

## PLC 的技术在电气工程及其自动化控制系统中的应用

邵吉

国家电投集团山西新能源有限公司, 山西 太原 030000

[摘要]文中主要探讨可编程逻辑控制器(PLC)技术于电气工程以及自动化控制系统当中的具体应用情况。论文首先对 PLC 的基本构造、工作原理以及技术特性展开分析,随后论述了其在电气控制系统里的一些关键应用范畴,像开关量逻辑控制、过程控制还有运动控制等。接着又阐述了 PLC 自动化控制系统的设计实现相关方法,这里面包含了硬件选型、程序设计、人机界面以及系统调试等方面的内容。最后还提出了针对 PLC 技术应用的优化策略,比如系统抗干扰方面的举措、通信网络集成的做法、可重构性设计的方式以及与先进信息技术相融合的相关事宜。

[关键词]电气工程;自动化控制;系统设计;工业控制

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18382 中图分类号: TM76 文献标识码: A

### Application of PLC Technology in Electrical Engineering and Its Automation Control System

SHAO Ji

SPIC Shanxi New Energy Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

**Abstract:** This article mainly discusses the specific application of programmable logic controller (PLC) technology in electrical engineering and automation control systems. The paper first analyzes the basic structure, working principle, and technical characteristics of PLC, and then discusses some key application areas in electrical control systems, such as switch logic control, process control, and motion control. Then, the design and implementation methods of PLC automation control system were elaborated, including hardware selection, program design, human-machine interface, and system debugging. Finally, optimization strategies for the application of PLC technology were proposed, such as measures for system anti-interference, practices for communication network integration, methods for reconfigurable design, and related matters for integration with advanced information technology.

**Keywords:** electrical engineering; automated control; system design; industrial control

在当前电气行业中, PLC 技术已成为自动化管理的核心部分,逐步取代了手动操作和定时控制等传统低效方法。这一变化使电气设备的运行效率得到提升,故障发生率下降,同时也提高了工程项目的整体经济效益。因此,加强对 PLC 技术的研究,并将其有效整合到电气工程系统中,是确保控制性能稳定、推动行业持续发展的关键步骤。

#### 1 PLC 技术概述

##### 1.1 PLC 的基本结构与工作原理

可编程逻辑控制器的典型构造主要涵盖中央处理器(CPU)、存储器、输入/输出接口、电源模块以及通信模块等诸多部分。PLC 运用的是循环扫描这种工作模式,该过程大致涉及输入采样、程序执行还有输出刷新这三个环节。在输入采样的阶段当中, PLC 会去读取所有输入端口的状态并且把这些状态存放到输入映像寄存器里;随后到了程序执行阶段, CPU 会依照用户所编写的控制程序来开展逻辑运算,并且把运算得出的中间结果存入到元件映像寄存器中;最后在输出刷新阶段,会把输出映像寄存器的状态传送到实际的输出端口,以此来控制外部设备做出相应动作。PLC 遵循的是存储程序逻辑运算控制这一工作原理,其运用模块化结构来达成逻辑控

制以及顺序操作方面的实现目的,而且还能借助工业网络和上位机展开数据交互活动。这样的结构设计赋予了 PLC 能够灵活契合多种工业环境的能力,与此还维持着相当不错的可靠性以及稳定性水平<sup>[1]</sup>。在实际的应用场景当中, PLC 会凭借梯形图编程语言来开展程序编写相关工作,而这种呈图形化的编程途径切实有效地减轻了工程技术人员在学习方面的诸多困难,进而促使编程效率得以提升。

##### 1.2 PLC 的技术特点与性能指标

PLC 拥有一些十分突出的技术特点,而正是这些特点促使它在工业自动化这个领域获得了极为广泛的运用。PLC 有着相当高的可靠性,原因在于它是专门针对工业环境来进行设计的,所以即使处在条件颇为恶劣的情况下,依旧能够稳稳当当地开展工作。PLC 同时还具备颇为强大的抗干扰能力,在电磁干扰程度比较高的工业现场,它也能够正常地运行起来。PLC 的灵活性是很强的,用户完全可以通过对程序加以修改的方式去改变控制逻辑,而且不需要再去重新接线,如此一来便使得系统的适应性得到了大幅度的提升。就性能指标而言,现代 PLC 已然达到了相当高的性能水准,在实时响应能力这其控制周期能

够缩短到  $10\mu\text{s}$  级别,并且还能够支持每秒高达 1000 点的数据采集频率。从环境适应性的角度来讲,现代 PLC 能够承受的工作温度范围是从零下  $25^{\circ}\text{C}$  一直到  $70^{\circ}\text{C}$ ,并且它的防护等级最高能够达到 IP67 这个级别。正是这些出色的技术特点以及性能指标,让 PLC 具备了能够胜任各种复杂控制任务的能力。

## 2 PLC 在电气控制系统中的关键应用领域

### 2.1 开关量逻辑控制与继电替代

开关量逻辑控制属于 PLC 最为基础且应用范围极为广泛的领域,在传统电气控制系统里,人们会借助诸多继电器、接触器以及时间继电器这类元件来构建出复杂的控制电路,而 PLC 问世之后,便彻底扭转了这种局面,它是凭借软件编程的方式取代了硬接线逻辑,如此一来便极大地简化了控制系统所具有的结构。在当代的工业生产领域当中,PLC 已然广泛地取代了传统的继电器控制系统。PLC 能够实现如此广泛的替代,一方面是因为其控制方式更为灵活且更为可靠,另一方面则是因为 PLC 系统自身有着不错的可扩展性以及较好的维护性。借助 PLC 来开展开关量逻辑控制相关工作,工程师便能够较为轻松地达成复杂的联锁保护功能以及顺序控制功能的实现。

### 2.2 过程控制与 PID 调节

过程控制属于 PLC 在电气工程方面的又一个重要应用范畴。在此过程当中,PLC 主要被用于对那些持续发生变化的模拟量加以控制,像温度、压力、流量以及液位等等这类参数均包含在内。PLC 会凭借模拟量输入模块来采集现场所处的传感器信号,而后经过其内部的一系列运算处理操作之后,再借助模拟量输出模块对执行机构实施控制。PID 调节算法在过程控制领域属于最为常用的一种控制算法,而 PLC 能够较为出色地达成这一功能的实现。借助其内部所预设的 PID 控制指令,PLC 能够便捷地搭建起闭环控制系统。就好比在液位控制系统的相关应用当中,研究人员把模糊逻辑算法和 PLC S7-1200 结合起来运用,由此所实现的性能相较于传统的 PID 控制器而言,是有明显提升的。

### 2.3 运动控制与定位技术

运动控制属于 PLC 技术发展的重要方向之一,其主要与对伺服电机、步进电机等执行机构的精准控制相关联。现代 PLC 已然整合了颇为强大的运动控制功能,可达成多轴协同运动、插补运算以及精准定位等一系列复杂的控制任务。精确定位技术在运动控制领域占据着极为关键的地位,而 PLC 在这一方面有着颇为出色的发挥<sup>[2]</sup>。借助高速计数模块以及定位模块这两者,PLC 能够达成微米级别的定位精度。就好比在斗轮堆取料机自动控制系统当中,运用 PLC 便成功实现了诸如行走定位、回转取料还

有俯仰调姿等一系列复杂动作的精准控制。

## 3 PLC 自动化控制系统的设计与实现

### 3.1 控制系统硬件选型与配置

PLC 自动化控制系统在设计之时,首要任务便是开展合理的硬件选型以及相应的配置工作。此过程得依据控制对象具体的工艺方面的要求、控制所涉及的规模还有性能指标等诸多因素来综合地加以考量。硬件选型主要涵盖 PLC 型号方面的选择、I/O 模块的配置情况、通信模块的选型事宜以及电源模块的选择等内容。在实际的工程项目当中,工程师务必要充分地去考量系统所具备的可靠性以及经济性这两方面的情况,从而挑选出最为契合的硬件配置方案。通常情况下,一个典型的 PLC 控制系统其硬件配置涵盖诸多部分,像 CPU 模块、数字量输入输出模块、模拟量输入输出模块、特殊功能模块以及通信模块等等。就好比在隧道监控系统当中,所采用的是台达 AH500 冗余 PLC,此款 PLC 运用的是完整的冗余架构,具体来讲就是双 CPU、双主背板、双电源以及双通讯这样的设置。如此一来,当主控制器出现失效情况的时候,能够于  $20\text{ms}$  之内达成无缝切换的效果,进而切实保障监控不会出现中断的现象。这样的一种冗余设计,着实是让系统的可靠性以及可用性都得到了很大程度的提升,尤其适合应用于那些对连续性有着较高要求的控制相关场合。

### 3.2 控制程序设计与编程规范

控制程序设计在 PLC 系统开发里属于极为关键的环节,其会直接影响到系统的功能以及性能表现。现代 PLC 能够支持多种多样的编程语言,像梯形图、指令表、结构化文本还有功能块图等等都包含在内。其中,梯形图是最常被使用的编程语言,它有着直观且容易理解的特点,尤其契合逻辑控制程序的编写需求。而良好的编程规范对于确保程序的质量以及可维护性而言是相当重要的,这里面涉及到了诸如合理的程序结构、清晰明确的注释以及统一的命名规则等诸多方面。

在程序设计进程里,工程师需遵从模块化设计准则,把复杂的控制任务拆解成若干个相对独立的子任务,接着分别为其编写对应的程序模块。这样的设计方式不但提升了程序的可读性以及可维护性,而且还利于多人一同开展协作开发工作。在程序设计之时,还得充分考量异常状况的处置事宜,务必要让系统在出现故障之际能够实现安全停机或者顺利转入安全状态。

### 3.3 人机界面与监控系统设计

人机界面(HMI)充当着操作人员与 PLC 控制系统相互间交互的纽带,其对系统的易用性以及操作效率会产生直接影响。一款设计优良的人机界面,理应可直观且清晰地呈现出设备的状态以及作业的进度,同时还能给出便捷的操作方式,并且能及时给出报警信息。在现代 HMI

当中,一般会采用触摸屏技术,这种技术能够支持多种多样的图形元素以及动画效果,进而可以较为生动地将生产过程展示出来。监控系统的设计在 PLC 控制系统当中属于极为重要的一部分,其主要承担着实时对生产过程当中的数据加以采集的任务,同时还能完成历史数据的存储工作以及开展趋势分析方面的相关事宜,并且还能够给出报警管理方面的相应功能。数据采集与监控系统(SCADA)把 OPC 通信协议以及 SQL 数据库进行了集成处理,由此便拥有了远程设备监控的功能、报警管理的功能以及能源分析的功能。这样的一种系统完全能够给生产管理给予较为完备的数据方面的支撑,从而助力管理人员可以及时地察觉到生产过程当中所出现的各种问题并且加以妥善解决。

### 3.4 系统调试与可靠性保障

系统调试在 PLC 控制系统的开发进程中属于极为关键的阶段,其情况好坏直接影响着该系统能不能够正常地开展运行工作。就调试的具体过程而言,其主要涵盖了硬件调试、软件调试以及系统联调这三个不同的步骤。其中,硬件调试侧重于去检查各个模块的安装是不是处于正确的状态、相关接线是否足够牢固可靠、电源方面是否能够正常运作等等一系列情况;而软件调试则是要着重对程序的逻辑是否正确无误、各项参数的设置是否较为合理等内容加以验证确认;至于系统联调环节,则是要在实际的生产环境之下针对整个系统的功能以及性能展开相应的测试操作。可靠性保障在 PLC 系统设计当中属于必须充分考量的关键要素<sup>[3]</sup>。若想提升系统的可靠性,工程师可施行诸多举措,像挑选质量上乘的硬件设备、构思合理的冗余架构、落实严谨的电磁兼容设计以及构建完备的维护机制等等。就好比在工业自动化控制领域里,运用双 CPU 热备方式并结合环网拓扑结构,那么系统的可用性便能够达到 99.999%这般程度。如此这般具备高可靠性的设计,能够保证系统可长时间稳固地运行下去,从而契合现代工业生产对于连续性所提出的极高要求。

## 4 PLC 技术应用的优化策略

### 4.1 系统抗干扰与维护策略

在工业现场当中存在着各式各样的电磁干扰,而这些干扰极有可能对 PLC 系统的正常运转产生影响。为了让系统的抗干扰能力得以提升,工程师便需采取一连串的举措。这些举措涵盖了合理地去做布线工作、选用屏蔽电缆、确保接地操作正确无误、安装滤波器以及设置软件滤波等方面。维护策略对于保障 PLC 系统可长期稳定地运行而言,同样有着不容忽视的重要意义。优秀的维护策略涵盖了定期开展检查工作、实施预防性的维护举措以及能够实现故障快速诊断等诸多方面。现代的 PLC 系统一般都拥有较为完备的自我诊断功能,其能够对各模块的工作状态予以实时的监测,从而能够在第一时间及时察觉到故障的

存在,并且还会将相关情况予以报告。

### 4.2 通信网络集成与数据交互

现代工业生产愈发着重于设备之间的互联互通,PLC 系统所具备的通信网络集成能力便显得格外关键起来。现代 PLC 能够支持多种多样的工业通信协议,像 Profinet、EtherCAT、Modbus 这类协议都在其支持范围之内,进而可以较为便捷地与其他各类设备展开数据交换方面的操作。数据交互乃是达成系统集成关键基础所在,而 PLC 于这方面所具备的能力一直在持续不断地增强发展着。现代的 PLC 不再仅仅只是能够与现场设备展开数据方面的交换操作了,它甚至还能够和上层的管理系统极为顺畅地完成集成事宜。借助像 OPCUA 这类标准化的接口,PLC 便能够较为轻松便捷地把生产过程当中的相关数据传输交付至制造执行系统也就是 MES 以及企业资源计划系统即 ERP 之中去。

### 4.3 面向柔性制造的可重构性设计

市场竞争日益激烈,客户需求也变得多样起来,在这样的情况之下,柔性制造已然成为现代工业发展进程当中极为重要的一种趋势。针对柔性制造而开展的可重构性设计,能够让 PLC 系统可以迅速地去适应产品方面的变化以及生产环节的调整。而这种设计重点就表现在硬件模块化以及软件参数化这两个不同的方面。可重构性设计在实际运用当中展现出了较为突出的优势。就好比在散料储运系统里面,PLC 控制系统是能够给予支持的,其能助力实现多煤种的分区堆放以及精准配比,进而满足精细化储运以及掺烧工艺方面的要求。而这种所具备的灵活性,也让同一套设备得以去处理不一样的产品以及工艺。

### 4.4 与先进信息技术的融合应用

PLC 技术正和多种先进信息技术紧密融合,此融合大大拓宽了 PLC 的应用范畴以及能力界限,尤其与物联网技术相融的情况格外引人关注,把 PLC 系统同物联网技术相结合,能够达成设备的远程监控以及智能维护效果。人工智能技术给 PLC 的发展创造了新的机会。把模糊逻辑、神经网络这类人工智能算法融入到 PLC 当中,能够达成更为智能化的那种控制效果。而且,云计算以及大数据技术同样可以和 PLC 系统相互融合起来,从而针对海量的生产数据展开深度剖析并加以优化处理。

## 5 结束语

PLC 技术属于电气工程及其自动化控制系统里的核心技术范畴,其已然发展成了现代工业自动化当中不可或缺的一个构成部分。从较为简单的逻辑控制开始,一直到复杂的运动控制以及过程优化为止,PLC 的应用范围一直在不断地拓展开来,与之相应的技术水平也在持续地提升着。伴随着工业生产朝着智能化、网络化以及绿色化的方向去发展,PLC 技术当下正面临着全新的机遇以及挑

战。在未来,PLC 技术会进一步同物联网、人工智能、大数据等一系列先进技术相互融合起来,朝着更为开放、更加智能且更为集成的这样一个方向去发展。面对着新的发展机遇,本文应该进一步强化针对 PLC 技术的研究工作以及实际应用情况,以此来推动电气工程及其自动化控制系统朝着更高的水准不断发展前行。

#### [参考文献]

[1]朱培龙.自动化系统中的智能技术应用[J].电子技术,

2025,54(7):198-199.

[2]陈显灵.PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用[J].中国设备工程,2025(9):223-225.

[3]周志坤.智能化技术在电气工程自动化控制系统中的应用分析[J].仪器仪表用户,2025,32(1):87-89.

作者简介:邵吉(1987.10—),毕业院校:山西大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:国家电投集团山西新能源有限公司。