

第十九届全国大学生智能汽车竞赛

室外 ROS 无人车赛（高教组） 比赛规则

2024年7月

一、背景

1.1 赛事背景

随着新一轮科技革命和产业变革的兴起,智能汽车已成为未来汽车产业的发展战略方向。2020年2月,国家发改委、科技部、工信部等11个部门联合印发《智能汽车创新发展战略》,提出到2025年,中国标准智能汽车的技术创新、产业生态、基础设施、法规标准、产品监管和网络安全体系基本形成。同时,实现有条件自动驾驶的智能汽车达到规模化生产,实现高度自动驾驶的智能汽车在特定环境下市场化应用。

无人驾驶技术作为智能汽车的核心技术,涉及智能控制、信息通讯、电子工程、控制理论、传感技术等多领域技术融合,对“跨学院、跨专业、跨学科”新时代下的新型复合人才培养提出了更好的要求。

1.2 赛事目的

本赛项的设立能够场景化的复现基于无人驾驶的智能车在实际领域中的应用,尤其是在无人的环境中,实现定位导航、计算机视觉、雷达、人工智能、自动控制和电机控制等多种技术融合的场景。通过室外无人驾驶创意赛,期望达到以赛促教,进一步深化产学研融合,拓宽高校人工智能及机器人相关专业的教学内容,提升高校人工智能及机器人科技创新能力和人才培养能力。

赛项包含对无人车的智能控制技术、机器视觉技术、电子电路技术、机器人操作系统ROS应用、激光雷达及深度摄像机等新型传感器应用、SLAM、路径规划、自主导航等多项先进技术,提前让学生熟悉企业所用的技术,从而提升学生就业能力。并且比赛考核内容与相关课程的教学内容紧密结合,提高学生对移动机器人的设计、控制及应用能力。

二、比赛内容

2.1 赛题内容

无人车在赛道中运行两圈,第一圈探索未知环境,识别障碍物并构建赛道地图;第二圈运行中需要根据已探索的赛道地图进行自主导航并加速冲刺,到达停车区域结束比赛。

无人车在第一圈经过停车区域时不需要停车,在第二圈经过停车区域时进行停车结束比赛。

无人车在室外运行中，每次遇到红灯识别区均需停车 3 秒后再继续运行；此外在无人车运行第二圈时，无人车需根据停车检测区域的信息提示，准确的停到对应的标志物区域。

2.1.1 比赛赛道

比赛场地为不规则环形场地，由红蓝两色锥桶搭建而成，整体赛道由直线区域、“S”弯、圆形区域等部分元素元素构成，具体特征如下：

(1) 搭建赛道的转弯半径不小于 1m；

(2) 赛道宽度为 1.5m；

(3) 同侧相邻锥桶最小间隔为 0.5m；

(4) 锥桶间距小于赛道宽度；

(5) 赛道大部分由内圈红色锥桶和外圈蓝色锥桶构成，右侧小部分赛道由两根黄色胶带铺设而成，胶带宽 10cm；

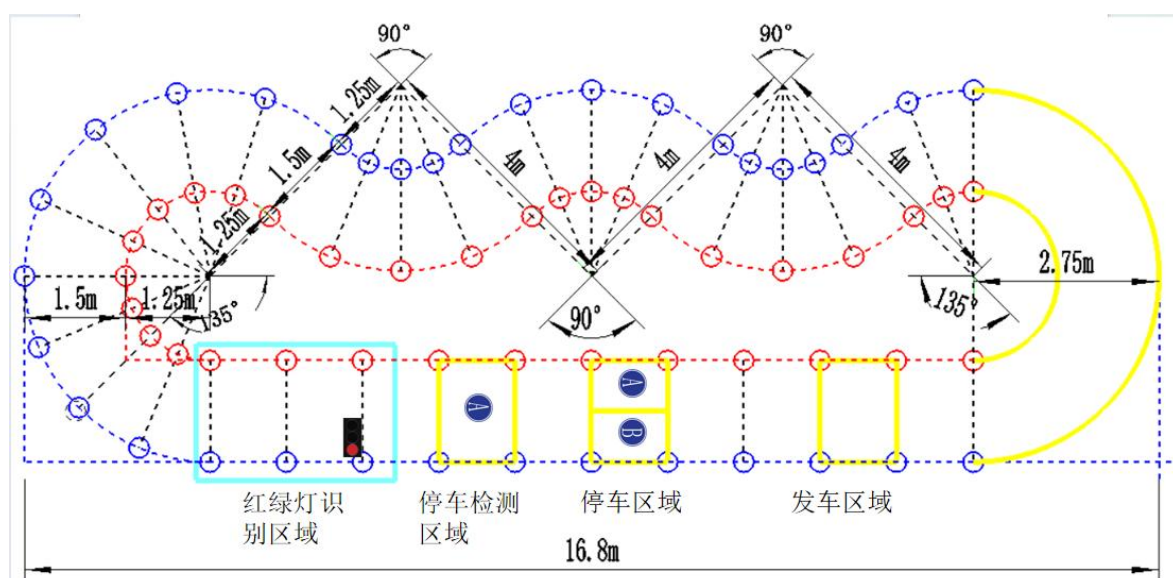


图 1 室外 ROS 无人车赛赛场示意图



图 2 国赛场地实拍图

以上赛道为示意图，赛道搭建注意事项如下：

(1) 各弧度或直线区域锥桶需均匀摆放，具体摆放位置与图一中完全一致；

(2) 图中虚线只为描述锥桶之间相对摆放位置，真实赛道中无虚线痕迹；

(3) 红绿灯识别区域、停车检测区域、停车区域及发车区域，区域各顶点为锥桶投影到地面的中心，区域均为矩形，边缘由黄色胶带包围，长宽尺寸如图所示，胶带宽10cm，以胶带内侧作为区域边界；

(4) 赛道右侧巡线区域由黄色胶带粘贴地面铺设而成；

(5) 发车区域固定，无人车沿着赛道逆时针运行；

(6) 红绿灯识别区域，在图示右下角位置放置红绿灯模型，红绿灯模型需要保持红灯常亮；无人车在红绿灯识别区时，需要停留 3 秒，3 秒后忽略红灯标志牌继续前进；

(7) 红绿灯识别区域位于蓝色框内的随机位置，具体位置将于赛前一周提供；

(8) 停车检测区域，区域中心随机放置标志牌 A 或放置标志牌 B，具体放置哪个标志，比赛现场裁判随机给出；

(9) 在无人车运行第二圈时，在停车检测区域内，检测区域内的标志物，并在进入标志物识别区域后，准确停在对应标志物区域内。

(10) 停车区域，区域包括标志牌 A 识别区域和标志牌 B 识别区域两部分，两区域位置固定，如图 1 所示；

(11) 标志牌 A、标志牌 B 规格为 21cm*21cm，以下为组委会提供源文件，可直接按规格调整比例打印，材质不限。



标志牌A源文件



标志牌B源文件

(12) 红绿灯模型，高 50cm，具体如下图所示。



红绿灯模型(比赛时使用红黄绿三灯面的红灯)

2.1.2 比赛任务

本赛项无人车需要在环形赛道上完成 2 圈的环绕任务。

第一圈需要无人车自主识别路障，并对场地进行二维建图；

第二圈基于第一圈认知的赛道，进行自主导航；遇到停车标志牌后进行停车。

在无人车运行两圈过程中，每次遇到红灯识别区均需停车 3 秒后再继续运行；

在无人车运行第二圈时，在停车检测区域内，对停车标志物进行检测识别，进入停车区域后，准确停在对应停车区域内。

2.2 技术手册撰写

为了参赛队更好的传承和技术积累，本次比赛需要撰写技术手册，跟之前技术报告略有区别，技术手册分值 20 分，具体撰写要求请参考技术手册模板。

技术手册以案例的形式书写，最少不低于 5 个案例，每个案例最高分 4 分，多于 5 个案例，取所有案例中最好的 5 个案例的成绩进行计算。依据案例的创新性、结构规范、内容深度等几个方面作为案例的评判依据。

2.3 比赛规则及评分说明

2.3.1 比赛评分规则

比赛要求无人车运行 2 圈，两圈时间分别计时；期望无人车在第二圈运行时速度要超过第一圈，所以第二圈的成绩权重高于第一圈，具体比赛的有效时间计算公式为：

有效时间 $T = \text{第一圈耗时} * 30\% + \text{第二圈耗时} * 70\% + \text{加罚时间}$

$$\text{比赛得分} = \frac{(T_{\max} - T_{\text{有效}})^2}{(T_{\max} - T_{\min})^2} * 80$$

T_{\max} : 比赛中完赛用时最长的队伍的有效时间(s)

T_{\min} : 比赛中完赛用时最短的队伍

$T_{\text{有效}}$: 当前队伍有效时间(s)

最终成绩由比赛成绩和技术手册成绩构成，比赛成绩总分 80 分，技术手册总分 20 分。

2.3.2 关于比赛加罚时间的处理细则

(1) 无人车在红绿灯识别区域内需停车3秒后继续前行；若在红绿灯识别区未停车或停在红绿灯识别区域内时间不足3秒，加罚10秒。

(2) 无人车在停车检测区域检测到标志牌类型，第二圈未根据标志牌类型停在标志物识别区域中的指定位置，加罚 10 秒。

(3) 无人车每次撞击锥桶加罚 5 秒；如果无人车没撞到锥桶只是路过锥桶时压到了锥桶的支撑边角，则不加罚。

(4) 无人车在右侧小部分巡线区域，每次压线加罚 5 秒；若无人车长时间骑线行驶超过 3 秒，即判定本次任务失败。

(5) 无人车比赛结束停车后，需展示构建的二维地图，若未构建地图，加罚比赛时间 15 秒；若构建地图，但锥桶位置信息在地图上的坐标与实际位置坐标不符，加罚比赛时间 5 秒；若构建地图，超过 5 个锥桶数据丢失，加罚比赛时间 5 秒。

(6) 无人车第二圈运行时必须调用第一圈的地图实现导航，否则加罚10秒。(在现场检查rviz规划路径，防止未使用导航)

(7) 如果无人车偏离轨道运行，每绕错一个锥桶加罚5秒，如果绕错的锥桶数量累计多于3个或10秒内未返回正确轨道，则计比赛失败。

(8) 允许参赛队伍在停车检测区域前停车进行标志物识别；若停车进行识别，则停车时间不得超过10秒。

(9) 无人车在赛道中停止运行超过10秒，即判定本次任务失败。

(10) 无人车在停车区域停车时需要两个前车轮全都位于停车区域内，视为停车成功；若停车时只有一个前轮或者没有前轮在停车区域内或未停车，视为停车失败，加罚10秒，若停车时前轮压着停车区域内侧边线，则加罚5秒。

(11) 构建的地图必须为运行过程中构建的，若是赛前构建好的，一经发现取消比赛资格。

(12) 禁止使用bag等工具造假，一经发现取消比赛资格。

三、参赛要求

3.1 参赛队伍及选拔规则

参赛学生要求：仅限全日制在校专科生、本科生、研究生；

队伍人数要求：每队参赛人数为 2~5 名，指导教师 1~2 名；

禁止参赛队之间相互抄袭，一旦发现取消两队评奖资格。线下比赛，禁止不同队伍用同一设备参赛，一旦发现取消两队评奖资格。

3.2 参赛设备性能要求

为保证大赛的顺利举办，避免各参赛队因设备的性能差异导致的不公平，大赛组委会统一指定参赛设备，设备供应商为北京小豚科技有限公司，参赛设备部分性能请参考 4.4 章节。

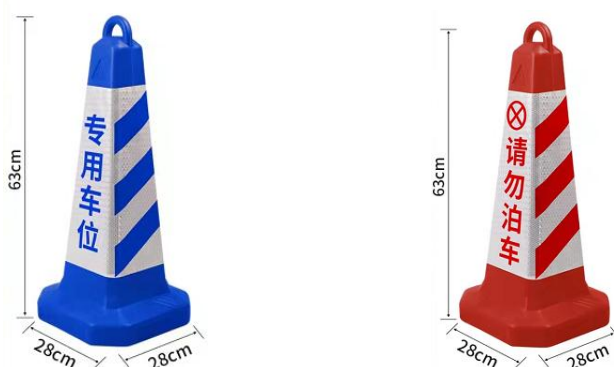
3.3 参赛学生制作内容

比赛所用的算法及运行方案需队员自行设计搭建。竞速过程中车模需要自主运行，禁止用人工遥控的方式进行比赛。

本赛项重点考察参赛学生如下能力：

- ① 程序设计能力；
- ② 机器人操作系统（ROS）应用；
- ③ SLAM 地图构建与自主导航技术；
- ④ 激光雷达、IMU、摄像头、编码器等机器人传感器应用

3.4 障碍物



比赛赛道是有红色锥桶和蓝色锥桶搭建而成，赛道中的锥桶需要去掉白色的反光膜。

名称：锥桶

材质：塑料

规格：630*280*280mm

外皮颜色：红色 、蓝色

3.5 线下赛提交资料要求：

线下赛除了现场比赛外，还需要额外提交的作品为：源码 + 技术手册；比赛前，参赛队员需要将整理好的技术手册及视频以压缩包的形式提交至 smartcarX@163.com 邮箱，每队只限提交一次，提交作品的邮件需要按如下格式统一邮件标题名称：

格式为：室外 ROS 无人车赛+学校名称+队伍编号；

例如：室外 ROS 无人车赛_北京理工大学_NCSC2024HBA26PU。具体队伍编号参赛队员可在大赛报名官网查询。

附件为一个压缩文件夹，文件夹内包含技术手册、录制视频和源文件链接，具体如下：

|——室外ROS无人车赛_学校名称_队伍编号（文件夹名称同邮件主题名称）
|——室外ROS无人车赛_学校名称_队伍编号_技术手册.pdf
|——室外ROS无人车赛_学校名称_队伍编号_源程序文件.zip

比赛结束后，大赛组委会根据比赛成绩及技术手册成绩进行汇总整理并公布比赛成绩。

3.6 线上赛提交作品注意事项：

若无法举办线下赛，则改为线上提交作品参赛，具体要求如下：

线上赛提交的作品为：

参赛视频（3个不同视角的运行视频+赛道测量视频）+技术手册+源码。

3.6.1 录制视频要求

1、参赛队员录制比赛视频参赛，采用三机位不同角度录制参赛视频。

1) 采用三机位录制视频展示：

1号机位跟随无人车，视角要清晰的显示无人车的全部轮廓以及无人车周围的跑道信息；该机位为移动机位，需要跟随无人车运行，建议参赛同学用手机跟随录制。

2号机位展示上位机监控信息，包括以下信息：导航程序运行的终端输出、以及计时的秒表。该秒表可以电脑或在线秒表程序，也可以为实物秒表，秒表用来显示运行时间；该机位建议为固定机位。

3号机位展示赛道整体画面。该机位建议为固定机位。

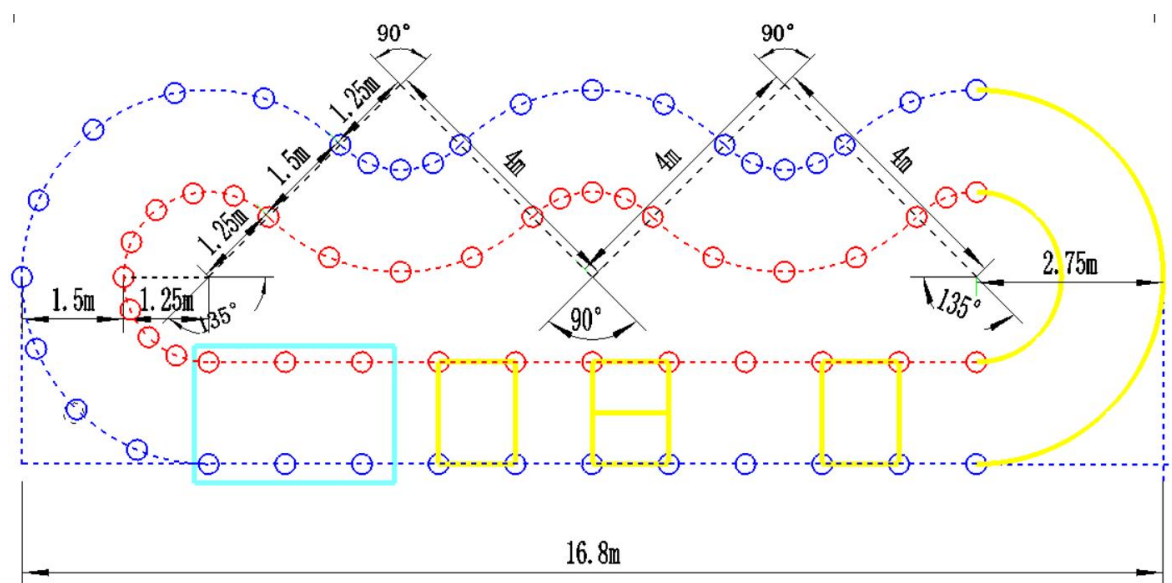
2) 禁止使用遥控器控制。

3) 录屏过程中，建议参赛队员对无人车正在实现的功能和其他功能进行解说。视频中的无人车需自主移动，不得人为干预，审核时会结合源程序和设计报告内容进行评定，若出现视频造假现象，取消比赛资格。

4) 视频长度不得超过 10 分钟。

2、除了录制参赛的运行视频外，还需要录制一段测量视频，按照比赛规则对赛道关键信息和元素进行实际测量，以保证比赛赛道的统一性和规范性，测试视频可以单独进行测量录制。

拍摄时需参考图2，展示赛道宽度，各弧度区域的半径长度，直线区域长度。



具体测量数据示意图

3.6.2 提交资料要求

比赛前，参赛队员将整理好的技术手册及视频以压缩包的形式提交至 smartcarX@163.com 邮箱，每队只限提交一次。

邮件标题命名方式为：室外 ROS 无人车赛+学校名称+队伍编号；

邮件附件为一个压缩文件夹，文件夹内包含技术手册、录制视频和源文件，命名方式如下：

- |——室外ROS无人车赛_学校名称_队伍编号（文件夹名称同邮件标题名称）
- |——室外ROS无人车赛_学校名称_队伍编号_技术手册.pdf
- |——室外ROS无人车赛_学校名称_队伍编号_1号机.mp4
- |——室外ROS无人车赛_学校名称_队伍编号_2号机.mp4
- |——室外ROS无人车赛_学校名称_队伍编号_3号机.mp4
- |——室外ROS无人车赛_学校名称_队伍编号_赛道测量视频.mp4
- |——室外ROS无人车赛_学校名称_队伍编号_源程序文件

比赛结束后，大赛组委会根据比赛成绩及技术手册成绩进行汇总整理并公布比赛成绩。

3.6.3 视频评分细则

为保证比赛的严谨性及视频质量，线上赛视频提交内容，在原有 2.3 比赛规则及评分说明基础上添加如下处罚细则：

- (1) 录制视频时，未按要求摆放机位，加罚 10 秒。
- (2) 视频中比赛赛道搭建尺寸不符合要求，加罚 10 秒
- (3) 比赛场地选择室外合适场地自行搭建，若比赛场地不在室外加罚 5 秒。
- (4) 禁止使用工具对比赛视频修改或造假，若出现视频遥控或造假现象，取消比赛资格。

(5) 为防止参赛队视频造假，组委会工作人员会对参赛队提交的视频资料进行抽查复现，参赛队需要配合进行复现，若发现不配合或造假现象，取消比赛成绩，若已发放奖状，将予以追回。

四、备赛事宜

4.1 大赛报名

大赛报名网址：<http://www.smartcar.zone>;

4.2 技术手册模板

模板下载链接：<https://share.weiyun.com/uAthgJMQ>

4.3 大赛技术交流群

为方便参赛同学技术交流和接收比赛相关信息，请参赛队员务必加入官方 QQ 交流群：1063631705, 加群时一定要备注学校、姓名，加群后修改群昵称为：学校-姓名-队伍任职(比如：队长、算法、机械、电控、调试等)，比如：北京理工大学-李华-队长。

4.4 参赛设备部分性能要求

为保证比赛公平性，组委会统一比赛设备性能，具体配置如下：

序号	部件名称	参数
1	无人车底盘 XT-RC R3 1/8	户外越野底盘，前后轮有差速器 尺寸：560*350*230mm
2	M1-KV2150 有感无刷电机	Kv 值 2150 功率 2400W 最高转速 45000rpm 最高电压 19V
3	HW-10BL120 有感无刷电调	额定电流 120A 最大电流 760A 电池节数 2-3S Lipo

4	舵机	工作频率：1520us/330hz 工作电压：DC4.8~6.0 V
5	处理器	华为昇腾 310 系列 AI 处理器；AI 算力：8 TOPS；内存：4GB LPDDR4X；存储：64G
6	激光雷达 LS01X	角度：360° 扫描频率：20HZ，自适应扫描频率 测量频率：10KHZ 测量范围：25m Class I 激光安全标准(人眼安全) 测量量程解析度 0.1% A6 核 ARM 64 位处理器，主频高达 2GHz 2G 内存
7	IMU-03A 姿态传感器	动态精度：2.5 度 分辨率：0.1 度 航向角： 测量范围(yaw):±180 度 动态精度：3 度 (RMS) 分辨率：0.1 度 陀螺仪：测量范围(pitch/roll/yaw):±2000 度/s 零偏稳定性：10 度/h 非线性度：0.1%FS 加速度计：三轴测量范围:±8g 零偏稳定性:30mg 非线性度:0.5%FS 磁力计：三轴测量范围:±8Guass 分辨率:0.003Guass 非线性度:0.1%FS
8	编码器 EC-X1	工作电压：5V 波特率：9600~115200 工作电流：10mA 通信协议：Modbus RTU 内核刷新周期：50μs 最大机械转速：1000RPM 最大启动扭矩：0.006Nm 工作温度：-40~+85℃
9	摄像头 XT-Camera-U1	规格：720P 速度：60 帧/s 镜头：150 度 硬件：工业级 100 万像素 功率：1W 工作电压：5V 工作电流：100mA 最高输出分辨率：1280*720 视频输出：USB 2.0 免驱 支持协议：uvc 通信协议

