

# 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛

## 2025 年度赛事规则

赛项：无人机挑战赛

项目：多机协同作业赛项（Demo赛）

无人机挑战赛技术委员会

2025 年 3 月

# 目录

一、 项目简介 .....	2
二、 技术委员会与组织委员会 .....	2
三、 资格认证要求 .....	3
四、 参赛人员要求 .....	3
五、 技术与竞赛组织讨论群 .....	4
六、 比赛场地及器材 .....	4
七、 赛事规则要求与评分标准 .....	9
八、 无人机平台要求 .....	14
九、 赛程赛制 .....	16
十、 附加说明 .....	17
附件 1：参赛队伍资格认证模板 .....	18
附件 2：资格认证评分标准 .....	2
附件 3：场地道具搭建建议 .....	4

## 一、项目简介

随着复杂场景下无人机集群应用需求的涌现，技术发展从单机智能向群体智能过渡已成为必然。在群体智能系统中，核心挑战之一在于环境状态的感知与估计以及协同控制决策。单个无人机需要同步完成自我状态的感知与估计以及群体内相互状态的估计，以支撑协同运作、动态避障、队列保持等任务。本赛项聚焦于多机协同任务中的感知协同与定位、机间通信、协同控制策略等三大核心技术，要求参赛系统在障碍物干扰场景中，通过动态组网技术实现群体状态的同步与任务数据的实时交互，从而完成协同搬运、动态避障、高效决策等任务。本赛项注重无人机本体设计与多无人机系统集成能力的培养，鼓励学生从硬件到软件实现创新和实践探索，培养无人机集群智能领域的高素质人才和未来专家，推动多智能协同技术的理论发展和应用转化。

## 二、技术委员会与组织委员会

### 技术委员会

姓名	单位/职称	电话/邮箱	在技术委员会中的分工
陈雄	复旦大学/研究员	13501991244/chenxiong@fudan.edu.cn	技术委员会负责人，负责组织比赛规则的制定
孙丽萍	上海健康医学院/教授	15800819006/sunlp@sumhs.edu.cn	协助制定比赛规则，技术答疑
相晓嘉	国防科技大学/教授	13975134581/xiangxiaojia@nudt.edu.cn	协助制定比赛规则、技术答疑
马林	厦门理工学院/副教授	13950003091/35864139@qq.com	协助制定比赛规则、技术答疑

康琦	同济大学/教授	13391007902/qkang@tongji.edu.cn	协助制定比赛规则、技术答疑
----	---------	---------------------------------	---------------

### 组织委员会

姓名	单位/职称	电话/邮箱	在组织委员会中的分工
杨涛	复旦大学/副教授	13816355208/taoyang@fudan.edu.cn	组织委员会负责人、技术答疑
龚海涛	扬州大学/教授	13815800250/dannykungce@yumeec.com	负责比赛的赛程制定、裁判选拔培训及成绩汇总上报
董志岩	复旦大学/副研究员	15800730601/dongzhiyan@fudan.edu.cn	负责比赛的赛程制定、裁判选拔培训及成绩汇总上报
刘英	中国民航大学/教授	13618100582/84488132@qq.com	负责比赛时场地处理、赛前称重和无人机检查等工作
杜刚	中国地质大学（北京）/副教授	13681403247/dugang@cugb.edu.cn	负责比赛时的场地处理、赛前称重和无人机检查等工作

## 三、资格认证要求

参赛队需在比赛前的指定时间内，按照要求提交参赛资格认证资料。  
通过资格认证的队伍方可参加现场赛。

资格认证材料提交时间：详见比赛通知。

资格认证材料提交邮箱：fdeerobot@163.com。

资格认证材料模板请参见 QQ 群模板。

## 四、参赛人员要求

本赛项对参赛人员的要求按照大赛组委会统一规定，即每个队伍指导教师数量为 1-3 人，参赛学生为 3-8 人。

## 五、技术与竞赛组织讨论群

QQ 群：“多机协同作业赛项”，群号：1025919717。

## 六、比赛场地及器材

场地地图、赛场道具及组委会提供的比赛相关物品，尺寸和摆放位置存在  $\pm 10\%$  以内的误差，以现场提供的地图和道具为准。比赛准备过程期间，允许参赛队员对场地进行检查，并可在比赛开始前向裁判提出质疑和整改意见。裁判员秉承公平性原则，将质疑点调整至误差范围内。比赛开始即表明参赛队确认场地无误。道具清单详见附件 3。

### 6.1 比赛场地说明

1. 比赛场地是一个长 9 米、宽 6 米、高 3 米的立体空域。主要包含停机坪、装载区、障碍区和卸货区四大功能区域。

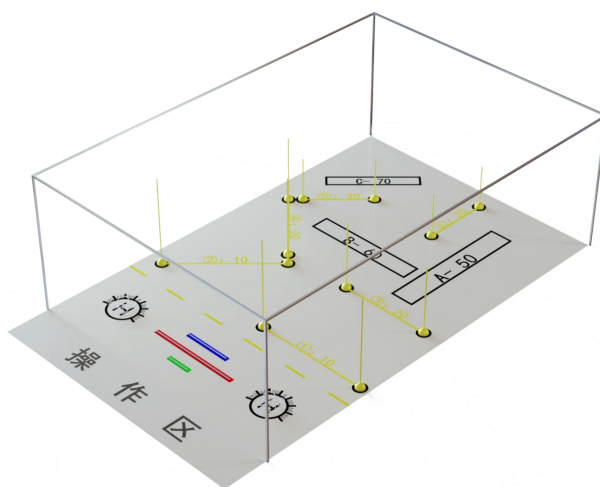


图 1：多机协同作业项目三维示意图

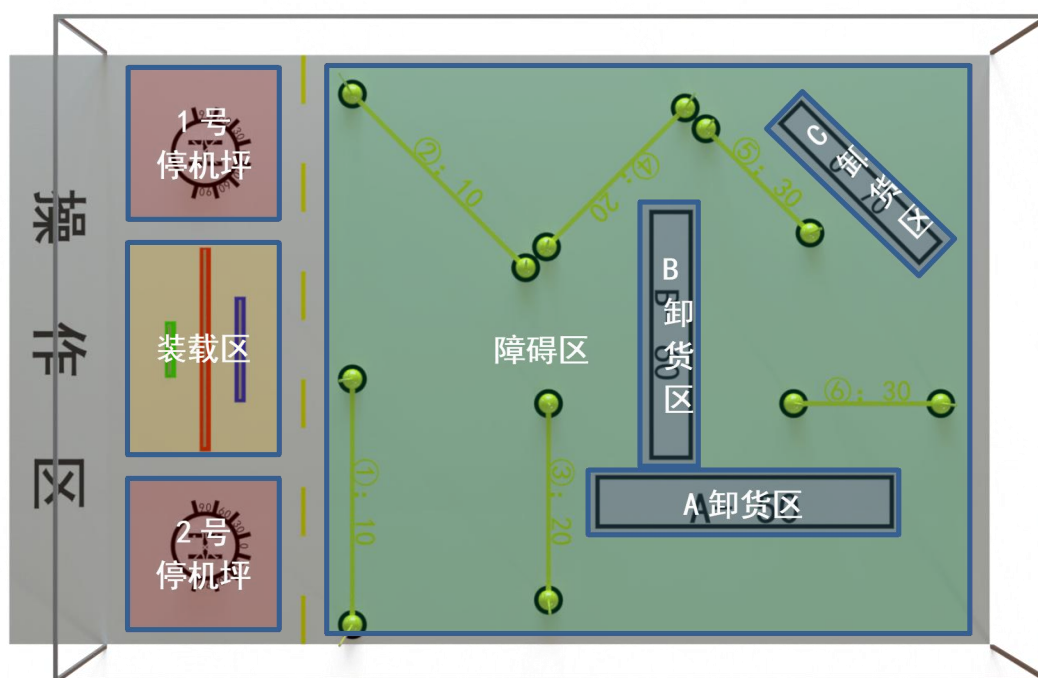


图 2：多机协同作业项目场地俯视图

2. 地面铺设 PVC 彩色印刷的场地地图。根据赛场地点布置的环境不同，场地地图上可能会出现无法避免的光源干扰。
3. 赛场周围将铺设无人机安全网，无人机在任务过程中切勿靠近安全网。
4. 无人机安全网外侧 1 米范围内布设参赛选手的操作区。准备阶段结束后，所有参赛选手将携带所有非上场物料进入操作区进行操作及观赛。若参赛队使用全自动飞行进行任务，选手须在操作区布设最多两台地面站对无人机进行全自动操控，并最多安排两台无线电遥控器对无人机进行应急操作；若参赛队使用手动飞行进行任务，选手可使用最多两

台无图传的无线电遥控器，由两位飞手对无人机进行操控，且在一次任务机会中不得更换飞手。

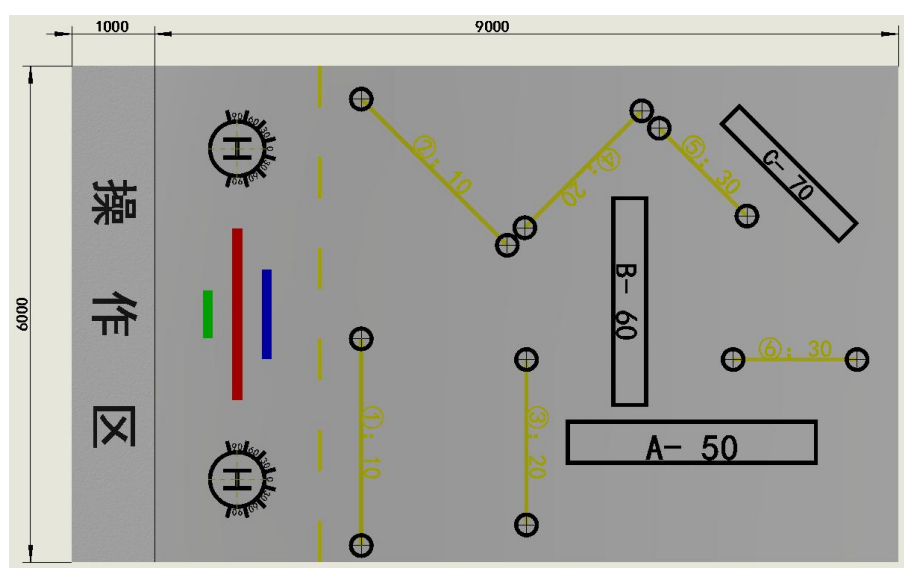


图 3：参赛选手操作区域尺寸及分布示意图

5. 停机坪区域使用 50mm 宽的黑色线条，绘制直径为 660mm 的圆形，且在圆环中央绘有“H”字样，供无人机安全起飞和降落。停机坪外围设有 30° 间距的刻度，用于辅助判定无人机机头的指向角度。

6. 装载区有三个不同颜色的物料摆放区域，准备阶段工作人员将复位赛场上的道具。

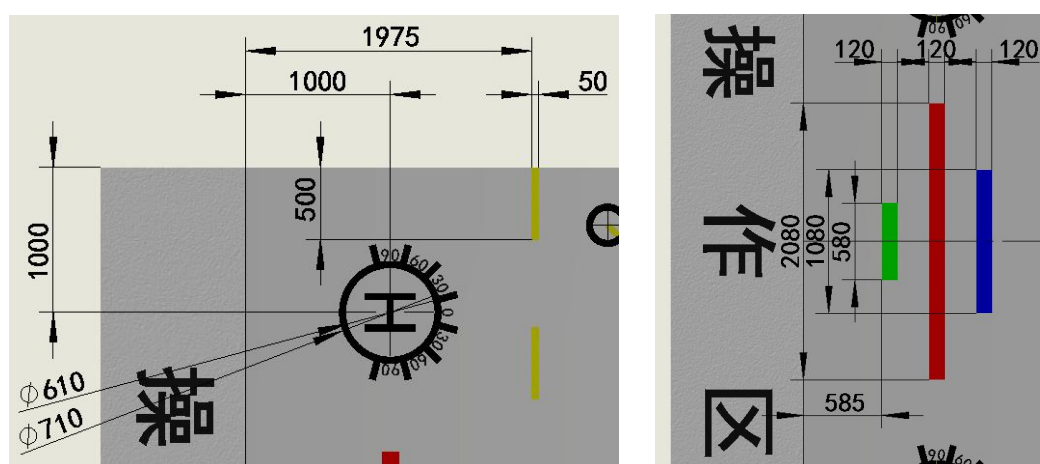


图 4：无人机起飞点与装载区场地布置示意图

7. 障碍区域通过黄色虚线与装载区及停机坪区分开。共设置 12 根障碍物，组成 6 个不同位置、不同方向的虚拟通道。当两架无人机共同索吊的货物通过虚拟通道时，可获得相应的得分。货物多次通过虚拟隧道，或货物通过时高度高于障碍物，则无法获得积分。

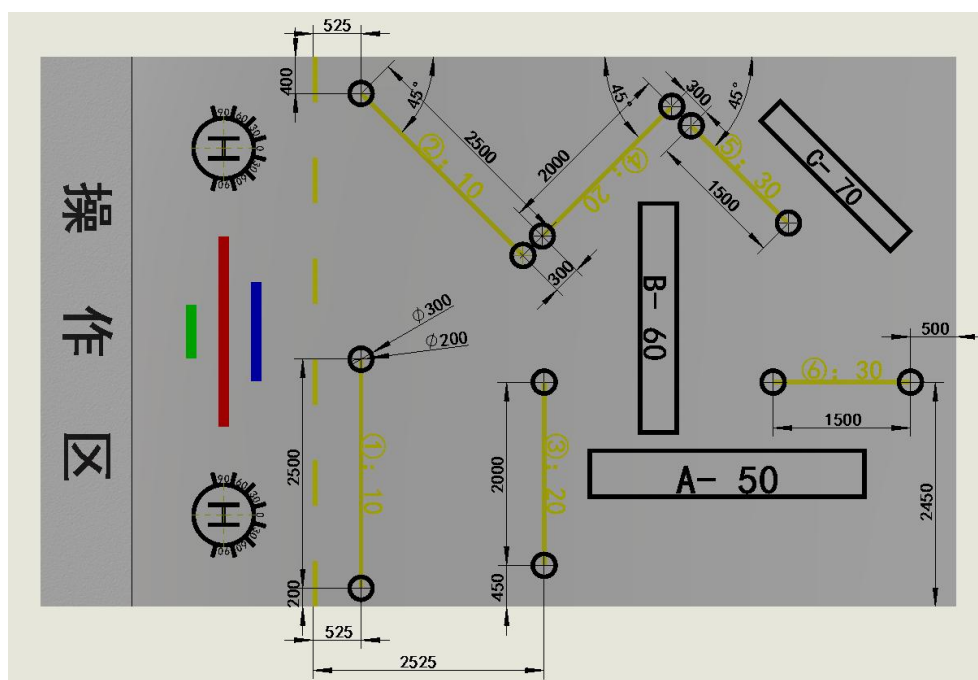


图 5：障碍区场地摆放示意图

8. 当货物完整通过虚拟通道时，会根据不同间距的障碍物获得不同的积分。

9. 卸货区分为 A 号卸货区、B 号卸货区和 C 号卸货区，无人机将货物投放到得分区域，并与无人机断开物理链接，即可获得货物两端在当前区域的最低积分。例：货物的两端均在 C 号卸货点时，则卸货得分为 70 分；当货物的一端在 B 号卸货区另一端在 A 号卸货区，则卸货得分为 50 分；当货物的一端在 A 号卸货区另一端未进入任一卸货区，则卸货不得分。货物落点判定以最终位置为准，即道具完全静止时进行判定。



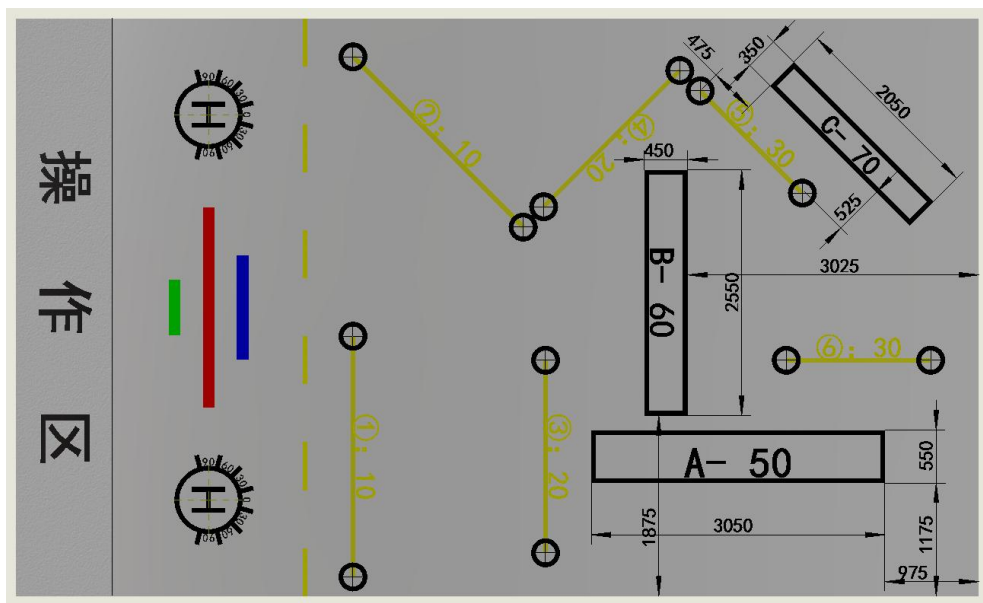


图 6: 卸货区场地布置示意图

## 6.2 比赛器材说明

1. 装载区物料为三根规格为  $20\text{mm} \times 20\text{mm}$  的方形 PVC 管材，管材长度分别为  $500\text{mm}$ 、 $1000\text{mm}$  和  $2000\text{mm}$ 。不同长度的货物对于比赛积分并无实质性区别，仅在不同程序算法逻辑下，不同长度的货物会有不同表现。参赛选手可根据自身设计在三种不同规格的货物中选择其一进行运输任务。

2. 吊绳为棉绳材质。参赛队需要在赛前自行研发吊绳抛投的激发装置及抛投设备，建议完善快拆设计，在比赛现场获得吊绳后能够快速将吊绳组装于本队无人机，并能够将货物挂载于吊绳上。参赛队仅允许使用组委会指定的吊绳型号用于比赛，不得使用其他种类及型号吊绳进行任务。

3. 障碍区的障碍物为直径 25mm 的 PVC 圆管，障碍物底部有直径 200mm 的 ABS 半球形底座。场地地垫上会绘制障碍物的摆放区域，比赛任务开始前，由工作人员进行复位。

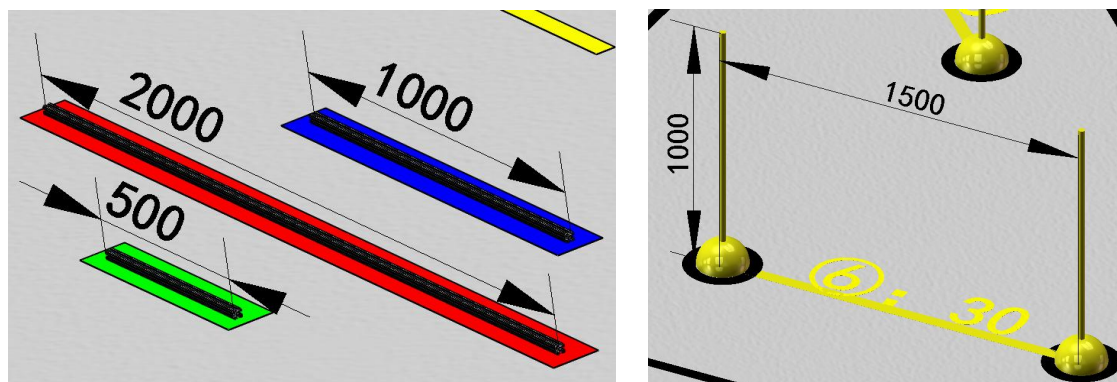


图 7：场地道具示意图

4. 障碍区共有 6 条虚拟通道，分为三种不同的规格。图 7 中以⑥号虚拟通道为例，其分值为 30 分，高度为 1000mm，宽度为 1500mm。

编号	积分	高度	宽度
① ②	10 分	1800mm	2500mm
③ ④	20 分	1500mm	2000mm
⑤ ⑥	30 分	1000mm	1500mm

## 七、赛事规则要求与评分标准

### 7.1 赛项区域及流程

1. 备场区：参赛选手可对无人机进行维修、充电、静态测试等调试工作，也可供参赛队员休息调整、布置战术及观看比赛。

2. 检录区：选手须在赛前 30 分钟内抵达检录区。检录工作人员会对无人机进行安全性测试，内容包括无人机尺寸、重量、电池参数、桨叶强度、机体结构刚性和强制停机测试。检录通过后，参赛队可自行安装统一规格的吊绳，吊绳长度可根据选取的物块大小自行调整。

3. 候场区：选手经过检录区后进入候场区，候场期间允许参赛队员在上场前进行静态调试，包括无人机上电、无人机静态调试、将货物挂载至本队无人机上等工作。调试完成后等待比赛开始。

4. 赛场区：进入赛场后有 12 分钟的比赛时间，共有两次无人机吊装运输货物的机会。当参赛选手检查场地无误、无人机吊装准备完成后，可向工作人员申请比赛机会。当所有人员全部撤离至安全网外，任一无人机桨叶解锁即视为消耗一次比赛机会，并启动比赛计时。当所有无人机桨叶停止转动时，比赛计时停止。工作人员将进行比赛评分，并复位场地道具。

5. 退场区：比赛结束后，参赛选手需前往裁判处核对评分表并签字。

## 7.2 比赛流程及规则

参赛选手经过检录后抵达候场区，可以在候场区对无人机进行上电调试，等待工作人员通知进入赛场。12 分钟的比赛时间，共有两次无人机吊装运送货物的机会。

1. 准备阶段：工作人员将安全门打开后，参赛队伍进入赛场，需要在工作人员的监督下完成无人机及设备的部署和调试，进行开机和初始

化操作，并将自选货物挂载固定在两架无人机上，同时检查赛场道具的完整性。

2. 质疑阶段：若参赛选手发现场地道具摆放不规范，可向裁判提出质疑。裁判可现场判定该场地道具是否影响比赛的公平性，并修正道具，直至得到参赛选手的再次确认。

3. 撤场阶段：参赛选手调试完成并检查场地道具无误后，方可向工作人员申请第一次任务机会。申请后参赛选手严禁再次触碰无人机及货物。工作人员将在两个停机坪中各指定一个随机位置，选手的两架无人机将由工作人员放置到停机坪中的随机位置处等待起飞。赛场内全体人员将在工作人员的带领下离开至安全门外，获得裁判确认后，方可进入比赛阶段。

4. 比赛阶段：

- (1) 任意一架无人机的桨叶开始旋转时，任务计时便开始。
  - (2) 两架无人机从停机坪出发，网吊着货物稳定地起飞。
  - (3) 越过黄色虚线，进入卸货区。
  - (4) 无人机携带的货物通过由障碍物组成的虚拟通道来获取分数。每个虚拟通道仅可获取一次积分，重复通过不会再次得分；当运载的货物高度高于当前虚拟通道的障碍物高度时，不得分。
  - (5) 参赛队可自行选择卸货区进行抛投任务，获得相应的分数。
- 货物落地后可能会出现弹跳或者被无人机气流吹走等情况，以比赛结束时刻货物的最终落地点为准。

(6) 无人机完成抛投后，需要反向穿越障碍区，回到停机坪上空，调整机头指向抽签确定的指定角度，平稳着陆后停桨。当无人机所有桨叶停止旋转时，任务计时结束。无人机的桨叶全部停止旋转后，不得再次启动桨叶复飞。

5. 验证阶段：无人机桨叶停转后，安全门开启，工作人员和参赛队员进入赛场，进行成绩确认工作。若还有任务机会，则返回准备阶段再次进行比赛。

6. 紧急迫降阶段：当 12 分钟比赛时间耗尽，无人机未停止桨叶时，裁判将保留已有积分并终止比赛。参赛队有 1 分钟的时间使无人机安全降落。无人机停桨后，参赛队安全撤离。

## 7.3 评分标准

任务积分最高分为 300 分。两次任务机会取最高分进行排名。无人机全自动飞行以正常方式计分，满分为 300 分；无人机手动飞行以正常积分的三分之一换算，即满分为 100 分。

(1) 无人机安全起飞：最高得分 60 分

- ① 无人机安全起飞：10 分/架
- ② 无人机实现抽签位置起飞：10 分/架
- ③ 无人机实现抽签方向起飞：10 分/架

(2) 货物安全起吊离地：最高得分 30 分

- ① 装载区内货物和吊绳完全离地后未落地：10 分

② 障碍区内货物和吊绳正常抛投落地，无异常触地：20 分

(3) 虚拟通道得分（每项仅计分一次）：最高得分为 120 分

① 号 2m 隧道得分：10 分 号 2m 隧道得分：10 分

② 号 1.5m 隧道得分：20 分

③ 号 1.5m 隧道得分：20 分

④ 号 1m 隧道得分：30 分

⑤ 号 1m 隧道得分：30 分

(4) 货物抛投得分：最高得分为 70 分

① 货物两端均未在任何得分区，则不计分

② 货物一端在任一得分区，另一端未在任一得分区，则不得分

③ 货物两端均在 A 区得 50 分

④ 货物一端在 A 区，另一端在 B 区，得 50 分

⑤ 货物两端均在 B 区得 60 分

⑥ 货物一端在 B 区，另一端在 C 区，得 60 分

⑦ 货物两端均在 C 区，得 70 分

(5) 无人机停机坪降落：最高得分 20 分

① 无人机在停机坪安全降落，且俯视投影重合：10 分/架

② 无人机在停机坪安全降落，且俯视投影相交：5 分/架

③ 无人机在停机坪安全降落，且俯视投影相交：5 分/架

④ 无人机安全降落于非停机坪场地地面：3 分/架

注：无人机降落角度与抽签角度不一致：-2 分/架

(6) 障碍物扣分：最高扣除 120 分

① 验证阶段判定障碍物俯视投影超出场地线外圈：-5 分/个

② 验证阶段判定障碍物倾倒无法直立于场地：-10 分/个

(7) 手动飞行扣分条目（仅适用于手动飞行）：最高扣除 200 分

① 货物及吊绳起吊后触碰装载区或停机坪地面：-30 分

② 货物及吊绳处于非投放过程，触碰障碍区地面：-50 分

③ 无人机异常碰撞（场地道具、安全网等）：-10 分/次

④ 物料异常碰撞（场地道具、安全网等）：-10 分/次

## 八、无人机平台要求

本赛项鼓励自制自主无人机参赛，参赛无人机需满足本节描述的所有规范，检录会根据规范进行检查。若因违规导致安全事故，组委会将依法追究违规方的法律责任。若本规范存在争议之处，以裁判长或检录长的解释为准。

### 1. 功能要求

无人机应具备自主定位、路径规划、无人机间通讯、吊运投放等功能。无人机必须具备遥控功能，并配备紧急安全开关的安全防护功能。

### 2. 电控与驱动要求

无人机所使用的控制器、电机和传感器（不包括需要预先布设外部设备的定位系统，例如 UWB、动作捕捉系统、蓝牙定位等）的种类及数量不限，但无人机只能采用电驱动。

### 3. 外形尺寸及重量要求

本赛事为多机赛事，且有载重需求。为了飞行安全，每支队伍的无人机在尺寸和重量上均有以下限制： $280\text{mm} \leq \text{无人机轴距} \leq 330\text{mm}$ ，无人机重量  $\leq 3\text{kg}$ （不包含电池）。

### 4. 飞控要求

只允许采用开源飞控，仅允许使用 APM、PX4、FMT 项目，其他非商业闭源飞控需在资格认证中说明。

### 5. 其他要求

无人机比赛场地为室内场地，场地由防护网全包围。未经裁判允许，场地内及场地周围不得自行布置任何标志物。室内无 GNSS 信号，且室内可能存在电磁干扰的情况。比赛中，飞行路线上设置有障碍物，各支队伍需自行确保无人机飞行安全。下达起飞指令后，不得以除遥控信号外的其他方式控制无人机。在自主飞行模式下，遥控器仅允许与无人机进行通信连接，否则将按手动飞行模式计算成绩。

各参赛队的无人机在每场比赛前需进行资格认证，比赛结束后可取回进行充电和调试。资格认证内容包括重量、尺寸以及相关规则条款的检查。不符合上述资格认证标准的，将取消现场参赛资格。



## 九、赛程赛制

1. 每支参赛队进入赛场后拥有 12 分钟的比赛时间,共有两次任务机会,每次任务机会不强制限制任务时间。参赛队员可在 12 分钟内自行安排准备时间和比赛时间。参赛队需注意,工作人员验证成绩和复原场地的时间也将计入这 12 分钟的比赛时间。待裁判发出指令允许重新开始第二次任务后,参赛队才可进行第二次飞行任务。每个参赛队取最优成绩进行排名。
2. 每支参赛队拥有(准备时间+场地复位时间+质疑时间+撤场时间+任务时间+验证时间)×两次机会+转场时间=12min+3min=15min 的上场时间。
3. 成绩排名
  - (1) 任务积分较高的参赛队伍排名靠前。
  - (2) 任务积分相同,资格认证分数较高者排名靠前。
4. 每个参赛队可准备三架无人机进行比赛,其中两架无人机可上场比赛,另一架无人机作为备用。无人机需要通过检录后方可进入赛场。
5. 不同高校参赛队之间不得相互借用无人机进行比赛。

## 十、附加说明

(1) 各参赛队员参赛时，请自备用于程序设计的电脑、参赛所需的各种器材和常用工具。

(2) 比赛方式：赛前抽签决定各队伍的出场顺序，具体见比赛详细规则。

(3) 比赛过程中只允许参赛选手、裁判员和有关工作人员进入比赛区域，其他人员不得进入。凡擅自进入者，第一次给予警告，第二次取消该队本场比赛的成绩。

(4) 参赛飞行器必须是自主飞行器，通过遥控器控制决定其行动，不得通过线缆与任何其他器材（包括电源）连接。除此之外，场外队员或者其他人员除规定外禁止人工遥控或采用外部计算机遥控飞行器，一经发现将立刻取消比赛资格，并由大赛组委会通报批评。

(5) 参赛队员必须服从裁判，比赛进行中如有异议，须由领队以书面形式申请复议，由裁判作出最终裁决并予以说明。复议申请必须在下一轮比赛之前提出，否则将不予受理。

(6) 竞赛期间，场内外一律禁止使用各种设备或其他方式干扰或控制他人的无人机。组委会一旦发现，将立即取消比赛资格，并由大赛组委会通报批评。

(7) 无人机起飞之后，场地内不允许有人员和其他物品。

(8) 凡规则未尽事宜，解释与规则的修改决定权归技术委员会。

## 附件 1：参赛队伍资格认证模板

# 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛 无人机挑战赛多机协同作业赛项 参赛队伍资格认证

参 赛 学 校

队 伍 名 称

参 赛 队 员

指 导 教 师

（姓名/联系方式）

参 赛 项 目

中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛

无人机挑战赛多机协同作业赛项组委会

2025 年 3 月

## 关于技术报告使用授权的说明

本人完全了解 2025 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛关于保留、使用技术报告和研究论文的规定，即：参赛作品著作权归参赛者本人所有，比赛组委会可以在相关主页上收录并公开参赛作品的设计方案、技术报告以及参赛模型的视频、图像资料，并将相关内容编纂收录在组委会出版论文集中。

参赛队员签名：

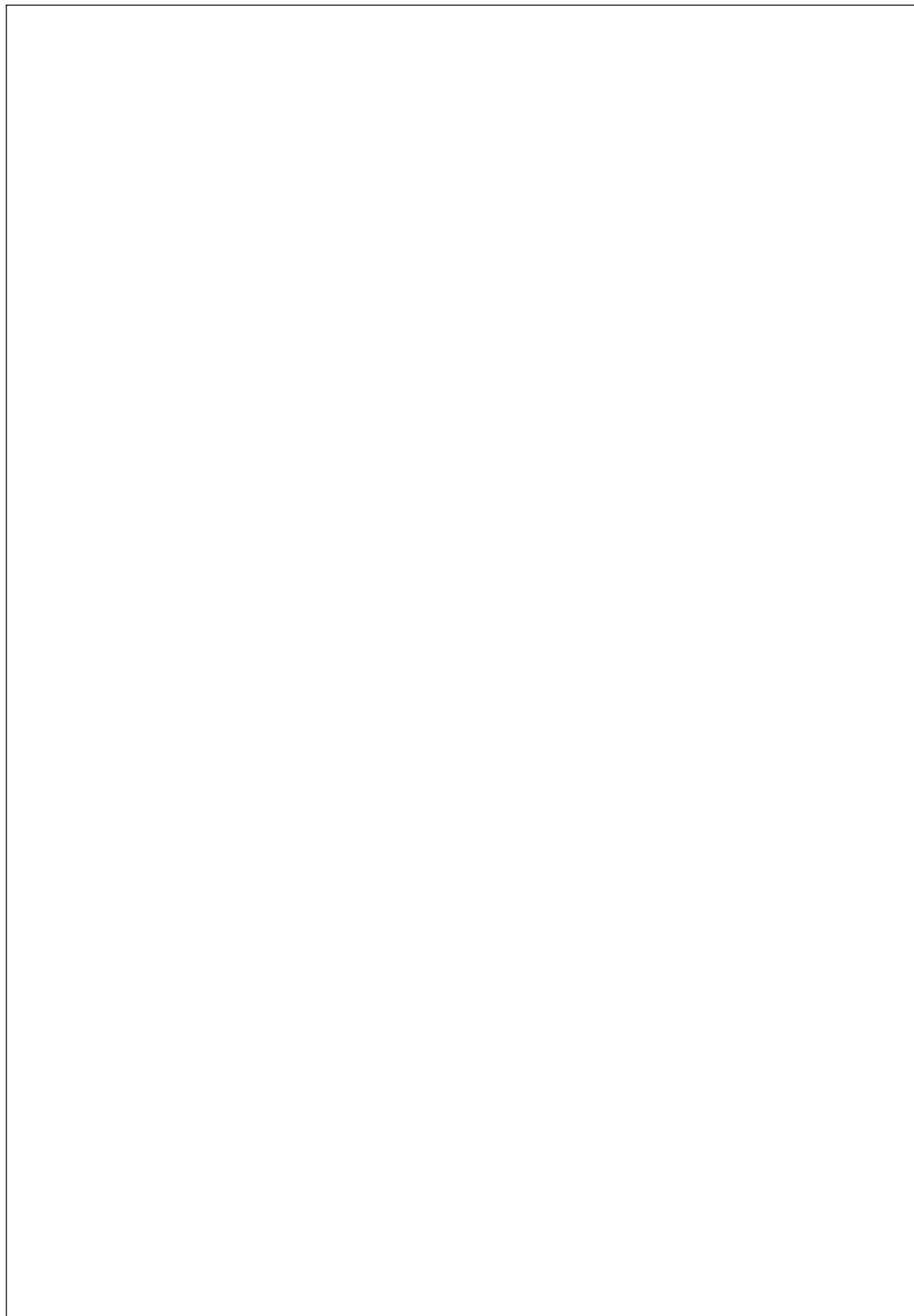
带队教师签名：

日 期：

## 一、作品简介（研究内容、目标、完成情况概述）

## 二、研究技术方案（硬件设计、软件设计、系统调试说明）

### 三、附录（硬件设计图、电路设计原理图、程序等）

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the appendix content (hardware design diagrams, circuit design principle diagrams, programs, etc.).

## 附件 2：资格认证评分标准

### 一、评分标准用途

当参赛队产生争议或比赛总分相同且无法通过其他规则（如用时、得分）决出排名时，资格认证评分作为同分队伍间的最终排序依据。资格认证评分旨在全面评估参赛队伍的技术水平、设计能力、规则遵守情况，确保比赛结果的公平性和科学性。

### 二、评分点与范围

评分大类	评分子项	评分细则	分值范围
作品简介 (30 分)	研究内容清晰度	明确描述核心任务、技术难点及解决方案	0~15 分
	完成情况概述	说明项目实际完成度，包括测试情况、改进计划	0~15 分
研究技术方案 (60 分)	硬件设计 (30 分)	完整性：涵盖机架结构、传感器布局、吊运装置设计，若采用成品无人机不得分	0~20 分
		可行性：设计参数符合赛事无人机要求	0~10 分
	软件设计 (30 分)	逻辑性：代码架构清晰，模块化设计	0~5 分
		功能实现： 支持多机通信、动态避障、路径规划等核心功能	0~15 分
		自研算法：经判定有效得满分 10 分	0~10 分
		开源算法：使用开源算法需说明，得 5 分	
		代码抄袭：不得分，情节严重者取消成绩。	



附录 (10 分)	程序代码	代码注释完整、可读性强, 附关键算法说明	0~10 分
--------------	------	----------------------	--------

### 三、争议提出与解决

#### 1. 申请仲裁:

任何队伍的领队如果发现其他参赛队伍存在作弊行为, 例如代码抄袭、团队之间违规借用设备、同一院校的不同队伍使用相同的代码等, 可以由领队向裁判组提交相关证据。这些证据应包括但不限于代码抄袭的截图、设备借用的照片或视频等。技术委员会在收到举报后, 必须在 12 小时内做出初步响应, 并尽快对举报内容进行详细调查。

#### 2. 复核程序:

组委会将对提交的作弊证据进行仔细审查, 并结合资格认证进行评分, 以及比赛现场的实际情况进行全面判定。组委会将根据调查结果给出复核意见, 并在规定时间内通知相关队伍。

#### 3. 处罚公示:

一旦确认参赛队伍存在违规行为, 组委会将公示处理结果, 包括违规队伍的名称、违规行为的具体情况以及相应的处罚措施。具体的处罚措施如下: (1) 取消违规队伍在当前比赛中的所有成绩。(2) 如果违规行为涉及学术不端, 例如代码抄袭, 组委会将向违规队伍所属的院校发送通报, 详细说明违规情况, 并建议院校进行进一步的调查和处理。

本评分规则自发布之日起生效, 最终解释权归赛事技术委员会所有。

## 附件 3：场地道具搭建建议

### 一、场地喷绘底图

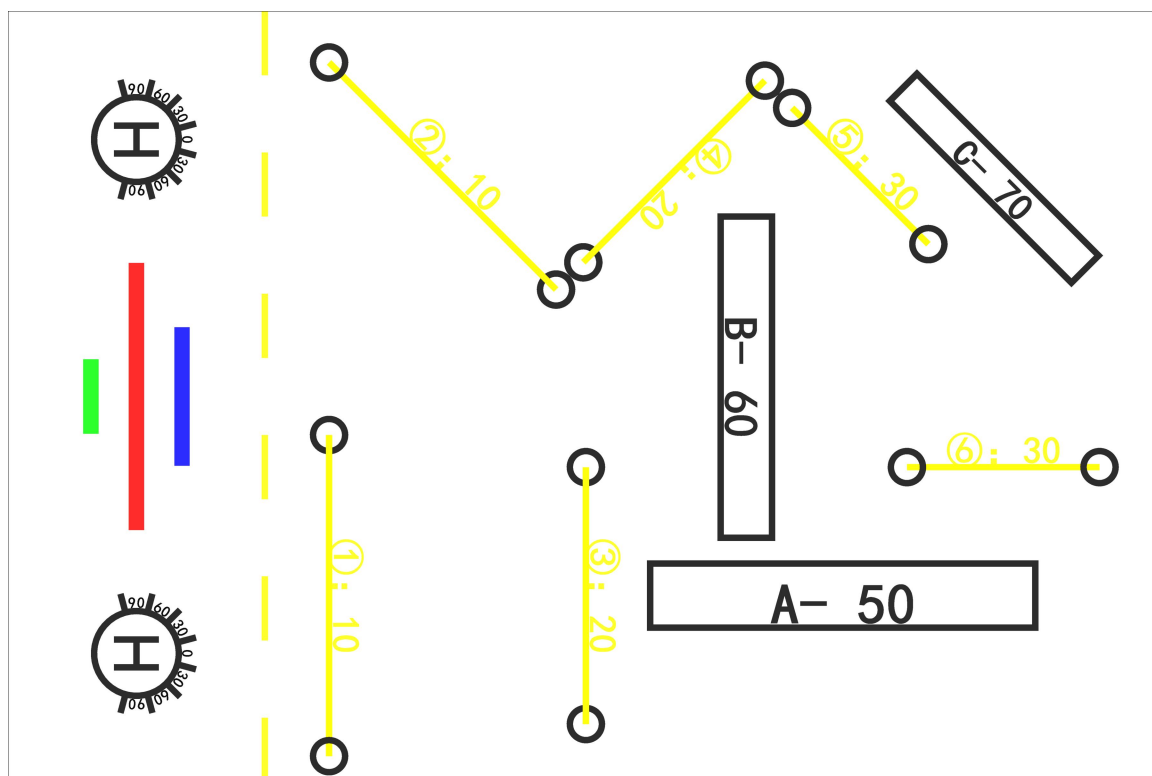


图 8：场地喷绘底图

采购建议：联系淘宝或打印店制作喷绘布，并提供底图。

### 二、物料采购参考

NO.	类型	物料名称	参数	数量		备注	参考购买链接
1	比赛场地	定制场地地垫	550喷绘布 9m*6m	54	平	拼接布	
2	比赛道具	500mm货物	PVC方管 20mm*20mm*500mm	1	根		
3	比赛道具	1000mm货物	PVC方管 20mm*20mm*1000mm	1	根		
4	比赛道具	2000mm货物	PVC方管 20mm*20mm*2000mm	1	根		
5	比赛场地	虚拟隧道底座	注水底座200mm	12	个		
6	比赛场地	虚拟隧道障碍杆1m	1米杆 (单根)	4	根		
7	比赛场地	虚拟隧道障碍杆1.5m	1.5米杆 (单根)	4	根		
8	比赛场地	虚拟隧道障碍杆1.5m	1.8米杆 (单根)	4	根		
9	比赛道具	棉线	米白棉绳1mm100米	1	套		