

---

附件一：

## **第五届上海市大学生工程训练综合能力竞赛**

# **命 题**

**2015 年 7 月 1 日**

# 第五届上海市大学生工程训练综合能力竞赛命题

## 1.竞赛主题

本届竞赛主题为“**自动辨识无碳小车竞赛**”。

要求经过一定的前期准备后，在比赛现场完成一台符合本命题要求的可运行的机械装置，并进行现场竞争性运行考核。每个参赛作品需要提交相关的设计、工艺、成本分析和工程管理 4 个文件及长度为 3 分钟的关于参赛作品设计及制作过程的汇报视频。

## 2.竞赛命题

本届竞赛命题为“**以重力势能驱动的具有自动辨识并实现方向控制的自行小车**”。

设计一种小车，小车为三轮结构，驱动其行走及转向的能量是根据能量转换原理，由给定重力势能转换而得到的。该给定重力势能由竞赛时统一使用质量为 1Kg 的标准砝码（ $\phi 50 \times 65$  mm，碳钢制作）来获得，要求砝码的可下降高度为  $400 \pm 2$  mm。标准砝码始终由小车承载，不允许从小车上掉落，如图 1 所示为小车示意图。

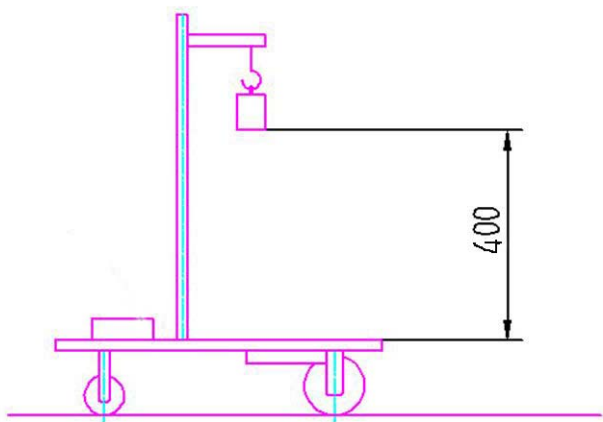


图 1 无碳小车示意图

要求小车在行走过程中完成前行动作所需的能量只能是给定重力势能转换而得，不可以使用任何其他来源的能量。

要求小车具有转向控制机构，且转向控制由自识别控制系统完成，采用光电装置自动识别线条（材料：加厚亚光麻面防水壁纸 PVC 贴，颜色：黑色）、障碍物（材料：雪弗板，颜色：白色）、带有（挑战赛）或不带有（常规赛）MCU 智能芯片的电路控制微型电机改变方向绕过障碍物，以适应放有不等间距障碍物的赛道（材质：加厚亚光麻面防水壁纸 PVC 贴，颜色：白色）上。

具体设计、材料选用及加工制作均由参赛学生自主完成。

### **3.竞赛安排**

每个参赛队由 3 名在校本科大学生和 2 名指导教师（1 名兼领队）组成，每个参赛队只能参加一个常规赛项目，挑战赛每校只能派一个参赛队，参加校、省竞赛。

#### **3.1 本校制作**

参赛队按本竞赛命题的要求，在各自所在的学校内，自主设计，独立制作出一台参赛小车。

#### **3.2 集中参赛**

- 1) 携带在本校制作完成的小车作品参赛。
- 2) 报到时提交参赛作品的结构设计方案、工程管理方案、加工工艺方案及成本分析方案共 4 个文件（分别提交纸质版文件一式 2 份、电子版文件 1 份），文件按本竞赛秘书处发布的统一格式编写。
- 3) 提交 1 份 3 分钟的视频，（格式要求：MPEG 文件，DVD-PAL 4:3，24 位，720 x576，25 fps，音频数据速率 448 kbps 杜比数码音频

48KHz) 视频的内容是关于本队参赛作品赛前设计及制作过程的汇报及说明。

4) 提交 PPT 文件 1 份, 内容是阐述小车的设计、制作方案说明及体会。

#### **4. 方案文件要求**

所有文件有标识学校或参赛队及队员的信息均扣除方案设计成绩。

##### **1) 结构设计方案文件**

完整性要求: 小车装配图 1 幅、要求标注所有小车零件 ( A3 纸 1 页 ) ;

装配爆炸图 1 幅 ( 所用三维软件自行选用 , A3 纸 1 页 ) ;

传动机构展开图 1 幅 ( A3 纸 1 页 ) ;

转向控制电路图 1 幅 ( A4 纸 1 页 )

设计说明书 1-2 页 ( A4 ) 。

正确性要求: 传动原理与机构设计计算正确, 选材和工艺合理。

创新性要求: 有独立见解及创新点。

规范性要求: 图纸表达完整, 标注规范; 文字描述准确、清晰。

##### **2) 工艺设计方案文件**

按照单件小批量的生产纲领, 自选作品小车上一个较复杂的零件, 完成并提交工艺设计方案报告 ( A4 , 2 - 3 页 ) 。要求采用统一的方案文件格式 ( 网上下载 ) 。

##### **3) 成本分析方案文件**

分别按照单件小批量生产纲领对作品小车产品做成本分析。内容应包含材料成本、加工制造成本两方面 ( A4 , 2 - 3 页 ) 。要求采用统一的方案文件格式 ( 网上下载 ) 。

#### 4) 工程管理方案文件

按照单件小批量对作品小车产品做生产工程管理方案设计( A4 , 2 - 3 页 )。要求目标明确 , 文件完整 , 计划合理 , 表达清楚。采用统一的方案文件格式 ( 网  
上下载 )。

### 5.竞赛项目

经现场抽签产生障碍物数量、坡度角度大小、障碍物间距等参数。

#### 5.1 控制电路板设计 , 焊接与调试

##### 1) 常规赛

各队选派 1 名队员 , 对本队的参赛小车上自行设计的控制电路板现场焊接和安装。所用线路板和分立元器件除比赛现场提供外均自带 , 以及焊接、检测等工具和耗材自带 , 现场提供操作工作台。对违反规定的行为按减分法处理。

现场提供的元器件 : 集成式光电传感器[型号 : LF1838 VS1838B , 数量不限 , 只限于开关量信号]、电池[型号 : 14500 , 磷酸铁锂电池数量 2 节 , 兼容 5 号电池 , 电压 3.2V/节 , 支持大电流放电 , 容量 1200mAh]、转向舵机[型号 : ES08MA ( 重量 12g , 扭力 2kg , 6V 空载时速度 0.1 秒/60° ) 或 ES3104 ( 重量 19g , 扭力 3kg , 6V 空载时速度 0.12 秒/60° )。

##### 2) 挑战赛

各队选派 1 名队员 , 对本队参赛小车上自行设计的控制电路板 , 进行现场安装给定单片机 , 并进行软件设计与调试。现场提供操作工作台。对违反规定的行为按减分法处理。

现场提供的元器件：集成式光电传感器[型号：LF1838 VS1838B，数量不限，只限于开关量信号]、电池[型号：14500，磷酸铁锂电池数量 2 节，兼容 5 号电池，电压 3.2V/节，支持大电流放电，容量 1200mAh]、转向舵机[型号：ES08MA (重量 12g，扭力 2kg，6V 空载时速度 0.1 秒/60°) 或 ES3104 (重量 19g，扭力 3kg，6V 空载时速度 0.12 秒/60°)]，MCU (型号：STC、PIC、Atmel、TI 等系列 8 位单片机)。

本项竞赛内容应在规定时间内完成，逾时不能进入后续比赛。

## 5.2 参赛小车拆装调试

各队选派 2 名队员，对本队参赛小车上的所有零件（拆到零件）进行拆卸和装配小车和控制电路板的安装，以及小车初步调试。裁判人员根据参赛队提供的装配图纸进行检查。所需拆装工具、刀具和量具自带，现场将提供钳工台，现场不提供车、铣、钻孔等常规加工作业。对违反规定的行为按减分法处理。

本项竞赛内容应在规定时间内完成，逾时不能进入后续比赛。

## 5.3 轨迹识别螺线赛道常规赛

竞赛小车在前行时能够自动检测赛道轨迹--**螺线前行**（如图 2 所示），以小车前行的有效距离来评定成绩。

参加赛道竞赛的参赛队，用在现场调整装配后的小车，加载由竞赛组委会统一提供的标准砝码和挂砝码的线，在指定的赛道（阿基米德螺旋线和 500~1000mm 的中段直线）上进行比赛。赛道线条宽度为 20mm 的黑线。小车出发位置指定，小车前行必须沿着指定的线条，偏离线条（线条不在两后轮之间）比赛终止。所有螺线包络在最大直径为 1500mm，由大逐渐缩小，

最小直径为 200mm，螺距最小为 130mm。每队小车运行 2 次，取 2 次成绩中的最好成绩，如果小车跑完全程，砝码剩余高度计入成绩。

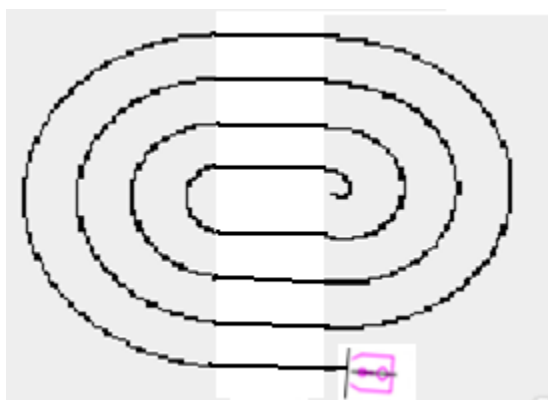


图 2 无碳小车在重力势能作用旋线赛道自动行走示意图

#### 5.4 “S” 型壁障赛道常规赛

竞赛小车在前行时能够自动绕过赛道上设置的障碍物（如图 3 所示）。障碍物为长 450mm、高 40~50mm、厚度 2~3mm 的长方体板，以赛道中线两侧不等距离摆放。以小车前行的距离来评定成绩，撞倒障碍物和碰赛道边界挡板均结束本次比赛。

参加“S”型赛道竞赛的参赛队，用在现场调整装配后的小车，加载由竞赛组委会统一提供的标准砝码和挂砝码的线，在指定的赛道（材料：木质地板）上进行比赛。赛道宽度为 1000mm，障碍物之间的间距在 500-1300mm 范围内。小车出发位置必须在有障碍物一侧，但不得超过出发端线和赛道边界挡板（高 50mm）。每队小车运行 2 次，取 2 次成绩中的最好成绩，如果小车跑完全程，砝码剩余高度计入成绩。

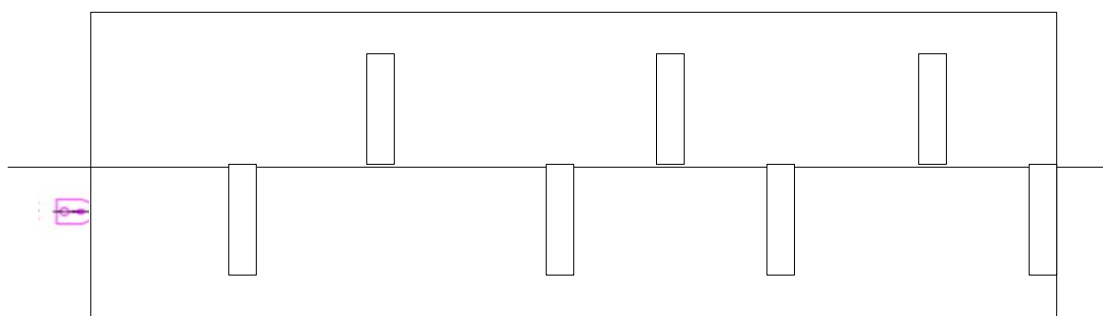


图 3 无碳小车在重力势能作用下自动识别障碍物绕行示意图

小车有效的绕障方法为：小车从赛道一侧越过一个障碍时，不能碰撞障碍物，且以绕过中线为有效，如碰撞障碍物不被撞倒或不推出障碍物定位区域则继续运行；连续运行，直至小车撞倒障碍物或小车停止或小车任意部位进入边界线比赛结束。小车有效的运行距离为：停止时小车最远端与出发线之间的垂直距离。

### 5.5 多边形赛道识别与避障综合挑战赛

本项竞赛为采用单片机控制的赛道有一定上坡的识别与避障综合挑战赛。竞赛小车以重力势能驱动前行，具有带 MCU 设别赛道及方向控制电路功能。**多边形**赛道宽度为 1000mm，转弯角度不小于 100 度（如图 4 所示），外边长在 1500-3000mm 之间，障碍物之间的间距在 600-1200mm 范围内。小车在前行时能够自动设别赛道，自动控制壁障和转向。赛道边线是宽 20mm 的黑线（材料：加厚亚光麻面防水壁纸 PVC 贴）。在小车前行的赛道上有长 500mm、高 40~50mm、厚度 2~3mm 的长方体板的障碍物，小车成功避障继续前行。小车出发位置自定，但不得超过出发端线和赛道边界线。在赛道上设置 5 度的上坡和下坡（度数不限）。每队小车运行 2 次，取 2 次成绩中的最好成绩。以小车前行的爬坡和下坡，以及避障数量综合评定成绩。



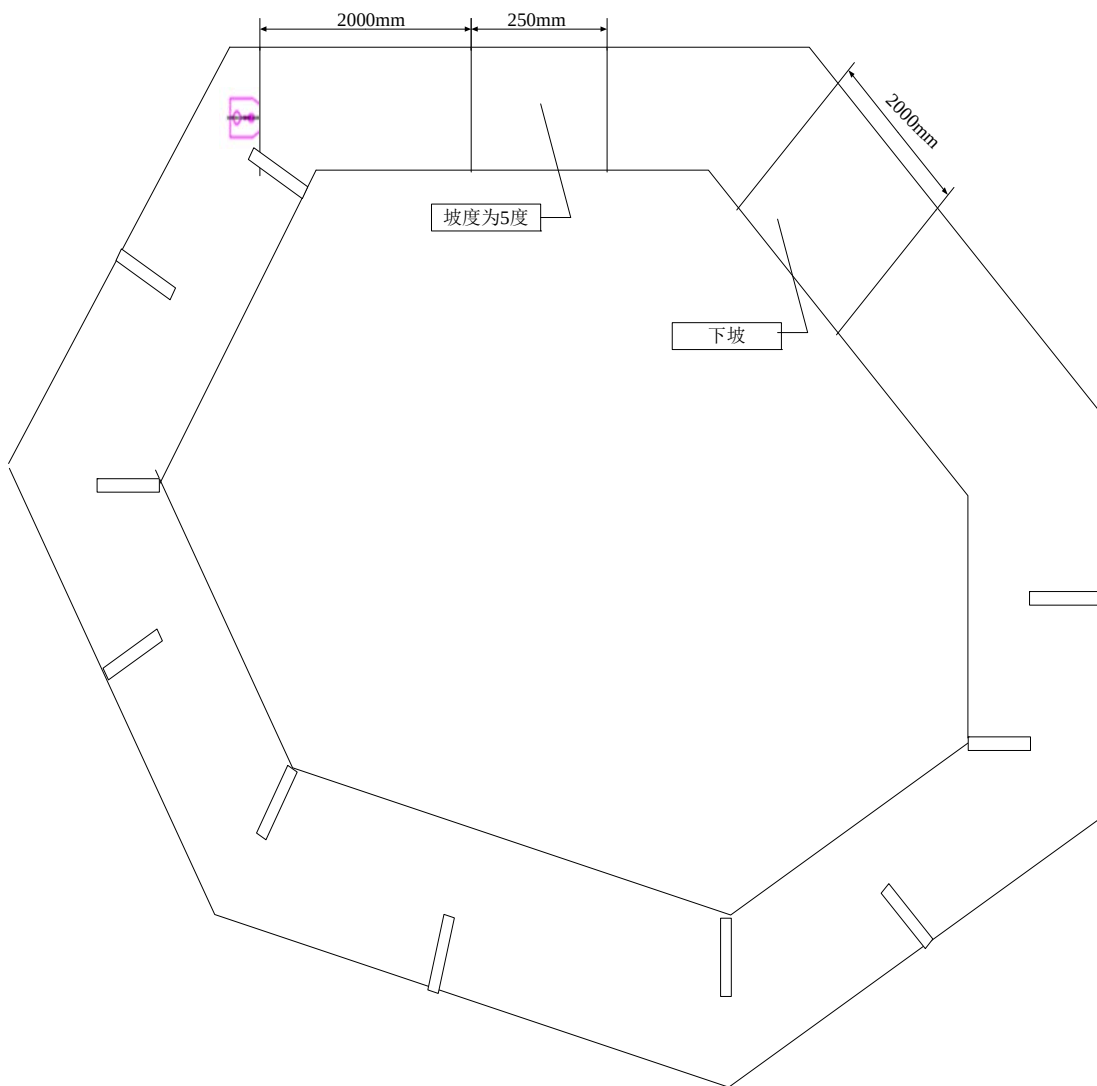


图 4 多边形赛道场地

## 6.奖项分配

常规赛螺旋赛道组和“S”型赛道组各设一、二、三等奖，一等奖 30%，二等奖 30%，其余为三等奖、优秀奖和无奖。

挑战赛“设一、二、三等奖，其奖项视参赛队数量定。

上海市大学生工程训练综合能力竞赛秘书处

(上海应用技术学院代盖章)

2015 年 7 月 1 日