

# PLC技术在电气工程及自动化控制中的应用研究

董晨焱 田 梦

武汉东湖学院 湖北武汉 430212

**摘要:** PLC技术以其卓越的控制性能和灵活的编程特性,在电气工程及自动化控制领域得到广泛应用。将PLC技术引入电气自动化系统,能够显著提高系统的控制精度、可靠性与灵活性,降低工程实施成本,推动工业自动化与智能制造的发展。但随着控制对象的复杂化,功能需求的多样化,PLC技术在系统集成、通信处理、人才储备等方面面临新的挑战。本文分析了PLC技术的应用现状,剖析了面临的问题,并从优化集成方案,改进通信架构,加强人才培养等角度提出应用优化策略,以期为相关工程应用提供参考。

**关键词:** PLC技术;电气工程;自动化控制;系统集成;应用优化

## 引言

从二十世纪60年代开始,可编程逻辑控制器(PLC)依靠良好的控制性能,方便的编程方式和稳定的运行特性,在电气工程和自动化控制领域得到了广泛的应用。通过软件程序来实施流程管理,PLC慢慢取代传统的继电器硬接线方案,既改良了系统的设计思路,又极大提升了设备的维护效率和运行稳定性。随着工业自动化的智能化进程推进,PLC技术在改善产品质量,改进生产效能,推进智能制造等许多方面有着十分广阔的前景,当前迫切需要针对特定的应用场景深入探究现存的问题,并积极探寻新的解决办法,进而促使理论研究同实际应用相互融合。

## 一、PLC技术在电气工程及自动化控制中的重要意义

### (一)提升系统控制精度与可靠性

PLC以其强大的逻辑运算和数据处理能力,能够对电气控制系统进行高速、精准、可靠的实时控制。PLC基于高性能的微处理器芯片,其扫描周期可达毫秒级,能对控制过程实现实时监测,迅速做出响应,保证系统的高效协调运转。其次PLC具有丰富完善的控制指令,能够轻松实现定时,计数,闭环PID控制等各类控制功能,满足工业现场的精细控制要求<sup>[1]</sup>。再者PLC采用模块化结构设计,具有较强的抗干扰能力和环境适应性,

相比于传统的继电器等部件,PLC免于接点氧化,弹簧疲劳等机械故障困扰,系统可靠性显著提高。总之PLC控制精度高,动作迅速,可靠性强,能最大限度避免因设备故障,控制不当而引发的安全事故,确保电气自动化系统安全、高效、稳定运行。

### (二)降低工程成本与维护难度

把PLC技术应用到电气工程和自动化控制系统当中,既会明显削减项目的开展费用,又可以很好地解决系统运转的麻烦,传统的继电器和接触器所构成的硬接线控制方法,存在布线繁杂,调试麻烦并且保养不便利等毛病,致使工程投入增多。利用PLC技术以后,它自带的逻辑控制算法取代了复杂的硬件连接规划,通过编程软件来编写程序并执行上传操作就能达成对系统的精确控制,如此一来就大大简化了硬件架构的设计步骤。若工艺需求有所改变,就不必去改动物理连线布局,只要改动软件设置就能立刻做出反应,省去了不少的人力和物力。带有故障诊断功能的PLC设备可以及时记载故障信息,输入输出状态参数以及通信端口的异常状况,方便技术人员快速找到问题并采取应对办法,免除人工巡查造成的效率损耗,而且凭借配套的开发工具还能做到远程在线监测和故障排除,从而改善保养流程并缩减停机时间。

### (三)促进工业自动化与智能制造进步

PLC属于工业自动化控制的重要设备,在智能制造当中有着非常重要的位置,通过编程技术让这些设备之间产生协同工作,整个生产过程就能向着自动化、连续化的方向迈进,这样就能打破以前传统制造模式下效率

**作者简介:**董晨焱(2003.05—),男,汉族,湖北宜昌,武汉东湖学院,本科,研究方向:电气工程及自动化。

受到的限制。用PLC搭建起的这条自动化生产线,凭借它准确传送物料以及检查质量的功能,不但产能得到了极大提升,产品本身的品质也有了很大的改善,坏掉的数量明显变少,再结合机器视觉技术和机器人技术,就可以形成一种新的柔韧性生产体系。就以智能装配平台来说,这种情况下PLC负责指挥机器人干活,然后视觉传感器一边采集数据随时调整路径规划,这种集成式方案在工艺上保持灵活的同时又很好地处理了应对各种不同品种少量订单的麻烦事儿,给制造业往高质量智能化方向转型带来了不少力量支撑。

## 二、PLC技术应用的现状挑战

### (一)系统集成复杂度日益提高

随着现代电气工程及工业自动化系统日趋大型化、复杂化,对PLC的系统集成与应用提出了更高要求。电气自动化系统涉及供配电,电机拖动,过程控制,安全防护等诸多专业领域,各专业模块的选型匹配,协同优化等系统集成工作难度大。随着工业互联网、人工智能等新技术与制造业加速融合,传统PLC的信息处理、智能分析能力已不能满足智能制造的需求,如何在保证可靠性、实时性的前提下,拓展PLC在大数据处理、深度学习等方面的智能化功能,是当前亟须研究的热点问题。此外一些行业用户对PLC控制系统提出了功能安全,信息安全的特殊要求,如何在系统架构,控制策略,安全防护等方面进行针对性设计,以满足高安全性、高可靠性需求,也是系统集成需着重考虑的重点。

### (二)实时通信与数据处理瓶颈

实时通信和海量数据处理能力,是制约PLC技术应用的另一个瓶颈,现代电气自动化系统呈现出设备异构、协议多样、组网复杂的特点。各类现场设备采用不同的通信协议,如Modbus, PROFIBUS, EtherCAT等,不同协议的物理层标准、数据帧结构差异较大,异构网络的互联互通难度大。虽然OPCUA等统一工业通信标准的出现缓解了这一问题,但在工程应用中,仍面临多协议设备的兼容、互操作等挑战<sup>[2]</sup>。同时随着智能传感器等物联网设备的大量接入,海量、多源异构数据对PLC的通信带宽、处理能力提出了更高要求。传统PLC受限于硬件架构,其网络吞吐量、数据分析能力难以适应工业大数据时代的需求。尤其在大规模分布式控制场景,跨网段、远距离通信的实时性、可靠性难以保障,另外由于缺乏面向工业互联网的安全防护机制,在多协议互联、垂直集成的复杂网络环境下,网络安全问题日益凸显。

### (三)专业技术人才储备不足

在电气工程这一领域里,PLC技术被广泛采用之后,对从业者的职业素养以及综合能力的要求就变得更高了,PLC系统集成的基础部分就是电气工程理论知识,所以设计人员的技术水平会受其影响,现在大多数电气工程专业的应届毕业生普遍存在自动控制理论薄弱,编程技能缺乏,实践经验少等状况,很难达到PLC系统集成岗位的技术标准。对于PLC应用时的故障诊断和改良问题,要深入了解其运行机理才行,因为现有的课程体系当中关于PLC的内容比较少,而且实验设备配置不够充足,这就造成理论学习和实践操作之间存在割裂现象,使得毕业生在二次开发和运维方面的能力无法得到切实提高。随着PLC技术不断更新换代,并且与行业融合的趋势也在加速推进,持续跟进新技术的发展动态并培养创新能力,便成为提升工程师核心竞争力的一条重要途径。

## 三、PLC技术应用优化策略

### (一)优化系统集成方案,提高控制效率

对于PLC系统集成面对的复杂性、多样性问题,要着眼改善系统水平,改善集成计划,坚持“以网络带动智能化,以智能化带动网络”的观念,促使PLC同工业互联网、边缘计算等新技术全面融合,借助TSN, 5G这些新一代工业互联网技术,解决PLC通信时延、可靠瓶颈,达成生产设备灵活互联,精准协作的目的。在PLC操控层开发边缘计算节点,凭借下沉工业APP等方式,让PLC拥有类似数据预处理,及时改良这样的智能化特性,从而减小通信压力,改进PLC就近决策和控制的能力<sup>[3]</sup>。针对异质设备互联的需求,推动PLC支撑OPCUA等统一的工业互操作协议,达成不同厂家PLC,跨层级异质设备之间的无缝集成,积极采用FDI这类新一代现场设备集成技术,精简自动化系统集成步骤,缩减集成成本。而且针对工业控制系统安全防护迫在眉睫的需求,加速形成纵深防御,主动免疫的安全防护系统,从硬件可信,系统可控,功能安全这些方面加强PLC自身本质安全。还要在系统架构里加入安全隔离,工业防火墙等安全元素,在边界保护,访问限制,行为审查等环节设置起坚固防线,加大PLC同DCS, SCADA这类控制系统之间的融合程度,利用PLC速度快捷,操作灵便的特点,改善整个系统的控制精确度和及时性,符合工业过程中对性能的高要求,通过改进系统架构,更新集成方式,让PLC在自动化系统中发挥出核心价值,必定可以极大优化系统的控制水平。

## （二）改进通信网络架构，保障运行安全

高速、安全的工业通信网络，是保障PLC系统有效运行的关键基础，针对工业互联网环境下，海量数据，多源异构，垂直集成的通信需求，要加快构建“边缘—平台—云”一体化的工业互联网通信架构，合理配置边缘侧PLC数据处理节点，通过数据压缩、特征提取等方式，减轻网络传输负荷；搭建基于SDN等技术的工业互联网平台，实现网络通信的弹性配置、灵活控制；借助TSN、5G等新兴通信技术，提升平台内、跨平台通信的确定性时延和服务质量。要加强工业以太网在复杂电磁环境下的稳定性设计，优化收发器电路、隔离变压器设计，改善抗干扰性能；在协议层面采用纠错编码、多通道冗余传输等容错机制，提高通信链路可靠性；在网络管理方面，建立完善的网络诊断、故障处理机制，实现网络性能的实时监测和预警系统。在安全防护方面，建立涵盖可信标识、加密认证、行为审计等环节的立体化网络安全防护体系<sup>[4]</sup>。遵循“主动防御，纵深防护”的理念，采用安全通信协议，硬件隔离网关，主动免疫等手段，全方位守护工业控制网络安全。总之通过架构创新，技术创新，管理创新，全面提升PLC通信网络的服务品质，为复杂工业场景提供高速、安全的数据通信保障。

## （三）强化人才培养，驱动技术创新

技术突破与创新的重点是高素质人才的培育，PLC技术在电气工程领域的推广与应用中，高技能复合型人才的重要性尤为突出。当前要深化高等教育的人才培养模式革新，推进产学研融合，高校要紧密结合产业需求，改进PLC相关课程体系的设计，加强实践教学所占的比例，采取项目驱动与案例分析结合的教学方法，全面改善学生的工程实践能力。还要支持学生参与到教师指导的科研课题或者企业的实习实训当中去，以此来充实他们的实践经验，企业也要完善全员培训制度，实行“内外联动”的发展战略，把关键技术人员派到外面进修学习，邀请外部专家举办专题讲座，帮助员工更新知识，形成一套科学的绩效评价体系，把创新能力当作评优和

晋升的主要指标，营造开放包容的创新环境，可以容忍适度的失败，进而塑造适合创新型人才发展的生态环境。形成产学研协同创新机制，创建多主体联动协作平台，促使企业、高校、科研机构共同破解工业控制系统里的关键共性技术难题，针对PLC领域的核心技术瓶颈，加大前瞻性技术研发力度，借助示范性项目，在智能电网、智能交通、智能建筑等范畴展开应用检验，加快科技成果的产业化速度，以高层次创新型人才作为核心推动力，优化政产学研用一体的创新体系，促使教育链同产业链紧密结合，塑造协同创新生态，不断激活PLC技术创新潜能，深度发掘其在电气工程方面的应用潜力。

## 结束语

可编程逻辑控制器（PLC）属于工业自动化范畴里关键的支撑技术，它在电气工程领域起到了非常关键的作用，因为该技术利用软件来定义硬件，在此基础上打造出灵活的系统，从而有效提升了整个生产流程中的自动化程度，也使得信息管理变得更加完善，在当前情况下，电气工程控制正朝着更加深层的方向发展。当PLC与物联网相融合之后，则能够推动智能电网项目开始建设，在不久的将来，还可能触及智能交通这些新兴事物当中去，在此过程中，工作人员需要肩负起自己的责任，在这个时间节点上，应特别关注行业发展情况的变化动态，积极探究关于PLC方面的创新策略方案，进而为电气自动化行业长久地向前迈进提供助力支持。

## 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] 薛洋洋.PLC技术在机械电气控制中的应用[J].锻压装备与制造技术, 2024, 59(05): 134-137.
- [3] 贺增虎.PLC技术在电气工程及其自动化控制系统中的应用[J].中国信息界, 2025, (05): 32-34.
- [4] 魏育才, 朱宗晖.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].消费电子, 2025, (05): 161-163.