

文章编号:1671 - 251X(2006)03 - 0053 - 02

# 电动机转速精密测量系统

王振龙<sup>1,2</sup>, 王安华<sup>2</sup>

(1. 中国矿业大学(北京校区),北京 100083;

2. 黑龙江科技学院电气与信息工程学院,黑龙江 哈尔滨 150027)

**摘要:**从实际出发,利用 Cygnal C8051 单片机、8253 和增量式光电编码器实现了电动机瞬时转速的快捷、准确测量,介绍了软件和硬件的设计方法,并通过实验数据对系统的性能和误差做了分析和评估。

**关键词:**电动机; 转速测量; 光电编码器; 单片机

**中图分类号:** TP391 **文献标识码:** B

## 0 引言

在电动机的闭环调速系统中,电动机转速的及时、准确测量对系统的稳态误差及动态响应性能都是至关重要的。传统的检测仪器,由于受非线性、元件老化等因素的影响很难满足要求。因此,笔者从实际出发,设计了以 Cygnal C8051 单片机为核心的高精度、宽量程的测速装置。该装置利用增量式光电编码器作为测速传感器,采用 M/T 测速法实现了转速的适时准确测量,具有精度高、量程宽、抗干扰能力强等特点,使系统在整个范围内都能满足相应的精度及动态要求。系统还带有标准的 RS232 接口,可方便地和 PC 机构成 DCS 系统。

## 1 转速测量原理

为了在较宽的范围内获得较高的精度,这里采用 M/T 法进行速度的测量。M/T 法的基本原理:速度检测时间  $T_s$  由两部分组成,  $T_s = T_0 + T$ , 其中  $T_0$  为设定的固定不变的时间;  $T$  为从  $T_0$  时间结束到此后出现的第一个测速脉冲为止的时间。设在  $T_0$  时间内取得的测速脉冲数为  $m_1$ , 在  $T_s = T_0 + T$  时间内取得的时基脉冲计数取为  $m_2$ , 则转速  $n = \frac{60}{2 T_s}$ 。其中角位移  $= \frac{2 m_1}{P}$ ,  $P$  为增量式光电编码器转动 1 周输出的测速脉冲数;  $T_s = m_2 / f_c$ ,  $f_c$  为时基频率, 则:  $n = \frac{60 f_c m_1}{P m_2}$ 。从测量精度上看,这种方法在整个转速范围内都有较好的分辨率。实践

证明,这种方法能满足控制系统精度的要求,又可以替代精度较差的模拟装置,降低成本,工作可靠。

## 2 测量电路组成及工作原理

测量的硬件电路如图 1 所示,主要由 C8051 单片机、8253 定时器、转速显示电路等组成。

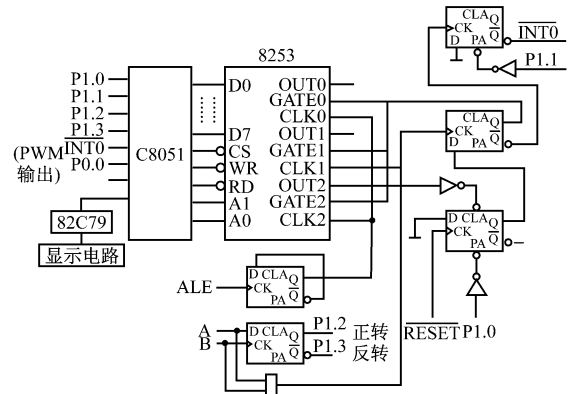


图 1 硬件电路

### 2.1 C8051 单片机

为了满足电动机的控制要求,采用 Cygnal C8051 单片机进行转速的测量和控制。它是目前功能最强大的 8 位单片机之一,具有速度快、可靠性更高的特点。

C8051 单片机的内部增加了数字交叉开关,它可将内部数字系统的资源如定时器、串行总线、外部中断源、A/D 转换输入、比较器输出、PWM、捕捉/比较等定向到 P0、P1 和 P2 口,也就是说在 P0、P1 和 P2 口不设专用的第二功能,这样使这些端口的工作分配更加灵活。

C8051 单片机特别设置了一个 16 位可编程定时器/计数器列阵 (PCA),用它作为 5 个可编程的捕

收稿日期:2006 - 03 - 17

作者简介:王振龙(1969 - )男,讲师,主要从事单片机开发与应用的研究工作,已发表论文多篇。

捉/比较模块的专用定时器/计数器,每种捕捉/比较模块都有4种工作方式:边缘触发捕捉、比较、高速输出、PWM。

C8051单片机除设计有标准的全双工UART串行接口之外,还有Philips或者Intel标准的C/SMBus串行接口和Motorola标准的SPI串行接口。使用这两种与外部同类的串行芯片接口,可以减小应用系统的物理尺寸。

### 2.2 8253定时器及其周围电路的工作原理

将增量式光电编码器发出的A、B两相正交矩形脉冲经与门后形成测速脉冲送给8253完成计数和定时功能。0通道用于时基脉冲计数,1通道用于计数测速脉冲,2通道用于定时。用8253定时器减轻了单片机的负担。

8253定时器的工作过程:C8051单片机发出启动脉冲后, $Q1 = 1$ ;当测速脉冲的上升沿到来时, $Q2 = 1$ ,允许8253的3个通道同时开始计数、定时。当定时T0时间到,由OUT2输出信号,使 $Q1 = 0$ ;当下一个测速脉冲上升沿到来时,使 $Q0$ 翻转为0,停止计数,同时由输出 $\bar{Q}0$ 高电平向C8051发出中断申请。单片机响应中断后,使 $Q0$ 触发器翻转复原,同时读取8253的数据,计算转速。

### 3 软件设计

当系统上电复位后,首先对系统进行初始化,包括设置堆栈指针、中断及其优先级的设定、串行口自身的初始化等,以及8253、8279的初始化。然后调用显示、测量和串行口处理子程序FG进入循环。计算采用浮点算法,以满足测量精度的要求。程序框图如图2所示。

### 4 性能分析

由于采用了单片机控制和较为合理的检测方法,使系统对转速的测量在整个转速范围内都具有准确性和较高的分辨率,较好地满足了电动机控制系统快速实时的动态响应要求。在应用过程当中,发现转速的测量精度和以下几个因素有关:

#### (1) 脉冲编码器引起的误差

由于脉冲编码器是检测转速的关键部件,所以它的性能直接影响系统的准确性。脉冲编码器内部

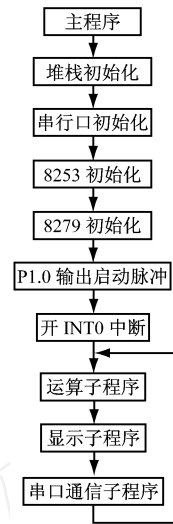


图2 程序框图

放大电路的性能、编码盘缝隙的均匀程度和安装位置都会对转速的测量产生影响。因此要采用质量好的脉冲编码器,并根据实验进行筛选。

#### (2) 控制系统本身的误差

控制系统本身的误差是由单片机晶体振荡器的准确度以及单片机处理中断程序产生的滞后时间引起的。但由于单片机的运算速度快,所以这项误差在计算结果当中是可以忽略的。

#### (3) 速度测量原理引起的误差

应用M/T法在速度较低时计数脉冲较为精确,但转速较高时会有 $\pm 1$ 的误差。但实验证明,该误差可以忽略。

### 5 结语

电动机转速精密测量系统已成功地应用于矿井提升机的调速系统中,取代了笨重的模拟测速装置。由于使用了增量式光电编码器、单片机系统和合理的测量方法,既满足了控制系统对转速精确测量的要求,同时又降低了成本,具有一定的使用价值和应用前景。

#### 参考文献:

[1] 付旭东. 电动机转速的数字测量[J]. 控制工程, 2003, (3).

[2] 王晓明. 电动机的单片机控制[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2002.