

# 第十三届 蓝桥杯 单片机设计与开发项目 国赛

## 第二部分 程序设计试题 (85 分)

(大学组)

### 1、基本要求

- 1.1 使用大赛组委会提供的四梯/国信长天单片机竞赛实训平台，完成本试题的程序设计与调试。
- 1.2 选手在程序设计与调试过程中，可参考组委会提供的“资源数据包”。
- 1.3 **请注意**：程序编写、调试完成后，选手应通过考试系统提交完整、可编译的 Keil 工程文件压缩包 (zip 或 rar 文件)。选手提交的工程文件应是**最终版本**，工程文件夹内应包含以准考证号命名的 hex 文件，该 hex 文件是成绩评审的依据。不符合以上文件提交要求和命名要求的作品将被评为零分。  
举例说明：选手准考证号为 12345678，hex 文件应命名为：12345678.hex。
- 1.4 请勿上传与作品工程文件无关的其他文件。

### 2、竞赛板配置要求

- 2.1 将 IAP15F2K61S2 单片机内部振荡器频率设定为 12MHz。
- 2.2 键盘工作模式跳线 J5 配置为 BTN 独立按键模式。
- 2.3 扩展方式跳线 J13 配置为 IO 模式。
- 2.4 **请注意**：选手需严格按照以上要求配置竞赛板，编写和调试程序，不符合以上配置要求的作品将被评为零分或者被酌情扣分。

### 3、硬件框图

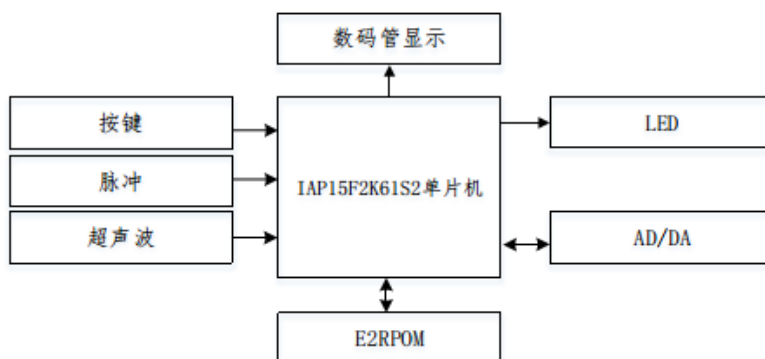


图 1 系统硬件框图

## 4、功能描述

### 4.1 功能概述

- 1) 通过超声波传感器实现测距功能, 声波在空气中传输速度为 340m/s (25℃)。
- 2) 通过 PCF8591 的 ADC 通道测量电位器 RB2 的输出电压。
- 3) 通过 PCF8591 的 DAC 通道完成模拟电压输出功能。
- 4) 通过 P34 引脚完成脉冲信号频率的采集。
- 5) 通过 LED 指示灯完成题目要求的输出指示功能。
- 6) 按照题目要求, 使用 E2PROM 完成数据的记录功能。
- 7) 按照题目要求, 完成数据显示、界面切换和参数设置功能。
- 8) 按照题目要求, 完成继电器控制相关功能。

### 4.2 性能要求

- 1) 测距精度要求:  $\pm 3\text{cm}$
- 2) 频率测量精度要求:  $\pm 8\%$
- 3) 按键动作响应时间:  $\leq 0.2$  秒
- 4) 指示灯动作响应时间:  $\leq 0.1$  秒

### 4.3 显示功能

#### 1) 频率界面

频率界面如图 2、3 所示, 显示内容包括界面提示符 (F) 和频率数据, 单位 Hz 或 KHz, 可切换。

F	0	0	0	0	2	4	5
提示符	熄灭	频率数据: 245Hz					

图 2 频率界面 (Hz)

F	0	0	0	0	2	4	5
提示符	熄灭	频率数据: 24.5KHz (保留小数点后 1 位有效数字)					

图 3 频率界面 (KHz)

使用 6 位数码管显示频率数据, 当数据长度不足 6 位时, 高位 (左侧) 数  
码管熄灭。

#### 2) 湿度界面

湿度界面如图 4 所示, 显示内容包括界面提示符 (H) 和湿度数据, 单位 %RH。

H	0	0	0	0	0	3	5
提示符	熄灭					湿度: 35%RH	

图 4 湿度界面

使用 2 位数码管显示湿度数据，湿度数据保留整数。

### 3) 测距界面

测距界面如图 5、6 所示，显示内容包括界面提示符 (**R**) 和距离数据，单位为 CM 或 M。

<b>R</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
提示符	熄灭				距离：45cm		

图 5 测距界面 (CM)

<b>R</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
提示符	熄灭				距离：0.45m		

图 6 测距界面 (M)

使用 3 位数码管显示距离数据，测距结果不足 3 位，高位（左侧）数码管熄灭，若测距界面单位为米 (M)，保留小数点后 2 位有效数字。

### 4) 参数界面

#### ● 频率参数

频率参数显示如图 7 所示，显示界面包括界面提示符 (**P1**) 和频率参数(单位为 KHz, 保留小数点后 1 位有效数字)。

<b>P</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1.</b>	<b>5</b>
提示符	熄灭				频率参数：1.5KHz		

图 7 频率参数

频率参数调整范围：1.0KHz - 12.0KHz

#### ● 湿度参数

湿度参数显示如图 8 所示，显示界面包括界面提示符 (**P2**) 和湿度参数。

<b>P</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
提示符	熄灭				20%		

图 8 湿度参数

湿度参数可调整范围：10% - 60%。

#### ● 距离参数

距离参数显示如图 9 所示，显示界面包括界面提示符 (**P3**) 和距离参数（单位为 M，保留小数点后 1 位有效数字）。

<b>P</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.</b>	<b>5</b>
提示符		熄灭				0.5M	

图9 距离参数

距离参数可调整范围 0.1M - 1.2M。

#### 4.4 按键功能

##### 1) 功能说明

- **S4**: 定义为“界面”按键，按下 S4 按键，切换频率界面、湿度界面、测距界面和参数界面，按键 S4 切换模式如图 10 所示。

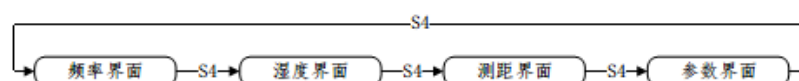


图 10 S4 按键界面切换模式

- **S5**: 定义为“参数”按键，在参数界面下用于切换选择频率、湿度和距离参数，切换模式如图 11 所示。

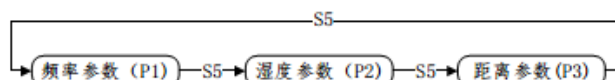


图 11 S5 按键参数切换模式

- **S6**: 定义为“加”按键。

在频率参数状态下，按下 S6 按键，频率参数增加 0.5KHz。

在湿度参数状态下，按下 S6 按键，湿度参数增加 10%RH。

在距离参数状态下，按下 S6 按键，距离参数增加 0.1M。

\*\* 在测距界面下，按下 S6 按键，切换距离数据显示单位，切换模式如图 12 所示。

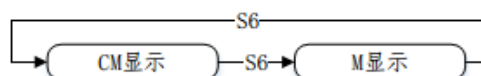


图 12 距离显示模式切换

- **S7**: 定义为“减”按键。

在频率参数状态下，按下 S7 按键，频率参数减少 0.5KHz。

在湿度参数状态下，按下 S7 按键，湿度参数减少 10%RH。

在距离参数状态下，按下 S7 按键，距离参数减少 0.1M。

\*\* 在频率界面下，按下 S7 按键，切换频率数据显示单位，切换

模式如图 13 所示。

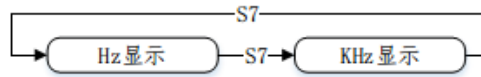


图 13 频率显示模式切换

\*\* 在湿度界面下，长按 S7 按键超过 1 秒后松开，清零继电器开关次数统计（详见 4.10 要求）。

#### 2) 其它要求

- 按键应做好消抖处理，避免出现一次按键动作导致功能多次触发。
- 合理设计长、短按键驱动程序，避免长、短按键功能重复触发。
- 按键动作不影响数码管显示和数据采集过程。
- 每次从测距界面切换到参数界面，默认当前为频率参数。
- 参数调整模式：

参数加到最大值后，继续按下“加”按键，参数变为允许范围内的最小值；参数减到最小值后，继续按下“减”按键，参数变为允许范围内的最大值。

### 4.5 湿度测量功能

通过电位器 RB2 输出连续可调的电压模拟湿度传感器输出，PCF8591 进行 ADC 转换并计算对应的湿度数据。电位器 RB2 的输出电压与湿度之间的关系：

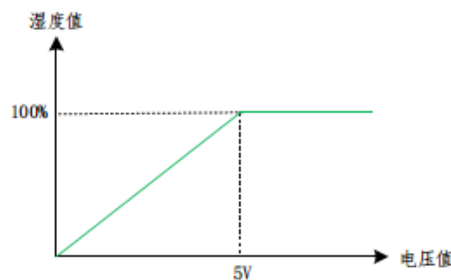


图 14 电位器 RB2 输出电压与湿度数据关系

### 4.6 DAC 输出功能

通过 PCF8591 DAC 输出电压值，输出电压值与湿度数据关系如图 15 所示。

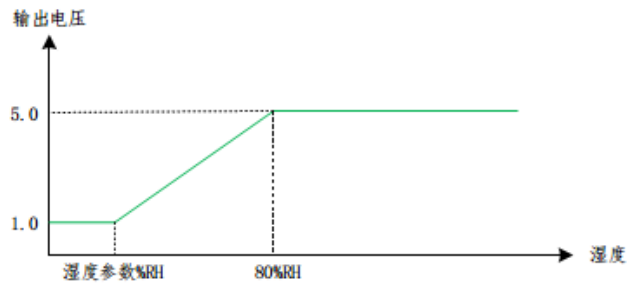


图 15 DA 输出电压值与湿度数据关系

#### 4.7 继电器控制功能

若当前测量到的距离结果大于距离参数，继电器吸合，否则继电器断开。

#### 4.8 脉冲输出功能

若当前测量到的频率数据大于频率参数，通过竞赛板上的电机驱动引脚 N\_MOTOR(J3-6) 输出 1KHz 80% 占空比的脉冲信号；否则该引脚输出 1KHz 20% 占空比的脉冲信号。

#### 4.9 LED 指示灯功能

- 1) L1: 频率界面下，指示灯 L1 点亮，频率参数界面下，指示灯 L1 以 0.1 秒为间隔切换亮灭状态（闪烁），其余界面，指示灯 LD1 熄灭。
- 2) L2: 湿度界面下，指示灯 L2 点亮，湿度参数界面下，指示灯 L2 以 0.1 秒为间隔切换亮灭状态（闪烁），其余界面，指示灯 LD2 熄灭。
- 3) L3: 距离界面下，指示灯 L3 点亮，距离参数界面下，指示灯 L3 以 0.1 秒为间隔切换亮灭状态（闪烁），其余界面，指示灯 LD3 熄灭。
- 4) L4: 若当前测量到的频率数据大于频率参数，指示灯 L4 点亮，否则指示灯熄灭。
- 5) L5: 若当前测量到的湿度数据大于湿度参数，指示灯 L5 点亮，否则指示灯熄灭。
- 6) L6: 若当前测量到的距离数据大于距离参数，指示灯 L6 点亮，否则指示灯熄灭。
- 7) L7、L8 指示灯均处于熄灭状态。

#### 4.10 E2PROM 功能

统计继电器开关次数，将其保存在 E2PROM 的地址 0 中。

#### 4.11 初始状态说明

请严格按照以下要求设计作品的上电初始状态。

1) 处于频率界面。

2) 显示格式

距离界面：单位为 CM

频率界面：单位为 Hz

3) 参数默认值

频率参数：9.0KHz

湿度参数：40%

距离参数：0.6M