

基于 TI 16 位 MCU 的新型倒车雷达设计

随着人们对汽车辅助驾驶系统智能化要求的提高和汽车电子系统的网络化发展,新型的倒车雷达应能够连续测距并显示障碍物距离,并具有通信功能,能够把数据发送到汽车总线上去。以往的倒车雷达设计使用的元器件较多,功能也较简单。本文介绍的基于新型高性能超低功耗单片机 MSP430F2274 的倒车雷达可以弥补以往产品的不足。

系统总体设计

系统采用超声波测距原理。超声波测距仪器一般由发射器、接收器和信号处理器三部分组成。工作时,超声波发射器发出超声波脉冲,超声波接收器接收遇到障碍物反射回来的反射波,准确测量超声波从发射到遇到障碍物反射返回的时间,根据超声波的传播速度,可以计算出障碍物距离。作为一种非接触式的检测方式,超声波具有空气传播衰减小、反射能力和穿透性强的特点。超声波测距具有在近距离范围内有不受光线和雨雪雾的影响、结构简单、制作方便和成本低等优点。高性能的单片机结合超声波测距,可以实现功能强大、使用方便的倒车雷达。TI 公司的 16 位单片机 MSP430F2274 功耗极低,片上资源丰富,同时利用 JTAG 接口技术,可以对片上闪存方便的编程,便于软件的升级,非常适合作为倒车雷达系统的微控制器。倒车雷达系统的框图如图 1 所示。



图 1: 倒车雷达系统框图。

硬件系统设计

系统以 MSP430F2274 微控制器为核心，外围电路由超声波发射电路、超声波接收电路、声光报警电路、通信接口电路、键盘液晶显示电路五部分组成，下面逐一介绍。

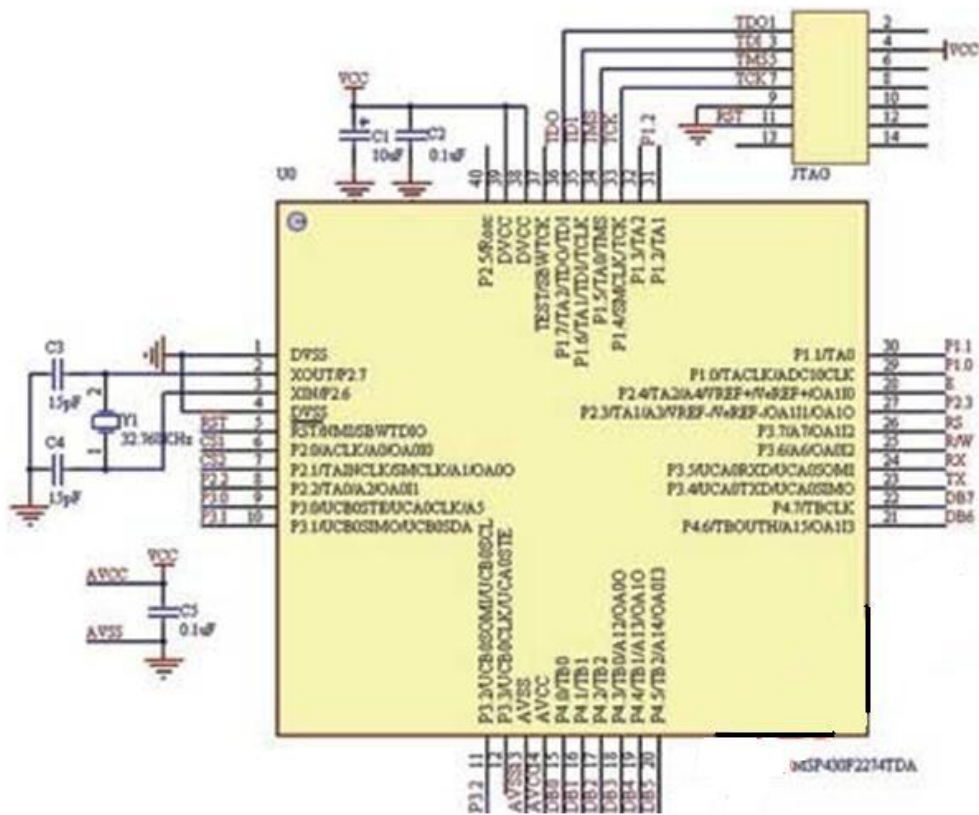


图2：倒车雷达系统主控电路图。

系统的主控电路图如图 2 所示。本系统中选用的 MSP430F2274 片内有 32Kb 闪存和 1Kb RAM，因此无须外扩存储器。外接的 32.768kHz 晶振作为 CPU 关闭状态 Basic-Timer 的时钟源，同时也作为系统的车载时钟使用。

超声波发送模块电路如图 3 所示，由超声波产生和发射两部分组成。超声波的产生方法有两种：硬件发生法和软件发生法。常用的硬件发生法常采用如下方案：超声波由 CD4011 构成的振荡器振荡产生，经升压变换推动超声波换能器而发射出去，振荡器的起振和停振由单片机来控制。本设计采用软件发生法，因为通过软件发生法既可以减少硬件的复杂程度，降低系统的成本，又具有灵活性强、容易实现、稳定性好的优点。本系统利用 MSP430F2274 单片机的定时器功能来产生稳定的 PWM(40Hz)脉冲波，并通过 I/O 端口 P2.3 输出到超声波发射部分。在超声波发射电路中 CD4049 一共包括了 6 个非门，图 3 中线路仅使用了 3 个，为了防止干扰或被静电击穿导致整个 CD4049 损坏，把没有使用的那一侧的 3 个非门串起来做接地处理。当控制端输出一系列固定频率脉冲时，在压电陶瓷型超声波发射换能器 UCM-40-T 上就固定频率的加正电压和反电压，发出大功率的超声波，所得到的波形比其他方式效果更理想。

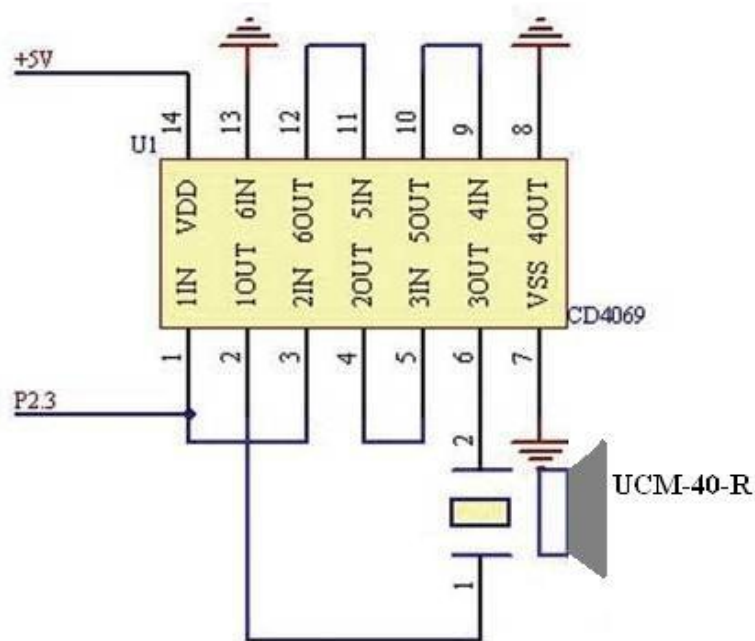


图 3: 倒车雷达超声波发送模块。

超声波接收电路如图 4 所示。这是本系统设计和调试的一个难点。压电陶瓷型超声波接收器 UCM-40-R 接收反射的超声波转换为 40kHz 毫伏级的电压信号，需要经过放大、处理，才能用于触发单片机中断。一方面传感器输出信号微弱，由于反射条件不同，需要放大倍数的范围大约是 100~5000，另一方面传感器输出阻抗较大，需要高输入阻抗的多级放大电路，而高输入阻抗容易接收干扰信号。通常采用两种方案：一是采用运算放大器组成多级选频放大电路；二是采用专用的集成前置放大器。第一种方案容易产生自激振荡，要使接收电路达到很好灵敏度和抗干扰效果，电路的调试是较困难的。本系统采用专用的集成电路前置放大器 CX20106，它由前置放大器、限幅放大器、带通滤波器、检波器、积分器、整形电路组成。其中前置放大器具有自动增益控制功能，可以保证在超声波传感器接收较远反射信号输出微弱电压时放大器有较高的增益，在近距离输入信号强时放大器不会过载。调节芯片引脚 5 的外接电阻 R3，将它的滤波器的中心频率设置在 40kHz，达到了很好的效果。当接收到与滤波器中心频率相符的信号时，其输出引脚 7 输出一个低电平，而输出引脚 7 直接接到 MSP430F2274 的 P2.2 上，以触发中断。

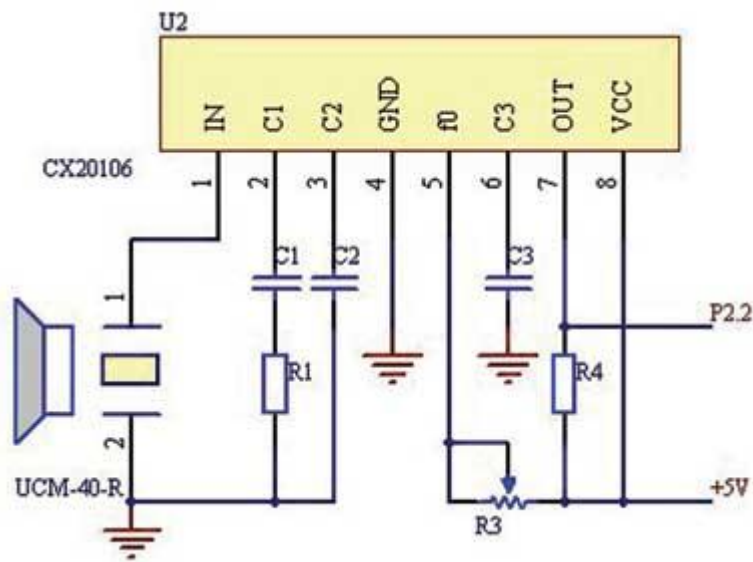


图 4: 倒车雷达超声波接收模块。

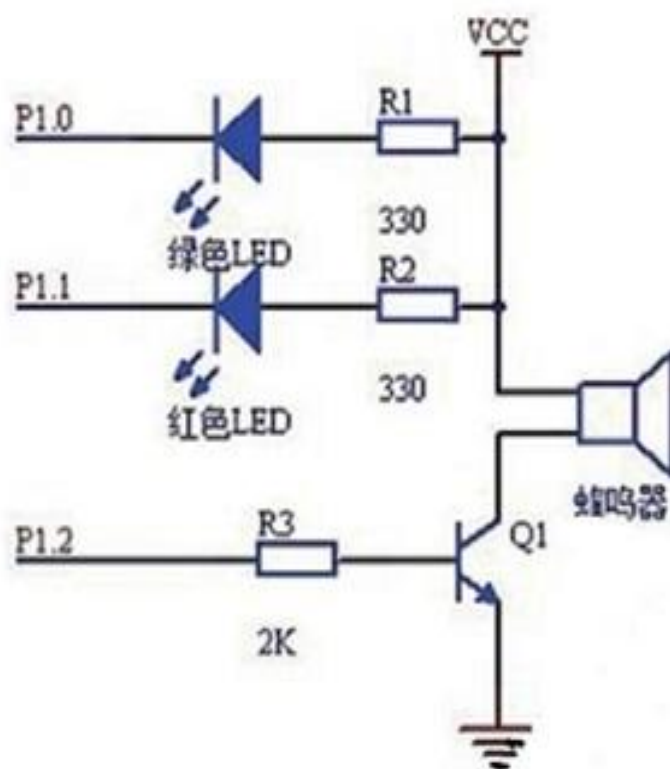


图 5: 倒车雷达声光报警电路图。

报警模块采用简单的声光报警电路，如图 5 所示。先设定一个临界值，当车尾与障碍物的距离小于设定的最小距离时，红色指示灯闪亮，绿色指示灯熄灭。单片机向其端口发出 PWM 脉冲，随着距离的减小，通过控制 PWM 脉冲的占空比使闪光和蜂鸣的频率加剧，以此来提示驾驶员。

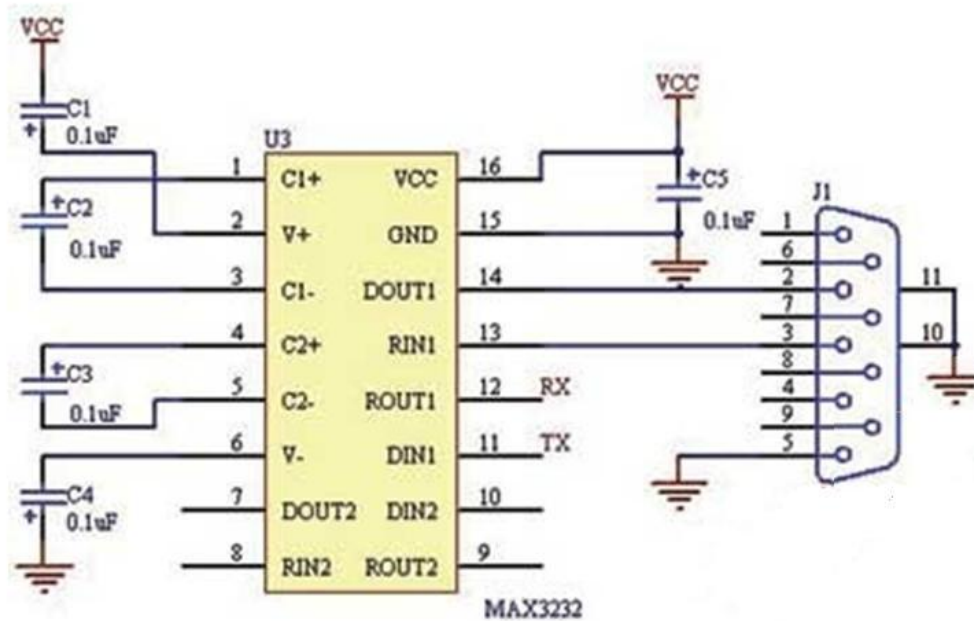


图 6: 倒车雷达通信接口电路图。

通信接口电路如图 6 所示。采用美信的 MAX3232 芯片，外围电路非常简单，只需要 5 个 $0.1\mu\text{F}$ 的电容器。该电路把单片机串口输出信号隔离变换成 RS-232 信号发送到汽车总线上，同时还可以实现该系统与计算机的通信。

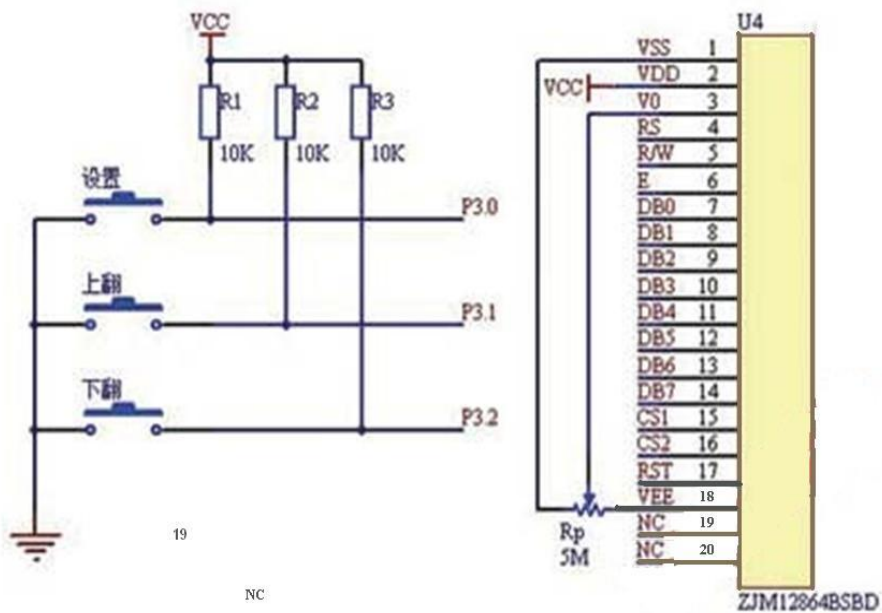


图 7：倒车雷达键盘显示电路图。

键盘和显示电路如图 7 所示，由键盘和液晶显示两部分组成。其中键盘采用独立式按键，有 3 个按键，一个设置键、一个上翻键、一个下翻键。可以进行报警值、工作方式、时钟等各个参数的设置。液晶显示电路采用 ZJM12864BSBD 这款低功耗的点阵图形式 LCD，显示格式为 128 点(列) \times 64 点(行)，具有多功能指令，容易使用，可实时的显示时钟、距离和报警提示信息，方便直观。

系统软件设计

软件采用模块化设计，程序由主程序、测距子程序和键盘显示子程序、时钟显示子程序等多个模块组成，调试过程中对其中每个功能模块和子程序逐一调试，在每个子程序都完成指定的功能后，再进行综合调试。系统的软件流程如图 8 所示。

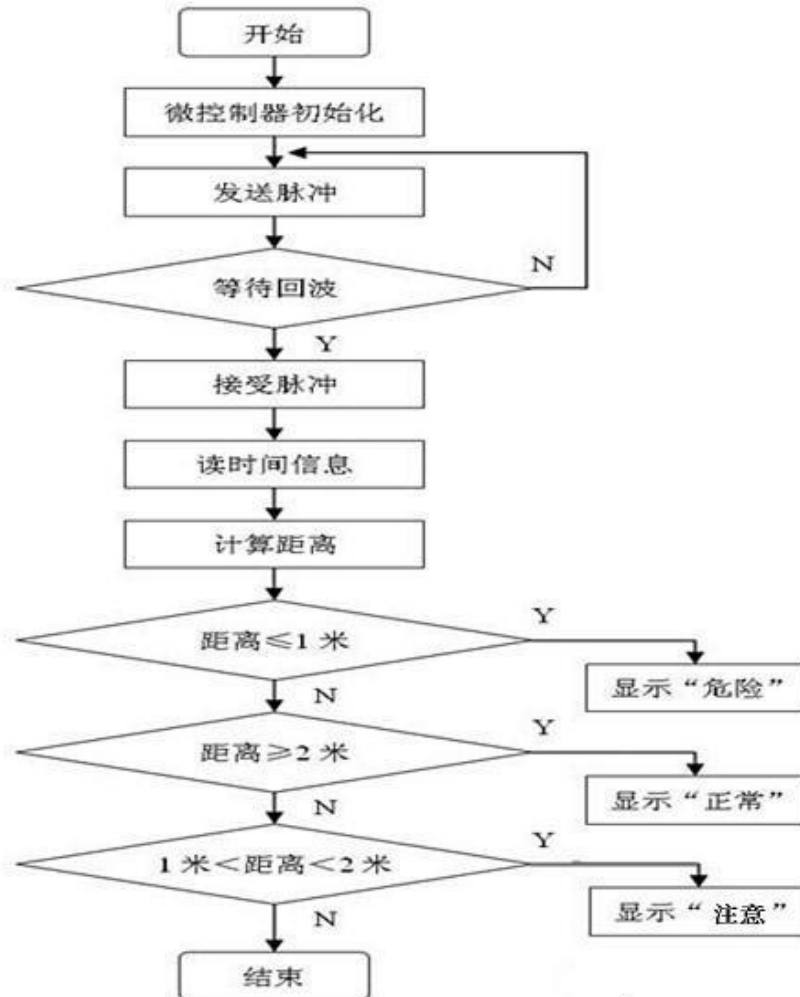


图 8: 系统软件流程图。

超声波发射电路发出超声波的同时计数器开始计数，当遇到障碍物反馈信号到超声波接收器接收，经 CX20106 接收电路处理后，产生一个低脉冲，该信号传送给单片机产生中断，调用测距子程序，计算出测量距离，调用显示子程序，根据不同的测量数值在液晶上显示距离和报警。当距离大于 2m，显示“安全”和测量距离，继续测量；当距离小于 1m 时，显示“危险”

和测量距离，由 P1.2 位驱动蜂鸣器报警；当距离小于 2m 且大于 1m 时，显示“注意”和测量距离。为增强抗干扰能力，系统连续发射超声波测量三次，从中剔除最大最小值，取中间值计算出精确的距离。这样每秒可测约三个数据，仍然可以满足实时性要求。

本文小结

该倒车雷达采用了高性能的 MSP430F2274 单片机，并充分利用了其片上资源使得系统功能丰富，使用的外围芯片减少，系统可靠性得到提高。该倒车雷达应用于汽车中，当驾驶员倒车时，从液晶显示屏上一目了然便知道障碍物离车的距离，克服了后视镜小，视野窄的缺点，消除了倒车造成的事故隐患。