

# 基于智能控制的市政供水系统运行优化研究

刘海军

(亳州市自来水公司, 安徽 亳州 236800)

**摘要:** 市政供水系统是城市基础设施中至关重要的部分, 对城市居民的生活和工业生产起着关键性支撑作用。本文旨在研究基于智能控制的市政供水系统运行优化, 通过智能化技术和控制策略的应用, 提高供水系统的运行效率和水质管理水平。本研究将从六个方面进行探讨, 包括智能监测与数据分析、供水网络建模与优化、智能控制策略、水质管理与保障、能耗优化与节能措施以及智能供水系统在城市发展中的应用前景。

**关键词:** 智能控制; 市政供水系统; 运行优化; 水质管理; 节能措施

**中图分类号:** TV674; TP183

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.12230/j.issn.2095-6657.2023.26.020

由于供水系统的复杂性和水质管理的挑战, 传统的运行模式已经不能满足快速发展的城市需求。智能控制技术为优化供水系统运行提供了新的解决方案。本研究旨在通过智能化技术的引入和控制策略的优化, 提高市政供水系统的运行效率和水质管理水平, 为城市的可持续发展和居民的生活质量提供科学支持。

## 1 智能监测与数据分析

### 1.1 智能监测设备的选择与布置

(1) 在选择智能监测设备时, 需要充分考虑供水系统的特点和需求。不同的供水系统可能存在不同的监测指标和参数, 因此需要选择适合系统需求的监测设备。(2) 在设备选择过程中, 要注重设备的性能和准确性。高质量的智能监测设备能够提供更加准确和稳定的监测数据, 从而为后续的数据分析和决策提供可靠的依据。此外, 还要考虑设备的实用性和可操作性, 以确保设备的稳定运行和长期可靠性。(3) 在设备布置方面, 需要根据供水系统的布局 and 结构进行合理地规划。通常, 监测设备应该覆盖整个供水网络, 包括水源地、输水管道、水质处理设施等关键节点<sup>[1]</sup>。通过合理布置监测设备, 可以全面了解供水系统的运行状态, 并及时发现潜在问题, 为系统的优化和改进提供及时的数据支持。

### 1.2 数据采集与处理技术

智能监测设备能够实时采集大量的供水系统数据, 包括水质参数、水压、水流量等多种指标。如何高效地进行数据采集与处理, 是确保监测数据质量和有效利用的关键环节。(1) 数据采集技术要求能够实时、准确地获取监测数据, 并保障数据的稳定传输和存储。常用的数据采集技术包括传感器技术、通信技术和数据存储技术。传感器技术能够将物理量转换为电信号, 实现数据的数字化; 通信技术可以将采集到的数据传输到数据中心或监测平台; 数据存储技术则能够对大量的数据进行

高效存储和管理。(2) 数据处理技术是对采集到的数据进行分析、整理和解释的过程。数据处理的目标是从大量的原始数据中提取有用的信息和规律, 为后续的数据分析和决策提供支持<sup>[2]</sup>。常用的数据处理技术包括数据清洗、数据预处理、特征提取和数据建模等。通过数据处理技术, 可以对监测数据进行清晰地分类和整理, 便于后续的数据分析和应用。

### 1.3 数据分析与模型构建

数据分析是利用统计学和数学方法对监测数据进行研究 and 解释的过程。通过数据分析, 可以深入了解供水系统的运行状态和水质状况, 发现数据中的规律和趋势, 为系统的优化和改进提供依据。数据分析的方法多种多样, 常用的方法包括描述性统计分析、相关性分析、聚类分析和时间序列分析等<sup>[3]</sup>。描述性统计分析可以对监测数据进行总体和局部的概括和描绘; 相关性分析可以找到不同监测指标之间的相互关系; 聚类分析可以将供水系统划分为不同的区域或类别, 便于针对性的管理和优化; 时间序列分析可以揭示监测数据的周期性和趋势性变化。

## 2 供水网络建模与优化

### 2.1 供水网络建模方法与技术

(1) 在供水网络建模中, 需要选择合适的建模方法与技术。常见的建模方法包括水力模拟方法、水质模拟方法和耦合模拟方法。水力模拟方法主要用于描述供水系统中水流的流动过程, 包括管道流动、水泵运行等; 水质模拟方法用于研究供水系统中水质的分布和变化, 包括水质传输、消毒反应等; 耦合模拟方法则综合考虑水力和水质过程, 实现对供水系统全面的建模与分析。(2) 在建模过程中, 需要收集大量的供水系统数据和参数。这些数据包括管道网络拓扑结构、水源数据、水质参数等。通过准确收集和整理这些数据, 可以保证建模的准确性和可靠性。

## 2.2 系统优化设计与布局

优化设计过程中，需要充分考虑供水系统的特点和需求，通过调整系统结构和参数，实现系统的最优化运行。(1) 优化设计的目标包括降低供水系统的能耗、提高供水能力、优化管网布局等。在优化设计过程中，可以采用多目标优化方法，综合考虑不同的优化指标，寻求最优的设计方案。例如，可以通过改变管道的直径和长度，优化水泵的配置和运行方式，来降低系统的能耗<sup>[4]</sup>。(2) 在系统布局方面，需要合理规划供水网络的拓扑结构和分布。合理的管网布局可以减少管道的长度和阻力，提高供水效率。还需要考虑供水网络的稳定性和可靠性，确保系统在突发事件或紧急情况下能够正常运行。

## 2.3 供水网络的安全性与鲁棒性分析

安全性指供水系统在对外部干扰和内部故障时的抵抗能力，鲁棒性则是系统在面对不确定性因素时的适应能力。(1) 安全性与鲁棒性分析需要考虑供水系统的脆弱性和脆弱节点。脆弱性是指系统中对于特定干扰具有较低的容忍度，可能导致系统崩溃的程度；脆弱节点是指系统中关键的节点，一旦发生故障将对整个系统产生重大影响。(2) 为提高供水网络的安全性与鲁棒性，可以采取多种措施。例如，在管网设计中，可以增加冗余管道，确保系统在某些管道故障时仍能正常供水；在水源选择中，可以优先选择稳定可靠的水源，降低水质风险；在供水计划中，可以制定紧急应急预案，以应对突发事件。

## 3 智能控制策略

### 3.1 智能化调控与优化算法

智能控制策略是基于先进的算法和技术，实现对市政供水系统的智能化调控和优化。(1) 在智能化调控方面，通过引入先进的传感器和监测设备，实时采集供水系统的运行数据，包括水质参数、水压、水流量等。通过这些数据，结合先进的算法和模型，可以对供水系统进行精准的监测和预测。(2) 优化算法是智能控制的核心部分，它能够对供水系统的运行参数进行动态调整，实现系统的最优化运行。常见的优化算法包括遗传算法、模拟退火算法、粒子群算法等。这些算法可以通过对供水系统的运行状态和性能进行模拟和优化，找到最优的运行参数和策略，以提高系统的运行效率和水质保障。

### 3.2 控制策略的实时响应与动态调整

智能控制策略要求能够实时响应供水系统的运行状态和变化，及时作出调整和优化。(1) 实时响应在智能控制中能够快速地根据监测数据和优化算法的结果，作出相应的控制决策，以确保系统的稳定和高效运行。(2) 动态调整是指智能控制策略具有自适应性和灵活性，能够根据供水系统的运行环境和外部干扰，自动调整控制参数和策略。动态调整能够使智能控制系统具备较强的适应性和鲁棒性，能够应对不同的运行情况和需求<sup>[5]</sup>。

## 3.3 智能控制系统的集成与优势

智能控制系统的集成是指将智能控制技术与供水系统的实际运行相结合，形成完整的控制体系。智能控制系统的集成包括硬件和软件两个方面。硬件方面，需要安装智能监测设备和控制装置，实现对供水系统的实时监测和控制。软件方面，则需要开发智能化的控制算法和决策模型，实现对供水系统的优化和调控。智能控制系统的集成能够将各个部分有效地整合起来，形成一个高效、智能、自动化的控制系统。通过智能控制系统的集成，可以实现供水系统的智能化运行，提高供水效率和水质保障水平。

(1) 提高供水系统的运行效率。智能控制系统能够根据实时监测数据和优化算法，动态调整供水系统的运行参数和策略，使系统始终保持在最优状态。(2) 提高供水系统的水质保障水平。通过智能控制系统对供水系统的水质进行实时监测和预测，可以及时发现潜在的水质问题，并作出相应的调整和控制。(3) 实现供水系统的自动化运行。智能控制系统能够自动地对供水系统进行监测和控制，减少人工干预，提高系统的自动化程度和运行稳定性。(4) 提高供水系统的鲁棒性和安全性。智能控制系统具有较强的适应性和自适应能力，能够应对不同的运行情况和外部干扰，保障系统的稳定和安全运行。

## 4 水质管理与保障

### 4.1 水质监测与评估

水质监测与评估是保障供水系统水质安全的基础。在智能控制的支持下，建立全面、高效的水质监测体系至关重要。(1) 确定监测指标。根据供水系统的特点和水质要求，确定需要监测的关键指标，如余氯、浊度、pH值、总大肠菌群等。(2) 部署监测设备。合理选择并布置智能水质监测设备，覆盖供水系统的各个关键节点，实现对水质的实时监测和数据采集。(3) 建立监测数据库。将监测数据整合到数据库中，建立水质监测数据库，便于数据分析和信息共享。

### 4.2 水质安全与保障策略

(1) 风险评估与预警机制。建立供水系统水质风险评估与预警机制，对可能导致水质问题的因素进行分析和预测，制定相应的预防措施。(2) 应急响应与处置措施。建立水质应急响应与处置预案，一旦发现水质异常情况，能够快速响应和采取措施，确保水质问题得到及时处置。(3) 长期水质保障策略。制定长期的水质保障策略，包括供水源地保护、水处理工艺改进、管网水质管理等方面的措施，确保供水系统水质持续稳定。

### 4.3 智能化水质管理体系构建

(1) 智能水质监测系统。建立智能水质监测系统，实现对供水系统水质的实时监测和数据采集，确保监测数据的准确性和全面性。(2) 智能水质评估与预测。利用智能算法和模型，

对水质监测数据进行评估和预测,及时发现潜在的水质问题,并提出相应的优化建议。(3)智能水质调控与控制。基于智能化调控与优化算法,实现对供水系统的智能化调控和优化,保障水质在合理范围内稳定运行。(4)智能水质信息管理与共享。建立智能水质信息管理平台,整合水质监测数据、评估结果、调控策略等信息,便于管理者和相关部门的共享和决策。

总之,水质管理与保障是市政供水系统优化运行的重要环节。通过建立全面、高效的水质监测体系,制定水质安全与保障策略,构建智能化水质管理体系,可以有效提高供水系统水质的稳定性和保障水平,确保供水系统的水质安全和持续优化运行。

## 5 能耗优化与节能措施

### 5.1 能耗分析与节能潜力评估

能耗分析是了解供水系统各个环节的能耗情况,识别能耗的主要来源和消耗点,为制定节能措施提供依据。(1)能耗数据采集。收集供水系统各个环节的能耗数据,包括泵站、管网、水处理等部分,形成能耗数据库。(2)能耗分析。利用能耗数据库,对供水系统的能耗进行分析和对比,找出能耗较高的环节和关键设备。(3)节能潜力评估。根据能耗分析结果,评估供水系统的节能潜力,确定可实施的节能措施和目标。

### 5.2 智能调控在节能中的应用

智能调控技术在节能中发挥着重要作用。通过智能算法和模型,实现对供水系统的精细化调控和优化,降低能耗,提高运行效率。(1)智能泵站控制。通过智能调控技术,根据供水系统的实时需求,调整泵站的运行状态和流量,降低泵站的能耗。(2)管网智能调控。利用智能算法,对管网进行优化调控,减少管网的压力损失和泄漏,降低管网运行的能耗。(3)智能化水处理。在水处理过程中应用智能控制技术,根据水质和需求进行智能调控,优化水处理流程,降低能耗。

### 5.3 节能措施的经济与环境效益

(1)经济效益。通过节能措施降低能耗,减少供水系统的运行成本,提高供水系统的经济效益和运营效率。(2)环境效益。节能措施降低了供水系统对能源资源的需求,减少温室气体的排放,对环境造成的影响较小。(3)社会效益。通过节能降耗,提高供水系统的可持续性,为社会提供稳定、安全、高效的供水服务。

## 6 智能供水系统在城市发展中的应用前景

### 6.1 城市发展对供水系统的需求与挑战

随着城市化进程不断加快,城市人口持续增加,城市对供水系统的需求日益增长,城市供水系统面临以下需求与挑战。(1)水资源需求增加。城市人口增加带来了对水资源的更大需

求,供水系统需要满足日益增长的供水量。(2)水质安全保障。城市供水系统需要确保供水水质安全,保护居民健康,防止水质污染事件发生。(3)供水系统稳定性。城市供水系统需要具备高度稳定性,保障供水连续稳定供应,应对突发事件和灾害。

### 6.2 智能供水系统应用的可行性与优势

智能供水系统应用在城市供水管理中具有可行性和优势。(1)数据驱动决策。智能供水系统利用大数据和先进的数据分析技术,可以对供水系统的运行进行实时监测和数据分析,从而做出精准地决策和调整。(2)智能调控优化。智能供水系统采用智能化调控算法,可以优化供水系统的运行,实现精细化调控,降低能耗,提高运行效率。(3)预测预警功能。智能供水系统可以根据历史数据和模型预测供水系统的未来运行情况,提前做好应对措施,避免潜在问题和风险。

## 7 结论

本研究通过对基于智能控制的市政供水系统运行优化的六个方面进行深入探讨,发现智能化技术和控制策略的应用对于提高供水系统的运行效率和水质管理水平至关重要。智能监测与数据分析为系统的实时监控提供了支撑,供水网络建模与优化为系统的布局和优化提供了科学依据。智能控制策略的优化使得供水系统能够实现精准调控,提高了水质管理的水平。水质管理与保障措施的建立保障了供水的安全性和可靠性。能耗优化与节能措施在保障供水的同时也减少了能耗,实现了资源的有效利用。智能供水系统在城市发展中有广阔的应用前景,但也需要政策和社会的支持与推动。因此,我们呼吁政府、企业和科研机构共同合作,推动智能供水系统的研发与应用,促进城市供水的可持续发展和人民生活的幸福。

### 参考文献:

- [1]周翔.关于市政供水网线设计优化的研究[J].科技与创新,2015,(02):32-33.
- [2]潘高峰.新时期市政给排水设计理念综述[J].科技创新,2019,(07):88-89.
- [3]范泳.浅析市政供水系统存在的安全问题与对策[J].门窗,2012,(12):122,125.
- [4]陈方亮,陈鹏,赵晓辉,等.中小型水司智能化供水管理监控系统的应用[J].中国给水排水,2014,30(04):83-86.
- [5]王小婷.探讨市政供水系统存在的安全问题与对策[J].山东工业技术,2016,(21):224.

作者简介:刘海军(1973-),男,安徽亳州人,大学本科,高级工程师,主要从事制水生产,水厂建设等工作。