



合肥市第八中学 研究性学习报告

题 目：汽车倒车系统设计

课题组组长：

组员：

指导教师：

年 级：高一

完成日期：2018 年 1 月 29 日

合肥八中研究性学习报告

研究题目：汽车倒车系统设计

【报告摘要】 本课题主要介绍以ARDUINO系统板为控制核心，结合传感器技术和智能控制技术构建的倒车防撞测距系统。系统采用软硬件结合的设计方法，所涉及模块与电路有 ARDUINO 系统、超声波传感器、液晶屏显示电路、蜂鸣器报警电路、模式及参数调整电路等；本系统设计主要完成 2 个功能的设计，分别为超声测距与报警功能和系统模式切换与参数调整功能。

【关键词】 ARDUINO 系统板；超声波测距；警告播报；阈值调整

目录

1 引言	2
1.1 设计的背景及意义	2
1.2 系统简介	2
1.3 设计应解决的主要问题	2
2 系统方案设计	3
2.1 系统方案选择	3
2.1.1 显示方案选择	3
2.1.2 测距方案选择	3
2.2 本设计的任务与目的	4
2.3 系统原理	4
3 硬件电路设计	5
3.1 ARDUINO 系统板	5
3.1.1 ARDUINO 系统板简介	5
3.2 超声波传感器	5
3.3 液晶显示电路	7
3.4 蜂鸣器报警电路	8
3.5 模式及参数调整电路	8
3.6 电源供电电路	8
4 系统软件设计	9
4.1 主程序设计	9
4.2 子程序设计	9
4.2.1 液晶初始化程序设计	10
4.2.2 超声波测距程序	10
4.2.3 参数调整程序	11
5 实物展示	11
5.1 硬件连接	11

5.2 实验原理.....	11
5.3 实物展示.....	12
6 结论.....	12

汽车倒车系统设计

1 引言

1.1 设计的背景及意义

随着社会经济的发展交通运输业日益兴旺，汽车的数量在大副攀升。在公路、街道、停车场、车库等拥挤、狭窄的地方倒车时，驾驶员既要前瞻，又要后顾，稍微不小心就会发生追尾事故。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研究热点。针对这种情况，设计一种响应快，可靠性高且较为经济的汽车倒车防撞预警系统势在必行^[1]。本设计就是应用 ARDUINO 系统板、超声波传感器和其他功能模块设计的倒车防撞系统，通过对该系统的设计与实现，不仅可以将所学习的理论知识用于实践，并能够加深对自动控制原理的理解，为以后的工作和学习积累了一些的经验。

1.2 系统简介

本课题主要介绍以 ARDUINO 系统板为控制核心，结合传感器技术和智能控制技术构建的倒车防撞测距系统。系统采用软硬件结合的设计方法，所涉及模块与电路有 ARDUINO 最小系统、超声波传感器、液晶屏显示电路、蜂鸣器报警电路、参数调整电路等；本系统主要完成 2 个功能的设计，分别为超声测距与报警功能、系统模式切换与参数调整功能。其具体过程如下：系统上电后，液晶屏显示一段开机欢迎语，延时一段时间后进入正常工作模式，即超声波传感器实时检测倒车过程中车体与障碍物的距离，并将该距离信号送至 ARDUINO 进行分析与处理，ARDUINO 系统板一方面将测量的距离值送至液晶屏 1602 进行实时显示，一方面将该信号与系统预置的安全距离进行对比，若距离大于设置的安全距离，则正常工作，若超限，则驱动蜂鸣器响应，进行“滴滴”的报警，当测得的距离越小，报警频率越高，以此来对车主进行提醒；在正常模式运行下，ARDUINO 实时扫面和接收调节电阻所连接的端口的电平信号，根据不同的值定义对系统的模式进行切换及系统的参数进行调整；对以上功能的实现，设计出以 ARDUINO 系统板为核心的倒车测距系统。

1.3 设计应解决的主要问题

本设计的要点及难点在于如何有效稳定的采集倒车过程中车体与障碍物之间的距离

值并能够进行距离警报；其次是如何通过 ARDUINO 的 I/O 口实现对大功率器件，如蜂鸣器的驱动与控制；最后是对液晶屏显示界面的设计，界面显示应满足系统参数的指示及显示，并能够对系统当前的运行状态进行指示。

2 系统方案设计

2.1 系统方案选择

2.1.1 显示方案选择

在 ARDUINO 应用系统中，常用的显示设备有数码管、1602 液晶屏、12864 液晶屏；根据系统需求，要求显示设备能够实时显示超声波传感器测得倒车过程中车体与障碍物之间的距离值和安全距离阈值，若选用 2 个 4 位一体的数码管作为显示设备，采用动态显示的方式实现对每个功能数据进行实时显示，但是，在显示内容上只能显示单一的数据，不能对当前数据属于什么功能数据进行指示，在界面显示上数据容易混淆，不利于开发者的观察和用户的使用；另外从控制角度来说，通常在不外加扩展电路的情况下，2 个 4 位一体的数码管共需要 16 个 I/O（8 个数据口和 8 个控制口）来对数码管的显示进行控制，不仅大大的占用 ARDUINO 系统板的资源，还在控制时序上给编程带来很大的麻烦，因此系统方案设计时首先淘汰以数码管作为显示设备。再看液晶屏 1602 和 12864，2 种液晶屏均可实现系统的上述功能，但是 12864 液晶屏价格昂贵，基本上是液晶屏 1602 的 3-4 倍，从系统的实用性、经济性和性价比的角度考虑，决定选用 1602 液晶屏作为本系统的显示设备。

2.1.2 测距方案选择

在倒车过程中测得车体与障碍物之间的距离值的准确性和稳定性是本系统设计是否具有经济性和实用性的关键性评价因素；在 ARDUINO 系统中，常用的测距方式有红外传感器测距和超声波测距 2 种。

方案一:采用模拟量输出的红外传感器 GP2Y0A21YK0F 对倒车过程中车体与障碍物之间的距离进行测量，由于该传感器为模拟量输出，需要经过 AD 转换电路将传感器输出的模拟量距离数值转换为 ARDUINO 系统板能够识别的数字量信号，ARDUINO 系统板接收 AD 转换后的距离值一方面送至液晶屏进行实时显示；一方面与系统预置的安全距离阈值进行比较，以此作为报警驱动信号，由此完成本系统设计。

方案二：采用超声波传感器 HC-SR04 作为系统的测距传感器，该传感器由发射器、接

收器和信号处理装置三部分组成，超声波传感器可与 ARDUINO 直接相连，通过 ARDUINO 发送相应的时序控制发射器发出测距波束，在遇到障碍物时该波束返回，在接收器接收到该波束时，通过计算波束传输的速度和来回的时间来计算与障碍物之间距离；ARDUINO 在接收到该距离数据一方面送至液晶屏进行实时显示；一方面与系统预置的安全距离阈值进行比较，以此作为报警驱动信号，由此完成本系统设计。

方案一采用红外测距传感器对距离进行测量需要经过 AD 转换，硬件电路设计复杂，且该传感器测得距离值数据与输出的电压值不成线性关系，增加了软件设计的难度，而且在性价比和性能可靠性上来讲，超声波的指向性更强，成本更加低廉，一般超声波传感器的价格仅为红外测距传感器的 1/5；所以，本系统选取超声波传感器 HC-SR04 作为本系统的测距传感器。

2.2 本设计的任务与目的

目的是设计一个基于 ARDUINO 系统板的倒车防撞测距系统，主要是实现超声测距与报警功能、语音播报功能和系统模式设置及参数调整功能。其基本任务如下：

（1）构建一个 ARDUINO 系统板，作为系统的主控模块，负责数据的采集、处理与分析、执行部件的控制等；

（2）检测功能：实时检测超声波传感器测得的距离数值；实时扫描调节电阻输出电压值，根据其值执行相应操作；

（3）显示功能：通过液晶屏 1602 对系统的参数及系统状态进行指示；

（4）执行部件：蜂鸣器模块，接收 ARDUINO 的控制，当距离值超限时，蜂鸣器响应，开启报警，且超限越多，蜂鸣器响应频率越高，以此用来提醒车主；

（5）调整电路：系统设置滑动电阻用于对系统预设的安全距离值进行调整，安全阈值的可调整满足不同倒车环境对距离要求不同的需求；

（6）程序编写：使用 ARDUINO 软件编译环境，使用 C 语言进行系统程序的编写，并在程序中对采集到的数据进行分析、处理和显示。

2.3 系统原理

本设计以 ARDUINO 系统板系统作为主控，集成超声波传感器、蜂鸣器模块、液晶屏显

示模块、语音播报模块及调整电路等，控制原理如下 2-1 所示。

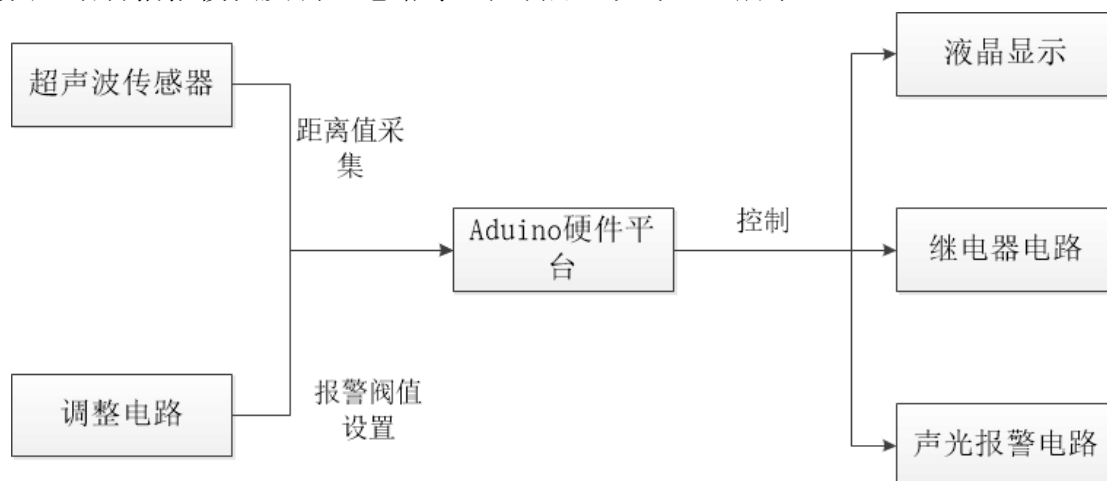


图 2-1 系统控制框图

3 硬件电路设计

3.1 ARDUINO 系统板

3.1.1 ARDUINO 系统板简介

ARDUINO 是一款便捷灵活、方便上手的开源电子原型平台。包含硬件(各种型号的 ARDUINO 板)和软件(ARDUINO IDE)。由一个欧洲开发团队于 2005 年冬季开发。其成员包括 Massimo Banzi、David Cuartielles、Tom Igoe、Gianluca Martino、David Mellis 和 Nicholas Zambetti 等。它构建于开放原始码 simple I/O 介面版，并且具有使用类似 Java、C 语言的 Processing/Wiring 开发环境。主要包含两个主要的部分:硬件部分是可以用来做电路连接的 ARDUINO 电路板;另外一个则是 ARDUINO IDE，你的计算机中的程序开发环境。

3.2 超声波传感器

在本课题中采用 HC-SR04 超声波传感器对眼睛到书本等物体的距离,其实物图如下 3-5 所示。

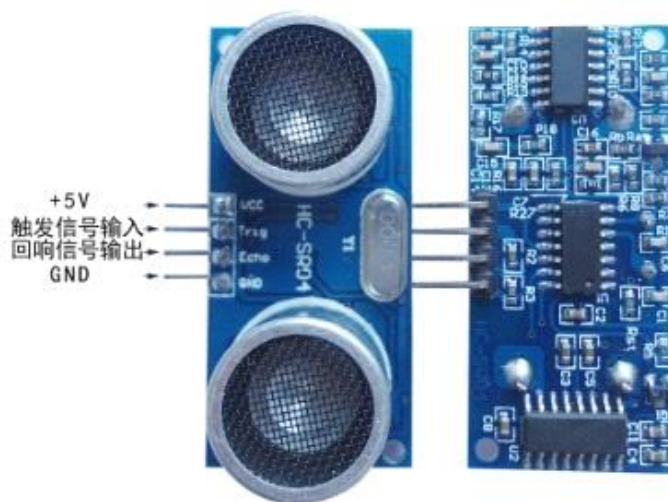


图 3-5 超声波传感器实物图

超声波传感器的主要特性如下：

- (1) 适应电压范围更宽，电压范围：3.0~5.5V；
- (2) 对外接口 4 线制，分别为 VCC 电源、GND 地线，TRIG 触发控制信号输入，ECHO 回响信号输出四个接口端；

(3) HC-SR04 超声波测距模块可提供 2cm-400cm 的非接触式距离感测功能，测距精度可达高到 3mm；模块包括超声波发射器、接收器与控制电路；其基本工作原理如下：a.采用 IO 口 TRIG 触发测距，给最少 10us 的高电平信号；b.模块自动发送 8 个 40kHz 的方波，自动检测是否有信号返回；c.有信号返回，通过 IO 口 ECHO 输出一个高电平，高电平持续的时间就是超声波从发射到返回的时间。测试距离= $(\text{高电平时间} \times \text{声速}(340\text{M/S}))/2$ 。

超声波传感器工作的时序图如下 3-6 所示。

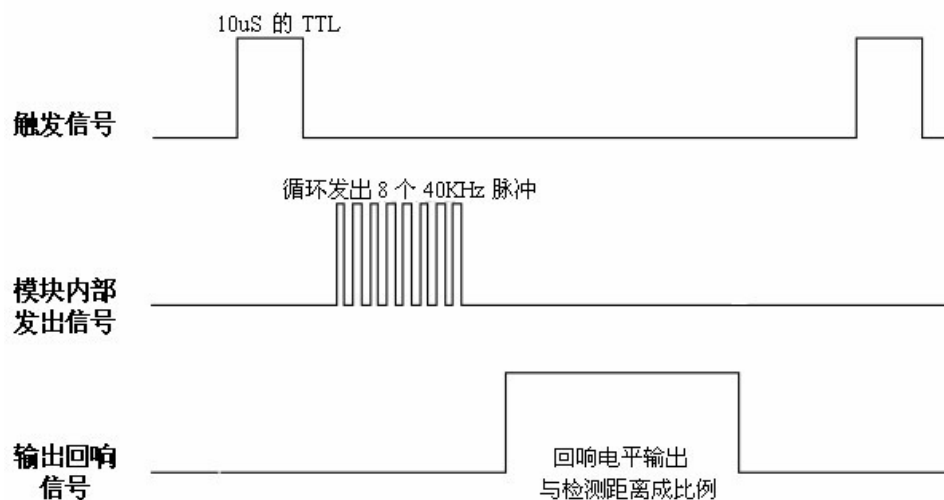


图 3-6 超声波传感器工作时序图

3.3 液晶显示电路

(1) 实物图（图 3-8）

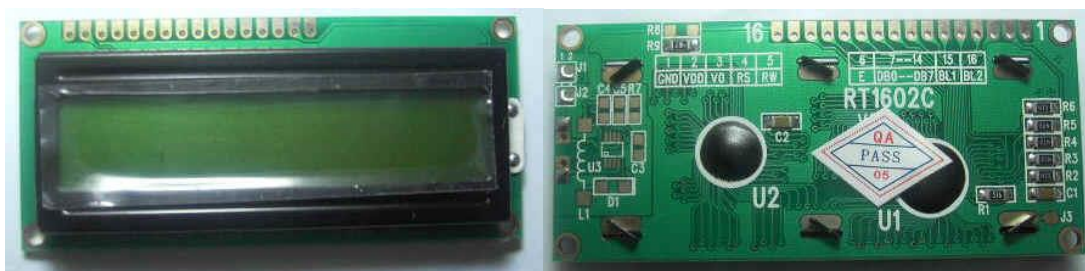


图 3-8 1602 液晶屏实物图

(2) 主要技术参数:

显示容量:16×2 个字符

芯片工作电压:4.5—5.5V

工作电流:2.0mA(5.0V)

模块最佳工作电压:5.0V

字符尺寸:2.95×4.35(W×H)mm

(3) 引脚介绍: 液晶屏 1602 的引脚图如图 3-9 所示:

编号	符号	引脚说明	编号	符号	引脚说明
1	VSS	电源地	9	D2	数据
2	VDD	电源正极	10	D3	数据
3	VL	液晶显示偏压	11	D4	数据
4	RS	数据/命令选择	12	D5	数据
5	R/W	读/写选择	13	D6	数据
6	E	使能信号	14	D7	数据
7	D0	数据	15	BLA	背光源正极
8	D1	数据	16	BLK	背光源负极

图 3-9 液晶屏的引脚图

系统上电后, 液晶显示监测界面, 第一行显示实时距离, 第二行显示设置的报警阈值, 表示使用倒车防撞测距系统, 表示距离测量值为 3 位数显示, 以厘米作为测量单位, 系统默认安全值为 20CM; 液晶屏第二行用于显示当前系统的状态, 当采集的距离值大于设定的安全距离阈值, 居中显示 “Safe”, 表示当前车体与障碍物之间的距离较远, 车主可放心

进行倒车操作；当采集的距离值小于设定的安全距离阈值时，居中显示“danger!”，且蜂鸣器进行“滴滴”报警，以此提示车主安全倒车，以防发生碰撞；由此完成系统参数显示界面（显示主界面）的设计；此时，当调节按钮变动，系统将改变距离安全阈值，此时系统除安全值显示区域发生变化外，其他功能参数正常采集与显示。

3.4 蜂鸣器报警电路

在本系统中至关重要的就是能够实时准确的采集到传感器的数据并能对当前系统所处状态进行判断，因此在本系统设计中示警电路成为不可或缺的一部分。在本课题中采用蜂鸣器发出“滴滴”声来对距离超限时进行报警，当车体与障碍物距离越小时，蜂鸣器的报警频率越高。

ARDUINO 系统板的 I/O 口输出的电流通常在 400MA 左右，蜂鸣器的驱动无需更高的电流，依靠 ARDUINO I/O 口输出的电流可以完成对蜂鸣器的驱动发声，直接接入输出高电平即可。蜂鸣器的正极接到 I/O 上面，蜂鸣器的负载 ARDUINO 系统板 GND，这样蜂鸣器的电流形成回路，发出声音。因此，我们可以通过程序控制 5 脚的电平来使蜂鸣器发出声音或关闭。在本系统中，当采集到距离值小于设定的安全值时，系统进行报警，即 ARDUINO 的 5 端口赋值高电平，驱动蜂鸣器发声响应，用于对当前倒车进行提醒，直到采集的距离值大于系统预设的安全值，报警解除，ARDUINO 的 5 端口赋值低电平。

3.5 模式及参数调整电路

系统设置一个可调电位器对显示的距离安全值进行调整，调节电阻接 ARDUINO 系统板一个 AD 采集口，当电阻转动时，输出电压值发生变化，由系统板 I/O 口扫描模拟值，并改变安全阈值。系统上电后，液晶屏显示主界面，此时首先扫描调节电阻输出值，并调节安全值。

3.6 电源供电电路

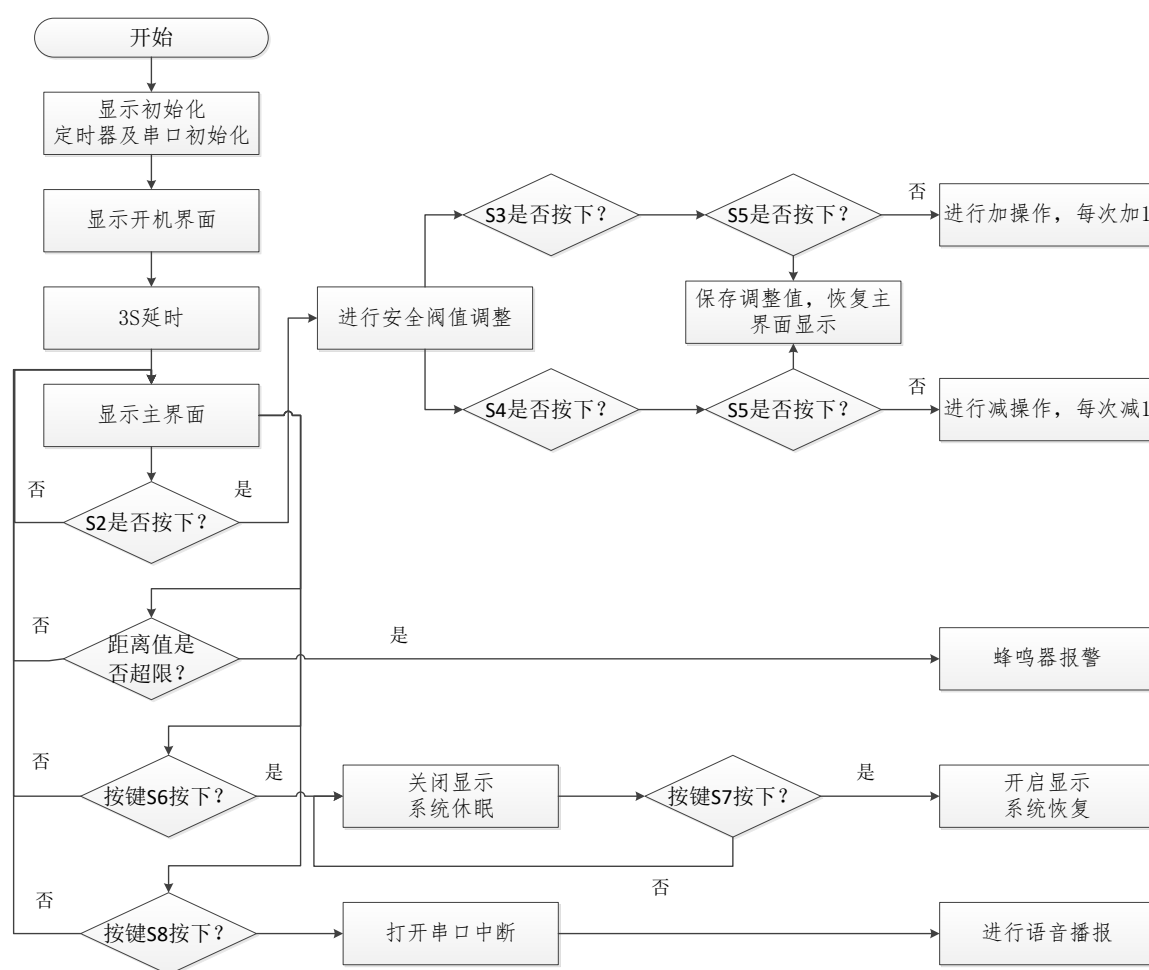
本系统只需要 5V 的供电电压，只需要用一根直流的 5V 电源供电线或电源适配器就可以适应整个系统的供电需求，系统上电，电源指示灯 PD1 被点亮，表示系统供电正常，没有短路的情况。

4 系统软件设计

本课题设计采用开发工具 ARDUINO 用 C 语言对系统进行软件编程，软件程序主要包括超声波测距程序、液晶显示程序、蜂鸣器驱动程序、调整设置程序等。用 ARDUINO 开发板对程序进行了测试，达到了预期的效果。

4.1 主程序设计

主程序主要完成硬件初始化，子程序调用等功能，在主程序中，对超声波传感器，LCD1602 液晶显示器等进行初始化，同时调用传感器数据，进行显示，之后进行阈值判断并启动相应的执行部件。主程序流程图如图 4-1 所示。



4.2 子程序设计

子程序设计包括液晶显示程序、超声波测距程序、调整程序和蜂鸣器报警频率控制等程序设计。

4.2.1 液晶初始化程序设计

LCD 上电时，都必须按照一定的时序对 LCD 进行初始化操作，主要任务是设置 LCD 的工作方式，显示状态，清屏，输入方式，光标位置等。LCD 初始化如图 4-2 所示。

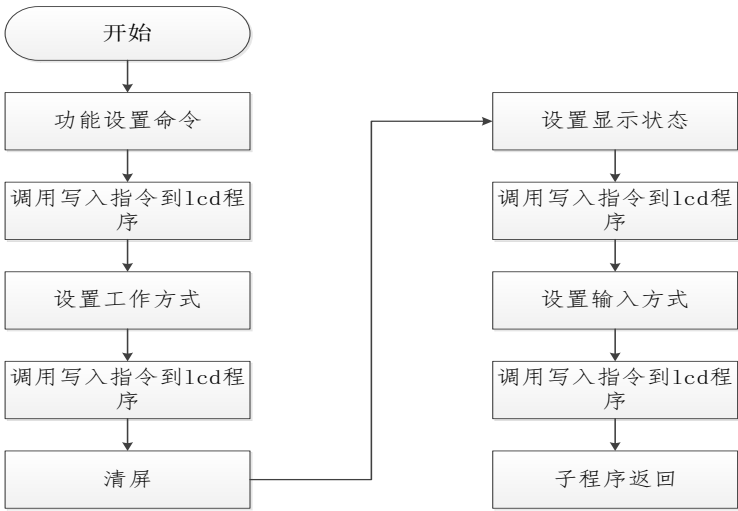


图 4-2 液晶初始化程序流程图

4.2.2 超声波测距程序

在本系统中是通过定时器中断服务子程序和外部中断程序完成对距离的测量，其中中断服务程序完成超声波的发射，外部中断服务子程序主要完成时间值的读取、距离计算、结果的输出等工作；其程序流程图如下 4-3 所示。

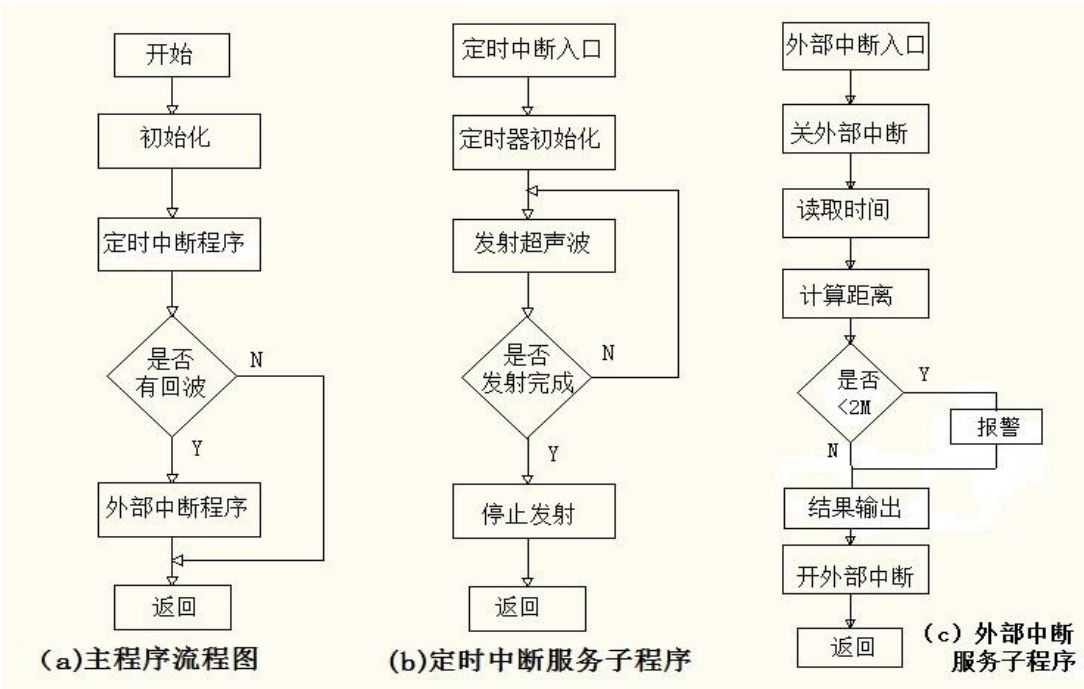


图 4-3 超声波测距程序流程图

4.2.3 参数调整程序

在本系统中调整程序安全值调整 1 个方面。在系统中模式的调整是通过调节电阻来进行设置的，即 ARDUINO 系统板实时扫描 AD0 端口的模拟电压变化，通过计算得出安全值。

4.2.4 蜂鸣器报警频率的控制

在本系统中当采集到的距离小于设定安全距离阈值时蜂鸣器发出“滴滴”的声音进行报警，即对 ARDUINO 的 P5 端口赋值高电平，延时一段时间后赋值低电平，依次循环实现超限时蜂鸣器“滴滴”报警；延时时间的长短决定了蜂鸣器发声响应的频率，故在程序设计中将实时采集的距离值作为延时函数的实参，即延时时间的长短直接取决距离值的大小，距离值越小，延时越短，频率越高，由此实现对距离超限报警频率的控制。

5 实物展示

5.1 硬件连接

ARDUINO 板	*1	可调电阻器	*1
面包板	*1	继电器	*1
超声波传感器	*1	1602 液晶屏	*1
蜂鸣器	*1	导线若干	

VCC 接线：继电器，超声波传感器 VCC，可调变阻器，1602 液晶屏 vdd 脚

GND 接线：继电器，超声波传感器 GND，可调变阻器，1602 液晶屏 VSS，V0，K 脚，蜂鸣器负极

ARDUINO 接线：

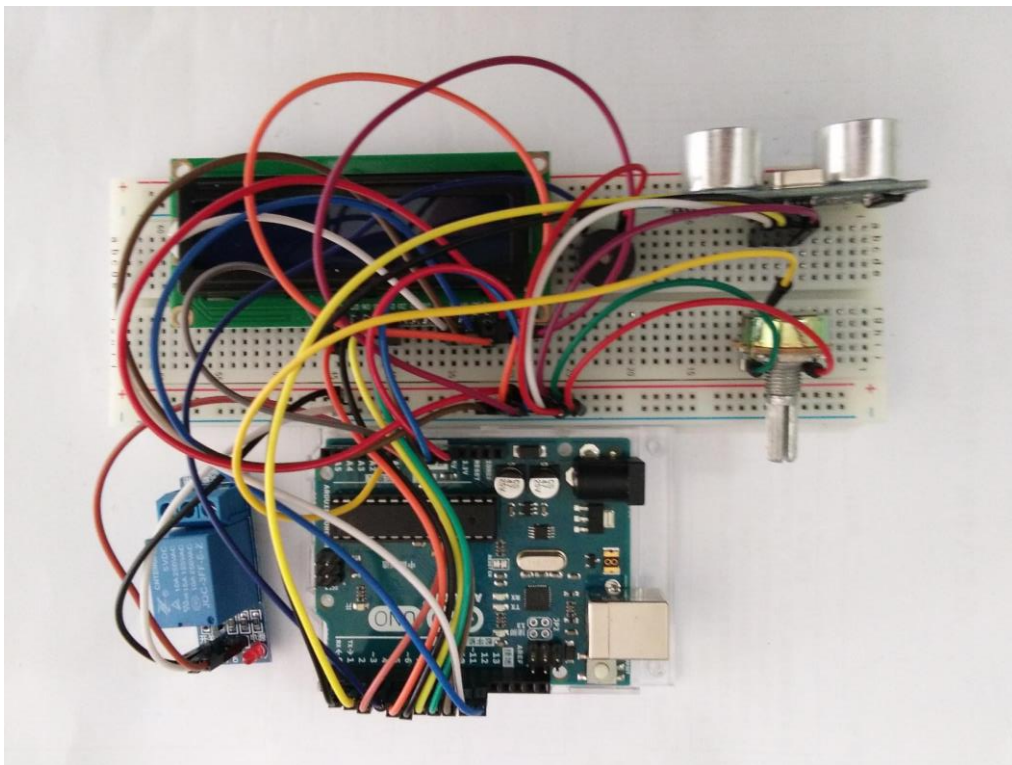
2-----超声波传感器 trig 脚	3-----超声波传感器 echo 脚
4-----继电器 IN	5-----蜂鸣器正极
6-----1602LCD A 脚	7,8,9,10-----1602LCD D7 D6 D5 D4
11-----1602LCD RS	12-----1602LCD E
A0-----可调变阻器中间脚	

5.2 实验原理

系统上电，定义引脚，完成系统和液晶屏定义及初始化操作，通过主机 2 脚发出信号，触发超声波传感器测距工作，并通过主机 3 脚接受超声波传感器高电平时间，计算距离并

测量可调变阻器电压值存入变量*与测量距离相比较，若小于便触发报警电路，如果小于报警值下 20 个单位，便触发继电器使电路强制断开。其中，1602 液晶屏将一直显示距离及其报警距离。实现本系统的功能。

5.3 实物展示



6 结论

本课题设计的是基于 ARDUINO 的超声波倒车测距防撞系统，采用软硬件结合的设计方法，实现了预期的设计要求和功能需求，能够准确稳定的采集距离数值，并能够将采集的传感器数值进行实时显示；系统根据所测得传感器数值能够进行自动报警与指示，通过多次软硬件联调完成本次设计，达到了预期的效果。