

# MSP430 单片机在铁路货车轴承磨合检测中的应用

史风栋 李小京 天津工业大学 (300160)

### Abstract

Application of microcontroller in axletree of lorry attrition measure is introduced in this paper, some characteristic of this microcontroller and its acquisition data system are narrated, the means of achieving rotate speed measure and temperature measure and acquisition data are emphasized discussed. In addition the paper shows some program about acquisition data, the theory and main framework of microcontroller measure system.

**Keywords:**msp430 microcontroller, axletree attrition and rotate speed measure, acquisition data

### 摘要

本文介绍了MSP430F135单片机在铁路货车轴承磨合检测中的应用,讲述了该种单片机的一些特性和数据采集子系统,重点阐述了单片机实现转速测量、温度测量、数据采集处理的方法,文章给出了单片机检测控制系统的原理、结构及进行数据采集的部分程序。

**关键词:**MSP430 单片机, 轴承磨合检测, 数据采集

## 1 轴承磨合检测的功用

在实际运行中,铁路货车轴承“热轴”(铁道部规定货车轴承运行温度高于环境温度40℃为“热轴”)的现象时有发生,影响到货车运行的安全。为了解决这一问题,决定将货车轴承不仅在出厂前进行磨合,而且在货车定期检修装车前也进行磨合检测,提高铁路货车轴承的运行精度。为此,我们针对铁路货车定期检修进行的轴承磨合专门研制了一台铁路货车轴承在线磨合机,其磨合效率为5~10min磨合一条轮对的轴承。可以大大提高轴承在使用中的可靠性,保证铁路运输的安全。

货车轮对轴承磨合机采用PLC和单片机联合设计,实现了机械、电气部分的自动控制和轴承运行温度的自动检测。根据具体的需要,我们选用了廉价、实用的MSP430F135单片机,主要实现转速、温度等的自动检测。

## 2 MSP430F135 单片机

MSP430系列单片机是美国TI公司近几年开发的新一代16位单片机,该单片机集成度高,功耗很低,适合应用于自动信号采集系统、液晶显示智能化仪器、电池供电或长时间连续工作的设备。由于其较高的性能价格比,应用已日趋广泛。MSP430F135单片机是该系列单片机中性价比较高的一款,它有着以下特点:

1)开发方便高效。这款单片机采用FLASH存储器作为程序代码及信息存储,可以通过器件片内的JTAG调试接口实现多次的写入和擦除,也可以实现在线写入、调试。

2)高实时性运行。具有16个中断源,并且可以任意嵌套,使用灵活方便;用中断请求将CPU唤醒只要6μs,可编制出实时性特别高的源代码。

3)高速、通用的数据采集系统。在单片机内集成了一个12位精度,高效通用的A/D转换模块,使之更适应于自动信号采集的场合。

4)方便快捷的通讯接口。片内有串行通讯接口,支持通用异步协议(UART协议)和同步协议(SPI协议)。

5)强大的定时器功能。片内有一个16位的定时器,且带有多个捕获比较寄存器,这样寄存器的使用将更加灵活。

## 3 系统整体和硬件设计

### 3.1 系统整体结构

轮对轴承磨合机采用PLC和单片机联合控制,实现了转

速、温度信号的自动检测。系统结构图如图1所示。其中PLC控制设备的各种动作,即可以自动也可以手动操作,通过变频器控制磨合电机进行变频调速,实现不同转速情况下的磨合检测。MSP430F135单片机主要负责转速、温度的检测、采集,与上位机通讯等功能。

具体的检测过程为:PLC控制机械设备就位、启动磨合电机,然后发送开始检测信号通知单片机接收霍尔传感器信号(转换成转速信号),当达到规定的转速后启动定时器,定时开始。同时通过MSP430F135的A/D模块采集红外温度传感器传来的轴承温度信号,并在LED上显示运行状态和在LCD上显示温度变化曲线,以便监测轴承在转动过程中的温升情况。达到规定的磨合时间后向PLC发送检测结束信号,电机停转,设备复位,同时将检测结果通过RS232/485传到上位机的数据库中,检测程序复位。本次检测结束。

单片机检测采用C语言编程,其优点是编程速度快,程序易于理解,可以减小开发周期。软件包含以下几大模块:与PLC联合控制模块、数据采集模块、数据处理模块、显示模块、键盘模块、与上位机通讯模块。

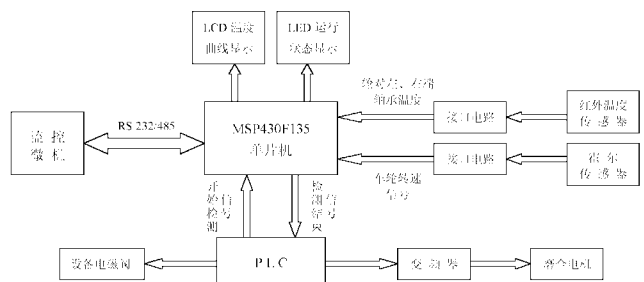


图1 轴承磨合检测系统结构框图

### 3.2 转速测量的实现

轮对由磨合电机带动,其转速要达到货车在铁轨上的实际速度(如在平原地区为500转/分钟),这样所得的磨合数据才和实际相符合。

在轮对上放一小磁铁可以产生一定的磁场,但是由霍尔传感器传来的感应电压信号极其微弱(几毫伏到几十毫伏),不容易检测到。如果用传统的放大的方法有比较烦琐,所以我们选用外加恒定电压的方法来制作简单的借口电路。转速信号接口电

路如图 2 所示。

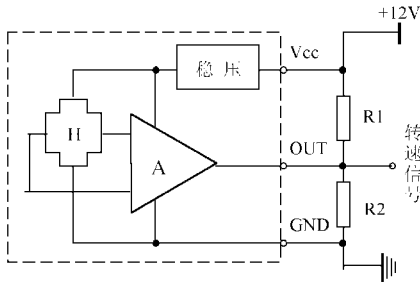


图 2 转速信号接口电路(其中虚线框为霍尔传感器)

其原理为:设霍尔传感器输出电压信号为  $U_s$ , 转速信号为  $U_o$  则:

- 1)信号未到来(传感器没有电压输出)时,转速信号为:  
 $U_o = 12 \times R_2 / (R_1 + R_2)$  (高电平)
- 2)信号到来(传感器有电压输出)时,转速信号为:  
 $U_o = U_s$  (很小为低电平)

经以上处理后就转速信号处理成了高、低电平,再利用单片机的 P1 口进行外部输入下降沿中断处理,即:每产生一次中断说明轮对转一圈,从而达到测量轮对转速的目的。

### 3.3 温度测量的实现

轴承温度通过红外温度传感器测量,用 MSP430F135 的 A/D 转换模块进行数据采集和处理。

红外温度传感器相对于热电阻、热敏电阻等类型的温度传感器灵敏度高、响应快,比较适合非接触式温度测量,其结构原理如图 3 所示。

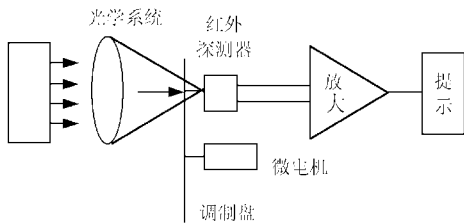


图 3 红外温度传感器结构原理

红外温度传感器由光学系统、调制器、红外传感器放大器、指示器等组成,把温度信号转换成电压信号输出。其中红外探测器是热释电红外传感器,热电元件采用了 PZT 压电陶瓷。经实践证明该种传感器比较适合于轮对轴承的温升测量。

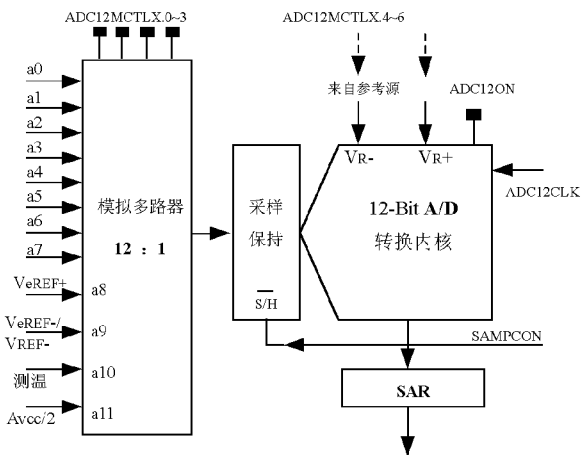


图 4 ADC 内核、输入多路开关和采样/保持电路

数据采集子系统不仅是单片机的主要组成部分也是轮对轴承磨合机的核心测量部分,在 MSP30F135 内部有一个 12 位精

度的 A / D 转换模块:ADC12,其电路结构如图 4 所示。ADC12 为逐次逼近型的 12 位分辨率 A/D 转换器,它有如下特性:

- 1)内建采样保持电路;
- 2)高速采样,可达 200K 次/秒的采样转换速率;
- 3)有 8 个外部通道,4 个内部通道、其中用 A10 连到片内温度传感器、可做测温使用;
- 4)有多种可选的参考电压,可外接,可内接,内部有 1.5V, 2.5V 两种精确参考电压可选;
- 5)有多种采样方式可选,可单通道采样,可多通道(循环)采样;
- 6)有丰富的采样转换所需的时钟源可选。以配合所需的耗电状态。

在本系统中 a0 接轮对左端温度传感器,a1 接轮对右端温度传感器,a8 为外接标准电源作为 A/D 转换的参考电压,实现 12 位高精度温度采集。部分采集程序如下:

```

void ADC12Init(void) // ADC12 初始化子程序
{
  ADC12CTL0 &= ~ENC; //在改变设置前停止 A/D 转换
  ADC12CTL0 = ADC12ON; //打开 ADC 内核
  ADC12CTL1 = CONSEQ_1 + SHP; //序列通道单次转换
  ADC12MCTL0 = SREF_2; //参考电压接 VeRef+和 AVss
  ADC12MCTL1 = SREF_2 + BIT0 + BIT7; //参考电压接 VeRef+和 Avss,
  序列通道转换至 a1 停止
  ADC12IE = BIT0 + BIT1; //a0,a1 转换结束允许中断
  ADC12CTL0 |= ENC; //允许转换
  ADC12CTL0 |= ADC12SC; //启动 A/D 转换
}
interrupt[ADC_VECTOR] void ADC(void) //中断响应
{
  switch(ADC12IV)
  {
  case 0x06: //通道 a0 转换完成
    Avalue0 = ADC12MEM0; //转换结果存入 Avalue0
  case 0x08: //通道 a1 转换完成
    Avalue1 = ADC12MEM1; //转换结果存入 Avalue1
    ADC12CTL0 |= ADC12SC; //开始新一轮转换
  }
}

```

### 3.4 通讯部分

RS232 接口是一种标准的串行通讯接口,一般的单片机都带有 RS232 接口,串口操作简单、可靠性高,在通讯中有着广泛的应用。MSP430 的波特率发生器用了一个分频器和一个调整器,简化了串口通讯波特率的设置,即使晶振频率不是所需波特率的整数倍也能正常工作。MSP430F135 使用串行接口和 RS-485 总线相连,能与控制室内的计算机进行数据通讯,可以实现计算机对实验台的控制和检测结果的及时上传到数据库。

### 4 结束语

本文主要介绍了 MSP430F135 单片机在铁路货车轴承磨合检测中的应用。论述了轴承磨合检测的原理与实际意义,重点讲述了单片机对轮对转速的测量原理和用 MSP430F135 内置的 ADC12 数据采集模块检测轴承温度的方法,介绍了用 RS232 串行通讯接口与上位机通讯的便捷。给出了单片机实现轴承磨合检测的数据采集的部分程序。

### 参考文献

- 1 胡大可.MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机.北京航空航天大学出版社,2001(11)
- 2 张靖,刘少强.检测技术与系统设计机.中国电力出版社,2001
- 3 李朝青.PC 机及单片机数据通讯技术.北京航空航天大学出版社,2000(12)
- 4 童诗白.模拟电子技术基础.清华大学出版社,1988