

基于 PLC 技术的变频器节能控制系统设计

白彩华

(太原市高级技工学校 山西 太原 030021)

摘要: 本研究旨在设计并研究一种基于 PLC 技术的变频器节能控制系统。首先介绍了 PLC 自动控制技术的基本概念和原理, 然后探讨了在变频器中应用 PLC 自动控制技术的方法, 选择适合的变频器和 PLC 模块型号, 并实现通信协议, 以实现 PLC 自动控制系统对变频器的自动控制。接着讨论了在电气自动化控制中使用 PLC 和变频器的要领, 以及二者结合实现电气自动化控制的措施。最后分析了在变频器中应用 PLC 自动控制技术的关键要点, 包括应用前提分析、通过 I/O 端子实现自动化控制以及借助 DP 通信协议实现自动化控制。本研究对于实现变频器的节能控制具有重要的理论和实践意义。

关键词: PLC 技术; 变频器; 节能控制

0 引言

随着工业自动化水平的不断提高, 节能成为一个重要的课题。在工业生产中, 电动机的能耗通常占据了很大比例。变频器作为一种节能控制设备, 可以通过调整电动机的转速和输出功率, 实现对能耗的有效控制。然而, 单独的变频器控制存在一定局限性, 无法满足复杂工业生产环境下的自动化需求。因此, 结合 PLC 自动控制技术与变频器的节能控制具有重要意义。PLC 技术具备灵活可编程、高可靠性和强大的功能扩展性, 能够实现对变频器的智能控制和协调管理。本研究旨在探索基于 PLC 技术的变频器节能控制系统设计, 提高工业生产过程中的能效, 降低能耗, 具有重要的理论和应用价值。

1 PLC 自动控制技术简介

PLC (可编程逻辑控制器) 是一种专门用于工业自动化控制的数字计算机系统。它通过编程实现对工业过程的自动化控制, 具有可编程性、可靠性和灵活性等特点。PLC 系统由中央处理器、输入输出模块和编程软件组成。PLC 自动控制技术通过输入模块接收传感器信号, 经过中央处理器进行逻辑运算和决策, 然后通过输出模块控制执行器或执行设备。PLC 的编程采用类似于传统逻辑控制的梯形图语言, 使得控制逻辑更直观、易于理解。PLC 自动控制技术在工业领域广泛应用, 可实现各种自动化

任务, 如逻辑控制、运动控制、过程控制等。它具有可靠性高、响应速度快、扩展性强的优点, 适用于各种复杂的工业控制系统, 提高了生产效率、降低了成本, 并确保了生产过程的安全性和可靠性^[1]。

2 以 PLC 技术为核心的变频器节能控制系统硬件设计

2.1 变频器系统框架设计分析

变频器系统框架设计是确保节能控制系统高效稳定运行的基础, 为此, 本方案采用了一种双线制类型的 PLC 技术, 结合主备两套专用控制系统线路, 如表 1 所示, 旨在为变频器的安全高效运行提供可靠保障, 并实现卓越的节能效果。

首先, 核心目标是确保系统运行的安全性。通过双线制 PLC 技术的应用, 实现了主备两套独立的控制系统线路, 即使一套出现故障, 备用系统能够自动切换, 保证了变频器控制的连续性和可靠性。此

表 1 双线制 PLC 技术控制系统配置表

系统模块类型	匹配型号	配置规格	匹配个数
系统电源执行标准	PS307	5A	2
CPU 执行标准	313C-2DP	附带 16DI/DO	2
系统数字量输入标准	SM321	32DI	4
系统数字量输出标准	SM322	16DO	4
系统模拟量输入标准	SM331	8AI	2
系统模拟量输出标准	SM332	4AO	2

举有效降低了因控制系统故障造成的生产风险，确保了生产过程的安全性。其次，注重节能控制系统的高效性能。系统电源选用 PS307 电源，通过将输入电压限制在 220V 的交流额度，以及在 50Hz 状态下最终输出的 24V 直流电压，为变频器提供稳定的电力支持，保障了系统正常运行。CPU 型号为 313C-2DP，紧凑的设计和附带的 16DI/DO 接口，不仅实现了工作频率测量任务，还优化了 PID 控制效果，从而提升了系统的控制性能。额外的两个专业级 DP 接口进一步加强了系统的稳定性，为系统添加了高级的 PROFIBUS 通信功能，为实际通信效果提供了坚实支持。此外，系统框架设计注重了整体安全性。主令控制回路通过 KA1-3 指令的设置，确保了系统的启停安全。制动手柄回路与主令控制回路相互协调，划拨制动手柄至紧闸位，进一步保证了系统制动状态的安全性。变频器故障保护机制能够迅速隔离故障，维护了系统的整体安全性。

综上所述，本变频器系统框架设计充分考虑了安全性、节能性和控制性能，通过双线制 PLC 技术、主备控制系统、稳定电源供应、紧凑 CPU 设计以及专业级 DP 接口等多重措施，为节能控制系统提供了全面而可靠的保障。这将确保系统在不受其他因素影响的情况下，稳定运行并达到卓越的节能效果，为生产过程的高效性、安全性和可靠性提供了坚实的基础。

2.2 系统回路设计

系统回路设计旨在保障变频器系统的稳定性和安全性，确保在各种情况下都能可靠地控制系统运行，如图 1 所示。

系统回路设计是确保控制系统稳定性和运行安全性的关键部分。基于所提供的信息，系统回路设计的要点如下^[2]：

(1) 主令控制回路。主令零位设定标准值为 KA1-3 指令，通过控制主令手柄的位置，可以实现系统的启停控制。当主令手柄位于零位时，系统处于停止状态，通过光电开关装置检测，确保信号完整性。只有在信号正常的情况下，系统回路会接通，允许变频器装置启动。

(2) 安全回路保护。在系统休止状态下，安全回路保持连接，确保系统的稳定性。如果发生任何异常情况，如变频器工作异常，系统会立即断开安全回路，确保安全性。此外，在断电或欠压情况下，

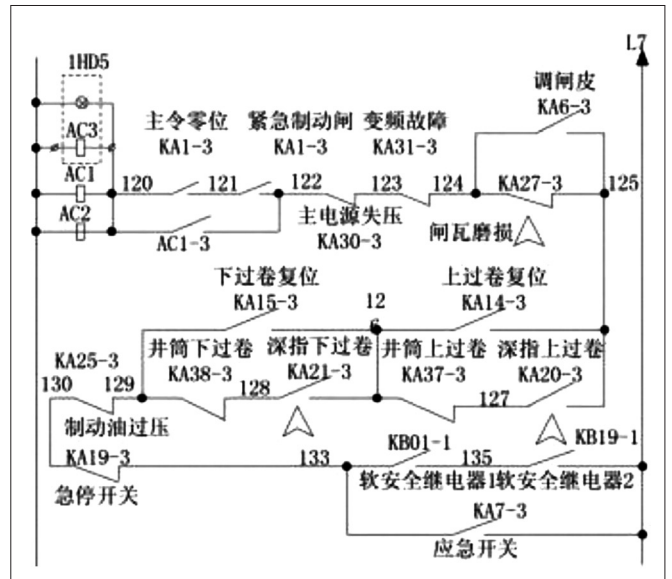


图 1 系统回路示意图

系统会切换到预设的紧急制动模式，保障运行安全。

(3) 制动手柄回路。控制制动手柄的位置，将其划拨至紧闸位，确保系统的制动状态。这个回路与主令控制回路相互关联，保证了制动操作的协调性和稳定性。

(4) 变频器故障保护。当变频器故障（如 KA31-3 工作异常）发生时，系统会迅速断开安全回路，防止故障进一步扩散，同时切断系统的安全回路，确保后续变频器运行的安全性。

(5) PLC 技术应用。使用 PLC 技术实现运动控制单元的集成，通过编程实现对机器运动的精确控制。PLC 技术在系统中的应用，不仅保证了控制精度，还提升了系统的自动化水平和生产效率。

总之，系统回路设计是保证控制系统稳定性和安全性的关键环节。通过合理的回路设计，确保主令控制、安全回路保护、制动手柄操作、变频器故障保护以及 PLC 技术的应用相互协调，系统可以在各种情况下保持单向循环效果，不受其他因素的影响，从而实现高效稳定的控制和运行。

3 PLC 和变频器实现电气自动化控制要领

3.1 PLC 与变频器选择

在实现电气自动化控制时，正确选择 PLC 和变频器是至关重要的。

(1) 功能匹配。根据电气自动化控制的具体需求，选择具备所需功能和性能的 PLC 和变频器。考虑控制点数、通信接口、支持的通信协议、编程能

力等因素,确保 PLC 和变频器能够满足系统的控制要求。

(2) 可靠性和稳定性。选择具有高可靠性和稳定性的 PLC 和变频器品牌,确保其在长时间运行和恶劣环境下的可靠性和稳定性。可以参考市场上知名品牌的产品,考虑其在工业领域的应用和口碑。

(3) 兼容性和扩展性。确保选择的 PLC 和变频器具有良好的兼容性,能够无缝连接和通信。同时,考虑其扩展性,以便在未来的升级和扩展中能够满足新的需求。

(4) 服务和支持。选择 PLC 和变频器供应商提供良好的售后服务和技术支持,包括故障排除、软件更新、培训等方面的支持,确保系统的可靠运行和维护。

综合考虑以上要点,选择适合的 PLC 和变频器,能够为电气自动化控制系统提供稳定、可靠的控制能力,并满足系统的需求和未来的发展。

3.2 PLC 在变频器中的应用

在变频器中,PLC 的应用可以实现多方面的电气自动化控制功能。首先,PLC 可以通过编程设置控制逻辑,实现对变频器的启停、速度调节、运行模式切换等操作。其次,PLC 可以监测变频器的参数和状态,如电流、电压、转速等,并根据设定条件进行参数调节和监测,以实现最佳的工作效果。此外,PLC 还能够通过故障诊断程序自动识别和报警变频器故障,提高系统的可靠性。最后,PLC 与其他设备的联动控制也是重要的应用,可以实现数据交换和协调操作,实现更复杂的电气自动化控制任务。通过合理编程和配置 PLC,能够充分发挥其在变频器中的自动控制能力,提高电气系统的效率和稳定性^[3]。

3.3 PLC 在电气自动化控制中的应用

PLC 在电气自动化控制中的应用包括以下方面:控制逻辑的编程、输入输出的处理、数据监测与处理、故障检测与报警、通信与联动控制等。通过编程设置控制逻辑,PLC 可以实现对电气设备的自动控制和协调操作。PLC 通过读取输入信号、处理逻辑运算,并根据设定条件控制输出信号,实现对执行器、传感器、变频器等设备的精确控制。通过监测数据、诊断故障并发送报警信号,PLC 提高了系统的安全性和可靠性。此外,PLC 还能与其他设备通过通信协议实现数据交换和联动控制,实现更复杂的电气

自动化控制任务。综上所述,PLC 在电气自动化控制中的应用为系统提供了灵活、可靠和高效的控制能力。

3.4 变频器在电气自动化控制中的应用

变频器在电气自动化控制中的应用主要包括以下方面:

(1) 速度调节与运行控制。变频器可以实现对电动机的频率和速度进行调节,通过控制变频器的输出频率和电压,实现电动机的精确控制和运行模式的切换。

(2) 节能控制。通过变频器调节电动机的运行速度,根据实际负载需求提供所需功率,实现节能效果,减少能源消耗。

(3) 过载保护与故障诊断。变频器可以监测电动机的电流、温度等参数,当超过设定阈值时进行过载保护,并能诊断电动机和变频器的故障情况,实现故障报警和保护功能。

(4) 通信与联动控制。通过通信接口和协议,变频器可以与其他设备(如 PLC、传感器等)进行数据交换和联动控制,实现更复杂的电气自动化控制任务。

综上所述,变频器在电气自动化控制中的应用使得系统能够根据实际需求实现电动机的精确控制、节能优化、故障保护和与其他设备的协同工作,提高系统的效率、可靠性和灵活性。

3.5 二者结合实现电气自动化控制的措施

将 PLC 和变频器结合起来实现电气自动化控制可以采取以下措施:

(1) 通信连接。通过合适的通信接口和协议,建立 PLC 和变频器之间的通信连接,实现数据交换和控制命令传输。

(2) 控制逻辑编程。在 PLC 中编写适当的控制逻辑,根据系统需求控制变频器的启停、速度调节、运行模式切换等操作。

(3) 参数设置和监测。通过 PLC 读取变频器的运行参数,如电流、电压、转速等,进行参数设置和监测,实现精确控制和优化运行。

(4) 故障诊断与报警。在 PLC 中设置故障诊断程序,监测变频器的故障状态,实现故障诊断和报警功能,提高系统的可靠性。

(5) 联动控制。通过 PLC 与其他设备(如传感器、执行器等)进行数据交换和协调操作,实现系统的

联动控制,协同完成复杂的自动化任务。

通过以上措施,PLC与变频器相互配合,实现电气自动化控制的协同工作,提高系统的智能化程度、工作效率和稳定性,满足工业生产中对能效和质量的要求。

4 变频器中 PLC 自动控制技术的应用要点分析

4.1 应用前提分析

在变频器中应用 PLC 自动控制技术前,需要进行应用前提分析,以确保系统的有效实施和运行。

(1) 目标和需求明确。明确应用的目标和需求,例如节能控制、运行优化、故障诊断等,确保 PLC 自动控制技术能够满足系统的具体要求。

(2) 变频器和 PLC 兼容性。确保所选的变频器和 PLC 具有良好的兼容性,能够无缝连接和通信。需要考虑通信接口和协议的匹配,以确保数据的准确传输和控制命令的有效执行。

(3) 控制策略设计。设计合理的控制策略,考虑如何使用 PLC 控制变频器的启停、速度调节、模式切换等操作,并与其他系统组件进行联动控制,实现预期的自动化控制效果。

(4) 编程和参数设置。进行 PLC 编程,实现所需的控制逻辑和算法。同时,需要正确设置变频器的参数,以确保 PLC 能够准确地读取和控制变频器的运行状态和参数。

4.2 借助 I/O 端子实现变频器的自动化控制

借助 I/O 端子实现变频器的自动化控制是关键要点。将传感器、按钮等输入信号连接到 PLC 的输入端子,通过 PLC 编程读取信号并编写控制逻辑。将 PLC 的输出信号连接到变频器的输入端子,实现控制操作,如启停、速度调节。通过 I/O 端子实现信号交互,实现对变频器的自动化控制,提高系统的精

确度和效率。

4.3 借助 DP 通信协议实现变频器的自动化控制

借助 DP (分布式感应器/执行器) 通信协议实现变频器的自动化控制是关键要点。通过配置 DP 通信模块,实现 PLC 与变频器之间的数据交换和控制命令传输。PLC 通过 DP 通信协议读取和写入变频器的参数和状态信息,实现对变频器的启停、速度调节、运行模式切换等操作。借助 DP 通信协议,实现快速、可靠的数据传输,实现对变频器的自动化控制,提高系统的效率和灵活性。

5 结语

综上所述,基于 PLC 技术的变频器节能控制系统能够实现电气自动化控制。通过借助 I/O 端子或 DP 通信协议,实现 PLC 与变频器之间的信号交互和控制命令传输,从而实现对变频器的自动化控制。这种应用方式可以提高系统的效率、精确度和可靠性,实现节能优化和故障诊断等功能,满足工业生产中对能效和质量的要求,促进工业自动化的发展。

参考文献:

- [1] 刘晓华,张建国.基于 PLC 技术的变频器节能控制系统设计研究[J].电气自动化技术,2019,17(3):45-52.
- [2] 杨鑫,李志刚.基于 PLC 的变频器节能控制系统设计与实现[J].控制与决策,2020,36(1):89-97.
- [3] 王小明.变频器中 PLC 自动控制技术的应用研究[J].自动化仪表,2018,25(2):67-74.

作者简介:白彩华(1980.11-),女,汉族,本科,山西阳泉人,高级实习指导教师,研究方向:可编程控制(PLC)。