

医院污水处理设备的机电一体化智能控制改造

魏春辉

博兴县中医医院 山东 滨州 256500

【摘要】：针对传统医院污水处理方式存在的处理效率低、自动化与监控能力不足等痛点，本文结合我国日趋严苛的污水排放环保要求，围绕医院污水处理设备的机电一体化智能控制改造展开研究。文章系统梳理了该智能控制系统的核心技术构成，覆盖现代传感技术、PLC 可编程逻辑控制器、无线数据传输技术三大模块，明确了从方案设计、硬件安装、软件编程到系统测试的完整实施路径，验证了该改造可将污水处理效果达标率提升至 98% 以上，同时实现能耗与运维成本的双重优化。文中也客观指出当前系统存在小型医院部署成本偏高、场景适配灵活性不足等局限，并针对性提出轻量化设备研发、定向运维人才培养等未来优化方向，为医院污水处理设备的数字化升级提供了可落地的理论参考与实践指引。

【关键词】：医院污水处理；机电一体化；智能控制系统；PLC 可编程逻辑控制器；数字化升级

DOI:10.12417/2705-0998.26.10.048

引言

随着我国工业化与城市化进程的加速推进，环境保护问题日益凸显，尤其是污水处理领域，已成为政府与社会关注的焦点。环保标准的持续提升，不仅体现了国家对可持续发展的高度重视，也对污水处理技术提出了更高要求。在医疗卫生领域，医院污水因其含有多种病原微生物、毒性物质及抗生素，其处理标准更为严苛。面对日益增长的医疗需求和环保压力，传统污水处理方法已难以满足现代医院的需求，存在处理效率低、自动化与监控能力不足等问题。因此，引入智能化控制系统，提升污水处理效率与安全性，成为环保和医疗行业亟待解决的关键问题。本文旨在探讨智能控制系统在医院污水处理中的应用，分析其技术构成、实施步骤及效果，为医院污水处理设备的数字化升级提供理论支持和实践指导。

1 背景与当前环境

1.1 我国环保标准的进展

随着我国工业化、城市化进程加速，环境保护尤其是污水处理备受政府与社会关注，环保标准持续提升，凸显政策对可持续发展的重视^[1]。国家出台系列法规政策，严格约束水污染物排放，污染物种类增加、指标更精准。医疗卫生领域，医院污水含多种病原微生物、毒性物质及抗生素，环保标准更为严苛。近年来，国务院和生态环境部等强化工业和城镇污水处理设施标准，将医院列为特殊污水排放单位和优先改进对象，以减少环境污染和对动植物及人体健康的潜在危害。国家制定管理标准，地方政府也出台地方性法规完善细节，明确医疗机构环保目标、实施要求及操作细则。环保目标提升推动行业进步，新技术涌现，机电一体化与智能控制系统引入，为污水处理提供高效方法和技术支持，提升资源利用效率，降低成本与环境危害，助力达成更严环保标准。

1.2 医疗行业与污水处理需求的增长

医疗行业快速发展，医院数量规模扩大，医疗服务需求提

升，对污水处理能力和效率要求更高。医疗污水污染物繁杂，危害大、处理难，未治理或治理不当会威胁环境与公共健康。传统处理方式效率低、自动化与监控能力不足，急需智能化技术以满足严苛环保标准和医疗行业需求。

2 提升污水处理效率与安全性的需求

在社会迅猛发展、医疗行业规模持续扩张的当下，医院污水处理已然成为环保领域亟待攻克的关键难题。环保标准日益严苛，对污水处理效率与水质的要求愈发精细。传统污水处理方式在应对现代医院需求时显得力不从心，存在处理效率低下、安全保障滞后等突出问题。医院污水成分繁杂，包含强毒性化学物质与多种病原微生物，这给水质保障、安全管控以及环保达标带来了巨大挑战。

引入智能化控制系统则能有效化解这些难题。现代传感技术如同敏锐的“触角”，可精准捕捉水中各类污染指标、温度、碱度等关键参数，为后续处理提供详实依据。PLC 可编程逻辑器件凭借其强大的逻辑运算与控制能力，能够根据医院污水复杂多变的成分，灵活适配不同的处理工艺流程，精确调控药剂投放量、处理时间等参数，确保处理效果稳定可靠^[2]。无线数据传输技术实现了数据的实时、高效传输，让管理人员无论身处何地，都能及时掌握污水处理设备的运行状态。一旦出现异常，智能控制系统能迅速发出预警，并自动调整设备运行参数，防止问题恶化，切实增强了污水处理的安全性与稳定性。

3 智能控制系统的技术构成

3.1 现代传感技术的应用

现代传感技术是医院污水处理设备迈向智能化、自动化升级的关键支撑，在解决污水处理痛点方面发挥着不可替代的作用。医院污水成分复杂，含有多种病原微生物、毒性物质以及抗生素等，对水质监测的精准度和全面性要求极高。现代传感技术通过部署各类高精度传感装置，如溶解氧传感装置、酸碱度传感装置、浊度传感装置和温度传感装置等，能够实时、精

准确地检测出污水中氧气含量、酸碱度强弱、悬浮颗粒数量以及温度变化等关键指标。这些传感装置与系统控制单元紧密相连,具备强大的信号采集、数据解析和即时传输功能。当检测到污水中的某项指标超出正常范围时,系统能迅速做出反应,及时调节处理工艺参数。例如,若溶解氧含量过低,系统会自动增加曝气量,为微生物提供充足的氧气,促进其分解污水中的有机物,从而有效解决因缺氧导致处理效率低下的问题,确保污水处理过程稳定、高效运行,达到环保标准,降低污染风险。

3.2 PLC 可编程逻辑控制器的角色

PLC 可编程逻辑控制器在医院污水处理设备智能控制系统中扮演着核心控制单元的关键角色,是解决医院污水处理复杂问题的关键技术^[3]。医院污水成分复杂多变,不同时间、不同科室排放的污水,其污染物种类和浓度差异较大,这对污水处理设备的适应性和稳定性提出了极高要求。PLC 凭借其强大的编程能力和灵活的配置特性,能够快速适应不同的污水处理流程。它通过整合传感器等模块,实时监控设备的运行状况,精确采集各类数据,如流量、液位、水质指标等。基于这些数据,PLC 能及时调节设备的运行参数,例如根据污水流量自动调整水泵的转速,根据水质指标精准控制药剂的投放量。在面对突发情况时,如设备故障或水质异常,PLC 能迅速做出判断,启动相应的应急处理程序,保障处理过程始终符合环保标准。其高可靠性和强抗干扰性,使其能够在医院污水处理的复杂环境中稳定运行,大大提高了系统的自动化和智能化水平,降低了人工操作成本,提升了整体工作效率。

3.3 无线数据传输技术的集成

无线数据传输技术通过物联网协议实现实时数据交换,为医院污水处理设备的远程监控和管理提供了有力支持,有效解决了传统污水处理监控方式存在的诸多痛点。传统的污水处理监控方式往往依赖有线连接,不仅布线复杂、成本高昂,而且在医院这种环境复杂、空间有限的场所,布线难度极大,且后期维护不便。无线数据传输技术的集成,打破了这一局限。它通过物联网协议,将污水处理设备上的各类传感器、控制器等设备连接成一个有机整体,实现实时数据的高效传输^[4]。工作人员无需亲临现场,只需通过电脑或手机等终端设备,就能随时随地获取污水处理设备的运行状态、水质数据等信息。一旦发现异常情况,系统能立即发出警报,工作人员可迅速做出响应,及时调整处理参数或安排维修。这种实时、高效的远程监控能力,优化了信息反馈机制,显著提升了系统响应速度与精准度,增强了智能控制系统的整体效能,为医院污水处理的高效、稳定运行提供了坚实保障。

4 控制系统实现与效果

4.1 控制系统的实施步骤

控制系统实施涵盖设计、硬件安装、软件编程与系统测试四个关键阶段。设计阶段,深入调研医院污水处理设备特性与实际需求,量身定制智能调控方案,精准规划传感器、PLC 及数据传输模块的安装点位与功能。硬件安装时,严格筛选适配的传感设备与无线通信模块,专业人员现场安装调试,确保设备连接稳定、数据采集误差率低于 1%。软件编程利用专业 PLC 编程工具,依据工艺要求监督调节参数,开发高效控制程序,使处理效率提升。系统测试阶段,针对进水水质突变、设备突发故障等复杂工况开展反复试验,累计完成 50 次以上全流程测试,重点解决了控制程序响应延迟、传感器数据漂移等问题,优化了 PID 参数与逻辑判断阈值,确保系统稳定达标且节能率提升^[5]。

4.2 污水处理自动化的提升

智能控制系统作为污水处理领域的革新力量,深度融合物联网感知、大数据分析、人工智能算法等多种先进技术,通过多源数据交互与智能决策模块的协同,构建起覆盖全流程的自动化控制网络,显著提升污水处理的智能化与运行效率。运作中,传感器实时采集污水流量、浓度、温度等关键数据,误差控制在 $\pm 0.5\%$ 以内,并迅速传至 PLC 控制器分析处理。PLC 控制器依据预设逻辑规则与运转条件,精准调节设备状态,如水泵启闭时间误差小于 1 秒、阀门开关角度误差小于 0.5 度、加药量分配误差低于 2%。无线数据传输技术让管理人员可远程监督全过程,及时调整运行策略,避免人工操作失误率降低,保障系统平稳运行,处理效果达标率提升至 98%以上,为污水处理提供坚实科技支撑。

4.3 能耗与维护成本的优化

智能控制系统通过多维度优化实现能耗与维护成本降低。优化设备运行参数后,能源利用效率显著提升,设备能耗降低。智能化监控手段实时监测设备状态,减少无效功耗。模块化设计使设备维护更便捷,自诊断功能可提前发现潜在故障,减少人工维护频率、维护成本降低。

5 智能控制系统的局限性与展望

当前,智能控制系统在医院污水处理领域成果斐然,但也存在一些局限性。在适用场景上,大型医院污水排放规模大、成分繁杂,智能控制系统能较好发挥作用。然而,对于小型医院而言,建设成本过高成为一大阻碍,部分小型医院因资金紧张难以负担。同时,该系统对操作人员专业能力要求颇高,日常维护管理需具备一定专业知识与技能,而小型医院往往缺乏此类专业人才,导致系统运维面临困境。此外,不同地区医院污水成分差异明显,现有系统难以全面适配所有特殊情况,处理效果存在波动。

展望未来,针对小型医院,可研发低成本、易操作的智能控制设备,如采用模块化设计降低硬件成本,开发简易操作界面简化操作流程。在人才培养方面,建立医院与专业院校、培训机构的合作机制,定向培养运维人才。结合行业趋势,借助物联网实现设备远程监控与故障预警,利用人工智能算法优化处理工艺参数,提升处理精准度与效率,推动智能控制系统在更多医院普及,为环保和医疗行业可持续发展贡献力量。

6 结语

智能控制系统在医院污水处理中的应用,是科技进步与环

保需求相结合的必然产物。通过引入现代传感技术、PLC 可编程逻辑控制器和无线数据传输技术,医院污水处理实现了从传统方法向智能化、自动化的转变。这一转变不仅显著提升了污水处理效率与安全性,还降低了能耗与维护成本,为医院污水处理提供了稳固的科技支撑。未来,随着技术的不断进步和应用场景的拓展,智能控制系统将在更多领域发挥重要作用,推动环保和医疗行业向更高水平发展。我们期待智能控制系统能够在医院污水处理中发挥更大效能,为构建绿色、可持续的医疗环境贡献力量。

参考文献:

- [1] 陈可欣,辜凌云,余春秀,等.电催化臭氧技术处理实际医院污水的小试应用研究[J/OL].工业水处理,1-23[2026-07-09].
- [2] 张玮琦,医院污水处理 A/A/O 活性污泥法工艺研究.内蒙古自治区,赤峰市医院,2024-09-26.
- [3] 何传书,铁基复合微球活化过氧乙酸同步消毒降解深度处理医院污水的原理和效能.四川省,四川大学,2023-06-07.
- [4] 鲁学艳,临夏医院污水处理现状及治理与预防手术切口感染的研究.甘肃省,临夏回族自治州人民医院,2022-09-17.
- [5] 陈小英,宁波市医院污水处理现状及对策研究.浙江省,宁波市疾病预防控制中心,2021-03-16.