

# 第七届浙江省大学生工程训练综合能力竞赛

## 工程基础赛道竞赛命题要求和评分细则

本赛道主要包括势能驱动车、热能驱动车二个赛项。

### 1. 现场运行场地

驱动车场地为近水平铺设的 $5200\text{mm}\times 2200\text{mm}$ 长方形平面区域(如图1所示),由两段 $3000\text{mm}$ 的直线段和两段半径为 $1000\text{mm}$ 圆弧段组合成一条封闭环形赛道和一条8字赛道,绿粗实线为边框和中间隔板,两块长 $1000\text{mm}$ 的中间隔板位于两条直线段赛道之间,且两块中间隔板之间有 $1000\text{mm}$ 的缺口,缺口处的隔板中心线上可以放一块活动隔板(如图2所示),活动隔板和中间隔板的厚度不超过 $12\text{mm}$ ,用于构成8字S的运行轨迹;赛道上的点画线为驱动车行走的中心线,赛道两侧的半圆弧赛道的细实线(黑色)为赛道边界线,驱动车必须在规定的赛道内运行;双点划线为要求驱动车绕桩方向的示意线,小车比赛时,场地每次一辆车,参赛队可自由选择从哪个发车区发车;除驱动车必须按照规定的出发方向出发外,驱动车前行方向不限;驱动车必须放置在发车区域内,以及在发车线后按照指示的出发方向发车;在赛道中心线上放置有障碍物(桩)(红色圆点),障碍桩为直径 $20\text{mm}$ 、高 $200\text{mm}$ 的圆棒,其障碍桩数量和间距(注释:障碍桩间距指两个障碍桩中心线之间的距离)抽签决定。

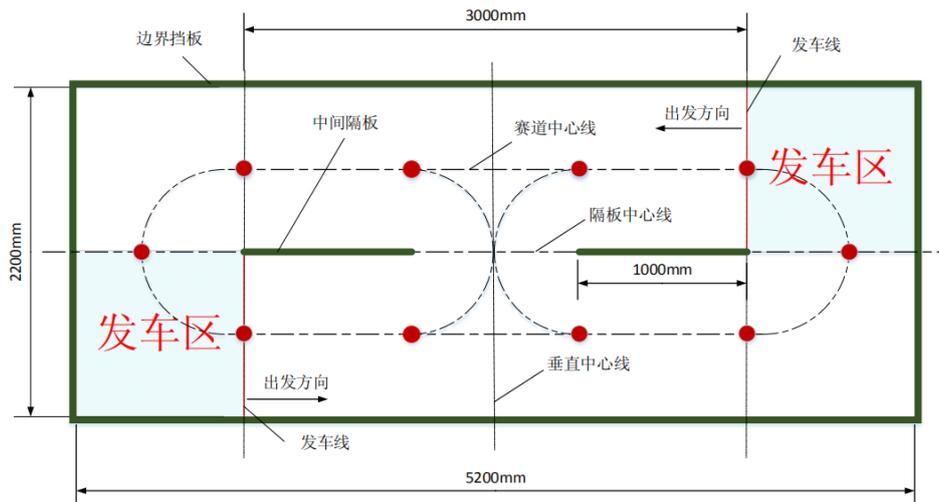


图1 驱动车赛道示意图(注:赛道上无“发车区”字样和“剖面线”)  
(说明:  $5200\text{mm}$ 、 $2200\text{mm}$  均为内尺寸)



图 2 活动隔板形状

初赛环节，沿直线赛道中心线上放置 4 个障碍桩（如图 3 所示），最初障碍桩是从出发线开始按平均间距 1000mm 摆放，其中要求第一根障碍桩和第四根障碍桩的位置永远不变，中间两根障碍桩（第二根障碍桩和第三根障碍桩）位置在  $-300\sim+300\text{mm}$  范围内同向（以出发方向为基准，“正”为赛道逆时针）调整（第二根障碍桩和第三根障碍桩间距不变），其调整位置按 150mm 为间隔（ $-300, -150, 0, 150, 300$ ），其调整值由现场抽签（签上标注调整位置）决定并公布。

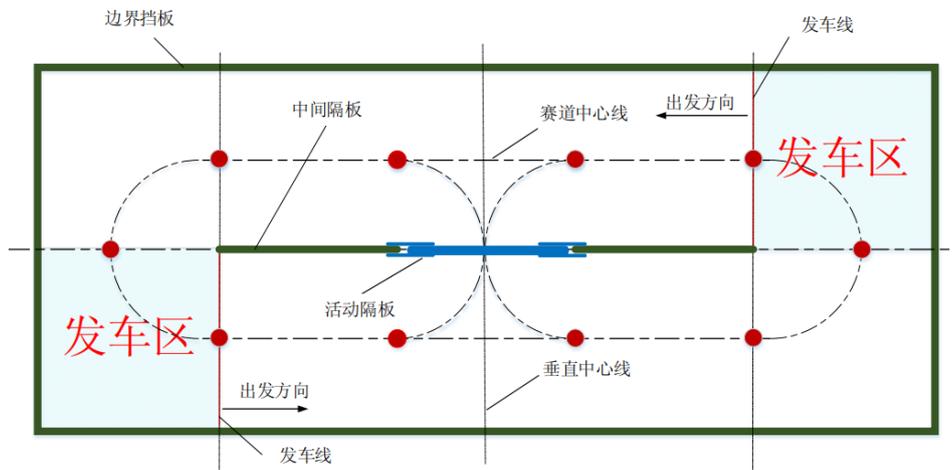


图 3 现场初赛赛道示意图

决赛环节，障碍桩沿直线赛道方向的垂直中心线对称分布并等间距放置，其放置的障碍桩间距不小于 600mm，其障碍桩间距和障碍桩数抽签决定，现场拆装之前公布，决赛赛道示意图如图 4 所示。

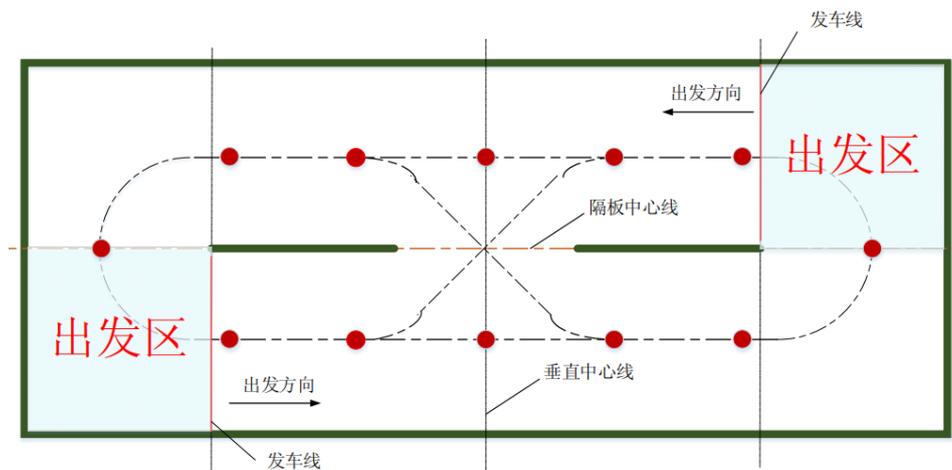
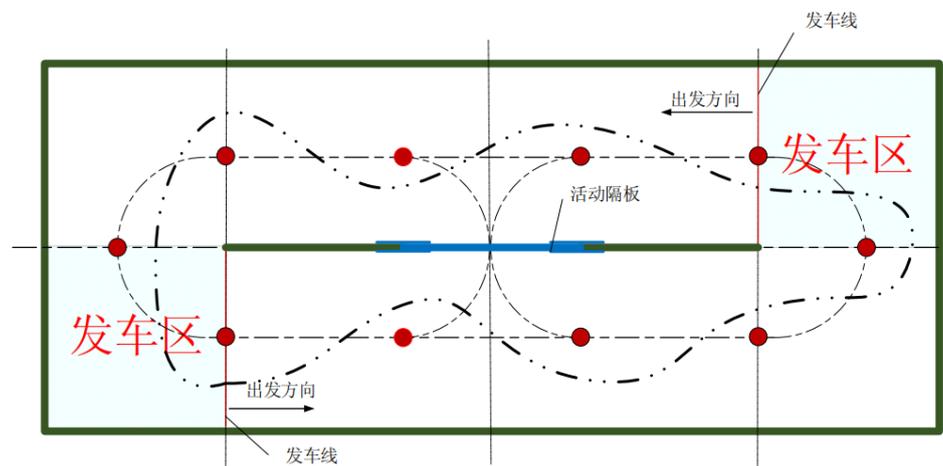


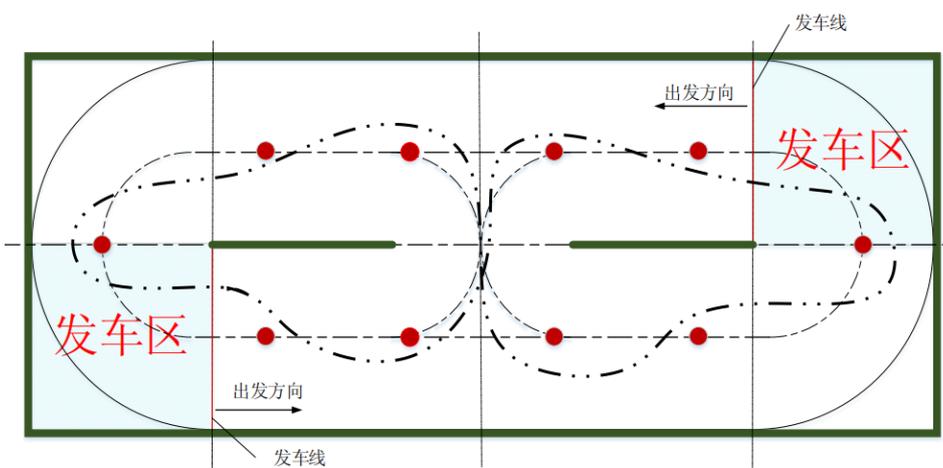
图 4 现场决赛赛道示意图

## 2. 竞赛运行方式

驱动车的运行方式有环形S、8字S和综合三种；其中环形为在赛道上走S轨迹（如图5a所示），8字为在赛道上走8字S轨迹（如图5b所示），综合则为在运行的赛道上完成环形S和8字S，但其轨迹可以自由组合。初赛的车辆运行方式有环形S一种，决赛的车辆运行方式有环形S、8字S和综合三种。



a) 驱动车的环形S赛道轨迹示意图



b) 驱动车的8字S赛道轨迹示意图

图5 驱动车赛项运行方式示意图

驱动车在指定赛道上以选定的环形S、或8字S，或综合的运行方式绕过障碍桩进行比赛，若驱动车运行脱离赛道或没有以选定的运行方式运行或停止运行，比赛结束，没有在指定赛道上以选定的运行方式运行视为运行脱离赛道。

## 3. 运行轨迹的难度系数

决赛中，将三种运行方式的难易程度分为三级，对应的难度系数W如表1所示。

表 1 运行轨迹的难度系数 P 对照表

运行轨迹难度等级	一级	二级	三级
运行方式	环形 S	8 字 S	综合
难度系数 W	1.0	2.0	3.0

#### 4. 赛程及评分

竞赛分为初赛和决赛组成。初赛由现场初赛、任务命题文档评审二个环节组成，初赛采用环形 S 运行方式。决赛由现场拆装、现场实践与考评、现场决赛等三个环节组成。其中，通过初赛形成参赛队初赛成绩，分别按照排名前 40%的参赛队进入决赛，初赛成绩不带入决赛。各竞赛环节评分比例如表 2 所示。

表 2 势能、热能驱动车竞赛各环节分数比例

序号	环节	赛程	评分项目/赛程内容	分数
1	第一环节	初 赛	任务命题文档	30
2	第二环节		现场初赛	70
3	第三环节	决 赛	现场拆装	15
4	第四环节		现场实践与考评	25
5	第五环节		现场决赛	60

注：高职高专组无第四环节。

初赛和决赛成绩排序：

- (1) 以参赛队初（决）赛总成绩排名；
- (2) 若出现参赛队初（决）赛总成绩相同，则按现场初（决）赛成绩排序，分高者优先排序；
- (3) 如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

#### 5. 基本竞赛规则

- 1) 以驱动车前行的距离和成功绕过障碍桩数量来评定成绩，驱动车成功绕过障碍桩的评定：驱动车须分别从前后相邻两根障碍桩的左侧（或右侧）和右侧（或左侧）绕过方可计入成绩；对 8 字 S 运行方式的驱动车不含赛道垂直中心线上的障碍桩；
- 2) 驱动车至少运行环形 S 半圈以上或 8 字 S 半圈以上，方认可实现所选运行方式；如果没有实现所选择的运行方式，则按照环形 S 的运行方式

50%计入成绩；

- 3) 在拆装环节，驱动车上完成上述驱动、变速和转向功能零部件都必须拆装；
- 4) 驱动车一次绕过多根桩或多次绕过同一根桩均算作绕过一根桩，障碍桩被推出定位圆或被推倒均不得分；
- 5) 环形 S 的驱动车每绕过一个障碍桩得 8 分（以驱动车整体越过赛道中线为准），驱动车行走的距离每延长一米得 2 分，在中心线上测量；8 字 S 的驱动车每绕过一个障碍桩或穿过两块中间隔板之间的缺口得 8 分，驱动车行走的距离每延长一米得 2 分，在中心线上测量；
- 6) 参赛队伍通过抽签决定现场运行比赛专用场地，预赛、决赛均有 2 次机会，2 次比赛的最高分记入得分；
- 7) 比赛时，每一次发车前都有固定的调试时间，（势能驱动车的 2 次调试时间均为 2 分钟；热能驱动车的第一次调试时间为 4 分钟，第二次调试时间为 2 分钟）。驱动车在图 2 所示发车区出发线（红线）后（不得压线）按指定方向出发，出发位置在发车区内自行决定。比赛准备完毕时，经裁判检查、测量符合要求后，队员不得再触碰小车，裁判发出发车指令后，由选手向前拿起档块，档块拿起后 30 秒内小车未能启动，本次比赛结束；
- 8) 在竞赛过程中，势能驱动车的砝码从车上掉落，热能驱动车的酒精灯出现酒精溢出，立即结束比赛。

## 6. 竞赛社区提供的设备

竞赛社区提供：220V 交流电，一体化数控加工设备（虚拟仿真机+数控车、铣）、钳工台等设备，液态酒精（酒精浓度大于或等于 95%）。

参赛队自备：50mm×40mm×40mm 档块，竞赛所需的笔记本电脑、相关软硬件，社区零件加工时的零件毛坯（加工安装与对刀要求赛前通知），小车的装调工具等；参加热能驱动车赛项的队伍需自备 5ml 带刻度的标准量筒、防火毯、灯芯。

## 7 势能驱动车赛项

### 7.1 势能驱动车参赛作品/内容要求

自主设计并制作一台有方向控制功能的自行势能驱动的势能驱动车，该车行走过程中完成所有动作的能量均由给定的重力势能转换而得，不允许使用任何其他形式的能量。该给定重力势能由满足竞赛规则要求的自制砝码来获得，砝码尺寸和形状不限，质量小于等于 1KG，砝码始终由势能驱动车承载，不允许从势能驱动车上掉落，砝码的下降高度为砝码最下端至最终降落的平面距离，垂直高度为  $300\text{mm}\pm 2$ ，下降的方式不限，下降高度须保证现场裁判准确方便的测量。如图 6 所示为势能驱动车示意图。

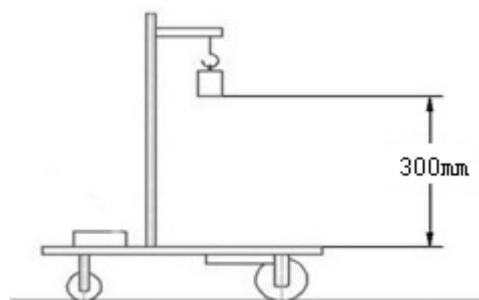


图 6 势能驱动车示意图

势能驱动车的车轮数量、砝码形状及下降形式均不限，具有可调节的转向控制机构，以适应放有不同间距障碍桩的竞赛场地。势能驱动车的设计、选材及加工制作均由参赛学生自主完成。

### 7.2 势能驱动车初赛

#### 7.2.1 任务命题文档 A（30 分）

每支参赛队按照规定模版提交任务命题方案。根据要求，给出如何根据任务进行传动机构设计，特别是主要传动零件或机构的设计依据及方法，以及对竞赛过程给出自己的设想（可以从准备时间、分数分配、放车要求、运行路径、障碍桩间距、传动机构计算方法等方面考虑）。

依据各参赛队提交的任务命题文档，优化整合出多套任务命题方案，经现场抽签环节决定现场任务，任务内容关键信息包括：

- 1) 策划环形 S、8 字 S，综合的运行轨迹；
- 2) 策划环形 S、8 字 S，综合的障碍桩间距；

3) 详细给出运行轨迹的传动机构计算方法。

### 7.2.2 现场初赛 B (70 分)

势能驱动车使用自制砝码，按照环形 S 的运行轨迹前行，其成绩计算具体如下。

$$B = 70 \times \frac{\text{驱动车初赛现场运行得分}}{\text{驱动车初赛现场运行最高得分}}$$

式中，初赛现场运行得分计算方法如下：

$$\text{环形 S: 驱动车决赛现场运行得分} = 2 \times S + 8 \times N$$

式中，S 为驱动车的有效运行距离 (m)；N 为成功绕桩数量。

### 7.2.3 势能驱动车初赛总成绩

$$P = A + B$$

## 7.3 势能驱动车决赛

### 7.3.1 势能驱动车机械拆装 C (15 分)

#### 1) 现场抽签

在该环节开始前，提交参赛队势能驱动车的运行方式：环形 S、8 字 S，综合，且只能申请一种方式。

抽签产生障碍桩间距和桩数（高职高专组障碍桩间距和桩数提前通知）。

提交运行方式。

#### 2) 现场拆装

要求参赛队对本队势能驱动车的安装有齿轮、凸轮、链轮和皮带轮等传动构件的轴，主要包括驱动轴、变速轴和转向轴及轴上所有零件全部拆卸，没有驱动、变速、转向功能的轴（砝码的滑轮轴、活塞与连杆、飞轮上与连杆连接的销轴等）不拆卸，拆卸完成后，按照新产生的抽签结果，装配并调节势能驱动车。拆装工具自带，除标准件及轴承外，不允许自带任何备用零件入场，对违反规定的行为按减分法处理。本项内容在规定时间内完成得满分，违规或延时完成者减分，不能完成者不得分。

本环节采用扣分制，扣完为止。扣分标准如下：

1) 将势能驱动车的驱动轴、变速轴和转向轴及轴上所有零件全部拆掉；如果有一根轴不符合拆卸要求扣 5 分和现场决赛成绩 20%，有两根轴不符合拆卸要求扣 15 分和现场决赛成绩 40%，有三根轴及以上不符合拆卸要求不能参加现场决赛。

2) 不符合安全操作规程、不爱惜工作台的行为扣 10 分，如若造成工作台损坏扣 15 分。

3) 拆装环节超过规定时间 10 分钟以内，扣 10 分；超过 10 分钟以上，不得分，并且不能参加决赛。

本环节成绩：

$$C = 15 - \text{扣分}$$

### 7.3.2 现场实践与考评 D（25 分）

在竞赛社区环境下，在规定时间内，通过竞赛社区信息化系统的支持，根据任务要求和所选择的行进路线，抽签产生障碍桩间距和桩数，完成势能驱动车转向机构的关键零件（如凸轮、槽轮等）的设计、材料采购、技术交易、公共服务、宣传报道等，采用现场提供的装备完成势能驱动车转向机构的关键零件（如凸轮、槽轮等）的设计、仿真加工及制造，并将加工好的零件安装在驱动车上并调试。

在竞赛社区，除势能驱动车转向机构的关键零件（如凸轮、槽轮等）外，允许使用自带的底板、转向轮、行进轮、轴和轴承座、砝码的全套支撑机构、轴承、螺钉、键、销等标准件，以及差速器、直线导轨等。每队自带拆装工具，不允许自带势能驱动车转向机构的关键零件（如凸轮、槽轮等）（严重违规取消竞赛）。

通过现场实践过程数据的采集、分析与比较，形成对参赛队知识、能力和素质的相对评价结果，记分为 D1（满分 25 分，由竞赛社区系统计算得到）。

本环节成绩：

$$D = D1 - \text{扣分} (\text{高职高专组 } D \text{ 统一设为 } 0 \text{ 分})$$

扣分项为：在竞赛社区实践过程中，因安全、诚信、纪律等因素被现场裁判判决罚分的，根据情节严重程度每次扣 2-10 分（由现场裁判确定），特别严重取消竞赛资格。

### 7.3.3 现场决赛 E (60 分)

势能驱动车按照拆装前选择的运行方式运行，不同运行方式，其难度系数不同，成绩计算也不同，具体如下。

$$E = 60 \times \frac{\text{驱动车决赛现场运行得分}}{\text{驱动车决赛现场运行最高得分}}$$

式中，势能驱动车决赛现场运行得分计算方法如下：

1) 环形 S：驱动车决赛现场运行得分 =  $2 \times S + 8 \times N$

式中，S 为驱动车的有效运行距离 (m)；N 为成功绕桩数量。

2) 8 字 S：驱动车决赛现场运行得分 =  $W \times (2 \times S + 8 \times N)$

式中，S 为驱动车的有效运行距离 (m)；N 为成功绕桩数量和穿过两块中间隔板之间的缺口次数。

### 7.3.4 势能驱动车决赛总成绩

$$F = C + D + E$$

## 8. 热能驱动车类竞赛项目

### 8.1 热能驱动车要求

热能驱动车使用斯特林发动机技术，自主设计并制作一台可将液态酒精（酒精浓度大于或等于 95%）转换为机械能的、具有方向自动控制的斯特林驱动车（即热能驱动车）。如图 7 所示为斯特林驱动车示意图。

能量转换采用一种外部连续燃烧的缸数不限的引擎装置，基本结构由学生自行设计与制造；竞赛时，每次运行统一配发 5ml 的酒精，燃烧装置采用酒精灯，结构自主设计；要求斯特林驱动车前行过程中所需的能量均由燃料能量转换获得，不允许使用任何其他形式的能量。

斯特林驱动车的车轮结构和数量不限，具有可调节的转向控制机构，以适应放有不同间距障碍桩的竞赛场地。驱动车的设计、选材及加工制作均由参赛学生自主完成。

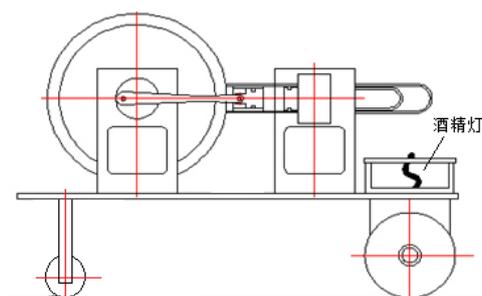


图 7 斯特林驱动车示意图

## 8.2 热能驱动车运行要求

每次运行结束先熄灭酒精灯再将小车拿回出发区，禁止带火拿回小车。

### 8.2.1 第一次调试（4 分钟）

加注调试用酒精 4ml，调试时间不超过 3 分钟（调试时）。更换一个干净的酒精灯和新灯芯，加注 5ml 酒精，4 分钟内须按要求点火发车。

### 8.2.2 第二次调试（2 分钟）

第一次运行结束后，将小车拿回，更换干净的酒精灯和新灯芯，加注 5ml 酒精，2 分钟内须按要求点火发车。

## 8.3 热能驱动车初赛

### 8.3.1 任务命题文档 A（30 分）

每支参赛队按照规定模版提交任务命题方案。根据要求，给出如何根据任务进行传动机构设计，特别是主要传动零件或机构的设计依据及方法、冷腔活塞或活塞组件的设计，以及对竞赛过程给出自己的设想（可以从运行路径、障碍桩间距、传动机构计算方法等方面考虑）。

依据各参赛队提交的任务命题文档，优化整合出多套任务命题方案，经现场抽签环节决定现场任务，任务内容关键信息包括：

- ① 规划环形 S、8 字 S，综合的运行轨迹；
- ② 规划环形 S、8 字 S，综合的障碍桩间距；
- ③ 详细给出运行方式的传动机构计算方法，以及冷腔活塞或活塞组件的设计。

### 8.3.2 现场初赛 B (70 分)

各队斯特林驱动车使用统一提供的酒精，按照环形 S 的运行轨迹前行，其成绩计算具体如下。

$$B = 70 \times \frac{\text{驱动车初赛现场运行得分}}{\text{驱动车初赛现场运行最高得分}}$$

式中，驱斯特林动车初赛现场运行得分计算方法如下：

$$\text{环形 S: 驱动车决赛现场运行得分} = 2 \times S + 8 \times N$$

式中，S 为驱动车的有效运行距离 (m)；N 为成功绕桩数量。

### 8.3.3 热能驱动车初赛总成绩

$$P = A + B$$

## 8.4 热能驱动车决赛

### 8.4.1 热能驱动车机械拆装 B (15 分)

#### 1) 现场抽签

在该环节开始前，提交参赛队势能驱动车的运行方式：环形 S、8 字 S，综合，且只能申请一种方式。

抽签产生障碍桩间距和桩数（高职高专组障碍桩间距和桩数提前通知）。

提交运行方式。

#### 2) 现场拆装

要求参赛队对本队斯特林驱动车的驱动轴、变速轴和转向轴及轴上所有零件全部拆卸，拆卸完成后，按照新产生的抽签数据，装配并调节驱动车。拆装工具自带，除标准件及轴承外，不允许自带任何备用零件入场，对违反规定的行为按减分法处理。现场将提供钳工台。本项内容在规定时间内完成得满分，违规或延时完成者减分，不能完成者不得分。

本环节采用扣分制，扣完为止。扣分标准如下：

1) 将斯特林驱动车的驱动轴、变速轴和转向轴及轴上所有零件全部拆掉；

如果有一根轴不符合拆卸要求扣 5 分和现场决赛成绩 20%，有两根轴不

符合拆卸要求扣 15 分和现场决赛成绩 40%，有三根及以上轴不符合拆卸要求不能参加现场决赛。

- 2) 不符合安全操作规程、不爱惜工作台的行为扣 10 分，如若造成工作台损坏扣 15 分。
- 3) 拆装环节超过规定时间 10 分钟以内，扣 10 分；超过 10 分钟以上，不得分，并且不能参加决赛。

本环节成绩：

$$C = 15 - \text{扣分}$$

#### 8.4.2 现场实践与考评 D (25 分)

在竞赛社区环境下，在规定时间内，通过竞赛社区信息化系统的支持，根据任务要求和所选择的行进路线，抽签产生障碍桩间距和桩数，完成斯特林驱动车转向机构的关键零件（如凸轮、槽轮等）的设计、材料采购、技术交易、公共服务、宣传报道等，采用现场提供的装备完成势能驱动车转向机构的关键零件（如凸轮、槽轮等）的设计、仿真加工及制造，并将加工好的转向机构的关键零件（如凸轮、槽轮等）安装在驱动车上并调试。

在竞赛社区，除斯特林驱动车转向机构的关键零件（如凸轮、槽轮等）外，允许使用自带的底板、转向轮及转向机构、行进轮、斯特林发动机引擎（如图 8 所示，除冷腔活塞或活塞组件）、轴和轴承座、轴承、螺钉、键、销等标准件，以及差速器、直线导轨等。每队自带拆装工具，不允许自带斯特林驱动车的传动机构及冷腔活塞或活塞组件入场（严重违规取消竞赛）。

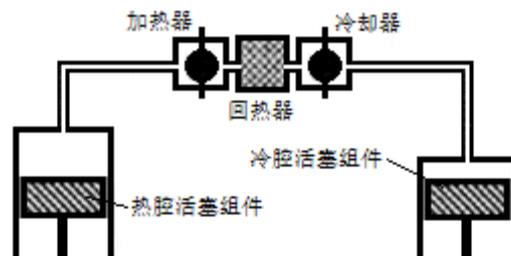


图 8 斯特林发动机引擎

通过现场实践过程数据的采集、分析与比较，形成对参赛队知识、能力和素质的相对评价结果，记分为 D1（满分 25 分，由竞赛社区系统计算得到）。

本环节成绩:

$$D = D1 - \text{扣分(高职高专组 D 统一设为 0 分)}$$

扣分项为: 在竞赛社区实践过程中, 因安全、诚信、纪律等因素被现场裁判判决罚分的, 根据情节严重程度每次扣 2-10 分 (由现场裁判确定), 特别严重取消竞赛资格。

#### 8.4.3 热能驱动车现场决赛 (60 分)

各队使用统一提供的酒精, 斯特林驱动车按照拆装前选择的运行方式运行, 不同运行方式, 其难度系数不同, 成绩计算也不同, 具体如下。

$$E = 60 \times \frac{\text{驱动车决赛现场运行得分}}{\text{驱动车决赛现场运行最高得分}}$$

式中, 斯特林驱动车决赛现场运行得分计算方法如下:

1) 环形 S: 驱动车决赛现场运行得分 =  $2 \times S + 8 \times N$

式中, S 为驱动车的有效运行距离 (m); N 为成功绕桩数量。

2) 8 字 S: 驱动车决赛现场运行得分 =  $W \times (2 \times S + 8 \times N)$

式中, S 为驱动车的有效运行距离 (m); N 为成功绕桩数量和穿过两块中间隔板之间的缺口次数。

#### 8.4.4 热能驱动车决赛总成绩

$$F = C + D + E$$