

PLC技术在电气仪表自动化控制中的应用研究

张怀超

浙江逸盛石化有限公司 浙江 宁波 315000

摘要：本文探讨了PLC技术在电气仪表自动化控制中的应用，阐述了PLC技术的工作原理、特点及其在控制开关、集中管控电气设备系统中的应用优势。通过优化设计PLC控制系统、应用故障检测与诊断技术以及与智能算法融合应用，PLC技术提高了电气仪表自动化控制的性能、智能化水平和生产效率。同时，PLC技术在石化等工业控制场合下的应用实例，也展示了其实际应用的广泛性和重要性。未来，PLC技术将持续推动工业自动化进程，实现更多创新与突破。

关键词：PLC技术；电气仪表；自动化控制；应用研究

1 PLC 技术基础

1.1 PLC技术的定义与工作原理

PLC全称可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller），系专为严苛工业环境定制的数字运算操控电子设备。其内置可编程存储器，用于存储逻辑运算、时序控制、计时、计数及算术处理等指令，并凭借数字或模拟式输入输出接口，调控多样机械设备或工业流程。PLC的运作遵循循环扫描原则，流程细分为三大阶段：输入捕获阶段、程序履行阶段及输出更新阶段。输入捕获阶段，PLC扫描式收录全部输入状态与数据，存入I/O映像区对应单元，结束后转至程序履行阶段。程序履行阶段，PLC遵循既定顺序，自左至右、自上而下扫描每条指令，依据输入映像区与元件映像区数据执行逻辑或算术运算，运算结果存储于元件映像区对应单元^[1]。至输出更新阶段，指令执行完毕，元件映像区所有输出继电器状态（导通/关断）转储至输出锁存器，经特定方式输出，驱动外接负载。此循环扫描机制确保PLC即时响应输入信号，精确执行控制逻辑，维系工业控制系统的稳定作业。

1.2 PLC技术的特点

PLC技术具有诸多显著特点，使其在工业自动化领域得到广泛应用。一是可靠性高，PLC采用了一系列硬件和软件抗干扰措施。在硬件方面，对电源、输入输出接口等进行特殊设计，如采用屏蔽、滤波等技术抑制电磁干扰；在软件方面，设置了故障诊断程序和自恢复程序，能够自动检测故障并进行相应处理，保证系统在恶劣工业环境下仍能可靠工作。二是编程简单、使用方便，PLC采用梯形图、语句表等编程语言，这些语言与电气原理图较为接近，易于理解和掌握，电气技术人员无需经过复杂的计算机知识培训，就能快速上手进行程序设计和

调试。三是灵活性和通用性强，PLC的硬件采用模块化结构，用户可以根据实际控制需求灵活选择不同功能的模块进行组合，如数字量输入输出模块、模拟量输入输出模块等；同时，同一台PLC通过修改程序就能应用于不同的控制场合，大大降低了设备改造和升级的成本。另外，PLC还具备丰富的I/O接口，能够方便地与各种传感器、执行机构连接，实现对多种物理量的检测和控制；并且具有通信功能，可与计算机、其他PLC等设备进行数据通信，构建复杂的工业控制系统。

2 电气仪表自动化控制概述

2.1 电气仪表自动化控制的定义

电气仪表自动化控制是指利用各种电气仪表、传感器、控制器以及执行机构等设备，对工业生产过程中的各种参数（如温度、压力、流量、液位、成分等）进行自动检测、显示、控制和调节的技术。它通过对生产过程中各种信息的采集、处理和分析，实现对生产设备和工艺流程的自动控制，以达到提高生产效率、保证产品质量、降低生产成本、保障生产安全等目的。在电气仪表自动化控制系统中，传感器负责将生产过程中的各种物理量转换为电信号或其他便于传输和处理的信号；电气仪表对传感器输出的信号进行测量、显示和处理；控制器根据设定的控制目标和采集到的信号，按照一定的控制算法进行运算和决策，输出控制信号；执行机构则根据控制器输出的控制信号，对生产过程进行调节和控制，如调节阀门开度、控制电机转速等。整个系统通过各组成部分的协同工作，实现对工业生产过程的自动化控制，使生产过程能够在预定的工况下稳定运行。

2.2 电气仪表自动化控制的发展趋势

随着计算机技术、通信技术、传感器技术和控制技术的不断发展，电气仪表自动化控制呈现出以下发展趋

势。一是智能化,智能电气仪表的出现成为发展的重要方向。智能仪表集成了微处理器、存储器、通信接口等,具备自诊断、自校准、数据处理、远程通信等功能,能够对采集到的数据进行更精确的分析和处理,并根据实际情况自动调整工作参数,提高测量和控制的准确性和可靠性^[2]。二是网络化,工业以太网、现场总线等网络技术在电气仪表自动化控制中的应用日益广泛,实现了电气仪表和控制设备之间的互联互通,使控制系统能够实时共享数据和信息,便于集中管理和远程监控,提高了系统的协同工作能力和管理效率。三是集成化,将电气仪表、控制器、执行机构等设备进行高度集成,形成功能强大的自动化控制系统,减少设备之间的连接和布线,降低系统的复杂性和故障率,同时便于系统的安装、调试和维护。四是绿色化,随着节能环保理念的深入人心,电气仪表自动化控制技术也朝着节能降耗、环保的方向发展,如采用低功耗器件、优化控制算法降低设备能耗,开发环保型仪表和材料,减少对环境的污染。

3 PLC技术在电气仪表自动化控制中的应用

3.1 PLC技术在控制开关中的应用

在电气仪表自动化控制系统中,控制开关是实现对设备启停、状态切换等控制的关键部件,PLC技术在控制开关中的应用极大地提高了控制的灵活性和可靠性。通过将PLC与各种类型的控制开关(如按钮开关、行程开关、接近开关等)以及继电器、接触器等执行元件相结合,可以实现多种复杂的控制逻辑。例如,在工业生产中的电机控制场景中,利用按钮开关作为PLC的输入信号,通过编写相应的PLC程序,可以实现电机的启动、停止、正反转控制。当按下启动按钮时,PLC检测到输入信号的变化,根据程序逻辑输出控制信号,使接触器线圈得电,主触点闭合,电机启动运行;按下停止按钮时,PLC输出信号使接触器线圈失电,电机停止。同时,利用行程开关或接近开关检测设备的位置状态,结合PLC程序可以实现电机的限位控制,当设备运行到指定位置时,触发开关动作,PLC接收到信号后及时控制电机停止或改变运行方向,避免设备因超出行程范围而发生故障或安全事故。PLC还可以对控制开关的状态进行实时监测和故障诊断,当开关出现故障时,及时发出报警信号,提醒工作人员进行维修,提高了系统的安全性和稳定性。

3.2 PLC技术在集中管控电气设备系统中的应用

在现代工业生产中,往往存在大量的电气设备,为了提高生产效率和管理水平,需要对这些电气设备进行集中管控,PLC技术在这方面发挥了重要作用。PLC可以作为集中管控系统的核心控制器,通过其丰富的I/O接口

与各种电气设备(如电机、泵、风机、阀门等)以及传感器、仪表等进行连接,实现对设备运行状态的实时监测和控制。利用PLC的通信功能,可将分散在不同位置的电气设备连接成一个网络系统,与上位机(如工业计算机)进行通信。上位机通过监控软件可以实时显示各电气设备的运行参数(如电压、电流、温度、压力等)和工作状态(运行、停止、故障等),操作人员可以在监控室通过上位机对所有电气设备进行远程控制和管理,如远程启动、停止设备,调整设备的运行参数等。同时,PLC可以根据预先设定的控制策略和逻辑,对电气设备进行自动控制和协调运行。例如,在一个大型的化工生产装置中,PLC可以根据生产工艺要求,自动控制各泵、阀门的启停和开度,协调不同设备之间的工作顺序和运行节奏,确保整个生产流程的稳定运行。当系统中某一设备出现故障时,PLC能够及时检测到故障信号,并通过上位机发出报警信息,同时采取相应的保护措施,如自动停止相关设备的运行,防止故障扩大,提高了系统的可靠性和安全性^[3]。

3.3 PLC技术在特定工业控制场合下的应用实例

以石化行业的原油炼制过程为例,PLC技术在电气仪表自动化控制中的应用显得尤为关键。在原油炼制过程中,需要对各种工艺参数进行精确控制,如温度、压力、流量等,以确保生产过程的稳定性和产品质量。PLC技术凭借其高可靠性和编程简便的特点,在这一领域得到了广泛应用。在加热炉控制系统中,PLC作为核心控制器,通过与温度传感器、压力传感器、流量传感器等电气仪表相连,实时监测加热炉的工作状态。当温度或压力超出预设范围时,PLC能够迅速响应,通过控制燃料供给和空气流量,自动调节加热炉的工作状态,以确保温度和压力的稳定。同时,PLC还可以记录加热炉的历史运行数据,为生产优化和故障排查提供有力支持;在原油输送管道控制系统中,PLC技术的应用同样至关重要。通过与流量计、压力计等电气仪表的连接,PLC能够实时监测管道内原油的流量和压力。当流量或压力出现异常波动时,PLC能够立即启动保护措施,如关闭阀门或调整泵速,以防止管道泄漏或超压事故的发生。另外,PLC还可以对管道的运行效率进行评估,为优化输送策略提供数据支持;在石化行业的其他控制场合,如储罐区、催化裂化装置等,PLC技术同样发挥着重要作用。通过与各种电气仪表和执行机构的连接,PLC能够实现对这些区域的精确控制和远程监控,大大提高了生产效率和管理水平。

4 PLC技术在电气仪表自动化控制中的优化策略

4.1 PLC控制系统的优化设计

PLC控制系统的优化设计是提高电气仪表自动化控制性能的重要环节。在硬件设计方面,首先要根据实际控制需求合理选择PLC的型号和配置,充分考虑I/O点数、存储容量、处理速度、通信功能等因素,确保PLC能够满足系统的控制要求,同时预留一定的扩展空间,以便后续系统的升级和改造。其次,要优化I/O接口的布局 and 连接,合理安排输入输出信号的分配,减少信号干扰,提高系统的抗干扰能力。例如,将模拟量信号和数字量信号分开布线,对输入输出信号线进行屏蔽处理等。在软件设计方面,要采用模块化编程思想,将整个控制程序分解为多个功能模块,每个模块实现特定的功能,这样不仅便于程序的编写、调试和维护,还提高了程序的可读性和可重用性。同时要程序进行优化,合理使用定时器、计数器、中间继电器等元件,减少不必要的指令和操作,提高程序的执行效率,缩短扫描周期,使系统能够更快速地响应外部信号。

4.2 PLC技术在电气仪表故障检测与诊断中的应用

PLC可以实时采集电气仪表和设备的运行参数和状态信号,通过预先编写的故障诊断程序对这些信号进行分析和处理。例如,通过监测电气仪表的输出信号是否在正常范围内,判断仪表是否出现故障;通过检测设备的电流、电压、温度等参数的变化,判断设备是否存在过载、短路、过热等故障。当检测到故障信号时,PLC可以根据故障类型和严重程度,通过报警指示灯、蜂鸣器或通信方式向上位机发出报警信息,同时记录故障发生的时间、位置和相关参数,为维修人员提供详细的故障信息,便于快速定位和排除故障。另外,还可以利用PLC的逻辑运算功能,对多个相关信号进行综合分析,实现故障的智能诊断,如通过分析多个传感器的信号变化,判断系统是否存在连锁故障,提高故障诊断的准确性和可靠性。

4.3 PLC技术与智能算法的融合应用

将PLC技术与智能算法相融合,能够进一步提升电气仪表自动化控制的性能和智能化水平。常见的智能算法如神经网络算法、模糊控制算法、遗传算法等,具有自适应、自学习和优化能力强等特点。例如,将模糊控制算法应用于PLC控制系统中,针对一些具有非线性、时变性和不确定性的控制对象(如温度控制、液位控制等),可以根据实际控制经验和专家知识,制定模糊控制规则,使PLC能够根据输入信号的变化,自动调整控制策略,实现更精确的控制^[4]。神经网络算法具有强大的模式识别和数据处理能力,将其与PLC相结合,可以对复杂的工业生产过程进行建模和预测,如预测设备的故障发生概率、优化生产工艺参数等。遗传算法则可以用于PLC程序的优化设计,通过模拟生物进化过程,对程序的参数和结构进行优化,提高程序的性能和效率。

结束语

本文系统研究了PLC技术在电气仪表自动化控制中的应用,明确了其工作原理、特点及应用优势,并提出有效优化策略。PLC技术的应用提高工业生产的自动化水平、生产效率与安全性。未来,随着技术发展,PLC技术与新兴技术将深度融合,为电气仪表自动化控制带来更多创新与突破,持续推动工业自动化进程。

参考文献

- [1]盛丹.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].中国新通信,2020,22(13):117.
- [2]刘许锋.基于PLC技术在电气工程自动化控制中的应用分析[J].电子测试,2020(12):109-110.
- [3]刘海枫.PLC技术在电气设备自动化控制中的应用[J].机电产品开发与创新,2024,37(01):136-138.
- [4]王彦博.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].电气技术与经济,2024(01):313-315.