

环保工程的污水处理问题分析

宿振智

青岛新源环境技术工程有限公司 山东 青岛 266000

摘要：污水处理在环保工程中具有不可替代的核心地位。生态保护方面，污水排放破坏水体自净能力，而有效处理可维持水生生物多样性与生态系统完整性。资源循环层面，污水蕴含可再生的水资源及氮磷等营养物质，其回收利用对缓解水资源短缺与支撑农业可持续发展意义重大。人类健康领域，未处理污水携带大量病原体，污水处理通过去除致病微生物直接阻断疾病传播，构筑公共卫生安全防线。当前，污水处理面临技术局限、运行管理挑战及系统协同短板等多重问题，亟需通过技术创新、精细化管理和系统整合等对策加以解决，以实现生态效益、资源效益与健康效益的协同提升。

关键词：环保工程；污水处理；问题分析

引言：环保工程中，污水处理作为控制水污染、保护水环境的核心环节，直接关系到生态系统的健康稳定、资源循环利用的效率以及公众健康的安全保障。随着工业化与城镇化进程的持续推进，污水的水质构成日趋复杂，处理难度不断增加，对传统污水处理技术与运行管理模式提出了更高要求。在此背景下，系统认识污水处理在生态保护、资源回用和健康保障方面的重要价值，客观审视当前技术层面、运行管理层面及系统协同层面存在的突出问题，并在此基础上探索科学有效的解决对策，对于推动污水处理体系提质增效、实现水环境质量改善与资源高效利用具有重要的现实意义。

1 环保工程中污水处理的重要性

1.1 生态保护的核心作用

污水排放对水体自净能力的破坏机制体现在大量有机物、悬浮物及化学物质进入受纳水体后，会显著增加水体的氧化还原负荷，抑制微生物的正常代谢活动，破坏溶解氧的动态平衡，使水体逐渐丧失通过物理、化学及生物作用自然净化污染物的能力。外源污染物的持续输入超出水体环境容量，导致自净过程从有序转向失序，水体生态功能逐步退化。污水处理对维持水生生物多样性的关键意义在于通过削减外源污染负荷，保障水体理化条件的相对稳定，防止富营养化及毒性物质累积对水生生物栖息地造成不可逆损害。水质条件的稳定为不同营养级生物提供了可存续的生存环境，维系了生态系统结构与功能的完整性，避免了因污染物长期累积引发的种群衰退与食物链断裂。

1.2 资源循环利用的必要性

污水中的水资源回收潜力与节水效益体现在城镇生活污水及工业废水中含有大量经适度处理后即可达到再

生利用标准的水量，通过系统收集与深度净化，可将稳定再生的水资源回用于生态补水、城市杂用及农业灌溉等领域，有效缓解区域水资源供需矛盾。将污水视为可再生的水资源载体，能够突破传统水资源单向消耗模式的限制，构建起水的循环利用路径。氮磷等营养物质的再利用对农业的支撑作用表现为污水中富含植物生长所必需的营养元素，经安全稳定化处理后转化为可供土壤吸收利用的资源，有助于维持土壤肥力，减少对化学肥料的依赖，形成有机质与养分在自然与社会系统间的良性循环，实现了污染物去除与资源回收的双重目标。

1.3 人类健康的基础保障

未处理污水中的病原体传播风险表现为生活污水及部分医疗废水中携带大量细菌、病毒、寄生虫卵等致病微生物，若未经有效管控直接排入环境，可通过饮用水源、土壤污染及气溶胶扩散等多种途径进入人体，引发介水传染病的暴发与流行。这类病原体在环境介质中具有存活时间长、感染剂量低的特点，对公众健康构成持续威胁^[1]。污水处理对减少水源性疾病的直接贡献在于通过物理分离、生物降解及化学消毒等系统化工艺，有效去除水中致病性微生物及有害物质，阻断疾病传播链条，保障饮用水源安全，降低人群与水相关疾病的发病率，构筑公共卫生安全的基础防线，为经济社会发展提供健康的人口与环境保障。

2 环保工程中污水处理存在的问题

2.1 技术层面的局限性

传统工艺对新兴污染物的去除效率不足，这类污染物涵盖微塑料、药物残留及个人护理产品成分等，其在污水中的浓度虽低但环境行为复杂，具有持久性、生物累积性和潜在生态毒性。常规的物理沉淀仅能去除部分

悬浮态物质,而生物处理单元对这类难降解有机物的矿化能力有限,导致新兴污染物持续经由出水或污泥进入受纳环境,形成长期潜在风险。低温环境下生物处理系统的活性抑制问题尤为突出,当水温下降至一定阈值以下时,微生物的生长速率与酶促反应活性显著降低,硝化菌群尤为敏感,硝化作用受抑制直接削弱系统对氨氮的去除能力,同时有机物降解效率下降,造成出水水质波动加剧,影响冬季运行稳定性。膜分离技术的膜污染与成本瓶颈持续制约其规模化应用,运行过程中溶解性有机物、无机盐及微生物在膜表面及膜孔内逐步沉积,形成致密污染层,导致跨膜压差快速上升、清洗频率增加、膜使用寿命缩短,同时高品质膜材料的制备成本及周期性更换费用较高,使工程投资与运维成本显著提升,限制了该技术在资源回收型污水处理体系中的广泛部署。

2.2 运行管理的挑战

进水水质波动对处理效果的干扰显著,在工业废水与生活污水混合收集的区域,进水在酸碱度、有机负荷、有毒有害物质浓度等方面呈现剧烈且非周期性的变化,超出生物处理系统的耐受与缓冲能力,易引发活性污泥膨胀、微生物群落结构失衡及处理效能骤降,严重时导致出水超标。污泥处理单元的脱水效率低下与资源化利用矛盾突出,现有机机械脱水工艺对污泥中结合水、胞外聚合物及细胞内水分的去除能力有限,脱水后污泥含水率仍维持在较高水平,既增加了热干化、焚烧或运输等后续处置成本,也使污泥中有机质及营养物难以以经济可行的方式转化为可安全利用的产品,阻碍了污泥从废弃物向资源载体的有效转化^[2]。自动化控制系统在复杂工况下的适应性不足,污水处理系统呈现非线性、时变性及多变量耦合的特点,现有控制策略多以单一参数反馈调节为主,难以对进水突变、设备故障及多工艺单元联动影响进行综合判断与预测性调控,造成工艺响应滞后、运行能耗偏高及系统抗干扰能力薄弱。

2.3 系统协同的短板

污水处理与再生水利用的衔接不畅,多数污水处理厂出水水质以满足排放标准为目标,与特定再生水利用场景对水质稳定性的要求存在差距,加之再生水输配管网与用户端配套设施建设相对滞后,处理后的深度净化水难以高效进入工业冷却、城市杂用或生态补水等回用领域,造成水资源循环链条断裂。能源消耗与碳足迹的平衡难题贯穿污水处理全过程,曝气系统、提升泵及污泥处理单元构成能耗主体,同时生物代谢过程中直接释放的温室气体以及外购电力隐含的间接碳排放共同形成

较高的碳足迹,在缺乏系统性节能降碳技术路径的情况下,处理效能的提升往往伴随能源投入增加,二者之间的协调关系尚未得到有效解决。跨部门数据共享与协同决策机制缺失,污水处理涉及水源管理、管网运维、处理厂运行、再生水调配及环境监管等多个环节,相关信息分散在不同主体与系统之中,数据标准不一、接口不畅、共享意愿不足等问题导致信息壁垒长期存在,阻碍了基于全系统优化视角的动态调度与协同响应能力,限制了污水处理体系整体效能的进一步提升。

3 环保工程中污水处理问题的解决对策

3.1 技术创新与工艺优化

开发针对难降解污染物的高效处理技术,聚焦高级氧化工艺的工程化应用与性能提升,通过构建以催化氧化为核心的多元反应体系,激发高活性氧化物种的持续生成,实现对微塑料、药物残留及内分泌干扰物等新兴污染物的深度矿化与分子结构有效破坏,突破传统生物处理单元对难降解有机物去除能力不足的根本性技术瓶颈,同时优化反应器构型与工艺组合方式,精准调控反应条件以降低药剂消耗与副产物生成风险,提升技术应用的经济性与环境兼容性。提升生物处理系统的抗冲击能力,重点开展耐低温功能菌株的系统筛选、定向驯化与复合菌剂构建,建立具有宽温适应性与代谢多样性的微生物种群结构,显著增强低温及变温条件下硝化反硝化与有机物降解的代谢活性,同时引入生物强化技术与载体固定化工艺,提高微生物在系统中的持留浓度与抗冲刷能力,增强系统对进水水质水量剧烈波动的耐受阈值与恢复能力,保障长期运行稳定性^[3]。优化膜分离技术的抗污染性能与使用寿命,依托膜材料表面化学改性手段增强亲水性与抗污染附着能力,从源头降低污染物在膜面的沉积倾向,结合水力流态优化与在线清洗策略的精细化设计,建立污染进程的早期识别与定向干预机制,有效延缓膜污染累积速率,同时开发膜组件模块化与标准化结构,简化更换维护流程,降低全生命周期运维成本,推动膜分离技术在深度处理与资源回收场景中的规模化稳定应用。

3.2 运行管理的精细化改进

构建动态水质监测与工艺调控体系,部署覆盖进水至出水全流程的高频在线监测网络,实时采集水质特征参数、生化反应状态指标及关键设备运行数据,建立工艺运行状态与进水负荷变化的动态响应模型,运用数据驱动方法实现曝气量、药剂投加量、内外回流比及排泥周期等关键控制参数的精准调节与协同优化,在保障出水稳定达标的同时最大限度降低无效能耗与物料消耗,

提升系统运行的经济性与环境效益。提升污泥处理单元的能效与资源化水平,系统推广厌氧消化技术回收污泥中有机质转化生成的生物质燃气,通过能量梯级利用实现处理过程能源自给率的显著提升,同时优化热水解、超声波等预处理环节以强化污泥细胞破壁与有机质溶出效率,提高水解酸化与产甲烷阶段的转化率与产气效能,结合稳定化处理后产物的土地利用属性与营养物回收价值,构建污泥从废弃物向能源与养分载体完整转化的技术路径与运行模式^[4]。推动自动化控制系统的智能化升级,引入先进算法对多维运行数据进行深度挖掘与模式识别,构建涵盖工艺状态预测、异常工况预警、优化控制决策于一体的智能控制系统,提升系统在进水突变、设备故障及多工艺耦合条件下的自适应调控能力与故障容错能力,实现运行效率、能耗控制与运行可靠性的协同提升。

3.3 系统协同与资源整合

建立污水处理与再生水利用的一体化规划框架,在设施布局与规模确定阶段系统统筹处理厂出水水质目标、深度处理单元配置与再生水用户用水需求之间的匹配关系,将再生水输配管网与调蓄设施同步纳入规划建设范畴,明确不同回用方向的水质分级标准与水量调配机制,从源头打通处理出水与资源化利用之间的衔接通道,形成处理与回用功能协同、水量水质匹配、管网布局配套的完整体系,提升水资源梯级利用的整体效率与系统韧性。推广低碳工艺以减少能源消耗与温室气体排放,围绕曝气精准控制、高效设备替代、厌氧碳源捕获与利用等关键环节进行技术集成与工艺重构,优化系统内碳流向分布与能量代谢效率,显著降低生物处理过程的直接碳排放与外购电力隐含的间接碳排放,推动污水处理系统向能源中和与碳减排协同的目标转型,构建环境效益

与气候效益双赢的运行模式^[5]。搭建跨部门数据平台以支持协同决策与资源调度,整合水源调度、管网运行、处理厂工况、再生水调配及环境质量监测等多源异构信息,建立统一的数据标准与接口规范,消除部门间信息壁垒与系统孤岛,形成覆盖污水收集、输送、处理、回用与排放全过程的数字化协同管理体系,为基于全局优化的动态调度与跨部门联动响应提供可靠决策支撑。

结束语:污水处理是一项涉及技术、管理与系统的综合性工程。唯有深刻把握其在生态保护、资源循环与人类健康中的多重价值,方能准确锚定发展方向。面对技术局限、运行管理挑战与系统协同短板等现实问题,需以技术创新突破工艺瓶颈,以精细化管理提升运行效能,以系统整合优化资源配置。通过构建技术先进、运行高效、协同顺畅的污水处理体系,不仅能够有效削减污染物排放、改善水生态环境,更能在水资源再生、能源回收与营养物循环利用等方面释放巨大潜力,为促进经济社会发展与生态环境保护相协调提供坚实支撑,最终实现环境效益、资源效益与社会效益的有机统一。

参考文献

- [1]王靖剑,叶乾,石亚庆.环保工程的污水处理问题分析[J].皮革制作与环保科技,2023,4(08):126-128.
- [2]曹利建.环保工程中污水处理问题的有效解决路径分析[J].皮革制作与环保科技,2023,4(24):123-125.
- [3]王思.环保工程中污水处理工艺及方法[J].化工设计通讯,2023,49(08):174-176.
- [4]谢添.市政污水处理技术及典型案例分析[J].低碳世界,2024,14(11):22-24.
- [5]胡皓.环保工程中污水处理技术的创新与应用研究[J].皮革制作与环保科技,2025(18):20-22.