

基于 PLC 的数控机床自动控制系统研究

陈柏杉

辽宁科技大学 辽宁鞍山 114051

摘要: PLC 是可编程控制器,由多个功能模块组成,在数控机床中的应用非常广泛。适当增减 PLC 的数量以及调整其内部编程可以实现对机床各种不同的控制。由于数控机床运行的车间通常环境不佳,尤其要面对复杂的电磁环境,在这种情况下,需要内部构件具有足够强大的抗干扰能力。PLC 就可以达到这样的效果,而且效率更高,能够让数控机床的操控更加精确。

关键词: PLC; 数控机床; 自动控制; 系统

Research on Automatic Control System of CNC Machine Tools Based on PLC

Baishan Chen

Liaoning University of Science and Technology Liaoning Anshan 114051

Abstract: PLC, or programmable logic controller, consists of multiple functional modules and is widely used in numerical control (NC) machine tools. By adjusting the quantity of PLCs and modifying their internal programming, various control requirements of machine tools can be achieved. As the workshop environment where NC machine tools operate is often unfavorable, especially in the presence of complex electromagnetic interference, it is crucial for internal components to possess strong anti-interference capabilities. PLCs can achieve this effect, providing higher efficiency and enabling more precise control of NC machine tools.

Keywords: PLC; Numerical control machine tools; Automatic control; system

引言

PLC 作为一种可编程装置,在自动化程度非常高的今天,已经成为了很多设备自动化的核心部件。在数控机床中应用 PLC 可以让机床的运行更加快速、精确,对于生产会产生非常大的推动。本文着重对给予 PLC 的数控机床自主控制系统进行设计,对硬件电路、配置进行分析,包括系统环境的设计以及控制单元的位置设计等。

一、PLC 数控机床自动控制系统的优势

1.1 可靠性高

对于数控机床来说,可靠性尤其重要。现如今,各行各业都在追求极致的生产效率,在使用机床生产时,寻找一种高效、精确又稳定的操控模式是必不可少的。PLC 正是在这种情况下应运而生的。PLC 数控机床的最大特点就是稳定性高、可靠性高。由于 PLC 内部使用了很多集成电路,这些电路之间相互协作,接收不同的信号,按照预设的规则进行处理,能够抵抗多种类型的干扰,尤其是电磁干扰的抵抗效果很好,这对于在复杂的电磁环境中使用的数控机床来说特别重要。经过多年的实践,PLC 数控机床自动控制系统的稳定性得到了广泛的认可,相较于过去的控制模式在故障率方面显著下降,而且对于有些故障可以做到第一时间自动检测、排除。

1.2 I/O 接口多样

PLC 数控机床自动控制系统的另一个显著优势就是接口多样。现如今,越来越多的企业在使用数控机床生产时,为了节约成本,都希望机床能够接受尽可能多类型的信号,对这些信号进行识别,然后加以处理,这样能够节约生产成本。而且,结合不同的作业现场,使用不同的 I/O 接口可以对不同的部件进行控制,包括继电器、接触器、限位开关、传感器等。因为这些构件的传输信号类型不同,要想实现这些构件的协同工作,必须要有一个集中识别、处理的单元,而 PLC 就能够很好地发挥这一作用。

1.3 模块化结构更加合理

PLC 数控机床自动控制系统对于许多模块都进行了模块化设计,以满足更加复杂的生产需要。借助机架,可以对不同模块进行连接,然后对功能进行拓展,这样一来,即可实现相应的功能需求,而且一旦某一模块出现故障,还可以快速进行替换,保持整个系统的良性运转。

二、PLC 选型

PLC 选型需要根据机床使用的实际需要确定类型,首先应当请确保 PLC 内置输入点足够,能够达到机床的相应操作要求。然后,再对输入输出的模块进行确定。这一过程需要考虑到信号传输的需求、反馈方式等。接下来,需要加装输出模块。PLC 电源也是选型需要考虑的一项因素,比如,合适的单元能够对交流电源进行整流、稳压等操作,

以便得到所需的电源参数,为 PLC 乃至整个系统的其他模块供给能量。本文探讨的电源单元型号为 CJ1W-PA205R。另外,这种电源内置 L G 接地端子,对于外界干扰具有非常强的抵抗能力,比如对于噪声干扰效果明显,对于脉冲干扰也有较好的对抗效果。最后,该结构需要各单元进行有效连接,在架构基础之上达到最佳的性能,才能发挥应有的效果。

三、核心处理器件的设计

3.1 CPU

CPU 的全称是中央处理器,是数控机床的核心构件。CPU 会按照特定的要求安排 PLC 去进行相应的工作,CPU 的主要任务就是接收外来的信号,然后按照特定的需求进行处理。有些信号需要存储,CPU 会将这些信号转入存储单元,以便后续使用。在接收用户输入的程序时,CPU 需要对程序进行检查,如果发现程序存在语法等方面的错误,就会发出警报,程序将不会执行。而且,技术人员可以在屏幕上看见错误的原因提示,以便采取针对性的措施对程序进行修正。CPU 会对问题程序中接收到的数据进行存储,缓存至指定单元,待程序调试通畅之后再运行。运行一旦完成,会发出特定信号传达给技术人员进行提示。信号输入输出完成之后,CPU 会转换成相应的状态,并对存储器中的内容进行复位,为下一次运行做好准备。本文使用到的控制器 CPU 单元型号为 CJ1M-CPU22,该 CPU 的优点主要有以下几点:

(1) 内置双轴脉冲输入输出:该 CPU 具有单相双轴高速计数器,并在其内部装备了四点中断输入,基于此,能够实现高速响应的控制。

(2) 梯形图形的加速和减速位置:基于该位置的各种位置可以实现特殊的命令。

(3) 专用指令组合:组合指令可以实现生产自动智能化。

(4) 处理速度快:这种 CPU 的响应速度很快,启动时间最短可达 $46\mu\text{s}$,而且接收的直流电流可以将数字信号转换成 PLC 可以处理的标准信号。在选用 CJ1W-ID231 这一型号的情况下,由于 CPU 内置输入点数量不够,不能达到相应的系统操作水平,所以需要对其进行扩展。经过扩展之后,输入点的数量增加,达到 32 个,而且规格为“DC24V, 6mh”,这样就可以满足绝大多数的自动机床控制系统的设计需要,而且还留有足够的接口以便后续扩展。而且,这种架构模式接通、断开频率下降,需要更长时间

进行响应,所以能够展现出更为稳定的运行状态。

3.2 位置控制单元

CJ1W-CPU22 具有两个输入、输出通道,由于输入通道和输出通道的数量限制,CJ1W-CPU22 的实际控制目标仅为两个轴。本文所研究的 PLC 自动化控制数控机床是三根轴控制的,这种型号的优势如下:

(1) 启动迅速:该型号的位置控制单元从指令发出到启动,时间仅需 2 毫秒。

(2) 数据传输迅速:借助多样化、智能化的 I/O 接口,可以读取更多类型的指令,并做出响应。

(3) 中断进给:在输入中断时,按照程序中要求的制定移动量,在发生位移之后能够立刻停止。

四、PLC 数控机床自动控制系统设计

4.1 伺服驱动电路设计

本文探讨的 PLC 数控机床自动控制系统需要三根轴对机床进行控制,所以针对不同的轴,需要配备不同的伺服驱动,而且驱动的设计也会存在差异。一般情况下,伺服驱动器需要根据轴的具体情况对参数进行调整,这些参数包括位置、速度、力矩等。伺服系统中包括横向位移的工作台(X轴)、纵向位移的工作台(Y轴)以及主轴(Z轴)。三根轴之间进行协同,对程序的指令做出响应,才能达到操控的效果。不同轴对应的驱动负载也不同,对应的转动惯量也存在差异。所以,为了让操控更为高效、精确,需要针对具体情况选择电机和驱动器。

对于主轴来说,电机的电压为恒定的三相 20V,其驱动器电源接线端子和三相 200V 电压相接。控制电源需要对接的接线端子需要严格按照规定接入 200V 电压,且必须为交流电。主轴的丝杠位在驱动器的下方,丝杠的作用是带动滑枕产生位移,另一端的阴极板的作用是固定阴极,保证阴极的稳定。这样系统在运转起来之后,工件装夹和对刀就会开始加工,按照程序要求开始切割。需要注意的是,要确保伺服电机能够匀速带动,保障进给速度,这样能够完成匀速加工。

4.2 软件设计

在相应的硬件基础之上,还要设计软件。软件的作用是让操作更加简单,同时能够通过更为亲和的 UI 界面来实现更为复杂的功能。由于本文研究的驱动器有三根轴,每根轴的驱动器都是 A4 系列,所以,相应的软件设计比过去两根轴的驱动器要更为复杂。本文探讨的 X 轴驱动器型号为 MBDDT2210-B, Y 轴驱动器型号为 MCDT3250-C,

主轴驱动器型号为 MDDDT5540-D。结合机床使用的实际需求,对各轴驱动器进行参数设置。X、Y 轴伺服系统主要的作用是对工作台进行横向、纵向移动,主轴伺服系统主要是对主轴进行操作。

4.3 三轴机床控制系统应用程序设计

(1) 系统程序总体设计

本文研究的数控机床需要具备多种功能,除了自动加工之外,还需要具备手动加工功能,而且在操作机床的过程中,一旦出现故障,还要实现自动警报。不同类型的功能对于程序设计的需求是不同的,要想让这些功能都能够按照需求发挥作用,需要对程序进行科学、精细的设计。目前常用的程序设计模式是模块化设计,在将这些功能划归成不同模块之后,在模块内部进行程序设计,然后通过接口让模块之间形成互联,在确保接口类型对应的情况下,通常能够实现信号传输。在很多情况下,模块一级的程序下面还需要有子程序,子程序通常用来对模块内部一些特殊情况作出响应,比如当模块内部数据出现错误时,可以通过对应模块的警报程序作出回应,提醒技术人员出现的相关问题。虽然是模块化的程序设计,但是为了保证模块之间的协同统一,能够作为一个系统良好运行,必须要考虑到数据流的通畅性。数据在模块之间通过 I/O 接口进行传输,根据数据的不同类型以及不同的处理需求,按照流程传输到不同模块之中进行处理,最后按照处理结果完成相应的机床操作。所以,程序总体设计要避免数据“有来无回”,要确保数据进入之后能够经过处理得出相应的结果,以便技术人员直观接受。除此之外,还要避免数据进入系统之后产生死循环,因为死循环会消耗电能,长时间在系统中循环的数据会造成能量损失,严重情况下会出现设备发热、过载等问题,还有可能伤害到使用人员。

(2) 快动点动程序设计

本文提及的程序设计需要根据三根轴的机床来进行,要求 X、Y 和 Z 轴都可以直线运动。在实际操作的过程中,在位移量偏大的情况下,可以选择快速进给;在位移量偏小的情况下,可以根据实际情况调整进给速度。快动点动设计较为复杂,需要考虑到程序某些部分之间需要互锁。另外,快动点动设计要求系统使用触摸屏上的按钮,需要对 UI 进行优化,让技术人员能够更为直接地对操作以及反馈信号做出响应。而且,有些车间需要一台操作站对大量机床进行控制,这就要求系统兼备统一控制和互锁保护的功能,这样一旦某台机床出现问题,程序可以将这一台

机床从整体中分离出来,在保持其他机床正常运转的情况下,停止故障机床的运行。

对于触摸屏来说,在很多情况下需要技术人员操作触摸屏进行快进,在三根轴中的任意一根轴转动时,快退、点进、电退功能都会被锁死,只保留快进功能可以使用。这样能够有效避免技术人员误操作产生的问题,能够更大限度地保障电机正常运转,保障人员安全。需要注意的是,限位开关的常闭触点需要设置在限位开关发出指令之前的位置,这时,当某一根轴的运动达到极限时,限位开关可以发出信号,将触电断开,阻止脉冲信号继续传输。

五、结束语

我国经济快速发展,各行各业的生产力都实现了飞跃。对于数控机床来说,自动化控制也越来越普遍。尤其基于 PLC 的自动化控制得到了广泛应用,不仅提升了生产效率,而且避免了很多情况下人工操作可能产生故障或者伤害的风险,让生产更加有序,成本更低。PLC 根据编程能够实现多个不同模块的控制,以此来达到驱动不同轴,进而操作机床运转的效果。本文探讨了基于 PLC 的数控机床自动控制系统设计方面的问题,提出了一些值得注意的点,希望相关人员能够积极参考,结合数控机床的实际使用需求,在程序、系统设计的过程中更加精进,避免程序冗余,提升系统的可靠性和运行效率。

参考文献:

- [1]姜长江.PLC 控制在数控机床维修中的应用研究[J].农业工程与装备, 2022, 49(06): 35-37.
- [2]王志亮.基于 PLC 与自诊断技术的数控机床故障诊断研究[J].造纸装备及材料, 2022, 51(12): 102-104.
- [3]胡丞熙.基于 PLC 技术的高精度数控机床加工轨迹控制方法 [J]. 数字技术与应用, 2022, 40(11):43-45+57.DOI:10.19695/j.cnki.cn12-1369.2022.11.14.
- [4]李秀兰.“机床电气控制与 PLC”课程教学改革探索——以数控技术专业为例[J].轻工科技, 2022, 38(05): 150-152.
- [5]刘晓玲.基于 PLC 与自诊断技术的数控机床故障诊断探究 [J]. 科技创新与应用, 2022, 12(25): 32-35.DOI:10.19981/j.CN23-1581/G3.2022.25.008.
- [6]陈俊.PLC 机电一体化技术在数控机床中的应用研究 [J]. 现代制造技术与装备, 2022, 58(06): 199-201.DOI:10.16107/j.cnki.mmte.2022.0374.