

城市污水处理技术的创新与可持续发展

张亚超

330624*****2419

摘要:城市化进程的加快使城市污水排放量不断增加,水质成分也日趋复杂,传统污水处理技术在水资源循环利用和生态环境保护方面已显得力不从心。本文围绕城市污水处理领域展开研究,梳理了当前该领域技术应用的现状,剖析了存在的瓶颈问题。重点探讨了污水处理技术创新的主要方向及取得的典型成果,深入分析了可持续发展理念融入污水处理全流程的具体路径。从技术创新、资源回收、政策保障等多个维度进行系统研究,为推动城市污水处理行业向高效化、低碳化、资源化方向发展提供可行思路,助力构建水生态良性循环的城市发展模式,对提升城市水环境质量具有重要意义。

关键词:城市污水处理;技术创新;可持续发展;资源回收;低碳处理

DOI: 10.64216/3104-9664.25.02.078

引言

水是城市生存发展不可或缺的核心资源,城市污水处理工作不仅直接关系到水资源的有效保护,更是防范水环境污染、维系生态系统平衡的关键环节。当前,我国城市发展已步入高质量发展阶段,这使得污水处理的要求从以往单纯的“达标排放”逐步向“资源再生”“生态友好”方向升级。然而,传统污水处理技术普遍存在能耗高、资源利用率低、处理效果有限等问题,难以适配新时代城市发展的需求。在此背景下,积极推动污水处理技术创新,构建完善的可持续发展体系,成为破解城市水危机、助力实现“双碳”目标的重要举措,具有鲜明的时代价值。

1 城市污水处理技术的发展现状与现实瓶颈

1.1 行业发展格局

近年来,我国城市污水处理行业发展迅速,污水处理设施的覆盖率实现稳步提升,处理能力也在逐步增强,为城市水环境改善提供了坚实保障。从处理模式来看,传统的集中式污水处理已难以完全满足不同区域的需求,目前正逐步向“集中+分散”协同的模式转变,这种转变能够更好地适应城市不同区域的发展特点,提高污水处理的灵活性和效率。同时,行业的发展重心也在发生变化,不再仅仅局限于扩大处理规模,而是逐渐向提质增效与功能拓展方向延伸。通过优化处理工艺、提升出水水质,以及探索污水处理与资源利用相结合的路径,推动污水处理行业实现更高质量的发展,为城市可持续发展提供支撑。

1.2 主流技术局限

目前,活性污泥法等传统污水处理技术在我国城市污水处理中仍有广泛应用,但这类技术存在明显的应用局限。从占地面积来看,传统技术往往需要较大的场地,这在土地资源紧张的城市核心区域显得尤为突出。在处理效果上,其对日益复杂的污染物降解能力不足,难以应对成分多样的城市污水。部分技术在运行过程中还依赖大量化学药剂,这些药剂的使用不仅增加了处理成本,还容易产生二次污染风险,对周边生态环境造成潜在威胁。此外,高能耗问题也是传统技术面临的重要挑战,其能源消耗与当前倡导的低碳发展理念存在较大差距,不利于污水处理行业的绿色转型,制约了行业的可持续发展。

1.3 面临新挑战

随着城市工业的发展和居民生活水平的提高,城市污水处理面临着诸多新的挑战。在水质方面,工业废水与生活污水的混合排放现象较为普遍,导致污水水质波动较大,这无疑增加了污水处理的难度,对处理工艺的稳定性提出了更高要求。同时,新兴污染物的种类不断增多,这类污染物往往具有较强的稳定性和毒性,传统处理技术难以有效去除,对处理技术的精准性提出了更高要求。在资源利用方面,污水处理与资源化利用的衔接机制尚不健全,大量经过处理的污水未能得到充分回收利用,造成了水资源的浪费。

2 城市污水处理技术的创新方向与实践成果

2.1 生物处理优化

生物处理技术凭借其环境友好、成本相对较低的优势，在城市污水处理中占据重要地位，近年来其优化与突破成为技术创新的重点方向之一。高效微生物菌群驯化技术通过人为调控培养环境，筛选出对特定污染物具有强降解能力的微生物菌群，显著提升了污染物的降解效率，缩短了处理周期。厌氧氨氧化等短程硝化反硝化技术改变了传统生物脱氮的路径，跳过了部分反应环节，有效缩短了处理流程，同时降低了能耗和污泥产量。此外，将生物膜法与活性污泥法相结合的复合工艺，充分发挥了两种工艺的优势，既提升了处理效果，又增强了处理系统的稳定性，能够更好地应对水质波动带来的影响，在实际应用中取得了良好效果。

2.2 高级氧化应用

高级氧化技术因其强大的氧化能力，在处理难降解污染物方面展现出显著优势，近年来在城市污水处理中的创新应用不断涌现。光催化氧化技术利用特定波长的光激发催化剂产生强氧化性物质，能够实现难降解污染物的高效分解，将其转化为无害的小分子物质，有效提升了污水的处理深度。臭氧-生物活性炭联用技术结合了臭氧的强氧化作用和生物活性炭的吸附、降解能力，先通过臭氧氧化破坏污染物结构，再利用生物活性炭进一步去除污染物，大幅提升了水质净化深度，保障了出水水质。电催化氧化技术则凭借其反应条件温和、无二次污染、低碳环保的特性，成为当前研究的热点，为城市污水处理提供了新的技术选择。

2.3 智能化融合

随着信息技术的快速发展，智能化技术与城市污水处理的融合应用成为技术创新的重要趋势，为污水处理行业带来了新的变革。物联网技术通过在污水处理设施各环节安装传感器，实现了对污水处理全流程的实时监测，能够及时获取水质、水量、设备运行状态等关键数据，为后续的调控提供准确依据。大数据分析技术则对监测获取的海量数据进行深度挖掘和分析，通过构建数学模型优化工艺运行参数，有效降低了能耗成本，提升了处理效率。人工智能算法的应用更是为污水处理增添了智慧属性，能够根据实时数据进行精准预测，助力实现故障预警与智能调控，减少人工干预，提高污水处理系统的运行稳定性和可靠性。

3 城市污水处理可持续发展的核心内涵与构建路径

3.1 可持续发展核心

城市污水处理的可持续发展理念包含丰富的内涵，其核心要求围绕低碳化、资源化和生态化三个维度展开。低碳化运营是实现可持续发展的重要支撑，通过采用低能耗工艺、利用清洁能源等方式，降低污水处理过程中的能源消耗，减少碳排放，降低环境足迹，契合我国“双碳”目标的要求。资源化为可持续发展提供了重要路径，将污水处理与资源回收相结合，实现污水中能源与物质的有效回收，变废为宝，提高资源利用效率，缓解资源短缺压力。

3.2 资源回收模式

构建污水处理与资源回收的协同模式，是实现城市污水处理可持续发展的关键举措，能够有效提升污水处理的综合价值。在能源回收方面，污水在厌氧处理过程中会产生大量沼气，通过对沼气的回收利用，能够为污水处理设施提供部分能源，实现能源自给，降低对外部能源的依赖。在物质回收方面，污泥的处理是重点环节，通过无害化处理技术对污泥进行处理后，可将其与有机肥生产相结合，实现污泥的资源化利用，减少污泥处置带来的环境压力。再生水利用也是重要的资源回收路径，将经过深度处理的再生水用于市政绿化、工业冷却等领域，替代新鲜水资源，实现水资源的循环利用。

3.3 低碳体系构建

构建低碳化污水处理体系，是推动城市污水处理行业实现可持续发展的必然要求，需要从多个方面协同发力。在工艺选择上，优先采用低能耗工艺，通过优化工艺设计和运行参数，减少污水处理过程中的能源消耗，从源头降低碳排放。在能源供给上，积极利用太阳能、风能等清洁能源为污水处理设施供能，替代传统的化石能源，减少能源使用过程中产生的碳足迹。同时，注重对污水处理过程中的碳排放进行精细化管理，通过优化工艺路线、提高能源利用效率等方式，降低碳排放强度。

4 城市污水处理可持续发展的支撑体系与保障措施

4.1 政策法规保障

政策法规在城市污水处理可持续发展中发挥着重要的引导与规范作用，为行业发展提供坚实的制度保障。完善污水处理行业标准是关键举措之一，通过制定更为严格的出水水质标准和能耗标准，倒逼企业进行技术升级与模式创新，提升污水处理的整体水平。针对资源化利用与低碳技术研发，出台相应的激励政策，如财政补贴、税收优惠等，鼓励企业加大研发投入，推动创新技

术的研发与应用。

4.2 研发转化机制

技术研发与成果转化是推动城市污水处理技术创新与可持续发展的核心动力,需要建立完善的机制体系。强化产学研合作是提升技术研发能力的有效途径,通过整合高校、科研机构的技术优势和企业的市场优势,形成协同创新的合力,集中力量推动关键核心技术攻关,解决污水处理行业发展中的技术难题。搭建成果转化平台至关重要,该平台能够为科研成果与市场需求之间搭建桥梁,促进创新技术快速落地应用,实现从实验室到实际生产的转化。人才是技术研发与转化的关键因素,因此需要加强专业技术人才培养,通过高校专业设置优化、企业实训基地建设等方式,构建一支高素质的专业技术人才队伍,为行业发展提供人才支撑。

4.3 市场社会参与

市场机制与社会参与的有效结合,能够为城市污水处理可持续发展注入强大动力,提升行业发展活力。引入市场化运营模式是提升行业效率的重要手段,通过公开招标、特许经营等方式,吸引专业的污水处理企业参与设施的运营管理,利用市场竞争机制促使企业提高运营效率、降低运营成本。鼓励社会资本参与污水处理设施建设与运营,能够拓宽资金来源渠道,缓解政府财政压力,加快污水处理设施的建设进度,提升设施覆盖能力。

5 国内外污水处理技术发展的经验借鉴与启示

5.1 国外经验参考

国外在城市污水处理技术发展与模式创新方面积累了诸多先进经验,为我国行业发展提供了有益参考。欧洲的“水智慧循环”模式具有鲜明特色,该模式注重污水全链条的资源化利用,将污水处理与能源回收、物质循环紧密结合,通过构建完善的循环体系,实现了污水资源的最大化利用,为城市水资源可持续利用提供了成功范例。日本针对其高密度城市发展的特点,大力推广分散式污水处理技术,这种技术能够适应不同区域的需求,减少污水收集管网的建设成本,提高污水处理的灵活性,在人口密集的城市区域取得了良好效果。美国则在智能化污水处理系统的运营管理方面表现突出,通过先进的信息技术实现对污水处理过程的精准管控,提升了运营效率和管理水平。

5.2 国内实践成果

我国国内不少地区结合自身实际情况,在城市污水

处理技术发展与可持续发展方面进行了积极探索,取得了丰富的实践成果。东部沿海城市经济发展水平较高,对水资源保护和利用的需求迫切,这些城市积极构建“污水-再生水-生态补水”的循环体系,将经过处理的再生水广泛应用于生态环境补水等领域,实现了水资源的高效循环利用。中西部地区则根据自身经济发展水平和资源条件,因地制宜地推广低成本、高效能的污水处理技术,在保障处理效果的同时,有效降低了污水处理成本,提升了污水处理设施的覆盖率。

5.3 经验启示

国内外城市污水处理技术发展的实践经验,为我国污水处理行业发展提供了诸多重要启示。坚持技术创新与因地制宜相结合是首要原则,技术创新是行业发展的核心动力,但不同地区的自然条件、经济水平和污水特性存在差异,因此在推广应用新技术时,必须结合当地实际情况进行调整优化,确保技术的适用性和可行性。强化污水处理与城市整体规划的协同衔接也至关重要,将污水处理设施建设、技术选择与城市发展规划相结合,提前布局污水处理系统,避免重复建设,实现污水处理与城市发展的良性互动。

6 结论

城市污水处理技术的创新与可持续发展是应对城市化进程中水环境挑战的关键举措,具有重要的现实意义和长远价值。当前,我国城市污水处理行业已取得一定发展,但传统技术局限与新的环境挑战并存,推动技术创新与模式转型成为必然趋势。生物处理、高级氧化、智能化等技术的创新应用,为提升污水处理效率、降低能耗提供了有效路径。而可持续发展理念下的低碳化运营、资源化利用模式,则进一步拓展了污水处理的价值空间。

参考文献

- [1] 李波. 城市污水处理厂出水质的监测与控制技术研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2025, 6(19): 169-171.
- [2] 张帅帅. 城市污水处理厂尾水生态净化技术及其应用效果评估 [J]. 生态与资源, 2025, (08): 148-150.
- [3] 高梦佳. 城市市政污水处理工艺技术的应用研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2025, 6(14): 11-13.
- [4] 谢凯. 城市污水处理厂恶臭气体及其控制技术研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2025, 6(13): 132-134.
- [5] 肖晏. 城市污水处理厂污泥的处理处置技术分析 [J]. 黑龙江环境通报, 2025, 38(07): 107-109.