PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析

王国权 [1] 陈晓望 [2]
1.杭州利珀科技股份有限公司；2.杭州七思环境科技有限公司

【摘 要】本文深入探讨了PLC技术在电气工程及其自动化控制领域的应用。首先介绍了PLC技术的基本概念、特点和发展历程，阐述其在现代工业自动化中的重要地位。接着详细分析了PLC技术在电气工程自动化控制中的多个应用场景，包括开关量控制、模拟量控制、顺序控制等，并结合实际案例说明其应用效果与优势。同时，对PLC控制系统的设计流程进行了梳理，涵盖系统需求分析、硬件选型、软件编程等关键环节。此外，还讨论了PLC技术应用过程中面临的问题及相应的解决策略，如抗干扰措施等。最后，对PLC技术在电气工程及其自动化控制中的未来发展趋势进行了展望，旨在为相关领域的研究与实践提供参考。

【关键词】PLC技术；电气工程；自动化控制；应用分析

Analysis of the application of PLC technology in electrical engineering and its automation control

Wang Guoquan[1] Chen Xiaowang[2]
1Hangzhou Lipo Technology Co.，Ltd；2Hangzhou Qisi Environmental Technology Co.，LTD

【Abstract】This paper deeply discusses the application of PLC technology in the field of electrical engineering and its automation control. Firstly，the basic concept，characteristics and development process of PLC technology are introduced，and its important position in modern industrial automation is expounded. Then，a number of application scenarios of PLC technology in electrical engineering automation control are analyzed in detail，including switching volume control，analog quantity control，sequential control，etc.，and illustrate its application effect and advantages combined with actual cases. At the same time，the design process of the PLC control system is combed，covering the key links such as system requirement analysis，hardware selection and software programming. In addition，the problems faced in the application process of PLC technology and the corresponding solution strategies，such as anti-interference measures，are also discussed. Finally，the future development trend of PLC technology in electrical engineering and its automation control is discussed to provide reference for the research and practice in related fields.

【Key words】PLC technology；electrical engineering；automation control；application analysis

引言

随着科技的飞速发展，电气工程及其自动化控制水平不断提高，在工业生产、能源供应等众多领域发挥着至关重要的作用。可编程逻辑控制器（PLC）作为一种专门为工业环境设计的数字运算操作电子系统，以其可靠性高、灵活性强、编程简单等优点，在电气工程及其自动化控制中得到了广泛应用。它能够有效实现对电气设备的精确控制和监测，提高生产效率、降低劳动强度、提升系统的稳定性和安全性。深入研究 PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用具有重要的现实意义。

1PLC 技术概述

1.1 PLC 的基本概念

PLC 即可编程逻辑控制器，它采用一类可编程的存储器，用于其内部存储程序，执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令，并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。

1.2 PLC 的特点

可靠性高：采用了冗余设计、故障诊断和自动恢复等技术，能在恶劣的工业环境下稳定运行，平均无故障时间长。

灵活性强：通过改变程序即可适应不同的控制要求，无需对硬件进行大规模改动，便于系统的升级和改造。

编程简单：通常采用梯形图、指令表等编程语言，直观易懂，易于掌握，降低了对操作人员专业知识的要求。

功能强大：具备逻辑控制、定时、计数、数据处理、通信联网等多种功能，可满足复杂的控制需求。

1.3 PLC 的发展历程

PLC 技术起源于 20 世纪 60 年代末，最初是为了解决继电器控制系统接线复杂、灵活性差等问题而开发的。随着微电子技术、计算机技术和通信技术的不断发展，PLC 的功能不断增强，性能不断提高，从最初简单的开关量控制逐渐发展到能够实现模拟量控制、运动控制、过程控制等复杂功能，应用领域也从汽车制造行业扩展到化工、电力、冶金、食品加工等各个工业领域以及建筑、交通等非工业领域。

2 PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用场景

2.1 开关量控制

开关量控制是 PLC 最基本、最广泛的应用领域之一。在电气工程中，许多设备的控制只需实现简单的开/关操作，

如电机的启动与停止、阀门的打开与关闭、指示灯的亮灭等。PLC 可以通过其数字量输入/输出模块采集现场的开关信号（如按钮、限位开关等的状态），并根据预先编写的程序对这些信号进行逻辑处理，然后输出控制信号驱动继电器、接触器等执行元件，实现对电气设备的开关量控制。例如，在一个简单的电机控制系统中，通过 PLC 可以方便地实现电机的正反转控制、多地控制以及过载保护等功能。

2.2 模拟量控制

在一些电气工程自动化控制场景中，需要对温度、压力、流量、速度等模拟量进行精确控制。PLC 通过模拟量输入模块将现场的模拟信号转换为数字信号，送入 CPU 进行处理，经过运算后再通过模拟量输出模块将数字信号转换为模拟信号，去控制执行机构，实现对模拟量的闭环控制。例如，在工业锅炉的温度控制系统中，利用温度传感器采集锅炉内的实时温度信号，将其输入到 PLC 的模拟量输入模块，PLC 根据设定的温度值与实际测量值的偏差进行 PID 运算，然后通过模拟量输出模块控制加热设备的功率，从而保持锅炉温度在设定范围内。

2.3 顺序控制

顺序控制是指按照预先规定的顺序依次执行一系列操作的控制方式。在电气工程及其自动化控制中，很多生产过程都具有严格的顺序要求，如自动化生产线的物料输送、加工工序的顺序执行等。PLC 可以通过顺序功能图（SFC）等编程语言，清晰地描述控制过程的顺序和逻辑关系，按照工艺流程的要求，一步一步地完成各个动作的控制，确保生产过程的顺利进行。例如，在一个自动化装配生产线中，PLC 可以控制各个工位的机器人按照预定的顺序完成零件的抓取、装配等操作。

2.4 运动控制

随着工业自动化水平的不断提高，对电气设备运动控制的精度和灵活性要求也越来越高。PLC 可以通过运动控制模块与伺服驱动器、步进驱动器等配合，实现对电机的位置、速度、加速度等参数的精确控制，从而完成直线运动、旋转运动等复杂的运动控制任务。例如，在数控机床中，PLC 通过控制伺服电机的运动，实现刀具的精确进给和工件的加工，保证加工精度和质量。

2.5 数据处理

现代 PLC 具有较强的数据处理能力，可以对采集到的数据进行算术运算、逻辑运算、数据比较、数据转换等操作。在电气工程自动化控制中，通过对各种运行数据的处理和分析，可以实现对系统运行状态的监测、故障诊断以及优化控制。例如，通过对电力系统中电压、电流、功率等参数的实时采集和处理，PLC 可以判断系统是否存在过载、短路等异常情况，并及时发出报警信号和采取相应的保护措施。

2.6 通信联网

为了实现远程监控、集中管理和信息共享，PLC 具备丰富的通信接口，可以与其他设备（如计算机、触摸屏、变频器等）进行通信联网。常见的通信方式有 RS-232、RS-485、以太网等。通过通信网络，操作人员可以在控制室远程监控现场设备的运行状态，修改控制参数，实现远程控制和故障诊断。例如，在一个大型工厂的自动化控制系统中，通过将各个车间的 PLC 连接到工业以太网，管理人员可以在中央控制室实时了解整个工厂的生产情况，及时发现和解决问题，提高生产管理效率。

3 PLC 控制系统设计流程

3.1 系统需求分析

在设计 PLC 控制系统之前，需要对被控对象的工艺要求、控制目标、输入输出信号等进行详细的分析。明确系统需要实现的功能，如控制动作的顺序、各参数的控制范围、系统的操作方式等，确定输入输出信号的类型（数字量或模拟量）、数量以及它们之间的逻辑关系。这是 PLC 控制系统设计的基础，直接影响到后续的硬件选型和软件编程。

3.2 硬件选型

根据系统需求分析的结果，选择合适的 PLC 型号和相关硬件设备。在选择 PLC 时，需要考虑以下因素：

I/O 点数：根据系统所需的输入输出点数，选择 I/O 点数足够且留有一定余量的 PLC，以满足系统未来扩展的需求。

存储容量：根据程序的复杂程度和数据处理量，选择具有足够存储容量的 PLC，确保程序能够正常存储和运行。

功能要求：如果系统需要实现模拟量控制、运动控制等特殊功能，要选择具备相应功能模块的 PLC。

通信接口：根据系统的通信需求，选择具有合适通信接口的 PLC，以便与其他设备进行通信联网。

此外，还需要选择合适的输入输出设备，如传感器、执行器、电源模块等，并合理配置控制柜、布线等硬件设施。

3.3 软件编程

PLC 的软件编程是实现系统控制功能的关键环节。常用的编程语言有梯形图、指令表、顺序功能图等。在编程过程中，首先要根据系统的控制要求绘制程序流程图，明确程序的逻辑结构和执行顺序。然后按照所选编程语言的规则，将流程图转化为具体的程序代码。在编程过程中，要注意合理使用定时器、计数器、寄存器等资源，确保程序的准确性和可靠性。同时，要对程序进行注释和文档化，以便于调试、维护和修改。

3.4 系统调试

完成硬件安装和软件编程后，需要对 PLC 控制系统进行调试。调试过程包括硬件调试和软件调试两个方面。硬件调试主要检查硬件设备的连接是否正确、电源是否正常、传感器和执行器是否工作正常等。软件调试则是通过模拟实际工况，对编写好的程序进行测试，检查程序是否能够实现预期的控制功能，是否存在逻辑错误、语法错误等。在调试过程中，要根据出现的问题及时修改硬件和软件，直到系统能够稳定、可靠地运行。

3.5 系统验收与维护

系统调试完成后，需要进行系统验收。验收内容包括系统的功能是否满足设计要求、运行是否稳定可靠、操作是否方便等。验收合格后，将系统交付使用。在系统运行过程中，要建立完善的维护制度，定期对 PLC 控制系统进行检查、

保养和维护，及时更换损坏的部件，备份程序数据，确保系统长期稳定运行。

4 PLC 技术应用中面临的问题及解决策略

4.1 抗干扰问题

在工业现场，PLC 控制系统会受到各种干扰源的影响，如电磁干扰、电源干扰、接地干扰等，这些干扰可能导致 PLC 误动作、数据丢失等问题，影响系统的正常运行。解决抗干扰问题的策略如下：

屏蔽与隔离：对信号线和电源线采用屏蔽电缆，并做好屏蔽层的接地；对不同电压等级、不同信号类型的线路进行隔离敷设，避免相互干扰。

滤波：在电源输入端和信号输入端安装滤波器，抑制高频干扰信号进入 PLC 系统。

合理接地：确保 PLC 系统有良好的接地，接地电阻应符合要求，避免接地不良引起的电位差干扰。

软件抗干扰：在程序设计中加入抗干扰措施，如数字滤波、软件陷阱、指令冗余等，提高程序 5 的可靠性和稳定性。

4.2 通信故障

在 PLC 通信联网过程中，可能会出现通信故障，如通信中断、数据传输错误等。常见的原因包括通信线路故障、通信协议不匹配、设备地址冲突等。解决通信故障的方法如下：

检查通信线路：定期检查通信电缆的连接是否牢固，有无破损、老化等现象，如有问题及时更换。

确认通信参数：确保通信双方的通信协议、波特率、数据位、停止位等参数设置一致，避免因参数不匹配导致通信失败。

排查设备地址冲突：检查网络中各设备的地址设置，确保地址唯一，避免地址冲突。

采用冗余通信：对于重要的通信链路，可以采用冗余通信方式，如双网冗余，提高通信的可靠性。

4.3 程序维护与升级

随着生产工艺的改进和系统功能的扩展，需要对 PLC 程序进行维护和升级。然而，由于 PLC 程序的复杂性和专业性，程序维护和升级可能面临困难。为了便于程序的维护和升级，应采取以下措施：

规范编程：在编程过程中，遵循统一的编程规范和标准，提高程序的可读性和可维护性。

建立文档：编写详细的程序文档，包括程序流程图、变量说明、注释等，为后续的维护和升级提供依据。

培训人员：对维护人员进行专业培训，使其熟悉 PLC 编程和系统原理，具备程序维护和升级的能力。

5PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的未来发展趋势

5.1 智能化发展

随着人工智能、大数据、云计算等技术的不断发展，PLC 将朝着智能化方向发展。未来的 PLC 将具备更强的数据分析和处理能力，能够实现智能诊断、智能决策和自适应控制。例如，通过对大量运行数据的分析，PLC 可以预测设备的故障发生时间，提前采取维护措施，减少停机时间；利用人工智能算法，PLC 可以根据生产过程的变化自动调整控制参数，实现最优控制。

5.2 小型化与高性能化

为了满足工业设备小型化、集成化的发展需求，PLC 将不断向小型化方向发展，同时保持或提高其性能。未来的小型 PLC 将具备更高的运算速度、更大的存储容量和更多的功能模块，能够在有限的空间内实现复杂的控制任务。

5.3 网络化与信息化

工业物联网（IIoT）的发展促使 PLC 更加注重网络化和信息化。未来的 PLC 将能够无缝接入工业互联网，实现与企业信息系统的深度融合，实现数据的实时共享和远程监控。通过与云计算、大数据平台的结合，企业可以对生产过程进行全面的数据分析和管理，优化生产流程，提高生产效率和质量。

5.4 编程语言标准化与可视化

目前，PLC 的编程语言种类繁多，不同厂家的编程语言存在一定差异，给用户带来了不便。未来，PLC 编程语言将朝着标准化方向发展，制定统一的编程语言标准，提高程序的通用性和可移植性。同时，可视化编程技术将得到进一步发展，用户可以通过图形化界面直观地配置和编写程序，降低编程难度，提高编程效率。

结语

综上所述，PLC 技术在电气工程及其自动化控制中具有广泛的应用前景和重要的作用。它以其可靠性高、灵活性强、编程简单等优点，能够有效实现对电气设备的各种控制功能，提高生产效率和系统的稳定性。在实际应用中，通过合理的系统设计、有效的抗干扰措施和科学的维护管理，可以充分发挥 PLC 技术的优势。随着科技的不断进步，PLC 技术将朝着智能化、小型化、网络化和信息化等方向发展，为电气工程及其自动化控制领域带来新的变革和发展机遇。相关技术人员应不断学习和掌握最新的 PLC 技术，推动该技术在更多领域的应用和创新，为我国工业自动化水平的提升做出贡献。

参考文献

[1]电气工程及其自动化控制中 PLC 技术的应用研究[J].李碧杨.低碳世界，2024（01）
[2]PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].王彦博.电气技术与经济，2024（01）
[3]PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].冯军.造纸装备及材料，2023（11）