

基于单片机+语音 MP3 芯片的电梯智能语音报站系统的设计

摘 要

随着高科技的发展，智能化使电梯的使用越来越简便。现代化的智能大厦不仅要求电梯能将乘客安全平稳的送达楼层，还应该具备预报层站、欢迎词及插播宣传语等，可避免乘客搭错楼层或电梯，消除人们乘坐电梯的寂寞感。目前，大部分的电梯厂家生产的电梯都未配置自动语音报站系统，只有大型商场或酒店安装了该系统。

本文主要介绍本人为学校电梯增加语音楼层信息提示，为同学和老师乘坐电梯提供更舒适的体验，也使日后实现自行更改语音信息提示成为可能。该系统采用 ATmega8 单片机+串口语音 MP3 芯片设计而成。主要论述：准备过程、硬件电路、程序、调试、最后装机、测试这几个环节，并对设计过程中遇到的难点以及解决方法进行了阐述和总结。

关键词 电梯 语音报站 单片机 MP3 芯片

Elevator Intelligent Reminder System

Based on MCU+MP3 Chip

Abstract

With the development of high-tech, intelligentize makes the using of elevators more and more convenient. In modern intelligentized buildings, it is not only required that elevators carry passengers safely to floors they want to get to, but also required that passengers enjoy the moment in the elevators, listening to floor declarations, welcoming phrases, introduction slogans. For now, elevators made by most factories have no devices of intelligent floor reminder systems.

My article mainly introduces how I re-build my school's elevator, adding intelligent floor reminder to it, which makes it more comfortable for teachers and students to take the elevator. This design makes it possible to re-put information into the storage. This system is based on ATmega8 MCU + serial-port MP3 chip. The article includes the following sections: preparation process, hardware circuit, program writing, debugging, assembling, and attaching to elevator. In the end, I made a conclusion on the issues met in the task and how to deal with them.

Key words Elevator Reminder MCU MP3 Chip

目 录

1 绪论	1
1.1 智能化的历史背景	1
1.2 电梯的智能化	1
1.3 论文的设计意义	1
1.4 论文的研究内容	2
1.5 论文撰写结构安排	2
2 报站系统的设计与方案论证	3
2.1 系统设计	3
2.2 方案论证	3
2.3 本章小结	8
3 硬件电路	9
3.1 系统整体框架设计	9
3.2 控制器	9
3.3 电源模块	12
3.4 语音 MP3 芯片模块	12
3.5 霍尔传感器	15
3.6 红外热释传感器	16
3.7 本章小结	17
4 软件设计	18
4.1 编程软件介绍	18
4.2 各模块测试	19
4.3 程序流程图	21
4.4 初步编写调试程序	23
4.5 本章小结	23
5 系统制作调试	24
5.1 系统初步测试	24
5.2 整机组装调试	24
6 现场调试	27
6.1 整机安装固定	27
6.2 检测部件安装	27
6.3 现场总体试运行	28
7 展望	29
设计心得	30
致 谢	错误!未定义书签。

参 考 文 献.....	31
附 1 系统电路图	32
附 2 单片机外围电路原理图	33
附 3 程序代码	34

1 绪论

1.1 智能化的历史背景

计算机的问世使我们的生活逐步进入智能化的时代，工业自动化（40 年代--60 年代初）、智能机器人（80 年代）、楼宇智能化（80 年代）等相继出现，到如今的智能手机、智能穿戴等等。时代越来越智能，人们生活越来越方便。这一切的一切都由程序来控制，程序就是智能化的核心。从最初的二进制机器码过渡到人们能理解的汇编语言，而后又出来了高级语言如 FORTRAN、BASIC、C、C++、Java、PHP、.NET 等。编程的人都知道：程序=数据结构+算法，而数据结构好比是血肉骨架，算法则就是程序的灵魂。所以智能化程度还是看算法。现在科幻片里常提到的人工智能（简称 AI），其智能程度还是靠算法。

1.2 电梯的智能化

从 1857 年美国奥的斯制造出的第一台电梯至今已有一百五十余年，它给人们的日常生活带来了无尽的便利。随着科技的发展，现代建筑物越来越高，作为高层建筑的重要机电设备，人们对电梯的技术和质量的要求也越来越高。



图 1-1 智能刷卡电梯

现代电梯技术正朝着更快、更稳、更安全、更人性化、更智能的方向发展。如图 1-1 智能刷卡电梯。这种刷卡授权电梯一般分两种，一种为刷卡区在候梯厅，起到授权乘坐的功能；还有一种刷卡区在轿厢内，起到授权抵达楼层功能，即图示这种。

电梯的语音报站系统也是体现电梯人性化设计的具体表现。用语音报站系统预报层站信息、欢迎词、插播宣传语、播放音乐等，如“三层到了”、“机电工程系欢迎您”，可避免乘客搭错楼层或电梯，也能消除人们乘坐电梯的寂寞感。

1.3 论文的设计意义

目前，市场上的电梯语音报站系统都是靠使用统一的语音芯片方案来实现的。该方案开发成本低、难度低、实现功能简单，因此应用较广泛。但此方案也有很大的弊端，就是语音装置体积较大，语音存储容量小，音质较差，更换声音数据困难。这是由于语音数据是采用模拟量存储技术而储存到语音芯片上的，并且写入语音要用专用

的烧写器，这种局限性使得用户个性化定制语音内容和日后更改语音变得很困难。

本人设计的基于 MP3 播放的语音报站装置就可以解决原有语音芯片报站装置的这些弊端。其体积小巧，便于安装、维护，语言容量大，声音文件可由计算机处理，无需专用录音室录制，通过读卡器与计算机连接下载，更换语音文件非常方便。

1.4 论文的研究内容

本课题研究的是基于 MP3 技术的电梯语音报站装置，目的是解决原有使用语音芯片报站的弊端，开发设计一款新型的电梯语音报站器，可以根据用户需求自行更改语音，且存储容量大，兼背景音乐播放功能。声音文件可以由计算机合成，有丰富的语音库，还可作后期处理，无需在专用的录音棚录制。通过读卡器将语音文件写入 Micro SD Card 后插入设备接口。

本设计采用 ATmega8L 单片机作为主控与 HSC003 串口 MP3 解码芯片共同实现语音及背景音乐的播放。

1.5 论文撰写结构安排

本文结构以语音 MP3 报站器的系统设计为主线，从硬件电路设计、软件设计等来进行阐述。

第一章为绪论，介绍了智能化的背景及电梯的智能化，是熟悉课题的必经之路。

第二章为系统设计与方案论证，介绍了整个系统的构成，以及几个重要模块的方案论证。

第三章为硬件电路设计，是本论文的核心，介绍了主控制器单片机系统模块的电路设计及其原理、电源电路、传感器检测电路、MP3 芯片模块驱动电路。

第四章为软件设计。

第五章为制作与调试，介绍了软硬件调试方法与工具。

第六章为现场安装调试，介绍了传感器及其支架的安装固定。

第七章主要是对此毕业设计的心得体会。

2 报站系统的设计与方案论证

2.1 系统设计

2.1.1 设计思路

决定此设计内容后，研制实践操作就有了方向：用 ATmega8 单片机做主控制器接收传感器信号，处理后发送相应信号给 MP3 芯片，随即播放相应音乐。该装置应该包括：MCU 主控、MP3 芯片、扬声器、电源、传感器这几个部分。

2.1.2 系统设计难点

学会传感器位置检测的使用和该类单片机最小系统的设计。用到了机械制造安装，传感器检测技术，来实现语音报站。

在单片机的基础上，设计系统的硬件电路，包括电源电路、传感器信号识别电路，串口发送电路等。

本次设计主要解决利用单片机的中断检测功能来检测传感器发来的电平信号。

2.2 方案论证

2.2.1 MCU 主控的选择

方案 1：采用 STC 系列单片机作为主控制器。STC 是在深圳的一家 8051 单片机设计生产公司。STC 系列的单片机现在在中国的 51 单片机市场上占有较大比例。宏晶科技现已成长为全球最大的 8051 单片机设计公司,现提供专用 MCU 设计服务.深圳宏晶科技有限公司是专业单片机供应商，致力于提供处于业内领先地位的，高性能 STC 系列 MCU 和 SRAM。其产品已通过国际权威认证机构 SGS（瑞士通用公证行）的多项认证：

1. EFT 测试认证：过 4KV 快速脉冲干扰
2. 绿色环保认证：无铅认证

STC MCU 性能特点在于：

89C 系列：工作频率 0~40M 相当于普通 8051 的 0~80M，FLASH 程序储存 4K-64K，RAM 数据储存 512B—1280B，内部集成 EEPROM 2K—16K 及看门狗和专用复位电路，带 A/D 功能。

12C 系列：单时钟/机器周期。超小封装。2-4 路 PWM，8-10 位高速 A/D 转换。FLASH 程序储存 512B—60K，RAM 数据储存 256B—1280B，集成 EEPROM 及硬件 WDT。产品都有为低功耗。有 ISP 和 IAP 功能，强抗干扰和降低 EMI 性能。

15F 系列有 STC 最少引脚 8 引脚的单片机.最显著的特点就是支持 ISP 在线下载功能^[12]。

据一些资深工程师反应，STC 单片机易破解，稳定性和抗干扰性稍逊色，功耗较高，但是价

格便宜，性价比高，比较适合初学者学习。不适合做一些项目工程，所以决定放弃用 STC 单片机作主控制器。

方案 2: 采用 Atmel 公司的 AVR 系列的 ATmega8 单片机（如图 2-1 所示）。Atmel 半导体成立于 1984 年，总部位于美国。是世界上高级半导体产品设计、制造和行销的领先者，产品包括了微处理器、可编程逻辑器件、非易失性存储器、安全芯片、混合信号及 RF 射频集成电路。通过这些核心技术的组合，ATMEL 生产出了各种通用目的及特定应用的系统级芯片，以满足当今电子系统设计工程师不断增长和演进的需求。

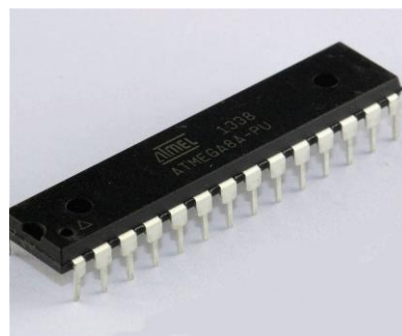


图 2-1 ATmega8

AVR(r) 是 8 位的 RISC 微控制器，它在指令和数据吞吐能力方面比传统的 CISC 结构要快很多倍。AVR 具有很丰富的片内模拟和数字外设，以及系统内可编程的 EEPROM 和 FLASH 存储器。从而大大提高了灵活性，消除了访问外部存储器的瓶颈，提高了程序和数据的安全性。产品线从 tinyAVR(tm)（1K 的片内程序 FLASH）延伸到 megaAVR(tm)（128K 的片内程序 FLASH）^[12]。

AVR 具有稳定性好，效率高等特点，旗下的 ATmega8 体积小，低功耗，且功能全面，故采用 ATmega8 单片机作主控制器。

2.2.2 语音芯片的选择

方案 1: 采用 ISD1700 语音芯片（如图 2-2 所示）。ISD1700 系列录放芯片是一种高集成度，高性能的芯片。它可以多段录音，采样率可在 4K 至 12K 间调节，供电范围可以在 2.4V 至 5.5V 之间。

ISD1700 系列录放芯片可工作于独立按键模式和 SPI 控制模式。芯片内有存储管理系统来管理多段语音，这样在独立按键模式下也能进行多段

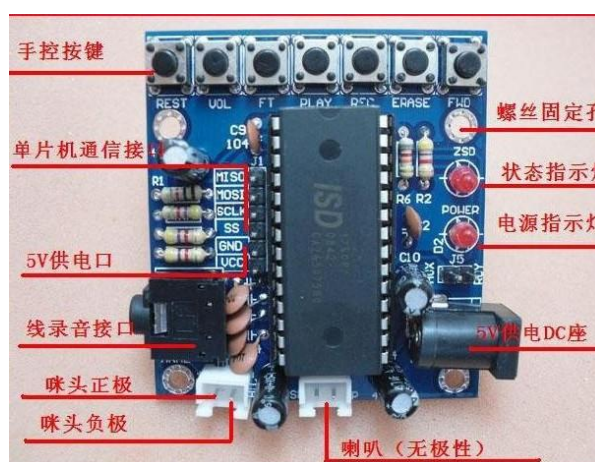


图 2-2 ISD1700 芯片

语音录放。此芯片内有振荡器，可通过外部电阻来调节其振荡频率；还有带自动增益控制（AGC）的话筒运放，模拟线路输入，抗锯齿滤波器，多级存储阵列，平滑滤波器，音量控制，直接驱动喇叭的 PWM 输出与接外部功放的电流/电压输出。

ISD1700 还有新录音提示功能，当有新的录音后，LED 会每几秒闪一次来提示用户有新的录音。此外还有 4 种音效来提示用户的操作结果，如开始录音、停止录音、擦除、下一曲和全部擦除等。

录音数据存储于芯片的 FLASH 内，没有经过任何压缩，所以有较好的音质和断电存储。

芯片有两路独立的语音信号输入通道，话筒输入与模拟信号输入。

在独立按键模式下，当某功能操作完成后芯片会自动进入掉电模式来降低功耗。

在 SPI 模式下，用户可对芯片进行更多功能操作。如对任意存储地址进行录放，对模拟通道配置寄存器（Analog Path Configuration register, APC）进行读写等^[13]。



图 2-3 ISD1700 语音烧写器

但 ISD1700 芯片里的语音要用麦克风录进去，这样难免会有背景噪音，影响体验效果；若想提高音质效果，就要用专用的烧写器（如图 2-3 所示）写入，这样一来成本又要增加，所以放弃该方案。

方案 2：采用 HSC003 语音 MP3 模块（如图 2-4 所示）。HSC003 是一个提供串口的 MP3 芯片，完美的集成了 MP3、WMV 的硬解码。同时软件支持 USB /TF 驱动，支持 FAT16、FAT32 文件系

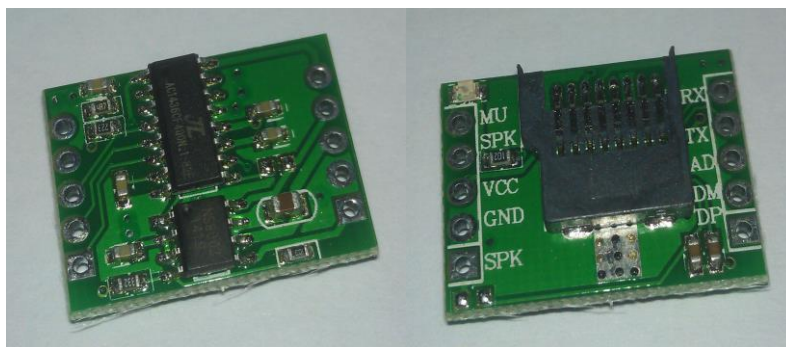


图 2-4 HSC003 MP3 模块

统。通过简单的串口指令即可完成播放指定的音乐，以及如何播放音乐等功能，无需繁琐的底层操作，USB 可当读卡器用，稳定可靠是此款产品的最大特点。另外该芯片也是深度定制的产品，专为 USB 读卡器，Micro SD 卡播放器固定语音播放领域开发的低成本解决方案^[8]。

该模块体积小巧，可以把 MP3 文件存放在 micro SD 卡中，插入模块的卡槽来播放。这样一来，可以用计算机的语音库生成语音 MP3 文件，并经 Cool Edit PRO 后期

合成处理后使用，语音效果极佳，且语音库丰富。研究决定采用此 MP3 模块作语音播报。

2.2.3 功放及扬声器的选择

方案 1：使用 TDA2822 功放芯片（如图 2-5 所示）搭配 4Ω3W 的立体声扬声器。TDA2822 是意法半导体(ST)开发的双通道单片功率放大集成电路，通常在袖珍式盒式放音机、收录机和多媒体有源音箱中作音频放大器。具有电路简单、音质好、电压范围宽等特点，可工作于立体声以及桥式放大(BTL)的电路形式下^[14]。经试验后发现，音质并不是太好，音量也没有太大提高，所以决定放弃该方案。



图 2-5 TDA2822 功放芯片

方案 2：直接使用语音芯片模块内的功放，搭配 4Ω3W 的立体声扬声器。将喇叭直接接入模块的[SPK+]与[SPK-]输出之间，经测试效果理想，也没有出现失真及破音的现象。且该方案不用再设计功放，减小了设备体积和开发成本，决定采用此方案。

2.2.4 检测器件的选择

当初打算做电梯停靠每层都报站的功能，由于不知道此电梯的 CAN 总线通讯协议，通过和指导老师协商，决定只在电梯到达 3 层的时候报站，而其余各层不实现报站功能。如果此次设计成功，那么，同理，实现每层报站也就不难了。

那么就要让电梯知道自己到了 3 层，还是不在 3 层，这就要用到行程开关或者传感器。由于行程开关体积较大，工作电压较高，机械式的接触工作频繁就会影响寿命。最后研究决定采用传感器实现。传感器（英文名称：transducer/sensor）是一种检测装置，能感受到被测量的信息，并能将检测感受到的信息，按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出，以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求^[10]。它是实现自动检测和自动控制的首要环节。而位置类的传感器有很多，有光电传感器，红外对射传感器，红外反射传感器，霍尔传感器等。

方案 1：采用红外对管传感器（如图 2-6 所示）作检测器件。红外对管是根据红外辐射式传



图 2-6 红外对射传感器

感器原理制作的一种红外对射式传感器。与一般红外传感器一样，红外对管也由三部分构成：光学系统（发射管）、探测器（接收管）、信号调理及输出电路。红外探测器是利用红外辐射与物质相互作用所呈现的物理效应来探测红外辐射的。在此接收管通过对发射管所发出的红外线做出反应实现，实现信号的采集，再通过后续信号处理电路完成信号的采集和输出^[15]。这样发射端和接收端都要做线路连接，那么在电梯井道里的安装工程量就比较大了。假设红外发射管装在井道壁上，那么红外接收管就装在轿厢顶上，这样一来，就要给井道壁上的红外发射管供电，在井道壁上布线无疑加大了安装难度，所以放弃该方案。

方案 2：使用光电开关（如图 2-7 所示）作检测器件。光电开关（光电传感器）是光电接近开关的简称，它是利用被检测物对光束的遮挡或反射，由同步回路选通电路，从而检测物体的有无。物体不限于金属，所有能反射光线的物体均可被检测。光电开关将输入电流在发射器上转换为光信号射出，接收器再根据接收到的光线的强弱或有无对目标物体进行探测。安防系统中常见的光电开关烟雾报警器，工业中经常用它来计数机械臂的运动次数^[16]。但是这种传感器有个致命的缺点，那就是怕灰尘。电梯井道里受环境的影响，日积月累就会覆盖很多灰尘，这样灰尘就会影响传感器的接收，所以决定放弃该方案。



图 2-7 光电开关

方案 3：采用霍尔传感器（如图 2-8 所示）作检测器件。霍尔传感器是根据霍尔效应制作的一种磁场传感器。霍尔效应是磁电效应的一种，这一现象是霍尔（A.H.Hall, 1855—1938）于 1879



图 2-8 霍尔传感器

年在研究金属的导电机理时发现的。后来发现半导体、导电流体等也有这种效应，而半导体的霍尔效应比金属强得多，利用这现象制成的各种霍尔元件，广泛地应用于工业自动化技术、检测技术及信息处理等方面。霍尔效应是研究半导体材料性能的基本方法。通过霍尔效应实验测定的霍尔系数，能够判断半导体材料的导电类型、载流子浓度及载流子迁移率等重要参数^[11]。该传感器与

光电开关相比不怕灰尘，且单方安装布线，最终决定采用此传感器做楼层检测装置。

电子产品也要考虑到节能，所以打算在轿厢里安装一个红外热释传感器（如图 2-9 所示）用来检测轿厢是否有人，有人就播放背景音乐，当轿厢里无人一定时间后，暂停播放音乐。起到节能减排，绿色环保的特性。

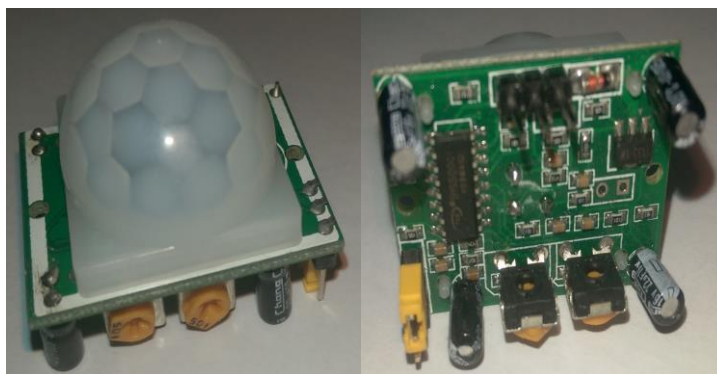


图 2-9 红外热释传感器

2.3 本章小结

本章主要介绍了电梯智能语音报站器的系统设计与方案论证，系统设计按照设计思路，设计难点来讲述制作小车的基本设想与思路概述；方案论证主要讲述了小车的各个模块的方案论证，这样才能更好的把系统设计出来。

3 硬件电路

3.1 系统整体框架设计

语音报站系统由 MCU 芯片控制，并发出命令给语音 MP3 芯片，MCU 主控负责接收到站信号，且判断乘客是否在轿厢里，然后发出播放和暂停命令给语音 MP3 芯片。电源模块给所有模块及传感器供电。具体框架见图 3-1。

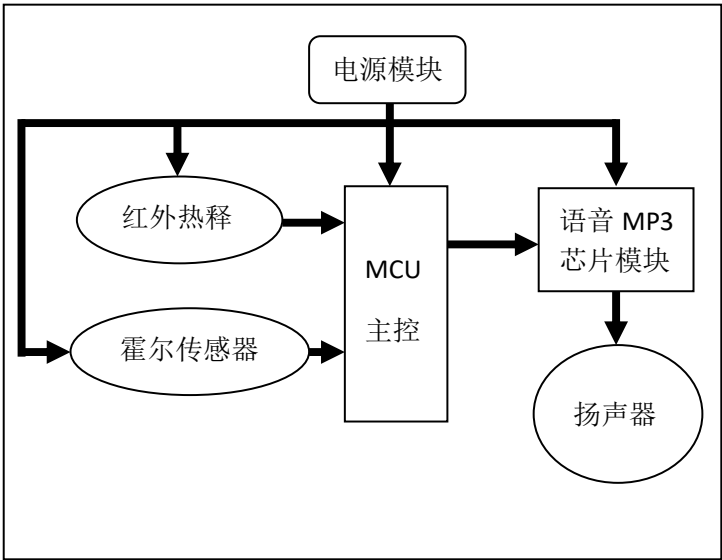


图 3-1 系统框架图

3.2 控制器

3.2.1 单片机概述

单片机（Microcontrollers）是一种集成电路芯片，是采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器 CPU、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、多种 I/O 口和中断系统、定时器/计数器等功能（可能还包括显示驱动电路、脉宽调制电路、模拟多路转换器、A/D 转换器等电路）集成到一块硅片上构成的一个小而完善的微型计算机系统，在工业控制领域广泛应用^[17]。

AVR 单片机是 Atmel 公司 1997 年推出的 RISC 单片机。RISC（精简指令系统计算机）是相对于 CISC（复杂指令系统计算机）而言的。RISC 并非只是简单地减少指令，而是通过使计算机的结构更加简单合理而提高运算速度的。RISC 优先选取使用频率最高的简单指令，避免复杂指令；并固定指令宽度，减少指令格式和寻址方式的种类，从而缩短指令周期，提高运行速度。由于 AVR 采用了 RISC 的这种结构，使 AVR 系列单片机都具备了 1MIPS/MHz（百万条指令每秒/兆赫兹）的高速处理能力^[18]。

在 AVR 家族中，ATmega8 是一种非常特殊的单片机，它的芯片内部集成了较大容量的存储器和丰富强大的硬件接口电路，具备 AVR 高档单片机 MEGE 系列的全部性能和特点。但由于采用了小引脚封装（为 DIP 28 和 TQFP/MLF32），所以其价格仅与低档单片机相当，再加上 AVR 单片机的系统内可编程特性，使得无需购买昂贵的仿真器和编程器也可进行单片机 嵌入式系统的设计和开发，同时也为单片机的初学者提供了非常方便和简捷的学习开发环境^[9]。

3.2.2 单片机各个管脚功能介绍

管脚配置如图 3-2 所示：

VCC：数字电路的电源

(2.7~5.5V)。

GND：地。

端口 B (PB7..PB0)

XTAL1/XTAL2/TOSC1/YOSC2：端

口 B 为 8 位双向 I/O 口，具有可编程的内部上拉电阻。其输出

缓冲器具有对称的驱动特

性，可以输出和吸收大电流。

作为输入使用时，若内部上拉电阻使能，端口被外部电路拉

低时将输出电流。在复位过程

中，即使系统时钟还未起振，

端口 B 处于高阻状态。

通过时钟选择熔丝位的设置。PB6 可作为反向振荡放大器或时钟操作电路的输入端。

通过时钟选择熔丝位的设置 PB7 可作为反向振荡放大器的输出端。

若将片内标定 RC 振荡器作为芯片时钟源，且 ASSR 寄存器的 AS2 位设置，PB7..6 作为异步 T/C2 的 TOSC2..1 输入端。

端口 C (PC5..PC0)：端口 C 为 7 位双向 I/O 口，具有可编程的内部上拉电阻。其输出缓冲器具有对称的驱动特性，可以输出和吸收大电流。作为输入使用时，若内部上拉电阻使能，端口被外部电路拉低时将输出电流。在复位过程中，即使系统时钟还未起振，端口 C 处于高阻状态。

PC6/RESET：若 RSTDISBL 熔丝位编程，PC6 作为 I/O 引脚使用。注意 PC6 的电气特性与端口 C 的其他引脚不同

若 RSTDISBL 熔丝位未编程，PC6 作为复位输入引脚。持续时间超过最小门限时间的低电平将引起系统复位。门限时间见 P 35Table 15。持续时间小于门限时间的脉冲不能保证可靠复位。

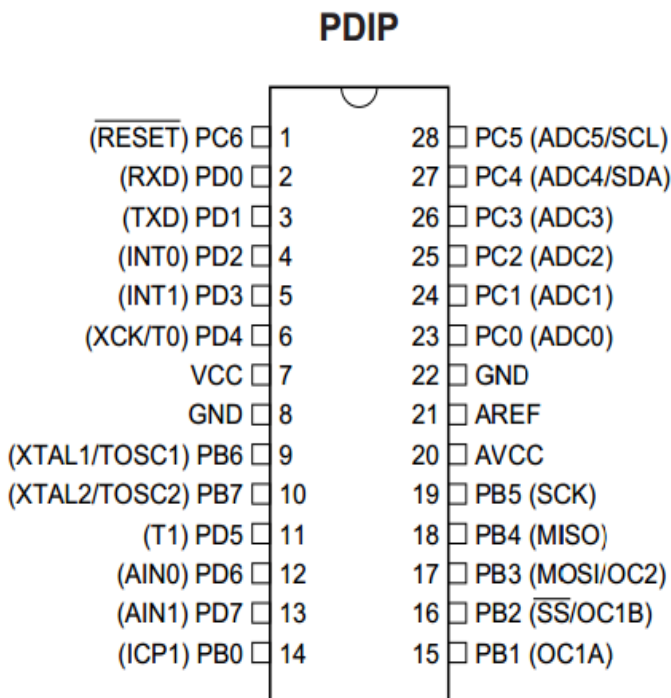


图 3-2 ATmega8L-8PU 引脚配置图

端口 D (PD7..PD0)：端口 D 为 8 位双向 I/O 口，具有可编程的内部上拉电阻。其输出缓冲器具有对称的驱动特性，可以输出和吸收大电流。作为输入使用时，若内部上拉电阻使能，端口被外部电路拉低时将输出电流。在复位过程中，即使系统时钟还未起振，端口 D 处于高阻状态。其特殊功能引脚分配如下：

PD0 (RXD)：串行通信输入；

PD1 (TXD)：串行通信输出；

PD2 (INT0)：外部中断 0；

PD3 (INT1)：外部中断 1；

AV_{CC}：AV_{CC} 是 A/D 转换器、端口 C (3..0) 及 ADC (7..6) 的电源。不使用 ADC 时，该引脚应直接与 V_{CC} 连接。使用 ADC 时应通过一个低通滤波器与 V_{CC} 连接。注意，端口 C (5..4) 为数字电路电源，V_{CC}。

AREF：A/D 的模拟基准输入引脚。

3.2.3 单片机主要特性

内部特点：

- 1、高性能、低功耗的 8 位 AVR 微处理器。
- 2、先进的 RISC 结构。
- 3、130 条指令—— 大多数指令执行时间为单个时钟周期。
- 4、32 个 8 位通用工作寄存器。
- 5、全静态工作。
- 6、工作于 16 MHz 时性能高达 16 MIPS。
- 7、需两个时钟周期的硬件乘法器。
- 8、非易失性程序和数据存储器。
- 9、8K 字节的系统内可编程 Flash。
- 10、擦写寿命：10,000 次。
- 11、具有独立锁定位的可选 Boot 代码区。
- 12、通过片上 Boot 程序实现系统内编程。
- 13、真正的同时读写操作。
- 14、512 字节的 EEPROM。
- 15、1K 字节的片内 SRAM。
- 16、可以对锁定位进行编程以实现用户程序的加密。

外设特点：

- 1、2 个具有比较模式的带预分频器（ Separate Prescale）的 8 位定时/计数器。
- 2、1 个带预分频器（SeParate Prescale），具有比较和捕获模式的 16 位定时/计数器。
- 3、1 个具有独立振荡器的异步实时时钟（RTC）。
- 4、3 个 PWM 通道，可实现任意<16 位、相位和频率可调的 PWM 脉宽调制输出。
- 5、6 通道 A/D 转换（PDIP 封装），4 路 10 位 A/D+2 路 8 位 A/D。
- 6、1 个 I2C 的串行接口，支持主/从、收/发四种工作方式，支持自动总线仲裁。
- 7、1 个可编程的串行 USART 接口，支持同步、异步以及多机通信自动地址识别。
- 8、1 个支持主/从（Master/Slave）、收/发的 SPI 同步串行接口。
- 9、带片内 RC 振荡器的可编程看门狗定时器。
- 10、片内模拟比较器。

3.3 电源模块

电子产品最重要的就是电源模块，电源模块的好坏决定了电子产品的工作正常与否。数字电路最怕一些电源噪声、高频干扰，由于电梯里的控制电源使用的是 DC24V 开关电源，本身已很稳定，所以我才考虑用现成的降压模块（如图 3-3 所示）稳定输出 5V，封装好的降压板体积小，效果好。



图 3-3 电源模块

3.4 语音 MP3 芯片模块

以下介绍参照了 HSC003 生产商对产品参数和功能说明的原始资料。HSC003 是一个提供串口的 MP3 芯片，完美的集成了 MP3、WMV 的硬解码。同时软件支持 USB /TF 驱动，支持 FAT16、FAT32 文件系统。通过简单的串口指令即可完成播放指定的音乐，以及如何播放音乐等功能，无需繁琐的底层操作，USB 可当读卡器用，稳定可靠是此款产品的最大特点。另外该芯片也是深度定制的产品，专为 USB 读卡器，Micro SD 卡播放器固定语音播放领域开发的低成本解决方案^[8]。

产品功能：

- 1、支持采样率(KHz):8/11.025/12/16/22.05/24/32/44.1/48;
- 2、24 位 DAC 输出，动态范围支持 90dB，信噪比支持 85dB;
- 3、完全支持 FAT16、FAT32 文件系统，最大支持 32GB 的 U 盘，Micro SD

- 卡；
- 4、多种控制模式,串口模式、 AD 按键控制模式；
 - 5、广播语插播功能，可以暂停正在播放的背景音乐；
 - 6、音频数据按文件夹排序,最多支持 255 个文件夹,每隔文件夹可以分配 1000 首歌曲；
 - 7、 30 级音量可调， 5 级 EQ 可调；
 - 8、连接电脑可以显示盘符进行更新内容；
 - 9、可以通过单片机串口进行控制播放指定的音乐；
 - 10、在按键模式下，可以进行播放模式选择：单曲循环，大循环；

表 3-1 HSC003 语音 MP3 芯片硬件参数表

名称	参数
MP3 文件格式	1、支持所有比特率 11172-3 和 ISO13813-3 layer3 音频解码
	2、采样率支持（KHz）： 8/11.025/12/22.05/24/32/44.1/48
	3、支持 Normal、 Jazz、 Classic、 Pop、 Rock 等音效
USB 接口	2.0 标准
USART 接口	标准串口，TTL 电平，波特率可设
输入电压	供电在 3.3V-5.4V 最佳为 4.2V
额定电流	15mA[不带 U 盘]
模块尺寸	见图 2-2-1 芯片模块尺寸
工作温度	-40℃～70℃
湿度	5%～95%

产品硬件参数：见表 3-1，芯片尺寸见图 3-4。

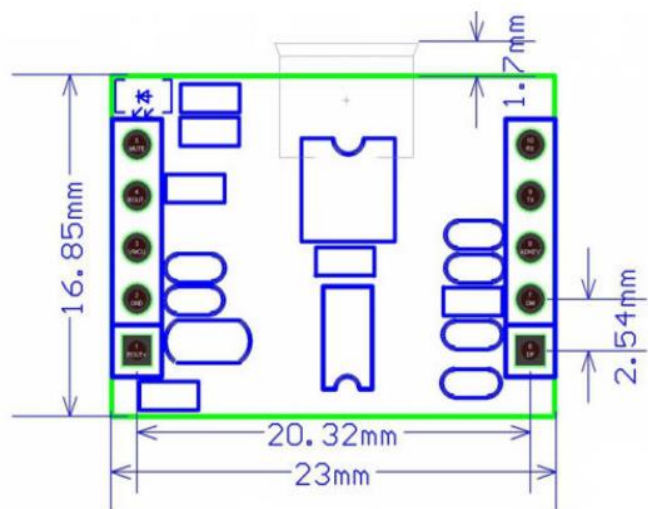


图 3-4 HSC003 芯片模块尺寸

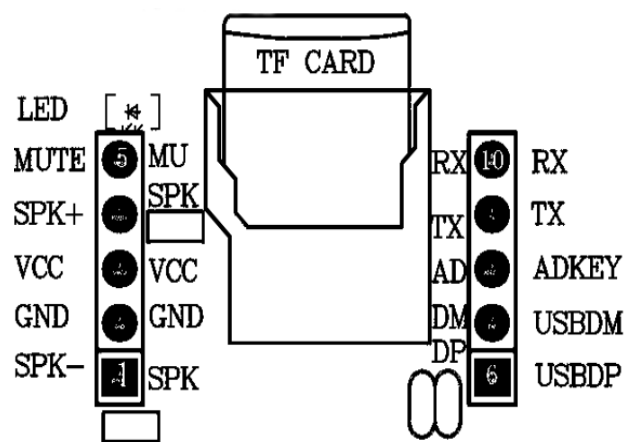


图 3-5 HSC003 模块管脚图

模块管脚说明：见 图 3-5 和 表 3-2。

表 3-2 HSC003 模块管脚说明

引脚序号	引脚名称	功能描述	备注
1	SPK-	功放输出正	外接喇叭（3W）输出
2	GND	地	电源地
3	VCC	电源输入	3.3V~5.4V
4	SPK+	功放输出负	外接喇叭（3W）输出
5	MUTE	低电平时播放声音（L）	静音控制
6	USBDP	USB-DP	用于播放 USB 和下载音乐
7	USBDM	USB-DM	用于播放 USB 和下载音乐
8	ADK	按键	多组 ADK 按键
9	TX	UART 串行数据输出	TTL 电平（3.3V）
10	RX	UART 串行数据输入	TTL 电平（3.3V）

当时选择此款语音 MP3 芯片是因为它是一款用串口通讯的语音 MP3 芯片，加之此芯片有一个重要特色——可以实现插播功能，也就是在正常播放音乐的时候接受到插播指令，立即暂停播放内容，播放插播语音，等插播语音播放结束后，继续从刚才的断点播放音乐。这一功能很适合电梯语音报站。

该芯片的管脚就要用到 VCC、GND、SPK+、SPK-、ADK、RX 管脚。VCC 与电源正极相连，GND 与电源负极相连，SPK+和 SPK-与扬声器相连，ADK 接按键（电

路图如图 3-6 所示), RX 串连一个 $1K\Omega$ 的电阻与单片机的 TXD 相连。

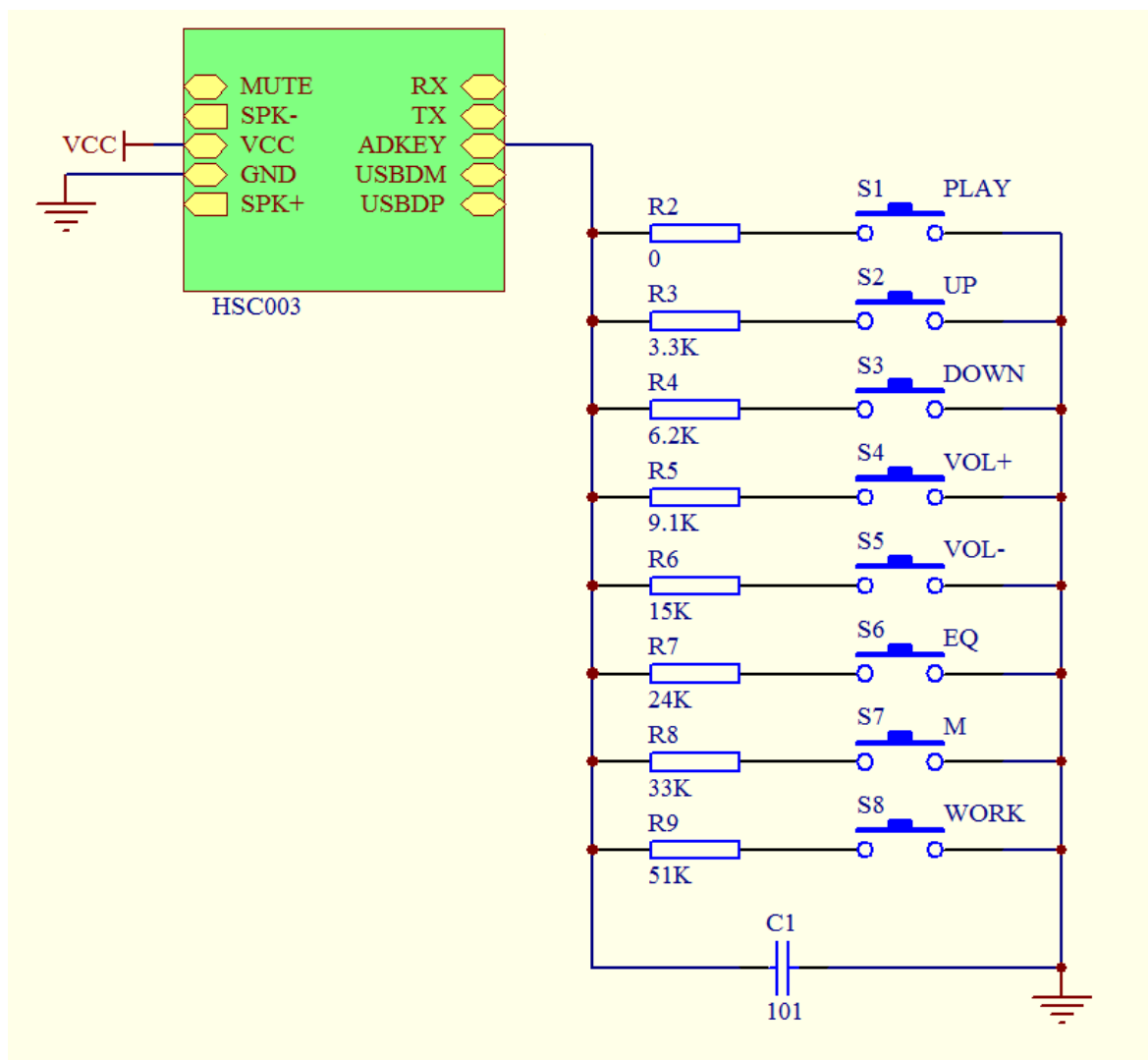


图 3-6 按键电路图

3.5 霍尔传感器

霍尔传感器的种类也很多, 查询了一厂家的说明书, 有六种型号可供选择如下 (如图 3-7 所示):

经反复研究论证可选三线 NPN 常开、三线 NPN 常闭、三线 PNP 常开、三线 PNP 常闭这四种, 最终决定选择三线 NPN 常开型号为 CHE8-10NA-H710。该型号详细参数是:

外形: 圆柱形; 直径: 8mm; 标准检测距离: 10mm; 传输方式: NPN; 输出状态: 常开型 (NO); 产品种类: 霍尔开关; 电压范围: 5-30VDC。

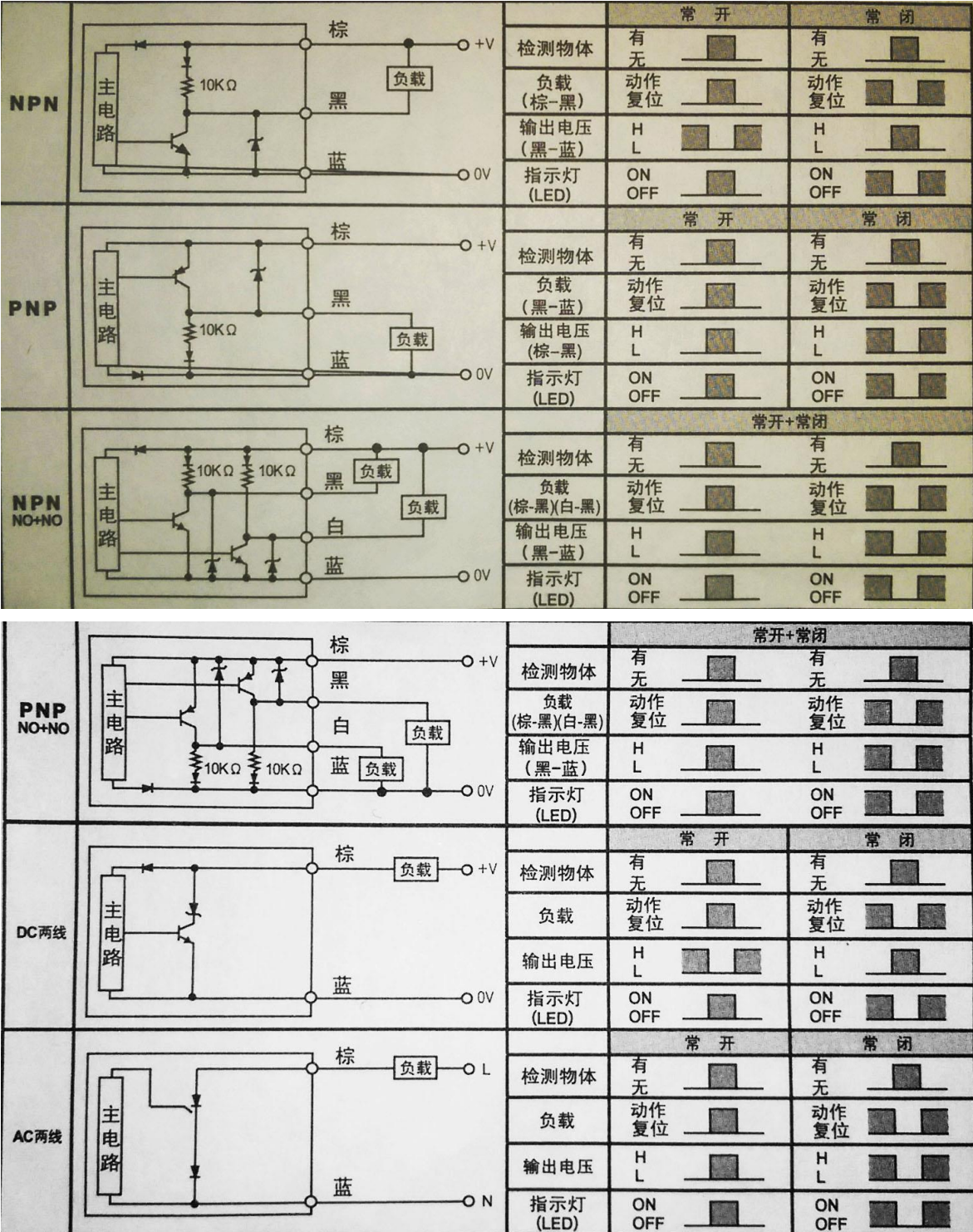


图 3-7 霍尔开关型号图

根据说明书，棕色线接电源+5V，蓝色线接电源地，黑色线接单片机的INT0。这样一来，当检测到磁铁时，黑色线为低电平，当检测不到磁铁时，黑色线为高电平。

3.6 红外热释传感器

红外热释传感器有三根线（如图 3-8 所示）

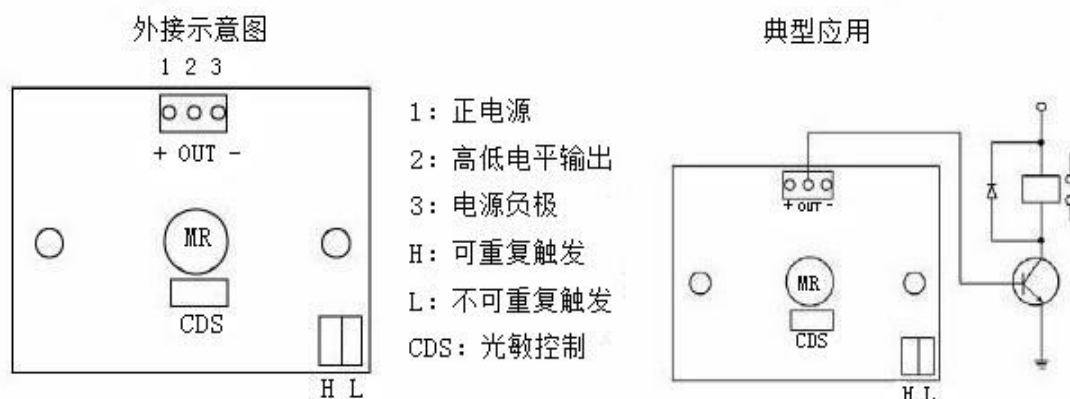


图 3-8 红外热释传感器接线图

技术参数：

1. 工作电压：DC5V 至 20V
2. 静态功耗：65 毫 mA
3. 电平输出：高 3.3V，低 0V
4. 延时时间：可调（0.3 秒~10 分钟）
5. 封锁时间：0.2 秒
6. 触发方式：L 不可重复，H 可重复，默认值为 H
7. 感应范围：小于 120 度锥角，7 米以内
8. 工作温度：-15~70℃
9. PCB 外形尺寸：32×24mm，螺丝孔距 28mm，螺丝孔径 2mm，感应透镜尺寸： $\Phi 23\text{mm}$ （默认）

根据说明，1 脚接电源+5V，2 脚接单片机外部中断 INT1，3 脚接电源地。

3.7 本章小结

本章主要讲述了硬件电路的制作，分别对主控制器，电源模块，语音芯片模块，传感器模块做出了详细的讲解。其中对主控制器有分别阐述了单片机的概述，单片机各个管脚的功能与作用，对单片机整块芯片的功能也进行了解释。还有对语音芯片的特点，管脚定义，外部接线做了详细的讲解。

4 软件设计

4.1 编程软件介绍

编程语言选用 C 语言。汇编语言作为传统的嵌入式系统的编程语言，具有执行效率高的优点，但其本身是低级语言，编程效率较低，可移植性和可读性差，维护极不方便。而 C 语言以其结构化，容易维护，容易移植的优势满足开发的需要。

AVR 的开发软件还是蛮多的，我从网上搜集了一些，并作了对比（如表 4-1 所示）。

表 4-1 AVR 开发软件对比

软件名称	类型	简介
AVR Studio	IDE、汇编编译器	ATMEL AVR Studio 集成开发环境(IDE)，可使用汇编语言进行开发（使用其它语言需第三方软件协助），集软硬件仿真、调试、下载编程于一体。ATMEL 官方及市面上通用的 AVR 开发工具都支持 AVR Studio。
GCCAVR（WinAVR）	C 编译器	GCC 是 Linux 的唯一开发语言。GCC 的编译器优化程度可以说是目前世界上民用软件中做的最好的，另外，它有一个非常大优点是，免费！在国外，使用它的人几乎是最多的。但，相对而言，它的缺点是，使用操作较为麻烦。
ICC AVR	C 编译器（集烧写程序功能）	市面上(大陆)的教科书使用它作为例程的较多，集成代码生成向导，虽然它的各方面性能均不是特别突出，但使用较为方便。虽然 ICCAVR 软件不是免费的，但，它有 Demo 版本，在 45 天内是完全版。
CodeVision AVR	C 编译器（集烧写程序功能）	与 KeilC51 的代码风格最为相似，集成较多常用外围器件的操作函数，集成代码生成向导，有软件模块，不是免费软件，Demo 版为限 2KB 版。
ATman AVR	C 编译器	支持多个模块调试（AVRStudio 不支持多个模块调试）。
IAR AVR	C 编译器	IAR 实际上在国外比较多人使用，但它的价格较为昂贵，所以，中国大陆内，使用它的开发人员较少，只有习惯用 IAR 的工程师才会去使用它。

综上所述，为了获得 ICCAVR 的操作简便及 GCC 的编译优化，那就是采用 AVR Studio + WinAVR 来作为集成开发环境，同时利用 JTAGICE 作为硬件仿真工具。

4.2 各模块测试

4.2.1 MP3 模块测试

前面的介绍中提及，该 MP3 模块是通过串口来进行通信的。串口通信（Serial Communications）的概念非常简单，串口按位（bit）发送和接收字节。尽管比按字节（byte）的并行通信慢，但是串口可以在使用一根线发送数据的同时用另一根线接收数据。它很简单并且能够实现远距离通信。比如 IEEE488 定义并行通行状态时，规定设备线总长不得超过 20 米，并且任意两个设备间的长度不得超过 2 米；而对于串口而言，长度可达 1200 米。典型地，串口用于 ASCII 码字符的传输。通信使用 3 根线完成，分别是地线、发送、接收。由于串口通信是异步的，端口能够在 一根线上发送数据同时在另一根线上接收数据。其他线用于握手，但不是必须的。串口通信最重要的参数是波特率、数据位、停止位和奇偶校验。对于两个进行通信的端口，这些参数必须匹配^[20]。

查看芯片说明书

1. 通讯格式

通讯格式见表 4-2。

通讯标准：9600

数据位 : 1

校验位 : none

流控制 : none

表 4-2 通讯格式表

格式：\$S Len CMD para1 para2 \$O		
\$S	起始位 0x7E	每条命令反馈均以\$S 开头，即 0x7E
Len	Len 后字节个数	Len + CMD + Para1 + Para2
CMD	命令字	表示具体的操作，比如播放/暂停等等
Para1	参数 1	查询的数据高字节（比如歌曲序号）
Para2	参数 2	查询的数据低字节
\$O	结束位	结束位 0xEF

2. 通讯指

通讯指令见表 4-3。

表 4-3 通讯指令表

CMD 详解（指令）	对应的功能	参数（ASCK 码）
0x01	播放	无
0x02	暂停	无
0x03	下一曲	无
0x04	上一曲	无
0x05	音量加	无
0x06	音量减	无
0x07	待机	无
0x09	正常工作	无
0x0A	快进	无
0x0B	快退	无
0x0C	PP	无
0x0E	STOP	无

例如，播放，发送：7E 02 01 EF

例如，暂停，发送：7E 02 02 EF

例如，下一曲，发送：7E 02 03 EF

3. 系统参数设置

系统参数设置见表 4-4。

表 4-4 系统参数设置表

CMD 详解 (指令)	对应的功能	参数（8 位 HEX）
0x31	设置音量	0~30
0x32	设置 EQ	0~5（NO/POP/ROCK/JAZZ/CLASSIC/BASS）
0x33	设置循环模式	0~4(ALL/FOLDER/ONE/RANDOM/ONE_STOP)(开机默认单曲播放)
0x34	文件夹切换	1 下一个文件夹 0 上一个文件夹
0x35	设备切换	0~4（U/TF/AUX/IDLE/FLASH）
0x36	ADK 软件加上拉	1 开上拉，0 关上拉（默认为 0）
0x37	ADK 使能	1 开起，0 关闭（默认为 1）

0x38	静音电平切换	1 为高电平静音，0 位低电平静音（默认为 1）
------	--------	--------------------------

例如，设置音量大小，发送：7E 03 31 1E EF

7E 起始地址，03 位长度，31 指令，1E 为 30，EF 结束地址 音量设定为 30。

4.文件选择

文件选择参数见表 4-5。

表 4-5 文件选择参数表

CMD 详解（命令）	对应的功能	参数（16 位 HEX）
0x41	选择播放曲目	1-最大曲目
0x42	指定文件夹曲目播放	高八位为文件夹号，低八位为歌曲名字
0x43	选择插播曲目	1-最大曲目（插播指定曲目完后继续播放当前歌曲）
0x44	选择插播指定文件夹 指定歌曲名	1-最大曲目（插播指定曲目完后继续播放当前歌曲）

首先用 USB 串口调试器（如图 4-1 所示）配合串口调试助手软件（如图 4-2 所示）进行在线调试。先在 micro SD 卡里写入几首音乐插入语音芯片的卡槽里。然后将 USB 串口调试器与语音芯片相连，再接入计算机上。设置波特率 9600bps，无校验位，数据位 8，停止位 1。图中我根据语音芯片手册发送播放指令 7E 02 01 EF，芯片返回 4F 4B，对照 ASCII 码表即字符 OK。



图 4-1 串口调试器

在 micro SD 存储卡里写入 02 文件夹，里面放入背景音乐，写入 01 文件夹，里面放入语音。发送 7E 03 33 01 EF（文件夹循环），再发送 7E 02 01 EF（播放），背景音乐响起，经测试可以循环播放。发送 7E 04 44 01 03 EF（插播报站语音），报站语音响起，播放完后继续播放背景音乐，芯片测试完成。

4.3 程序流程图

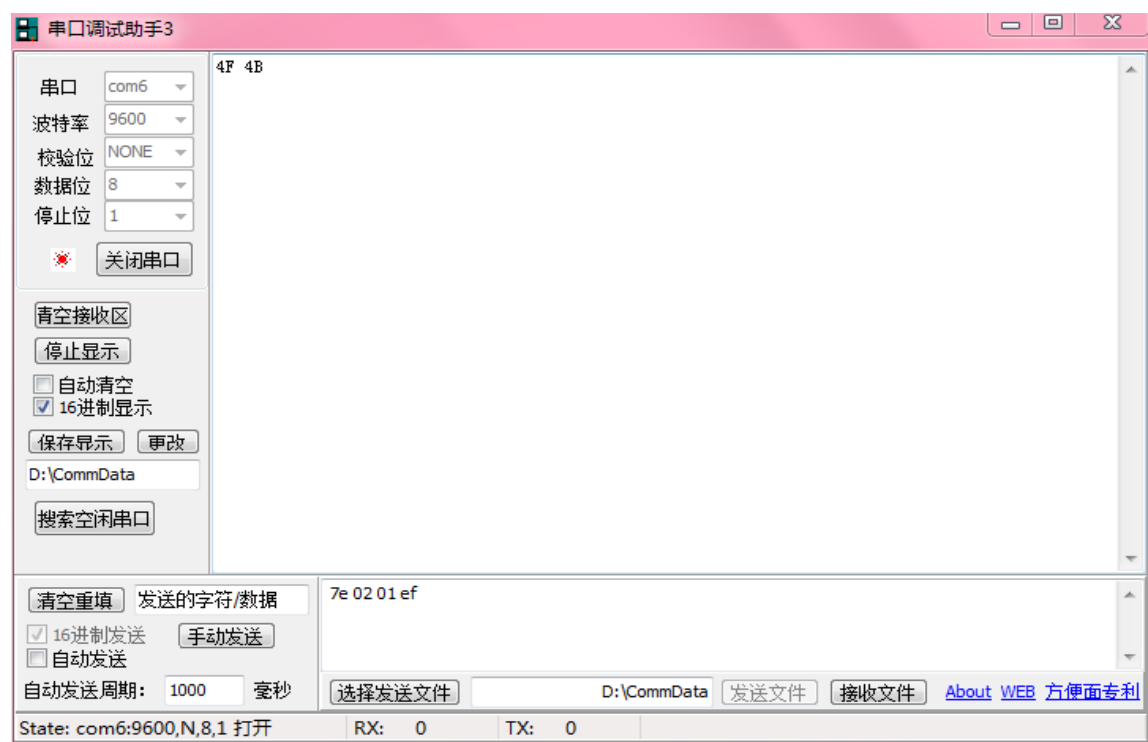


图 4-2 串口调试助手

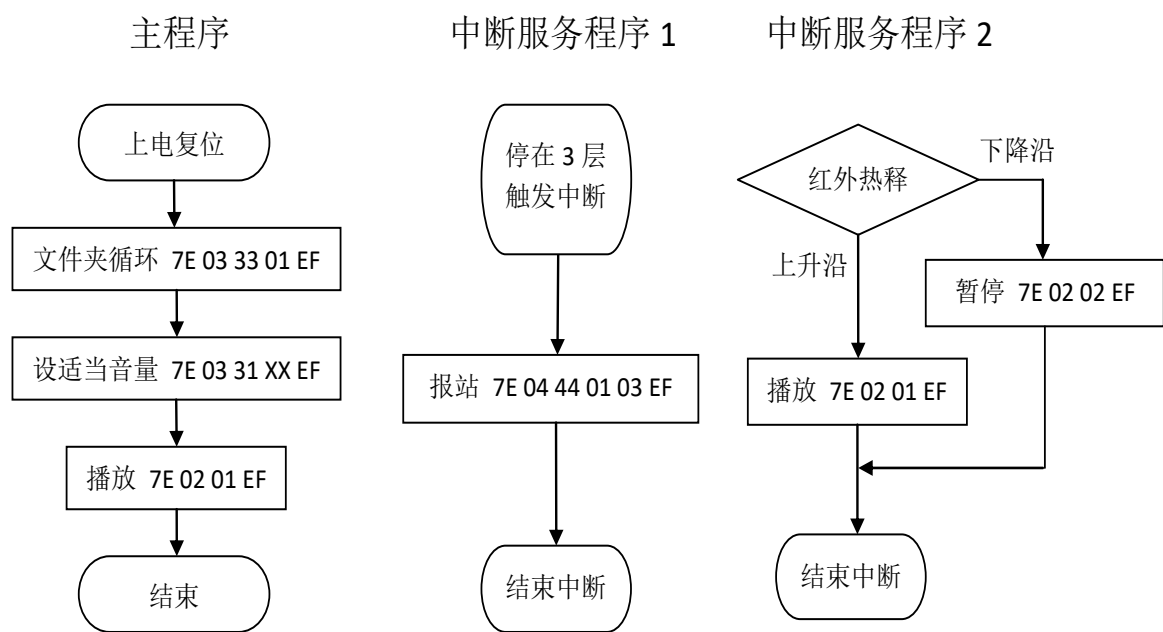


图 4-3 程序流程图

题目要求设计一个电梯智能语音报站系统，实现电梯运行到达三层，报站器播放报站语音，而电梯运行时则播放背景音乐，轿厢内无人乘坐时则停止播放背景音乐。本系统以 ATmega8 单片机作为核心控制芯片，包括 MP3 模块，传感器模块。通过 C 语言编写程序。研究决定，主程序负责初始化 MP3 芯片的背景音乐播放，中断程序 1

则用来控制报站语音的播放，中断程序 2 则用来控制无人状态下的静音（如图 4-3 所示）。

4.4 初步编写调试程序

初步调试用 ATmega16 开发板，首先分配硬件接口（如表 4-6 所示）。

表 4-6 硬件接口分配图

单片机接口	外部设备接口
PD1（TXD）	语音芯片（RX）
PD2（INT0）	霍尔传感器（黑）
PD3（INT1）	红外热释传感器（OUT）

接好外部设备和电源，写入测试程序。

测试后发现系统有几个难点：

- 1. 电梯经过 3 层，语音报站不能播报。经反复试验，可以在检测到信号后再延后小段时间再次检测信号，若有则说明电梯停在了 3 层。
- 2. 电梯停在 3 层，语音不能重复播报。经研究可以设置一个负责检测信号消失的语句，待霍尔信号消失后再恢复中断 INT0。

经反复试验修改程序，并测试各项功能是否正常，如：电梯模拟到达三楼语音是否响起，电梯模拟经过三楼语音不响，红外热释检测到无人后一段时间背景音乐是否暂停，检测到来人后又是否继续播放。

4.5 本章小结

本章讲述了软件设计的开发软件环境介绍，各模块的单独测试，报站器的工作流程，以及程序编写上的难点等。

5 系统制作调试

5.1 系统初步测试

根据 ATmega8 的管脚重新分配接口，如表 5-1 所示。

表 5-1 硬件接口分配图

单片机接口	外部设备接口
PD1（TXD）	语音芯片（RX）
PD2（INT0）	霍尔传感器（黑）
PD3（INT1）	红外热释传感器（OUT）

发现 ATmega8 与 ATmega16 的硬件接口分配相同，所以程序方面就不需要怎么修改了，更改芯片型号后重新编译，并写入 ATmega8 单片机中，全部程序见附 3。我将 ATmega8 单片机单独焊在一块板子上，用排针引出插在电路板上以节省空间（如图 5-1 所示）。这次测试用面包板模拟硬件连接做整体测试（如图 5-2 所示）。用 24V 的开关电源经稳压板稳压后供给整机使用。在用开发板测试时，发现用滤波不好的电源会有干扰，所以这次测试主要在于整机的稳定性上。在组装前，该装置经过 24 小时的运行测试，表明其稳定性很好，没有出现异常情况。

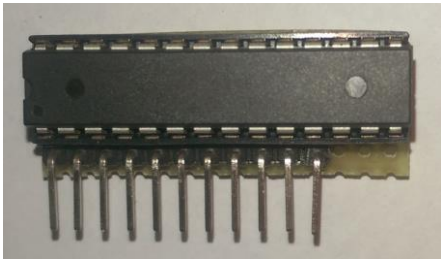


图 5-1 单片机板

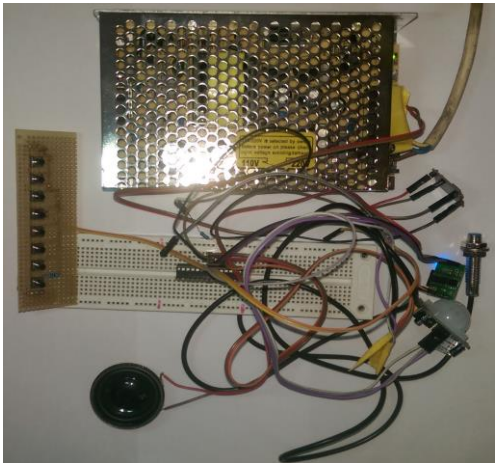


图 5-2 整体测试图



图 5-3 外壳

5.2 整机组装调试

为了给所有部件找一个家，我特地挑选了一个体积小巧（82×51×35mm，

146.37cm³) 的塑料外壳 (如图 5-3 所示)。然后在此外壳一侧打眼若干, 用于放置接线端子来连接电源和传感器。

正面放置了 8 个按钮, 用于调节一些播放参数, 如音效, 音量, 循环模式等。侧面设置了一个 micro SD 卡槽, 方便插拔存储卡更换音乐。喇叭放在正中央, 并在喇叭口正对的外壳部开了许多小洞, 以便声音传出。

整体电路原理图见附 1, 单片机板原理图见附 2。考虑到整体电路简单, 所以主板打算用万用板 (又叫洞洞板) 制作, 为了便于焊接电路, 就用 CAD 画了个简易的焊接连线图 (如图 5-4 所示)。

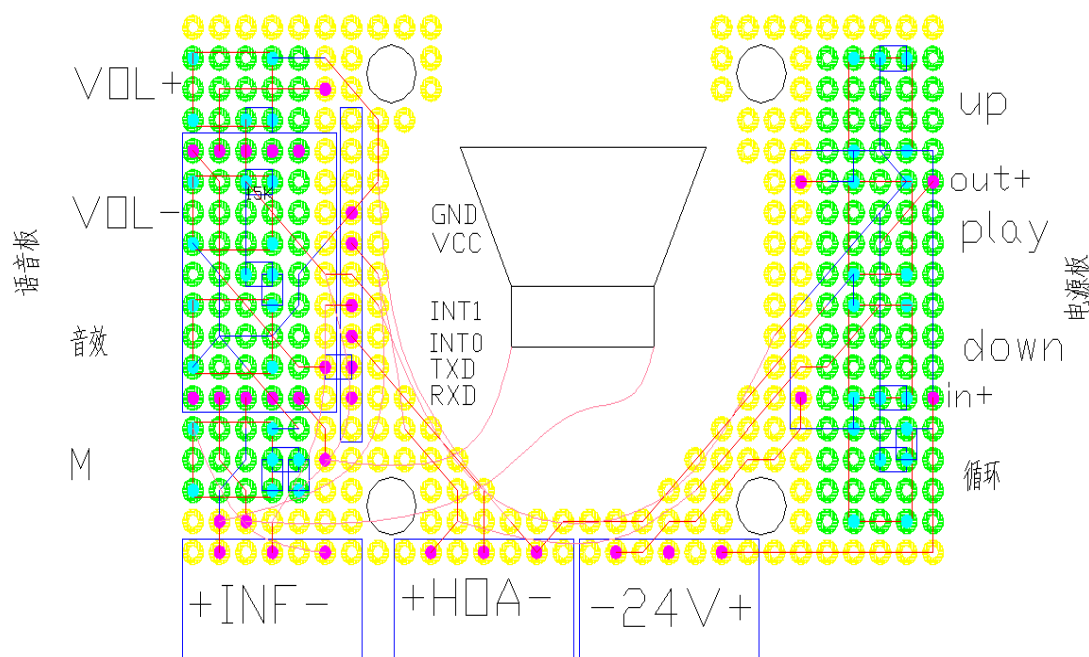


图 5-4 焊接连线图



图 5-5 电路焊接图

最后焊接完成的电路板如图 5-5，组装完成的整体效果如图 5-6 所示，烧写程序也相当方便，只要把单片机的板子拔下来与下载器相连就行了（如图 5-7 所示）。

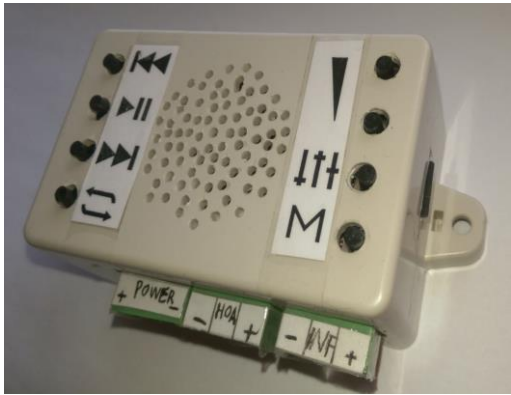


图 5-6 整机效果图

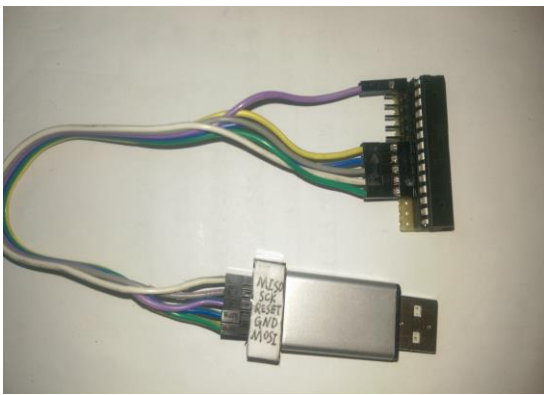


图 5-7 下载连接图

接下来对整机进行了测试，收集了一些测试参数，详见表 5-2。

表 5-2 测试参数表

	最大	最小	平均
输入电压（V）	28	7	
输入电流（mA）（电压 24V）	105	7.8	75
输入功率（W）	2.52	0.2	1.8
分贝（dB）（距离 1m 处）	90	≤30	

6 现场调试

6.1 整机安装固定

整机用两颗 M4 的盘头螺钉固定在轿顶控制箱壁上。电源从轿顶控制箱里引出 24V 直流电插入主机接插端子 POWER 标识上使用。详细安装尺寸图见图 6-1。安装后效果图见图 6-2。

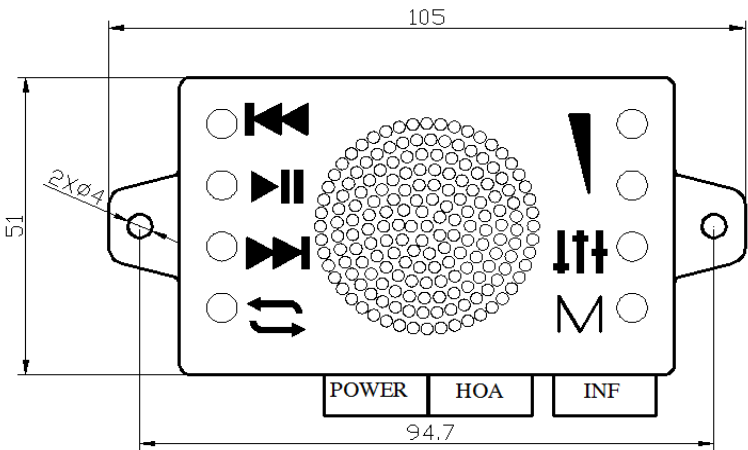


图 6-1 安装尺寸图

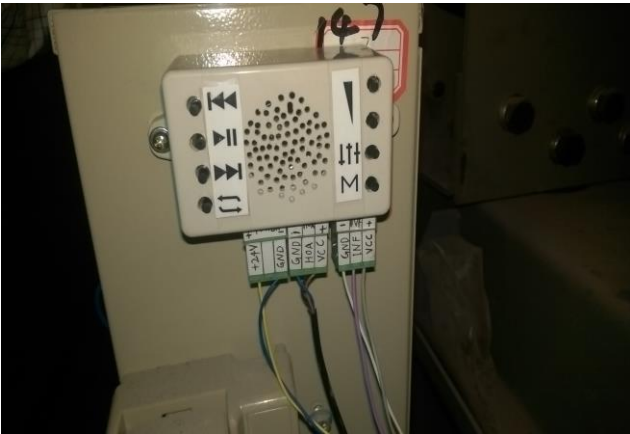


图 6-2 主机安装效果图

6.2 检测部件安装

轿厢内顶装红外热释传感器，用于检测是否有乘客进入轿厢。轿顶打一个小洞，信号线穿过小洞进入轿顶，插在主机接插端子 INF 标识上。霍尔传感器装在轿顶边缘，这就要有个支架来连接轿厢和传感器，所以用角磨机切割了小块不锈钢板（如图 6-3 所示）最终制作出图 6-4 所示的支架。磁铁装在导轨侧。信号线插入主机接插端子 HOA 标识上。磁铁要安装在轿厢停在三层平层处，让霍尔传感器正好能检测到。效果如图 6-3 磁体用绝缘胶布固定在平层挡块臂上。然后开启电梯，反复调试修改程序里的霍尔检测时间，以达到在轿厢经过 3 层但不停留下客的情况下，不进行报站的效果。



图 6-3 支架加工图



图 6-4 霍尔开关安装支架



图 6-5 霍尔传感器安装效果图

6.3 现场总体试运行

调试好后，现场运行了十分钟，反复上下运行电梯，均无异常现象。就是有个小缺点，轿厢排风扇开着，声音较大，稍微掩盖了音乐声。总的来说这次设计还是成功的。

7 展望

经过这次语音报站系统的设计后，我觉得该设计还可以进行延伸和扩展开发。比如可以把语音识别技术加进去，如在乘客进入电梯后，报出想要到达的楼层，识别系统就可以接收语音信息并识别出来，再发出运行指令，这样就可以省去按楼层按钮，而且这种功能在高层电梯使用中将彰显更大优势，乘客不会因为费力寻找楼层按钮而看花了眼。至于其它方面的延伸和扩展，我也将在今后的实际工作中多观察多思考，多尝试多实践，为我国的电梯性能质量的提升不懈努力。

设计心得

这次设计结合了所学知识，加上自己大胆缜密的反复调试、探索，总体来说设计是成功的，预期的功能全部实现。

在此次设计中，我觉得比较大的难点在于：

1、检测器件的选择。当初查了很多资料，设想了许多传感器的优点和弊端，也问了一些有经验的人士。最终确定用霍尔传感器。由于第一次使用传感器，接线就整了半天，霍尔传感器分三线 PNP 和 NPN，四线 PNP 和 NPN，还有双线的。还好厂家提供了详细的技术资料。最后反复论证，决定使用三线 NPN。

2、电路图的设计也花了好多心思，由于不太会使用 PCB 制板，板子的走线都是用 CAD 手工布出来的，决定以后要把 PCB 制板学好。

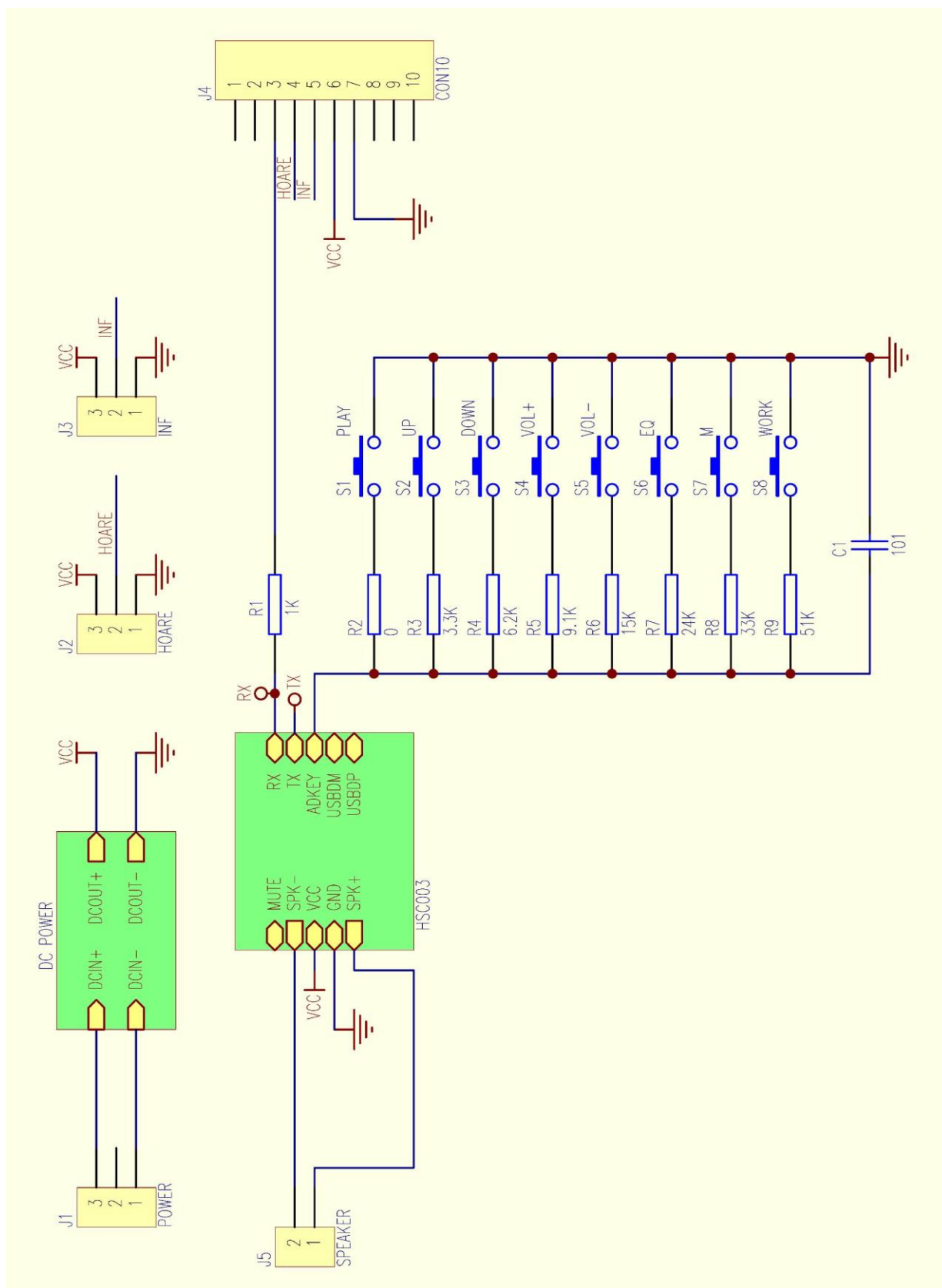
3、程序的执行方案，当初设计程序也遇到了许多难题。通信电压、通信先后顺序、延时时间等。我反复测试了许多次。但本次还算顺利，自己都解决了。

最后功能全部实现，看着我的作品还是很喜悦的。

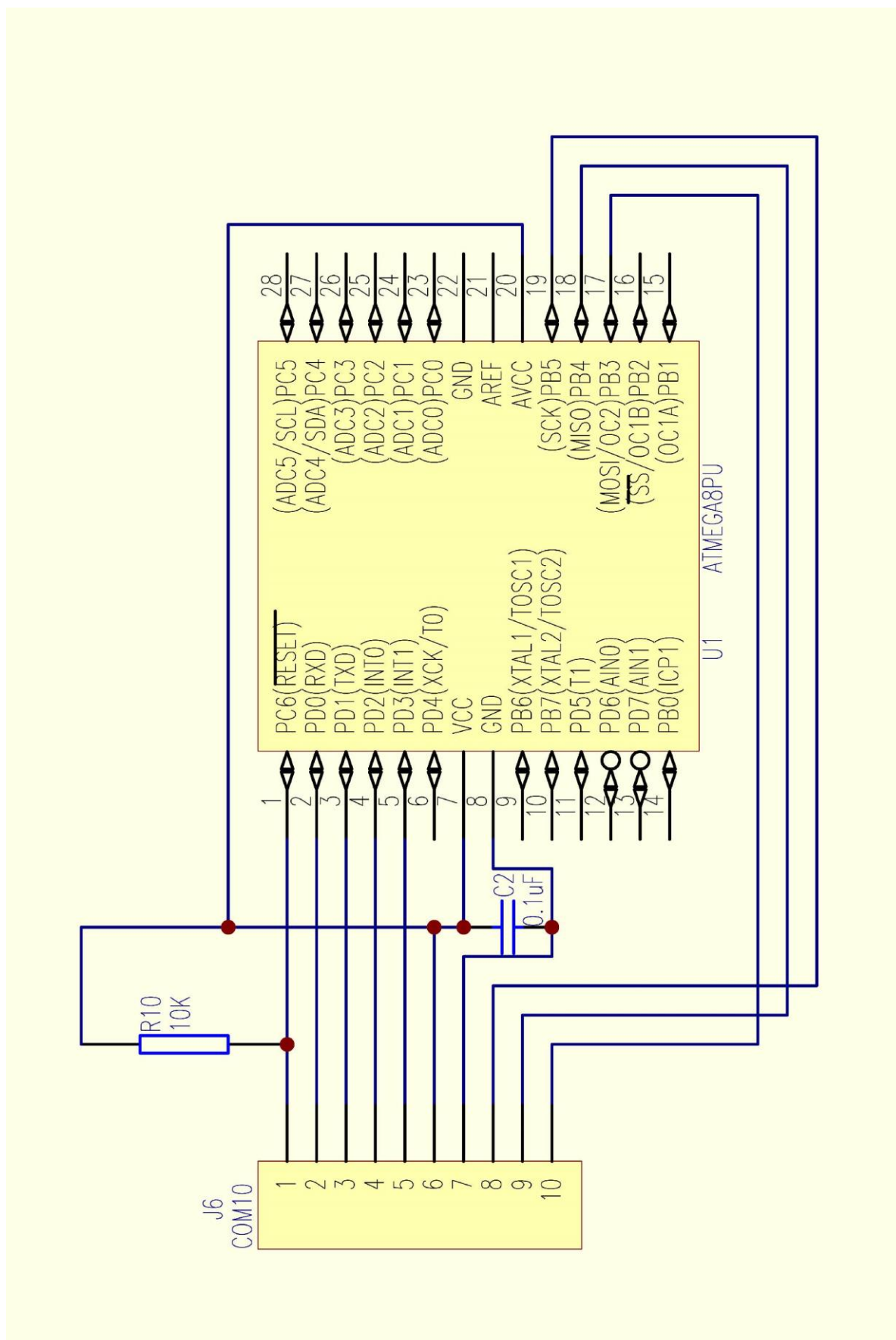
参 考 文 献

- [1] 宋祥宝.基于 MP3 技术的电梯语音报装置:[硕士学位论文].上海交通大学, 2008
- [2] 吴双力.AVR-GCC 与 AVR 单片机 C 语言开发.北京:北京航空航天大学出版社,2004
- [3] 金钟夫, 等.AVR ATmega128 单片机 C 程序设计与实践.北京:北京航空航天大学出版社, 2008.1
- [4] 佟长福.AVR 单片机 GCC 程序设计.北京:北京航空航天大学出版社, 2006
- [5] 李长林.AVR 单片机应用设计.电子工业出版社, 2005
- [6] 及力.Protel 99 SE 原理图与 PCB 设计教程.北京:电子工业出版社, 2004
- [7] 杨彦强, 刘袁红, 王浩.零基础学 C++.第二版.机械工业出版社, 2012
- [8] JOLLY .HSC003 模块串口通讯协议.深圳市恒胜创科技有限公司
- [9] <http://baike.baidu.com/view/2995844.htm>
- [10] <http://baike.haosou.com/doc/5344478-5579923.html>
- [11] <http://baike.haosou.com/doc/1230395-1301381.html>
- [12] http://blog.sina.com.cn/s/blog_8aeb5c2d01013xpw.html
- [13] <http://baike.baidu.com/view/3111759.htm>
- [14] <http://baike.baidu.com/view/3619345.htm>
- [15] <http://wenda.chinabaike.com/b/35756/2013/1019/497159.html>
- [16] <http://baike.baidu.com/view/38482.htm>
- [17] <http://baike.baidu.com/view/1012.htm>
- [18] <http://baike.baidu.com/view/942508.htm>
- [19] ATmega8 微控制器数据手册.Atmel 公司
- [20] <http://baike.baidu.com/view/923426.htm>

附 1 系统电路图



附 2 单片机外围电路原理图



附 3 程序代码

```
//毕业论文设计 苏道桢 AVR 单片机程序部分
//基于单片机+语音 MP3 芯片设计的电梯智能语音报站系统
// 《单片机系统配置》
//单片机型号： ATMEGA8L—8PU
//晶振 频率： 内部 8M
//通讯 端口： # PD0（RXD） # PD1（TXD）
//外部 中断： # PD2（INT0） # PD3（INT1）
// 到站检测低电平 红外检测
```

```
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#include <avr/interrupt.h>
#define F_CPU 8000000 //设置 cpu 频率
#define BAUD 9600 //设置波特率

void send_rs232 (char data) //串口发送函数
{
    while(!(UCSRA & (1<<UDRE)));
    UDR=data;
}
void PLAY (void) //播放函数
{
    send_rs232(0x7e);
    send_rs232(0x02);
    send_rs232(0x01);
    send_rs232(0xef);
}
void FOLDER (void) //文件夹循环函数
{
    send_rs232(0x7e);
    send_rs232(0x03);
    send_rs232(0x33);
    send_rs232(0x01);
    send_rs232(0xef);
}
void PAUSE (void) //暂停函数
{
    send_rs232(0x7e);
    send_rs232(0x02);
    send_rs232(0x02);
    send_rs232(0xef);
}
```

```
void STOP (void)    //停止函数
{
    send_rs232(0x7e);
    send_rs232(0x02);
    send_rs232(0x0e);
    send_rs232(0xef);
}
void VOICE3 (void) //插播报站语音
{
    send_rs232(0x7e);
    send_rs232(0x04);
    send_rs232(0x44);
    send_rs232(0x01);
    send_rs232(0x03);
    send_rs232(0xef);
}
void VOL (int l)     //音量设置函数
{
    send_rs232(0x7e);
    send_rs232(0x03);
    send_rs232(0x31);
    send_rs232(l); //0 ~ 1e HEX
    send_rs232(0xef);
    delay_xms(680);
}
void delay_1ms (void)
{
    unsigned int i;
    for(i=1;i<(unsigned int)(1*143-2);i++);
}
void delay_xms (unsigned int n)
{
    unsigned int i;
    for (i=0;i<n;i++)
    {
        delay_1ms();
    }
}
void init_rs232 (void) //串口初始化
{
    UBRRH = (F_CPU/BAUD/16-1)/256;
    UBRRL = (F_CPU/BAUD/16-1)%256;
    UCSRA = 0x00;
    UCSRB |= (1<<RXEN)|(1<<TXEN)|(1<<RXCIE);
```

```
}

int main(void) //主程序
{
    int i;
    init_rs232();
    DDRD |= (1<<2);
    PORTD |= (1<<2);
    delay_xms(10000);
    FOLDER(); //文件夹循环
    delay_xms(5000);
    VOL(0x1e); //设置音量最大
    delay_xms(5000);
    PLAY(); //播放
    delay_xms(400000);
    MCUCR |= (1<<ISC10); //INT0 低电平沿触发, INT1 任意电平触发
    GICR |= (1<<INT0)|(1<<INT1); //使能 INT0, INT1
    delay_xms(400000);
    sei(); //使能全局中断
    while(1)
    {
    }
}

volatile long read_rs232; //串口接受中断服务
SIGNAL (SIG_INTERRUPT0) //到站中断服务 (下降沿)
{
    GICR &=~(1<<INT0); //禁止 INT0
    sei();
    delay_xms(1000); //检测停留时间 (###调试修改###)
    if (!(PIND & (1<<2)))
    {
        VOICE3();
        while (!(PIND & (1<<2))) //低电平死循环
        {
            delay_xms(100000);
        }
    }
    GICR |= (1<<INT0); //使能 INT0
}

SIGNAL (SIG_INTERRUPT1) //红外中断服务 (上升沿)
{
    GICR &=~(1<<INT1); //禁止 INT1
    delay_xms(5000);
    if (!(PIND & (1<<3)))
```

```
{
    PAUSE();          //无人暂停
}
if (PIND & (1<<3))
{
    VOL(0x05);
    PLAY();          //有人播放
}
delay_xms(10000);
GICR |=(1<<INT1);    //使能 INT1
}
```