

附件1-1

2026年第十五届上海市大学生工程实践与创新能力大赛暨 2027年第十届中国大学生工程实践与创新能力大赛

工程实践赛道命题与运行

依据“十五五”发展规划，加快新型能源体系建设，以非化石能源为主体，推进能源绿色低碳转型。“十五五”期间是碳达峰决胜收官期，中国大学生工程实践与创新能力大赛工程实践赛道以绿色能源为主题，以再生能源效率为目标，践行“双碳”理念，引导学生探索节能、降碳、储能、高效等急需解决的核心技术，强化学生“低碳生活从我做起”的行动意识，赋能产业发展，助力培育绿色低碳理念的复合型创新人才，实现“以赛育人、以红铸魂、以绿赋能”核心价值。

本赛道重点考察大学生的机械、电子、计算机等基础工程知识、基本实践技能，以及考核思创融合与团队合作等综合素质能力，突出“基础性”和“通用性”，夯实学生的工程实践与创新能力。

本赛道主要包括太阳能电动车和生物质能电动车两个赛项。

一、太阳能电动车赛项

本赛项将能源革命与航天强国深度融合，以电动车为载体，利用太阳能技术，通过“复刻宇宙行”主题任务，引导学生思考绿色能源对“双碳”目标、可持续发展的重要意义，培养学生绿色低碳生活的理念。

1、对参赛作品/内容的要求

参赛队必须在学校自主完成轻量化设计并制作一辆有方向自主控制的低能耗太阳能电动车，并考虑提高太阳能充电效率和使用效率，提升能源转换效率，降低能源消耗。该电动车不准使用成套组件或现成产品，同校参赛队的电动车不能雷同，该电动车必须适应现场场地和环境。

该电动车是采用太阳能发电作为动力，主要由太阳能电池板/薄膜（简称：太阳能板）、充电模块、超级电容模组、语音播报模块、读卡器、电能检测模块、外壳、电机及相关元器件和本体等组成。

该电动车的最大外形尺寸（包括**所有软质线路**等）不超过 200mm×250mm（宽×长，左右为宽，前后为长）。

太阳能板：必须小于电动车的最大外形尺寸。

充电模块：是太阳能供电系统的核心控制单元，又称光伏充电模块，主要作用是串联在太阳能板（发电端）与储能设备（如超级电容模组）之间进行核心功率变换与管控。

超级电容模组：是太阳能电动车储存电能的核心单元，用于储存该电动车所有动作的能量（不能有任何其他能源），在电动车上只有一个**超级电容模组**且随车装载，在**比赛过程中（含调试环节）不能更换和充电**。

电机：是将超级电容模组储存的电能转化为车轮的机械能，最终实现电动车前行的核心驱动元器件，电动车上只有一个**电机**（不能装有任何传感器），**转向只能采用机械机构来实现，不能借助任何电控方式控制电动车转向，不能安装其他任何传感器，不能采用任何无线通讯功能实施任何动作**。

读卡器：在该电动车底部装有一个读卡器（13.56MHz，14443A 协议）且装在电动车**外壳内（不允许外露）**，用于从运行场地上粘贴的 UID 标签（13.56MHz，14443A 协议）内获取所存储的信息（GB2312）。

指示灯：在电动车**顶部醒目位置**只能有一个直径不小于Φ8mm 且不被任何物体遮挡的**亮光红色 led 灯**。

语音播报模块：用于播报 UID 标签存储的信息（**播报内容现场写入**），播报音量需考虑现场比赛的环境噪声，保证比赛现场播报内容在距离 0.5-1.0 米范围内均可清晰听到（**若现场听不清播报内容，有权不记录成绩**）。

电能检测模块：是决赛检测电能的模块（如图 1 所示，自带电源，组委会提供），该模块要便于安装在电动车**顶部醒目位置**随车运动、显示窗口朝上便于拍照或查看，且不被任何物体遮挡（如图 1b 所示）。要求在规定环节必须事先安装好与电能检测模块连接的线路，比赛现场**不准**安装。该模块尺寸为 84mm×35mm×26mm（长×宽×高），重量不超过 100g；左侧端面有电源开关、重置按钮和充电接口（如图 1a 所示）；右侧端面有两个接口，即输入接口（XT30 公头连接器）和输出接口（XT30 母头连接器）（如图 1c 所示）。在**充电时**，输入接口与充电模块连接，输出接口与超级电容模组连接（如图 2 所示）；在**用电时**，输入

接口与超级电容模组连接，输出接口与后续电路连接（如图 3 所示）。如图 2 和图 3 所示，电能检测模块通过 $3\text{m}\Omega$ 电阻对电路的电流进行采集，所产生的能量消耗不影响平均功率计算。



图 1 电能检测模块

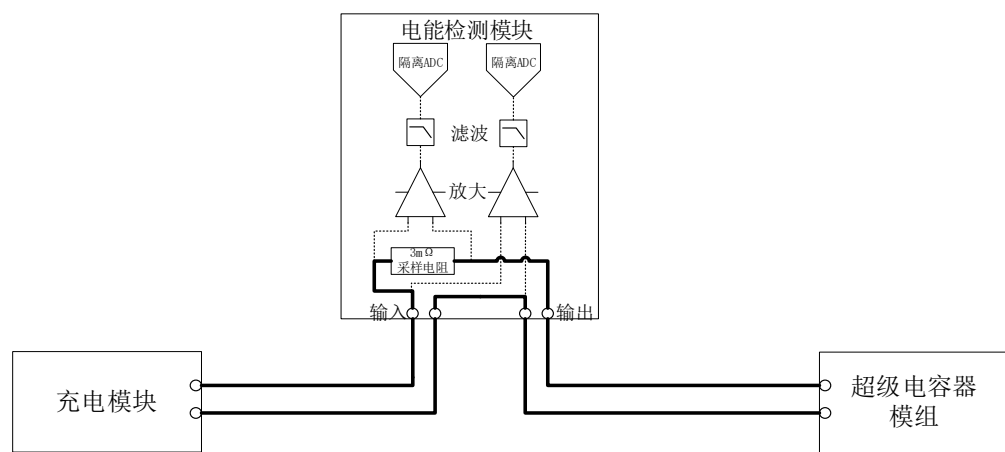


图 2 电能检测模块在充电情况下的连接方式

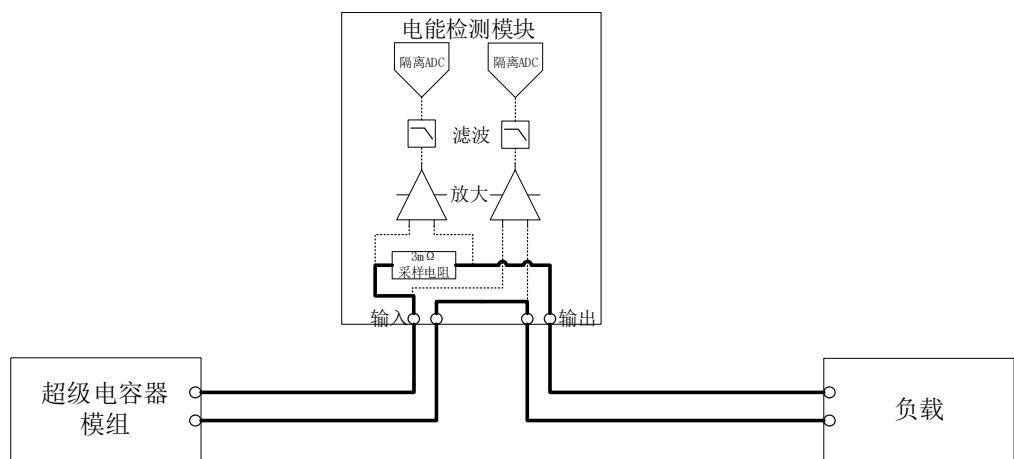


图 3 电能检测模块在用电情况下的连接方式

该电动车外壳（不含底部）形状和结构不限，外壳必须完整、坚固安装在车体上且必须便于拆装，不允许用柔性材料制造，其外壳有功能结构的（如窗户、

进气栅等)可镂空,且镂空面积不超过其所在结构件表面面积的 30%。除太阳能板、指示灯和车轮外,其他所有元器件、零部件都必须安装在外壳内。

在现场初赛和决赛过程中,只要有任何物品从该电动车上掉落,比赛结束。

在初赛时,该电动车采用自带已充电的一个超级电容模组(规格不限)运行(注意:现场初赛不安排充电)。

在决赛时,该电动车采用自带的一个超级电容模组运行,要求该模组规格:
1) 一个放电接口(2 线)和一个充电接口(2 线); 2) 允许有放电开关、放电指示、超级电容保护、放电管理功能,不允许有其他功能; 3) 超级电容等效容值不大于 40F; 4) 在电容充满时,空载所测该模组的输出电压不大于 7.5V; 5) 方便在电动车上固定拆卸。

在决赛时,需要在超级电容模组充电环节(简称:充电环节)前完成与“电能检测模块”连接的线束安装,所需线束材料由参赛队伍自备(注意:在充电环节和现场决赛环节不给安装时间)。

在充电环节,拆除太阳能板上的稳压模块,在规定充电时间内使用现场仿太阳光源,通过创新实践环节设计制作的充电模块给超级电容模组充电(现场决赛不用太阳能电池板充电运行,即与系统断开),为现场决赛全过程提供动力,且便于拆装。

在比赛现场(包含调试过程),**不准**换、拆、装电动车上的任何零部件和元器件(规定安装除外),**不能**在场地内外设置任何辅助电动车运行的仪器装置(可在出发区域借助模板定位,出发前全部撤离比赛场地),**不安排**给超级电容模组充电(除规定),**不允许**更换超级电容模组(除规定),**不允许**在电动车上安装连接电能检测模块的连接线(除规定)。

不允许将有安全隐患的物品带入现场。

如果不符合上述要求,均取消比赛资格。若没有检查出来已经参赛,发现或投诉并情况属实均取消比赛成绩。

2、赛程安排

本赛项由初赛和决赛组成。

初赛由任务命题文档和现场初赛两个环节组成;根据初赛成绩及晋级比例确

定晋级决赛的参赛队，初赛成绩不带入决赛。决赛由创新实践、充电、现场决赛三个环节组成。竞赛环节如表 1 所示。

表 1 太阳能电动车赛项各环节

序号	环节	赛程	评分项目/赛程内容
1	第一环节	初赛	任务命题文档
2	第二环节		现场初赛
说明：产生决赛名单并现场发布任务命题			
3	第三环节	决赛	创新实践
4	第四环节		充电
5	第五环节		现场决赛

3、对运行环境的要求

1) 运行场地

本赛项的运行场地是以太空场景为蓝本设计，以太阳系的主要星体为节点，其运行场地控制在 2000mm×6000mm 长方形平面区域（如图 4 所示），其材料为喷绘布，该电动车必须在规定的运行赛场内按照顺序标记，若出现逆向运行（即经过某标志点两次或不按规定顺序经过标志点，除规定外）则结束该轮比赛。运行场地上的红色圆（Φ40mm）/红色双圆（内圆外径Φ40mm）为电动车经过的主要地点，其中红色双圆为起点和终点，在红色圆/红色双圆上面贴有 UID 标签，UID 标签尺寸在 Φ17-Φ30mm 范围内（尺寸以现场提供为准），也是该电动车的标记位置及感应区（即为标志点），现场初赛和现场决赛 UID 标签尺寸现场公布。

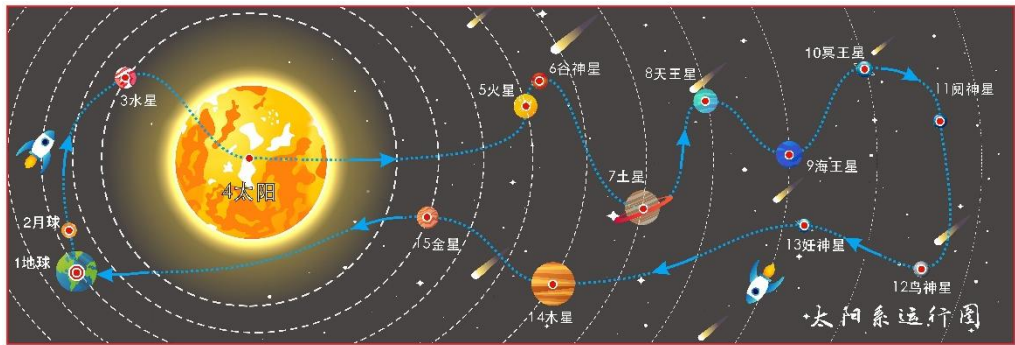


图 4 太阳能电动车赛项的现场运行场地示意图

2) 标志点

该电动车的现场运行路线是从起点“地球”（红色双圆）出发，一路历经“月球”、“水星”、“太阳”、……、“木星”、“金星”等，最后终点“地球”（红色双圆）结束，一共设置 16 个主要地点作为备选标志点，其中“地球”为必过标志点，如表 2 所示。

表 2 太空场景经过的主要地点的参考圆心坐标

序号	太空场景经过的主要地点	坐标 X（mm）	坐标 Y（mm）
1	地球	410	420
2	月球	365	670
3	<u>水星</u>	700	1580
4	太阳	1440	1100
5	火星	3090	1410
6	谷神星	3170	1560
7	土星	3790	800
8	天王星	4160	1440
9	海王星	4660	1120
10	冥王星	5110	1630
11	阋神星	5560	1320
12	鸟神星	5450	440
13	妊神星	4750	700
14	木星	3250	350
15	<u>金星</u>	2500	750
16	地球	410	420

注：喷绘布有一定弹性，坐标以现场场地为准。

现场初赛，该电动车从地球依次沿金星、……，返回到地球的方向运行，即“地球”、“水星”、“太阳”、“谷神星”、“天王星”、“冥王星”、“鸟神星”、“木星”、“金星”和“地球”10 个标志点，除“地球”标志点外其他标志点顺序标记且一次，出现标记两次则结束比赛。

现场决赛，根据命题要求，该电动车从地球依次沿月球、……，返回到地球的方向运行，即“地球”、“月球”、“火星”、“土星”、“海王星”、“阋

神星”、“妊神星”、“金星”和“地球”9个标志点，除“地球”标志点外其他标志点顺序标记且一次，出现标记两次则结束比赛。要求电动车必须避开“太阳”天体（Φ912mm）（电动车的投影应在“太阳”天体外）和必须经过“土星”（电动车的投影应覆盖红色圆且led灯亮，离开灯灭），该两标志点为决赛情景标志点。若没有避开“太阳”天体和经过“土星”标记点，均视为本次比赛结束。

3) 竞赛提供的设备

在创新实践环节，将提供 220V 交流电，以及 3D 打印、激光切割、PCB 打印、数控加工等设备及相关材料，竞赛所需的笔记本电脑、相关软硬件、零部件、元器件，以及拆装、后处理和安装调试等工具及相关设计软件等各参赛队自备。

4、赛项具体要求

1) 初赛

(1) 任务命题文档

按照国赛任务命题文档模板要求，参赛队提交决赛任务命题方案，策划现场决赛场地示意图，给出现场决赛的标志点数量和名称，以及模拟太空场景的情景点数量和名称；依据所策划现场决赛场地和情景点，必须保证创新实践环节进行相应主要转向传动零件或机构的设计制造（若不修改结构就能实现现场初赛和现场决赛的任务，须详细给出不需修改的理由），并与初赛转向传动零件或机构进行对比分析；结合所选太阳能板和超级电容模组进行充电模块设计制造，并给出充电模块的性能；在此基础上，对电动车的底盘、外壳可从重量、能耗、安全、变形、材料等进行轻量化结构设计并给出结果及结果分析。

任务命题文档成绩不仅包括文档的内容质量符合命题规则，也包括文档的排版规范。

参赛队提交的文档雷同，文档中出现校名、姓名、队名、特殊标记符号等，文档成绩 0 分。

(2) 现场初赛

依据领队会抽签确定的初赛上场顺序号和现场使用的场地数进行检录，并现场抽签确定各参赛队现场初赛的场地号。

该电动车在规定时间内及指定竞赛场地上按照命题要求的顺序前行（不能破坏赛道），并在规定的标志点进行标记。参赛队进入比赛场地进行调试，调试时间 3 分钟结束前，需将电动车放置在起点地球（红色双圆）正后方区域的比赛场地内等待发车（否则本轮比赛结束，成绩无效）。调试时间结束，等待现场裁判发出统一比赛指令，计时开始，电动车在规定停止运行时间 15s 内必须启动，且只有一次启动机会，时间到太阳能电动车没有前行，本轮比赛结束。电动车启动后，沿初赛规定路线顺序运行和标记，直至返回到终点地球或到规定运行时间 3 分钟，比赛结束。

现场初赛成绩由有效运行距离、标记成功和有效语音播报（参见评分规则）三部分成绩组成。

每个参赛队可以有两次运行机会，取两次运行的最好成绩作为现场初赛成绩。

按初赛总成绩排名选出参加决赛的参赛队，若出现参赛队初赛总成绩相同，则按现场初赛成绩得分高者优先排序，如仍旧无法区分排序，按现场初赛标记成功成绩高、现场初赛运行时间短优先排序；如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

2) 决赛

（1）创新实践

依据领队会抽签确定的初赛上场顺序号，去掉未晋级决赛的参赛队初赛上场顺序号后所形成决赛上场顺序（重新编号）进行检录。

在规定时间内，参赛队采用现场提供的装备、材料及软件平台等完成该环节的加工、焊接、装配、调试等任务，以及创新实践环节的答题、环境整理等任务，对参赛队的技术能力、工程知识、诚信意识、安全意识、环境意识等方面进行综合评价。要求必须拆除电动车上太阳能板上的稳压模块，若没有拆除，取消后续决赛资格。按照预约顺序或现场决赛上场顺序号（以现场规定为准）进行调试，调试结束后按照要求验收、交电动车并离场。

①现场制造充电模块：按照 PCB 制造要求（附件 PCB 加工要求），**报到时提交自行设计的充电模块的 PCB 制板文件**，创新实践环节进行在充电模块的电路板上焊接自带的元器件。同时，拆除太阳能板上的稳压模块，如果带了没拆除，取消后续比赛。若现场制造充电模块的电路板不能使用或所焊接的充电模块不能使用或现场没有制造充电模块的电路板，~~可经过现场裁判确认更换自带的充电模块（不能擅自更换，否则按作弊处理）~~，充电模块设计制造和充电成绩均为 0 分。

② 现场装配自行设计制造的凸轮等零部件：比赛现场不提供机械加工制造，更换自带的自行设计制造的凸轮等机械零部件来满足决赛运行要求。

依据创新实践环节上述两项任务的完成情况，决赛总成绩分为三等级排序（A、B、C 三等级的先后排序，即 A 等级>B 等级>C 等级）：①**A 等级**：按命题要求用现场提供的设备、材料及软件平台等完成规定的任务并在后续任务中应用；②**B 等级**：但未在后续任务中应用（**B1 等级>B2 等级**：B1 为 1 项任务未应用，B2 为 2 项任务未应用）；③**C 等级**：没用现场提供的设备、材料及软件平台等完成现场规定的任务，取消后续决赛资格（**C1 等级>C2 等级**：C1 为 1 项任务没用现场提供的设备，C2 为 2 项任务没用现场提供的设备）。

自带拆装工具、后处理工具、调试工具、相关设计软件、笔记本电脑等，有安全隐患的物品和不允许带的物品不能带入创新实践环节现场，否则取消比赛资格。

相关具体要求参见后期发布的创新实践环节说明。

（2）充电

按照决赛上场顺序号和现场使用的充电位置数进行充电。

规定充电时间现场发布（从充电开始到充电结束）。

在充电环节，再次确认已经拆除电动车的太阳能板上稳压模块，确认已经装好与超级电容模组连接的充电和用电连接线，确认超级电容模组放电到 0.4V 以下，方可在规定充电时间内按照要求完成超级电容模组充电（注意：现场决赛不安排充电时间和场地）。若没有拆除电动车的太阳能板上稳压模块、没有装好与超级电容模组连接的充电和用电连接线、没有按照规定将超级电容模组放电至 0.4V 以下，均视为放弃后续环节比赛。

进入充电区域，不允许把与充电无关的物品带入充电环节现场，与充电无关的参赛队员不能进入充电环节现场，否则取消比赛资格。

在充电区域，安装好电能检测模块，但不与超级电容器模组连接。发出充电指令后计时开始，参赛队将超级电容器模组与电能检测模块连接，打开电能检测模块电源开关并按下“重置”按钮清零，开始充电。在规定充电时间内或参赛队自行决定提前结束充电，停止充电时，先断开与电能检测模块的连接，再拍照电能检测模块显示的数据留存并签字确认后，最后再关闭电能检测模块的电源，场外拆下电能检测模块交给工作人员。

该环节成绩由充电平均功率决定。若出现以下任一情形，该项成绩计 0 分：

- ① 参赛队充电的平均功率小于 $0.02\text{W}/\text{m}^2$ ；
- ② 电能检测模块未重置清零；
- ③ 未将电能检测模块正确接入（含未接入或接线错误），导致该模块无记录。

（3）现场决赛

按照决赛上场顺序号和现场使用的场地数进行检录，并抽签确定各参赛队现场决赛的场地号。

进入决赛现场，将电能检测模块水平安装在电动车上方。调试时间 3 分钟结束前，需将电动车放置在太空场景起点地球（红色双圆）正后方区域的比赛场地内等待发车（否则本轮比赛结束，成绩无效），调试时间结束，等待现场裁判发出统一比赛指令后，计时开始，须首先按下电能检测模块“重置”按钮清零，而且电动车在规定时间内（15s）必须启动，且只有一次启动机会，时间到电动车没有前行，本轮比赛结束。电动车启动后，沿决赛规定路线顺序运行和标记，直至返回到终点地球或到规定运行时间 3 分钟，比赛结束。每轮比赛结束，记录拍照电能检测模块显示的数据，关闭电能检测模块电源；比赛全部结束，场外拆下电能检测模块交给工作人员并签字。

若出现以下任一情形，电能消耗成绩计 0 分：

- ① 参赛队电能消耗的平均功率小于 0.001W ；
- ② 电能检测模块未重置清零；

- ③ 未将电能检测模块水平安装在电动车上方；
- ④ 未将电能检测模块正确接入（含未接入或接线错误），导致该模块无记录。

现场决赛成绩由标记成功、电量消耗、有效运行距离三部分成绩组成。

每个参赛队可以有两次运行机会，取两次运行的最好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，则按现场决赛成绩得分高者优先排序，如仍旧无法区分排序，按标记成功数多、能量消耗低、运行时间短优先排序，如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

二、生物质能电动车赛项

本赛项将绿色能源与丝绸之路深度融合，以电动车为载体，利用生物质能技术、深空或深海温差发电技术，通过“复刻丝路行”主题任务，引导学生思考绿色能源对“双碳”目标、可持续发展的重要意义，培养学生绿色低碳生活的理念。

1、对参赛作品/内容的要求

参赛队必须在学校自主完成轻量化设计并制作一辆有方向自主控制的低能耗生物质能电动车，并要求考虑提高基于生物质的温差发电与充电效率和使用效率，提升能源转换效率，降低能源消耗。该电动车**不准使用成套组件或现成产品**，**同校参赛队的电动车不能雷同，该电动车必须适应现场环境。**

该电动车是采用绿色生物质材料的温差能发电作为动力，采用固体酒精作为燃料，利用温差发电技术来驱动该电动车运行。该电动车主要由酒精燃具（含灭火盖，结构不限）、温差片模组、充电模块、超级电容模组、语音播报模块、读卡器、电能检测模块、外壳、电机及相关元器件和本体等组成。

该电动车的最大外形尺寸（包括**所有软质线路**等）不超过 200mm×250mm（宽×长，左右为宽，前后为长）。

酒精燃具：一套放置固体酒精燃烧的托盘和灭火盖，托盘内径建议不小于Φ50mm。

温差片模组：是一种“热电发电”方案，通过在模组“热端”接触高温热源（如

酒精燃烧等）和在模组“冷端”接触低温环境（如冷却水、散热片等），从而形成“温度差”，实现“热能→电能”的直接转化。

充电模块：主要作用是串联在温差片模组（发电端）与储能设备（如超级电容模组）之间进行核心功率转换与管控，适配超级电容模组充电的需求。

超级电容模组：是生物质能电动车储存电能的核心单元，用于储存该电动车所有动作的能量（不能有任何其他能源），且只有一个超级电容模组用于该电动车所有动作的能量，**在比赛过程中（含调试）不能更换和充电。**

电机：是将温度差产生的电能或超级电容模组储存的电能转化为车轮的机械能，最终实现电动车前行的核心驱动元器件，电动车上只有一个**电机**（不能装有任何传感器），**转向只能采用机械机构来实现，不能借助任何电控方式控制该电动车转向，不能安装其他任何传感器，不能采用任何无线通讯功能实施任何动作。**

读卡器：在该电动车底部装有一个读卡器（13.56MHz，14443A 协议）且在电动车外壳内（**不允许外露**），用于从运行场地上粘贴的 UID 标签（13.56MHz，14443A 协议）内获取所存储的信息（GB2312）。

指示灯：在电动车**顶部醒目位置**只能有一个直径不小于 $\Phi 8\text{mm}$ 且不被任何物体遮挡的**亮光红色 led 灯**。

语音播报模块：用于播报 UID 标签存储的信息（**播报内容现场写入**），播报音量需考虑现场比赛的环境噪声，保证比赛现场播报内容在距离 0.5-1.0 米范围内均可清晰听到（**若现场听不清播报内容，有权不记录成绩**）。

电能检测模块：是决赛检测电能的模块（如图 1 所示，自带电源，组委会提供），该模块要便于安装在电动车**顶部醒目位置**随车运动、显示窗口朝上便于拍照或查看，且不被任何物体遮挡，（如图 1b 所示），要求在规定环节必须事先安装好与电能检测模块连接的线路，比赛现场**不准**安装。该模块尺寸为 $84\text{mm} \times 35\text{mm} \times 26\text{mm}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 高），重量不超过 100g；左侧端面有电源开关、重置按钮和充电接口（如图 1a 所示）；右侧端面有两个接口，即输入接口（XT30 公头连接器）和输出接口（XT30 母头连接器）（如图 1c 所示）。**在充电时**，输入接口与充电模块连接，输出接口与超级电容模组连接（如图 2 所示）；**在用电时**，输入接口与超级电容模组连接，输出接口与后续电路连接（如图 3 所示）。如图 2 和图 3 所示，电能检测模块通过 $3\text{m}\Omega$ 电阻对电路的电流进行采集，所产生的能

量消耗不影响平均功率计算。

该电动车外壳（不含底部）形状和结构不限，被烧部位可放在外壳外，**靠近被燃部位的外壳应防止易燃**，而且要求外壳必须**完整、坚固安装在车体上且必须便于拆装**，不允许用柔性材料制造，其外壳有功能结构的（如窗户、进气栅等）可**镂空**，且**镂空面积不能超过其所在结构件表面面积的 30%**。除温差片模组、燃烧和散热部分、指示灯和车轮外，其他所有元器件、零部件都必须安装在外壳内。

配发一定计量的生物燃料（固体酒精）放置在该电动车的酒精燃具中。酒精燃具必须独立放置在该电动车上并方便更换（所耗时间均计入调试时间）、必须带有安全的灭火盖子、必须考虑防火和便于现场安全检查，否则取消比赛资格。

在现场初赛和决赛过程中，只要有任何物品从该电动车上掉落，比赛结束。

在初赛中，该电动车不准用超级电容模组，只能使用生物质能转换成电能直接驱动，即采用固体酒精燃烧通过温差发电（温差片不限）直接驱动，便于拆下检查。

在决赛时，该电动车采用自带的一个超级电容模组运行，要求该模组规格：
1）一个放电接口（2 线）和一个充电接口（2 线）；2）允许有放电开关、放电指示、超级电容保护、放电管理功能，不允许有其他功能；3）超级电容等效容值不大于 40F；4）在电容充满时，空载所测该模组的输出电压不大于 7.5V；5）方便在电动车上固定和拆卸。

在决赛时，需要在超级电容模组充电环节（简称：充电环节）前完成与“电能检测模块”连接的线束安装，所需线束材料由参赛队伍自备（注意：在充电环节和现场决赛环节不给安装时间。

在充电环节，在规定充电时间内或配发一定的固体酒精放置到该电动车上的酒精燃具中，并使用创新实践环节设计制作的充电模块给超级电容模组充电（现场决赛时不用固体酒精燃烧充电运行），为现场决赛全过程提供动力，且便于拆装检查。

在比赛现场（包含任何环节），**不准**换/拆/装电动车上的任何零部件和元器件（规定安装除外），**不能**在场地内外设置任何辅助电动车运行的仪器装置（可在出发区域借助模板定位，运行后撤离），**不安排**给超级电容模组充电（除规定），**不允许**更换超级电容模组（除规定），**不允许**在电动车上安装连接电能检测模块

的连接线（除规定）。

不允许将有安全隐患的物品带入现场。

如果不符合上述要求，或采用不安全的灭火方式灭火，均取消比赛资格。若没有检查出来已经参赛，发现或投诉并情况属实均取消比赛成绩。

2、赛程安排

本赛项由初赛和决赛组成。

初赛由任务命题文档和现场初赛两个环节组成；根据初赛成绩及晋级比例确定晋级决赛的参赛队，初赛成绩不带入决赛。决赛由创新实践、充电、现场决赛三个环节组成。竞赛环节如表 3 所示。

表 3 电动车赛项各环节

序号	环节	赛程	评分项目/赛程内容
1	第一环节	初赛	任务命题文档
2	第二环节		现场初赛
说明：产生决赛名单并现场发布任务命题			
3	第三环节	决赛	创新实践
4	第四环节		充电
5	第五环节		现场决赛

3、对运行环境的要求

1) 运行场地

本赛项的运行场地依据古陆上丝绸之路中线（简称：陆上丝绸中线）场景为蓝本设计，以古陆上丝绸之路中线的主要地点为标志点，其运行场地控制在 2000mm×6000mm 长方形平面区域（如图 5 所示），其材料为喷绘布，该电动车必须在规定的运行场地内按照顺序标记，若出现逆向运行（即经过某标志点两次或不按规定顺序经过标志点）结束该轮比赛。运行场地上的红色圆（Φ40mm）/红色双圆（内圆外径 Φ40mm）为陆上丝绸经过的主要地点，其中红色双圆为起点和终点，在红色圆/红色双圆上面贴有 UID 标签，UID 标签尺寸在 Φ17-Φ30mm

范围内（尺寸以现场提供为准），也是该电动车的标记位置及感应区（即为标志点），现场初赛和现场决赛 UID 标签尺寸现场公布。



图 5 生物质能电动车赛项的现场运行场地图

2) 标志点

该电动车的现场运行路线是从陆上丝绸中线起点“西安”（红色双圆）出发，一路历经“兰州”、“武威”、“张掖”、……、“保加利亚”和“马其顿”等，终点“罗马”（红色双圆）结束，一共设置 31 个主要地点作为备选标志点，其中“西安”和“罗马”为必过标志点，如表 4 所示。

表 4 陆上丝绸中线经过的主要地点的参考圆心坐标

序号	陆上丝绸中线经过的主要地点	坐标 X (mm)	坐标 Y (mm)
1	西安（古长安）	300	460
2	兰州	580	650
3	武威（古凉州）	640	840
4	张掖（古甘州）	760	950
5	酒泉（古肃州）	870	1040
6	敦煌（古沙洲）	1070	1080
7	玉门关	1120	1110
8	哈密（古伊州）	1140	1390
9	吐鲁番（古高昌）	1370	1396
10	库尔勒（古焉耆）	1540	1260
11	库车（古龟兹）	1710	1260

12	阿克苏（古姑墨）	1850	1200
13	喀什（古疏勒）	2080	1010
14	费尔干纳（古宁远国）[乌兹别克斯坦]	2310	1110
15	塔什干（古石国）[乌兹别克斯坦]	2450	1210
16	撒马尔罕（古飒秣建）[乌兹别克斯坦]	2570	1030
17	布哈拉（古安国）[乌兹别克斯坦]	2710	1040
18	马雷（古末禄国）[土库曼斯坦]	2850	810
19	马什哈德（古萨那巴德）[伊朗]	2970	670
20	德黑兰（古拉伊）[伊朗]	3410	610
21	伊斯法罕[伊朗]	3400	300
22	哈马丹（古埃克巴塔纳）[伊朗]	3570	520
23	巴格达[伊拉克]	3790	360
24	安塔基亚（古安条克）[土耳其]	4240	660
25	安卡拉（古安基拉）[土耳其]	4420	1060
26	伊斯坦布尔（古君士坦丁堡）[土耳其]	4630	1190
27	阿德里安堡（古埃迪尔内）[土耳其]	4750	1180
28	索菲亚[保加利亚]	4930	1370
29	斯科普里[马其顿]	5030	1290
30	米兰[意大利]	5700	1700
31	罗马[意大利]	5517	1280

注：喷绘布有一定弹性，坐标以现场场地为准。

现场初赛，该电动车依次沿西安到罗马的方向运行，即“西安”、“张掖”“敦煌”、“吐鲁番”、“库车”、“喀什”、“撒马尔罕”、“马雷”、“伊斯法罕”、“巴格达”、“伊斯坦布尔”和“罗马”12个标志点顺序标记且一次，出现标记两次则结束比赛。

现场决赛，根据命题要求，该电动车从西安依次沿兰州、……，到罗马的方向运行，即“西安”、“武威”、“哈密”、“库尔勒”、“喀什”、“布哈拉”、“德黑兰”、“安卡拉”、“索菲亚”和“罗马”10个标志点，所有标志点顺序标记且一次，出现标记两次则结束比赛。要求电动车必须避开“敦煌”（ $\Phi 40\text{mm}$ ）

（电动车的投影应在“敦煌”外且不能 led 灯亮）和必须经过“布哈拉”（电动车的投影应覆盖红色圆且 led 灯亮，离开灯灭），该两标志点为决赛情景标志点。若没有避开“敦煌”和经过“布哈拉”标记点，均视为本次比赛结束。

3) 竞赛提供的设备

在创新实践环节，将提供 220V 交流电，以及 3D 打印、激光切割、PCB 打印、数控加工等设备及相关材料，竞赛所需的笔记本电脑、相关软硬件、零部件、元器件，以及拆装、后处理和安装调试等工具及相关设计软件等各参赛队自备。

4、赛项具体要求

1) 初赛

(1) 任务命题文档

按照国赛任务命题文档模板要求，参赛队提交决赛任务命题方案，策划现场决赛场地示意图，给出现场决赛的标志点数量和名称，以及模拟陆上丝绸中线的情景点数量和名称；依据所策划现场决赛场地和情景点，必须保证创新实践环节进行相应主要转向传动零件或机构的设计制造（若不修改结构就能实现现场初赛和现场决赛的任务，须详细给出不需修改的理由），并与初赛转向传动零件或机构进行对比分析；结合所选温差片模组和超级电容模组进行充电模块的设计制造，并给出充电模块的性能；在此基础上，对电动车的底盘、外壳可从重量、能耗、安全、变形、材料等进行轻量化结构设计并给出结果及结果分析。

任务命题文档成绩不仅包括文档的内容质量符合命题规则，也包括文档的排版规范。

参赛队提交的文档雷同，文档中出现校名、姓名、队名、特殊标记符号等，文档成绩 0 分。

(2) 现场初赛

依据领队会抽签确定的初赛上场顺序号和现场使用的场地数进行检录，并抽签确定各参赛队现场初赛的场地号。

该电动车在规定时间内及指定竞赛场地上按照命题要求的顺序前行（不能破坏赛道），并在规定的标志点进行标记。参赛队进入比赛场地进行调试，调试时间 3 分钟结束前，需将电动车放置在陆上丝绸中线的起点西安（红色双圆）正后方区域的比赛场地内等待发车（否则本轮比赛结束，成绩无效）。调试时间结束，等待现场裁判发出统一比赛指令，计时开始，电动车在规定停止运行时间 15s 内必须启动，且只有一次启动机会，时间到电动车没有前行，本轮比赛结束。电动车启动后，沿初赛规定路线顺序运行和标记，直至运行到终点罗马（红色双圆）或到规定运行时间 3 分钟，比赛结束。

现场初赛成绩由标记成功、有效运行距离和有效语音播报（参见评分规则）三部分成绩组成。

每个参赛队可以有两次运行机会，取两次运行的最好成绩作为现场初赛成绩。

按初赛总成绩排名选出参加决赛的参赛队，若出现参赛队初赛总成绩相同，则按现场初赛成绩得分高者优先排序，如仍旧无法区分排序，按现场初赛标记成功成绩高、现场初赛运行时间短优先排序，如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

2) 决赛

（1）创新实践

依据领队会抽签确定的初赛上场顺序号，去掉未晋级决赛的参赛队初赛上场顺序号后所形成决赛上场顺序（重新编号）进行检录。

在规定时间内，参赛队采用现场提供的装备、材料及软件平台等完成该环节的加工、焊接、装配、调试等任务，以及创新实践环节的答题、环境整理等任务，对参赛队的技术能力、工程知识、诚信意识、协作意识、安全意识、环境意识等方面进行综合评价。按照预约顺序或现场决赛上场顺序号（以现场公布为准）进行调试，调试结束后按照要求验收、交电动车并离场。

① 现场制造充电模块：按照 PCB 制造要求（附件 PCB 加工要求），**报到时提交自行设计的充电模块的 PCB 制板文件**，创新实践环节进行在现场制造的充电模块的电路板上焊接自带的元器件。同时，拆除太阳能板上的稳压模块，如

果带了没拆除，取消后续比赛。若现场制造充电模块的电路板不能使用或所焊接的充电模块不能使用或现场没有制造充电模块的电路板，~~可经过现场裁判确认更换自带的充电模块（不能擅自更换，否则按作弊处理）~~，充电模块设计制造和充电成绩均为 0 分。

② 现场装配自行设计制造的凸轮等零部件：现场不提供机械加工制造，更换自带的自行设计制造的凸轮等机械零部件来满足决赛运行要求。

依据创新实践环节上述两项任务的完成情况，决赛总成绩分为三等级排序（A、B、C 三等级的先后排序，即 A 等级 > B 等级 > C 等级）：①A 等级：按命题要求用现场提供的设备、材料及软件平台等现场规定的任务并在后续任务中应用；②B 等级：但未在后续任务中应用（B1 等级 > B2 等级：B1 为 1 项任务未应用，B2 为 2 项任务未应用）；③C 等级：没用现场提供的设备、材料及软件平台等完成现场规定的任务，取消后续决赛资格（C1 等级 > C2 等级：C1 为 1 项任务没用现场提供的设备，C2 为 2 项任务没用现场提供的设备）。

自带拆装工具、后处理工具、调试工具、相关设计软件、手提电脑等，有安全隐患的物品和不允许带的物品不能带入创新实践环节现场，否则取消比赛资格。

相关具体要求，参见后期发布的创新实践环节说明。

（2）充电

按照决赛上场顺序号和现场使用的充电位置数进行充电。

规定充电时间现场发布（从充电开始到充电结束）。

在充电环节，用现场焊接的充电模块，再次确认已经装好与超级电容模组连接的充电和用电连接线，确认超级电容模组放电到 0.4V 以下，方可在规定充电时间用规定固体酒精按照要求完成超级电容模组充电（注意：现场决赛不安排充电时间和场地）。若没有装好与超级电容模组连接的充电和用电连接线、没有将超级电容模组放电至 0.4V 以下，均视为放弃后续环节比赛。

进入充电环节，不允许把与充电无关的物品带入充电环节现场，与充电无关的参赛队员不能进入充电环节现场，否则取消比赛资格。

在充电区域，安装好电能检测模块，但不与超级电容器模组连接。发出充电指令后计时开始，参赛队将超级电容器模组与电能检测模块连接，打开电能检测

模块电源开关并按下“重置”按钮清零，开始充电。在规定充电时间到或参赛队自行决定提前结束充电或固态酒精燃烧完毕停止充电，先断开与电能检测模块的连接，再拍照电能检测模块显示的数据留存并签字确认后，再关闭电能检测模块的电源，场外拆下电能检测模块必须交给工作人员并签字，否则取消比赛资格。

该环节成绩由充电平均功率决定。若出现以下任一情形，该项成绩计 0 分：

- ① 参赛队充电的平均功率小于 0.001 W；
- ② 电能检测模块未重置清零；
- ③ 未将电能检测模块正确接入（含未接入或接线错误），导致该模块无记录。

（3）现场决赛

按照决赛上场顺序号和现场使用的场地数进行检录，并抽签确定各参赛队现场决赛的场地号。

进入决赛现场，将电能检测模块水平安装到电动车上方。调试时间 3 分钟结束前，需将电动车放置在陆上丝绸起点西安（红色双圆）正后方区域的比赛场地内等待发车（否则本轮比赛结束，成绩无效）；调试时间结束，等待现场裁判发出统一比赛指令后，计时开始，须首先按下电能检测模块“重置”按钮清零，而且电动车在规定时间内（15s）必须启动，且只有一次启动机会，时间到电动车没有前行，本轮比赛结束。电动车启动后，沿决赛规定路线顺序运行和标记，直至运行到终点罗马（红色双圆）或到规定运行时间 3 分钟，比赛结束。每轮比赛结束，记录电能检测模块显示的数据，关闭电能检测模块电源；比赛全部结束，场外拆下电能检测模块必须交给工作人员并签字。

若出现以下任一情形，电能消耗成绩计 0 分：

- ① 参赛队电能消耗的平均功率小于 0.001 W；
- ② 电能检测模块未重置清零；
- ③ 未将电能检测模块水平安装在电动车上方；
- ④ 未将电能检测模块正确接入（含未接入或接线错误），导致该模块无记录。

现场决赛成绩由标记成功、电量消耗，以及有效运行距离三部分成绩组成。

每个参赛队可以有两次运行机会，取两次运行的最好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，则按现场决赛成绩得分高者优先排序，如仍旧无法区分排序，按标记成功数多、能量消耗低、运行时间短优先排序，如仍旧无法区分排序，则抽签决定。

附件 PCB 加工要求

为提高参赛队电路板的制板效率和成功率，缩短制版时间和降低材料使用量，对参赛队提交的制板文件给出如下要求。

1、边框（板框）放置在 Keep-Out Layer 层（板框层），边框必须为闭合图案，边框所有线条宽度都保持一致，有且只能有 1 个边框。除边框外，Keep-Out Layer 不能有其他任何图案。非闭合边框，或边框尺寸超过限定范围，不予制作。

2、单面或双面板设计，制板文件格式为 Gerber（RS-274X），双面板至少包含 GKO、GTL、GBL、孔层（TXT/DRL）等 4 个文件，单面板至少包括 GKO、GTL/GBL、孔层（TXT/DRL）等 3 个文件。制板文件数量不足或制板文件格式错误，不予制作。

3、最小线宽、最小线间距（线边缘间距）10mil（0.254mm）；最大线宽 100mil（2.54mm）；元器件最小间距 20mil（0.508mm）；导线与焊盘、导线与过孔、焊盘与焊盘、过孔与过孔、焊盘与过孔的间距不小于 10mil（0.254mm）；导线与边框、过孔与边框、焊盘与边框的间距不小于 12mil（0.305mm）；单个封装内焊盘宽度不小于 12mil（0.305mm），焊盘中心间距不小于 25mil（0.635mm），焊盘边缘间距不小于 12mil（0.305mm）；板载连接器引脚最小间距不小于 100mil（2.54mm）。线宽、间距超过限定范围，不予制作。

4、所有插件焊盘（通孔）的尺寸统一为内径 47mil（1.20mm，孔径）、外径 90mil（2.3mm）；过孔内径只有 25mil（0.635mm，孔径）一种规格，过孔外径不小于 45mil（1.143mm）；固定孔以过孔的形式放置，孔内径只能为 118mil（3mm）；所有孔必须为圆形孔；除 25mil（0.635mm）、47mil（1.20mm）、118mil（3mm）的圆形孔以外，其他尺寸与形状的过孔、钻孔、通孔等一概不予制作。

5、所有电气连接均以走线（Track）方式连通，不可使用铺铜（Poly），否则不予制作。