

Design and Implementation of Automatic Control of Water Plant Purification System

Ruifeng Li

Wenshan Mudi River Reservoir Development Co., Ltd., Wenshan, Yunnan, 663099, China

Abstract

This paper is committed to the design and implementation of the automatic control of the water plant purification system, in order to improve the efficiency, accuracy and reliability of the water quality treatment. By reviewing the development of water plant purification system and automatic control in the field of water treatment, the selection and application of sensors, actuators and communication technology are detailed. In the system architecture design, the architecture of the whole system is analyzed from the perspective of software and hardware, combined with the selected sensors and actuators to clarify the efficient data communication and processing system, so as to realize the real-time response and efficient operation of the water plant purification system. In the control algorithm design stage, the control target of the water plant purification system is defined, and the control accuracy and adaptability of the system are improved by PID control algorithm. With detailed theoretical basis and practical experience analysis, this paper puts forward solutions and visions for further improvement of water quality treatment technology and service of urban development.

Keywords

water plant purification system; automatic control; control algorithm; water quality treatment

水厂净化系统自动化控制的设计与实现

李锐锋

文山暮底水库开发有限公司, 中国 · 云南 文山 663099

摘 要

论文致力于水厂净化系统自动化控制的设计与实现, 以提高水质处理的效率、精确性和可靠性。通过回顾水厂净化系统和自动化控制在水处理领域的发展, 详细介绍传感器、执行器以及通信技术的选择和应用。在系统架构设计中从软件和硬件两个角度分析整体系统的架构, 结合筛选出的传感器及执行器, 明确高效的数据通信与处理系统, 实现水厂净化系统的实时响应、高效运行。在控制算法设计阶段, 明确水厂净化系统的控制目标, 以PID控制算法进行提高系统的控制精度和适应性。论文以翔实的理论基础和实践经验分析, 为进一步改善水质处理技术和服务城市发展提出了解决方案和愿景展望。

关键词

水厂净化系统; 自动化控制; 控制算法; 水质处理

1 引言

随着城市化进程的不断推进和人口的快速增长, 对清洁饮用水的需求在日益凸显。水厂作为保障城市居民饮水安全的重要组成部分, 其净化系统的运行状态直接关系到公共健康和社会稳定。本研究旨在设计与实现水厂净化系统的自动化控制, 引入先进的控制算法和技术手段, 提高水质处理的效率、精确性和可靠性。在系统架构设计中, 提出一个综合考虑硬件和软件的总体框架, 确保系统能够稳定、高效地运行。在控制算法设计中介绍控制目标的设定和采用的 PID 控制算法, 解释控制算法的优越性。实验与结果分析通过展

示系统实际运行的性能, 分析评估系统的有效性, 为水厂自动化控制领域的发展提供有力的理论支持和实际经验, 同时也为实现清洁、高效的水资源利用做出实质性的贡献。

2 水厂净化系统综述

水厂净化系统是确保城市供水质量的关键环节, 其目标是从水源中去除各类杂质, 确保饮用水的安全性和卫生标准。传统水厂净化系统通常包括混凝、沉淀、过滤、消毒等多个处理步骤。深入了解水厂净化系统的原理和运行机制, 对于制定有效的自动化控制策略至关重要。

2.1 自动化控制应用

随着自动化技术的飞速发展, 自动化控制在水处理领域得到广泛应用。自动化控制系统能够通过实时监测水质参数、控制处理设备的运行状态, 实现水质的持续稳定调控, 先进的自动控制系统可提高处理效率、降低能耗, 对于处理

【作者简介】李锐锋 (1971-), 男, 白族, 中国云南大理人, 本科, 高级工程师, 从事水利水电工程建设与运行管理、水利信息化建设与应用研究。

水质波动和突发事件具有更强的适应能力。水厂净化系统自动化控制是当前水处理领域的研究热点之一，尤其是水厂智能控制系统，自来水厂智能化改造的核心是“现场设备数据”的实时管理，目前还没有有效的解决方案，未来有必要进一步攻关解决实时管理在水厂净化系统和自动化控制中的应用。

2.2 控制系统的技术和方法

在水厂净化系统自动化控制中，涉及多种关键技术和方法。传感器技术的应用能够实时监测水质参数，包括浊度、pH值、溶解氧等，为自动控制提供准确的输入数据。执行器的选择和算法的设计直接影响系统的响应速度和控制精度。通信技术的合理应用则保障各个子系统之间能够实现及时的信息交互。

3 系统架构设计

在实现水厂净化系统的自动化控制过程中，系统总体架构的设计是关键一环。我们提出的系统总体架构应综合考虑硬件和软件两个方面，以确保系统能够高效、稳定地运行。硬件方面包括传感器、执行器、控制器等组成要素，而软件方面则包括控制算法、数据通信和处理等关键功能。通过清晰而合理的系统总体架构设计，我们能够为进一步的具体实现提供指导。

3.1 传感器和执行器选择

在系统架构中，传感器的选择至关重要，因为传感器负责实时采集水质参数，直接影响系统对水质状况的感知。我们需仔细选择适用于不同参数的传感器，并确保其精度和可靠性。执行器则负责根据控制算法的指令对处理设备进行调整，因此执行器的选择应考虑其响应速度和控制精度。

3.2 数据通信与处理

系统中各个部分需要高效的数据通信与处理机制，以确保信息的实时传递和有效处理。合适的数据通信协议能够保障传感器与执行器之间的数据流畅传输，而数据处理方面则需要设计高效的算法，以确保系统能够及时、准确地做出响应。这一步骤的设计直接关系到系统的实时性和稳定性。通过系统总体架构的设计，我们将确保各个组成部分协同工作，形成一个高效、稳定的自动化控制系统。

4 控制算法设计

在水厂净化系统自动化控制中，明确的控制目标是确保系统高效运行的前提。我们首先需要定义水质参数的目标范围，并建立相应的控制策略。这包括对浊度、pH值、溶解氧等关键参数的设定目标值，并明确系统在不同工况下的响应策略。通过细致而合理的控制目标设定，我们可以使自动化控制系统更好地适应复杂多变的水质状况。

4.1 PID 控制算法

在控制算法的选择上，我们采用PID（比例—积分—

微分）控制算法作为基础。PID控制算法通过调节比例、积分和微分三个参数，能够实现对系统的精确控制。我们将详细描述PID控制算法的原理、参数的选择和调整方法，以确保系统对水质参数的控制具有高度的准确性和灵活性。

4.2 其他高级控制算法（如模型预测控制）

除了PID控制算法，我们还将探讨其他可能的高级控制算法，如模型预测控制（MPC）。模型预测控制是通过建立系统的数学模型，预测未来的系统行为，并基于这些预测进行控制决策^[1]。模型预测控制是一种基于模型的闭环优化控制策略，已在水厂、炼油、化工、冶金和电力等复杂工业过程控制中得到广泛的应用。模型预测控制具有控制效果好、鲁棒性强等优点，可有效地克服过程的不确定性、非线性和关联性，并能方便处理过程被控变量和操纵变量中的各种约束。

控制算法有多种选择，但核心是能够在实际系统中有效地运行，为水厂净化系统的自动化控制提供灵活而可靠的算法基础。

5 系统实现与实验

5.1 硬件搭建

系统实现的第一步是进行硬件搭建，确保传感器、执行器和控制器之间的正确连接。通过对传感器的布置位置，执行器与处理设备的关联方式，以及控制器的选型进行优化设计，从而使硬件搭建的合理性和稳定性是保证系统正常运行的基础，因此我们将工程设计放在第一步，在初始设计的时候就将工程实现的原理嵌入，有效完成硬件搭建的布局，提升后续软件实现的便利性。

5.2 软件实现

在硬件搭建完成后，需进一步将控制端进行嵌入，以成体系的电子化电气化控制算法进行初步试验验证，通过系统软件的具体实现、数据通信协议的编写，以及实时数据处理的算法设计，不断调试，去完善系统的实时性和控制精度^[2]。所以这个阶段对软件的架构、模块划分和代码编写规范提出了较高要求，以确保系统的高效运行。

5.3 实验设计

为验证系统的性能和有效性，通过设计一系列的工程实验，涵盖了水质参数变化，系统在不同工况下的控制性能，以及系统对突发事件的响应能力。从而对前置的硬件、软件的设计思路、条件设置进行微调和优化，通过不断对实验过程中采集到的关键数据进行分析整理，实现硬—软—端的内部循环和纠错能力^[3]。

6 案例研究

通过对系统在不同水质条件下的表现进行全面评估，探讨可能存在的问题，并解释导致性能不佳的原因，从而更全面地了解系统的运行状况，为进一步改进系统性能提供理

论依据。

6.1 案例分析

“文山暮底河水厂”自控系统用于自来水厂远程控制管理,进行硬件端的设计并完成软件端的功能检验,通过对不同环境下的验证,均能够达到系统承载阈值,实现了水厂净化系统自动化控制的实现。

其中水厂操作人员可以在水厂控制室远程监测厂内水池水位、进厂流量、出厂流量、出厂压力、水质等信息;远程监测加压泵组、配电设备及其他自动化设备可以远程控制加压泵的启停。水司调度中心工作人员及公司主管领导可以远程监测各水厂的工作情况及水厂操作人员的操作情况。

6.1.1 硬件端布局水厂自动化控制终端

①采集进厂流量、蓄水池水位、清水池水位、出厂压力、出厂流量、出厂水质、安防报警等信息;可采集每台泵的出水压力、出水流量。

②采集每台加压水泵启停状态、运行时间、工作电流、工作电压、电能等电参数。

③采集配电室设备的开关状态、总电能等。

④监视水厂大门、制水车间、泵房等重要区域的图像。

⑤支持加压泵组控制柜手动控制、自动控制、远程控制泵组设备的启停,控制模式可切换。

⑥电流过大、水位过低、压力过高、控制柜保护、配电故障、闲人进入状况发生时,立即上报告警信息。

⑦支持局域网有线通信,支持GPRS、短消息无线通信。

⑧存储、显示、查询水厂监测数据及工作参数。

⑨支持就地、远程测控设备维护。

6.1.2 软件端集成水厂中央控制室

①远程监测所辖水源井的工作情况、安防情况,远程控制所辖水源井水泵的启停。

②在线监测水厂内加压泵组设备的工作情况,控制加压泵组的启停。

③在线监测水厂内蓄水池水位、清水池水位;进厂原水流量;出厂清水流量和压力。

④在线监测出厂水的浊度、pH值、余氯等水质指标,录入其他水质信息。

⑤在线监测大门、制水车间等重要场所的图像。

⑥生成各种报表及数据曲线。

6.2 实验结果与分析

本案例通过对自动化控制功能的布局、验证、收集与分析,评估了系统在不同场景下的性能表现,包括系统的控制精度、响应速度以及在复杂水质状况下的稳定性,展示系统在实际运行中的可行性和有效性^[4]。这是整体解决方案能够完成的核心,只有在不断的实验、分析、整理反馈,才能

不断优化水厂自动化的整体解决方案,从而进一步地进行输出。

7 结论与展望

通过对水厂净化系统自动化控制的设计与实现进行深入研究,本研究在系统架构、控制算法、硬件搭建以及实验验证等方面取得了显著的成果。在结论部分,我们对研究的主要发现和贡献进行总结,并展望未来的研究方向。

7.1 结论

本研究首先从背景、目的与意义出发,明确水厂净化系统自动化控制的紧迫需求,并提出了解决这一问题的研究目标。在系统性综述中,我们全面梳理了水厂净化系统和自动化控制在水处理领域的应用在系统架构设计阶段,我们提出了综合考虑硬件和软件的系统框架,确保系统具备高效、稳定的运行能力。控制算法设计中,我们分析PID控制算法,并探讨了其他高级控制算法的应用,以提高系统的精确性和适应性。在系统实现与实验中,我们详细介绍了硬件搭建和软件实现的过程,通过一系列实验来验证系统的性能和功能的实现。

通过深入的讨论与改进,我们全面了解了系统的优点和不足之处,并提出了改进方向,为系统的进一步优化提供了理论支持。

7.2 展望

尽管本研究取得了一系列积极的成果,仍有一些方面值得在未来的研究中深入探讨和完善。一是可以进一步优化控制算法,尝试引入深度学习等先进技术,以提高系统对复杂水质变化的适应性。二是可以考虑引入更多先进的传感器技术,以提高水质监测的精度和覆盖范围。三是对系统的实时性能和安全性进行更加全面的评估,是未来研究的一个关键方向。四是随着科技的不断发展,可以进一步探索新的硬件设备和通信技术,以适应未来水处理系统的需求。

总体而言,本研究为水厂净化系统自动化控制提供了有益的理论 and 实践经验,为未来的研究和应用提供了坚实的基础。我们期待未来的研究者能够在本研究的基础上深入挖掘,进一步推动水处理领域的技术创新与发展。

参考文献

- [1] 戴丰.信息技术在水厂净化水质过程中的应用[J].科学技术创新,2020(1):98-99.
- [2] 孙恩.基于PLC的自来水厂自动化控制系统[J].电气应用,2019,38(S1):60-65.
- [3] 叶楚楚.智能化水处理自动化系统分析[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2018(3):137-138.
- [4] 刘正柳.水厂净化系统自动化控制的设计与实现[J].农业科技与信息,2016(1):37.