

文章编号:1000-582X(2007)01-0018-04

# 单片机在磁电机在线检测与加工设备中的应用\*

舒红宇, 黄伟, 赵海, 郑国章

(重庆大学 机械工程学院汽车系, 重庆 400030)

**摘要:**在论述汽车摩托车零部件在线检测与加工设备发展的基础上,阐述了摩托车磁电机在线检测与加工一体化设备具体功能和要求,并结合 C8051F020 单片机的性能特点提出了其在线检测与加工一体化设备软硬件设计的相关解决方案.该设备已经制造出样机并通过对实际磁电机的在线检测,验证了所提出的解决方案及开发的一体化设备的实际效果,实际使用表明该一体化设备工作稳定、性能可靠,具有极高的推广应用价值.

**关键词:**单片机;汽车;摩托车;零部件;在线检测

**中图分类号:**TP274

**文献标识码:**A

由于汽摩零部件制造的大批量、流水作业等特点,如进行离线检测,必将浪费制造加工的时间及工序的连贯性,因而在线检测成为必然的发展趋势.由于在线检测技术在实际生产中有相当大的实用价值和效益,同时由于光机电技术的迅速发展,所以近年来国际上在线检测技术得到了迅速的发展.

中国在线检测技术虽起步较晚,但在汽车行业中发展很快.国家科委推行计算机集成制造系统(CIMS),被称之为 21 世纪占主导地位的新型生产模式,而在这种 CIMS 系统中,从产品的订货开始,通过 CAD、CAM、CAPP 等系统处理,直到产品供应,整个过程中均可见到在线检测技术的应用.同时,CIMS 的应用离不开制造现场设备的数字化.近年来,计算机技术的发展与应用推动着汽车摩托车零部件的制造与管理模式的变革,现代检测设备不断向高度自动化、嵌入化、高性能、网络化方向发展<sup>[1]</sup>.而单片机及其应用技术在这场变革中发挥了极其重要的作用.笔者结合摩托车磁电机在线检测与加工一体化设备的开发实例,探讨了 C8051F020 单片机技术在汽车零部件在线检测与加工一体化设备应用中的问题及其解决方案.

## 1 磁电机在线检测与加工一体化设备的功能要求及控制方案

摩托车磁电机在线检测与加工一体化设备的整体

控制框图如图 1 所示,下面结合这个框图简要阐述该设备的工作原理.

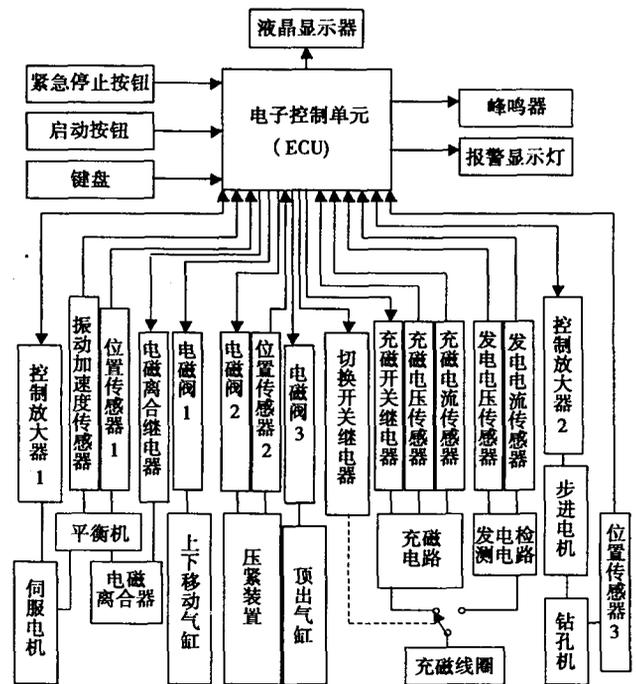


图 1 摩托车磁电机在线检测与加工一体化设备的整体控制框图

首先,操作人员预先通过键盘设置、标定待测校正的磁电机的性能检测和加工参数及规格值,并保存在

\* 收稿日期:2006-09-12

作者简介:舒红宇(1963-),男,工学博士,副教授,主要从事汽车电子技术、车辆系统动力学等研究,电话(Tel.):023-65103568;E-mail:shy@cme.cqu.edu.cn.

ECU(其中包含计算机芯片)中.一般地,同一类型的磁电机的性能检测和加工参数及规格值只需设置和标定一次.使用时,操作人员将待测校正的磁电机装入锥套中后按下启动按钮,以后的检测加工过程将由电子控制单元 ECU 自动控制完成.

第1步:通过控制放大器1控制伺服电机旋转,使平衡机在设定转速下运转,然后 ECU 根据平衡机的振动加速度传感器和位置传感器1的信号计算推定出待测磁电机的不平衡量大小和位置,并通过液晶显示器显示出来.

第2步:控制电磁阀1使上下移动气缸下移,同时控制电磁阀2打开气压推动压紧装置的压紧头压在磁电机连轴套端面上,同时根据位置传感器2的信号判断压紧装置是否到位,若未到位将通过蜂鸣器或报警显示灯提示操作人员.若到位,将继续执行下一步.

第3步:将根据第1步计算推定出待测磁电机的不平衡量大小和位置<sup>[2]</sup>,通过控制放大器1控制伺服电机进而使磁电机旋转停止在设定位置,然后通过电磁离合继电器控制电磁离合器将平衡机中心轴与轴箱抱紧而不松动.

第4步:通过控制放大器2控制步进电机推进钻孔机钻头前进对磁电机外壁钻孔,同时通过位置传感器感知钻孔深度是否到位,到位后,ECU通过控制放大器2控制步进电机使钻孔机钻头后退到设定位置,然后通过电磁离合继电器控制电磁离合器将平衡机中心轴与轴箱分离而可转动;根据第一步计算推定出待测磁电机的不平衡量大小而需要对磁电机外壁钻多个孔时,将重复第3和4步即可,使待测磁电机不平衡量达到规定的范围内<sup>[3]</sup>.

第5步:通过切换开关继电器将充磁线圈连接到充磁电路,并通过充磁电压传感器信号判断充磁电路的充磁电压达到所设定电压后,通过充电开关继电器控制充磁电路,再通过充磁线圈对磁电机壳体中的铁氧体进行充磁,此时将通过充磁电流传感器监测充磁线圈中的充磁电流的大小.

第6步:通过切换开关继电器将充磁线圈连接到发电电路,然后通过控制放大器1控制伺服电机旋转,使平衡机在设定转速下运转,然后 ECU 根据发电电压传感器和发电电流传感器的信号计算检查待测磁电机壳体中的铁氧体的已充磁的强度是否达到规定值,并通过液晶显示器显示出来.若未达到将重新设定充磁电压,然后重复第5步和第6步,若达到规定值,则继续进行下一步.

第7步:控制电磁阀1使上下移动气缸上移,同时

控制电磁阀2断开气压,松开压紧装置的压紧头.

第8步:控制电磁阀3使顶出气缸上移,将磁电机顶出锥套.

第9步:通过显示器或蜂鸣器告知操作人员,检测校正及充磁检测完毕.若检测加工途中作业人员发现异常,可以通过紧急停止按钮中断上述 ECU 的自动控制,以保证安全.

## 2 C8051F020 单片机性能特点

汽车摩托车零部件在线检测与加工不仅需要芯片具有强大的数据处理能力,而且还需要芯片具有丰富的控制和通信接口.美国 Cygnal 公司生产的 C8051F020 系列芯片<sup>[4]</sup>就非常符合这个要求:1)它采用 Cygnal 公司的专利 CIP-51 微处理器内核,在提升 8051 速度上采取了新的途径,对指令运行实行流水作业,在这种模式中,指令以时钟周期为运行单位.2)拥有非常丰富的 IO 口线,控制功能非常强大.

然而更为可观的是, C8051F020 不但执行速度大幅提高,还拥有非常丰富的片上资源:1)2个多通道的 ADC 子系统(每个子系统包括1个可编程增益放大器和1个模拟多路选择器).其中 ADC0 的最大采样速率可达 100 kb/s, 12 位精度;2)22 个矢量中断源;3)具有内部时钟,在运行时可实现内、外部时钟的切换;4)8个8位通用数字 I/O 端口;5)64kB Flash 程序存储器和 4352B 数据 RAM;6)5 个通用的 16 位定时器、1 个具有 5 个捕捉/比较模块的可编程计数器/定时器阵列(PCA);7)2 个 12 位 DAC、2 个电压比较器、电压基准、SMBus/I<sup>2</sup>C 总线接口、UART、SPI 总线接口<sup>[5]</sup>.

## 3 C8051F020 单片机控制模块的关键硬件接口设计

磁电机在线检测与加工一体化设备中包含了丰富的接口来完成复杂的控制功能,如用于信号采集的 AD 输入接口、与 PC 机和伺服电机放大器通信的 UART 接口、与实时时钟通信的 I<sup>2</sup>C 接口以及用于扩展控制口线的 SPI 串行通信接口等.

在一体化设备中需要用到非常多的控制口线来控制继电器、电磁阀和用于扩展矩阵键盘,这个时候就可以通过 SPI 总线外加一个串行数据转并行数据的芯片 TPIC69595 来实现这个功能.串行外设接口 SPI(Serial Peripheral Interface)提供访问一个 4 线、全双工串行总线的能力(详见参考文献[4]).该应用里 SPI 工作在主方式,即数据的发送是由单片机来主动完成的,而 TPIC69595 这个移位寄存器则只是负责把单片机通过

SPI 发来的串行数据转化成相应的并行数据。TPIC6B595 芯片的封装引脚如图 2 所示,其中笔者主要关心的是这样几个引脚:SER IN、DRAIN0 ~ DRAIN7 和 SRCK, SER IN 是与 SPI 总线接口的引脚, DRAIN0 ~ DRAIN7 是提供并行数据输出的引脚,而 SRCK 则是提供串行数据转并行数据的转换时钟的转换。

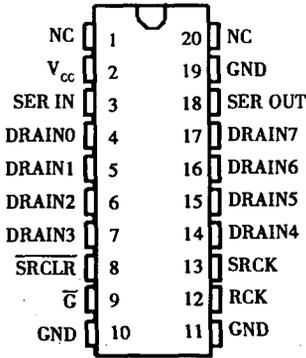


图 2 TPIC6B595 芯片封装引脚图

如图 3 所示,其工作原理描述如下:单片机把最大值为 256(二进制 8 位)的串行数据 C 通过 SPI 总线发到 TPIC69595, TPIC69595 芯片把这个值分解成二进制的数值 D0 ~ D7,通过八根输出脚控制 8 个继电器和电磁阀等外部元件,这样就实现了 SPI 总线的一根线上的数转化为 8 个二进制的开关量.这就达到了扩展 IO 口的目的.举个例子来说,假设希望通过 SPI 输出 01011100 这样一个二进制的开关量,就应该在单片机控制程序中把 SPI 的值写成 01011100 的十六进制数即 0x5C.

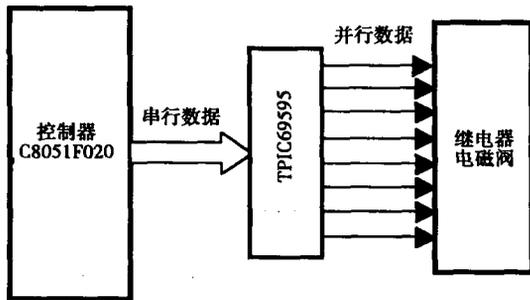


图 3 SPI 扩展 IO 口工作原理图

### 4 磁电机检测与加工一体化设备的软件开发

由于该设备的工作流程具有顺序性的特点,整个控制软件的宏观结构就是顺序结构的.其主体架构是一个超级循环,循环的判定条件由键盘命令(KeyCommand)、控制台命令(ConsoleCommand)、测试命令(TestCommand)逻辑或组成(任何时刻都必须保证 KeyCommand、ConsoleCommand、TestCommand 不能同

时为“0”,这样才能使整个流程有效),如图 4 所示。

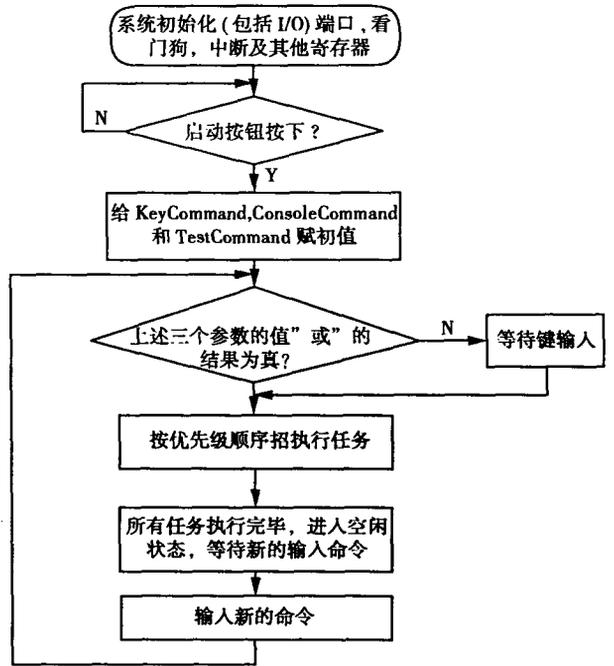


图 4 磁电机检测与加工一体化设备的软件开发流程图

其中键盘命令(KeyCommand)的优先级最高、控制台命令(ConsoleCommand)次之、测试命令(TestCommand)的优先级最低.整个程序按照命令的优先级高低顺序执行.每一个命令都被定义为无符号字符型(unsigned char),占用存储空间一个字节.字节中的任意一位为“1”都代表一个应用任务.这样每个命令都对应 8 个应用任务,共 24 个应用任务(这对于一体化设备而言已经绰绰有余).当某一个命令携带多个应用任务时(即该命令有多位为“1”),则数据位的最高位优先级最高,最低位优先级最低,程序仍然按照优先级顺序执行各个应用任务.每个任务执行完毕以后,都要清除该任务标志(即将 KeyCommand 或 ConsoleCommand 或 TestCommand 中的某一数据位清“0”).整个操作系统的设计思想是非抢占式,即每一个任务在运行时都不能被打断.只有该任务执行完毕,其它的任务才可以执行.这样设计的目的是处于安全性考虑,因为对一个测试、加工设备来讲,误操作可能会带来意想不到的、灾难性的后果.这样只要每个任务都设计的比较短小,就可以提高整体的反应能力<sup>[6]</sup>.

由于控制器 C8051F020 具有丰富的中断源(共有 22 个中断源),因此对于紧急事件及实时任务的响应及处理将会更加高效。

为了保证任务的实时性(特别是中断触发的信号采集任务),中断服务程序必须设计的非常精简(必须保证在下一中断请求之前,中断服务程序已经执行完毕),

大量的处理工作交由用户任务来完成.当2个或2个以上的中断源同时发出中断请求时,控制器C8051F020会通过硬件来判断中断优先级,然后对高优先级的中断源进行响应.键盘和控制台不能在某个工件测试加工过程中改变系统参数,但可以观察系统参数.只有在工件切换时改变系统参数.设备如图5所示.

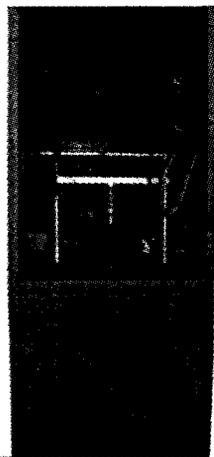


图5 磁电机在线检测加工一体化设备

## 5 结 语

在对单片机技术在检测加工技术中的广泛应用的

## Application Research of MCU Technology in Online Test and Process Equipment for Vehicle & Motorcycle's Accessory

SHU Hong-yu, HUANG Wei, ZHAO Hai, ZHENG Guo-zhang

(College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** Based on the discussion of MCU technology and its application in online test and process equipment for vehicle & motorcycle's accessory recent years, the paper elaborates the function of online test and process equipment for vehicle & motorcycle's accessory, brings up the hardware and software developing method which is applied to the C8051F020 MCU in electric controlling module of online test and process equipment for magneto. The test equipment has been made and tested the application effect of the MCU technology, on which works on with the real magneto product on line test in the factory, and this detected equipment is stability, unfailing apparatus through the real test.

**Key words:** MCU; vehicle; motorcycle; accessory; online test

分析基础上,结合摩托车磁电机检测加工一体化设备,详细阐述了该设备的整体控制方法和软件架构.该设备可以把磁电机生产厂家广泛采用的动不平衡检测、钻孔、充磁和性能检测4个步骤在20s内一次完成,目前该设备已经交付某磁电机生产厂家使用.实践证明,把单片机技术运用在汽摩零部件检测加工中,可以显著的提高检测加工的精度和效率,取得了良好的经济效益和社会效益.

### 参考文献:

- [1] 申瑞轩.搞好产品在线检测是提高质量的保证[J].航空计测技术,1994,14(5):32-34.
- [2] 李捷辉.采用单片机实现摩托车磁电机性能的测试[J].小型内燃机,1999,28(6):23-27.
- [3] 曾胜,汪希莹,李元涌.小速差双转子系统不平衡矢量识别方法的研究[J].振动工程学报,1999,9(4):399-404.
- [4] 包向前.PIC单片机在汽车性能检测设备中的应用[J].汽车工艺与材料,2005(5):27-29.
- [5] 潘琢金.C8051F020混合信号IS PFLASH微控制器数据手册[J/OL].[2004-01-01].www.Laogu.com,2004.
- [6] 李伯成.单片机及嵌入式系统[M].北京:清华大学出版社,2005:218-222.

(编辑 张小强)