

# 低功耗数字多功能表的设计制作（01 题）

【本科组】

## 一、任务

设计并制作一款多功能数字测量仪表，其示意图如图 1 所示。

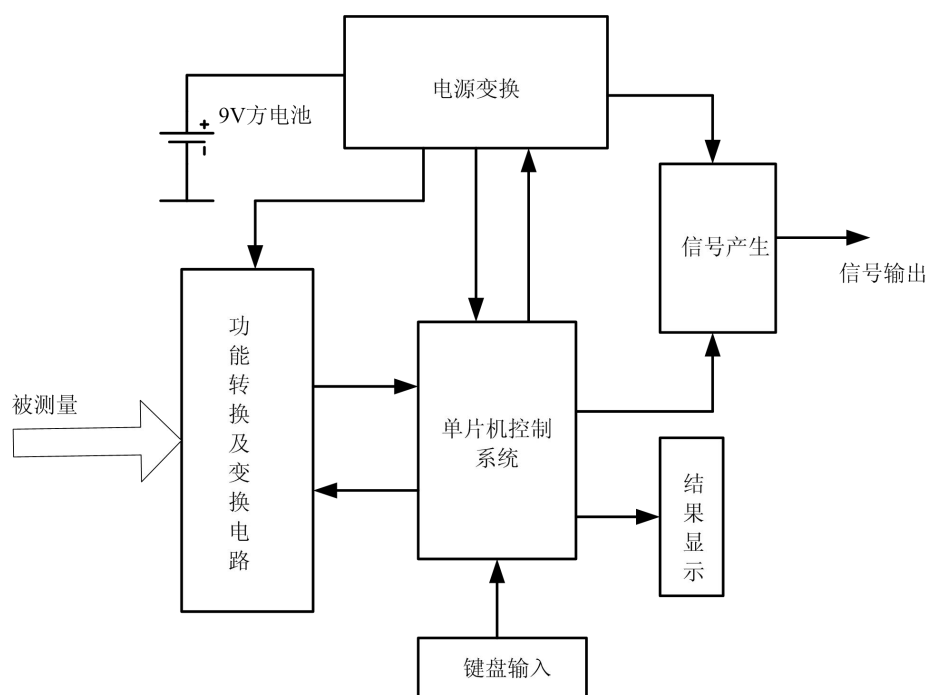


图 1 低功耗数字多功能表系统示意图

## 二、要求

### 1. 基本要求

(1) 采用 9V 方电池供电。自行设计保证该仪表正常工作的低功耗供电电源系统。

(2) 三位半数字显示，最大读数 1999。

(3) 测量直流电压量程：0.2V、2V、20V；精度 $\pm(1\%+2 \text{ 个字})$ ；输入阻抗： $\geq 10\text{M}\Omega$ 。

(4) 测量交流电压量程：0.2V、2V、20V；精度 $\pm(1.5\%+5 \text{ 个字})$ ；频率范围：40Hz~400Hz；输入阻抗： $\geq 10\text{M}\Omega$ 。

(5) 测量电阻量程：200 $\Omega$ 、2k $\Omega$ 、20k $\Omega$ ；精度 $\pm(1\%+5 \text{ 个字})$ 。

(6) 测量电容量程：100nF、100 $\mu\text{F}$ ；精度 $\pm(5\%+10 \text{ 个字})$ 。

(7) 晶体三极管 $\beta$ 参数测试：测量类型 NPN 或 PNP，显示范围 0~1000，精度 $\pm(2\%+2 \text{ 个字})$ ；测试条件：基极电流约 10 $\mu\text{A}$ ， $V_{\text{CE}}$  约 3V。

### 2. 发挥部分

(1) 增加“自动关机”功能，即在测量模式下，若 1 分钟内无任何按键按下，仪表将自动关闭供电电源并进入低功耗状态；再按下任意键，仪表将自动返回“自动关机”前的状态。

(2) 增加正弦波信号源功能：要求输出正弦波信号的频率为 10Hz~100kHz，且可调；非线性失真 $\leq 3\%$ 。

(3) 要求在负载为 600 $\Omega$ 时，输出正弦波的最大值（有效值） $\geq 5V$ ；输出正弦波的幅值可调，调节范围 100mV~5V。

(4) 其他特色（例如：扩展其他功能、提高测量精度、减少失真等）。

### 三、说明

1、不允许采用数字万用表专用 A/D 转换器或成品。

2、单片机建议采用 MPS430 单片机。

## 低功耗电波钟的设计制作（02 题）

### 【本科组】

#### 一、任务

设计并制作一台低功耗电波钟。

#### 二、要求

##### 1. 基本要求

(1) 自行设计制作天线、选频放大，使其能接受中国码(BPC)电波授时数据、并输出包络。

(2) 作品上电后尽可能快的完成授时信号的接受、处理。并显示时间（精确到秒）、日期和星期。

(3) 以休眠方式（内部计时不停）尽可能降低整机功耗，支持键唤醒。

(4) 支持自动、手动授时，并使按键数量尽可能的少。

##### 2. 发挥部分

(1) 太阳能供电系统，不使用任何外部电源及一次、二次电池，并尽可能提高供电续航能力，并预留供电电压测试端子。

(2) 系统在不受光情况下关闭输出，整机休眠，支持可见光唤醒。

(3) 使用 ACG 尽可能提高信噪比，并可以显示当前信号强度。

(4) 可在后台同时运行秒表计时、倒数计时功能。

#### 三、作品说明

1、不允许使用电波钟成品模块、支持长波接受的其他无线电接受芯片和成品天线。

2、留出包络信号测试端子，不得采用单片机或其他数字电路输出模拟包络。

3、留出整机功耗测试端子，系统不得使用实时时钟。

4、建议使用 MPS430 单片机。

## 超低功耗倾角测量仪的设计制作(03 题)

### 【本科组】

#### 一、任务

设计并制作一个超低功耗倾角测量仪。测量仪由储有电能的电解电容供电，尺寸不能超过  $150 \times 150 \text{mm}$ ，高度不限。作品每按一下测试按键进行一次斜面倾角的测量并显示；测角范围  $0 \sim 90$  度。超低功耗倾角测量仪示意图如图 1 所示（倾角测量仪包含显示器件和测试按键，不包含电解电容  $C_1$ ，特此说明）。

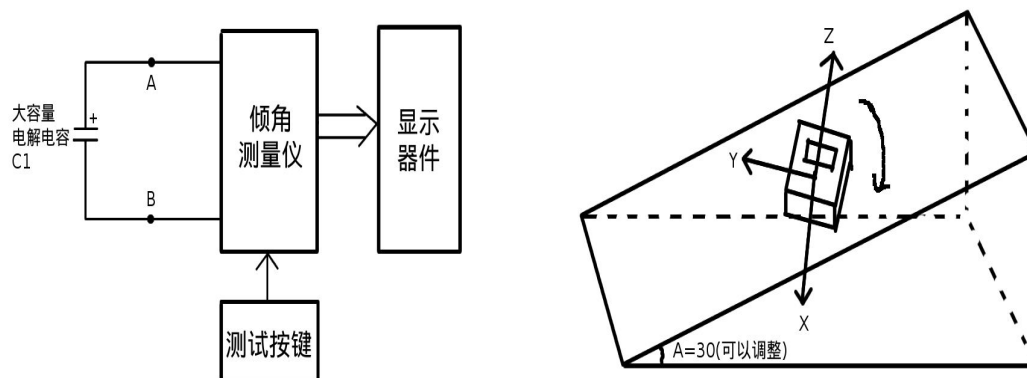


图 1 超低功耗倾角测量仪示意图

## 二、要求

### 1.基本要求

- (1) 倾角测量仪的测角范围为  $0 \sim 90$  度，要求每按一下测试按键进行一次测量，显示分辨率为  $0.1$  度，精度为  $\pm 5$  度。
- (2) 电容  $C_1$  的容量为  $2200\mu\text{F}$ ，充电到  $25\text{V}$  后接入测量仪系统。当以每  $5$  秒一次的频率进行测量时，测量仪至少可以正常工作  $60$  秒。
- (3) 增加可以测量并显示沿  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  方向重力加速度分量的功能，要求测量精度为  $\pm 5\%$ ，单位为  $\text{m/s}^2$ 。

### 2.发挥部分

- (1) 进一步提高倾角测量仪的测量精度，使精度达到  $\pm 1$  度。
- (2) 电容  $C_1$  的容量改为  $100\mu\text{F}$  电容，充电到  $25\text{V}$  后接入系统。并尽可能地延长使用时间。
- (3) 自制为电容  $C_1$  充电的充电装置（充电电压为  $25\text{V}$ ），该充电装置要求使用  $1.5\text{V}$  干电池（电池可方便拆装）供电，充电装置中使用的电容容量不限。
- (4) 其他

## 三、说明

- 1、倾角测量仪不能内置电池和发电装置，倾角测量仪内部电容容量的总和不能超过  $20\mu\text{F}$ 。
- 2、整个测试过程中显示器件必须一直显示前一次的测试结果，不能为了省电而在显示数秒后关闭，显示器件的功耗也要计算在总功耗内。
- 3、要求电容  $C_1$  可以方便的安装、拆下， $A$  点处可接一个开关。 $A$ 、 $B$  两点处要预留电压测量点，测试点使用鳄鱼夹引出。
- 4、电容  $C_1$  的误差要求为  $\pm 5\%$ ，测试时由组委会提供测试专用电容。
- 5、使用万用表测试电容电压时测量时间要尽可能短，以免万用表  $10\text{M}\Omega$  的输入电阻引起电容电压的下降。充满电的电容要尽快使用，以尽量减小电解电容漏电流的影响。

- 6、选用 2200 $\mu$ F 电容和 100 $\mu$ F 电容的漏电流要尽可能小。
- 7、测试时尽量选择平整的地面（用气泡水平仪测量）以免影响测试结果。

## 双路低频信号发生及分析仪的设计制作（04 题）

### 【本科组】

### 一、任务

设计并制作一个双路低频信号发生器，以及一个能对信号进行频域分析的仪器。电路结构框图示意图如图 1 所示。

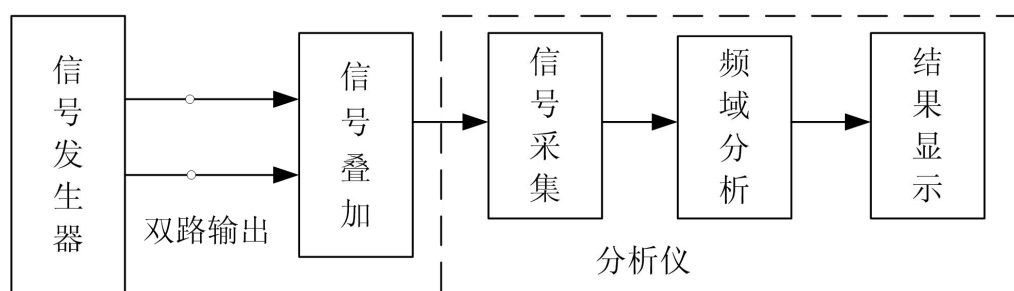


图 1 电路结构框图示意图

### 二、要求

#### 1. 基本要求

- (1) 两路信号均可程控选择输出正弦波、矩形波、三角波和锯齿波，频率可预置，范围为 1000Hz 到 2000Hz，设置的步进值不大于 10Hz，频率准确度不低于 1%，且每路信号的波形及频率都可以单独预置。
- (2) 两路输出信号最大幅度不低于 2.5V，幅度可预置，设置的步进值不大于 100mV，且每路信号的幅度都可以单独预置。
- (3) 能产生两路频率相同相位差可预置的双相正弦信号，相位差预置范围为 0~360 度，设置步进值为 10 度，精度为 10 度。
- (4) 输出矩形波的占空比能在 1%~99% 范围内预置，设置步进值为 1%，精度为 1%。
- (5) 仪表低功耗分析。

#### 2. 发挥部分

- (1) 信号叠加电路能对信号发生器输出的两路正弦信号（频率和幅度可以不相同）进行合成，合成后的叠加信号波形正确。
- (2) 分析仪能对信号叠加电路输出的叠加信号进行频域分析，并分别显示原两路正弦信号的频率和幅度，其误差绝对值不大于 10%；
- (3) 能在显示器显示叠加信号频谱图；
- (4) 其他

### 三、说明

- 1、作品中不得使用集成 DDS 芯片。
- 2、题目中所指的幅度均为峰峰值。

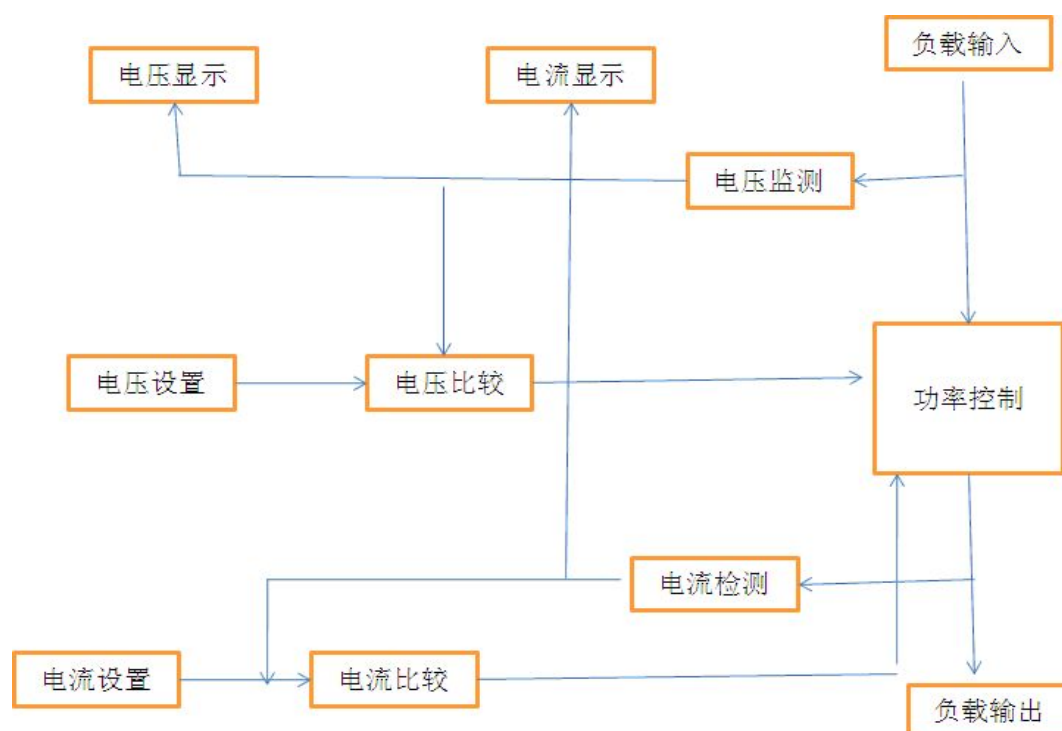
3、工作电源可用成品，也可自制。

## 直流电子负载的设计制作（05 题）

【本科组】

### 一、任务

电子负载用于测试直流稳压电源、蓄电池等电源的性能。设计并制作一台电子负载，有恒流和恒压两种方式，可手动切换。恒流方式时要求不论输入电压如何变化（在一定的范围内），流过该电子负载的电流恒定，且电流值可设定。工作于恒压方式时，电子负载端电压保持恒定，且可设定，流入电子负载的电流随被测直流电源的电压变化而变化。



结构框图示意图

### 二、要求

#### 1. 基本要求

- (1) 负载工作模式：恒压（CV）、恒流（CC）两种模式可选择
- (2) 电压设置及调节范围：1.00V-20.0V，相对误差小于 5%，调节时间小于 3s。
- (3) 电流设置及调节范围：100mA-2.00A，相对误差小于 5%，调节时间小于 3s。

#### 2. 发挥部分

- (1) 增加恒阻模式（CR），测量精度 5%；
- (2) 扩大负载参数的设置及调节范围，以及精度；
- (3) 具有自动过载保护报警设计，过载值可设。

### 三、说明

- 1、负载参数可调节设置，人工预置或数字程控皆可；
- 2、负载参数可数字化显示，两种负载参数（CV\CC）同时显示；
- 3、实现原理可参考示意图。

## 高效 LED 驱动电路（06 题）

### 【本科组】

### 一、任务

设计制作一个高效 LED 驱动电路，驱动一个由 5 只白光 LED（现场统一提供）串联组成的发光装置，要求点亮的 LED 无明显闪烁。整体电路必须采用 3.3V 单路直流稳压电源供电，不得采用额外供电方式。限定采用 TI 公司 TPS61040 作为 DC-DC 变换器核心芯片。整个电路供电电源采用下图 1 方式。

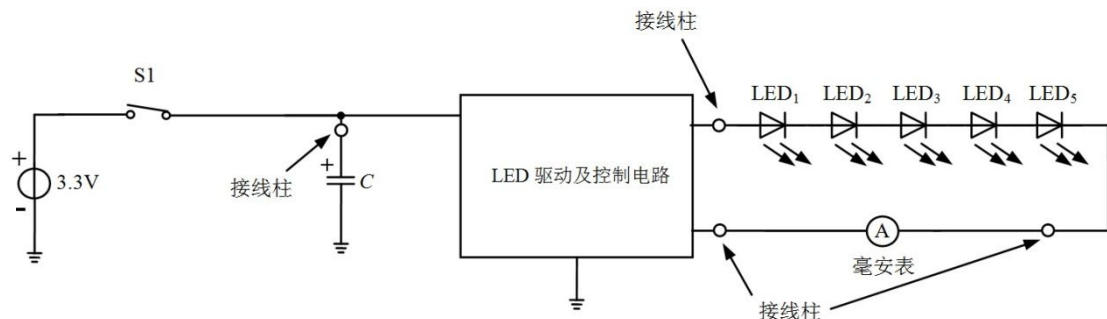


图 1 LED 发光装置供电方式示意图

### 二、要求

（1）开关 S1 初始为接通状态，可对电容 C 充电至 3.3V。用单片机控制 LED 发光管亮度。流过 LED 的平均电流可通过按键控制。上电初始值为 1mA，变化范围为 1mA~22mA 可循环，步进为 3mA，控制精度为  $\pm 0.2\text{mA}$ ，并尽量提高控制精度。

（2）开关 S1 断开后，电路由电容 C 供电。控制 LED 驱动电路，在保证 LED 串上电流不小于 0.5mA 的前提下，尽可能延长对 LED 的供电时间。电路中不得采用容量大于  $4.7\mu\text{F}$  的其他电容。

（3）用单片机检测流过 LED 串的电流。在（1）、（2）中当流过 LED 串的电流在 1mA~0.5mA 之间时，单片机开发板上的 LED 指示灯熄灭；当流过 LED 串的电流大于 1mA 或小于 0.5mA 时，点亮 LED 指示。

（4）其他。

### 三、说明

- 1、可以利用单片机内置 PWM 或外接 DAC 控制 DC—DC 变换器调节 LED 串的电
- 2、测试时，使用测试专用电容 C 及 LED 串。
- 3、需按图中要求，电流表串接在 LED 电路中；电容 C 及 LED 串须留有接线柱，便于测试时更换测试专用 LED 及电容器 C。
- 4、测试过程中，除了更换电容和 LED 串及按键外，不能更改硬件与接线。

# 电动消防车（07 题）

## 【本科组】

### 一、任务

设计制作一个电动消防车，能到消防场地任意地点进行灭火作业。以蜡烛模拟火源，火源随机分布在场地上，消防场地如图 1 所示。

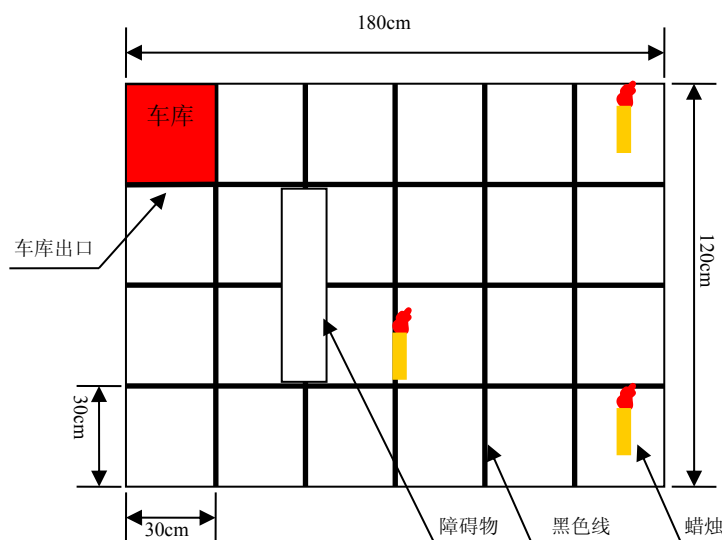


图 1 消防场地示意图

### 二、要求

#### 1. 基本要求

- (1) 在场地中随机放置一只蜡烛。消防车从车库启动，计时开始，消防车同时发出出库声音提示。消防车从车库出口驶出车库，自动行走到距离火源 10cm 以内区域，发出火警声音提示，停车 3 秒钟。
- (2) 消防车执行灭火工作，灭火完毕后，发出火灭声音提示。
- (3) 消防车经由车库出口自动返回到车库，停稳后，发出返库声音提示，计时结束。
- (4) 上述过程用时尽可能少。

#### 2. 发挥部分

- (1) 在场地中随机放置三只蜡烛。消防车从车库启动，计时开始，消防车同时发出出库声音提示。消防车从车库出口驶出车库。
- (2) 消防车能够找到一个火源，并自动行走到距离火源 10cm 以内区域，发出火警声音提示，停车 3 秒钟。然后消防车执行灭火工作，灭火完毕后，发出火灭声音提示。
- (3) 再寻找下一个火源，重复过程 (2)，直到三个火源都被扑灭。
- (4) 扑灭三个火源后，消防车经由车库出口自动返回到车库，停稳后，发出返库声音提示，计时结束。
- (5) 上述过程用时尽可能少。
- (6) 其他。

### 三、说明

- 1、消防场地为白色背景，尺寸为 180cm×120cm。按图中位置配置黑色线条，线条宽度为 1.7cm±30%。但场地边界不允许配置线条。场地内外均不允许再设置任何其他引导措施。
- 2、障碍物为白色，尺寸为：长×宽×高=56cm×15cm×15cm，障碍物必须按图对称牢固固定在场地上，位置如图 1 所示。消防车运行过程中，不允许碰到障碍物，否则扣分。
- 3、车库地面为红色，车库尺寸为 30cm×30cm。出发前，要求车的整体在车库内；返库时，车头向里或向外自定，车的整体应在车库内，否则扣分。
- 4、车的长宽高分别不大于 25cm、25cm、25cm，电池供电，在一次测试中不允许更换电池。
- 5、如果消防车车身整体驶出消防场地，则终止测试。如果消防车部分车体驶出消防场地超过 10 秒不能自动完全返回，则终止测试。
- 6、蜡烛直径不小于 12mm，高度 5~20cm，灭火方式不限（但不允许喷洒液体等弄脏场地或影响消防车运行和测试的物质）。灭火时每次只允许扑灭一个蜡烛，多灭扣分。消防车运行过程中碰倒未扑灭蜡烛停止测试，碰倒已灭蜡烛扣分。
- 7、在消防车发出火警声音提示前，禁止灭火作业，在发出火灭提示音的同时，即停止灭火作业，否则不予测试。
- 8、在测试过程中如果出现失误，允许消防车重新运行一次。
- 9、按照灭火过程中功能的完成情况和完成时间来计算成绩。
- 10、出库声音、返库声音、火警声音、火灭等声音提示是消防车各种功能和计时的确认信号，音量要足够大。

## 微弱信号检测装置（08 题）

### 【本科组】

#### 一、任务

设计并制作一套微弱信号检测装置，用以检测在强噪声背景下已知频率的微弱正弦波信号的幅度值，并数字显示出该幅度值。为便于测评比较，统一规定显示峰值。整个系统的示意图如图1所示。正弦波信号源可以由函数信号发生器来代替。噪声源采用给定的标准噪声（wav文件）来产生，通过PC机的音频播放器或MP3播放噪声文件，从音频输出端口获得噪声源，噪声幅度通过调节播放器的音量来进行控制。图中A、B、C、D和E分别为五个测试端点。



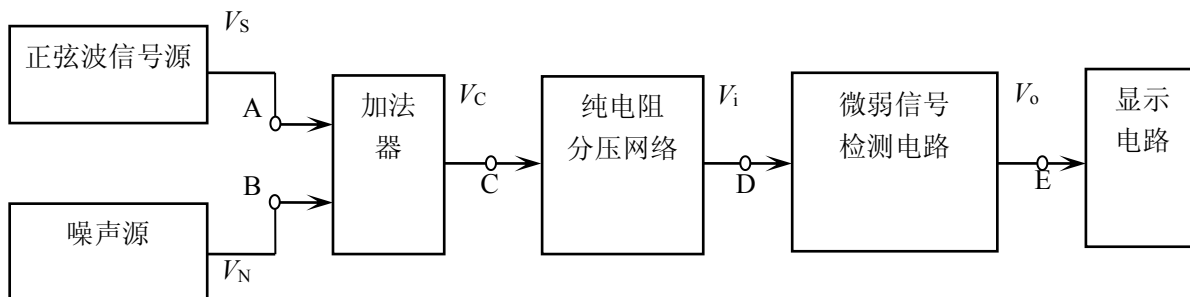


图1 微弱信号检测装置示意图

## 二、要求

### 1. 基本要求

- (1) 噪声源输出  $V_N$  的均方根电压值固定为  $1V \pm 0.1V$ ；加法器的输出  $V_C = V_S + V_N$ ，带宽大于  $1MHz$ ；纯电阻分压网络的衰减系数不低于 100。
- (2) 微弱信号检测电路的输入阻抗  $R \geq 1 M\Omega$ 。
- (3) 当输入正弦波信号  $V_S$  的频率为  $1 kHz$ 、幅度峰峰值在  $200mV \sim 2V$  范围内时，检测并显示正弦波信号的幅度值，要求误差不超过 5%。

### 2. 发挥部分

- (1) 提高正弦波信号的识别能力，当输入正弦波信号  $V_S$  的频率在  $100Hz \sim 10kHz$  范围内、幅度峰峰值在  $20mV \sim 200mV$  范围内时，检测并显示正弦波信号的幅度值，误差不超过 5%。
- (2) 在发挥部分 (1) 的条件下，要求检测误差不超过 2%。
- (3) 当输入正弦波信号  $V_S$  的频率在  $100Hz \sim 10kHz$  范围内时，进一步降低  $V_S$  的幅度，检测并显示正弦波信号的幅度值，误差不超过 2%。
- (4) 其它。

## 三、说明

- 1、本题只能采用模拟技术，不得使用数字信号处理技术来完成。
- 2、微弱信号检测电路要求采用模拟方法来实现。常用的微弱信号检测方法有：滤波，锁相放大，取样积分等（仅供参考）。
- 3、为便于各个模块的测试，所有测试端点（A~E）应做成跳线连接方式。
- 4、赛区测评时，应固定使用某一装置（PC 机或 MP3）来产生噪声源，所有作品均应采用该噪声源进行测试。

## 频率补偿电路（09 题）

### 【本科组】

### 一、任务

设计并制作一个频率补偿电路，补偿“模拟某传感器特性的电路模块”（以下简称“模拟模块”）的高频特性。电路结构如图 1 所示。

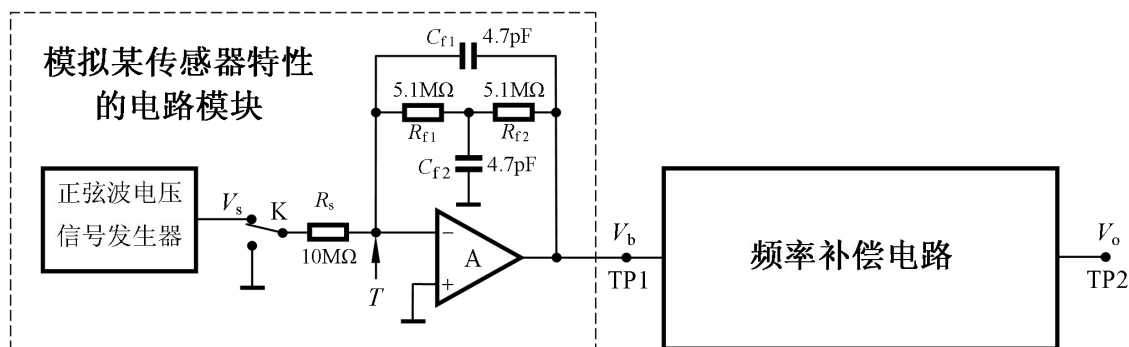


图 1 电路结构

## 二、要求

### 1. 基本要求

(1) 按图 1 虚线框中所示组装“模拟模块”电路，其中正弦波电压信号发生器可使用普通函数信号发生器。在开关  $K$  接  $V_s$  的条件下达到如下要求：

- ①  $V_s$  为 200Hz、峰峰值为 10V 时，“模拟模块”输出  $V_b$  没有明显失真。
- ② 以 200Hz 为基准， $V_b$  的 -3dB 高频截止频率为  $2.5\text{ kHz} \pm 0.5\text{ kHz}$ 。

(2) 设计并制作频率补偿电路，使之达到如下要求：

- ① 频率为 200Hz 时的电压增益  $A(200\text{Hz}) = |V_o/V_s| = 1 \pm 0.05$ 。
- ② 以电压增益  $A(200\text{Hz})$  为基准，将  $A(f) = |V_o/V_s|$  的 -3dB 高频截止频率扩展到大于 50kHz。
- ③ 以电压增益  $A(200\text{Hz})$  为基准，频率 0~35kHz 范围内的电压增益  $A(f)$  的波动在  $\pm 20\%$  以内。

(3) 在达到基本要求(2)的第①、②项指标后，将开关  $K$  切换到接地端， $V_o$  输出噪声的均方根电压  $V_n \leq 30\text{ mV}$ 。

### 2. 发挥部分

(1) 在达到基本要求(2)的第①项指标后，以电压增益  $A(200\text{Hz})$  为基准，将  $A(f)$  的 -3dB 高频截止频率扩展到  $100\text{kHz} \pm 5\text{kHz}$ 。

(2) 以电压增益  $A(200\text{Hz})$  为基准，0~70kHz 范围内的电压增益  $A(f)$  波动在  $\pm 10\%$  以内。

(3) 在达到基本要求(2)的第①项和发挥部分(1)的指标后，将开关  $K$  切换到接地端，输出  $V_o$  的噪声均方根电压  $V_n \leq 10\text{ mV}$ 。

(4) 其他。

## 三、说明

- 1、“模拟模块”中的运算放大器  $A$  要求使用 TI 公司产品 OPA2134。
- 2、频率补偿必须采用模拟方案实现，不得用 DAC 或 DDS 方式输出信号。
- 3、图 1 虚线内模块的性能必须满足基本要求(1)中②的要求，否则不予评测。
- 4、根据对高频响应特性的要求，频率补偿电路中插入适当的低通滤波电路可以有效降低输出  $V_o$  的高频噪声。此外，还应注意输入电路的屏蔽。
- 5、在图 1 所示开关  $K$  切换到接地端的条件下，在  $T$  端接入图 2(a)所示的电路可简化系统频率特性的测试、调整过程。设定函数信号发生器输出  $V_i$  为频率 500Hz、峰峰值 5V 的三角波电压，则输出  $V_b$  的波形应近似为方波脉冲。如果频率补偿电

路的参数已调整适当，则输出  $V_o$  的方波脉冲会接近理想形状。若高频截止频率为  $f_H=50\text{kHz}$ ，则输出的方波脉冲上升时间应为  $t_r \approx 7\mu\text{s}$ ；若  $f_H=100\text{kHz}$ ，则  $t_r \approx 3.5\mu\text{s}$ ； $t_r$  的定义如图 2(b) 所示。应用  $f_H \cdot t_r \approx 0.35$  的原理，可将系统的频率响应特性调整到所要求的指标。注意： $C_i$  到运放 A 反相输入端的引线应尽量短，以避免引入额外干扰。

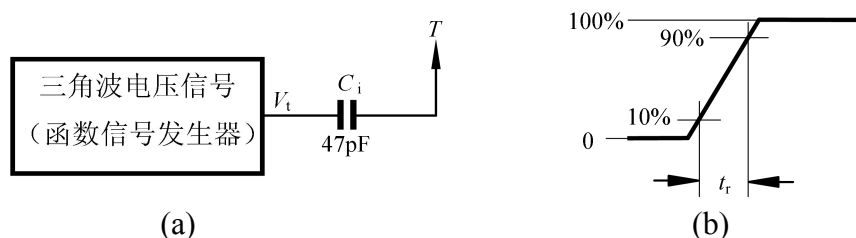


图 2 辅助调试电路及波形定义

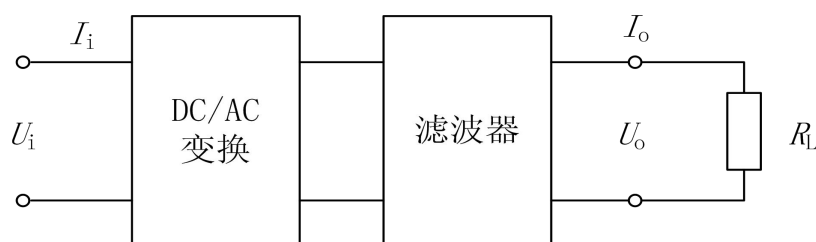
6、要求在  $V_b$  端和  $V_o$  端预设测试点 (TP1、TP2)，以便于测试时连接示波器探头。

## 单相正弦波逆变电源（10 题）

### 【本科组】

#### 一、任务

设计并制作输出电压为  $36\text{V AC}$  的单相正弦波逆变电源，输入为  $12\text{V DC}$  电源，负载为阻性。结构框图如下图所示。



#### 二、要求

##### 1 基本要求

- (1) 在额定输入电压  $U_i=10\sim 14.5\text{V}$  下，输出电压  $U_{\text{ORMS}}=36\pm 0.5\text{V}$ ，频率  $f_0=50\pm 0.5\text{Hz}$ ，额定满载输出功率  $50\text{W}$ ；
- (2) 输出正弦波电压， $\text{THD} \leq 3\%$ ；
- (3) 满载情况下，逆变效率  $\eta \geq 83\%$ ；
- (4) 具有输入过压、欠压保护功能，欠压保护点  $9\pm 0.5\text{V}$ ，过压保护点  $16\pm 0.5\text{V}$ 。当满足过压、欠压条件时，关闭输出；
- (5) 输出过流保护功能，动作电流  $I_o=1.6 \pm 0.1\text{A}$ 。

##### 2 发挥部分

- (1) 进一步提高逆变器效率， $\eta \geq 95\%$ ；
- (2) 输出正弦波电压  $\text{THD} \leq 1\%$ ；
- (3) 输出频率可调  $20\sim 100\text{Hz}$ ；
- (4) 具有输出短路保护功能，可自恢复，具有工作及保护指示；
- (5) 其他。

### 三、说明

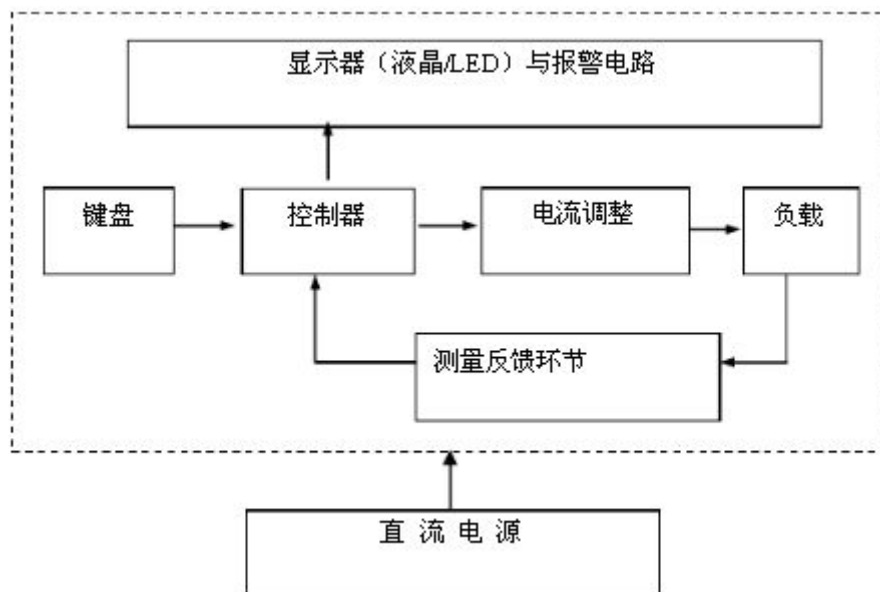
- 1、输入电源可来自直流稳压电源，或者采用调压器+隔离变压器+整流+滤波得到；
- 2、系统供电全部采用  $U_i$  供给，不得另外提供其他电源。
- 3、不得使用电源类产品改制，不得采用各种电源和逆变模块，不得采用各类集成功率放大电路。
- 4、不得采用 SPWM 专用芯片。
- 5、注意作品制作工艺，留出测试端口。
- 6、尽可能降低制作成本。
- 7、测试开始后，不允许对电路进行任何调整。

## 数控直流恒流电源（11 题）

【本科组】

### 一、任务

设计并制作一个数控直流恒流电源，其原理示意图如下图所示。



### 二、要求

#### 1.基本要求

- (1) 24V DC 供电（可以使用成品稳压电源或者自制），输出电流范围：0mA~1000mA；
- (2) 带负载能力： $\geq 10\Omega$ （在负载电阻  $5\Omega$  时，效率 $\geq 70\%$ ）；
- (3) 具有“+”、“-”步进调整按键，能够调整输出电流，设置范围 0mA~1000mA，其步进值为 10mA；
- (4) 能够数字显示输出电流给定值和实际输出电流值，要求实际输出电流与显示的电流值之差的差值小于 5mA；
- (5) 改变负载电阻大小（ $10\Omega\sim 15\Omega$ 之间可调节），要求输出电流稳态误差值小于

5mA。

## 2.发挥部分

- (1) 输出电流范围扩展为 0mA~2000mA，步进为 1mA；
- (2) 具有供电电源电压值、电流值、输出电流值、负载两端电压值显示功能（要求实际输出电流与显示电流值的差值小于 1 个读数值）；
- (3) 改变负载电阻（10Ω~5Ω之间可调节）时，实际输出电流值与给定电流值间的差值小于 1mA；
- (4) 改变输入电源电压（增加或减少 20%），直流数控恒流源输出变化应小于 2%；
- (5) 进一步提高数控直流恒流源效率使其达到 85%以上；
- (6) 恒流电源具有开路、短路保护及报警功能；
- (7) 创新性

## 三、说明

需留出恒流电源输出电流和电压测量端子。

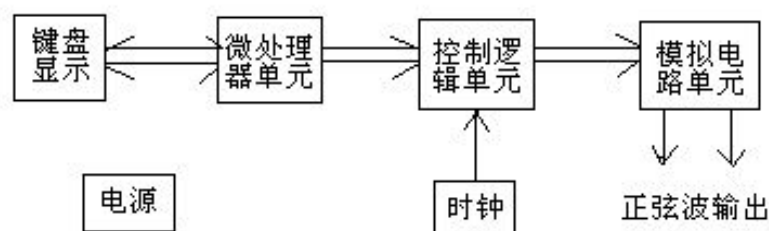
# 低成本双路正弦波发生器（12 题）

## 【本科组】

## 一、任务

设计、制作一个低成本双路正弦波发生器，每路信号的频率、幅度及两路信号的相位差均可程控设置。除工作电源外，正弦波发生器由微处理器单元（含键盘显示）、控制逻辑单元和模拟电路单元三部分组成。要求控制逻辑单元不使用任何存储器资源，模拟电路单元不使用集成 DAC 且无可调阻容件。

正弦波发生器结构框图如下所示，微处理器单元以串行方式向控制逻辑单元发送参数控制字，控制逻辑单元产生若几个频率稳定的逻辑脉冲输出给模拟电路单元，模拟电路单元经过信号变换后得到预定参数的双路正弦波。



本任务中推荐采用的信号变换原理有：PWM 信号经低通滤波后可变换为直流电压，窄带范围内的方波经低通滤波后可变换为相应频率的正弦波，两路不同频率的正弦波经差频与低通滤波后可变换为另一低频正弦波。

## 二、要求

### 1. 基本要求

- (1) 两路正弦波的频率范围 1Hz~1kHz，步进值不大于 1Hz，频率准确度不低于 0.1%；
- (2) 两路正弦波输出最大幅度不低于 3V，幅度设置，设置分辨率不低于 12bit；
- (3) 正弦波信号在整个频率设置范围内，波形失真度不大于 2%；

- (4) 两路信号的相位差可以在 0~359 度内可调，设置分辨率不大于 1 度；
- (5) 所有参数均可程控设置；
- (6) 微处理器单元与控制逻辑单元信号连线应不超过 3 条。

## 2. 发挥部分

- (1) 控制逻辑单元输出给模拟电路单元的信号线应不超过 5 条；
- (2) 当两路信号频率为 1 到 10 间的倍频关系时能同步，示波器观测两路波形稳定；
- (3) 设定的输出信号电压值在整个频段内，变换量小于 5%；
- (4) 两路正弦信号幅度设置为零时，输出噪声小于 5mV；
- (5) 取消微处理器单元，控制逻辑单元也能实现独立设置特定参数信号的输出；
- (6) 其他，主要考核硬件成本、技术指标提升和工艺水平。

## 三、说明

- 1、若控制逻辑单元使用了存储器资源则在总分中扣除 15 分；若模拟电路单元使用了集成 DAC 则在总分中扣除 10 分，若使用了可调阻容件则在总分中扣除 5 分。
- 2、微处理器单元推荐使用 TI 的 MCU，模拟电路单元推荐全部采用 TI 集成芯片；微处理器单元、控制逻辑单元、工作电源可选用成品，也可自制，必须自备。
- 3、设计报告正文中应包括方案论证、总体框图、波形发生原理、理论计算、测试结果等；完整的电路原理图、控制逻辑电路图、HDL 程序等可用附件给出。

# 函数信号发生器（13 题）

## 【本科组】

## 一、任务

设计并制作一台函数信号发生器，使之能产生正弦波、三角波、锯齿波和方波信号，其系统框图如图 1 所示。

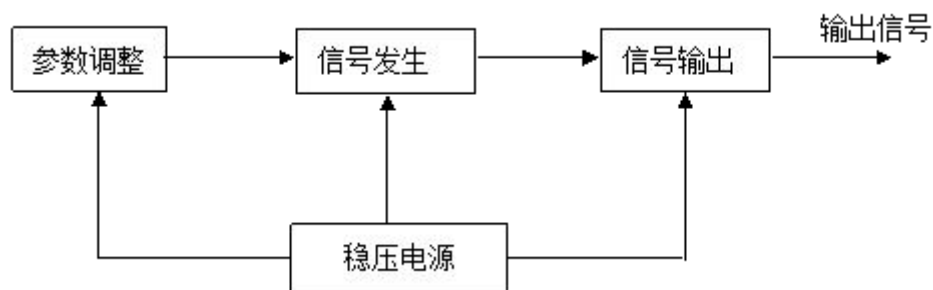


图 1 函数信号发生器方框图

## 二、要求

### 1. 基本要求

- (1) 函数信号发生器能产生正弦波、锯齿波、三角波和方波四种周期性波形；

- (2) 输出信号频率在 100Hz~100kHz 范围内可调, 输出信号频率稳定度优于  $10^{-3}$ ;
- (3) 在  $1k\Omega$  负载条件下, 输出信号的电压峰-峰值  $V_{opp}$  在 0~5V 范围内可调;
- (4) 可实时显示输出信号的类型、幅度、频率和频率步进值;
- (5) 输出信号波形无明显失真;
- (6) 自制稳压电源。

## 2. 发挥部分

- (1) 将输出信号频率范围扩展为 1Hz~1MHz, 输出信号频率可分段调节: 在 1Hz~1kHz 范围内步进间隔为 1Hz; 在 1kHz~1MHz 范围内步进间隔为 100Hz。频率值可通过键盘进行设置;
- (2) 在  $50\Omega$  负载条件下, 输出信号的电压峰-峰值  $V_{opp}$  在 0~5V 范围内可调, 调节步进间隔为 0.1V, 输出信号的电压值可通过键盘进行设置;
- (3) 可显示输出信号的波形;
- (4) 其他。

## 三、说明

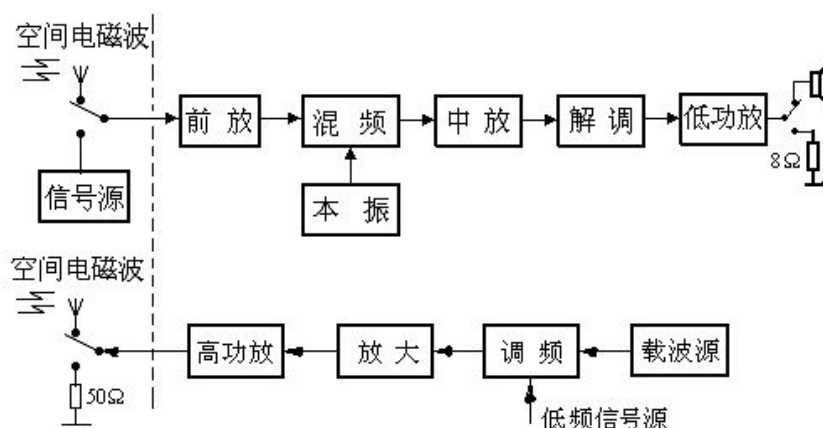
- 1、设计制作中不能够采用 DDS 芯片。
- 2、设计报告正文应包括系统总体框图、核心电路原理图、主要流程图和主要的测试结果。完整的电路原理图、重要的源程序和完整的测试结果可用附件给出。

# 无线通信接收与发射机（14 题）

## 【本科组】

## 一、任务

设计并制作一个以分立元器件及单功能集成电路组成的接收发射机。(不允许使用接收机、发射机集成模块以及市售成品改装)。



## 二、要求

### 1、基本要求

(1) 设计与制作一个点频调频超外差接收机, 接收的调频信号为载波频率  $f_s$ ,  $f_s$  在 26~28MHz 范围内任选一点 (频率稳定度优于  $10^{-4}$ )。调制信号频率为 50Hz~15kHz, 最大频偏为 75kHz。接收机要求为超外差式, 中频频率为  $f_i=8.5\pm 0.1\text{MHz}$ , 通频带  $180\pm 10\text{kHz}$ , 矩形系数  $K_{r0.1}\leq 5$ , 接收灵敏度  $\leq 1\text{mV}$ , 镜像

频率抑制比 $\geq 20\text{dB}$ ，输入阻抗  $50\Omega$ ，输入端用特性阻抗为  $50\Omega$  的插座作为信号输入端。

(2) 解调器后要有低频电压和功率放大，负载电阻  $8\Omega$ ，在接收机输入信号幅值为  $1\text{mV}$  条件下，输出功率 $\geq 100\text{mW}$ ，波形无明显失真。

(3) 接收机要求有独立的接收天线（1m 拉杆天线）以便接收由发射机通过天线发射出的无线电波；（注：天线与接收机的连接要采用  $50\Omega$  的高频插座）。

(4) 设计与制作一个调频发射机，要求载波频率  $f_s$  为自制接收机的中心频率，频率稳定度优于  $10^{-4}$ ，调制信号频率为  $50\text{Hz}\sim 15\text{kHz}$ ，在调制信号振幅为  $1\text{V}$  时，最大频偏为  $75\text{kHz}$ ，发射机负载阻抗为  $50\Omega$ ，输出功率 $\leq 50\text{mW}$ 。

## 2、发挥部分

(1) 提高接收机灵敏度 $\leq 100\mu\text{V}$ ；在中频频率为  $f_i=8.5\pm 0.1\text{MHz}$ ，通频带  $180\pm 10\text{kHz}$  时，满足矩形系数  $K_{r0.1}\leq 3$ ；

(2) 发射机有独立的发射天线（1m 拉杆天线），天线与发射机的连接要采用  $50\Omega$  的高频插座，发射机通过发射天线可以与接收机进行正常的无线通信。当发射机输出功率 $\leq 50\text{mW}$ （在  $50\Omega$  负载电阻上测得）时，转接到发射天线进行无线通信，接收机收到的  $50\text{Hz}\sim 15\text{kHz}$  信号波形无明显失真，要求通信距离 $\geq 4\text{m}$ ；

(3) 发射机效率 $\geq 35\%$ （在  $50\Omega$  负载电阻上输出功率为  $50\text{mW}$  条件下测得）；

(4) 发射机与接收机能进行语言和音乐的无线通信，通信距离 $\geq 4\text{m}$ ；

(5) 接收机扩展接收频率范围为  $26\sim 28\text{MHz}$ ，能够自动搜索，满足正常接收；能测量与显示接收信号的载频，误差 $\leq 5\%$ ；

(6) 其它扩展功能。

## 三、说明

1、中频频率固定为  $8.5 \pm 0.1\text{MHz}$ 。

2、不允许选用接收机、发射机专用集成电路，不允许用成品接收机和发射机改装。

3、为便于测量电路的性能指标，本振信号、中频输出端等应留出相关的测量端子。

4、高频信号源的输出电阻为  $50\Omega$ ，输出端口为通用标准插座，测试时请自备信号源至接收机的电缆线及标准插头（ $50\Omega$ ）。

5、接收机灵敏度：在接收机  $8\Omega$  负载电阻获得  $100\text{mW}$  输出功率，且信号与噪声电压比 $\geq 12\text{dB}$  条件下，测得的接收机的最小输入电压峰值。

6、测试前应完成整机调整，测试中不允许进行任何手动调节以及软件更改。

7、文中所有电压值为峰值。

## 车辆会车自动控制系统的的设计（15 题）

### 【本科组】

### 一、任务

A、B 两辆汽车相对开行，并能按指定要求到达对方的发车点。行车道路示意图如图 1 所示，道路两侧各有 1.5~2 厘米宽的黑色边沿线；道路的宽度为 A、B 两车的宽度之和的 1.1 倍；会车区路段的宽度为 A、B 两车的宽度之和的 1.6 倍，会车区路段的长度是两车车长之和的 2 倍；道路中间不允许有任何导行线。



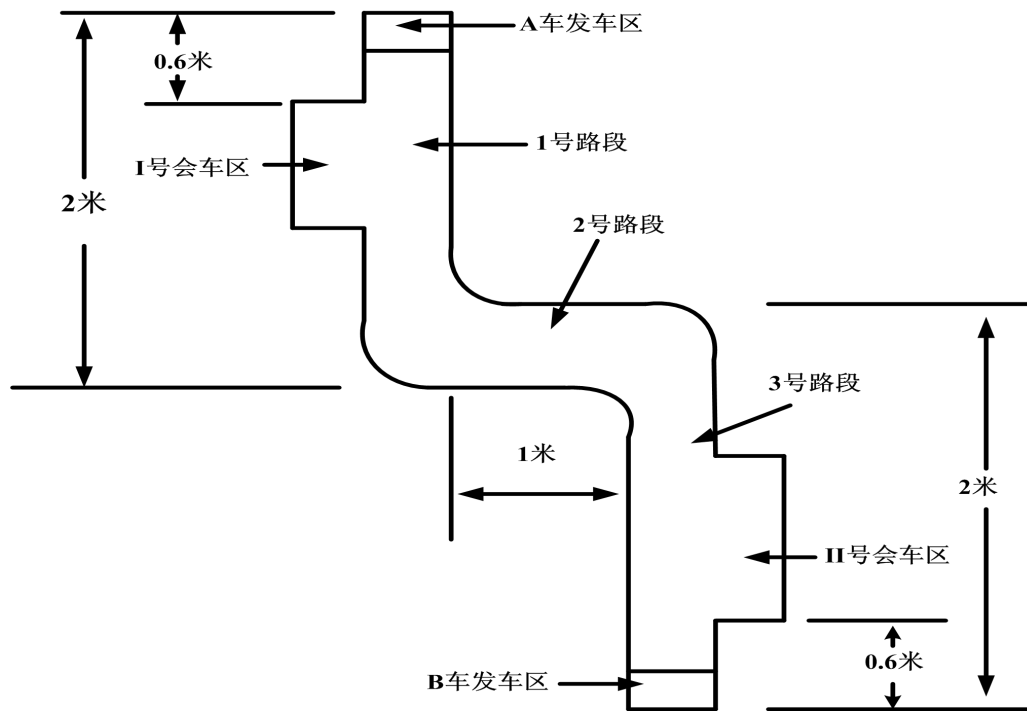


图1 道路示意图

## 二、要求

### 1.基本要求

(1) 甲乙两车分别从各自从发车区出发，正常行驶至对方的发车区停止。要求两车分别能在 50 秒之内到达终点。

(2) 两车同时发车，以对方的发车点为终点行进（会车时可以在非会车区域会车）。要求两车在 60 秒之内到达各自的道路终点，且无碰撞或刮擦。

(3) 两车同时发车，以对方的发车点为终点行进。其中 A 车首先进入 I 号会车区避让，待 B 车通过后再继续前进。要求两车在 60 秒之内到达各自的道路终点，且无碰撞或刮擦。

### 2.发挥部分

(1) A 车先开行，B 车后开行，且使之在 2 号路段相遇；相遇后，后出发的 B 车后退进入 II 号会车区避让，会车后两车继续前进，要求两车在 90 秒之内到达各自的道路终点，且无碰撞或刮擦。

(2) 任意指定一辆车先开行，另外一辆车后开行。相遇后，要求两辆汽车能根据各自离开会车区的距离进行避让，即离会车区距离近的车辆后退进入会车区避让，进行会车，两车应在 90 秒之内到达各自的道路终点，且无碰撞或刮擦。

(3) 其他。

## 三、说明

1、道路两侧各有 1.5~2 厘米宽的黑色边沿线，道路的宽度包括边沿线在内。

2、A、B 两辆汽车必须是四轮车，且车辆宽度以车辆左右两轮外侧所占最大尺寸，如图 2 所示。车辆的长度为车辆前后两轮所占最大尺寸，如图 3 所示。车辆

的高度不限。

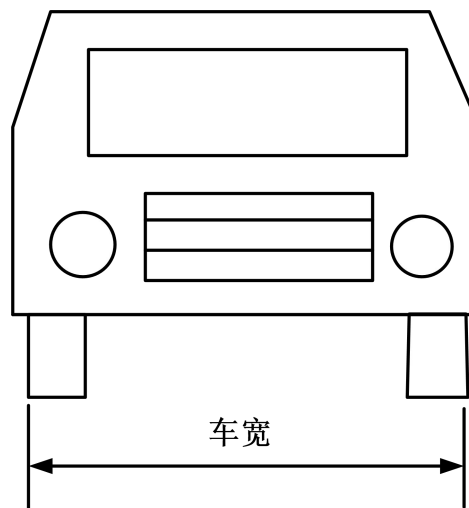


图2 车身宽度的示意图

3、竞赛开始后，A、B 两车不可互换。

4、刮擦是指两车侧面发生接触，碰撞是指任两车前后发生接触。会车时两车不应发生刮蹭或碰撞，每发生一次刮擦蹭减 1 分，每发生一次碰撞减 3 分。

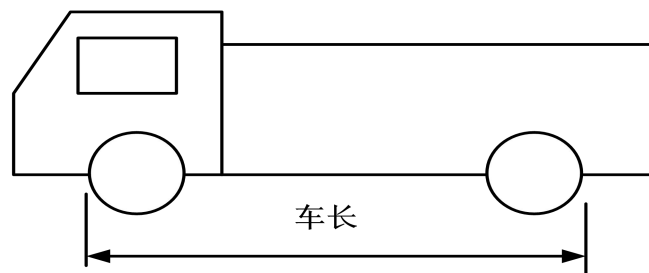


图3 车身长度的示意图

5、车辆开行后任何车轮驶出道路边线之外即为失败。

6、车辆不允许遥控。

7、道路自行制作，道路尺寸不符合要求者将被取消竞赛资格。

8、建议使用 MSP-EXP430 开发板。