

宣城校区第二届大学生工程实践与创新能力大赛

内容及要求

一、竞赛内容

（一）初赛内容

- 1. 比赛方式：**初赛以电脑建模为主，参赛队伍以小组为单位按参赛类别进行比赛模型的建立。
- 2. 比赛内容：**各队伍自主设计相应项目的决赛实物作品，并使用 Inventor, Solidworks 等软件进行三维建模并于规定时间内提交。
- 3. 比赛提交内容及方式：**各参赛队伍在初赛截止时间前需提交本队伍的参赛作品，必要材料为所有零件建模文件及装配体文件及相关说明文档，可选材料为动画、爆炸图、运动仿真等。各队伍需将所有材料打包为 .zip 格式的压缩文件，并以电子邮件发送至 985082687@qq.com，命名格式为“赛道-组号-队长姓名”，如“智能物流搬运车-01-张三”，各组组号在报名结束后会通知各队伍。
- 4. 注意事项：**比赛建模软件应尽量选择 Inventor 2020 版本及以下或 Solidworks2020 版本及以下。

（二）决赛内容

- 1. 比赛方式：**决赛以实物或实物模型制作为主，参赛队伍以小组为单位按参赛类别进行比赛实物的制作。
- 2. 比赛内容：**各队伍按照初赛提交的设计自主制作相应的决赛实物作品，在指定的场地进行调试，并参加决赛当日的线下比赛。
- 3. 注意事项：**工程素质教育中心将为晋级的队伍提供参加决赛的实物制作材料与部分经费支持，有关决赛的更多细则将在初赛结束后与初赛晋级名单一并公布。

二、赛题解析

（一）智能物流搬运车赛项

以智能制造的现实和未来发展为主题，自主设计并制作一台按照给定任务完

成物料搬运的智能机器人（简称：机器人）。该机器人能够通过扫描二维码领取搬运任务，在指定的工业场景内行走与避障，并按任务要求将物料搬运至指定地点并精准摆放。

各参赛队基于竞赛项目要求的机器人功能和环境设置，以智能制造的现实和未来发展为主题，设计一套具有一定难度的物料自动搬运任务及任务工业场景。

1. 赛事要求：

1) 功能要求

机器人应具有定位、移动、避障、读取二维码（非条形码）、物料位置和颜色识别、物料抓取与载运、上坡和下坡、路径规划等功能；竞赛过程机器人可以自主运行，或采用无线遥控方式操作。

2) 电控及驱动要求

机器人所用传感器和电机的种类及数量不限，必须在机器人的上部醒目位置安装有显示屏装置，且不被任何物体遮挡，必须是亮光显示，字体高度不小于 8mm，该装置能够持续显示所有任务信息直至比赛结束，否则成绩无效。机器人各机构只能使用电驱动，采用电池（蓄电池除外）供电，供电电压限制在 12V 以下（含 12V），随车装载，比赛过程中不能更换。

3) 建模与装配要求

初赛的模型需自主设计机器人的外观及机械部分，除标准件外，非标零件应自主设计。机器人的行走方式、机械手臂的结构形式均不限制，机器人腕部与手爪的连接结构自行确定。模型需要自主设计机械爪模型，允许使用机械爪套件。

4) 外形尺寸及载重要求

机器人（含机械手臂）外形尺寸满足铅垂方向投影在边长为 300mm 的正方形内，高度不超过 400mm 方可参加比赛。允许机器人结构设计为可折叠形式，但出发之后才可自行展开。在初赛时机器人没有载重要求，而在决赛时机器人的总重量不能小于规定重量，载重物块形状自定，运行时物块不能掉落。

2. 赛事安排

1) 运行方式

智能机器人有两种运行控制方式：自主运行和无线遥控运行，但必须首选自主运行方式，只有在自主运行方式出现故障时才可申请使用无线遥控运行方式。

2) 运行场地

近水平铺设的赛场尺寸为 4800×2400 (mm) 长方形平面区域 (如图 3 所示), 赛场周围设有一定高度的挡板, 仅作为场地边界 (颜色和高度不做任何要求), 不宜作为寻边等其它任何用途。赛道地面为亚光白色或浅黄色等浅色底色, 地面图案由线宽为 20mm、线中心距为 300mm 的黑色方格组成。在比赛场地内, 设置出发区、返回区、原料区、粗加工区、半成品区、精加工区、库存区。决赛时机器人主要经过原料区、粗加工区和半成品区完成粗加工物料的搬运过程。出发区和返回区的尺寸均为 300×300 (mm), 颜色分别为蓝色和褐色; 原料区的尺寸 (长 \times 宽 \times 高) 为 $580 \times 145 \times 100$ (mm) 白色亚光的双层货架 (如图 1 所示); 粗加工区和精加工区的尺寸 (长 \times 宽) 为 580×150 (mm); 半成品区的尺寸 (长 \times 宽 \times 高) 为 $580 \times 150 \times 45$ 及 $580 \times 140 \times 0$ (mm) 的台阶区域 (如图 2 所示);

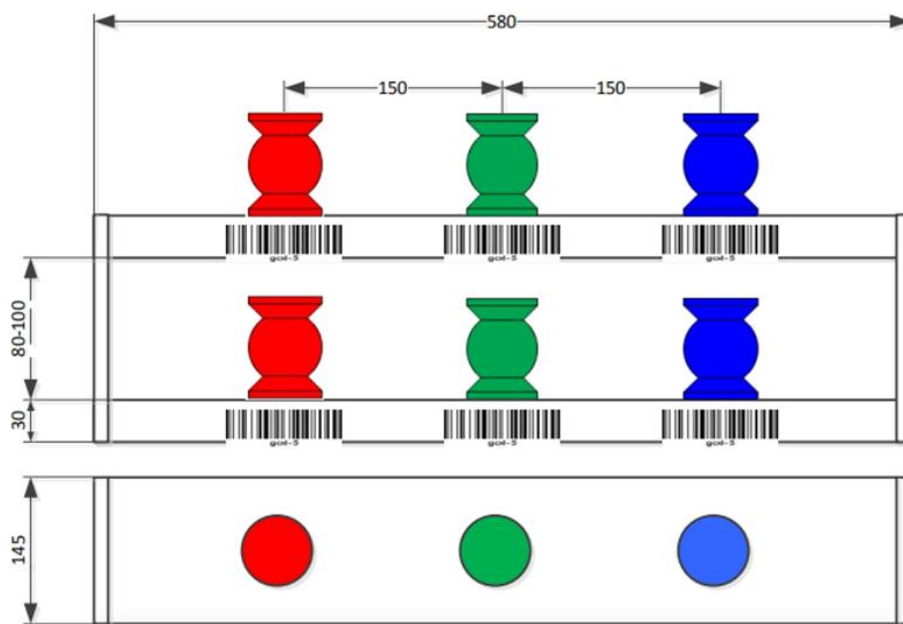


图 1 原料区

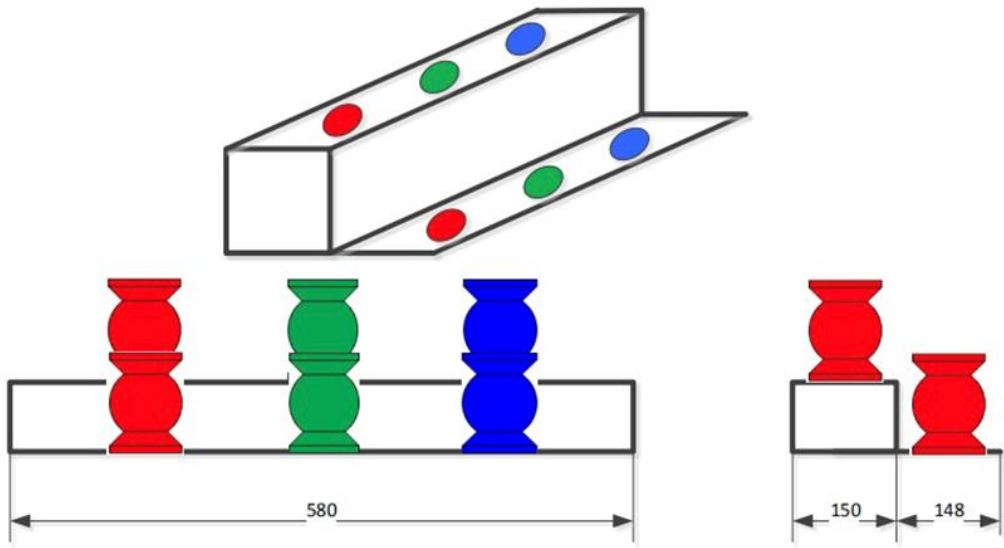


图 2 半成品区

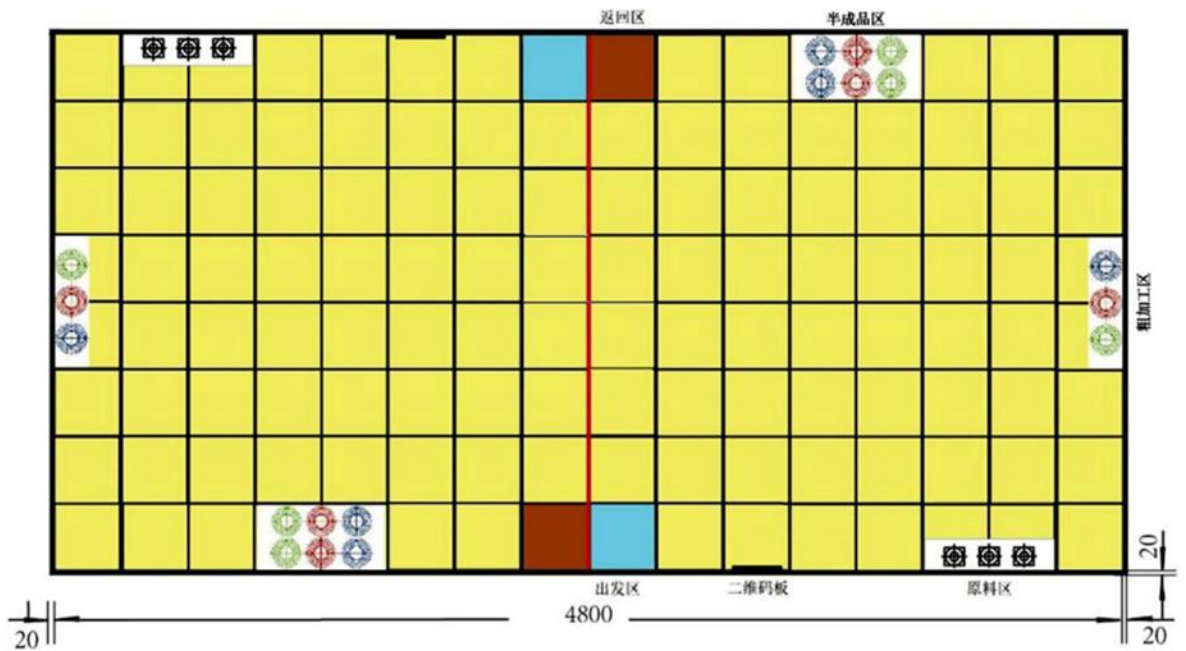


图 3 运行场地

3) 物料介绍

机器人待搬运的物料形状包络在直径为 50mm、高度为 70mm、重约为 50g 的圆柱体中（如图 4 所示），夹持部分的形状为球体，物料的材料为 3D 打印 PLA，三种颜色为：红、绿、蓝。三种不同颜色的物料（每种颜色两个）随机放置在原料区的物料架上（上层及下层红、绿、蓝物料各一个），物料间距为 150mm（如图 1 所示）。

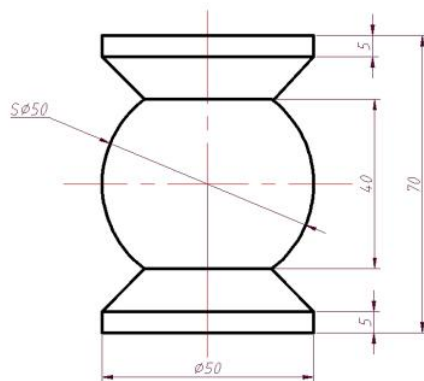


图 4 物料形状

4) 任务编码

任务编码被设置为“1”、“2”、“3”三个数字的组合，如“123”、“321”等。其中，“1”为第一位置的物块，“2”为第二位置，“3”为第三位置（场地内标明）。任务码都由两组三位数组成，表示从原料区货架上层及下层搬运到粗加工区的顺序，两组三位数之间以“+”连接，例如 123+231。获取任务编码后，需显示在小车安装的 LCD 屏幕上，要求清晰且无遮挡。

任务编码以二维码形式提供，在比赛开始后每组参赛队伍场地会固定放置带有随机任务编码的二维码。物料在库存区货架的放置位置固定。

5) 比赛流程

现场抽签决定各参赛队比赛的场地、赛位号及竞赛任务。

参赛队将其机器人放置在指定出发位置（如图 3 所示蓝色区域），按统一指令启动机器人，计时开始。在规定的时间内，机器人移动到二维码显示板前读取二维码，获得所需要搬运的三种颜色物料的搬运顺序。然后机器人移动到原料区按任务规定的顺序依次将上层物料准确搬运到粗加工区对应的颜色区域内，将三种物料搬运至粗加工区后，按照从原料区上层搬运至粗加工区的顺序将已搬到粗加工区的物料搬运至半成品区对应的颜色区域，将粗加工区的三个物料搬运至半成品区后，返回原料区，按任务规定的顺序依次将下层物料准确搬运到粗加工区对应的颜色区域内，将三种物料搬运至粗加工区后，按照从原料区下层搬运至粗加工区的顺序将已搬到粗加工区的物料搬运至半成品区，这三个物料在半成品区既可以平面放置，也可以在原来已经放置的物料上进行码垛放置（颜色要一致），

二者分数的权重不同，完成任务后机器人回到返回区。粗加工区和半成品区平面正确放置的度量标准均以每级色环外界垂直方向看到该色环外圈来评分，码垛放置以是否平稳放置在已有的物料上来评分。

在搬运过程中，可将多个物料放置在机器人上，但机器人每次装载物料的数量不超过 3 个。

在竞赛时，两组参赛队伍的机器人同时进入上述场地并在各自区域内定位和运行。如果出现越界并发生妨碍对方机器人移动或工作的情况，将被人工提起回退至上一工作地点重新运行，所用时间不会从竞赛计时中减除。在规定的时间内，根据读取二维码的正确性、物料提取顺序和物料放置顺序的正确数量，粗加工区的平面放置准确程度和半成品区物料的平面放置和堆垛准确程度、是否按时回到出发区等计算成绩。每个参赛队有两轮运行机会，取两次成绩中的最好成绩。

（二）智能配送无人机赛项

以未来智能无人机配送为主题，结合实际应用场景，自主设计并制作一架按照给定任务完成货物配送的多旋翼智能无人机（简称：无人机）。该无人机能够自主或遥控完成“识别货物、搬运货物、越障、投递货物”等任务。

1. 赛事要求

1) 功能要求

无人机应具备目标识别、货物搬运与投递等功能，无人机必须具备遥控功能。

2) 电控与驱动要求

无人机所用电机、电调与飞控可以自行购买也可以由赛事方提供，赛事方提供的飞控型号为 minipix，其他传感器与机械装置不限。无人机只能采用电驱动，电池供电（蓄电池除外），供电电压限制在 17V（含 17V）以下，电池随无人机装载，每轮比赛过程中不能更换。

3) 建模与装配要求

自主设计并制造无人机的机械投放部分，除标准件外，非标零件应自主设计和制造，机架可以选用赛事方提供的 S500 机架也可自行购买，但均需要在建模中建成。

2. 赛事安排

1) 运行方式

无人机有两种运行控制方式：自主运行和无线遥控运行，但必须首选自主运行方式，只有在自主运行方式出现故障时才可申请使用无线遥控运行方式。

2) 运行场地

如图 5 所示，场地内设起降区（H 区）、三个货物放置区 A、B、C。起降区 H 尺寸为 $600 \times 600\text{mm}$ ，其中心点距场地两个边沿的尺寸为 1000mm ，货物放置区 A 的直径为 500mm ，A 区中心点距场地边界的尺寸为 1000mm ；货物放置区 B、C 的直径为 250mm ，B 区、C 区中心位于距边界 $1000 \sim 1500\text{mm}$ 之间，现场抽签确定。B 区内有简易图形（如 Z、H、W 等任意一个图形），C 区内放置人、车、房子任意一个贴图。

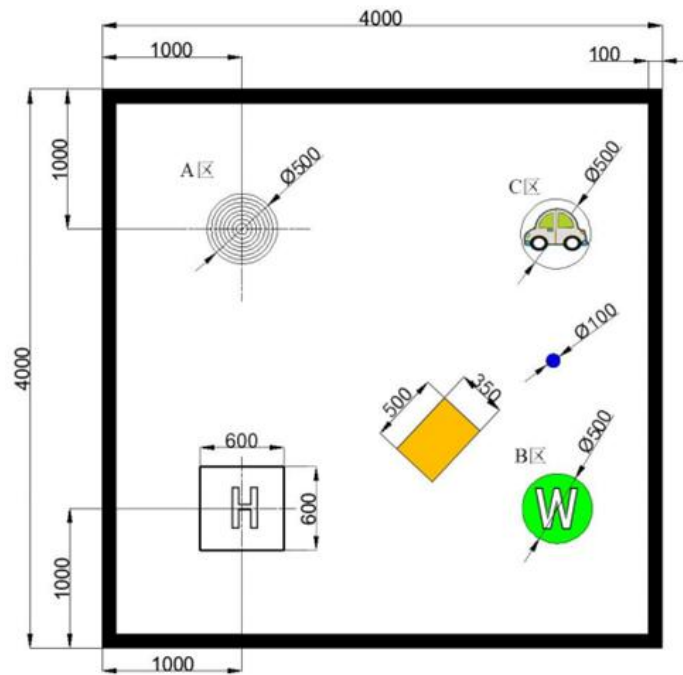


图 5 场地示意

3) 物料介绍

待搬运的货物为直径 50mm ，高 70mm 的圆柱体，重量不超过 50g ，材料为 3D 打印 PLA，货物颜色有：红、绿、蓝三种。

4) 比赛流程

比赛正式开始前，提交无人机的运行模式，货物的投放的顺序为 A、B、C 货物放置区。三个不同颜色的货物按顺序人工放置在无人机货仓内，（货仓自主设计，可采用多种结构，鼓励创新）待搬运的货物为直径 50mm ，高 70mm 的圆柱

体，重量不超过 50g，材料为 3D 打印 PLA）并进行抽签决定投放顺序，其中 A 区为红色货物投放区，B 区为绿色货物投放区，C 区为蓝色货物投放区。

参赛队将无人机放置在起降区，准备好后举手示意，按统一指令开始比赛，计时开始。在规定的时间内，选手按照要求将货物装载到无人机后，启动无人机，按照规定投放顺序将货物投放到 A、B、C 区，每个货物放置区仅有一次投放机会，投放货物至 B、C 区时，必须越过障碍后到达货物放置区完成投放任务。当无人机完成 C 区的投放任务后，返航降落到起降区时停止计时。在规定的时间内，根据无人机起飞、越障、投放货物准确程度、降落、是否按时回到起飞点等计算成绩。

（三）生活垃圾智能分类赛项

以日常生活垃圾分类为主题，自主设计并制作一台根据给定任务完成生活垃圾智能分类的装置。该装置能够实现“可回收垃圾、厨余垃圾、有害垃圾和其他垃圾”等四类城市生活垃圾的智能判别、分类与储存。

1. 赛事要求

1) 功能要求

生活垃圾智能分类装置对投入的垃圾具有自主判别、分类、投放到相应的垃圾桶，（不能通过蓝牙、WiFi 模块等无线控制模块进行干预）。

2) 电控及驱动要求

生活垃圾智能分类装置所用传感器和电机的种类及数量不限，鼓励采用 AI 技术。

3) 机械结构要求

自主设计并制造生活垃圾智能分类装置的机械部分，每个垃圾桶至少朝外的面要透明，能看清楚该桶内的垃圾，而且该装置上设有一个垃圾投放口，投放口的尺寸为 200×200（mm），然后由垃圾智能分类装置自动分类和投入到相应的垃圾桶。建模要求完整建出参赛作品的三维模型。

4) 外形尺寸要求

生活垃圾智能分类装置有四个单独的垃圾桶，垃圾桶为立方体，其中：垃圾桶尺寸如下：立方体垃圾桶（长×宽×高）200×200×300（mm）；

2. 赛事安排

1) 运行场地

作品所占用场地尺寸（长×宽）为 500×500（mm）正方形平面区域内。

2) 投放物料

生活垃圾智能分类装置识别的四类垃圾主要包括：（1）有害垃圾：电池（5 号）；（2）可回收垃圾：易拉罐；（3）厨余垃圾：完整的苹果；（4）其他垃圾：烟头。

3) 比赛流程

各参赛队按统一指令启动生活垃圾智能分类装置，计时开始。在规定的时间内（具体时间后续通知），指定一名选手（该轮比赛过程中不能换人）每次将一件垃圾按照竞赛要求放到该装置的垃圾投放口，待该装置将垃圾投入到垃圾桶和分类信息显示后再投放下一件垃圾到该装置的垃圾投放口，否则不计分。

每个参赛队有两轮运行机会，取两次成绩中的最好成绩。

（四）新能源车赛项

以绿色能源为主题，以新能源车为载体，以能耗为评价指标，培养学生的低碳生活理念。所采用的绿色能源主要为太阳能和生物质能，生物质能主要采用乙醇材料作为燃料，采用斯特林发电、温差发电来实现，即新能源车赛道由太阳能电动车、生物质能电动车两个赛项组成，生物质能电动车赛项由斯特林电动车（斯特林发电机驱动的电动车）、温差电动车（具有温差发电功能的电动车）两个项目组成。

1. 赛事要求

1) 太阳能电动车

要求参赛队自主设计并制作一台具有方向控制功能的太阳能电动车，长宽尺寸应不超过 350mm×350mm，必须具有外形包装（裸车不能参赛）并方便拆卸，而且太阳能电动车必须在规定时间内在指定竞赛场地上与地面接触运行，且只有一块储能元件（锂电池、超能电容等），且完成所有动作所用能量均由太阳能转换的电能而得，必须采用电源开关一键启动，太阳能电动车只有一个电动元器件，即只有一个能把电能转化为机械能的元器件，而且只能安装不多于两个用于识别赛道上打卡点磁片的传感器（感应头截面直径=Φ18mm），太阳能电池板/薄膜面

积不超过 0.1m²；现场决赛时，太阳能电动车上安装有赛事主办方设计制造的机械零件、充电稳压等电路和现场提供的超级电容（在赛事主办方在规定时间内使用现场提供的光源充电），并以超级电容作为太阳能电动车的驱动能源进行现场决赛（超级电容的能量能够满足太阳能电动车两次运行）；现场决赛都不允许使用任何其他形式的能量，其结构不做任何限制，但从节能方面考虑，应实现结构轻量化。

太阳能电动车上安装有太阳能电池板/薄膜和储能元件以及相关电路板，且储能元件和相关电路板等必须便于现场校核。太阳能电动车上的太阳能电池板/薄膜和储能元件等任何物件不允许在太阳能电动车行走过程中从太阳能电动车上掉落，否则结束比赛。

在现场竞赛中，如果出现太阳能电池板/薄膜和储能元件、机械机构及电路部分不满足规定要求、不方便拆装、太阳能电动车没有电源开关等均取消比赛资格。

2) 生物质能电动车

要求参赛队自主设计并制作一台具有方向控制功能的斯特林电动车、或温差电动车，长宽尺寸应不超过 350mm×350mm，必须具有外壳包装（裸车不能参赛）并方便拆卸，该生物质能电动车必须在规定时间内在指定竞赛场地上与地面接触运行，且完成所有动作所用能量均由生物质能转换的电能而得，生物质能电动车必须采用电源开关一键启动，生物质能是通过液态乙醇（浓度 95%）燃烧而获得，生物质能电动车只有一个电动元器件，即只有一个能把电能转化为机械能的元器件，而且只能安装不多于两个用于识别赛道上打卡点磁片的传感器（感应头截面直径=Φ18mm）。现场决赛时，生物质能电动车是使用生物质能转换成其他能量直接驱动车辆行驶；生物质能电动车上安装有赛事主办方设计制造的机械零件、充电稳压电路和现场提供的超级电容，并以生物质能发电和超级电容作为生物质能电动车的驱动能源进行现场决赛（如果参赛队认为超级电容的能量能够满足生物质能电动车两次运行，可以提出不用生物质能发电的申请）；决赛现场不允许使用任何其他形式的能量，其结构不做任何限制，但从节能方面考虑，应进行结构轻量化。

每次生物质能电动车运行时，给每个参赛队配发 10ml 生物燃料（液体乙醇

燃料), 其燃料放置在生物质能电动车的酒精燃具(酒精灯)中。酒精灯的结构不限, 必须独立放置在生物质能电动车上并方便更换(所耗时间均计入调试时间), 必须带有方便的、安全的灭火装置(灯帽)、不能出现酒精燃具内的酒精溢出。温差能电动车上安装有酒精灯和超级电容(现场决赛使用)以及相关电路板, 且酒精灯、超级电容以及相关电路板必须便于现场校核。温差电动车上的酒精灯和超级电容等任何物件不允许在温差电动车行走过程中从温差电动车上掉落, 否则结束比赛。

在现场竞赛中, 如果不方便更换酒精灯、酒精灯没有灯帽、参赛队向燃烧的酒精灯内添加酒精、酒精灯内的酒精溢出、不规范的安全熄灭燃烧的酒精灯、不是将生物质能转换成电能、生物质能电动车没有电源开关等、不用规定的超级电容等均取消比赛资格。

现场决赛中, 各参赛队必须提供一个干燥灯芯的空酒精灯(含灯帽)给竞赛组委会, 现场调试和试车、参赛队伍使用的酒精灯另自备。

以下太阳能电动车、生物质能电动车简称为新能源车。要求新能源车的设计、结构、选材及加工制作均由参赛学生自主完成, 并且车架(说明: 支撑整个车辆, 为车辆的最主要零件)尾部伸出车辆外的醒目位置上必须预留一个不小于 3mm 工艺孔, 并与车架为一体。

2. 运行环境

1) 新能源车现场运行场地

新能源车场地是根据红军长征的路线设计的, 场地控制在 10000mm×10000mm 正方形平面区域内, 新能源车必须在规定的赛场内运行。赛场内的红色圆($\Phi 50\text{mm}$)为红军长征经过的地标, 也是新能源车的打卡位置及感应区, 在红色圆/红五角星中心嵌入一片直径为 $\Phi 25\text{mm}$ 、厚度为 2mm 的圆形磁片(磁片尺寸以现场提供为准, 不提供识别颜色的标记), 磁片表面与地图表面尽可能一致(公差 $\pm 0.2\text{mm}$); 当新能源车从红色圆/红五角星上方经过时, 车载传感器感应到磁片时, 电动车上 led 灯亮(放在新能源车上顶部醒目位置), 则表示打卡成功(若新能源车没有到红色圆/红五角星上方 led 灯点亮, 则违规扣分); 赛道是从红军长征的起点瑞金(红五角星)出发, 到终点延安(红五角星)结束。新能源车发车时必须停在起点上方且 led 灯点亮, 按长征路线方向运行直到终点

延安且 led 灯点亮。

2) 现场运行

新能源车的现场运行路线是模拟红军长征路线，采用打卡方式，从红军长征起点“瑞金”出发，一路历经“突破三道封锁线”、“血战湘江”、“强渡乌江”、“占领遵义”、“四渡赤水”、“巧渡金沙江”、“强渡大渡河”、“飞夺泸定桥”、“爬雪山”、“懋功会师”、“过草地”、“激战腊子口”、“会宁大会师”、吴起镇会议等重重考验，最终抵达红军长征终点“延安”，如图 6 所示。新能源车沿着固定的赛道行驶，并在红色圆/红五角星上方完成打卡任务。

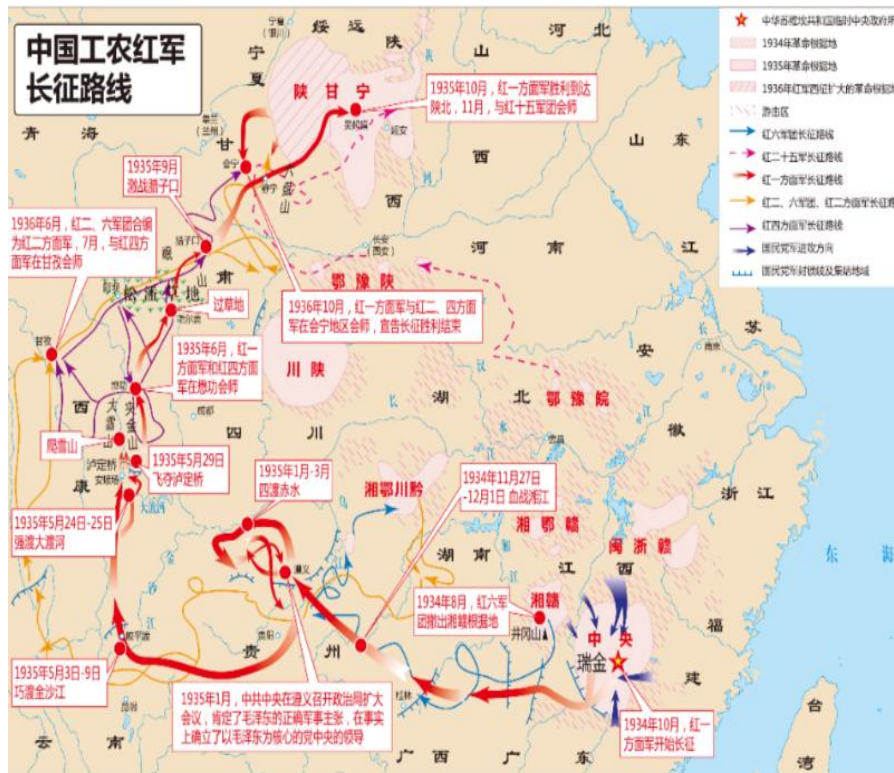


图 6 红军长征路线示意图

运行过程中，出现以下情况视为本次现场运行结束：选手接触新能源车、太阳能板或储能元件脱离新能源车、不使用规定储能元件、酒精灯脱离生物质能新能源车、不使用统一配置的液体乙醇、到达规定的运行时间新能源车没有结束运行、新能源车车轮压场地边界线等。

3. 赛事安排

现场抽签决定各参赛队比赛的场地、赛位号和顺序。现场决赛成绩由有效运行距离、能量消耗和运行质量三部分组成。对新能源车有效运行距离 $\geq 50\%$ 赛道总长度且运行质量符合最低标准（循迹准确度以及打卡成功数），其新能源车

的决赛成绩同时考核能量消耗、有效运行距离和运行质量，否则能量消耗成绩不考虑。

每个参赛队有两次运行机会，参赛队现场决定取两次运行中的一次成绩作为现场决赛成绩。

按决赛总成绩对参加决赛的参赛队进行排名，若出现参赛队决赛总成绩相同，则按现场决赛的运行时间短优先排序，如仍旧无法区分排序，按现场决赛成绩得分高者、运行质量高优先排序，如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

三、设备提供

将提供 220V 交流电，3D 打印、激光切割、数控加工等设备及相应材料，竞赛所需的笔记本电脑、相关软硬件、零部件、元器件，以及安装调试工具等各参赛队自备。