

五、项目研究结题报告

（一）课题背景

国民经济和科学技术水平的提高，特别是计算机技术、通信技术、网络技术、控制技术等信息技术的迅速发展和提高，促进了家庭生活的现代化、便捷化、舒适化、人性化。实现家居设备的智能控制显然是其中重要的一环。

虽然数年前已经出现了家居智能化的趋势，目前现有的智能化家居装置依然不够普及，大多数家庭所用各种电器设施都是普通开关。而将其智能化一般需要更换成本较高的专用智能灯泡或是需要拆开现有开关，重新接线。这些缺陷使装置安装不便，成本较高，使用不够灵活，阻碍了这些装置的进一步普及。

基于响应这一智能化趋势，提高社会对智能化家居的接受度，方便现代社会生活的目的，本组希望设计一种可以将现有普通开关智能化的小型装置，实现对其通过不同语音指令及手机蓝牙等方式进行远程控制，同时保留手动开关的基本功能的目的，并在此基础上尽可能追求装置安装过程的简易化和装置设计的简洁化，以增强其实用价值。

（二）系统硬件结构及工作原理

本课题的研究内容是设计并制作可以利用语音和手机蓝牙推动开关的小型装置。

课题研究采用组内讨论-查找资料-设计方案-讨论调整-制作原型装置-反复调试的方式进行装置的开发设计。

其中装置设计制作包括装置机械结构的设计和单片机程序的编写两部分。机械结构在纸上讨论设计完成后通过软件建模后 3D 打印制作。软件部分在 Keil μ vision5 软件开发环境下开发，使用 C 语言对装置的主控芯片 STC11L08XE 进行模块化编程实现。

2.1 系统硬件

处理器(STC11L08XE)

本项目语音识别设计主控芯片采用宏晶科技生产的 STC11L08XE 作为系统的中央控制芯片，负责装置的初始化及协调控制语音模块和电机驱动模块。该芯片核心开发板的结构具备嵌入式系统供能及所需外围设备。其内部集成有较高可靠度的复位电路，能够适应智能控制，高速通信强干扰等场合。具备本项目所需的 UART 双工串口及定时器等功能。其体积小、成本低、成熟稳定的特点是选择该芯片的主要因素。

语音识别模块(LD3320)

LD3320 芯片是一款“语音识别”专用芯片，由 ICRout 开发设计。该芯片集成了语音识别处理器 和一些外部电路，包括 AD、DA 转换器、麦克风接口、声音输出接口等。可以任意动态编辑识别的关键词语列表。

蓝牙通信模块(JDY-31)

JDY-31 由深圳市筋斗云电子科技有限公司设计, 采用蓝牙 3.0 SPP 协议, 工作频段 2.4GHZ, 最大发射功率 8db, 最大发射距离 30 米, 支持用户通过 AT 命令修改设备名、波特率等指令, 方便快捷使用灵活。

电机驱动模块(MX1508RX2)

电机驱动模块选择集成了 MX1508RX2 芯片的模块, 使用其中一个电机驱动 2 路输入 2 路输出端口。特性包括: 低静态工作电流; 高度集成方案; 低导通内阻的功率 MOSFET 管; 内置低迟滞效应的过热保护电路。单片机输出的双路驱动信号通过该模块控制电机的启停及旋转方向。该模块具有工作特性良好, 成本极低的优点。电机驱动模块逻辑真值表如表 1 所示。

表 1 MX1508RX2 逻辑真值表

直流电机	旋转方式	IN1	IN2
MOTAR-A	正转	1	0
	反转	0	1
	待机	0	0
	刹车	1	1

2.2 语音识别模块原理

语音识别系统要想实现语音识别功能需要具有一定的基本过程, 根据各种语音识别系统在实际应用中对识别对象的要求不同, 语音识别系统可初步分为两类: 对特定人声的识别与非特定人声的识别, 特定人声识别语音系统指系统中训练和存储的是特定人声的信号, 其只能识别特定人发出的语音信号, 其他人的语音不能识别; 非特定人声识别系统训练和识别的对象为大众, 不区分个人, 两种系统相比之下非特定人声识别的难度更大。本项目设计的装置采用小词汇量、非特定人声的识别技术。

该系统的基本原理为: 首先将通过麦克风收集到的粗语音信号进行预处理, 例如放大、调幅、滤波等, 然后通过端点检测, 提取收集到的信号中有效的成分并对其进行特征分析。

进行语音识别时, 将识别并提取的语音信号与存储于单片机 RAM 中的关键词语模板信号相对比, 如果与模版信号相匹配, 则进一步对控制模块发送控制信号。语音识别芯片识别过程及部分代码分别如图 1、图 2 所示。

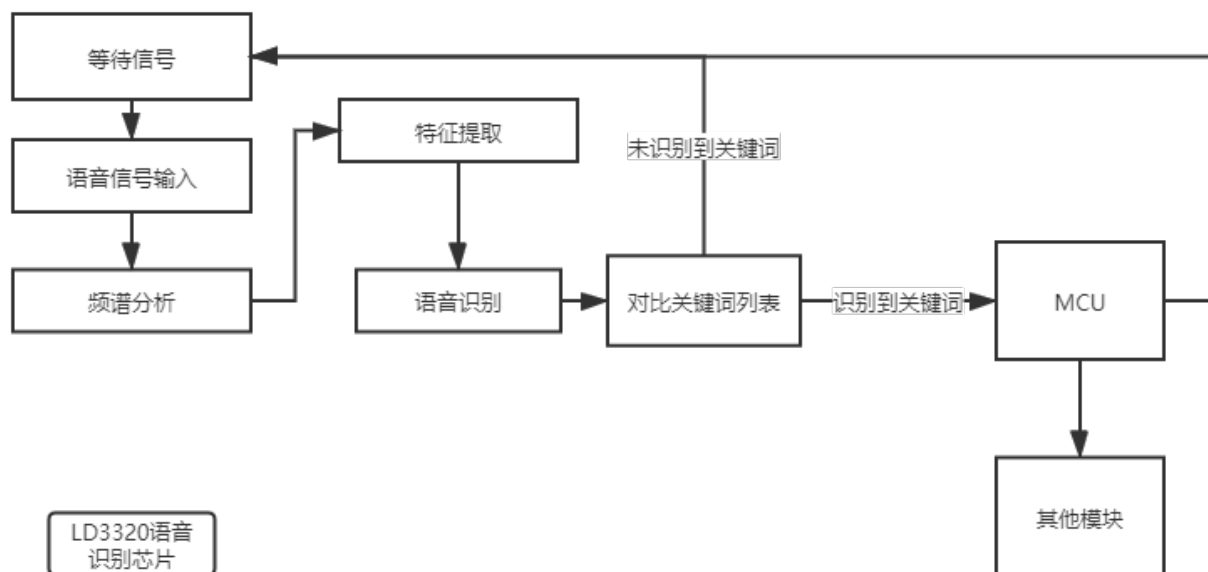


图 1 语音识别过程示意图

```

1  #include "config.h"
2  #define FOSC 22118400L //System frequency
3  uint32_t baud=9600; //UART baudrate
4  sbit SRD1 = P3^3;
5  sbit SRD2 = P3^4;
6  void Delay200ms();
7  void Delay120ms();
8  uint8_t mode = 0;
9  uint16_t delaytime;
10 uint16_t atoi_16(const char *nptr);
11 uint8_t flag;
12 /*****
13 函数名: 串口初始化
14 功能描述: STC10L08XE 单片机串口初始化函数
15 返回函数: none
16 其他说明: none
17 *****/
18 void UartIni(void)
19 {
20     SCON = 0x50; //8-bit variable UART
21     TMOD = 0x21; //Set Timer1、2 as 8-bit auto reload mode
22     TH1 = TL1 = -(FOSC/12/32/baud); //Set auto-reload vaule
23     TR1 = 1; //Timer1 start run
24     ES = 1; //Enable UART interrupt
25     EA = 1; //Open master interrupt switch
26     EX0=0; //-->IE0
27     ET0=1; //-->TF0 控制位置1, 表明当TF0置1时, 中断系统将介入
28 }

```

图 2 串口函数文件及串口初始化代码

2.3 系统总体结构

2.3.1 连接方式

在电路中,单片机 P0 端口的 8 根数据线作为数据总线与 LD3320 并口方式连接,控制线分别与 P2 端口连接。因为 STC 的单片机 STC10L08XE 自身带有硬件的并口方式,STC10L08XE 有单独的 WR 和 RD 端口,可以在读写并行总线时,自动产生 WR 和 RD 信号,通过硬件方式即可实现并行读写。除此外还将两个芯片的复位信号和中断信号连接,在 LD3320 中,复位信号 (RSTB) 由单片机发出,中断信号由 LD3320 芯片发出。本设计还使用了单片机的串口通信功能,单片机 RXD, TXD 端口分别与蓝牙模块 TXD, RXD 端口连接。单片机 3.3, 3.4 GPIO 端口输出 2 路信号输入电机驱动模块,控制电机。系统连接方式如图 3、图 4、图 5 所示。

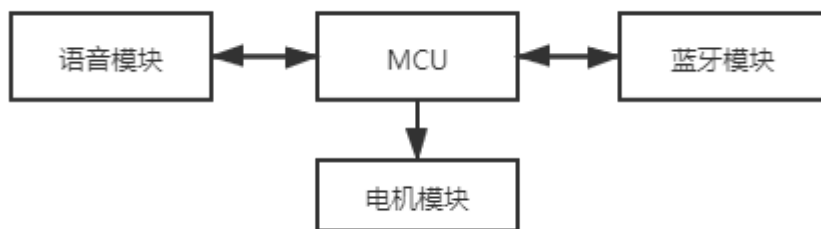


图 3 模块连接示意图

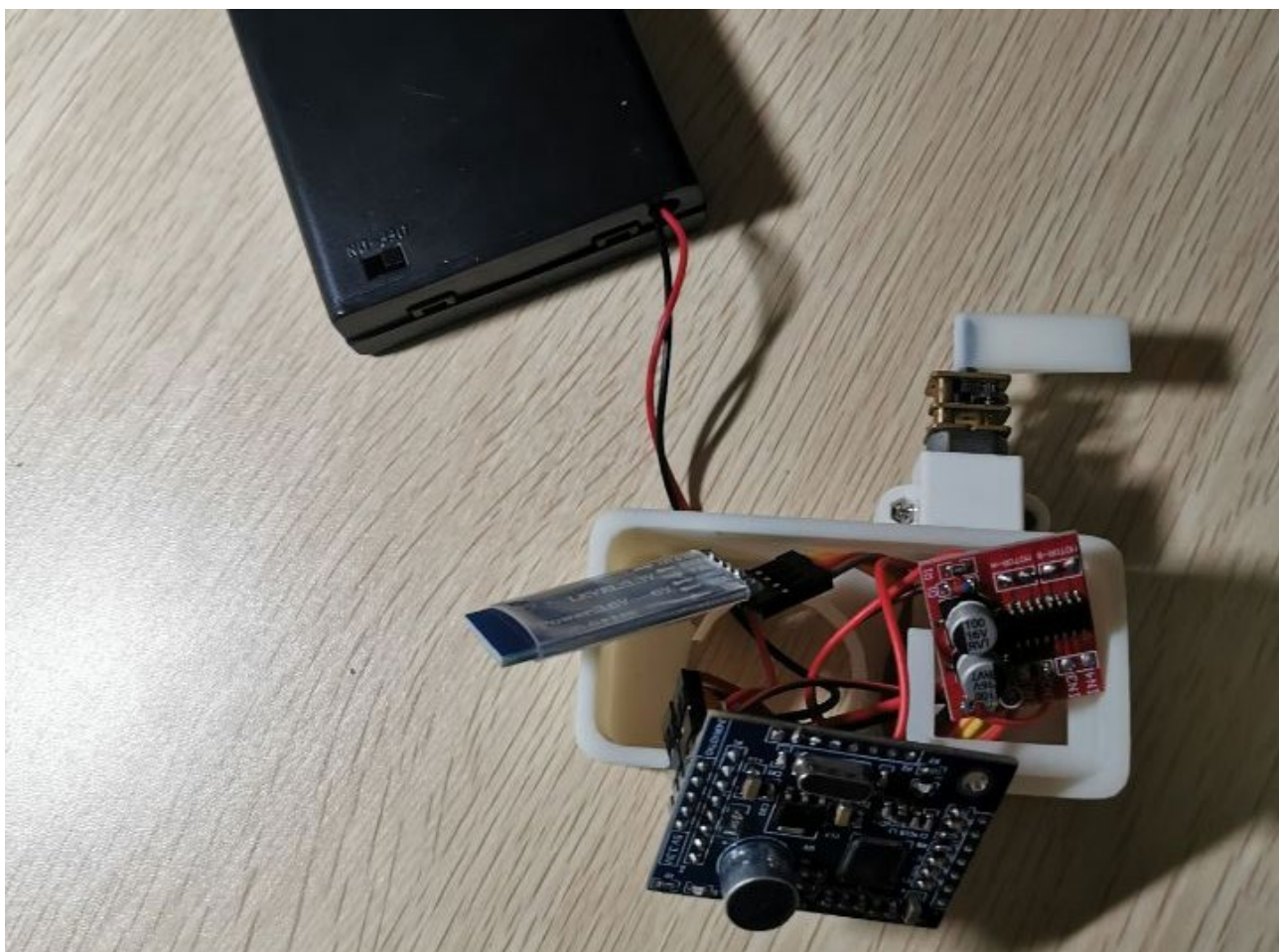


图 4 实物连接图

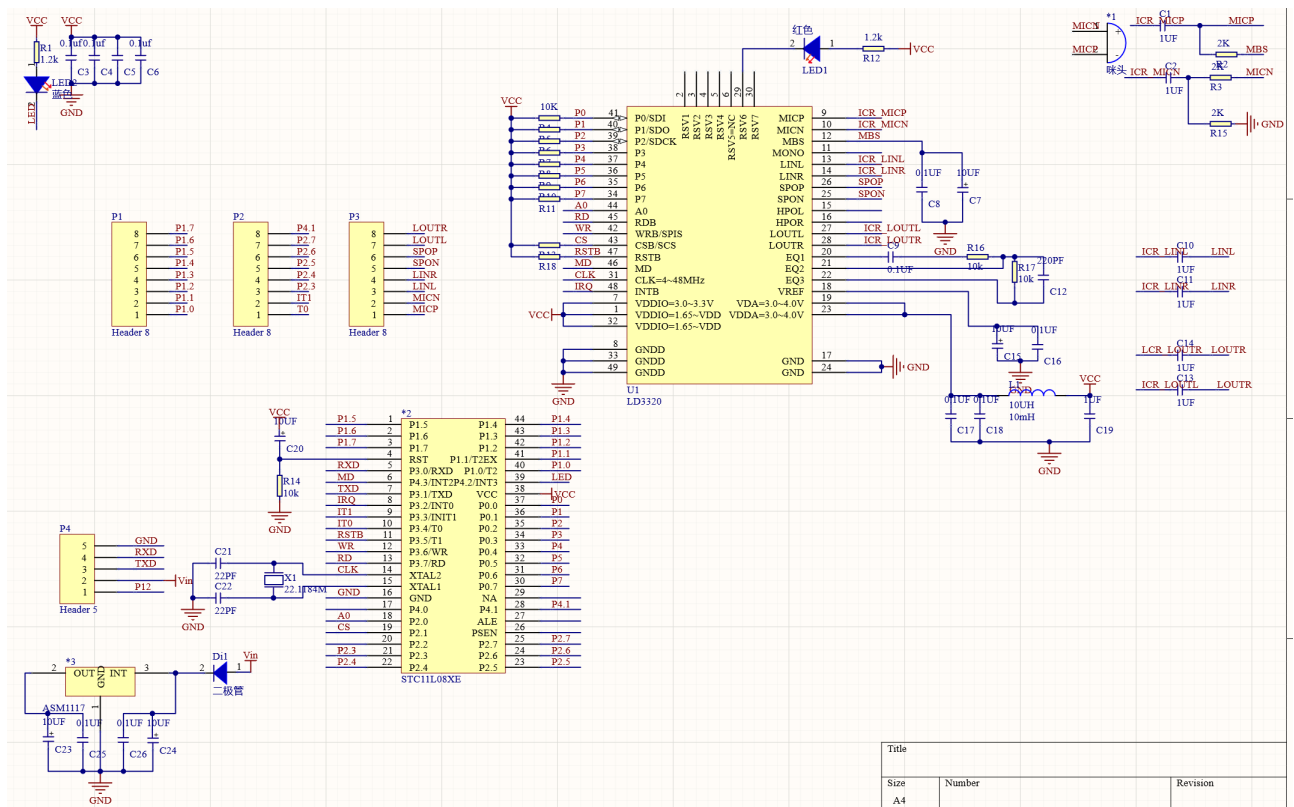


图 5 LD3320 及 STC11L08XE 模块原理图

2.3.2 系统工作原理

装置上电后，首先对单片机内部硬件进行初始化设置，之后将关键词列表写入 LD3320 芯片，之后开始循环执行语音识别函数，等待外部信号输入。

当麦克风采集到输入信号后，语音模块会处理采集的信号，将其与芯片内部关键字进行比较，在识别到关键字后触发单片机中断，驱动电机工作。

当蓝牙模块从配对设备处收到信号时，会触发单片机中断，将接收到的字符写入单片机 RAM。之后根据信号内容判断是否还有后续信号，如果有则继续等待后续信号输入。全部信号接收完毕后由单片机根据指令内容执行启动电机、关键字改写或设置片内定时器延时启动电机动作。

系统工作原理如图 6 所示，主函数代码如图 7 所示。

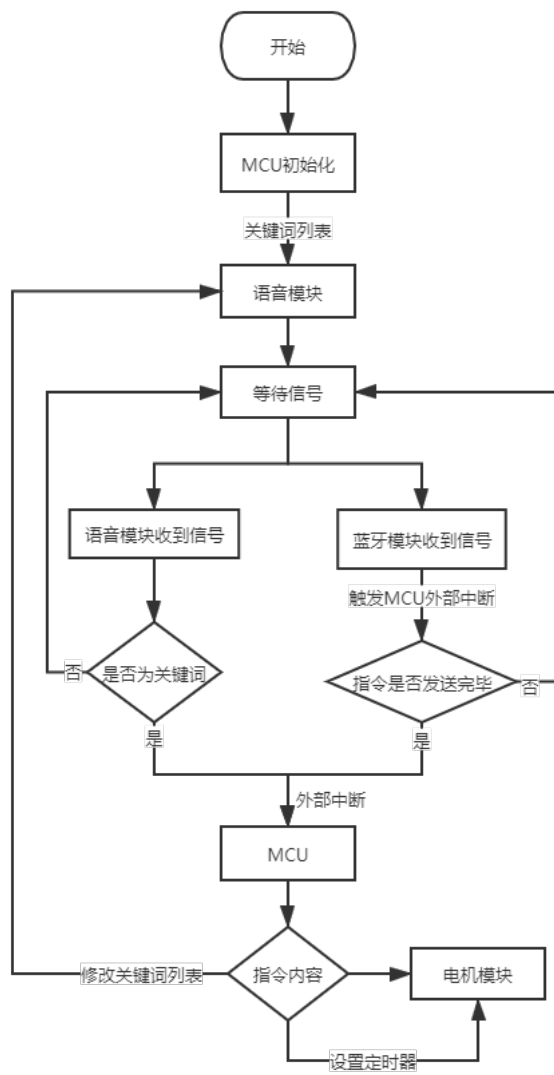


图 6 系统流程图

```

25  /******
26  * 名 称: void main(void)
27  * 功 能: 主函数 程序入口
28  * 入口参数:
29  * 出口参数:
30  * 说 明:
31  * 调用方法:
32  *****/
33  void main(void)
34  {
35      uint8 idata nAsrRes;
36      P2M0 = 0xFF;
37      P2M1 = 0x00; //推挽输出
38      Led_test();
39      MCU_init();
40      LD_Reset();
41      UartIni(); /*串口初始化*/
42      nAsrStatus = LD_ASR_NONE; // 初始状态: 没有在作ASR
43
44      while(1)
45      {
46          switch(nAsrStatus)
47          {
48              case LD_ASR_RUNNING:
49              case LD_ASR_ERROR:
50                  break;
51              case LD_ASR_NONE:
52              {
53                  nAsrStatus=LD_ASR_RUNNING;
54                  if (RunASR()==0) /* 启动一次ASR识别流程: ASR初始化, ASR添加关键词, 启动ASR运算*/
55                  {
56                      nAsrStatus = LD_ASR_ERROR;
57                  }
58                  break;
59              }
60              case LD_ASR_FOUNDDOK: /* 一次ASR识别流程结束, 去取ASR识别结果*/
61              {
62                  nAsrRes = LD_GetResult(); /*获取结果*/
63                  User_handle(nAsrRes); //用户执行函数
64                  nAsrStatus = LD_ASR_NONE;
65                  break;
66              }
67              case LD_ASR_FOUNDDZERO:
68              default:
69              {
70                  nAsrStatus = LD_ASR_NONE;
71                  break;
72              }
73          } // switch
74      } // while

```

图 7 主函数文件及代码

2.4 外部封装设计

装置采用两块 CR4032 纽扣电池串联作为 VCC 供电。

封装模型整体外形为一个圆角长方体, 采用白色普通树脂制作, 麦克风一侧用透明树脂制作了带洞透明上盖。

三个电路模块及电池盒均封装在装置内部，电机通过螺丝固定在装置外侧，电机驱动模块一侧引出两条线接至电机。电机外置使用户可以用螺丝刀直接拆下电机，将其贴至其他需要的地方。

考虑到实际使用中更换电池的需要，电池盒一侧添加了一个旋转式后盖，可以方便地更换电池。

装置封装模型及实物图如图 8、图 9 所示。

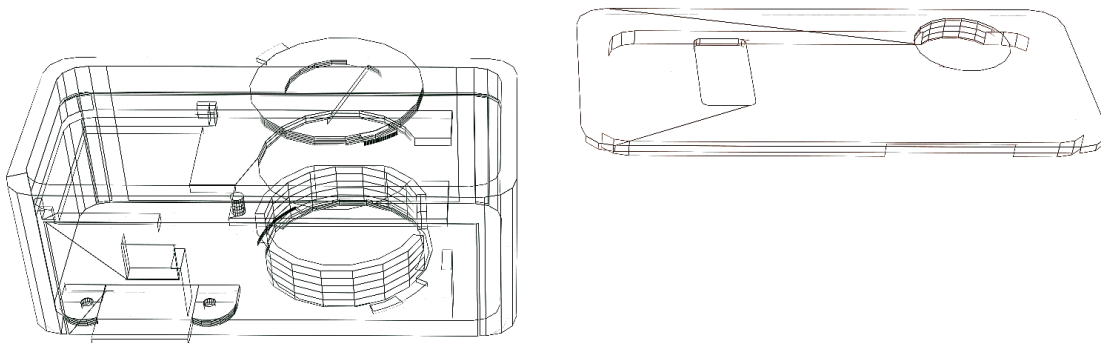


图 8 封装模型设计



图 9 实物封装图

2.5 手机端控制软件编辑

利用 STC11L08XE 单片机片内 2 个定时器中的定时器 1 设置蓝牙芯片波特率为 9600 baud，通过安卓手机软件设置手机端波特率为相同数值，配对密码使用芯片默认值 1234，将手机与蓝牙模块相连接。通过设计软件内对应按键发送的内容及单片机内的对应程序，实现按下开启、关闭、定时等按键的功能。

蓝牙中断函数及手机交互界面如图 10、图 11、图 12 所示。


```

59 //***** INTERRUPT *****
60 void UART_SER (void) interrupt 4 //中断向量4-外部中断作为蓝牙串口中断
61 {
62     uint8_t str [5]; //定时时间字符串
63     char *nptr; //字符指针
64     if(RI)
65     {
66         RI=0;
67         if(!mode) //判断首字符
68         {
69             switch(SBUF)
70             {
71                 case '1': /*命令“开”*/
72                     motor_run(1);
73                     PrintCom("01 switch on\r\n");
74                     break;
75                 case '2': /*命令“关”*/
76                     motor_run(0);
77                     PrintCom("02 switch off\r\n");
78                     break;
79                 case '3':
80                     TR0 = 1; //启动定时器
81                     flag = 1;
82                     PrintCom("03 switch on\r\n");
83                     break;
84                 case '4':
85                     TR0 = 1;
86                     flag = 0;
87                     PrintCom("04 switch off\r\n");
88                     break;
89                 case '5':
90                     *nptr = str; //获取字符串
91                     mode = 1;
92                     break;
93                 case '6':
94                     *nptr = str;
95                     mode = 2;
96             }
97         }
98         else //如果不为单字符信号
99         {
100             switch(mode)
101             {
102                 case 1:
103                     if(SBUF == 0)
104                     {
105                         mode = 0;
106                         delaytime = atoi_16(str); //字符串转16位整数
107                         break;
108                     }
109                     *nptr = SBUF;
110                     nptr++;
111                     break;
112             }
113         }
114     }
115 }

```

图 10 蓝牙中断函数代码



图 11 手机端控制页面

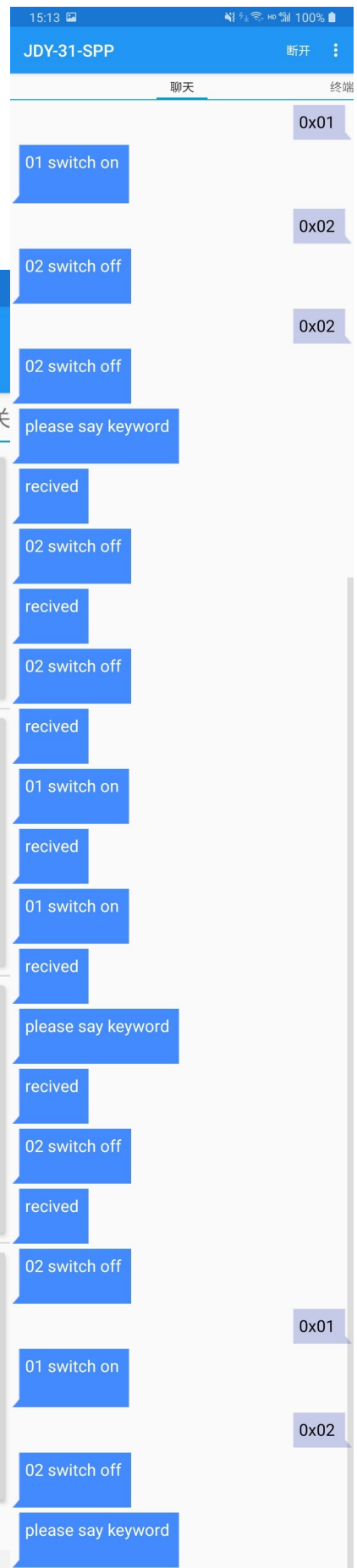


图 12 交互页面

（三）创新点

1、不同于传统智能家居改装装置，本装置不改变原有电路结构，体积小，易于安装，使用灵活。用户可根据需要将装置安装在需要的地方，按需使用，拓展了装置的使用场景，提高了使用灵活性。

2、装置可同时通过手机蓝牙和语音进行控制。平常可以使用语音便捷地控制装置，而在不便说话、距离过远的时候可以通过蓝牙命令控制装置。这样的设计同时发挥了蓝牙控制稳定、距离远以及语音控制方便快捷的优点。

（四）结束语

本项目从对现有开关的改进出发，参考各部件官方提供的用户手册及网络学习资料，设计制作了一个远程触发控制开关的装置。成本较低，便捷有效，具有一定的实用价值。远程控制设备可为行动不便的病房病人或是独居家中的老人带来许多帮助。装置定制化的使用方式使装置在使用时具有较好的灵活性，使用方式较丰富，具有一定的二次开发潜力。

（五）参考文献

- [1] 荒木雅弘，陈舒扬，杨文刚. 图解语音识别. 人民邮电出版社，2020
- [2] Peter Marwedel. Embedded System Design [electronic resource]. Boston, MA: Springer US, 2006
- [3] Han-Way Huang. Embedded system design with the C8051. Australia: Cengage Learning, c2009
- [4] 胡庆泽，李琨，周天天，杭赟. 语音控制 LED 灯的驱动设计. 电器工业 2019—06.indd
- [5] 傅大梅，盛彬. 语音识别无线开关控制装置的设计. 现代电子技术. Jul. 2017 Vol. 40 No. 14
- [6] 蔡承武，胡立夫. 基于 LD3320 的声控灯系统设计. 中国科技信息 2017 年第 2 期
- [7] DARREN C. KNIGHT. Light switch cover plate. USD842076S1, 2019-03-05.
- [8] CHRISTOPHER TRICKLER, RICHARD WESTRICK, JR. MARK NORTON. Intelligent control of backlighting or other pilot lights on wall switch or the like. US9930763B1, 2018-03-27.
- [9] 张帅林. 改进的智能家居语音关键词识别算法. 《电子科技》2017(7).
- [10] 孙苗，兰晓红，贺转玲，魏延. 基于蓝牙的语音控制书架机器人设计与实现. 2020 年 5 月 15 日 第 43 卷第 10 期