

环境工程化工企业废水处理技术分析

涂家和 刘 琨 刘 岗

大庆高新石油化工有限公司 黑龙江 大庆 163700

摘要: 环境工程化工企业废水处理技术分析, 针对当前化工企业废水处理面临的技术挑战与环保需求, 综述了深度处理技术、资源化利用技术及智能化与自动化技术等新型废水处理技术的应用。通过对比传统处理工艺, 探讨了新技术在提升废水处理效率、降低处理成本、实现资源循环利用等方面的优势。研究指出, 新型废水处理技术的研发与应用, 对于推动化工企业绿色发展、保护生态环境具有重要意义。

关键词: 环境工程; 企业废水; 处理技术

1 废水处理技术在环境工程中的重要性

废水处理技术在环境工程中占据着举足轻重的地位。第一, 废水处理技术有助于保护水资源, 水是生命之源, 对于维持生态平衡和人类生活至关重要。通过有效的废水处理, 可以将废水中的有害物质去除或降低至安全水平, 从而避免这些有害物质对水资源造成污染, 保障水资源的可持续利用。第二, 废水处理技术对维护生态平衡具有关键作用, 废水中含有的重金属、有机物、微生物等污染物如果未经处理直接排放, 会对水生生物和整个生态系统造成破坏。通过废水处理, 可以显著降低这些污染物的浓度, 减少对生态系统的负面影响, 维护生态平衡的稳定。第三, 废水处理技术还促进了社会的可持续发展, 随着环保意识的提高和环保法规的完善, 废水处理已成为企业和社会必须承担的责任。通过采用先进的废水处理技术, 企业可以降低生产成本, 提高资源利用效率, 实现经济效益和环保效益的双赢, 这也为社会提供了更多的就业机会和绿色发展的动力。

2 环境工程化工企业废水来源

2.1 生产工艺废水

生产工艺废水是化工企业废水的主要来源之一, 它直接产生于产品的生产过程。化工企业的生产工艺通常涉及化学反应、物质转化、分离提纯等多个环节, 这些环节往往伴随着大量废水的产生。生产工艺废水的成分复杂, 含有各种有机物、无机物、重金属离子、酸碱物质以及有毒有害物质。这些物质的浓度和种类因生产工艺的不同而有所差异, 但无一例外地都对环境和人体健康构成潜在威胁。生产工艺废水的产生与化工企业的生产规模、产品类型以及生产工艺的先进性密切相关^[1]。在生产工艺的各个环节中, 原料的预处理、反应过程中的溶剂使用、产品的分离提纯以及副产品的生成等, 都可能产生大量的废水。这些废水若未经妥善处理直接排

放, 将对环境造成严重的污染。

2.2 冷却水与冲洗水

冷却水和冲洗水是化工企业废水的另一重要来源。在化工企业的生产过程中, 许多设备需要冷却以维持正常的运行温度, 这就产生了大量的冷却废水。这些冷却废水通常含有较高的盐分、油类物质以及少量的有机物和无机物, 化工设备的清洗和维护过程中也会产生大量的冲洗废水, 这些废水往往含有较高的悬浮物、油脂以及可能残留的化学物质。冷却水和冲洗水的排放量和成分受多种因素的影响, 包括生产设备的类型、运行状况、清洗频率以及清洗剂的种类等。在化工企业的日常运营中, 冷却水和冲洗水的排放量往往较大, 且由于这些废水中含有的物质可能对环境 and 生态系统造成负面影响, 因此其处理和排放问题不容忽视。

3 现有废水处理技术分析

3.1 物理处理法

3.1.1 重力分离法。重力分离法通过利用重力的原理将污水中的悬浮物和水体脱离, 从而消除了漂浮物而使污水净化的技术。重力分离法一般包括下沉和上升(气浮)两类。沉降则是指悬浮液比重等于污水者下沉, 而上升则是指悬浮液比重等于污水者上升。沉降设备主要有沉淀池、沉砂池等, 而上升设备则主要有气浮池以及附属设备。

3.1.2 离心分离法。离心分离法使用装满污水的容器高速旋转产生的离心力作用消除污水中漂浮粒子的方式。离心分离装置中一般有离心分离泵与水旋电话式电脑分离器等。在离心分离过程中, 悬浮粒子由于重量过大受较大离心力的影响被抛向外部, 而废气则留在内侧面, 再经由不同的进出口排放, 从而完成了漂浮粒子与废气的分离。

3.1.3 筛滤截留法。筛滤拦截技术是通过留有孔眼的

设备或由特定介质形成的过滤层拦截污水中的悬浮固体的技术。主要设备包括格栅、筛网、砂滤池设备、微孔过滤机等。烤架主要用来截阻大块固体废水，而筛网则用来截阻去除废水中的植物纤维、水泥砂浆和比较微细的悬浮液。砂滤装置和微孔滤机则用来过滤截留比较细微的悬浮液。

3.1.4 其他物理处理法。除上述方法外，还有废水蒸发处理法、废水气液交换处理法、废水高梯度磁分离处理法、废水吸附处理法等。这些方法在不同情境下有其独特的适用性和优势。物理处理法的优点在于设备简单、操作方便、分离效果良好，因此在废水处理中得到广泛应用。物理处理法通常只能去除废水中的悬浮物和部分胶体，对于溶解性污染物则难以去除。

3.2 化学处理法

3.2.1 中和法。中和法广泛应用于处理酸性和碱性废水，通过添加酸或碱使废水pH值达到中性或接近中性。中和法可以去除废水中的酸碱污染物，为后续的废水处理创造有利条件。

3.2.2 混凝法。混凝法是通过向废水中投加混凝剂，使其中的胶粒物质发生凝聚和絮凝而分离出来，以净化废水的方法。混凝剂分为无机盐类和高分子物质两类^[2]。水溶性无机盐的混凝剂，如铝盐（硫酸铝、硫酸铝钾、铝酸钾等）、铁盐（三氯化铁、硫酸亚铁、硫酸铁等）等；高分子材料混凝剂主要可分为聚合氯化铝、聚丙烯酰胺等。混凝法能够高效除去工业废水中的微细悬浮物和胶状，从而增加了工业废水的透明度。

3.2.3 化学沉淀法。化学沉淀法是通过化学反应使废水中呈溶解状态的重金属转变为不溶于水的重金属化合物，通过过滤和分离使沉淀物从水溶液中去。常用的沉淀剂有石灰、硫化物和钡盐等。化学沉淀法常用于处理含重金属的废水，如电镀废水、冶炼废水等。

3.2.4 氧化还原法。氧化还原法是利用氧化剂或还原剂将废水中的污染物氧化或还原为无害物质的方法。常用的氧化剂有氯、臭氧、过氧化氢、高锰酸钾等；还原剂则包括铁粉、硫酸亚铁等。氧化还原法可以有效去除废水中的有机污染物、氰化物、硫化物等。

3.2.5 萃取法。萃取法是利用某种溶剂对废水中的污染物进行选择溶解，从而实现污染物与废水的分离。萃取法常用于处理含有难降解有机污染物的废水，如印染废水、农药废水等。

3.3 生物处理法

3.3.1 需氧生物处理法。需氧生物处理法利用需氧微生物在有氧条件下将废水中复杂的有机物分解的方法。

生活污水中的典型有机物包括碳水化合物、合成洗涤剂、脂肪、蛋白质及其分解产物等。这些有机物在微生物酶的催化作用下被氧化降解，最终转化为二氧化碳、水和微生物原生质。需氧生物处理法的主要工艺包括活性污泥法、生物膜法等。

3.3.2 厌氧生物处理法。厌氧生物处理法利用厌氧微生物在无氧条件下将废水中的有机物分解为甲烷和二氧化碳等气体的方法。厌氧生物处理法适用于处理高浓度的有机废水，如食品工业废水、造纸工业废水等。厌氧生物处理法的主要工艺包括厌氧消化池、上流式厌氧污泥床（UASB）等。

3.3.3 生物化学法。生物化学法是通过微生物处理含重金属废水，将可溶性离子转化为不溶性化合物而去除的方法。典型的生物化学法包括硫酸盐生物还原法，该法是在厌氧条件下硫酸盐还原菌通过异化的硫酸盐还原作用，将硫酸盐还原成硫化氢，废水中的重金属离子可以和所产生的硫化氢反应生成溶解度很低的金属硫化物沉淀而被去除。

3.3.4 生物絮凝法和生物吸附法。生物絮凝法是利用微生物或微生物产生的代谢物进行絮凝沉淀的一种除污方法。生物吸附法则是利用微生物的吸附能力去除废水中的污染物。这两种方法常用于处理含有重金属离子和难降解有机物的废水。生物处理法的优点在于处理成本低、操作管理方便、无二次污染等。

3.4 高级氧化技术

3.4.1 芬顿氧化法。高级氧化技术（Advanced Oxidation Technology, AOT）是利用化学反应过程中产生的强氧化基团——羟基自由基（ $\cdot\text{OH}$ ）及一系列链式反应将有机物氧化分解成小分子直至降解为二氧化碳、水和无机盐的技术^[1]。芬顿氧化法是利用亚铁离子和过氧化氢反应生成羟基自由基，从而氧化分解废水中的有机物。芬顿氧化法适用于处理含有难降解有机物的废水，如印染废水、农药废水等。

3.4.2 光催化氧化法。光催化氧化法是利用半导体材料在光照条件下产生的光生电子和空穴，引发一系列化学反应，从而氧化分解废水中的有机物。光催化氧化法具有反应条件温和、操作简便、无二次污染等优点。

3.4.3 臭氧催化氧化法。臭氧催化氧化法是利用臭氧在催化剂的作用下产生的强氧化性物质，如羟基自由基，氧化分解废水中的有机物。臭氧催化氧化法适用于处理含有难降解有机物和色度的废水。

3.4.4 电化学氧化法。电化学氧化法是利用电解作用产生的强氧化性物质，如羟基自由基、氯气等，氧化分

解废水中的有机物。电化学氧化法具有处理效率高、操作简便等优点,但能耗较高。

3.4.5 超声氧化法和超临界水氧化法。超声氧化法是利用超声波产生的空化效应和自由基效应,氧化分解废水中的有机物。超临界水氧化法则是利用超临界水(温度和压力均高于水的临界点)作为反应介质,使有机物在超临界水中被氧化分解。这两种方法都适用于处理含有难降解有机物的废水。高级氧化技术的优点在于处理效率高、适用范围广、处理速度快等。

4 新技术与工艺在废水处理中的应用

4.1 深度处理技术

4.1.1 高级氧化工艺(AOPs)的深化应用。高级氧化工艺通过产生高活性的羟基自由基($\cdot\text{OH}$)等氧化剂,能够无选择性地快速氧化分解废水中的有机物,甚至将其矿化为二氧化碳和水。近年来,随着催化剂性能的提升和反应条件的优化,AOPs在深度处理中的应用愈发广泛,特别是在去除难降解有机物方面展现出显著优势。

4.1.2 膜分离技术的创新。膜分离技术,如纳滤(NF)、反渗透(RO)及电渗析(ED)等,因其高效、节能、易于操作的特点,在废水深度处理中占据重要地位。随着膜材料科学的发展,新型膜材料如石墨烯基膜、高分子复合膜等不断涌现,这些新型膜不仅提高了分离效率,还增强了抗污染性和耐用性,降低了运行成本。

4.1.3 吸附与离子交换技术的革新。吸附与离子交换技术通过物理或化学作用,将废水中的污染物吸附或交换到固体介质上,从而实现净化目的。近年来,新型吸附材料如磁性纳米颗粒、生物炭、改性粘土等的研究与应用,显著提高了吸附效率和选择性,为深度处理提供了更多选择。

4.2 资源化利用技术

4.2.1 能源回收技术。废水中的有机物和无机物蕴含着丰富的能源潜力。通过厌氧消化、微生物燃料电池(MFC)等技术,可以将废水中的生物质能转化为电能或热能,实现能源的回收与利用。这些技术不仅降低了废水处理的能耗,还为可再生能源的开发提供了新的途径。

4.2.2 物质回收与再利用。废水中的金属离子、盐类、有机物等都可以通过特定的工艺进行回收和再利用。这些回收的物质可以应用于工业生产、农业施肥等多个领域,实现了资源的有效循环利用。

4.2.3 生态修复与水体净化。生态修复技术利用自

然生态系统的自净能力和生物多样性,通过构建人工湿地、稳定塘、生态浮岛等生态系统,实现废水的自然净化与生态修复。这种方法不仅能够有效去除废水中的污染物,还能恢复和提升水体的生态功能,促进生物多样性的恢复^[4]。

4.3 智能化与自动化技术

4.3.1 智能监控系统。智能监控系统通过集成传感器、物联网、大数据等技术,实时监测废水处理过程中的水质参数、设备运行状态等关键信息,为决策者提供准确、及时的数据支持。这些系统能够自动预警潜在问题,优化运行参数,确保废水处理过程的安全、稳定和高效。

4.3.2 自动化控制系统。自动化控制系统通过PLC(可编程逻辑控制器)、SCADA(监控与数据采集系统)等技术,实现了废水处理过程的自动化控制。这些系统能够根据预设的算法和策略,自动调节设备的运行状态、加药量、曝气量等,确保废水处理过程达到最佳效果,自动化控制系统还能降低人工干预的频率和强度,提高处理效率。

4.3.3 远程运维与智能诊断。远程运维与智能诊断技术利用云计算、人工智能等技术,实现了废水处理设施的远程监控、故障诊断和运维管理。这些技术能够及时发现并解决设备故障,降低运维成本;通过数据分析与挖掘,还能为废水处理工艺的优化提供科学依据。

结束语

环境工程化工企业废水处理技术的不断创新与应用,是应对当前环境挑战、实现可持续发展的重要途径。未来,随着科技的不断进步,废水处理技术将更加智能化、高效化、绿色化。期待,通过全社会的共同努力,推动化工企业废水处理技术迈向新高度,为保护地球水资源、构建生态文明社会贡献力量。

参考文献

- [1]解增光,吕勇,张玲.电化学废水处理技术在冶炼废水中的应用[J].有色矿冶,2021,37(06):49-53.
- [2]李丰欣.环境工程化工企业废水处理技术研究[J].化工管理,2021(27):34-35.
- [3]肖颂娜,林保红.环境工程污水处理中膜生物反应技术分析[J].皮革制作与环保科技,2022,3(02):13-15.
- [4]史振涛.环境工程中污水和废气处理工程研究分析[J].清洗世界,2021,37(10):109-110.