

PLC 技术在电气工程及其自动化控制系统中的应用

赵芮

(大连海事大学 辽宁省大连市 116000)

摘要: 本文详细探讨了基于 PLC 技术的电气控制系统的设计与实现。主要内容包括研究背景、PLC 控制技术特点、应用案例以及具体的系统硬件和软件设计。通过采用西门子 PLC 主控制器和 DSP 软件进行开发, 确保系统在复杂的农业机械化作业中稳定、高效运行。模块化设计思路提升了系统的维护性和扩展性, 为农业机械自动化的发展提供了坚实的技术保障。

关键词: PLC 技术, 联合收割机, 电气控制系统, 模块化设计

随着工业自动化程度的不断提高, 传统的继电器控制系统已无法满足现代工业生产对灵活性、可靠性和智能化的需求。可编程逻辑控制器 (PLC) 作为一种通用的自动化控制装置, 以其编程简单、扩展灵活、稳定性高和抗干扰能力强等优点, 迅速成为工业自动化控制系统的核心组件。近年来, 随着物联网 (IoT) 和工业 4.0 的发展, PLC 技术不断融合先进的通信和信息技术, 实现了更高层次的智能控制和远程监控。本文探讨了 PLC 技术在联合收割机电气控制系统中的应用, 通过实际案例展示了系统设计的具体实现过程。

1 研究背景

可编程逻辑控制器 (PLC) 技术在电气工程及其自动化控制系统中的应用与研究背景具有重要意义。随着工业自动化程度的不断提高, 传统的继电器控制系统已无法满足现代工业生产对灵活性、可靠性和智能化的需求。PLC 作为一种通用的自动化控制装置, 具有编程简单、扩展灵活、稳定性高和抗干扰能力强等优点, 迅速成为工业自动化控制系统的核心组件。PLC 技术的发展始于 20 世纪 60 年代, 旨在替代传统的继电器控制系统, 并逐步演变成如今的多功能自动化控制平台, 广泛应用于制造、能源、交通和水处理等各个领域。近年来, 随着物联网 (IoT) 和工业 4.0 的发展, PLC 技术不断融合先进的通信和信息技术, 实现了更高层次的智能控制和远程监控。研究和应用 PLC 技术不仅能够提升工业生产效率和质量, 还能显著降低维护成本和能耗, 推动工业自动化向智能化和数字化方向发展。

2 PLC 控制技术的特点

2.1 顺序控制

顺序控制是 PLC 控制技术的核心特点之一。PLC 通过编写逻辑程序来实现对生产过程中的各项操作进行顺序控制。这种控制方式适用于需要按特定顺序执行的工艺流程, 如装配线、包装线和流水线生产等。PLC 通过程序中的指令, 依次触发各个步骤的执行, 从而确保工艺流程的有序进行。顺序控制不仅提高了生产效率, 还保证了操作的精确性和一致性, 减少了人为操作的误差。

2.2 开关量控制

PLC 擅长处理开关量控制, 即对设备的开关状态进行控制和监测。通过输入端口, PLC 接收各种传感器和

开关信号, 如限位开关、按钮和光电传感器等。然后, 通过编程逻辑对这些输入信号进行处理, 并通过输出端口控制继电器、接触器和电磁阀等执行器件的开关状态。开关量控制广泛应用于工业自动化中的设备启动和停止、状态指示和安全保护等方面, 具有响应快速、精度高和操作简便等优点。

2.3 闭环控制

闭环控制是 PLC 控制技术中更为复杂的一种应用, 涉及对过程变量进行实时监测和反馈调节。PLC 通过采集传感器的数据 (如温度、压力、液位等), 并将这些数据与设定值进行比较, 根据偏差值通过控制算法计算出控制量, 实时调节执行器 (如电机、阀门等) 的动作, 以达到设定的控制目标。闭环控制在温度控制、速度控制、位置控制等领域有广泛应用, 能够实现精确的自动调节, 提高系统的稳定性和响应速度。

2.4 故障检测

故障检测是 PLC 系统的一个重要功能, 能够显著提高设备和系统的可靠性和安全性。PLC 可以通过实时监测输入和输出信号, 以及内部参数 (如运行状态、执行时间等), 检测出系统中的异常情况。当检测到故障时, PLC 可以立即执行预设的应急处理程序, 如报警、停机、切换到备用系统等, 防止故障扩大和生产事故的发生。故障检测功能不仅帮助维护人员快速定位和排除故障, 还能提供详细的故障记录和诊断信息, 便于进行设备的预防性维护和管理。

3 PLC 控制系统的应用案例

在农业机械化进程中, 联合收割机作为一种高效的收割设备, 其自动化控制系统的发展对提高农业生产效率具有重要意义。某大型农业企业为了提高粮食收割效率, 决定引进基于 PLC 技术的联合收割机。该项目的建设期为两年, 涉及大量的高风险作业, 如高空作业和重型机械操作。为了确保施工安全和设备的稳定运行, 项目团队进行了详细的安全评估和投资规划。项目在安全投资方面采取了多项措施, 包括采购高质量的安全防护设备、设置全方位的安全标识和警示系统、进行定期的安全培训和演练、建立完善的安全管理和应急预案系统。总投资金额为 500 万元。

3.1 行走驱动电气控制系统设计

基于 PLC 技术的联合收割机行走驱动电气控制系统采用集中式电气控制系统结构，如下图所示。该系统通过 PLC 控制器对传感器数据进行采集、处理和反馈，确保各子系统的协调运行。

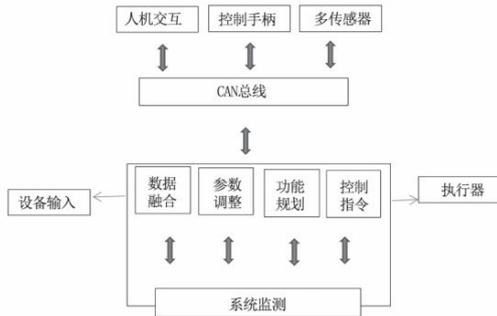


图 1 联合收割机集中式电气控制系统结构

3.2 系统硬件设计

此次设计的联合收割机电气控制系统采用西门子的 PLC 主控制器，考虑了系统的多个子系统需求，包括收割、位置调整、行走驱动、照明和信号灯等，确保了足够的输入输出设备余量。表 1 详细列出了各系统的输入输出设备需求。

表 1 联合收割机电气控制系统 I/O 情况

系统	元部件	输入设备	输出设备
收割	3 联阀组	3 个开关量, 3 个比例量	6 个开关量, 6 个比例量
收割	6 联阀组	6 个开关量, 6 个比例量	6 个开关量, 6 个比例量
收割	切秆泵	2 个开关量, 2 个比例量	2 个开关量, 2 个比例量
位置调整	4 联阀组	8 个开关量, 1 个比例量	14 个开关量
行走驱动	2 个行走泵	4 个比例量	4 个比例量
照明和信号灯	开停机、电源	3 个开关量	3 个开关量

在硬件设计中，为了确保联合收割机数控电气系统的正常、安全运行，需要科学合理地规划电气线路和元件的安装。以下几点尤为重要：

- (1) 电气柜的位置应便于日常维护和检查，避免潮湿、阴暗的地方，以防电气元件受潮生锈。
- (2) 合理规划安装距离，避免电源干扰，确保易损电器元件之间有足够的距离。
- (3) 科学安装和调整接口端子，确保接线合理有序，避免错误插口，确保电路连接的强度。
- (4) 区分内部电线的颜色，黑线和红线表示交流控制线和电源线，蓝线表示直流电源线，其他线材的颜色应尽量固定，避免误会和错误。

3.3 软件设计

在联合收割机电气控制系统的设计中，软件开发是至关重要的环节。软件的开发和调试直接关系到系统的正常运行和各部分功能的执行能力。在此次设计中，选择使用 DSP（数字信号处理器）软件进行开发，满足联

合收割机复杂的控制需求。首先，通过编写 C 语言和汇编语言混合的 DSP 代码程序，生成可执行的 DSP 代码。这个过程包括编译和汇编，将源代码转换为可在目标系统上运行的机器码。代码生成的目的是确保每一个功能模块都能在实际运行中达到预期的效果。

3.3.1 调试工具和环境

调试是软件开发的关键环节。此次设计使用的 CCS2 代码调试器 (Code Composer Studio) 是标准 TMS320 调试的集成开发环境，提供了源代码编辑、调试、代码生成和实时分析等工具。DSP 系统与上位机之间的信息通信通过 JTAG 接口实现，确保数据传输的及时性和准确性。JTAG 接口不仅用于数据传输，还能在调试过程中提供必要的接口支持，使开发人员能够在不干扰系统运行的情况下进行实时监控和调整。

为了应对联合收割机复杂的功能需求，软件设计采用模块化思路。模块化设计的核心理念是将整个系统划分为多个功能模块，每个模块独立运行又相互连接，这样在某个模块出现问题时，不会影响其他模块的正常运行。模块化设计提高了系统的可维护性和扩展性。例如，收割、位置调整、行走驱动、照明和信号灯等各个子系统分别设计成独立的模块。在完成基础功能开发后，系统的软件设计还需要进行持续的优化和扩展。通过 CCS2 集成的调试和优化工具，可以对整个系统进行性能分析和优化调整。未来，在需要系统改进和改造时，模块化设计的优势显现出来，只需对某些模块进行更新和扩展，而无需重新设计整个系统。

通过 DSP 软件系统的开发和 CCS2 代码调试器的使用，联合收割机电气控制系统的各项功能得以高效实现。模块化的设计思路不仅提高了系统的灵活性和扩展性，也为后续的维护和升级提供了便利。此次设计的电气控制系统不仅满足了联合收割机的复杂控制需求，还为未来的农业机械自动化发展奠定了坚实的基础。

4 结语

本文通过详细论述基于 PLC 技术的联合收割机电气控制系统设计与实现，展示了现代农业机械自动化控制系统的发展方向。采用西门子 PLC 主控制器和 DSP 软件进行开发，结合模块化设计思路，不仅提高了系统的灵活性和可靠性，还为未来的维护和扩展提供了便利。此次设计在提高联合收割机工作效率和安全性方面取得了显著成效，推动了农业机械自动化的发展，为实现现代农业的高效、智能化作业提供了重要技术支持。

参考文献：

[1]林全威. PLC 技术在电气工程及其自动化控制系统中的应用 [J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (12): 121-123. DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202412041.

[2]宫殿强. PLC 电气控制系统在煤炭开采中的应用分析 [J]. 能源与节能, 2024, (04): 291-294. DOI:10.16643/j.cnki.14-1360/td.2024.04.076.

[3]郑虹. 基于 PLC 的冶金连铸电气控制系统设计分析 [J]. 通讯世界, 2024, 31 (04): 184-186.