

### 简易数字式车速表

刘恩臣

(郑州工业大学开普电子技术公司, 河南 郑州 450002)

**摘 要:** 为克服磁电式机械测速计存在指针抖动,测速精度偏低等缺陷,应用计数器在计数周期内采集的脉冲数,计算车辆行驶里程,同时计算车速。根据此设计思想,设计制作了同时具有数字显示和模拟指示且制作简单的数字式车速计,并介绍了利用原有软轴的制作方法以及业余条件下的校准方法,给出了一个摩托车车速表的制作实例,并分析计算了该车速计的灵敏度、精度和分辨率,以验证测速准确可靠。

关键词: 车速表; 数字式; 脉冲; 模拟光带; 采样周期; 响应时间(灵敏度); 分辨率

中图分类号: TH 824 文献标识码: B

## 0 리듬

目前,国内外绝大多数摩托车仪表均采用传统的机械传动方式来累计行驶里程,利用磁感应原理来测试(指示)车速和发动机转速,这种磁电式机械测速计,测速(速度或转速)精度偏低,为消除指针抖动,必须增加阻尼系统(牺牲灵敏度)稳定指针偏转角度,存在着制造精度要求较高,工艺复杂,抗机械震动能力差等缺憾,本文设计了采用电子测速的数字式车速表。

## 1 测速原理

### 1.1 传统车速表工作原理<sup>[1]</sup>

大多数摩托车均采用前轮经涡轮涡轮杆变速,通过软轴传递至仪表,仪表中软轴带动转轴组件(由磁钢、转轴、隔屏、补偿片及相关附件组成)旋转.同步旋转的磁钢在其周围形成一个旋转磁场;感应罩组件(由感应罩、针轴、游丝及相关附件组成)中的感应罩的周边在旋转磁场中切割磁力线而产生感应电流(涡流),感应电流受旋转磁场作用.在感应罩上形成旋转力矩,带动指针与转轴旋转,同时转轴在游丝的反作用力下达到平衡,指示出速度值(或转速值).

### 1.2 简易数字式车速表的制作及工作原理

工作电源取自摩托车蓄电池经低压差集成稳压器 LM2940-5 稳压(对 12 V 供电车型,可用普

通 LM7805 稳压至 5 V 或 LM7806 稳压至 6 V) 供电。

取下原仪表的转轴组件和感应罩组件不用,保留原仪表的里程计,取下原仪表隔屏并沿外缘均匀开槽或钻孔后,装回原处或用自制金属板代替原隔屏,将红外发射接收对管固定在仪表内合适处,使隔屏转动时,其边缘能在光电对管的缝隙中自由通过;红外光通过隔屏外缘的槽孔时使红外接收管饱和,经施密特触发器整形得到脉冲信号 CP。

图 1 所示为样机数字显示原理图, LEDSP 为三位共阴数码管, 脉冲信号 CP 直接供三位十进制计数器 CD4553B<sup>[2]</sup> 计数, 以 BCD 码方式分时输出, 由七段译码器 CD4511<sup>[2]</sup> 进行译码, 分别驱动 LEDSP 的三位 LED 数码管, 以数字显示, 分辨率为 1 km/h.

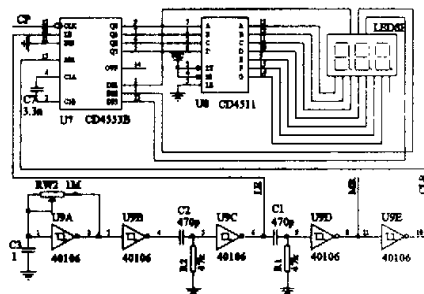


图 1 数字显示及时序控制原理图

收稿日期:1999-04-07;修订日期:1999-05-29

作者简介:刘恩臣(1963-),男,河南省开封县人,郑州工业大学工程师,主要从事电子技术应用开发工作。

图2为模拟光带指示器原理图,脉冲信号CP经计数器CD4017<sup>[2]</sup>五分频后产生时钟信号CP2,控制级联的移位寄存器74HC164<sup>[2]</sup>移位,由8D触发器74HC273<sup>[3]</sup>锁存驱动LED1~LED16发光二极管,以模拟光带方式指示,其分辨率为5 km/h.模拟指示器在40 km/h以下采用绿色LED,40 km/h及以上(不同车型可取不同位置)采用红色LED,以提醒驾驶员注意行车安全.CD40106与外围电路组成振荡器及单稳触发器,构成计数周期(即采集周期)及计数清除脉冲等控制时序<sup>[4]</sup>

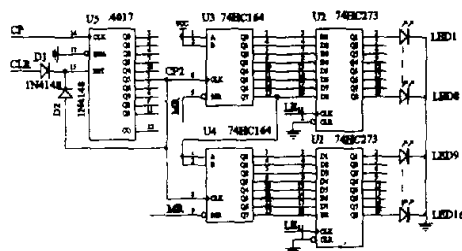


图2 模拟指示原理图

计数器分辨率为1 km/h,它决定了车速表的分辨率;采集周期直接影响车速表的响应时间(灵敏度),采集周期的精度又直接影响车速表的精度。

## 2 采集周期 $T$ 的确定和校准

### 2.1 采集周期 $T$ 的确定

根据距离与速度和时间的关系,有

$$S = V \cdot (1000/3600) \cdot T = V \cdot T/3.6 \quad (1)$$

式中: $S$ ——车轮经  $T$  走过的距离,m;

$T$ ——采集周期,s;

$V$ ——时速,km/h.

经采集周期  $T$ ,由车轮转动圈数计算出实际距离:

$$S = X \cdot \pi D / n_1 / n_2 \quad (2)$$

式中: $D$ ——车轮直径,m;

$n_1$ ——软轴与车轮变速比;

$n_2$ ——隔屏上槽(孔)数;

$X$ ——显示值(采集周期  $T$  时间内计数脉冲数).

由式(1),(2)可以得出

$$X = V \cdot T / (3.6 \cdot \pi D / n_1 / n_2) \quad (3)$$

$$\text{令 } k = T / (3.6 \cdot \pi D / n_1 / n_2) \quad (4)$$

$$\text{有 } V = V/k \quad (5)$$

为使仪表显示数字正是车速数值,只需使采集周期满足式(4),且  $k = 10^n$  ( $n=0,1,\dots$ ).

万方数据

所以有

$$T = 3.6k\pi D / n_1 / n_2 \quad (6)$$

实测大阳(DY90型)摩托车前轮周长为1.73 m,即  $\pi D = 1.73$  m.

仪表软轴变速比为1:2.25,即  $n_1 = 2.25$ .

开槽(光电检测孔)8个,即  $n_2 = 8$ ,可算出采集周期理论值  $T_i = 0.346$  s.

### 2.2 采样周期 $T$ 的校准

专业条件可以采用信号发生器和频率计进行校准,设信号发生器输出信号频率为  $F$ ,则应有

$$X = F \cdot T_i \quad (7)$$

调整测速计的振荡频率(微调RW2),使显示值与式(7)计算结果一致即可.

为保证校准精度,应在不超出CD4553B最高计数频率(2 MHz)和最大计数的条件下,尽可能提高信号发生器的频率.

业余条件下,可采用220 V/50 Hz交流市电进行校准,市电经变压器降压全波整流(不能滤波)后,获得  $2f$  频率的脉冲串:

$$X = 2fT_i = 2 \times 50 \times 0.346 \approx 34.6$$

用电阻分压得到合适的幅值,通过一电阻限流馈入脉冲采样输入端,调整多谐振荡器振荡频率,使显示计数值为34即可.

此时采样周期  $T$  的精度为:

$$ER = (\text{实际值} - \text{理论值}) / \text{理论值} \times 100\%$$

式中:ER——采样周期的相对误差,

上限:  $(35 - 34.6) / 34.6 \times 100\% = +1.1\%$ ;

下限:  $(34 - 34.6) / 34.6 \times 100\% = -1.7\%$ .

## 3 分辨率、灵敏度和精度

### 3.1 分辨率(DIS)

由式(5)知,  $X = V/k$ ,而计数器的分辨率为1,所以有车速表的  $DIS = 1/k$  km/h,

当取  $n=0$  时,  $DIS = 1$  km/h;

$n=1$  时,  $DIS = 0.1$  km/h.

### 3.2 精度

由式(3)可知,测速精度取决于采集周期  $T$  的精度,采集周期  $T$  的精度取决校准的精度(材料温度变化引起的误差可忽略).

测速误差由两部分组成:分辨率引入误差和采集周期引入误差(以下计算取  $n=0$ ).

分辨率引入误差:  $\Delta V(DIS) = \pm 1$ ,

$$\Delta V(DIS)/V = \pm 1/V \times 100\% \quad (8)$$

式中: $\Delta V(DIS)$ ——由分辨率引起的误差采集周期  $T$  引入误差.

根据式(3),有  $X = A \cdot T$

$$\Delta V(T)/V = (A \cdot T_e - A \cdot T_i)/(A \cdot T_i) \cdot 100\%$$

式中:  $A = V/(3.6 \cdot \pi D/n_1/n_2)$ ;

$T = T_i(1 + ER)$ ——实际采集周期;

$T$ ——理论采集周期;

$\Delta V(T)$ ——由采集周期引起的误差,

$$\Delta V(T)/V = ER, \quad (9)$$

仍以业余校准方式测算。

速度表在 50 km/h 时的误差为计数误差与采集周期  $T$  的误差之和:

上限:  $(1/50) \cdot 100\% + 1.1\% = +3.1\%$ ;

下限:  $(-1/50) \cdot 100\% - 1.7\% = -3.7\%$ 。

### 3.3 响应时间(灵敏度)

指显示值与实际车速延迟时间,取决于采集周期  $T$ ,显示值为采集周期内实际车速的平均值,而非显示时的即时时速,所以:最大延迟时间为采集周期  $T$ ,即 0.346 s。

由式(5)知,增加变速比和光电检测孔可以缩短采集周期,提高测速的灵敏度(既缩短响应时间),及时指示车辆的瞬时车速。对定型产品变速比为定值,只需增加光电检测孔即可,简单易行。

## 4 结论

由式(5),(6)可以看出,分辨率与灵敏度成反比,通过适当增加光电检测孔,可在保证分辨率

(即提高精度)的前提下提高灵敏度;与磁电式仪表相比,测速精度高,显示醒目直观,指示稳定(指示无抖动),同时用数字和模拟光带指示,抗震能力强,制作调试简单,可以替代传统磁电式车速表。

由于红外发射接收对管在相对封闭的仪表壳体内部,避免了利用车轮辐条检测时易受灰尘、泥土、雨水等影响的弊端,利用现有软轴系统,改进升级简单易行。

该电路也可应用于摩托车转速表,将红外发射接收对管更换为霍尔元件或其它传感器,可检测摩托车飞轮转速,取代磁电式转速表,或为无转速表的摩托车加装数字式转速表,提高摩托车档次,该电路同样也可应用于汽车测速仪表,将传统磁电仪表更新为数字仪表简单易行。

## 参考文献:

- [1] 黄道修. 摩托车仪表的磁系统[J]. 摩托车, 1996(10): 25-26.
- [2] 上海电器科学研究所. 实用电子元器件手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998.
- [3] 宋春荣, 刘芳芳, 杨礼成, 等. 通用集成电路速查手册[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1995.
- [4] 许永才. 电度表远传数显装置[N]. 北京电子报, 1998(4): 5-14.

## A Simply Constructed Digital Speedometer

LIU En - chen

(CAP Electronics Technology Company, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** To conquer the weak points of magnetoelectric speedometer, such as pointer's wavering and lower precision. A simply constructed digital speedometer is designed, which is equipped with numeroscope to display digits and LED indicator to simulate cursor. It works according to counting the amount of pulses first to measure the moving distance in the sampling period to tall the value of the speed by means of numerator. The facture by means of intrinsic flexibility spindle and the truing methods at sparetime conditions is disserted. An example of making of concrete speedometer for motorcycle is given in this paper. It also analyses the sensitivity, resolution and precision of this digital speedometer. It proves that the result be accurate and reliable.

**Key words:** speedometer; digital; pulse; LED simulator; sampling period; response(precision); resolution