

2020 年山东理工大学大学生电子设计竞赛试题

风力摆控制系统 (A 题)

一、任务

一长约 60cm~70cm 的细管上端用万向节固定在支架上, 下方悬挂一组 (2~4 只) 直流风机, 构成一风力摆, 如图 1 所示。风力摆上安装一向下的激光笔, 静止时, 激光笔的下端距地面不超 20cm。设计一测控系统, 控制驱动各风机使风力摆按照一定规律运动, 激光笔在地面画出要求的轨迹。

二、要求

1. 基本要求

- (1) 从静止开始, 15s 内控制风力摆做类似自由摆运动, 使激光笔稳定地在地面画出一条长度不短于 50cm 的直线段, 其线性度偏差不大于 $\pm 2.5\text{cm}$, 并且具有较好的重复性;
- (2) 从静止开始, 15s 内完成幅度可控的摆动, 画出长度在 30~60cm 间可设置, 长度偏差不大于 $\pm 2.5\text{cm}$ 的直线段, 并且具有较好的重复性;
- (3) 可设定摆动方向, 风力摆从静止开始, 15s 内按照设置的方向 (角度) 摆动, 画出不短于 20cm 的直线段;
- (4) 将风力摆拉起一定角度 ($30^\circ \sim 45^\circ$) 放开, 5s 内使风力摆制动达到静止状态。

2. 发挥部分

- (1) 以风力摆静止时激光笔的光点为圆心, 驱动风力摆用激光笔在地面画圆, 30s 内需重复 3 次; 圆半径可在 15~35cm 范围内设置, 激光笔画出的轨迹应落在指定半径 $\pm 2.5\text{cm}$ 的圆环内;
- (2) 在发挥部分 (1) 后继续作圆周运动, 在距离风力摆 1~2m 距离内用一台 50~60W 台扇在水平方向吹向风力摆, 台扇吹 5s 后停止, 风力摆能够在 5s 内恢复发挥部分 (1) 规定的圆周运动, 激光笔画出符合要求的轨迹;
- (3) 其他。

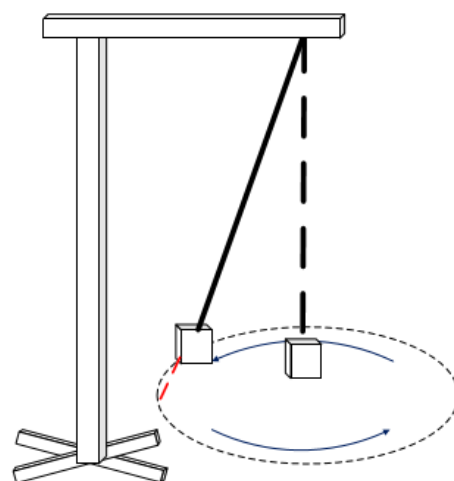


图 1 风力摆结构示意图

三、说明

1. 任务中各项要求，均要考察完成时间及准确性。
2. 风力摆的制作方法建议：
方案 1：如 2 图所示，一组直流风机用细管或棒（如碳素纤维管、PVC 管等）通过万向节固定在一支架上；
方案 2：用粗单股导线（减少自旋）将风力摆吊挂在支架上。
3. 参赛队可以自行选定一方向为 0° ，以为起始，顺时针依次为 90° 、 180° 、 270° 等，详见图 3，测试现场将提供此图。
4. 直流风机是驱动风力摆的唯一动力不得以任何其它方式影响风力摆的运动；启动后，不得以任何形式人为影响风力摆运动。
5. 各项目中，运动到达要求时需有明显声或光提示，以便开始测试及记录。
6. 发挥部分施加干扰的方式是在 $1\sim 2\text{m}$ 的距离，用 $50\sim 60\text{W}$ 台扇在向吹风力摆，风速在 $1.0\sim 2.0\text{m/s}$ 范围内。
7. 风力摆在圆周运动时的旋转方向不限；测试时考察在 6 个均匀分布点上激光轨迹是否落在圆环内，见图 3。
8. 各项要求中，长度均以厘米（cm）为单位，角度以 10° 为最小单位。
9. 赛题中要求的各项动作完成时间越短越好，超过规定时间 1 倍时不计成绩。



图 2 风力摆实现方案示意

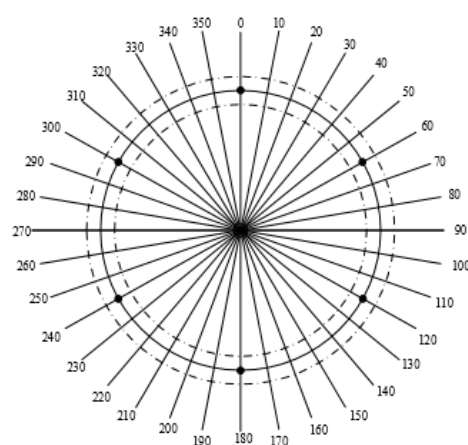


图 3 方向角度示意

四、评分标准

	项 目	分数	
设计 报告	方案论证	系统结构及风力摆运动控制方案 论证	4
	测控方法	风力摆状态测量及运动控制	6
	系统设计	系统结构，电路设计	4
	系统测试	测试方法及测试数据	3
	格式规范	摘要	3
		设计报告内容完整性 公式、图表的规范性	
	小计		20
基本 要求	完成第（1）项		15
	完成第（2）项		15
	完成第（3）项		10
	完成第（4）项		10
	小计		50
发挥 部分	完成第（1）项		20
	完成第（2）项		20
	完成第（3）项		10
	小计		50
总分		120	

手写绘图板（B 题）

一、任务

利用普通 PCB 覆铜板设计和制作手写绘图输入设备。系统构成框图如图 1 所示。普通覆铜板尺寸为 $15\text{cm} \times 10\text{cm}$ ，其四角用导线连接到电路，同时，一根带导线的普通表笔连接到电路。表笔可与覆铜板表面任意位置接触，电路应能检测表笔与铜箔的接触，并测量触点位置，进而实现手写绘图功能。覆铜板表面由参赛者自行绘制纵横坐标以及 $6\text{cm} \times 4\text{cm}$ （高精度区 A）和 $12\text{cm} \times 8\text{cm}$ （一般精度区 B）如图中两个虚线框所示。

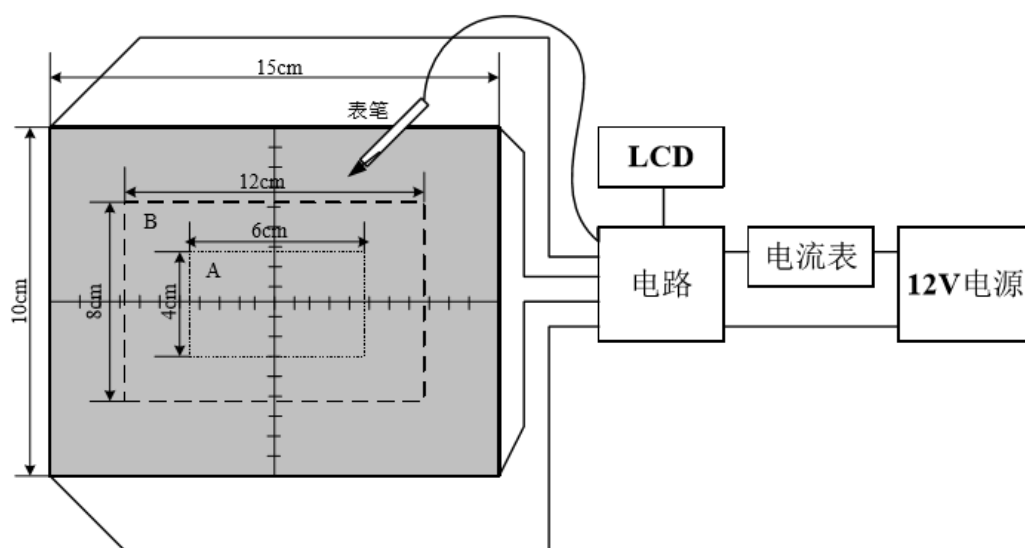


图 1 系统构成框图

二、要求

1. 基本要求：

- （1）指示功能：表笔接触铜箔表面时，能给出明确显示。
- （2）能正确显示触点位于纵坐标左右位置。
- （3）能正确显示触点四象限位置。
- （4）能正确显示坐标值。
- （5）显示坐标值的分辨率为 10mm ，绝对误差不大于 5mm 。

2. 发挥部分：

- （1）进一步提高坐标分辨率至 8mm 和 6mm ；要求分辨率为 8mm 时，绝对误差不大于 4mm ；分辨率为 6mm 时，绝对误差不大于 3mm 。
- （2）绘图功能。能跟踪表笔动作，并显示绘图轨迹。在 A 区内画三个直径分别为 20mm ， 12mm 和 8mm 不同直径的圆，并显示该圆； 20mm 的圆要求能在 10s 内完成，其它圆不要求完成时间。
- （3）低功耗设计。功耗为总电流乘 12V ；功耗越低得分越高。要求功耗等于

或小于1.5W。

(4) 其他。如显示文字，提高坐标分辨率等。

三、说明

1. 必须使用普通的覆铜板

(1) 不得更换其它高电阻率的材料。

(2) 不得对铜箔表面进行改变电阻率的特殊镀层处理。

(3) 覆铜板表面的刻度自行绘制，测试时以该刻度为准。

(4) 考虑到绘制刻度影响测量，不要求表笔接触刻度线条时也具有正确检测能力。

2. 覆铜板到电路的连接应满足以下条件

(1) 只有铜箔四角可连接到电路，除此之外不应有其它连接点（表笔触点除外）。

(2) 不得使用任何额外传感装置。

3. 表笔可选用一般的万用表表笔。

4. 电源供电必须为单12V 供电。

5. 基本要求除（5）外均在B 区测，测分辨率和圆均在A 区内测。

四、评分标准

项目	主要内容	满分	
设计报告	方案比较和选择，系统结构	4	20
	坐标点测量方法 误差分析 低功耗设计	7	
	电路设计 程序设计	4	
	测试方案 测试结果和分析	3	
	摘要 正文结构 图表规范性	2	
基本要求	完成（1）	10	50
	完成（2）	10	
	完成（3）	10	
	完成（4）	10	
	完成（5）	10	
扩展要求	完成（1）	10	50
	完成（2）	12	
	完成（3）	20	
	其他	8	

调幅信号处理实验电路（C 题）

一、任务

设计并制作一个调幅信号处理实验电路。其结构框图如图1 所示。输入信号为调幅度 50% 的 AM 信号。其载波频率为 250MHz~300MHz，幅度有效值 V_{rms} 为 10 μ V~1mV，调制频率为 300Hz~ 5kHz。

低噪声放大器的输入阻抗为 50 Ω ，中频放大器输出阻抗为 50 Ω ，中频滤波器 中心频率为 10.7MHz，基带放大器输出阻抗为 600 Ω 、负载电阻为 600 Ω ，本振信号自制。

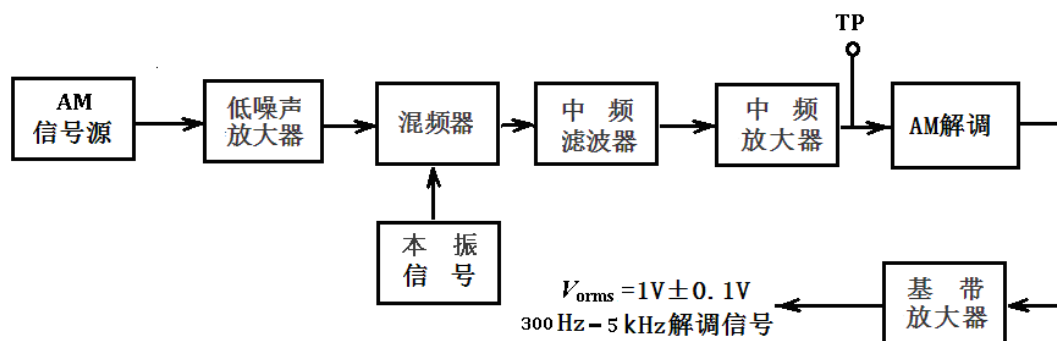


图1 调幅信号处理实验电路结构框图

二、要求

1. 基本要求

- （1）中频滤波器可以采用晶体滤波器或陶瓷滤波器，其中频频率为 10.7MHz；
- （2）当输入 AM 信号的载波频率为 275MHz，调制频率在 300Hz~ 5kHz 范围内任意设定一个频率， $V_{\text{rms}}=1\text{mV}$ 时，要求解调输出信号为 $V_{\text{rms}}=1\text{V}\pm 0.1\text{V}$ 的调制频率的信号，解调输出信号无明显失真；
- （3）改变输入信号载波频率 250MHz~300MHz，步进 1MHz，并在调整本振频率后，可实现 AM 信号的解调功能。

2. 发挥部分

- （1）当输入 AM 信号的载波频率为 275MHz， V_{rms} 在 10 μ V~1mV 之间变动时，通过自动增益控制（AGC）电路（下同），要求输出信号 V_{rms} 稳定在 $1\text{V}\pm 0.1\text{V}$ ；
- （2）当输入 AM 信号的载波频率为 250MHz~300MHz（本振信号频率可变）， V_{rms} 在 10 μ V~1mV 之间变动，调幅度为 50% 时，要求输出信号 V_{rms} 稳定 $1\text{V}\pm 0.1\text{V}$ ；
- （3）在输出信号 V_{rms} 稳定在 $1\text{V}\pm 0.1\text{V}$ 的前提下，尽可能降低输入 AM

信号的载波信号电平；

(4) 在输出信号 V_{orms} 稳定在 $1V \pm 0.1V$ 的前提下，尽可能扩大输入 AM 信号的载波信号频率范围；

(5) 其他。

三、说明

- 1.采用+12V 单电源供电，所需其它电源电压自行转换；
- 2.中频放大器输出要预留测试端口TP。

四、评分标准

	项目	主要内容	分数
设计报告	系统方案	比较与选择 方案描述	2
	理论分析与计算	低噪声放大器设计 中频滤波器设计 中频放大器设计 混频器的设计 基带放大器设计 程控增益的设计	8
	电路与程序设计	电路设计与程序设计	4
	测试方案与测试结果	测试方案及测试条件 测试结果完整性 测试结果分析	4
	设计报告结构及规范性	摘要 设计报告正文的结构 图表的规范性	2
	合计		20
基本要求	完成第（1）项		6
	完成第（2）项		20
	完成第（3）项		24
	合计		50
发挥部分	完成第（1）项		10
	完成第（2）项		20
	完成第（3）项		10
	完成第（4）项		5
	（5）其他		5
	合计		50
总分			120

单相用电器分析监测装置（D 题）

一、任务

设计并制作一个可根据电源线的电参数信息分析用电器类别和工作状态的装置。该装置具有学习和分析监测两种工作模式。在学习模式下，测试并存储各单件电器在各种状态下用于识别电器及其工作状态的特征参量；在分析监测模式下，实时指示用电器的类别和工作状态。

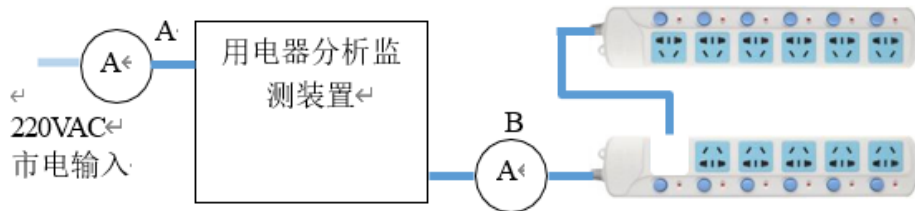


图 1 分析监测装置示意图

二、要求

1、基本要求

- (1) 电器电流范围 $0.005\text{A} - 10.0\text{A}$ ，可包括但不限于以下电器：LED 灯、节能灯、USB 充电器（带负载）、无线路由器、机顶盒、电风扇、热水壶。
- (2) 可识别的电器工作状态总数不低于 7，电流不大于 50mA 的工作状态数不低 5，同时显示所有可识别电器的工作状态。自定可识别的电器种类，包括一件最小电流电器和一件电流大于 8A 的电器，并完成其学习过程。
- (3) 实时指示用电器的工作状态并显示电源线上的电特征参数，响应时间不大于 2s 。特征参量包括电流和其他参量，自定义其他特征参量的种类、性质，数量自定。电器的种类及其工作状态、参量种类可用序号表示。
- (4) 随机增减用电器或改变使用状态，能实时指示用电器的类别和状态。
- (5) 用电阻自制一件可识别的最小电流电器。

2、发挥部分

- (1) 具有学习功能。清除作品存储的所有特征参数，重新测试并存储指定电器的特征参数。一种电器一种工作状态的学习时间不大于 1 分钟。
- (2) 随机增减用电器或改变使用状态，能实时指示用电器的类别和状态。
- (3) 提高识别电流相同，其他特性不同的电器的能力和大、小电流电器共用时识别小电流电器的能力。
- (4) 装置在监测模式下的工作电流不大于 15mA ，可以选用无线传输到便携终端上显示的方式，显示终端可为任何符合竞赛要求的通用或专用的便携设备，便携显示终端功耗不计入装置的功耗。
- (5) 其他

三、说明

图中A点和B点预留装置电流和用电器电流测量插入接口。测试基本要求的电器自带，并安全连接电源插头。具有多种工作状态的要带多件，以便所有工作状态同时出现。最小电流电器序号为1；序号1-5电器电流不大于50mA；最大电流电器序号为7，可由赛区提供（例如 1800W 热水壶）。交作品之前完成学习过程，赛区测试时直接演示基本要求的功能。

四、评分意见

设计 报告	项 目	主要内容	满分
	系统方案	比较与选择，方案描述	2
	理论分析与计算	检测电路设计 特征参量设计和实验，筛选	7
	电路与程序设计	电路设计与程序设计	7
	测试结果	测试数据完整性，测试结果分析	2
	设计报告结构及规范性	摘要，设计报告正文的结构 图表的规范性	2
	合计		20
基 本 要求	实际制作完成情况合计		50
发挥 部分	完成第（1）项		10
	完成第（2）（3）项		20
	完成第（4）项		15
	其他		5
	合计		50
总分			120

说明：设计报告正文中应包括系统总体框图、电路原理图、主要流程框图、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用附录给出。

LC 谐振放大器 (E 题)

一、任务

设计并制作一个LC 谐振放大器。

二、要求

设计并制作一个低压、低功耗LC谐振放大器；为便于测试，在放大器的输入端插入一个40dB固定衰减器。电路框图见图1。

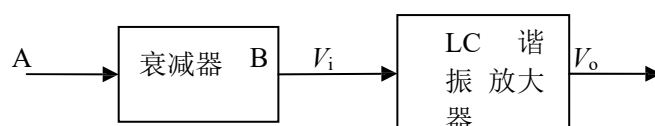


图 1 电路框图

1. 基本要求

- (1) 衰减器指标：衰减量 $40 \pm 2\text{dB}$ ，特性阻抗 50Ω ，频带与放大器相适应。
- (2) 放大器指标：
 - a) 谐振频率： $f_0=15\text{MHz}$ ；允许偏差 $\pm 100\text{kHz}$ ；
 - b) 增益：不小于 60dB ；
 - c) -3dB 带宽： $2\Delta f_{0.7}=300\text{kHz}$ ；带内波动不大于 2dB ；
 - d) 输入电阻： $R_{in}=50\Omega$ ；
 - e) 失真：负载电阻为 200Ω ，输出电压 1V 时，波形无明显失真。
- (3) 放大器使用 3.6V 稳压电源供电（电源自备）。最大不允许超过 360mW ，尽可能减小功耗。

2. 发挥部分

- (1) 在 -3dB 带宽不变条件下，提高放大器增益到大于等于 80dB 。
- (2) 在最大增益情况下，尽可能减小矩形系数 $Kr_{0.1}$ 。
- (3) 设计一个自动增益控制（AGC）电路。AGC 控制范围大于 40dB 。
AGC 控制范围为 $20\log(V_{omin}/V_{imin}) - 20\log(V_{omax}/V_{imax})$ (dB)
- (4) 其他。

三、说明

1. 图2 是LC 谐振放大器的典型特性曲线，矩形系数 $Kr_{0.1} = \frac{2\Delta f_{0.1}}{2\Delta f_{0.7}}$

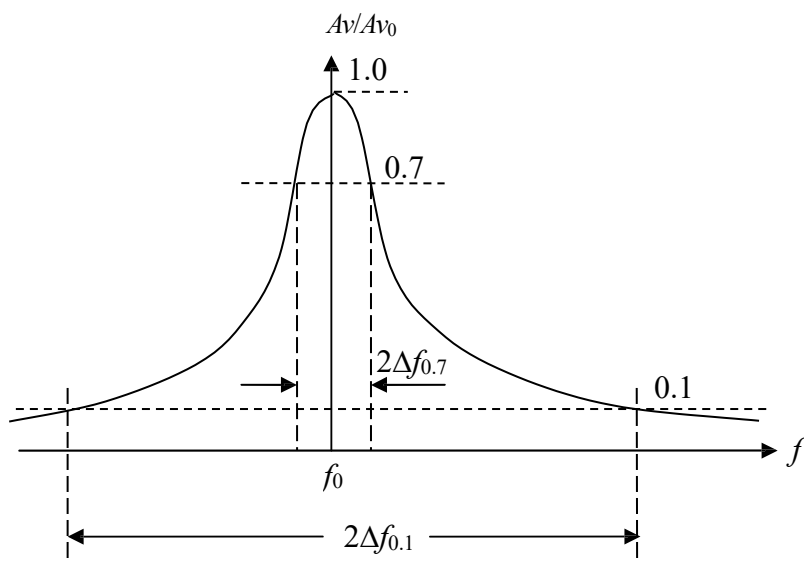


图2. 谐振放大器典型幅频特性示意图

2. 放大器幅频特性应在衰减器输入端信号小于 5mV 时测试（这时谐振放大器的输入 $V_i < 50\mu\text{V}$ ）。所有项目均在放大器输出接 200Ω 负载电阻条件下测量。
3. 功耗的测试：应在输出电压为1V 时测量。
4. 文中所有电压值均为有效值。

四、评分标准

	项 目	主要内容	满 分
设计 报告	方案论证	比较与选择 方案描述	3
	理论分析与计算	增益 AGC 带宽与矩形系数	6
	电路设计	完整电路图 输出最大不失真电压及功耗	6
	测试方案与测试结果	测试方法与仪器 测试结果及分析。	3
	设计报告结构及规范性	摘要 设计报告正文的结构 图标的规范性	2
	总 分		20
基本要求	实际制作完成情况		50
发挥 部分	完成第（1）项		15
	完成第（2）项		19
	完成第（3）项		10
	其他		6
	总分		50

无线话筒扩音系统（F 题）

一、任务

设计制作一个短距无线话筒扩音系统，用于会场扩音。

二、要求

（1）无线话筒采用模拟调频方式，载波频率范围为 88MHz~108MHz，最大频偏为 75kHz，音频信号带宽为 40 Hz~15 kHz，天线长度小于 0.5 米。可以用普通调频广播收音机收听话筒信号，音频信号应无明显失真。无线话筒采用 2 节 1.5V 电池独立供电。（15 分）

（2）无线话筒载波频率可以在 88MHz~108MHz 间任意设定，频道频率间隔 200kHz。（15 分）

（3）制作与无线话筒相应的接收机，通信距离大于 10m。8Ω 负载下，最大音频输出功率为 0.5W。接收机可以用成品收音机改制。（15 分）

（4）再制作一只满足上述要求的无线话筒。通过手动分别设置两只话筒的载波频率，使两只话筒可以同时使用，并改进接收机，手动控制实现分别对两只话筒扩音或混声扩音。（25 分）

（5）两只无线话筒在开机时可以自动检测信道占用情况，如果发现相互存在干扰或存在其他电台干扰，可以通过自动选择载波频率规避干扰信号。响应时间小于 1 秒。（30 分）

（6）设计报告：（20 分）

项目	主要内容	满分
方案论证	比较与选择，方案描述	3
理论分析与计算	系统相关参数设计	5
电路与程序设计	系统组成，原理框图与各部分的电路图，系统软件与流程图	5
测试方案与测试结果	测试结果完整性，测试结果分析	5
设计报告结构及规范性	摘要，正文结构规范，图表的完整与准确性。	2
总分		20

三、说明

- (1) 无线话筒未采用 2 节 1.5V 电池独立供电，则 (4)、(5) 不测。
- (2) 在 (4)、(5) 中所设计的话筒均可由普通调频广播收音机收听。
- (3) 系统中不可采用数字调频芯片或模块。

四旋翼自主飞行器探测跟踪系统（G 题）

一、任务

设计并制作四旋翼自主飞行器探测跟踪系统，包括设计制作一架四旋翼自主飞行器，飞行器上安装一向下的激光笔；制作一辆可遥控小车作为信标。飞行器 飞行和小车运行区域俯视图和立体图分别如图1 和图2 所示。

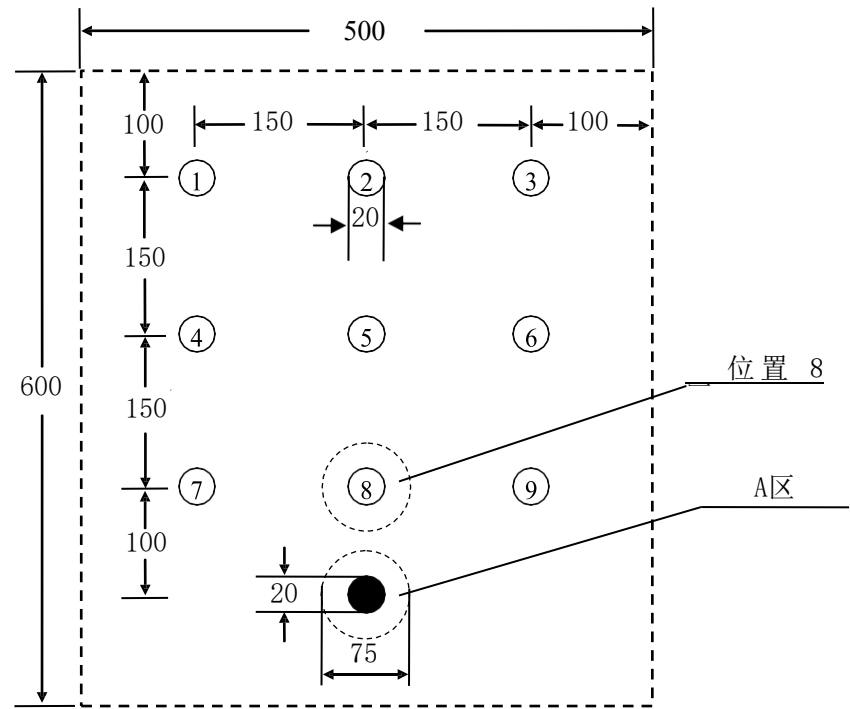


图1飞行区域俯视图（图中单位：cm）

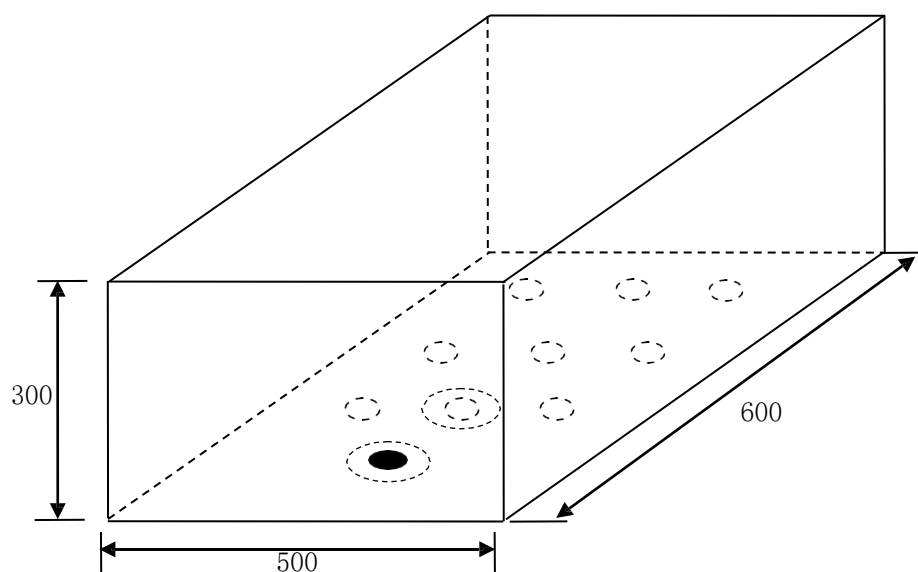


图 2 飞行区域立体图（图中单位：cm）

二、要求

1. 基本要求

- (1) 四旋翼自主飞行器（以下简称飞行器）摆放在图1所示的A区，一键式启动飞行器，起飞并在不低于1m高度悬停，5s后在A区降落并停机。悬停期间激光笔应照射到A区内。
- (2) 手持飞行器靠近小车，当两者距离在0.5~1.5m范围内时，飞行器和小车发出明显声光指示。
- (3) 小车摆放在位置8。飞行器摆放在A区，一键式启动飞行器，飞至小车上方且悬停5s后择地降落并停机；悬停期间激光笔应照射到位置8区内且至少照射到小车一次，飞行时间不大于30s。

2. 发挥部分

- (1) 小车摆放在位置8。飞行器摆放在A区，一键式启动飞行器，飞至小车上方后，用遥控器使小车到达位置2后停车，期间飞行器跟随小车飞行；小车静止5s后飞行器择地降落并停机。飞行时间不大于30s。
- (2) 小车摆放在位置8。飞行器摆放在A区，一键式启动飞行器。用遥控器使小车依次途经位置1~9中的4个指定位置，飞行器在距小车0.5~1.5m范围内全程跟随；小车静止5s后飞行器择地降落并停机。飞行时间不大于90s。
- (3) 其他

三、评分标准

	项目	主要内容	满分
设计 报告	系统方案	方案描述，方案比较	3
	设计与论证	控制方法描述与参数计算	5
	电路与程序设计	系统组成，原理框图与各部分电路图，系统软件与流程图	6
	测试方案与测试结果	测试方案及测试条件 测试结果完整性 测试结果分析	3
	设计报告结构及规范性	摘要 正文结构完整性 图标的规范性	3
	合计		20
基本要求	完成（1）		20
	完成（2）		10
	完成（3）		20
	合计		50
发挥 部分	完成（1）		15
	完成（2）		30
	其他		5
	合计		50
总分			120

四、说明：

1. 参赛队所用飞行器应遵守中国民用航空局的管理规定《民用无人驾驶航空器实名制登记管理规定》编号：AP-45-AA-2017-03）
2. 飞行器桨叶旋转速度高，有危险！请务必注意自己及他人的人身安全。
3. 四旋翼飞行器可自制或外购，带防撞圈，外形尺寸（含防撞圈）限定为：长度 $\leq 50\text{cm}$ ，宽度 $\leq 50\text{cm}$ 。飞行器机身必须标注赛区代码。
4. 遥控小车可自制或外购，外形尺寸限定为：长度 $\leq 20\text{cm}$ ，宽度 $\leq 15\text{cm}$ 。小车车身必须标注赛区代码。
5. 飞行区域地面为白色；A 区由直径 20cm 黑色实心圆和直径 75cm 的同心 圆组成。位置1~9 由直径 20cm 的圆形及数字1~9 组成。位置8 区是指位置8 的直径 75cm 同心圆。圆及数字线宽小于 0.1cm 。飞行区域不得额外设置任何标识、引导线或其他装置。
6. 飞行过程中飞行器不得接触小车。
7. 测试全程只允许更换电池一次。

8. 飞行器不得遥控，飞行过程中不得人为干预。小车由一名参赛队员使用一个遥控器控制。小车与飞行器不得有任何有线连接。小车遥控器可用成品。
9. 飞行器飞行期间，触及地面或保护网后自行恢复飞行的，酌情扣分；触地触网后 5s 内不能自行恢复飞行视为失败，失败前完成的部分仍计分。
10. 一键式启动是指飞行器摆放在 A 区后，只允许按一个键启动。如有飞行模式设置应在飞行器摆放在 A 区前完成。
11. 基本要求（3）和发挥部分（1）、（2）中择地降落是指飞行器稳定降落于场地任意地点，避免与小车碰撞。
12. 基本要求（3）和发挥部分（1）（2）飞行时间超时扣分。
13. 发挥部分（1）、（2）中飞行器跟随小车是指飞行器飞行路径应与小车运行路径一致，出现偏离酌情扣分。飞行器飞行路径以激光笔照射地面位置为准，照射到小车车身或小车运行路径视为跟随。
14. 发挥部分（2）中指定位置由参赛队员在测试现场抽签决定。
15. 为保证安全，可沿飞行区域四周架设安全网（长 600cm，宽 500cm，高 300cm），顶部无需架设。若安全网采用排球网、羽毛球网时可由顶向下悬挂不必触地，不得影响视线。安装示意图如图 3 所示。

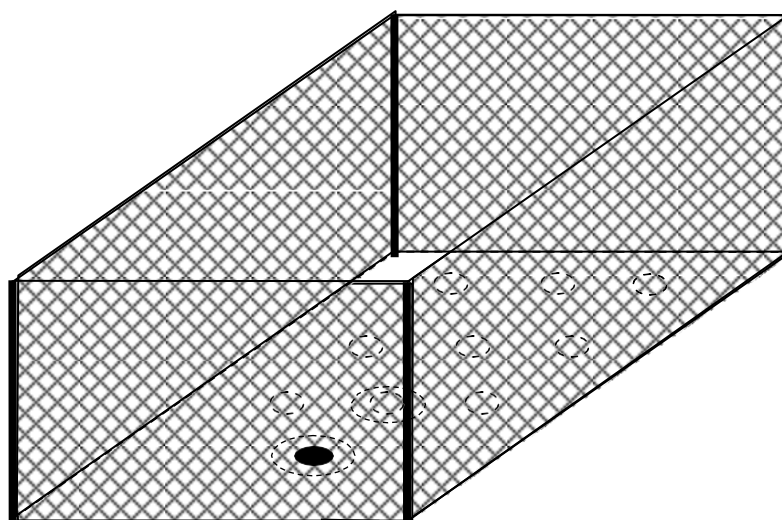


图 3 飞行区域安全网示意图