

第十四届 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）

一 基本要求

1. 使用大赛组委会统一提供的四梯/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。
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。
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或者被酌情扣分。

二 硬件框图

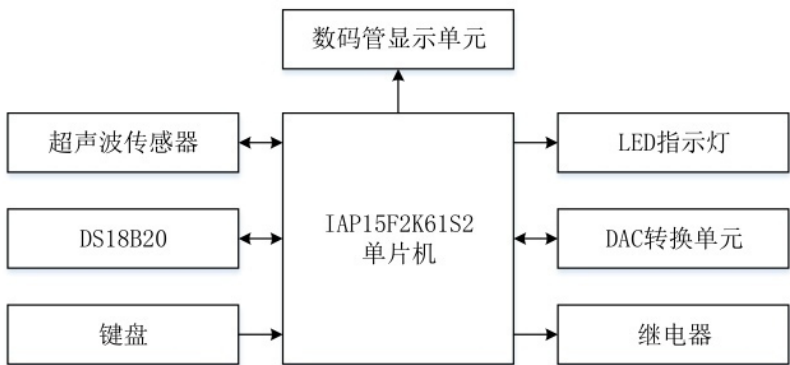


图 1 系统硬件框图

三 功能描述

3.1 功能概述

1. 通过超声波传感器完成距离测量功能。
2. 通过读取 DS18B20 温度传感器，获取环境温度数据。
3. 通过 DAC（PCF8591）完成试题要求的模拟信号输出功能。

4. 通过继电器、LED 指示灯完成试题要求的输出控制和状态指示功能。
5. 通过数码管、按键完成题目要求的数据显示、界面切换、参数设置功能。

3.2 性能要求

1. 超声波测距
精度要求：±3cm。
重复性要求：≤2cm。
测距范围：10cm - 90cm。
2. 按键响应时间：≤0.1 秒。
3. 温度刷新时间：≤1 秒。
4. 超声波数据刷新时间：≤1 秒。
5. 输出动作响应时间：≤0.1 秒。

3.3 显示功能

1. 测距界面

测距界面如图 2 所示，显示内容包括温度数据、分隔符和测距数据。

2	3.	5	-	8	8	2	5
温度数据：23.5℃				分隔符	测距数据：25cm		

图 2 测距界面

温度数据单位为℃，保留小数点后 1 位有效数字，使用三位数码管显示。
测距数据单位可以在 m 和 cm 两种状态上切换。单位为 m 时保留小数点后 2 位有效数字，单位为 cm 时显示整数。测距结果使用 4 位数码管显示，当显示数据长度不足 4 位时，高位（左侧）数码管熄灭。

2. 参数界面

参数界面如图 3、4 所示，由参数编号（P）和参数值组成。

P	1	8	8	8	8	4	0
参数编号		熄灭				距离参数：40cm	

图 3 参数界面（距离参数）

P	2	8	8	8	8	3	0
参数编号		熄灭				温度参数：30℃	

图 4 参数界面（温度参数）

3. 工厂模式

① 校准值设置界面如图 5-1、5-2 所示，由模式编号（F1）和校准值数据组成。

F	1	8	8	8	8	8	5
模式编号		熄灭				校准值：5cm	

图 5-1 校准值设置界面（5cm）

F	1	8	8	8	8	-	5
模式编号		熄灭				校准值：-5cm	

图 5-2 校准值设置界面（-5cm）

校准值用于校准当前的测距数据，可正可负，单位为 cm，固定使用 3 位数数码管显示。当显示数据长度不足 3 位时，高位（左侧）数码管熄灭。

② 介质设置界面如图 6 所示，由模式编号（**F2**）和超声波在介质中的传输速度值组成。

F	2	8	8	8	3	4	0
模式编号		熄灭			传输速度：340m/s		

图 6 介质设置界面

传输速度值单位为 m/s，整数。数据使用 4 位数数码管显示，当数据长度不足 4 位时，高位（左侧）数码管熄灭。

③ DAC 输出设置界面如图 7 所示，由模式编号（**F3**）、和 DAC 输出下限值组成。

F	3	8	8	8	8	0.	2
模式编号		熄灭				DAC 下限:0.2V	

图 7 DAC 输出设置界面

DAC 输出下限值单位为 V，保留小数点后 1 位有效数字。

4. 显示要求

- 按照题目要求的界面格式、数据项位置和切换方式进行设计。
- 数码管显示无重影、闪烁、过暗、亮度不均匀等严重影响显示效果的缺陷。
- 温度数据显示范围 0℃ - 80℃，不考虑负温度显示。

3.4 按键功能

1. 功能说明

使用 S4、S5、S8、S9 完成界面切换与设置功能。

- **S4:** 定义为“界面”按键，按下 S4 按键，切换显示测距界面、参数界面和工厂模式。

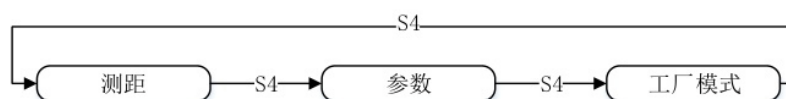


图 8 界面切换模式

- **S5:**

① 在测距界面下，切换距离显示单位，每次重新进入测距界面，默认当前显示单位为 cm。

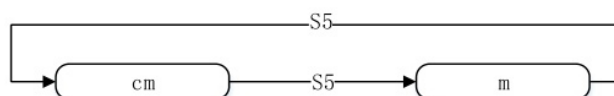


图 9 显示单位切换

② 在参数界面下，切换距离参数和温度参数两个界面，每次从测距界面切换到参数界面时，默认处于距离参数界面（**P1**）。



图 10 参数切换

③ 在工厂模式下，切换校准值设置、介质设置、DAC 输出设置三个界面，每次从参数界面切换工厂模式时，默认处于校准值设置界面（**F1**）。

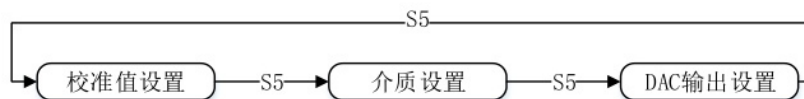


图 11 工厂模式状态切换

- **S8**：定义为“加”按键。
 - ① 距离参数界面下，按下后，距离参数值加 10cm。
 - ② 温度参数界面下，按下后，温度参数值加 1℃。
 - ③ 校准值设置界面下，按下后，校准值加 5cm。
 - ④ 介质设置界面下，按下后，传输速度值加 10m/s。
 - ⑤ DAC 输出设置界面下，按下后，DAC 输出下限值加 0.1V。
 - ⑥ 在测距界面下，定义为距离“记录”按键，按下 S8 按键，开始记录接下来 6 秒内距离数据的连续变化；数据记录过程中，所有按键动作无效，直至数据记录完成后恢复。仅保留最近一次记录的一组数据。
- **S9**：定义为“减”按键。
 - ① 距离参数界面下，按下后，距离参数值减 10cm。
 - ② 温度参数界面下，按下后，温度参数值减 1℃。
 - ③ 校准值设置界面下，按下后，校准值减 5cm。
 - ④ 介质设置界面下，按下后，传输速度值减 10m/s。
 - ⑤ DAC 输出设置界面下，按下后，DAC 输出下限值减 0.1V。
 - ⑥ 在测距界面下，定义为“输出”按键，若设备已完成数据记录，按下按键后，开始通过 DAC 输出已记录的数据。
- **S8、S9**：定义“恢复出厂设置”功能。

若在任意界面下，检测到 S8、S9 按键均处于按下状态，且状态持续时间超过 2 秒，则恢复到初始状态（四、初始状态）。

2. 数值调整范围

距离参数：10cm 到 90cm

温度参数：0℃到 80℃

校准值：-90cm 到 90cm

传输速度：10m/s 到 9990m/s

DAC 输出下限值：0.1V 到 2.0V

3. 按键要求

- 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。
- 按键动作不影响数据采集、数码管显示等其他功能。
- 有效区分长、短按键功能，互不影响。
- 按键功能只在设计要求的界面下生效。
- 在“记录”状态下，所有按键操作无效。

3.5 DAC 输出功能

DAC 用于输出已记录的距离变化，DAC 转换参考电压取 5.0V，DAC 输出与距离数据的对应关系如图 12 所示，图中 V_{OL} 是 DAC 输出下限值，该值可以在对应的工厂模式中调整。

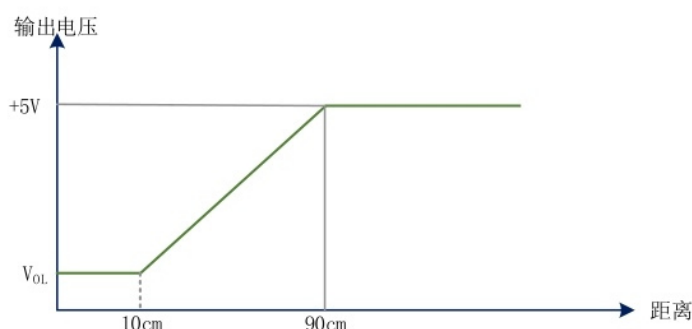


图 12 DAC 输出与距离数据关系

3.6 测距功能

通过超声波模块完成测距功能，在工厂模式下可以调整超声波在介质中的传输速度、校准测距结果，测距结果 = $V \cdot T / 2$ + 校准值， V 表示超声波传输速度， T 为超声波发射到接收的累计传输时间。

3.7 LED 指示灯

1. 测距界面：通过 L1-L8 指示灯的变化反应距离值，L1-L8 亮、灭组合成 256 个状态。测距结果大于等于 255cm 时，指示灯全亮。

假定测距结果为 80cm，指示灯的状态为：



图 13 指示灯状态（80cm）

2. 参数界面：在参数界面下，指示灯 L8 点亮，其余指示灯全部熄灭。
3. 工厂模式：在工厂模式下，指示灯 L1 以 0.1 秒为间隔切换亮、灭状态，其它指示灯全部熄灭。

3.8 继电器控制

继电器控制模式：满足测距参数 $-5\text{cm} \leq \text{测距结果} \leq \text{测距参数} + 5\text{cm}$ 且采集到的温度值 \leq 温度参数时，继电器吸合，指示灯 L10 点亮；其它情况下，继电器断开，指示灯 L10 熄灭。

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) 处于测距界面，显示单位为 cm。
- 2) 距离参数：40cm。
- 3) 温度参数：30℃。
- 4) 校准值：0cm。
- 5) 传输速度：340m/s。
- 6) DAC 输出下限值：1.0V。