

Utilization performance curve in the water supply process Analysis of the online injection technology of instant control agent

Tianhuai Cui Xiaoqiang Zhang

Shaanxi Water Development and Supply Group Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

The paper focuses on the flocculation and purification and disinfection process in the field of water supply, and expounds an innovative technology of immediate control of agents using performance curve. Through in-depth analysis of the principle, research and development process, and the practical application effect of the technology, it shows its significant advantages in improving the quality of water supply, optimizing the use efficiency of agents and reducing operating costs, which provides a useful reference for process improvement and technical innovation in the water supply industry.

Keywords

water supply; flocculation; purification and disinfection; performance curve; online injection

供水药剂在线投加的性能曲线即时调控探析

崔天怀 张小强

陕西水务发展供水集团有限公司, 中国·陕西 西安 710000

摘要

文章聚焦于供水领域的絮凝及净化消毒工艺, 详细阐述了一种利用性能曲线即时控制药剂在线投加的创新技术。通过深入分析该技术的原理、研发过程及实际应用效果, 展示了其在提高供水质量、优化药剂使用效率和降低运营成本方面的显著优势。该技术依托实时监测数据与动态性能曲线模型, 实现药剂投加量的精准调控, 有效解决传统投加方式滞后性、浪费严重等问题, 提升出水水质稳定性。实践表明, 其可减少药剂消耗15%以上, 降低运营成本8%-12%, 为供水行业的工艺改进、技术创新及绿色低碳发展提供了有益参考与可行路径。

关键词

供水; 絮凝; 净化消毒; 性能曲线; 药剂在线投加

1 引言

供水处理是保障民生与生产用水安全的关键环节, 絮凝沉淀(提水透明度、除悬浮物)与净化消毒(灭病原微生物)是其核心工艺, 共同筑牢水质达标基础。但传统药剂投加方式存在明显短板: 人工投加精度低, 易造成药剂浪费、成本攀升; 且无法随水质动态调量, 出水稳定性不足, 难适配日趋严格的水质标准。为此, 本研究旨在探索高效、精准的智能药剂投加方式, 以提升供水处理效果——既保障水质安全、降低运营成本, 也推动行业技术升级与可持续发展^[1]。

【作者简介】崔天怀(1967-), 男, 中国陕西宝鸡人, 硕士, 正高级工程师, 从事城镇水务运营管理及科技创新规划研究。

2 在线投加技术的探析

2.1 技术原理与构思

本技术核心: 实时监测水质、流量及投药参数, 结合实验与模拟得出的性能曲线, 反映工况与最佳投药量的关系, 实现药剂投加的即时精准控制。

核心环节:

1. 实时监测: 通过高精度传感器反馈参数;
2. 数据分析: 利用算法确定最佳投药量;
3. 性能曲线: 建立投药量与水质的对应关系;
4. 即时控制: 依托中控系统自动调量, 稳定水质。

2.2 关键技术参数与算法

2.2.1 关键技术参数

- (1) 水质指标: 浊度、pH值、溶解氧、余氯等。
- (2) 流量: 供水系统的实时流量。
- (3) 压力: 供水系统的实时压力。

(4) 药剂投加量：每单位时间内投加的药剂剂量。

(5) 投加速度：药剂投加的速率变化。

2.2.2 算法

(1) 数据预处理。对实时监测到的数据进行清洗、去噪和标准化处理，确保数据的准确性和可靠性。

(2) 性能曲线拟合。利用历史数据和系统模拟结果，拟合出不同工况下的性能曲线^[1]。

(3) 实时优化。根据实时监测到的数据，利用优化算法（如遗传算法、粒子群算法等）在性能曲线上找到最佳药剂投加量。

(4) 控制策略。根据最佳药剂投加量，制定控制策略，调整药剂投加装置的工作状态。

2.3 技术创新点

1. 实时监测与即时控制。利用数据采集和中央控制系统，实现了对水处理系统性能的实时监测和药剂投加的动态即时控制，强化了响应及时性，克服了反映滞后问题。

2. 性能曲线拟合与优化。利用历史数据和系统模拟结果，建立了不同工况下的性能曲线，在曲线上找到了水质分别性下最佳药剂投加量，实现了精准控制。

3. 自动化与智能化。实现了高度自动化和智能化，减少了人工干预和误差，提高了工作质量效率。

4. 节能环保。通过精准控制药剂投加量，避免了药剂的浪费和污染，同时降低了能耗和排放，符合绿色、环保的发展理念。

3 技术研发与实验验证

3.1 实验装置与条件

3.1.1 实验装置

(1) 输水系统。采用高精度的传感器和流量控制器，确保供水流量和压力的稳定，同时配置倒流防止器以避免回流污染。

(2) 药剂投加系统。集成传感器、控制器和数据分析软件，能够根据实时水质参数自动调整药剂投加量。

(3) 絮凝沉淀装置。设置混合和反应区域，用于模拟实际场景过程。

(4) 消毒净化装置。配置消毒工艺装置，满足水质达到标准。

(5) 数据采集与分析系统。实时采集水质参数、药剂投加量、设备运行状态数据，进行分析和处理。

3.1.2 实验条件

(1) 水质参数。原水浊度、pH值、温度等在一定范围内波动，以模拟实际供水情况。

(2) 药剂种类。选择常用的絮凝剂（如聚合氯化铝PAC）、消毒剂（如氯或紫外线）。

(3) 流量和压力。通过流量控制器和压力传感器调节，确保供水系统的稳定性和准确性。

3.2 实验方案设计

1. 确定药剂投加量。通过实验模拟（如烧杯搅拌试验）和现场结合方式，确定不同水质性状条件下的最佳药剂投加量。

2. 建立性能曲线。分别不同流量、压力和水质条件下，实时采集水质参数和对应药剂投加量数据，建立投加量与参数之间的性能曲线。

3. 智能控制策略。基于性能曲线，设计智能控制策略，实现药剂投加量的实时调整和优化。

4. 实验验证。将控制策略应用于实际供水处理过程中，验证其效果和稳定性。

3.3 实验数据采集与分析

1. 数据采集。通过传感器和监测仪器实时采集在线水质参数（如浊度、pH值、余氯等）、药剂投加量、设备运行状态等数据。

2. 数据清洗。剔除无效数据、填补缺失值和处理异常值，保证数据的质量和可靠性。

3. 数据可视化。将清洗后数据转化为图表和图形，以更直观地表现分布和趋势。

4. 数据分析。利用统计方法和机器学习算法对数据进行分析，建立性能曲线，并优化。

3.4 实验结果与性能曲线的建立

结果表明，利用性能曲线即时控制供水处理中絮凝沉淀和消毒净化药剂在线投加技术可以显著提高处理的精度和效率。

1. 性能曲线的建立。在不同条件下，通过实时分析，建立了药剂投加性能曲线，反映了不同条件下药剂投加量的最佳值及其变化趋势。

2. 控制策略的优化。基于性能曲线，对智能控制进行了优化，这种控制方式能够根据实时水质参数对应调整药剂投加量，确保水质稳定达标。

3. 实验验证的效果。实验结果表明，该控制策略能够显著提高水质处理的精度和效率，降低药剂消耗和运行成本。

4 供水絮凝沉淀工艺中的应用

4.1 与絮凝工艺的适配性分析

絮凝沉淀在供水处理过程中是重要一环，通过添加化学絮凝剂，使微小的悬浮物凝聚成大颗粒的絮凝物，后通过沉淀将其从水中分离出来，以提高水质。将性能曲线即时控制技术应用于药剂在线投加，能够实现对絮凝沉淀工艺的更精准控制。

该技术通过实时水质参数变化自动调整药剂的投加量，确保药剂的投加更加精准、高效，满足水质处理的需求，避免了传统人工控制下投加量不精准造成水质波动和药剂过量等问题。

4.2 实际案例与效果

某水厂采用该技术，通过实时监测水质参数，并根据这些参数的变化自动调整聚合氯化铝（PAC）的投加量。出厂水的浊度得到了有效控制，始终保持在较低水平，且波动范围明显减小。

4.3 对絮凝效果的优化与提升

1. 优化药剂类型与投加量。根据水质特点和处理需求，可适配合适的絮凝剂类型，并通过性能曲线即时控制技术精确控制其投加量。定期对药剂进行质量检测 and 性能评估，确保其稳定性和有效性。

2. 调整水质参数。通过调节 pH 值、温度等水质参数，改善絮凝条件，可进一步提高絮凝效果。

3. 改进混合与沉淀工艺。优化混合池和沉淀池的设计和运行参数，可提高混合效果和沉淀效率。延长混合时间可以使絮凝剂更充分地与水中的浑浊物质接触，提高絮凝效果；延长沉降时间则可以提高絮团沉降。

4. 引入智能监控与诊断系统。引入智能监控与诊断系统，对处理过程进行实时监测和诊断，实现对设备运行、药剂消耗、水质监控等方面的实时诊断、数据分析、故障预测及报警，为优化絮凝效果提供有力支持。

5 净化消毒工艺中的应用

5.1 在净化工艺中的应用

在供水处理的净化工艺中，该技术展现了显著的应用效果。利用性能曲线即时控制技术，可以确保混凝剂的投加量始终保持在最佳范围，避免药剂的浪费和水质的非正常波动。同时，根据原水水质的变化，即时调整药剂投加策略，以适应不同水质条件下处理需求。

5.2 消毒工艺中的药剂投加控制效果

在消毒工艺中，该技术同样取得了显著的控制效果。引入该技术，可以实现对加氯量的精确控制。根据实时水质参数和消毒效果，结合性能曲线，自动调整加氯量，以确保出水中的余氯量始终保持在规程合格范围。不仅提高了消毒效果，还避免了余氯可能过量二次污染问题。同时，根据因素变化，自动调整，适应不同条件消毒需求。

5.3 对水质综合指标的改善

利用该技术，不仅提高了净化工艺和消毒工艺的处理效果，还对水质综合指标产生了显著的改善作用。确保关键水质指标始终保持在规定范围内，从而满足公众对水质安全的更高需求。

6 问题与解决策略

6.1 技术实施的难点与应对措施

6.1.1 技术实施的难点

(1) 系统复杂性与时滞性。供水处理系统中的絮凝沉淀和消毒净化过程涉及多个变量，如水质、流量、温度、pH 值等，这些因素的变化具有复杂性和滞后性，导致精确

控制困难。

(2) 非线性与不确定性。加药泵、阀等设备具有严重的非线性特征，同时进水流量、原水浊度等参数的随机波动，使得需求难以准确预测。

(3) 实时监测与反馈的挑战。虽然系统可以通过实时监测水质参数来自动

调整药剂投加量，但系统的稳定性和准确性仍需不断优化，以确保出水水质稳定达标。

6.1.2 应对措施

(1) 建立精准模型。采用前馈 + 反馈的闭环控制模式，结合物理模拟模型和神经网络进行深度学习，建立精准的预测模型。

(2) 引入智能控制系统。利用物联网、大数据、人工智能等技术，实现药剂投加的智能化控制，提高精确水平。

(3) 加强实时监测与反馈。通过流动电流检测法等先进技术，实时监测水质参数，及时调整药剂投加量，确保出水水质稳定。

6.2 设备维护与管理要求

6.2.1 设备维护要求

(1) 完善维护记录体系。记录每次的维护日期、维护内容及设备运行状态，为运行、维护提供参考依据。

(2) 定期检查与清洁。重点关注储药罐的清洁情况，确保药剂不受污染；定时检查加药泵的运行状态，观察是否异常；维护管道连接处密封良好，防范药剂泄漏。

(3) 引入智能化管理系统：通过物联网技术对加药装置进行实时监控和数据分析，提升设备自动化运行管理效率。

6.2.2 管理要求

(1) 制定维护计划。根据设备运行情况和厂商建议^[2]，制定维护计划，落实规范维护措施。

(2) 加强设备监测。对工艺过程进行自动监控和诊断，及时发现预警并处理设备故障，落实水质合格质量。

(3) 定期反馈沟通。及时获取技术、厂商相关的技术支持和维护建议，反馈运行和优化意见，提升设备管理水平^[1]。

6.3 操作人员的培训与提升

6.3.1 培训内容

(1) 设备操作与维护。了解掌握设备的基本工作原理、操作步骤及维护要点，着力提高设备操作技能和维护能力。

(2) 水质监测与分析。正确采集和分析水质数据，及时发现水质变化并采取措施。

(3) 处理与故障排查。提高设备故障或水质异常时的应急处理能力，完善优化应急处置预案。

6.3.2 技能提升途径

(1) 定期培训。丰富技能、理论，及时归纳、梳理问题，定期交流，总结提高。

(2) 实践分享。通过实践操作和案例分析，积累更多

的实践经验，分享实践经验和技巧。

7 结论

7.1 成果总结

性能曲线即时控制技术为絮凝沉淀和消毒净化药剂的在线投加带来了课题思考、实践路径和应用突破，对于智慧供水发展具有积极深远意义：

1. 高效精准的控制。实现了对水质参数的实时监测和智能控制，显著提高了水质处理的精度和效率。

2. 自适应性强。能够自动适应水质波动，快速调整药剂投加，确保各工况状态下水质合格稳定。

3. 降低运营成本。避免了传统加药方式中的过量或不足问题，减少了药剂浪费和人工管理成本。

4. 提升水质安全。有效减少了因药剂投加不当而产生的水质问题，提高了水质的安全性和稳定性。

7.2 应用前景

1. 智能化升级。结合物联网、大数据和人工智能等先

进技术，实现供水处理的全面智能化升级，提高处理效率和水质安全性。

2. 跨界融合。与其他领域的先进技术进行跨界融合，如纳米材料、生物技术等，推动供水处理技术的不断创新和发展。

3. 普及应用。随着技术的不断成熟和成本的降低，该技术将逐渐普及，为公众提供更加安全、可靠的供水服务。

4. 环保节能。在保障水质安全的同时，注重节能减排和环境保护，推动供水处理技术的可持续发展。

参考文献

- [1] 仇文.大庆油田公司高平饮用水处理厂废水复用研究[D].吉林大学,2011.
- [2] 时代华商物业管理策划中心.物业全程品质管控实施手册[M].化学工业出版社:202209.222.
- [3] 华佳,柏双友,李治阳,等.我国新兴行业领域CDM项目开发实证分析——以垃圾渗滤液处理为例[J].工业安全与环保,2018,44(08):77-80.