

Research on Water Pollution Control Technology and Wastewater Recycling Measures

Xiangji Li

Beikong Water Group Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

Abstract

At present, the situation of water pollution control in China is still severe, and the efficiency of sewage recycling is relatively low, only reaching shallow utilization. In view of this, it is necessary to comprehensively examine the complex situation of water pollution in China and conduct systematic research and analysis on water pollution prevention, control, and recycling. By analyzing the multidimensional characteristics of water pollution problems and extracting the core challenges faced by current water pollution prevention and control strategies, a comprehensive water management improvement plan can be designed with targeted focus on optimizing technical strategies, adopting efficient and environmentally friendly pollution control technologies, and innovative methods for sewage recycling. This can effectively reduce pollution emissions at the source and significantly improve the recycling rate of water resources, contributing to the construction of ecological civilization and the achievement of sustainable development goals.

Keywords

water pollution treatment technology; sewage recycling; measures

水污染治理技术与污水再生利用措施研究

李相继

北控水务集团有限公司，中国·广东 广州 510000

摘要

当前，中国水污染治理形势依然严峻，而污水的再生利用效率却相对低下，仅触及浅层利用。鉴于此，全面审视中国水污染的复杂现状，深入开展水污染防治及再生利用系统性的调研与分析工作是非常必要的。通过剖析水污染问题的多维度特征，提炼当前水污染防治策略面临的核心挑战，从而有针对性地设计一套综合性的水管理改进方案，将焦点聚集于技术策略优化，采用高效、环保的污染治理技术，以及污水再生利用的创新方法，可在源头上有效减少污染排放，同时显著提升水资源的循环利用效率，为构建生态文明、实现可持续发展目标贡献力量。

关键词

水污染治理技术；污水再生利用；措施

1 引言

近年来，物理、化学及生物科学在水质控制领域取得了显著进展，这些技术的实际应用效果尤为突出。其中，物理与化学基础技术作为主流方法，因其广泛的实施性和卓越的效果备受青睐。然而，鉴于各类技术在实际操作中的效率与适应性差异，选择最契合当前水质状况的管理策略显得尤为关键。

本研究旨在深入剖析当前备受关注的水污染控制方法，探讨其在水资源管理中的实际应用案例，同时聚焦污水再生利用技术的有效性与实践路径。通过系统研究，为优化水质管

理策略、提升污水资源化利用率提供科学依据和实践指导，进而推动水资源的可持续利用与环境保护的协同发展。

2 水污染治理技术的分类与应用

2.1 物理治理技术

2.1.1 沉淀与过滤

沉淀的方法主要依赖污水中悬浮粒子与水之间的密度变化，并且因重力作用，使这些颗粒沉入池子的底部。鉴于沉淀步骤具有较低的能源消耗以及少量的占地面积，因此在污水处理这一领域得到了广泛的应用。在工业废水及生活污水处置中，沉淀技术得到了广泛的运用，尤其是在处置具有较大颗粒大小的污染物时表现得十分出色。目前在中国，沉淀池的研究主要集中在沉淀池的结构设计上，但关于沉淀池的操作管理和维护的研究却相对较少。沉淀池经常作为废水预处理阶段的一种重要手段，旨在通过沉降作用来清除大量悬浮颗粒，从而有效地减轻后续处理过程的压力负担。主流

【作者简介】李相继（1989-），男，中国广东汕头人，本科，工程师，从事水污染防治理论与技术、排水管网系统设计建设及运营研究。

的污水处理技术包括曝气生物接触氧化处理技术以及气浮和吸附的联合处理方法等。

过滤主要通过滤材的选择机制,有效地捕捉和保存污水中的微粒。现在广泛采用的过滤技术包括机械法、膜分离等,而化学降解法在这些方法中是最为普遍的方法。常用的过滤材料包括了砂、石英、纤维质和多孔材料。目前市场上,最常用的滤芯有石英砂、钢质球、玻璃纤维以及陶瓷。过滤技术主要负责去除微量的浮颗粒,在市政污水以及工业废水的详细处理中,它已经得到了广泛的应用场景。随着科技进步的推动,传统的过滤手段已不再符合大众的污水处理标准,故新型过滤技术应时而生。当代的滤除手段还结合了机械过滤技术如压力过滤和真空处理,这大大提高了处理的效益。

2.1.2 吸附技术

吸附方法是指借助吸附剂表面的吸附特性来吸附污染物,从而达到从水体中对污染物进行高效分离的效果。由于吸附剂拥有高度化学稳定性和出色的物理吸附特性,所以在污水处理应用中得到了广泛的推广。在吸附材料种类方面,常见选用的包括活性炭、沸石及硅胶等材料。吸附法已经成为目前水处理领域内应用最广泛的技术手段之一。吸附法尤其适用于那些在水环境下通过沉降和过滤手段难以有效去除的各类有机污染物及重金属离子的处理。现阶段,活性炭、沸石和氧化铝是最常用的吸附剂。活性炭通过吸附技术被广大地用于废水的深层净化任务,这包括去除饮用水的不正常异味和清除其中的有机成分。沸石作为一种天然的矿物材料,其拥有独特的微孔结构以及较为强大的离子交换的能力被广泛地应用于水中重金属离子以及氨氮的去除。沸石的三维的网状结构可以很好地捕捉到水中含有的污染物质,然后通过离子的交换反应,置换出无害的离子从而净化水的质量。相比活性炭沸石的成本比较的低,并且可以在一定程度上循环利用,所以在工业废水处理以及农村的水源保护等方面具有比较大的应用的潜力。膜分离技术如图1所示。

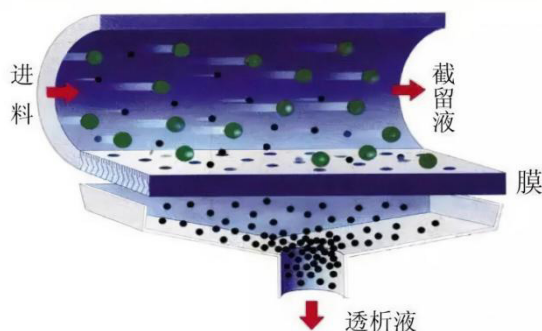


图1 膜分离技术

2.2 化学治理技术

2.2.1 化学沉淀法

化学沉淀法是一种独特的技术,通过向废水中注入某

种化学成分,从而使得已经溶出的污染物得以沉淀,生成了难以溶解的物质,再通过沉淀或过滤手段,将这些不溶于水的物质从水体中分离出来。在处理污水的过程当中,采用化学沉淀剂技术能够实现高效的能效,减少二次污染现象,降低成本,并且操作流程简单便捷,因此已广泛应用于各种污水处理技术之中。我们常能接触到的化学沉淀物质包括但不限于石灰、硫化物以及氢氧化物。该技术被广大研究者采纳以去除污水中的重金属如铬、镉、铅等成分^[1]。

2.2.2 氧化还原技术

氧化还原技术主要用于清除各类有毒、有害的有机污染元素和重金属,比如高含量的酚和氰化物等。现如今,臭氧氧化法被广泛认为是一种高效的废水预处理手段,并在工业废水处理行业中得到了广泛的应用。在深度处理废水过程中,由于臭氧氧化法具备卓越的氧化作用以及零残余性污染特点,所以得到了广泛的应用和认可。臭氧氧化法是一种利用催化剂进行氧化的手段,以净化水里的有害生物。氧化还原的一个突出特点是可以快速地降低水中污染物的浓度,但这种技术的投资成本较大,并且必须遵守严格的现场反应条件。氧化还原技术如图2所示。

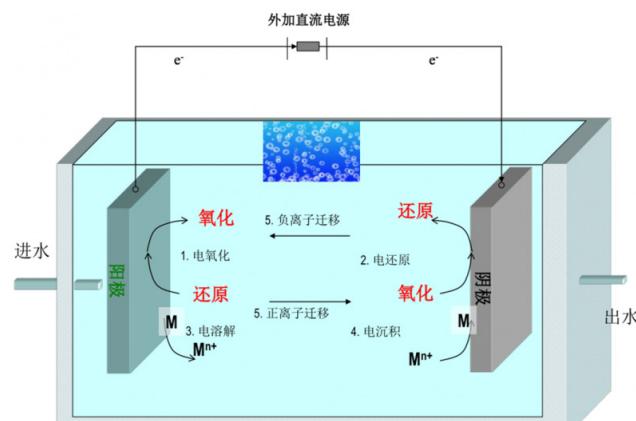


图2 氧化还原技术

2.3 生物治理技术——好氧、厌氧生物处理

好氧生物处理方法在一个氧气含量丰富的条件下,利用好氧微生物分解污水里的有机物质。目前,研究在污水处理领域中如何利用好氧的工艺流程是提升污水处理效率的焦点之一。主要采用的好氧解决方案包括活性污泥处理方法以及生物滤池的处理工艺。曝气氧化沟这个技术是通过利用厌氧环境生成的沼气作为能源,在管道内部将其传输到曝气池,进而在曝气器内部创建一个缺氧区域。这项技术专门用于城市废水和一些高有机污染的工业废水的处理,它可以显著减少其中的有机物含量,并且也有助于降低化学需氧量(COD)的标准。至今,国内外的科研人员已经把这一处理工艺成功地运用到了生活废水净化、工业废水处置等多个应用领域。好氧处理的一个主要优势是它具有高效的去除效果和较为完善的技术水平,但由于运营开销偏高,因此需要持续提供氧气。

厌氧生物处理是一个无氧条件下,利用厌氧微生物把有机污染物转化成甲烷、二氧化碳等气态成分的活动。该技术以其低运营成本、小的土地面积和零二次污染等特性脱颖而出,被公认为废水处理领域里最有潜力和前景的方法之一^[2]。

这种技术经常用于处理由食品处理、造纸、制药等领域产生的高浓度有机排放废水。厌氧消化道处理技术以其简洁的操作流程、低能源消耗和无二次环境污染等优点而著称。厌氧处理拥有较低的能量消耗优点,并可以产生用于节能回收的生物物质。但与氧处理相比,它的处理速度更慢,并且所需的启动周期会更长。具体厌氧处理可以分为四个阶段,分别是水解、酸化、产乙酸以及产甲烷。在水解阶段,大分子的有机物比如蛋白质和碳水化合物及脂肪等会被厌氧微生物分泌的水解酶分解。水解后产生的小分子有机物比如葡萄糖等被酸化菌进一步的发酵,生成了短链脂肪酸以及氢气、二氧化碳等气体。之后,产乙酸菌将酸化阶段产生的诸如短链脂肪酸和酒精以及氢气等物质转化为乙酸和氢气以及二氧化碳等物质。最后甲烷菌将乙酸和氢气以及二氧化碳转化为甲烷和少量的二氧化碳。

3 污水再生处理技术

3.1 膜分离技术(超滤、纳滤、反渗透)

在当今污水再生处理的技术蓝图中,膜分离技术以其卓越的效能与效率,无可争议地占据了核心地位。随着中国污水处理规模的不断扩张,膜分离技术在推动污水资源化利用方面的重要性日益凸显,成为实现水资源循环利用的关键力量。

这项技术精髓在于其采用的选择性渗透膜,能够精准高效地从复杂废水体系中分离出污染物,从而产出清澈纯净的再生水。膜分离技术的多样性源自膜孔径的精细调控,涵盖了超滤、纳滤及反渗透等多种先进工艺。

超滤膜,作为膜材料领域的创新之星,以其卓越的耐酸性能和宽泛的孔径范围,在污水处理的初步阶段大放异彩。它能有效截留悬浮物、胶体及细菌等大尺寸污染物,为水质净化奠定坚实基础。超滤膜表面那层致密均匀的薄膜,更是对高分子量有机与无机阳离子杂质构成了有效屏障,在水处理浓缩过程中展现出非凡能力。

相比之下,纳滤膜以其更为精细的孔径,专攻水体中的有机分子、重金属离子及小分子污染物的深度清除,广泛应用于工业废水与生活污水的净化处理,助力水质达到更高标准。

而反渗透技术,则是膜分离领域的巅峰之作。凭借其微小的孔径结构,它能够穿透性地去除水中绝大部分溶解性物质,包括盐分、有机污染物乃至病毒,实现水的极致浓缩、纯化与回收再利用。这一技术在海水淡化与废水高级处理领域展现出无与伦比的优势,引领着水资源高效利用的新潮流。

综上所述,膜分离技术的不断优化与创新,正深刻改变着污水处理的格局,为构建绿色、可持续的水资源管理体系提供了强有力的技术支撑。

3.2 人工湿地处理技术

人工湿地的处理策略是模拟自然湿地生态的水文与生物特性,利用植物、土地以及微生物之间的结合,来实现污水净化。通过此方法,我们能够在污水和湿地之间实现能源的交换、物质的循环以及信息的传递。当废水经由人工湿地流动,植物根部与微生物的新陈代谢能够有效地消除污水中的有机物、氮气、磷等有害物质,进而确保水质得到纯净^[3]。人造湿地还有助于分解水体中的有害物质,并能够减少或去除污染物的毒害。人工湿地技术在生态友善、成本较低及高度的持续性方面受到广泛赞誉,尤其是在农村污水处理、社区居民日常污水及低密度的工业废水管理上,其表现尤为突出。

3.3 生物膜技术

生物膜技术是一种特殊的处理技术,它通过处理附着在固体载体上的微生物来降解污水中的有机污染物。该过程涉及使用物理附着和化学氧化手段来清除废水中的部分有害元素。生物膜内存在的微生物,通过它们的代谢行为,有能力将污水里的有机物转化为对环境无害的二氧化碳和水,这也助推了污水净化工作的进程。近年来,随着研究的不断深入,生物膜技术作为新兴的环保利器,其巨大的未来潜力和广阔的发展前景日益受到瞩目。生物膜技术通常有几种主要的应用,包括生物滤池、曝气生物滤池和生物转盘等多种形态。在众多种类中,生物滤池因其出色的抗冲击特性而在生活饮水处理中得到了广泛运用。生物膜处理技术因其出色的生物降解能力和卓越的抗冲击性,对于应对如市政污水、工业废水等高有机污染污水尤为适宜。在多种生物膜的种类当中,使用生物膜法得到的处理成果最为突出。尽管如此,生物膜技术工作在一个非常复杂的环境中,微生物的活跃度容易受到诸如温度、pH值这样的外部条件的显著干扰,因此在应用时我们必须实施严密的管理和调整。

4 结语

面对日益严峻的水污染问题,必须采取更加科学、系统的方法来保护和恢复水资源环境。综合以上论述,无论是传统的物理、化学治理技术,还是现代的生物处理技术,每一种技术都有其独特的价值和适用场景。未来的水污染治理需要综合运用这些技术,不断探索和创新,以实现更高效、更环保的污水处理。只有持续对理论和技术进行创新,才有可能推进水环境生态文明建设进度,未来水资源的保障与可持续使用才会得到更为深入的推广和执行。

参考文献

- [1] 房玲娣,张春晖.废水处理技术与水环境保护措施探讨[J].石油石化物资采购,2023(22):136-138.
- [2] 柏苏北,朱磊.农村污水治理现状与治理技术研究[J].造纸装备及材料,2023,52(1):147-149.
- [3] 张利银.环境保护中水污染处理技术及其再生利用措施的探讨[J].皮革制作与环保科技,2021,2(9):2.