

自动 CNC 精车活塞椭圆专机控制系统的研制

山东日照双港机械电子有限公司 (276826) 滕玉军

活塞是发动机的关键零件,是发动机的“心脏”,活塞的质量好坏直接影响着发动机的性能。山东日照双港机械电子有限公司是一家能直接与柴油机厂家配套的生产活塞的专业公司,为了与国内大的柴油机厂家配套,同时也能降低活塞制造成本,由活塞生产厂家自行研制加工关键工艺设备势在必行。经过一年的奋战,自动 CNC 精车活塞椭圆专用机床终于研制完毕,与 2002 年正式投入生产。图 1 为此机床的示意图。

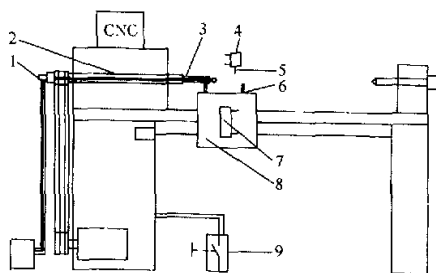


图 1

1. 油缸 2. 主轴 3. 靠模体 4. 电磁铁
5. 6. 刀具 7. 气缸 8. 立体靠模 9. 脚踏开关

(1) 功能程序检测方法 将数控机床的常用功能和特殊功能,编制一个功能程序测试纸带,通过纸带阅读机送入系统中,然后启动系统进行运行,借以检查机床执行这些功能的准确性和可靠性,判断出故障发生的可能起源。本方法对于长期闲置的数控机床第一次开机时检查以及机床加工造成废品但又无报警,一时难以确定是编程错误还是机床故障时的判断,是一种较好的方法。

(2) 交换法 在分析故障的大体原因时,维修人员利用备用的印制线路板、模板、集成电路芯片或元器件代替有疑问的部分,从而把故障范围缩小到印制线路板或芯片方面。它实际上也是在验证分析的正确性。

(3) 参数检查法 当机床长期闲置,工作时无缘无故地出现不正常现象或有故障不报警时,就应根据故障特征,检查和校对有关参数。经过长期运

1. 机床工作原理

活塞加工的特点是批量大,加工要求高,生产节拍快,自动化程度高,加工稳定性要好。活塞的椭圆加工是整个活塞加工工序中特别关键的工序,加工的好坏直接影响着整个发动机的性能。针对这些特点,本课题设计了如图 1 所示的自动 CNC 精车椭圆专用机床。其工作原理如下:机床启动后,踩脚踏开关,将工件放在主轴靠模体 3 上,松开脚踏开关,油缸 1 可实现自动定位夹紧,十分方便,接着便开始工作循环。为了加工椭圆这样复杂的形线,公司研制了立体靠模刀架这种专利产品。立体靠模刀架上安装着气缸,气缸的伸缩带动着刀架上的刀具实现出刀与让刀动作。加工时,气缸活塞杆伸出,刀具出刀,在数控系统的控制下实现 Z 轴的走刀,从而完成切削椭圆的动作。为了提高产品表面加工质量,延长刀具的寿命,在工作台的另一侧安装了一把粗车刀,采用电磁铁作为出刀、让刀的动力元件,使整个机床的大部分动作实现了自动化。加工结束后踩下脚踏开关,便可自动取下活塞。

行的数控机床,由于其机械传动部分磨损,电器元器件性能变化等原因产生的故障,则应对其有关参数进行检验、调整。这些故障都是属于软故障范围。

(4) 敲击法 当 CNC 系统出现故障表现为若有若无时,往往可用敲击法来检查出故障的所在部位。这是由于 CNC 系统是由多块印制线路板组成,每块板上又有许多焊点,板间或模块间又通过插件件及电缆相连。因此,任何虚焊或接触不良都可能引起故障。

德国恩格哈公司是世界知名的数控专业公司,数控系统故障的维修方面积累了丰富的经验,除了以上常用的方法外,还有拔板法、开环检测法等。这些方法各有特点,按照不同的故障现象,可以同时选择几种方法灵活运用,对故障进行综合分析,逐步缩小故障范围,达到对故障问题的处理。

(收稿日期:20030725)

2. 控制系统的硬件设计

专机的控制系统在硬件上主要由电气自动控制系统、液压控制系统、气压控制系统组成。其中电气控制系统主要由数控系统、伺服系统及强电电路组成,是机床的控制中枢,其原理框图如图2所示:

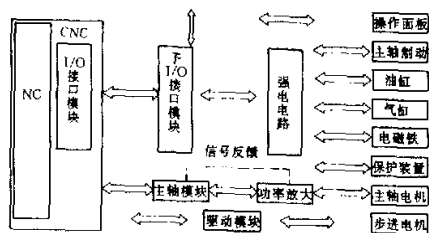


图 2

数控和伺服系统采用了合肥大林数控设备厂的CNC2000液晶显示车床数控系统。根据加工要求采用了一个主轴电机和一个混合式步进电机,分别驱动主轴运转和Z轴进给。主轴电机是由主轴模块控制,经过功率放大装置,可控制主轴的正反转,在主轴每次发出停止转动指令(M05)后,都会发出制动指令(M10),经过强电电路转换,使主轴进行能耗制动,能在3s内将转速1700r/min的主轴停止运转,极大地提高了生产效率。

Z轴混和式步进电机由伺服驱动模块控制。在每次由起点开始进给前,数控系统都会发出一个指令(M60),去控制电磁铁和气动换向阀的线圈,使粗车刀伸出立体靠模刀架压下,作好切削准备。每次切削完毕,Z轴进给达到设计的行程后,数控系统会发出指令(M70),使这两个装置断电,作好回刀准备。这样就可以省去了X轴的步进电机和相应的装置,降低了费用,节约了成本。

3. 控制系统的软件设计

控制系统的软件设计包括NC程序设计。NC系统程序由CNC生产厂家提供,NC程序这里指的是根据零件设计和工艺要求而编制的加工程序。为了生产的安全,NC还增加了主轴运转、停止的反馈系统,只有当主轴运转的反馈信号传到数控系统时,NC才会发出Z轴的进给走刀指令(G00、G01),只有当主轴停止的反馈信号传到数控时,NC才会发出主轴制动指令(M10)。下面通过对自动加工流程分析来讨论如何编制NC椭圆加工程序,程序流程如图3所示:

流程中除踩脚踏开关外,其他所有动作均由

NC控制完成。每次启动机床,在加工程序执行前,应使进给轴返回参考点,使控制器与机床同步,因为机床采用相对测量方式。

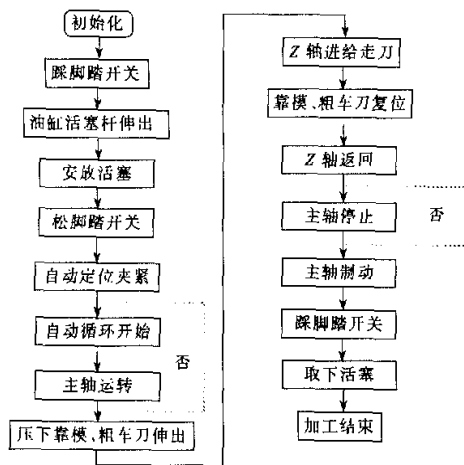


图 3

从程序的实现形式上看,NC程序的G代码主要用于控制走刀轨迹,S代码控制主轴转速,M代码则是控制系统的主要辅助功能。它分为两类:一类由系统设定,可直接使用而不用编程,如程序中的指令M03(主轴启动)、M05(主轴停止);另一类由开发人员自己定义,如靠模刀架的压下、粗车刀的伸出由M60实现,靠模刀架粗车刀的复位由M70实现,主轴制动由M10实现。

4. 提高系统可靠性的措施

控制系统中除了能准确完成加工活塞所要求的基本控制任务,其运行的稳定性也直接决定它的实用价值,这在大批量、全自动、快节拍的活塞生产中尤其突出。为此在设计上采用软件和硬件相结合来限制Z轴进给行程,采用程序指令编制和继电器互锁这种双保险措施来控制主轴运行与制动,主轴运转与Z轴进给还采用了反馈信号来实现先后顺序动作。在控制元件的选购上,凡是质量不过关的器件一律不用,实践证明这些方法是行之有效的。

整台机床控制系统将机、电、液、气以及数控技术有机地结合起来,实现了精车椭圆工序的自动化。该机床在山东日照双港机械电子有限公司已投入生产,经过半年的实际生产考核,机床性能稳定,各项性能指标达到了设计要求,每只活塞所用的加工时间小于50s,性能价格比优于国内同类机床。

(收稿日期:20030319)