

# 基于PLC的数控机床电气自动化控制的设计

关科锋

一拖(洛阳)液压传动有限公司 河南 洛阳 471003

**摘要:** 基于PLC的数控机床电气自动化控制设计是实现数控机床高效、精准、稳定运行的关键。基于此,本文简要介绍了PLC在数控机床电气控制方面的意义,分析了PLC数控机床电气自动化控制设计,并对基于PLC数控机床电气控制系统的运作控制进行了分析。

**关键词:** 电气自动化控制; PLC; 数控机床

## 引言

数控机床是一种高精度、高效率的加工设备,可以实现自动化控制和加工。然而,传统的数控机床控制系统存在着一些问题,如控制精度不高、稳定性不好等。为了解决这些问题,人们开始采用可编程控制器(PLC)对数控机床进行控制。基于PLC的数控机床电气自动化控制的设计可以提高加工效率和精度,同时也可以提高系统的稳定性和可靠性。

## 1 PLC在数控机床电气控制方面的意义

PLC,即可编程逻辑控制器,是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程的存储器,用于在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,并通过数字式或模拟式的输入输出来控制各种类型的机械或过程。PLC在数控机床电气控制方面的意义主要体现在以下几个方面:第一,PLC作为一种可编程的逻辑控制器,可以通过对数控机床的电气控制系统进行编程和优化,实现对机床运动和逻辑关系的精确控制。相比于传统的继电器控制方式,PLC具有更高的可靠性和精度,能够有效地提高数控机床的加工精度和稳定性。第二,PLC作为一种高度集成的控制设备,可以将数控机床的各个控制功能集成在一个芯片上,从而简化了数控机床的电气控制系统。这不仅可以降低数控机床的制造成本,还可以提高数控机床的可靠性和稳定性,减少了故障率。第三,PLC具有丰富的编程语言和功能强大的指令集,可以实现数控机床的自动化控制。通过PLC编程,可以实现机床的自动换刀、自动润滑、自动冷却等功能,提高了数控机床的加工效率。同时,PLC还可以与其它智能设备进行连接,实现数据的共享和交互,进一步提高了数控机床的自动化程度。第四,PLC具有强大的逻辑运算和数据处理能力,可以实现对数控机床的实时监控和故障诊断。当机床出现故障时,PLC可以及时发出报警信号,并采取相

应的安全措施,避免事故的发生。此外,PLC还可以实现数控机床的权限管理,只有具备相应权限的人员才能对机床进行操作,从而保障了数控机床的安全性。

## 2 PLC数控机床电气自动化控制设计

### 2.1 确定控制需求

根据数控机床的加工要求和工艺特点,确定电气自动化控制需求,如位置控制、速度控制、启动停止控制等。其中,数控机床的位置控制是实现高精度加工的关键。PLC需要实现对数控机床各个坐标轴的精确控制,包括定位、轨迹控制等。为了实现高精度控制,需要采用伺服电机和精密的测量系统,同时PLC也需要具备高速、高精度的控制算法。另外,数控机床的速度控制是实现高效加工的关键。PLC需要实现对主轴电机、冷却泵等执行元件的速度控制,根据预设的速度信息输出控制信号,驱动执行元件以预设速度运转。为了实现高效加工,需要采用高性能的伺服电机和变频器,并且PLC也需要具备快速、稳定的控制算法。同时,数控机床的启动停止控制是实现稳定加工的关键。PLC需要根据加工要求和工艺特点,设计合理的启动停止逻辑,实现对数控机床各个执行元件的精确控制。启动停止控制需要考虑到启动和停止的顺序、速度等因素,同时还需要具备故障处理和安全保护等功能。最后,数控机床在加工过程中可能会遇到各种故障和异常情况,如电机过载、主轴异常等。PLC需要实现对这些故障和异常情况的实时监测和诊断,采取相应的保护措施,确保加工过程的稳定性和安全性。同时,PLC还需要设计完善的安全保护机制,确保操作人员的人身安全。

### 2.2 硬件设计

PLC数控机床电气自动化控制设计的硬件设计是整个控制系统的基础,它决定了控制系统的性能和可靠性。

(1) PLC控制器是数控机床电气自动化控制系统的核心部件,它的选择直接影响到整个控制系统的性能。在选

择PLC控制器时,需要根据数控机床的工艺流程和控制要求,选择具有合适输入输出点数、运算速度和存储容量的PLC控制器。同时,还需要考虑PLC控制器的抗干扰能力和可靠性<sup>[1]</sup>。(2)输入/输出模块是PLC控制器与外围设备进行信息交换的桥梁,它的选择同样重要。在选择输入/输出模块时,需要根据实际需求选择具有合适点数和电平的模块。同时,还需要考虑模块的抗干扰能力和可靠性。(3)伺服系统是数控机床的重要组成部分,它负责将PLC控制器发出的指令转换为机床各轴的运动。在设计中,需要根据机床的加工要求和运动特性,选择合适的伺服电机和伺服驱动器。同时,还需要对伺服系统的反馈机制进行设计,确保机床的加工精度和稳定性。(4)电源是数控机床电气自动化控制系统中不可或缺的一部分,它的设计直接影响到整个控制系统的稳定性和可靠性。在电源设计中,需要考虑电源的功率、电压和电流等参数,同时还需要考虑电源的抗干扰性能和稳定性。

### 2.3 软件设计

PLC的软件设计主要包括系统软件和应用软件的设计。系统软件是PLC的基本软件,负责管理PLC的各种资源,如内存、输入输出端口、通信接口等。而应用软件则是针对具体控制任务而设计的程序,包括输入输出信号的处理、逻辑控制、运动控制等。首先,在数控机床电气自动化控制设计中,PLC需要对输入输出信号进行处理。输入信号包括各种传感器信号、操作面板信号等,而输出信号则是控制各种执行机构的信号。PLC需要对这些信号进行实时采集和处理,并根据处理结果输出相应的控制信号。其次,逻辑控制是PLC在数控机床电气自动化控制中的重要应用之一。通过逻辑运算,PLC可以实现各种复杂的逻辑控制功能,如顺序控制、连锁控制等。例如,在数控机床的加工过程中,PLC可以根据输入信号的状态和加工要求,输出相应的控制信号,实现对机床的精确控制。此外,运动控制是PLC在数控机床电气自动化控制中的另一重要应用。PLC可以通过对伺服电机的控制,实现对机床的各种运动控制。例如,在数控机床的加工过程中,PLC可以根据加工要求和伺服电机的位置反馈,输出相应的控制信号,实现对机床的精确位置控制和速度控制。最后,PLC在数控机床电气自动化控制设计中还需要考虑与其它设备的通信接口设计。PLC通常需要与数控系统、伺服驱动器、传感器等设备进行通信,因此需要设计相应的通信接口和协议。

### 2.4 抗干扰设计

在PLC数控机床电气自动化控制设计中,抗干扰设计是确保系统稳定运行的关键环节之一。由于PLC数控

机床的工作环境往往存在大量的干扰源,如电源波动、电磁辐射、机械振动等,这些干扰源可能对控制系统的正常运行产生不利影响。因此,为了提高控制系统的可靠性和稳定性,需要进行细致的抗干扰设计。第一,在选择PLC控制器和外围设备时,应优先考虑具有较强抗干扰能力的产品<sup>[2]</sup>。这些产品通常具有更好的电磁兼容性(EMC)和抗干扰能力,能够更好地适应恶劣的工作环境。此外,在选择PLC控制器时,还应考虑其输入输出点数、运算速度和存储容量等方面的性能,以满足控制系统的需求。第二,电源干扰是PLC数控机床电气自动化控制系统中常见的干扰源之一。为了减少电源干扰的影响,可以采用隔离变压器或电源滤波器来对电源进行净化处理。隔离变压器可以有效地隔离电源电压的波动和干扰,而电源滤波器则可以进一步吸收和抑制电源中的高频干扰,从而提高电源的稳定性。第三,在PLC数控机床电气自动化控制系统中,强电信号和弱电信号可能存在相互干扰的情况。为了减少这种干扰的影响,可以将强电信号与弱电信号分开走线,避免它们之间的相互干扰。同时,还可以采用屏蔽线缆或双绞线等特殊信号传输方式来进一步减少信号之间的干扰。

## 3 基于PLC数控机床电气控制系统的运作控制分析

### 3.1 对于变频器设备的控制分析

变频器是一种重要的电力电子装置,通过改变电源频率来控制电动机的转速,从而实现精确的速度控制和扭矩输出。在数控机床电气控制系统中,变频器主要用于驱动机床工作台、主轴等需要精确控制速度和扭矩的设备。通过PLC对变频器的控制,可以实现高精度、高稳定性的运动控制和速度控制。PLC对变频器设备的控制方式主要包括以下几个方面:首先,PLC通过输入信号控制变频器的启动和停止。当PLC接收到启动信号时,会向变频器输出启动指令,变频器开始工作并驱动电动机运转<sup>[3]</sup>。当PLC接收到停止信号时,会向变频器输出停止指令,变频器停止工作,电动机也随之停止。其次,PLC通过输出信号控制变频器的转速和扭矩。当PLC接收到机床工作台的位移反馈信号时,会根据位移反馈信号和设定位置进行比较,计算出需要的转速和扭矩,并向变频器输出相应的速度和扭矩指令。变频器根据这些指令调整电源频率,从而控制电动机的转速和扭矩。最后,PLC还可以对变频器的工作状态进行实时监测,当发现故障时及时采取相应的处理措施。例如,当变频器出现故障时,PLC可以向变频器发出故障报警信号,并采取相应的安全措施,避免事故的发生。

### 3.2 对于高速主轴的合理性应用分析

随着科技的快速发展,数控机床在机械制造业中的应用越来越广泛。高速主轴是数控机床的重要组成部分,对于提高加工效率和精度具有关键作用。第一,PLC控制器可以根据加工需求和操作要求,对高速主轴的转速进行精确控制。通过调整输入到主轴电机的电流或电压信号,PLC控制器可以实现对主轴转速的精确控制。同时,PLC控制器还可以根据加工工艺和操作要求,对主轴转速进行动态调整,实现灵活多变的加工需求。第二,PLC控制器还可以对高速主轴的位置进行精确控制。通过伺服系统反馈的位置信息,PLC控制器可以实现对主轴位置的精确控制,确保加工过程中的精度。同时,PLC控制器还可以根据加工需求和操作要求,对主轴位置进行动态调整,实现高精度的加工操作。第三,基于PLC数控机床电气控制系统具有故障诊断与处理功能。当高速主轴出现故障时,PLC控制器可以检测到异常信号并采取相应的处理措施,如停机检修或更换部件等,确保加工过程的稳定性和安全性。同时,PLC控制器还可以对高速主轴的运行状态进行实时监控和记录,为故障诊断和处理提供依据。第四,基于PLC数控机床电气控制系统可以实现自动化维护与保养。PLC控制器可以根据系统的运行状态和加工需求,对高速主轴和其他部件进行自动调整和保养,确保系统的长期稳定运行。同时,PLC控制器还可以对高速主轴的润滑、清洁、紧固等保养工作进行自动管理,提高系统的可靠性和使用寿命。

### 3.3 PCB数控机床电气控制分析

基于PLC数控机床电气控制系统的运作控制分析中,PCB数控机床电气控制是一个重要的方面。PCB是印制电路板的简称,它是电子设备中重要的组成部分,用于实现电子元件之间的连接和信号传输。在数控机床电气控制系统中,PCB发挥着重要的作用。(1)PLC可以通过输出信号直接控制PCB上的电子元件。例如,当PLC接收

到操作面板的启动信号时,可以向PCB输出启动指令,启动PCB上的电机驱动器等元件,从而驱动电机的运转<sup>[4]</sup>。

(2)PLC可以通过I/O接口与PCB进行信号传输和控制。例如,当PLC需要读取伺服电机的位置反馈信号时,可以通过I/O接口从PCB中读取相应的信号。同时,PLC也可以通过I/O接口向PCB输出控制信号,如速度指令等。

(3)PLC可以通过与PCB建立通信协议来进行控制。在这些通信协议中,PLC可以向伺服驱动器发送速度指令、位置指令等,同时也可以读取伺服驱动器的状态信息、故障信息等。(4)PLC还可以对PCB的工作状态进行实时监控,当出现故障时及时采取相应的处理措施。例如,当PCB出现短路、过流等故障时,PLC可以切断电源或采取其他相应的保护措施,避免故障扩大和设备损坏。同时,PLC还可以通过故障自诊断功能对自身的故障进行检测和处理。

### 结语

综上所述,基于PLC的数控机床电气自动化控制的设计可以提高加工效率和精度,同时也可以提高系统的稳定性和可靠性。然而,这种设计也存在一些问题,如设计复杂、调试难度大等。未来,随着技术的不断发展,相信基于PLC的数控机床电气自动化控制的设计会越来越成熟和普及。

### 参考文献

- [1]林彬锋.PLC技术在数控机床电气控制系统中的应用研究[J].数字技术与应用,2019,37(12):10-11.
- [2]沈华健.基于PLC的数控机床电气控制系统研究[J].科学技术创新,2019,(32):162-163.
- [3]熊建国.基于PLC的数控机床电气控制系统探讨[J].内蒙古煤炭经济,2019,(21):210.
- [4]徐永梅.数控机床电气控制系统的PLC设计[J].电子技术与软件工程,2019,(18):129-130.