

# 2020 年大连理工大学电子设计竞赛试题

## 基于自由摆的平板控制系统（第1 题）

### 一、任务

设计并制作一个自由摆上的平板控制系统，其结构如图 1 所示。

摆杆的一端通过转轴固定在一支架上，另一端固定安装一台电机，平板固定在电机转轴上；当摆杆如图 2 摆动时，驱动电机可以控制平板转动。

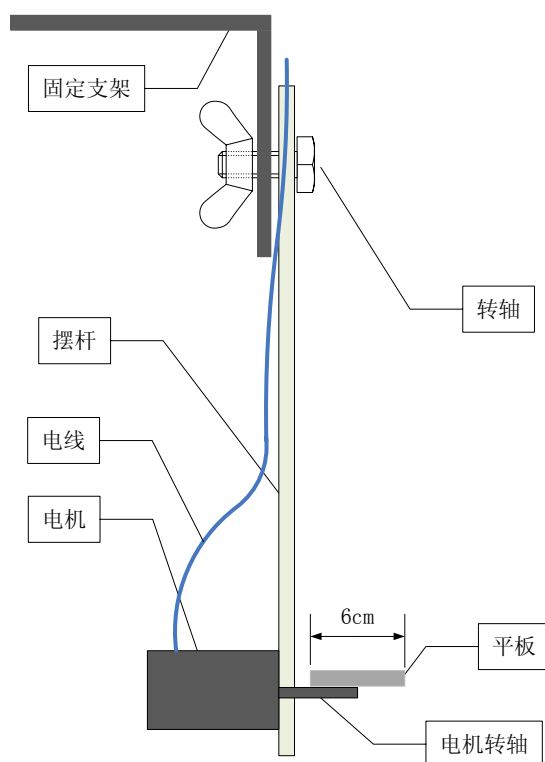


图 1

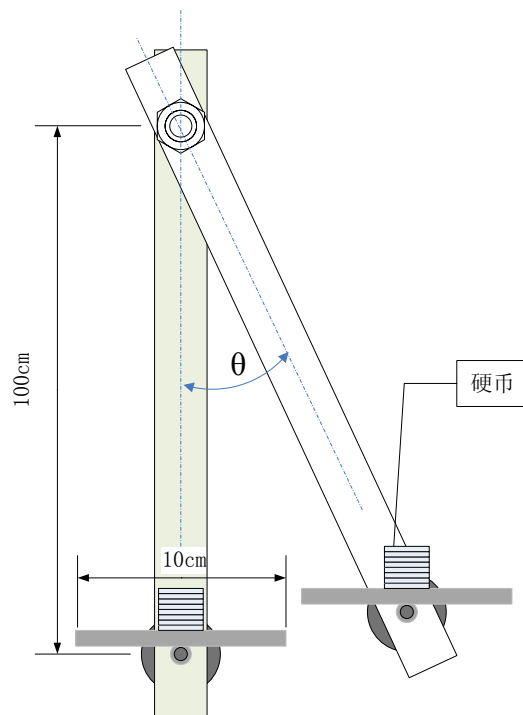


图 2

## 二、要求

### 1. 基本要求

- (1) 控制电机使平板可以随着摆杆的摆动而旋转（3~5 周），摆杆摆一个周期，平板旋转一周（ $360^\circ$ ），偏差绝对值不大于  $45^\circ$ 。
- (2) 在平板上粘贴一张画有一组间距为 1cm 平行线的打印纸。用手推动摆杆至一个角度  $\theta$ （ $\theta$  在  $30^\circ \sim 45^\circ$  间），调整平板角度，在平板中心稳定放置一枚 1 元硬币（人民币）；启动后放开摆杆让其自由摆动。在摆杆摆动过程中，要求控制平板状态，使硬币在 5 个摆动周期中不从平板上滑落，并尽量少滑离平板的中心位置。
- (3) 用手推动摆杆至一个角度  $\theta$ （ $\theta$  在  $45^\circ \sim 60^\circ$  间），调整平板角度，在平板中心稳定叠放 8 枚 1 元硬币，见图 2；启动后放开摆杆让其自由摆动。在摆杆摆动过程中，要求控制平板状态使硬币在摆杆的 5 个摆动周期中不从平板上滑落，并保持叠放状态。根据平板上非保持叠放状态及滑落的硬币数计算成绩。

### 2. 发挥部分

- (1) 如图 3 所示，在平板上固定一激光笔，光斑照射在距摆杆 150cm 距离处垂直放置的靶子上。摆杆垂直静止且平板处于水平时，调节靶子高度，使光斑照射在靶纸的某一条线上，标识此线为中心线。用手推动摆杆至一个角度  $\theta$ （ $\theta$  在  $30^\circ \sim 60^\circ$  间），启动后，系统应在 15 秒钟内控制平板尽量使激光笔照射在中心线上（偏差绝对值  $< 1\text{cm}$ ），完成时以 LED 指示。根据光斑偏离中心线的距离计算成绩，超时则视为失败。

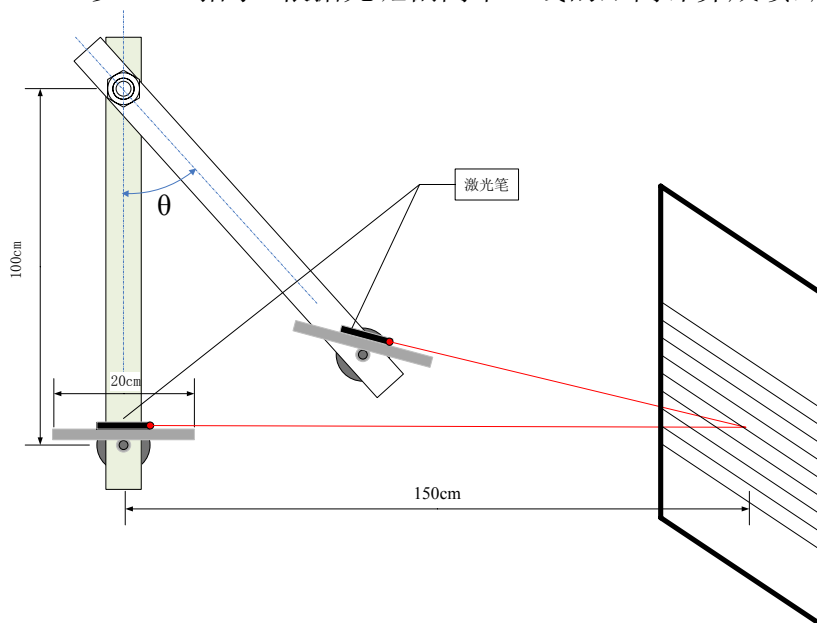


图 3

- (2) 在上述过程完成后，调整平板，使激光笔照射到中心线上（可人工协助）。启动后放开让摆杆自由摆动；摆动过程中尽量使激光笔光斑始终瞄准照射在靶纸的中心线上，根据光斑偏离中心线的距离计算成绩。
- (3) 其他。

### 三、说明

1. 摆杆可以采用木质、金属、塑料等硬质材料；摆杆长度（固定转轴至电机轴的距离）为  $100\text{ cm} \pm 5\text{ cm}$ ；摆杆通过转轴固定在支架或横梁上，并能够灵活摆动；将摆杆推起至  $\theta=30^\circ$  处释放后，摆杆至少可以自由摆动 7 个周期以上。摆杆不得受重力以外的任何外力控制。
2. 平板的状态只能受电机控制。平板的长宽尺寸为  $10\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ ，可以采用较轻的硬质材料；不得有磁性；表面必须为光滑的硬质平面；不得有凸起的边沿；倾斜一定角度时硬币须能滑落。平板承载重量不小于  $100\text{ g}$ 。
3. 摆动周期的定义：摆杆被释放至下一次摆动到同侧最高点。

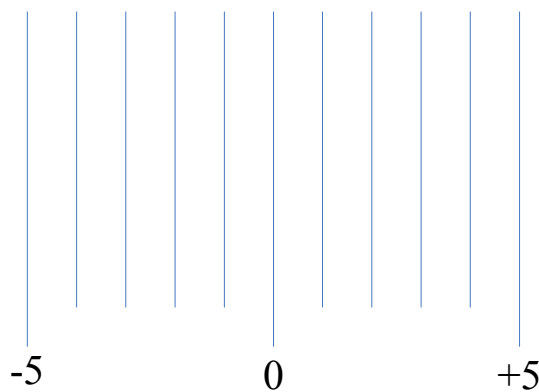


图 4

4. 摆杆与平板部分电路可以用软质导线连接，但必须不影响摆杆的自由摆动。
5. 在完成基本要求部分工作时，需在平板上铺设一张如图 4 所示画有一组间距为  $1\text{ cm}$  平行线的打印纸（ $10\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ ），平行线与电机转轴平行。
6. 非保持叠放状态硬币数为接触平板硬币数减 1。接触平板硬币数的定义参见图 5。

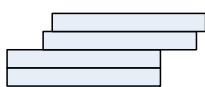


图 5-1

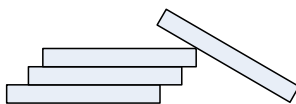


图 5-2



图 5-3

图 5-1 中接触平板硬币数为 1；图 5-2 中接触平板硬币数为 2；图 5-3 中接触平板硬币数为 3。

7. 在完成发挥部分工作时，需要在平板上固定安装一激光笔。激光笔的照射方向垂直于电机转轴。激光笔的光斑直径不大于  $5\text{ mm}$ 。需在距摆杆  $150\text{ cm}$  处设置一高度可以调整的目标靶子，靶子上粘贴靶纸（A4 打印纸），靶纸上画一组间距为  $1\text{ cm}$  的水平平行线。测试现场提供靶子，也可自带。

8. 题目要求的各项工作中，凡涉及推动摆杆至某一位置并准备开始摆动时，允许手动操作启动工作，亦可自动启动工作。一旦摆杆开始自由摆动，不得再人为干预系统运行。
9. 设计报告正文中应包括系统总体框图、核心电路原理图、主要流程图、主要测试结果。完整的电路原理图、重要的源程序和完整的测试结果用附件给出。

#### 四、评分标准

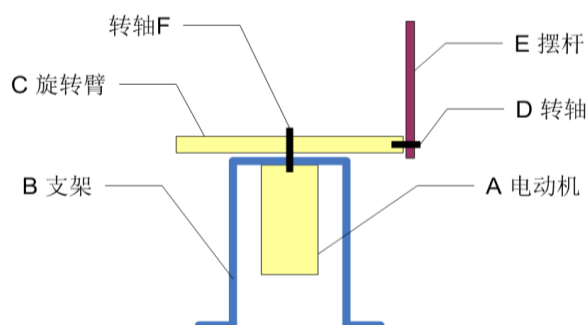
	项 目	主要内容	满分
设计 报告	系统方案	方案比较与选择，系统结构	4
	理论分析与计算	平板状态测量方法 建模与控制方法	6
	电路与程序设计	电路设计 程序结构与设计	5
	测试方案与测试结果	测试方案 测试结果及分析	3
	设计报告结构及规范性	摘要 设计报告正文的结构 图表的规范性	2
	总分		20
基本 要求	实际制作完成情况		50
发挥 部分	完成第（1）项		10
	完成第（2）项		30
	其他		10
	总分		50

# 2020 年大连理工大学电子设计竞赛试题

## 简易旋转倒立摆及控制装置（第2 题）

### 一、任务

设计并制作一套简易旋转倒立摆及其控制装置。旋转倒立摆的结构如图 1 所示。电动机 A 固定在支架 B 上，通过转轴 F 驱动旋转臂 C 旋转。摆杆 E 通过转轴 D 固定在旋转臂 C 的一端，当旋转臂 C 在电动机 A 驱动下作往复旋转运动时，带动摆杆 E 在垂直于旋转臂 C 的平面作自由旋转。



### 二、要求

#### 1. 基本要求

- (1) 摆杆从处于自然下垂状态（摆角  $0^\circ$ ）开始，驱动电机带动旋转臂作往复旋转使摆杆摆动，并尽快使摆角达到或超过  $-60^\circ \sim +60^\circ$ ；
- (2) 从摆杆处于自然下垂状态开始，尽快增大摆杆的摆动幅度，直至完成圆周运动；
- (3) 在摆杆处于自然下垂状态下，外力拉起摆杆至接近  $165^\circ$  位置，外力撤除同时，启动控制旋转臂使摆杆保持倒立状态时间不少于 5s；期间旋转臂的转动角度不大于  $90^\circ$ 。

## 2. 发挥部分

- (1) 从摆杆处于自然下垂状态开始，控制旋转臂作往复旋转运动，尽快使摆杆摆起倒立，保持倒立状态时间不少于 10s；
- (2) 在摆杆保持倒立状态下，施加干扰后摆杆能继续保持倒立或 2s 内恢复倒立状态；
- (3) 在摆杆保持倒立状态的前提下，旋转臂作圆周运动，并尽快使单方向转过角度达到或超过  $360^{\circ}$ ；
- (4) 其他。

## 三、说明

1. 旋转倒立摆机械部分必须自制，结构要求如下：硬质摆杆 E 通过转轴 D 连接在旋转臂 C 边缘，且距旋转臂 C 轴心距离为  $20\text{cm} \pm 5\text{cm}$ ；摆杆的横截面为圆形或正方形，直径或边长不超过 1cm，长度在  $15\text{cm} \pm 5\text{cm}$  范围内；允许使用传感器检测摆杆的状态，但不得影响摆杆的转动灵活性；图 1 中支架 B 的形状仅作参考，其余未作规定的可自行设计结构；电动机自行选型。
2. 摆杆要能够在垂直平面灵活旋转，检验方法如下：将摆杆拉起至水平位置后松开，摆杆至少能够自由摆动 3 个来回。
3. 除电动机 A 之外，装置中不得有其他动力部件。
4. 摆杆自然下垂状态是指摆角为  $0^{\circ}$  位置，见图 2。
5. 摆杆倒立状态是指摆杆在  $-165^{\circ}$  至  $165^{\circ}$  范围内。
6. 基本要求 (1)、(2) 中，超过 30s 视为失败；发挥部分 (1) 超过 90s 视为失败；发挥部分 (3) 超过 3 分钟即视为失败；以上各项，完成时间越短越好。

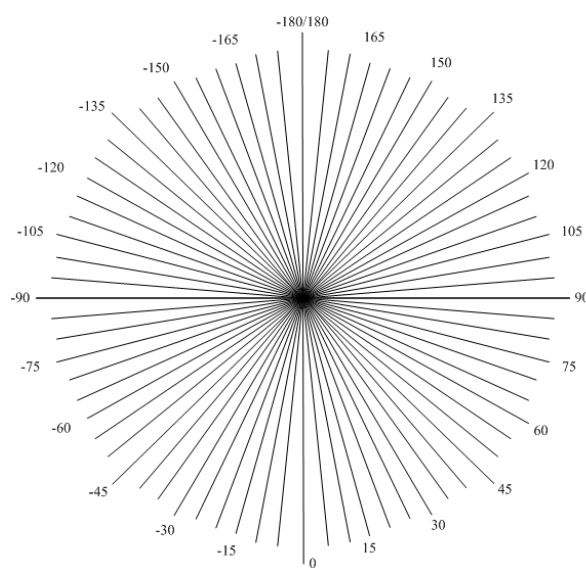


图 2. 摆杆位置示意图

7. 摆杆倒立时施加干扰的方法是，以 15cm 长细绳栓一只 5 克砝码，在摆杆上方将砝码拉起  $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，释放后用砝码沿摆杆摆动的切线方向撞击摆杆上端 1~2cm 处；以抗扰动能力强弱判定成绩。
8. 测试时，将在摆杆后 1~2cm 处固定一如图 2 所示轻质量角器，以方便观察摆杆的旋转角度。

#### 四、评分标准

	项 目	主要内容	分数
设计 报告	系统方案	系统结构、方案比较与选择	4
	理论分析与计算	电动机选型、摆杆状态检测， 驱动与控制算法	6
	电路与程序设计	电路设计 程序结构与设计	5
	测试方案与测试结果	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 公式、图表的规范性	2
	总分		<b>20</b>
基本 要求	完成（1）		15
	完成（2）		15
	完成（3）		20
	总分		<b>50</b>
发挥 部分	完成（1）		20
	完成（2）		10
	完成（3）		15
	完成（4）		5
	总分		<b>50</b>

# 2020 年大连理工大学电子设计竞赛试题

## 风力摆控制系统（第3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过 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。

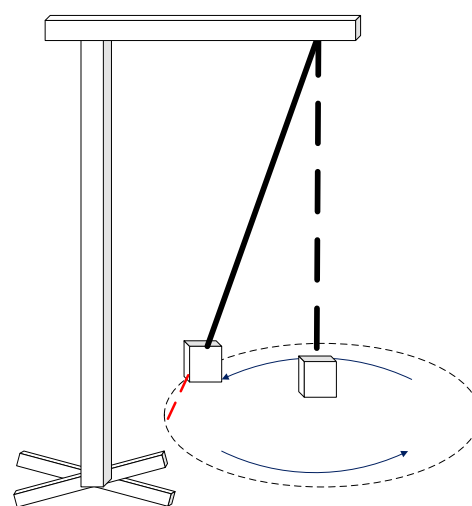


图 1 风力摆结构示意图



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±2.5cm 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。

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。



图 2 风力摆实现方案示意

- 3. 参赛队可以自行选定一方向为 0°，以此为起始，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 1~2m 的距离，用 50~60W 台扇在水平方向吹风力摆，风速在 1.0~2.0m/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。

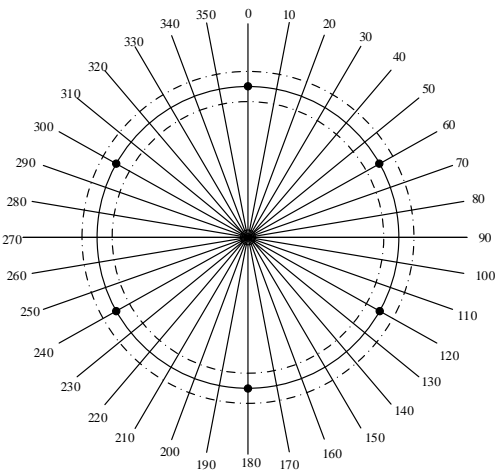


图 3 方向角度示意

8. 各项要求中，长度均以厘米（cm）为单位，角度以  $10^\circ$  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。

#### 四、评分标准

设计 报告	项 目		分数
	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 设计报告内容完整性 公式、图表的规范性	3
	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

# 2020 年大连理工大学电子设计竞赛试题

## 滚球控制系统（第4 题）

### 一、任务

在边长为 65cm 光滑的正方形平板上均匀分布着 9 个外径 3cm 的圆形区域，其编号分别为 1~9 号，位置如图 1 所示。设计一控制系统，通过控制平板的倾斜，使直径不大于 2.5cm 的小球能够按照指定的要求在平板上完成各种动作，并从动作开始计时并显示，单位为秒。

### 二、要求

#### 1.基本部分

- (1) 将小球放置在区域 2，控制使小球在区域内停留不少于 5 秒。
- (2) 在 15 秒内，控制小球从区域 1 进入区域 5，在区域 5 停留不少于 2 秒。
- (3) 控制小球从区域 1 进入区域 4，在区域 4 停留不少于 2 秒；然后再进入区域 5，小球在区域 5 停留不少于 2 秒。完成以上两个动作总时间不超过 20 秒。
- (4) 在 30 秒内，控制小球从区域 1 进入区域 9，且在区域 9 停留不少于 2 秒。

#### 2.发挥部分

- (1) 在 40 秒内，控制小球从区域 1 出发，先后进入区域 2、区域 6，停止于区域 9，在区域 9 中停留时间不少于 2 秒。
- (2) 在 40 秒内，控制小球从区域 A 出发、先后进入区域 B、区域 C，停止于区域 D；测试现场用键盘依次设置区域编号 A、B、C、D，控制小球完成动作。
- (3) 小球从区域 4 出发，作环绕区域 5 的运动（不进入），运动不少于 3 周后停止于区域 9，且保持不少于 2 秒。
- (4) 其他。

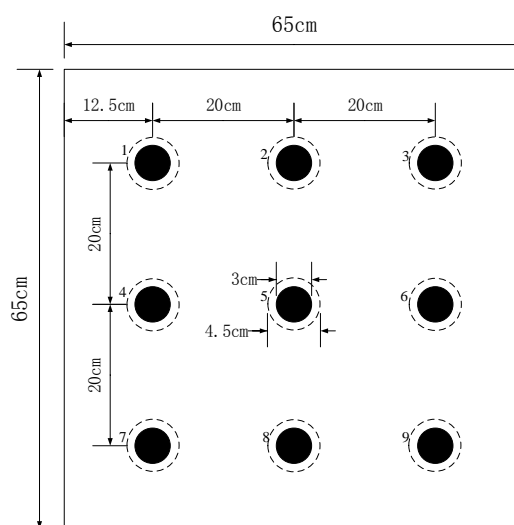


图 1 平板位置分布示意图

### 三、说明

#### 1. 系统结构要求与说明

- (1) 平板的长宽不得大于图 1 中标注尺寸；1~9 号圆形区域外径为 3cm，相邻两个区域中心距为 20cm；1~9 区域内可选择加工外径不超过 3cm 的凹陷；
- (2) 平板及 1-9 号圆形区域的颜色可自行决定；
- (3) 自行设计平板的支撑（或悬挂）结构，选择执行机构，但不得使用商品化产品；检测小球运动的方式不限；若平板机构上无自制电路，则无需密封包装，可随身携带至测试现场；
- (4) 平板可采用木质（细木工板、多层夹板）、金属、有机玻璃、硬塑料等材质，其表面应平滑，不得敷设其他材料，且边缘无凸起；
- (5) 小球需采用坚硬、均匀材质，小球直径不大于 2.5cm；
- (6) 控制运动过程中，除自身重力、平板支撑力及摩擦力外，小球不应受到任何外力的作用。

#### 2. 测试要求与说明

- (1) 每项运动开始时，用手将小球放置在起始位置；
- (2) 运动过程中，小球进入指定区域是指小球投影与实心圆形区域有交叠；小球停留在指定区域是指小球边缘不出区域虚线界；小球进入非指定区域是指小球投影与实心圆形区域有交叠；
- (3) 运动中小球进入非指定区域将扣分；在指定区域未能停留指定的时间将扣分；每项动作应在限定时间内完成，超时将扣分；
- (4) 测试过程中，小球在规定动作完成前滑离平板视为失败；

### 四、评分标准

	项 目		分数
	系统方案	技术路线、系统结构、方案论证	3
设计 报告	理论分析与计算	小球检测及控制方法分析	5
	电路与程序设计	电路设计与参数计算，小球运动检测及处理，执行机构控制算法与驱动	5
	测试结果	测试方法，测试数据，测试结果分析	4
	设计报告结构及规范性	摘要，设计报告结构及正文图表的规范性	3
	合计		20
基本 要求	完成第（1）项		10
	完成第（2）项		10
	完成第（3）项		15
	完成第（4）项		15
	合计		50

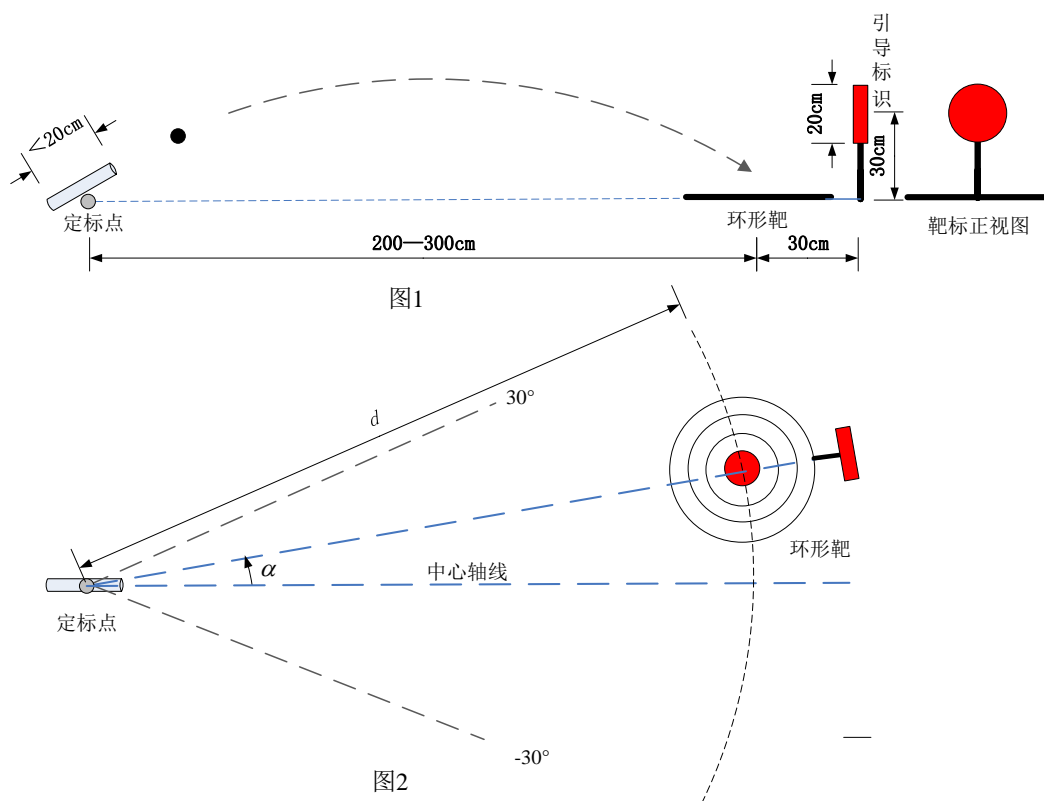
发挥 部分	完成第（1）项	15
	完成第（2）项	15
	完成第（3）项	10
	完成第（4）项	10
	合计	<b>50</b>
总分		<b>120</b>

# 2020 年大连理工大学电子设计竞赛试题

## 模拟电磁曲射炮（第5题）

### 一、任务

自行设计并制作一模拟电磁曲射炮（以下简称电磁炮），炮管水平方位及垂直仰角方向可调节，用电磁力将弹丸射出，击中目标环形靶（见图 3），发射周期不得超过 30 秒。电磁炮由直流稳压电源供电，电磁炮系统内允许使用容性储能元件。



## 二、要求

电磁炮与环形靶的位置示意如图 1 及图 2 所示。电磁炮放置在定标点处，炮管初始水平方向与中轴线夹角为  $0^\circ$ 、垂直方向仰角为  $0^\circ$ 。环形靶水平放置在地面，靶心位置在与定标点距离  $200\text{cm} \leq d \leq 300\text{cm}$ ，与中心轴线夹角  $\alpha \leq \pm 30^\circ$  的范围内。

### 1.基本要求

- (1) 电磁炮能够将弹丸射出炮口。
- (2) 环形靶放置在靶心距离定标点 200~300cm 间，且在中心轴线上的位置处，键盘输入距离  $d$  值，电磁炮将弹丸发射至该位置，距离偏差的绝对值不大于 50cm。
- (3) 用键盘给电磁炮输入环形靶中心与定标点的距离  $d$  及与中心轴线的偏离角度  $\alpha$ ，一键启动后，电磁炮自动瞄准射击，按击中环形靶环数计分；若脱靶则不计分。

### 2.发挥部分

- (1) 在指定范围内任意位置放置环形靶（有引导标识，参见说明 2），一键启动后，电磁炮自动搜寻目标并炮击环形靶，按击中环形靶环数计分，完成时间  $\leq 30\text{s}$ 。
- (2) 环形靶与引导标识一同放置在距离定标点  $d=250\text{cm}$  的弧线上（以靶心定位），引导标识处于最远位置。电磁炮放置在定标点，炮管水平方

向与中轴线夹角 $\alpha=30^\circ$ 、仰角 $0^\circ$ 。一键启动电磁炮，炮管在水平方向与中轴线夹角 $\alpha$ 从 $-30^\circ$ 至 $30^\circ$ 、再返回 $-30^\circ$ 做往复转动，在转动过程中（中途不得停顿）电磁炮自动搜寻目标并炮击环形靶，按击中环形靶环数计分，启动至击发完成时间 $\leq 10s$ 。

(3) 其他。

### 三、说明

#### 1. 电磁炮的要求

- (1) 电磁炮炮管长度不超过 20cm，工作时电磁炮架固定置于地面。
- (2) 电磁炮口内径在 10-15mm 之间，弹丸形状不限。
- (3) 电磁炮炮口指向在水平夹角及垂直仰角两个维度可以电动调节。
- (4) 电磁炮可用键盘设置目标参数。
- (5) 可检测靶标位置自动控制电磁炮瞄准与射击。
- (6) 电磁炮弹丸射高不得超过 200cm。

#### 2. 测试要求与说明

- (1) 环形靶由 10 个直径分别为 5cm、10cm、15cm、... 50cm 的同心圆组成，外径 50cm，靶心直径 5cm，参见图 3。
- (2) 环形靶引导标识为直径 20cm 的红色圆形平板，在距靶心 30cm 处与靶平面垂直固定安装，圆心距靶平面高度 30cm。放置时引导标识在距定标点最远方向。参见图 1。

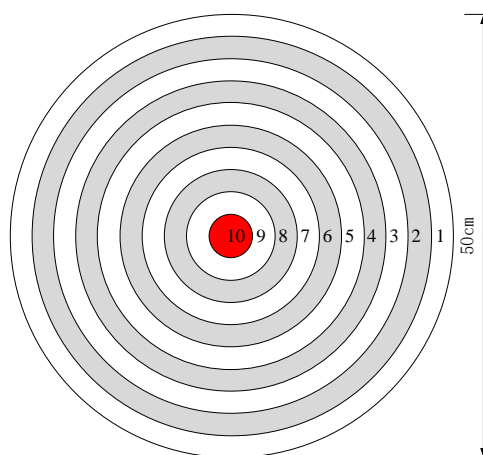


图 3 环形靶

- (3) 弹着点按现场摄像记录判读。
- (4) 每个项目可测试 2 次，选择完成质量好的一次记录并评分。
- (5) 制作及测试时应佩带防护眼镜及安全帽等护具，并做好防护棚（炮口前用布或塑料布搭制有顶且两侧下垂到地面的棚子，靶标后设置防反弹布帘）等安全措施。电磁炮加电状态下现场人员严禁进入炮击区域。



#### 四、评分标准

设计 报告	项 目		分数
	系统方案	技术路线、系统结构、方案论证	3
	理论分析与计算	电磁炮参数计算、弹道分析、能量计算	5
	电路与程序设计	电路设计与参数计算，执行机构控制算法与驱动；电磁炮程序流程及核心模块设计	5
	测试结果	测试方法，测试数据，测试结果分析	4
	设计报告结构及 规范性	摘要，设计报告结构及正文 图表的规范性	3
	小计		20
	基本 要求	完成第（1）项	
完成第（2）项		10	
完成第（3）项		30	
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