

基于 AT89C51 的电机转速测量仪的设计与实现^{*}

王 朕¹, 刘学锋², 刘陵顺¹

(1. 海军航空工程学院 控制工程系, 山东 烟台 264001; 2. 鲁东大学 物理与电子工程学院, 山东 烟台 264001)

摘要:采用 AT89C51 单片机和光电编码器设计开发了用于某型装备电机转速测量的转速测量仪, 并给出了测量仪的电路图和部分程序, 实验结果表明该测量仪测量具有精度高、抗干扰能力强、体积小、性价比高等优点。

关键词:单片机; 光电编码器; 转速测量

中图分类号: TP368.1

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2009)05-0019-03

在某些工业自动控制领域、某些装备应用上, 经常会遇到各种需要测量电机转速的场合。传统的电机转速测量方法是采用直流测速机, 其原理是由被测电机拖动测速发电机, 再对测速发电机产生的电压进行测量, 在将电压换算成转速。采用测速发电机测速主要缺点如下: 首先, 测速发电机作为被测电机的负载, 必然对转速产生影响, 在一定情况下影响测量精度; 其次, 测速发电机电压作为模拟量, 无法直接与数字控制系统连接, 必须经过 A/D 转换, 增加系统控制的复杂程度; 最后, 由于制造工艺的限制, 测速发电机的性能很难有大的提高, 在某些场合测速发电机甚至影响整个系统的性能^[1-2]。本文中针对这种情况, 设计并实现了以 AT89C51 单片机为核心的电机转速测量仪, 该测量仪已应用于某型装备, 实验结果表明该测量仪不仅满

足了装备的测速要求, 而且相对于直流测速机更具有测量精度高、体积小、性价比高等优点。

常用的转速测量方法有 T 法、M 法和 M/T 法, 综合考虑三种方法的优缺点及测量要求, 本文采用 M 测速法, 即: 在一定的采样时间内测出光电编码器的脉冲数, 脉冲数除以编码盘的孔数再除以定时时间就是电机的转速, 即根据公式(2)换算成转速^[3]。

1 硬件电路设计^[4-6]

由于该测量仪不需要键盘输入, 故硬件电路仅由主电路、转速测量电路、显示电路组成, 其电路原理图如图 1 所示。

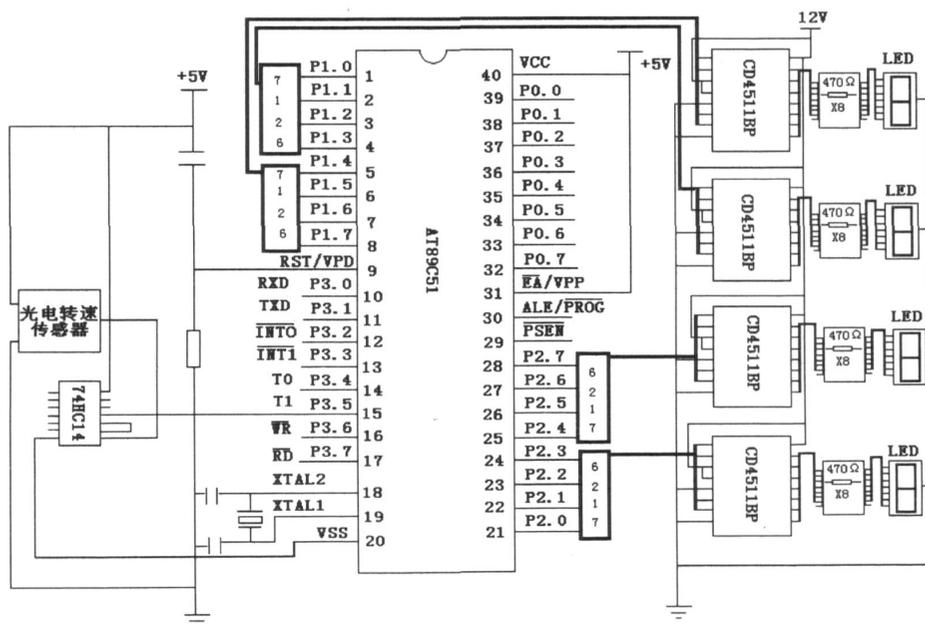


图 1 电路原理

* 收稿日期: 2009-02-13

作者简介: 王朕(1979—), 男, 山东聊城人, 硕士研究生, 讲师, 主要从事电力电子技术、电路及单片机研究。

1.1 主电路

主电路采用 ATMELE 公司生产的 AT89C51 单片机. 其中, T0 和 T1 都工作在模式 1, T0 用作定时器, T1 用作计数器, 当 T1 引脚上出现一个 1 到 0 的跳变时, 计数器加 1, 直到 T0 定时时间到, 进入中断程序; 然后对 T1 中的数据进行处理, 对 T0、T1 进行重新装载、设置中断后, 中断返回.

1.2 转速测量电路

转速测量电路由光电编码器及脉冲整形电路组成, 如图 2 所示, 其中编码盘加在电机转轴上, 随电机同步转动.

光电编码器由脉冲编码盘、发光二极管和光敏三极管组成. 其中, 光电编码器有直射式和反射式两种, 图 2 所示即为直射式. 发光二极管发出的光通过编码盘的孔射到光敏三极管上后, 三极管导通输出一个低电平; 当二极管发出的光被编码盘遮住时, 三极管截止输出一个高电平. 因此, 当编码盘转动时, 三极管集电极输出一系列脉冲, 脉冲经 74HC14 整形后输入 T1 脚, 故计数器 T1 中的数据除以编码盘的孔数再除以定时时间, 即得到了电机的转速. 光电编码器的特点是输出精度高、抗干扰能力强、受温度变化影响小, 因此使得该测量仪测量精度很高.

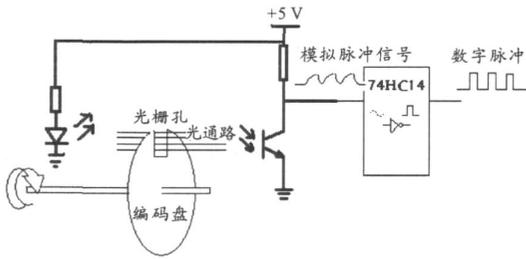


图 2 光电编码器原理

1.3 显示电路

显示电路使用了 4 个 LED 显示器, 由 4 个 CD4511BP 芯片驱动, 故满足显示转速的范围 0 ~ 9 999 r/min 的要求.

七段数码管的驱动由 CD4511BP 完成, 该芯片是一种集成了显示译码、显示码锁存电路的数码管专用驱动芯片. 在其输入脚写入 BCD 码, 在输出脚上就得到与数码管相对应的十进制数据.

显示电路原理图如图 3 所示, 根据 CD4511 及数码管的电气参数, 其电阻阻值选为 470 Ω. (图中只给出一个 CD4511BP 和一个 LED 数码管的连接, 其余三个与此相同).

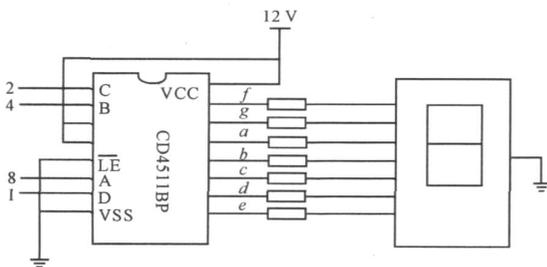


图 3 LED 显示电路原理

2 软件设计^[4-5]

2.1 程序流程图

系统上电复位后, 首先对单片机自身进行初始化, 包括设置堆栈指针、设置定时器和计数器的工作方式及初始值、中断的开启等, 然后进入循环显示、脉冲计数、转速计算、数制转换等子程序. 软件流程图如图 4 (虚线框内为中断处理程序流程). 其中, 脉冲计数由硬件电路通过计数器 T1 (P3. 5) 对输入的脉冲进行计数, 经计算在定时器 T0 定时时间内可以满足测速范围 0 ~ 9 999 r/min 的要求; 其他各模块的具体程序见 2.2 部分.

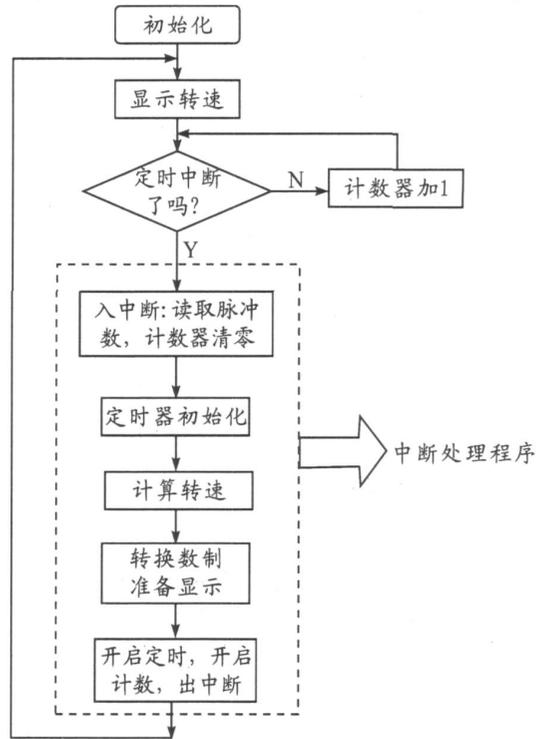


图 4 程序流程

2.2 模块程序

程序采用汇编语言编写, 采用 KEIL51 软件和 TKS 仿真器进行程序调试. 各部分功能的程序如下.

2.2.1 脉冲计数程序

由硬件电路知, AT89C51 的 T1 引脚外接脉冲输入, 因此脉冲计数可使用 T1 作为计数器来实现计数; 采样时间可由 T0 定义. 本文中定义 T1 为 16 位计数器, T0 为 16 位定时器, 定时 0.05 s. 部分程序及注释如下.

MOV TMOD, # 41H; 定义定时/计数器工作方式和工作方式

; T1 - - 16 位外部中断计数器, T0 - - 16 位定时器

MOV TLO, # 0AFH; 设置 T0 的初始值: 定时为 0.05 s,
; 公式: X = 65535 - 50000 = 15535D =

3CAFH

MOV TH0, # 3CH

```
MOV TL1, # 00H;设置 T1 的计数初始值 0
MOV TH1, # 00H
SETB TR0;开启 T0
SETB TR1;开启 T1
SETB ET0;允许 T0 中断
SETB EA;允许单片机响应中断
```

2.2.2 转速计算程序

转速计算的公式为

$$n = \frac{60m}{P} \text{ (r/min)} \quad (1)$$

其中, m 存在 T1 的计数寄存器中, $\tau = 0.05 \text{ s}$, $P = 32$, 即转速公式为

$$n = \frac{75m}{2} \text{ (r/min)} \quad (2)$$

根据上述计算公式,先取脉冲数,分别置于寄存器 R6、R7 中,然后清计数器,再重新装载定时初始值以开始下一轮计数.对已经取得的脉冲数按公式(2)进行计算,先进行乘法后进行除法运算,将得到的转速置于寄存器 R3、R4 中,部分代码如下.

```
MOV R7, TH1;取脉冲数,R7 中存高 8 位,R6 中存低 8 位
MOV R6, TL1
```

MOV TH1, # 00H;清计数器计数值,使其开始下一轮的计数

```
MOV TL1, # 00H
MOV TL0, # 0AFH;重新开始定时
MOV TH0, # 03CH
MOV A, R6; m * 75D = m * 4BH
MOV B, # 04BH
MUL AB
MOV R3, A
.....
.....
MOV A, R4
```

RRC A;除法到此做完,转速存在 R3、R4 组成的 16 位存储单元中,此时为 2 进制数.

2.2.3 数制转换程序

上节中已求出十六进制的转速,需将其转换为十进制数进行编码后再输出显示.该部分程序如下.

```
HB2:CLR A
MOV R3, A
MOV R4, A
MOV R5, A
MOV R1, # 10H;转换 16 位,即两字节,需要循环
```

16 次,
;循环次数存在 R1 中

```
HB3:MOV A, R7
RLC A
.....
.....
MOV R3, A
DINZ R1, HB3
END
```

2.2.4 显示功能程序

由硬件电路,显示驱动芯片连接在 P1、P2 口上,因此向 P1、P2 口写数据即可实现数据显示功能.代码如下:

DISPLAY:;下面是进行静态显示的代码,寄存器 R4 中存十进制转速数的千位和百位,R5 中存十进制转速数的十位和个位.

```
MOV P1, R4
MOV P2, R5
SJMP DISPLAY
```

3 结束语

本文中采用光电编码器及 AT89C51 制作的电机转速测量仪已成功用于某型装备,实验结果表明该测速仪不仅测速准确、精度高,而且体积小、性价比高、使用方便,因而具有较高的实用价值和市场前景.

参考文献:

- [1] 刘和平,周小军.一种由单片 89C52 构成的高精度转速测量仪[C]//重庆市电机工程学会 2000 年学术会议论文.重庆:重庆市电机工程学会,2000.
- [2] 赵霞.利用 89C52 三个定时器实现精密测速[C]//2003 年全国单片机及嵌入式系统学术年会论文集(下册).北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [3] 肖慧.单片机在线测速软件的设计.仪器仪表学报(增刊)[J].2005,26(8):423-424.
- [4] 张毅刚,彭喜源,谭晓昀.MCS-51 单片机应用设计[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1997.
- [5] 徐建军.MCS-51 系列单片机应用及接口技术[M].北京:人民邮电出版社,2003.
- [6] 姚彩虹.基于 AT89C52 的机车光电转速传感器测控仪设计[J].自动化仪表,2006,27(10):26-27.