

超声波近距离报警装置设计

惠延波 李永超 王 莉 牛群峰 吴 英

(河南工业大学 电气工程学院 郑州 450001)

摘要: 伴随着经济的发展和人们生活节奏的加快,我国汽车保有量逐年攀升,随之而来的就是逐年增加的交通事故。为了避免交通事故的发生,设计了一种超声波近距离报警装置。整个系统以TI公司的16位微控制器MSP430G2553为核心,以74LS04和MAX232串联组成超声波发射电路,以CX20106A为核心构成了超声波接收电路。该装置的量程为17 cm~8 m,精确可靠,不仅可以用于汽车防撞,还可以用到诸如起重机吊臂,盲人导盲仪等防撞设备中,为我们的人身安全提供保障。

关键词: MSP430G2553;CX20106A;超声波测距;防撞

中图分类号: TH122 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.3040

The design of ultrasonic proximity alarm device

Hui Yanbo Li Yongchao Wang Li Niu Qunfeng Wu Ying

(College of electrical engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: With the development of economy and the speeding up of our life, the number of cars in China is increasing year by year, which followed by the traffic accidents. In order to avoid the occurrence of traffic accidents, an ultrasonic proximity alarm device was designed in this paper. This system take MSP430G2553, a 16 bit controller of TI, as the controller. The ultrasonic transmitting circuit was formed by 74LS04 and MAX232. CX20106A was the core component of the ultrasonic receiving circuit. The measuring range of this device was between 17 cm~8 m, which is accurate and reliable. This system could be used on not only cars, but also the crane arm and guide apparatus, which can guarantee our safety.

Keywords: MSP430G2553; CX20106A; ultrasonic ranging; crashproof

1 引言

超声波以其指向性强的特点在距离测量中得到广泛应用,常见的应用有倒车雷达、物位计和液位计^[1]等。超声波测距的精确性使得它可以应用到防撞装置中,倒车雷达就是成功的证明。然而,大多数的倒车雷达报警距离不可以设定、测量距离短,不能满足不同的驾驶者的安全需求。

本文设计的超声波近距离防撞装置报警距离可设定,测量距离达到8 m。该防撞装置不仅可以应用到汽车防撞系统中,还可以安装在大型机械吊臂、导盲设备、机器人避障^[2]等控制系统中,为人身安全提供一份保障。

2 超声波测距原理

超声波测距原理如图1所示,超声波遇到体积较大的物体阻挡时会发生反射,通过超声波发射到接收的时间差可计算出障碍物的距离。计算公式如式(1)所示。式(1)中

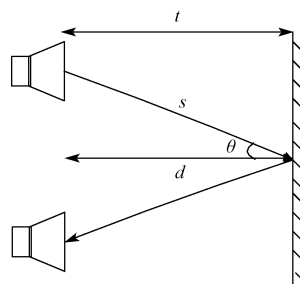


图1 超声波测距原理图

Δt 为超声波往返的飞行时间, v 为超声波的速度, θ 为飞行路线与两个超声波探头中线的夹角。当两个超声波探头的距离足够近, θ 角可忽略^[3],在计算中可以通过一定的修正方法进行替代。

$$d = \frac{\Delta t * v}{2} \cos\theta \quad (1)$$

超声波测距有一定的盲区,即最小测量距离。由于超声波发射以后会通过线路返回一次回波序列^[4],这个序列不是通过障碍物返回的序列,为无用序列。从发射到收到无用序列之间也需要时间,用这个时间计算出来的距离为测距盲区。

3 系统整体设计

系统整体设计如图2所示,整个系统主要包括控制器、超声波收发模块、显示、存储、按键、报警等部分。本系统控制器采用TI公司的MSP430微控制器,它在仪器仪表中的使用相当广泛,具有控制可靠性高、功耗低等特点^[5]。MSP430内部集成温度传感器,用于超声波速度修正。超声波发射模块采用MAX232和74LS04串联构成大功率发射电路,接收模块采用CX20106A,这两部分是整个系统中最重要的一部分,发射和接收任意一个出现问题,整个系统就无法工作。报警采用的是蜂鸣器,当障碍物距离小于设定

距离时系统开始报警,当大于设定距离的时候不会有任何动作。显示模块采用OLED液晶显示,体积小、功耗低^[6],当距离在测量范围内时显示距离,超出距离后显示安全。

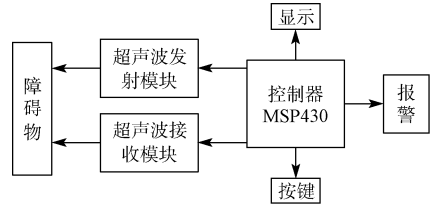


图2 系统整体框图

4 硬件电路设计

硬件电路关键部分包括控制器模块,超声波发射模块,超声波接收模块,报警模块。关键电路如图3所示。

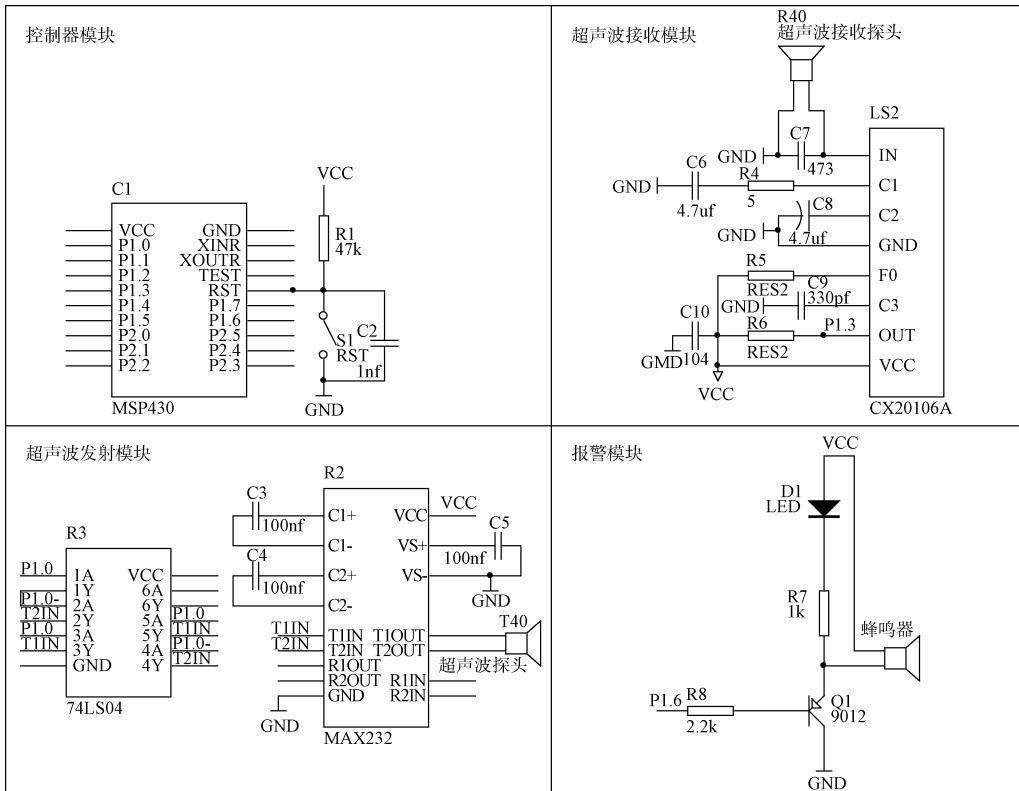


图3 关键电路图

超声波近距防撞装置采用TI公司16位的MSP430G2553微控制器,MSP430微控制器以其低功耗、高稳定性和高处理速度,广泛的应用在仪器仪表、汽车电子等领域。MSP430微控制器内部集成了时钟发生器,这样就不用再外部设置晶振电路,可以避免外部电路设计对时钟精度的影响。在进行微控制器的开发设计时最基础的就是最小系统的设计,而MSP430微控制器的最小系统

只需要设计复位电路就行了。电路中R1和C2构成了上电复位电路,电容在上电瞬间导通,从而使系统复位。电容充电后RST变为高电平,系统正常工作。S1是复位按键,当按下S1同样可以使系统复位。

超声波选取超声波频率为40kHz^[7],在这个频率下测距精度较高。超声波发射探头采用TCT40-16,接收探头采用RCT40-16。MSP430的P1.0端口输出40kHz方波,

经过反相器 HD74LS04 和 MAX232 驱动超声波探头。74LS04 是 6 路集成反相器,输出电压高达 6 V,当输入大于 2 V 时被认为是高电平,和 MSP430 电压匹配。MAX232 芯片是美信(MAXIM)公司专为 RS-232 标准串口设计的单电源电平转换芯片,使用+5 V 单电源供电^[8]。片载电荷泵具有升压、电压极性反转能力,能够产生高达+12 V 和-12 V 电压,输出数据电平也为 12 V。信号经两反相器送到 MAX232 驱动器,然后由 MAX232 输出到超声波换能器的两极,以推挽的形式提高超声波的发射强度,从而扩大测量范围。

CX20106A 是一款专用检波芯片^[9],通过改变电路中 F0 引脚外接电阻值 R5 值可以改变检波频率。R5 阻值越大,检波频率越低,电路中取 $R=220\text{ k}\Omega$,则检波频率约为 38 kHz,与该系统中选取的 40 kHz 较为接近,可以检测到超声波信号。R4 和 C6 构成 RC 串联网络,决定前置放大器的增益和频率特性,接收电路中取 R4 取 $4.7\ \Omega$,C6 取 $4.7\ \mu\text{F}$ ^[10]。当 CX20106A 接收到 40 kHz 的信号时,会在 OUT 引脚产生一个低电平下降脉沿,MSP430 通过 P1.3 引脚捕捉该下降沿,从而获得超声波飞行时间。

5 软件设计

超声波近距防撞装置软件设计主要包括外设初始化,超声波发射函数,定时器中断和报警函数。外设初始化主要包括定时器参数设置,显示、报警距离初始化等。

超声波发射函数完成 P1.0 引脚输出 40 kHz 方波的同时开启定时器。定时器在超声波发射的同时开始计时,为避免在未收到回波之前重复发送超声波,程序中设置一个标志位。标志位在发射超声波之前是 0,发射之后变为 1。超过一定的时间后没有接收到超声波,程序重新启动发射超声波程序并重新开始计时。定时器在计数到 65535 以后进入溢出中断,这个时间可以让超声波往返飞行 22 m 左右,程序以溢出标志位为判断是否重新发射超声波的标准,一旦进入溢出中断以后,将标志位置 1,主循环中判断这个标志位决定是否重新发送脉冲。

接收到返回的信号将会进入外部中断处理程序,在程序中判断是不是有用的信号,由于超声波发射时有余波,所以要排除干扰,就设置了 1 ms 的盲区,也就是最小测量范围不能小于 17 cm。如果是有用信号的话就关闭外部中断,并且停止定时器,读取主计数器的值,并置位接收成功标志位。主程序判断接收成功标志位为 1 以后,测量温度从而对当前超声波速度进行修正。获得超声波速度及飞行时间以后计算出超障碍物的距离,然后在显示屏显示当前距离,并判断距离是否小于设定距离,如果小于设定距离则调用报警程序。

6 实验结果

本文设计近距防撞装置对正前方不同距离的物体进

行测量,每个距离取五个测量数值,结果如表 1 所示。在 17~800 cm 之间,测量误差在 2% 以内。防撞距离最大可以设置到 8 m,可以满足汽车等防撞需求。

表 1 测量结果

真实值/ cm	测量值/cm				
	1	2	3	4	5
20	20.11	20.07	20.09	20.07	20.12
100	100.78	100.83	100.98	101.29	101.26
200	201.51	201.39	201.14	201.43	201.59
400	402.83	403.41	402.57	402.98	402.42
800	806.66	804.57	809.98	807.31	809.84

7 总 结

本文设计了一种超声波近距报警装置,详细介绍了系统硬件构成和软件流程,研究了超声波测距原理和数据处理方法获得更高的测量精度。实现了 17 cm~8 m 之间距离的精确测量,以及可灵活设定、可靠的近距离报警。该防撞装置可以用到很多防撞设备中,为人身安全提供保障。

参考文献

- [1] 李戈,孟祥杰,王晓华,等. 国内超声波测距研究应用现状[J]. 测绘科学,2011,36(4):60-62.
- [2] 华蕊,郝永平,杨芳. 超声波定位系统的设计[J]. 国外电子测量技术,2009,28(6):65-67.
- [3] 李飞,曹峰,高一栋. 汽车防撞雷达报警算法[J]. 现代雷达,2013,35(12):31-37.
- [4] 张海鹰,高艳丽. 超声波测距技术研究[J]. 仪表技术,2011(9):58-60.
- [5] 沈二波,陈彬. 基于超声波倒车雷达防撞系统设计[J]. 电脑与信息技术,2011,19(2):27-29.
- [6] 赵海鸣,卜英勇,王纪婵. 一种高精度超声波测距系统的研制[J]. 矿业研究与开发,2006,26(3):62-65.
- [7] 沈燕,高晓蓉,孙增友,等. 基于单片机的超声波测距仪设计[J]. 现代电子技术,2012,35(7):126-129.
- [8] 汪磊,周力,孙浩. 基于 ARM+DSP 的汽车防追尾控制系统的研究[J]. 井冈山大学学报:自然科学版,2015,36(1):77-80.
- [9] 仇成群,胡天云. 基于超声波的汽车防撞报警系统的设计[J]. 制造业自动化,2009,31(4):75-77.
- [10] 孙浩,周力,邱意敏. 汽车智能防追尾控制系统设计[J]. 西华大学学报:自然科学版,2013,32(6):68-72.

作者简介

惠延波,1964 年出生,河南工业大学博士研究生导师,主要研究方向为快速成型与制造技术、逆向工程、生物制造技术、数字化设计与制造、现代测试测量技术、数控技术及装备等。

E-mail:myliyongchao@126.com