

第七届上海市大学生工程训练综合能力竞赛决赛

命题及规则

1.竞赛主题

本届竞赛以 3D 打印技术为主题，以无碳小车为竞赛作品，在规定赛道上完成越障竞赛，即“**3D 打印的无碳小车竞赛**”。

要求经过一定的前期准备后，按照 3D 打印工艺，在比赛现场完成一台符合本命题要求的可运行的无碳小车，并进行现场各个环节的竞争性考核。每个参赛作品均需提交相关基于 3D 打印的小车及结构设计、工艺设计和成本分析 3 个文件。

2.竞赛命题

本届竞赛命题为“**以势能驱动的具有方向控制功能的自行车**”。

设计一种小车，驱动其行走及转向的能量是根据能量转换原理，由给定重力的势能转换而得到的。该给定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 300 ± 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。

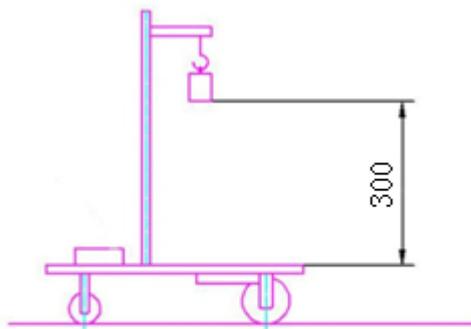


图 1 重力势能小车示意图

要求小车在行走过程中完成所有动作所需的能量均由此给定重力势能转换而得，不可以使用任何其他来源的能量。

要求小车为三轮结构。其中一轮为转向轮，另外二轮为行进轮，允许二行进轮中的一个轮为从动轮。小车结构设计及 3D 打印加工制作均由参赛学生自主完成。其中除轴承、螺钉、螺栓、键、销、垫圈等类型的标准件，以及 1Kg 标准砝码（不含吊钩）、吊砝码的支撑杆和线外，无碳小车零件必须全部采用指定的 3D 打印工艺完成。如果违反规定使用其他非标准件或被加工处理的标准件，取消比赛资格。

3.竞赛内容及成绩

竞赛使用现场 3D 打印加工及装配的无碳小车竞赛。由无碳小车的 3D 打印加工与装配、小车行走和技术方案评定等项目组成，具体决赛评分内容如表 1 所示。

表 1 竞赛各环节分数比例

序号	环节	评分项目	主要内容	分数
1	第一环节	无碳小车加工及装配	无碳小车零件的 3D 打印及装配与调试	35
2	第二环节	无碳小车行走	无碳小车赛道避障行走	50
3	第三环节	技术方案评定	设计、工艺及成本报告评定	15
总分				100

4.参赛队数及人数规定

每个参赛队由不多于 3 名在校本科大学生和不多于 2 名指导教师组成，其中

可以指定其中 1 名老师为本单位所有参赛队的联系人。每个学校一个项目最多可以派出 2 个队，两个项目最多可以派 4 个队。

5.竞赛安排

5.1 集中参赛

- 1) 携带在本校自行设计的无碳小车电子文档，在竞赛现场使用指定的设备制作完成自己的小车作品参赛。
- 2) 报到时提交满足主题要求的参赛作品的结构设计报告、加工工艺报告和成本分析报告共 3 个文件(分别提交纸质版文件一式 2 份)，文件按本竞赛秘书处发布的统一报告格式编写。
- 3) 比赛报到时，需提交标准件详细清单(提交纸质版文件一式 2 份，并加盖中心公章)，如果对一些标准件有异议，则需提供相应国标佐证进行核实。

5.2 方案文件要求

1) 结构设计报告

按照 3D 打印工艺的要求，完成小车的结构设计。

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)；

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) 工艺设计报告

按照单件小批量，采用 3D 打印工艺，提交工艺设计报告（A4，2 - 3 页）。

要求采用统一的方案文件格式。

3) 成本分析报告

按照单件小批量，采用 3D 打印工艺，内容包括材料成本、人工成本和制造成本等，提交小车的整个成本的分析报告（A4，2 - 4 页）。

说明：所提交的材料不能有任何可以识别参赛队学校的名称和参赛队任何成员等信息，否则成绩为 0。

6.竞赛项目及间距

本次竞赛为“S”型和“8 字”型两个项目。经现场公开抽签，在 700~1300mm 范围内产生“S”型赛道障碍物间距值，在 300~500mm 范围内产生“8 字”型赛道障碍物间距值。

6.1 第一环节竞赛：无碳小车加工及装配

首先抽签产生“S”型赛道和“8 字”型赛道障碍物间距，然后根据障碍物间距可以修改设计，参赛队在规定时间内完成除上述规定零件外的无碳小车所有零件的 3D 打印加工、处理及装配。电脑、设计软件、拆装工具和量具，以及其他耗材均自备，现场不提供钳工台，3D 打印材料只能使用组委会提供的。对违反规定的行为按减分法处理。

1) **规定时间内完成**：本环节应在规定时间内完成本项所有零件加工和装配，满分为 35 分，起评分为 5 分，以第一完成为满分，其无碳小车加工与装配竞赛

成绩为：

$$\text{小车加工与装配成绩} = 35 - 30 \times (\text{名次} - 1) / (\text{项目 } i \text{ 参赛队数} - 1)$$

式中： i 为参赛项目 1、2。

2) **规定时间未完成**：在规定延时时间内可以继续加工，小车加工成绩为 0 分。

说明：

1) 加工和装配结束所提交小车为第二环节竞赛的小车，经裁判检查及双方签字确认后方可提交，不签字成绩无效；

2) 违规减分：违规 2 分/次，减分累计计入总成绩。

6.2 第二环节竞赛：无碳小车行走

1) “S”型赛道小车行走竞赛

竞赛小车在前行时能够自动绕过赛道上设置的障碍物，赛道宽度为 2 米，障碍物为直径 20mm、高 200mm 的圆棒，沿赛道中线摆放障碍物，出发线距第一个障碍及障碍与障碍之间的间距均相同，障碍物间距由现场公开抽签产生。如图 2 所示。

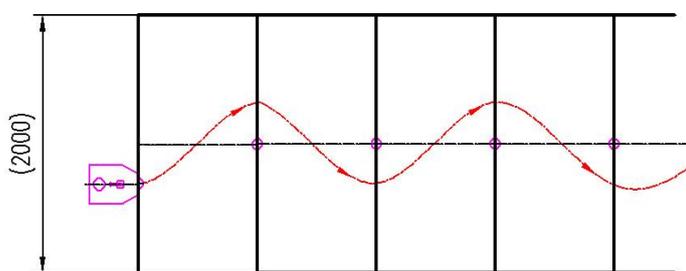


图 2 无碳小车在重力势能作用下自动行走示意图

参加“S”型赛道竞赛的参赛队，用在现场打印、装配、调试后的小车，加载由竞赛组委会统一提供的标准砝码，在参赛队所抽的赛道上进行比赛。小车出发位置自定，但不得超过出发线和赛道边界线。以小车前行的距离和成功绕障数量

来评定成绩。每队小车运行 2 次，取 2 次成绩中的最好成绩。

小车有效的绕障方法：小车从赛道一侧越过一个障碍后，整体越过赛道中线且障碍物不被撞倒或推出障碍物定位圆；连续运行，直至小车停止。小车有效的运行距离：停止时小车最远端与出发线之间的垂直距离。凡小车走到终点时，记录砝码剩余高度，按照砝码剩余高度同比例分值计入参赛成绩。

评分标准：每米得 2 分，测量读数精确到毫米；每成功绕过 1 个障碍物得 8 分，以车体投影全部越过赛道中线为判据。1 次绕过多个障碍物时只算 1 个；多次绕过同 1 个障碍物只算 1 个；障碍物被撞倒或推开均不得分。

按照上述算分办法计算出每个参赛队得分，其无碳小车行走实际成绩为：

$$\text{小车行走成绩} = 50 \times \frac{\text{小车实际行走成绩}}{\text{本项目组行走最好成绩}}$$

说明：在发车时，有手推小车违规现象，取消本次运行成绩。

2) “8 字”型赛道小车行走竞赛

小车在半张标准乒乓球台（长 1525mm、宽 1370mm）上，绕两个障碍物按“8 字”型轨迹运行。障碍物为直径 20mm、长 200mm 的 2 个圆棒，相距一定距离放置在半张标准乒乓球台的中线上，该障碍物间距由现场公开抽签产生，以小车完成 8 字绕行圈数的多少来评定成绩，如图 3 所示。

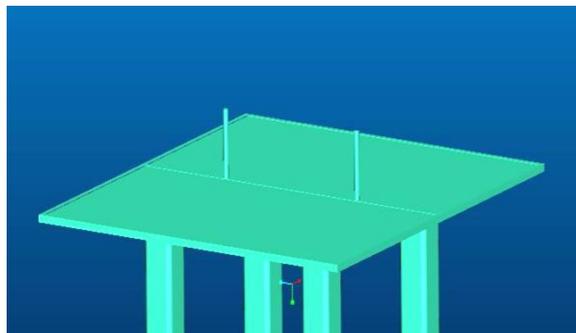


图 3 “8 字”型赛道竞赛所用乒乓球台及障碍设置图

参加“8字”型赛道竞赛的参赛队，使用在现场打印、装配、调试后的小车及组委会统一提供的标准砝码参赛。出发点自定，每队小车运行2次，取2次成绩中最好成绩。

一个成功的“8字”绕障轨迹：两个封闭图形轨迹和轨迹的两次变向交替出现，变向指的是：轨迹的曲率中心从轨迹的一侧变化到另一侧。

比赛中，小车需连续运行，直至停止。小车没有绕过障碍、碰倒障碍、将障碍物推出定位圆区域、砝码脱离小车、小车停止或小车掉下球台均视为本次比赛结束。

评分标准：每成功绕过1个完整8字得10分。

按照上述算分办法计算出每个参赛队得分，其无碳小车行走实际成绩为：

$$\text{小车行走成绩} = 50 \times \frac{\text{小车实际行走成绩}}{\text{本项目组行走最好成绩}}$$

说明：在发车时，有手推小车违规现象，取消本次运行成绩。

6.3 第三环节：技术方案评定

该环节为评定各参赛队所提交的技术方案，技术方案包括结构设计、工艺设计和成本分析3个报告。由方案评审组对每个参赛队提交的方案文件进行评阅，此环节的3个报告各占5分，整个竞赛环节总分15分，各报告按照100分计算，其中基础占50分（按照规则提交完整的技术方案，少一项扣50分）。

按照上述算分办法计算出每个参赛队得分，其无碳小车方案实际成绩为：

$$\text{技术方案成绩} = 5 \times \left(\frac{\text{结构设计成绩} + \text{工艺设计成绩} + \text{成本分析成绩}}{100} \right)$$

7. 奖项分配

本届大赛的初赛由各高校自行举办。决赛的奖项设置如下：

按不同参赛项目计算各队总成绩，按各项成绩之和由高到低，设特等奖、一等奖、二等奖、三等奖，其中特等奖 20%，一等奖 30%，二等奖 40%，其余为三等奖。对组织优秀的学校可以设置优秀组织奖等。

若全国工训大赛有类似项目，则该类似项目成绩最好的将成为代表上海市参加国赛。

8. 时间安排

初赛时间：2017 年 8 月 15 日前，各高校组织

报名时间：2017 年 9 月 15 日前，承办学校组织

决赛时间：2017 年 10 月下旬在上海第二工业大学举行，具体时间另行通知。

附：大赛使用组委会提供的 3D 打印机型号如下：



成型技术	熔融挤压 (MEM)	耗材	ABS, ABS+, PLA 支持1KG耗材,支持第三方耗材
成型尺寸	255 x 205 x 205 mm (W x H x D) 10" x 8" x 8" (W x H x D)	配套软件	UP Studio
打印头	单喷头, 易于维修	兼容文件格式	STL, UP3, UPP
分层厚度	0.1/0.15/0.20/0.25/0.30/0.35/0.40 mm	连接方式	USB, WIFI
支撑结构	智能支撑: 自动生成, 容易剔除 (支撑范围可调)	操作系统	Windows / Mac / iOS (iPhone, iPad)
打印平台校准	全自动调平和喷嘴对高	电源	110-240VAC, 50-60 Hz, 220W
打印平台表面	加热平台配多孔板UP Flex打印板	机身结构	封闭式, 塑料外壳加金属骨架
原机打印	支持	重量	20KG / 44LB
空气过滤	支持	机身尺寸	485 x 520 x 495mm (W x H x D)
断电续打	支持	售后服务	一年保修 (可延保), 终身免费在线支持
耗材用尽续打	支持	高级功能	LED呼吸指示灯, 显示打印机状态



UP BOX+ 3D打印机 专家首选

- 空间大
- 高精度
- 多材料 (ABS, PLA)
- 开放温度
- Wi-Fi
- 断电续打

北京太尔时代科技有限公司
北京市怀柔区雁栖经济开发区雁栖大街18号
www.tiertime.com