

# 电动智能小车

## 福星电子网

提供单片机学习板，开发板，最小系统板；超声波测距实验应用板，各类器件仪表，详情请访问网站 <http://www.fxdzw.com>

## 摘要

80C51 单片机是一款八位单片机，他的易用性和多功能性受到了广大使用者的好评。这里介绍的是如何用 80C51 单片机来实现长春工业大学的毕业设计，该设计是结合科研项目而确定的设计类课题。本系统以设计题目的要求为目的，采用 80C51 单片机为控制核心，利用超声波传感器检测道路上的障碍，控制电动小汽车的自动避障，快慢速行驶，以及自动停车，并可以自动记录时间、里程和速度，自动寻迹和寻光功能。整个系统的电路结构简单，可靠性能高。实验测试结果满足要求，本文着重介绍了该系统的硬件设计方法及测试结果分析。

采用的技术主要有：

- (1) 通过编程来控制小车的速度；
- (2) 传感器的有效应用；
- (3) 新型显示芯片的采用。

**关键词** 80C51 单片机、光电检测器、PWM 调速、电动小车

## Design and create an intelligence electricity motive small car

### Abstract

80C51 is a 8 bit single chip computer. Its easily using and multi-function suffer large users. This article introduces the CCUT graduation design with the 80C51 single chip computer. This design combines with scientific research object. This system regards the request of the topic, adopting 80C51 for controlling core, super sonic sensor for test the hinder. It can run in a high and a low speed or stop automatically. It also can record the time, distance and the speed or searching light and mark automatically the electric circuit construction of whole system is simple, the function is dependable. Experiment test result satisfy the request, this text emphasizes introduced the hardware system designs and the result analyze.

The adoption of technique as:

- (1) Reduce the speed by program the engine;
- (2) Efficient application of the sensor;
- (3) The adoption of the new display chip.

Keywords 80C51 single chip computer, light electricity detector, PWM speed adjusting, Electricity motive small car

## 目 录

第一章 前 言 .....	1
第二章 方案设计与论证 .....	3
一 直流调速系统 .....	3
二 检测系统 .....	4
三 显示电路 .....	9
四 系统原理图 .....	9
第三章 硬件设计 .....	10
一 80C51 单片机硬件结构 .....	10
二 最小应用系统设计 .....	11
三 前向通道设计 .....	12
四 后向通道设计 .....	15
五 显示电路设计 .....	17
第四章 软件设计 .....	20
一 主程序设计 .....	20
二 显示子程序设计 .....	24
三 避障子程序设计 .....	25
四 软件抗干扰技术 .....	26
五 “看门狗”技术 .....	28
六 可编程逻辑器件 .....	29
第五章 测试数据、测试结果分析及结论 .....	30
致 谢 .....	31
参 考 文 献 .....	32
附录 A 程序清单 .....	33
附录 B 硬件原理图 .....	41

## 第一章 前言

随着汽车工业的迅速发展,关于汽车的研究也就越来越受人关注。全国电子大赛和省内电子大赛几乎每次都有智能小车这方面的题目,全国各高校也都很重视该题目的研究。可见其研究意义很大。本设计就是在这样的背景下提出的,指导教师已经有充分的准备。本题目是结合科研项目而确定的设计类课题。设计的智能电动小车应该能够实时显示时间、速度、里程,具有自动寻迹、寻光、避障功能,可编程行驶速度、准确定位停车。

根据题目的要求,确定如下方案:在现有玩具电动车的基础上,加装光电、红外线、超声波传感器及金属探测器,实现对电动车的速度、位置、运行状况的实时测量,并将测量数据传送至单片机进行处理,然后由单片机根据所检测的各种数据实现对电动车的智能控制。

这种方案能实现对电动车的运动状态进行实时控制,控制灵活、可靠,精度高,可满足对系统的各项要求。本设计采用 MCS-51 系列中的 80C51 单片机。以 80C51 为控制核心,利用超声波传感器检测道路上的障碍,控制电动小汽车的自动避障,快慢速行驶,以及自动停车,并可以自动记录时间、里程和速度,自动寻迹和寻光功能。80C51 是一款八位单片机,它的易用性和多功能性受到了广大使用者的好评。它是第三代单片机的代表。

第三代单片机包括了 Intel 公司发展 MCS-51 系列的新一代产品,如 8 x C152、80C51FA/FB、80C51GA/GB、8 x C451、8 x C452,还包括了 Philips、Siemens、ADM、Fujitsu、OKI、Harria-Metra、ATMEL 等公司以 80C51 为核心推出的大量各具特色、与 80C51 兼容的单片机。新一代的单片机的最主要的技术特点是向外部接口电路扩展,以实现 Microcomputer 完善的控制功能为己任,将一些外部接口功能单元如 A/D、PWM、PCA(可编程计数器阵列)、WDT(监视定时器)、高速 I/O 口、计数器的捕获/比较逻辑等。这一代单片机中,在总线方面最重要的进展是为单片机配置了芯片间的串行总线,为单片机应用系统设计提供了更加灵活的方式。Philips 公司还为这一代单片机 80C51 系列 8 x C592 单片机引入了具有较强功能的设备间网络系统总线----CAN(Controller Area Network BUS)。

新一代单片机为外部提供了相当完善的总线结构,为系统的扩展与配置打下了良好的基础。

本设计就采用了比较先进的 80C51 为控制核心,80C51 采用 CHOMS 工艺,功耗很低。该设计具有实际意义,可以应用于考古、机器人、医疗器械等许多方面。尤其是在足球机器人研究方面具有很好的发展前景;在考古方面也应用到了超声波传感器进

行检测。所以本设计与实际相结合，现实意义很强。

## 第二章 方案设计与论证

根据题目的要求,确定如下方案:在现有玩具电动车的基础上,加装光电检测器,实现对电动车的速度、位置、运行状况的实时测量,并将测量数据传送至单片机进行处理,然后由单片机根据所检测的各种数据实现对电动车的智能控制。

这种方案能实现对电动车的运动状态进行实时控制,控制灵活、可靠,精度高,可满足对系统的各项要求。

### 一 直流调速系统

方案一:串电阻调速系统。

方案二:静止可控整流器。简称 V-M 系统。

方案三:脉宽调速系统。

旋转变流系统由交流发电机拖动直流电动机实现变流,由发电机给需要调速的直流电动机供电,调节发电机的励磁电流即可改变其输出电压,从而调节电动机的转速。改变励磁电流的方向则输出电压的极性和电动机的转向都随着改变,所以 G-M 系统的可逆运行是很容易实现的。该系统需要旋转变流机组,至少包含两台与调速电动机容量相当的旋转电机,还要一台励磁发电机,设备多、体积大、费用高、效率低、维护不方便等缺点。且技术落后,因此搁置不用。

V-M 系统是当今直流调速系统的主要形式。它可以是单相、三相或更多相数,半波、全波、半控、全控等类型,可实现平滑调速。V-M 系统的缺点是晶闸管的单向导电性,它不允许电流反向,给系统的可逆运行造成困难。它的另一个缺点是运行条件要求高,维护运行麻烦。最后,当系统处于低速运行时,系统的功率因数很低,并产生较大的谐波电流危害附近的用电设备。

采用晶闸管的直流斩波器基本原理与整流电路不同的是,在这里晶闸管不受相位控制,而是工作在开关状态。当晶闸管被触发导通时,电源电压加到电动机上,当晶闸管关断时,直流电源与电动机断开,电动机经二极管续流,两端电压接近于零。脉冲宽度调制(Pulse Width Modulation),简称 PWM。脉冲周期不变,只改变晶闸管的导通时间,即通过改变脉冲宽度来进行直流调速。

与 V-M 系统相比, PWM 调速系统有下列优点:

(1) 由于 PWM 调速系统的开关频率较高,仅靠电枢电感的滤波作用就可以获得脉动很小的直流电流,电枢电流容易连续,系统的低速运行平稳,调速范围较宽,可达 1:10000 左右。由于电流波形比 V-M 系统好,在相同的平均电流下,电动机的损耗和发热都比较小。

(2) 同样由于开关频率高,若与快速响应的电机相配合,系统可以获得很宽的

频带，因此快速响应性能好，动态抗扰能力强。

(3) 由于电力电子器件只工作在开关状态，主电路损耗较小，装置效率较高。

根据以上综合比较，以及本设计中受控电机的容量和直流电机调速的发展方向，本设计采用了 H 型单极型可逆 PWM 变换器进行调速。

脉宽调速系统的主电路采用脉宽调制式变换器，简称 PWM 变换器。

脉宽调速也可通过单片机控制继电器的闭合来实现，但是驱动能力有限。为顺利实现电动小汽车的前行与倒车，本设计采用了可逆 PWM 变换器。可逆 PWM 变换器主电路的结构式有 H 型、T 型等类型。我们在设计中采用了常用的双极式 H 型变换器，它是由 4 个三极电力晶体管和 4 个续流二极管组成的桥式电路。

## 二 检测系统

检测系统主要实现光电检测，即利用各种传感器对电动车的避障、位置、行车状态进行测量。

### 1. 行车起始、终点及光线检测：

本系统采用反射式红外线光电传感器用于检测路面的起始、终点（2cm 宽的黑线），玩具车底盘上沿黑线放置一套，以适应起始的记数开始和终点的停车的需要。利用超声波传感器检测障碍。光线跟踪，采用光敏三极管接收灯泡发出的光线，当感受到光线照射时，其 c-e 间的阻值下降，检测电路输出高电平，经 LM393 电压比较器和 74LS14 施密特触发器整形后送单片机控制。

本系统共设计两个光电三极管，分别放置在电动车车头的左、右两个方向，用来控制电动车的行走方向，当左侧光电管受到光照时，单片机控制转向电机向左转；当右侧光电管受到光照时，单片机控制转向电机向右转；当左、右两侧光电管都受到光照时，单片机控制直行。见图 2.1 电动车的方向检测电路(a)。

行车方向检测电路（见图 2.2 电动车的方向检测电路(b)）采用反射接收原理配置了一对红外线发射、接收传感器。该电路包括一个红外发光二极管、一个红外光敏三极管及其上拉电阻。红外发光二极管发射一定强度的红外线照射物体，红外光敏三极管在接收到反射回来的红外线后导通，发出一个电平跳变信号。

此套红外光电传感器固定在底盘前沿，贴近地面。正常行驶时，发射管发射红外光照射地面，光线经白纸反射后被接收管接收，输出高电平信号；电动车经过黑线时，发射端发射的光线被黑线吸收，接收端接收不到反射光线，传感器输出低电平信号后送 80C51 单片机处理，判断执行哪一种预先编制的程序来控制玩具车的行驶状态。前进时，驱动轮直流电机正转，进入减速区时，由单片机控制进行 PWM 变频调速，通过软件改变脉冲调宽波形的占空比，实现调速。最后经反接制动实现停车。前行与倒车控制电路的核心是桥式电路和继电器。电桥上设置有两组开关，一组常闭，另一组常开。

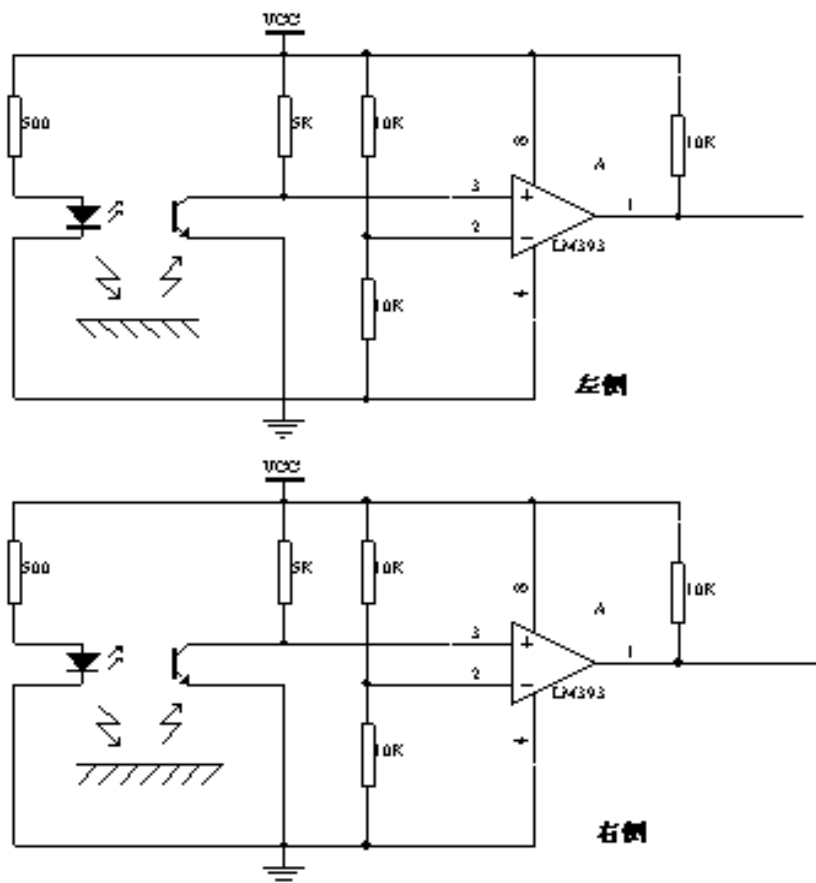


图 2.1 电动车的方向检测电路(a)

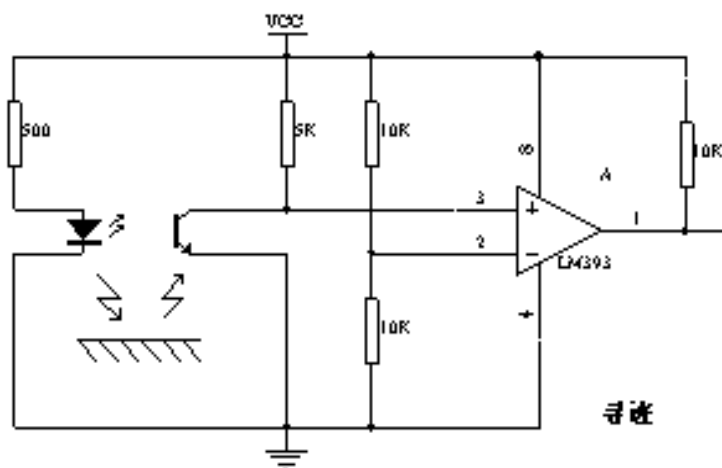


图 2.2 电动车的方向检测电路(b)

电桥一端接电源，另一端接了一个三极管。三极管导通时，电桥通过三极管接地，电机电枢中有电流通过；三极管截止时，电桥浮空，电机电枢中没有电流通过。系统通过电桥的输出端为转向电机供电。通过对继电器开闭的控制即可控制电机的开断和转速方向进而达到控制玩具车前行与倒车的目的，实现随动控制系统的纠偏功能。如图 2.3 前行与倒车控制电路所示。

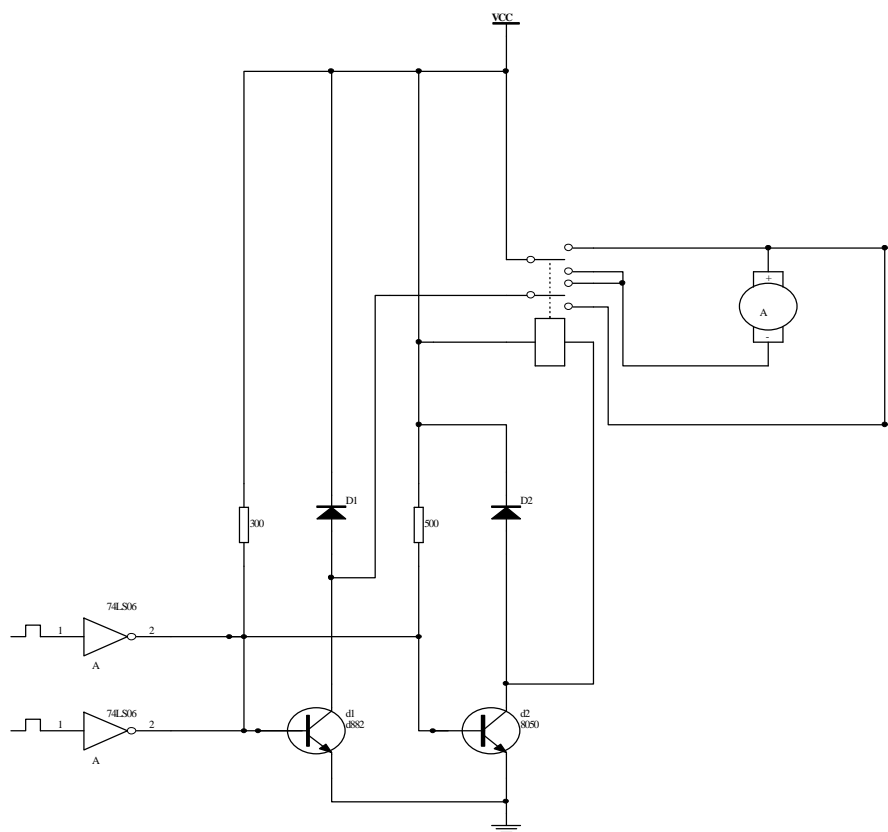


图 2.3 前行与倒车控制电路

检测放大器方案：

方案一：使用普通单级比例放大电路。其特点是结构简单、调试方便、价格低廉。但是也存在着许多不足。如抗干扰能力差、共模抑制比低等。

方案二：采用差动放大电路。选择优质元件构成比例放大电路，虽然可以达到一定的精度，但有时仍不能满足某些特殊要求。例如，在测量本设计中的光电检测信号时需要把检测过来的电平信号放大并滤除干扰，而且要求对共模干扰信号具有相当强的抑制能力。这种情况下须采用差动放大电路，并应设法减小温漂。但在实际操作中，往往满足了高共模抑制比的要求，却使运算放大器输出饱和；为获得单片机能识别的 TTL 电平却又无法抑制共模干扰。

方案三：电压比较器方案。电压比较器的功能是比较两个电压的大小，例如将一个信号电压  $U_i$  和一个参考电压  $U_r$  进行比较，在  $U_i > U_r$  和  $U_i < U_r$  两种不同情况下，电压比较器输出两个不同的电平，即高电平和低电平。而  $U_i$  变化经过  $U_r$  时，比较器的输出将从一个电压跳变到另一个电平。

比较器有各种不同的类型。对它的要求是：鉴别要准确，反应要灵敏，动作要迅速，抗干扰能力要强，还应有一定的保护措施，以防止因过电压或过电流而造成器件损坏。

比较器的特点：

- (1) 工作在开环或正反馈状态。放大、运算电路为了实现性能稳定并满足

一定的精度要求，这些电路中的运放均引入了深度负反馈；而为了提高比较器的反应速度和灵敏度，它所采用的运放不但没有引入负反馈，有时甚至还加正反馈。因此比较器的性能分析方法与放大、运算电路是不同的。

(2) 非线性。由于比较器中运放处于开环或正反馈状态，它的两个输入端之间的电位差与开环电压放大倍数的乘积通常超过最大输出电压，使其内部某些管子进入饱和区或截止区，因此在绝大多数情况下输出与输入不成线性关系，即在放大、运算等电路中常用的计算方法对于比较器不再适用。

(3) 开关特性。比较器的输出通常只有高电平和低电平两种稳定状态，因此它相当与一个受输入信号控制的开关，当输入电压经过阈值时开关动作，使输出从一个电平跳变到另一个电平。由于比较器的输入信号是模拟量，而它的输出电平是离散的，因此电压比较器可作为模拟电路与数字电路之间的过渡电路。

由于比较器的上述特点，在分析时既不能象对待放大电路那样去计算放大倍数，也不能象分析运算电路那样去求解输出与输入的函数关系，而应当着重抓住比较器的输出从一个电平跳变到另一个电平的临界条件所对应的输入电压值（阈值）来分析输入量与输出量之间的关系。

如果在比较器的输入端加理想阶跃信号，那么在理想情况下比较器的输出也应当是理想的阶跃电压，而且没有延迟。但实际集成运放的最大转换速率总是有限的，因此比较器输出电压的跳变不可能是理想的阶跃信号。电压比较器的输出从低电平变为高电平所需的时间称为响应时间。响应时间越短，响应速度越快。

减小比较器响应时间的主要方法有：

- (1) 尽可能使输入信号接近理想情况，使它在阈值附近的变化接近理想阶跃且幅度足够大。
- (2) 选用集成电压比较器。
- (3) 如果选用集成运放构成比较器，为了提高响应速度可以加限幅措施，以避免集成运放内部的管子进入深饱和区。具体措施多为在集成运放的两个输入端并联二极管。如图 2.4 电压比较器电路所示：

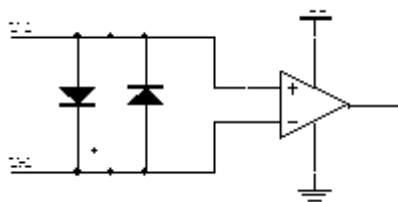


图 2.4 电压比较器电路

在本设计中，光电传感器只输出一种高低电平信号且伴有外界杂波干扰，所以我们尝试采用了一种滞回比较器。简单电压比较器结构简单，而且灵敏度高，但它的抗干扰能力差，也就是说如果输入信号因受干扰在阈值附近变化，则比较器输出就会反

复的从一个电平跳到另一个电平。如果用这样的输出电压控制电机或继电器，将出现频繁动作或起停现象。这种情况，通常是不允许的。而滞回比较器则解决了这个问题。滞回比较器有两个数值不同的阈值，当输入信号因受干扰或其他原因发生变化时，只要变化量不超过两个阈值之差，滞回比较器的输出电压就不会来回变化。所以抗干扰能力强。

但是，滞回比较器毕竟是模拟器件，温度的漂移是它无法消除的。

方案四：施密特触发器。

综合考虑系统的各项性能，最后我们决定采用数字器件——施密特触发器。

施密特触发器是双稳态触发器的变形，它有两个稳定状态，触发方式为电平触发，只要外加触发信号的幅值增加到足够大，它就从一个稳定状态翻转到另一个稳定状态。施密特触发器具有与滞回比较器相类似的滞回特性，但施密特触发器的抗干扰能力比滞回比较器更强。

## 2. 行车距离检测

由于红外检测具有反应速度快、定位精度高，可靠性强以及可见光传感器所不能比拟的优点，故采用红外光电码盘测速方案。具体电路同图 2.5 行车距离检测电路所示：

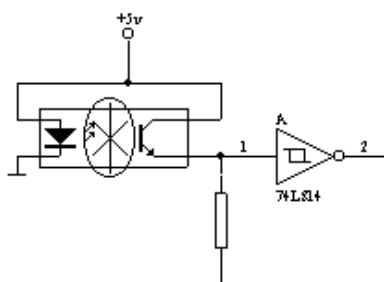


图 2.5 行车距离检测电路

红外测距仪由测距轮，遮光盘，红外光电耦合器及凹槽型支架组成的。测长轮的周长为记数的单位，最好取有效值为单一的数值（如本设计中采用 0.1 米），精度根据电动车控制的需要确定。测距轮安装在车轮上，这样能使记数值准确一些。

遮光盘有一缺口，盘下方的凹形物为槽型光电耦合器，其两端高出部分的里面分别装有红外发射管和红外接收管。遮光盘在凹槽中转动时，缺口进入凹槽时，红外线可以通过，缺口离开凹槽红外线被阻挡。由此可见，测距轮每转一周，红外光接收管均能接收到一个脉冲信号经过整形器后送入计数器或直接送入单片机中。

为实现可逆记数功能，我们在测距仪中并列放置了两个槽型光电耦合器，遮光盘先后通过凹槽可产生两个脉冲信号。根据两个脉冲信号发生的先后顺序与两个光电耦合器的位置关系，即可计算出玩具车的行驶方向（前进或后退）。

遮光盘及槽型光电耦合器均安装在不透光的盒子里，以避免外界光线的干扰，使电路不能正常工作。

测距原理：将光栅安装在电机轴上，当电机转动时，光栅也随之转动，同时安装在光栅一侧的红外发光二极管点亮，在光栅的另一侧设有红外三极管，用于接收红外发光二极管发出的红外线信号。由于光栅随电机高速转动，则红外线三极管接收到的就是一系列脉冲信号。将该信号传输到 80C51 单片机的内部计数器计数，根据预先实测的数据换算关系即可计算出电动机车的行车距离。

### 三 显示电路

本设计中用两片 4 位八段数码管 gem4561ae 作显示器, 并具有双重功能, 在小车不行驶时其中一片显示年、月, 另一片显示时、分； 当小车行驶时, 分别显示时间和行驶距离。

### 四 系统原理图

简易智能电动车采用 80C51 单片机进行智能控制。开始由手动启动小车，并复位，当经过规定的起始黑线，由超声波传感器和红外光电传感器检测，通过单片机控制小车开始记数显示并避障、调速；系统的自动避障功能通过超声波传感器正前方检测和红外光电传感器左右侧检测，由单片机控制实现；在电动车进驶过程中，采用双极式 H 型 PWM 脉宽调制技术，以提高系统的静动态性能；采用动态共阴显示行驶时间和里程。

系统原理图如图 2.6 所示。

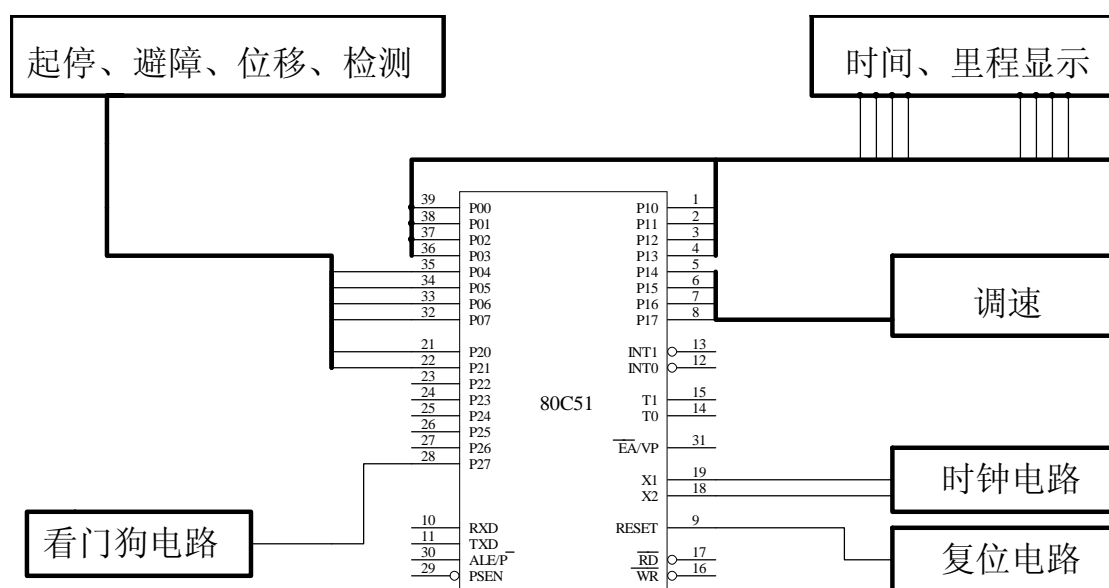


图 2.6 系统原理图

## 第三章 硬件设计

一个单片机应用系统的硬件电路设计包含有两部分内容：一是系统扩展，即单片机内部的功能单元，如 ROM、RAM、I/O 口、定时/计数器、中断系统等能量不能满足应用系统的要求时，必须在片外进行扩展，选择适当的芯片，设计相应的电路。二是系统配置，既按照系统功能要求配置外围设备，如键盘显示器、打印机、A/D、D/A 转换器等，要设计合适的接口电路。

### 一 80C51 单片机硬件结构

80C51 单片机是把那些作为控制应用所必需的基本内容都集成在一个尺寸有限的集成电路芯片上<sup>[2]</sup>。如果按功能划分，它由如下功能部件组成，即微处理器、数据存储器、程序存储器、并行 I/O 口、串行口、定时器/计数器、中断系统及特殊功能寄存器。它们都是通过片内单一总线连接而成，其基本结构依旧是 CPU 加上外围芯片的传统结构模式。但对各种功能部件的控制是采用特殊功能寄存器的集中控制方式。

#### 1 微处理器

该单片机中有一个 8 位的微处理器，与通用的微处理器基本相同，同样包括了运算器和控制器两大部分，只是增加了面向控制的处理功能，不仅可处理数据，还可以进行位变量的处理。

#### 2 数据存储器

片内为 128 个字节，片外最多可外扩至 64k 字节，用来存储程序在运行期间的工作变量、运算的中间结果、数据暂存和缓冲、标志位等，所以称为数据存储器。

#### 3 程序存储器

由于受集成度限制，片内只读存储器一般容量较小，如果片内的只读存储器的容量不够，则需用扩展片外的只读存储器，片外最多可外扩至 64k 字节。

#### 4 中断系统

具有 5 个中断源，2 级中断优先权。

#### 5 定时器/计数器

片内有 2 个 16 位的定时器/计数器，具有四种工作方式。

#### 6 串行口

1 个全双工的串行口，具有四种工作方式。可用来进行串行通讯，扩展并行 I/O 口，甚至与多个单片机相连构成多机系统，从而使单片机的功能更强且应用更广。

#### 7 P1 口、P2 口、P3 口、P4 口

为 4 个并行 8 位 I/O 口。

## 8 特殊功能寄存器

共有 21 个，用于对片内的个功能的部件进行管理、控制、监视。实际上是一些控制寄存器和状态寄存器，是一个具有特殊功能的 RAM 区。

由上可见，80C51 单片机的硬件结构具有功能部件种类全，功能强等特点。特别值得一提的是该单片机 CPU 中的位处理器，它实际上是一个完整的 1 位微计算机，这个一位微计算机有自己的 CPU、位寄存器、I/O 口和指令集。1 位机在开关决策、逻辑电路仿真、过程控制方面非常有效；而 8 位机在数据采集，运算处理方面有明显的长处。MCS-51 单片机中 8 位机和 1 位机的硬件资源复合在一起，二者相辅相承，它是单片机技术上的一个突破，这也是 MCS-51 单片机在设计上的精美之处。

## 二 最小应用系统设计

80C51 是片内有 ROM/EPR0M 的单片机，因此，这种芯片构成的最小系统简单、可靠。用 80C51 单片机构成最小应用系统时，只要将单片机接上时钟电路和复位电路即可，如图 3.1 80C51 单片机最小系统所示。由于集成度的限制，最小应用系统只能用作一些小型的控制单元。其应用特点：

- (1) 有可供用户使用的大量 I/O 口线。
- (2) 内部存储器容量有限。
- (3) 应用系统开发具有特殊性。

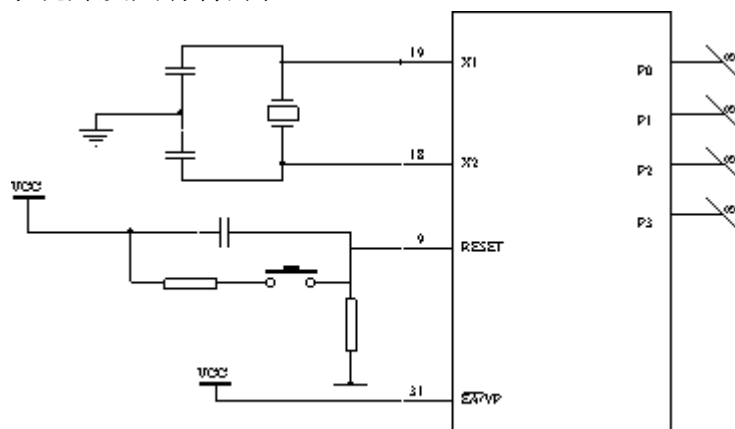


图 3.1 80C51 单片机最小系统

### 1、时钟电路

80C51 虽然有内部振荡电路，但要形成时钟，必须外部附加电路。80C51 单片机的时钟产生方法有两种。内部时钟方式和外部时钟方式。

本设计采用内部时钟方式，利用芯片内部的振荡电路，在 XTAL1、XTAL2 引脚上外接定时元件，内部的振荡电路便产生自激振荡。本设计采用最常用的内部时钟方式，即用外接晶体和电容组成的并联谐振回路。振荡晶体可在 1.2MHZ 到 12MHZ 之间选择。电容值无严格要求，但电容取值对振荡频率输出的稳定性、大小、振荡电路起振速度

有少许影响, CX1、CX2 可在 20pF 到 100pF 之间取值, 但在 60pF 到 70pF 时振荡器有较高的频率稳定性。所以本设计中, 振荡晶体选择 6MHZ, 电容选择 65pF。

在设计印刷电路板时, 晶体和电容应尽可能靠近单片机芯片安装, 以减少寄生电容, 更好的保证振荡器稳定和可靠地工作。为了提高温度稳定性, 应采用 NPO 电容。

## 2、复位电路

80C51 的复位是由外部的复位电路来实现的。复位引脚 RST 通过一个斯密特触发器用来抑制噪声, 在每个机器周期的 S5P2, 斯密特触发器的输出电平由复位电路采样一次, 然后才能得到内部复位操作所需要的信号。

复位电路通常采用上电自动复位和按钮复位两种方式。

最简单的上电自动复位电路中上电自动复位是通过外部复位电路的电容充电来实现的。只要 Vcc 的上升时间不超过 1ms, 就可以实现自动上电复位。时钟频率用 6MHZ 时 C 取 22uF, R 取 1K $\Omega$ 。

除了上电复位外, 有时还需要按键手动复位。本设计就是用的按键手动复位。按键手动复位有电平方式和脉冲方式两种。其中电平复位是通过 RST 端经电阻与电源 Vcc 接通而实现的。按键手动复位电路见图 3.2。时钟频率选用 6MHZ 时, C 取 22uF, R<sub>s</sub> 取 200 $\Omega$ , R<sub>k</sub> 取 1K $\Omega$ 。

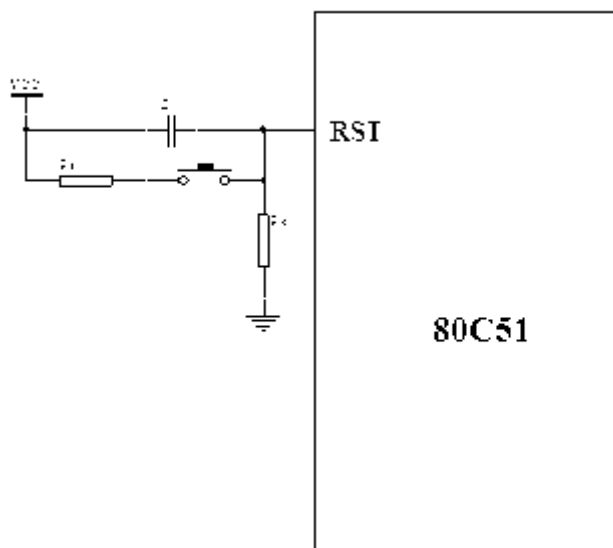


图 3.2 80C51 复位电路

## 三 前向通道设计

单片机用与测控系统时, 总要有与被测对象相联系的前向通道。因此, 前向通道设计与被测对象的状态、特征、所处环境密切相关。在前向通道设计时要考虑到传感

器或敏感元件选择、通道结构、信号调节、电源配置、抗干扰设计等。在通道电路设计中还涉及到模拟电路诸多问题。

## 1、前向通道的含义

当将单片机用作测、控系统时，系统中总要有被测信号输入通道，有计算机拾取必要的输入信息。作为测试系统，对被测对象拾取必要的原始参量信号是系统的核心任务，对控制系统来说，对被控对象状态的测试以及对控制条件的监测也是不可缺少的环节。

对被测对象状态的测试一般都离不开传感器或敏感元件，这是因为被测对象的状态参数常常是一些非电物理量，如温度、压力、载荷、位移等，而计算机是一个数字电路系统。因此，在前向通道中，传感器、敏感元件及其相关电路占有重要地位。

对被测对象的信号的拾取其主要任务就是最忠实地反映被测对象的真实状态，它包括实时性与测量精度。同时使这些测量信号能满足计算机输入接口的电平要求。

因此，单片机应用系统中的前向通道体现了被测对象与系统相互联系的信号输入通道，原始参数输入通道。由于在该通道中主要是传感器与传感器有关的信号调节、变换电路，故也可称为传感器接口通道。

在单片机应用系统中，对信号输入、传感、变换应作广义理解，例如开关量的检测及信号输入，在单片机的各种应用系统中有着广泛的应用。最简单的开关量输入通道就是一个具有 TTL 电平的状态开关，如水银温度触点、温度晶闸管、时间继电器、限位开关等。故只要反映外界状态的信号输入通道都可称为前向通道。

并不是所有单片机应用系统都有前向通道，例如时序控制系统，只根据系统内部的时间序列来控制外部的运行状态；分布式测控系统中的智能控制总站完成上级主计算机与现场测、控子站计算机之间的指令、数据传送。这些应用系统没有被测对象，故不需要前向通道。

## 2、前向通道的设计

### (1) 传感器的比较<sup>[3]</sup>

识别障碍的首要问题是传感器的选择，下面对几种传感器的优缺点进行说明（见表 3.1）。探测障碍的最简单的方法是使用超声波传感器，它是利用向目标发射超声波脉冲，计算其往返时间来判定距离的。该方法被广泛应用于移动机器人的研究上。其优点是价格便宜，易于使用，且在 10m 以内能给出精确的测量。不过在 ITS 系统中除了上文提出的场景限制外，还有以下问题。首先因其只能在 10m 以内有效使用，所以并不适合 ITS 系统。另外超声波传感器的工作原理基于声，即使可以使之测达 100m 远，但其更新频率为 2Hz，而且还有可能在传输中受到它信号的干扰，所以在 CW/ICC 系统中使用是不实际的。

表 3.1 传感器性能比较

传感器类型	优点	缺点
超声波	价格合理，夜间不受影响。	测量范围小，对天气变化敏感。
视觉	易于多目标测量和分类，分辨率好。	不能直接测量距离，算法复杂，处理速度慢。
激光雷达	价格相合理，夜间不受影响	对水、灰尘、灯光敏感。
MMW 雷达	不受灯光、天气影响。	价格贵

视觉传感器在 CW 系统中使用得非常广泛。其优点是尺寸小，价格合理，在一定的宽度和视觉域内可以测量多个目标，并且可以利用测量的图像根据外形和大小对目标进行分类。但是算法复杂，处理速度慢。雷达传感器在军事和航空领域已经使用了几十年。主要优点是可以鲁棒地探测到障碍而不受天气或灯光条件限制。近十年来随着尺寸及价格的降低，在汽车行业开始被使用。但是仍存在性价比的问题。

## (2) 超声波障碍检测<sup>[4]</sup>

超声波是一种在弹性介质中的机械振荡，其频率超过 20KHz，分横向振荡和纵向振荡两种，超声波可以在气体、液体及固体中传播，其传播速度不同。它有折射和反射现象，且在传播过程中有衰减。利用超声波的特性，可做成各种超声波传感器，结合不同的电路，可以制成超声波仪器及装置，在通讯、医疗及家电中获得广泛应用。

作为超声波传感器的材料，主要为压电晶体。压电晶体组成的超声波传感器是一种可逆传感器，它可以将电能转变成机械振荡而产生超声波，同时它接收到超声波时，也能转变成电能，故它分为发送器和接收器。超声波传感器有透射型、反射型两种类型，常用于防盗报警器、接近开关、测距及材料探伤、测厚等。

本设计采用 T/R-40-12 小型超声波传感器作为探测前方障碍物体的检测元件，其中心频率为 40KHz，由 80C51 发出的 40KHz 脉冲信号驱动超声波传感器发送器发出 40KHz 的脉冲超声波，如电动车前方遇到有障碍物时，此超声波信号被障碍物反射回来，由接收器接收，经 LM318 两级放大，再经带有锁相环的音频解码芯片 LM567 解码，当 LM567 的输入信号大于 25mV 时，输出端由高电平变为低电平，送 80C51 单片机处理。超声波检测如图 3.3 超声波检测电路所示。

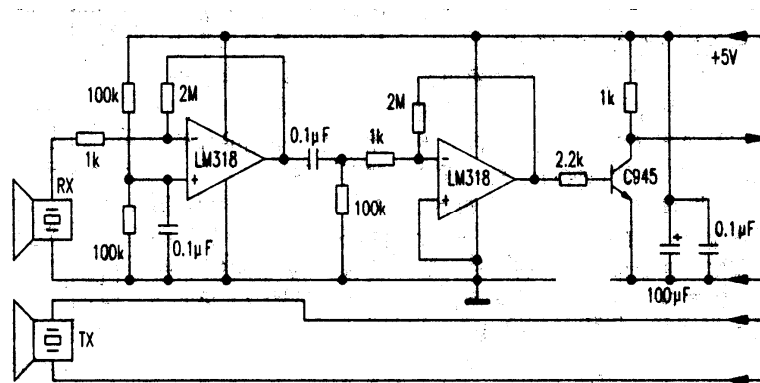


图 3.3 超声波检测电路

## 四 后向通道设计

在工业控制系统中，单片机总要对控制对象实现操作，因此，在这样的系统中，总要有后向通道。后向通道是计算机实现控制运算处理后，对控制对象的输出通道接口。

根据单片机的输出和控制对象实现控制信号的要求，后向通道具有以下特点：

- (1) 小信号输出、大功率控制。根据目前单片机输出功率的限制，不能输出控制对象所要求的功率信号。
- (2) 是一个输出通道。输出伺服驱动系统控制信号，而伺服驱动系统中的状态反馈信号通常是作为检测信号输入前向通道。
- (3) 接近控制对象，环境恶劣。控制对象多为大功率伺服驱动机构，电磁、机械干扰较为严重。但后向通道是一个输出通道，而且输出电平较高，不易受到直接损害。但这些干扰易从系统的前向通道窜入。

单片机在完成控制处理后，总是以数字信号通过 I/O 口或数据总线送给控制对象。这些数字信号形态主要有开关量、二进制数字量和频率量，可直接用于开关量、数字量系统及频率调制系统，但对于一些模拟量控制系统，则应通过数 / 模转换成模拟量控制信号。

根据单片机输出信号形态及控制对象要求，后向通道应解决：

- (1) 功率驱动。将单片机输出信号进行功率放大，以满足伺服驱动的功率要求。
- (2) 干扰防治。主要防治伺服驱动系统通过信号通道、电源以及空间电磁场对计算机系统的干扰。通常采用信号隔离、电源隔离和对功率开关实现过零切换等方法进行干扰防治。
- (3) 数/模转换。对于二进制输出的数字量采用 D/A 变换器；对于频率量输出则可以采用

本设计调速采用 PWM 调速<sup>[5]</sup>：

为顺利实现电动小汽车的左转和右转，本设计采用了可逆 PWM 变换器。可逆 PWM

变换器主电路的结构式有 H 型、T 型等类型。我们在设计中采用了常用的双极式 H 型变换器，它是由 4 个三极电力晶体管和 4 个续流二极管组成的桥式电路。图 3.4 为双极式 H 型可逆 PWM 变换器的电路原理图。

4 个电力晶体管的基极驱动电压分为两组。VT1 和 VT4 同时导通和关断，其驱动电路中  $U_{b1}=U_{b4}$ ；VT2 和 VT3 同时动作，其驱动电压  $U_{b2}=U_{b3}= -U_{b1}$ 。

双极式 PWM 变换器的优点如下：

- (1) 电流一定连续；
- (2) 可使电动机在四象限中运行；
- (3) 电机停止时有微振电流，能消除静摩擦死区；
- (4) 低速时，每个晶体管的驱动脉冲仍较宽，有利于保证晶体管可靠导通；
- (5) 低速平稳性好，调速范围可达 20000 左右。

1、脉宽调制原理：

脉宽调制器本身是一个由运算放大器和几个输入信号组成的电压比较器。运算放

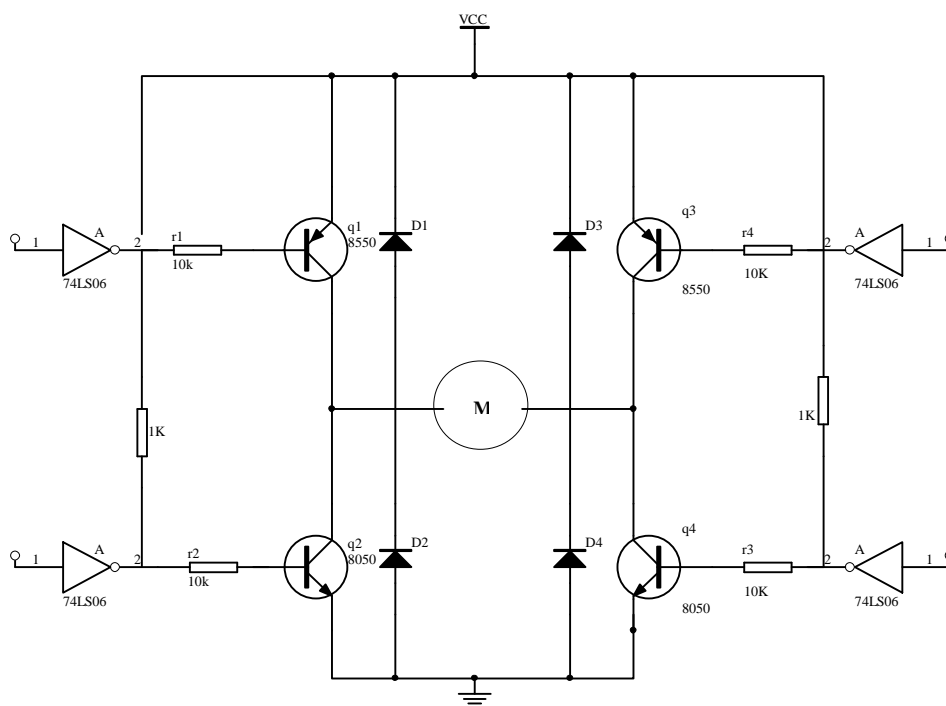


图 3.4 双极式 H 型可逆 PWM 变换器电路原理图

大器工作在开换状态，稍微有一点输入信号就可使其输出电压达到饱和值，当输入电压极性改变时，输出电压就在正、负饱和值之间变化，这样就完成了把连续电压变成脉冲电压的转换作用。加在运算放大器反相输入端上的有三个输入信号。一个输入信号是锯齿波调制信号，另一个是控制电压，其极性大小可随时改变，与锯齿波调制信号相减，从而在运算放大器的输出端得到周期不变、脉宽可变的调制输出电压。只要改变控制电压的极性，也就改变了 PWM 变换器输出平均电压的极性，因而改变了电动

机的转向. 改变控制电压的大小, 则调节了输出脉冲电压的宽度, 从而调节电动机的转速. 只要锯齿波的线性度足够好, 输出脉冲的宽度是和控制电压的大小成正比的.

## 2、逻辑延时环节:

在可逆 PWM 变换器中, 跨接在电源两端的上下两个晶体管经常交替工作. 由于晶体管的关断过程中有一段存储时间和电流下降时间, 总称关断时间, 在这段时间内晶体管并未完全关断. 如果在此期间另一个晶体管已经导通, 则将造成上下两管之通, 从而使电源正负极短路. 为避免发生这种情况, 设置了由 RC 电路构成的延时环节.

## 3、电源的设计

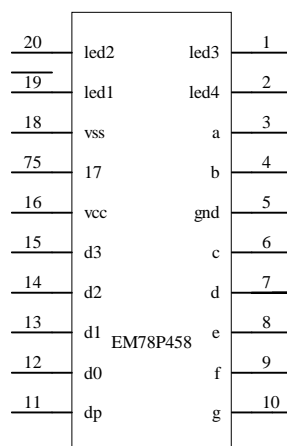
本设计的电源为车载电源. 为保证电源工作可靠, 单片机系统与动力伺服系统的电源采用了大功率、大容量的蓄电池; 而传感器的工作电源则采用了小巧轻便的干电池。

# 五 显示电路设计

本设计中用两片 4 位八段数码管 gem4561ae 作显示器, 并具有双重功能, 在小车不行驶时其中一片显示年月, 另一片显示时. 分. 当小车行驶时, 分别显示时间和行驶距离原理图如图 1.

本设计中采用新型芯片 EM78P458 作为显示驱动器, 它的管脚如图 3.5 EM78P458 管脚介绍所示, 用单片机的并行口控制, 一个数码显示电路用 4 个口线, 用专用驱动芯片控制可以减少对 CPU 的利用时间, 单片机将有更多的时间去完成其他功能.

图 3.5 EM78P458 的管脚



该芯片共有 20 个管脚, 管脚 LED1、LED2、LED3、LED4 分别接 10k 电阻和三极管后与 4 位八段数码管 5461 中的 a1、a2、a3、a4 四个数位选择端相连, 这四个数位选择端用来产生 LED 选通信号。

管脚 a、b、c、d、e、f、g、dp 分别接 680 欧电阻后与四位八段数码管 5461 中的 a、b、c、d、e、f、g、dp 相连, 分别控制各段码和小数点。

管脚 d0、d1、d2、d3 接单片机并行口, 通过对单片机对芯片进行控制。管脚 vss 串上 10k 电阻后与 vcc 管脚相接后再接+5v 电源, 管脚 gnd 接地。

该芯片所驱动的显示电路如图 3.6 EM78P458 集成显示电路所示

显示驱动器支持动态显示，其显示功能如表 4.2 真值表所示，0000-1001 显示从 0-9 数字，1010 是未进位时是小数点清位，1011 是进位后加小数点，1100-1111 是八段共阴数码管的位选。

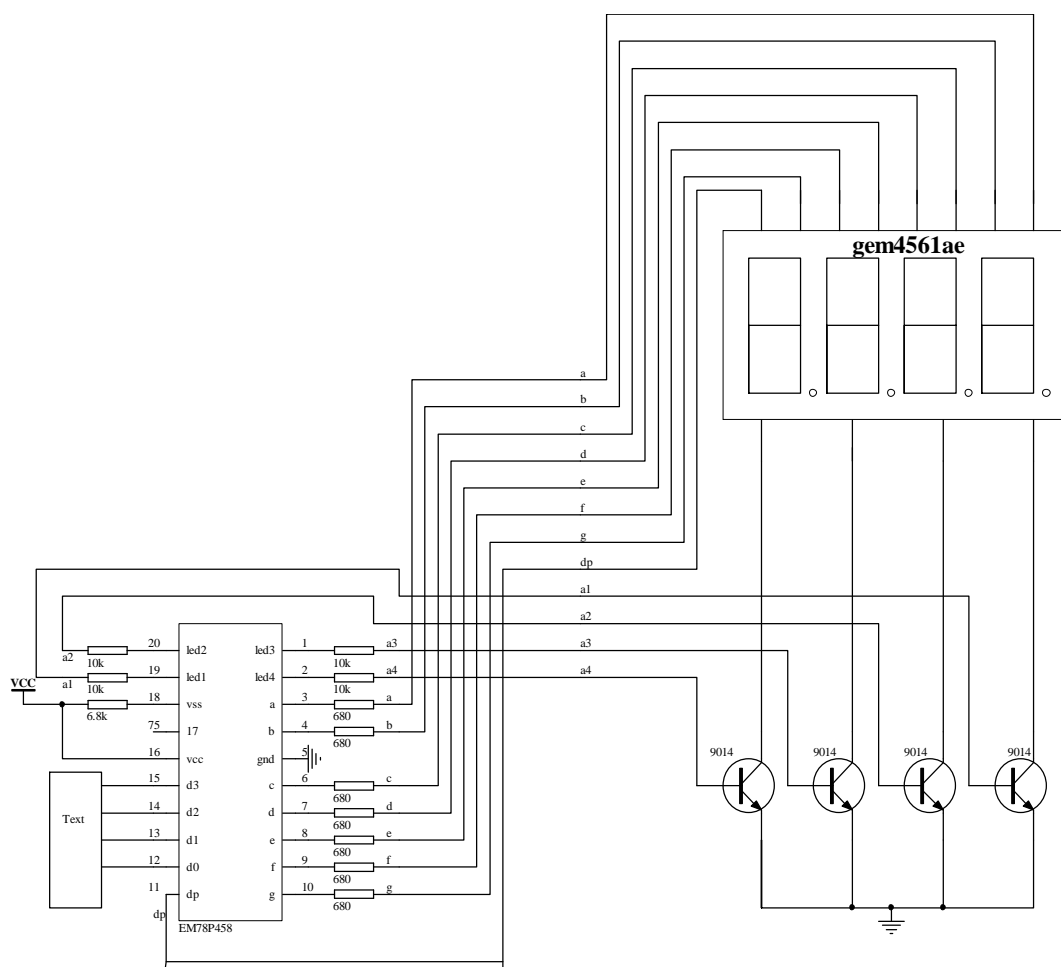


图 3.6 EM78P458 集成显示电路

表 4.2 真值表

D3	D2	D1	D0	显示
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	清小数点
1	0	1	1	加小数点
1	1	0	0	a1 选通
1	1	0	1	a2 选通
1	1	1	0	a3 选通
1	1	1	1	a4 选通

## 第四章 软件设计

### 系统软件设计说明

在进行微机控制系统设计时，除了系统硬件设计外，大量的工作就是如何根据每个生产对象的实际需要设计应用程序。因此，软件设计在微机控制系统设计中占重要地位。对于本系统，软件更为重要。

在单片机控制系统中，大体上可分为数据处理、过程控制两个基本类型。数据处理包括：数据的采集、数字滤波、标度变换等。过程控制程序主要是使单片机按一定的方法进行计算，然后再输出，以便控制生产。

为了完成上述任务，在进行软件设计时，通常把整个过程分成若干个部分，每一部分叫做一个模块。所谓“模块”，实质上就是所完成一定功能，相对独立的程序段，这种程序设计方法叫模块程序设计法。

模块程序设计法的主要优点是：

- 1、单个模块比起一个完整的程序易编写及调试；
- 2、模块可以共存，一个模块可以被多个任务在不同条件下调用；
- 3、模块程序允许设计者分割任务和利用已有程序，为设计者提供方便。

本系统软件采用模块化结构，由主程序、定时子程序、避障子程序、中断子程序、显示子程序、调速子程序、算法子程序构成。

### 一 主程序设计

主程序清单如下：

```
li mi w    equ    30h ;厘米位
mi ao     equ    31h ;秒位
fenmi     equ    32h ;分米位
fmi ao    equ    33h ;分秒位
meter     equ    34h ;米位
fenzh     equ    35h ;分位
poi nt    equ    36h ;小数点位
shi mi    equ    37h ;十米位
shi fn    equ    38h ;十分位

sudu      equ    39h ;速度控制
```

ji shk equ 3ah ; 记时开始

zhond equ 3bh

zhodu equ 3ch

zhon equ 3eh

mai cho equ 3fh

ji nweb equ 40h

bhcs equ 41h

dpan equ 42h

fenchu equ 43h

fencun equ 44h

pand equ 45h

fenmc equ 51h

org 0000h

aj mp main

org 000bh

aj mp st0

org 001bh

aj mp st1

org 0100h

main:

mov limiw, #00h

mov miao, #00h

mov fenmi, #00h

mov fmi ao, #00h

mov meter, #00h

mov fenzh, #00h

mov point, #0bh

mov shimi, #00h

mov shi fn, #00h

mov ji shk, #00h

mov zhond, #00h

mov zhodu, #00h

```
mov zhon, #00h
mov mai cho, #00h
mov jinweb, #03h
mov bhcs, #00h
mov sp, #6fh
mov tmod, #21h
mov th0, #3ch
mov tl0, #0b0h
mov th1, #9ch
mov tl1, #9ch
setb ea
setb et0
setb et1
mov p1, #0aah
acall xi anshi
```

软件流程 如图 4.1 流程图所示:

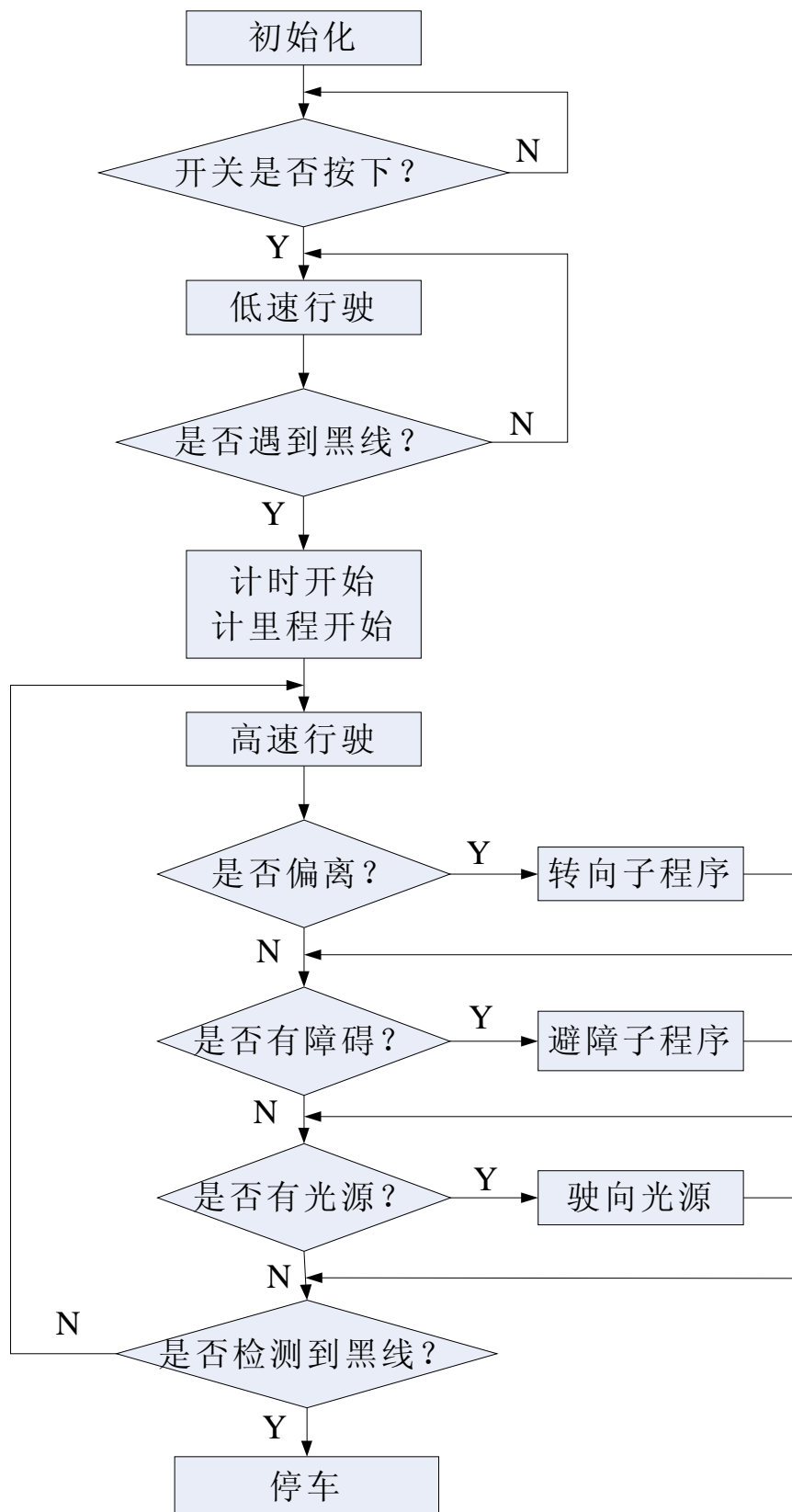


图 4.1 流程图

## 二 显示子程序设计

程序清单如下：

xi anshi :

```
mov p1, #0aah
mov p1, #0cch
mov a, l i mi w
swap a
add a, mi ao
mov p1, a
nop
nop
mov p1, #0ddh
mov a, fenmi
swap a
add a, fmi ao
mov p1, a
nop
nop
mov p1, #0eeh
mov a, #0b0h
add a, poi nt
mov p1, a
nop
nop
mov p1, #0eeh
mov a, meter
swap a
add a, fenzh
mov p1, a
nop
nop
mov p1, #0ffh
mov a, shi mi
swap a
```

```
add a, shi fn
mov p1, a
ret
```

### 三 避障子程序设计

程序清单如下:

zhangai :

```
j b 25h, stop
j nb 22h, youzhuan
j nb 23h, youzhuan
j nb 24h, zuozhuan
j nb 26h, zuozhuan
ajmp j i ance
```

zuozhuan:

```
clr p0.5
clr p0.4
mov sudu, #05h
acall delaa
setb p0.4
setb p0.5
mov sudu, #07h
ajmp j i ance
```

youzhuan:

```
clr p0.6
clr p0.7
mov sudu, #05h
acall delaa
setb p0.7
setb p0.6
mov sudu, #07h
ajmp j i ance
```

stop:

```
acall delay
j nb 25h, zhangai
clr tr0
```

```
mov a, fenmi
mov fenmc, a
mov a, #02h
add a, fenmc
mov fenmc, a
here: cjne a, fenmi, here
clr tr1
setb p2.6
acall delaa
setb p2.7
ajmp $
```

#### 四 软件抗干扰技术

提高玩具车智能控制的可靠性，仅靠硬件抗干扰是不够的，需要进一步借助于软件抗干扰技术来克服某些干扰<sup>[6]</sup>。在单片机控制系统中，如能正确的采用软件抗干扰技术，与硬件干扰措施构成双道抗干扰防线，无疑为了将大大提高控制系统的可靠性。经常采用的软件抗干扰技术是数字滤波技术、开关量的软件抗干扰技术、指令冗余技术、软件陷阱技术等。

##### 1、数字滤波技术：

一般单片机应用系统的模拟输入信号中，均含有种种噪音和干扰，它们来自被测量本身、传感器、外界干扰等。为了进行准确测量和控制，必须消除被测信号中的噪音和干扰。对于这类信号，采用积分时间等于 20ms 的整数倍的双积分 A/D 转换器，可有效的消除其影响。后者为随机信号，它不是周期信号。对于随机干扰，我们可以用数字滤波方法予以削弱或滤除。所谓数字滤波，就是通过一定的计算或判断程序减少干扰在有用信号中的比重。故实质上它是一种程序滤波。数字滤波克服了模拟滤波器的不足，它与模拟滤波器相比，有以下几个优点：

数字滤波是用程序实现的，不需要增加硬设备，所以可靠性高，稳定性好。

数字滤波可以根据信号的不同，采用不同的滤波方法或滤波参数，具有灵活、方便，功能强的特点。

数字滤波可以对频率很低的信号实现滤波，克服了模拟滤波器的缺陷。

数字滤波器具有以上优点，所以数字滤波在微机应用系统中得到了广泛应用。

##### 2、开关量的软件抗干扰技术：

干扰信号多呈毛刺状，作用时间短，利用这一点，我们在采集某一开关量信号时，可多次重复采集，直到连续两次或两次以上结果完全一致方为有效。若多次采样后，信号总是变化不定，可停止采集，给出报警信号，由于开关量信号主要是来自各类开

关型状态传感器，如限位开关、操作按钮、电气触点等，对这些信号的采集不能用多次平均的方法，必须绝对一致才行。如果开关量信号超过 8 个，可按 8 个一组进行分组处理，也可定义多字节信息暂存区，按类似方法处理。在满足实时性要求的前提下，如果在各次采集数字信号之间接入一段延时，效果会好一些，就能对抗较宽的干扰。

输出设备是电位控制型还是同步锁存型，对干扰的敏感性相对较大。前者有良好的抗‘毛刺’干扰能力，后者不耐干扰，当锁存线上出现干扰时，它就会盲目锁存当前的数据，也不管此时数据是否有效。输出设备和惯性（响应速度）与干扰的耐受能力也有很大关系。惯性大的输出设备（如各类电磁执行机构）对‘毛刺’干扰有一定的耐受能力。惯性小的输出设备（如通行口、显示设备）耐受能力就小一些。在软件上，最为有效的方法就是重复输出同一个数据。只要有可能，其重复周期尽可能短些。外设设备接受到一个被干扰的错误信息后，还来不及作出有效的反应，一个正确的信息又来了，就可及时防止错误动作的产生。另外，各类数据锁存器尽可能和 CPU 安装在同一电路板上，使传输线上传送的都是锁存好的电位控制信号，对于重要的输出设备，最好建立检测通道，CPU 可以检测通道来确定输出结果的正确性。

### 3、指令冗余技术：

当 CPU 受到干扰后，往往将一些操作数当作指令码来执行，引起程序混乱。当程序弹飞到某一字节指令上时，便自动纳入正轨。当弹飞到某一双字节指令上时，有可能落到其操作数上，从而继续出错。当程序弹飞到三字节指令上时，因它有两个操作数，继续出错的机会就更大。因此，我们应多采用单字节指令（NOP）或将单字节指令重复书写，这便是指令冗余。指令冗余无疑会降低系统的效率，但在绝大多数情况下，CPU 还不至于忙到不能多执行几条指令的程度，故这种方法还是被广泛采用。

在一些对程序流向起决定作用的指令之前插入两条 NOP 指令，以保证弹飞的程序迅速纳入正确轨道。在某些对系统工作状态重要的指令前也可插入两条 NOP 指令，以保证正确执行。指令冗余技术可以减少程序弹飞的次数，使其很快进入程序轨道，但这并不能保证在失控期间不干坏事，更不能保证程序纳入正常轨道后就太平无事了，解决这个问题必须采用软件容错技术。

### 4、软件陷阱技术：

指令冗余使弹飞的程序安定下来是有条件的。首先，弹飞的程序必须落到程序区；其次，必须执行到冗余指令。所谓软件陷阱，就是一套引导指令，强行将捕获的程序引向一个指定的地址，在那里有一段专门对程序出错进行处理的程序。如果我们把这段程序的入口标号记为 ERR 的话，软件陷阱即为一条无条件转移指令，为了加强其捕捉效果，一般还在它前面加两条 NOP 指令，因此真正的软件陷阱由 3 条指令构成：

```
NOP  
NOP  
ERR
```

软件陷阱安排在以下四种地方：

- (1)未使用的中断向量区。
- (2)未使用的大片 ROM 空间
- (3)表格
- 5、程序区

由于软件陷阱都安排在正常程序执行不到的地方，故不影响程序执行效率，在当前 EPROM 容量不成问题的条件下，还是多多益善。

## 五 “看门狗” 技术

PC 受到干扰而失控，引起程序乱飞，也可能使程序陷入“死循环”<sup>[6]</sup>。指令技术、软件陷阱技术不能使失控的程序摆脱“死循环”的困境，这时系统完全瘫痪。如果操作者在场，就可以按下人工复位按钮，强制系统复位。但操作者不能一直监视着系统，也往往是在引起不良后果之后才进行人工复位。为使程序脱离“死循环”，通常采用“看门狗技术”。“看门狗”技术就是不断监视程序循环运行时间，若发现时间超过已知的循环设定时间，则认为系统陷入了“死循环”，然后强迫程序返回到 0000H 入口，在 0000H 处安排一段出错处理程序，使系统运行纳入正规。

“看门狗”技术可由硬件实现，可由软件实现，也可由两者结合实现。本系统采用硬件“看门狗”电路。

实现硬件“看门狗”电路方案较多，目前采用较多的方案有以下几种：

- 1、采用微处理器监控器；
- 2、采用单稳态电路来实现“看门狗”，单稳定电路可采用 74LS123；
- 3、采用内带震荡器的记数芯片。

本设计采用第三种方案实现“看门狗”电路，下面就对该方案作以介绍。

### (1)基本原理

CD4060 是带震荡器的 14 位计数器，由该芯片构成的看门狗电路如图 4.2 看门狗电路图所示。

4060 记数频率由  $R_T$  和  $C_T$  决定。设实际的程序所需工作周期为  $T$ ，分频器记满时间为  $T'$ ，当  $T' > T$  且系统正常工作时，程序每隔  $T$  对 4060 进行扫描一次，分频且永无记满输出信号。如系统工作不正常（如程序跑飞、死循环等），程序对 4060 发不出扫描信号，分频器记满输出一脉冲号使 CPU 复位。

### (2)参数选择

4060 的振荡频率  $f$  由  $R_T$ 、 $C_T$  决定。 $R_s$  用于改善振荡器的稳定性， $R_s$  要大于  $R_T$ 。一般取  $R_s = 10R_T$ ，且  $R_T > 1k\Omega$ ， $C_T \geq 100pF$ 。如果  $R_s = 450\Omega$ ， $R_T = 45\Omega$ ， $C_T = 1\mu F$ ，则  $f = 10Hz$ 。4060 的振荡频率和  $Q_i$  ( $i = 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14$ ) 的选择要根据情况确定。

### (3)几个原则

看门狗电路必须由硬件逻辑组成，不宜由可编程计数器充当，因为 CPU 失控后，可能会修改可编程器件参数，使看门狗失效。

4060 的 RST 线上阻容组成的微分电路很重要，因为扫描输入信号是 CPU 产生的正脉冲，若此信号变“1”后，由于干扰，程序乱飞，微分电路只能让上跳沿通过，不会封死 4060，看门狗仍能计数起作用。若没有微分电路，扫描输入信号上的“1”状态封死 4060，使之不能记数，看门狗不起作用

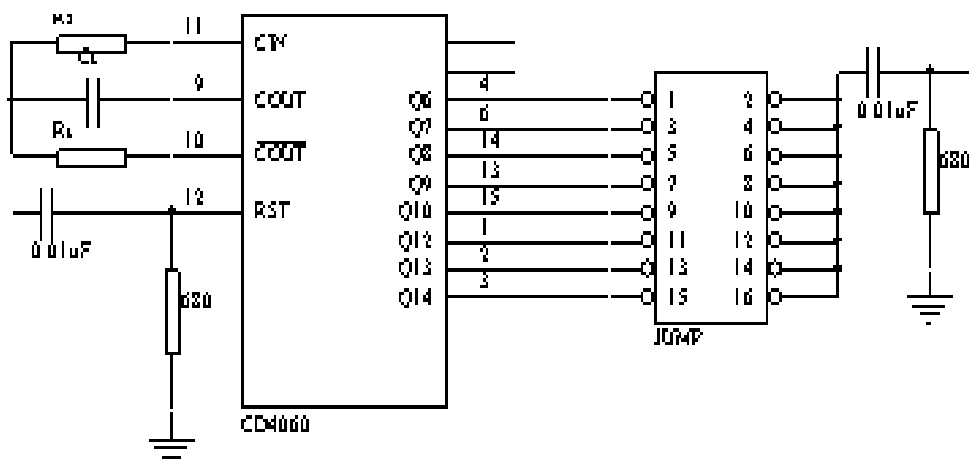


图 4.2 看门狗电路图

CPU 必须在正确完成所有工作后才能发扫描输入信号，且程序中发扫描信号的地方不能太多。否则，正好在哪里有死循环，看门狗就不产生记满输出信号，不能重新启动 CPU。

4060 的记满输出信号不但要接到 MCS-51 的 RST 脚，而且还应接到其它芯片的 RST 脚，因为程序乱飞后，其它具有 RST 脚的芯片也混乱了，必须全部复位。

## 六 可编程逻辑器件

可编程逻辑器件 GAL16V8 是 LATTICE 公司研制的一种电可擦除的可重复编程的低密度 PLD 器件。它采用更为灵活的可编 I/O 结构，并采用了先进的 EECOMS 工艺，数秒内即可完成芯片的擦除和编程过程，并可反复改写，是产品开发研制的理想器件之一。

### GAL16V8 技术特性

#### (1) 电可擦除工艺

可重编程单元

100%成品率

可重配置逻辑

#### (2) 高性能 E2CMOS 工艺

低功耗：45mA 最大运行功耗，35mA 最大维持功耗

高速度：15~25us 最快存取速度

#### (3) 8 个输出逻辑单元

对于复杂逻辑设计具有最大灵活性

GAL16V8 可仿真 20 条引脚的 PAL 器件，具有功能 / 熔丝图 / 参数的完全兼容性

(4) 预置、加电复位全部寄存器

(5) 具有保密单元、电子标签

(6) 数据保持超过 20 年。

80C51 按键电路直接由 80C51 接口电路查询。消抖(延时 20ms)由软件延时完成。

## 第五章 测试数据、测试结果分析及结论

测试方法与仪器:

### 1、测试仪器

测试仪器包括秒表、数字万用表、信号发生器、示波器、MCS51 仿真机、直流稳压电源等。

### 2、测试方法

数字万用表主要用来测试分立元件的电阻、压降、漏电流、截止/导通状态等参数;

信号发生器与示波器用于测试各光电传感器信号的接收与传输;

MCS51 仿真机用于测试软件;

直流稳压电源在测试期间为各待测系统供电;

秒表用于产品测试,按照任务书的基本要求对制成的电动车进行产品测试。

测试数据及测试结果分析:

- (1) 计时精度分析 计时系统采用了新型显示芯片。理论上的误差不到 1 秒/年。
- (2) 测距精度分析 测速系统采用了电机轴光电码盘检测技术。电机轴与车轮轴之间采用了齿轮箱二级减速,变比 1/16。车轮周长 135mm,光电码盘与电机轴安装在一起,电机轴每一转产生 2 个脉冲,车轮每转产生 32 个脉冲,理论测量精度可达  $135\text{mm}/32=4.22\text{mm}<4.5\text{mm}$
- (3) 定位精度分析 本设计采用实际测量与软件补偿技术,理论上可使定位精度提高到误差 $<10\text{mm}$ 。

### 3、结论

历时三个月的设计过程中,我首先边查资料,边在实验室焊接小车的线路板。在焊接过程中,我感觉到即使是一个简单的电路,要想很轻松的焊好,也不是很容易的事情。有时是“虚焊”的原因,有时可能是阻值选错。在焊接显示电路时,我就错将 680 欧的电阻焊成了 6.8 千欧。这使我深深感受到理论与实际间的差距。通过这样的设计,提高了我的动手能力。每天在实验室除了焊接线路板,还可以上机编程,使我软件调试知识也提高了。

本设计采用的是 80C51 单片机,这主要是因为该单片机的稳定性比较好。还可以采用其它系列的单片机。比如采用陵阳单片机,就可以简化编程,但其稳定性不是很好。

## 致 谢

历时三个月的毕业设计已经告一段落。经过自己不断的搜索努力以及白老师的耐心指导和热情帮助，本设计已经基本完成。在这段时间里，白老师严谨的治学态度和热忱的工作作风令我十分钦佩，他的指导使我受益非浅。同时本系 120 实验室的开放也为我的设计提供了实习场地。在此对白文峰老师和牛晓升老师表示深深的感谢。

通过这次毕业设计，使我深刻地认识到学好专业知识的重要性，也理解了理论联系实际的含义，并且检验了大学四年的学习成果。虽然在这次设计中对于知识的运用和衔接还不够熟练。但是我将在以后的工作和学习中继续努力、不断完善。这三个月的设计是对过去所学知识的系统提高和扩充的过程，为今后的发展打下了良好的基础。

由于自身水平有限，设计中一定存在很多不足之处，敬请各位老师批评指正。

## 参 考 文 献

- 1 何立民, 单片机应用系统设计, 北京: 航天航空大学出版社, 2~5, 46~50
- 2 李广弟, 单片机基础, 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001, 56~64
- 3 何希才, 新型实用电子电路 400 例, 电子工业出版社, 2000 年, 60~65
- 4 赵负图, 传感器集成电路手册, 第一版, 化学工业出版社, 2004, 590~591
- 5 陈伯时, 电力拖动自动控制系统, 第二版, 北京: 机械工业出版社, 2000 年 6 月, 127~130
- 6 张毅刚, 彭喜元, 新编 MCS-51 单片机应用设计, 第一版, 哈尔滨工业大学出版社, 2003, 25~27, 411~417

## 附录 A 程序清单

l i mi w	equ	30h ; 厘米位
mi ao	equ	31h ; 秒位
fenmi	equ	32h ; 分米位
fmi ao	equ	33h ; 分秒位
meter	equ	34h ; 米位
fenzh	equ	35h ; 分位
poi nt	equ	36h ; 小数点位
shi mi	equ	37h ; 十米位
shi fn	equ	38h ; 十分位
sudu	equ	39h ; 速度控制
j i shk	equ	3ah ; 记时开始
zhond	equ	3bh
zhodu	equ	3ch
zhon	equ	3eh
mai cho	equ	3fh
j i nweb	equ	40h
bhcs	equ	41h
dpan	equ	42h
fenchu	equ	43h
fencun	equ	44h
pand	equ	45h
fenmc	equ	51h
org	0000h	
aj mp	mai n	
org	000bh	
aj mp	st0	
org	001bh	
aj mp	st1	

```
org      0100h
main:
    mov  l i m i w, #00h
    mov  m i a o, #00h
    mov  f e n m i, #00h
    mov  f m i a o, #00h
    mov  m e t e r, #00h
    mov  f e n z h, #00h
    mov  p o i n t, #0bh
    mov  s h i m i, #00h
    mov  s h i f n, #00h
    mov  j i s h k, #00h
    mov  z h o n d, #00h
    mov  z h o d u, #00h
    mov  z h o n, #00h
    mov  m a i c h o, #00h
    mov  j i n w e b, #03h
    mov  b h c s, #00h
    mov  s p, #6fh
    mov  t m o d, #21h
    mov  t h 0, #3ch
    mov  t l 0, #0b0h
    mov  t h 1, #9ch
    mov  t l 1, #9ch
    setb ea
    setb et0
    setb et1
    mov  p 1, #0aah
    acall xi anshi
qi dong:
    j b p 0. 0, q i d o n g
    acall d e l a y
    j b p 0. 0, q i d o n g
    mov  s u d u, #03h
    clr  p 2. 6
```

```
clr p2.7
setb tr1
start:
jnb p2.3, start
acall delay
jnb p2.3, start
mov sudu, #07h
setb tr0
mov ji shk, #01h
call delaa
call delaa
call delaa
call delaa
call delaa
jiance:
mov c, p2.0
mov 22h, c
mov c, p2.1
mov 23h, c
mov c, p2.2
mov 24h, c
mov c, p2.3
mov 25h, c
mov c, p2.4
mov 26h, c
zhangai :
jb 25h, stop
jnb 22h, youzhuan
jnb 23h, youzhuan
jnb 24h, zuozhuan
jnb 26h, zuozhuan
ajmp jiance
zuozhuan:
clr p0.5
clr p0.4
```

```
    mov sudu, #05h
    acall delaa
    setb p0.4
    setb p0.5
    mov sudu, #07h
    ajmp jiance
youzhuan:
    clr p0.6
    clr p0.7
    mov sudu, #05h
    acall delaa
    setb p0.7
    setb p0.6
    mov sudu, #07h
    ajmp jiance
stop:
    acall delay
    jnb 25h, zhangai
    clr tr0
    mov a, fenmi
    mov fenmc, a
    mov a, #02h
    add a, fenmc
    mov fenmc, a
here: cjne a, fenmi, here
    clr tr1
    setb p2.6
    acall delaa
    setb p2.7
    ajmp $
st0:
    push acc
    push psw
    mov th0, #3ch
    mov tl0, #0b0h
```

```
inc zhond
mov a, #0ah
cjne a, zhond, out
mov zhond, #00h
inc zhodu
mov a, #02h
cjne a, zhodu, mi epo
mov point, #0bh
mov zhodu, #00h
inc mi ao
mov a, #0ah
cjne a, mi ao, out
mov mi ao, #00h
inc fmi ao
mov a, #06h
cjne a, fmi ao, out
mov fmi ao, #00h
inc fenzh
mov a, #0ah
cjne a, fenzh, out
mov fenzh, #00h
inc shi fn
out:
call xi anshi
outb:
pop psw
pop acc
reti
mi epo:
mov point, #0ah
ajmp out
st1:
push acc
push psw
inc zhon
```

```
    mov a, sudu
    cjne a, zhon, hig
    setb p2.7
    ajmp outi
hig:
    mov a, #0ah
    cjne a, zhon, outi
    mov zhon, #00h
    clr p2.7
outi:
    mov a, #01h
    cjne a, jishk, outb
    jb p2.5, gao
    mov c, p2.5
    mov 21h, c
    orl c, 20h
    clr 20h
    jc youbh
    ajmp outb
gao:
    setb 20h
    ajmp outb
youbh:
    inc mai cho
    mov a, jinweb
    cjne a, mai cho, outb
    mov mai cho, #00h
    inc bhcs
    mov a, #02h
    cjne a, bhcs, jici
    mov jinweb, #03h
goon: inc limiw
    mov a, #0ah
    cjne a, limiw, out
    mov limiw, #00h
```

```

inc fenmi
cjne a, fenmi, out
mov fenmi, #00h
inc meter
cjne a, meter, out
mov meter, #00h
inc shimi
ajmp out
jici:
mov jinweb, #02h
ajmp goon
xi anshi:
mov p1, #0aah
mov p1, #0cch
mov a, limiw
swap a
add a, miao
mov p1, a
nop
nop
mov p1, #0ddh
mov a, fenmi
swap a
add a, fmi ao
mov p1, a
nop
nop
mov p1, #0eeh
mov a, #0b0h
add a, point
mov p1, a
nop
nop
mov p1, #0eeh
mov a, meter

```

```

swap a
add a, fenzh
mov p1, a
nop
nop
mov p1, #0ffh
mov a, shimi
swap a
add a, shi fn
mov p1, a
ret

```

del ay:

```

mov 46h, #0ffh
mov 47h, #0ffh
i : djnz 47h, i 1
i 1: djnz 46h, i
ret

```

del aa:

```

mov 48h, #0ah
i i : mov 49h, #0afh
i i 2: mov 50h, #0ffh
i i 3: djnz 50h, i i 3
      djnz 49h, i i 2
      djnz 48h, i i
ret

```

