

# 第十五届 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)

#### 一 基本要求

1. 使用大赛组委会统一提供的四梯单片机竞赛实训平台，完成本试题程序设计与调试。
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”。
3. 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 工程压缩包，压缩包以准考证号命名。选手提交的工程应是最终版本，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。
4. 请勿上传与作品工程文件无关的其他文件，不符合文件提交和命名要求的作品将被评为零分，最终上传的压缩文件大小控制在 30MB 以内。
5. 竞赛板配置
  - 将 IAP15F2K61S2 单片机内部振荡器频率设定为 12MHz。
  - 键盘工作模式跳线 J5 配置为矩阵键盘 (KBD) 模式。
  - 扩展方式跳线 J13 配置为 IO 模式。

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。

#### 二 硬件框图

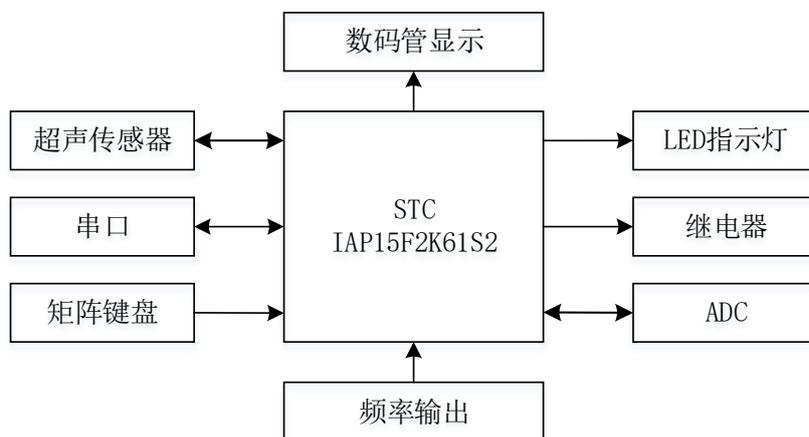


图 1 硬件框图

#### 三 功能描述

##### 3.1 功能概述

1. 通过串口通讯接收目的地坐标，自动计算出本次行进的距离。
2. 通过超声波传感器实现“避障”功能，测量设备与障碍物之间的距离，接近障碍物时停止行进。

3. 通过单片机 P34 引脚实现“行进速度”测量功能，在行进状态下，将 P34 引脚测量到的频率信号转换为行进速度。
4. 通过 PCF8591 的 ADC 功能实现“行进场景”判断功能，自动判断日间、夜间行进状态。
5. 按照试题要求，通过数码管，完成坐标、距离、参数等数据显示功能。
6. 按照试题要求，通过键盘，完成行进状态、界面切换、参数设定等功能。
7. 按照试题要求，通过 LED 指示灯，完成状态指示功能。
8. 按照试题要求，实现继电器的通、断控制功能。

### 3.2 性能要求

1. 频率测量  
测量精度： $\pm 8\%$ 。  
测量范围：200Hz - 10000Hz。
2. 超声波测距：  
测量精度： $\pm 3\text{cm}$   
测量范围：10cm - 100cm。
3. 按键动作响应时间： $\leq 0.1$  秒。
4. 指示灯动作响应时间： $\leq 0.1$  秒。
5. 避障动作响应时间： $\leq 0.5$  秒。
6. 串口命令响应时间： $\leq 0.5$  秒。
7. 数码管动态扫描周期、位选通间隔均匀，显示效果清晰、稳定，无闪烁、过暗、亮度不均等明显缺陷。

### 3.3 状态切换

设备有空闲、等待和运行三种状态。

- ① “空闲”状态表示设备未动。行进速度为 0，此状态下接收到目的地坐标，可以通过启动按键将设备切换为“运行”状态，设备自动计算起点位置与目的地之间的直线距离，开始行动，到达目的地后，自动切换回“空闲”状态。
- ② “运行”状态表示设备在行进中。行进速度由频率数据换算得到，设备沿两点间的直线开始行进。
- ③ “等待”状态表示设备行进暂停，由“障碍物”或按键触发。等待状态下，设备行进速度为 0，“等待”的前一个状态必须是“运行”状态。从“等待”状态恢复“运行”状态，需通过相应的按键动作完成。

### 3.4 通信功能

串口通信配置：波特率设置为 9600bps，8 个数据位，1 个停止位，无校验。

#### ① 设置目的地坐标

通过串口调试工具向设备发送目的地坐标，第一个数字为目的地的 X 坐标，第二个数字为目的地的 Y 坐标，2 个数字以英文逗号分隔，并用括号包裹，坐标为整数，X、Y 坐标取值范围为 0 - 999，坐标轴单位为 cm。

举例：

发送：

(30,420)

应答:

Got it

说明: 通过计算机向设备串口发送一组目的地坐标(30,420), 若设备处于“空闲”状态, 设备应答 Got it, 目的地坐标生效, 否则应答 Busy, 目的地坐标不生效。

## ② 查询设备状态

通过串口调试工具向设备发送字符?, 表示查询设备当前的状态。

举例:

发送:

?

应答:

Idle

说明: 向设备发送查询设备状态字符?, 若设备处于“空闲”状态, 设备应答 Idle, 处于“等待”状态, 设备应答 Wait, “运行”状态应答 Busy。

## ③ 查询设备位置

通过串口调试工具向设备发送查询位置字符#, 表示查询设备的当前位置。

举例:

发送:

#

应答:

(30,420)

说明: 向设备发送查询设备位置字符#, 设备返回当前 X 坐标为 30, Y 坐标为 420, 返回坐标为整数。

\*\* 所有串口通信指令和应答内容均为 ASCII 字符, 若设备串口接收到未定义的指令或错误设置, 指令不生效, 返回 Error。

\*\* 严格按照上述格式的约定, 设计设备串口通信功能, 区分大小写, 勿添加回车、换行等其它内容。

### 3.5 速度测量

通过单片机 P34 引脚测量 NE555 输出信号频率, 将频率值换算为“行进速度”, 频率和行进速度的转换关系:

$$v = \pi R F / 100 + B$$

$\pi$  值取 3.14。

F 为频率值, 单位为 Hz。

R 和 B 为可调参数, R 取值范围: 1.0 ~ 2.0, 单位为 (cm/s)/Hz; B 取值范围, -90 ~ 90, 单位为 cm/s。

速度值保留小数点后 1 位有效数字, 单位为 cm/s, 不考虑负数情况。

### 3.6 超声避障

超声波在空气中的传输速度: 340m/s。

通过超声传感器测量设备与障碍物之间的距离，“运行”状态下，若距离小于30cm，设备自动切换到“等待”状态。

### 3.7 场景识别

通过 PCF8591 采集光敏电阻上的分压结果，区分日间、夜间两种行进场景；当分压结果大于 1.2V 时，为日间场景，否则为夜间场景。

### 3.8 显示功能

#### 1. 坐标界面

坐标界面如图 2-1/2 所示，在“等待”或“运行”状态下，坐标界面显示界面编号（L）和目的地的 X、Y 坐标值。

L	8	8	3	-	8	8	4
编号	目的地坐标 X: 83			间隔	目的地坐标 Y: 4		

图 2-1 坐标界面（“等待”或“运行”）

在“空闲”状态下，坐标界面显示界面编号（L）和设备当前位置的 X、Y 坐标值。

L	2	8	0	-	8	2	3
编号	设备坐标 X: 280			间隔	设备坐标 Y: 23		

图 2-2 坐标界面（“空闲”）

使用 3 位数码管显示 X、Y 坐标值，长度不足 3 位时，高位（左侧）数码管熄灭。

#### 2. 速度界面

速度界面在运行、空闲、等待三个状态下的显示要求如图 3-1/2/3 所示。

① 在“运行”状态下，按照频率、速度换算关系，将频率值转换为速度值，并在数码管上显示，显示内容包括界面编号（E1）和速度值。

E	1	8	8	8	9	4.	2
编号	熄灭	速度值: 94.2cm/s					

图 3-1 速度界面（“运行”）

速度值单位为 cm/s，保留小数点后 1 位有效数字；使用 5 位数码管显示速度值，长度不足 5 位时，高位（左侧）数码管熄灭。

② 在“空闲”状态下，速度值与测量到的频率信号无关，数码管显示格式如图 3-2 所示。

E	2	8	-	-	-	-	-
编号	熄灭	速度值: 固定显示格式					

图 3-2 速度界面（“空闲”）

③ 在“等待”状态下，显示设备与前方障碍物的距离，数码管显示格式如图 3-3 所示。

E	3	8	8	8	8	2	3
编号	熄灭	障碍物距离: 23cm					

图 3-3 速度界面（“等待”）

距离数据为整数，单位 cm，使用 5 位数码管显示，数据长度不足 5 位时，高位（左侧）数码管熄灭。

### 3. 参数界面

参数界面如图 4-1/2/3 所示，显示内容包括界面编号（P）、R 和 B 参数。

P	8	1.	2	8	8	1	0
编号	熄灭	R 参数: 1.2		熄灭	B 参数: 10		

图 4-1 参数界面（B 参数为正数）

P	8	1.	6	8	8	-	5
编号	熄灭	R 参数: 1.6		熄灭	B 参数: -5		

图 4-2 参数界面（B 参数为负数）

P	8	2.	0	8	8	8	0
编号	熄灭	R 参数: 2.0		熄灭	B 参数: 0		

图 4-3 参数界面（B 参数为 0）

R 参数固定使用 2 位数码管显示，保留小数点后 1 位有效数字。

B 参数使用 3 位数码管显示，数据长度不足 3 位时，高位（左侧）数码管熄灭。

### 4. 显示功能设计要求

- 按照题目要求的界面格式设计显示内容。
- 数码管显示稳定、清晰，无重影、闪烁、过暗、亮度不均匀等严重影响显示效果的缺陷。
- 切换不同的数码管显示界面，不影响数据采集和输出功能。

## 3.9 按键功能

### 1. 功能说明

- S4: 定义为启动按键，按键功能切换模式如图 5 所示。

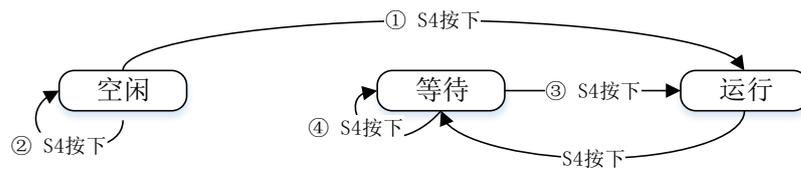


图 5 启动按键功能

① “空闲”状态下，若设备当前已接收目的地坐标，按下 S4 按键切换为“运行”状态，② 否则状态不变。

③ “等待”状态下，若“障碍物”已清除，按下 S4 按键，切换为“运行”状态，④ 否则状态不变。

- S5: 定义为“重置”按键，在“空闲”状态下，强制将设备当前位置重置为 (0,0)，其它状态下，S5 按键无效。
- S8: 定义为“界面”按键，按下 S8 按键可以切换数码管显示界面，界面切换模式如图 6 所示。



图 6 界面切换模式

- **S9:** 定义为“选择”按键，在参数界面下有效，切换当前选择的 R 或 B 参数，切换模式如图 7 所示。

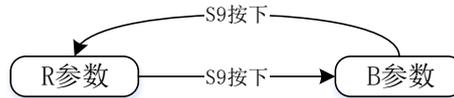


图 7 参数选择切换模式

每次从速度界面进入参数界面，默认当前被选择的是 R 参数。

- **S12:** 定义为“加”按键，在参数界面下有效。
  - ① 若当前选择的是 R 参数，按下 S12，R 参数加 0.1。
  - ② 若当前选择的是 B 参数，按下 S12，B 参数加 5。
- **S13:** 定义为“减”按键，在参数界面下有效。
  - ① 若当前选择的是 R 参数，按下 S13，R 参数减 0.1。
  - ② 若当前选择的是 B 参数，按下 S13，B 参数减 5。

## 2. 按键功能设计要求

- 按键应做好消抖处理，避免出现一次按键动作，导致功能多次触发等情况。
- 按键动作不影响数据采集和数码管显示等其他功能。
- 参数在退出参数界面时生效。
- 考虑参数边界值范围，不出现无效参数。

R 参数：1.0 ~ 2.0。

B 参数：-90cm/s ~ 90cm/s。

## 3.10 继电器功能

“运行”状态下，继电器吸合；“空闲”或“等待”状态下，继电器断开。

## 3.11 LED 指示灯功能

### 1. 状态指示灯 L1

空闲状态：L1 熄灭。

运行状态：L1 点亮。

等待状态：L1 闪烁，0.1 秒为间隔切换亮灭状态(亮 0.1 秒，灭 0.1 秒)。

### 2. 照明指示灯 L2

运行状态下：日间行进 L2 熄灭，夜间行进：L2 点亮。

空闲、等待状态下：L2 熄灭

### 3. 到达指示灯 L3

到达目的地后，指示灯 L3 点亮 3 秒，3 秒后自动熄灭。

### 4. 其余试题未涉及的指示灯均处于熄灭状态。

## 四 初始状态

请严格按照以下要求设计作品的上电初始状态。

- 1) 设备处于“空闲”状态。
- 2) 起始位置（设备起始坐标）为(0,0)。
- 3) 参数 R:1.0。
- 4) 参数 B:0。
- 5) 处于坐标界面。