

水污染控制与水资源保护技术研究

王建民 常 慧

山东红石环保科技有限公司 山东 济南 250061

摘要: 水污染控制与水资源保护是保障生态环境和可持续发展的重要课题。本文系统分析工业、农业及生活等污染源的特征与影响,深入研究物理、化学、生物及新型水污染控制技术,探讨节水利用、生态修复等水资源保护方法,并提出多技术集成与协同应用路径。研究表明,通过源头控制、过程治理与生态修复相结合的技术体系,可有效提升水环境质量,实现水资源的可持续利用,为水污染治理与保护提供系统性解决方案。

关键词: 水污染控制; 水资源保护; 技术集成; 生态修复

引言: 水资源是人类生存发展的基础,但当前水污染问题严峻,对生态、经济和社会造成诸多负面影响。水污染来源广泛,涵盖工业废水、生活污水等点源污染,化肥农药等非点源污染,以及底泥释放等内源污染。不同污染来源特征各异,处理难度不同。在此背景下,研究有效的水污染控制与水资源保护技术,对改善水质、保障水资源可持续利用意义重大。

1 水污染来源与特征分析

1.1 点源污染

工业废水排放是点源污染的重要组成部分。不同工业类型产生的废水特点差异显著。化工行业废水往往含有大量复杂的有机化合物,这些化合物结构稳定,难以通过常规方法降解,部分还具有毒性,进入水体后会对水生生物造成严重危害,破坏水生态平衡^[1]。冶金行业废水则多含重金属离子,如铅、汞、镉等,重金属在水体中积累,通过食物链传递,最终可能影响人类健康。例如,某有色金属冶炼厂通过化学沉淀法处理含铅废水,出水铅浓度从15mg/L降至0.05mg/L以下。机械制造行业废水可能携带油脂、悬浮物以及各类金属切削液,导致水体浊度升高,影响水体透光性,干扰水生植物的光合作用。城镇生活污水排放呈现明显规律。居民日常生活产生的污水排放量在一天内存在波动,早晚用水高峰时段排放量较大。生活污水成分复杂,包含食物残渣、洗涤剂、粪便等。食物残渣在分解过程中消耗水中溶解氧,导致水体缺氧,影响其他生物生存。洗涤剂中含有的磷元素进入水体后,会引发水体富营养化,促使藻类大量繁殖,破坏水体生态结构。

1.2 非点源污染

农业面源污染对水体影响广泛。化肥使用过程中,部分氮、磷等营养元素未被农作物充分吸收,随雨水冲刷进入水体。过量氮元素会使水体中藻类过度生长,消

耗大量溶解氧,造成水生生物死亡。磷元素积累则进一步加剧水体富营养化程度,改变水体生态系统。农药使用后,部分残留农药通过地表径流或土壤渗透进入水体,对水生生物产生直接毒害作用,影响生物多样性,破坏生态平衡。城市径流污染不容忽视。雨水冲刷城市地面时,会携带大量污染物进入水体。城市道路上的车辆尾气排放物、轮胎磨损颗粒、刹车片磨损产生的金属粉末等,随雨水流入河流湖泊。建筑工地产生的扬尘、建筑垃圾等也会在雨水冲刷下进入水体,增加水体悬浮物含量,降低水体透明度。这些污染物在水体中迁移转化,进一步恶化水质。

1.3 内源污染

底泥污染释放对水体水质影响深远。底泥作为水体污染物的重要蓄积库,长期积累大量有机物、重金属等污染物。在一定环境条件下,如水温升高、水体扰动等,底泥中的污染物会重新释放进入上覆水体,导致水质恶化。水体中有机物积累过多,分解过程中会消耗大量溶解氧,使水体处于缺氧状态,影响水生生物生存。重金属积累则通过食物链传递,对高级生物包括人类健康构成潜在威胁。

2 水污染控制技术

2.1 物理处理技术

沉淀技术是水污染控制中应用广泛的物理方法。自由沉淀是颗粒在静止或水流极缓的水体中,仅受重力作用下沉的过程。这种方式适用于处理砂石等颗粒较大、密度差异明显的污染物,在给水厂预沉池和污水厂初沉池中常见。絮凝沉淀借助絮凝剂使水中细小颗粒凝聚成较大絮体,加速下沉。投加聚合氯化铝后,胶体和悬浮物迅速聚集,沉淀速度大幅提升,能有效去除大部分悬浮杂质,是污水初步处理的关键环节^[2]。过滤技术依靠过滤材料拦截水中杂质。砂滤以石英砂为介质,水流通过

时大颗粒被截留,小颗粒在空隙间被吸附阻留,可使水的浊度从50NTU降至5NTU以下,常用于给水处理和污水深度处理。活性炭过滤利用活性炭发达孔隙结构吸附有机物、异味和余氯等。处理后余氯含量可降至0.1毫克/升以下,有效改善水的口感和气味,在饮用水净化和工业废水处理中作用重要。气浮技术基于微气泡粘附悬浮物上浮的原理。装置中产生直径50-100微米的气泡,与悬浮物、油脂结合形成浮渣,浮至水面后被刮除。该技术对去除细小悬浮物和油脂效果显著,某炼油厂采用气浮技术后出水含油量从100mg/L降至8mg/L,在含油废水、造纸废水等处理中优势明显。

2.2 化学处理技术

化学沉淀法通过化学反应生成沉淀去除特定污染物。向含重金属废水中投加硫化钠,针对铅含量为20毫克/升的工业废水,投加适量硫化钠后,出水铅含量可降至0.1毫克/升以下,重金属离子与硫离子结合生成硫化物沉淀,实现重金属去除。氧化还原法利用氧化剂或还原剂改变污染物化学性质。用臭氧氧化处理含酚废水,臭氧投加量为80毫克/升时,可将酚含量从50毫克/升降至0.5毫克/升以下,臭氧将酚氧化为无害物质,达到净化水质目的。中和法调节废水酸碱度,处理pH值为3的酸性废水时投加石灰等碱性物质,可将废水pH值调节至6-9的排放标准范围内;处理碱性废水则投加硫酸等酸性物质。

2.3 生物处理技术

好氧生物处理中,活性污泥法通过曝气使活性污泥中的微生物在有氧条件下分解有机物,曝气池内溶解氧浓度通常控制在2毫克/升至4毫克/升,可将化学需氧量浓度为1000毫克/升的污水降至100毫克/升以下。生物膜法是微生物附着在载体表面形成生物膜,生物膜厚度一般为0.5毫米至2毫米,污水流经时有机物被生物膜吸附降解。厌氧生物处理中,厌氧消化过程在无氧条件下,微生物将高浓度有机废水中的有机物分解为甲烷和二氧化碳等,适用于处理食品加工、酿造等行业产生的高浓度有机废水。自然生物处理中,人工湿地通过植物吸收、微生物降解和物理过滤等作用净化污水,稳定塘则利用水体自净能力处理污水,二者兼具生态效益和景观价值。

2.4 新型水污染控制技术

膜分离技术中,微滤可截留粒径大于0.1微米的悬浮物和大分子胶体;超滤能分离分子量大于10000道尔顿的蛋白质等大分子物质;纳滤对二价离子和分子量大于200道尔顿的小分子有机物有较好截留效果;反渗透可去除水中几乎所有杂质,产水电阻率可达18兆欧·厘米,生产纯水。高级氧化技术里,光催化氧化利用光能激发催

化剂产生强氧化性自由基,降解有机污染物,在紫外光照射下,可将浓度为200毫克/升的染料废水处理至达标排放;电化学氧化通过电极反应直接氧化污染物或产生氧化剂间接氧化,电流密度控制在50毫安/平方厘米时,处理效果最佳。生物修复技术利用微生物分解污染物,植物吸收重金属和富集营养物质,修复受污染水体,种植芦苇的修复区域,可使水体中氮含量每月降低3毫克/升,具有成本低、环境友好等优势。

3 水资源保护技术

3.1 水资源节约利用技术

农业节水灌溉技术对提升水资源利用效率意义重大。滴灌将水以点滴形式输送至作物根部,精准满足需水要求。这种方式减少了蒸发和渗漏损失,相比传统漫灌可节水一半以上,还能避免土壤板结,为作物生长创造良好条件。喷灌通过喷头将水喷洒成水滴,模拟自然降雨进行灌溉^[3]。喷灌能根据作物需求和土壤墒情调整喷洒强度与范围,不仅节水效果显著,还能改善田间小气候,促进作物生长。工业节水技术从生产流程入手实现高效用水。循环用水技术建立水循环系统,将处理后废水回用于生产环节,大幅减少新鲜水取用量。冷却水节水措施采用高效冷却设备、优化循环流程,降低冷却过程水耗,提高重复利用率。城镇生活节水技术推广节水器具,如节水型马桶、水龙头等,通过优化设计在满足使用功能前提下减少用水量。中水回用将生活污水处理后达到一定标准,回用于冲厕、绿化等非饮用水领域,实现水资源二次利用,缓解城镇用水紧张局面。

3.2 水资源调配与优化技术

水资源合理配置模型综合考虑水量、水质和水生态因素。通过对不同区域、不同用水户的需水情况进行分析,结合水资源分布和可利用量,运用数学模型和优化算法,确定水资源在不同部门、不同地区之间的合理分配方案,实现水资源的高效利用和可持续供给。跨流域调水工程规划与管理需综合考虑多方面因素。调水线路选择要充分考虑地形地貌、地质条件、生态环境影响等因素,确保调水线路安全可行、对生态环境影响最小。水量分配要根据受水区需水情况和调水区水资源承载能力,科学合理确定调水量和分配方案。工程运行管理策略包括建立完善的管理体制、加强工程设施维护、实时监测水质水量等,保障调水工程长期稳定运行。地下水调控技术旨在维持地下水开采与补给平衡。通过合理规划地下水开采布局和开采量,避免过度开采导致地下水位下降、地面沉降等问题。应采取人工回灌等措施增加地下水补给量,改善地下水环境,保护地下水资源。

3.3 水生态修复与保护技术

河流生态修复技术注重恢复河流自然形态和生态功能。河道整治通过疏浚河道、清除障碍物等方式改善河流行洪能力,同时保留河流自然弯曲形态,为水生生物提供适宜的栖息环境。生态护岸建设采用天然材料或仿自然材料构建护岸结构,增强护岸稳定性的同时,促进植被生长,为河流生态系统提供良好的生态服务功能。湖泊生态修复技术从水质改善和水生植被恢复两方面入手。通过控制外源污染输入、实施内源污染治理等措施改善湖泊水质。水生植被恢复则根据湖泊生态环境特点,选择适宜的水生植物进行种植,提高湖泊自净能力,恢复湖泊生态平衡。湿地保护与恢复技术强调保护湿地生态系统和合理利用湿地资源。通过建立湿地自然保护区、加强湿地监测和管理等措施保护湿地生态系统完整性。采取生态补水、植被恢复等措施恢复湿地功能,在保护湿地生态前提下,适度开展生态旅游等合理利用活动,实现湿地保护与利用的良性互动。某河流经过河道整治和生态护岸建设后,河流生态环境得到明显改善,鱼类、鸟类等水生生物种类和数量逐渐增加,河流生态系统恢复了生机。

4 水污染控制与水资源保护技术的集成与应用

4.1 技术集成模式

将不同水污染控制技术组合应用能发挥更大效能。物理处理技术中的沉淀与过滤组合,沉淀可去除水中大部分悬浮物,过滤进一步拦截细小颗粒,二者结合能显著提升水质清澈度,为后续处理减轻负担。化学处理技术与生物处理技术搭配,化学沉淀法先去除水中重金属等特定污染物,再利用好氧生物处理分解有机物,实现污染物全面去除^[4]。这种组合模式优势在于能针对不同污染物特点,发挥各技术长处,提高处理效率,降低处理成本。水资源保护技术与水污染控制技术协同集成也至关重要。农业节水灌溉技术减少农业用水量,降低农业面源污染对水体的影响,同时结合水生态修复技术,恢复河流、湖泊等水体生态功能,增强水体自净能力。工业节水技术与水污染控制技术协同,循环用水减少工业废水排放量,再通过化学沉淀、氧化还原等技术处理排

放废水,实现水资源高效利用和污染有效控制。这种协同集成策略从源头减少污染产生,在过程中提高水资源利用效率,在末端强化污染治理,形成完整的水资源保护与污染控制体系。

4.2 应用场景与评估

针对不同类型水体需制定专属技术应用方案。对于河流,采用河道整治、生态护岸建设等河流生态修复技术,结合沉淀、过滤等物理处理技术去除水中悬浮物,改善河流生态和水质。湖泊治理则运用湖泊水质改善、水生植被恢复等措施,搭配化学沉淀和生物处理技术,降低湖泊富营养化程度。地下水保护采取地下水开采与补给平衡调控方法,结合水污染控制技术防止污染物渗入地下。建立技术效果评估指标体系对技术应用效果量化评估。水质改善方面,以水体中化学需氧量、氨氮、重金属等污染物浓度变化为指标。生态恢复方面,观察水生生物种类和数量变化、植被覆盖度等。通过定期监测和数据分析,准确评估技术应用后水质改善和生态恢复成效,为技术优化和推广提供依据。

结束语

水污染控制与水资源保护需要系统化的技术体系和综合性的管理策略。通过源头减排、过程控制和末端治理相结合,配合节水技术与生态修复措施,能够有效改善水环境质量,提升水资源利用效率。未来应进一步加强技术创新与集成应用,推动跨领域协同治理,完善长效管理机制,为实现水资源的可持续利用与生态环境的持续改善提供坚实保障。

参考文献

- [1]马茗远,张浩然,赵钟楠,等.基于水资源利用的长江流域横向生态保护补偿标准研究[J].水土保持通报,2025,45(4):304-315.
- [2]刘伟.城市水资源污染治理与环境保护探析[J].黑龙江环境通报,2025,38(2):118-120.
- [3]高斌.水质监测与水环境保护技术研究及应用[J].全面腐蚀控制,2024,38(12):159-162.
- [4]李敏慧.水资源污染治理方案及水环境保护路径探究[J].资源节约与环保,2023(3):16-19.