

# 2023年(第16届)中国大学生计算机设计大赛人工智能挑战赛赛题

## 无人驾驶专项挑战赛

(版本: V20230304.08)

### 一、挑战内容

实现模拟道路自主行驶:能够实现主要交通标志的识别,根据相应标志做相应的动作,并在规定时间内完成比赛。交通标志包括红绿灯、车道线、地面车道指示标识(方向标识,人行道)隧道。在遇到障碍物时,车辆能够在不违反交通规则的情况下,变换车道规避障碍物。

国赛现场测试计分细则详见本文第二部分,挑战规则。

### 二、挑战规则

#### (一) 机器人要求

1. 机器人长度×宽度×高度均不超过 600×400×300mm, 机器人长度×宽度×高度均不小于 450×250×150mm, 机器人总质量不超过 8kg。
2. 机器人不能具有危险性,不可携带对人体有害或者容易泄露的物质,不能对场地环境造成污染。如使用压缩空气,压缩空气压力不得超过 0.4 个大气压,并需安装压力表。
3. 机器人所携带传感器不限制。机器人若通过计算机控制,该计算机必须随机器人携带,不可与机器人之外任何设备通讯。计算机质量计入机器人总质量。
4. 机器人必须完全自主运行,除了启动指令,不得通过任何方式接受人工遥控指令,机器人搭载的计算机不得与场外任何设备、服务器通讯,不得接受任何人工指令。
5. 启动指令必须只能有一个,且只有一种状态,不得带有任何形式的状态选择。
6. 机器人必须通过普通直流电池(包括锂电池)进行电力驱动,驱动电压不超过 15V,电能容量不超过 150Wh。以下燃料、驱动形式都是禁止的:化石燃料、热力驱动、燃料电池、核燃料、超过 100V 的内部电压驱动。

7. 机器人在比赛场地周围，在比赛时间之外，不得在无人值守的情况下充电，不得在无人值守的情况下保持开启和待机状态，无人值守时机器人必须完全断电。

## (二) 比赛场地设置

1. 场地由若干模块组成，每个模块长度和宽度均为 1800mm×1200mm 每个车道模块的厚度不超过 30mm。场地按照标准道路尺寸的 1/6 设计。比赛赛道不小于 6m\*5m。
2. 出发区模块：机器人必须从绿色或蓝色区域出发，具体从哪个色块区域出发，由现场裁判随机指定。出发时机器人的任何部位都不可以在所在色块区域之外。

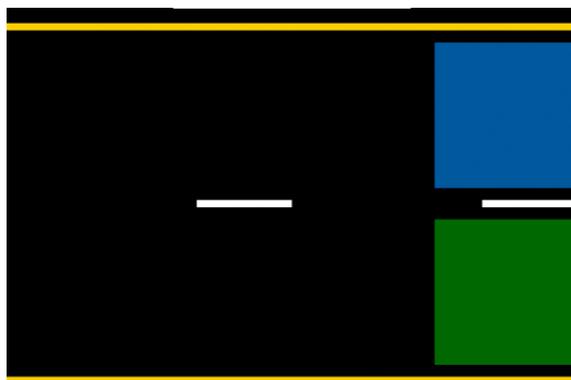


图1 赛道出发区板块

3. 终点区模块：机器人必须最终越过终点线，停留在红色区域内。



图2 赛道停止区板块

4. 普通车道模块：同向车道之间为白色虚线，可以跨越。实线不可跨越。

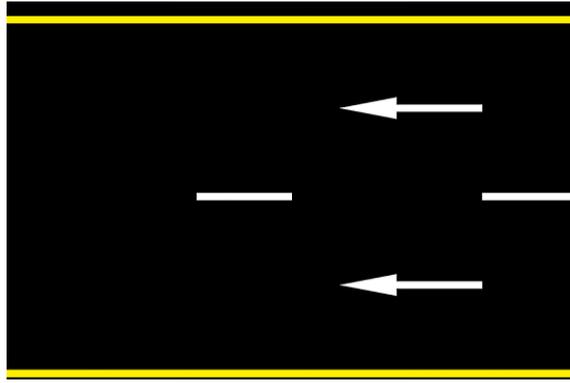


图3 赛道行驶区板块

5. 人行横道：行人在人行横道行走时，车辆必须避让。



图4 赛道窄人行道板块

6. 十字路口：必须遵守交通信号灯的指示并按照导向车道箭头指示方向通行。十字路口的中间区域为至少为  $1800\text{mm} \times 1800\text{mm}$  的纯路面色彩区域，以提供机器人转弯。

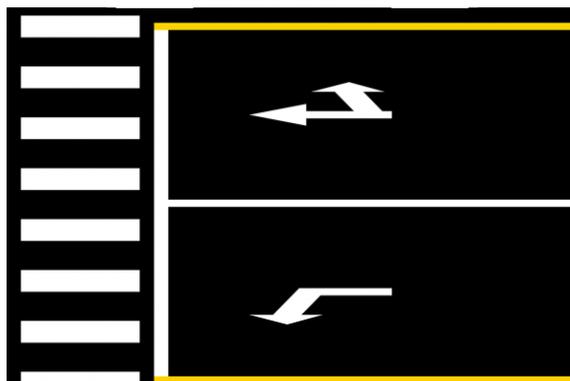


图5 赛道路口外侧板块

7. 路口：必须遵守交通信号灯的指示并减速慢行通过。



图6 赛道路口内侧板块（包括人行道）

8. 模块的排列可能有多种方式，并在现场随机决定。模块的数量至少 12 块。路口的数量 2 个，有的路口有红绿灯，有的道路仅有停车标识。单独人行道的数量至少一个，单独的人行道道口没有停车标识。
9. 车辆行使路线由比赛前一天随机安排，所有队伍统一。

### （三）障碍物、行人、信号灯等设置

1. 道路两侧有些部分具有垂直立面，有些没有，立面高度大多数高于激光雷达扫描高度，但不排除部分小区段立面高度低于激光雷达扫描高度。
2. 障碍物、行人和信号灯全部按照真实物体的 1/6 设计制作。
3. 障碍物采用真实圆锥筒约 1/6 尺寸。锥筒总高度约 100mm，底部基座为边长 60mm 的正方形，基座高度 10mm。圆锥底边直径 50mm，顶部直径 6mm。本次比赛锥筒全部采用橙色。锥筒可以迫使车辆变道，或者迫使车辆在路口转弯。锥筒形状如下：

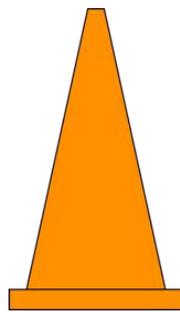


图7 路面锥桶样式

4. 行人为真人尺寸的 1/6，将采用与真人相仿的彩色塑料或木制玩偶替代。
5. 信号灯出现在驶出路口的前方。例如，如果车辆从下方左侧区域驶入路口，那么信号灯将出现在红色区域的上方。

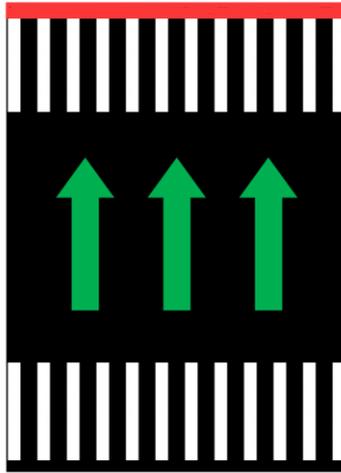


图8 信号灯安装示意图

6. 信号灯模型红、黄、绿三色灯从从左至右依次横向排列，每个灯都为圆形，直径约 45mm，两灯圆心之间间距约 60mm。信号灯灯面整体为圆角矩形，黑色，高度约 60mm，宽度约 200mm。信号灯底边距离路面约 650mm。信号灯杆为灰色。信号灯形状如下：

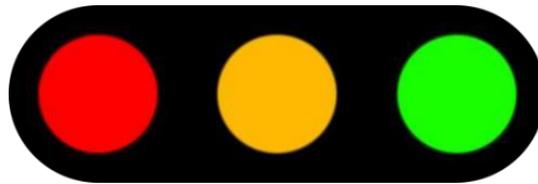


图9 信号灯示意图

#### (四) 比赛过程与计分

1. 机器人必须遵守交通规则，否则将被扣除相应的分数。
2. 机器人所有部分都必须在出发区内，否则不可以出发。出发时，每个机器人起始分数为 12 分。
3. 机器人在道路内运动，如仅有车轮碾压实线，或车轮穿越实线，每次扣除 3 分。如车辆全部投影面积穿越黄色实线，并造成逆向行驶的，每次扣除 6 分。碾压实线与逆向行驶同时发生，只计逆向行驶扣分。
4. 机器人必须避开障碍物，如碰撞障碍物，每次扣除 1 分，且时间加罚 20 秒。
5. 机器人必须礼让行人，如遇到行人横穿马路，未停车礼让的（在行人穿越人行道全程未停车，车辆越过了人行道之前的停车线，但未碰撞行人的），扣除 3 分；如碰撞行人，则视为发生严重交通事故，扣除 12 分，且终止比赛。
6. 机器人在红绿灯路口必须遵守交通信号灯的指示。若信号灯为红色，必须停

车等待。若信号灯为绿色，则可以通行。信号灯出现的时机可能是随机的。红灯时长也可能是随机的，但是裁判需保证在同一场比赛中，每个队伍所遇到红灯的总时长是一样的。如在红灯亮起后，车辆压停车线停车，扣除 1 分，若车辆整体越过停车线，但未越过路口中心的，扣除 3 分。若红灯亮起后，车辆越过停车线，且越过了路口中心，则扣除 6 分。

7. 机器人未按照导向车道箭头指示方向通行的，扣除 3 分。
8. 隧道: 机器人顺利通过隧道，则成功；如果碰撞隧道墙壁，则扣除 1 分，罚 30 秒。
9. 机器人越过终点线即可。如机器人提前压线停车，扣除 2 分。机器人在触碰终点线后，不再进行越过实线或逆向行驶的处罚，但不包括机器人在触碰终点线前已经发生碾压实线或逆向行驶的情况。
10. 机器人未能触碰终点线的情况下：机器人完全静止 30 秒以上，或机器人完全驶离赛道，或参赛队员举手示意裁判终止计时，比赛终止，并按照中途退赛记录成绩。
11. 在任何时候，机器人剩余分数小于等于 0 分，则终止比赛，按照中途退赛记录成绩。
12. 最终，以剩余分数最多的队伍获胜，如剩余分数一致，按比赛消耗的时间计算。中途退出比赛的队伍，按照退出时机器人所行驶的有效赛道距离从高到低排序。

## **(五) 其它注意事项**

1. 机器人必须适应比赛场地内的任何灯光干扰，或地面、路面反光。不排除赛道周围有大面积的与赛道内物品相同色彩的任意物体。
2. 现场赛有可能在室外进行。
3. 由于赛道为多板块拼接而成，板块之间的拼接缝可能有空隙，或者隆起。所以机器人必须跨越高度为 10mm 的突出障碍物，车辆也不能陷入宽度小于 10mm 的沟槽，并在跨越障碍物或沟槽时注意机器人的行进方向。
4. 比赛机器人外观上必须有所在学校的明显标识。

### 三、设备支持

#### (一) 支持单位名称

航天增材科技（北京）有限公司

#### (二) 支持单位联系方式

余涛 13501126395

#### (三) 支持单位承诺

1. 支持单位提供 20 台设备供参赛师生借用，借用方式：向支持单位申请；
2. 支持单位必须提供设备的维修、维护，以及使用上的技术支持。

#### (四) 支持单位设备介绍

设备名称：航天·轻舟机器人，如图10所示：



图10 航天·轻舟机器人

机器人设备参数如表1所示：

表1 设备详细参数

设备名称	详细参数
航天·轻舟机器人开发套件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 整体结构—采用阿克曼运动模型，同时设备适用于但不限于建图，自主导航，自动驾驶，人机交互，目标检测，人脸识别等多个领域的科研算法验证需求；</li> <li>2. 整体参数：505mm×350mm×165mm长*宽*高；</li> <li>3. 机体质量：5kg；</li> <li>4. 铝合金 6061 铝合金车架板件 1 套、ABS 外壳、POM 摆臂、金属避震器；</li> <li>5. 金属伺服舵机 1 台：额定电压:7.4V，额定扭矩:4N·m，齿轮材质:不锈钢，转动角度 180 度；</li> <li>6. 直流减速电机 2 台，电压 6-16V、带 AB 双向增量霍尔编码器，额定转矩</li> <li>3.4N.m；</li> <li>7. 标配高档橡胶轮胎 1 组（4 个）；</li> <li>8. 动力锂电池模组—11200 毫安时；</li> <li>9. 锂电池平衡充 1 个、12V/2A 电源适配器 1 个；</li> <li>10. 核心板 stm32 f103: 预留 4 组超声波传感器接口、2 路驱动电机接口、2 路舵机接口内置 2 个按钮模块、蜂鸣器、OLED 显示屏、内置开关、PS2 接口、CAN 通信口、预留 3 组 UART 口、IMU 接口、USB 接口；</li> <li>11. 电源模块：MP1584—&gt;12V/5V、DC-DC 直流转换模块—&gt;12V/5V4A；</li> <li>12. 卡片式电脑 1 套，CPU: 四核 ARM Cortex-A57 MPCore 处理器、GPU: NVIDIA Maxwell 1128 NVIDIA CUDA 核心、内存: 4 GB 64 位 LPDDR4、显卡: HDMI 和 DisplayPort 输出；</li> <li>13. 工业级单目摄像头: CSI 接口，800 万像素，160 度广角，摄像头支持 windows/Linux/Android；</li> <li>14. 360 度激光雷达 1 个，10 米测距、配套完整 USB 串口、SDK 开源工具；</li> </ol>

	<p>15. 高精度 IMU： 9 轴姿态： 3 加速度、 3 陀螺仪、 3 磁力计， IIC/SPI 通信协议；</p> <p>16. 编程语言： C/C++/Python3 ， 使用软件： Keil5 、 Kdevelop 、 VS2015 、 Pycharm；</p> <p>17. 安全保护： 过电流保护、 过电压保护、 电压检测；</p> <p>18. 遥控器： 索尼 PlayStation2 手柄 无线版；</p> <p>19. 环境必用： OpenCV4.0.0、 OpenCV3.2.0、 Cuda10.2、 Pytorch、 Pip3、 Rviz、 Gazebo；</p> <p>20. ST-Link 仿真器 1 个、 配套组装工具 1 套。</p>
--	--

#### (五) 机器人规范要求

1. 机器人需使用企业支持的机器人， 或独立自主研发机器人（在专家委员会同意的的前提下， 单独排名）；
2. 企业支持机器人， 相关软件平台、 支持文档在比赛范围内开放使用；
3. 不得对企业提供的机器人进行硬件改装。

### 四、 其他附加说明

此部分说明为针对各赛题的统一说明。

#### (一) 赛程与最终排名

本节是针对国赛赛程与最终排名的说明， 省/区域赛可参考此说明实施， 也可以在公平、 公正、 公开原则下， 结合参赛师生与当地承办单位的实际情况， 充分考虑赛程与选拔的可行性， 另行制定。

1. 赛前准备： 是指各参赛队在学校或其他地点， 在比赛之前进行的各项准备工作， 赛前准备由各参赛队和所在学校自行安排组织；
2. 赛前测试： 是指比赛之前， 如果该赛项安排了现场测试， 那么给予参赛队熟悉场地、 适应场地的测试环节， 该环节是否安排， 由承办单位视现场条件决定， 并赛前通知； 该环节允许指导教师与参赛学生共同参与； 在该环节中，

只能尽可能模拟现场正式比赛的状况，不保证与比赛测试当天、当时的现场各方因素完全相同，这些因素包括：①光照、温湿度等环境的变化，②某些赛项会在比赛前临时调整赛场布置，随机摆放道具等，③比赛测试场地与赛前测试场地不是同一块场地，使用的道具不是同一套道具，使用的设备同型号但不是同一台设备，④其他因素；若比赛没有现场测试环节，则不安排赛前测试环节；

3. 现场测试：是指正式计入成绩的比赛测试环节；每队进行现场测试占用的时间由各赛项单独拟定，但一般不超过 20 分钟（需要长时间计算或展示的赛项除外）；现场测试一般安排在演示答辩之前，但也有可能在演示答辩之后，以承办单位现场条件与最终安排为准；现场测试环节，参赛队必须服从现场安排，不舞弊，不破坏现场秩序；指导教师不得参与现场测试，不得在现场测试时进行场外指导；
4. 演示答辩：是指直接面向评委进行作品展示、宣讲，回答评委提问，并计入成绩的比赛环节；该环节共 20 分钟，一般 10 分钟用于参赛队的作品演示与成果汇报，10 分钟用于评委提问与参赛队回答问题，两部分时间均不超过 10 分钟；如该赛项没有现场测试环节，而必须在演示答辩环节演示作品的，作品演示与成果汇报最多不超过 15 分钟，总时间不超过 20 分钟；该环节需要参赛学生充分准备，在演示现场遇到任何软硬件问题，其维修处理时间都计入演示汇报时间，不得超时，且不安排再次演示答辩；演示答辩环节，参赛队必须服从现场安排，不破坏现场秩序；指导教师不得参与演示答辩，不得在演示答辩时进行场外指导；
5. 有现场测试：最终参赛队排名 = 现场测试排名 × 65% + 演示答辩排名 × 35%；  
无现场测试：最终参赛队排名 = 演示答辩排名 × 100%。

## **(二) 参赛队自行保管独立使用设备的**

1. 参赛队和指导教师是所使用设备的共同第一负责人，参赛队或指导教师收到设备后，必须第一时间检查设备是否完备可用，如有问题，支持单位必须及时给予支持，协助其进行设备调试；
2. 设备使用过程中的任何故障、损坏，请参赛队直接与支持单位联系，原则上，人为因素造成的故障损坏，由参赛队负责相关维修费用；由于设计、制造缺

陷导致的损坏、故障，由支持单位负责免费维修；

3. 因设备故障、维修造成对备赛的影响，都视为正常比赛事件，比赛不会因个别队伍的设备问题进行推迟或调整；

（以下仅限有现场测试环节的赛项）

4. 支持单位可以提供多套相同的场地、道具同时并行进行现场测试，计分规则相同，参赛队必须在备赛时就考虑其中可能出现的各种差异，在现场测试中服从现场安排，并不得在正式测试或重测时就不同场地、道具上的差异拒绝比赛或提出更换场地、道具的要求；
5. 现场测试过程中发生设备故障（支持单位因素造成的，非自行编写的软件、自行改装、或部分比赛规则中规定的可救援问题，且非 6. 所述情况），那么在测试中，或测试结束后 30 分钟内，且在同场地的下一个测试队开始前，由参赛队向主裁判提出重测申请，由主裁判与设备支持单位确定实属设备故障，方可进行重新测试；
6. 两队或多队同时参与且相互影响的对抗赛不安排重测，所有故障、意外都视为正常比赛事件，成绩经裁判确认后有效；参赛队应在备赛时充分考虑可能出现的各种状况，提前做好应急预案与防范措施；
7. 重测安排在同场地所有队伍测试结束之后，按申请先后依次进行；重测只安排一次，且必须服从现场场地安排；重测形式与正常现场测试中的形式（包括测试轮数、计分方式、道具是否随机摆放等）完全相同（光照、温湿度、时间、必须更换同型号设备等不可抗改变因素除外）；重测必须全部重新进行，不得对单独环节进行单独重测；重测后，取重测成绩作为最终成绩，除非 5. 所述故障依然存在，取两次最好成绩作为最终成绩。

### **（三）大赛统一提供测试设备的**

（以下仅限有现场测试环节的赛项）

1. 支持单位可以提供多套相同型号的设备、场地、道具同时并行进行现场测试，计分规则相同，参赛队必须在备赛时就考虑其中可能出现的各种差异，在现场测试中服从现场安排，并不得就不同场地上的差异拒绝比赛或提出更换设备、场地、道具的要求；
2. 现场测试过程中发生设备故障（支持单位因素造成的，非自行编写的软件、

自行改装、或部分比赛规则中规定的可救援问题，且非 3. 所述情况），主裁判与支持单位确认后，除了当前受影响的队伍可参加重测外，可追溯之前的使用队伍是否也受到影响，若有，则通知之前已测试的队伍，由之前已测试的队伍自行决定是否参加重测；

3. 两队或多队同时参与且相互影响的对抗赛，允许参赛队在正式测试前，在不损坏设备、场地、道具，且不影响其他队伍的前提下，通过运行测试程序等手段，检查设备的完备性，时间不超过 5 分钟，一旦参赛队确认设备可用，对抗赛开后，所有故障、意外都视为正常比赛事件，且不安排重测，成绩经裁判确认后有效；参赛队应在备赛时充分考虑可能出现的各种状况，提前做好应急预案与防范措施；
4. 重测安排在同场地所有队伍测试结束之后；两次以上重测需大赛组委会批准；重测必须服从场地、设备、道具和测试顺序等现场安排；重测形式与正常现场测试中的形式（包括测试轮数、计分方式、道具是否随机摆放等）完全相同（光照、温湿度、时间、必须更换同型号设备等不可抗改变因素除外）；重测必须全部重新进行，不得对单独环节进行单独重测；重测后，取最后一次重测成绩作为最终成绩，除非最后一次重测中 2. 所述故障依然存在，取最近两次测试的最好成绩作为最终成绩。

#### **(四) 其他说明**

1. 比赛中如有现场测试，场地、环境、道具、设备等，以赛场实况为准；现场测试前，所有参赛队必须对场地、环境进行全面检查，一旦测试开始，不得以场地、环境、布局、道具等问题提出重测要求；
2. 本文件内容如有更新，以最新发布版本为准；
3. 因疫情等各种因素导致各种情况的改变与调整，以组委会最后通知或现场安排为准；
4. 本文件由中国大学生计算机设计大赛人工智能挑战赛组织方负责解释。

### **五、修订记录**

- V20230204.06：本文件2022年11月至2023年1月进行制定、修改、审核，2023年2月4日发布；

- V20230206.07: 对多场地同时现场测试、重测等细节进行补充说明;
- V20230304.08: 对机器人使用作出明确规范,一些措辞的修改。

以下空白