

# 自行车智能测速设计

姓 名： 吴长华

指 导 教 师： 程秀玲

系 别： 电子电气工程系

专 业： 应用电子技术

长沙航空职业技术学院

2012 年 4 月

## 摘 要

随着科技的迅速发展，单片机的应用也越来越广泛，并带动传统控制检测技术不断更新。现在的车速表大多是电子式的，用 LED 数码管或 LCD 即时显示，显示更加直观。电子式车速表采用接触车速传感器代替软轴传动，可使车速表的安装位置不受距离限制，进一步有效地克服了机械式车速表中的诸多不足。

本次设计给出了以 AT89S52 为核心，利用单片机的运算和控制功能，并采用系统化 LCD 显示模块实时显示所测速度的设计方案以及系统软件。

该方案由于使用了 LCD 显示模块，以及高效快速算法，因而可在节约系统资源和简化程序设计的基础上保证测量精度和系统实时性。速度显示部分采用 LCD 显示，因而节省了所需单片机的口线和外围器件，同时也简化了显示部分的软件编程。案实现了电动车速度即时显示。

关键词：单片机；霍尔传感器；LCD 显示

## Abstract

Along with the quick development of science and technology, the application of SCM and more extensive, drive traditional control test technology constantly updated. Now the speed table is mostly electronic, use LED digital tube or LCD instantly shows, show more intuitive. Electronic speed table by using the contact speed sensor instead of soft shaft transmission speed table, can make the installation position of not affected by distance limit, further effectively overcome the speed to the table of mechanical some shortcomings.

This design is given based on AT89S52 as the core, of the microcontroller calculation and control function, and by using the systematic LCD display module real-time display measured the speed of design program and system software.

The scheme by using LCD display module, and quick and efficient algorithm, thus in saving system resources and simplify programming based on guarantee measuring precision and real-time system. Speed shows part adopts LCD display, thereby saving the required microcontroller mouth lines and peripheral equipments, simultaneously also simplifies shows part of the software programming. Case realized the electric car speed instantly shows.

Keywords: SCM, Hall sensors; LCD display

---

## 目录

第一章 绪论.....	5
1.1 选题背景.....	5
1.2 研究意义.....	5
1.3 研究内容.....	6
第二章 总体方案设计.....	7
第三章 系统单元模块概述.....	8
3.1 传感器选择.....	8
3.2 单片机选型.....	10
3.3 显示模块选型.....	12
3.4 速度算法概述.....	13
第四章 系统硬件设计.....	18
4.1 单片机的功能及其引脚.....	18
4.2 液晶显示电路的原理与设计.....	24
4.3 霍尔传感器电路设计.....	24
4.4 数据处理过程.....	29
第五章 系统仿真分析.....	32
第六章 系统软件设计.....	33
第七章 总结与展望.....	34
致谢.....	35
参考文献.....	36
附录 1.....	37
附录 2.....	38

---

## 第一章 绪论

### 1.1 选题背景

在全球倡导绿色环保的大趋势下,我国加大了对车辆排放和噪声的管理,由于电动自行车具有无污染、低噪声和轻便快捷等优点,是一种绿色环保的交通工具。随着我国城市规模的迅速扩大及农村道路的日益改善,长期依靠脚踏自行车的人们将会把目标转向电动自行车,对电动自行车需求也会越来越大。人们对环境的关注以及相关技术的更新,有力地促进了电动自行车的发展。

我国电动车的研究相比欧美国家起步较晚。直到上个世纪 90 年代中期,我国才掀起开发研究的高潮,但主要集中在上海、北京、广东等地,到 90 年代后期基本覆盖全国主要经济发达地区如江苏、浙江、山东等省。虽然我国电动车研究起步晚,但从技术角度来看,我们并不落后于世界。我国电动自行车产业基本保持与世界同步发展水平。

### 1.2 研究意义

传统的机械式车速表是由旋转磁场作用于转动盘,使转动盘连同车速表指针发生同向的偏转。当电磁转矩与弹簧产生的阻力矩平衡时,指针偏转停留在某一角度上。指针偏转角与车速成正比,因而可用其表示车速。

机械式车速表的缺陷是明显的。由于表盘指针偏转程度正比于软轴的转动时产生的磁力,当转速较低的时候,磁力较小,随转速变化波动较大。因此,低速时车速表指针摆动剧烈、测量及显示精度不高。对于发动机后置的车辆,要将车速表指针的偏转动力由变速箱经软轴等传至驾驶室,软轴必然布置的较长,如何将这种长长的转动软轴从结构上布置妥当,肯定是一件十分困难的事情。

现在的车速表大多是电子式的,用 LED 数码管或 LCD 显示,使速度显示更加直观。采用接触车速传感器代替软轴传动,可使车速表的安装位置不受距离限制,有效地克服了机械式车速表中的诸多不足。

电子式车速表更加智能,车速表的功能也更加人性化,如加上了里程累计、超速提醒等功能。

---

### 1.3 研究内容

本设计以 AT89S52 为核心，通过霍尔传感器来检测自行车的运转情况进而实现电动自行车的速度，并实时监测当前温度，最后用 LCD 能直观的将速度、温度显示给用户，从而弥补了机械式的缺点。

主要研究内容：

温度测量系统：

- 1、能够实现温度测量
- 2、用液晶显示器显示
- 3、做实物
- 4、能够显示时间

测速系统：

- 1、能够测量速度
- 2、用液晶显示器显示
- 3、做实物

## 第二章 总体设计方案

本速度里程表由信号预处理电路、AT89S52 单片机、LCD 显示电路、温度采集电路和系统软件组成。速度显示采用 LCD 显示模块，所得的数据直接传送到单片机，因而节省了所需单片机的口线和外围器件，同时也简化了显示部分的软件编程。

系统软件包括单片机和液晶模块的初始化模块、液晶模块的写数据/命令子模块、周期测量模块、温度采集模块、速度里程计算模块、速度和里程显示数据转 BCD 码模块、显示数据消多余零模块、数据显示模块以及实时中断服务模块等。

该设计能实时地将所测的速度、温度显示出来。该速度表能将传感器输入到单片机的脉冲信号的宽度(传感器将车速转变成相应宽度的脉冲信号)实时地测量出来,然后通过单片机计算出速度,并由 LCD 显示模块实时显示出所测速度。设计时,应综合考虑测速精度和系统反应时间。本设计用测量脉冲频率来计算速度,因而具有较高的测速精度。为了保证系统的实时性,系统的速度转换模块和显示数据转 BCD 码模块都采用快速算法。另外,还应尽量保证其它子模块在编程时的通用性和高效性。本设计的速度和里程值采用 LCD 显示。系统方框图如图 2-1 所示。

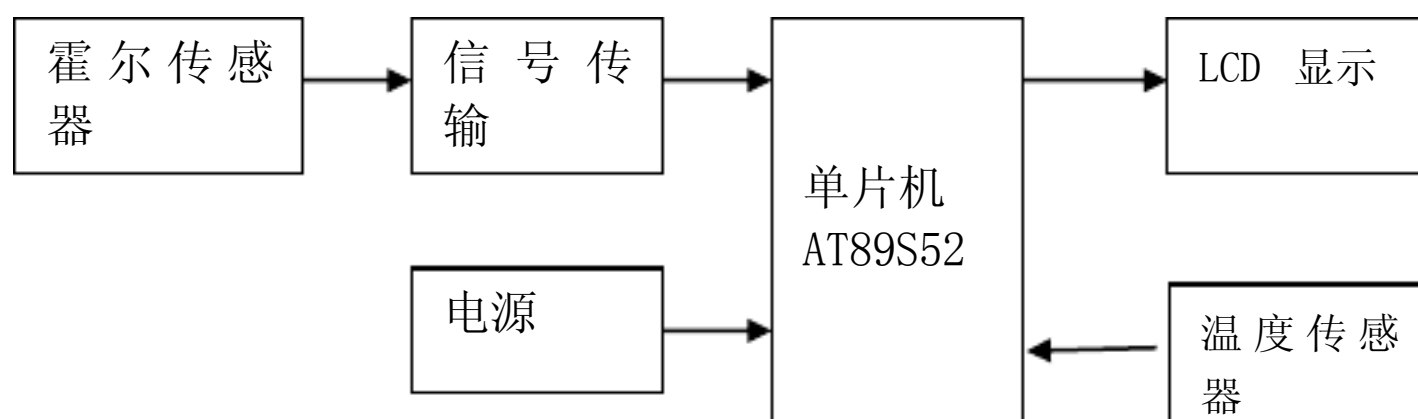


图 2-1 系统方框图

## 第三章 系统单元模块概述

### 3.1 传感器选择

方案一、光电传感器。

光电传感器是应用非常广泛的一种器件，各种各样的形式，如透射式、反射式等，基本原理就是当发射管光照射到接收管时，接收管导通，反之关断。以透射式为例，如图 3-1 所示，当不透光的物体挡住发射与接收之间的间隙时，开关管关断，否则打开。为此可以制作一个遮光叶片如图 3-2 所示，安装在转轴上，当扇叶经过时，产生脉冲信号。当叶片数较多时，旋转一周可以获得多个脉冲信号。

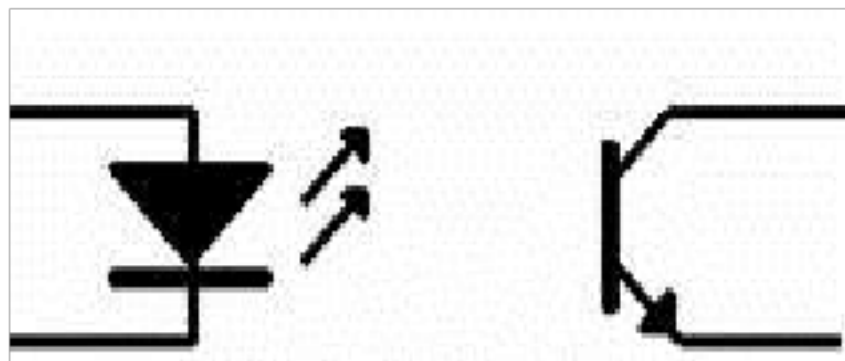


图 3-1 光电传感器的原理图

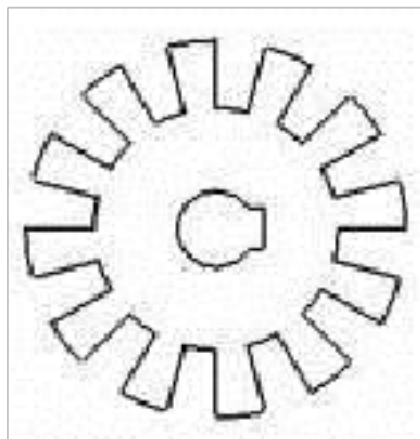


图 3-2 遮光叶片

将光敏电阻安装在自行车前叉的一侧，在同等高度的另一侧安上一个高亮度的发光二极管。在同等高度的辐条上贴上一圈黑色材料，并在黑色材料上打上等间距的小孔，这样当小孔经过光敏电阻时，光敏电阻根据光电流的变化发出脉冲，从而测量里程。

方案二、光电编码器

光电编码器的工作原理与光电传感器一样，不过它已将光电传感器、电子电路、码盘等做成一个整体，只要用联轴器将光电传感器的轴与转轴相连，就能获得多种输出信号。它广泛应用于数控机床、回转台、伺服传动、机器人、雷达、军事目标测定等需要检测角度的装置和设备中。如图 3-3 所示，是某光电编码器的外形。





图 3-3 成品光电编码器

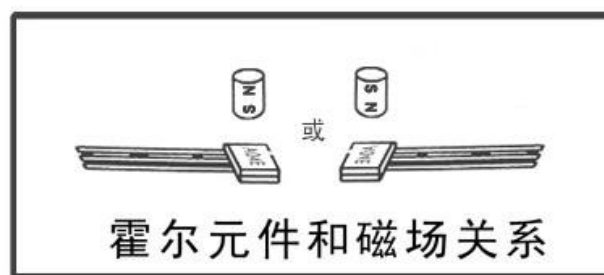
将旋转编码器安装在车轴上，这样每当车轮转过一定的距离编码器就会发出一个脉冲。利用脉冲数对里程进行测量。

### 方案三、霍尔传感器

霍尔传感器是对磁敏感的传感元件，常用于开关信号采集的有 CS3020 、 CS3040 、 A04E 等，这种传感器是一个 3 端器件，外形与三极管相似，只要接上电源、地，即可工作，输出通常是集电极开路（OC）门输出，工作电压范围宽，使用非常方便。



霍尔元件和磁钢



霍尔元件和磁场关系

图 3-4 霍尔元件和磁钢实际图

使用霍尔传感器获得脉冲信号，其机械结构也可以做得较为简单，只要在转轴的圆周上粘上一粒磁钢，让霍尔开关靠近磁钢，就有信号输出，转轴旋转时，就会不断地产生脉冲信号输出。如果在圆周上粘上多粒磁钢，可以实现旋转一周，获得多个脉冲输出，单片机根据脉冲数来计算里程。霍尔元件和磁钢如图 3-4 所示。在粘磁钢时要注意，霍尔传感器对磁场方向敏感，粘之前可以先手动接近一下传感器，如果没有信号输出，可以换一个方向再试。这种传感器不怕灰尘、油污，在工业现场应用广泛。

光敏电阻对光特别敏感，当白天行驶时，外界光源导致光敏电阻发出错误信号；光敏电阻对环境的要求相当高，如果光敏电阻或发光二极管被泥沙或灰尘所覆盖，光敏电阻就不

---

能再进行测量；在雾天和雨天光敏电阻的测量的效果也不好。而编码器必须安装在车轴上，这样安装就会给用户带来很多不便。霍尔元件不受天气的影响，即便被泥沙或灰尘覆盖对测量也不会有任何影响。由霍尔元件加整形电路构成的霍尔开关系统，具有输出响应快，数字脉冲性能好，安装方便，性能可靠，不受光线、泥水等因素影响，价格便宜的优点。所以本设计采用方案三霍尔传感器。（型号 A441）

温度传感器直接选择 DS18B20，为数字式，使用灵活，直接和单片机相连，为单总线，单片机只要按照时序写程序，就能读取当前的温度数据。

### 3.2 单片机选型

AT89S52/LS51 单片机是低功耗的、具有 4KB 在线编程 Flash 存储器的单片机。它与通用 80C51 系列单片机的指令系统和引脚兼容。片内的 Flash 可允许在线重新编程，也可使用非易失性存储器编程。他将通用 CPU 和在线可编程 Flash 集成在一个芯片上，形成了功能强大、使用灵活和具有较高性能性价比的微控制器。

AT89S52/LS51 具有如下特性：

- 片内程序存储器含有 4KB 的 Flash 存储器，允许在线编程，擦写周期可达 1000 次；
- 片内数据存储器内含 128 字节的 RAM；
- I/O 口具有 32 根可编程 I/O 线；
- 具有两个 16 位 I/O 线；
- 中断系统具有 6 个中断源、5 个终端矢量、2 个中断优先级的中断结构；
- 串行口是一个全双工的串行通信口；
- 具有两个数据指针 DPTR0 和 DPTR1；
- 低功耗节电模式有节电模式和掉电模式；
- 包含 3 级程序锁定位；

---

--AT89S52 的电源电压为 4.0-5.5V，AT89LS51 的电源电压为 2.7-4.0V；

--振荡器频率 0-33MHz（AT89S52），0-16MHz（AT89LS51）；

--具有片内看门狗定时器；

--灵活的在线片内编程模式（字节和页编程模式）；

--具有断电标志模式 POF；

89S51 相对于 89C51 增加的新功能包括：

-- 新增加很多功能，性能有了较大提升，价格基本不变，甚至比 89C51 更低！

-- ISP 在线编程功能，这个功能的优势在于改写单片机存储器内的程序不需要把芯片从工作

环境中剥离。是一个强大易用的功能。

-- 最高工作频率为 33MHz，大家都知道 89C51 的极限工作频率是 24M，就是说 S51 具有更

高工作频率，从而具有了更快的计算速度。

-- 具有双工 UART 串行通道。

-- 内部集成看门狗计时器，不再需要像 89C51 那样外接看门狗计时器单元电路。

-- 双数据指示器。

-- 电源关闭标识。

-- 全新的加密算法，这使得对于 89S51 的解密变为不可能，程序的保密性大大加强，这样

就可以有效的保护知识产权不被侵犯。

---

— 兼容性方面：向下完全兼容 51 全部字系列产品。比如 8051、89C51 等早期 MCS-51 兼容产品。也就是说所有教科书、网络教程上的程序（不论教科书上采用的单片机是 8051 还是 89C51 还是 MCS-51 等等），在 89S51 上一样可以照常运行，这就是所谓的向下兼容。

### 3.3 显示模块选型

单片机系统中常用的显示器有：发光二极管 LED 显示器、液晶 LCD 显示器等。在这里由于单片机测速系统比较简单，所以直接选用了 LCD 显示器。

方案一 LED 静态显示器。

静态显示的特点是每个数码管的段选必须接一个 8 位数据线来保持显示字形码。当送入一次字形码后，显示字形可一直保持，直到送入新字形码为止。这种方法的优点是占用 CPU 时间少，显示便于监测和控制。缺点是硬件电路比较复杂，成本较高。

方案二、LED 动态显示器。

动态显示的特点是将所有位数码管的段选线并联在一起，由位选线控制是哪一位数码管有效。这样一来，就没有必要每一位数码管配一个锁存器，从而大大地简化了硬件电路。选亮数码管采用动态扫描显示。所谓动态扫描显示即轮流向各位数码管送出字形码和相应的位选，利用发光管的余辉和人眼视觉暂留作用，使人的感觉好像各位数码管同时都在显示。动态显示的亮度比静态显示要差一些，所以在选择限流电阻时应略小于静态显示电路中的。

方案三、用液晶显示器 LCD 显示信息。

LCD 显示器工作原理就是利用液晶的物理特性；通电时排列变得有序，使光线容易通过；不通电时排列混乱，阻止光线通过，说简单点就是让液晶如闸门般地阻隔或让光线穿透。LCD 的好处有：与 CRT 显示器相比，LCD 的优点主要包括零辐射、低功耗、散热小、体积小、图像还原精确、字符显示锐利等。

在日常生活中，我们对液晶显示器并不陌生。液晶显示模块已作为很多



### 3.4 速度算法概述

速度测量是工控系统中最基本的需求之一，最常用的是用数字脉冲测量某根轴的转速，再根据机械比、直径换算成线速度。脉冲测速最典型的方法有测频率(M法)和测周期(T法)。

M法是测量单位时间内的脉数换算成频率，因存在测量时间内首尾的半个脉冲问题，可能会有2个脉的误差。速度较低时，因测量时间内的脉冲数变少，误差所占的比例会变大，所以M法宜测量高速。如要降低测量的速度下限，可以提高编码器线数或加大测量的单位时间，使用一次采集的脉冲数尽可能多。

T法是测量两个脉冲之间的时间换算成周期，从而得到频率。因存在半个时间单位的问题，可能会有1个时间单位的误差。速度较高时，测得的周期较小，误差所占的比例变大，所以T法宜测量低速。如要增加速度测量的上限，可以减小编码器的脉冲数，或使用更小更精确的计时单位，使一次测量的时间值尽可能大。

本系统采用多倍周期法。M法、T法各且优劣和适应范围，编码器线数不能无限增加、测量时间也不能太长(得考虑实时性)、计时单位也不能无限小，所以往往候M法、T法都无法胜任全速度范围内的测量。因此产生了M法、T法结合的多倍周期法：低速时测周期、高速时测频率。

当车轮转动时，霍尔元件输出连续脉冲信号，此时的车速计算就是将脉冲频率转换为车轮的转速。目前，常用的转速计算方法有以下几种：频率法、周期法和多倍周期法。在总结多倍周期法的计算原理，分析计算误差的基础上，提出了一种新的转速计算方法——转速计算的精度自适应方法。这种方法在保证各频带转速计算精度的同时，也能满足本系统检测的实时性的要求，较好地克服了传统转速计算方法的局限性。

轮速V计算公式见式(3-1)：

$$V=(2r/z) f \quad (3-1)$$

式中r——滚筒半径；z——磁片数量；f——转速脉冲频率。对于确定的系统， $2r/z$ 为常数，所以车速计算的误差分析转换成转速输出脉冲频率的误差分析。

对于转速低频测量，周期法有较高的精度，而对于转速高频测量，频率法有较高精度。因此如果把周期法与频率法结合起来，采用转速脉冲周期倍

乘的措施，可以展宽转速测量范围，提高测量精度。这就是多倍周期法。转速脉冲信号按固定分频数进行分频，使得被测周期得到倍乘，计算转速脉冲频率  $f$ ：

$$f = \frac{1}{T_1} = \frac{m}{m T_1} = \frac{m}{T_1} \quad (3-2)$$

式中  $m$  — 周期倍乘数；

$T_1$  — 实际转速输出脉冲信号的周期；

$T_1$  —  $m$  分频脉冲周期。

在实际的软件实现过程中， $m_1$  分频脉冲周期  $T_1$  总是换算成  $N$  个时标信号周期  $T_0$  进行计算，这时可认为  $T_1 = N T_0$ ，代入式 (2-2) 有：

$$f = \frac{m}{N T_0} \quad (3-3)$$

由于采用转速周期倍乘措施，这样所测得的  $N = N_0 / m$  为  $m$  个转速脉冲周期的平均值。由于每个转速脉冲周期都存在着  $T_1$  的误差，如磁片在滚筒端面的圆周边缘分布不均匀等， $T_1$  有正有负，所以取  $m$  个转速周期的平均值的误差必然小于单个周期的误差，从而提高了转速测量的精度。转速计算多倍周期法对于不同转速频率范围都能达到很高的测量精度。但是，由于这种方法对低频转速脉冲信号进行了倍乘，所以，多倍周期法在提高高额转速计算精度的同时，拉大了低频转速计算的时间间隔，从而降低了低速检测时的实时性。具体测量原理如图 3-5 所示。

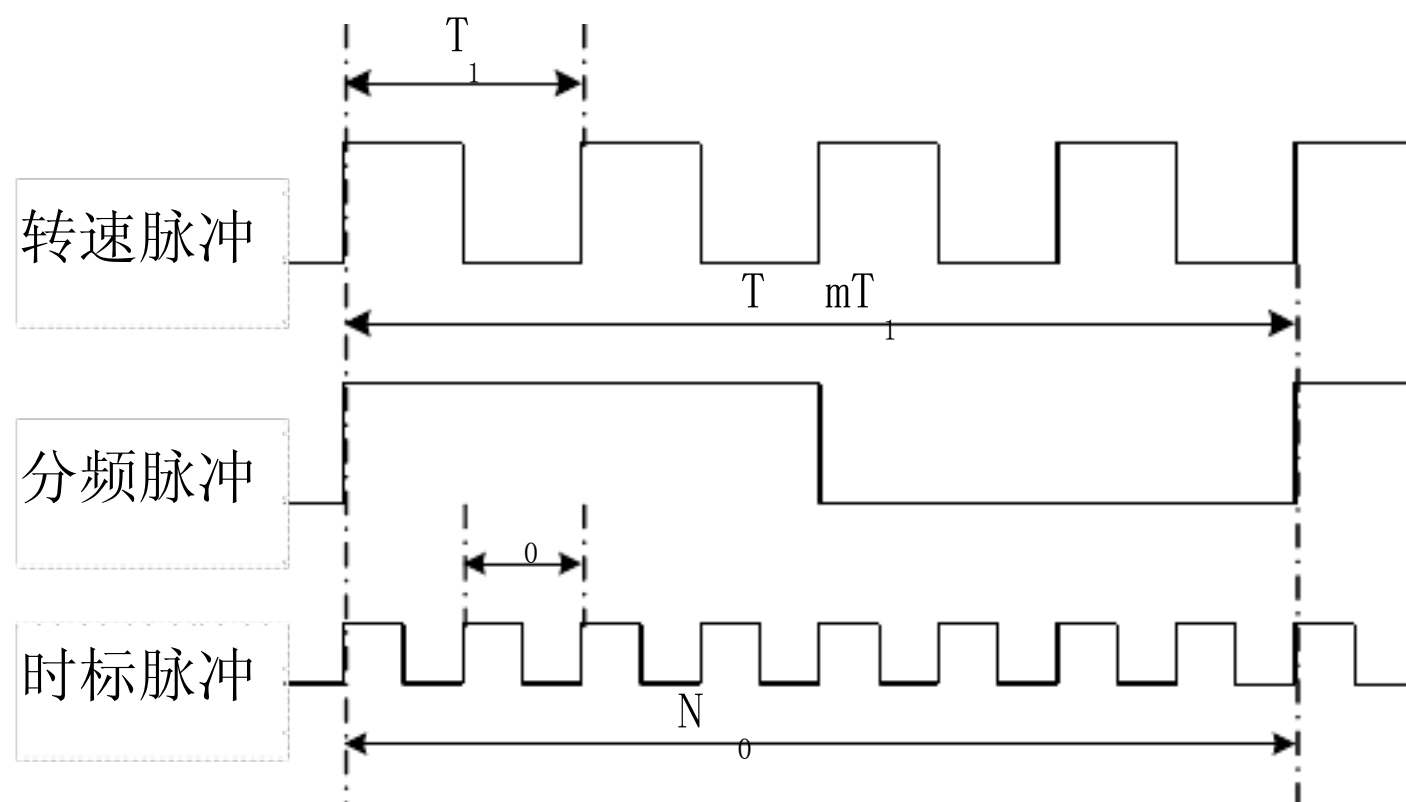




图 3-6 多倍周期法测量原理图

此方法是以多倍周期法为基础，并结合转速的计算精度和检测的实时性的要求设计完成的。这种方法和多倍周期法的区别在于多倍周期法的转速脉冲倍乘数  $m_1$  为固定值，造成了低速计算实时性差的缺点，而精度自适应方法则克服了这一缺点，在保证高速、低速计算精度的同时，很好地保证了低速检测的实时性。此方法关键是式(3-2)中  $m_1$  值的选取，须根据精度的要求和时间限制等条件来确定。首先，为保证检测的实时性，设定最大的测试周期为  $T_1$ ，由时间限制条件可以确定  $m_1$  的上限值为：

$$m_1 \leq \frac{T_1}{T_m} \quad (3-4)$$

然后，根据精度要求的限制条件，可求出  $m_1$  的下限值。由式(3-3)可得：

$$\frac{d_f}{f} = \left( \frac{d_N}{N} + \frac{d_0}{0} \right) \quad (3-5)$$

由式(3-5)可知，测量误差来自两部分：一部分是时标信号脉冲计数误差  $d_N/N$ ，这种误差即  $\pm 1$  字误差，此时  $d_N = \pm 1$ ；另一部分为时标精度误差  $d_0/0$ ，这是一种常值误差，通常单片机用晶体振荡器定时， $d_0$  精度相当高，保证在  $10^{-6}$  以下，所以此项误差一般可以忽略。根据以上分析，误差主要来自时标信号脉冲计数误差，即：

$$\frac{d_f}{f} = \frac{d_N}{N} = \frac{d_N}{m_1 \frac{T_1}{1}} = \frac{d_N}{m_1 T_1} \quad (3-6)$$

若精度要求为  $a\%$ ，即：

$$\frac{d_f}{f} = a\% \quad (3-7)$$

$$m_1 \geq \frac{100}{a T_1} \quad (3-8)$$

综合式(3-4)和式(3-8)，即可确定  $m_1$  值：



$$\frac{100}{aT_1} m_1 \frac{T_m}{T_1} \quad (3-9)$$

在实际计算过程中，以每个测试周期中的第一个转速周期 $T_1$ 作为求解 $m_1$ 值的试算脉冲。得到 $m_1$ 的下限值，再由测试周期计算出 $m_1$ 的上限值，从中取一个合适的整数值，作为当前测试周期内的转速脉冲分频值。由于固定转速计算精度，所以转速越高， $m_1$ 值越大，转速越低， $m_1$ 值越小。这样，既保证了转速计算精度，又提高了低速检测的实时性。

。由于 $T_1$ 在具体的检测系统中是已知的，由式(3-4)可知，求 $m_1$ 的上限值只须求出此测试周期内 $T_1$ 的值。利用 AT89C2051 单片机中的定时器 / 计数器 T。的门控位 GATE 测量 INTO(P3.2) 引脚上出现的转速脉冲宽度。 $T_1$ 的值即为转速脉冲宽度的 2 倍。同理，利用 $T_1$ 的值可求出 $m_1$ 的下限值。然后再用插值法从下限值和上限值得到一个整数值。即为当前测试周期内的分频值。求出 $m_1$ 值后，再按多倍周期法的转速计算公式，利用 AT89S52 单片机的定时器 / 计数器在 $m_1 T_1$ 时间内，对时标脉冲进行计数，其值为 N，这样即可精度自适应方法的软件设计关键在于计算出每个测试周期内的 $m_1$ 的值求出车速

## 第四章 系统硬件设计

### 4.1 单片机的功能及其引脚

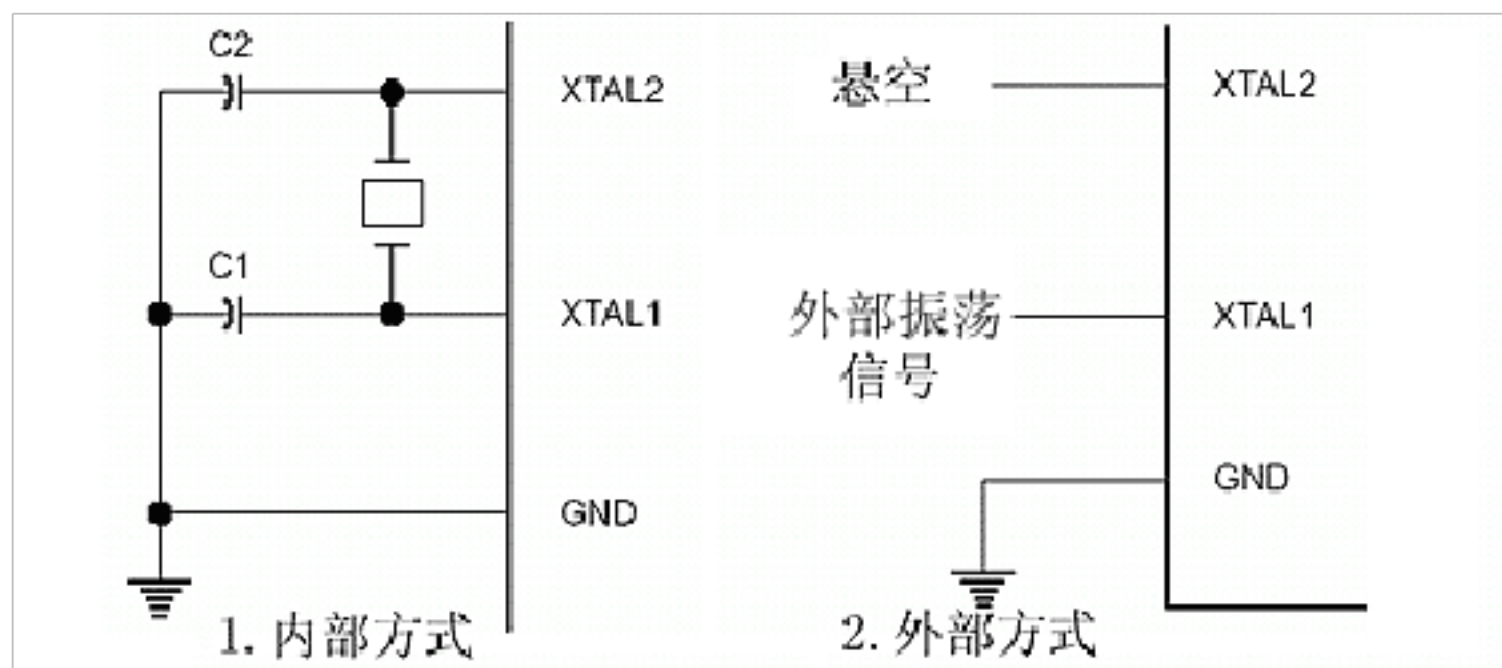
51 系列单片机 8031、8051 及 89c51/89s51 均采用 40Pin 封装的双列直接 DIP 结构。上图是它们的引脚配置:40 个引脚中,正电源和地线两根,外置石英振荡器的时钟线两根,4 组 8 位共 32 个 I/O 口,中断口线与 P3 口线复用。现在我们对这些引脚的功能加以说明:

#### 1、电源引脚

Vcc 40 脚 正电源脚,工作电压为 5V,另有 AT89LV51 工作电压则是 2.7-6V,引脚功能一样。

GND 20 接地端

#### 2. 外接晶体引脚



Pin19:时钟 XTAL1 脚, Pin18:时钟 XTAL2 脚,

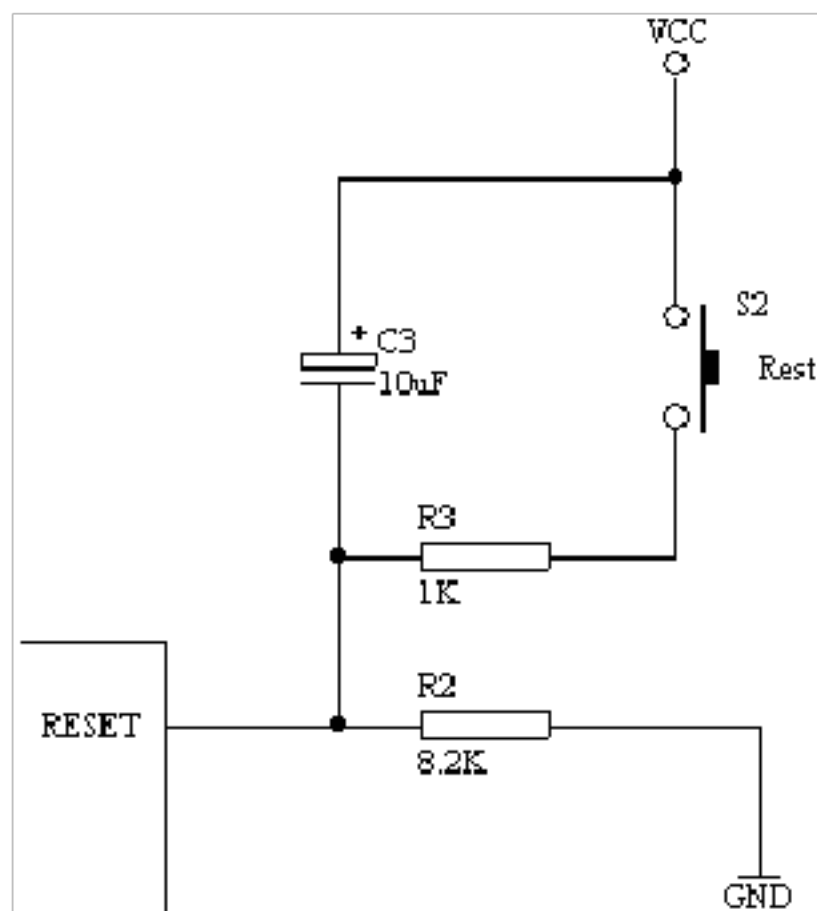
XTAL1 是片内振荡器的反相放大器输入端,XTAL2 则是输出端,使用外部振荡器时,外部振荡信号应直接加到 XTAL1,而 XTAL2 悬空。内部方式时,时钟发生器对振荡脉冲二分频,如晶振为 12MHz,时钟频率就为 6MHz。晶振

的频率可以在 1MHz-24MHz 内选择。电容取 30PF 左右。

型号同样为 AT89C51 的芯片,在其后面还有频率编号,有 12, 16, 20, 24MHz 可选。大家在购买和选用时要注意了。如 AT89C51 24PC 就是最高振荡频率为 24MHz, 40P6 封装的普通商用芯片。

### 3. 复位 RST 9

在振荡器运行时,有两个机器周期(24个振荡周期)以上的高电平出现在此引脚时,将使单片机复位,只要这个脚保持高电平,51 芯片便循环复位。复位后 P0—P3 口均置 1 引脚表现为高电平,程序计数器和特殊功能寄存器 SFR 全部清零。当复位脚由高电平变为低电平时,芯片为 ROM 的 0000H 处开始运行程序。常用的复位电路如下图所示。



复位操作不会对内部 RAM 有所影响。当 8051 通电,时钟电路开始工作,在 RESET 引脚上出现 24 个时钟周期以上的高电平,系统即初始复位。什么叫复位?复位是单片机重新执行程序代码的意思。

8051 的复位方式可以是自动复位,也可以是手动复位,见下图。此外,

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/958015075065007005>