

摘 要

随着科技的不断发展，今天我们的生活越来越智能化。而农业是一个重要的产业，现在农业上也存在许多不方便的地方，尤其是鸟类对农作物的侵害，人们无法随时随地的进行看管。现设计一款应用于农业上的声光驱鸟系统，可以满足在无人情况下完成对鸟类的驱赶，其借助播放肉食鸟类的声音驱赶危害农田的鸟类，同时不会伤害野生动物。使用太阳能充电方便于农业场景下的使用。

本系统用STM32单片机作为主控制器，采用微波感应雷达实现感应飞鸟，通过IIS接口采用PCM1770芯片实现DAC音频转换，通过3W大功率功放放大声音，采用3.7V锂电池存储电力，采用5W高效太阳能电池为系统发电，采用1W大功率LED提供光源，采用HX1838红外通信接收头接收控制指令。该系统检测到鸟类移动，会播放肉食鸟类声音，LED灯会闪光，从而达到驱鸟的效果。

关键词：红外通信；STM32单片机；微波感应雷达

ABSTRACT

With the continuous development of science and technology, today our life is more and more intelligent. And agriculture is an important industry, now there are many inconvenient places in agriculture, especially the invasion of crops by birds, people can not take care of anytime and anywhere. Is designed for the application of agricultural sound and light drive bird system, can meet the situation in no one to complete the drive of birds, with the help of playing the sound of meat birds to drive away harmful farmland birds, while not harming wildlife. The use of solar energy facilitates the use of agricultural scenarios.

The system uses STM 32 MCU as the main controller, microwave induction radar to realize the induction of birds, through IIS interface using PCM 1770 chip to achieve DAC audio conversion, through 3W high-power amplifier to amplify sound, using 3.7V lithium battery to store power. 5W high efficiency solar cell is used to generate power for the system, 1W high power LED is used to provide light source, and HX 1838 infrared communication receiver is used to receive control instructions. The system detects the movement of birds, will play the sound of meat-eating birds, LED lights will flash, so as to achieve the effect of driving birds.

Key words: infrared communication; STM 32 MCU; microwave induction radar

目 录

1 绪论.....	1
1.1 研究目的和意义.....	1
1.2 国内外研究状况.....	1
1.3 主要研究内容.....	2
2 系统方案与选材.....	3
2.1 系统工作原理.....	3
2.2 元器件选型.....	3
2.2.1 主控选型.....	3
2.2.2 雷达选型.....	4
2.2.3 红外信号选型.....	4
2.3 本章小结.....	5
3 硬件设计.....	6
3.1 系统硬件结构.....	6
3.1.1 主处理器性能介绍.....	6
3.1.2 微博雷达传感器性能介绍.....	7
3.2 各电路模块设计.....	7
3.2.1 主控制电路设计.....	7
3.2.2 电源电路设计.....	8
3.2.3 音频电路设计.....	9
3.2.4 红外通信电路设计.....	9
3.2.5 LED 灯电路设计.....	10
3.2.6 微波感应雷达电路设计.....	11

3.2.7 时钟电路.....	11
-----------------	----

3.2.8 复位电路.....	12
4 程序设计.....	13
4.1 编译与调试环境.....	13
4.2 系统程序结构.....	13
4.3 系统程序详细设计.....	13
4.3.1 主程序设计.....	13
4.3.2 设备初始化程序.....	13
4.3.3 微波感应监测程序.....	13
4.3.4 音频播放程序.....	15
4.3.5 红外通信与控制程序.....	16
4.3.6 系统模式运行程序.....	17
4.4 本章小结.....	22
5 调试与总结.....	23
5.1 软件调试.....	23
5.2 焊接完后的实物图.....	24
5.3 整体调试.....	24
6 总结.....	26
参考文献.....	27
致谢.....	28

1 绪论

1.1 研究目的和意义

当今世界经济飞速发展，人民生活水平日益的提高，人们对瓜果蔬菜类农作物的需求日益增加，各类菜园果园也日益增加。在现实生活中，鸟类对果园里的水果危害巨大。针对鸟类对瓜果类农作物的危害，人们又无法随时随地的进行看管。现今科学技术不断发展，人们也对农作物环境的要求更高了，人们希望农作物的生长环境安全，但时间上和精力上无法完成，所以人们的这个诉求无法得到实现，从而使人们的烦恼无法解决，因此急需设计一款体积较小，性能很稳定的驱鸟系统，来解决人们的一系列问题，让农作物更好的生长以此来提高农民的收入。现设计一款应用于农业上的声光驱鸟系统，可以满足在无人情况下完成对鸟类的驱赶，其借助播放肉食鸟类的声音和发出光源从而达到驱赶危害农田的鸟类的效果，同时不会伤害野生动物。采用太阳能便于农业场景的使用。

1.2 国内外研究状况

国外水果种植面积大，种类多，大部分都是大面积种植，面临的驱鸟任务严峻，特别是农场主的果园。这间接导致鸟类的泛滥。这是因为无法有效的驱除鸟类。为了缓解上述问题，国外研究出风动式驱鸟器，激光驱鸟器等。全球的驱鸟器生产厂家有很多，当今世界欧洲是全球最大的驱鸟器贸易市场，占比大约 50%。

国内，2020 年，杨敏在《基于微波探测的果园智能声光驱鸟器的设计及制作》文中谈到可使用微波移动物体探测器作为探测鸟类的装置，运行程序控制器检测并处理微波移动物体探测器的输出信号，控制 MP3 语音解码器播放存储在 TF 卡中的驱鸟音乐，通过功率放大器放大后经扬声器输出，使鸟类感到害怕，把鸟类赶走。同一时间，程序控制器控制继电器驱动 LED 灯光爆闪器工作，利用闪光加强驱鸟的效果。

2020 年，李成，王再在《一种太阳能驱动电磁感应式驱鸟器》谈到现在常用的驱鸟器多是以风能作为动力的风车式驱鸟器，其通过风碗驱动驱鸟器快速旋转。但是该种驱鸟器有一个显著的缺点，就是在天气晴朗无风或微风时，是鸟类筑巢的好时候，而此时的风力反而不足以驱动驱鸟器转动，不能达到驱鸟效果。此外，驱鸟器长时间不转动就会出现部分配件锈蚀现象，时间一长，摩擦力增加，最终导致驱鸟器彻底无法转动，从而失去驱鸟功能。为避开传统风车式驱鸟器上述不足，现介绍一种创新设计的太阳能驱动电磁感应式驱鸟器。

2022 年，张国清，夏宁在《太阳能仿生学驱鸟器研制与应用》谈到

随着光伏发电日新月异发展，利用空闲地带或山区地带建立太阳能光伏发电场，安装一排排的太阳能电池板，利用太阳能发电，既解决了电源，又有利于环保。但是，在实际应用中，经常有鸟类在太阳能电池板上逗留，造成太阳能电池板损坏，而且鸟类粪便还会对太阳能电池板造成腐蚀，影响太阳能电池板正常发电效率。针对此类问题，我地研制了一种太阳能仿生驱鸟器来防止鸟类在太阳能电池板上逗留，以解决鸟类在设备长时间停留造成太阳能电池板发电效率降低等问题。

1.3 主要研究内容

本课题计划设计一种基于 STM32 单片机的农业声光驱鸟系统，这个系统借助播放肉食动物的声音，实现驱赶危害农田的鸟类，同时又确保了不会伤害到野生动物，系统配备有两个大功率的 LED 配合工作，借助微波感应雷达实现监测鸟类，采用红外通信实现遥控开关，供电方面系统采用锂电池存储电力，采用太阳能电池发电便于农业场景的使用。

2 系统设计方案与选材

2.1 系统工作原理

本课题计划设计的基于 STM32 单片机的农业声光驱鸟系统，该系统采用红外通信实现遥控开关，供电方面系统采用锂电池存储电力，采用太阳能电池发电，借助微波感应雷达实现监测鸟类，当监测到鸟类移动时，LED 灯会闪烁，通过 IIS 接口采用 PCM1770 芯片实现 DAC 音频转换，通过 3W 大功率功放放大声音，播放肉食鸟类的声音从而达到驱赶鸟类的效果。系统结构图如图：

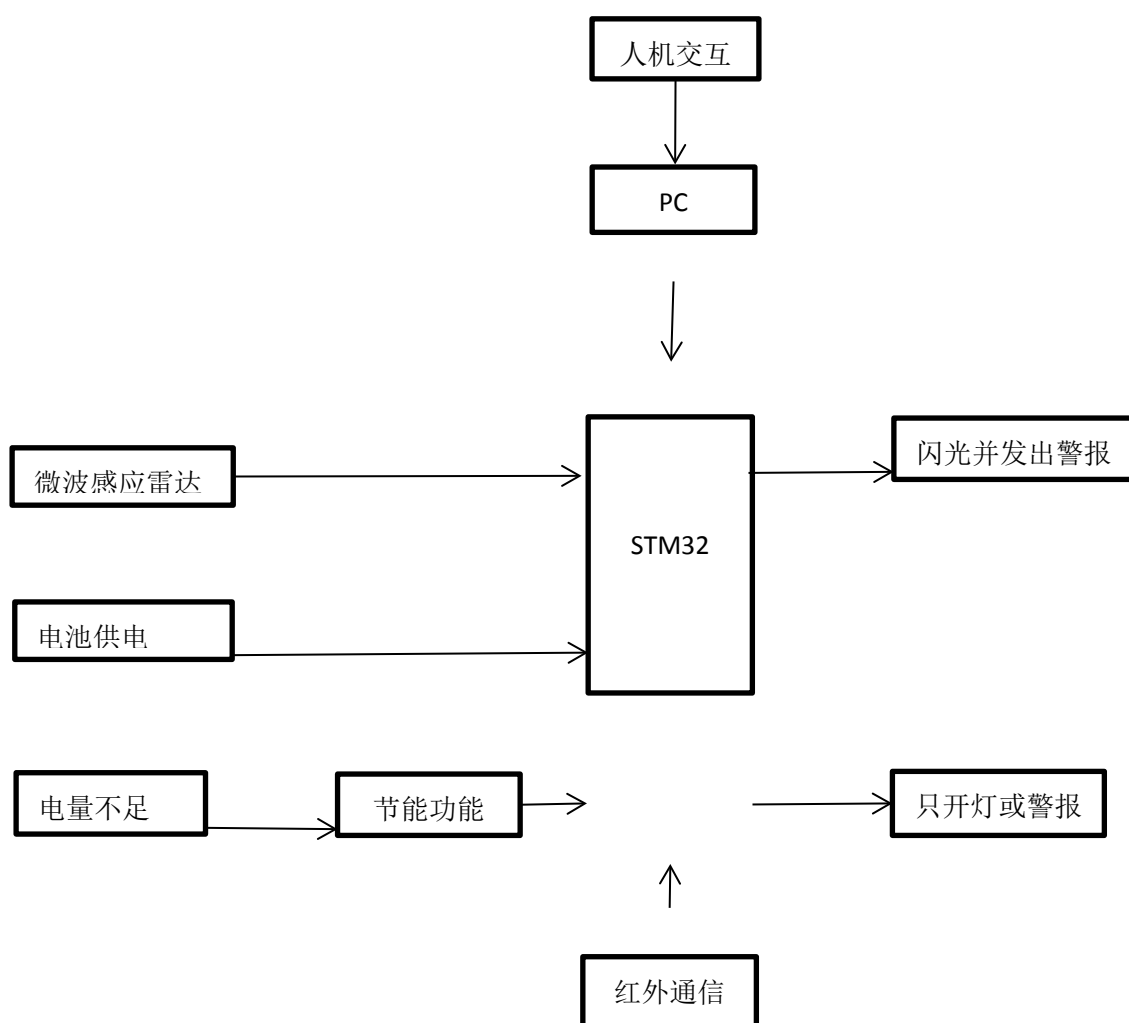


图 2-1 系统结构图

2.2 元器件选型

2.2.1 主控选型

单片机通过串口与上位机相连，上位机与单片机之间的通信是通过串口进行的。上位机通过串口接收到单片机发送的数据后，通过上位机的显示模块显示，同时也可以控制步进电机来控制驱鸟灯发出各种不同的声音。

单片机选择的方案有两种：STM32 系列单片机，51 系列单片机两种
方案一

STM32 优点:拥有丰富的外设接口，具有较强的数据处理能力。

内置完善的传感器模块，使其具备了极强的环境感知能力和抗干扰能力。

采用高度集成的硬件电路，充分利用 MCU 内部资源，提高了系统的可靠性。

STM32 有很强的计算能力，在进行复杂算法时，能够充分利用芯片内存储空间和片外 RAM。

具有很强的抗干扰能力，保证系统在受到外界干扰时仍然能正常工作。

拥有丰富的外设接口，包括数据传输接口、串行存储接口、USB 接口、10 位 ADC 接口、3 个 8 位 AD 接口以及 UART 串口等。

STM32 采用精简指令集设计，使其具有低功耗、体积小等特点。

方案二：

51 单片机优点：工作频率高（一般为 80 MHz）、成本低、体积小、可靠性高、价格便宜，功能比较强大，在计算机控制系统中得到广泛应用；设计灵活，编程简单、开发周期短。

缺点：最大的缺点是，在某些条件下不能工作在大电流的工作状态下。对于电压不是很稳定的系统，也就是经常会出现断续工作的情况。

经过对两种单片机的性能的对比，STM32 单片机比 51 单片机更合适，内存大，性能好，功耗低，保护能力强。所以，STM32 单片机更适合做本次设计主控的。

2.2.2 雷达选型

方案一：

微波感应雷达：微波雷达传感器模块具有发射功率低、响应时间短、抗电磁干扰能力强等优点。

方案二：

5.8G 雷达传感技术具有精度高、响应速度快、功耗低等特点，能够满足对鸟类监测的需要。但是，5.8G 雷达技术在实际应用中还存在一些问题 5.8G 雷达信号极易受到周围环境影响，无法实现对近距离目标的监测；5.8G 雷达系统的数据处理和信息反馈也较为复杂，不能满足自动化控制系统的需求。

综上对两种雷达的比较，微波感应雷达的更适合本课题。

2.2.3 红外信号选型

红外线方式的最大优点：

1. 是不会伤害鸟类；
2. 对鸟类没有直接的物理伤害；
3. 可以远距离照射到鸟类；
4. 对人体没有危害；
5. 可以穿透鸟类的羽毛，不会被鸟类发现。

超声波传感器：对物体的颜色不敏感，但可进行距离检测，缺点是精度低，价格高。

综上所述选用红外信号传感器。

2.3 本章小结

本章介绍了声光驱鸟系统的工作原理和设计方案。以及对元器件的选择，元器件的特点，并对主控系统选择的类型进行了商议，最终决定用 STM32 单片机为主控芯片，同时选用微波感应雷达和红外信号传递接收信号。

3 硬件设计

3.1 系统硬件结构

系统硬件由主控，红外通信，微波感应雷达，QX2303L50F 升压芯片，PCM1770PWR 音频芯片，功率放大器模块，大功率 LED 灯，太阳能电池，电量采集电路等组成。

硬件原理图如下图 3-1 所示：

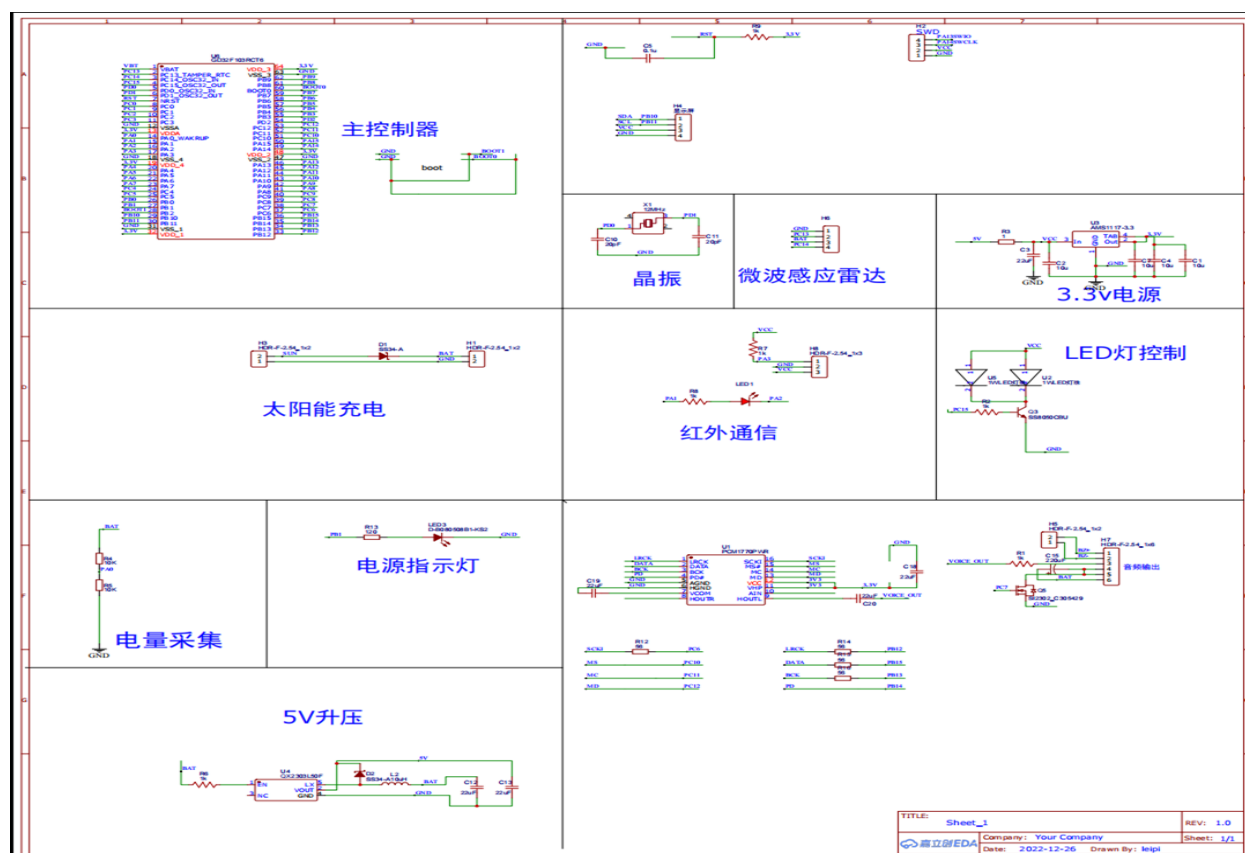


图 3-1 总原理图

整个硬件电路的功能包括：STM32单片机作为主控制器，驱动微波感应雷达实现感应周围是否有鸟类，并通过驱动PCM1770芯片实现DAC音频转换输出驱散鸟类的音频信号，通过3W大功率功放放大声音音量，主控制器可以通过HX1838红外通信接收头接收控制指令。并且需要具备功耗低的特点。

3.1.1 主处理器性能简介

除了新功能和外围接口增强外，STM32 interconnect 系列还提供了与其他 STM32 微控制器规格相似的接口。这种外围设备的共性增加了整个产品系列的应用程序灵活性，并允许开发人员跨多个项目重用相同的软件。新的 STM32 外设包括 10 个定时器、两个 12 位 1 Msample/s A/d 转换器（2 Msample/s 交织）、两个 12 位 a/d 转换器、两个 I2C 接口、5 个 USARTs. 接口和 3 个 SPI 端口。新的外设还有 12 个 DMA 通道和一个 CRC 运算单元。像其他 STM32 微控制器，它支持 96 位唯一识别码。新系列单片机还继承了 STM32 产品系列的两大优点：低电压和节能。工作电压范围 2.0V 至 3.6V 兼容主流电池技术，如锂离子电池和镍氢电池。此外，在包装上有一个特殊的 Vbat 引脚电池操作。运行代码从闪光灯在 72MHz 只消耗 27mA。有四种掉电模式，减少电流吸引到 2 微安。从低功耗模式快速启动也节省电能；触发电路使用 STM32 内部产生的 8MHz 信号，使微控制器在不到 6 微秒的时间内脱离停止模式。各种外设允许 STM32 处理模拟和数字信号，易于操作。该方法可应用于所开发的控制方案。

3.1.2 微波雷达传感器性能介绍

微波由于线性传播、易反射、较差的衍射能力、良好的传输性能、烟雾、火焰、灰尘、温度等影响而对其他电磁干扰不敏感，微波雷达传感器是一种使用以下特性的传感器。用于测量目标运动、距离、速度、方向、有无等的微波，原理是微波通过发射天线辐射到自由空间，当电磁波遇到移动的物体时会在移动的物体表面散射。部分电磁能通过移动物体表面的反射到达探测器的接收天线，反射波的电磁参数由信号处理电路检测出来，从而实现微波雷达感应功能。微波雷达感应有两种模式：cw（连续波）和 fmcw（频率调制连续波），cw（连续波）可以检测目标的运动和速度。Fmcw

（frequency modulated continuous wave）可以检测目标的运动，速度，距离和存在。按照多普勒效应的原理反射的电磁波产生多普勒频移，频移的大小取决于移动物体的速度，反射的频移信号与本地介质振荡器生成的振荡信号混合，产生中频信号。If 信号由控制板上的有源滤波器放大和滤波，超短波雷达发射超短波信号，接收反射波信号，两个频率混合产生新的低频信号，称为 If 信号。其频率称为中间频率，即发射频率与反射频率之差。微波雷达的频率越高。

3.2 各电路模块设计

3.2.1 主控制电路设计

主控制电路的 MCU 采用的是 STM32F103RET6 芯片，在主控芯片外围还有 8M 的时钟晶振提供高速精准时钟，从程序存储器启动的方式是通过修改 boot. exe 的内容来实现的。

电路如下图 3-2 所示：

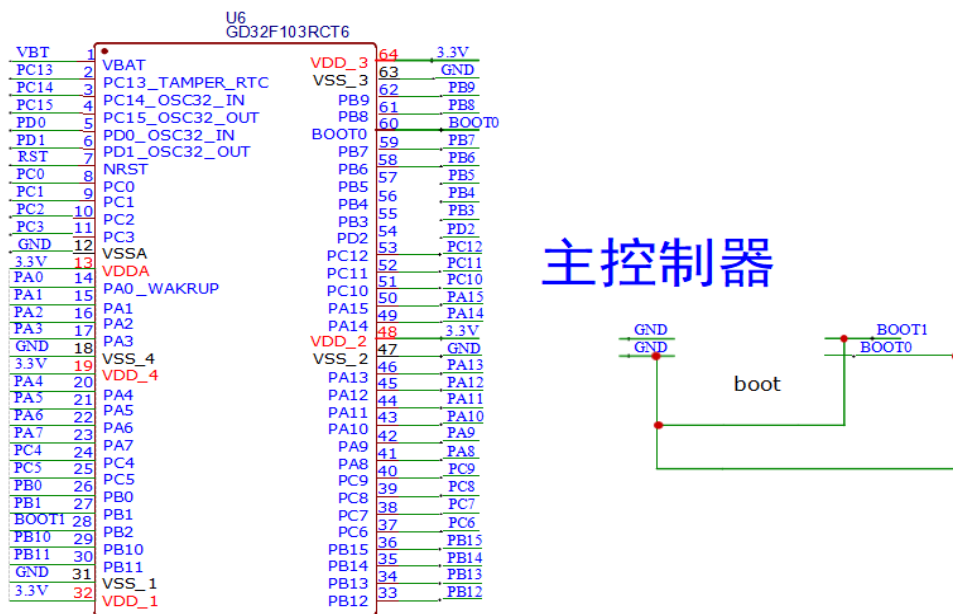


图 3-2 主控芯片引脚图

3.2.2 电源电路设计

电源电路由 1117-3.3 三端稳压芯片，滤波电容，QX2303L50F 升压芯片组成，其中 QX2303L50F 芯片负责将锂电池的 3.7V 电压升到 5V, 1117-3.3 则负责将 5V 电压线性降压到 3.3V 的稳定电压，这样做的目的是确保单片机的供电电压不受锂电池电量的影响。

电路如下图 3-3，图 3-4 所示：

5V升压

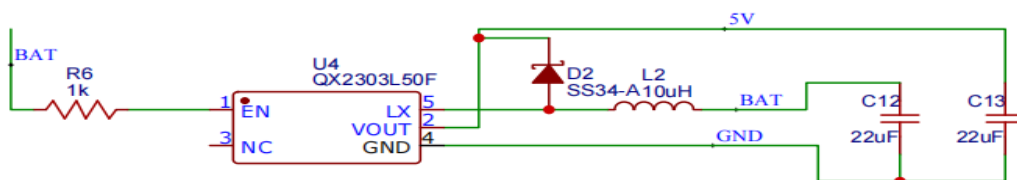


图 3-3 升压电路图

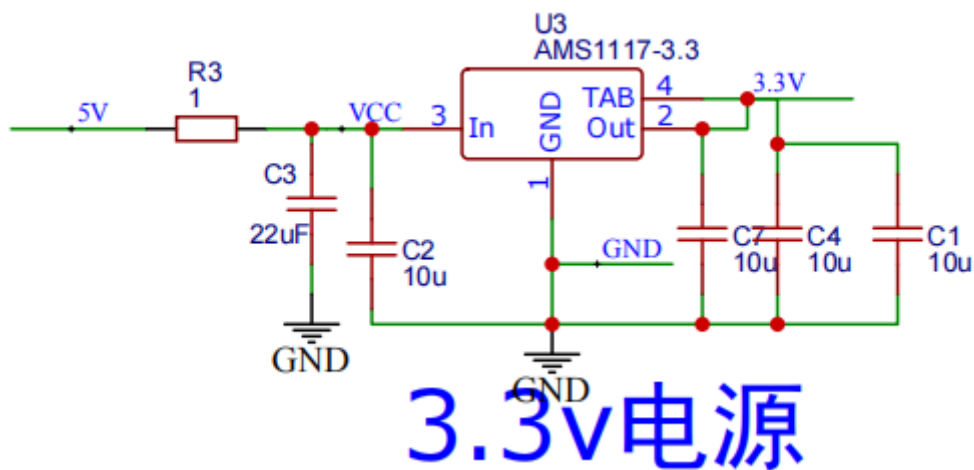


图 3-4 三端稳压电路图

3.2.3 音频电路设计

音频电路使用的是 IIS 接口设计，在 IIS 中协议下，单片机将借助 DAT 引脚传输音频数据，借助 mlck 提供高速时钟，LRCK 控制声道。其他引脚依次入下图 3-5 所示：

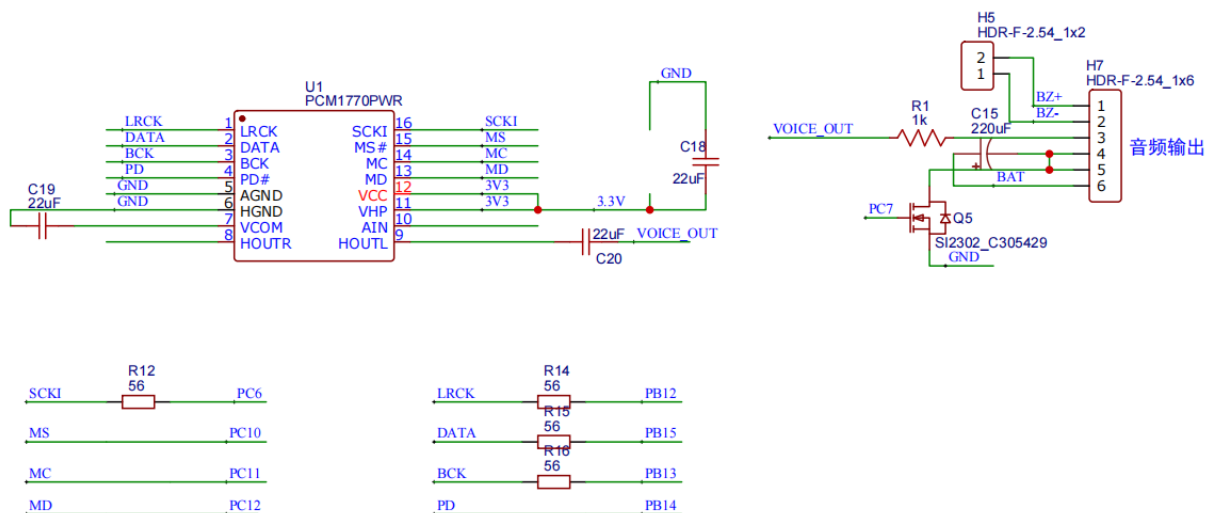
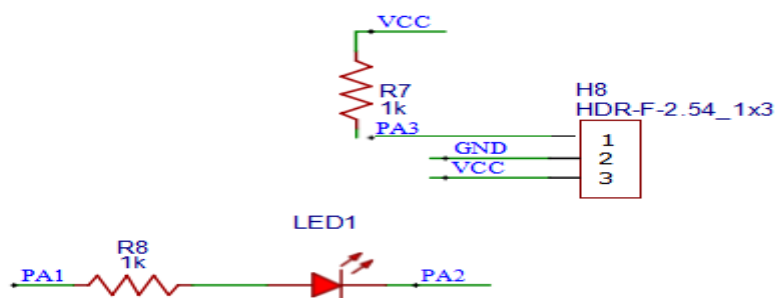


图 3-5 音频电路图

3.2.4 红外通信电路设计

红外通信分为接收和发送两个部分，其中接收由 HX1838 红外接收模块实现，发送则由单片机的片内 PWM 配合串口发送引脚实现，电路设计如图 3-6 所示：

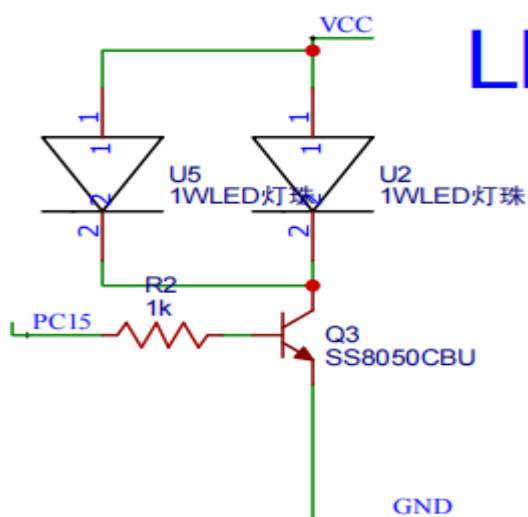


红外通信

图 3-6 红外通信电路图

3.2.5 LED 灯电路设计

LED 灯是一种恒流驱动器件，为了控制方便，采用三极管与电阻控制实现恒流，电路原理如图 3-7 所示：



LED灯控制

图 3-7 LED 灯电路图

3.2.6 微波感应雷达电路设计

微波感应雷达模块具有一个使能引脚和一个信号输出引脚，其中使能引脚控制着系统的工作，信号输出引脚输出检测到的触发信号。

微波感应雷达电路如下图 3-8 所示：

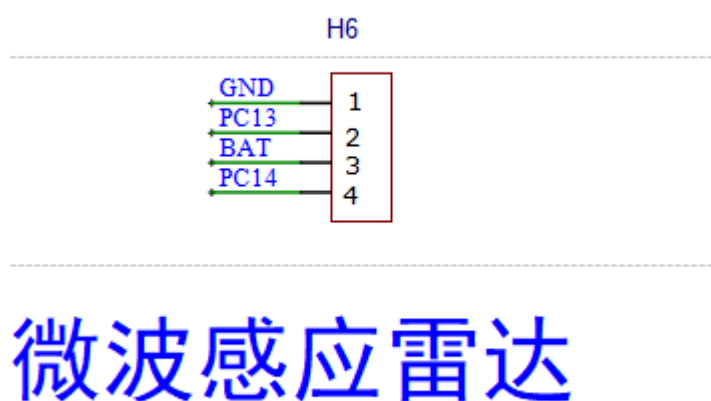
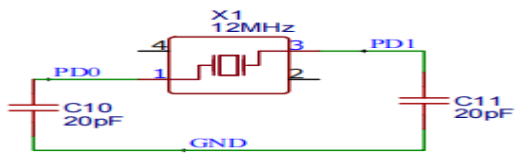


图 3-8 微波感应雷达电路设计图

3.2.7 时钟电路

时钟电路是一种振荡电路，其运动方式与时钟完全相同。一切都是按时间顺序发生的。时钟电路的工作原理是连接单芯片微机的外部振荡器（或内部振荡器）提供高频脉冲，进行分周处理后，成为单芯片微机的内部时钟信号。它用于控制信号，用于调整和运行芯片的不同组件。该功能与外部晶体振荡器配合使用，提供振荡电路，并提供单芯片微型计算机的工作时钟。如图 3-9：



晶振

图 3-9 晶振电路

3.2.8 复位电路

复位电路可以使电路在工作完毕复位后从确定的初始状态运行；也可以在错误的状态下进行复位使电路在错误的状态回到可以控制的状态。如图 3-10：

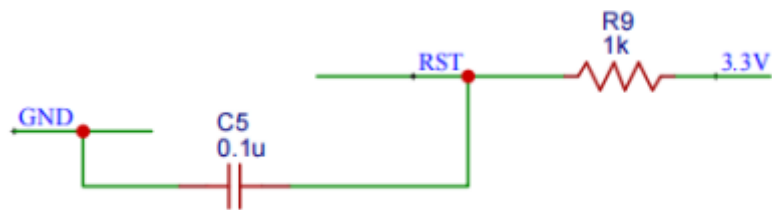


图 3-10 复位电路

4 程序设计

4.1 编译与调试环境

系统程序编写采用的是 keil5 软件，程序运行中的调试借助了 STLINK 工具，其中红外通信功能使用到了串口助手软件配合。MP3 解码运用到了 IIS 音频协议。

4.2 系统程序

系统的程序由主程序和多种子程序组成，其中主程序负责功能的调度与协调，而子程序则专门负责某项功能。这些单个的功能被主程序根据逻辑关系进行组合，就得到了系统的整体功能效果。因此，可以认为整个系统采用的是分模块化的设计思想，将系统的整体功能拆分，分别对单个子功能设计子程序，再由主程序作为协调与整和，实现系统的整体思路。

在本课题中核心的一些子程序包括：设备初始化程序，红外通信与控制程序，LED 驱动程序，微波检测程序，电量检测程序，MP3 解码与播放程序等。

4.3 系统程序详细设计

4.3.1 主程序设计

主程序的真正功能是调用各类子程序，在主程序的开始部分，先调用各种初始程序，使得系统进入工作的就绪状态，然后程序将进入主循环中运行，同时，如果出现中断事件并且该事件中断被开启，则会直接在中断事件发生时跳转到中断事件中运行。在主程序的主循环中运行的程序主要包括：微波感应监测程序，电量采集程序，音频播放程序，红外通信与控制程序等。

4.3.2 设备初始化程序

设备初始化程序是负责对 IIS 接口，红外通信接口，电量检测接口进行初始，首先，程序调用系统时钟初始化程序配置系统时钟为 72M，然后依次对单片机的片内外设进行初始化。在片内外设初始化完成之后，借助 IO 口与外围各模块通信，实现配置 IIS 接口的数据波特率和时钟速度，以及配置 38K 脉冲调制信号从 PB0 输出。

4.3.3 微波感应监测程序

微波感应监测程序负责对是否有鸟类飞过做判断，当鸟从微波感应雷达旁边经过，会触发微波感应雷达输出高电平，单片机读取到这个高电平后立即记录这次触发，并且锁定，然后将触发结果标记在全局变量 RCWL_st 中，等待 MP3 音频播放程序使用。如下图 4-1：

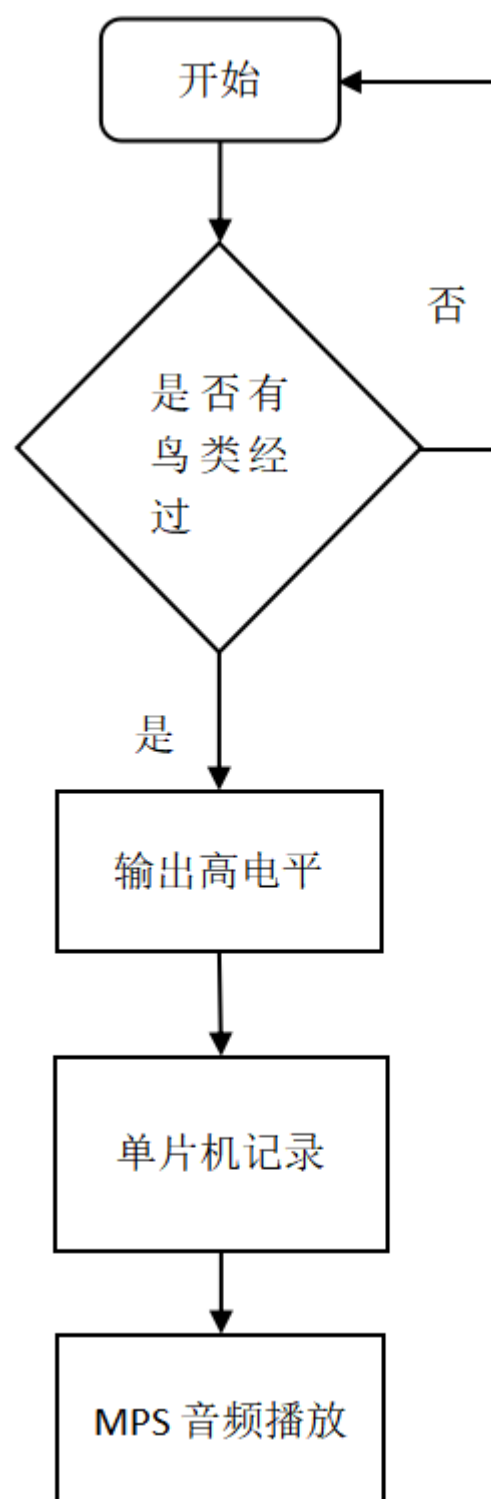


图 4-1 微波感应监测图

4.3.4 音频播放程序

音频播放程序由 MP3 解码程序和 IIS 输出程序两部分组成，其中 MP3 解码程序负责将一帧一帧的 MP3 数据解码为音频 16 位 PCM 数据，然后由单片机的 IIS 接口通过 DMA 的方式发送给 PCM1770 模块。当启动 DMA 传输之后，程序立马解码下一帧，并且当 DMA 每次发送完成之后，判断是否需要继续传输，不需要则退出，需要则自动填入已经解码好的 PCM 数据信息，直到发送完成。如图 4-2：

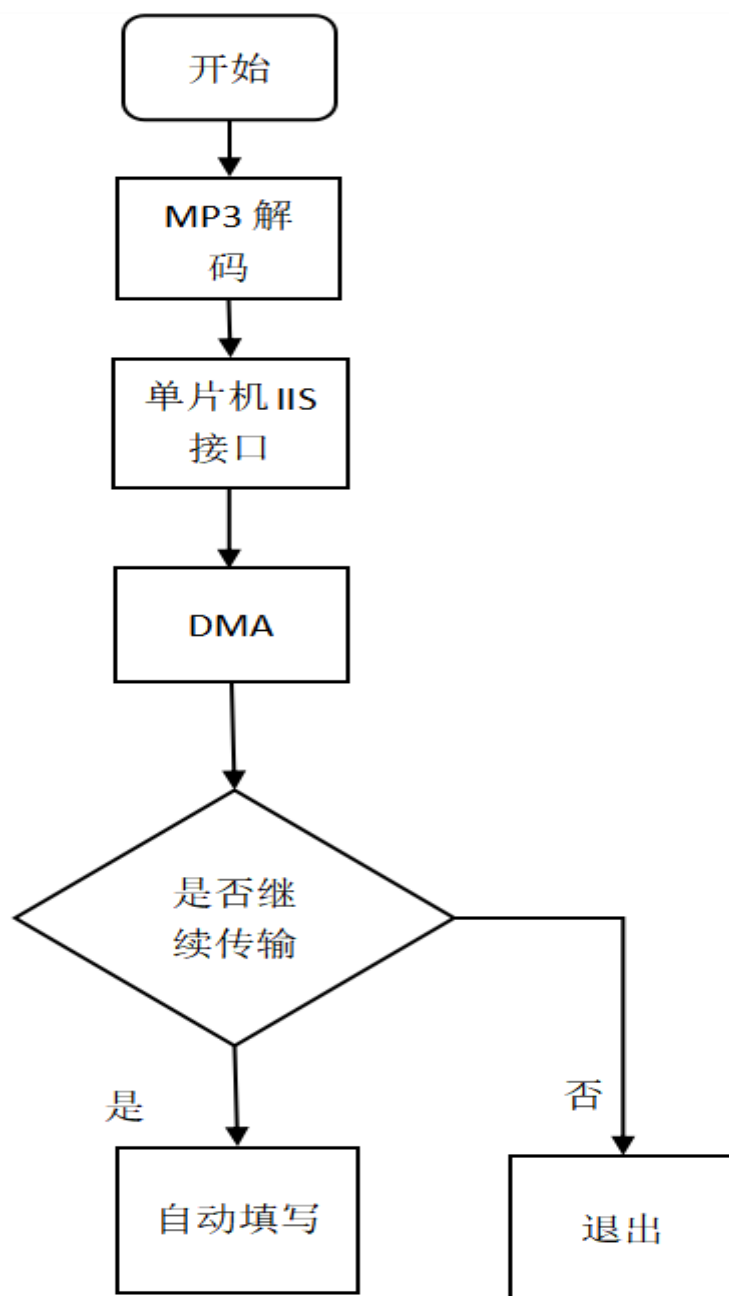


图 4-2 音频播放程序图

4.3.5 红外通信与控制程序

红外通信与控制程序负责接收红外控制指令，并且通过单片机 PWM 调制产生的 38K 脉冲返回给发送指令的设备，实现指令发送后返回响应。

当红外通信收到数据，程序将对数据进行解析，将指令的信息解析为具体的控制柜指令，其中指令头部为 bat 的是查询电量指令，指令头部为 set 的是配置系统工作模式的指令，系统的功能模式分为 5 种，分别对应：关机、正常模式，节能模式（只开声音），节能模式（只亮灯），自动模式（低电量自动不播放声音以及不亮灯）。模式设置的参数由 sys_mode 存储标记。如图 4-3：

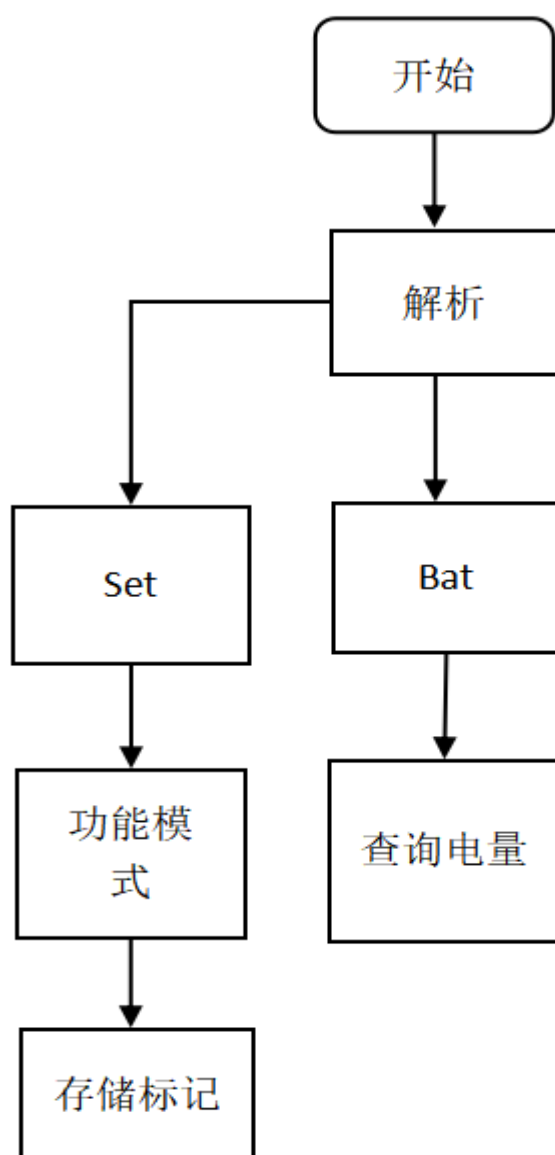


图 4-3 红外通信程序图

4.3.6 系统模式运行程序

系统模式运行程序由 sys_mode 变量决定运行什么模式的程序，run_close 模式下系统关闭输出，以最低的功耗存在。run_normal 模式下则正常工作，当监测到鸟类飞过自动播放驱鸟音频并且控制大功率 LED 闪烁驱鸟。run_conserve_voice 下，有鸟类飞过只播放驱鸟音频；run_conserve_LED 模式下仅仅 LED 驱鸟灯亮；自动模式下，通过监测实时的电池电量，防止电池过放而损耗电池寿命。

```
if(IsEqual(lifi_buf,(u8*)"SET",3)) ///设置工作模式 1 启动 0 停止
{
    switch(lifi_buf[3])
    {
        case 0x30:sys_mode=0;send2_data("关机");break;        //关机
        case 0x31:sys_mode=1;send2_data("正常模式");break;    //正常模式
        case 0x32:sys_mode=2;send2_data("节能（只开声音）");break;    //
节能（只开声音）
        case 0x33:sys_mode=3;send2_data("节能（只亮灯）");break;    //
节能（只亮灯）
        case 0x34:sys_mode=4;send2_data("自动模式，低电量自动不播放声音
以及不亮灯");break;    //自动模式，低电量自动不播放声音以及不亮灯
        case '?':
            switch(sys_mode)
            {
                case 0:send2_data("关机");break;
                case 1:send2_data("正常模式");break;break;
                case 2:send2_data("节能（只开声音）");break;
                case 3:send2_data("节能（只亮灯）");break;
                case 4:send2_data("自动模式，低电量自动不播放声音以及
不亮灯");break;
            }
        }
    }

    lifi_st=0;
    lifi_point=0;
}
```

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/038104053110006052>

