

空地协同侦察排挑战赛

一、赛题背景

在低空经济、无人系统、人工智能与具身智能技术高速发展的背景下，多机器人协同、自主侦察决策以及复杂环境下的任务执行能力，正逐渐成为未来智能无人系统的重要发展方向。特别是在灾害搜救、桥洞通道、城市作战、室内侦察等场景中，单一机器人已难以满足复杂环境下的全局感知与精确执行需求，空地协同正在成为智能无人系统的重要技术路线。为进一步贴合无人系统协同作战、智能侦察、自主排险等真实行业应用需求，全球校园人工智能算法精英大赛设立空地协同侦察排险挑战赛，打造高度贴近真实无人系统协同任务场景的综合竞技平台。

赛事要求无人机与地面机器人作为一个协同智能体工作：无人机负责高空全局感知，地面机器人负责精确任务执行，让学生掌握具身智能机器人、无人机自主飞行、空地协同通信与智能任务系统的设计与开发能力。

二、比赛形式

报名结束后，根据报名情况确定比赛形式，具体以组委会文件通知为准。比赛前发布赛制说明。比赛分为三个阶段：初赛（各院校可参照复赛比赛规则自行组织并推荐）、复赛、全国总决赛。

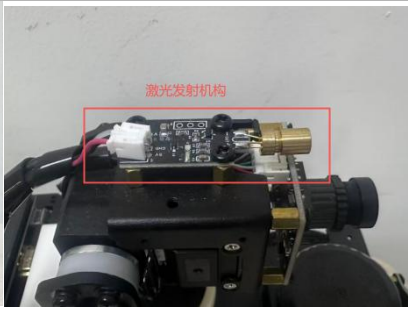
三、比赛规则

（一）参赛（机器人）要求

本次竞赛不指定参赛设备，参赛机器人需满足参数要求，可以自制，自制平台需在报名截止前一周内通过邮箱与赛题负责人确认是否满足参赛要求，没有经过书面确认的机器人不能参赛，也可以咨询赛项负责人使用推荐机器人平台。

1. 智能车参数要求

项目	要求
车模形态	参赛车辆形态不限，轮式、履带式机器人均可，参赛队伍可自行设计、选配、组装
车模外观	车模保护壳与外观结构应采用黑色哑光，光泽度不高于 15Gs
车模尺寸	车模总尺寸长 $\leq 300\text{mm}$ 、宽 $\leq 250\text{mm}$ 、高 $\leq 250\text{mm}$
车模重量	$\leq 5\text{kg}$
驱动电机	单电机额定功率 $\leq 10\text{W}$ ，驱动电机个数 ≤ 2 个
主控算力	小于 20 个 TOPS；内存小于 16GB
车载裁判系统	比赛车辆须安装组委会统一指定的车载裁判系统，包括：车载裁判板与激光发射机构

	 
其他要求	允许离线训练，禁止在线推理。 可安装：二维云台、单目 RGB 摄像头、激光发射机构、主控计算单元、IMU。 不允许安装激光雷达，不允许安装 UWB 模块，不允许安装深度相机和双目相机等带深度反馈信息的传感器。
参考样车	 

2. 无人机参数要求

项目	要求
无人机外观	机架类型：四旋翼。无人机下方不得安装补光灯、闪光灯或其他主动照明装置。
无人机重量	最大起飞重量不得超过 1.8kg
无人机尺寸	轴距大于等于 150mm，小于等于 280mm，螺旋桨名义直径不得超过 5 寸。 参赛无人机在正式比赛状态下，水平投影最大外廓尺寸不得超过 330mm×330mm。
主控算力	小于 100 个 TOPS；内存小于 16GB
安全要求	参赛无人机必须配备桨叶保护罩（后简称桨保），确保桨叶在正式比赛状态下不得直接外露。桨保不得因飞行振动、静载受压或轻度碰撞导致桨叶外露、与桨叶接触、结构松脱或防护失效。桨保的网眼尺寸应小于 40mm，现场比赛前，组委会将会统一进行安全性检查，用乒乓球来检测网眼大小，以乒乓球不能掉进保护罩为标准，不符合要求的作品需要整改之后才能参加比赛。 电池、桨保、传感器及主要结构件应可靠固定，不得在碰撞后松脱、飞散或造成二次伤害。比赛全程不得拆除、替换或人为削弱桨保的防护能力。 参赛无人机必须具备独立有效的紧急停桨功能，且该功能应由裁判持有的遥控独立触发。紧急停桨命令优先级最高，触发后电机 1s 内停止输出。需要在遥控器上明显标出紧急停桨开关。
设备要求	可安装：云台、单目摄像头、光流计、数传模块、激光雷达、IMU、主控计算单元 不允许安装 UWB、RTK 模块
控制要求	允许参赛队伍自主选择定位、建图与环境感知技术方案。比赛过程中，无人机的定位、建图、识别、规划与控制等实时任务须由机载平台自主完成。 正式比赛阶段，除裁判安全接管外，任何参赛队员不得通过遥控器、地面站或其他人工方式直接介入无人机飞行控制或实时任务执行。

参考样机



注意：任何参加比赛的机器人需符合安全规范进行安全操作，即不对人和环境造成危害，若裁判认定参赛机器人存在安全隐患，经警告仍不修改的队伍，裁判有权取消参赛资格。

3. 参赛通信要求

禁止使用公网通信；

比赛过程中，允许无人机与地面小车使用自带路由器布设无线局域网通信、数传模块通信、蓝牙、图传模块、Lora 模块等。

比赛现场会有多个场地同时比赛，考虑到可能有多个路由器、数传模块等无线设备相互干扰等因素，各参赛队在设计智能机器人时，需要考虑各种环境下的应对措施。

4. 电子移动靶标

电子移动靶标由组委会统一指定，用于完成比赛中的敌我人员识别与打击任务。

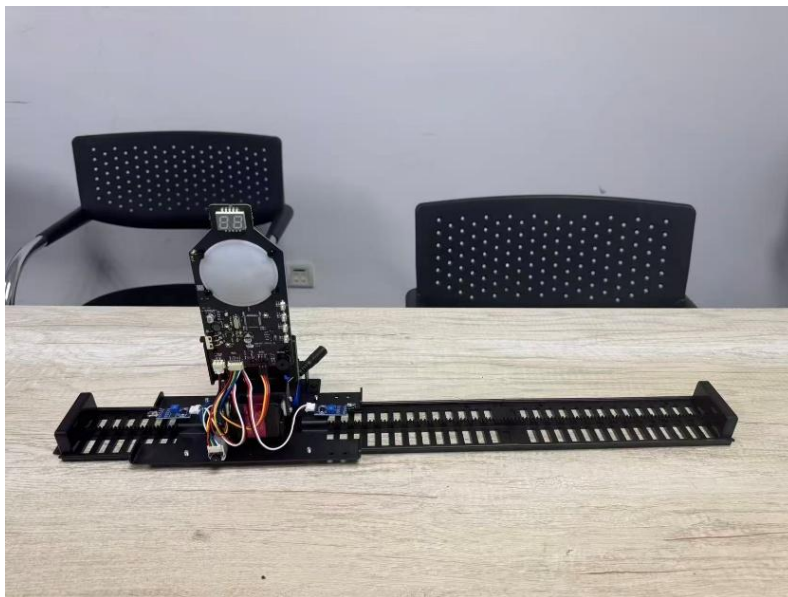


图 1 电子移动靶标实拍图

(二) 比赛场地

比赛场地地图由刀刮布绘制而成。考虑到竞赛场地环境可能存在表面不平整、边框上有裂缝、光照条件有变化等因素，各参赛队在设计智能机器人时，需要考虑各种

环境下的应对措施。

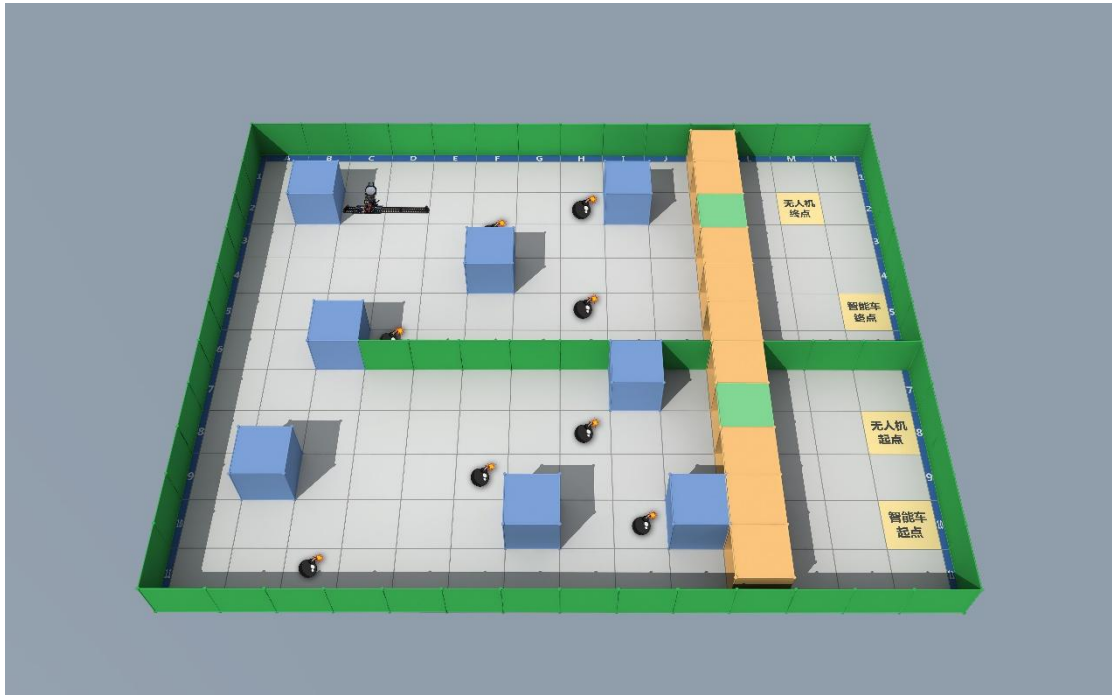


图 2 空地协同场地示意图

比赛场地尺寸为 $4\text{m} \times 5\text{m}$ 。每个单元为 $35 \times 35\text{cm}$ 大小，比赛地图中间通过挡板进行隔离。比赛开始前，裁判系统对场地内环境布置随机生成，使得每局比赛地图内场景不尽相同。即每局比赛通过裁判系统随机生成：地雷位置、敌我人员与打击区域位置、障碍物位置、桥洞可通行通道。

比赛场地包含以下功能区域：

1. 地雷区域

裁判系统随机在地图中选定 8 个方格作为地雷所在区域，裁判将直径 12cm 的彩色地雷图片粘贴在地雷所在区域。地雷图片包含多种类别，参赛队伍需通过视觉识别算法完成地雷检测与识别。赛事资料中提供了大部分地雷类别图片作为训练数据，用于参赛队伍进行模型训练与算法开发。为考查参赛系统对未知目标的泛化识别能力，比赛现场可能使用未在训练数据中提供的同类型地雷图片，因此网盘中的图片仅作为训练样本参考，不构成完整测试集。

2. 敌我识别与打击区域

裁判系统将在地图中随机生成敌我识别与打击区域为相连的两个横向或纵向单元，如图 3 中 1 号和 2 号红色矩形区域。单局比赛中，仅生成一个敌我识别与打击区域，区域内放置移动电子靶标，用于模拟战场中的友方与敌方人员目标。

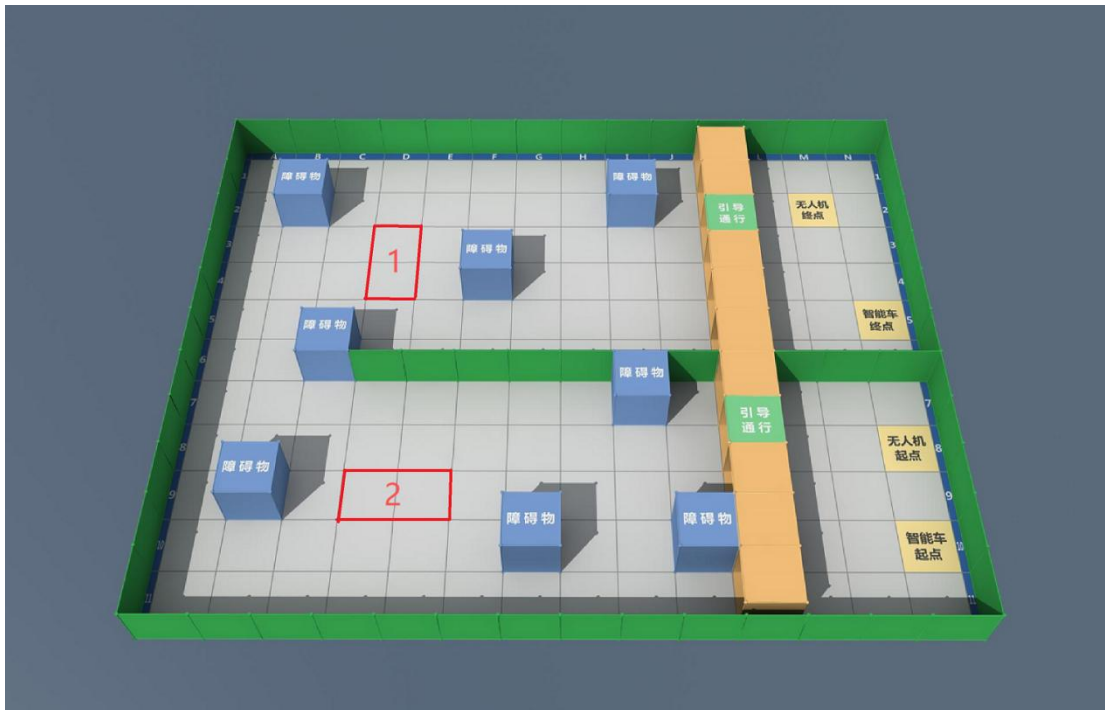


图 3 障碍物位置放置示意图

3. 障碍区域

裁判系统将在地图中随机生成 8 个障碍物区域。障碍物为蓝色 35 厘米挡板拼成的正方体，单个障碍物尺寸为 35cm×35cm，用于模拟复杂环境中的遮挡与通行限制。

4. 模拟桥洞通道

场地中设置桥洞通道，桥洞通道采用 35 厘米挡板架空结构设计。各通道之间通过隔板进行隔离。裁判系统将在两处桥洞通道中随机指定可通行通道，并在桥梁顶部设置对应标识用于标明通行状态。地面机器人由于视角限制无法直接识别桥梁顶部设置对应标识，必须由无人机完成高空侦察。

5. 起终点区域

比赛场地中设置有无人机起点、智能车起点、无人机终点、智能车终点。

(三) 比赛机制

1. 比赛任务综述

参赛队伍需使用室内自主无人机与地面智能车组成空地协同系统，在裁判系统随机生成的动态地图环境中，自主完成区域侦察、地雷排除、敌我识别与打击以及障碍区域穿越、桥洞通道协同穿梭等任务。无人机负责场地巡航、地图构建、区域识别、地雷位置识别与全局调度感知；地面智能车负责执行地面任务，包括自主导航、地雷排除、敌方目标打击、障碍区域穿越以及桥洞通道协同穿梭等任务。

2. 无人机自主侦察机制

比赛开始后，无人机自主起飞并完成场地巡航。

无人机自主侦察任务包括：识别场地内的地雷的准确位置、敌我识别区的准确位置、障碍物区域中的障碍物、桥洞通道中的可通行通道，提供全场的态势感知信息，并将识别结果/通行建议发送至地面小车。

3. 地面小车任务执行机制

小车根据无人机提供的信息执行：

(1) 地雷排除

地雷区域需由地面小车自主驶入并触发完成排雷任务。当小车任意轮中心进入地雷标识圆形区域内部时，判定为成功排雷。

(2) 敌我人员识别与打击任务

比赛开始前，裁判将移动电子靶标摆放在图 3 所示的敌我识别与打击区域内。如图 4 所示，移动电子靶标采用双面结构，其显示面颜色用于表示目标身份：红色面表示友方人员目标，蓝色面表示敌方人员目标。移动电子靶标作为敌我人员目标，其朝向随机摆放。地面小车需自主完成目标检测、身份识别与打击任务。

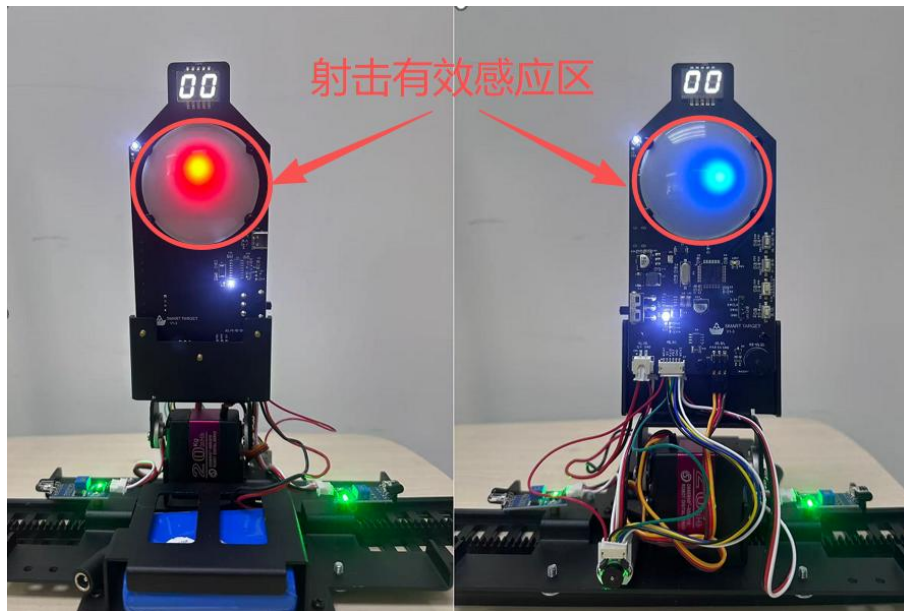


图 4 移动电子靶标实拍图

移动电子靶标设有有效命中感应区域，只有激光命中感应区域时才判定为一次有效命中。电子靶标正反两侧均设置独立计数器，用于记录对应侧的受击状态。每累计 2 次有效命中，受击侧的计数器增加 1，电子靶标将向受击面的反方向倾倒，同时灯光熄灭 1 秒；1 秒后自动恢复直立状态，并继续移动。当任意一侧计数器累计达到 3 时，判定该目标被击毁。被击毁后的电子靶标将向受击面的反方向倾倒，灯光关闭，并持续保持倾倒状态，不再恢复移动。

当识别结果为敌方人员目标时，地面小车需通过激光发射机构对目标实施自主打击。激光发射可发射子弹次数为 10 次。敌方电子靶标受击侧计数器每增加 1，获得 5 分；当计数器数值达到 3 时，判定该敌方目标被击毁。

当识别结果为友方人员目标时，地面小车不得实施攻击。若对友方目标产生误判并实施打击，友方电子靶标受击侧计数器每增加 1，扣除 5 分；当计数器数值达到 3 时，判定该友方目标被误击毁。

电子靶标正反两侧共用同一目标实体。当任意一侧计数器数值达到 3 时，判定该电子靶标被击毁。电子靶标被击毁后整体失效，另一侧不再接受打击判定，后续命中均不计分，不扣分。

4. 障碍物机制

障碍物分布位置在赛前未知，裁判系统将在场地内随机生成障碍物的摆放位置，地面小车结合无人机提供的全局环境感知信息，自主完成路径规划、动态避障任务。共 8 个障碍物，障碍物为蓝色 35 厘米挡板拼成的正方体。单个障碍物尺寸为 35cm × 35cm × 35cm，用于模拟复杂环境中的遮挡与通行限制。

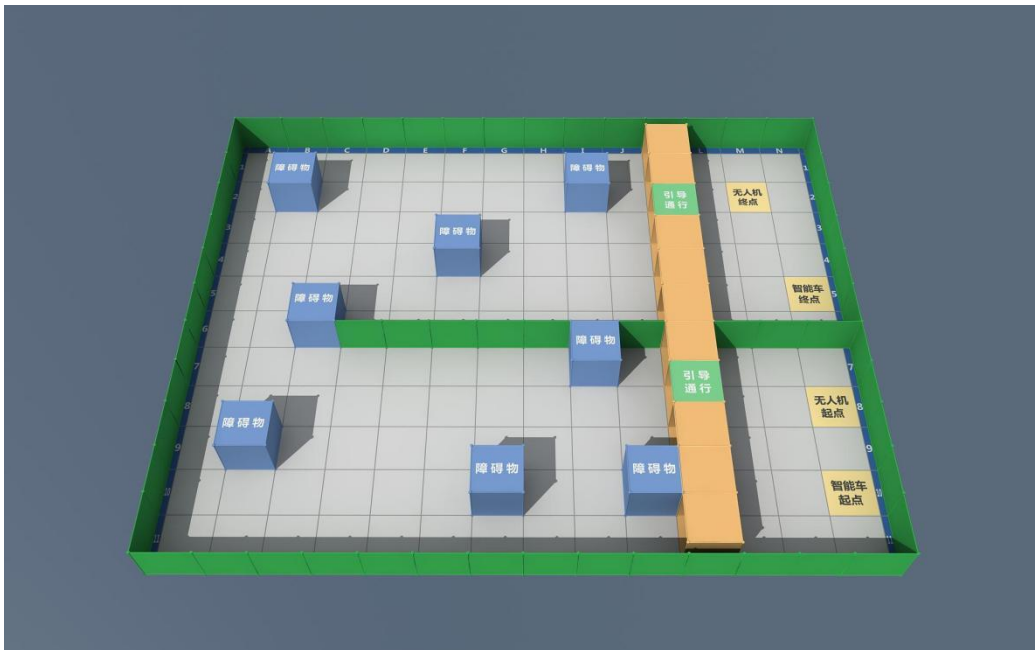


图 5 障碍物位置放置与桥洞通道示意图

5. 桥洞通道机制

如图 5 所示，在上下两个桥洞通道中，下面的桥洞通道共占用 5 个格子，裁判系统会在这 5 个格子中选择 1 个可通行通道。同理，上面的桥洞通道中也会随机选择出 1 个可通行通道。地面小车从可通行通道通过，则判定为完成桥洞通道协同穿梭任务，每通过一个桥洞通道得 10 分，每个桥洞通道只计一次分。

6. 起终点机制

比赛场地中有固定位置的无人机起点、小车起点、无人机终点、小车终点。在比赛计时开始后，机器人须从各自起点出发，并在比赛 3 分钟时间内降落或驶入各自终点。

机器人在比赛 3 分钟时间内驶离各自起点，可获得相应分数。

驶离起点判断标准：

- (1) 无人机驶离地面；
- (2) 地面小车须所有轮子驶出起点方框范围内。

机器人仅在规定时间内进入各自终点方可获取到相应分数。

进入终点判断标准：

- (3) 无人机机体中心的垂直投影须在终点方框范围内；
- (4) 地面小车须至少两个轮子进入到终点方框范围内。

当无人机和地面小车均满足终点判定条件时，比赛计时结束，比赛用时为当前计时结束时间。若比赛时间达到 3 分钟时，仍有任一机器人未满足终点判定条件，则比赛自动结束，比赛用时计为 180 秒。

7. 碰撞判定机制

比赛不设碰撞责任判定；碰撞后能继续运行视为系统鲁棒性体现。小车与固定场地相撞：单局比赛比赛车辆碰撞固定场地持续超过 10 秒，由裁判员将碰撞车辆切换至手动模式使之不再移动（云台仍为自动模式），直至比赛结束。

8. 安全判定机制

比赛过程中若无人机存在安全隐患或安全操作风险：

比赛过程中，若无人机存在安全操作风险、失控、异常飞行或其他可能危及人员、设备及场地安全的情况，裁判有权根据现场情况对无人机执行锁桨、迫降或终止飞行等安全处置措施。

因裁判依据安全规则执行锁桨、迫降或终止飞行操作所造成的无人机损坏、数据丢失、比赛失利或其他相关损失，由参赛队伍自行承担，赛事主办方、承办方及裁判组不承担任何赔偿责任。

（四）比赛过程

1. 赛前候场

每队最多 3 名队员进入候场区；
不得在候场区进行无线调试；
不得干扰比赛通信。

2. 赛前检录

裁判组广播呼叫参赛队伍检录后，5 分钟内未到场的队伍视为自动弃权。

为确保各参赛队伍机器符合统一标准，所有机器人须在正式比赛前完成检录与一致性测试，未通过者不得参赛，须在规定时间内整改并重新测试。赛前检录各参赛队不得超过三名参赛队员携带机器人入场，由裁判员对机器人进行检测，并完成赛前检录工作。参赛队员在比赛检录区，不得上网下载任何资料；禁止任何设备与机器人联

网。

检录内容:

车模检测: 开赛前裁判员对参赛队伍的机器人进行合格性检测, 包括尺寸与重量检测; 外观检查; 算力确认。

激光发射头调整: 在距发射头 1 米距离处, 发射出的激光圆点直径不得大于 0.6 厘米, 否则禁止上场

无人机检测: 开赛前裁判员对参赛队伍的机器人进行合格性检测, 包括尺寸与重量检测; 外观检查; 算力确认; 安全要求及安全规范。

完成检录工作后, 参赛队伍对检录结果进行签字确认, 队员携带机器人准备开始比赛。

3. 准备阶段

准备时间: 2 分钟。允许: 启动程序; 调整参数。禁止: 更换硬件; 更改算力单元。

两分钟准备时间结束前, 参赛队伍将机器人放置在各自起点位置。

两分钟准备时间结束前 20 秒, 参赛队伍将航模遥控交给裁判员。

准备时间结束后, 参赛队员退出比赛场地, 裁判员布置比赛场地中的地雷区域、敌我人员与打击区域、障碍物区域、桥洞通道可通行通道。

4. 比赛阶段

比赛时间: 3 分钟。

裁判发出比赛开始口令后, 车辆与无人机均进入自动模式运行; 不允许人工干预。

四、比赛流程

比赛分为两个阶段: 复赛和总决赛阶段。

(一) 复赛

复赛阶段采用总分排行榜赛制, 每支参赛队伍均会按照总分进行排名, 选拔出晋级全国总决赛的队伍。

(二) 总决赛

全国总决赛阶段同复赛一致, 采用排行榜赛制, 每支参赛队伍均会按照总分排名, 确定全国总决赛的名次。

注: 复赛和总决赛, 每支参赛队伍均有两次机会, 取两次比赛得分多的一次计为比赛成绩, 两次机会之间参赛队伍没有调试时间。若成绩相同, 比赛用时少者排名靠前。

结合参赛队伍数量, 总决赛可能增设预选赛, 预选赛相关事宜将在报名结束后另行通知。

(三) 比赛形式

比赛将采用线上或线下方式进行，具体比赛方式将于报名截止后另行通知。单场比赛的时间限制为 3 分钟。

五、评分规则

评审打分表

序号	评分项	得分
1	地面智能车从基地自动驾驶成功驶离基地（所有轮子驶出起点方框范围内）（5 分）	
2	地面智能车回到地面小车终点（至少两个轮子在终点方框范围内）（5 分）	
3	无人机从基地自主起飞成功（无人机驶离地面）（5 分）	
4	无人机终点稳定降落（无人机机体中心的垂直投影在终点方框范围内）（10 分）	
5	排除地雷数量共 8 颗（每颗 5 分）	
6	桥洞通道协同穿梭任务，桥洞通道成功通行（一区域 5 选 1，二区域 6 选 1，每个区域 10 分）	
7	敌我双方识别与打击得分， 敌方电子靶标受击侧计数器每增加 1，获得 5 分	
8	敌我双方识别与打击得分， 友方电子靶标受击侧计数器每增加 1，扣除 5 分	
比赛用时（每局比赛用时最长为 3 分钟）		
总分		

（一）判罚规范

为保证比赛的公平性、严肃比赛纪律，参赛队伍、参赛人员、机器人需严格遵循比赛规则。如有违规，将对违规行为给予相应的判罚。

在比赛正式开始前发出的部分违规判罚会在比赛正式开始后执行。

比赛中的重大判罚和所有申诉会进行公示。

若比赛过程中出现影响比赛公平性但是判罚细则和严重违规未涉及的情况，由主裁判根据实际情况进行判定。

1. 判罚方式

比赛期间，对不符合赛事规则的参赛人员和机器人作出判罚。人工判罚类型如下表所示：

警告	人员或操作违规警告
取消评奖资格	参赛队伍被取消评奖资格 参赛人员被取消评奖资格
取消比赛资格	参赛人员被取消比赛资格和评奖资格 参赛队伍被取消比赛资格和评奖资格，保留本队伍战绩，作为其他队伍晋级的参考依据

2. 判罚细则

本节介绍违规判罚细则。

序号为 R# 规则明确指出了参赛队伍、参赛人员和参赛机器人需遵循的规则。

(1) 人员规则

R1 参赛人员及其行为不得干扰官方设备、赛事流程的正常运转或组委会人员的正常工作。

违规判罚：最高取消违规方的比赛资格。

R2 参赛队伍不得在比赛相关区域（包括但不限于候场区、检录区、竞赛场地等）自行架设干扰性网络（包括但不限于大功率信号发生器、Wi-Fi 放大器、手机热点、笔记本电脑热点、pad 热点等能够自组网形式的设备）或使用对讲机进行参赛人员之间的通信或对现场比赛网络造成干扰。

违规判罚：最高取消违规方的比赛资格。

R3 参赛队伍不得破坏官方设备（包括但不限于位于赛场区、候场区、备场区、检录区的设备）。

违规判罚：最高取消违规方的比赛资格，并要求违规方照价赔偿。

R4 除因比赛需要而进入候场区、赛场区的场地人员，其他参赛人员无特殊原因，不得进入候场区、赛场区。

违规判罚：最高取消违规人员的比赛资格。

R5 因比赛需要已进入候场区或赛场区的场地人员不得擅自离开候场区或赛场区，或更换场地人员。

违规判罚：违规人员本局比赛不得进入候场区和赛场区，最高取消违规人员的比赛资格。

R6 除突发情况外，参赛队伍需在每局比赛开始通知后，在 5 分钟内到达检录区进行赛前检录

违规判罚：取消本局比赛成绩。

R7 机器人进入候场区至当局比赛结束前，不得在比赛区域开电调试或维修机器人。

违规判罚：取消本局比赛成绩。

R8 每支队伍进入候场区、检录区、竞赛场地等指定区域的人员身份和数量需要符合要求。

违规判罚：最高取消违规方的比赛资格。

R9 在申诉过程中，申诉方需提供有效的证据或依据的规范性文件中相关条例。

违规判罚：最高取消违规人员的比赛资格。

R10 如果有参赛队员或者其使用的机器人造成比赛场地损坏，不管有意还是无意。

违规判罚：将警告一次。警告两次当前场次比赛为输。

R11 不允许人员开启闪光灯或强光影响图像识别的举动。

违规判罚：第 1 次将受到警告，第 2 次将被取消比赛资格。

R12 比赛场地将禁止身着红、蓝色系等影响比赛过程的衣物入场，以防干扰比赛进行。

违规判罚：禁止进入比赛区域

R13 两分钟准备阶段结束后，比赛队员需回到战场外的指定区域。比赛过程中，比赛队员不得离开该区域。

违规判罚：口头警告。若警告无效，取消本局比赛成绩。

R14 两分钟准备阶段时间内，机器人需放置指定的起始位置。违规判罚：口头警告。

若警告无效，取消本局比赛成绩。

R15 场地人员需确保己方机器人安全运转，不会对赛场中任何人员和设备造成伤害。违规判罚：违规方需承担相应责任。

R16 比赛阶段，参赛选手禁止操作航模遥控以及远程操控机器人程序。也不允许人为搬动机器人。违规判罚：取消本局比赛成绩

(2) 设备外观规则

R17 上场比赛的机器人及相关设备需通过赛前检录详见第三章第一节参赛机器人要求。

违规判罚：检录未通过，给予最长 10mins 时间当场整改，若超过时间取消本局参赛资格。

3. 严重违规

若比赛中出现如下所示的行为，会被判定为严重违规。对于严重违规，组委会最高将取消违规方的比赛资格。若行为违反当地法律法规，组委会将配合有关部门追究违法者的法律责任。

条例	类型
1	恶意破坏场地、道具等官方设备或其他参赛队伍机器人、设备等行为
2	弄虚作假、冒名顶替等其他被判定为作弊的行为
3	修改或破坏击打检测，使用技术手段干扰击打检测板的任何检测功能
4	不符合竞赛规范且被主裁判判定为严重违规的情况
5	不服从判罚、不配合检查、故意拖延、干扰秩序、无故弃权或罢赛等其他妨碍比赛的行为
6	消极比赛、操控比赛等行为
7	为获得不正当比赛成绩或谋取不正当利益，给予他人财物或非法索取、收受他人财物
8	出现诋毁、谩骂、比不当手势、恶意起哄、恶意投掷物品等不文明、不道德的言行
9	发表、传播或向媒体散布不实或不负责任的言论
10	蓄意攻击、冲撞他人，做出危害自身或他人安全的行为
11	携带危险品或违禁品
12	其他违反比赛精神，被判定为严重违规的行为
13	其他有悖社会主义核心价值观、违背体育道德、违反公序良俗、违反赛风赛纪、造成不良社会影响或违反法律法规的言行

(1) 场地任务设备说明

赛场将提供用于区域随机与比赛管理程序的计算机设备，用于分区选择、比赛计时及信息显示。

参赛队伍需在赛前在裁判系统中进行信息登记。

4. 申诉机制

(1) 比赛结束五分钟内提出申诉；

(2) 比赛结束需确认参赛成绩后不受理申诉；

(3) 提出申诉后，15 分钟内准备申诉材料，要求并不限于：举证材料、适用规则条款说明、客观陈述等；

(4) 每队只有一次申诉机会，如果申诉失败（申诉被驳回、申诉内容不予支持或申诉内容、材料不充分详实），将失去申诉机会，如果申诉成功，将再给予一次机会。

六、特别说明

1. 线下比赛时比赛场地以组委会提供为准，最终比赛场地可能与图示场地略有差异。

2. 线下比赛时参赛机器人必须适应组委会提供的比赛场地和物料。

3. 规则的最终解释权归大赛组委会所有。

4. 参赛队伍务必加入 QQ 群。

5. 相关前置课程知识可扫描二维码（百度网盘链接）获取：

链接：https://pan.baidu.com/s/1y9Av9ysvq_4jt-GSmO5n9Q 提取码： nbi9



七、联系方式

赛项负责人：焦老师

手机号码：15810308767

邮箱：jiaoyang5312@126.com

赛项交流 QQ 群：600046871

竞赛请关注如下平台：



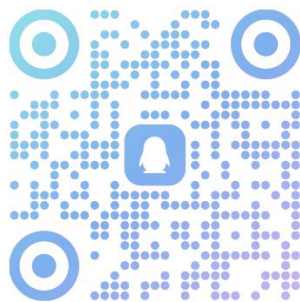
B 站二维码



公众号二维码



算法精英赛-空地协同群
群号：600046871



QQ 群二维码