

市政给排水工程自动化控制技术研究与应用

陈瑾宏

天津市排水管理事务中心第四排水管理所, 天津 300160

摘要: 本文全面阐述了市政给排水工程自动化控制技术, 涉及原理、系统构成及应用场景。深入探讨了传感器、执行器、控制器、通信及数据处理等关键技术在实际应用中的重要性。详尽阐述了系统设计原则、架构、硬件配置、软件开发与集成, 以及调试优化流程。展望了技术发展的智能化、网络化、集成化及绿色环保趋势。最终, 提出了推动我国技术进步的策略, 涉及政策、人才培养、创新和社会推广等多个层面。

关键词: 市政给排水工程; 自动化控制技术; 传感器; 执行器; 控制器

Research and Application of Automatic Control Technology in Municipal Water Supply and Drainage Engineering

Chen Jinhong

Fourth Drainage Management Institute, Tianjin Drainage Management Service Center, Tianjin 300160

Abstract: This paper comprehensively expounds on the automatic control technology in municipal water supply and drainage engineering, covering principles, system composition, and application scenarios. It deeply explores the importance of key technologies such as sensors, actuators, controllers, communication, and data processing in practical applications. The system design principles, architecture, hardware configuration, software development and integration, as well as debugging and optimization processes are elaborated. The trends of intelligentization, networking, integration, and environmental protection in technological development are also discussed. Finally, strategies to promote technological progress in China are proposed, involving multiple levels such as policies, talent cultivation, innovation, and social promotion.

Keywords: municipal water supply and drainage engineering; automatic control technology; sensors; actuators; controllers

引言

随着我国城市化步伐加快, 市政给排水系统作为基础设施核心, 其高效稳定运行对城市生活品质和可持续发展至关重要。面对传统管理模式效率低、资源浪费等问题, 采用自动化控制技术, 推动给排水系统智能化管理, 已成为行业发展所需。该技术通过集成计算机、通信和控制理论, 实现自动检测与调节, 能有效提升系统效率, 降低成本, 确保水质安全, 增强环保能力。

一、市政给排水工程自动化控制技术概述

随着人们生活水平的提高, 原有的市政给排水系统暴露了诸多不合理之处, 给水不便且引发城市内涝, 影响了正常的生产生活。在行业发展的今天, 市政给排水工程方面陆续出现了很多新工艺、新技术, 对提高工程建设质量与效益起到了关键作用^[1]。

(一) 自动化控制技术原理

自动化控制技术原理主要涉及闭环控制和开环控制两大类。闭环控制, 也称为反馈控制, 是通过传感器收集系统输出信息, 与预设的目标值进行比较, 然后由控制器发出指令, 通过执行器对系统进行调整, 以消除偏差, 确保系统稳定运行。开环控制则

不依赖于系统输出反馈, 直接根据预设的程序或指令进行操作。在市政给排水工程中, 闭环控制因其能够实时响应和调整, 更符合复杂多变的水务环境需求。

(二) 市政给排水工程自动化控制系统的组成

市政给排水自动化控制系统, 作为城市水务的智能中枢, 融合先进技术, 精确监控和管理设施。系统以遍布的传感器为“感官”, 实时监测关键数据, 经控制器处理后, 快速指令执行器动作, 保障系统高效运行。通信网络如同“血液循环”, 保持各部分信息畅通。人机界面和监控中心提供便捷管理, 提高监控效率。该系统不仅提升设施运行效率, 还确保供水安全, 支撑城市可持续发展^[2]。

（三）自动化控制技术在市政给排水工程中的应用领域

自动化控制技术已成为市政给排水工程不可或缺的一部分，其应用涵盖了水质监测、水量调度、水压控制、污水处理及应急管理等多个关键领域。这一技术体系如同一位全天候的守护者，默默地保障水质安全，智能地调节水泵运行，优化水资源配置。它还像一位精准的调控师，稳定管网水压，减少事故风险，提升供水可靠性。在紧急情况下，自动化控制系统迅速响应，采取措施减轻损失，为工程的平稳运行提供坚实的技术支持。

二、市政给排水工程自动化控制关键技术研究

在市政给排水工程中，自动化控制技术的核心在于一系列关键技术的应用。这些技术不仅关系到系统的稳定性和效率，还直接影响着工程的整体性能。

（一）传感器技术

在市政给排水工程的庞大体系中，传感器技术犹如一双敏锐的眼睛，它无时无刻不在注视着工程的健康状态。这一技术家族包含了水质传感器、流量传感器、压力传感器、液位传感器等多种类型，它们各司其职，共同守护着水质的安全和系统的稳定^[3]。这些传感器能够即时捕捉 pH 值、浊度、余氯等水质指标，以及流量、压力和液位等关键数据，保障了信息的实时性和精确性。例如，超声波流量计以其非侵入式的测量方式，巧妙地在干扰水流的情况下，准确记录管道中的流量数据。

（二）执行器技术

在自动化控制系统中，执行器技术扮演着至关重要的角色，它将控制信号转化为具体的机械动作，确保指令得以准确执行。在市政给排水工程中，执行器技术的应用十分普遍，涵盖了调节阀开度、控制水泵启停等关键操作。常用的执行器包括电动执行器、气动执行器和液压执行器。电动执行器因其快速响应、高精度以及易于安装的特点，在工程中得到了广泛地应用。随着技术的进步，执行器技术的研究重点逐渐转向故障诊断和远程控制功能。通过远程控制功能，技术人员可以对执行器进行远程监控和操作，从而提高维护效率和安全性。同时，故障诊断技术的应用可以及时发现执行器的问题，并采取相应的措施，从而减少故障对系统运行的影响^[4]。

（三）控制器技术

控制器技术是自动化控制系统的核心，它根据传感器收集的数据，通过预设的控制算法，对执行器发出控制指令。在市政给排水工程中，PLC（可编程逻辑控制器）和 DCS（分布式控制系统）是常用的控制器。它们能够处理复杂的逻辑关系，实现系统的精确控制。随着人工智能技术的发展，智能控制器也逐渐应用于给排水工程，它们能够通过学习优化控制策略，提高系统的自适应能力。

（四）通信技术

通信技术在自动化控制系统中负责连接传感器、控制器、执行器和人机界面等各个部分。在市政给排水工程中，常用的通信技术包括有线通信（如以太网、串行通信）和无线通信（如 Wi-

Fi、ZigBee、LoRa 等）。无线通信技术因其灵活性和易于部署的特点，在远程监控和移动监测中得到了广泛应用。通信技术的稳定性和抗干扰能力是保障系统可靠运行的关键。

（五）数据处理与分析技术

数据处理与分析技术在自动化控制系统中负责对收集到的数据进行处理和分析，从而为系统的优化和决策提供依据^[5]。在市政给排水工程中，数据处理技术包括数据清洗、数据融合、数据挖掘等。通过高级分析技术，如机器学习、大数据分析等，可以预测用水需求、诊断系统故障、优化能源消耗等。

三、市政给排水工程自动化控制技术的应用领域

市政给排水工程自动化控制技术在实际应用中发挥着重要作用，其应用领域广泛而深入，涵盖了水质监测与处理、水量调度与优化、水压控制与稳定性、污水处理与能耗降低以及应急管理 with 事故处理等多个关键环节。

（一）水质监测与处理

实时监测，水质传感器如同水质的“眼睛”，它们时刻关注着原水、出厂水和管网中的水质状况，实时捕捉并记录 pH 值、浊度、余氯等关键指标，确保水质符合国家标准。这些传感器可以连续不断地收集数据，为水质管理提供及时准确的信息。自动处理，当水质监测系统检测到异常时，自动化控制系统能够迅速响应，自动启动水质处理设备，如活性炭过滤器、消毒装置等，及时处理水质问题，确保水质安全。这些自动处理设备能够快速介入，有效去除污染物质，恢复水质至正常水平。

（二）水量调度与优化

通过数据分析，预测用水需求的变化趋势，为水量调度提供科学依据^[6]。通过对历史用水数据的分析，结合天气、季节、人口等因素，可以预测未来的用水需求，从而制定合理的水量调度计划。根据实时监测的用水需求，自动化控制系统能够自动调节泵站的运行状态，实现水资源的优化配置。当用水需求增加时，系统能够自动启动备用泵站或增加现有泵站的运行时间，以满足供水需求。当用水需求减少时，系统能够自动减少泵站的运行时间或关闭部分泵站，以避免资源浪费。

（三）水压控制与稳定性

压力传感器如同管网水压的“脉搏”，它们遍布管网各个关键节点，实时监测并记录水压数据。这些数据被自动化控制系统实时接收，确保了水压信息的即时更新和准确反馈。当管网水压出现异常时，自动化控制系统能够迅速响应，自动调节水泵的运行状态，以维持水压的稳定。系统通过预设的控制策略，能够智能判断水压是否处于正常范围，并根据需要调整水泵的启停、转速等参数，确保水压始终保持在安全且经济的范围内^[7]。

（四）污水处理与能耗降低

自动化控制技术通过精确控制和能耗监测，显著提升了污水处理的效率和能源利用的优化。通过控制器技术，自动化控制系统能够对污水处理过程中的各个环节进行精确控制，包括调节药剂投放、控制曝气量、调整污泥处理等。这种自动化控制不仅提

高了污水处理的效率，还减少了人为操作的误差，确保了处理过程的连续性和稳定性。数据处理与分析技术则负责监测污水处理过程中的能耗情况，通过收集和分析电能、化学药剂消耗等数据，自动化控制系统能够优化能耗管理，找出潜在的能耗节约机会，并通过调整控制策略，实现能耗的降低。

（五）应急管理与事故处理

自动化控制技术通过预警系统和自动响应机制，为市政给排水工程提供了有效的安全保障。通过对历史数据和实时监测数据的分析，自动化控制系统能够预测潜在的突发事故，如管道爆裂、水污染等。一旦发现异常趋势或风险，系统会自动发出预警信号，提醒操作人员采取预防措施，从而避免或减轻事故的发生。当事故确实发生时，自动化控制系统能够迅速启动应急预案，采取一系列应急措施，如关闭相关管道、启动备用设备、启动水泵等^[8]。这种自动响应机制能够在事故发生的第一时间采取有效措施，降低事故造成的损失，并尽快恢复正常供水。

四、我国市政给排水工程自动化控制技术发展策略

在全球化和信息化的大背景下，我国市政给排水工程自动化控制技术的发展不仅关系到城市基础设施的现代化水平，也是推动智慧城市建设的核心要素。

（一）政策支持与资金投入

政府应制定相关政策，明确自动化控制技术在市政给排水工程中的重要地位和作用，为其发展提供政策支持和指导。这些政策应涵盖技术研发、应用推广、标准制定等方面，以推动技术的创新和应用。政府应加大对自动化控制技术研发和应用的财政投入，设立专项资金支持技术创新和工程改造。这包括对研究项目的资助、对应用示范项目的补贴以及对技术改造项目的资金支持，以确保技术的持续发展和应用。为鼓励企业研发和采用新技术，政府可以提供税收减免等优惠政策^[9]。这可以降低企业的研发成本，提高其采用新技术的积极性，从而推动技术的广泛应用和产业的升级。

（二）人才培养与技术引进

高等院校和职业培训机构应加强自动化控制技术人才的培养，提高从业人员的专业素质。这包括开设相关课程、开展实习实训、举办专业讲座和研讨会等，以培养具备自动化控制技术知识、技能和创新能力的专业人才。鼓励国内外技术交流与合作，通过研讨会、论坛等活动，促进知识共享和经验交流。这有助于引进先进技术和管理经验，同时也可以推广我国在自动化控制技术领域的创新成果，推动技术的发展和應用。积极引进国外先进的技术和管理经验，通过消化吸收再创新，提升我国自主创新能力。这包括引进先进的技术设备、管理理念和方法，以及与国外企业和研究机构的合作。通过消化吸收和再创新，我国可以加快技术进步，提高自主创新能力，推动自动化控制技术的发展。

（三）技术创新与产业升级

鼓励企业投入研发，推动关键技术的突破，如传感器精度提升、控制算法优化等。这有助于提高自动化控制系统的性能和效

率，为市政给排水工程提供更可靠、更智能的技术支持。构建完整的产业链，从上游的设备制造到下游的系统集成，实现产业协同发展。这有助于优化资源配置，提高产业链的整体竞争力，同时也可以促进技术的创新和应用。参与国际标准的制定，推动国内标准的国际化，提高我国技术在国际市场上的话语权。这有助于提升我国在自动化控制技术领域的国际地位，同时也为技术的应用和推广提供更有力的支持。

（四）社会宣传与公众参与

通过媒体、网络等渠道，普及自动化控制技术知识，提高公众对智慧水务的认识。这包括发布相关科普文章、举办技术展览和讲座等，以提高公众对自动化控制技术的了解和认识。鼓励公众参与市政给排水工程的监督和管理，提高公众对工程质量和服务的满意度^[10]。这包括设立公众参与平台、举办听证会和咨询会等，以听取公众意见和建议，提高公众对工程管理的参与度。在中小学教育中加入水资源保护和智慧城市建设的课程，培养公众的环保意识和科技意识。这有助于提高公众对水资源保护的认识，同时也可以培养新一代对自动化控制技术的兴趣和应用能力。

五、结束语

随着研究的深入和技术的发展，市政给排水工程自动化控制技术已成为推动城市水务管理现代化的重要力量。在此，我们期待更多的研究者、工程师和技术人员加入这一领域，共同探索、共同进步，为市政给排水工程自动化控制技术的发展贡献智慧和力量。同时，我们也希望社会各界能够给予更多的关注和支持，共同推动我国市政给排水工程自动化控制技术走向更加广阔的舞台。

参考文献

- [1] 马嘉勋. 市政给排水工程设计中 BIM 技术的应用 [J]. 绿色建筑与智能建筑, 2024, (01): 61-64.
- [2] 彭博. 基于 BIM 技术的市政给排水管道工程措施项目成本管理研究 [D]. 南昌大学, 2023. DOI: 10.27232/d.cnki.gnchu.2023.004424.
- [3] 李楠. 基于 BIM 技术的市政给排水管线设计及应用 [J]. 工程技术研究, 2021, 6(24): 157-160. DOI: 10.19537/j.cnki.2096-2789.2021.24.045.
- [4] 陈思明. 曲线顶管施工在市政给排水工程中的应用价值分析 [J]. 四川水泥, 2021, (09): 77-78.
- [5] 赵明. BIM 技术在市政给排水管线设计中的应用探索 [J]. 江西建材, 2021, (01): 94-95.
- [6] 李炜. 试析市政给排水节能设计的必要性及相关措施 [J]. 中华建设, 2020, (07): 62-63.
- [7] 崔美花. 探索基于 BIM 技术的市政给排水管线设计及应用 [J]. 建材与装饰, 2020, (13): 32-33.
- [8] 高旭. 浅析市政给排水管道的施工技术要点 [J]. 四川水泥, 2020, (03): 153.
- [9] 宋智雄. 海绵城市理念在市政给排水设计中的运用 [J]. 建材与装饰, 2020, (03): 101-102.
- [10] 姜丽. 基于 BIM 技术的市政给排水管线设计及应用研究 [J]. 建材发展导向, 2019, 17(16): 54-56. DOI: 10.16673/j.cnki.jcfzdx.2019.0110.