

目 录

摘 要.....	
Abstract	
第 1 章 绪 论.....	
1.1 课题研究的目的与意义	3.....
1.2 国内外研究动态	3.....
1.3 论文主要内容	4.....
第 2 章 系统的总体设计.....	
2.1 设计方案	5.....
2.2 系统的硬件选型	5.....
2.2.1 单片机选型	5.....
2.2.2 超声波传感器选型	6.....
2.2.3 超声波接收芯片选型	7.....
2.2.4 显示器选型	7.....
第 3 章 系统的硬件设计.....	
3.1 基本系统构成	8.....
3.1.1 系统电源电路	9.....
3.1.2 超声波发射电路	9.....
3.1.3 超声波接收电路	10.....
3.1.4 晶振电路	11.....
3.1.5 复位电路	11.....
3.1.6 显示电路	12.....
3.1.7 报警电路	13.....
3.2 电路原理图	13.....
3.3 PCB图.....	14.....
第 4 章 系统的软件设计.....	
4.1 软件 keil 的简介	15.....
4.2 主程序流程	15.....
4.3 超声波收发模块程序设计	16.....
4.3.1 超声波收发中断子程序	17.....
4.3.2 距离测算子程序	19.....
4.4 显示模块程序设计	19.....
4.4.1 初始化程序	21.....
4.4.2 显示程序	21.....
4.4.3 延时程序	22.....
4.5 现场实测距离显示	23.....

第 5 章 结 论.....	
5.1 总 结	24.....
5.2 系统实物图形	25.....
5.3 展 望	25.....
致 谢.....	
参 考 文 献.....	
附 录.....	

摘 要

本文阐述了基于 51 单片机的超声波测距仪的设计过程和运行结果。AT89C51 单片机控制定时器产生方波脉冲，同时定时器 T1 开始计时。发出的超声波在空气中传播，而后遇到障碍物体的表面时超声波折返，超声波接收模块接收返回的超声波信号并且把超声波信号转化为电信号。定时器记录超声波往返所用的时间，从而由 51 单片机计算得到实测距离。再使用四位数码管显示距离。

硬件电路由超声波发射电路、超声波接收电路、电源电路、四位数码管显示电路、电铃报警电路、12MHz 晶振电路等组成。各引脚接收的信号经单片机综合分析处理，最终实现超声波测距仪的测距功能。本文将具体介绍设计思路、硬件选型、程序流程等设计相关的内容。本测距仪成品具有很好的稳定性及操作简易性。在准确度方面，测量准确度较高，可以精确到厘米级，达到了预期的测量准确度。

关键词：AT89C51 超声波 测距

Abstract

In this paper, based on 51 MCU, ultrasonic range finder design process and its operation principle: AT89C51 control timer square wave pulse is produced. At the same time T1 timer starts timing. Emit ultrasonic wave in their spread, and then encountered obstacle surface ultrasonic wave is reflected back to ultrasonic receiving module receiving returned ultrasonic signal and the ultrasonic signal are converted to electrical signals. The timer recording ultrasonic round-trip time used, thus obtain the measured distance calculated by the 51 single chip microcomputer. Then the use of four digital tube display distance.

Hardware circuit consists of an ultrasonic emission circuit, ultrasonic receiver circuit, the power circuit, four digital tube display circuit, an electric bell alarm circuit, 12Mhz crystal oscillator circuit. The received signal pin SCM comprehensive analysis, finally realize the ranging function of ultrasonic range finder. This paper introduces the design idea, hardware selection, program flow design related content. The range finder product has good stability and easy to operate. In terms of accuracy, high measurement accuracy, accurate to centimeter level, to achieve the desired accuracy.

Keywords: AT89C51 Ultrasonic Wave Measure Distance

第 1 章 绪 论

1.1 课题研究的目的是与意义

超声波技术的发展飞速，它已从早期的原理理论研究慢慢发展到如今的各种领域。当代的超声波技术能够广泛应用于无损探伤、测量温度、测量距离、测量液体流量、测量液体成分、多种岩体检测等方面。超声波在应用到测距方面时拥有这几个与众不同的优点：首先是所测环境的测量媒介并不限制于空气，液体或固体等也能进行有效测量，具有广泛的适用性；其次是超声波这种测量载体，它对于测量环境本身存在光线，如阳光、灯光，以及各物体和环境产生电磁场并不敏感，它能在黑暗无光、扬尘、天气大雾甚至强电磁干扰的恶劣测量条件中正常工作，能有效降低测距作业的人力、环境成本；三是超声波测距仪结构简单小巧，所需造价低廉，设备用到的单片机简单可靠，很容易批量生产。在超声波探伤、自动停车系统和倒车雷达系统中，超声波测距有重要的应用。总的来看，使用单片机为核心元件已是现在超声波测距仪的主要选择。所以，本课题将研究基于单片机的显著优势，设计以其为基础的性能优良、功能全面的超声波测距仪。可以预见在不久的未来，超声波测距设备在更广泛更严苛的工程应用中都将有很大的发展潜能，它将朝着更加高定位高精度的研究方向发展，并作为一种常用工具满足社会快速发展需求，因此，为了使我国的超声波设备逐步跟进国际水准，对超声波测距系统高精度、广范围和实时性的课题进行深入研究是有很大的实际意义。

1.2 国内外研究动态

现在对超声波技术革新的需求越来越大。由于超声波独特的特质，导致许多恶劣的工作环境、广泛的工程场合都急需高精度高适应性的尖端超声波测距设备。查阅相关文献可知，我国最新的采用随时间变化的自动增益控制 (AGC) 电路的超声波测距仪的有效测量范围可达 2m，测量盲区可减小为 100mm，最大误差不超过 5%。国外高精度测距仪的精度可以达到正负 1mm。由此可见我国最新的超声波测距设备和国际最顶尖的水平还是有一定的差距，当然，这种差距也在逐步减少。因为国内外对于超声波技术的交流和研发也愈发频繁和深入。掌握成熟稳定的超声波测距技术决定了一个国家测控领域的水平。总的来说，超声波测距的精度突破毫米级，达到更高的精度和方向性也是国内外对这一领域科研发展的前进方向。考虑到超声波测距的广阔前景，超声波技术的日益精进，更加广泛的适用领域将会成为必然。

1.3 论文主要内容

本论文主要介绍利用超声波原理和单片机为控制平台完成测距功能的基于单片机的超声波测距仪的设计过程。

论文将主要分为硬件选型、电路原理图详解和程序及其注释三个核心部分。硬件选型将依次介绍本设计中所使用的单片机型号、芯片型号、各类元器件型号，并依次给出它们的优劣，以及和最终选择的原因。第二部分为电路图原理详解。在这部分中，将会将设计的各个模块、各部分电路进行一一介绍。以及各电路中一些重要元器件的作用、数值大小的影响等具体分析。然后是程序部分。将会结合程序流程图对各功能段进行逐句解释，完整全面的介绍软件部分的设计思路。

最后是实测结果和总结部分，本设计基本完成了预期设计的功能，但还是有许多不足。在后文中会一一分析、总结。

第 2 章 系统的总体设计

2.1 设计方案

由 AT89C51 单片机控制定时器产生超声波方波脉冲并启动内部的计数器开始计时，通过反向器逐级放大，驱动超声波换能器把电信号转化为超声波信号。发出的超声波在空气介质中传播，遇到障碍物表面时超声波返回，再由超声波接收模块接收折返的超声波，接着芯片 CX20106A 将超声波信号转化为电信号并对计时进行中断。51 单片机通过计算超声波自发射至接收的往返时间差，从而得到实测距离。并用四位数码管显示器来显示距离。最终达到测量距离的设计功能。

2.2 系统的硬件选型

2.2.1 单片机选型

AT89C51 是一种带 4K 字节 FLASH 存储器（Flash Programmable and Erasable Read Only Memory）的低电压、高性能 CMOS 8 位微处理器，俗称单片机。AT89C51 单片机的内部存储器大小为 2K，而且该可擦除存储器可以擦除使用超过千次，这个可闪存编辑器基本可以适应于绝大多数的工程应用条件。它采用了 ATMEL 公司最新的存储器制造技术，并且与标准的 MCS51 的引脚和指令相同。AT89C51 价格低廉，使用广泛，它为许多嵌入式控制系统提供了可靠高效的核心元器件。

- A. 与 MCS-51 单片机产品兼容
- B. 8K 字节在系统可编程 Flash 存储器
- C. 1000 次擦写周期
- D. 全静态操作：0Hz ~ 33Hz
- E. 三级加密程序存储器
- F. 32 个可编程 I/O 口线
- G. 三个 16 位定时器/计数器
- H. 八个中断源
- I. 全双工 UART 串行通道
- J. 低功耗空闲和掉电模式
- K. 掉电后中断可唤醒
- L. 看门狗定时器
- M. 双数据指针

N. 掉电标识符

AT89C51 单片机外形及引脚排列如图 2-1 所示：

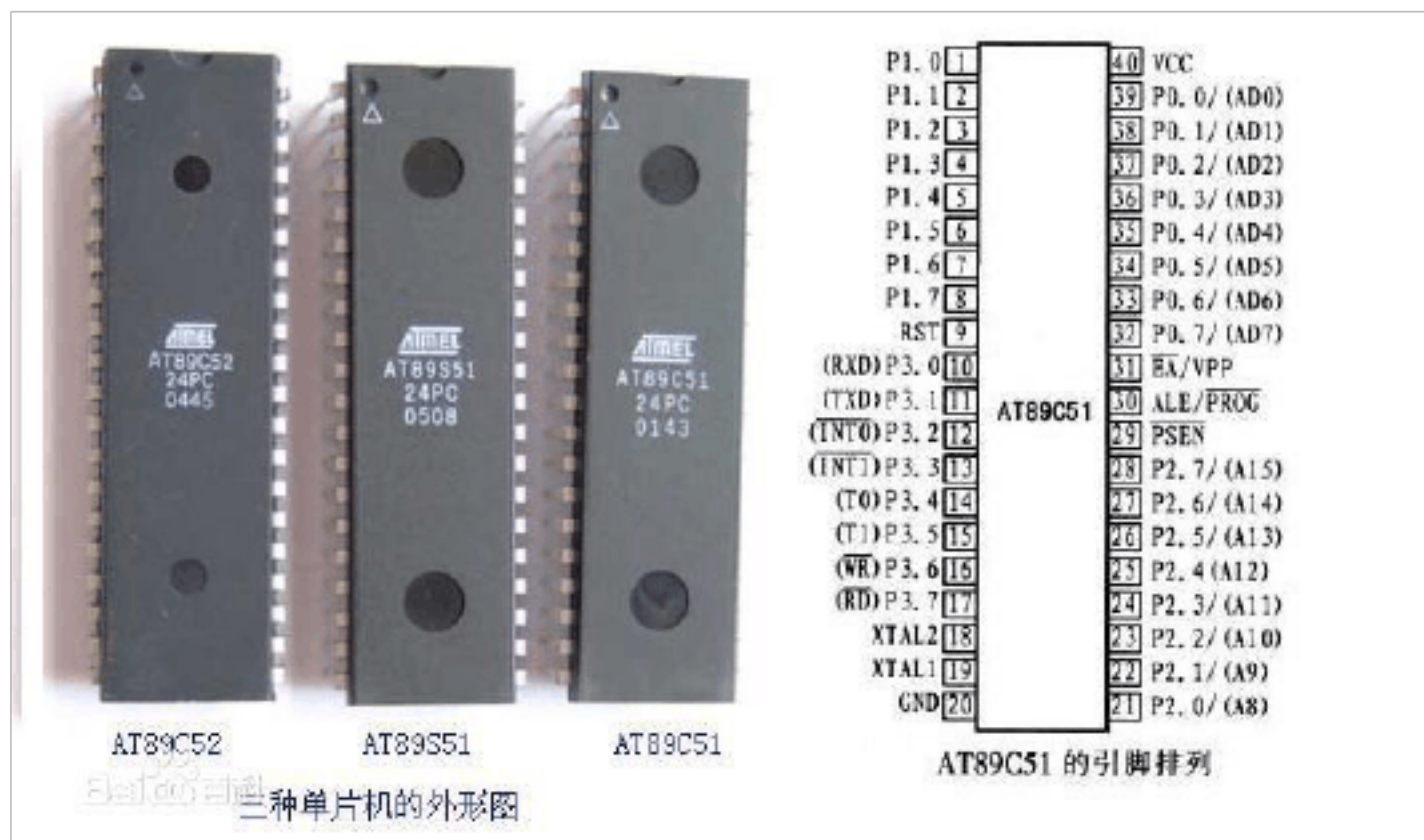


图 2-1 单片机的外形和引脚图

2.2.2 超声波传感器选型

本系统选择使用分体式超声波传感器 T40-16、R40-16 作为超声波发射和接收的元器件。T40 和 R40 广泛适用于日常生活的各个地方，它具有优秀的可靠性、稳定性以及相对客观的精度。元件本身价格便宜，在倒车雷达、无损测伤、测距、测流速方面已有成熟的应用历史。

T40 和 R40 传感器的性能参数如下：

- A. 标准收发频率 (KHz)：40KHz
- B. 换能器发射声压：在 10V 的情况下 (0dB=0.02mPa)：≥110dB
- C. 接收性能参数在接收 40KHz 声波情况下 (0dB=V/ubar)：≥-70dB
- D. 静电容量在 1KHz, <1V (PF) 的情况下：2000±30%

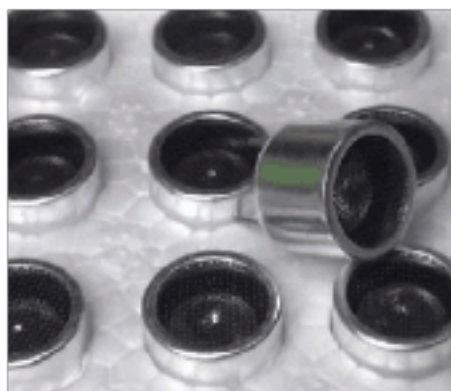


图 2-2 超声波换能器

2.2.3 超声波接收芯片选型

集成电路 CX20106A 是红外线检波专用的接收芯片，生活中常用的电视机遥控器的红外收发模块就是以 CX20106 为核心制作的。CX20106 的接收频率为 38Hz，这十分接近本设计的 40Hz 超声波信号的频率。此外，根据相关文献的实验数据表明，CX20106A 接收超声波具有很好的灵敏度和较强的抗干扰能力。所以，最终本设计选择集成电路 CX20106 作为超声波接收电路所选用的接受芯片。



图 2-3 超声波接收芯片 CX20106

2.2.4 显示器选型

LED 数码管 (LED Segment Display) 是有多段发光二极管组成“8”和“.”的字样，本设计由于要显示 5 厘米到 300 厘米区间的数值，所以选用四位 LED 数码管。四位数码管有 12 个引脚分别为 8 个段选引脚和 4 个位选引脚。所以本设计选用共阳极四位 LED 数码管作为显示元器件。

它能够被广泛使用和它的特点是分不开的，特点如下：

A. LED 数码管它的发光响应时间短，不易受干扰，而且可以根据需要选用不同颜色的发光二极管来显示不同颜色的数字，以满足不同场合的需要。

B. LED 数码管结构紧凑小巧，造价低廉，适用于各种经典电路，而且它具有很客观的使用寿命，基本可达到上百小时的工作时间。

C. 驱动数码管发光的电流适中，工作电压低，适合广泛的应用电路。

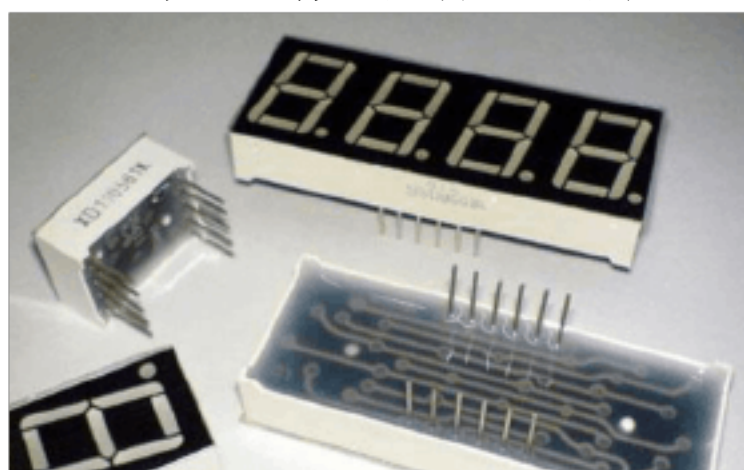


图 2-4 LED 显示器

第 3 章 系统的硬件设计

3.1 基本系统构成

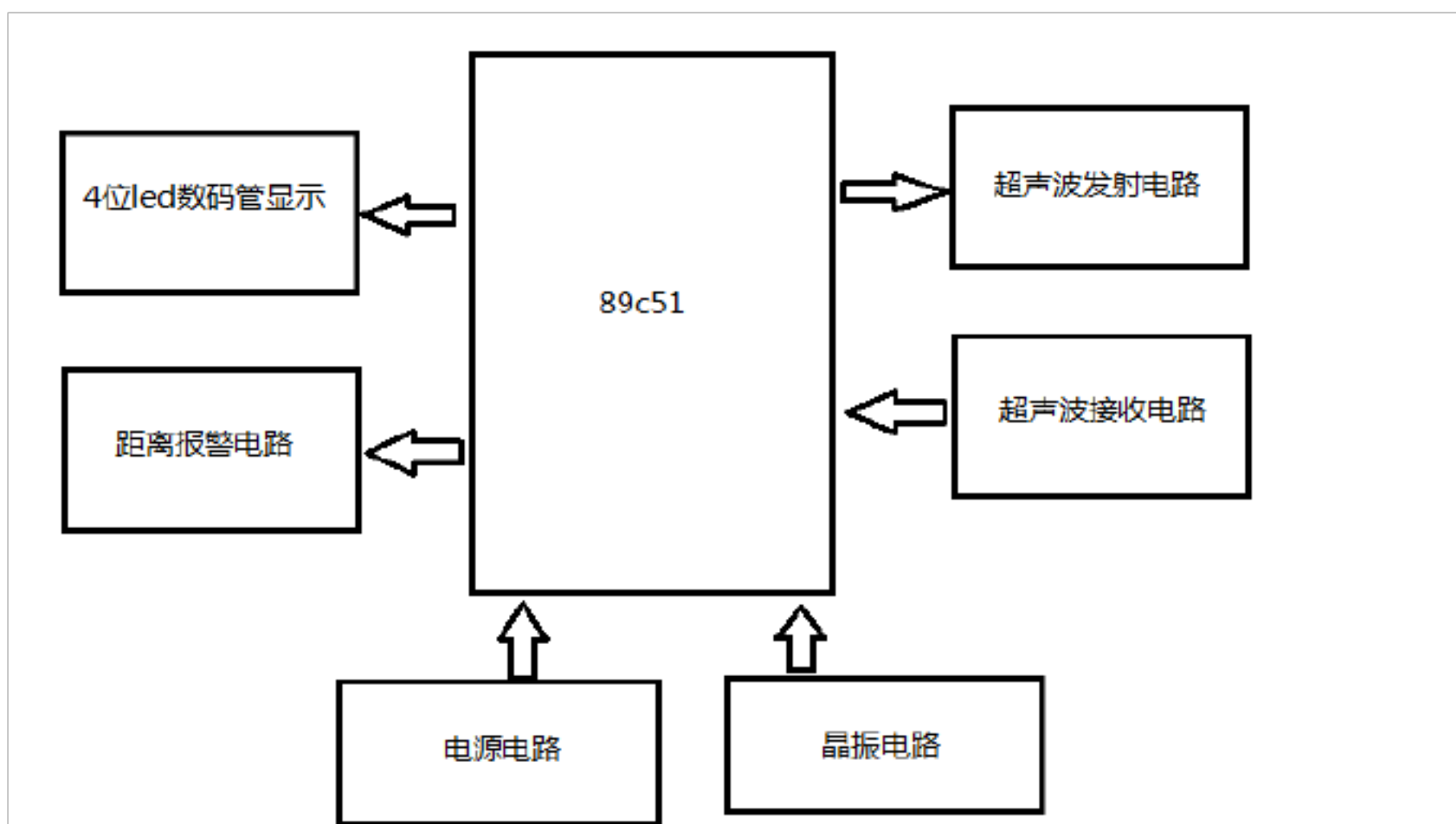


图 3-1 系统结构框图

本系统基于单片机 80c51 的各种功能，由 4 位 led 显示电路、距离报警电路、超声波发射电路、超声波接收电路、电源电路、晶振电路、以及复位电路等构成。依照先期预设的设计方案，本设计将具备如下功能：

- A. 由超声波的收发，测算出距离并显示精确到厘米级的数值；
- B. 当距离过大或未能检测到回波时显示未能测算的符号；
- C. 当距离过小时，距离报警电路将驱动电铃报警示意；
- D. 当系统出错时，可由复位电路的开关复位重启。

超声波发射电路由单片机 P.0 口产生的 40KHz 方波驱动，一路经两个反相器 74LS04 并联取反连接至超声波换能器的一个电极，另一路经一个反相器串两个反相器并联连接至超声波换能器的另一个电极。利用这种推挽方式将单片机产生的方波信号传送到超声波换能器两端，它的优点在用提高的超声波换能器的输出强度。而两个上位电阻可以调节输出驱动能力，还可以缩短超声波换能器自由振荡的时间。

3.1.3 超声波接收电路

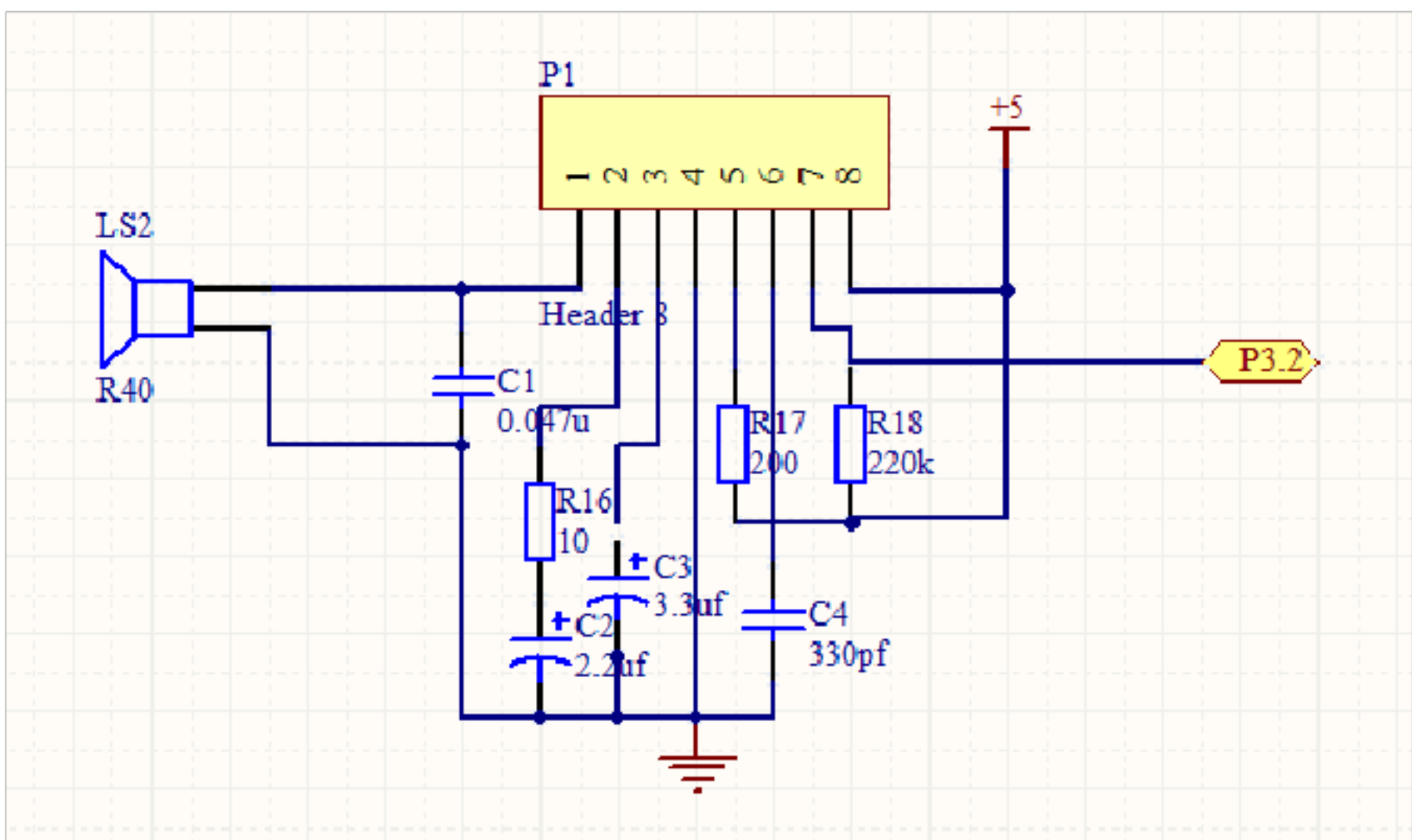


图 3-4 超声波接收电路

集成电路 CX20106A 是一款红外线检波接收的专用芯片，日常生活中的电视遥控器就使用这一芯片作为接收信号的核心元器件。而电视遥控器的接收频率为 38Hz，这和本设计所需的 40Hz 接收要求十分接近，所以选择 CX20106A 作为核心元器件来设计超声波接收电路。上图所示的就是本设计所用的超声波接收电路。实验数据证明，CX20106A 为核心的超声波接收模块，具有很好的灵敏度和较强的抗干扰能力，基本可以胜任预期设计的功能要求。此外，适当改变电容 C2 的大小，还能够改变接收电路的灵敏度和抗干扰能力，达到最佳的可靠性与稳定度。

3.1.4 晶振电路

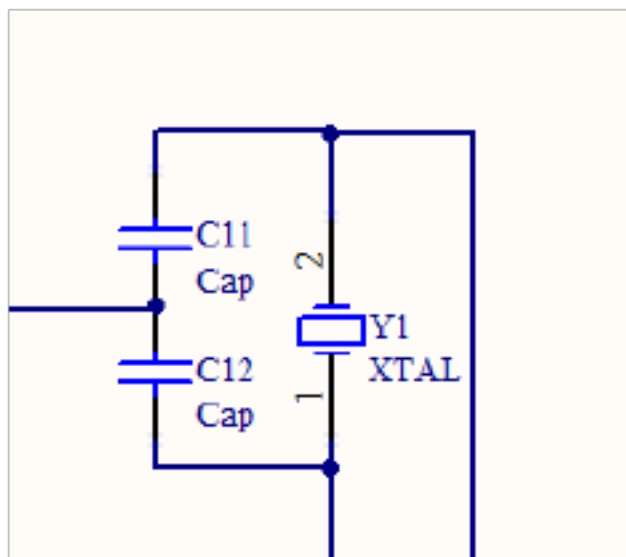


图 3-5 晶振电路

本电路利用起振器为单片机提供 12MHz 的时钟频率。晶振的振荡频率决定了单片机运行的速度快慢，不仅如此，更高的晶振频率也对存储器和电路板的硬件性能提出了更高的要求。如同木桶原理，单片机的性能不止由它本身决定，CPU 的运算速度只是一个要素，只有存储器件和外设通信速度都能契合才能达到一个合适的运行状态。因此，一般选用 6~12MHz。并联谐振电路上的电容会影响晶振振荡器的稳定性，一般选择 20~100pF 的电容。由相关文献得知，65pF 左右的电容与振荡器的稳定、振荡器频率高低、起振速度有较好的帮助。所以本电路中 C11 和 C12 选择 66pF 的电容。此外，选用陶瓷封装的电容可以提高对温度的抗干扰性。

3.1.5 复位电路

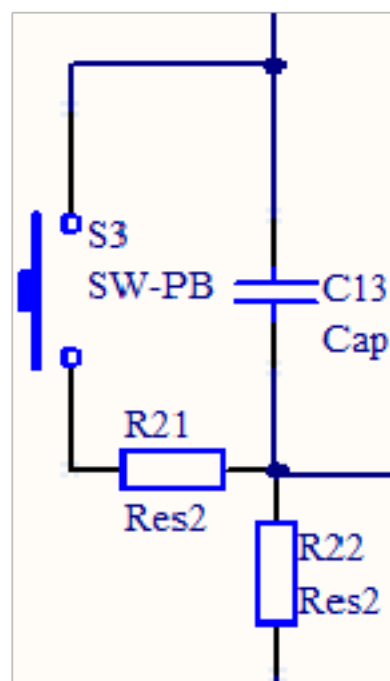


图 3-6 复位电路

51 单片机是高电平复位，当单片机加 5V 电源启动时，这时电容充电相当于短路，RST 上的电压为 VCC，此时单片机进行复位指令。之后电容充电使电容两端电压升高，从而导致 RST 上的电压变低，当电压值低于规定值时，单片机完成复位。

在操作时，按下复位开关后，电容 C13 则被短路。此时 C13 释放储存的电能，导致 RST 引脚接至高电平。然后时间超过复位规定的时间，单片机便完成复位操作。开关复位再导致 RST 引脚回到低电平状态，之后单片机正常运行。

3.1.6 显示电路

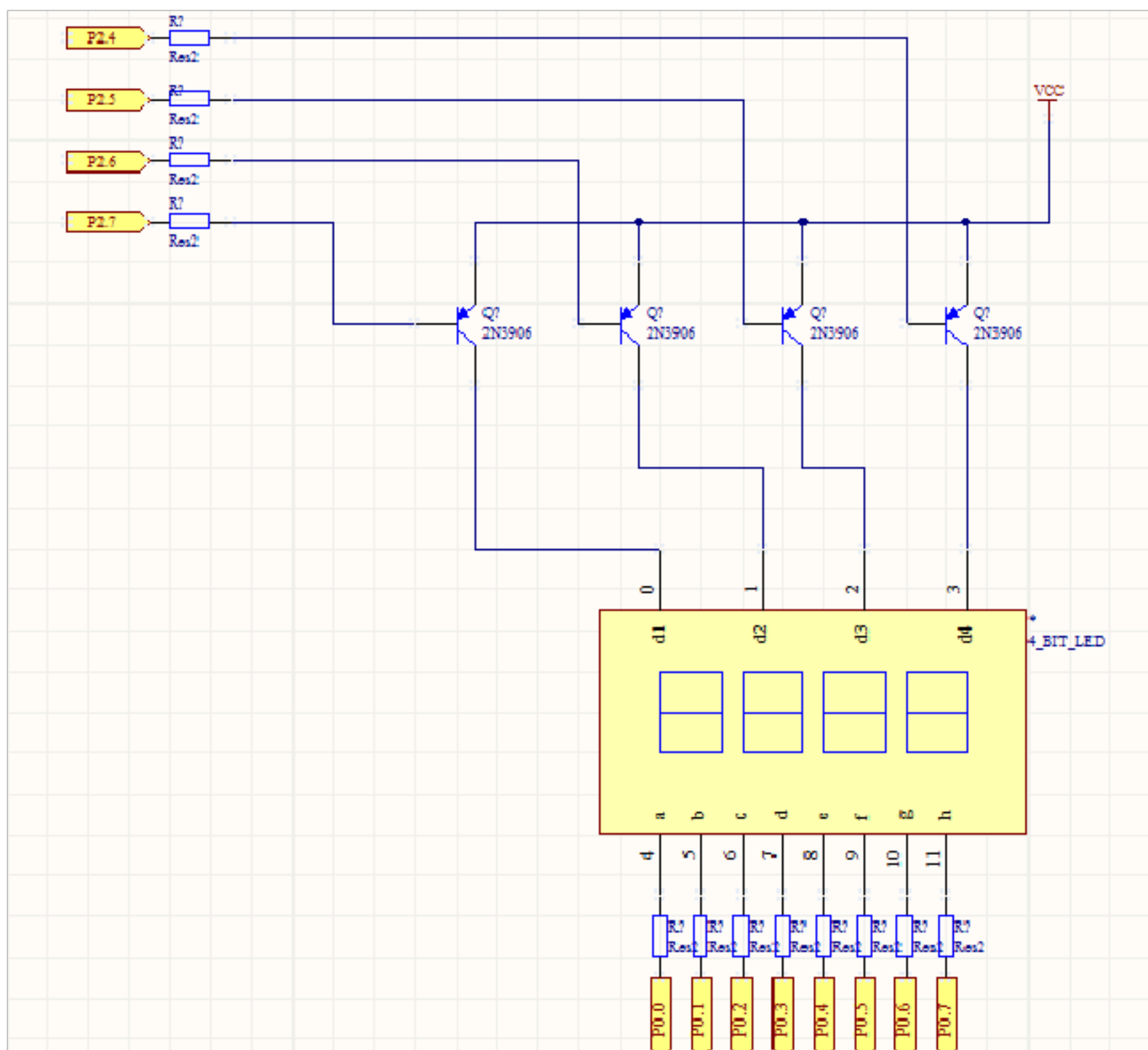


图 3-7 显示电路

由单片机 P0 口输出段选，P2.0~P2.3 进行位选，经 4 位 led 显示器显示单片机计算的测量距离，单位为厘米。

电路原理图如图 3-9 所示，由 51 单片机、超声波发射电路、超声波接收电路、电源电路、晶振电路、系统复位电路、数码管显示电路以及报警电路经导线连接构成。

3.3 PCB 图

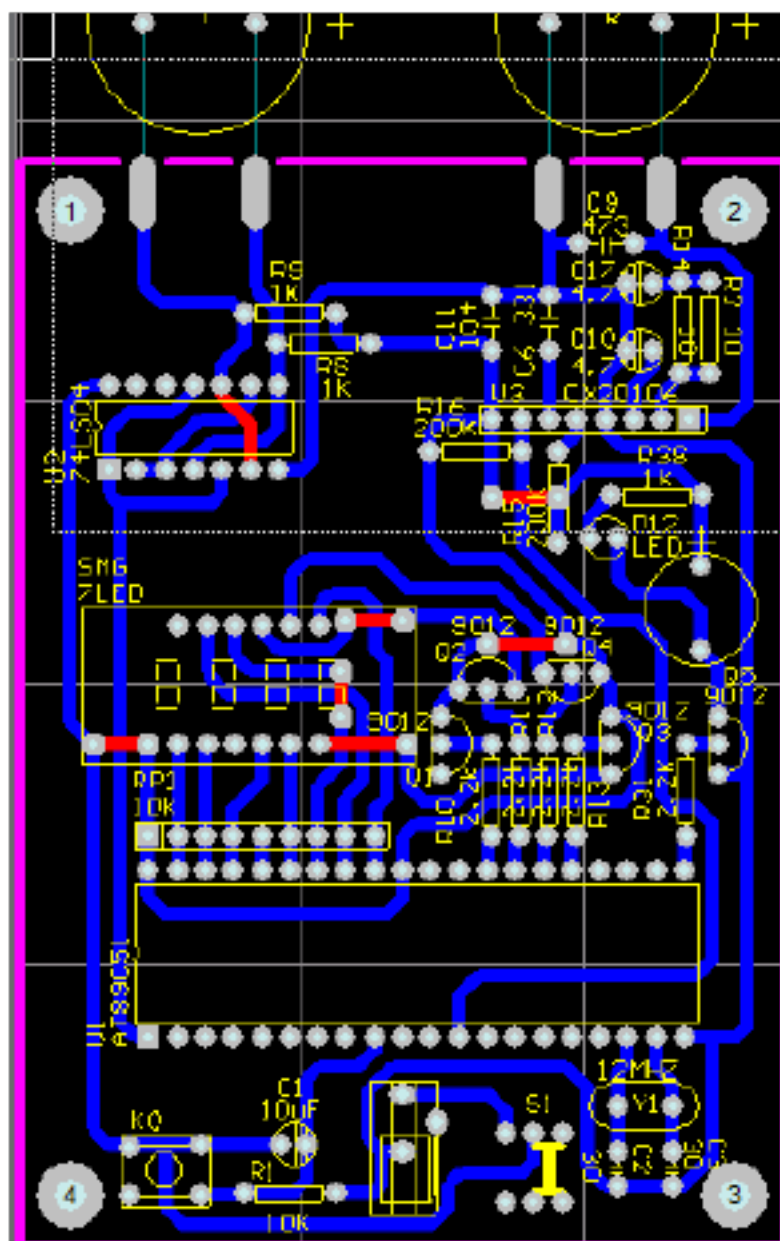


图 3-10 PCB 图

完善好电路图后，通过 prote 将电路原理图转换成 PCB 图。依照信号流向、主从关系以及方便显示的排序原则，依次放置各个元器件。再元器件布局完成后，设定布线规则。在该设计中，我们将电气规则中的间距由默认的 10mil 调整至 12mil。新建间距规则，定义接地网络和电源网络的最小间距改为 15mil。更改布线选项中的线宽规则，将推荐线宽值改为 12mil，再新建电源网络线宽规则，将推荐的线宽设为 20mil。再新建接地网络的线宽规则，设定值同之前的电源网络。然后更改布线优先级设置，新建一个新的布线优先级规则，设定为电源网络的布线优先级，并设定为 1。而其他网络的布线优先级设定为 2。最后将过孔的外径设定为 30mil，将内径设定为 12mil。以上为本 pcb 图 中所主要使用的设计规则。最后在自动布线的基础上经行手工修改，更改了繁杂缠绕、过密过疏的布线，使整个 pcb 图的到更好的完善。

第 4 章 系统的软件设计

4.1 软件 keil 的简介

Keil C51是美国 Keil Software公司出品的 51 系列兼容单片机 C 语言软件开发系统，与单片机本身的汇编语言相比，C 语言是更容易掌握的计算机语言，极大的提升了单片机编程的适用性。而且 keil 自带了功能强大的仿真功能，几乎可以仿真大部分 IO 端口和内部资源信号。Keil C51可以在它自带的仿真调试器内完成软件的编译和开发工作，极大的提高了编译效率。它还具有方便简易的集成功能。Keil 可在 Windows98、NT、Windows2000、WindowsXP 等操作系统下使用。最新的版本可以再 win7、win8 条件下使用。

2009 年 2 月发布 Keil μ Vision4，Keil μ Vision4 引入灵活的窗口管理系统，使用户可以使用多个窗口来监视程序的运行，也更加便于用户调取所需的运行参数。新产品调整了操作界面使用户更便于利用屏幕空间做更有效的操作。整洁有序的操作环境帮助用户直接简单的完成单片机的编译工作。而且此次升级也添加了许多新的功能，更加全面的仿真环境，支持更多的单片机芯片以及更加方便的调试操作。

2011 年 3 月 ARM 公司发布最新集成开发环境 RealView MDK 开发工具中集成了最新版本的 Keil μ Vision4 其编译器、调试工具实现与 ARM 器件的最完美匹配。

Keil 有如下 3 个显著优点：

A. Keil C51 自动生成汇编代码的速度很快，效率优异，所生成的汇编代码会相对简洁易读。在用户检查源代码时会有很好的使用体验。

B. 单片机原有的汇编语言比较晦涩、不直观。而 keil 所使用的 C 语言确是计算机大众所熟悉是初学者容易上手掌握的语言，这大大提高了用户的普适性。

C. Keil 的纯软件仿真功能十分强大，它自带的仿真功能几乎可以模拟出绝大多数常用的 IO 口或内部资源，为编程人员的高效编译提供便捷。

所以本次基于单片机的超声波测距仪的设计选择使用 Keil 来负责程序部分的编译任务。

4.2 主程序流程

程序设计方面主要依照如下流程图的设计规划来进行编程。电源开关打开后，系统自动运行初始化程序，定义定时器工作方式。然后发射超声波，并且计时器 t1 开始计时，当接收到反射时，定时器 t1 停止，保存计数。单片机依据计数计算距离，进行显示，当超出范围时，报警鸣铃。当复位开关按下时，系统复位。下面将依次就超声波收发模块程序、超声波中断子程序、距离测算子程序和四位数码管显示模块程序来分别详细介绍

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/956035014043011004>