

机电安装工程中智能化控制系统的构建与实践

岳园松¹, 孙乃冉²

(1. 济南泉世界商业管理有限公司, 山东 济南 250000;

2. 济南万融产业发展集团有限公司, 山东 济南 250000)

摘 要 机电安装工程中智能化控制系统的构建与实践对于提升建筑物的智能化水平、优化能源管理、提高设备运行效率具有重要意义。本文探讨了机电安装工程智能化控制系统的构建方法, 从系统架构设计、硬件系统设计、软件系统设计以及系统集成与优化等方面进行了详细阐述, 分析了物联网技术、大数据分析技术以及人工智能技术在智能化控制系统中的实践应用, 总结了一些关键技术实施过程中的经验与细节, 通过合理的系统构建方法和先进技术的应用实践, 能够实现机电安装工程智能化控制系统的高效运行, 以为建筑物提供更加智能、节能、高效的系统化服务。

关键词 机电安装工程; 智能化控制系统; 物联网

中图分类号: TP273; TH-39

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.20.009

0 引言

随着现代科技的飞速发展, 智能化控制技术在各行业得到广泛应用。机电安装工程作为建筑工程的重要组成部分, 其智能化控制系统的构建与实践对于提升建筑物整体的智能化水平具有关键作用。高效、可靠、灵活的机电智能化控制系统能够实现建筑环境的自动感知、自适应调节与优化控制, 极大地提高建筑物的舒适性、安全性和能源利用效率。先进的物联网技术、大数据分析技术以及人工智能技术为机电智能化控制系统带来了新的发展契机。

1 机电安装工程智能化控制系统的构建

1.1 系统架构设计

1.1.1 分层架构设计

机电安装工程智能化控制系统通常采用分层架构设计, 将系统划分为设备层、控制层、管理层等不同层次, 每个层次承担不同的功能, 通过标准化接口实现层间通信和数据交互, 设备层包括各类传感器、执行器、现场总线设备等, 负责实时采集环境参数和设备状态数据, 并根据控制指令调节执行机构。控制层由可编程控制器、嵌入式控制器等组成, 根据设定的控制策略和算法, 对设备层进行实时控制和调度, 管理层通过人机界面、通讯网关、数据库服务器等^[1], 实现对下层的管理、监视功能, 并提供数据分析、决策支持等高级应用。合理的分层架构有利于提高系统的可扩展性、可维护性和安全性。

1.1.2 模块化设计

模块化设计是智能化控制系统构建中的重要原则。系统按照功能特点可以划分为多个相对独立的模块, 如数据采集模块、控制策略模块、人机交互模块等, 可以降低系统耦合度, 便于软硬件的独立开发和升级维护。同时, 模块间采用标准化的数据接口规范, 如 Modbus、BACnet 等, 可实现不同厂商产品的兼容互联, 提高系统集成度。在实际工程中, 应根据具体的应用需求和技术条件, 合理确定模块划分的粒度和接口方式, 既要考虑模块的独立性, 又要避免过细划分导致的系统复杂度提升。

1.2 硬件系统设计

1.2.1 控制器选型与设计

控制器是智能化控制系统的核心硬件, 其选型和设计直接影响系统性能, 针对机电安装工程的应用特点, 控制器需要具备可靠稳定、实时性强、扩展性好、环境适应性强等特点。常见的控制器包括 PLC、DDC 控制器、嵌入式控制器等。在选型时, 要综合考虑控制点数、通信方式、编程语言、供电方式等技术参数, 以及产品质量、售后服务等非技术因素, 针对不同建筑类型的机电系统, 要设计合理的控制器配置方案^[2], 如采用分布式控制器, 实现就地控制和集中管理相结合。在硬件设计时, 还需考虑控制器的电源、通信等接口电路设计, 确保电气安全和信号完整性。

1.2.2 传感器布置与接口设计

科学合理的传感器布置是实现智能化控制的基础, 根据机电系统的监测控制需求, 选择温度、湿度、压力、

流量、电参数等不同类型的传感器,在布置时,要充分考虑房间布局、设备位置、管线走向等因素,合理确定传感器的数量和安装位置,避免重复布置和监测盲区。同时,传感器布置要便于安装、维护和更换,在接口电路设计时,要保证传感器供电的持续性和稳定性,采取有效的电气隔离和信号滤波措施,提高抗干扰能力,针对不同传感器的信号类型和幅值,选择合适的信号调理电路,如放大、隔离、A/D转换电路等,保证采集数据的精度和可靠性。

1.3 软件系统设计

1.3.1 控制算法设计

控制算法是智能化控制系统的核心软件,其设计水平直接影响系统的控制性能,常用的控制算法包括PID控制、最优控制、模糊控制、预测控制等,针对机电安装工程的复杂应用场景,往往需要综合运用多种控制算法,如采用PID控制实现恒温恒湿,模糊控制实现能耗优化,预测控制实现负荷预测等。在算法设计时,要建立准确的被控对象数学模型,综合考虑系统的非线性、滞后、耦合等特性,合理设置控制参数。算法的鲁棒性、自适应性也是关键指标,既要保证控制的快速性和稳定性,又要适应系统参数和外部环境的变化。

1.3.2 人机交互界面设计

界面设计要遵循以人为本、功能明确、操作简便的原则,满足不同层次用户的使用需求。在图形化设计时,采用设备符号、流程图、趋势曲线等直观元素,配合合理的色彩、布局,使界面更加美观、易读。在交互设计时,提供多级菜单、快捷键、触摸屏等灵活的人机交互方式,并兼顾键盘、鼠标等传统输入设备,针对不同的功能模块,设计相应的操作逻辑和流程^[3],如设备监控、参数设置、故障诊断、报表查询等,并提供必要的帮助指引和提示信息。

1.4 系统集成与优化

1.4.1 子系统集成与测试

机电安装工程智能化控制系统往往由多个子系统组成,如暖通空调、照明控制、电梯控制、安防监控等。在系统集成时,需要处理不同子系统之间的协议转换、数据交换、控制逻辑协调等问题,确保子系统间的无缝连接和协同工作。在集成过程中,还需对各子系统进行单元测试、联合测试,全面考核系统的功能、性能、稳定性、安全性等指标,针对集成测试中发现的问题,及时分析原因,制定整改措施,不断完善系统。

1.4.2 系统优化与性能评估

智能化控制系统投入运行后,需进行持续的优化

和性能评估,通过对运行数据的挖掘分析,深入研究设备的能耗特性、故障规律、控制效果等,并结合实际用户反馈,不断优化控制策略和算法。在系统软硬件方面,需定期评估更新需求,通过升级改造、功能拓展来提升系统性能,性能评估应采用科学、规范的方法,既包括定性评价,如舒适度调查、用户满意度调查等,也包括定量评价,如能耗统计、响应时间测试等。

2 机电安装工程智能化控制系统关键技术的实践应用

2.1 物联网技术在智能化控制系统中的应用

2.1.1 传感器技术的选择与应用

物联网技术是智能化控制系统的重要支撑,其中传感器技术的选择与应用尤为关键。机电安装工程涉及的感知对象和环境参数种类繁多,要根据现场实际需求,合理选择温湿度传感器、压力传感器、流量传感器、气体传感器等多种类型,并匹配合适的量程、精度、分辨率、线性度等技术指标。针对布点分散、环境恶劣的特点,选用无线传感器和微型化、集成化的智能传感器,既可简化布线、降低成本,又能提高测量精度和可靠性。在实际应用中,通过对传感器进行标定校准,建立准确的测量修正模型,并采用冗余配置、定期维护等措施,持续保障传感数据的准确性和完整性。借助分布式边缘计算技术,可在传感器端进行初步的数据分析与异常检测,减少数据传输压力,提高系统实时性。

2.1.2 无线通信技术的应用与优化

机电安装工程中各类设备、传感器分布广泛,采用无线通信技术可有效降低布线成本、提高系统灵活性。针对建筑物内部信号传输环境的复杂性,要合理选择WiFi、ZigBee、LoRa等不同制式和频段的无线通信技术。

在方案设计时,通过对信号覆盖范围、传输速率、功耗特性、抗干扰能力等性能的综合比选,匹配合适的无线通信技术和产品。针对数据量大、实时性要求高的场合,采用高速WiFi、5G等技术;针对分布广、功耗敏感的场合,采用ZigBee、NB-IoT等低功耗广域网技术;在组网部署时,合理规划无线节点和汇聚节点的布局^[4],通过功率控制、信道优化等措施,减少无线信号的冲突和干扰,采用多路径路由、自愈网络等机制,提高无线网络的可靠性和鲁棒性;在数据传输过程中,引入先进的数据压缩、加密、校验算法,在保证数据机密性、完整性的同时,提高数据传输效率。

2.2 大数据分析技术在智能化控制系统中的应用

2.2.1 数据采集与预处理技术

机电智能化控制系统在运行过程中会产生海量的设备状态数据、环境参数数据、能耗数据等,蕴含了丰富的应用价值,要充分挖掘这些数据,首先需进行高效的采集与预处理,针对机电设备协议种类多样、数据格式不统一的特点,在数据采集时,采用边缘网关设备,在现场实现多协议解析和格式转换,并通过配置化的数据采集模板,实现灵活可扩展的采集功能^[5]。

在数据预处理环节,采用自动化的数据清洗、去噪、归一化算法,滤除异常值、矛盾值,提高数据质量。同时,针对时序类型的监测数据,引入时间序列特征提取、分解、聚类等技术,实现对时间维度的数据挖掘。针对机电设备、系统的空间拓扑关系,引入图数据分析技术,刻画设备间的连接依赖,为后续的关联分析提供支撑。

2.2.2 数据挖掘与机器学习算法的应用

海量的机电系统数据中往往隐藏了设备健康状态、能源消耗模式、空间舒适度等有价值的信息,利用数据挖掘与机器学习算法,可从多源异构的大数据中发现新知识、优化控制策略。一个典型的应用场景是机电设备的健康管理与预测性维护,通过在线实时采集设备的振动、温度、电流等状态参数,结合设备的历史维修记录,构建具备可靠性的统计学习模型。模型通过数据训练,可学习设备的正常工作模式,当监测数据出现异常偏离时,可及时预警设备的故障风险,引导维修人员提前检修,避免设备非计划停机。针对大型公共建筑的能源管理,可利用关联分析、时序模式挖掘等算法,从海量的分项能耗数据中,发现能源浪费的典型模式,如同时供冷供热、长明灯现象等,并挖掘不同能耗分项间的关联规律,优化协同控制策略。

2.3 人工智能技术在智能化控制系统中的应用

2.3.1 深度学习在故障诊断与预测中的应用

机电安装工程涉及大量复杂的设备和子系统,传统的基于物理模型和专家经验的故障诊断方法往往难以应对复杂工况,引入深度学习技术,可建立端到端的、从数据到诊断结果的映射模型,克服了专家知识获取难、模型泛化能力弱等问题。以暖通空调系统为例,通过对海量运行工况下的温度、压力、流量等参数的时空序列数据进行深度特征学习,构建多层次的神经网络模型,可准确刻画设备性能衰退规律。

模型经过大量故障工况样本的训练,能够学习到从数据到故障模式的深层关联,在输入新的监测数据

后,可快速判别故障的严重程度、类型和原因,并给出后续维修决策的参考建议。在算法设计时,针对机电系统时空数据的高维性、非线性,采用长短时记忆网络、卷积神经网络等深度模型,通过端到端的特征表达学习,提高算法的自适应能力和诊断精度。

2.3.2 强化学习在控制策略优化中的应用

机电智能化系统的控制优化往往面临着“维数灾难”和复杂的动态约束。传统的优化控制算法采用显式建模的方式,难以应对日益复杂的机电系统,强化学习通过智能体与环境的交互试错,可在无需显式建模的前提下,通过不断尝试和学习,逐步逼近最优控制策略。以空调系统的温度控制为例,传统的PID控制难以满足日益严格的节能和舒适性需求,引入强化学习算法^[6],可通过嵌入式智能体实时感知室内温度、湿度等环境状态,结合用户反馈和能耗数据,动态调整自身的控制策略。智能体通过大量的仿真训练和策略迭代,逐步学习最优的控制参数,在应用阶段,智能体可根据环境和用户状态的动态变化,实时调整控制指令,在满足约束条件的前提下,最小化能耗和舒适度损失。

3 结束语

机电安装工程智能化控制系统是建筑智能化不可或缺的关键组成部分,其构建和实践需要紧密结合工程应用实际,统筹兼顾系统的功能性、可靠性、安全性、可维护性等多个目标,综合运用物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术,打造开放、融合、智能、高效的系统解决方案。未来,随着5G、人工智能、区块链等技术的进一步发展,机电智能化控制系统将呈现出跨域融合、主动智能、安全可信的发展态势,为建筑行业的智慧化转型提供强大的数字底座和使能平台。

参考文献:

- [1] 沈茂军.通信技术在智能化机电设备安装中的相关运用[J].数字技术与应用,2025,43(06):110-112.
- [2] 魏仲发.装配式建筑机电安装工程施工技术[J].大众标准化,2025(09):117-119.
- [3] 李金宝.建筑工程机电设备安装的施工管理探究[J].中国设备工程,2025(09):252-254.
- [4] 齐福祥,李国锋.绿色施工理念下石化机电安装工程质量保障措施[J].中国品牌与防伪,2025(05):179-181.
- [5] 田沛.浅谈市政工程机电安装施工及管理[J].中国设备工程,2025(08):263-265.
- [6] 刘润宝,李德军.建筑机电安装工程中智能化技术应用分析[J].建筑,2025(02):126-128.