

基于PLC的数控机床电气设备电压稳态控制研究

王俊兴

天津赛象科技股份有限公司 天津 300392

摘要：基于PLC的数控机床电气设备电压稳态控制研究旨在提高数控机床的稳定性和加工精度。研究通过设计并实现了一套基于PLC的电压稳态控制系统，该系统能够实时监测并调节数控机床电气设备的电压，确保其稳定运行。实验结果表明，该系统能有效降低电压波动，提高数控机床的加工精度和生产效率。本研究为数控机床电气设备电压稳态控制提供一种新的解决方案，具有广泛的应用前景。

关键词：PLC；数控机床；电气设备电压稳态控制

引言：随着现代制造业的发展，数控机床在工业生产中扮演着越来越重要的角色。由于负载波动、电网电压不稳定等原因，数控机床电气设备的电压常出现波动，影响其正常运行和加工精度。因此研究基于PLC的数控机床电气设备电压稳态控制具有重要意义。本研究旨在探索一种新型的电压稳态控制方法，以提高数控机床的稳定性和加工精度。

1 数控机床电气设备与电压稳态控制概述

1.1 数控机床电气设备构成及工作原理

数控机床电气设备主要由几部分构成；（1）主机：主机是数控机床的主体部分，包括机身、立柱、主轴、进给机构等机械部件，主要用于完成各种切削加工。（2）数控装置：数控装置是数控机床的核心，包括硬件（如印刷电路板、CRT显示器、键盘、纸带阅读器等）以及相应的软件。它用于输入数字化的加工程序，并完成输入信息的存储、数据的变换、插补运算以及实现各种控制功能。（3）驱动装置：驱动装置是数控机床执行机构的驱动部件，包括主轴驱动单元、进给单元主轴电机及进给电机等。这些驱动装置在数控装置的控制下，通过电气或电液伺服系统实现主轴和进给驱动，从而完成定位、直线、平面曲线和空间曲线的加工。（4）辅助装置：辅助装置包括液压和气动装置、排屑装置、交换工作台、数控转台和数控分度头等，以及刀具及监控监测装置等。它们用于保证数控机床的正常运行，如冷却、排屑、润滑、照明、监测等功能。（5）编程及其他附属装备：这些设备用于在机外进行零件的程序编制、存储等。数控机床的工作原理是：数控装置内的计算机对通过输入装置以数字和字符编码方式记录的信息进行一系列处理后，再通过伺服系统及可编程序控制器向机床主轴及进给等执行机构发出指令。机床主体在检测反馈装置的配合下，按照这些指令对工件进行加工，如控制刀

具相对于工件的运动轨迹、位移量和进给速度等，从而实现工件的自动控制加工。

1.2 电压稳态控制的重要性

电压稳态控制对于数控机床电气设备至关重要，主要体现在几个方面：第一、提高加工精度：数控机床的加工精度受到电压波动的影响。稳定的电压可以确保数控机床的正常运行，减少电压波动对加工精度的影响，从而提高产品的质量和一致性^[1]。第二、延长设备寿命：电压波动可能导致数控机床内部元器件损坏、系统故障等问题，严重影响数控机床的正常运行。通过电压稳态控制，可以降低这些问题的发生概率，延长设备的使用寿命。第三、提高生产效率：电压波动可能导致数控机床停机或运行不稳定，影响生产效率。通过电压稳态控制，可以确保数控机床的稳定运行，减少故障停机时间，提高生产效率。第四、降低能耗：电压稳态控制还可以降低数控机床在运行过程中的能量消耗，减少资源浪费，符合当前节能减排的环保要求。

2 基于PLC的数控机床电气设备电压稳态控制系统设计

2.1 系统总体架构设计

基于PLC（可编程逻辑控制器）的数控机床电气设备电压稳态控制系统设计，旨在提高数控机床在复杂工作环境中的稳定性和可靠性。系统总体架构设计是整个设计过程的基础，它决定了系统的功能、性能和可靠性。系统总体架构主要由以下几个部分组成：（1）输入模块：该模块负责从外部获取实时电压数据，包括电网电压、直流电源电压等。通过传感器实时监测电压值，将其转换为数字信号并传输给处理模块。（2）处理模块：处理模块是整个控制系统的核心，主要负责对输入的电压数据进行实时处理和分析。它根据预设的算法和逻辑，判断电压是否处于稳定状态，并决定是否需要采

取调节措施。(3) 输出模块: 输出模块根据处理模块的指令, 对数控机床电气设备的电压进行调节。这包括通过PLC内部的PID(比例积分微分)控制器, 对电气设备的电压进行精确调节, 使其始终保持在设定的稳定范围内。(4) 报警与保护模块: 当电气设备的电压超过设定的安全范围时, 该模块负责发出报警信号, 提醒操作人员及时采取措施。它还可以采取必要的保护措施, 如切断电源或启动备用电源, 以防止设备损坏或故障。(5) 通讯模块: 通讯模块负责系统内部各模块之间的数据传输和通讯, 以及系统与外部设备(如上位机、其他PLC等)的通讯。它确保了系统内部信息的实时性和准确性, 以及系统与外部设备的无缝连接。系统总体架构设计过程中, 需要充分考虑系统的可扩展性、可靠性和易用性。通过合理的模块划分和接口设计, 确保系统能够满足未来功能扩展和性能提升的需求。

2.2 PLC选型与配置

PLC作为系统的核心控制设备, 其选型与配置对整个系统的性能和可靠性至关重要。在选择PLC时, 应优先考虑设备用户的要求、设计者对于不同厂家PLC的熟悉程度和设计习惯、配套产品的一致性以及技术服务等方面的因素。从PLC本身的可靠性考虑, 原则上只要是国外大公司的产品, 不应该存在可靠性不好的问题。对于一些特殊的行业(如冶金、烟草等), 应选择在相关行业领域有投运业绩、成熟可靠的PLC系统。I/O点数是PLC的基本参数之一, 它决定了PLC能够控制的输入和输出设备的数量。在确定I/O点数时, 应根据控制设备所需的所有输入/输出点数的总和为依据, 并适当增加一定的余量。通常根据统计的输入输出点数, 再增加10%~20%的可扩展余量后, 作为输入输出点数估算数据。存储器容量是指PLC能够提供的硬件存储单元大小。在选择时, 应确保存储器容量大于用户程序所需的存储单元大小, 并考虑一定的余量。通常, 可以根据数字量I/O点数的10~15倍, 加上模拟I/O点数的100倍, 以此数为内存的总字数(16位为一个字), 再按此数的25%考虑余量进行估算^[2]。根据系统的需求, 选择适当的功能模块, 如通讯模块、定位模块、脉冲输出模块、高速计数模块、PID控制模块等。在选择时, 应确保功能模块可以方便地与PLC相连接, 并具有对应的控制功能。PLC按结构分为整体型和模块型两类。整体型PLC的I/O点数较少且相对固定, 通常用于小型控制系统。模块型PLC提供多种I/O模块, 可以在PLC基板上插接, 方便用户根据需要合理地选择和配置控制系统的I/O点数。因此, 模块型PLC的配置比较灵活, 一般用于大中型控制系统。

2.3 电压监测与调节模块设计

电压监测与调节模块是系统的关键部分, 它负责实时监测数控机床电气设备的电压, 并根据需要进行调节。通过传感器实时监测电压值, 并将其转换为数字信号传输给处理模块。传感器应具有高精度和稳定性, 以确保监测结果的准确性。根据监测结果, 通过PLC内部的PID控制器对电气设备的电压进行调节。PID控制器结合了比例、积分和微分三种控制策略, 具有较好的稳定性和抗干扰能力。通过调整PID控制器的参数, 可以实现对电压的精确调节。根据电压波动的情况, 采取适当的调节策略。当电压波动较小时, 可以通过微调PID控制器的参数来稳定电压; 当电压波动较大时, 可以采取更积极的调节措施, 如启动备用电源或调整电网电压等。通过实时监测电压值, 并将监测结果与设定值进行比较, 不断反馈和校正调节策略, 以确保电压始终保持在设定的稳定范围内。

2.4 报警与保护模块设计

报警与保护模块是系统的重要组成部分, 它负责在电压异常时发出报警信号, 并采取必要的保护措施。当电气设备的电压超过设定的安全范围时, 报警模块负责发出报警信号。报警信号可以通过声、光、电等多种方式呈现, 以提醒操作人员及时采取措施。在电压异常时, 保护模块负责采取必要的保护措施。报警与保护模块还应具备故障记录与诊断功能。通过记录故障发生的时间、原因和采取的措施等信息, 为后续的故障分析和处理提供依据。在某些情况下, 报警与保护模块还可以与其他系统(如消防系统、安全门禁系统等)进行联动。通过共享信息和资源, 共同完成安全防护任务。在设计报警与保护模块时, 需要充分考虑系统的安全性和可靠性。通过合理的报警策略和保护措施设计, 确保系统在电压异常时能够及时响应并采取保护措施, 保护设备和人员的安全。

3 基于PLC的数控机床电气设备电压稳态控制实现

3.1 硬件系统设计

基于PLC的数控机床电气设备电压稳态控制的硬件系统设计是整个控制实现的基础。硬件系统主要由PLC控制器、电压传感器、执行机构(如稳压器或变频器)、报警装置以及必要的电源和通信设备等组成。PLC控制器; 作为系统的核心, PLC控制器负责接收电压传感器的信号, 进行数据处理和逻辑判断, 然后输出控制信号给执行机构。在选择PLC时, 需要考虑其I/O点数、处理速度、内存大小以及通信能力等因素, 确保能够满足系统的控制需求^[3]。电压传感器用于实时监测数控机床电气

设备的电压情况,将模拟信号转换为数字信号后传输给PLC。传感器的选择应确保其测量范围广、精度高、响应速度快,并具有良好的抗干扰能力。根据PLC的控制信号,执行机构对电压进行调节,以维持电压的稳定。常见的执行机构包括稳压器和变频器。稳压器通过内部电路的调整,使输出电压保持稳定;变频器则通过改变电动机的电源频率和电压,实现对电压的精确控制。当电压超出预设范围时,报警装置会发出声光报警信号,提醒操作人员及时采取措施。报警装置的设计应确保信号清晰、易于识别,并具有良好的可靠性。电源为整个系统提供稳定的电力供应,通信设备则用于实现PLC与其他设备之间的数据交换和通信。电源的选择应确保其输出电压稳定、功率足够,通信设备则应具有良好的通信速度和可靠性。在硬件系统设计中,还需要考虑系统的抗干扰能力和安全性。

3.2 软件系统设计

软件系统设计是基于PLC的数控机床电气设备电压稳态控制实现的关键。软件系统主要包括PLC程序设计和上位机监控软件设计两部分。PLC程序设计是实现电压稳态控制的核心。程序设计时,需要根据系统的控制需求和硬件配置,编写相应的控制逻辑和算法。这包括电压监测、数据处理、逻辑判断、控制信号输出以及报警处理等。在编写程序时,需要遵循PLC的编程规范,确保程序的正确性和可读性。还需要对程序进行充分的测试和调试,以验证其功能和性能。上位机监控软件用于对整个系统的远程监控和管理,软件设计时,要实现电压数据的实时显示、历史数据查询、报警信息记录以及控制参数的远程设置等功能。通过友好的用户界面和丰富的功能设计,提高系统的易用性和可操作性。还需要确保上位机监控软件与PLC之间的通信稳定可靠,实现数据的实时传输和同步。在软件系统设计中,还需要考虑系统的可扩展性和可维护性。通过合理的模块划分和接口设计,方便后续的功能扩展和升级;通过添加注释和文档等,提高系统的可维护性。

3.3 系统集成与调试

系统集成与调试是基于PLC的数控机床电气设备电压稳态控制实现的最后一步。系统集成时,需要将硬件系统和软件系统进行连接和配置,确保系统能够正常运行。调试时,则需要对系统进行全面的测试和验证,以确保其满足设计要求^[4]。系统集成时,需要按照设计要求将PLC控制器、电压传感器、执行机构、报警装置以及电源和通信设备等连接起来。连接过程中,需要注意接线的正确性和牢固性,以及设备的接地和屏蔽等措施。同时还需要对系统进行初步的配置和调试,以确保各设备之间的通信正常。系统调试时,需要对系统进行全面的测试和验证。这包括电压监测的准确性、控制信号的输出和执行机构的响应速度等。通过模拟不同的电压波动情况,验证系统的稳定性和可靠性。还需要对报警装置进行测试,确保其能够在电压异常时及时发出报警信号。在调试过程中,需要记录测试数据和结果,以便后续的分析 and 改进。

结束语

基于PLC的数控机床电气设备电压稳态控制研究已圆满结束。本研究通过理论分析与实验验证,成功实现对数控机床电气设备电压的稳态控制,显著提高机床的稳定性和加工精度。未来,将继续优化控制系统,探索更先进的控制算法,以适应不同工况下的电压稳态控制需求。同时也期待该研究成果能在更广泛的工业领域得到应用,为推动我国制造业的发展贡献力量。

参考文献

- [1]武国其.基于PLC的数控机床电气控制系统探微[J].内燃机与配件,2021(14):79-80.
- [2]李海峰.基于PLC的数控机床电气控制系统研究[J].河北农机,2021(06):48-49.
- [3]王丽君.基于PLC的数控机床电气自组合机床中的PLC电气控制系统设计和应用[J].粘接,2020,42(06):129-132.
- [4]郭永杰,刘海生,王晓勇,马强,赵军.PLC在非数控机床转速控制与位置测量中的应用[J].设备管理与维修,2020(09):102-106.