

电气工程及其自动化控制中 PLC 技术的应用探究

张木 郭峰 赵继乐

安阳钢铁建设有限责任公司, 河南 安阳 455004

[摘要]随着工业以及电气工程自动化不断发展,对于控制系统而言,其稳定性、实时性还有智能化方面的要求也在持续提升。可编程逻辑控制器,也就是 PLC,它有着结构较为紧凑、编程十分灵活以及可靠性颇高等诸多特点,所以被广泛运用在电力系统、工厂自动化、智能建筑以及能源管理等诸多领域当中。本论文先是介绍了 PLC 所具备的基本特性以及控制原理,接着对其在电气工程里的典型应用展开了分析,这里所说的典型应用涵盖了电力系统的监控、工厂的电气控制,还有智能配电以及能源管理系统等方面。与此还深入探讨了 PLC 在提升系统效率、确保安全运行以及达成节能管理这些方面所起到的作用,并且对 PLC 与物联网、人工智能相结合的发展趋势进行了展望,以此为未来的智能化控制给予一定的参考。

[关键词]电气工程; 自动化控制; PLC 技术

DOI: 10.33142/hst.v9i2.19177

中图分类号: TM921

文献标识码: A

Exploration on the Application of PLC Technology in Electrical Engineering and Its Automation Control

ZHANG Mu, GUO Feng, ZHAO Jile

Anyang Iron & Steel Construction Co., Ltd., Anyang, He'nan, 455004, China

Abstract: With the continuous development of industrial and electrical engineering automation, the requirements for stability, real-time performance, and intelligence of control systems are also constantly increasing. Programmable logic controllers, also known as PLC, have many characteristics such as compact structure, flexible programming, and high reliability, so they are widely used in many fields such as power systems, factory automation, intelligent buildings, and energy management. This paper first introduces the basic characteristics and control principles of PLC, and then analyzes its typical applications in electrical engineering. The typical applications mentioned here include power system monitoring, factory electrical control, intelligent distribution, and energy management systems. Furthermore, the role of PLC in improving system efficiency, ensuring safe operation, and achieving energy-saving management was explored in depth. The development trend of combining PLC with the Internet of Things and artificial intelligence was also discussed, providing some reference for future intelligent control.

Keywords: electrical engineering; automation control; PLC technology

引言

自动化控制技术于现代工业以及电气工程领域而言,乃是提升效率并确保系统安全的关键手段。传统继电器控制加上人工操作这种方式,在面对复杂流程以及多变量控制的情形下,存在着一定的局限性,往往会出现响应速度较为迟缓、维护起来比较棘手以及运行状态不够稳定等诸多问题。PLC 身为核心控制设备,其可达成逻辑控制、顺序操作、数据处理以及通信管理等各项功能,进而促使系统稳定性得以提高,自动化程度也有所提升。伴随着工业 4.0 以及智能电网不断向前发展,PLC 在电力行业、工业生产环节、智能建筑当中以及市政系统里面,均发挥着

极为重要的作用,能够实现对设备的监控、数据的采集以及远程的管理。本文将针对 PLC 在电气工程以及自动化控制当中的应用现状与发展趋势展开分析,以此为智能化控制系统的相关设计给予一定的参考依据。

1 PLC 技术的基本特性

PLC 是一种专门为工业控制应用设计的可编程设备,可以通过专用编程软件进行编程,以执行特定控制功能。模块化设计允许其根据应用要求,灵活地配置输入/输出 (Input/Output, I/O) 模块和功能模块,快速处理 I/O 信号并执行控制程序,以确保实时控制,具有较高的可靠性,可确保长时间无故障运行。PLC 支持多种通信协议,能

够与各种设备和系统无缝集成,实现数据交换和远程控制,多协议通信能力使其成为工业自动化和控制应用中的强大工具,允许 PLC 与传感器、执行器、驱动器、人机界面和其他设备进行通信,从而实现复杂的控制系统。PLC 有着颇为强大的逻辑运算以及数据处理方面的能力,它不但可以满足传统顺序控制所提出的要求,而且还能达成针对复杂工艺流程的智能化调节与监测这一目标,进而给现代电气工程自动化水平的提升给予了稳固的技术方面的有力支撑。

2 PLC 在电气工程中的应用研究

2.1 PLC 在电力系统中的应用

在现代电力系统当中,PLC 技术一经引入,便让供电系统的自动化以及智能化程度有了明显提升。传统电力控制往往依靠人工操作还有继电保护装置,它的响应速度以及数据处理能力都存在局限性,没办法满足现代电网对于实时监测以及动态调度的需求。PLC 能够凭借对电压、电流、功率因数等参数展开高速采集,针对变电站、配电柜以及线路设备实施实时监控与逻辑控制,进而达成自动化操作并且能对故障做出快速响应的效果。在变电站的自动化控制方面,PLC 一方面负责断路器、隔离开关还有母线联络装置的逻辑联动工作,另一方面还能和上位监控系统开展通信,实时将设备运行状态以及告警信息上传,以此来支撑远程维护以及诊断相关事宜。PLC 和通信模块相结合,让电力系统达成了分布式监控以及多层级管理的目标。借助 Modbus、Profibus 或者 Ethernet 这类通信协议,PLC 可与能源管理系统(EMS)还有监控与数据采集系统(SCADA)实现集成,进而构建起高度信息化的电网控制平台。这样的体系切实提升了配电系统的可靠性以及灵活性,一旦出现过载、短路又或者是电压波动的情况,PLC 能依据预设的逻辑快速地执行保护操作,以此来确保供电的安全性以及连续性。与传统的方式相比,PLC 在电力系统当中的应用明显降低了人工干预的频次,缩减了故障处理所需的时间,并且凭借其数据记录以及分析的功能,还为后续的系统优化以及能效评估给予了重要的参考依据。

2.2 PLC 在工厂电气控制系统中的应用

在工业生产这个领域当中,PLC 已然变成了工厂电气控制系统里极为关键的核心构成部分。它所具备的模块化特性以及高度的灵活性,让控制系统可以依据生产工艺本身的复杂程度去开展定制化的相关设计工作,进而达成生产线高效的协同运作状态,同时也能够实现生产过程的自动化控制。通常情况下,PLC 在工厂里面会担负起像

设备的启停操作、生产过程的控制事宜、各项参数的调节工作以及故障诊断等方面的诸多任务。它是通过输入模块来采集那些来自于传感器、开关量亦或是模拟量的各类信号,经过一系列的逻辑运算处理之后再输出相应的控制信号,以此来驱动执行机构按照预先设定好的动作顺利完成相关操作。在机电一体化设备、输送系统还有包装生产线这些场合之下,PLC 能够精准地对各个环节的动作顺序以及彼此之间的时间间隔加以控制,如此一来便能够实现生产节拍的相互协调,同时也能促使资源利用方面达到更好的优化效果。另外需要提及的是,PLC 系统在工业控制过程当中所呈现出的极高的可靠性以及出色的抗干扰性能,这就使得它完全可以在那种高温环境、高湿状况或者存在强电磁干扰等这样比较恶劣的环境下仍旧能够稳稳当地持续运行下去。伴随着工业网络技术不断地向前发展,PLC 还进一步具备了分布式控制的能力,它可以通过工业以太网的方式达成多控制节点之间的实时数据交互,进而构建起一种柔性化的生产体系。工厂的生产管理层能够借助人机界面也就是 HMI 或者是监控软件来实时且动态地监测设备的实际运行状态,根据情况调整生产相关的参数设置,甚至还能开展远程的运维操作。这样一种以 PLC 作为核心要素的控制系统,其实在很大程度上极大地提升了生产过程的自动化程度,同时也让能源利用的效率得到了显著的提升,为最终实现数字化工厂以及智能制造这样的目标打下了颇为坚实的根基。

2.3 PLC 在智能配电与能源管理系统中的应用

随着智能电网建设不断推进以及能源结构逐步转型,PLC 在智能配电以及能源管理系统里发挥着极为关键的作用。相较于传统的固定逻辑控制系统来讲,PLC 可以高速地去采集电能方面的数据,还能够开展逻辑判断相关工作,并且能够实现网络通信功能,如此一来便可以让配电回路、功率负载以及电能质量都处于实时被监控的状态,并且能够进行动态调节,进而达成节能优化的目的。在能源管理系统也就是 EMS 当中,PLC 一方面能够完成现场的数据采集以及控制操作,另一方面还能够和上层的监控平台展开交互,以此实现对多个站点能耗的集中式管理。它能够针对照明设备、空调设备以及动力设备按照不同时间段来进行控制操作,并且会依据负荷预测的情况去优化运行模式,从而防止出现峰值方面的浪费情况。与此 PLC 还能够配合功率因数补偿设备、电容切换设备以及新能源并网设备等,进而实现对电能质量的调节以及供需双方的平衡状态,最终提升系统的安全性以及经济性,并且为绿色能源的高效利用以及智慧城市的建设给予相应的技术

支持。

3 PLC 在自动化控制系统中的应用研究

3.1 生产线自动化控制

在现代工业生产领域当中,生产线所具备的自动化程度会在很大程度上直接决定企业生产效率以及竞争力的高低。PLC(可编程逻辑控制器)在生产线自动化控制系统里占据着极为重要的位置,它充当着核心控制器的角色。PLC 能够实时对传感器发出的信号予以采集,同时对各个工位的运行状态展开有效的监控,而且会依据预先设定好的逻辑程序来实施精准且细致的控制以及协调工作。借助 PLC 针对传输带、机械臂、加工设备等这些关键环节开展集中化的控制操作,不但可以达成多工序的同步运行状态,还能促使工艺得以优化,与此它还能够对出现的异常状况进行自动化的检测并及时发出警报,如此一来便让系统的可靠性以及稳定性得到了大幅度的提升。PLC 有着较为灵活的编程结构,这使得生产线在需要进行产品切换、节拍调整以及扩展升级等相关操作的时候,不需要进行大规模的改造工作,仅仅只是修改部分程序参数就能够顺利完成任务,进而大幅降低了生产调整过程中所需的成本以及周期时间。除此之外,随着工业现场总线技术逐步走向成熟,PLC 可以与分布式 I/O 模块以及上位监控系统实现高速的通信交流,进而达成数据的共享以及协同控制的目的,这无疑为生产线朝着智能化、柔性化方向开展生产活动给予了强有力的支撑。

3.2 建筑自动化系统控制

在建筑自动化系统当中,PLC 技术广泛应用于对建筑内部的供配电、照明、通风空调、电梯运行以及消防安全系统展开集中管理与控制。相较于传统的继电器逻辑控制方式来讲,PLC 控制系统有着高度的稳定性与灵活性,并且还能够依据环境参数的实时变化来开展自适应调节。就好比在暖通空调系统里,PLC 借助对温度、湿度以及空气质量传感器所采集数据的分析,自动对风机转速、阀门开度还有制冷机组的运行状态加以调节,进而达成节能与舒适性方面的双重优化效果。在照明控制这块,PLC 把光照度传感器和时间逻辑控制相结合,达成了区域化以及情景化的照明管理,大幅度降低了建筑的能耗情况。与此通过与楼宇管理系统(BMS)联网的方式,PLC 能够实现远程监控以及故障诊断,当设备运行出现异常状况的时候可以即时发出警报并且记录下运行日志,这有利于后期的维护与管理工作。从这个层面来看,PLC 在建筑自动化中的具体应用,一方面提升了建筑运行的智能化程度,另一方面也推动了节能减排以及运维效率的全方位提升。

4 PLC 控制系统的优化与智能化发展方向

4.1 控制系统的网络化与远程监控

随着信息技术和工业控制技术持续融合,PLC 控制系统正逐步朝着网络化、分布式的方向发展。通过以太网、工业总线以及无线通信技术,PLC 可与上位机、SCADA 系统还有企业管理系统达成高效互联,构建起涵盖生产、调度以及管理层的多级网络控制架构。网络化控制不但提高了信息传递的实时性以及系统的协同能力,而且为远程监控与维护给予了基础条件^[1]。凭借云端数据平台,管理人员能够在任意地点实时查看设备运行状况、故障报警以及能耗数据,达成跨区域监控与远程运维,大幅降低了人工巡检的花费。与此网络化的 PLC 控制系统有着较强的可扩展性,依据实际需求可动态调节控制策略与设备配置,进而实现柔性制造与动态资源调度,为智能制造体系的构建打下了坚实基础。

4.2 人工智能与 PLC 智能控制算法的结合

随着人工智能技术不断发展,PLC 的控制方式逐渐从传统逻辑控制转向智能化决策。借助机器学习、模糊控制以及专家系统等算法,PLC 除了能执行预设控制逻辑,还能依据历史数据和实时反馈自主优化控制策略与参数^[2]。比如在复杂生产过程控制里,AI 算法可对系统输出进行动态建模,凭借预测与自学习达成控制精度与响应速度的最优平衡。神经网络算法的应用赋予了 PLC 一定的自适应能力,其能识别设备运行模式变化并自动调整控制逻辑,以此减少人为干预造成的误差。未来,AI 与 PLC 相结合会促使控制系统朝着智能决策、预测维护以及异常自愈等方面演进,给工业自动化与智能制造带来更为先进的技术支撑。

4.3 系统可靠性与安全性提升策略

PLC 系统在得到广泛应用之际,其可靠性以及安全性方面的问题也随之日渐突出起来。要提升系统的可靠性,那就得从硬件以及软件这两个不同的方面来着手去做相关的工作:就硬件来讲,在设计的时候采取冗余的方式,构建模块化的结构,并且还实施有效的防干扰举措,如此一来便能够保证控制系统即便处于极端的工况之下,依旧可以稳稳当地持续运行;而从软件的角度而言,运用健壮性的编程手段,同时设置多层的异常检测机制,这样就能有效地避免出现程序崩溃以及逻辑出错等情况。除此之外,随着 PLC 系统的网络化程度一天天变得越来越高,信息安全已然变成了必须要重点加以防护的一个关键领域^[3]。借助加密通信的方式,再加上访问控制以及防火墙等相关技术,就可以防范来自外部的恶意攻击

行为,也能阻止数据遭到篡改,进而切实保障系统在运行过程中的安全性。与此还得建立起一套较为完备的系统备份与恢复方面的机制,以此来确保当出现突发故障的时候,能够快速地恢复控制功能,尽可能地把生产方面的损失降到最低限度。通过把这些优化策略综合起来去加以实施,那么 PLC 控制系统的稳定性以及安全性就会有明显的提高,从而为智能化自动控制的可靠运行筑牢坚实的保障基础。

5 结语

PLC 技术在电气工程以及自动化控制这一领域当中,属于极为重要的一项基础性技术。它有着极高的可靠性,其编程结构还十分灵活,它的实时控制性能也非常卓越,所以已经在电力系统、工厂控制、建筑自动化以及交通和市政工程等诸多领域得到了广泛的应用。随着信息化、网络化还有智能化这样的发展趋势不断地向前推进,PLC 正在从以往传统的逻辑控制器逐步朝着智能决策的核心方向去演变。PLC 和物联网、大数据以及人工智能技术

相互融合之后,一方面提升了控制系统所具有的响应速度,另一方面也增强了控制系统的自适应能力,并且还推动了工业生产以及城市管理向着全面数字化以及智能化的方向去发展。在未来,PLC 会在构建高效、稳定并且安全的自动化系统方面发挥出更加关键的作用,进而成为支撑智能制造以及智慧城市建设的关键技术基石之一。

[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(1):227-229.
- [2]权文浩.PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用[J].智慧中国,2025(1):27-28.
- [3]周宝星.电气工程及其自动化控制中 PLC 技术的应用[J].数字技术与应用,2022,40(11):97-99.

作者简介:张木(2001.11—),男,毕业院校:西安建筑科技大学华清学院,所学专业:电气工程及其自动化,当前就单位:安阳钢铁建设集团有限责任公司,职务:维修电工,职称级别:初级工程师。