

基于 PLC 的智能化空调系统设计

符志强

云南红塔体育中心有限公司 云南昆明

【摘要】随着制造业智能化转型即将深入推进,提升生产效率和能源利用率成为工厂环境调控系统走进智能化关键。主要针对如今工厂中央空调系统能耗比较高、区域温湿度控制精度相对不足的问题,进行基于 PLC 的智能化空调系统设计方案执行,主要是实现对不同区域温度、湿度等环境参数的调控,通过 MCGS 组态软件模拟仿真实现调控,尽可能达到节能降耗降低、优化工厂生产环境的目的。系统选用西门子 S7-1200 PLC 作为主要控制器,在不同区域放置数字温湿度传感器用来采集环境的温度,利用 PID 算法和变频调速等方法对各分区进行独立调节,在硬件设计方面上,对传感器型号方面,电机型号方面,扩展模块方面进行了综合性的选择,并通过模块化的方式实现了多个任务的实现,通过对硬件设备进行和的选择和配置,编写控制程序,通过仿真运行验证分区域的控制逻辑,智能化空调系统的实际运行能耗节约的提升体现了理论的在复杂环境中的效果,两者共同证明了系统的有效性。

【关键词】智能化空调; PLC; 工厂环境; 节能效率

【收稿日期】2025 年 3 月 10 日 **【出刊日期】**2025 年 4 月 11 日 **【DOI】**10.12208/j.jeea.20250137

Design of intelligent air conditioning system based on PLC

Zhiqiang Fu

Yunnan Hongta Sports Center Co., Ltd., Kunming, Yunnan

【Abstract】As the intelligent transformation of the manufacturing industry is about to advance in depth, enhancing production efficiency and energy utilization efficiency has become pivotal for the intelligentization of factory environmental control systems. Addressing the current issues of high energy consumption and relatively inadequate precision in regional temperature and humidity control in factory central air conditioning systems, this paper executes a design scheme for an intelligent air conditioning system based on Programmable Logic Controller (PLC). The primary objective is to regulate environmental parameters such as temperature and humidity in different zones. Through simulation and emulation using MCGS configuration software, the system aims to achieve energy conservation and optimize the factory production environment. The system selects Siemens S7-1200 PLC as the main controller. Digital temperature and humidity sensors are placed in different zones to collect environmental temperature data. Independent regulation of each zone is achieved through methods such as PID algorithm and variable frequency speed control. In terms of hardware design, comprehensive selections are made regarding sensor models, motor models, and expansion modules. Multiple tasks are realized through a modular approach. By carefully selecting and configuring hardware equipment and writing control programs, the control logic for zone-specific regulation is validated through simulation runs. The improvement in actual operational energy savings of the intelligent air conditioning system demonstrates the theoretical effectiveness in complex environments, jointly proving the system's validity.

【Keywords】Intelligent air conditioning; PLC; Factory environment; Energy-saving efficiency

1 引言

在全球工业智能化产业转型与“双碳”目标逐

步驱动下,目前中央空调系统的能耗已占建筑行业总能耗的 40%以上,其中能效优化与智能化控制成

为行业主要研究的重点，在如今工业生产中，工业厂房占地面积较广阔且热源分布呈现非均匀分布的普遍特征（如机械设备散热和人员密集区域等问题），传统中央空调系统普遍存在能耗高、控制精度低的问题^[1-2]，根据资料显示，工业设施空调系统的能耗效率低 30%-50%，不同区域的差异化需求无法满足，生产环境稳定性对产品质量至关重要，例如，电子制造工厂中需恒温恒湿（ $\pm 0.5^{\circ}\text{C}/\pm 2\%\text{RH}$ ），而传统控制方式中，中央空调系统作为调节室内环境的重要设备，其智能控制已成为当前研究的热点，可以对工厂不同区域的温度、湿度等参数实现精确调节，在降低能耗的同时，不仅提高了设备的运行效率和使用寿命，也为人们的日常生活创造了更加舒适健康的生活和工作环境。因此，研究基于 PLC 的智能空调系统，对于提高工厂生产环境智能化管理水平、实现节能减排具有重要的现实意义^[3]。

2 空调控制系统总体方案设计

2.1 空调控制系统的设计框图

本论文的智能空调控制系统采用分层分布式结构，以 PLC 为中央控制器，上层通过触摸屏实现人机交互，下层连接不同的传感器和执行器，对空调进行实时监测和控制。控制系统设计框图如图 2-1 所示。

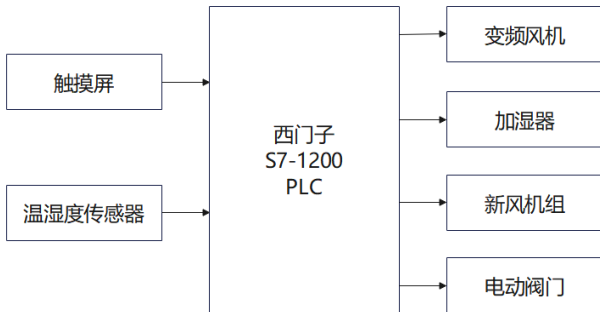


图 2-1 控制系统设计框图

系统的输入部分主要是检测外界环境的变化。如 DHT22 温湿度传感器，它精度高、响应快，能实时采集室内外温湿度数据，为系统提供环境参数信息。传感器收集模拟或数字信号后，会把信号发送给 PLC，PLC 会根据这些信号做出控制决策，还能提供辅助数据^[4]。

2.2 空调控制系统控制流程设计

控制系统的控制流程图能清楚展示系统的控制逻辑和 workflows，如图 2-2 所示。

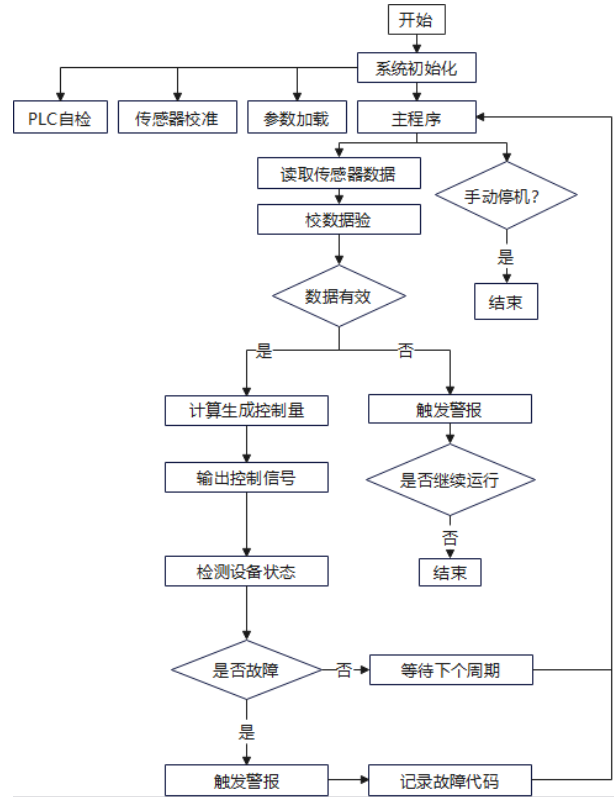


图 2-2 控制系统流程图

（1）系统初始化。

系统初始化包括 PLC 自检、传感器校准、参数加载等，读取系统全部已经有的运行参数，用来保证系统可以继续运行。

（2）数据采集。

采集放置在区域当中的温湿度传感器所检测到区域内的温湿度，将收集到的信息传送到 PLC 控制器中，由 PLC 控制器对其进行判断，看其是否满足参数设置。

（3）控制逻辑处理。

PLC 通过程序的 PID 算法，程序的模块优先度控制风机，水泵，加湿器等各个设备的输出。

（4）故障诊断。

检测系统运行过程中是否有故障，设备发生故障，会触发报警信号并记录故障代号包括发生的时间，方便对系统的故障进行修复和改善，可以对采集的数据是否符合设置的数据，不符合时会发出警报，可以系统进行停止，在系统启动的任何时候都可以进行停止。

关键环节：

1) 系统启动后可以实时采集各个不同区域内的

温湿度数据。

2) PLC 系统通过对比设定值与实测值来计算其中的偏差。

3) 根据 PID 算法来改变阀门开度和风机转速。

2.3 空调 PLC 程序设计

在 TIAPortal 软件上, 利用结构化的编程思想, 将复杂的控制逻辑划分成多个功能模块 (FB) 与功能 (FC), 以增强程序的易读性和可维护性。对于 PID 算法, 将其封装成一个单独的模块, 便于在多个控制任务之间进行重用。通过调用已组装好的 PID 函数模块, 将相关参数输入到系统中, 就可以准确地控制系统的温度。这样的包装方法不但可以避免重复的代码, 而且还可以使程序的结构更清楚, 更容易理解, 更容易调试。

FB_PID 功能块的主要输入参数包括设定值

(SP)、过程变量 (PV)、比例系数 (K_p)、积分时间 (T_i) 和微分时间 (T_d) 等^[5]; 输出参数为控制量 (LMN)。在功能块内部, 根据 PID 控制原理, 通过对输入参数的计算和处理, 得到控制量输出。

2.4 空调 PID 中断调用块

根据供回水压差设定, 供回水压差, 设定水泵频率, 手动调节频率, 由 PID 模块输出水泵 PID 数值, 从而完成水泵频率 PID 的计算。

水泵频率输出图如下图 2-4 所示。

输出水泵 PID 数值转化成水泵频率。

根据外部温度设置, 当前湿度, 水阀调节, 手动设定水阀开度, 由 PID 模块输出水阀 PID 数值, 从而实现水阀开度 PID 计算。

水阀开度图如下图 2-5 所示。

输出水泵 PID 数值转化成水泵频率。



图 2-4 水泵频率输出图



图 2-5 PID 水阀开度图

3 多区域协同控制的系统仿真

利用 MCGS (Monitor and Control Generated System) 组态软件 6.2 版本构建一个模拟平台, 并且对其进行了测试, MCGS 具有可视化接口设计、实时数据监控和设备通讯等功能, 采用 Modbus TCP 协议和西门子 S7-1200 PLC 实现无缝对接, 能够模拟不同区域的温度和湿度环境, 并对控制方案的响应效果进行验证^[6-8]。

在画面中, 可以设置温度, 选择风速, 输入当前压力、当前温度、当前湿度、泄压阀泄压压力值, 还

可以设置补水阀的自动、手动模式, 然后在曲线界面显示曲线。曲线页面如图 5-2 所示。

曲线页面主要展示四个区域的温度、水泵、主机频率、当前流量、当前压力、当前湿度的曲线图。

4 结论

针对工业厂房中央空调系统能耗高、区域温湿度控制精度不足的问题, 设计一种基于 PLC 的智能化空调控制系统。在此基础上, 提出一种智能化的空调控制方法, 通过硬件选型, 软件设计, 仿真验证, 为工业环境智能化调控提供思路和方法。

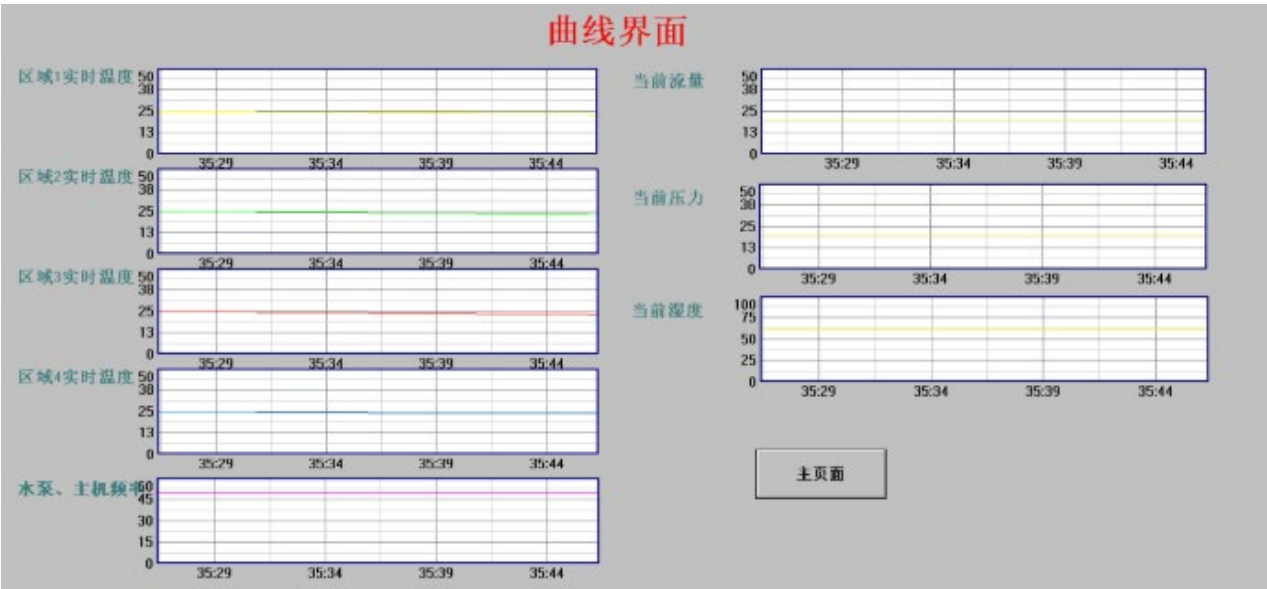


图 5-2 曲线页面

系统采用硬件差别选择加上软件分级调控的思路，对智能化中央空调系统在工业应用中的高效性和经济性进行验证。为制造业节能减排提供了的参考方案，同时为后续智能化提供理论与实践基础，但是还有很多不足的地方，特别是在程序的完善，未来，随着多项技术的深入融合和创新，中央空调系统将走向更加智能化、更加绿色化的方向发展，从而助力工业领域“双碳”目标的实现。

参考文献

[1] 陈时羽.基于群智能的航站楼空调冷却水系统节能控制策略研究[D].西安建筑科技大学,2021.

[2] 郑波.高层办公建筑常规中央空调系统设计节能措施应用研究[J].建材发展导向,2024,22(06):132-135.

[3] 高丽颖.空调冷水机组节能运行特性的研究[D].北京建筑工程学院,2012.

[4] 乔冠华.基于移动边缘计算的物联网资源管理策略研究[D].电子科技大学,2019.

[5] 毕纪刚.智能建筑技术在绿色建造工程中的应用与优化[J].住宅产业,2024,(03):87-89.

[6] 赵英伟.面向工业场景的机器学习算法应用研究[D].电子科技大学,2023.

[7] 胡邦荣.基于边缘计算的智能泵节能与监控研究[D].安徽工程大学,2023.

[8] 沈超,孟申.医院医疗设备使用中安全风险管理的研究[J].中国医疗器械信息,2024,30(16):154-157.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

