

基于PLC技术的电气工程及其自动化控制分析

王梦磊 张紫束 于佳豪

中电建(广宁)绿色矿业有限公司 广东 肇庆 526000

摘要: PLC(可编程逻辑控制器)技术作为工业自动化领域的核心控制设备,其重要性贯穿工业生产全流程,是现代制造业数字化、智能化转型的基础支撑。本文就PLC技术的电气工程及其自动化控制展开研究,分析PLC技术的定义与工作原理,探讨其在提升控制精度稳定性、增强系统灵活性、可维护性及实现节能减排成本优化等方面的应用优势,详细阐述其在电气设备逻辑顺序控制、系统集成通信、故障诊断预警及节能优化控制中的具体应用,旨在为电气工程自动化控制的高效稳定运行提供技术参考。

关键词: PLC技术;电气工程及其自动化控制;分析

引言:随着工业自动化进程的加速,电气工程对控制技术的精准性、稳定性和智能化要求日益提高。传统继电器-接触器控制系统存在接线复杂、灵活性差、维护困难等弊端,已难以满足现代工业发展需求。PLC技术作为专为工业环境设计的数字控制技术,融合计算机、自动控制与通信技术,具备高可靠性、强灵活性等突出优势。此背景下,深入研究PLC技术的工作原理及其在电气工程自动化控制中的应用,对于突破传统控制局限、提升系统运行效率、降低能耗成本具有重要意义,也为电气工程自动化的持续发展提供新的技术路径。

1 PLC技术的定义及工作原理

PLC技术即可编程逻辑控制器技术,是一种专为工业环境应用而设计的数字运算操作电子系统。它通过可编程的存储器,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,进而对各种生产过程或机械设备进行控制。这种技术融合了计算机技术、自动控制技术和通信技术,具有可靠性高、灵活性强、易于扩展等特点,在工业控制领域得到了广泛应用。从工作原理来看,PLC主要由中央处理单元、存储器、输入/输出接口电路、电源模块以及编程器等部分组成。中央处理单元是PLC的核心,负责执行用户程序和处理各种信息;存储器用于存放系统程序和用户程序,系统程序由厂家固化,用户程序则根据控制需求由用户编写;输入/输出接口电路是PLC与外部设备连接的桥梁,输入接口接收来自传感器、按钮等外部设备的信号,输出接口则将PLC的控制信号发送给执行元件,如接触器、电磁阀等。PLC的工作方式采用循环扫描方式,整个工作过程分为输入采样、程序执行和输出刷新三个阶段。在输入采样阶段,PLC依次读取所有输入端子的状态,并将其存入输入映像寄存器中;在程序执行阶段,PLC按照从左到右、从上到

下的顺序逐条执行用户程序,根据程序的逻辑关系计算出相应的输出结果,并将其存入输出映像寄存器中;在输出刷新阶段,PLC将输出映像寄存器中的状态一次性传送到输出端子,控制外部执行元件动作。这种循环扫描的工作方式确保了PLC对控制任务的实时响应和准确执行,使得整个控制系统能够稳定可靠地运行^[1]。

2 PLC技术在电气工程自动化控制中的应用优势分析

2.1 提升控制精度与稳定性

PLC技术在控制精度方面的优势,源于其对连续信号的精准处理能力。通过模拟量模块接收传感器传来的温度、压力等连续变化信号,经过内部运算算法处理后,输出精确信号控制执行器,使被控参数稳定在极小的误差范围内。这种精准控制能力,让电气工程中的各类设备运行参数始终保持在最优状态,避免了因参数波动导致的运行效率下降。在稳定性方面,PLC采用工业级硬件设计,具备出色的抗干扰能力。输入输出回路的光电隔离设计,能有效避免外部强电信号对核心控制单元的干扰;电源模块的滤波电路则可抑制电网电压波动带来的影响。其宽温工作范围和抗振动、抗粉尘性能,使其能适应电气工程复杂的工业环境,减少了环境因素导致的故障停机,保障了整个控制系统的持续稳定运行。

2.2 增强系统的灵活性与可维护性

PLC技术的灵活性体现在控制逻辑的软件化实现上。与传统控制系统需要通过改变硬件接线来调整逻辑不同,PLC只需通过编程软件修改程序即可完成控制逻辑的更新。无论是增减控制环节,还是调整动作时序,都无需改动硬件设备,极大地缩短了系统调整周期,能快速响应电气工程控制需求的变化。系统的可维护性也因PLC技术得到显著增强。PLC具备完善的自诊断功能,能实时监测自身及连接设备的运行状态,当出现故障时,可快

速定位故障点并通过人机界面显示故障信息。维护人员无需逐一排查复杂的接线,只需根据故障提示进行针对性处理,大幅缩短了故障排查和维修时间。PLC程序的备份与恢复功能,也为系统维护提供了便利,降低了因程序问题导致的系统故障风险^[2]。

2.3 实现节能减排与成本优化

在节能减排方面,PLC通过智能控制算法实现了对设备运行的精细化管理。据实际负载需求自动调整设备运行参数和运行模式,避免了设备在空载或轻载状态下的能源浪费。例如,在电机控制中,可根据负载变化调节电机转速,使电机始终运行在能效最高的区间,减少了不必要的电能消耗,从而实现能源的高效利用。成本优化则体现在多个层面。一是PLC单台设备可替代大量分立元件,减少了元件采购数量,同时简化了控制柜接线,缩小了控制柜体积,降低了设备安装和空间占用成本。二是系统故障停机时间的减少,提升了设备运行效率,降低了因停机造成的生产损失。三是PLC的模块化扩展设计,可根据控制需求灵活增减模块,避免了过度配置导致的成本浪费,实现了整个控制系统生命周期内的成本优化。

3 PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用

3.1 电气设备的逻辑控制与顺序控制

PLC技术在电气工程中最基础也是最广泛的应用,便是对电气设备的逻辑控制和顺序控制。(1)在传统的电气控制中,通常依赖继电器-接触器控制系统来实现设备的启停、顺序动作等功能,但这种系统存在接线复杂、体积庞大、修改控制逻辑困难等弊端,若生产工艺发生变化,需重新设计接线,耗时费力且易出错。而PLC技术通过软件编程替代了大量的硬件接线,只需在编程软件中修改程序指令,便可实现控制逻辑的调整,极大地提升了控制的灵活性和便捷性。(2)在逻辑控制方面,PLC能够处理各种复杂的逻辑关系,如与、或、非、异或等,通过内部的逻辑运算模块,对输入信号进行判断和处理,进而控制输出模块驱动执行元件动作。如在电机控制中,PLC可以根据限位开关、压力传感器等输入信号,判断电机的运行状态,实现电机的正反转、调速、制动等逻辑控制,避免设备因误操作或状态异常而损坏^[3]。(3)在顺序控制方面,PLC能够按照预设的时间顺序或工艺顺序,依次控制多个设备的动作。以生产线的输送系统为例,PLC可以控制输送带的启动顺序、运行速度以及物料的定位停靠,确保各工序之间的衔接顺畅,提高生产效率。

3.2 电气工程的系统集成与通信

随着电气工程自动化程度的不断提高,单一设备的控制已无法满足整体生产的需求,需要将多个分散的控制单元和设备进行系统集成,实现信息的共享和协同控制。(1)PLC技术凭借其强大的通信功能,成为电气系统集成中的关键纽带。现代PLC通常配备多种通信接口,能够与其他PLC、触摸屏、变频器、传感器等设备进行数据交换和通信,构建起一个完整的自动化控制系统。在系统集成中,PLC可以作为下位机,负责现场设备的实时控制和数据采集,而上位机则通过通信网络对PLC进行监控和管理。操作人员可以通过上位机的监控界面,实时查看各设备的运行参数、状态信息以及生产数据,如电流、电压、温度、产量等,实现对整个电气工程系统的远程监控。并且上位机还可以向PLC发送控制指令,调整设备的运行参数或修改控制程序,实现远程控制和调度。(2)多个PLC之间也可以通过通信网络实现数据共享和协同工作,形成分布式控制系统。如在大型工厂的电力供应系统中,不同区域的PLC可以分别控制各自的配电柜、变压器等设备,同时通过通信网络将各区域的电力参数汇总到中央PLC,由中央PLC进行统一协调和管理,确保整个电力系统的稳定运行,避免局部故障对整体系统造成影响。PLC的通信功能不仅实现了设备之间的互联互通,还为电气工程的智能化管理奠定了基础,使系统的运行更加高效、可靠^[4]。

3.3 故障诊断与预警保护

电气工程设备在长期运行过程中,难免会出现各种故障,如线路短路、元件老化、传感器故障等,如果不能及时发现和处理,可能会导致设备损坏、生产中断,甚至引发安全事故。(1)PLC技术通过内置的故障诊断功能和外部的检测元件,能够对电气设备的运行状态进行实时监测,及时发现故障并发出预警,同时采取相应的保护措施,降低故障造成的损失。(2)PLC的故障诊断主要包括硬件诊断和软件诊断两部分,硬件诊断是指PLC对自身内部的CPU、存储器、I/O模块等硬件部件进行实时检测,一旦发现硬件故障,会立即通过指示灯或通信接口向上位机发送故障信号,方便维修人员快速定位故障部位。软件诊断则是通过编程实现对外部设备和系统的故障检测,例如,PLC可以通过采集电流传感器、电压传感器、温度传感器等信号,判断电机、变频器等设备的运行参数是否正常。当参数超出预设的阈值时,PLC会自动触发故障处理程序,如停止设备运行、切断电源、启动备用设备等,同时记录故障发生的时间、类型和相关参数,为后续的故障分析和维修提供依据。(3)PLC还可以与故障预警系统相结合,通过对设备运行数据

的统计分析和趋势预测,提前发现潜在的故障隐患。例如,通过对电机运行电流的长期监测,分析电流的变化趋势,当电流出现异常波动但尚未达到故障阈值时,系统可以发出预警信号,提醒维修人员进行检查和维护,实现故障的预防性维护,提高设备的使用寿命和系统的运行可靠性^[5]。

3.4 节能优化控制

在当前能源形势日益紧张背景下,电气工程的节能优化已成为行业发展的重要方向。(1) PLC技术通过对电气设备运行过程的精准控制和参数优化,能够有效降低能源消耗,提高能源利用效率。传统的电气设备控制往往采用恒速运行的方式,即使在负载发生变化时,设备仍然保持额定功率运行,造成了大量的能源浪费。而PLC结合变频调速技术、模糊控制技术等先进控制算法,可以根据负载的变化实时调整设备的运行参数,实现按需供能。(2) 以风机、水泵等流体输送设备为例,这类设备在实际运行中,负载往往会随着生产需求或工艺条件的变化而波动。采用PLC与变频器相结合的控制方式,PLC可以根据压力传感器、流量传感器采集到的信号,计算出当前所需的负载量,然后控制变频器调整电机的转速,使风机或水泵的输出量与实际需求相匹配。当负载减小时,电机转速降低,功率消耗随之减少,相比传统的恒速运行方式,可节约大量的电能。(3) 在照明系统控制中,PLC可以根据光照强度传感器采集到的环境光照数据,自动控制照明灯具的开关和亮度调节。例如,在白天光照充足时,自动关闭部分或全部照明灯具;在傍晚光照不足时,逐渐开启灯具并调节亮度至合

适水平,避免了人工控制的主观性和滞后性,实现了照明系统的节能运行。(4) PLC还可对整个电气工程系统的能源消耗进行统计和分析,通过上位机监控界面展示各设备的能耗数据,帮助管理人员了解能源使用情况,找出能源浪费的环节,制定针对性的节能措施,进一步提升系统的节能效果。

结束语: PLC技术在电气工程自动化控制领域展现出显著的应用价值与广阔的发展前景。其通过独特的工作机制和优越的性能优势,有效解决了传统控制系统的诸多痛点,在逻辑控制、系统集成、故障诊断及节能优化等方面发挥着关键作用。PLC技术将进一步与物联网、大数据等先进技术融合,向着更智能、更集成的方向发展。未来需持续深化PLC技术的研发与应用,不断优化控制算法与系统设计,以更好地满足电气工程自动化发展的新需求,推动工业控制领域的持续进步。

参考文献

- [1]刘勇.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用[J].中国设备工程,2025(01):227-229.
- [2]张会.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].中国设备工程,2022,(09):150-152.
- [3]詹明化.基于PLC技术的电气工程及其自动化控制分析[J].现代制造技术与装备,2022,58(10):210-212.
- [4]刘福强.基于PLC技术的电气工程自动化控制系统设计研究[J].电气技术与经济,2025(01):129-131.
- [5]焦迎雪,聂秀珍.基于PLC控制系统的电气自动化设备设计研究[J].造纸装备及材料,2022,51(1):28-30.