

9.1 水温控制系统设计

9.2 数字化语音存储与回放系统设计

9.3 设计

9.4 设计

9.1 水温控制系统设计

第三届（1997年）全国大学生电子设计竞赛题目

C题 水温控制系统



一、任务

设计并制作一个水温自动控制系统，控制对象为1升净水，容器为搪瓷器皿。水温可以在一定范围内由人工设定，并能在环境温度降低时实现自动控制，以保持设定的温度基本不变。

二、要求

1. 基本要求

- (1) 温度设定范围为40 ~ 90 ，最小区分度为1 ，标定温度 1 。
- (2) 环境温度降低时(例如用电风扇降温)温度控制的静态误差 1 。
- (3) 用十进制数码管显示水的实际温度。

8.1 电子系统的抗干扰设计

2. 发挥部分

- (1) 采用适当的控制方法，当设定温度突变(由40 提高到60)时，减小系统的调节时间和超调量。
- (2) 温度控制的静态误差 0.2 。
- (3) 在设定温度发生突变(由40 提高到60)时，自动打印水温随时间变化的曲线。

➤ 设计

一、方案设计与论证

本题目要求：能在40 至90 范围内设定控制水温，静态控制精度为0.2 。并具有快速性与较小的超调，以及十进制数码管显示、温度曲线打印、语音播报温度功能。

8.1 电子系统的抗干扰设计

✓测量部分

方案一：

采用热敏电阻，可满足40 至90 测量范围，但热敏电阻精度、重复性、可靠性较差，对于检测小于1 的信号是不适用的。

方案二：

采用温度传感器铂电阻Pt1000。铂热电阻的物理化学性能在高温和氧化性介质中很稳定，线性较好。在0—100 时，最大非线性偏差小于0.5 。铂热电阻与温度关系是： $R_t = R_0(1 + At + Bt^2)$

其中 R_t 是温度为 t 时电阻； R_0 是温度为0 时电阻； A 、 B 为温度系数。

8.1 电子系统的抗干扰设计

✓ 驱动控制部分

方案一：

此方案采用89C51单片机实现，用编程实现各种控制算法和逻辑控制。但是89C51需外接模数转换器来满足数据采集。如增加语音播放功能，还需外接语音芯片，外围电路较复杂，软件实现也较麻烦。且51单片机需要用仿真器来实现软硬件调试，较为繁琐。

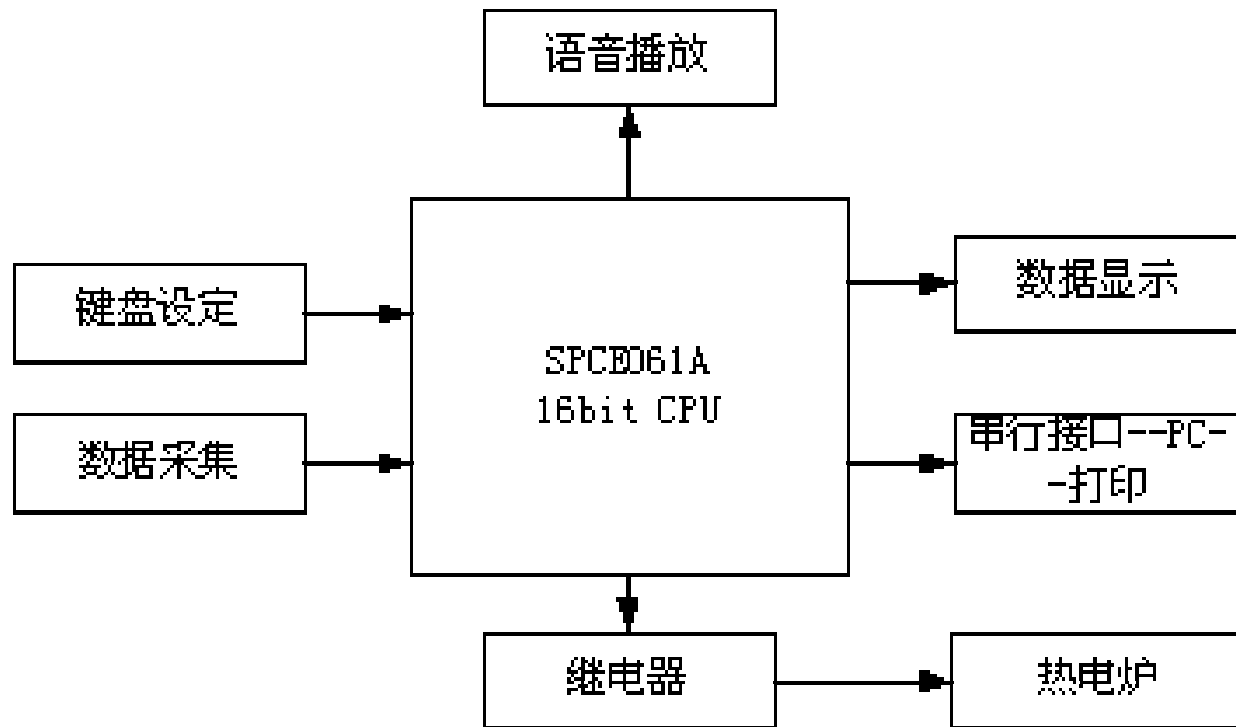
方案二：

此方案采用SPCE061A单片机实现，此单片机内置8路ADC，2路DAC，且集成开发环境中，配有很多语音播放函数，易实现语音播放。另外，该芯片内置JTAG在线仿真、编程接口，可以方便实现在线调试。

8.1 电子系统的抗干扰设计

二、系统硬件电路设计

2.1 电路方框图及说明



8.1 电子系统的抗干扰设计

方框图说明

语音播放：语音播放水温设置温度，并播报整数温度变化。

键盘设定：用于温度设定。共三个按键。

KEY1: 设置温度的十位数；0—9

KEY2: 设置温度的个位数；0—9

KEY3: 温度设置确认；并语音播报./温度重新设置。

数据采样：将电信号经AD转换后，换算成温度值，用于播报和显示。

数据显示：采用三位八段数码管显示，设置温度与测量温度，显示小数点后1位数字。

串行口传输：将采样温度值，上传至PC机，描绘曲线并打印。

继电器/热电炉：通过三极管控制继电器来完成对热电炉的功率控制。

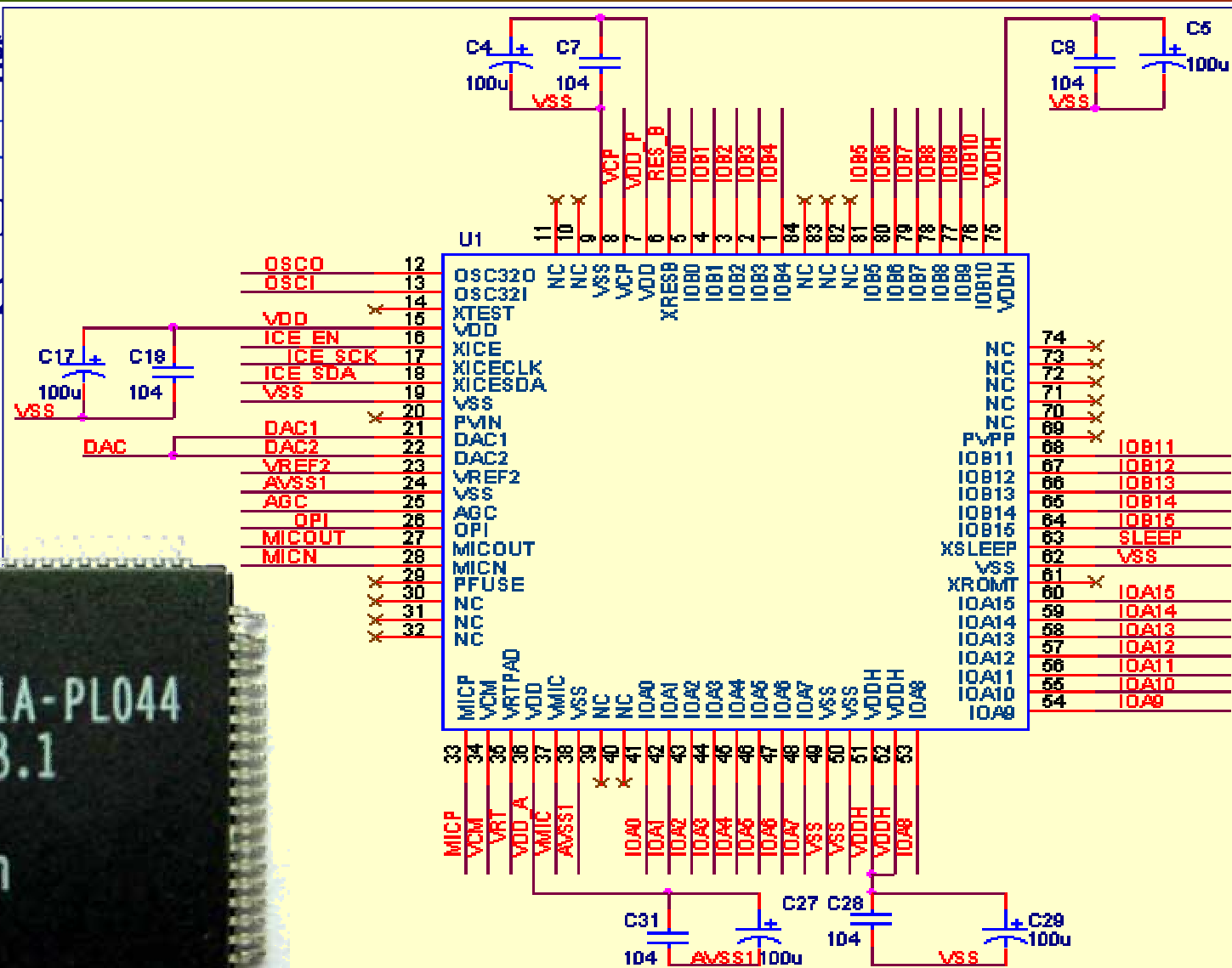
8.1 电子系统的抗干扰设计

2.2 各

1、C

S

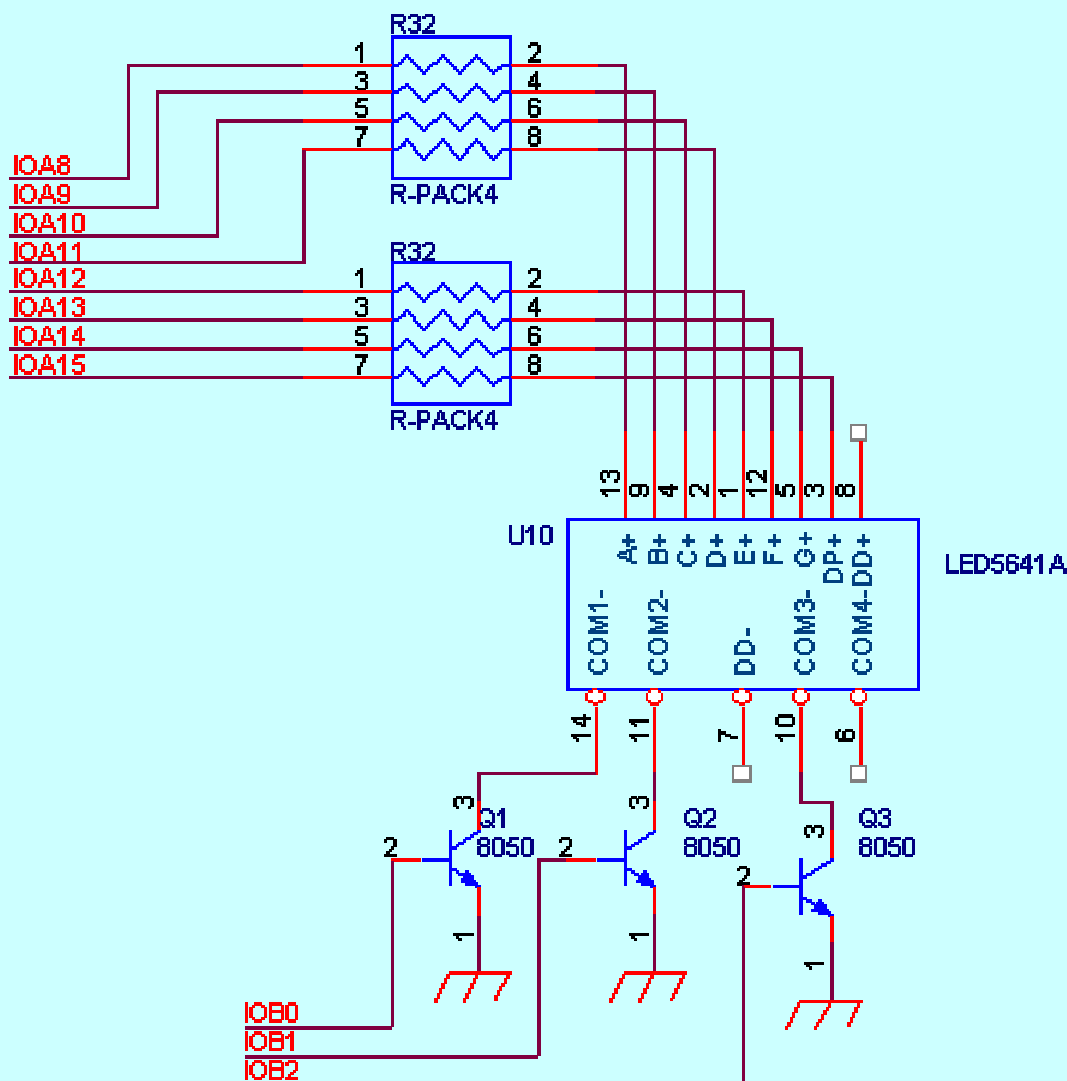
内置32



8.1 电子系统的抗干扰设计

2、键盘设置电 IOA0接KEY1

3、数码显示电 外接三位数码

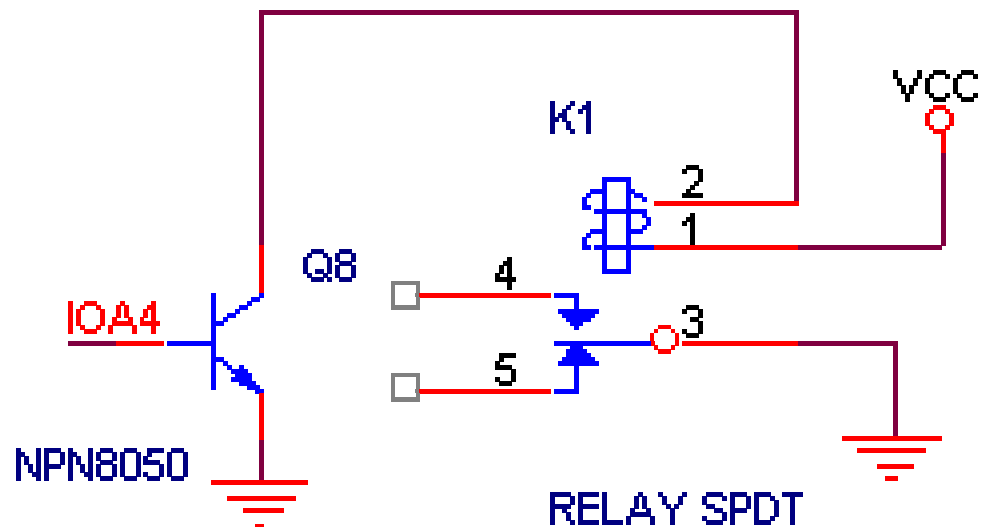


8.1 电子系统的抗干扰设计

5、热电炉控制电路

通过三极管控制继电器的开关。

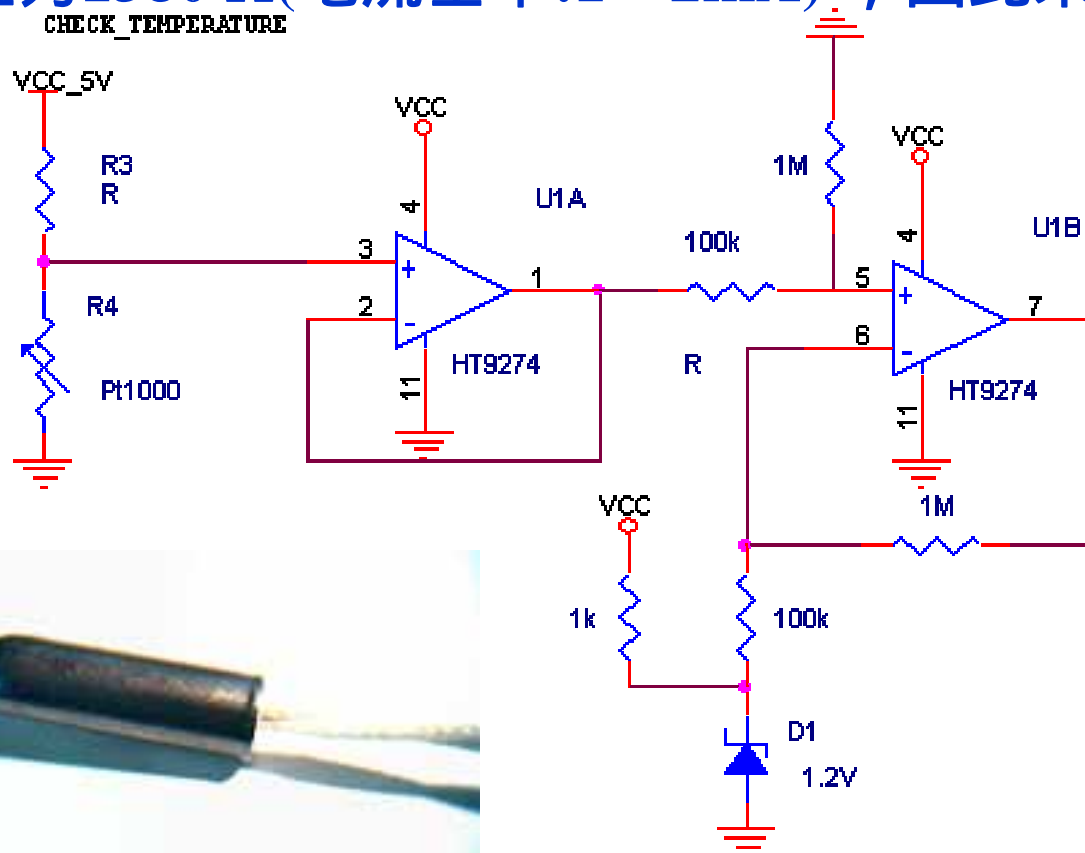
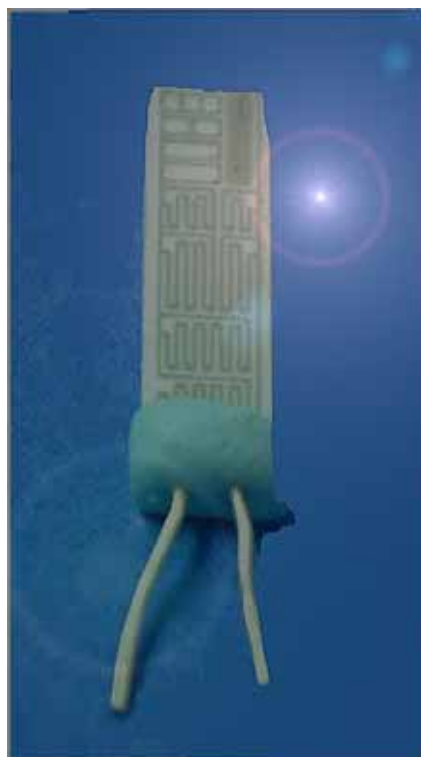
CONTROL
TEMPERATURE



8.1 电子系统的抗干扰设计

6、测温部分电路

温度传感器：Pt1000，运放：HT9274差动放大。在100℃时，Pt阻值为1380 Ω (电流基本:1—2mA)，因此采用10倍电压放大。



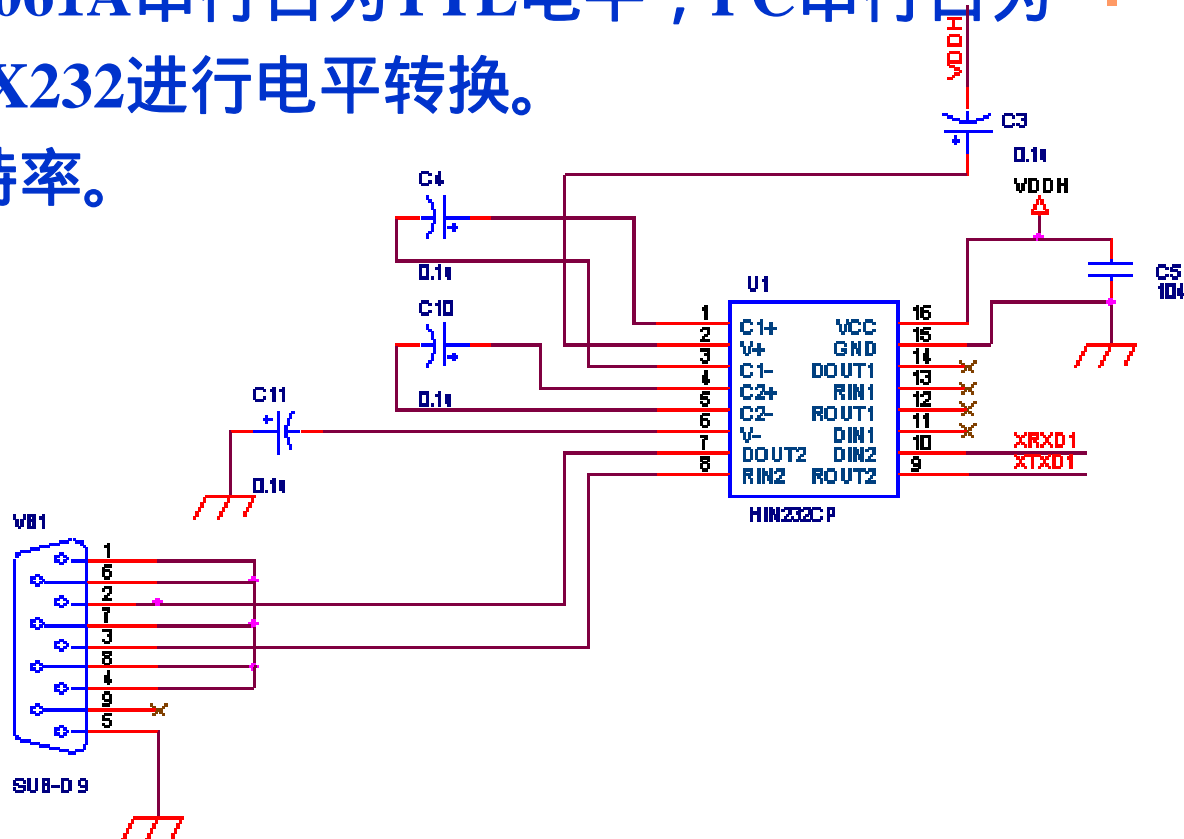
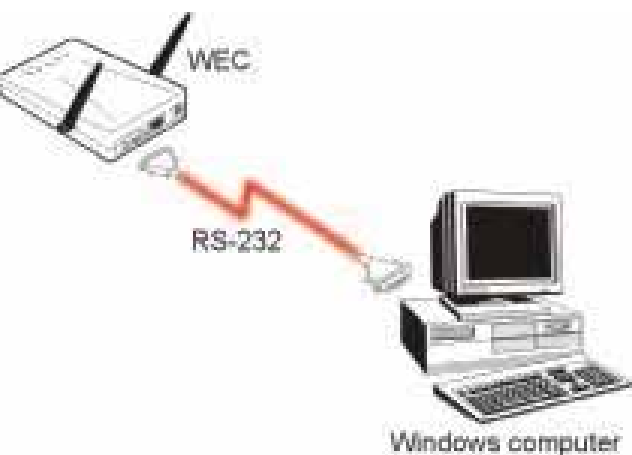
8.1 电子系统的抗干扰设计

7、串行通讯部分电路

系统设计要求同PC联机通信，利用PC机打印显示温度曲线。由于SPCE061A串行口为TTL电平，PC串行口为RS232电平，用MAX232进行电平转换。

通信速率为9600波特率。

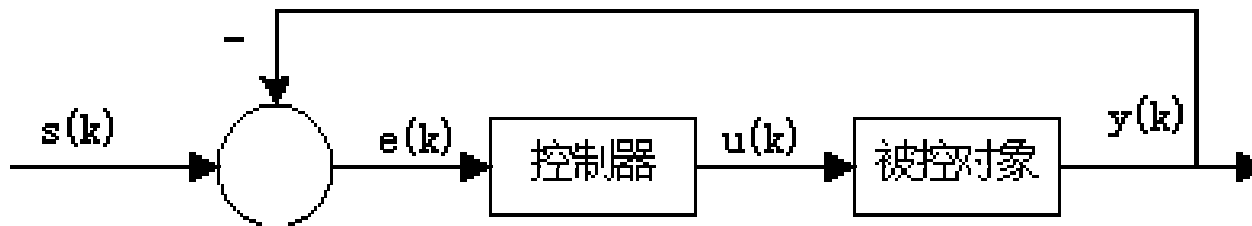
数据5秒传输一次。



8.1 电子系统的抗干扰设计

三、软件设计

3.1 PID控制算法介绍



□ 算法有两种：

直接计算公式：

$$P_{out} = K_p * e(t) + K_i * \int e(t) dt + K_d (e(t) - e(t-1))$$

增量计算公式：

$$P_{out}(t-1) = K_p * (e(t) - e(t-1)) + K_i e(t) + K_d (e(t) - 2 * e(t-1) + e(t-2))$$

基本偏差： $e(t)$ 表示当前测量值与设定目标之差

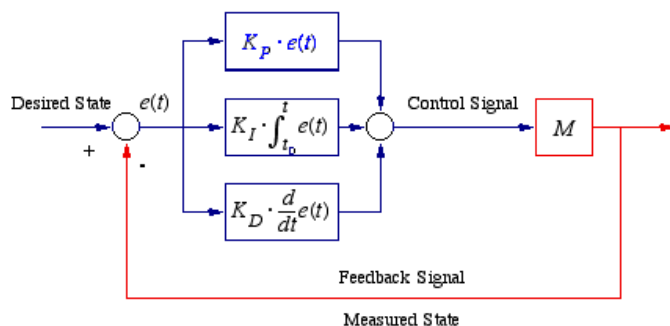
累计偏差： $e(t) = e(t) + e(t-1) + e(t-2) + \dots + e(1)$

基本偏差的相对偏差： $e(t) - e(t-1)$ ，对象的动作趋势



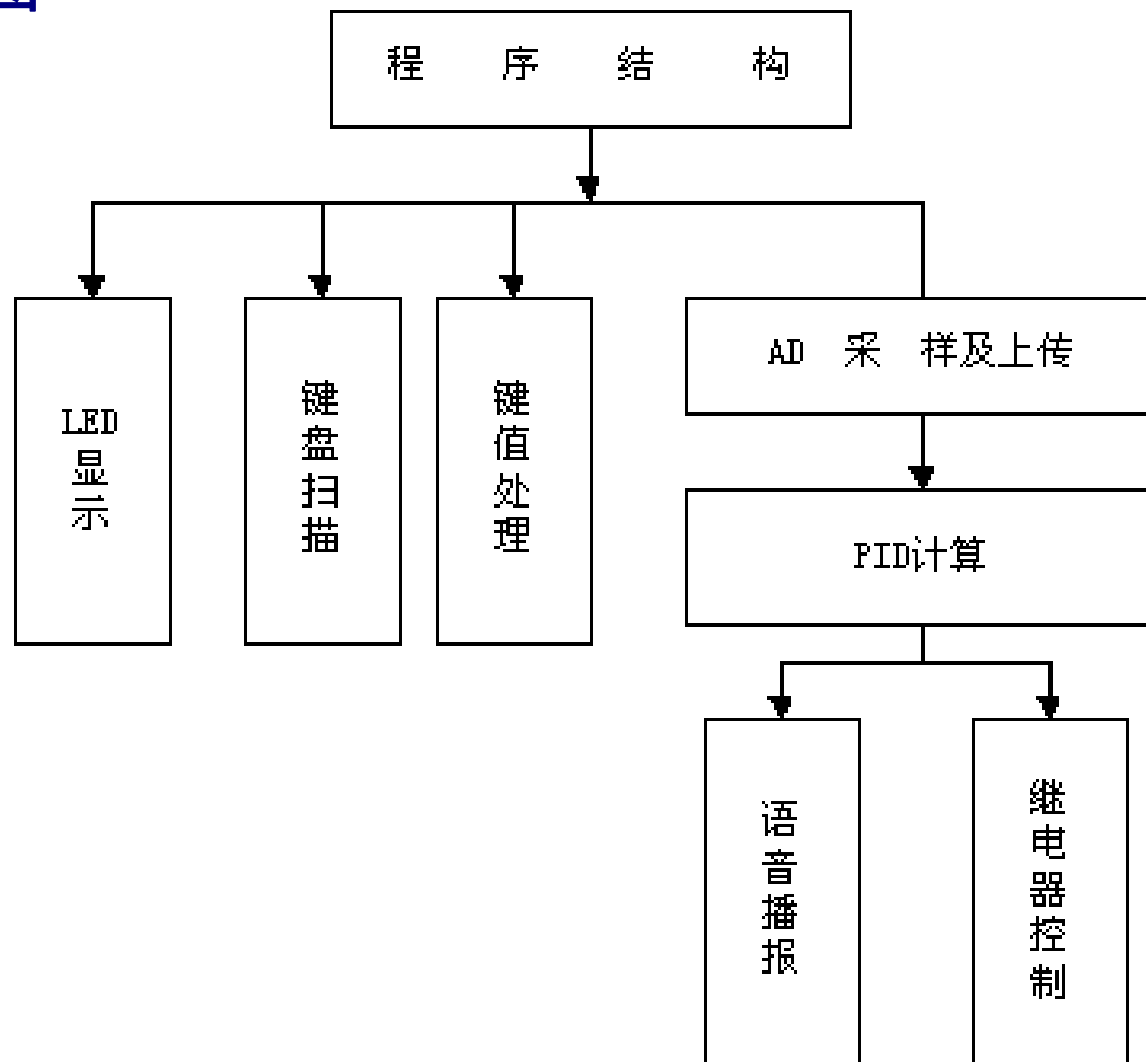
8.1 电子系统的抗干扰设计

- 比例调节作用：是按比例反应系统的偏差。比例作用大，可以加快调节，减少误差，但是过大的比例，使系统的稳定性下降，甚至造成系统的不稳定。
- 积分调节作用：是使系统消除稳态误差，提高精度。加入积分调节可使系统稳定性下降，动态响应变慢。
- 微分调节作用：微分作用反映系统偏差信号的变化率，能预见偏差变化的趋势，产生超前的控制作用，可以改善系统的动态性能。（减少超调，减少调节时间）



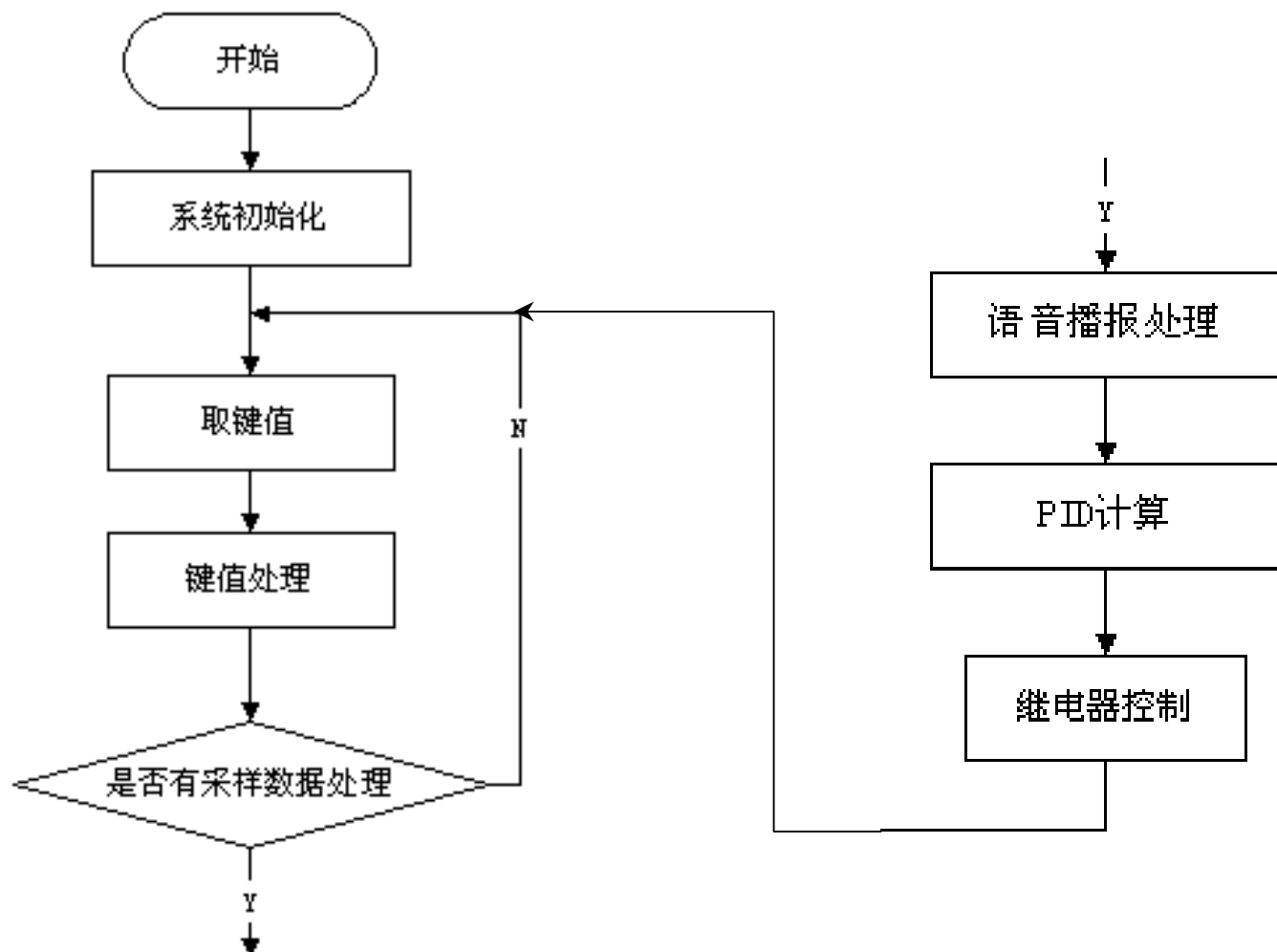
8.1 电子系统的抗干扰设计

3.2 程序结构图



8.1 电子系统的抗干扰设计

3.3主程序流程图



8.1 电子系统的抗干扰设计

3.5 测试方法和测试结果

1、测试环境

环境温度：28 ；

测试仪器：数字万用表，0---100 温度计，打印机，秒表；

2、测试方法

使系统运转，采用温度计同时测量水温变化情况，得出系统温差指标。

3、测试结果

设定温度由40 到60

标定温差： 0.4

调节时间：350秒

静态误差： 0.2

最大超调量：0.5

见教材P280

4、测试结果分析

如果加入模糊控制会使调节时间缩短，增强PID控制的效果。

8.1 电子系统的抗干扰设计

四、总结

由于SPCE061A有高的时钟、多的I/O口、具有语音处理功能等，为实现电路提供了非常便利的条件。同时也因为开发环境友好，易用，这些大大加快系统开发设计。本系统各方面指标基本达到题目要求。

五、参考资料

参考文献：

《第三届全国大学生电子设计竞赛获奖作品选编1997）》

《SPCE061A单片机原理与应用》

《数字电子技术基础》

凌阳大学计划网站 <http://www.unsp.com.cn>

9.2 语音提示系统设计

第二届 宁波大学学生电子设计竞赛题目



C题 语音提示系统

一、设计任务

1.1 基本要求

设计并制作一个语音提示系统，能对出入口人员进行实时提示。

A. 能检测人员的进出方向。

B. 能够根据人员不同的进出方向发出不同的提示音。

C. 具有录音功能。根据不同的场合，录制不同的提示音。录音时间大于4秒。

1.2 发挥部分

A. 统计一天的人流量，通过按键显示。

B. 显示当前时间。

C. 在语音提示的同时能用灯光显示。

D. 录音时间大于等于8秒。

9.2 语音提示系统设计

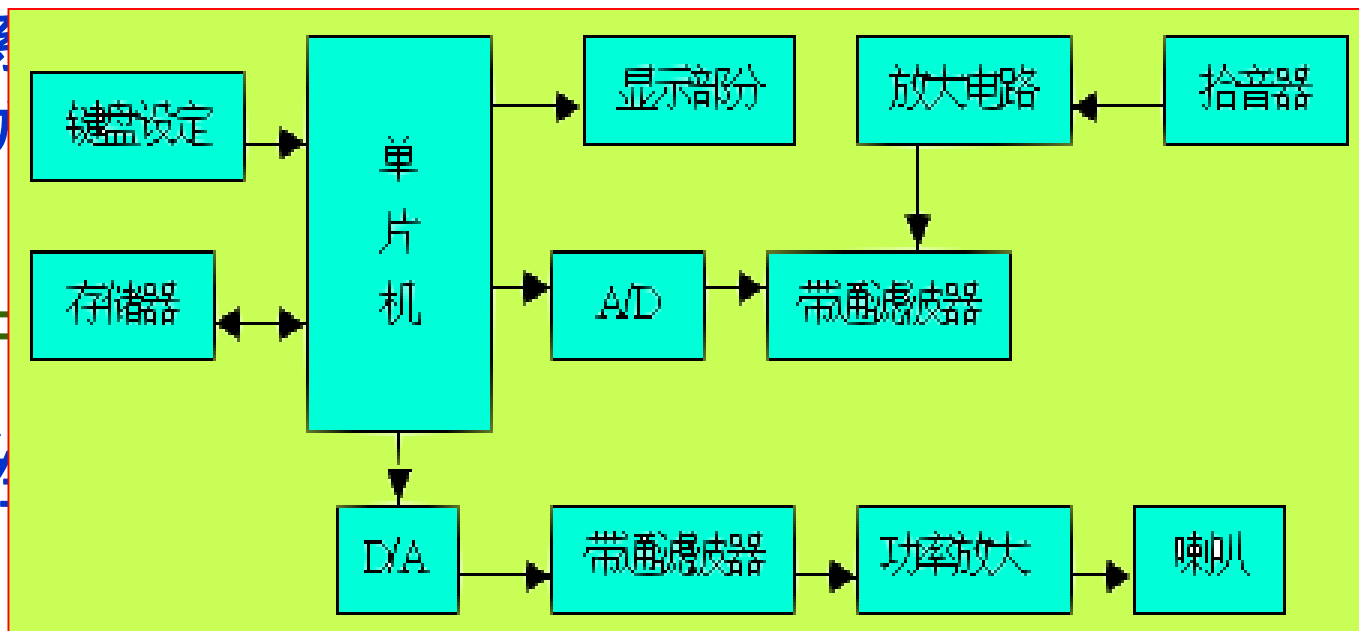
二、系统方案选择

根据系
以下三种方

方案一：

采用中
灵活性小、
难，不宜在

方案二：

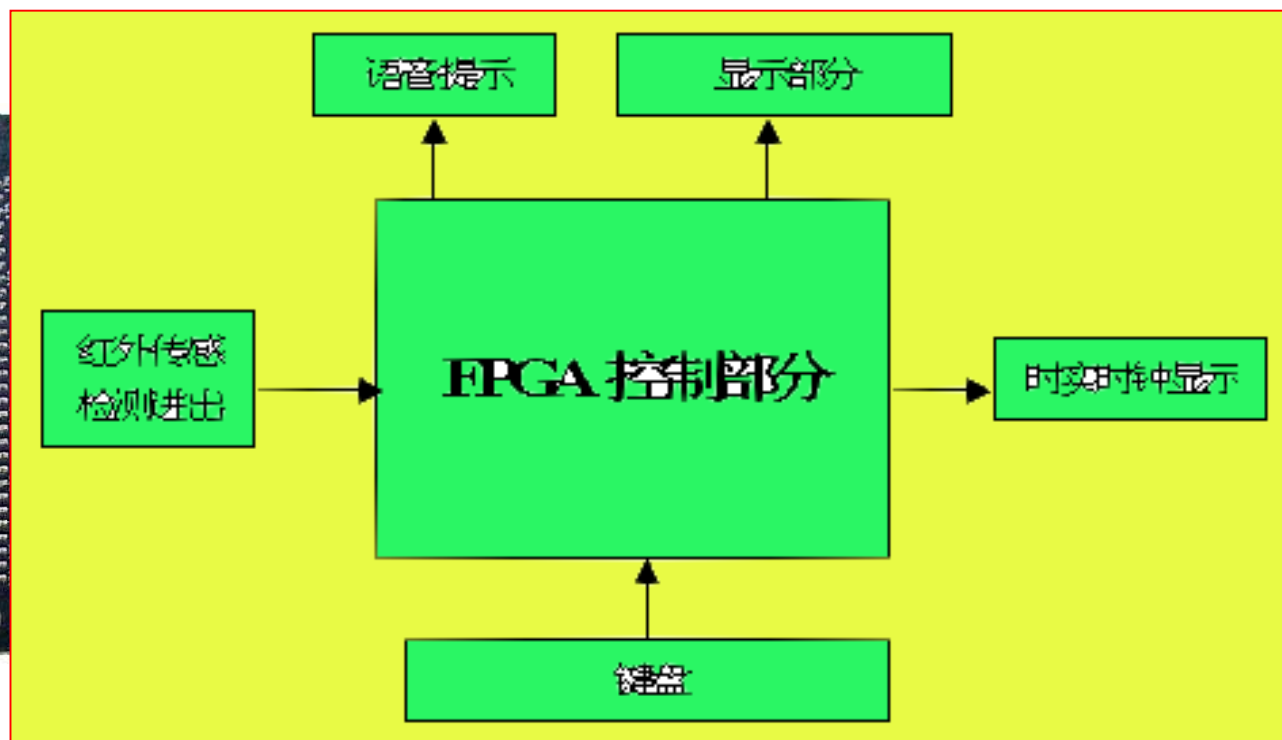


以89C51单片机为核心来实现。较方案一有设计灵活、调试方便、精度高等优点。但本系统数据涉及A/D转换、双SRAM控制及D/A输出，在线路设计上需要的数据口较多，不易在单芯片上实现，难度较大。

9.2 语音提示系统设计

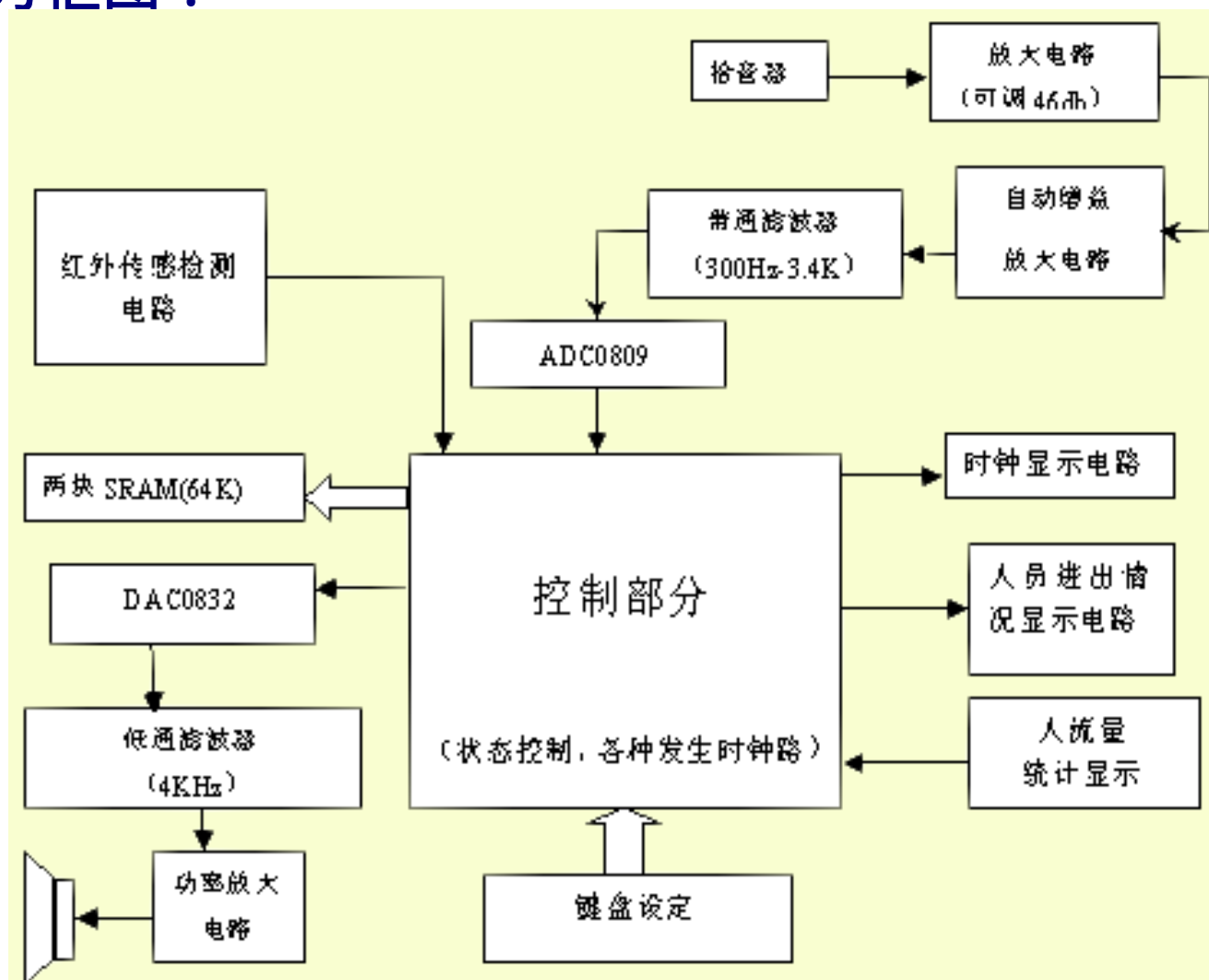
方案三：（见方框图）

以FPGA芯片为核心设计。利用其丰富的I/O资源，并行处理数据。具有高密度、高速度、多功能、低功耗、设计灵活方便、可无限次反复编程等特点，并可现场配置调试验证，设计周期短，可靠性高，扩展功能强。



9.2 语音提示系统设计

系统详细方框图：



9.2 语音提示系统设计

三、硬件设计

3.1 拾音器

通过驻极体话筒，实现声电转换，话筒灵敏度可调。



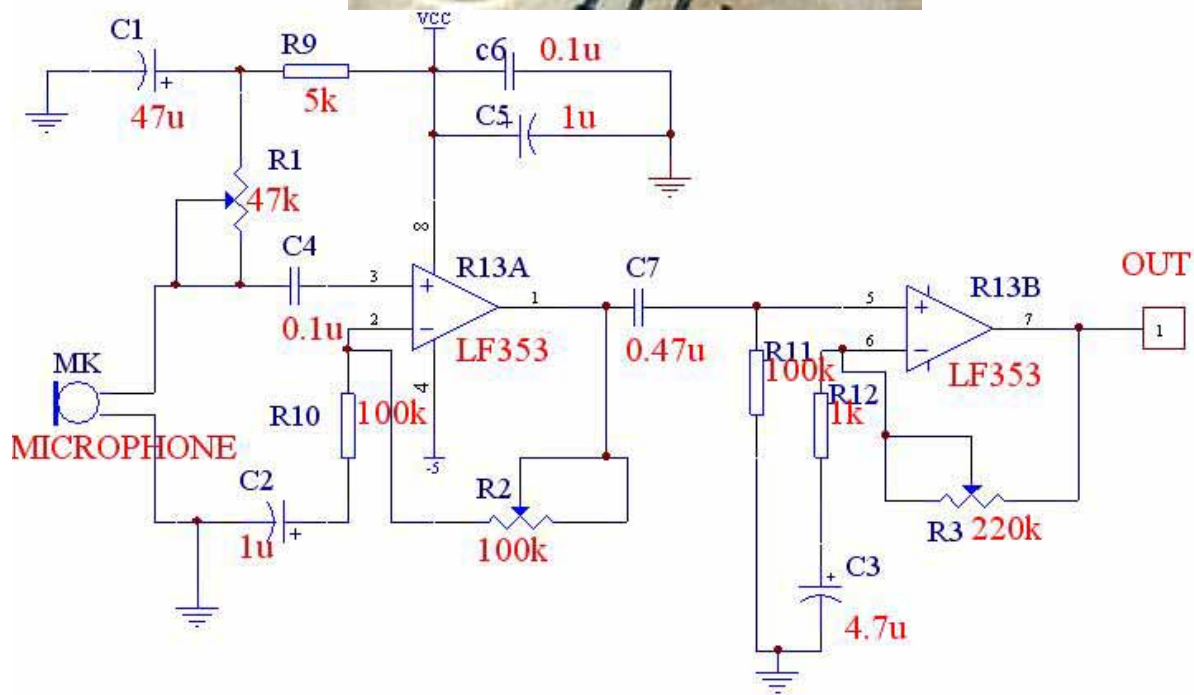
3.2 放大电路

采用两级高输入阻抗同向放大电路，驻极体话筒信号放大为~1V。

R_1 ：调节拾音器工作点；

增益： $A_1=1+R_{P1}/R_3$

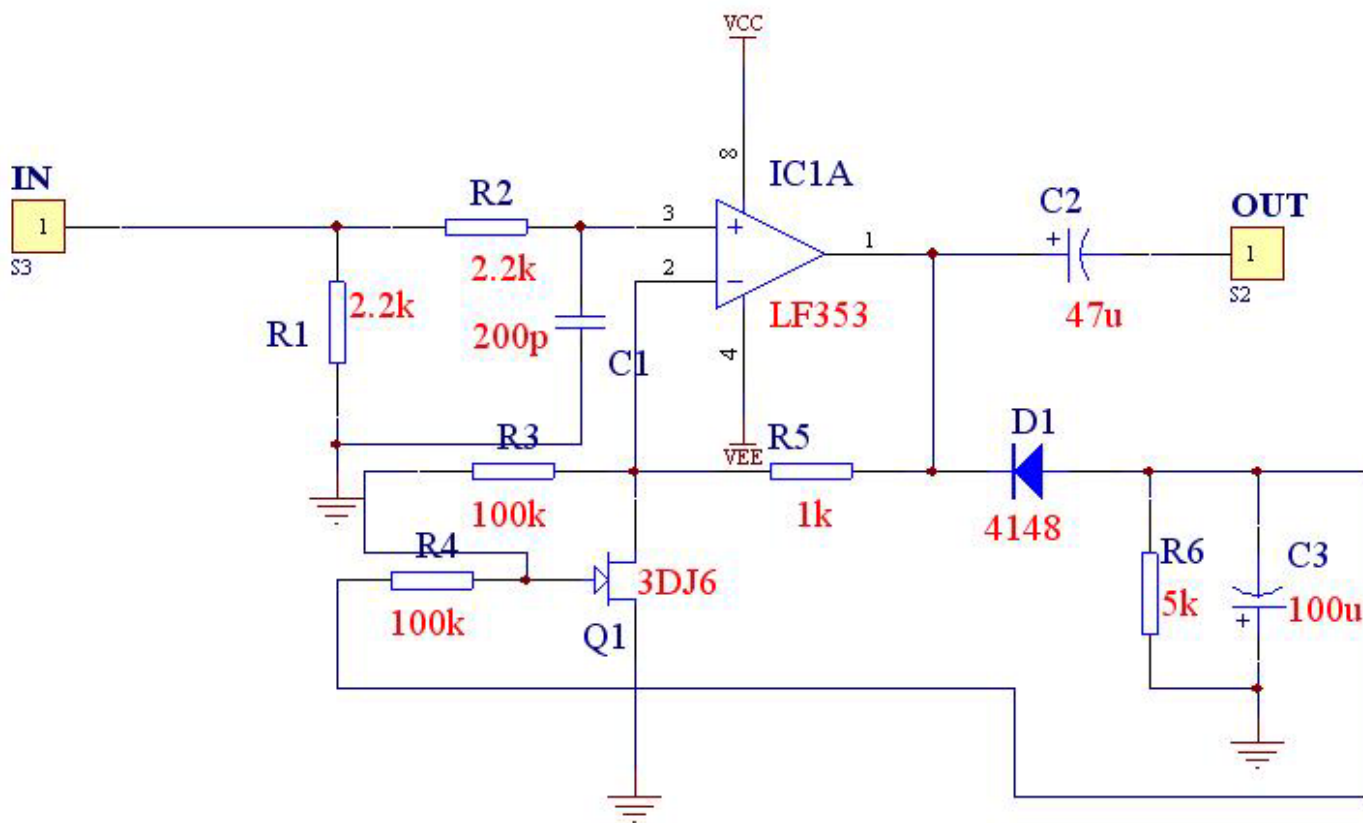
$A_2=1+R_{P2}/R_5$ 。



9.2 语音提示系统设计

3.3 自动增益电路

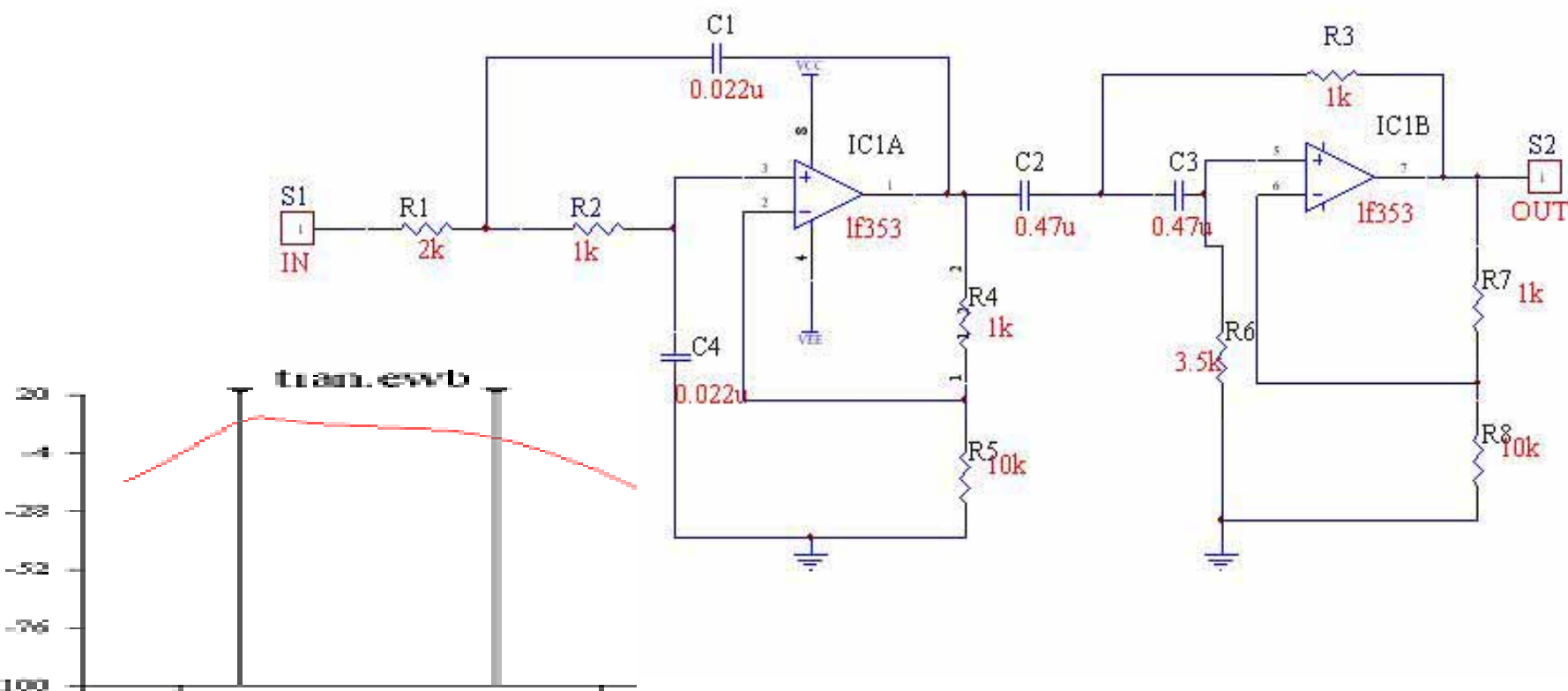
为了增大系统动态范围（防止阻塞失真等），设置自动增益控制电路。本方案采用传统的模拟式AGC来实现。



9.2 语音提示系统设计

3.4 自动增益电路

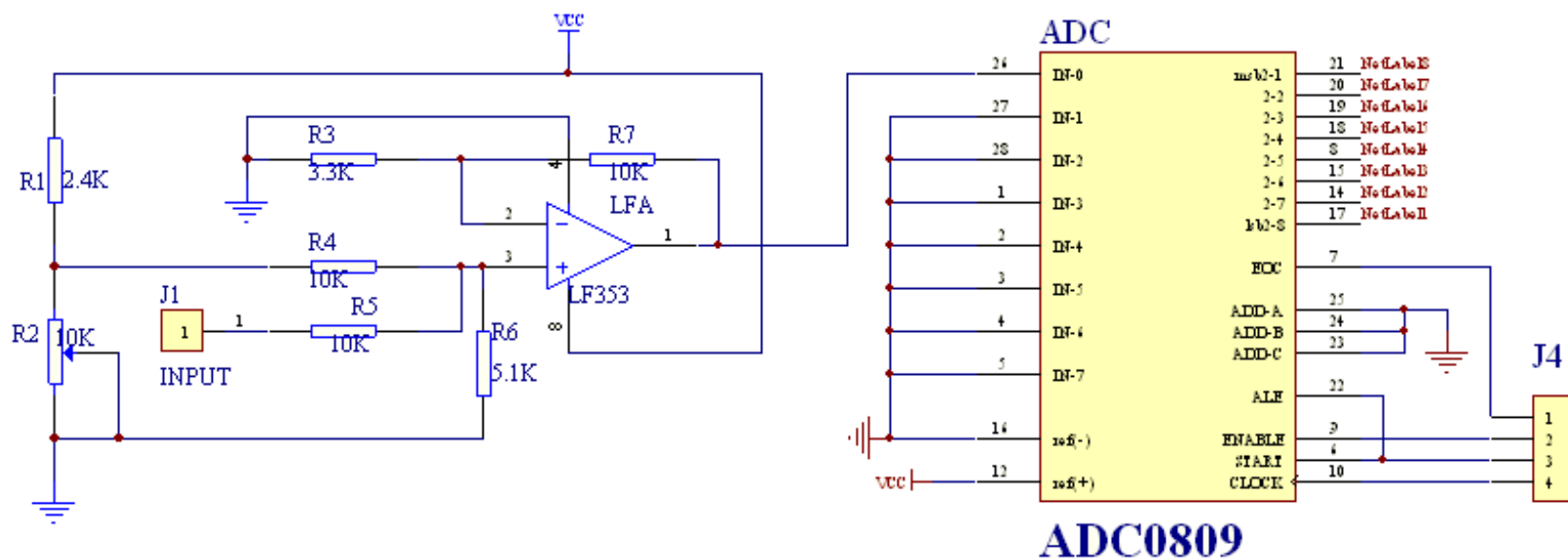
语音信号范围选择在300Hz ~ 3.4KHz，既可以保证语音信号通过，又可以消除50Hz的影响，还可以消除8K采样频率引起的混叠失真。



9.2 语音提示系统设计

3.5 ADC电路

ADC电路采用8位的ADC0809，为达到8K的采样频率，系统采用了由FPGA提供的1M时钟。并给语音信号一个约为2.5V的直流偏置。



9.2 语音提示系统设计

3.6 DAC电路 采用DAC0832

3.7 低通滤波器 上限截止频率：4kHz

3.8 音频功率放大电路 采用LM386

3.9 数据存储器 采用两片存储容量为32KB的62256

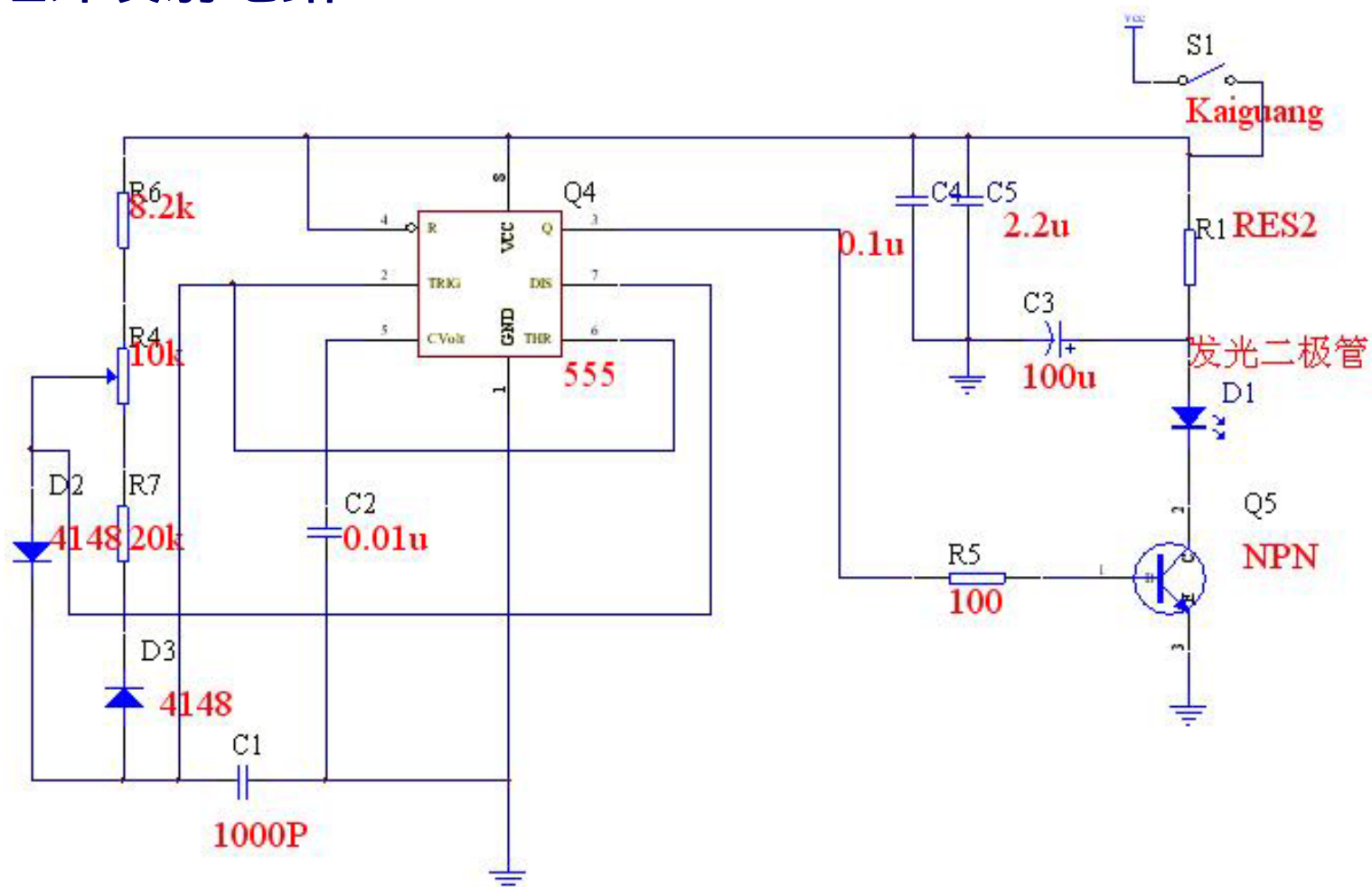
3.10 红外传感检测电路

利用二组红外发射接收电路来检测人员的进出。
为了提高抗干扰性能，中心频率分别为37KHz、
50KHz，并用LM567锁相环来选频。



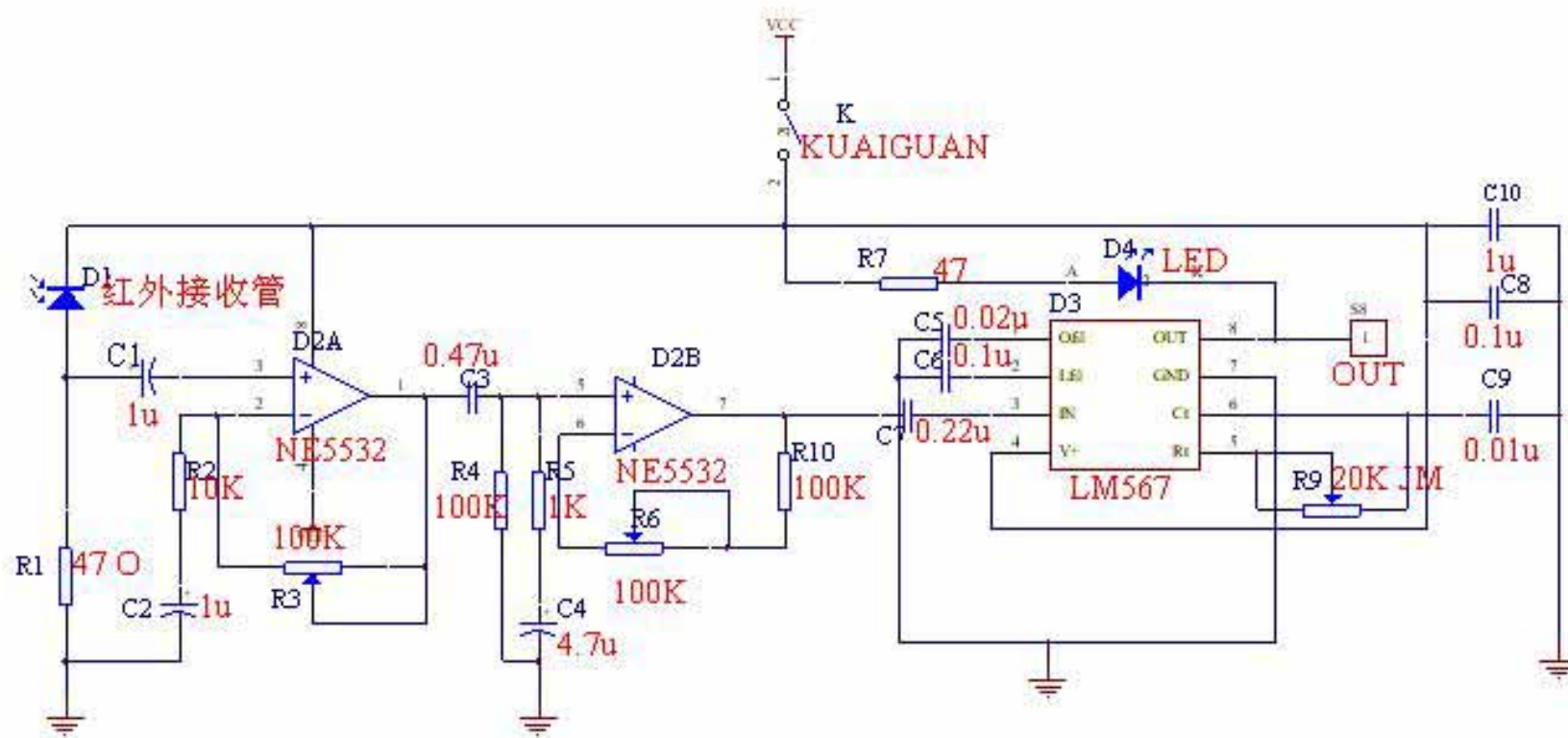
9.2 语音提示系统设计

红外发射电路：



9.2 语音提示系统设计

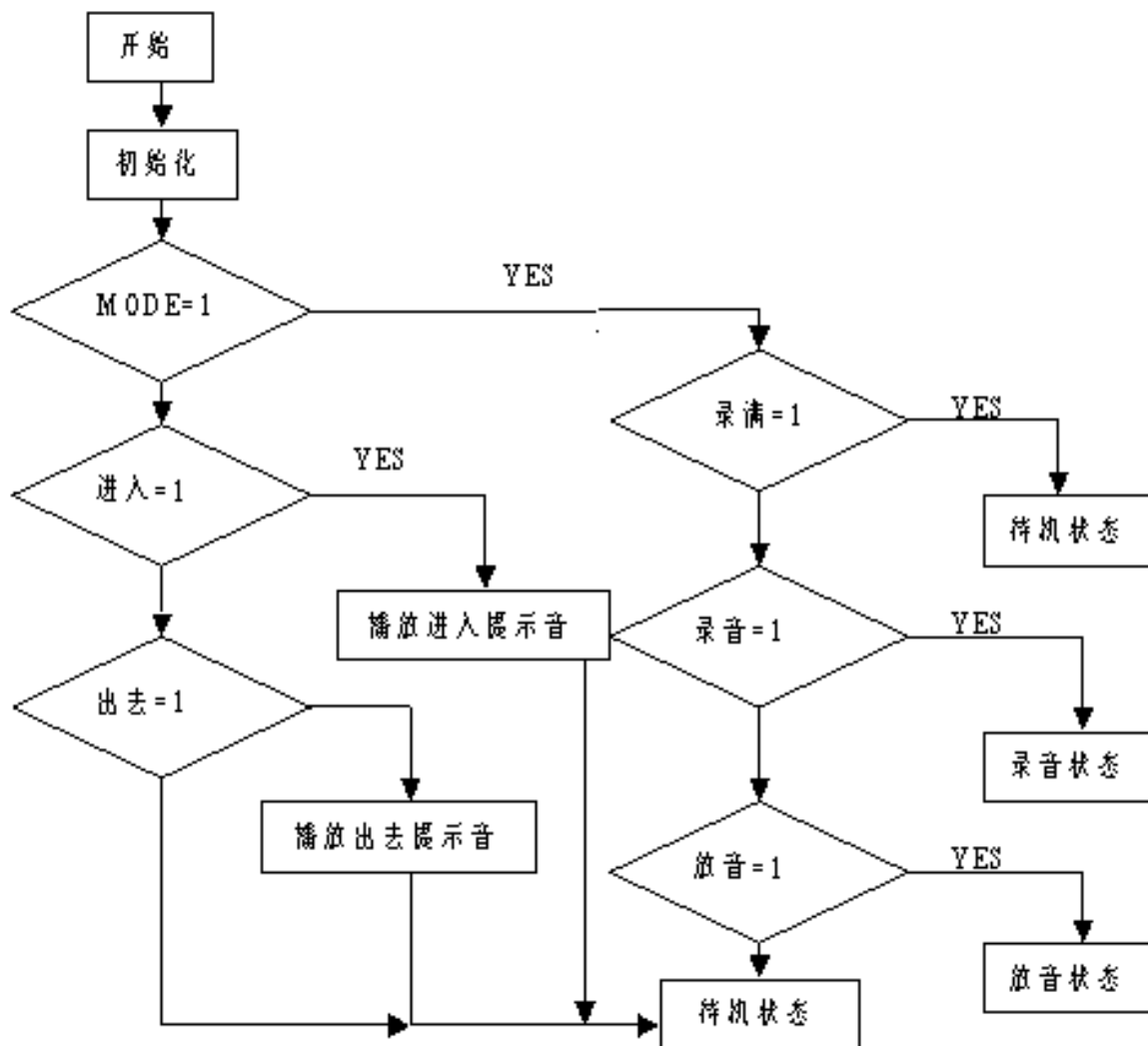
红外接收电路：



9.2 语音提示系统设计

四、软件设计

系统软件流程：



9.2 语音提示系统设计

程序清单：

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
entity sram2 is
port(clk:in std_logic;
      clk2:in std_logic;
      contro:in std_logic; --1:2sram 0:1sram
      mode:in std_logic; --1:lufang 0:working
      clr:in std_logic;
      rec1:in std_logic;
      play1:in std_logic;
      rec2:in std_logic;
      play2:in std_logic;
      enter:in std_logic;
      outer:in std_logic;
      co:in std_logic;
      eoc:in std_logic;
      adclk:out std_logic;--ad
      start:out std_logic;
      aoe:out std_logic;
      soe1:out std_logic;--sram2
      scs1:out std_logic;
      swe1:out std_logic;
      soe2:out std_logic;
      scs2:out std_logic;
      swe2:out std_logic;
      dcs:out std_logic;
```

```
      cn:out std_logic;
      encnt:out std_logic;
      e:out std_logic;
      o:out std_logic);
end sram2;

architecture a of sram2 is
Type states is(s0,s1,s2,s3,s4,s5,s6,s7);
signal current_state,next_state:states:=s0;
begin
TM:process(clk,contro,clr)
begin
if ((contro='0')or(clr='1'))then
current_state<=s0;
elsif clk'event and clk='1'then
current_state<=next_state;
end if;
end process;
.
.
.
.
.
.
.
```


9.2 语音提示系统设计

五、系统调试与指标测试

5.1 使用的仪器仪表

PC机、GWA48系列EDA/SOC实验箱、GOS-620示波器、FG-506函数发生器、LPS-305数字电源、PDS - 1002数字示波器

5.2 系统测试结果

自动增益电路的测试：

输入电压	20mv	50mv	100mv	200mv	300mv	500mv	1V	1.5V
输出电压	120mv	260mv	500mv	1V	1.4V	1.8V	2.4V	3.4V
放大倍数	6	5.2	5	5	4.6	3.6	3.4	3.4

带通滤波器的调试

输入频率	15 HZ	50 HZ	105 HZ	303 HZ	1 KHZ	1.5 KHZ	2 KHZ	2.4 KHZ	3.5 KHZ	10 KHZ
输出	50mv	0.24V	0.7V	1.1V	1.2V	1.2V	1.1V	1.0V	0.8V	0.2V

9.2 语音提示系统设计

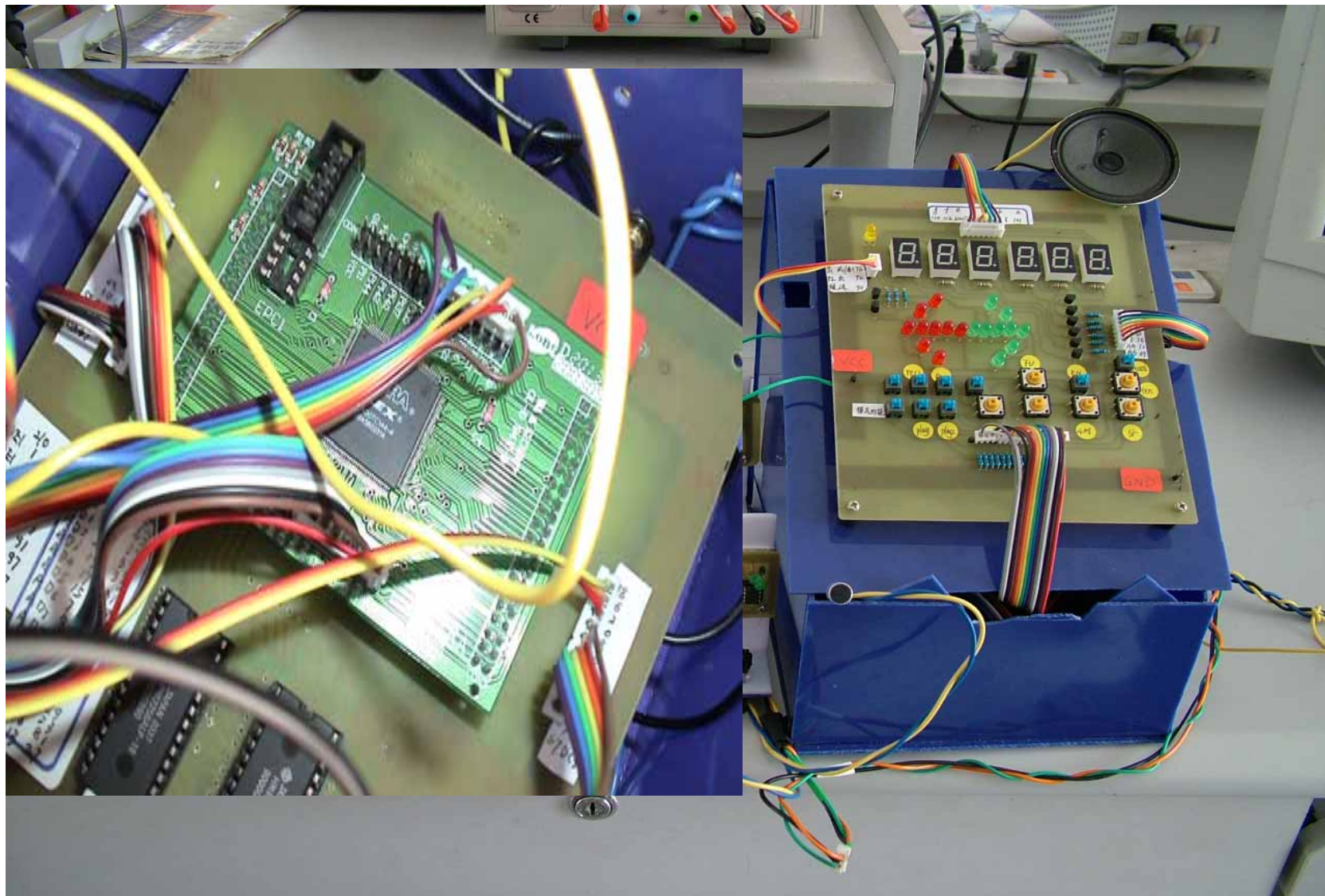
六、结论

本系统以FPGA芯片为核心，通过实现语音的数字化存储、回放，检测判断人员的进出，实现语音提示，能显示当前时间，统计人员进出情况。完成了设计要求的基础部分和发挥部分。

六、参考文献

- [1]王锁萍 吴新余.电子设计自动化（EDA）教程.电子科技大学出版社
- [2]阎石.数字电子技术基础(第四版).高等教育出版社
- [3]童诗白 华成英.模拟电子技术基础(第三版).高等教育出版社
- [4]北京理工大学ASIC研究所.VHDL语言100例详解.清华大学出版社

9.2 语音提示系统设计



9.2 语音提示系统设计

END