

# 车距自动检测及报警系统设计

院（系）： \_\_\_\_\_

专 业： \_\_\_\_\_

学生姓名： \_\_\_\_\_

学 号： \_\_\_\_\_

指导教师： \_\_\_\_\_

职 称： \_\_\_\_\_

摘 要

距离的自动检测主要是主要应用于倒车提醒、建筑工地、工业现场等的距离测量。超声波在测距方面应用十分广泛。比方测量水的深度，水中鱼群的位置，金属探伤，测厚，还有汽车倒车防撞等等。

本设计主要要求实现车距的自动检测与报警功能的设计，经过比较，决定使用超声波传感器来实现测量。系统在分析可行性、可靠性的根底上，参照工程设计方法，确立了结构化设计的思路。设计了一套超声波检测系统，该系统是一种基于 AT89C52 单片机的超声波测距系统，它根据超声波在空气中传播的反射原理,以超声波传感器为接口部件，应用单片机技术和超声波在空气中的时间差来测量距离。该系统主要由主控制器模块、超声波发射模块、超声波接收模块、显示模块和报警模块等五个模块构成。设计利用 51 单片机系统的 I/O 口，使超声波传感器发出 40KHz 的超声波，反射回来的超声波信号，经过放大和整形电路进入单片机，比较调试后确定其对应的距离，完成测距。可实现 5 米内测距，盲区 7 厘米，使用 LED 显示测量距离，当距离小于一定值时发出报警的声音。

基于单片机控制的超声波测距系统，增强了超声波的抗干扰能力，减少了人为计算给测距带来的误差，简化了外围接口电路，解决了生活中测距方面带来的不便。

**关键字：**超声波传感器；AT89C52 单片机；LED 显示单元；报警单元

## **Abstract**

The automatic measuring of distance is mainly used in measuring the distance of Car Backing reminding, construction sites, industrial site, etc. The application of ultrasonic testing the distance is very widely. such as the measure of the depth of the water, the place of the fish in the sea, the metal detection 、 the measure of the thickness and the reverse in case of the car clashing

and so on.

The design is required to full fill the automatic detection and the alarm function. After a series of comparison, the proposal of using ultrasonic sensors to implement the measure. Base on the analysis of the feasibility and the reliability, and the reference of the method of engineering design, the system establishes the thinking of structural design. In this paper, I design a set of Ultrasonic Testing System which is an ultrasonic distance measurement system based on AT89C52 SCM (Single Chip Microcosm). It according to the reflection principle of ultrasonic spreading in air, with the interface component Ultrasonic Sensor, the application of SCM technology and time difference of ultrasonic in the air to measure the distance. This system mainly composed by the five modules, namely central processing module 、 the ultrasonic emission/reception module、 display module and alarm module. The design use the I/O interface component of 51 SCM system, making Ultrasonic Sensor send 40KHz ultrasonic wave, and the ultrasonic wave of reflecting back, which through the amplifier and shaping circuit into SCM, then after comparing and debugging, to determine the corresponding distance. It can be realized within five meters range, the blind area of 7 cm, with LED display. At the same time it has manually adjusting function, the alarm system begins to work when the distance is less than.

Such kind of SCM ultrasonic distance measuring strengthen the anti-interference capability of the ultrasonic, reduce the error of the measurement made by man, simplify the external interface circuit and solute the inconvenience of the distance measure in daily life.

**Key words:** Ultrasonic Sensor; AT89C52 SCM; LED display unit; Alarm unit

# 目 录

引言.....	1
1 绪论.....	2
1.1 课题背景和意义.....	2
1.2 论文研究内容.....	2
2 系统设计的总体方案.....	3
2.1 超声波的理论根底.....	3
2.2 超声波的测距原理和工作方式.....	8
2.3 超声波测距系统的设计.....	9
2.4 模块方案比较.....	10
2.5 设计的总体设想.....	15
3 系统硬件电路的设计.....	15
3.1 单片机控制系统设计〔AT89C52〕.....	18
3.2 LED 显示电路设计.....	20
3.3 超声波发射电路设计.....	22
3.4 超声波检测接受电路设计.....	26
3.5 报警电路设计.....	28
3.6 本章小结.....	30
4 系统程序设计.....	30
4.1 超声波测距的算法设计.....	30
4.2 主程序设计.....	30
4.3 超声波发生子程序和超声波接收中断程序.....	31
4.4 报警电路程序设计.....	30
4.5 本章小结.....	31

5 电路板的制作.....	32
5.1 原理图绘制.....	32
5.2 PCB 图的生成.....	32
5.3 电路板的印制和焊接.....	33
5.4 本章小结.....	33
6 调试与性能分析.....	33
6.1 调试.....	33
6.2 性能指标.....	34
7 结论.....	34
谢辞.....	35
参考文献.....	36
附录.....	37

## 引言

近年来随着微电子技术开展而产生的小型价廉的微处理器〔单片机〕的出现，使超声波测距传感器的功能得到了提升。有了微处理器不仅使测距的精度大为提高，而且为超声波测距技术的应用开辟更大的空间。

随着科学技术的快速开展，超声波将在传感器中的应用越来越广。在人类文明的历次产业革命中，传感技术一直扮演着先行官的重要角色，它是贯穿各个技术和应用领域的关键技术，在人们可以想象的所有领域中，它几乎无所不在。传感器是世界各国开展最快的产业之一，在各国有关研究、生产、应用部门的共同努力下，传感器技术得到了飞速的开展和进步。但就目前技术水平来说，人们可以具体利用的传感技术还十分有限，因此，这是一个正在蓬勃开展而又有无限前景的技术及产业领域。展望未来，超声波传感器作为一种新型的非常重要有用的工具在各方面都将有很大的开展空间，它将朝着更加高定位高精度的方向开展，以满足日益开展的社会需求，如声纳的开展趋势根本为：研制具有更高定位精度的被动测距声纳，以满足水中武器实施全隐蔽攻击的需要；继续开展采用低频线谱检测的潜艇拖曳线列阵声纳，实现超远程的被动探测和识别；研制更适合于浅海工作的潜艇声纳，特别是解决浅海水中目标识别问题 大力降低潜艇自噪声，改善潜艇声纳的工作环境。毋庸置疑，未来的超声波传感器将与自动化智能化接轨，与其他的传感器集成和融合，形成多传感器。随着传感器的技术进步，传感器将从具有单纯判断功能开展到具有学习功能，最终开展到具有创造力。在新的世纪里，面貌一新的传感器将发挥更大的作用。

在工业方面，超声波的典型应用是对金属的无损探伤和超声波测厚两种。过去，许多技术因为无法探测到物体组织内部而受到阻碍，超声波传感技术的出现改变了这种状况。当然更多的超声波传感器是固定地安装在不同的装置上，“悄无声息”地探测人们所需要的信号。在未来的应用中，超声波将与信息技术、新材料技术结合起来，将出现更多的智能化、高灵敏度的超声波传感器。

利用超声波制作汽车防撞雷达可以帮助驾驶员及时了解车周围阻碍情况，防止汽车在转弯、倒车等情况下撞伤、划伤。下面我们就使用超声波传感器测距及报警系统为例，具体的说明它的应用。

# 1 绪论

进入 21 世纪后，随着传感技术的开展，传感器已经成为各个应用领域，特别是自动检测，自动控制系统中不可缺少的重要技术工具。伴随着微机（单片机）的开展，传感技术的应用已经逐步得到更广泛的认同，应用于现在各个高科技的行业，而超声波传感器技术应用于冶金、船舶、机械、医疗等各个工业部门的超声清洗、超声焊接、超声加工、超声检测和超声医疗等方面，取得了很好的社会效益和经济效益。

## 1.1 课题背景和意义

随着科技的高速开展，一种新的测量方法已经产生，那就是利用微机控制超声波传感器自动测距，把这样的一种装置安装在汽车上，就可以给司机以提醒，预防意外的发生，尽可能的减少交通事故。因此，我们就可以在汽车上安装测距系统，以使其及时获取距障碍物的距离信息（距离和方向）。

本课题设计是基于 AT89C52 单片机进行的。单片机技术的应用，是许多领域的技术水平和自动化程度得以大大提高。当今世界也正面临着一场以单片机技术为标志的新革命，人们渴望迅速进入单片机应用与开发的大门。随着人们物质文化的丰富，各种电子产品开发也越来越先进，越来越迅速。在超声波测距领域，为缩短开发周期、提高测距精度，单片机因为具有集成度高、运算速度快、体积小、运行速度快、体积小、运行可靠、工耗低等无与伦比的优势，以得到了广泛的应用。当前，微型控制器正向两个方向开展，一个是高功能，多功能方向。从这个方向取得的成就使得微型控制器逐步代替了价格昂，功能优越的中小型机；另一个是价格低廉，功能单一的方向，这个方向的开展是微型控制器在生产领域、效劳部门和日常生活得到越来越广泛的应用。

本课题的研究内容也适用于各种测距的场合，比方说短距离的无接触的测量两个物体之间的距离、矿场、建筑等的距离都可以使用，所以本课题的研究很有必要，有意义。

## 1.2 论文研究内容

设计一个单片机系统，用以车距自动检测系统的设计，运用 51 系列单片机来计算和控制计数器最后通过液晶显示屏或者 LED 的 7 段数码管完成，编制程序进行功能的控制，完成该多功能的来电显示电路模型的设计、制作与调试工作。要求有复位和手动调节功能，并要求显示的完整性，动态性，稳定性。本课题研究的就是要在车上安装的车距自动检测和语言报警系统，以尽可能减少发生交通事故的可能性，保障人与车的平安。

本文一共分为五章。第 1 章为绪论，主要介绍

本课题研究的背景和意义以及要研究的主要内容，指出了单片微机和传感技术的开展给本课题的研究指明了方向，说明课题研究的必要性。第2章介绍系统总体方案的设计，各个局部的设计内容，主要分为五个局部，即超声波的发射局部设计、接收局部设计、显示局部设计、报警局部设计和控制局部设计五个方面，从理论上简述根本的设计。第3章主要阐述各个局部硬件电路的设计，分析各个局部所用元器件的性能参数，在本次电路设计中的作用。第4章主要介绍系统程序的设计，主要是单片机程序控制超声波的发射接收，以及计算测量的距离通过LED数码管显示出来，当距离小于一定值（大于盲区）时，由程序控制报警电路发出报警的声音。第5章主要说明硬件软件的调试过程，以及调试的结果，检查本设计是否符合最初的要求，是否完成导师布置的内容等等。

## 2 系统设计的总体方案

我们都知道，由于超声波指向性强，能量消耗缓慢，在介质中传播的距离较远，因而超声波经常用于距离的测量，如测距仪和物位测量仪等都可以通过超声波来实现。本文主要介绍超声波在汽车防撞报警系统中的应用，以AT89C52单片机为核心的低成本、高精度、微型化数字显示超声波测距的硬件电路和软件设计方法。利用超声波检测距离设计比较方便，计算处理也较简单，并且在测量精度方面也能到达日常使用的要求。

### 2.1 超声波的理论根底

超声波是声波大家族中的一员。

声波是物体机械振动状态（或能量）的传播形式。所谓振动是指物质的质点在其平衡位置附近进行的往返运动。譬如，鼓面经敲击后，它就上下振动，这种振动状态通过空气媒质向四面八方传播，这便是声波。

超声波是指振动频率大于20KHz以上的，人在自然环境下无法听到和感受到的声波。

频率高于人的听觉上限（约为20000赫兹）的声波，称为超声波，或称为超声。超声波在媒质中的反射、折射、衍射、散射等传播规律，与可听声波的规律并没有本质上的区别。但是超声波的波长很短，只有几厘米，甚至千分之几毫米。与可听声波比较，超声波具有许多奇异特性：传播特性——超声波的波长很短，通常的障碍物的尺寸要比超声波的波长大多好多倍，因此超声波的衍射本领很差，它在均匀介质中能够定向直线传播，超声波的波长越短，这一特性就越显著。功率特性——当声音在空气中传播时，推动空气中的微粒往复振动而对微粒做功。声波功率就是表示声波做功快慢的物理量。在相同强度下，声波的频率越高，它所具有的功率就越大。由于超声波频率很高，所以超声波与一般声波相比，它的功率是非常大的。空化作用——当超声波在液体中传播时，由于液体微粒的剧烈振动，会在液体内部产生小空洞。这些小空洞迅速胀大和闭合，会使液体微粒之间发生猛烈的撞击作用，从而产生几千到上万个大气压的压强。微粒间这种剧烈的相互作用，会使液体的温度骤然升高，起到了很好的搅拌作用，从而使两种不



相溶的液体（如水和油）发生乳化，并且加速溶质的溶解，加速化学反响。这种由超声波作用在液体中所引起的各种效应称为超声波的空化作用。

频率高于  $2 \times 10^4$  赫兹的声波。研究超声波的产生、传播、接收，以及各种超声效应和应用的声学分支叫超声学。产生超声波的装置有机械型超声发生器（例如气哨、汽笛和液哨等）、利用电磁感应和电磁作用原理制成的电动超声发生器、以及利用压电晶体的电致伸缩效应和铁磁物质的磁致伸缩效应制成的电声换能器等。

**超声效应** 当超声波在介质中传播时，由于超声波与介质的相互作用，使介质发生物理的和化学的变化，从而产生一系列力学的、热的、电磁的和化学的超声效应，包括以下 4 种效应：

①**机械效应**。超声波的机械作用可促成液体的乳化、凝胶的液化和固体的分散。当超声波流体介质中形成驻波时，悬浮在流体中的微小颗粒因受机械力的作用而凝聚在波节处，在空间形成周期性的堆积。超声波在压电材料和磁致伸缩材料中传播时，由于超声波的机械作用而引起的感生电极化和感生磁化。

②**空化作用**。超声波作用于液体时可产生大量小气泡。一个原因是液体内部局部出现拉应力而形成负压，压强的降低使原来溶于液体的气体过饱和，而从液体逸出，成为小气泡。另一原因是强大的拉应力把液体“撕开”成一空洞，称为空化。空洞内为液体蒸汽或溶于液体的另一种气体，甚至可能是真空。因空化作用形成的小气泡会随周围介质的振动而不断运动、长大或突然破灭。破灭时周围液体突然冲入气泡而产生高温、高压，同时产生激波。与空化作用相伴随的内摩擦可形成电荷，并在气泡内因放电而产生发光现象。在液体中进行超声处理的技术大多与空化作用有关。

③**热效应**。由于超声波频率高，能量大，被介质吸收时能产生显著的热效应。

④**化学效应**。超声波的作用可促使发生或加速某些化学反响。例如纯的蒸馏水经超声处理后产生过氧化氢；溶有氮气的水经超声处理后产生亚硝酸；染料的水溶液经超声处理后会变色或退色。这些现象的发生总与空化作用相伴随。超声波还可加速许多化学物质的水解、分解和聚合过程。超声波对光化学和电化学过程也有明显影响。各种氨基酸和其他有机物质的水溶液经超声处理后，特征吸收光谱带消失而呈均匀的一般吸收，这说明空化作用使分子结构发生了改变。

**超声应用** 超声效应已广泛用于实际，主要有如下几方面：

①**超声检验**。超声波的波长比一般声波要短，具有较好的方向性，而且能透过不透明物质，这一特性已被广泛用于超声波探伤、测厚、测距、遥控和超声成像技术。

超声成像是利用超声波呈现不透明物内部形象的技术。把从换能器发出的超声波经声透镜聚焦在不透明试样上，从试样透出的超声波携带了被照部位的信息（如对声波的反射、吸收和散射的能力），经声透镜会聚在压电接收器上，所得电信号输入放大器，利用扫描系统可把不透明试样的形象显示在荧光屏上。上述装置称为超声显微镜。超声成像技术已在医疗检查方面获得普遍应用，在微电子器件制造业中用来对大规模集成电路进行检查，在材料科学中用来显示合金中不同组分的区域和晶粒间界等。

声全息术是利用超声波的干涉原理记录和重现不透明物的立体图像的声成像技术，其原理与光波的全息术根本相同，只是记录手段不同而已。用同一超声信号源激励两个放置在液体中的换能器，它们分别发射两束相干的超声波：一束透过被研究的物体后成为物波，另一束作为参考波。物波和参考波在液面上相干叠加形成声全息图，用激光束照射声全息图，利用激光在声全息图上反射时产生的衍射效应而获得物的重现现象。

，通常用摄像机和电视机作实时观察。

②超声处理。利用超声的机械作用、空化作用、热效应和化学效应，可进行超声焊接、钻孔、固体的粉碎、乳化、脱气、除尘、去锅垢、清洗、灭菌、促进化学反响和进行生物学研究等，在工矿业、农业、医疗等各个部门获得了广泛应用。

③根底研究。超声波作用于介质后，在介质中产生声弛豫过程，声弛豫过程伴随着能量在分子各自电度间的输运过程，并在宏观上表现出对声波的吸收。通过物质对超声的吸收规律可探索物质的特性和结构，这方面的研究构成了分子声学这一声学分支。

普通声波的波长远大于固体中的原子间距，在此条件下固体可当作连续介质。但对频率在  $10^{12}$  赫兹以上的特超声波，波长可与固体中的原子间距相比较，此时必须把固体当作是具有空间周期性的点阵结构。点阵振动的能量是量子化的，称为声子。特超声对固体的作用可归结为特超声与热声子、电子、光子和各种准粒子的相互作用。对固体中特超声的产生、检测和传播规律的研究，以及量子液体——液态氦中声现象的研究构成了近代声学的新领域——量子声学。

#### 超声波传感器 T/R40-16

外形图如以下图 2-1 所示，而外形尺寸如以下图 2-2 所示，具体内部结构图如以下图 2-3 所示



图 2-1 超声波实物图

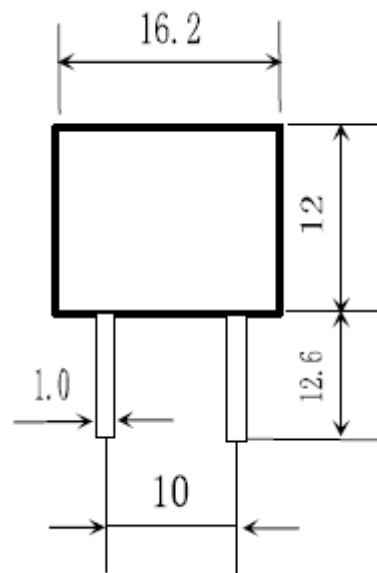


图 2-2 超声波外观尺寸图

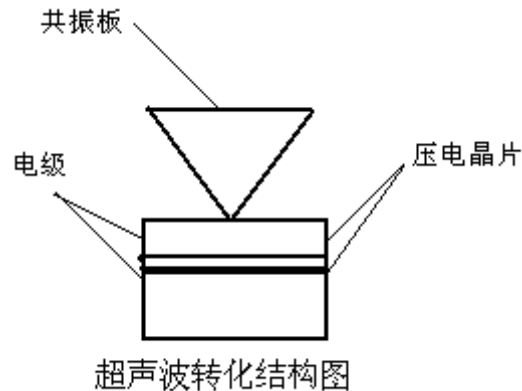


图 2-3 超声波转化结构图

超声波传感器是利用超声波的特性研制而成的传感器。超声波是一种振动频率高于声波的机械波，由换能晶片在电压的鼓励下发生振动产生的，它具有频率高、波长短、绕射现象小，特别是方向性好、能够成为射线而定向传播等特点。超声波对液体、固体的穿透本领很大，尤其是在阳光不透明的固体中，它可穿透几十米的深度。超声波碰到杂质或分界面会产生显著反射形成反射成回波，碰到活动物体能产生多普勒效应。因此超声波检测广泛应用在工业、国防、生物医学等方面。

以超声波作为检测手段，必须产生超声波和接收超声波。完成这种功能的装置就是超声波传感器，习惯上称为超声换能器，或者超声探头。

超声波探头主要由压电晶片组成，既可以发射超声波，也可以接收超声波。小功率超声探头多作探测作用。它有许多不同的结构，可分直探头（纵波）、斜探头（横波）、外表波探头（外表波）、兰姆波探头（兰姆波）、双探头（一个探头反射、一个探头接收）等。

超声探头的核心是其塑料外套或者金属外套中的一块压电晶片。构成晶片的材料可以有许多种。晶片的大小，如直径和厚度也各不相同，因此每个探头的性能是不同的，我们使用前必须预先了解它的性能。超声波传感器的主要性能指标包括：

（1）工作频率。工作频率就是压电晶片的共振频率。当加到它两端的交流电压的频率和晶片的共振频率相等时，输出的能量最大，灵敏度也最高。

（2）工作温度。由于压电材料的居里点一般比较高，特别时诊断用超声波探头使用功率较小，所以工作温度比较低，可以长时间地工作而不失效。医疗用的超声探头的温度比较高，需要单独的制冷设备。

（3）灵敏度。主要取决于制造晶片本身。机电耦合系数大，灵敏度高；反之，灵敏度低。

具体数据如下表所示

表 2-1 T/R40-16 性能指标数据表

性能	要求
标称频率 (KHz)	40
发射电压 at40KHz(0dB=0.2mPa)min	117dB
接收灵敏度 at40KHz(0dB=V/Pa)min	-65dB
静电容量 at1KHz,<1V(PF)	2400 25%
阻抗 (Ohm)	1000
-6dB 带宽(KHz)	2
-dB 指向角	45°

超声波传感技术应用在生产实践的不同方面，而医学应用是其最主要的应用之一，下面以医学为例子说明超声波传感技术的应用。超声波在医学上的应用主要是诊断疾病，它已经成为了临床医学中不可缺少的诊断方法。超声波诊断的优点是：对受检者无痛苦、无损害、方法简便、显像清晰、诊断的准确率高。因而推广容易，受到医务工作者和患者的欢送。超声波诊断可以基于不同的医学原理，我们来看看其中有代表性的一种所谓的 A 型方法。这个方法是利用超声波的反射。当超声波在人体组织中传播遇到两层声阻抗不同的介质界面是，在该界面就产生反射回声。每遇到一个反射面时，回声在示波器的屏幕上显示出来，而两个界面的阻抗差值也决定了回声的振幅的上下。

在工业方面，超声波的典型应用是对金属的无损探伤和超声波测厚两种。过去，许多技术因为无法探测到物体组织内部而受到阻碍，超声波传感技术的出现改变了这种状况。当然更多的超声波传感器是固定地安装在不同的装置上，“悄无声息”地探测人们所需要的信号。在未来的应用中，超声波将与信息技术、新材料技术结合起来，将出现更多的智能化、高灵敏度的超声波传感器。

### 超声波的指向角 $\theta$

超声波声源发出的超声波束以一定的角度逐渐向外扩散  
指向角 与超声源的直径 D, 以及波长  $\lambda$  之间的关系为

$$\sin \theta = \frac{1.22\lambda}{D} = \frac{1.22C}{Df}$$

超声波传感器在不同温度时的在空气的传播速度如下表所示

表 2-2 不同温度下超声波声速表

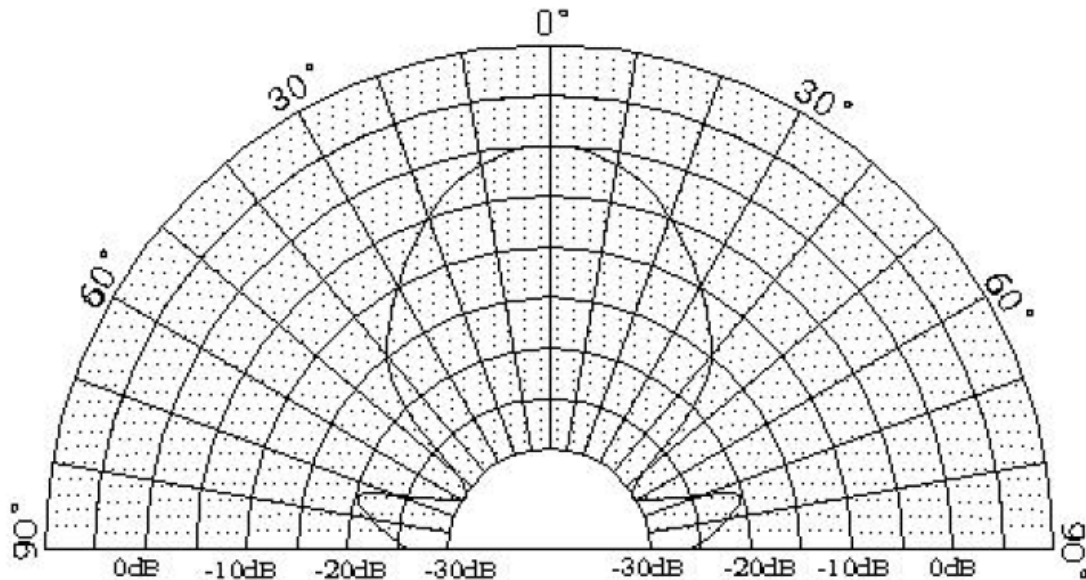
温度/°C	-30	-20	-10	0	10	20	30	100
声速/ (m/s)	313	319	325	323	338	344	349	386

本设计使用的是 D=16mm 超声波传感器，所以根据上述可以得到指向角  $\theta$  为

$$\sin \theta = \frac{1.22\lambda}{D} = \frac{1.22C}{Df} = \frac{1.22 * 344}{0.016 * 40000} = 0.65575$$

那么  $\theta=41^\circ$

因此计算得到的实际指向角比理论值稍小，可以存在一定误差，属于正常的范围，以下图为超声波传感器的角特性图，由图可知这样的计算结果是合理的。



TCT40-16TR4角度特性图

T/R40-16 角度特性图

#### 测量盲区

直接反射式超声波传感器不能可靠检测位于超声波换能器前段的局部物体。由此，超声波换能器与检测范围起点之间的区域被称为盲区。传感器在这个区域内必须保持不被阻挡。因此在设计电路程序必须避开这样的一个盲区，考虑好产品的使用范围。

超声波频率范围一般在 10~100kHz 之间。只有当压电晶体停振后，才能用于反射波的接收。考虑压电晶体的停振时间以及按声波周期所对应的发射时间有一个测量盲区，盲区决定了在探头外表和容器内最高物位的最小距离。一般情况下，测量范围越大，波束的发射角越小，声波频率越低，波长 ( $\lambda=V/F$ ) 越长，机械波衰减越小，所对应的盲区越大。低余振可以使盲区降到最小。

## 2.2 超声波测距原理和工作方式

人能听到的声音频率为：20Hz~20kHz，即为可听声波，超出此频率范围的声音，即 20Hz 以下的声音称为低频声波，20kHz 以上的声音称为超声波。超声波是一种只有少数生物（如蝙蝠、海豚）才能感觉的机械波，其频率在

20kHz 以上，波长短，绕射小、能定向传播。超声波为直线传播方式，频率越高，绕射能力越弱，但反射能力越强。为此，利用超声波的这种性能就可制成超声波传感器。

超声波测距的原理就是利用超声波发射器向某一方向发射超声波，在发射时刻的同时开始计时，超声波在空气中传播，途中碰到障碍物就立即返回来，超声波接收器收到反射波就立即停止计时。超声波在空气中的传播速度为 344m/s，根据计时器记录的时间  $t$ ，就可以计算出发射点距障碍物的距离(s)，即： $s=344t/2$ 。

利用超声波测距的工作，就可以根据测量发射波与反射波之间的时间间隔，从而达到测量距离的作用。其主要有三种测距方法：

- (1) 相位检测法，相位检测法虽然精度高，但检测范围有限；
- (2) 声波幅值检测法，声波幅值检测法易受反射波的影响；
- (3) 渡越时间检测法，渡越时间检测法的工作方式简单，直观，在硬件控制和软件设计上都非常容易实现。其原理为：检测从发射传感器发射超声波，经气体介质传播到接收传感器的时间，这个时间就是渡越时间。

本设计的超声波测距就是使用了渡越时间检测法。在移动车辆中应用的超声波传感器，是利用超声波在空气中的定向传播和固体反射特性（纵波），通过接收自身发射的超声波反射信号，根据超声波发出及回波接收的时间差和传播速度，计算传播距离，从而得到障碍物到车辆的距离。

### 2.3 超声波测距系统设计

构成超声测距系统的电路功能模块包括发射电路、接收电路、键盘显示电路、报警电路、核心功能模块单片机控制器及一些辅助电路。采取收发别离方式有两个好处：一是收发信号不会混叠，接收探头所接收到的纯为反射信号；二是将接收探头放置在适宜位置，可以防止超声波在物体外表反射时造成的各种损失和干扰，提高系统的可靠性。

根据设计要求并综合各方面因素，选择了西安立宇电子科技的超声波测距传感器 TCT40-16T/R（T 表示发射传感器，R 表示接收传感器），最大探测距离为 6m，发射扩散角为 60 度。同时，采用 AT89C52 单片机作为主控制器，用动态扫描法实现 LED 数字显示，超声波驱动信号用单片机的定时器完成，超声波测距器的系统框图如以下图 3 所示。

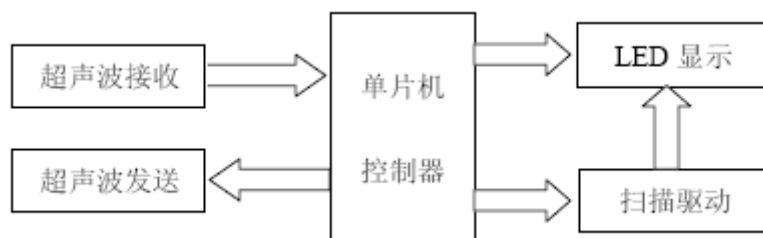


图 2-4 超声波测距系统设计框图

## 2.4 模块方案比较



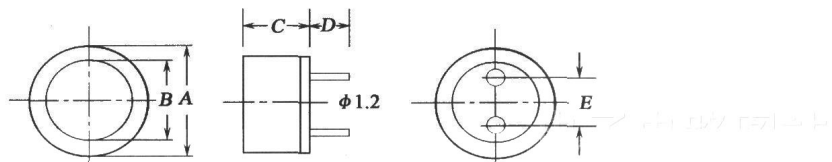
### 超声波频率及探头的选用

为了能在测量汽车距离是能够准确的测量出来，所以要求超声波的频率具有很高的效率。经分析可知，频率为 40kHz 左右的超声波在空气中传播的效率最正确；同时，为了方便处理，发射的超声波被调制成 40kHz 左右、具有一定间隔的调制脉冲波信号。

而探头的选择那么根据实际情况，有下表可知 40KHz 的超声波传感器的几种类型，而在学校附近的电子元器店有的都是 T/R40-16 的超声波传感器。

所以我选择的是 T/R40-16 的超声波传感器作为本设计的一个重要元器件。

型 号	A	B	C	D	E
T/R40-12	12.7	10.0	9.5	6.2	8.5
T/R40-16	16.2	13.0	12.2	9.2	10.0
T/R40-18A	18.0	15.0	14.2	10.8	11.8
T/R40-24A	23.8	13.8	14.6	10.2	11.8



单位:mm

### 发射模块

超声波发射模块有好多种类型，有使用 555 时基电路振荡产生的如以下图 2-5 所示，图中 CNT 接线处接单片机的 P1.0 口，用以触发 555 定时器间断的发出超声波。有使用分立元件构成的超声波发射电路，如以下图 2-6，也可以发出 40KHz 的超声波。有使用单片机 P1.0 口软件产生 40KHz 的方波信号如以下图 7 所示，图中芯片为反相器用来提高超声波的发射强度。本设计采用简单的方法，即用单片机编程产生 40KHz 的信号。使用图 2-7 电路所示来完成超声波的发射。

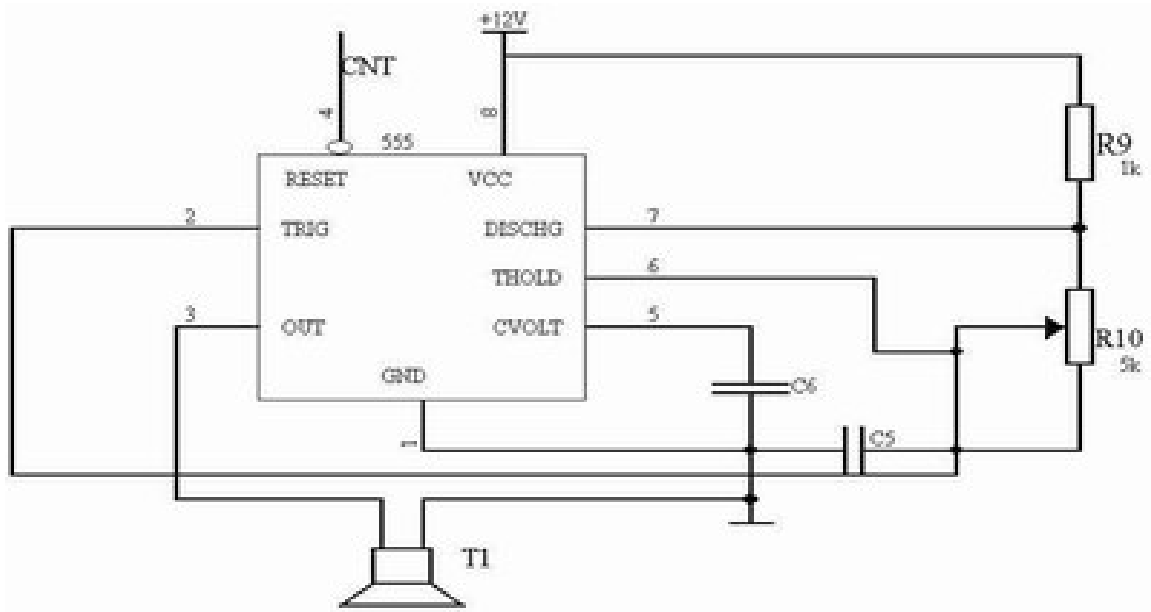


图 2-5 555 时基电路振荡图

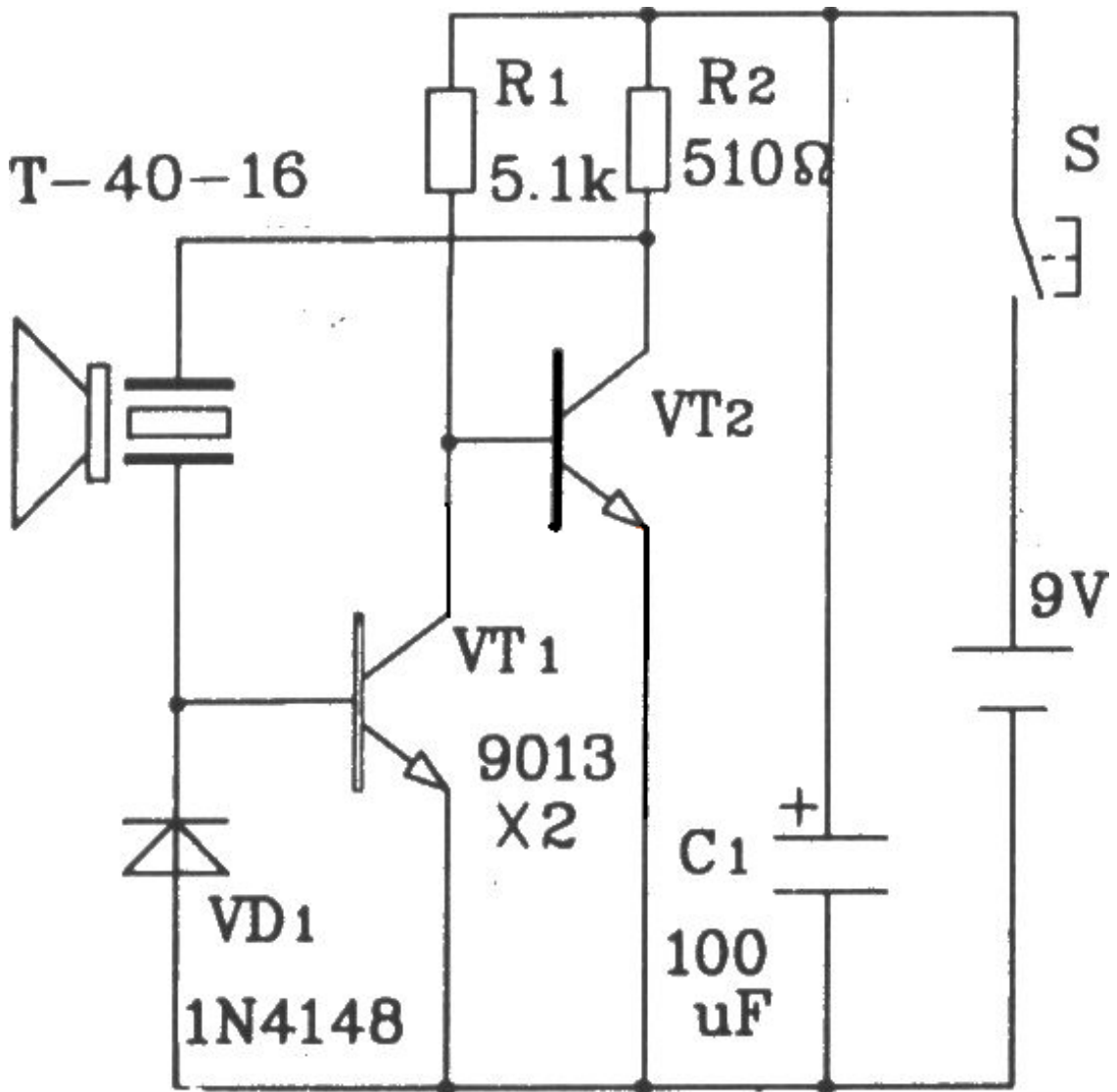


图 2-6 分立元件构成的超声波发射电路

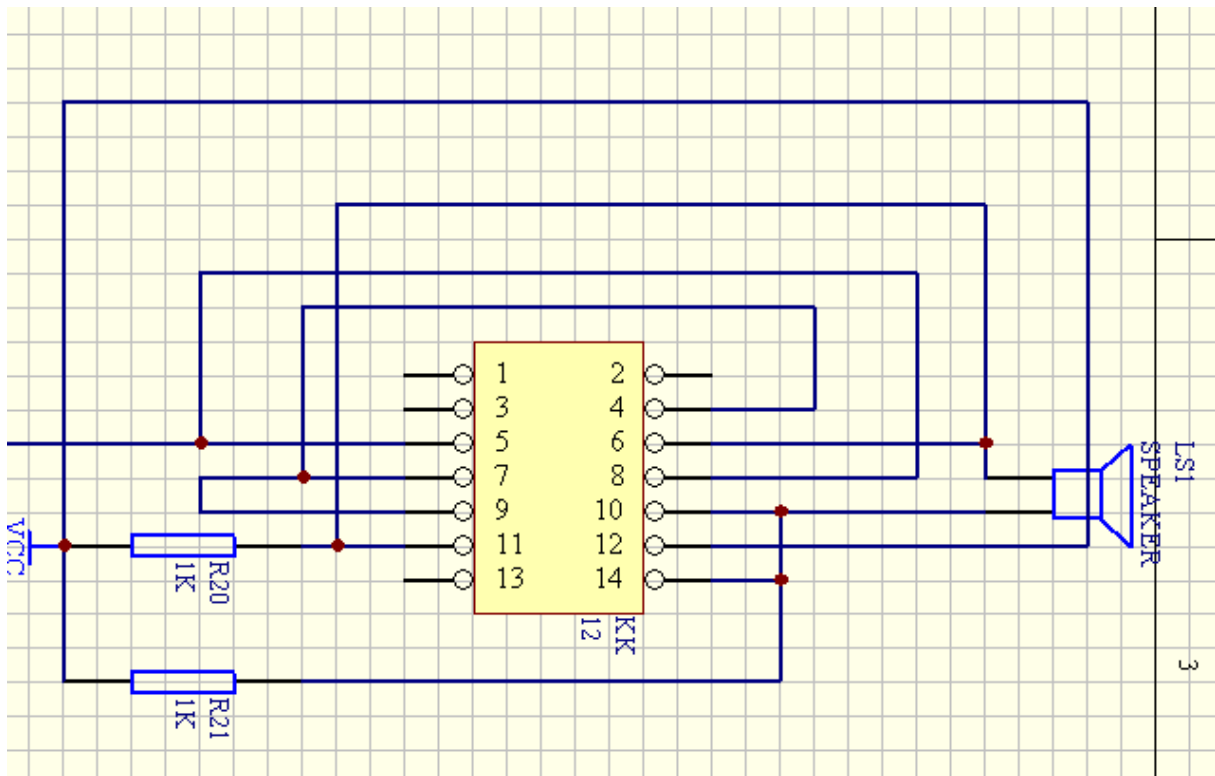


图 2-7 超声波的发射电路图

### 接收模块

超声波接收器包括超声波接收探头、信号放大电路及波形变换电路三局部。由于经探头变换后的正弦波电信号非常弱，因此必须经放大电路放大。正弦波信号不能被单片机接收，必须进行波形变换。按照上面所讨论的原理，单片机需要的只是第一个回波的时刻。接收电路的设计可采用专用接收电路如以下图 2-8，也可采用通用电路图 2-9 来实现，本设计采用的红外线检波接收的专用芯片 CX20106A 来实现，电路图如以下图 2-10 所示。

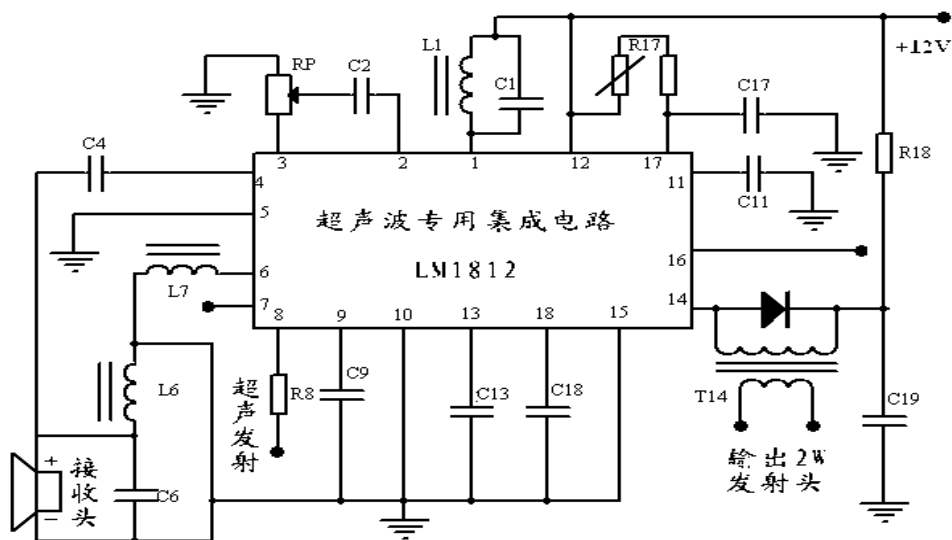


图 2-8 专用超声波接收电路图

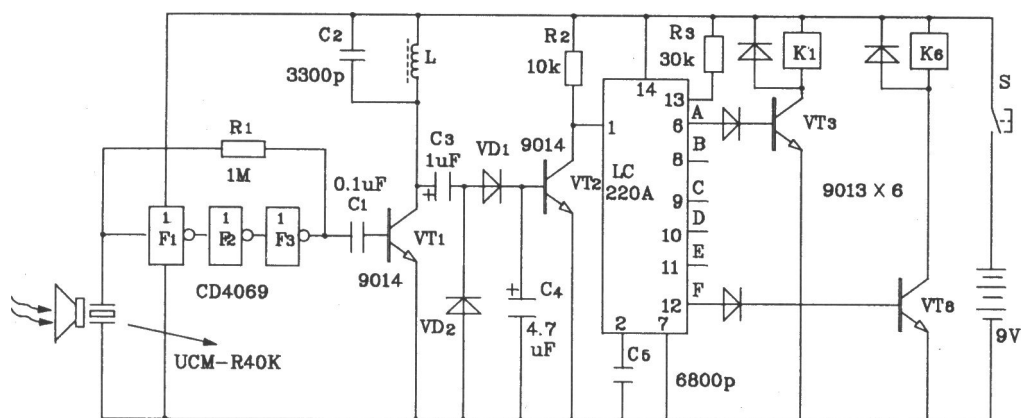


图 2-9 通用超声波接收电路图

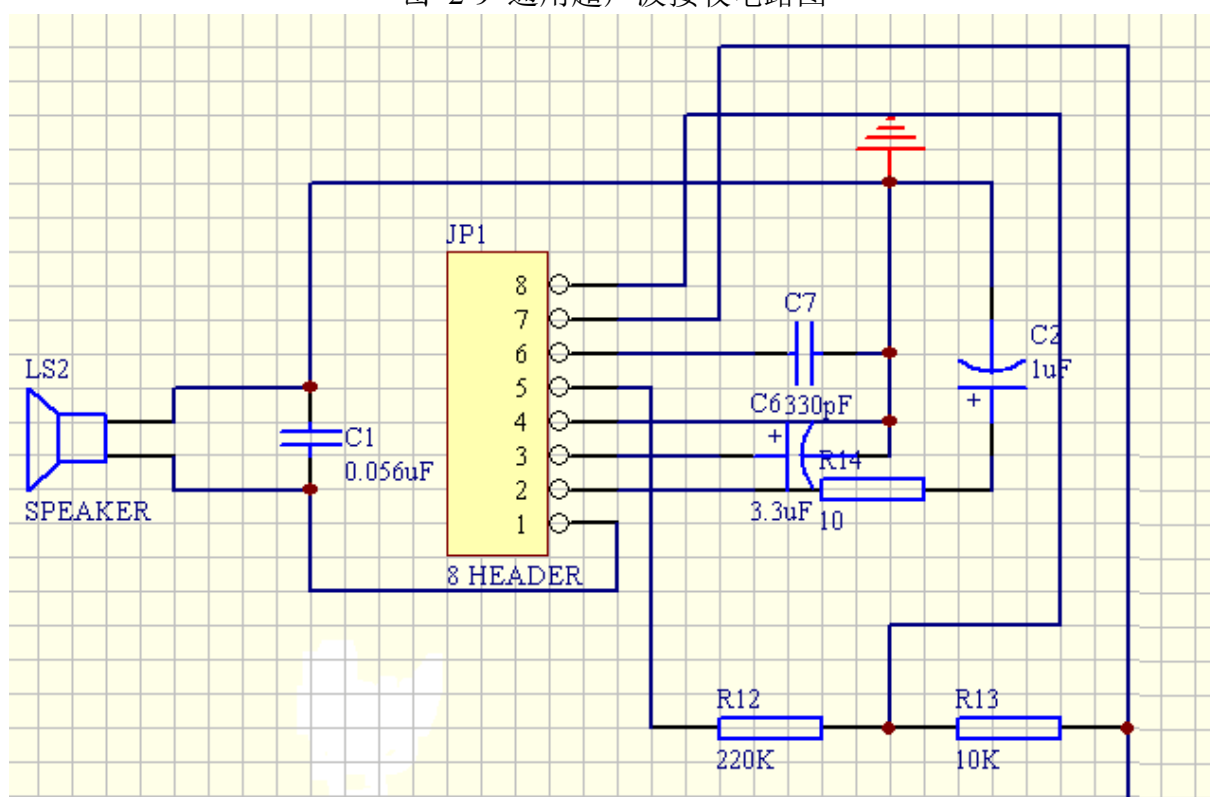


图 2-10 超声波接收电路图

### 显示模块

常用的数字显示有两种，一种是使用 LCD 液晶屏显示如以下图 2-11 所示，一种是使用 LED 七段数码管显示如以下图 2-12 所示。但前者应用时本钱较高，且需要用到单片机的接口较多，而后者使用本钱较低，符合本设计的要求，所以在设计时我使用的是 LED 数码管显示，在降低本钱的情况下也可以满足设计结果的要求。

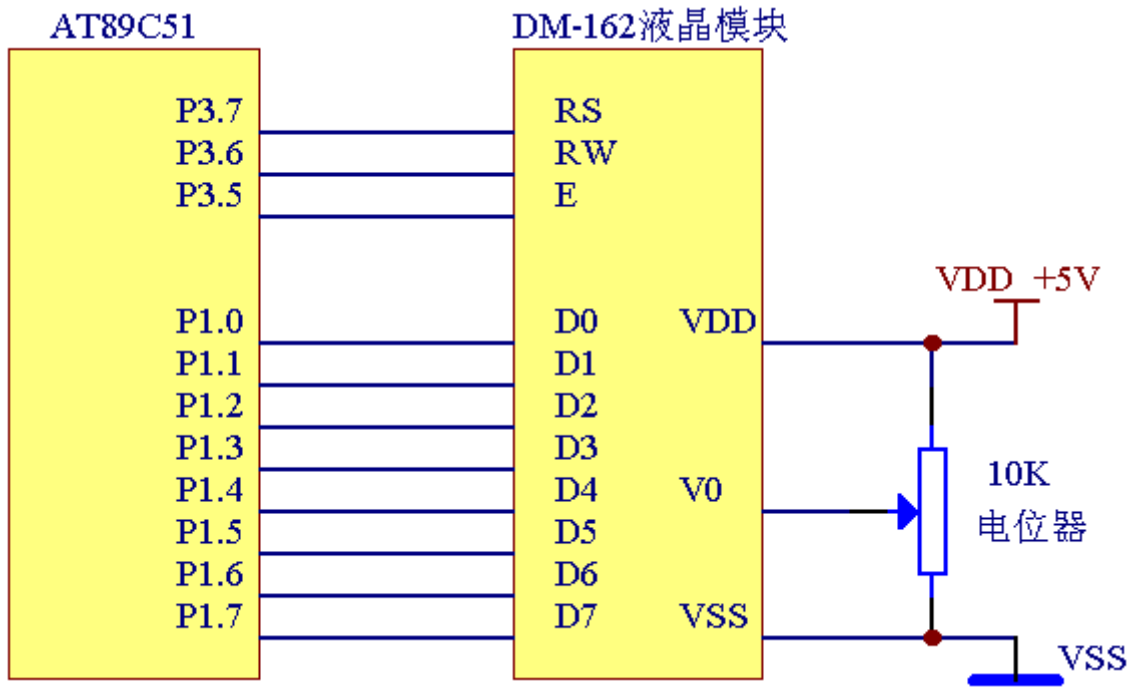


图 2-11 LCD 液晶屏显示设计图

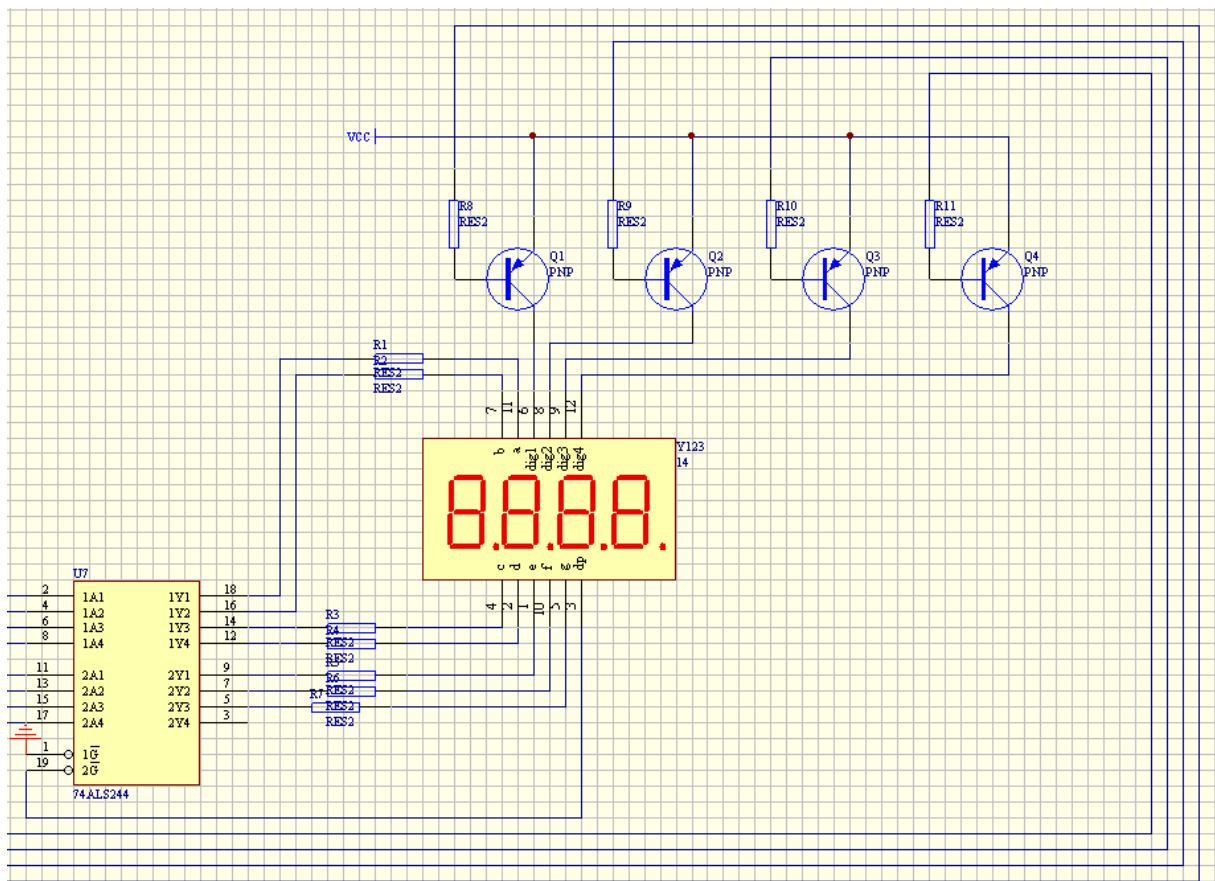


图 2-12 LED 七段数码管显示设计图

## 2.5 设计的总体设想

通过 AT89C52 单片机的 P1.0 口发出 40KHz 发出超声波，通过外部中断 0 接收超声波的回波，接收到信号时候中断，由单片机内部定时计算器测出超声波发出到接收使用的时间，由以下公式计算出车距。

$$D = v * t / 2 = (172T。 / 10000) \text{cm}$$

计算得到的结果通过 LED 数码管显示出来，当距离小于一定数值(本设计为 8.6cm)时，由定时计数器 1 发出警报声以提醒注意平安。

## 3 系统硬件电路的设计

硬件电路主要分为单片机系统及显示电路、超声波发射电路和超声波检测接收电路、报警电路五个局部。

### 3.1 单片机控制系统设计〔AT89C52〕



图 3-1 AT89C52 实体图

AT89C52 是美国 ATMEL 公司生产的低电压，高性能 CMOS 8 位单片机，片内含 8k bytes 的可反复擦写的只读程序存储器 (PEROM) 和 256bytes 的随机存取数据存储器 (RAM)，器件采用 ATMEL 公司的高密度、非易失性存储技术生产，与标准 MCS-51 指令系统及 8052 产品引脚兼容，片内置通用 8 位中央处理器 (CPU) 和 Flash 存储单元，功能强大 AT89C52 单片机适合于许多较为复杂控制应用场合。

AT89C52 有 40 个引脚，32 个外部双向输入/输出 (I/O) 端口，同时内含 2 个外中断口，3 个 16 位可编程定时计数器，2 个全双工串行通信口，2 个读写口线，AT89C52 可以按照常规方法进行编程，也可以在线编程。其将通用的微处理器和 Flash 存储器结合在一起，特别是可反复擦写的 Flash 存储器可有效地降低开发本钱。

它的主要功能特性如下表所示：

(T2)P1.0	1	40	Vcc
(T2EX)P1.1	2	39	P0.0/AD0
P1.2	3	38	P0.1/AD1
P1.3	4	37	P0.2/AD2
P1.4	5	36	P0.3/AD3
P1.5	6	35	P0.4/AD4
P1.6	7	34	P0.5/AD5
P1.7	8	33	P0.6/AD6
RESET	9	32	P0.7/AD7
RXD/P3.0	10	31	EA/Vpp
TXD/P3.1	11	30	ALE/PROG
INT0/P3.2	12	29	PSEN
INT1/P3.3	13	28	P2.7/AD15
T0/P3.4	14	27	P2.6/AD14
T1/P3.5	15	26	P2.5/AD13
WR/P3.6	16	25	P2.4/AD12
RD/P3.7	17	24	P2.3/AD11
KTAL2	18	23	P2.2/AD10
KTAL1	19	22	P2.1/AD9
PDIP Vss	20	21	P2.0/AD8

图 3-2 AT89C52 引脚图

表 3-1 主要功能特性表

- 兼容 MCS51 指令系统
- 32 个双向 I/O 口
- 3 个 16 位可编程定时/计数器中断
- 2 个串行中断
- 2 个外部中断源
- 2 个读写中断口线
- 低功耗空闲和掉电模式
- 8k 可反复擦写 (>1000 次) Flash ROM
- 256x8bit 内部 RAM
- 时钟频率 0-24MHz
- 可编程 UART 串行通道
- 共 6 个中断源
- 3 级加密位
- 软件设置睡眠和唤醒功能

**引脚功能说明**

• **Vcc:** 电源电压

• **GND:** 地

• **P0 口:** P0 口是一组 8 位漏极开路型双向 I/O 口，也即地址/数据总线复用口。作为输出口用时，每位能吸收电流的方式驱动 8 个 TTL 逻辑门电路，对端口 P0 写“1”时，可作为高阻抗输入端用。

在访问外部数据存储器或程序存储器时，这组口线分时转换地址（低 8 位）和数据总线复用，在访问期间激活内部上拉电阻。

在 Flash 编程时，P0 口接收指令字节，而在程序校验时，输出指令字节，校验时，要求外接上拉电阻。

• **P1 口:** P1 是一个带内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口，P1 的输出缓冲级可驱动（吸收或输出电流）4 个 TTL 逻辑门电路。对端口写“1”，通过内部的上拉电阻把端口拉到高电平，此时可作输入口。作输入口使用时，因为内部存在上拉电阻，某个引脚被外部信号拉低时会输出一个电流（ $I_{IL}$ ）。

与 AT89C51 不同之处是，P1.0 和 P1.1 还可分别作为定时/计数器 2 的外部计数输入（P1.0/T2）和输入（P1.1/T2EX），参见表 3-1。

Flash 编程和程序校验期间，P1 接收低 8 位地址。

表 3-2 P1.0 和 P1.1 的第二功能

引脚号	功能特性
P1.0	T2（定时/计数器 2 外部计数脉冲输入），时钟输出
P1.1	T2EX（定时/计数 2 捕获/重装载触发和方向控制）

• **P2 口:** P2 是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口，P2 的输出缓冲级可驱动（吸收或输出电流）4 个 TTL 逻辑门电路。对端口 P2 写“1”，通过内部的上拉电阻把端口拉到高电平，此时可作输入口，作输入口使用时，因为内部存在上拉电阻，某个引脚被外部信号拉低时会输出一个电流（ $I_{IL}$ ）。

在访问外部程序存储器或 16 位地址的外部数据存储器（例如执行 MOVX@DPTR 指令）时，P2 口送出高 8 位地址数据。在访问 8 位地址的外部数据存储器（如执行 MOVX@RI 指令）时，P2 口输出 P2 锁存器的内容。

Flash 编程或校验时，P2 亦接收高位地址和一些控制信号。

• **P3 口：** P3 口是一组带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口。P3 口输出缓冲级可驱动（吸收或输出电流）4 个 TTL 逻辑门电路。对 P3 口写入“1”时，它们被内部上位电阻拉高并可作为输入端口。此时，被外部拉低的 P3 口将用上拉电阻输出电流（ $I_{IL}$ ）。

P3 口除了作为一般的 I/O 口线外，更重要的用途是它的第二功能，如下表所示：

表 3-3 P3 口第二功能表

端口引脚	第二功能
P3.0	RXD（串行输入口）
P3.1	TXD（串行输出口）
P3.2	INT0（外中断 0）
P3.3	INT1（外中断 1）
P3.4	T0（定时/计数器 0）
P3.5	T1（定时/计数器 1）
P3.6	WR（外部数据存储器写选通）
P3.7	RD（外部数据存储器读选通）

此外，P3 口还接收一些用于 Flash 闪速存储器编程和程序校验的控制信号。

• **RST：** 复位输入。当振荡器工作时，RST 引脚出现两个机器周期以上高电平将使单片复位。

• **ALE/PROG：** 当访问外部程序存储器或数据存储器时，ALE（地址锁存允许）输出脉冲用于锁存地址的低 8 位字节。一般情况下，ALE 仍以时钟振荡频率的 1/6 输出固定的脉冲信号，因此它可对外输出时钟或用于定时目的。要注意的是：每当访问外部数据存储器时将跳过一个 ALE 脉冲。

对 Flash 存储器编程期间，该引脚还用于输入编程脉冲（PROG）。

如有必要，可通过对特殊功能寄存器（SFR）区中的 8EH 单元的 DO 位置位，可禁止 ALE 操作。该位置位后，只有一条 MOVX 和 MOVC 指令才能将 ALE 激活。此外，该引脚会被微弱拉高，单片机执行外部程序时，应设置 ALE 禁止位无效。

• **PSEN：** 程序储存允许（PSEN）输出是外部程序存储器的读选通信号，当 AT89C52 由外部程序存储器取指令（或数据）时，每个机器周期两次 PSEN 有效，即输出两个脉冲。在此期间，当访问外部数据存储器，将跳过两次 RSEN 信号。



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/345213313024012010>