

青岛理工大学

毕业设计（论文）

题目 室内建筑智能环境控制器设计

学生姓名： 马世飞

指导教师： 雷建和

自动化工程 学院 自动化 专业 1 班

2016 年 6 月 11 日

毕业设计(论文)任务书

专业 自动化 班级 自动化 121 姓名 马世飞 下发日期 2012/1/6

题目	室内建筑智能环境控制器设计				
专题					
主要内容及要求	<p>1、完成室内建筑智能环境控制器硬件系统设计。 应以单片机或其他控制芯片为核心,设计出控制系统硬件电路,包括主控制器电路、显示电路、检测和输出控制单元电路等。</p> <p>2、软硬件相结合,完成控制器系统软件程序设计,主要以 C 语言编程为主,并画出系统程序设计流程图。</p> <p>3、在以上基本要求功能软硬件设计完成的基础上,可扩展实现带*功能部分。</p>				
主要技术参数	<p>设计基本内容要求: (此部分为必做内容)</p> <p>(1) 设计实现在公共区域根据光照度自动 LED 调光,在办公区域或家居内根据不同情景模式(如就餐模式、娱乐模式、读书模式等等)需要,实现不同模式下彩色 LED 照明调光和调色,改变传统照明调光调色难和能源浪费问题,或根据照度有效调节控制百叶窗等。</p> <p>(2) 实现对家居背景音乐的点播和控制;</p> <p>(3) 实现时钟和日历的实时显示;</p> <p>(4) 实现对室内环境如温度、湿度、光照度、PM2.5 等实时检测和显示;</p> <p>自由扩展内容: (此部分为选作内容)</p> <p>(5) *实现对室内燃气泄漏或管道压力超限及时预计或报警;</p> <p>(6) *实现对室内插座等电源回路的定时控制(可设置启停时间,如室内厨房电热宝插座电源等等);</p> <p>(7) *实现家居内定点语音温馨提示功能(如按时语音提醒老人吃药,或到点语音提醒别忘看某个电视剧等等);</p>				
进度及完成日期	<p>2月29日~3月27日 第1-4周: 阅读任务书和参考文献,收集资料</p> <p>3月28日~4月10日 第5-6周: 总体设计方案确定、系统组成设计</p> <p>4月11日~4月24日 第7-8周: 具体电路设计、参数计算、系统设备、器件选型</p> <p>4月25日~5月8日 第9-10周: 软件总体规划设计、分模块设计</p> <p>5月9日~5月22日 第12周: 软硬件联合修正设计、绘制系统电路原理图</p> <p>5月23日~6月5日 第13-14周: 绘制系统电路原理图、撰写设计说明书</p> <p>6月6日~6月17日 第15-16周: 撰写设计说明书、整理资料、打印装订、准备答辩、答辩。</p>				
教学院长签字	日期	教研室主任签字	日期	指导教师签字	日期

指 导 教 师 评 语

指导教师:

年 月 日

指 定 论 文 评 阅 人 评 语:

评阅人:

年 月 日

答 辩 委 员 会 评 语					
<div>答辩委员会主席签字：</div> <div>年 月 日</div>					
总 评 成 绩					
周记成绩	指导教师 评定成绩	评阅人 评定成绩	答辩成绩	总 评	主管院长签字

摘 要

本系统设计一种室内建筑智能环境控制器。本系统要完成的主要功能如下：温湿度、光照度、PM2.5 的采集与显示；背景音乐的播放与控制；室内灯光的自动调光以及室内模式设定，如读书模式、就餐模式和娱乐模式；室内百叶窗控制；语音定时提醒等。

硬件方面，结合现有的 24V 电源模块，采用 LM538 和 AM1117 给各个模块供电 5V 和 3.3V。中央节点控制器采用 STM32F103ZET6 单片机，局部节点控制器采用 STM32F103RBT6 单片机。传感器有温湿度传感器 DHT21、光照度传感器 BHT1750、PM2.5 传感器 GP2Y1010AU0F、烟雾传感器；显示采用 7 寸触摸屏，百叶窗控制采用步进电机；音乐模块 VS1053 和语音播放模块 WT588D。

由于要求采集和控制客厅、卧室、厨房等建筑单元的环境参数，故采用分布控制式控制系统，每个建筑单元配置采集、控制节点，所有节点都挂在 CAN 总线上。节点的多少可以根据房间多少任意扩展。CAN 总线是由收发芯片 TJA1050 和单片机内部集成的 CAN 控制器以及双绞线组成。中央控制器和局部控制器都挂在 CAN 总线上，从而实现各控制器之间的通信。实际调试和运行结果表明，达到设计要求。

关键词：CAN 总线，传感器，STM32，VS1053，TJA1050

Abstract

This system designed an indoor building intelligent environment controller. The main functions of the system completed are as follows: temperature and humidity, light intensity, acquisition and display PM2.5; playback and control the background music; indoor lamplight automatic dimming and indoor mode setting, such as reading mode, mode of eating and entertainment mode; control indoor shutter; voice timing alert, etc.

Hardware aspect, combined with the existing 24V power supply module, using AM1117 and LM538 to each module power supply 5V and 3.3V. The central node controller uses STM32F103ZET6 single chip microcomputer, local node controller using STM32F103RBT6 single chip microcomputer. The sensor has the temperature and humidity sensor DHT21, the light illumination sensor BHT1750, PM2.5 sensor GP2Y1010AU0F, smoke sensor; Display using 7 Inch Touch screen, shutter control using stepper motor; music module VS1053 and voice playing module WT588D.

Due to the requirements of the collection and control the living room, bedroom, kitchen and other building units of the environmental parameters, so the distributed control system is used, each building unit is configured to collect, control node, all nodes are hanging on the CAN bus. The number of nodes can be arbitrarily extended according to the number of rooms. CAN bus is composed of the transceiver chip TJA1050 and MCU integration of the CAN controller and twisted pair. The central controller and local controller are hanging on the CAN bus, so as to realize the communication between the controllers. The actual commissioning and operation results show that the design requirements are met.

KEY WORDS: CAN bus, sensor, STM32, VS1053, TJA1050

目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	II
第一章 绪论.....	3
第二章 室内建筑智能环境控制器系统方案论证.....	4
2.1 ZigBee 技术.....	4
2.2 CAN 总线技术.....	5
第三章 室内建筑智能环境控制器系统方案设计.....	7
3.1 系统的功能实现.....	7
3.2 主控单片机的选择.....	8
第四章 系统硬件选择及模块电路设计.....	9
4.1 CAN 总线模块.....	9
4.1.1 CAN 总线硬件芯片选型.....	9
4.1.2 CAN 总线协议.....	10
4.1.3 CAN 总线帧类型.....	11
4.1.4 CAN 总线报文过滤.....	11
4.1.5 CAN 总线错误处理.....	11
4.1.6 CAN 总线电路模块.....	12
4.2 MP3 模块选型.....	12
4.2.1 MP3 模块 VS1053 工作原理.....	12
4.2.2 MP3 模块 VS1053 工作电路设计.....	13
4.3 触摸屏液晶显示电路.....	13
4.3.1 触摸屏简介.....	13
4.3.2 触摸屏显示电路设计.....	14
4.4 语音播放模块选型.....	15
4.4.1 语音播放模块 WT588D 工作原理.....	15
4.4.2 语音播放模块 WT588D 工作电路设计.....	16
4.5 电源电路模块的设计.....	16
4.6 温湿度检测模块电路设计.....	17
4.6.1 温湿度传感器 DHT21 介绍.....	17
4.6.2 温湿度检测模块 DHT21 电路设计.....	17
4.7 亮度检测模块电路设计.....	18
4.7.1 亮度检测模块简介.....	18
4.7.2 亮度检测模块电路.....	18
4.8 PM2.5 模块设计.....	19
4.8.1 PM2.5 模块选取.....	19
4.8.2 PM2.5 模块电路.....	19

4.9 声光报警模块电路.....	20
4.10 客厅灯光设计.....	21
4.11 百叶窗模块设计.....	21
第五章 软件系统设计.....	23
5.1 Keil uVision5 软件简介.....	23
5.2 系统总体程序设计.....	23
5.3 触摸屏界面程序设计.....	24
5.4 CAN 总线通信模块的软件设计.....	24
5.5 温湿度采集程序设计.....	26
第六章 总结.....	27
致 谢.....	28
参考文献.....	29
附 录.....	30
附录一.....	30
附录二 单片机最小系统图.....	38

第一章 绪论

科学技术水平的不断提高，引领着经济高速发展的同时，也给人们的家庭生活带来无与伦比的享受。室内智能建筑环境控制器在人们的生活中出现的频率也越来越高，室内智能环境控制研究建筑内部的温湿度检测、光照舒适度、节能调光以及 PM2.5 检测。人们在家庭中已经不再满足于传统的建筑模式，提出了新型建筑、智能建筑、越来越多的人追求对生活的舒适度和享受度。人们对家庭环境的要求作为智能建筑和环境监测发展的动力，使得在智能建筑快速发展，并趋向于成熟。智能化的家电在人们的生活中越来越常见，对环境控制器的呼声也越来越高。室内建筑智能环境控制器就是为解决室内环境监测和控制而设计的。

本课题主要研究室内环境控制器设计，室内环境参数的检测、灯光的自动调节设计以及各控制器的通信都是研究的内容。该设计既要满足用户对舒适度的体验，也要求提供可以对危险因素进行预警的措施。本系统从舒适、安全、享受、人性化等几个方面对室内建筑智能环境控制器进行设计。舒适角度看，本系统可以采集室内温度和湿度，当温度过高或者过低时，系统会通过显示器显示，并通过蜂鸣器报警；安全角度看，系统可以将室内、室外的 PM2.5 数据发送到触摸屏上，方便用户监测室内环境。此外，本系统可以采集室内烟雾浓度，预防室内火情；从人性化角度看，系统有定时控制开关和定时语音提醒，例如家庭中用热水器、暖水袋供电的接口，可以采用定时控制，定时 15 分钟后自动断开电源，这样不仅节能，而且更安全。如果家中有老人，可以使用系统的语音提醒功能，设置好老人该吃药的时间，到时间后系统会发出语音提醒。同时，该系统的人机交互界面简单，很容易操作。

本论文设计室内智能环境控制系统，采用 CAN 总线组网构成分布式控制系统，完成室内环境状况的检测，数据处理，数据发送以及环境状况显示。多个 CAN 节点同时发送环境参数并通过触摸屏实时显示。CAN 总线工作非常可靠，实时性很高，从在汽车工业应用广泛就可以得知，可以根据 CAN 总线工作的环境选择通信介质。目前，CAN 总线在汽车上的使用已经成熟，在室内建筑方面还在尝试阶段，CAN 总线在智能建筑有其他总线无可比拟的优势，本课题的研究具有非常重要的意义。

第二章 室内建筑智能环境控制器系统方案论证

2.1 ZigBee 技术

近年来，ZigBee 技术在智能建筑方面的应用已经趋向于成熟，以 ZigBee 技术为通信完成的产品已经在建筑市场上应用广泛。ZigBee 技术规范由硬件和软件两方面组成。ZigBee 是一种由无线组网来完成通讯的技术，将室内智能节点检测的环境参数通过无线方式发送给中央控制器节点。ZigBee 通信协议简单、软硬件开发周期短，同时还具有低功耗的特点，但是相对于 CAN 总线来说，ZigBee 传输速度和传输距离较低。该技术在智能家电和智能建筑领域应用广泛，主要是由于在这种环境下，该电子设备或应用对传输距离和传输速度要求不高，ZigBee 能够较好的满足设备之间的通信，而且低功耗也是 ZigBee 技术在智能建筑方面深受欢迎的重要原因之一。ZigBee 的技术规范较多，在当下深受用户喜欢的是 IEEE802.15.4 技术规范，其规定 ZigBee 工作的频段分为两种：868/915MHz 和 2.4GHz 同时也规定了 ZigBee 的物理层和 MAC 层的协议，该通信协议具有经济高效、开发周期短的特点。在网络层和应用层的接口方面，技术人员可以根据 ZigBee 联盟公布的网络层和应用层接口规范来开发自己的产品程序。ZigBee 技术具有以下特点：

① 节点功耗低：ZigBee 节点是不连续工作的，在不需要工作的情况下可以进入休眠模式，工作周期比较短，并且进一步采用省电的电源管理技术，再由于 ZigBee 传输数据的速度低，因此 ZigBee 节点耗电量非常小。根据估算两节 5 号电池就可以维持 ZigBee 节点大约两年的工作时间，这样用户就不用频繁的更换节点的电池，给用户的使用带来方便。

② 生产成本低：ZigBee 技术的通信协议简单，硬件、软件的开发周期短，同时由于 ZigBee 协议不需要交专利费，ZigBee 芯片也很便宜，以此 ZigBee 相对于其他协议来说成本低，受欢迎程度广。

③ 工作可靠：采用防撞机构，在数据发送前，设置特殊的时间段来避免发生竞争和冲突。并且当数据被发送使用数据验证机制时，等待在其他确认前完成的数据。产生传输数据问题时，可以重新发送数据。

④ 自恢复能力强：ZigBee 节点能够通过该节点上的传感器判断其他节点是否存在，从而确定两者之间的连接关系。当节点发生改变或者找不到某个节点，ZigBee 的自恢复功能可以自己添加或者删除某个节点。从而保证 ZigBee 网络通

信正常。

2.2 CAN 总线技术

CAN 是 Controller Area Network 的缩写，是 ISO 国际标准化的串行通信协议。随着汽车产业的高速发展，汽车的性能有了很大的提高，人们对汽车的安全性、舒适性、方便性的呼声越来越高，多种多样的电子控制系统被设计出来，并投入应用。CAN 是德国电气商博世公司设计出来的一种高性能、高可靠性的通信协议。此后，国际上对 CAN 进行了标准化，有两种标准协议 ISO11898 和 ISO11519，面向汽车网络^[2]。CAN 已被认同，在工业自动化、船舶、医疗设备、工业设备等方面应用广泛。现场总线在当今自动化领域技术很受青睐，被誉为自动化领域的计算机局域网。分布式控制系统各控制节点对实时、可靠的数据通信要求很高，而现场总线的出现为其提供了技术支持。

(1) 多主控制

总线空闲时，CAN 总线上各网络节点都可以发送数据。各节点的优先级通过标识符（Identifier 以下称为 ID）来判断，当出现多个（两个以上）节点数据同时到达总线时，需要对 ID 进行仲裁。ID 越小，优先级越高。

(2) 系统的柔软性

CAN 网络各节点间的识别不是以硬件地址来实现的，CAN 网络并不需要改变总线上的硬件，通过程序来识别各节点。

(3) 通信速度

CAN 网络的通信速度可以由开发者来设定，一般与总线上控制节点和总线长度有关。因此，CAN 网络的通信速度设定要合适。大型的 CAN 网络可能由不同的子网络的组成，而子网络上节点的通信速度要匹配，否则即使有一个节点的通信速度不对，也会影响整个网络的通信。各子网络间通信速度可以有差别。

(4) 远程数据请求

CAN 网络的每个节点都可以向总线上发送“遥控帧”，其他所有节点都可以收到该“遥控帧”，收到之后节点由过滤功能，内容相符的节点才可以收到该“遥控帧”进而响应发送“遥控帧”的节点。

(5) 错误检测

CAN 节点错误检测和恢复是通过硬件设置来完成的，错误发生后，该节点会识别，并通知其他控制节点，此节点停止发送中的数据。

(6) 故障封闭

总线上错误产生后，CAN 会对错误类型进行判断。如果是单元内部错误，需要封闭总线。外部噪声造成的数据错误不需要封闭总线。

综合以上两种方案，ZigBee 技术在智能建筑环境方面的应用已经很广泛，而且 ZigBee 技术也已经趋向成熟了，相比于 ZigBee 技术，CAN 总线主要应用在工业控制、和医疗设备，以性能稳定著称。CAN 总线硬件简单，造价便宜，通信速度快。本课题选用 CAN 总线来完成各智能节点的通信，CAN 通信硬件简单、经济、性能稳定、速度快，应用在智能建筑环境控制器通信设计，能更好的来降低成本，增加产品竞争力。

第三章 室内建筑智能环境控制器系统方案设计

3.1 系统的功能实现

该系统采用 STM32 作为控制器芯片，将各控制器节点挂载在 CAN 总线上，来完成通信，将卧室、厨房内的 CAN 节点采集来的数据通过 CAN 总线发送到客厅内的 CAN 节点上面，并通过 ALIENTEK 7" TFTLCD 触摸屏显示和监控。

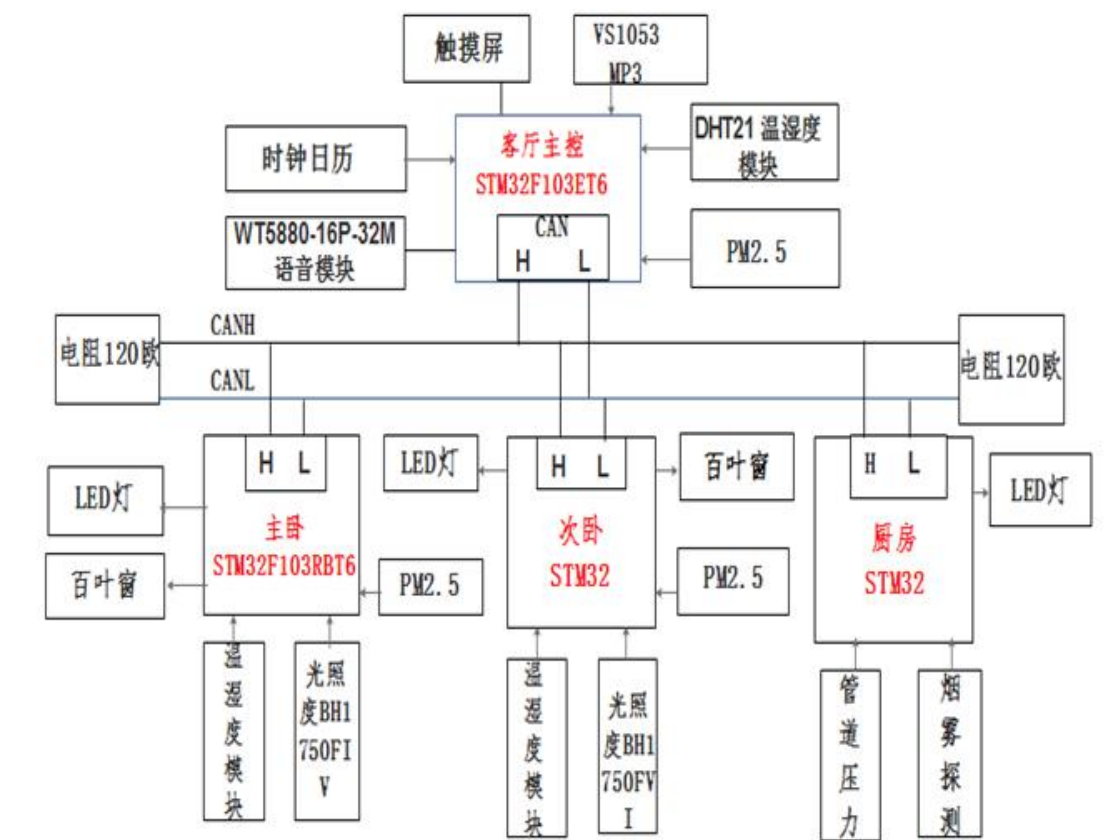


图 3-1 系统功能框图

该系统主要完成以下功能：

- 1.设计实现在公共区域根据光照度自动 LED 调光，在办公区域或家居内根据不同情景模式（如就餐模式、娱乐模式、读书模式等等）需要，实现不同模式下彩色 LED 照明调光和调色，改变传统照明调光调色难和能源浪费问题，或根据照度有效调节控制百叶窗等。
- 2.实现对家居背景音乐的点播和控制；
- 3.实现时钟和日历的实时显示；
- 4.实现对室内环境如温度、湿度、光照度、PM2.5 等实时检测和显示；
- 5.实现对室内燃气泄漏或管道压力超限及时预计或报警；

6.实现对室内插座等电源回路的定时控制(可设置启停时间,如室内厨房电热宝插座电源等等);

7.实现家居内定点语音温馨提示功能。

3.2 主控单片机的选择

本设计系统采用 STM32 单片机,该单片机 CPU STM32F103ZET6,封装是 LQFP144,有 144 个单片机管脚,有 512K FLASH,64K SRAM,外扩的 SPI FLASH,16M 字节的 W25Q128 为本系统开发提供充足的存储资源。该芯片内部自带有 CAN 控制器即 bxCAN,同时还有以 TJA1050 芯片为收发器的 CAN 接口;7 寸 LCD 接口,能完成触摸屏的所有功能;摄像头和 OLED 共用接口;USB 串口,方便程序下载;有源蜂鸣器;SD 卡接口,存储较大数据;标准的 JTAG/SWD 调试下载口,方便调试程序;5V/3.3V 电源供应/接入口;直流电源输入接口(输入电压范围:6~24V);启动模式选择配置接口;RTC 后备电池座,并带电池;复位按钮,可用于复位 MCU 和 LCD。

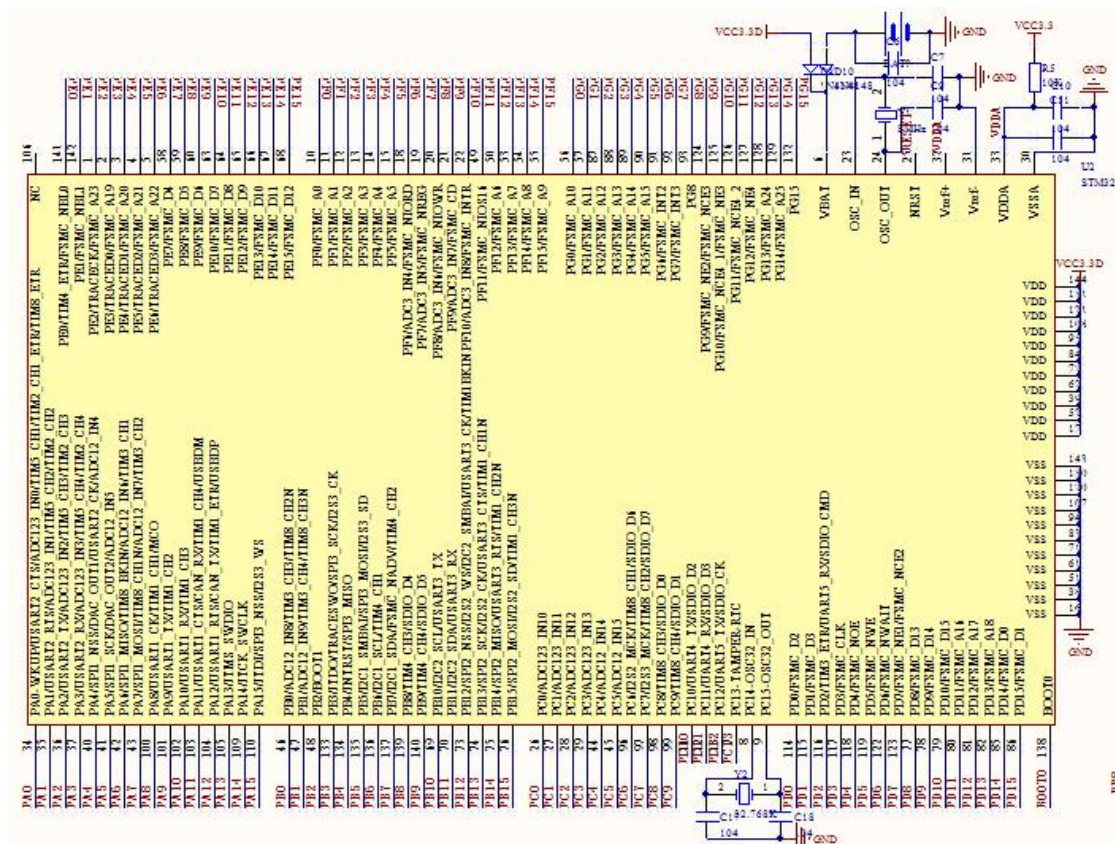


图 3-2 STM32 单片机部分原理图

第四章 系统硬件选择及模块电路设计

4.1 CAN 总线模块

4.1.1 CAN 总线硬件芯片选型

CAN 控制器：STM32F103 内部集成 bxCAN，即基本扩展 CAN。工作原理是可以对数据包的优先级进行配置，及时有效处理接收到的数据包，极大的减少对处理器的负担，提高数据处理效率。在硬件功能要求上，bxCAN 支持时间触发通信模式。

STM32F103 的 bxCAN 具有特点：兼容 CAN 协议 2.0A 和 2.0B；通信速度最高可达到 1Mbps；支持时间触发通信；3 个发送邮箱；2 个 3 级邮箱深度的 FIFO，硬件配置 FIFO；14 个可变的过滤器组^[1]。

CAN 收发器：CAN 收发器采用 TJA1050 芯片，为 CAN 控制器和总线的物理接口。TJA1050 芯片具有以下特点：支持 ISO 11898CAN 协议标准、通信速度高、电磁干扰（EMI）抗性好、电磁辐射（EME）低；差动接收器输入范围很宽；节点处于断电状态时不会对总线造成干扰；发送数据（TXD）控制超时功能；发送禁能时的静音模式；输入级与 3.3V 装置兼容；热保护；对电源和地的防短路功能；可以连接至少 110 个节点。

表 4.1 TJA1050 引脚说明

引脚	助记符	描述
1	TXD	发送数据输入
2	GND	接地
3	VCC	电源
4	RXD	数据接收
5	VREF	参考电压
6	CANL	CAN 总线低电平
7	CANH	CAN 总线高电平
8	S	模式选择，进入静音还是高速

4.1.2 CAN 总线协议

该系统设计时 CAN 协议采用 ISO11898 标准。其中 ISO11898 是针对通信速率为 125Kbps~1Mbps 的高速通信标准，最高通信速度 1Mbps；连接单元数最大为 30；是闭环总线，采用双绞线。

物理层特征如图 4-1：

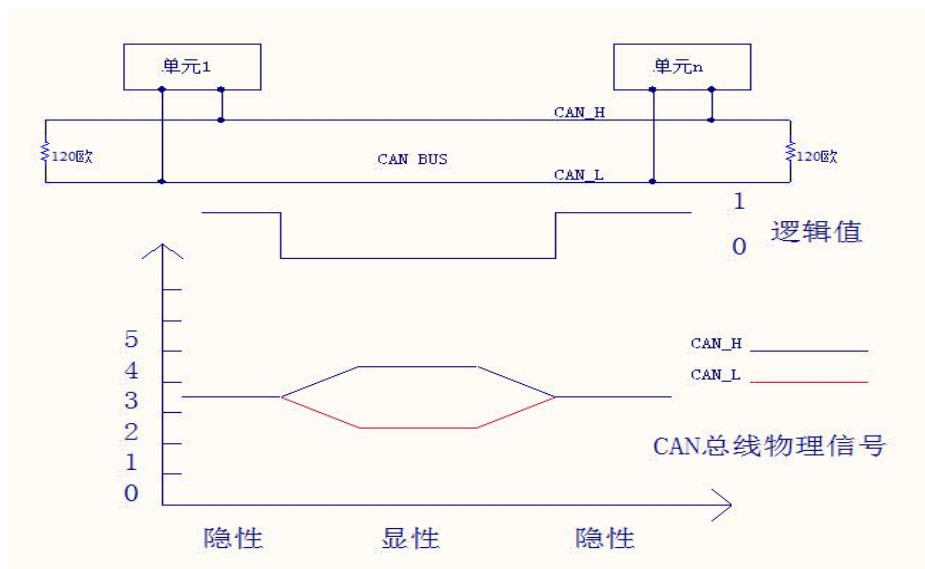


图 4-1 CAN 总线上电平及对应逻辑电平

CAN 总线的两根信号线上都有电平信号，CAN_H 和 CAN_L 的差值转换成逻辑值有 0、1。CAN_H 和 CAN_L 相等对于逻辑电平 0，为隐性电平；CAN_H 和 CAN_L 相差 2.5V 对应逻辑电平 1，为显性电平。由于显性电平是 0，并且各节点在总线上是线与关系，有一个节点输出 0，总线上的电平即为 0，所以显性电平有优先权。另外，在 CAN 总线的两端各加上 120Ω 的阻抗匹配电阻，以减少回波反射。

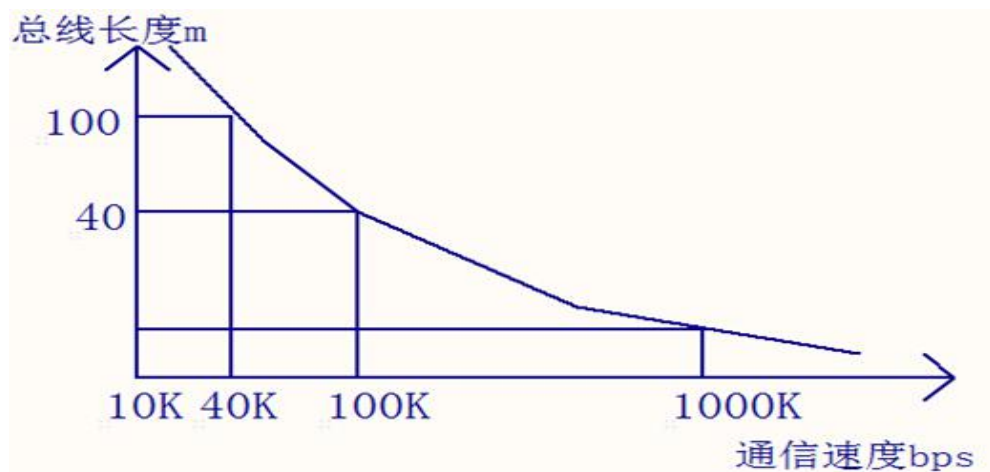


图 4-2 CAN 总线通信速度与节点距离的关系

CAN 网络的通信速度不仅与挂载 CAN 总线上的节点数量有关，还与 CAN 总线的长度有关，长度越长，通信速度越慢，最大通信速度可达 1Mbps。

4.1.3 CAN 总线帧类型

数据帧、遥控帧、错误帧、过载帧和帧间隔等五种帧格式组成 CAN 协议的报文。另外，数据帧和遥控帧有标准格式和扩展格式两种格式。标准格式标识符 11 位，扩展格式 ID 有 29 位^[6]。

表 4-2 CAN 总线帧分类

帧类型	帧描述
数据帧	发送数据的帧
遥控帧	接收单元向具有相同 ID 的发送节点请求其发送数据的帧
错误帧	检出错误并通知其他节点的帧
过载帧	接收节点通知其他节点，该节点没有准备好接收数据
间隔帧	将数据帧与之前帧分隔开

4.1.4 CAN 总线报文过滤

根据程序的需求，STM32 过滤器组可以设置位宽。STM32 提供 1 个 32 位过滤器，包括：STDID[10:0]、EXTID[17:0]、IDE 和 RTR 位；2 个 16 位过滤器，包括：STDID[10:0]、IDE、RTR 和 EXTID[17:15]位^[6]。

接收到的报文标识符与过滤器标识符相比较。如果两者相同，则此报文使我們需要的，接收这个报文；如果不相同，这个报文不是我們需要的，则丢弃这个报文。由于本系统采用扩展帧格式，有 29 位，所以该控制器过滤器组需要设置为标识符列表模式，用来设置该控制器可以接受的 ID。

4.1.5 CAN 总线错误处理

控制器节点一直在主动错误、被动错误和总线关闭三种状态之间转换。在主动错误状态时，节点输出主动错误标志，正常参加总线通信；在被动错误状态时，总线容易判断失误，因为处于被动错误状态的单元接收时不能及时传输错误标志，其他节点检测不出来的话，就认为总线没有错误。另外，处于被动错误状态的单元在发送结束后不能马上再次开始发送。在总线关闭态时，该节点是不能参加总线上通信，信息的接收和发送均被禁止。节点在不同的错误状态时，错误计数值

的值是不同的。错误计数有两种：发送错误计数和接收错误计数。在主动错误状态时，发送错误计数值和接收错误计数值都小于 127；在被动错误计数值状态时，两种计数值最少有一个在 128 到 255 之间；在总线关闭状态时，两种计数值都是 256。而且这三种状态根据计数值的情况可以相互转换。

4.1.6 CAN 总线电路模块

在本系统设计中，STM32 自带 CAN 控制器，因此，只需将芯片的 PA11 和 PA12 与 CAN 收发器的 1 管脚和 4 管脚相连即可。另外，多个 CAN 节点挂载在 CAN 总线上时，收发器 6 管脚和 7 管脚上的电阻需要去掉；双 CAN 通信时不需要去掉。

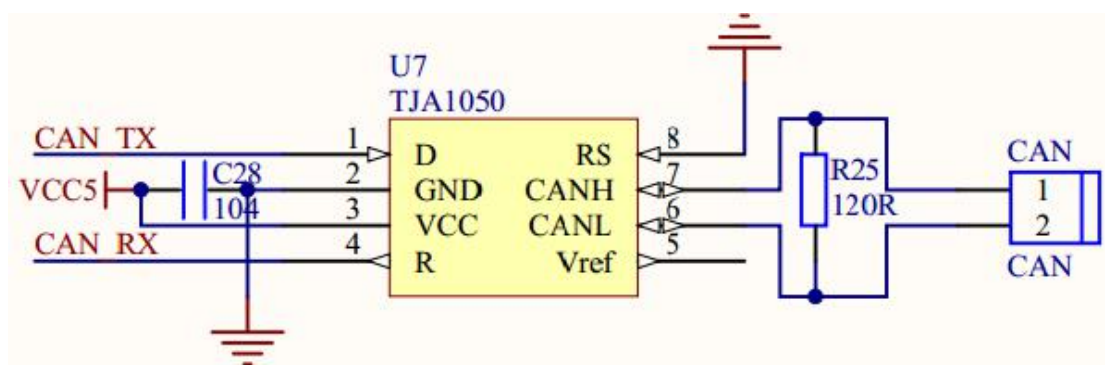


图 4-3 CAN 收发器原理图

4.2 MP3 模块选型

4.2.1 MP3 模块 VS1053 工作原理

在该系统中要完成背景音乐的播放和控制，基于经济、容量、功能的考虑。选择是 ALIENTEK 开发的 ATK-VS1053 MP3。ATK-VS1053 能音频编解码、接口丰富、功能完善，需提供 5.0V 电源，这样就可以通过 SPI 接口与 STM32 单元中的 SPI1 通信，将存储在 SD 卡中的音乐文件取出来，发送到 VS1053 进行音频解码，实现音乐播放等功能。

TK-VS1053 MP3 模块通过 SPI 接口与外部控制器连接，各管脚的功能分别是：SDI/SCI 是 VS1053 的片选信号，低电平有效。为高电平时，SPI 暂停工作，SO 为高阻态；SCK 是 VS1053 的时钟输入，是它的“心脏”，在传输过程中，SCK 可以中断，但 XCS/XDCS 必须为低电平并且保持，否则该模块停止工作，数据不再传输；SI/SO 分别是串行数据输入/输出。

4.2.2 MP3 模块 VS1053 工作电路设计

VS1053 使用 5V 电源供电，TK-VS1053 MP3 模块通过 SPI 接口与外部控制器连接，VS1053 通过 7 根线同 STM32 连接完成数据传输，还有两根线 VCC 和 GND，其中 VCC 接 5V 电源：

表 4-3 MP3 模块引脚与 STM32 相连说明

芯片	信号线						
VS1053	MISO	MOSI	SCK	XCS	XDCS	DREQ	RST
STM32F103ZET6	PA6	PA7	PA5	PF7	PF6	PC13	PE6

其中 RST 是复位信号；DREQ 是数据请求信号，来通知 STM32，VS1053 是否做好接受数据的准备；其他管脚则是 VS1053 的 SPI 通信管脚，完成数据传输和发送指令。

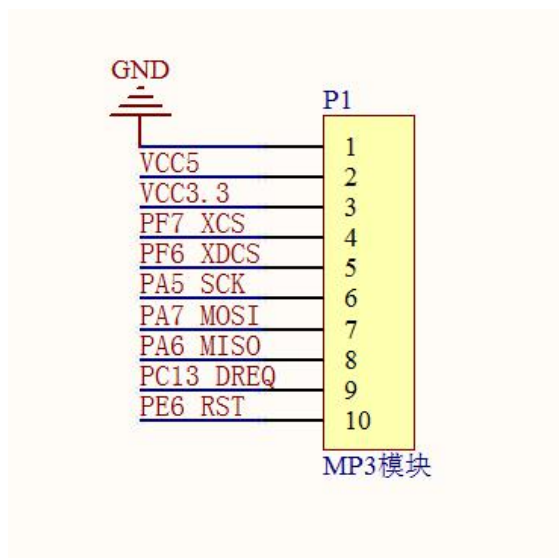


图 4-4 MP3 模块与 STM32 接口图

4.3 触摸屏液晶显示电路

4.3.1 触摸屏简介

本设计系统中，需要完成控制器参数的显示，为了使操作界面简洁，并且在将来更容易对系统的功能进行扩展，在此，本系统显示模块选用 ALIENTEK 开发的 7 寸 TFTLCD 模块。电容屏原理是检测感应电流来确定屏幕坐标，所以轻微接触就可以检测到。电容式触摸屏的原理如下：

投射电容式触摸屏是传感器利用触摸屏电极发射出静电场线。一般用于投射

电容传感技术的电容类型有两种：自我电容和交互电容。自我电容又称绝对电容，是最广为采用的一种方法，自我电容通常是指扫描电极与地构成的电容。在玻璃表面有用 ITO 制成的横向与纵向的扫描电极，这些电极和地之间就构成一个电容的两极。当用手或触摸笔触摸的时候就会并联一个电容到电路中去，从而使在该条扫描线上的总体的电容量有所改变。在扫描的时候，控制 IC 依次扫描纵向和横向电极，并根据扫描前后的电容变化来确定触摸点坐标位置。

4.3.2 触摸屏显示电路设计

从下图可以看出，ALIENTEK 7' TFTLCD 模块一共有 34 个 I/O 口。D0-15 这 16 个位数据/指令发送口，5/3.3V 电源接入管脚，接地管脚，MOSI 电容屏 IIC_SDA 信号，PEN 电容触摸屏中断信号，CS 电容触摸屏复位信号，CLK 电容触摸屏 IIC_SCL 信号。

表 4-4 ALIENTEK 7' TFTLCD 模块引脚功能说明

引脚	名称	描述
1	NCE	LCD 控制芯片片选（0 有效）
2	RS	命令/数据控制信号（0，命令；1，数据）
3	WR	写有效（0 有效）
4	RD	读有效（0 有效）
5	RST	复位
6~21	D0~D15	双向数据线
22, 26,27	GND	地
23~25	NC	空脚
28	VCC	5V 电源引脚
29	MISO	NC(空脚)
30	MOSI	IIC_SDA 信号
31	PEN	中断信号
32	BUSY	NC
33	CS	复位
34	CLK	IIC_SCL 信号

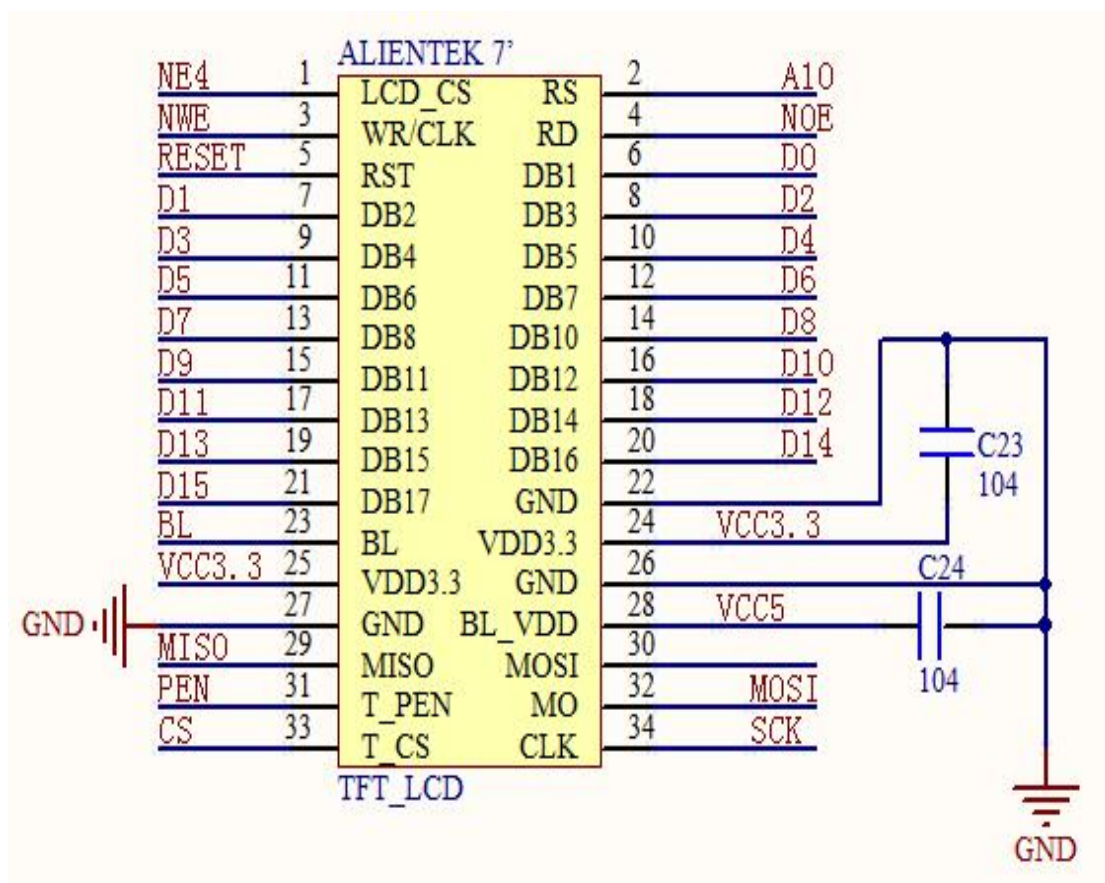


图 4-5 ALIENTEK 7' TFTLCD 模块引脚图

4.4 语音播放模块选型

4.4.1 语音播放模块 WT588D 工作原理

WT588D 语音芯片是为完成系统语音播放，及定时提醒功能而选择的，该芯片集成度高、不需要复杂的外围控制电路，同时也是为家庭老人考虑，由于老人不能适应操作复杂的系统，所以本系统在该功能的要求上务必简单、易操作。WT588D 语音单片机芯片的控制模式都可以通过 WT588D VoiceChip 上位机操作软件进行根据需要更换。通过软件操作把信息下载到 SPI-Flash，方式简洁易懂，撮合了语音组合技术，大大减少了语音编辑的时间。

语音播放模块 WT588D 用于系统设定的定时提醒，用户可根据需要将要播放的语音通过 WT588D VoiceChip 上位机操作软件下载到指定地址，在通过按键设定播放时间，当设定时间与系统时钟时间相等时，会触发单片机控制管脚来播放音乐。

4.4.2 语音播放模块 WT588D 工作电路设计

WTW-16P 采用 WT588D-20SS 作为核心控制电路，WTW-16P 内部包含了 WT588D-20SS 外围所需的 SPI-FLASH、震荡电路、复位电路。外部只需要接上电源、控制端以及扬声器（或者功放）就能正常工作。

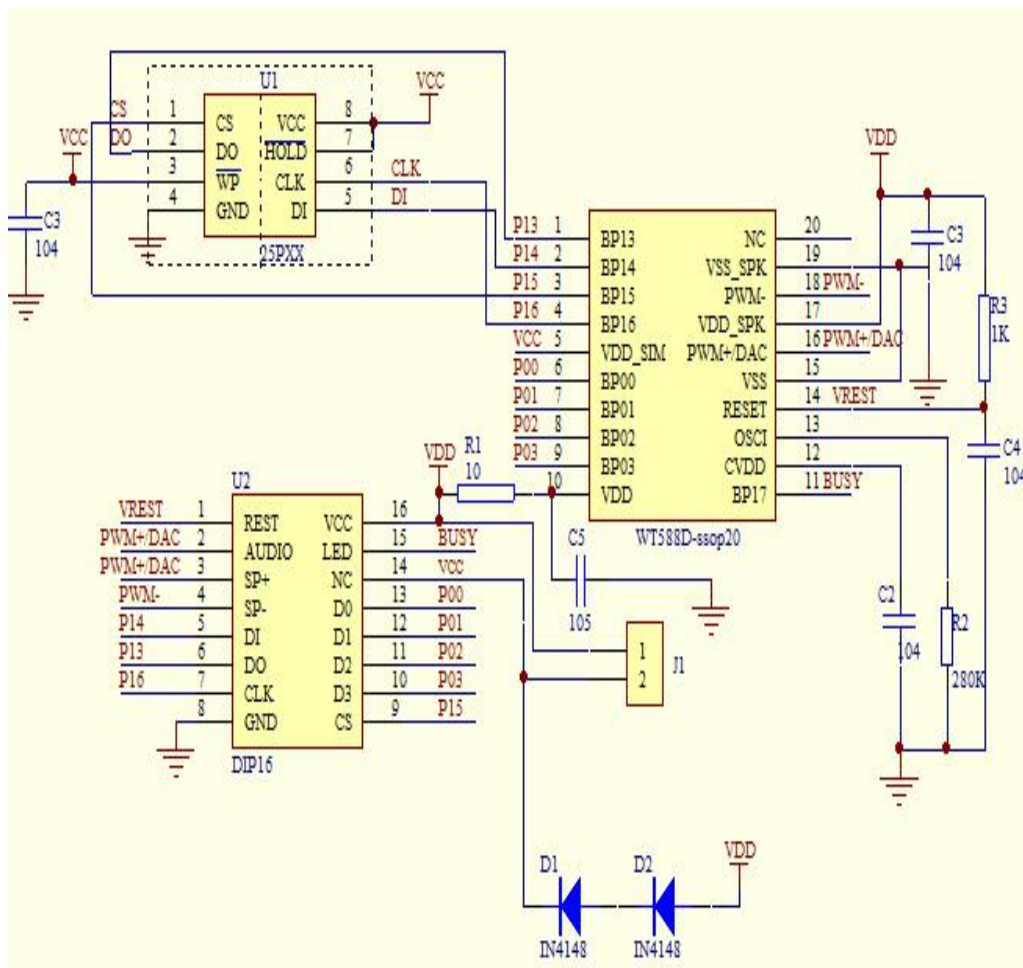


图 4-5 WT588D 原理图电路

4.5 电源电路模块的设计

该系统属于模拟室内建筑智能环境，因此在电源供电方面，根据需要由电池电压稳压芯片 LM538、AM1117 得到单片机和传感器需要的 5V、3.3V。各电源模块都有电源指示灯，由发光二极管的正常电流为 10mA 左右，需要 470 欧姆的电阻限流，以防止烧坏二极管。稳压芯给 STM32 单片机等数字芯片供电时需要加滤波电容。

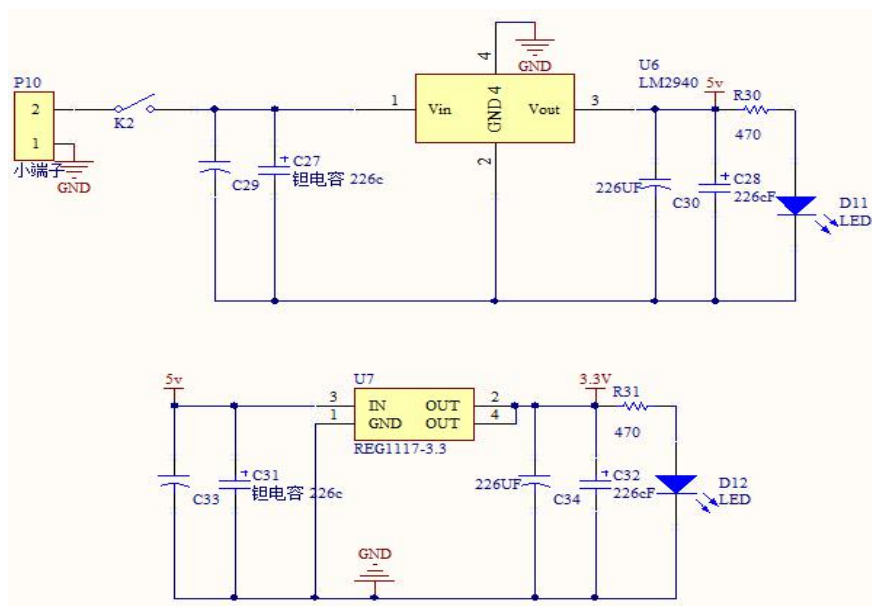


图 4-6 系统供电原理图

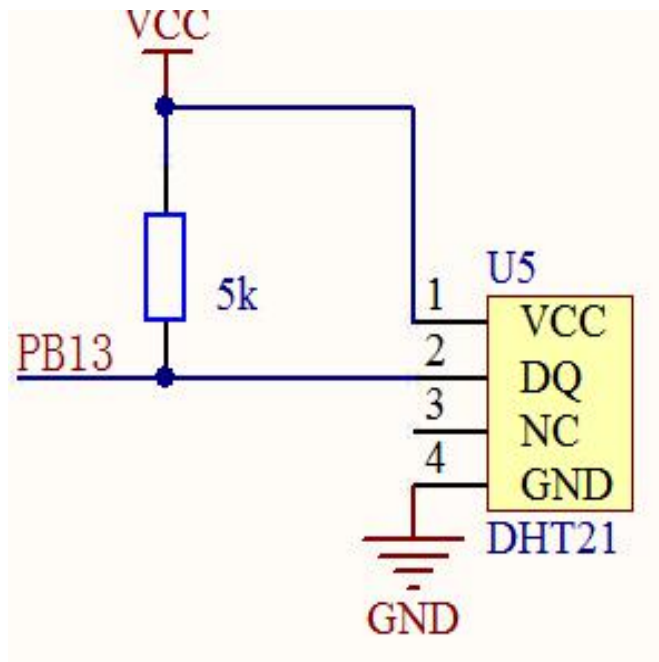
4.6 温湿度检测模块电路设计

4.6.1 温湿度传感器 DHT21 介绍

温湿度检测是室内环境的重要环境参数，综合经济、成本以及温湿度采集精度，选择 DHT21 数字温湿度传感器^[9]。DHT21 是带有自校准的输出数字信号的温湿度复合传感器。它由数字模块采集技术和温湿度传感技术打造，确保其具有极高的可靠性与卓越的长期稳定性。该传感器由电容式感湿元件和 NTC 测温元件组成，与该系统的 STM32F103RBT6 单片机相连接。DHT21 传感器在湿度校验室中已进行校准。在 OTP 内存中存储校准系数，在信号数据处理过程中要调用这些校准系数。单线制串行接口，只需要配置好传感器的时序就可以完成通信，一次传输 40 位数据。体积小、功耗低、以及传输距离远是其具有的突出优势，在严苛的场合该传感器是最佳选择。

4.6.2 温湿度检测模块 DHT21 电路设计

DHT21 温湿度传感器模块与 STM32 单片机的 PB13 管脚相连接，采用 5V 电源供电。当其信号线小于 20m 时，信号线要加上 5k 的上拉电阻。



4-7 温湿度模块 DHT21 接口电路图

4.7 亮度检测模块电路设计

4.7.1 亮度检测模块简介

为实现室内调光和节约能源，需要检测室内光照环境，以此来进行 LED 调节室内光照，为用户提供舒适的室内光照，同时也考虑到成本因素。选择 BH1750FVI 光照传感器具有价格便宜、光照采集精度高、集成度高的数字传感器，完全符合本系统室内采集光照强度的要求。数据传输方式采用是两线式串行总线可以探测较大范围的光强度（1lx-65535lx）变化。光照传感器（BH1750FVI）有如下特点：

- （1）采用 I2C 总线方式传输数据，无光源依赖性，红外线影响较小。
- （2）高灵敏度，微小的光照度变化都可以检测到。
- （3）输出对应亮度的数字值，可调的测量结果影响较大的因素为光入口大小，最小误差变动在 $\pm 20\%$ 。

4.7.2 亮度检测模块电路

亮度检测模块 BHT1750SCL、SDA 与 STM32 单片机的 PB10、PB11 相连接，以 I2C 总线传输数据。

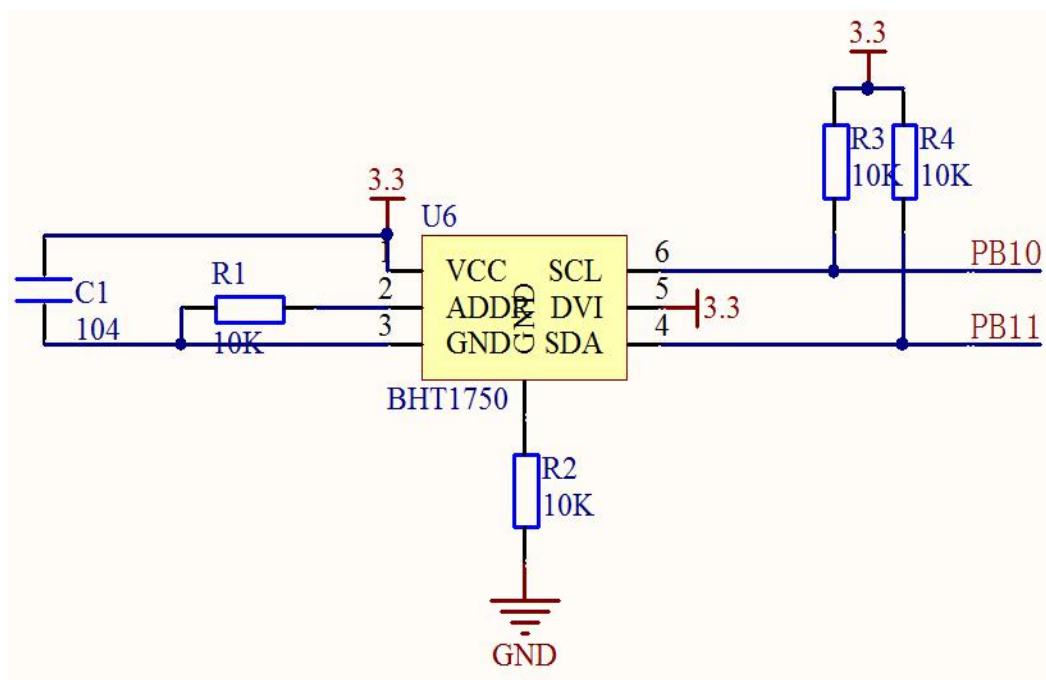


图 4-8 光照传感器 BHT1750 原理图

4.8 PM2.5 模块设计

4.8.1 PM2.5 模块选取

室内环境的 PM2.5 参数也是人们关注的问题。PM2.5 传感器选用 Sharp's 公司的 GP2Y1010AU0F，工作原理是在内部对角的位置放置红外线二极管和光电晶体管，处于传感器中间空气会流通，其中空气中的尘埃会对光线发生反射。检测精度较高，空气中较小的烟雾颗粒也可以被检测到。。

该传感器具有非常低的电流消耗，同时输出与粉尘浓度成正比的模拟电压。测量精度可达 0.8 微米，室内的微小粉尘及烟气都可以测量出。因此，该传感器非常在室内使用，价格也不贵。

4.8.2 PM2.5 模块电路

GP2Y1010AU0 传感器 3 管脚与 STM32 的 PB7 相连，点亮该传感器内部的 LED；5 管脚 VO 与单片机的 PA0 相连，是模拟量输出，传感器内部的 LED 被点亮时，通过传感器中的空气中有尘埃，会使光线发生发射，在 VO 管脚接收到一个模拟电压值，经过单片机采集转换成 PM2.5 值。

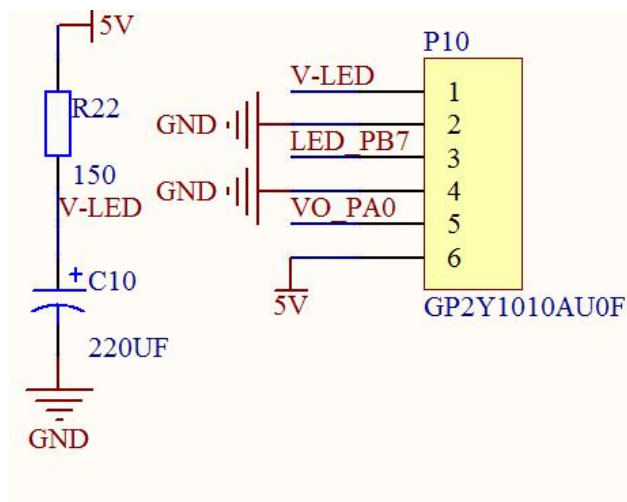


图 4-9 PM2.5 传感器接口电路图

4.9 声光报警模块电路

在厨房中，燃气泄漏是一个威胁人身安全的大隐患。所以系统设计时，采用 MQ-2 烟雾传感器来采集厨房内的可燃气体浓度。MQ-2 是模拟传感器，需要通过 STM32 的 AD 转换器把模拟量转换成数字量，发送到单片机处理，当浓度大于设定值时，PB8 管脚电平置高，来使蜂鸣器动作，来通知用户燃气泄漏，做好安全措施。

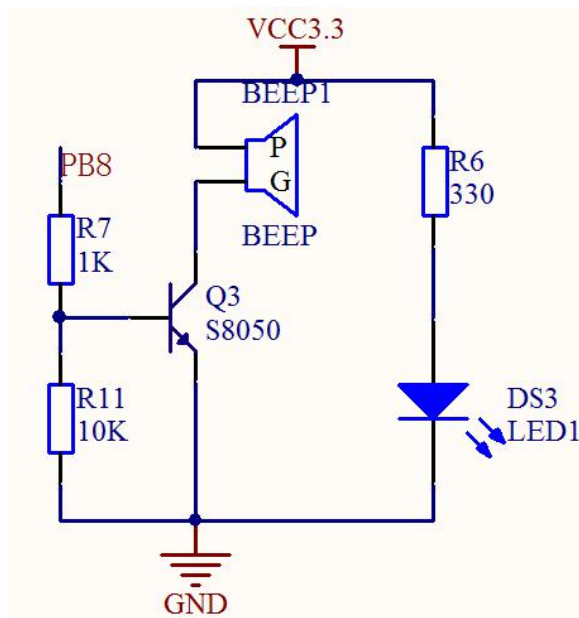


图 4-10 声光报警单元原理图

4.10 客厅灯光设计

在办公区域或家居内根据不同情景模式（如就餐模式、娱乐模式、读书模式等等）需要，读书模式时，需要较高亮度打开两个 LED 灯；就餐模式时，亮度可以稍微弱点，打开一个 LED 灯；娱乐模式时，打开彩色 LED 灯。

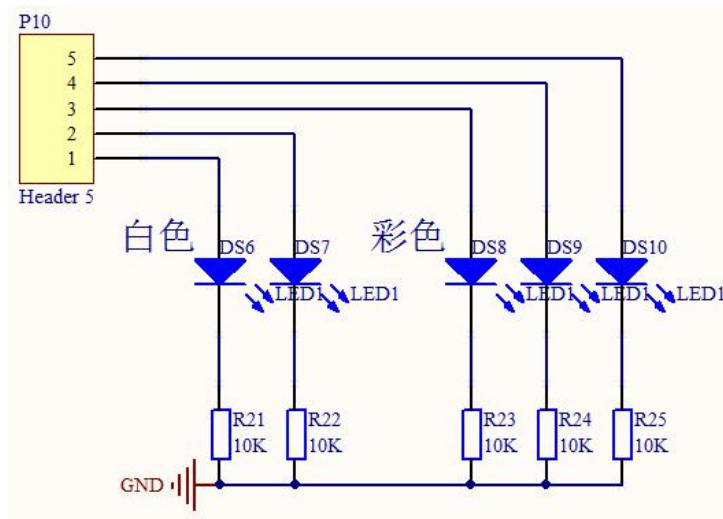
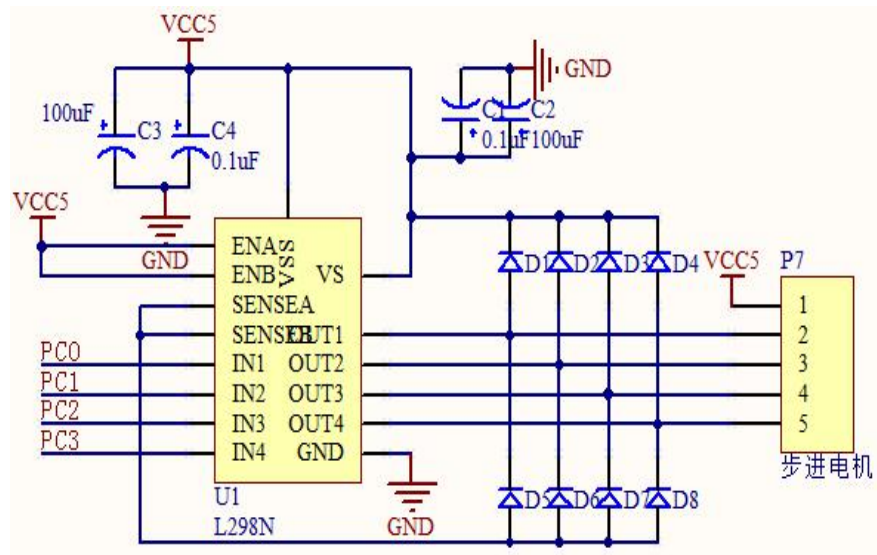


图 4-11 客厅灯光原理图

4.11 百叶窗模块设计

在建筑内部少不了窗户来增加采光，何时打开窗户以及窗户的开度值得研究，可以节约电能并且保证室内有较好的光照度。因此，根据室内光照强度，单片机会发出相应的控制信号，来控制步进电机旋转相应的角度，从而百叶窗的开度被调节，保证室内光照，节约电能。

步进电机驱动芯片选择 L298N，具有高电压、大电流的特点。该芯片采用 15 脚封装。其工作原理是：芯片内部集成两个 H 桥的全桥式驱动器，可以用来驱动步进电动机、直流电机；具有两个使能控制端，在驱动步进电机时，将使能端设置为高电平；驱动步进电机和驱动直流电机的工作原理是不相同的，步进电机需要四个输入端，根据输入端的信号控制电机向正向或反向旋转一个角度，而直流电机只需要一对端口，可以控制电机正向或反向转动。



4-12 步进电机驱动原理图

第五章 软件系统设计

5.1 Keil uVision5 软件简介

在本系统的设计中，STM32 单片机的开发环境是 Keil uVision5 软件，实现对源程序的编辑、编译，调试，同时还可以对程序进行在线仿真^[10]。C 语言是具有低级语言特点的高级计算机程序设计语言，它提供高效的代码，结构化的编程，和丰富的操作符。C 语言与其它语言相比，有很多无法比拟的优点：

- 1) C 语言关键字和控制语句种类很多，可以轻松实现程序的要求。
- 2) 运算符丰富。运算符种类达到 34 种；数据类型广泛；具有结构化的控制语句；模块化的编程思想。C 语言相比于其他语言，程序是模块化的，以函数为单位进行编程。
- 3) 语法限制不太严格。宽松的语法规则，使得 C 语言的应用更加灵活。
- 4) C 语言对物理地址位操作；目标代码占用内存少，极大减少 CPU 的开支。

5.2 系统总体程序设计

以上完成了系统的硬件设计之后，相当于完成了“躯干”部分。要想使系统正常、稳定工作，还得为系统注入“灵魂”。该系统中，软件程序部分就是该系统的“灵魂”。系统在上电之后，先会对系统的各个模块进行初始化，初始化就是将系统的各个部分设置成默认值。系统程序流程图如图 5-1 和 5-2。

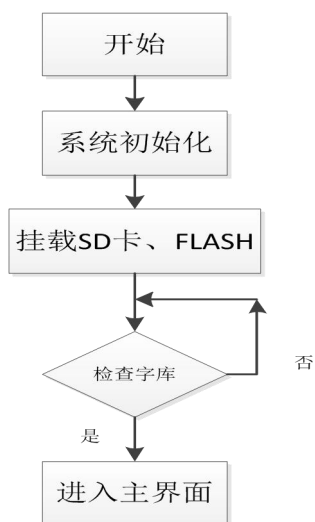


图 5-1 系统程序流程图

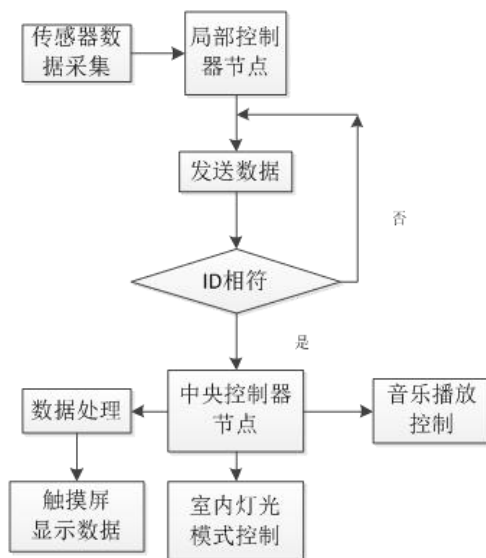


图 5-2 系统通信

5.3 触摸屏界面程序设计

触摸屏界面是该系统人机交互的主要途径，是系统与用户交流的直接体现。触摸屏程序设计有如下几个方面：

（1）首先是触摸屏自身的程序设计，触摸屏在使用前需要进行初始化。LCD 显示设计流程图如图 5-2：

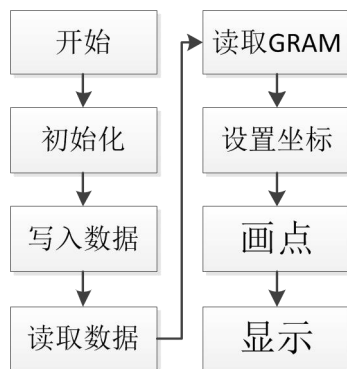


图 5-3 LCD 模块显示的流程图

5.4 CAN 总线通信模块的软件设计

CAN 节点的功能主要是发送和接收数据，首先应对 STM32 中关于 CAN 的控制器进行初始化。CAN 控制器初始化配置，需要对中断进行设置，优先级设置为最高；对 CAN 用的 I/O 管脚进行配置；设置 CAN 的通信速度 450Kbps。

(1) CAN 发送数据流程图如下：

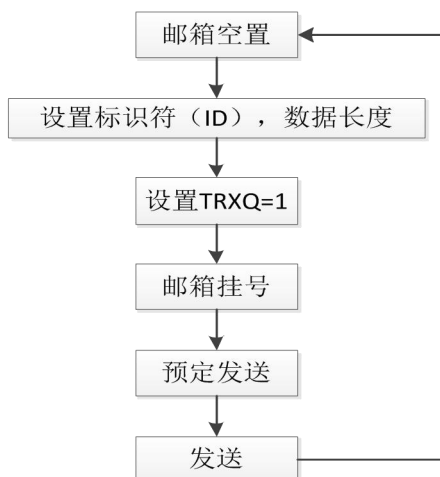


图 5-4 CAN 发送流程图

(2) CAN 接收数据流程图如图 5-4：

下图表明了 CAN 接收数据的流程，但是缺少从 FIFO 中读出报文，FIFO 存储 3 个报文之后，在下个报文到来之前，必须先读出一个报文，否则 FIFO 将溢出，丢失数据。只要 FIFO 读出一个报文，挂号就减 1，FIFO 不为 0，就可以读出报文。

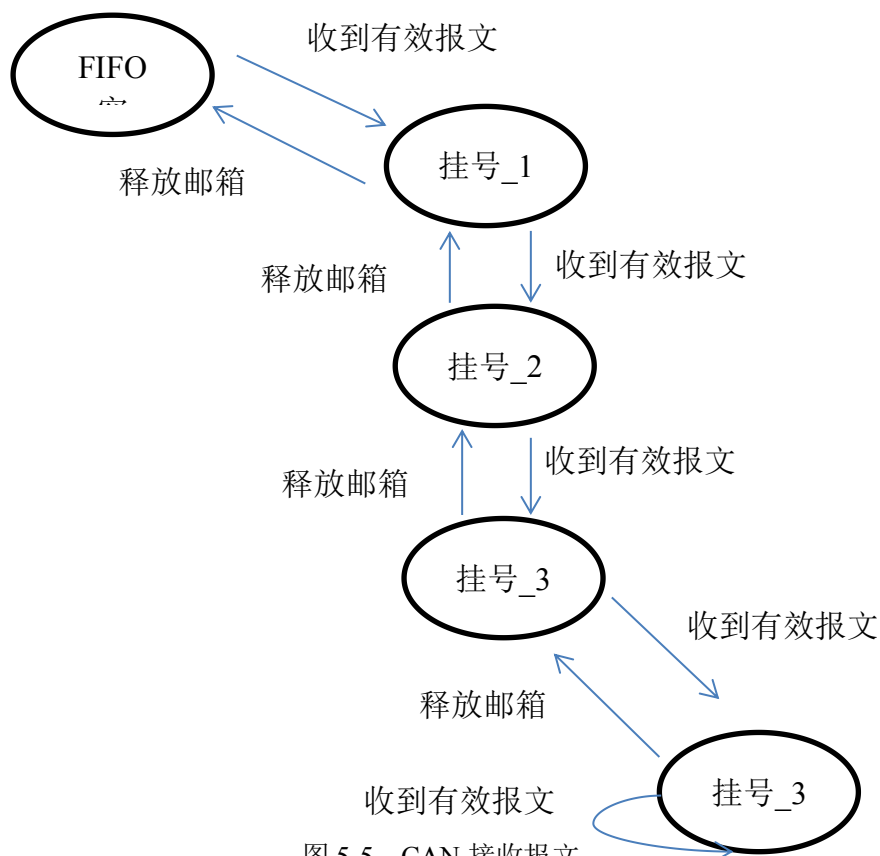


图 5-5 CAN 接收报文

5.5 温湿度采集程序设计

本系统选用的温湿度传感器 DHT21，工作方式为单总线。数据通信协议：起始信号、响应信号、温度数据、湿度数据、校验位。起始信号：数据总线拉低，通知传感器准备数据；响应信号：把总线拉低 80us，再拉高 80us 以响应主机的起始信号；湿度数据：前 16 位为湿度信号，高位在前，传感器的值为实际湿度值的 10 倍；温度数据：中间 16 位为温度信号，最高位为 1，表示负温度信号，最高位为 0，表示正温度信号。校验位：校验位为 8 位数据。温湿度传感器一次传送 40 位数据。

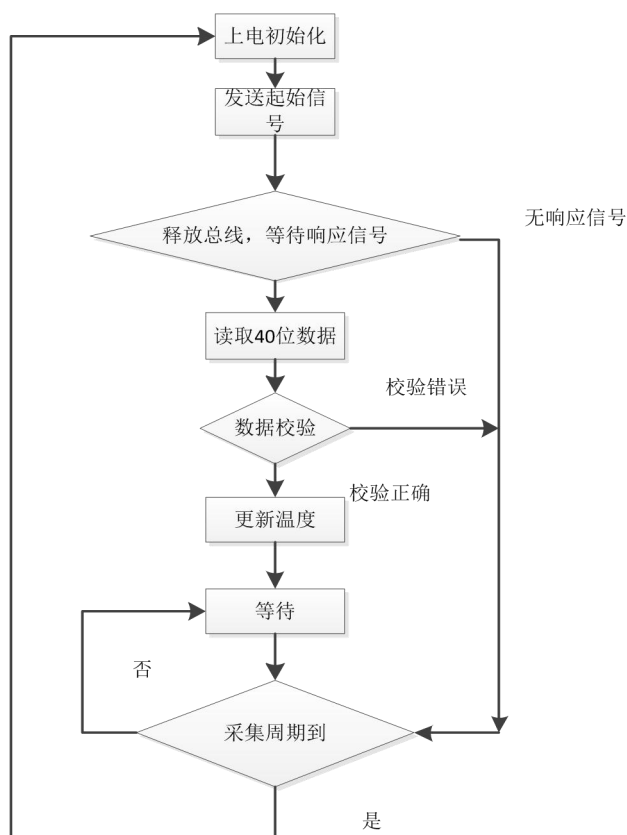


图 5-6 温湿度采集流程图

第六章 总结

大学四年的学习中，我学习了数字电子技术、模拟电子技术、单片机原理及接口技术等，这些书本中的原理在本次毕业设计中均有所体现。但是，也让我认识到书本上学到的知识与实践中要使用的还是存在一定的差异。在本次毕业设计中，我也遇到了很多的难题，例如对 STM32 的了解不足，自身的编程能力有缺陷；通信所使用的总线了解很少。这些说明我在平时的学习中还有很多不足。本次毕业设计考验和锻炼了我多方面的能力，对硬件和软件都有要求，在硬件方面，要求能看到电路原理图，明白芯片、器件的工作原理，会绘制电路原理图和 PCB 布局，也要掌握焊接元器件；软件方面，要求会编写程序代码，会调试程序。这次毕业设计对我的能力是一次锻炼，让我认识到虽说大学毕业了，可以在专业方面我才刚刚起步，还有很长的路要走。

在这次毕业设计中，我对单片机有了新的认识。以前了解的单片机功能不是很多，一般是做将模拟信号采集，转换为数字信号、按键和矩阵键盘的程序等其他简单的应用。通过此次毕业设计，我对单片机的知识和应用有了更深一步的认识。在今天，科技飞速发展，科技落后就意味着国家生产力的落后，也就是说科技在生产中占有无可比拟的作用。用单片机做智能控制可以逐步取代人工操作，实现生产模式的伟大变革。

毕业设计学校提供了一个学期的时间，不是一朝一夕能完成的，不能急于求成，在很多时候太急躁会忽略很多重要的环节。在毕业设计中，雷老师严格要求，让我安心做毕业设计，在很多知识和经验方面提供帮助。毕业设计锻炼了在工作中要保持独立思考的能力以及一颗不骄不躁做知识的心。通过这个毕业设计，在有经验同学的帮助下，我对 STM32 单片机的了解进一步加深，能独立完成程序的编程，学会绘制程序流程图。在硬件设计方面，不仅需要设计电路图，还需要掌握器件的焊接。我对 Altium Designer 绘图软件的使用更加熟练，并完成了 STM32 的最小系统原理图以及电源原理图的绘制。在设计过程中，也有很多方面的问题，首先是经验不足，这个需要长期的日积月累，为自己以后的工作指明方向，其次，理论知识不牢固也是一大问题，我会进一步巩固所学。

致 谢

随着毕业设计的开始筹备，我认识到我的大学生活也在逐步落幕，毕业设计不仅仅是学校对大学生的一项任务，也是对大学生四年学习的一次总结。大学四年学习的知识将在毕业设计中融会贯通，让大学生将理论付诸于实践。这次毕业设计我在雷老师的推举下有幸参加联合毕业设计，去见识其他优秀大学毕业生的风采。在整个毕业设计的始终，我得到了雷老师的大力支持，同时也有很多热心同学的帮助，本次毕业设计我受益匪浅，在其中体会到了知识的应用、解决问题的方法、和团队相互协作的精神。

毕业设计期间，雷老师给与了很大的帮助，首先是方向上，雷老师经验丰富，给我推荐大的方向，先是ZigBee技术做通信，但是雷老师认为ZigBee技术在本设计的应用已经成熟，况且有不少已经做了这方面的设计，研究这个课题意义不大。雷老师给我推荐CAN总线来完成本次毕业设计的通信部分，该技术在室内智能建筑控制器方面的研究还比较少，研究意义较大。其次，雷老师每周也抽出很多时间对我进行指导，对我严格要求，提供了很多参考。最后，我从雷老师身上学到了很多，不仅是知识方面，还有人格品质。雷老师治学严谨的态度，非常值得我学习，使我受益终生。

毕业设计的完成给我的大学的生活画上一个句号。毕业设计时间跨度很长，在老师和同学的帮助以及自己的努力下，顺利完成毕业设计。在毕业期间，收获的不仅仅是知识，更重要的是学习的能力和解决问题的能力。在大学四年，感觉是有得有失，有成功，有遗憾。在大学中，我学会了如何解决遇到的问题，锻炼了解决问题的能力。在以后的工作学习中，这将是我最宝贵的财富。

参考文献

- [1] 童诗白, 华成英.模拟电子技术基础.高等教育出版社, 2006, 5: 28~39
- [2] 饶运涛, 邹继军, 王进宏, 郑勇芸.现场总线 CAN 原理与应用技术(第二版)[M].北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.
- [3] 谢卫华.基于单片机的家庭智能防火防盗系统[D].哈尔滨: 东北林业大学, 2010.
- [4] 李金刚, 刘永鸿.基于 AT89C51 型单片机的 CAN 总线智能节点设计[J].国外电子元器件, 2006, (8): 26~29.
- [5] 李晓虹, 刘克福.基于单片机和 CAN 总线的智能家居控制系统[J].智能建筑与城市信息, 2010, (1): 56~59.
- [6] 赵雨斌, 苗满香, 陈宇.基于 CAN 总线的楼宇智能监控报警系统研究与设计[J].核电子学与探测技术, 2008, (5): 657~661.
- [7] 马淑华, 王凤文, 张美金.单片机原理与接口技术(第 2 版)[M].北京: 北京邮电大学出版社, 2005.
- [8] Chunjie Yang, Ji Yan. "The design of distributed control system based On CAN Bus," Electronic & Mechanical Eengineering and Information Technology, vol.8,pp.3956 ~ 3958,2011.
- [9] 黄贤武. 传感器实际应用电路设计[M]. 成都: 电清华大学出版社, 1998.
- [10] STM32F10xxx TIM1 application examples [DB/OL].
- [11] ARM®-based 32-bit MCU STM32F103xx Firmware library [DB/OL].

附 录

附录一 系统程序

主程序

```
int main(void)
{
    delay_init();           //延时函数初始化
    NVIC_PriorityGroupConfig(NVIC_PriorityGroup_2); //设置中断优先级分
组为组 2: 2 位抢占优先级, 2 位响应优先级
    uart_init(115200);       //串口初始化为 115200
    CAN_Configuration(); //CAN 控制器初始化
    delay_ms(2000);
    RTC_Init();              //RTC 初始化
    LED_Init();              //LED 端口初始化
    LCD_Init();
    KEY_Init();
    tp_dev.init();
    POINT_COLOR=RED; //设置字体为红色
    display_first(50,24);
    delay_ms(1500);
    delay_ms(1500);
    LCD_Clear(WHITE); //清屏
    reflsh_flag = 1;
    W25QXX_Init();          //初始化 W25Q128
    VS_Init();               //初始化 VS1053
    my_mem_init(SRAMIN);     //初始化内部内存池
    exfuns_init();           //为 fatfs 相关变量申请内存
    f_mount(fs[0], "0:", 1); //挂载 SD 卡
    f_mount(fs[1], "1:", 1); //挂载 FLASH.
    POINT_COLOR=RED;
    while(font_init())       //检查字库
    {
```

```

        LCD_ShowString(30,50,200,16,16,"Font Error!");
        delay_ms(200);
        LCD_Fill(30,50,240,66,WHITE);//清除显示
    }
    TIM3_Int_Init(9999,7199);
    TIM2_Init(9999,7199);
while(1)
{
    ti();
    ctp_test_our();
    LCD_Display();
    rtc();
    if(show_flag == 8)
    {
        switch(KEY_Scan(0))
        {
            case 1:
                t++;
                //reflsh_flag = 1;
                break;
            case 2:
                t--;
                //reflsh_flag = 1;
                break;
            default:
                break;
        }
        LCD_ShowxNum(250,500,t,2,24,0x80);
        if(t==calendar.hour)GPIO_ResetBits(GPIOB,GPIO_Pin_5);
        else GPIO_SetBits(GPIOB,GPIO_Pin_5);
        //if(t==calendar.hour)GPIO_SetBits(GPIOB,GPIO_Pin_5);
    }
    if(time_flag)

```

```

        {   time_flag = 0;
            LED0 = 0;
            TIM_Cmd(TIM2, ENABLE);
        }
    }

}

CAN 子程序
void TIM3_Int_Init(u16 arr,u16 psc)
{
    TIM_TimeBaseInitTypeDef  TIM_TimeBaseStructure;
    NVIC_InitTypeDef NVIC_InitStructure;

    RCC_APB1PeriphClockCmd(RCC_APB1Periph_TIM3, ENABLE);
    TIM_TimeBaseStructure.TIM_Period=arr;
    TIM_TimeBaseStructure.TIM_Prescaler =psc;
    TIM_TimeBaseStructure.TIM_ClockDivision = TIM_CKD_DIV1;
    TIM_TimeBaseStructure.TIM_CounterMode = TIM_CounterMode_Up;
    TIM_TimeBaseInit(TIM3, &TIM_TimeBaseStructure);
    TIM_ITConfig(TIM3,TIM_IT_Update,ENABLE );
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannel = TIM3_IRQn;
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelPreemptionPriority = 0;
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelSubPriority = 3;
    NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelCmd = ENABLE;
    NVIC_Init(&NVIC_InitStructure);
    TIM_Cmd(TIM3, ENABLE);
}

uint8_t TEMP_CNT;
uint8_t TIME20s_CNT;
void TIM3_IRQHandler(void)
{
    if (TIM_GetITStatus(TIM3, TIM_IT_Update) != RESET)
    {

```

```

TEMP_CNT++;

if(TEMP_CNT==250)TEMP_CNT=0;
//REFLASH_LCD = 1;
if(TEMP_CNT%2)
{
    SLAVE_ONE = 1;
    SLAVE_TWO = 0;
    REFLASH_LCD = 0;
}else
{
    SLAVE_ONE = 0;
    SLAVE_TWO = 1;

}
TIM_ClearITPendingBit(TIM3, TIM_IT_Update );
}

void ti()
{
    if(SLAVE_ONE)
    {
        SLAVE_ONE = 0;
        CanWriteData(0x1312);
    }
    if(SLAVE_TWO)
    {
        SLAVE_TWO = 0;
        CanWriteData(0x1314);
    }
    //if(REFLASH_LCD)

```



```

    #if 1
    if( CanFlag == ENABLE )
    {

    CanFlag = DISABLE;
        if(CAN_DATA0==0x0A)
        {
            temp_value = (CAN_DATA1*256+CAN_DATA2)/10.0;
            rh_value = (CAN_DATA3*256+CAN_DATA4)/10.0;
            pm = (CAN_DATA5*256+CAN_DATA6)/100.0;
        }
        else if(CAN_DATA0==0x0B)
        {
            lx = CAN_DATA1*256+CAN_DATA2;
        }
        else if(CAN_DATA0==0x0C)
        {
            temp_value2 = (CAN_DATA1*256+CAN_DATA2)/10.0;
            rh_value2 = (CAN_DATA3*256+CAN_DATA4)/10.0;
            pm2 = (CAN_DATA5*256+CAN_DATA6)/100.0;
        }
        else if(CAN_DATA0==0x0D)
        {
            lx2 = CAN_DATA1*256+CAN_DATA2;
            yw_value = (CAN_DATA3*256+CAN_DATA4);
        }
        if(show_flag==4)
        {
            LCD_ShowNum(280,100,temp_value2/10,4,24);
            LCD_ShowNum(280,300,rh_value2/10,4,24);
            LCD_ShowNum(280,500,pm2,4,24);
            LCD_ShowNum(280,700,lx2,4,24);
        }
    }
    }

```

```

        if(yw_value>800)
        {
            GPIO_SetBits(GPIOG,GPIO_Pin_13);
            GPIO_SetBits(GPIOB,GPIO_Pin_8);
            delay_ms(1000);
            delay_ms(1000);
            delay_ms(1000);
            delay_ms(1000);
            GPIO_ResetBits(GPIOB,GPIO_Pin_8);
        }

    }

```

MP3 播放子程序

```

u8 mp3_play_song(u8 *pname)
{
    FIL* fmp3;
    u16 br;
    u8 res,rval;
    u8 *databuf;
    u16 i=0;
    u8 key;

    rval=0;
    fmp3=(FIL*)mymalloc(SRAMIN,sizeof(FIL));
    databuf=(u8*)mymalloc(SRAMIN,4096);
    if(databuf==NULL||fmp3==NULL)rval=0XFF ;
    if(rval==0)
    {
        VS_Restart_Play();
        VS_Set_All();
        VS_Reset_DecodeTime();
        res=f_typedell(pname);
    }
}

```

```

if(res==0x4c)
{
    VS_Load_Patch((u16*)vs1053b_patch,VS1053B_PATCHLEN);
}
res=f_open(fmp3,(const TCHAR*)pname,FA_READ);
if(res==0)
{
    VS_SPI_SpeedHigh();
    while(rval==0)
    {
        res=f_read(fmp3,databuf,4096,(UINT*)&br);
        i=0;
        do
        {
            if(VS_Send_MusicData(databuf+i)==0)
            {
                i+=32;
            }else
            {
                key=key_scan();
                switch(key)
                {
                    case 2:
                        rval=1;
                        break;
                    case 1:
                        rval=2;
                        break;
                    case 3:
                        rval = 3;
                        break;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        }
        mp3_msg_show(fmp3->fsize);
    }
} while(i<4096);
if(br!=4096||res!=0)
{
    rval=0;
    break;
}
}
f_close(fmp3);
}else rval=0XFF;
}
myfree(SRAMIN,databuf);
myfree(SRAMIN,fmp3);
return rval;
}

```



