

基于PLC的电气自动化控制系统设计与应用

于 斌

天津新天钢中兴盛达有限公司 天津 300000

摘 要：基于PLC的电气自动化控制系统在工业生产中应用广泛且效果显著。本文先概述PLC技术，包括其定义、工作原理与特点。接着阐述系统设计，涵盖需求分析、选型、硬件与软件设计。随后介绍该系统在工业生产流水线、机械设备、楼宇自动化控制等方面的应用。通过实际应用表明，此系统能提高生产效率、保障设备安全运行、实现楼宇节能智能化管理，为电气自动化控制领域提供有效解决方案。

关键词：PLC；电气自动化；控制系统；设计与应用

引言:在科技飞速发展的当下，电气自动化控制水平已成为衡量工业现代化程度的关键指标。传统的电气控制系统存在灵活性差、可靠性低等弊端，难以满足现代工业生产复杂多变的需求。可编程逻辑控制器（PLC）凭借其可靠性高、抗干扰能力强、编程简单等诸多优势，在电气自动化控制领域得到了广泛应用。深入研究基于PLC的电气自动化控制系统设计与应用，对于推动工业生产自动化、智能化发展具有重要意义。

1 PLC 技术概述

PLC即可编程逻辑控制器，是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作电子系统。它采用一种可编程的存储器，在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，通过数字式或模拟式的输入输出来控制各种类型的机械设备或生产过程^[1]。PLC工作原理基于循环扫描，主要包括输入采样、用户程序执行和输出刷新三个阶段。在输入采样阶段，PLC扫描所有输入端子，将各输入状态存入对应的输入映像寄存器中；用户程序执行阶段，PLC按照由上到下、由左到右的顺序依次扫描用户程序，根据输入映像寄存器和其他元件映像寄存器的状态，按照程序进行逻辑运算，运算结果再存入相应的元件映像寄存器中；输出刷新阶段，当所有用户程序扫描执行完毕后，PLC将输出映像寄存器中的状态传送到输出锁存器中，并通过输出模块驱动外部负载。PLC具有可靠性高、抗干扰能力强等特点。其硬件设计上采用了屏蔽、滤波、隔离等抗干扰措施，软件上设置了故障检测、自诊断等功能，能有效适应恶劣的工业环境。PLC编程简单易学，通常使用梯形图、指令表等编程语言，对于熟悉继电器控制电路的工程技术人员来说，很容易掌握。PLC还具有通用性强、使用灵活的优点。同一台PLC可以通过修改用户程序来适应不同的控制任务，并且可以方便地扩展I/O点数、增加

功能模块等。

2 基于 PLC 的电气自动化控制系统设计

2.1 系统需求分析

开展基于PLC的电气自动化控制系统设计工作，系统需求分析是首要且关键的步骤。这一环节旨在清晰界定控制对象、控制任务以及控制要求，为后续的设计工作提供明确的方向。控制对象范围广泛，在工业领域可能是各类生产设备，如机床、传送带；在建筑领域或许是照明、空调等设施。明确控制对象后，需进一步确定控制任务。以工业生产流水线为例，控制任务涵盖流水线上各个设备的启停控制，确保设备在恰当的时间启动与停止，避免混乱；速度调节，使设备按照生产节奏运行，提高生产效率；位置检测，精准掌握设备或产品在流水线上的位置，保证生产流程的顺畅。控制要求涉及多个方面。输入输出信号的类型和数量是重要内容，需明确系统要接收和输出的信号类型，如开关量信号用于表示设备启停状态，模拟量信号用于反映温度、压力等连续变化的物理量，同时要确定信号数量以满足控制需求。控制精度决定了系统对控制对象的控制准确程度，例如在温度控制中，要求温度波动范围极小。响应速度关乎系统对输入信号的反应快慢，在紧急情况下，系统需迅速响应以避免事故。稳定性确保系统长时间运行性能可靠，不出现频繁故障或波动。此外，部分系统还需考虑与上位机的通信要求，实现数据传输和远程监控。

2.2 PLC选型

依据系统需求分析结果进行PLC选型，是保障系统正常运行的基础。选型时需综合考量多个因素。I/O点数是关键指标之一。要精确统计系统输入输出信号数量，确保所选PLC的I/O点数能满足实际需求，同时预留一定余量，以应对未来可能的系统扩展或功能增加。若当前系统需20个输入点和16个输出点，考虑到扩展，可选择

I/O点数更多的型号。存储容量取决于用户程序复杂程度和数据存储需求。复杂控制任务需编写更长程序,占用更多存储空间;系统运行产生的数据,如历史记录、报警信息等,也需一定存储容量保存^[2]。因此,要根据实际情况合理选择,避免存储不足致程序运行异常或数据丢失。运算速度直接影响系统实时性。在一些对响应速度要求极高的场景,如高速运动机械控制,PLC需在极短时间内完成数据处理和指令输出。若运算速度慢,无法及时响应输入信号,会导致控制失误。通信功能在现代电气自动化控制系统中愈发重要。PLC需与上位机、其他PLC或智能设备进行数据交换,实现集中监控、协同工作等功能。大型工厂中多个PLC控制不同生产区域,需通过通信网络共享数据,实现统一管理和调度。因此,要确保所选PLC具备相应通信接口和协议支持。对于小型简单控制系统,整体式PLC结构紧凑、集成度高、成本低,能满足基本需求;对于大型复杂控制系统,模块式PLC各功能模块独立,可根据需要灵活配置和扩展,方便系统升级和维护。

2.3 硬件系统设计

硬件系统设计包含输入输出电路设计、电源设计、抗干扰设计等多个方面。输入电路设计要根据输入信号类型选择合适输入模块。对于开关量输入信号,常用直流或交流输入模块,需根据现场信号电压类型和电平要求选择。为提高输入信号准确性和可靠性,要进行信号调理和隔离处理,如滤波去除噪声干扰,光电隔离切断输入信号与PLC内部电气连接,防止外部干扰进入。输出电路设计要根据负载类型和功率选择合适输出模块。对于直流负载,可选晶体管输出模块;对于交流负载,可选用继电器或晶闸管输出模块。要采取过载保护、短路保护等措施,保护输出模块和负载。电源设计要为PLC及其外部设备提供稳定可靠电源。通常采用开关电源将市电转换为所需直流电压,并采用不间断电源(UPS),在市电中断时为系统提供持续电力,保证系统有足够时间进行数据保存和安全停机。抗干扰设计是硬件系统设计重要环节。工业现场存在各种电磁干扰源,如大功率电机、变频器等。为减少干扰影响,要采取屏蔽、滤波、接地等措施。屏蔽方面,对信号线采用屏蔽电缆并可靠接地;对PLC机柜采用屏蔽结构。

2.4 软件系统设计

软件系统设计主要是编写用户程序,实现系统控制功能。根据控制任务和要求,采用合适编程语言,如梯形图,其直观易懂,便于电气工程师掌握。程序设计要遵循结构化、模块化原则。将复杂控制任务分解为多个

简单子任务,分别编写子程序,再通过主程序调用子程序实现整个系统控制功能。这种设计使程序结构清晰,便于理解和维护,提高程序可复用性。程序设计过程中,要注重程序逻辑正确性、可靠性和可维护性。进行充分调试和测试,通过模拟输入信号检查程序输出是否符合要求,是否存在逻辑错误和潜在问题^[3]。可采用在线调试方式,实时监测程序运行状态和变量值。要编写详细程序注释和文档,说明程序功能、变量含义、算法等,方便后续维护和修改。

3 基于PLC的电气自动化控制系统应用

3.1 工业生产流水线控制

在工业生产流水线中,基于PLC的电气自动化控制系统发挥着至关重要的作用,能够实现生产过程的高度自动化控制。通过PLC可以精确控制流水线上各个设备的启停。根据生产计划和工艺要求,在合适的时间发出启停指令,确保设备按照预定的顺序和时间启动和停止,避免设备之间的碰撞和冲突,提高生产的有序性。在电子产品组装流水线中,当上一个工位完成产品组装并传递到下一个工位时,PLC控制下一个工位的设备启动,开始进行后续的组装操作。PLC还能实现对设备运行速度的调节。根据生产节奏和产品要求,调整设备的运行速度,使生产过程更加高效。在一些连续生产的流水线中,如食品包装流水线,通过PLC控制输送带的速度,确保包装设备能够及时对产品进行包装,同时避免产品堆积或输送过快导致包装质量下降。位置检测是工业生产流水线控制中的重要环节。PLC与各种位置传感器配合,能够实时掌握设备和产品在流水线上的位置信息。在汽车装配流水线中,通过在关键工位安装位置传感器,PLC可以准确检测汽车车身的位置,从而控制相应的装配设备在正确的位置进行操作,确保装配的准确性和高效性。PLC可以与传感器、条码阅读器等设备紧密配合,实现对产品质量的检测和跟踪。传感器可以检测产品的各项质量指标,如尺寸、重量、外观等,并将检测数据传输给PLC。PLC对数据进行分析处理,判断产品是否合格。对于不合格产品,PLC可以控制相应的设备将其剔除出流水线。条码阅读器可以读取产品上的条码信息,实现对产品的跟踪和追溯,方便在出现质量问题时快速定位问题产品的生产批次和流向。

3.2 机械设备控制

在机械设备控制领域,基于PLC的电气自动化控制系统具有广泛的应用,为机械设备的自动化运行提供了有力支持。在数控机床中,PLC是重要的控制核心之一。它可以控制机床的主轴启停、进给运动、刀具选择等动

作,实现机床的自动化加工。通过与数控系统的协同工作,PLC根据加工程序的要求,精确控制机床的各个运动部件。在加工复杂零件时,PLC根据数控系统发出的指令,控制主轴按照设定的转速旋转,同时控制进给轴按照预定的轨迹和速度移动,实现高精度的加工^[4]。PLC还可以对机床的润滑系统、冷却系统等进行控制,确保机床在良好的工作状态下运行。在起重机控制中,PLC同样发挥着关键作用。它可以控制起重机的起升、变幅、回转和大车行走等动作,实现起重机的安全、稳定运行。通过精确控制各个动作的速度和力度,PLC能够确保起重机在吊运重物时平稳操作,避免重物晃动和碰撞。PLC还可以对起重机的各种保护装置进行实时监控,如超载保护、限位保护等。当起重机吊运的重物超过额定载荷时,超载保护装置会发出信号,PLC接收到信号后立即停止起重机的起升动作,并发出报警信息,防止起重机因超载而发生事故。限位保护装置则用于限制起重机的运动范围,当起重机到达极限位置时,PLC控制起重机停止运动,确保设备和人员的安全。

3.3 楼宇自动化控制

在楼宇自动化控制方面,基于PLC的电气自动化控制系统能够实现对楼宇内各种设备的集中控制和监测,为楼宇的智能化管理提供有效手段。通过PLC可以根据不同的时间段、环境条件和使用需求,自动调节楼宇内的照明、空调、通风等设备的参数,实现楼宇的节能运行。在白天光照充足时,PLC可以自动降低照明亮度或关闭部分照明灯具;在人员离开房间后,延迟一段时间自动关闭照明和空调设备。在空调控制方面,PLC根据室内外温度、湿度等参数,自动调节空调的运行模式和风速,使室内环境保持在舒适的范围内,同时降低能源消耗。PLC还可以对楼宇内的设备运行状态进行实时监控。通过与各种传感器连接,PLC可以获取设备的运行参数,并对这些参数进行分析处理。当设备运行参数超出正常范围时,PLC立即发出报警信息,通知管理人员及时进行处

理。当楼宇内的电梯出现故障时,PLC检测到电梯的运行异常信号,及时将故障信息发送到监控中心,并显示故障类型和位置,方便维修人员快速定位和排除故障,保障楼宇内人员的正常出行。在智能大厦中,PLC可以与楼宇管理系统(BMS)集成,实现对整个大厦的自动化控制和智能化管理。通过与BMS的数据交互,PLC将大厦内各种设备的运行数据上传到BMS,同时接收BMS下达的控制指令,实现对设备的远程监控和集中管理^[5]。BMS可以根据大厦的整体能源消耗情况,对各个区域的设备进行优化调度,提高能源利用效率;还可以根据大厦内的人员流量和使用需求,自动调整设备的运行状态,提高大厦的舒适性和安全性。

结语

基于PLC的电气自动化控制系统凭借其独特的优势,在工业生产流水线、机械设备控制以及楼宇自动化控制等多个领域展现出了强大的生命力和广阔的应用前景。通过合理的设计与有效的应用,该系统不仅显著提高了生产效率、保障了设备的安全稳定运行,还实现了楼宇的节能与智能化管理。随着技术的不断进步,PLC技术将不断完善和发展,为电气自动化控制领域带来更多的创新和突破,推动工业向更高水平的自动化和智能化迈进。

参考文献

- [1]郭立军.基于PLC的电气自动化控制系统设计与应用研究[J].中国高新科技,2023(23):51-53.
- [2]周航,戴上,周楠,熊宇峰.用于电网调度设备的电气自动化控制系统设计[J].微型电脑应用,2026,42(3):218-222-226.
- [3]单永辉.基于PLC的电气自动化控制系统设计与实现[J].现代工业工程,2026(7):18-20.
- [4]卢绪朋.电力系统电气工程自动化中PLC自动控制技术的应用[J].微型计算机,2026(5):37-39.
- [5]张倚铭.建筑电气自动化控制系统的设计与应用[J].新潮电子,2026(1):10-12.