

分布式电火花线切割机床控制系统研制

胡军

(泰州市产品质量监督检验院 江苏 泰州 225300)

摘要:近年来,我国电加工行业得到了长足发展,作为电加工行业中比较重要的设备之一,电火花线切割机床受到了广泛关注。但在时代不断变化的大背景下,电加工行业机遇与挑战并存。只有不断地创新和提升,提高切割机床的智能化和自动化控制程度,才能更好地满足时代的要求。为了有效解决上述问题,本文针对分布式电火花线切割机床控制系统的研制进行了研究,分析了分布式电火花线切割机床控制系统的系统结构和控制原理,并对机床控制模块的设计和上位软件的设计进行了相应探讨,希望能够对分布式电火花线切割机床控制系统的研制提供帮助和借鉴。

关键词:分布式电火花;线切割机床;控制系统;系统研发

0 引言

近年来,随着智能化技术和自动化控制技术的兴起和普及,建立在个人计算机基础上的线切割控制系统已经得到了普遍的应用和认可,尤其是在高速走丝线切割机床中的应用已经较为成熟。与传统的单片机线切割控制系统比较,该系统的优势主要在于可以将线切割自动变成和加工控制有机结合,形成一体化工作系统,不但能够极大程度上丰富系统的功能,提升控制系统的效率,而且通过采用图形交互式的人机界面,还能有效地改善系统的机械性,促使系统更加智能化地进行控制和服务,是线切割控制系统未来一段时间内的主要发展方向。

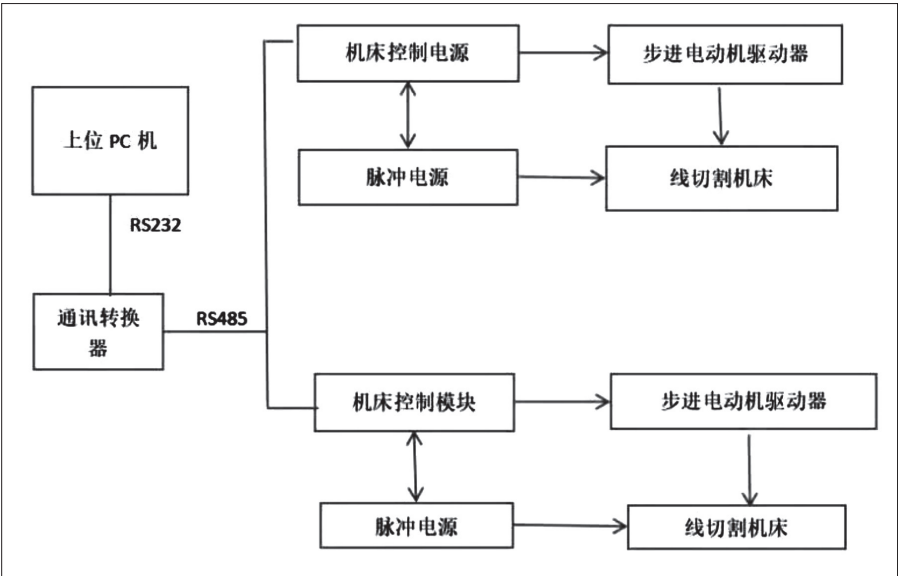
由于该控制系统在运行及工作过程中,需要配备并使用个人计算机或者工业计算机,而且还需要很多特殊的部件,如拓展控制板、电子盘和光耦接口板等,为了能够配备这些部件,确保控制系统的正常使用和运行,很容易导致成本激增,但高速走丝线切割机床在同产品群中主要以物美价廉为竞争优势并占据有利市场地位,所以限制了该系统的进一步推广和使用。

针对上述问题,本文提出了一种新型的、采用分布式结构进行工作的电火花线切割控制系统,可以在使用一台计算机的情况下,完成多台机床的控制,其特点是成本低、性能高,图 1 分布式电火花线切割机床控制系统的结构框图

具有极大的实用价值。

1 系统结构与工作原理

分布式电火花线切割机床控制系统是由多个部分共同组成的一个智能化自动控制系统,具体包括个人 PC 计算机、RS232/485 转换器和步进电动机驱动模块等(图 1)。本系统中使用的个人计算机具有强大的数据处理和运算能力,而且具有较为丰富的系统资源,计算机的主要工作内容是通过日常程序运行完成人机之间的交互对话,并针对运行过程中涉及的所有的数据进行分析、处理和运算,输入或者储存数控代码,并显示相应的加工信息,进行图形的缩放和间隙的补偿等工作。一般来说,上位计算机可以通过 RS232 转换器的



串行口, 经过通讯转换器进行转换后, 成功地与下位数控机床的所在模块有机地充分连接在一起, 而且可以外部输入的数控代码和其他各种类型的加工控制指令, 可以由上位计算机在经过预处理工作之后, 经过严格的程序控制准确传输到下位机床控制模块之中, 顺利完成指令的下达和完成。

作为控制系统的构成前提和重要基础, 机床控制部分主要采用的核心控制方式是“单片机控制”, 这种控制方法的主要工作方法是在上位机的控制指令成功下达并被接收之后, 可以通过对步进电动机驱动器和脉冲电源进行控制, 可以完成一系列对时间要求和靠谱程度比较高的操作。与此同时, 机床控制部分可以将当前已经产生并录入的加工位置和放电间隙状态等信息传输到计算机中, 经过计算机的处理, 可以以图形或者表格等多种形式呈现出处理好的加工信息。

虽然说机床控制部分只是控制系统的一个组成部分, 但是该部分可以进行独立的工作, 哪怕是在上位计算机停止进行工作的特殊情况下, 机床控制部分仍然可以按照事先设定好的指令程序进行独立运行, 并进行机床控制加工, 为系统工作的稳定性提供了极大程度的保障。正因为机床控制部分可靠性和稳定性的提升, 导致在上位计算机运算控制系统出现问题或故障时也不会对生产程序的正常进行造成什么影响, 所以可以使用个人计算机来替代工业计算机, 自然而然地降低了系统成本。使用通讯转换器可以完成不同接口之间的信号转换工作, 而且通过 RS485 转换器的使用, 可以将多个机床控制模块有机连接在一起, 并可以在通讯转换器工作之后, 成功连接到个人计算机的 RS232 接口处, 而且各个控制部分可以通过开关进行不同的地址标识设置, 来实现彼此之间的互相区别与认知, 上位计算机就可以通过不同地址之间的选择和寻找, 来实现不同区域空置部分的单独访问和控制工作, 实现通过一台上位计算机完成对多个控制模块, 即多台线切割机床的有效控制, 能够利用有限的成本极大程度上提高工作效率, 与传统的控制系统相比具有极大的优越性。

2 机床控制模块的设计

机床控制模块主要是采用单片机进行控制, 主要由

放电间隙状态检测电路、步进电机的驱动、自动断电保护控制、FLASH 储存器拓展电路和 RAM 拓展电路等组成 (图 2)。

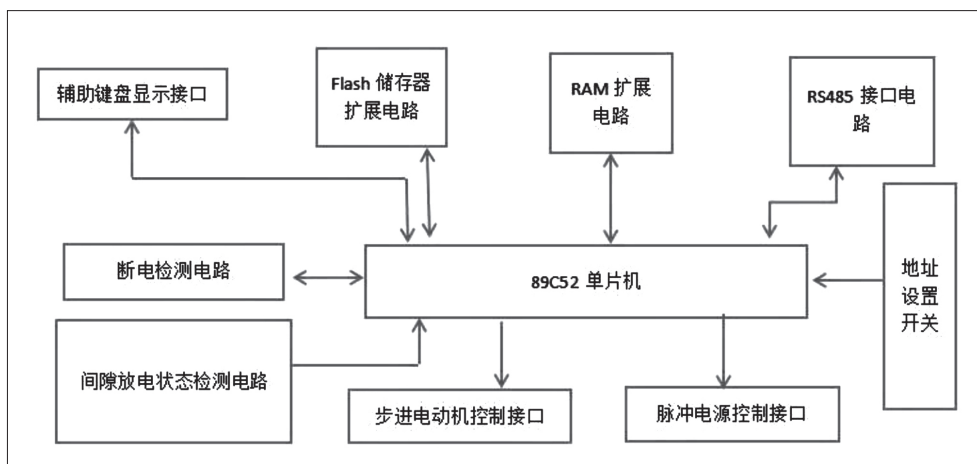


图2 机床控制模块的硬件组成图

2.1 步进电机的驱动

机床控制模块可以通过步进电动机控制接口和步进电动机驱动器之间的相互连接, 通过输出信号的不同达到对步进电动机进行控制的目的, 不同的进给脉冲和方向控制信号对步进电动机的控制方向和效果是不同的。在放电间隙状态时对电路进行检测, 需要将峰值平均电压检测和短路检测两种检测方法有机结合并且同时采用。另外, 在加工工作开始之后, 机床的控制模块应该有规律地从储存器中将数控代码逐条取出。而且在放电间隙状态对电路进行检测时, 当电路每进行一次脉冲信号的输出, 控制系统就需要根据信号的输出进行一次相应的插补运算, 并根据运算的具体结果再向步进电机的驱动器进行同一个控制信号的反馈和传达; 同样地, 如果电路发出的是短路回退信号的时候, 就需要控制系统进行反向插补, 促使驱动器能够实现快速回退, 直到短路回退信号消失。

2.2 自动断电保护控制

由于分布式电火花线切割机床控制系统需要使用电力资源进行工作, 所以在工作过程中不可避免地会遇到因为断电而中断工作的情况, 但是电路突然切断对于机床本身和控制系统来说都会造成不可逆的恶劣伤害, 对经济效益和社会效益产生较大的影响, 因此为了尽可能地减少断电造成的伤害, 势必要对机床控制使用的加工现场出现非正常断电情况进行有效的保护。比如, 应该设计备用电池, 在切割机床正常工作的过程中不开启备用电池的启用, 在预设电路突然终端的第一时间进行备用电池的切换和接续, 而且为了尽可能地减少电池的消耗, 备用电池应该制度则单片机控制器的供电,

目的是保证加工现场的数据信息的完整和安全,以便于在再次接入电源时能够继续进行上次未完成的工作。断电检测电路就是为了进行上述工作而进行设计的,该设置主要利用两个二极管对交流电进行全波整流,在经过稳压和滤波等一系列操作流程之后可以接入 89C52 的外部中断 INTO。

因为在进行滤波工作时,该电路滤波的时间常数与主电路的滤波常数相比来说要小很多,所以在发生断电时该电路能够迅速地转为低电并产生电路的终端,然而主电源在这个时候由于滤波还保持在一个相对较高的数值上,可以进行控制系统额定所需电压的维持和使用,所以在对服务程序进行中断处理的过程中,还可以通过机床控制系统成功地将当时加工现场的数据和断电标识完整地保存在 FLASH 储存器当中,不会产生数据的遗漏或者丢失,进而对下次接入电源之后的继续生产造成影响。因此,在重新接入电源之后,当系统运行起来并自动识别到上次保存的断电标识时,能够迅速地从 FLASH 储存器中将上次出现断电情况时自动保存的加工现场的数据找出并进行读取工作,在完成读取和恢复之后进行继续加工和生产。

3 上位软件的设计

分布式电火花线切割机床控制系统上位软件的设计采用的是 VISUAL BASIC 语言,这个软件的运行和使用过程中有严格的程序安排,而且在流程进展中包括多个功能板块,如数据、程序的输入及预处理、参数调节和系统设置等。而且为了能够尽可能方便用户的操作,减少操作过程中遇到的阻碍,上位软件在设计过程中使用了单窗体界面,而且通过使用 FRAME 空间可以将上述的各种功能模块进行简单分组,并形成对应系统,在想要进行单独模块的使用时,可以直接进行相应模块的选择,就会显示该模块的内容和信息。接下来,针对其中几种功能模块进行简要的介绍。

首先,程序输入模块的主要功能在于能够完成待加工零件的数控代码的简单处理,比如输入、整理、修改、储存和输出等,使用本模块进行工作时,可以直接通过文本输入框进行数控代码的输入工作,也可以打开事先准备好的文本文件并进行读取,随即由其他程序自动生成数控代码或者进行编辑和整理,而且数控代码可以由操作人员自行选择下载路径,既可以直接保存到下位的机床控制模块中,也可以在磁盘上进行储存,留待下次需要时进行使用。而且为了尽可能地减少使用者的时间和精力投入,程序输入模块的设计提供了极大的便利性,比如在本模块中涉及了一个页面键盘,

使用者可以使用鼠标敲击的方式进行键入和程序输入。

其次,加工控制模块的主要功能是在线切割加工过程中进行控制并提供信息的显示。在本模块进行工作的过程中可以进行两种类型的控制,也就是点动控制和定步数进给控制。不但能够按照事先设置的速度进行机床的加工控制,而且还可以进行如单段加工、模拟加工等多种加工模式与功能,而且在加工过程中还能够很直观地观察加工情况,不但能够按照预先设定的程序内容显示出正在进行加工的程序段和相对坐标值,而且还能够显示出给进速度,将正在进行加工的工件的整体状态和当前所处的加工位置以图形的形式进行显示,以直观的方式反馈给操作者。

再次,除了上述两种模块之外,还有一个模块叫做通讯模块,这个模块的主要功能就是联结尚未计算机和下位控制模块之间的沟通,包括指令发出与下达、接收与反馈等内容。因为在整个通讯系统模块中,上位计算机处于主动地位,当操作者要进行操作时就可以通过上位计算机进行指令的编写与下达,这个指令中需要包括很多方面的内容,比如起始字符、命令参数和结束字符等,在下位控制模块接收到上位计算机传达的指令之后,需要根据实际情况将指令中传达的信息地址与自身相比较,如果一致就可以进行指令的执行,如果不一致就需要进行反馈工作,将不一致的结果向上位反馈给计算机。为了能够进行有效且高效的通讯,并充分保证数据通讯的稳定性,需要对通讯数据发送格式、方式和程序进行严格的规定,比如数据帧格式、校验方式等,只有严格按照设定好的内容形式进行数据通讯传输,才能确保本模块能够发挥应有的作用。

最后,还有除了上述三大模块之外的几个模块,比如预处理模块、脉冲参数模块和系统设置模块等。预处理模块,顾名思义是主要用来进行一些预处理工作的,包括图形缩放、过渡圆弧自动生成等工作。脉冲参数模块则是用于设置脉冲电源参数的模块,系统设置模块就是用预设值系统参数的模块,在此不再多做介绍。

4 结语

本文介绍的分布式电火花线切割机床控制系统的研制内容,主要包括机床控制模块中的设计和上位软件的设计,使用本控制系统进行工作,不但能够通过一台计算机完成多台数控机床的控制,极大地降低了系统的支出成本,而且经过初步的试验和研究,可得出如下结论:与传统控制系统相比,本控制系统可使用的功能设计较为全面,人机交互设计界面清晰明朗,便于操作,而且系统工作稳定性较强,极少出现工作失误或控

制失灵的情况,另外,分布式电火花线切割机床控制系统的性能较高,性价比也较高,具有极大的推广价值,在未来的电加工业中,尤其是高速走丝线切割机床的优化和升级中能够发挥较大的作用,使用前景十分明朗。

参考文献:

- [1] 邹逸君,汤维磊,蔡宇,等.一种基于物联网的电火花线切割机床远程监控管理授权系统[J].电加工与模具,2018(01):17-19+29.
- [2] 黎毅锋,刘智,刘俊,等.基于电火花线切割工艺的发动机连杆裂解槽加工技术综述[J].制造技术与机床,2021(08):108-112.
- [3] 吴国兴,张保全,陈以祥,等.第二十届中国国际模具技术和设备展览会模具制造装备评述[J].电加工与模具,2021(02):15-21.
- [4] 潘伯郁.往复走丝电火花线切割机床智能自适应采样控制系统和纳秒级高频电源的研发及应用[J].电加工与模具,2020(06):25-28.
- [5] 聂成艳,王应,吴悦,等.转型期电加工机床市场

的嬗变与出路——来自企业的思考与展望[J].电加工与模具,2019(S1):1-18.

- [6] 彭世康,杜轩宇,刘桂贤,等.双槽电火花线切割机床电气系统研制及工艺研究[J].中国科技论文,2017,12(22):2585-2590.
- [7] 马晓欣,王新明,刘丽娟,等.利用数控电火花线切割机床和车床加工带凸台齿轮的工艺分析[J].时代农机,2017,44(05):121+151.
- [8] 叶军,陈德忠,肖荣诗,等.第十四届中国国际机床展览会特种加工机床评述[J].电加工与模具,2015(04):1-12.
- [9] 黎毅锋,刘智,刘俊,等.基于分时模糊控制法的单丝双连杆应力槽线切割加工控制研究[J].控制工程,2022(03):1-7.
- [10] 吴国兴,肖荣诗,林峰,等.第十七届中国国际机床展览会特种加工机床评述[J].电加工与模具,2021(03):6-18.
- [11] CIMA 2021 特种加工机床评述专家组.第十七届中国国际机床展览会特种加工机床评述[J].世界制造技术与装备市场,2021(03):52-63.

(上接第 36 页)

I 级合格。经射线检验合格后,还应通过耐压试验、气密性试验、泄漏性试验以确保焊接接头质量。

3.7 缺陷焊缝的返修

对于 Ti35 合金制管道射线检验不合格的焊缝,应按相关标准规范制定《Ti35 合金焊缝返修和补焊管理规定》,严格根据规定进行返修工作。通过射线底片缺陷状态,分析其产生的原因,由责任焊接工程师出具详细具体的返修方案。返修方案中应明确返修过程中的质量控制要点,方案报焊接负责人、技术总工程师审批通过后实施,操作人员应严格遵守返修方案要求进行返修作业。

返修过程中,应对每层焊缝进行液体渗透检验,通过渗透、清洗、显像、观察 4 个步骤检查焊缝表面,焊接工程师和无损检验人员对返修焊缝进行互检合格后,再进行下层焊缝的作业,直至返修完成并通过射线检验,从而确保返修焊缝的质量。

4 结语

Ti35 合金焊接通过改进、创新新型焊接保护工装,

具有无损检测合格率高、焊接效率高、焊缝力学性能好的优点。液氩制冷盒能有效控制 Ti35 合金管道焊接时焊缝及热影响区的温升,在提高焊接过程中氩气的保护效果同时,有效降低了焊接接头的氢元素含量,降低裂纹产生的风险。

通过焊接工程师加强 Ti35 合金焊接技术交底工作,制定可靠的质量控制及预防措施,在焊口组对、焊接过程中的各个环节,对 Ti35 合金管道的焊接质量进行层层把控。焊接人员严格按焊接作业指导书规定要求执行作业,选择可靠、合理的焊接工艺参数,在焊接过程中防范可能出现的质量问题。同时,专业质量检验人员采用科学的质量控制方法,通过焊接过程中自检、互检、专检的“三检制”方式,以及无损检测交叉并用的检查方法,提高 Ti35 合金材料的焊接接头质量。

参考文献:

- [1] 吴武华.核燃料化学工艺学[M].北京:原子能出版社,1989.