目 录

1 绪论 1
1.1 倒车雷达的历史沿革及发展现状 1
1.2 倒车雷达研究的意义 2
2 超声波倒车雷达工作原理 4
2.1 超声波传感器 4
2.1.1 超声波传感器的原理及结构 4
2.1.2 超声波传感器的频率特性 6
2.2 超声波测距原理 7
2.2.1 测量与控制方法 7
2.2.2 理论计算 8
2.2.3 影响测量精度的因素 8
3 系统硬件设计 10
3.1 系统总体设计方案 10
3.2 电源电路 10
3.3 超声波发射电路 11
3.4 超声波接收电路 12
3.4.1 集成电路芯片 CX20106A 12
3.4.2 超声波接收电路 14
3.5 控制电路及显示电路 15
3.5.1 AT89C51 单片机 15
3. 5. 2 控制电路 17
3.5.3 显示电路及原理 18
3.6 报警电路 19
3.7 温度补偿电路 19
4 软件设计 21
4.1 软件设计要求 22
4.2 超声波测距算法设计 22

4.3 主程序 22
4.4 超声波发送、接收中断程序 24
4.5 显示程序、报警程序 25
5 系统调试 26
5.1 测试环境与设备 26
5.2 硬件电路测试 26
5.3 软件调试 26
5.4 调试总结 27
6 结束语 28
致 谢 29
参考文献： 30
附录一电路原理图 31
附录二 PCB 图.....32
附录三 程序清单 33

毕业设计（论文）原创性声明和使用授权说明

原创性声明

本人郑重承诺：所呈交的毕业设计（论文），是我个人在指导教师的指导下进行的研究工作及取得的成果。尽我所知，除文中特别加以标注和致谢的地方外，不包含其他人或组织已经发表或公布过的研究成果，也不包含我为获得_____及其它教育机构的学位或学历而使用过的材料。对本研究提供过帮助和做出过贡献的个人或集体，均已在文中作了明确的说明并表示了谢意。

作 者 签 名：_____ 日 期：_____

指导教师签名：_____ 日 期：_____

使用授权说明

本人完全了解_____大学关于收集、保存、使用毕业设计（论文）的规定，即：按照学校要求提交毕业设计（论文）的印刷本和电子版本；学校有权保存毕业设计（论文）的印刷本和电子版，并提供目录检索与阅览服务；学校可以采用影印、缩印、数字化或其它复制手段保存论文；在不以赢利为目的前提下，学校可以公布论文的部分或全部内容。

作者签名：_____ 日 期：_____

学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的论文是本人在导师的指导下独立进行研究所取得的研究成果。除了文中特别加以标注引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写的成果作品。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

作者签名：　　日期：　　年　　月　　日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权_____大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

涉密论文按学校规定处理。

作者签名：　　日期：　　年　　月　　日

导师签名：　　日期：　　年　　月　　日

指导教师评阅书

指导教师评价：

一、撰写（设计）过程

1、学生在论文（设计）过程中的治学态度、工作精神

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

2、学生掌握专业知识、技能的扎实程度

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

3、学生综合运用所学知识和专业技能分析和解决问题的能力

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

4、研究方法的科学性；技术线路的可行性；设计方案的合理性

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

5、完成毕业论文（设计）期间的出勤情况

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

二、论文（设计）质量

1、论文（设计）的整体结构是否符合撰写规范？

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

2、是否完成指定的论文（设计）任务（包括装订及附件）？

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

三、论文（设计）水平

1、论文（设计）的理论意义或对解决实际问题的指导意义

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

2、论文的观念是否有新意？设计是否有创意？

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

3、论文（设计说明书）所体现的整体水平

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

建议成绩：□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

（在所选等级前的□内画“√”）

指导教师：　（签名）　**单位：**　（盖章）

年　月　日

评阅教师评阅书

评阅教师评价：

一、论文（设计）质量

1、论文（设计）的整体结构是否符合撰写规范？

☐ 优　☐ 良　☐ 中　☐ 及格　☐ 不及格

2、是否完成指定的论文（设计）任务（包括装订及附件）？

☐ 优　☐ 良　☐ 中　☐ 及格　☐ 不及格

二、论文（设计）水平

1、论文（设计）的理论意义或对解决实际问题的指导意义

☐ 优　☐ 良　☐ 中　☐ 及格　☐ 不及格

2、论文的观念是否有新意？设计是否有创意？

☐ 优　☐ 良　☐ 中　☐ 及格　☐ 不及格

3、论文（设计说明书）所体现的整体水平

☐ 优　☐ 良　☐ 中　☐ 及格　☐ 不及格

建议成绩：☐ 优　☐ 良　☐ 中　☐ 及格　☐ 不及格

（在所选等级前的☐内画“√”）

评阅教师：　（签名）　**单位：**　（盖章）

年　月　日

教研室（或答辩小组）及教学系意见

教研室（或答辩小组）评价：

一、答辩过程

1、毕业论文（设计）的基本要点和见解的叙述情况

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

2、对答辩问题的反应、理解、表达情况

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

3、学生答辩过程中的精神状态

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

二、论文（设计）质量

1、论文（设计）的整体结构是否符合撰写规范？

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

2、是否完成指定的论文（设计）任务（包括装订及附件）？

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

三、论文（设计）水平

1、论文（设计）的理论意义或对解决实际问题的指导意义

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

2、论文的观念是否有新意？设计是否有创意？

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

3、论文（设计说明书）所体现的整体水平

□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

评定成绩：□ 优　□ 良　□ 中　□ 及格　□ 不及格

（在所选等级前的□内画“√”）

教研室主任（或答辩小组组长）：　（签名）

年　月　日

教学系意见：

系主任：　（签名）

年　月　日

汽车倒车雷达系统

摘 要

近年来，随着经济的发展，汽车基本上普及到了家家户户。在公路、街道、停车场等拥挤场所倒车时，驾驶员疲于前瞻后顾，很容易就发生追尾等碰撞事故。因此，增加汽车的后视能力，研制汽车后部探测障碍物的倒车雷达便成为近些年来的研究热点[1]。为此，设计了以单片机为核心，利用超声波实现无接触测距的倒车雷达系统。工作时，超声波发射器不断发射出一系列连续脉冲，给测量逻辑电路提供一个短脉冲。最后由信号处理装置对接收的信号依据时间差进行处理，自动计算出车与障碍物之间的距离。目前，国内外一般的超声波测距仪，其理想的测量距离为 1m～5 m，因此大都用于汽车倒车雷达等近距离测距中。本文根据声波在空气中传播反射原理，以超声波换能器为接口部件，介绍了基于 AT89C51 单片机的超声波测距器。该设计由超声波发射模块、信号接收模块、单片机处理模块、数码显示以及声光告警显示模块等部分组成，文中详细介绍了测距器的硬件组成、检测原理、方法以及软件结构。超声波接收电路使用 SONY 公司的 CX20106A 红外检测专用芯片，该芯片常用于 38kHz 的检波电路，文中通过对芯片内部电路的仔细分析，设计出能够成功对 40kHz 超声波检波的硬件电路，系统使用数码管显示目标物的距离。

关键词 超声波，at89c51，倒车雷达

AUTO REVERSE RADAR SYSTEM

ABSTRACT

In recent years, with the development of economy, car basically age to every family. In highway, streets, parks and other crowded places, the pilot struggling while backing forward-looking, it was easy to happen to look behind collision accident etc. Therefore, to increase the ability of car, developed after car back on the reverse radar detecting obstacles becomes the hot research topic in recent years. Therefore, design based on singlechip, using ultrasonic realize non-contact ranging reverse radar system. Work, ultrasonic transmitters constantly emits a series of continuous pulse, give measurement logic circuit provides a short pulses. Finally by signal processing device according to receive the signal processing, automatic calculation lag between the distance between the car and the obstacles. At present, the domestic and foreign general ultrasonic rangefinder, its ideal for measuring distance 1 ~ 5 m, thus mostly used in automobile reverse radar close ranging as. Based on the sound waves through the air with the principle, reflected ultrasonic transducer, introduces for interface unit based on AT89C51 ultrasonic range finder. This design by ultrasound module, the signal receiving module and single-chip microcomputer processing module, digital display and sound-light alarm display module components, this paper introduces in detail the range finder hardware composition, measuring principle, method and software structure. Ultrasonic receiving circuit use of infrared testing company SONY CX20106A special chip, this chip 38kHz often used for the detection circuit, this paper based on the careful analysis of the circuit inside the chip, and designed for 40kHz ultrasonic detection can successfully, the hardware circuit system USES digital pipe display targets of distance.

KEY WORDS Wave ，AT89C51，Reverse Sensor

1 绪论

倒车雷达是汽车泊车安全辅助装置，能以声音或者更为直观的显示告知驾驶员周围障碍物的情况，解除了驾驶员泊车和起动车辆时前后左右探视所引起的困扰，并帮助驾驶员扫除了视野死角和视线模糊的缺陷，提高了安全性。

超声波测距由于其能够进行非接触测量和相对较高的测量精度，越来越被人们所重视。就目前形势来看，汽车市场的快速发展将带动倒车雷达市场的繁荣。国内倒车雷达主流市场已经开始有进口高档汽车向中低档汽车发展。技术上向着单芯片功能成灵敏度更高、可视化发展，设备趋于小型化、人性化、智能化等方向发展。由此可见，超声波汽车倒车雷达系统将会在人类今后的生活中扮演越来越重的角色，为人类的发展作出重要贡献[2]。

超声波倒车雷达系统一般由超声波传感器（俗称探头）、控制器和显示器等部分组成，现在市场上的倒车雷达大多采用超声波测距原理，驾驶者在倒车时，启动倒车雷达，在控制器的控制下，由装置于车尾保险杠上的探头发送超声波，遇到障碍物，产生回波信号，传感器接收到回波信号后经控制器进行数据处理，判断出障碍物的位置，由显示器显示距离并发出警示信号，得到及时警示，从而使驾驶者倒车时做到心中有数，使倒车变得更轻松。

1.1 倒车雷达的历史沿革及发展现状

倒车雷达的快速发展始于 20 世纪末 21 世纪初，经过几年的时间，随着技术发展和用户需求的变化，倒车雷达在几年的时间里大致经过了六代的演变。

第一代：倒车时通过喇叭提醒 。“倒车请注意!”想必不少人还记得这种声音，这就是倒车雷达的第一代产品，只要司机挂上倒档，它就会响起，提醒周围的人注意，不能算真正的倒车雷达，基本属于淘汰产品。

第二代：采用蜂鸣器不同声音提示驾驶员。这是倒车雷达系统的真正开始。倒车时，如果车后 1.8m～1.5m 处有障碍物，蜂鸣器就会开始工作。蜂鸣声越急，表示车辆离障碍物越近。但没有语音提示，也没有距离显示，虽然司机知道有障碍物，但不能确定障碍物离车有多远，对驾驶员帮助不大。

第三代：数码波段显示具体距离或者距离范围。这代产品比第二代进步很多，可以显示车后障碍物离车体的距离。如果是物体，在 1.8m 开始显示；如果是人，在 0.9m 左右的距离开始显示。这一代产品有两种显示方式，数码显示产品显示距离数字，而波段显示产品由 3 种颜色来区别：绿色代表安全距离；黄色代表警告距离；红色代表危险距离，必须停止倒车。 第三代产品把数码和波段组合在一起，比较实用，但安装在车内影响美观。

第四代：液晶屏动态显示。不用挂倒档，只要发动汽车，显示器上就会出现汽车图案以及车辆周围障碍物的距离，色彩清晰漂亮，外表美观，可以直接粘贴在仪表盘上，安装很方便。不过 LCD 外观虽精巧，但灵敏度较高，抗干扰能力不强，所以误报也较多。

第五代：魔幻镜倒车雷达。结合了前几代产品的优点，采用了最新仿生超声雷达技术，配以高速电脑控制，可全天候准确地测知 2m 以内的障碍物，并以不同等级的声音提示和直观的显示提醒驾驶员。魔幻镜倒车雷达可以把后视镜、倒车雷达、免提电话、温度显示和车内空气污染显示等多项功能整合在一起，并设计了语音功能。因为其外形就是一块倒车镜，所以可以不占用车内空间，直接安装在车内后视镜的位置。而且颜色款式多样，可以按照个人需求和车内装饰选配。

第六代：专为高档轿车生产。第六代产品在第五代的基础上新增了很多功能：外观上看，比第五代产品更为精致典雅；功能上看，它除了具备第五代产品的所有功能之外，还整合了高档轿车具备的影音系统，可以在显示器上观看 DVD 影像。

起初，倒车雷达只是宝马、奔驰等高档车型的专利，但是近几年，一些新出厂的中低档车型在配置中也增加了倒车雷达。如上海通用别克凯越系列除三厢 1.6LX MT 之外，其余车型都加装了倒车雷达(包括凯越 1.8LS AT、凯越 1.8LE AT、凯越 1.6LE AT、凯越 1.6LE MT，以及凯越 HRV 手动、自动两款车型)。一汽－大众 2006 年 6 月以后生产的捷达 GIF 豪华型轿车均配置了后倒车雷达。此外，还有许多厂家在新推车的中低档车型中安装了倒车雷达，如：北京现代的伊兰特、索纳塔、途胜；上海通用的别克君威、君越；东南汽车的三菱戈蓝、三菱蓝瑟；上海大众的帕萨特增值版 POLO 劲情；广州本田的雅阁、奥德赛、两厢飞度；神龙汽车的东风雪铁龙 C6、C5、毕加索、爱丽舍、赛纳；江淮汽车的瑞风、祥和；奇瑞汽车的 A5 1.6；千里马汽车的 RIO 千里马；长安福特汽车的蒙迪欧、两厢福克斯等等。

1.2 倒车雷达研究的意义

随着生活水平的不断提高，汽车已经逐渐进入普通家庭。汽车的保有量迅速上升。随之而来的是交通事故与日俱增，城市里尤其突出，发展智能交通系统是交通运输的重要发展方向。倒车障碍检测系统着眼于倒车防护，采用的超声波传感器技术可以探测到附近的障碍物,为驾驶员提供倒车警告和辅助泊车功能，能够实现倒车时有效的避开可能对倒车造成危害的障碍物和行人。有效避免由于倒车造成的经济损失和人身安全问题。

2 超声波倒车雷达工作原理

人们能听到声音是由于物体振动产生的，它的频率在 20HZ-20KHZ 范围内，超过 20KHZ 称为超声波，低于 20HZ 的称为次声波[3]。常用的超声波频率为几十 KHZ-几十 MHZ。 超声波由于其指向性强、能量消耗缓慢、传播距离较远等优点，而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。超声波测距主要应用于倒车雷达、建筑施工工地以及一些工业现场。利用超声波检测往往比较迅速、方便、计算简单、易于做到实时控制，并且在测量精度方面能达到工业实用的要求，因此在测控系统的研制上得到了广泛应用。

2.1 超声波传感器

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激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[4]。

2.1.1 超声波传感器的原理及结构

超声波传感器是一种将其他形式的能转变为所需频率的超声能或是把超声能转变为同频率的其他形式的能的器件。目前常用的超声传感器有两大类，即电声型与流体动力型。电声型主要有：1 压电传感器；2 磁致伸缩传感器；3 静电传感器。流体动力性中包括有气体与液体两种类型的哨笛。由于工作频率与应用目的不同，超声传感器的结构形式是多种多样的，并且名称也有不同，例如在超声检测和诊断中习惯上都把超声传感器称作探头，而工业中采用的流体动力型传感器称为“哨”活“笛”。压电式传感器属于超声传感器中电声型的一种。探头有压电晶片、契块、接头等组成，是超声检测中最常用的实现电能和声能相互转换的一种传感器，是超声波检测装置的重要组成部分。压电材料分为晶体和压电陶瓷两类。属于晶体的如石英，铌酸锂等，属于压电陶瓷的有锆钛酸铅，钛酸钡等。其具有下列的特性：把这种材料置于电场之中，它就产生一定的应变；相反，对这种材料施以外力，则由于产生了应变就会在其内部产生一定方向的电场。所以，只要对这种材料加以交变电场，它就会产生交变的应变，从而产生超声振动。因此，用这种材料可以制成超声传感器。

传感器的主要组成部分是压电晶片。当压电晶片受发射电脉冲激励后产生振动，即可发射声脉冲，是逆压电效应。当超声波作用于晶片时，晶片受迫振动引起的形变可转换成相应的电信号，是正压电效应。前者用于超声波的发射，后者即为超声波的接收。超声波传感器一般采用双压电陶瓷晶片制成。这种超声传感器需要的压电材料较少，价格低廉，且非常适用于气体和液体介质中。在压电陶瓷上加有大小和方向不断变化的交流电压时，根据压电效应，就会使压电陶瓷晶片产生机械变形，这种机械变形的大小和方向在一定范围内是与外加电压的大小和方向成正比的。也就是说，在压电陶瓷晶片上加有频率为 f0 交流电压，它就会产生同频率的机械振动，这种机械振动推动空气等媒介，便会发出超声波。如果在压电陶瓷晶片上有超声机械波作用，这将会使其产生机械变形，这种机械变形是与超声机械波一致的，机械变形使压电陶瓷晶片产生频率与超声机械波相同的电信号[5]。

压电式超声波发生器实际上是利用压电晶体的谐振类工作的，超声波发生器内部结构如图 2-1 所示。

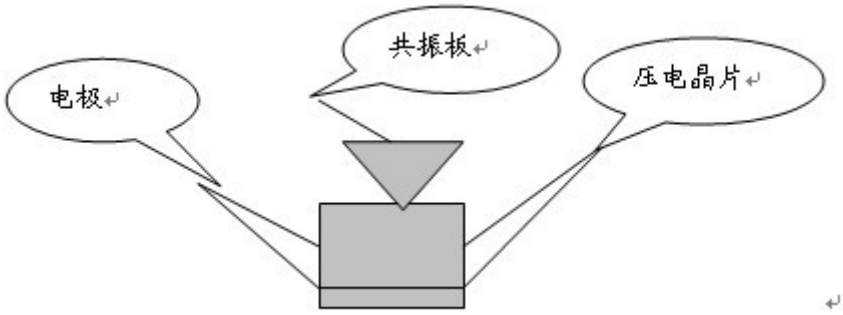


图 2-1 压电式超声波传感器结构

它有两个压电晶片的一个共振板，当它的两级外加脉冲信号，其频率等于压电晶片的固有振荡频率时，压电晶片将会发生共振，并带动共振板的振动，便产生超声波。反之，如果两级间为外加电压，当共振板接收到超声波时，将压迫压电晶片作振动，将机械能转化为电信号，这时它就成为超声波传感器。

压电陶瓷晶片有一个固定的谐振频率，即中心频率 f0。发射超声波时，加在其上面的交变电压的频率要与它的固有谐振频率一致。这样，超声传感器才有较高的灵敏度。当所用压电材料不变时，改变压电陶瓷晶片的几何尺寸，就可非常方便的改变其固有谐振频率。利用这一特性可制成各种频率的超声传感器。

超声波传感器的内部结构由压电陶瓷晶片、锥形辐射喇叭、底座、引线、金属壳及金属网构成，其中，压电陶瓷晶片是传感器的核心，锥形辐射喇叭使发射和接收超声波能量集中，并使传感器有一定的指向角，金属壳可防止外界力量对压电陶瓷晶片及锥形辐射喇叭的损坏[6]。金属网也是起保护作用的，但不影响发射与接收超声波。

2.1.2 超声波传感器的频率特性

这里以本设计选用的超声波传感器 TCT40-16 型探头（如图 2-2）为特例加以说明。

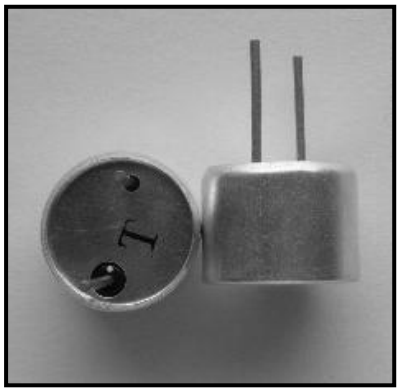


图 2-2 TCT40-16 型探头

型号：TCT40-16R/T(直径 16mm）

1.标称频率（KHz)：40KHz

2.发射声压 at10V（0dB=0.02mPa)：≥117dB

3. 接收灵敏度 at40KHz (0dB=V/ubar) ：≥-65dB

4 .静电容量 at1KHz,<1V (PF)：2000±30%

TCT40-16R/T 声压能级及灵敏度如图 2-3

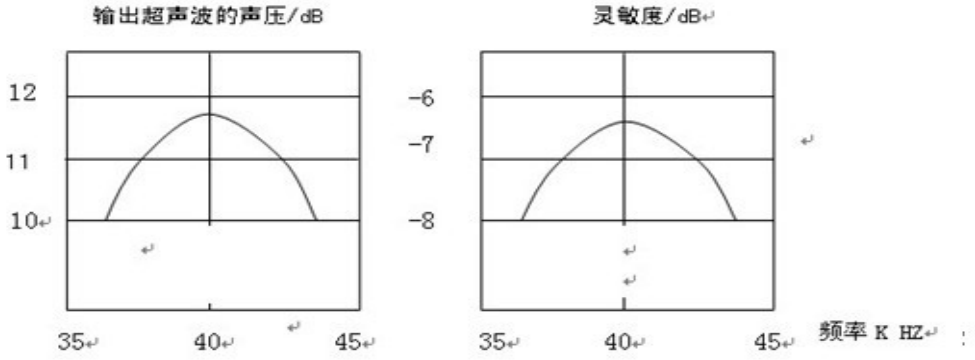


图 2-3 TCT40-16R/T 声压能级及灵敏度

由图 2-3 可以看出 40khz 处为超声波传感器的中心频率，在此中心频率处，超声波传感器所产生的机械波最强，也就是说 40khz 处所产生的声压能级最高。而在 40khz 两侧声压能级迅速衰减。其频率特性曲线如图 2-4 所示。

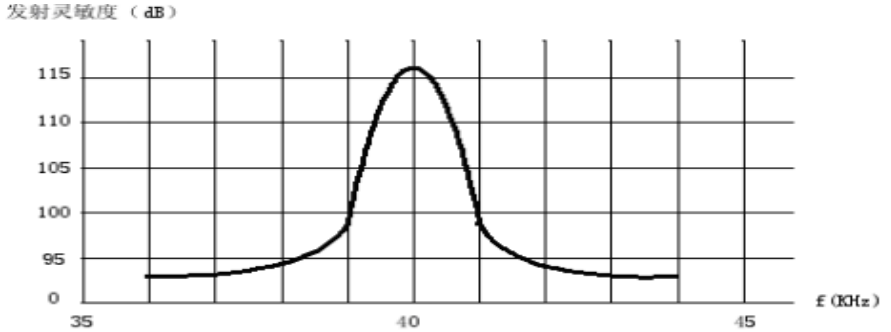


图 2-4 TCT40-16R/T 传感器的频率特性曲线

由图 2-4 知超声波传感器一定要使用非常接近于中心频率 40khz 的交流电压来激励。

2.2 超声波测距原理

超声波测距是通过不断检测超声波发射后遇到障碍物所反射的回波，从而测出发射和接收回波的时间差 t,然后求出距离 S=ct/2，式中的 c 为超声波波速。由于超声波也是一种声波，其声速 c 与温度有关，表 2-1 列出了几种不同温度下的声速。在使用时，如果温度变化不大，则可认为声速是基本不变的。如果测距精度要求很高，则应通过温度补偿的方法加以校正。声速确定后，只要测得超声波往返的时间，即可求得距离。这就是超声波测距仪的机理。图 2-5 即为超声波测距的具体流程图。

表 2-1 一些温度下的声速值

温度(℃)	－30	－20	－10	0	10	20	30	100
声速(米／秒)	313	319	325	323	338	344	349	386

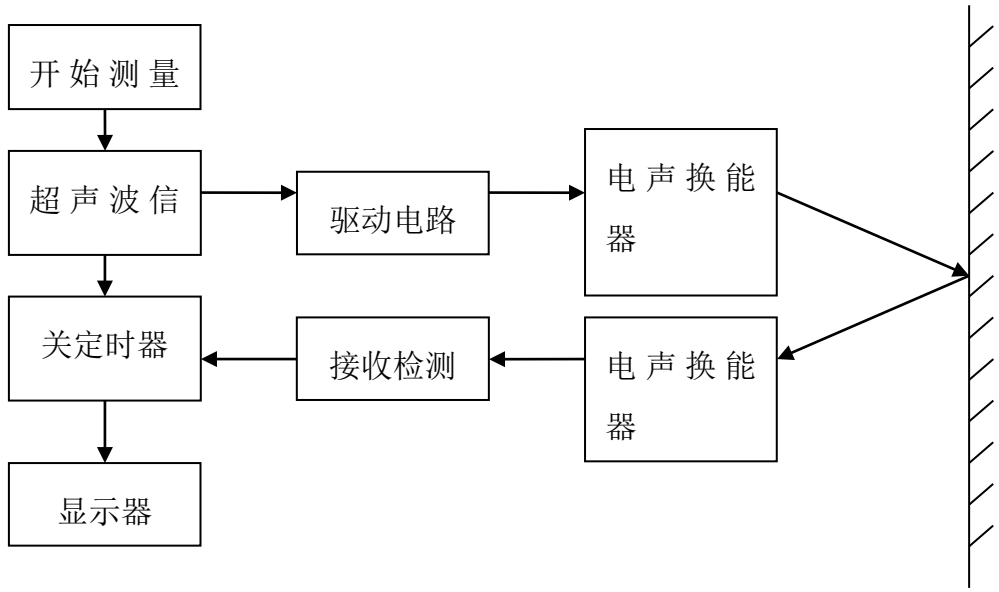


图 2-5 超声波测距流程图

2.2.1 测量与控制方法

声波在其传播介质中被定义为纵波。当声波受到尺寸大于其波长的目标物体阻挡时就会发生反射；反射波称为回声。假如声波在介质中传播的速度是已知的，而且声波从声源到达目标然后返回声源的时间可以测量得到，从声波到目标的距离就可以精确地计算出来。这就是本系统的测量原理。

由于此超声波测距仪可以实现双向测距，所以需进行测距选择，而这个测距选择就以自动选择功能来实现.

2.2.2 理论计算

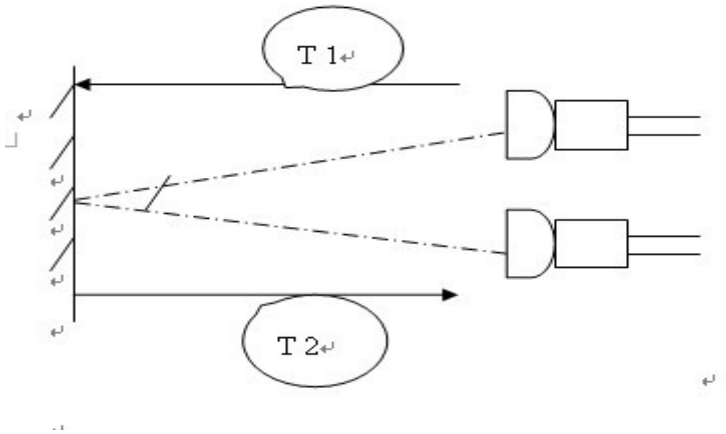


图 2-6 超声波测距原理图

如图 2-6 反射时间，是利用检测声波发出到接收到被测物反射回波的时间来测量距离其原理如图所示，对于距离较短和要求不高的场合我们可认为空气中的声速为常数，我们通过测量回波时间 T 利用公式：

$$S = CT/2 \tag{2-1}$$

其中，S 为被测距离、V 为空气中声速、T 为回波时间，

$$T = T_1 + T_2 \tag{2-2}$$

可以计算出路程，这种　方法不受声波强度的影响，直接耦合信号的影响也可以通过设置“时间门”来加以克服。这样可以求出距离：

$$S = C(T_1 + T_2)/2 \tag{2-3}$$

2.2.3 影响测量精度的因素

（1）发射、接收时间对测量精度的影响及解决方案

采用 TCT40-16R/T 压电超声波传感器，脉冲发射由单片机控制，发射频率 40KHz ，忽略不计脉冲电路硬件产生的延时，可知由软件生成的起始时间对于一般要求的精度是可靠的。对于接收到的回波，超声波在空气介质的传播过程中会有很大的衰减，其衰减成指数规律。

设测量设备基准面距被测物距离为 h，则空气中传播的超声波波动方程为：

$$A = A(h)\cos(\omega t + kt) = A_0 e^{-2\omega k}\cos(\omega t + kt) \tag{2-4}$$

则超声波在传播过程中有衰减并且频率越高，衰减越快，但频率的增高有利于提高

超声波的指向性。

由此知超声波回波的幅值在传播过程中衰减很大，接收到的信号的幅值可能十分小，所以想要想判断捕获到的第一个回波确定准确的接收时间，必须对收到的信号进行幅值放大及比较后才能传给单片机（AT89C51），否则不能正确的判断回波时间进而对超声波测量精度产生影响。

（2）温度对测量精度的影响及解决方案

声波在大气中传播的速度受介质的温度、密度及气体分子成分的影响，由

$$C_S = \sqrt{\gamma RT/M} \tag{2-5}$$

知在空气中，声速只决定于气体的温度，因此获得准确的当地气温可以有效的提高测距时的测量精度。工程上常用的由气温估算当地声速的公式如下：

$$C = C_0 \cdot \sqrt{1 + T/273} \tag{2-6}$$

式中 C0=331.4m/s。在实际情况中温度每上升或者下降 1℃, 声速将增加或者减少 0.607m /s 。由此可见温度对声速影响之大。本设计使用软件温度补偿，采用 DS18B20 温度传感器，对外界温度进行测量。

3 系统硬件设计

3.1 系统总体设计方案

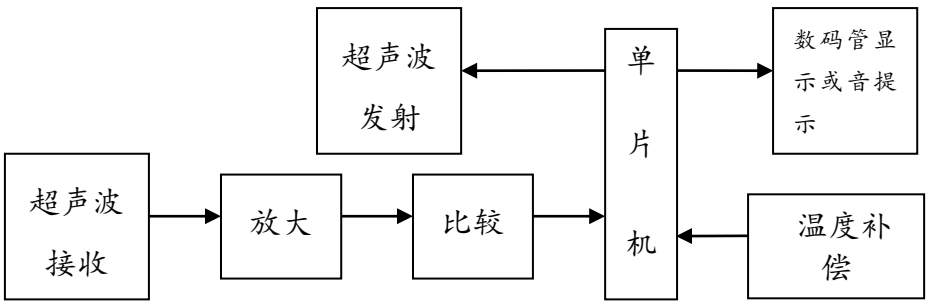


图 3-1 系统总体结构框图

设计是基于 AT89C51 的超声信号检测的。计划在小范围的测试，限定在 0.1—3 米左右精度为 0.01M。单片机（AT89C51）发出脉冲为 40KHZ 超声波信号经反射后作为超声波接收器的系统输入，经放大、比较后送入单片机（AT89C51），由单片机计算处理数据后经数码管显示或语音提示。

3.2 电源电路

该系统设计由电源电路、超声波发射电路、超声波接受电路、控制电路、显示电路及外围的温度补偿电路、报警电路组成，该系统的核心采用 AT89C51 单片机芯片。下面分部介绍个硬件部分的具体设计。

在各种电子设备中，直流稳压电源是必不可少的组成部分，它是电子设备唯一的能量来源，稳压电源的主要任务是将 50Hz 的电网电压转换成稳定的直流电压和电流，从而满足负载的需要，直流稳压电源一般由整流、滤波、稳压等环节组成。电路图如图 3-1 所示。

其中，变压器将交流电源（220V/50Hz）变换为电路所需要的交流电压；整流电路是具有但方向导电性能的整流器件，将交流电压整流成单方向脉动的直流电压；滤波电路滤去单向脉动直流电压中的交流部分，保留直流成分，尽可能供给负载平滑的直流电压；稳压电路是一种自动调节电路，在交流电源电压波动或负载变化时，通过此电路使直流输出电压稳定[7]。

220V 交流电通过电源变压器变换成交流低压电源，再经过桥式整流电路 D1~D4 和滤波电容的整理和滤波，在固定式三端稳压器 LM7805 的 Vin 和 GND 两端形成一个并不十分稳定的直流电压。此直流电压经过 LM7805 的稳压和电容滤波便在稳压电源的输出端产生了精度高、稳定度好的直接输出电压。如 3-2 所示的电路为输出电压 VCC 为+5V 稳压电源。它由电源变压器，桥式整流电路 D1~D4，滤波电容 C7、C8，防止自激电容 C15、C16 和一只固定式三端稳压器（7805）组成。

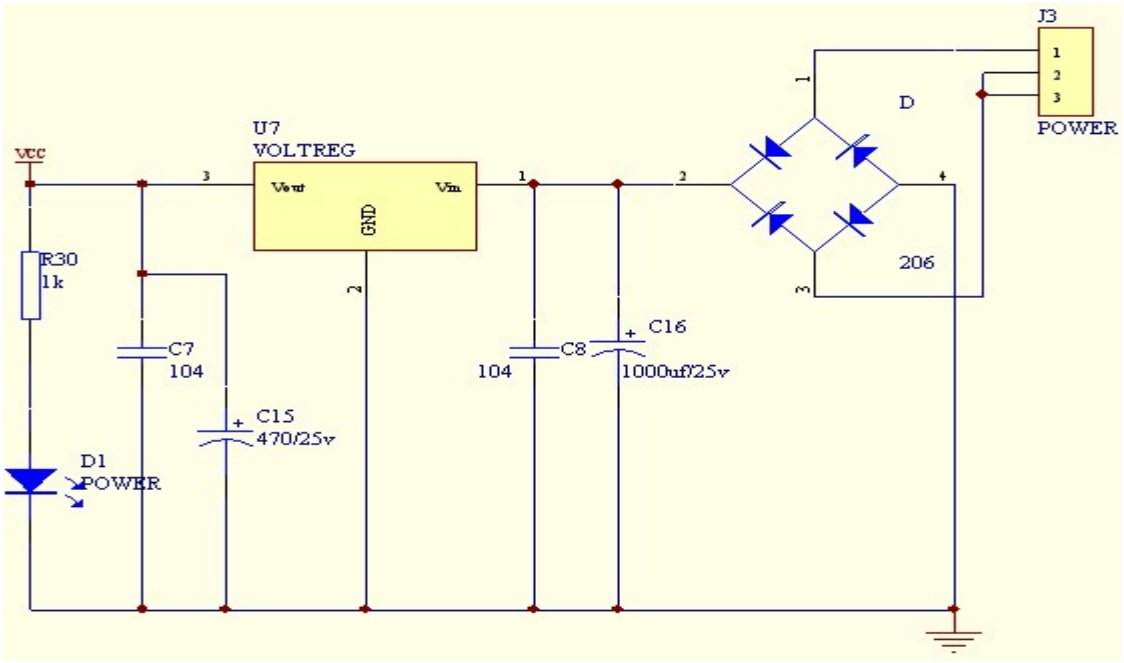


图 3-2 电源电路

3.3 超声波发射电路

超声波发射电路包括超声波产生电路和超声波发射电路两个部分，超声波换能器选用压电式，可采用软件发生法和硬件发生法产生超声波。前者利用软件产生 40KHz 的超声波信号，通过输出引脚输入至驱动器，经驱动器驱动后推动探头产生超声波。这种方法的特点是充分利用软件，灵活性好。第二种方法是利用超声波专业发生电路或通用发生电路产生超声波信号，并直接驱动换能器产生超声波。这种方法的优点是无需驱动电路，但缺点是灵活性低。本设计采用第一种方法产生超声波发射信号。利用 AT89S51 的 P1.0 口发射 40 kHz 的方波信号后经过 74HC04 三级放大后输出到超声波换能器，产生超声波。74LS04 是一个高速 CMOS 六反相器，具有放大作用，具有对称的传输延迟和转换时间，而相对于 LSTTL 逻辑 IC，它的功耗减少很多[8]。对于 HC 类型，其工作电压为 2～6 V，它具有高抗扰度，可以兼容直接输入 LSTTL 逻辑信号和 CMOS 逻辑输入等特点。本系统将 40 KHz 方波信号分成两路，分别由 74LS04 经两次和一次反向放大，从而构成推拉式反向放大。

发射电路主要由反向器 74LS04 和超声波换能器构成，如图 3-3 所示。单片机 P1.0 端口输出 40KHz 方波信号一路经一级反向器后送到超声波换能器的一个电极，另一路经

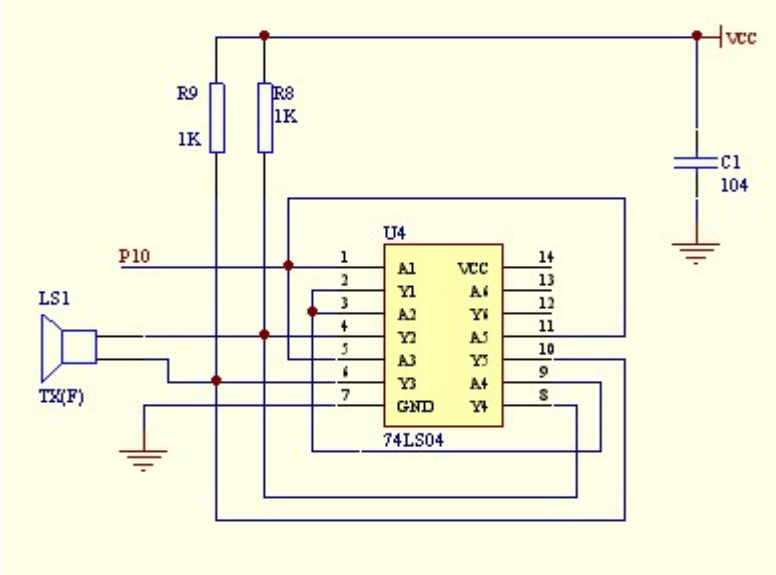


图 3-3 超声波发射电路

两级反向器后送到超声波换能器的另一个电极。用这种推挽形式将方波信号加到超声波换能器两端，可以提高超声波的发射强度。输出端采用两个反向器并联，用以提高驱动能力，上拉电阻 R8、R9 一方面可以提高反向器 74LS04 输出高电平的驱动能力，另一方面可以增加超声波换能器的阻尼效果，缩短其自由振荡的时间。

3.4 超声波接收电路

3.4.1 集成电路芯片 CX20106A

集成电路 CX20106A 是一款红外接收的专用芯片，常用于电视红外遥控器。常用的载波频率 38khz 与测距的 40khz 较为相近，可以利用它来做接收电路。适当的改变 C3 的大小，可以改变接受电路的灵敏度和抗干扰能力。

CX20106A 是日本索尼公司生产的在红外遥控系统中作接收预放用的双极型集成电路。它还可广泛用于视频系统、家用电器遥控电路以及通信系统等。这种 IC 性能优越，封装形式及体积与许多遥控信号接收器 IC 相同或相似，故可用来代换多种型号的遥控信号接收集成电路。CX20106A 可用来完成遥控信号，CX20106A 是日本索尼公司生产的红外解调集成电路，采用 8 脚单列直插式塑料超小型封装，+5v 供电，内部含可前置放大、自动偏置、限幅放大、通带摅波、峰值检波、积分比较及施密特整形输出等电路[9]。其主要功能是从 38KHz 红外载波信号中，将编码信号解调出来，并加以放大和整形，然后再送到微处理器(CPU)进行处理，以实现遥控操作功能，引脚图如图 3-4 所示。

CX20106A 的引脚注释：

1 脚：超声波信号输入端，该脚的输入阻抗约为 40kΩ。

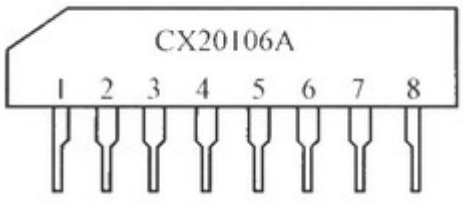


图 3-4 CX20106A 引脚图

2 脚：该脚与 GND 之间连接 RC 串联网络，它们是负反馈串联网络的一个组成部分，改变它们的数值能改变前置放大器的增益和频率特性。增大电阻 R 或减小 C，将使负反馈量增大，放大倍数下降，反之则放大倍数增大。但 C 的改变会影响到频率特性，一般在实际使用中不必改动，推荐选用参数为 R=4.7Ω，C=3.3μF。

3 脚：该脚与 GND 之间连接检波电容，电容量大为平均值检波，瞬间相应灵敏度低；若容量小，则为峰值检波，瞬间相应灵敏度高，但检波输出的脉冲宽度变动大，易造成误动作，推荐参数为 3.3μF。

4 脚：接地端。

5 脚：该脚与电源端 VCC 接入一个电阻，用以设置带通滤波器的中心频率 f0，阻值越大，中心频率越低。例如，取 R=200kΩ时，fn≈42kHz，若取 R=220kΩ，则中心频率 f0≈38kHz。

6 脚：该脚与 GND 之间接入一个积分电容，标准值为 330pF，如果该电容取得太大，会使探测距离变短。

7 脚：遥控命令输出端，它是集电极开路的输出方式，因此该引脚必须接上一个上拉电阻到电源端，该电阻推荐阻值为 22kΩ，没有接收信号时该端输出为高电平，有信号时则会下降。

8 脚：电源正极，4.5V～5V。

内部电路电路结构图如图 3-5 所示。

（1）前置放大器：它是高增益的放大器，由于超声波在空气中直线传输时，传输距离越大，能量的衰减越厉害，故反射回来的超声波信号的幅值会有很大的变化。为了不使放大器的输出信号过强而产生失真，集成块内部有自动电平限制电路，对前置放大器的增益进行自动限制。通过反馈将放大器设定于适当的状态，再由限制电平电路进行自动控制。

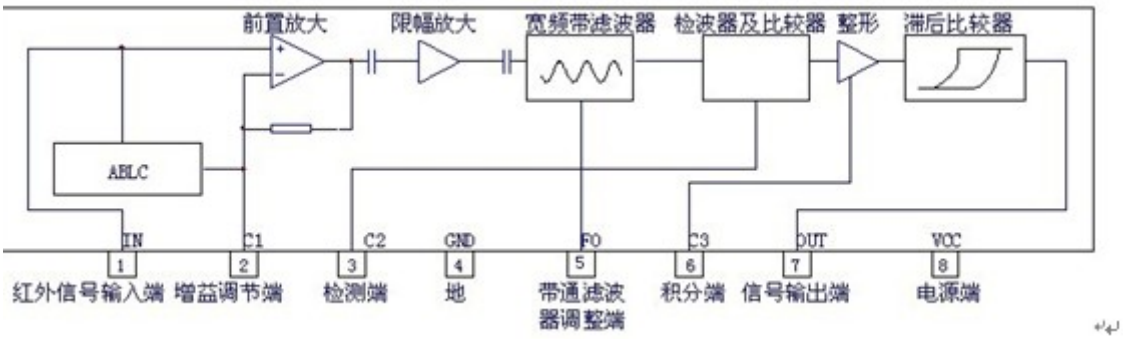


图 3-5　CX20106A 内部电路结构图

（2）限度放大器：当信号太强时为了防止放大器过载，限制高电平振幅，同时也可消除寄生调幅干扰。

（3）宽频带滤波器：其频率范围为 30Hz~60Hz，其中心频率可调。

（4）检测器：将返回的超声波的包络解调回来。

（5）积分滤波器与整形电路：检测器输出的信号经积分滤波器送到整形电路，输出较好的矩形波。

3.4.2 超声波接收电路

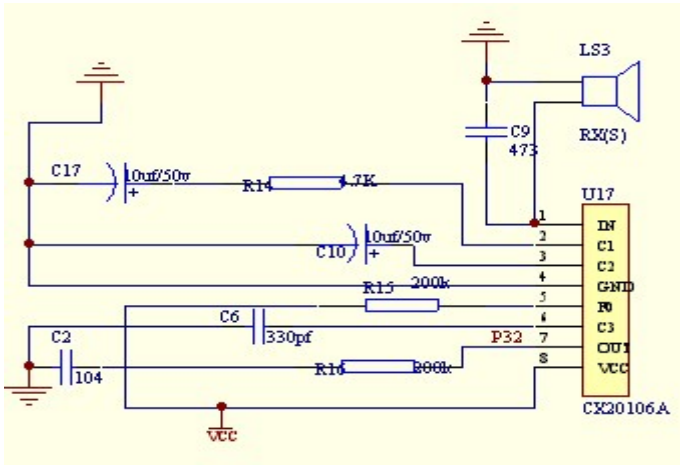


图 3-6 超声波接收电路

如图 3-6 所示。超声波接收电路包括超声波接受探头、信号放大电路及波形变换电路三部分。超声波探头必须采用与发射探头对应的型号，关键是频率要一致，本设计采用与发射端同型号的压电式超声波传感器，否则将因无法产生共振而影响接收效果，甚至无法接收。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进行放大。超声波接收选用集成芯片 CX20106A，

接收的回波信号先经过前置放大器和限幅放大器，将信号调整到合适的幅值；再经过带通滤波器滤波得到有用信号，滤除干扰信号；最后由峰值检波器和整形电路输出到锁相环路，实现准确的计时。

3.5 控制电路及显示电路

3.5.1 AT89C51 单片机

AT89C51 是一种带 4KB 字节闪烁可编程可擦除只读存储器的低电压，高性能 CMOS 8 位微处理器，俗称单片机。单片机的可擦除只读存储器可以反复擦除 100 次。该器件采用 ATMEL 高密度非易失存储器制造技术制造，与工业标准的 MCS-51 指令集和输出管脚相兼容。由于将多功能 8 位 CPU 和闪烁存储器组合在单个芯片中，ATMEL 的 AT89C51 是一种高效微控制器，AT89C 单片机为很多嵌入式控制系统提供了一种灵活性高且价廉的方案。

（1）主要特性：

与 MCS-51 兼容

4K 字节可编程闪烁存储器

寿命：1000 写/擦循环

数据保留时间：10 年

全静态工作：0Hz-24Hz

三级程序存储器锁定

128*8 位内部 RAM

32 可编程 I/O 线

两个 16 位定时器/计数器

5 个中断源

可编程串行通道

低功耗的闲置和掉电模式

片内振荡器和时钟电路

（2）AT89C51 引脚如图 3-7

管脚说明：

VCC：供电电压。

GND：接地。

P0 口：P0 口为一个 8 位漏级开路双向 I/O 口，每脚可吸收 8TTL 门电流。当 P1 口的管脚第一次写 1 时，被定义为高阻输入。P0 能够用于外部程序数据存储器，它可以在 FIASH

编程时，P0 口作为原码输入口，当 FIASH 进行校验时，P0 输出原码，此时 P0 外部必须被拉高。

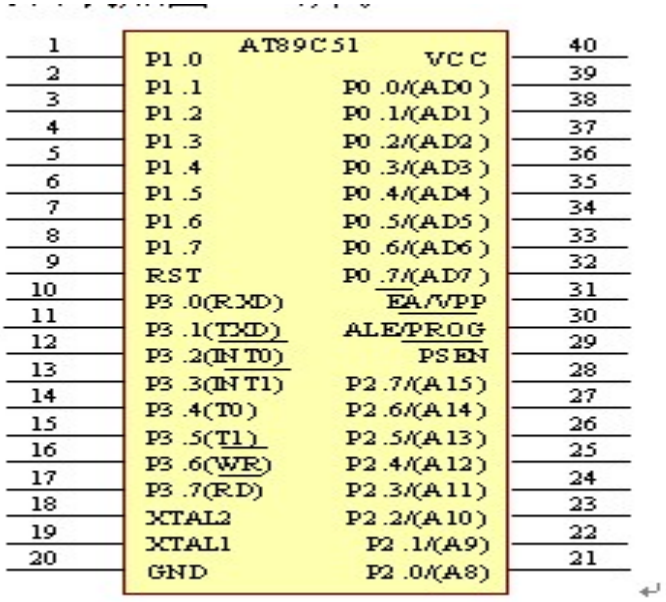


图 3-7 AT89C51 引脚图

P1 口：P1 口是一个内部提供上拉电阻的 8 位双向 I/O 口，P1 口缓冲器能接收输出 4TTL 门电流。P1 口管脚写入 1 后，被内部上拉为高，可用作输入，P1 口被外部下拉为低电平时，将输出电流，这是由于内部上拉的缘故。在 FLASH 编程和校验时，P1 口作为第八位地址接收。

P2 口：P2 口为一个内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口，P2 口缓冲器可接收，输出 4 个 TTL 门电流，当 P2 口被写“1”时，其管脚被内部上拉电阻拉高，且作为输入。并因此作为输入时，P2 口的管脚被外部拉低，将输出电流。这是由于内部上拉的缘故。P2 口当用于外部程序存储器或 16 位地址外部数据存储器进行存取时,P2 口输出地址的高八位。在给出地址“1”时，它利用内部上拉优势，当对外部八位地址数据存储器进行读写时，P2 口输出其特殊功能寄存器的内容。P2 口在 FLASH 编程和校验时接收高八位地址信号和控制信号。

P3 口: P3 口管脚是 8 个带内部上拉电阻的双向 I/O 口，可接收输出 4 个 TTL 门电流。当 P3 口写入“1”后，它们被内部上拉为高电平，并用作输入。作为输入，由于外部下拉为低电平，P3 口将输出电流（ILL）这是由于上拉的缘故。

P3 口也可作为 AT89C51 的一些特殊功能口，如下所示：

口管脚 备选功能

P3.0 RXD（串行输入口）

P3.1 TXD（串行输出口）

P3.2 /INT0（外部中断 0）

P3.3 /INT1（外部中断 1）

P3.4 T0（记时器 0 外部输入）

P3.5 T1（记时器 1 外部输入）

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）

RST：复位输入。当振荡器复位器件时，要保持 RST 脚两个机器周期的高电平时间。

XTAL1：反向振荡放大器的输入及内部时钟工作电路的输入。

XTAL2：来自反向振荡器的输出。

（3）振荡器特性：

XTAL1 和 XTAL2 分别为反向放大器的输入和输出。该反向放大器可以配置为片内振荡器。石晶振荡和陶瓷振荡均可采用。如采用外部时钟源驱动器件，XTAL2 应不接。有余输入至内部时钟信号要通过一个二分频触发器，因此对外部时钟信号的脉宽无任何要求，但必须保证脉冲的高低电平要求的宽度。

（4）芯片擦除：

整个 PEROM 阵列和三个锁定位的电擦除可通过正确的控制信号组合，并保持 ALE 管脚处于低电平 10ms 来完成。在芯片擦操作中，代码阵列全被写“1”且在任何非空存储字节被重复编程以前，该操作必须被执行[10]。

此外，AT89C51 设有稳态逻辑，可以在低到零频率的条件下静态逻辑，支持两种软件可选的掉电模式。在闲置模式下，CPU 停止工作。但 RAM，定时器，计数器，串口和中断系统仍在工作。在掉电模式下，保存 RAM 的内容并且冻结振荡器，禁止所用其他芯片功能，直到下一个硬件复位为止。

3.5.2 控制电路

主控制器主要由单片机 AT89C51、振荡器和复位电路三部分组成，它是单片机工作的必要组成部分，又称为单片机最小系统。其中 XTAL1 和 XTAL2 外接一个晶体振荡器，

采用 12MHZ 的晶振以获得稳定的时钟频率，减小误差。RST 外接一个复位电路，晶体振荡电路为单片机提供时钟控制信号。复位电路采用上电复位方式。电路图如图 3-8 所示。

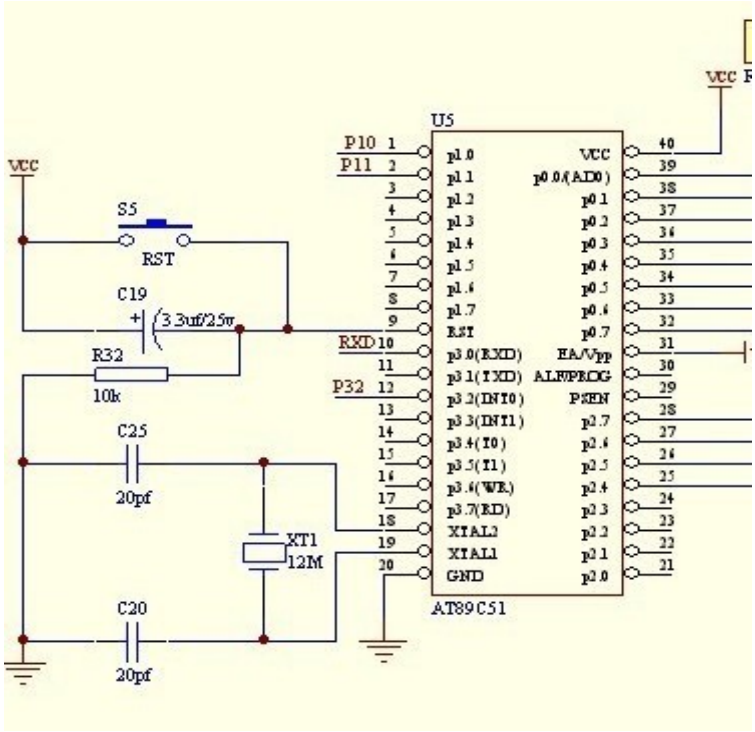


图 3-8 控制电路

3.5.3 显示电路及原理

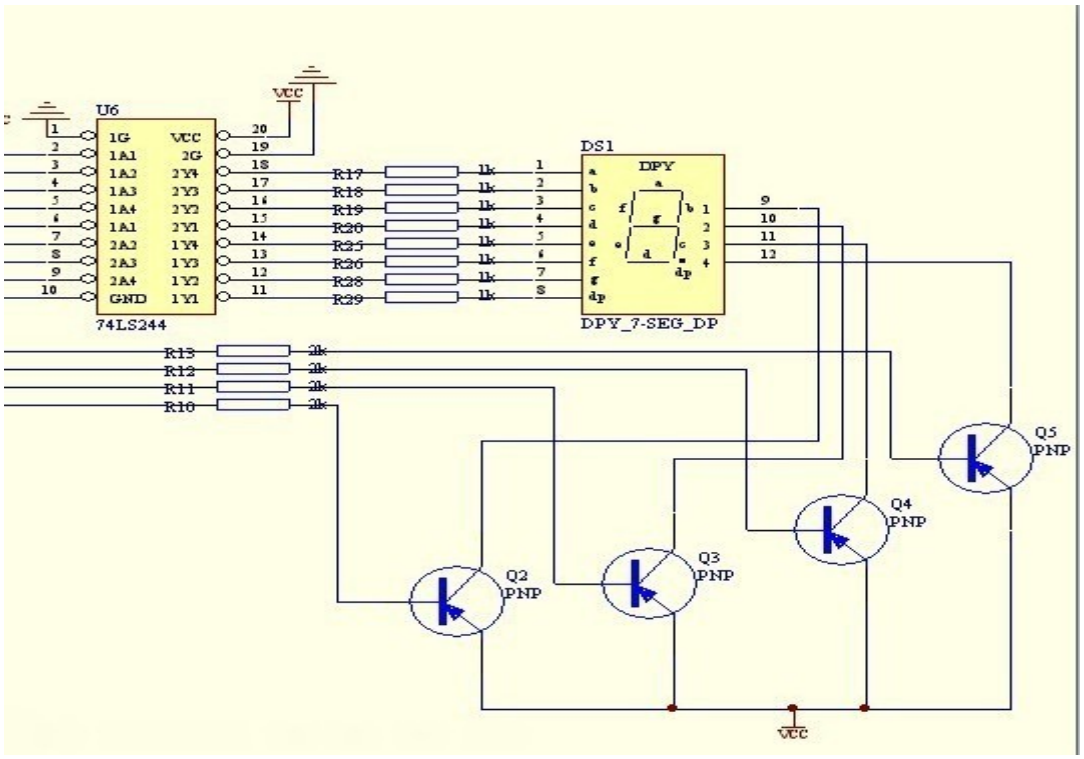


图 3-9 显示电路

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/808116077043007010