

钻井VFD房PLC工作原理及常见故障类型分析

熊义军 王朋康

川庆钻探长庆钻井总公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i6.1840

[摘要] 钻井VFD房PLC主要用来控制绞车及转盘变频器,实现转盘转速、扭矩控制及绞车转速控制和绞车防撞控制,本文主要依据钻井现场常用的S7-300系列PLC详细阐述了可编程逻辑控制器(PLC)的工作原理,包括其输入输出处理、程序执行及循环扫描机制。同时,针对PLC在实际运行中可能遇到的常见故障类型进行了深入分析,并提出了相应的故障排查与解决方案。旨在提高PLC系统的运行稳定性和可靠性,钻井现场VFD房PLC控制系统排除故障提供参考。

[关键词] PLC; 工作原理; 故障类型; 原因分析; 程序执行; 故障诊断

中图分类号: TE2 文献标识码: A

Analysis of working principle and common fault type of PLC in drilling VFD room

Yijun Xiong Pengkang Wang

Chuanqing Drilling Changqing Drilling Company

[Abstract] Drilling VFD room PLC is mainly used to control the winch and rotary frequency converter, realize the rotary speed, torque control, winch speed control and winch collision control. This paper mainly based on the S7-300 series PLC elaborated the working principle of programmable logic controller (PLC), including its input and output processing, program execution and cycle scanning mechanism. At the same time, the common faults encountered by PLC in practice are deeply analyzed, and the corresponding troubleshooting and solution are proposed. In order to improve the operation stability and reliability of PLC system, the PLC control system in VFD room provides a troubleshooting reference.

[Key words] PLC; working principle; fault type; cause analysis; program execution; fault diagnosis

引言

随着工业自动化的快速发展,可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, 简称PLC)已成为工业自动化控制系统的核心部件。PLC以其高可靠性、强大的逻辑处理能力、灵活的编程方式以及易于扩展的特点,广泛应用于各种工业自动化场合。然而,在实际应用中,PLC也会遇到各种故障,影响生产效率和设备安全。因此,深入了解PLC的工作原理及常见故障类型,掌握有效的故障检测与定位方法,对于保障工业自动化系统的稳定运行具有重要意义。

1 PLC的工作原理简介

PLC的工作原理是基于计算机技术的,其内部结构与普通计算机相似,包括CPU(中央处理器)、存储器、输入输出接口等。但PLC在设计上更侧重于实时控制和工业环境的适应性^[1]。PLC的工作过程通常可以概括为以下几个阶段:

1.1 输入扫描阶段

在每个扫描周期的开始,PLC首先执行输入扫描任务。在这一阶段,PLC的CPU通过输入接口电路读取外部输入设备的状态,

如按钮、开关、传感器等的通断状态。这些输入信号被存储在PLC的输入映像寄存器中,供后续程序使用。输入扫描阶段确保了PLC在处理逻辑之前,能够准确获取所有外部输入信号的状态。

值得注意的是,PLC在输入扫描阶段只读取输入设备的当前状态,并不立即响应这些状态的变化。这意味着,如果输入设备在输入扫描阶段之后发生变化,该变化将在下一个扫描周期被PLC读取和处理。因此,在设计PLC程序时,需要充分考虑这一特性,以避免因输入信号延迟处理而导致的控制错误。

1.2 程序执行阶段

输入扫描完成后,PLC进入程序执行阶段。在这一阶段,PLC按照用户编写的程序逻辑,对输入映像寄存器中的数据进行处理,并更新内部存储器的状态。程序执行阶段通常涉及逻辑运算、计时器/计数器操作、数据处理等多种功能。这些操作的结果将存储在输出映像寄存器中,以准备后续的输出刷新。

PLC的程序通常采用梯形图、功能块图、指令表等图形化或文本化的编程语言编写。这些编程语言直观易懂,便于工程师根

据实际需求进行编程。在程序执行过程中, PLC会按照预定的顺序或条件执行各个指令块, 直到完成整个程序的执行^[2]。

1.3 输出刷新阶段

在所有程序指令执行完毕后, PLC将输出映像寄存器中的状态更新到实际的输出设备。这一过程称为输出刷新。输出刷新确保了PLC的输出与程序逻辑的最终结果一致, 从而实现对外部设备的精确控制。

与输入扫描阶段类似, 输出刷新阶段也是周期性的。在每个扫描周期的末尾, PLC都会执行输出刷新任务, 将输出映像寄存器中的状态变化反映到外部设备上。这意味着, 如果程序在执行过程中修改了输出映像寄存器的状态, 这些修改将在下一个扫描周期的末尾被应用到外部设备上。

2 PLC常见故障类型及原因分析

PLC在工业自动化系统中扮演着至关重要的角色, 但其长期运行和复杂的工作环境也容易导致各种故障的发生。以下是一些常见的PLC故障类型及其原因分析:

2.1 供电问题

供电问题是PLC故障中较为常见的一种。供电电压不稳定、电源故障或电源线路接触不良都可能导致PLC无法正常工作。供电电压过高或过低都可能对PLC的电子元器件造成损害, 甚至导致PLC烧毁。此外, 电源故障也可能导致PLC无法启动或频繁重启。

为了预防供电问题导致的PLC故障, 可以采取以下措施: 首先, 确保供电电压稳定且符合PLC的电源要求; 其次, 定期检查电源线路和电源插头是否接触良好; 最后, 使用质量可靠的电源模块和电源滤波器以减少电源波动和电磁干扰^[3]。

2.2 输入输出搭错

输入输出搭错是指PLC的输入输出接线错误或混淆。这种故障通常发生在设备安装或维护过程中, 由于操作不当或疏忽大意导致。输入输出搭错会导致PLC误读信号或无法控制外部设备, 从而影响生产效率和设备安全。

为了避免输入输出搭错导致的PLC故障, 可以采取以下措施: 首先, 在设备安装前仔细核对输入输出接线图和设备清单; 其次, 在接线过程中严格按照接线图进行操作, 并进行多次检查和确认; 最后, 在设备调试阶段对输入输出信号进行逐一测试和验证。

2.3 通信问题

通信问题是PLC与其他设备(如上位机、触摸屏等)之间进行数据交换时出现的故障。通信问题可能由多种原因引起, 如通信线路故障、通信参数设置错误、通信协议不兼容等。通信问题会导致PLC无法接收或发送数据, 从而影响生产过程的监控和控制。

为了预防通信问题导致的PLC故障, 可以采取以下措施: 首先, 确保通信线路完好无损且连接正确; 其次, 检查通信参数设置是否正确一致; 最后, 在设备调试阶段进行通信测试以验证通信功能的正常性。

2.4 内部存储器故障

内部存储器故障是指PLC的存储器模块出现损坏或数据丢失等异常情况。这种故障可能是由于存储器芯片老化、静电击穿、电源波动等原因造成的。内部存储器故障会导致PLC程序无法正常运行, 甚至无法启动。

内部存储器故障对PLC的影响是深远的, 因为它直接关系到PLC的“大脑”——程序和数据。一旦存储器中的数据丢失或损坏, PLC将失去执行控制逻辑的能力, 进而影响整个自动化系统的运行。因此, 预防和及时处理内部存储器故障至关重要。

为了预防内部存储器故障, 可以采取以下措施: 首先, 选用质量可靠、性能稳定的存储器芯片, 确保其在恶劣的工业环境中也能稳定工作; 其次, 定期对PLC进行维护和检查, 及时发现并更换老化的存储器芯片; 最后, 定期备份PLC的程序和数据到外部存储设备, 以防数据丢失时能够迅速恢复。

2.5 信号干扰

信号干扰是PLC运行中常见的另一个问题。在工业环境中, 存在大量的电磁干扰源, 如电机、变频器、焊接机等。这些设备在工作时会产生强烈的电磁场, 对PLC的信号传输造成干扰。信号干扰会导致PLC误读输入信号、输出信号失真或通信中断等故障。

为了减少信号干扰对PLC的影响, 可以采取以下措施: 首先, 合理布置PLC和其他设备的安装位置, 尽量避免将PLC安装在强电磁干扰源附近; 其次, 使用屏蔽电缆和接地良好的接线方式, 以减少电磁辐射和传导干扰; 最后, 在PLC的输入和输出端加装滤波器或隔离器等抗干扰设备, 进一步提高抗干扰能力。

2.6 外围电路元器件故障

外围电路元器件故障是指与PLC相连的传感器、继电器、执行器等设备出现故障。这些设备在工业自动化系统中起着承上启下的作用, 它们的状态直接影响到PLC的输入和输出。外围电路元器件故障会导致PLC无法正确接收或发送信号, 从而影响生产过程的监控和控制。

为了预防外围电路元器件故障导致的PLC故障, 可以采取以下措施: 首先, 选用质量可靠、性能稳定的外围电路元器件, 确保其在恶劣的工业环境中也能稳定工作; 其次, 定期对外围电路元器件进行检查和维护, 及时发现并更换损坏的元器件; 最后, 在设备调试阶段对传感器和执行器进行逐一测试和验证, 确保其工作正常。

2.7 端子接线接触不良

端子接线接触不良是指PLC输入输出端子与接线之间的连接不牢固或松动。这种故障通常是由于接线端子松动、接线松动或腐蚀等原因造成的。端子接线接触不良会导致信号传输不稳定或中断, 从而影响PLC的正常工作。

为了预防端子接线接触不良导致的PLC故障, 可以采取以下措施: 首先, 在接线过程中严格按照接线图进行操作, 并确保接线牢固可靠; 其次, 定期检查接线端子和接线的状态, 及时发现并紧固松动的接线; 最后, 在潮湿或腐蚀性环境中使用防腐绝缘端子材料和接线材料, 以提高接线的耐用性。

2.8 PLC周期性死机

PLC周期性死机是指PLC在运行过程中出现周期性的无响应或重启现象。这种故障通常是由于软件缺陷、硬件故障或外部干扰等原因造成的。PLC周期性死机会导致生产过程中的监控和控制中断,严重影响生产效率和设备安全。

为了预防PLC周期性死机故障,可以采取以下措施:首先,升级PLC的软件版本以修复已知的软件缺陷;其次,检查并更换可能损坏的硬件部件如电源模块、CPU模块等;最后,优化PLC的外部环境以减少外部干扰的影响,如加装电磁屏蔽罩、调整设备布局等。

3 PLC故障检测与定位实验验证

当PLC出现故障时,及时准确地检测和定位故障点对于快速恢复生产具有重要意义。以下是一些常用的PLC故障检测与定位方法及其实验验证过程:

3.1 监视输入/输出(I/O)

通过监视PLC的输入输出信号可以初步判断故障是否发生在输入输出环节。使用示波器、万用表等工具可以实时测量输入输出信号的电压、电流等参数,并与正常值进行比较。如果输入输出信号异常,则可能是输入输出设备或接线出现问题。

实验验证过程:首先断开PLC的电源以确保安全;然后使用万用表测量输入输出端子的电压或电流值;将测量结果与正常值进行比较;如果发现异常则进一步检查输入输出设备和接线。

3.2 查看状态指示灯

PLC上通常设有多种状态指示灯用于指示PLC的工作状态和故障信息。通过观察这些指示灯的亮灭状态可以初步判断PLC的当前状态和可能的故障原因。

实验验证过程:在PLC运行时仔细观察其上的状态指示灯;根据PLC的说明书或用户手册解读指示灯的含义;如果发现指示灯异常则根据指示灯的提示进一步检查PLC的相应部分。

3.3 日志文件和报警信息

许多PLC都具备记录日志文件和报警信息的功能。这些日志文件和报警信息记录了PLC的运行状态和故障历史,是分析和定位故障的重要依据。

实验验证过程:通过PLC的编程软件或人机界面(HMI)查看PLC的日志文件和报警信息;分析日志文件和报警信息中的错误代码和描述,确定可能的故障原因;根据分析结果,逐一排查并确认故障点。

3.4 逻辑程序检查

PLC的逻辑程序是实现控制功能的核心。当PLC出现故障时,检查逻辑程序是否存在错误或不合理之处是定位故障的重要步骤。通过逐行检查程序,查看是否有逻辑错误、循环引用、计时器/计数器配置不当等问题。

实验验证过程:使用PLC的编程软件打开逻辑程序;逐行检查程序中的指令和逻辑结构;利用模拟功能或实际测试验证程序的执行结果是否符合预期;如果发现程序错误,则进行修改并

重新测试。

3.5 通信状态检查

对于需要与外部设备通信的PLC,检查通信状态是定位通信故障的关键。通过检查通信线路、通信参数设置、通信协议兼容性等方面,可以初步判断通信是否正常。

实验验证过程:使用通信测试工具(如串口调试助手、网络测试仪等)检查通信线路的连通性和信号质量;检查PLC和其他设备的通信参数设置是否一致;尝试发送和接收测试数据以验证通信功能的正常性;如果通信异常,则进一步检查通信线路、参数设置或协议配置。

3.6 传感器和执行器检查

传感器和执行器是PLC与外部世界交互的重要接口。当PLC出现故障时,检查传感器和执行器的工作状态是定位故障的重要一环。通过检查传感器的测量值、执行器的动作响应等方面,可以初步判断它们是否正常工作。

实验验证过程:断开PLC与传感器和执行器的连接;使用专用工具或设备单独测试传感器和执行器的性能;将测试结果与正常值进行比较;如果发现异常则更换传感器或执行器并重新测试。

3.7 故障排除工具

除了上述手动检查和测试方法外,还可以利用专门的故障排除工具来辅助定位PLC故障。这些工具可能包括PLC编程软件中的故障诊断模块、在线监控工具、故障诊断仪等。

实验验证过程:使用PLC编程软件中的故障诊断模块查看故障信息和诊断报告;利用在线监控工具实时监控PLC的运行状态和输入输出信号;使用故障诊断仪对PLC进行全面扫描和诊断;根据工具提供的诊断结果和建议进行故障排除。

4 结论

PLC作为工业自动化控制系统的核心部件,其稳定性和可靠性对于生产过程的顺利进行至关重要。了解PLC的工作原理及常见故障类型,掌握有效的故障检测与定位方法,对于提高生产效率、保障设备安全具有重要意义。通过本文的阐述和实验验证过程,有助于更好地理解和应用PLC技术,为排除现场PLC故障提供了解决思路。

[参考文献]

[1]马英贤,许亚成.机械电气控制装置中PLC技术的应用探讨[J].中国设备工程,2024,(16):228-230.

[2]朱齐清.基于绿色低碳生态理念的产业园区规划设计研究——以深能源与西门子能源合作产业园为例[J].住宅产业,2024,(08):23-25+50.

[3]董云飞,戴树涛,丁晓鹏,等.ZJ40L钻机全网电拖动电气控制系统的设计计算[J].甘肃科技,2008,(06):22-24.

作者简介:

熊义军(1981--),男,汉族,湖北省大悟县人,大学本科,石油钻井电控系统维修,井口自动化设备维修。