[2]。

3.3 生物处理技术

生物处理技术在混合化工废水处理领域占据核心地位,它依赖于微生物的代谢活动,将废水中的有机物转化为无害物质,具有环境友好、处理成本低廉及能够资源化的显著优势,根据微生物对氧气的需求不同,生物处理技术主要分为好氧生物处理法、厌氧生物处理法以及生物强化技术三大类。(1)好氧生物处理法是在富含氧气的条件下,利用活跃的好氧微生物的代谢作用,逐

步将废水中的有机物氧化分解成二氧化碳和水,使微生物不仅获取了生长所需的能量和营养物质,同时也实现了废水的净化。活性污泥法和生物膜法是两种常见的好氧生物处理工艺。活性污泥法通过连续曝气维持废水中的溶解氧浓度,活性污泥中的微生物群体形成一个复杂的生态系统,它们通过吸附、降解等机制有效去除废水中的有机物、氮、磷等污染物。生物膜法则是在反应器内设置填料,微生物在填料表面附着形成生物膜,废水流经时,生物膜上的微生物利用有机物进行代谢活动,达到净化废水的目的。(2)厌氧生物处理法则是在无氧或氧气含量极低的条件下,通过厌氧微生物的代谢活动,废水中的有机物被转化为甲烷、二氧化碳、硫化氢等气体,同时产生少量的细胞生物质,厌氧生物处理过程通常分为水解酸化、产氢产乙酸和产甲烷三个阶段。在水解酸化阶段,复杂有机物被分解为简单有机物;产氢产乙酸阶段,这些简单有机物进一步转化为乙酸、氢气等;最终,在产甲烷阶段,乙酸和氢气被产甲烷菌转化为甲烷和二氧化碳。厌氧生物处理法不仅能够有效去除有机物,还能产生可再生能源-沼气,具有资源回收和环境友好的双重优势,但是厌氧处理对废水的水质条件较为敏感,且处理周期相对较长,所以常与好氧处理法结合使用,形成厌氧-好氧(A/O)或序批式活性污泥法(SBR)等组合工艺,提高处理效率和稳定性。(3)生物强化技术是一种创新的生物处理方法,通过向生物处理系统中引入或培育具有高效降解特定污染物能力的微生物菌株,以增强系统对难降解有机物的处理能力,这些高效降解菌可通过自然筛选、基因工程改造或驯化培养获得。与传统的生物处理方法相比,生物强化技术具有针对性强、处理效率高、适应范围广等优势,它不仅能够对废水中的特定污染物进行高效去除,还能在较低浓度下发挥作用,减少处理时间和能耗。生物强化技术还能提高生物处理系统的稳定性和抗冲击负荷能力,对于应对水质波动和突发污染事件具有重要意义。

3.4 组合处理技术

在混合化工废水处理的复杂挑战面前,单一处理技

术往往力不从心,难以满足高效净化与达标排放的双重标准。所以组合处理技术应运而生,它巧妙融合了物理、化学和生物处理技术的精髓,形成了强大的互补效应,首先,物理处理技术作为初步手段,利用重力作用分离悬浮固体和部分重金属离子,迅速降低废水中的悬浮物浓度,为后续处理奠定基础;紧接着使用化学处理技术,特别是化学氧化法,利用强氧化剂的强大氧化能力,将难降解有机物分解成小分子物质,这些易于生物降解的产物为后续的生物处理铺平了道路,同时提升了废水的可生化性。另一方面,化学-生物组合处理技术也颇为常见,它先以化学处理为预处理步骤,通过化学药剂调整废水性质,随后生物处理法,包括好氧与厌氧工艺,接手去除有机物,将其转化为无害的二氧化碳和水,这一过程不仅提高了处理效率,还因生物处理的成本优势而降低了整体费用。物理-生物组合处理技术同样值得关注,其中物理处理即可作为预处理去除悬浮颗粒和胶体,保障生物处理的进水质量,也可作为后处理,去除生物处理后残留的有机物和微生物,确保出水水质达标^[3]。

结语

综上所述,混合化工废水的处理技术涉及物理、化学、生物及组合处理等多个方面。通过综合应用这些技术,可实现对混合化工废水的有效处理,去除有害物质,提高水质标准,实现达标排放。未来,随着科技的不断进步和环保要求的日益提高,混合化工废水的处理技术将朝着更高效、更环保的方向发展,为保护生态环境和人类健康做出更大贡献。

参考文献

- [1]田庄.化工企业废水处理现状及处理工艺分析[J].山西化工,2021,41(3):180-182.
- [2]王海棠.预处理+生化+Fenton氧化+活性炭吸附工艺处理化工园区混合废水[J].辽宁化工,2021,50(3):53.
- [3]胡珍珠,王巍巍.生物化工企业废水处理中除磷机理及工艺分析[J].云南化工,2021,48(2):50-51.