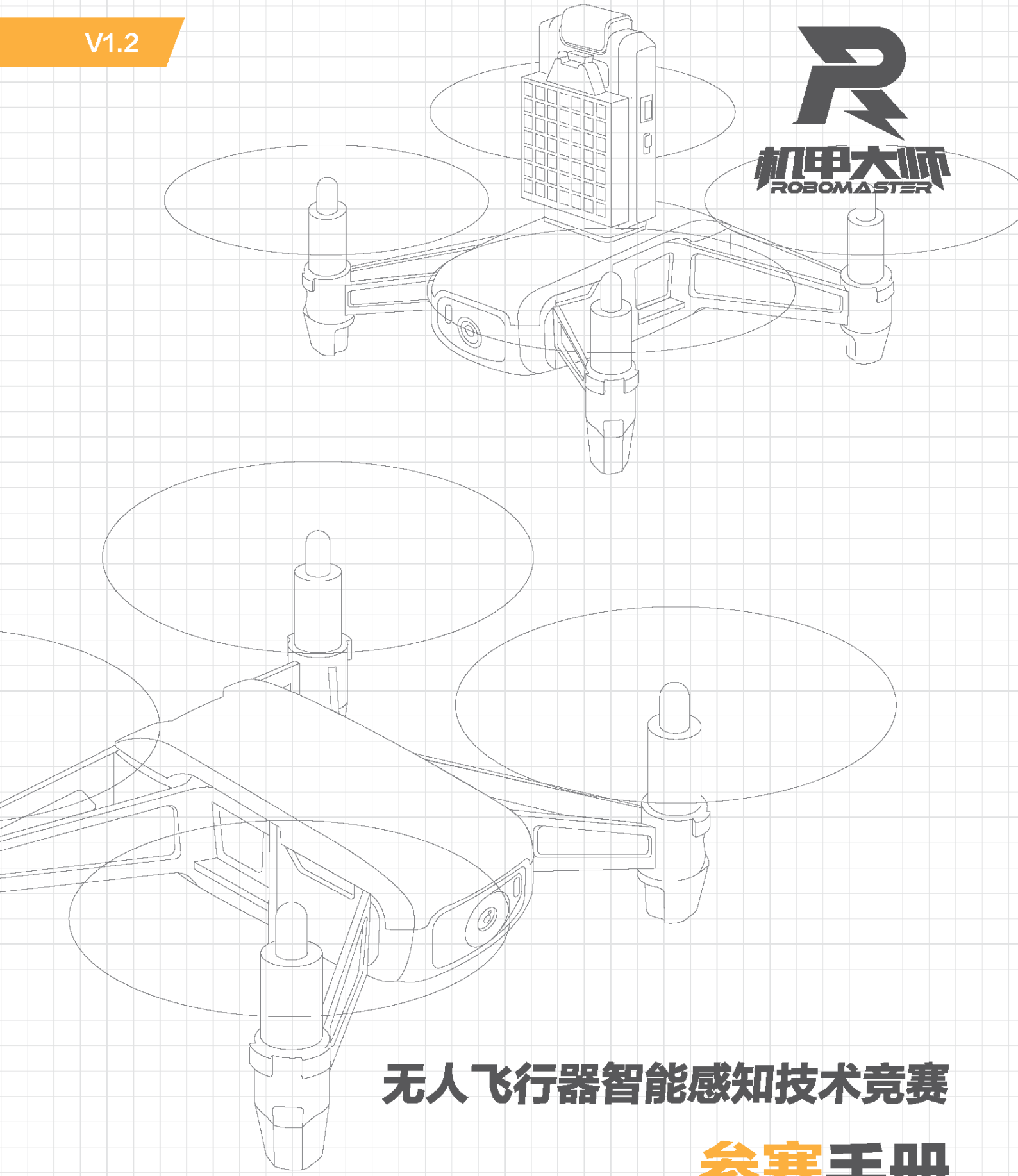
V1.2



无人飞行器智能感知技术竞赛

参赛手册

2022 年 9 月 发布

修改日志

日期	版本	修改记录
2022.09.09	V1.2	1. 修订线上赛部分场地元素的坐标 2. 调整线上赛无人机传感器的参数 3. 调整赛项四的任务与评分方式 4. 增加线下实体赛方案（场地及道具、动捕系统、线下竞赛流程等） 5. 调整竞赛日程
2022.08.05	V1.1	1. 补充赛项一、二、三的场景示意图及相关说明 2. 调整极速穿圈、自主飞行线下实体赛场布置方案的发布时间
2022.07.26	V1.0	首次发布

目录

修改日志 2
1. 竞赛背景 4
2. 组织机构 4
3. 竞赛项目 5
4. 竞赛规则 7
4.1 赛项一：极速穿圈 7
4.2 赛项二：自主飞行 10
4.3 赛项三：自主 FPV 竞速 15
4.4 赛项四：精准定位 20
5. 竞赛流程 21
5.1 检录 21
5.2 十分钟准备阶段 22
5.3 比赛阶段 23
5.4 比赛结束 23
5.5 成绩确认 23
5.6 申诉 24
6. 参赛 24
6.1 参赛人员 24
6.2 其他要求 25
7. 竞赛日程 25
8. 奖项设置 26
附录一 场地及道具说明 29
附录二 场地内动捕系统说明 32
附录三 技术报告要求 34
附录四 开源说明 36

1. 竞赛背景

无人飞行器智能感知技术竞赛，自 2014 年在上海交通大学徐氏科技创新奖学基金的支持下创办，从上海交通大学自主品牌“小型无人机技术挑战赛”逐渐发展成为全国性技术竞赛，迄今为止已成功举办八届。2022 年，赛事在深圳市大疆创新科技有限公司的支持下，进一步丰富了赛项和奖项设置，致力于打造智能感知与控制领域具有全球影响力的技术赛事。

竞赛以“智在飞翔”为主题，遵循“创新、合作、开放、开源”的指导思想，通过开放、开源和建立竞赛联盟等形式，旨在加速推动智能感知、定位导航与自主控制等领域的技术创新，并积极促进相关创新成果在无人飞行器领域开展转化与应用，发掘一批优质潜力项目和创新人才，为无人智能产业培养更多的未来技术领军人才。

2. 组织机构

指导单位：

高分辨率对地观测系统重大专项管理办公室

中国卫星导航系统重大专项管理办公室

主办单位：

上海交通大学

西北工业大学

北京航空航天大学

中国电子学会

中国电子教育学会

中国电子科技集团公司第三十二研究所

深圳市大疆创新科技有限公司

承办单位：

上海交通大学电子信息与电气工程学院

中国电子学会无人系统分会

中国电子教育学会研究生分会

上海交通大学电院教学发展与学生创新中心（交大 E 谷）

上海交通大学电院感知科学与工程学院

RoboMaster 组委会

上海闻枢科技有限公司

协办单位：

上海人工智能研究院

上海市北斗导航研发与转化功能型平台

3. 竞赛项目

表 3-1 竞赛项目一览

赛项	类别	难度等级	考察目的	形式	晋级、挑战方式
赛项一：极速穿圈	晋级赛	简单，适合本科生	考查精准飞行轨迹规划、控制与目标识别等技术	● 线上仿真赛 ● 线上刷榜赛 ● 线下实体赛	● 线上仿真赛成绩前 10 名的参赛队伍获得线下实体赛的晋级资格 ● 提交技术报告并获得 B 等级及以上的参赛队伍可获得线下实体赛的晋级资格
赛项二：自主飞行	晋级赛	中等，适合研究生	重点考查无人机状态估计、路径规划与控制等技术		
赛项三：自主 FPV 竞速	挑战赛	极难，适合研究生	重点考查定位建图、避障、识别、规划、深度学习、强化学习等前沿技术	● 线上刷榜赛 ● 线下实体赛	● 参赛队伍可参与为期 6 个月的线上刷榜赛 ● 榜单排名靠前的参赛队伍将受邀参与线下实体赛
赛项四：精准定位	挑战赛	中等，适合研究生	重点考查定位、建图、深度学习、强化学习、多传感器融合等前沿技术	线下实体赛	报名成功后，参赛队伍均可参与此赛项

关于“极速穿圈”和“自主飞行”的晋级方式说明：

1. 所有参赛队伍（参与或未参与线上仿真赛）均可通过提交技术报告争夺线下实体赛晋级资格，但仅可晋级一个赛项。
2. 若已获得晋级资格的队伍放弃或被取消线下实体赛的参赛名额，晋级队伍按线上仿真赛成绩顺延。
3. 若参赛队伍同时参加“自主飞行”和“极速穿圈”两个赛项并全部取得晋级资格，则保留难度等级较高赛项（即“自主飞行”赛项）的晋级资格，取消难度等级较低赛项（即“极速穿圈”赛项）的晋级资格。
4. 通过线上仿真赛成绩排名获得晋级资格的参赛队伍必须提交技术报告，技术报告的成绩不影响其晋级资格。

表 3-2 竞赛形式一览

竞赛形式	内容
线上仿真赛	线上仿真赛适用于赛项一、赛项二，仿真场景均采用 UE4+AirSim 的环境搭建，包含自动评分系统。参赛队伍从仿真环境的无人机中读取机载传感器的数据，通过运行算法程序进行环境感知和定位、路径规划、运动规划，向无人机发送飞行控制指令，最终完成比赛任务。
线下实体赛	线下实体赛适用于赛项一、赛项二、赛项三、赛项四，均在上海交通大学 SEIEE 云智人工智能创新应用研究中心举行，比赛场地面积为 40m*12m。参赛队伍在真实环境中使用无人机机载传感器的数据，通过运行算法程序进行环境感知和定位、路径规划、运动规划，向无人机发送飞行控制指令，最终完成比赛任务。
线上刷榜赛	在赛项一、赛项二和赛项三中，组委会将建立为期 6 个月的线上刷榜机制，以激励参赛队伍不断挑战技术难度，突破极限。组委会设立自动运行脚本，参赛队伍提交可自动执行的镜像文件，云端将自动部署并返回运行视频与成绩。

线上仿真赛与线上刷榜赛均采用自动评分系统进行排名，参赛队伍需要将算法打包成 docker 镜像进行提交，通过 ROS 与仿真器进行交互完成比赛。

4. 竞赛规则

4.1 赛项一：极速穿圈

1）内容介绍

在极速穿圈赛项中，给定若干障碍环与对应的近似坐标，参赛队伍需在已知无人机精准位置姿态信息的情况下，控制无人机飞行轨迹，以最快的速度按照指定的顺序穿过所有障碍环，到达终点。

2）竞赛流程与规则

- **任务：**
  a) **线上仿真赛/刷榜赛：**参赛队伍控制无人机从停机坪起飞，按照指定的顺序通过 7 个障碍环，到达终点。每次挑战限时 2 分钟，当无人机完成所有任务或者挑战时间耗尽时，挑战结束。
  b) **线下实体赛：**参赛队伍控制无人机从停机坪起飞，按照指定的顺序通过 10 个障碍环，到达终点。每次挑战限时 5 分钟，当无人机完成所有任务或者挑战时间耗尽时，挑战结束。
- **设备：**参赛队伍需自备无人机参加线下实体赛。
- **场地：**
  a) **线上仿真赛：**比赛采用森林场景，如下图所示。所有静态障碍环的中心均在指定正方体空间内随机生成，指定正方体空间以给定坐标为中心，边长为 1m。为方便队伍调试以及保证竞赛公平，障碍环的随机位置受 Content 目录下的 seed.txt 控制。相同的文件对应相同的障碍环的生成位置。参赛队伍需控制无人机按照 1-6 的顺序穿越障碍环，最终穿越终点障碍环。无人机可以从任意方向穿越障碍环，但是每个障碍环只允许被穿越一次（如果同一个障碍圈被多次穿越，系统不会累计穿越次数，仅记录第一次穿越的耗时）。

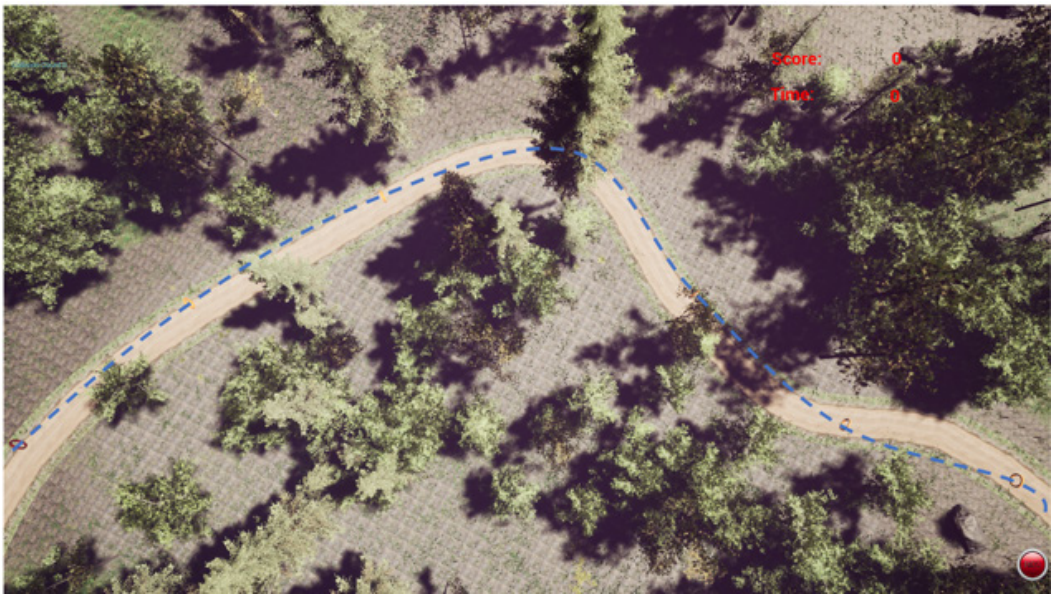


图 4-1 极速穿圈场地路线图

图 4-2 极速穿圈场地 FPV 视角

静态障碍环　　终点障碍环

图 4-3 极速穿圈障碍环示意图

表 4-1 停机坪及障碍环的近似坐标

序号	名称	X 轴坐标（m）	Y 轴坐标（m）	Z 轴坐标（m）	绕 X 轴旋转角度	绕 Y 轴旋转角度	绕 Z 轴旋转角度
-	停机坪	0	0	0	0	0	0
1	静态障碍环	14.87	-0.79	-2.74	0	0	-25°
2	静态障碍环	37.68	-12.27	-1.02	0	0	-10°
3	静态障碍环	67.42	-12.94	-0.30	0	0	10°
4	静态障碍环	94.44	-8.05	0.02	0	0	-30°
5	静态障碍环	113.95	-35.70	-0.34	0	0	-70°
6	静态障碍环	121.77	-67.73	-3.83	0	0	-85°

序号	名称	X 轴坐标（m）	Y 轴坐标（m）	Z 轴坐标（m）	绕 X 轴旋转角度	绕 Y 轴旋转角度	绕 Z 轴旋转角度
-	终点障碍环	121.80	-96.00	-7.39	0	0	-100°

- 上述坐标遵循 NED 坐标系。
- 在初始状态下，无人机绕 Z 轴旋转角度为 0°。

b) **线下实体赛：**比赛采用室内场景，其中所有静态障碍环由工作人员在给定的坐标附近直径 1m 的范围内随机放置。场地内将开放 Vicon 毫米级定位数据，通过 Wi-Fi 局域网提供无人机位姿真值，无人机的全部计算过程需由无人机机载设备完成，不可进行远程操控。

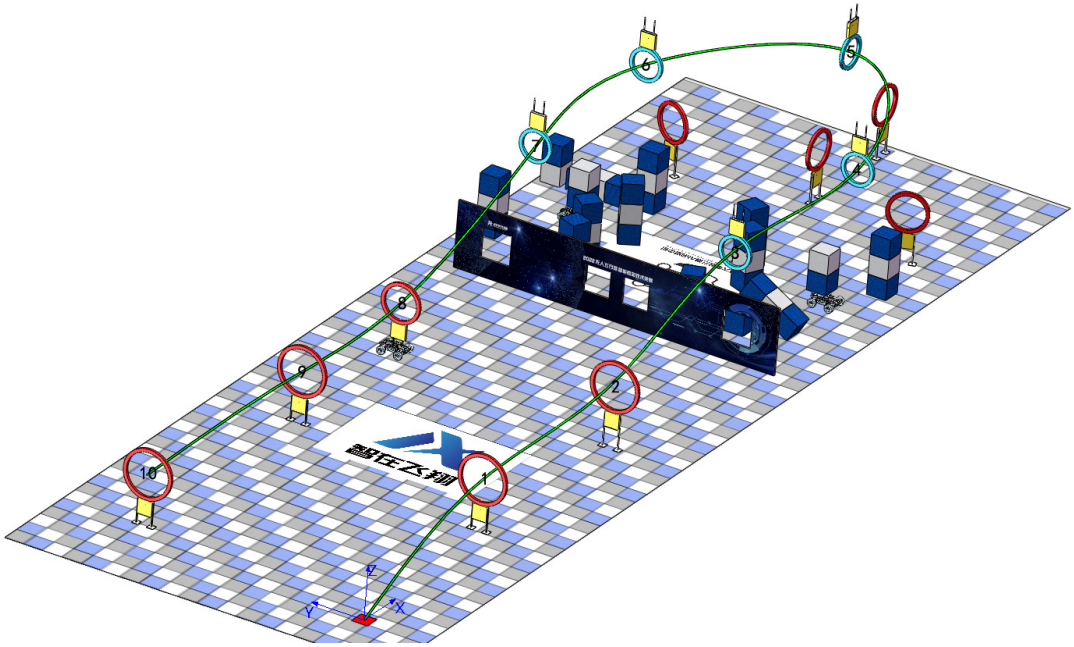


图 4-4 极速穿圈线下实体赛飞行轨迹

表 4-2 障碍环的圆心位置及方向

序号	名称	X 轴（m）	Y 轴（m）	Z 轴（m）	障碍环朝向（°）
1	地面障碍环	6.50	0.40	1.50	0
2	地面障碍环	13.00	0.20	1.80	0
3	吊环	18.93	0.20	3.50	0
4	吊环	25.23	0.20	3.50	0
5	吊环	31.00	4.00	3.50	90
6	吊环	26.88	7.80	3.50	0
7	吊环	20.88	7.50	3.50	0
8	地面障碍环	14.00	7.50	1.50	0
9	地面障碍环	8.00	7.50	1.50	0

序号	名称	X 轴（m）	Y 轴（m）	Z 轴（m）	障碍环朝向（°）
10	地面障碍环	1.00	7.50	1.50	0

- **评分：**线上仿真赛/刷榜赛和线下实体赛将分别通过自动评分系统、人工统计的方式统计以下两项内容。
  a) 任务完成情况，即穿越障碍环数量（仅计按照正确顺序穿越的障碍环）
  b) 无人机穿越每个障碍环的时间点
- **排名方式：**依照任务完成度、任务完成时间进行排名。
  a) 完成任务数量多（穿越障碍环数量多）者排名靠前
  b) 若完成任务数量相同（穿越相同数量的障碍环），则完成最后一个任务的耗时短者排名靠前
  c) 若上述条件无法判定排名，对于线上仿真赛/刷榜赛，系统记录提交时间靠前者排名靠前；对于线下实体赛，检录时所记录的无人机重量轻者排名靠前

3）可用传感器数据与控制指令

传感器信息开放 IMU、下视 RGB 图片和前视双目或者前视 RGB-D（二者选一）的数据交互接口、无人机状态真值、AirSim 机体坐标系线速度-角速度、姿态-推力、角速度-推力控制接口。

仿真赛中涉及的传感器参数、位置等信息在各个场景均一致，下面列举关键传感器参数：

a) IMU：位于机体中心位置
b) 前视 RGB-D 相机：位于机体中心向前 260mm 的位置。相机输出 RGB 图像大小为 640*480。深度图大小为 320*240。FOV 均为 90°
c) 前视双目相机：位于机体中心向前 260mm 的位置，双目基线 95mm。相机输出 RGB 图像大小均为 640*480，FOV 为 90°
d) 下视 RGB 相机：位于无人机几何中心下方 50mm，相机主光轴垂直于无人机下表面。图像大小为 640*480，FOV 为 90°

4.2 赛项二：自主飞行

1）内容介绍

自主飞行赛项设置丰富的场地元素，包括静态障碍环、动态障碍环、静态障碍物、动态障碍物等，给定所有障碍环的近似坐标，参赛队伍需要通过无人机机载传感器进行姿态估计并控制无人机飞行轨迹，使其以最快的速度躲避障碍物并根据规则设定穿越所有障碍环。

2）竞赛流程与规则

- **任务：**
  a) **线上仿真赛/刷榜赛：**参赛队伍控制无人机从停机坪起飞依次完成三部分任务。第一部分，无人机按照指定顺序穿过 4 个静态障碍环。第二部分，场景包含没有顺序的 7 个静态障碍环，无人机根据动态场景实时做出决策，自主选择穿越障碍环的顺序和位置（至少穿越 3 个障碍环）并躲避障碍物。第三部分，无人机按照顺序通过 2 个动态障碍环和 1 个静态异形障碍环，最终完成任务。每次挑战限时 5 分钟。

b) **线下实体赛：**参赛队伍控制无人机从停机坪起飞依次完成三部分任务。第一部分，无人机依次穿越障碍环 1、障碍环 2、窗口 15、障碍环 11。第二部分，无人机根据当前运动状态实时做出决策，自主选择穿越障碍环 12-1 或者障碍环 12-2。第三部分，无人机依次穿越障碍环 13、窗口 14、动态障碍环 8、障碍环 9、障碍环 10。每次挑战限时 10 分钟。

- **设备：**参赛队伍需自备无人机参加线下实体赛。
- **场地：**

a) **线上仿真赛/刷榜赛：**第一部分中，所有静态障碍环的中心均在指定正方体空间内随机生成，指定正方体空间以给定坐标为中心，边长为 1m。为方便队伍调试以及保证竞赛公平，障碍环的随机位置受 Content 目录下的 seed.txt 控制。相同的文件对应相同的障碍环的生成位置。Content 目录下的 speed.txt 中的数值可以控制水平障碍环的运动速度，其中的数值范围为 0.08-2.5。参赛队伍需控制无人机按照上述规则穿越障碍环。无人机可以从任意方向穿越障碍环，但是每个障碍环只允许被穿越一次（如果同一个障碍圈被多次穿越，系统不会累计穿越次数，仅记录第一次穿越的耗时）。

第一部分

第二、三部分

图 4-5 自主飞行场地路线图

图 4-6 自主飞行场地 FPV 视角

第一部分的障碍环　　第二、三部分的障碍环　　异形障碍环

图 4-7 自主飞行障碍环示意图

场景设有移动障碍物（类似车辆），其移动路线如下图所示：

图 4-8 移动障碍物路线图

表 4-3 停机坪及障碍环的近似坐标

阶段	序号	名称	X 轴坐标（m）	Y 轴坐标（m）	Z 轴坐标（m）
	-	停机坪	0	0	0
	1	静态障碍环	7.05.	1.71	-2.77
第一部分	2	静态障碍环	19.04	-0.32	-3.62
	3	静态障碍环	33.84	1.39	-2.27
	4	静态障碍环	57.06	0.72	-2.25
	5	静态障碍环	64.27	25.61	-2.90
	6	静态障碍环	71.94	28.95	-3.25
	7	静态障碍环	65.85	35.07	-2.37
第二部分	8	静态障碍环	72.57	34.79	-3.27
	9	静态障碍环	72.25	43.62	-2.23
	10	静态障碍环	68.83	45.15	-2.83
	11	静态障碍环	64.39	43.16	-2.83
	12	水平移动障碍环	64.32	54.31	-3.52
第三部分	13	旋转移动障碍环	63.29	65.85	-2.65
	-	终点（异形障碍环）	42.33	69.55	-3.15

b) **线下实体赛：**比赛采用室内场景，场景中的所有障碍环由工作人员在给定的坐标附近直径 1m 的范围内随机放置。无人机需要通过自身携带的传感器进行自主定位，且全部计算过程需由无人

机机载设备完成，不允许参赛队伍采用场地内部的动捕定位手段或者 GPS、UWB 等辅助定位手段，不可进行远程操控。

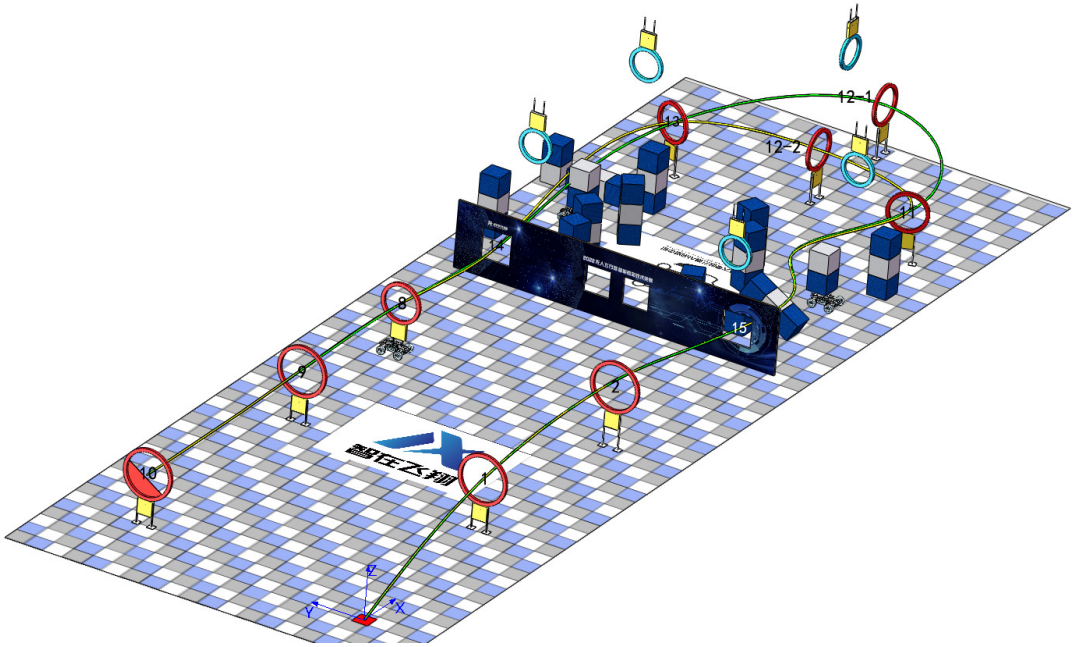


图 4-9 自主飞行线下实体赛飞行轨迹

参赛队伍可选择穿越障碍环 12-1 或者 12-2。

表 4-4 障碍环的圆心位置及方向

序号	名称	X 轴（m）	Y 轴（m）	Z 轴（m）	障碍环朝向（°）
1	地面障碍环	6.50	0.40	1.50	0
2	地面障碍环	13.00	0.20	1.80	0
8	动态障碍环	14.00	7.50	1.50	0
9	地面障碍环	8.00	7.50	1.50	0
10	异形障碍环	1.00	7.50	1.50	0
11	地面障碍环	27.50	-0.20	1.50	20
12-1	地面障碍环	32.50	3.50	1.50	90
12-2	地面障碍环	29.00	3.50	1.50	90
13	地面障碍环	28.00	7.50	1.50	20

- **评分：**线上仿真赛/刷榜赛和线下实体赛将分别通过自动评分系统、人工统计的方式统计以下两项内容。

a) 任务完成情况，即穿越障碍环数量（仅计按照正确顺序穿越的障碍环）

- 在第一部分和第三部分中，系统仅计算按照正确顺序穿越的障碍环。
- 在第二部分的自主决策阶段，对于线上仿真赛/刷榜赛，若无人机穿越的障碍环数量超过 3 个，则系统按照 3 个障碍环计数；对于线下实体赛，若无人机穿越的障碍环数量超过 1 个，则系统按照 1 个障碍环计数。

b) 无人机穿越每个障碍环的时间点

- **排名方式：**依照任务完成度、任务完成时间进行排名。
  a) 完成任务数量多（穿越障碍环数量多）者排名靠前
  b) 若完成任务数量相同（穿越相同数量的障碍环），则完成最后一个任务的耗时短者排名靠前
  c) 若上述条件无法判定排名，对于线上仿真赛，系统记录提交时间靠前者排名靠前；对于线下实体赛，检录时所记录的无人机重量轻者排名靠前

3）可用传感器数据与控制指令

传感器信息开放 IMU、下视 RGB 相机和前视双目或者前视 RGB-D（二者选一）的数据交互接口、AirSim 机体坐标系线速度-角速度、姿态-推力、角速度-推力控制接口。

本赛项不开放无人机位姿信息。

线上仿真赛中涉及的传感器参数、位置等信息在各个场景均一致，下面列举关键传感器参数：

a) IMU：位于机体中心位置
b) 前视 RGB-D 相机：位于机体中心向前 260mm 的位置。相机输出 RGB 图像大小为 640*480。深度图大小为 320*240。FOV 均为 90°
c) 前视双目相机：位于机体中心向前 260mm 的位置，双目基线 95mm。相机输出 RGB 图像大小均为 640*480，FOV 为 90°
d) 下视 RGB 相机：位于无人机几何中心下方 50mm，相机主光轴垂直于无人机下表面。图像大小为 640*480，FOV 为 90°

4.3 赛项三：自主 FPV 竞速

1）内容介绍

FPV（First Person View），即“第一人称视角”，是一种通过在无人机上加装无线摄像头实现视频实时回传的技术。参赛队伍通过观看第一人称视角对无人机进行操控，从而实现竞速。

本赛项模仿实际 FPV 竞速所采用的传感器，仅开放 IMU，RGB 图像交互接口。参赛队伍需控制无人机从停机坪起飞，在最短时间内按照指定的顺序穿过障碍环，最终抵达终点。本赛项鼓励参赛队伍采用创新方法，实现竞技竞速，以彰显自主无人机的魅力。

2）竞赛流程与规则

- **任务：**竞赛分成两个阶段：环境学习阶段与竞速阶段。
  a) 环境学习阶段：
  - 在线上刷榜赛中，参赛队伍下载竞赛场景，并在场景中进行试飞以熟悉环境，规划竞速飞行轨迹。
  - 在线下实体赛中，参赛队伍在实际场景中进行试飞以熟悉环境，规划竞速飞行轨迹。无人机的全部计算过程需由无人机机载设备完成，不允许人工操作，需要采用无人机自身携带的 IMU 和 RGB 相机对进行无人机定位，不允许采用动捕、GPS、UWB 等外部辅助定位手段，不可进行远程操控。

b) **竞速阶段：**无人机自主从停机坪起飞，在尽量短的时间内，按照次序穿过障碍环，穿过最后一个障碍环后，即视为完成比赛。线上刷榜赛中，每次挑战限时 2 分钟；线下实体赛中，每次挑战限时 5 分钟。当无人机完成所有任务或者挑战时间耗尽时，挑战结束。

- **设备：**参赛队伍需自备无人机参加线下实体赛。
- **场地：**

a) **线上刷榜赛：**比赛采用火焰燃烧过的树林场景，如下图所示。所有静态障碍环的中心均在指定正方体空间内随机生成，指定正方体空间以给定坐标为中心，边长为 1m。为方便队伍调试以及保证竞赛公平，障碍环的随机位置受 Content 目录下的 seed.txt 控制。相同的文件对应相同的障碍环的生成位置。参赛队伍需控制无人机按照 1-7 的顺序穿越障碍环，最终穿越火焰障碍环。无人机可以从任意方向穿越障碍环，但是每个障碍环只允许被穿越一次（如果同一个障碍圈被多次穿越，系统不会累计穿越次数，仅记录第一次穿越的耗时）。

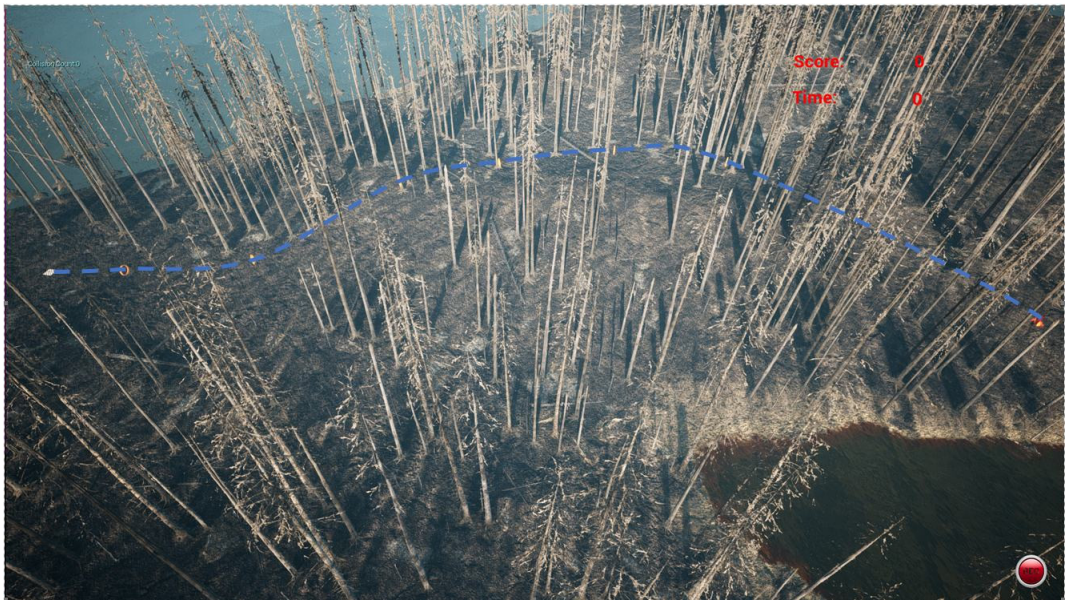


图 4-10 自主 FPV 竞速场地路线图

图 4-11 自主 FPV 竞速场地 FPV 视角

障碍环　　火焰障碍环

图 4-12 自主 FPV 竞速障碍环示意图

表 4-5 停机坪及障碍环的近似坐标

序号	名称	X 轴坐标（m）	Y 轴坐标（m）	Z 轴坐标（m）
-	停机坪	0	0	0
1	静态障碍环	29.70	4.05	-3.56
2	静态障碍环	51.30	-2.41	-2.76
3	静态障碍环	76.58	-18.40	-10.95
4	静态障碍环	93.20	-35.81	-5.96
5	静态障碍环	117.84	-40.30	-9.26
6	静态障碍环	141.42	-36.09	-10.63
7	静态障碍环	166.52	-32.01	-7.03
-	终点（火焰障碍环）	191.52	-4.93	-3.15

b) **线下实体赛：**比赛采用室内场景，其中所有障碍环由工作人员在给定的坐标附近直径 1m 的范围内随机放置。无人机需要通过自身携带的传感器进行定位感知与规划，且全部计算过程需由无人机机载设备完成，不允许参赛队伍采用场地内部的动捕定位手段或者 GPS、UWB 等辅助定位手段，不可进行远程操控。

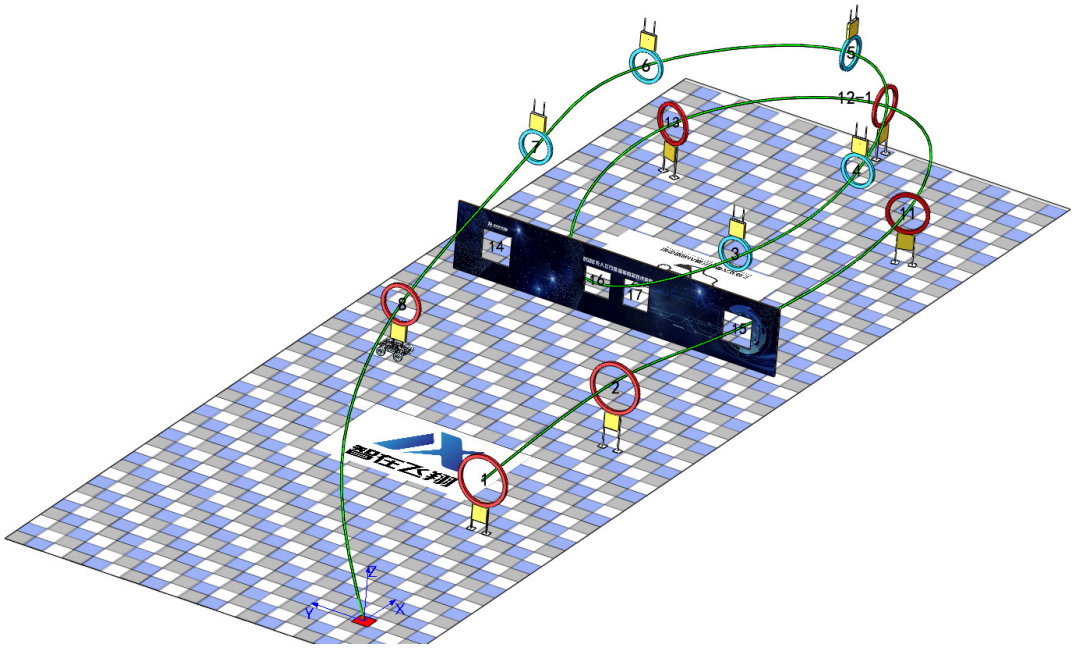


图 4-13 自主 FPV 竞速线下实体赛飞行轨迹

表 4-6 障碍环的圆心位置及方向

序号	名称	X 轴（m）	Y 轴（m）	Z 轴（m）	障碍环朝向（°）
1	地面障碍环	6.50	0.40	1.50	0
2	地面障碍环	13.00	0.20	1.80	0
3	吊环	18.93	0.20	3.50	0
4	吊环	25.23	0.20	3.50	0
5	吊环	31.00	4.00	3.50	90
6	吊环	26.88	7.80	3.50	0
7	吊环	20.88	7.50	3.50	0
8	地面障碍环	14.00	7.50	1.50	0
11	地面障碍环	27.50	-0.20	1.50	20
12-1	地面障碍环	32.50	3.50	1.50	90
13	地面障碍环	28.00	7.50	1.50	-20

- **评分：**线上仿真赛和线下实体赛将分别通过自动评分系统、人工统计的方式统计以下两项内容。
  a) 任务完成情况，即穿越目标障碍环数量（仅计按照正确顺序穿越的障碍环）
  b) 无人机穿越每个障碍环的时间点
- **排名方式：**依照任务完成度、任务完成时间进行排名。

a) 完成任务数量多（穿越障碍环数量多）者排名靠前

b) 若完成任务数量相同（穿越相同数量的障碍环），则完成最后一个任务的耗时短者排名靠前

c) 若上述条件无法判定排名，对于线上刷榜赛，系统记录提交时间靠前者排名靠前；对于线下实体赛，检录时所记录的无人机重量轻者排名靠前

3）可用传感器数据与控制指令

传感器信息仅开放 IMU 和前视 RGB 数据接口，AirSim 机体坐标系线速度-角速度、姿态-推力、角速度-推力控制接口。

a) IMU：位于机体中心位置

b) 前视 RGB 相机：位于机体中心向前 260mm 的位置。相机输出 RGB 图像大小为 640*480。FOV 均为 90°

4.4 赛项四：精准定位

1）内容介绍

组委会控制一架真实无人机在室内快速飞行，同时录制一段机载相机采集的 RGB-D、双目图像以及机载 IMU 采集的加速度、角速度数据。参赛队伍从 rosbag 数据包中读取所需传感器数据，运行状态估计算法，实现无人机状态估计。参赛队伍需利用组委会提供的传感器数据序列，恢复无人机各个时刻相对起飞位置的位姿。组委会将通过对比无人机轨迹真值（通过动捕系统获得）和队伍提交的轨迹，选出精度较高的参赛队伍。

2）竞赛流程与规则

- **任务：**赛前，组委会将公布部分采集到的机载传感器数据序列以及通过动捕系统获取到的无人机姿态真值，同时公布各个传感器的外参和标定数据。参赛队员可以通过已公布的数据集对自身的定位算法进行验证和调优。线下实体赛中，组委会将公布剩余的机载传感器数据序列。各参赛队伍下载数据之后，运用自己的算法计算出无人机的位姿和轨迹，并将程序打包成 docker 镜像上传到服务器，以供评分。
- **设备：**参赛队伍需自备运算设备参加线下实体赛。
- **数据包包含的传感器数据：**
  a) 前视相机：型号 Realsens D455，RGB 图像、深度图像、双目图像以及 IMU 序列。
  b) 后视相机：型号 Realsens t265，斜向下观测地面，包含双目鱼眼图像以及 IMU 序列。
- **真值数据：**组委会将场地内动捕系统采集的无人机位姿的时间序列以 txt 形式提供给参赛队伍。
- **评分规则：**
  a) 参赛队伍将代码封装为 docker 镜像并上传。组委会在评分时，首先启动评分节点和选手提供的 roslaunch 文件，间隔 2 秒后再播放 rosbag。
  b) 在 rosbag 播放后，参赛队根据图像、深度与 IMU 数据，计算输出当前时刻图像帧的位置姿态。注意，输出位姿的时间戳应和当前时刻图像帧的时间戳保持一致，时间戳与图像时间戳不同的位姿数据将被忽略。ROS 话题的具体名称及格式将在后续发布。
  c) 评分节点将接收选手发送的位姿信息，如果该帧位姿的时间戳满足下列两个条件，将被设置为有效帧，并且记录该帧数据：
     - 所填写的时间戳和当前图像的时间戳一致
     - 位姿发布的系统时间晚于当前图像帧发布的系统时间，且小于 40ms（要求参赛队在收到图像后的 40ms 内计算并发布位姿）
  d) 在 rosbag 播放完成之后，评分节点根据真实轨迹得到每个有效帧的理论真实位姿，并将理论真实位姿和选手的输出位姿进行对比，通过计算 APE 的 RMSE 进行评分：

$$APE_i = \|E_i - I_{4*4}\|_F, E_i = P_{gt,i}^{-1} * P_{estimate,i}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} APE_i^2}$$

其中$P_{gt} \in SE(3)$为通过动捕系统获得的无人机位姿真值，$P_{estimate} \in SE(3)$为参赛队伍提交的定位结果，I_{4*4}表示大小为 4*4 的单位阵。

- **排名方式：**
  a) 有效帧和图像总帧数的比值必须大于 80%，否则无排名资格；
  b) 定位轨迹与真值更接近（RMSE 越小）的队伍排名靠前；
  c) 如果 RMSE 差值绝对值小于 0.0001，则有效帧数较多的队伍排名靠前。
  d) 若上述条件均无法排出先后，则比较所有有效帧数的平均延时（精确到 10us），平均延时低者排名靠前

5. 线下竞赛流程

每支队伍有三次挑战机会，取三次挑战中的最优成绩作为最终成绩。

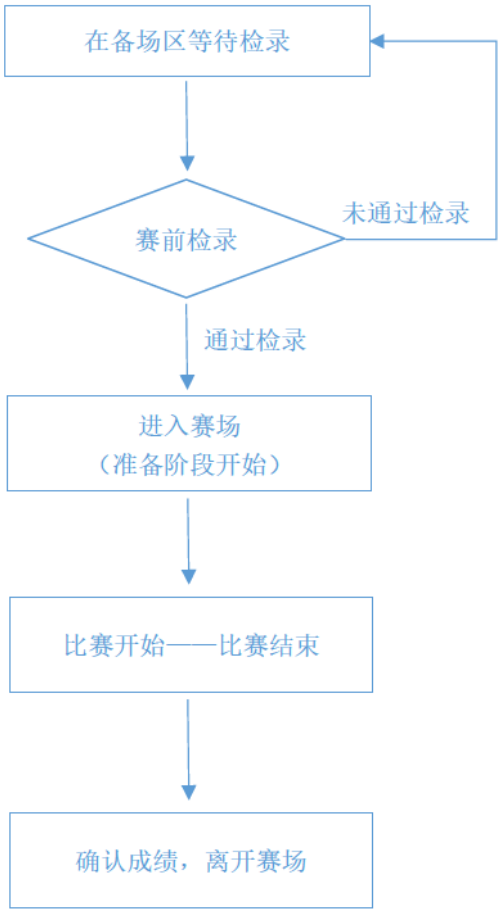


图 5-1 单场比赛流程

5.1 检录

为保证参赛队制作的无人机符合统一的规范，参赛队伍应在比赛前 20 分钟前往检录区进行检录，各个赛项需要检录的项目如下：

- 赛项一：无人机重量（仅作为排名依据，不做限制）、动捕反光球的安装规范

- 赛项二：无人机重量（仅作为排名依据，不做限制）、传感器类型（不允许使用动捕、GPS 等定位装置）、动捕反光球的安装规范
- 赛项三：无人机重量（仅作为排名依据，不做限制）、传感器类型（不允许使用动捕、GPS 等定位装置）、动捕反光球的安装规范、相机类型（仅允许使用 RGB 相机，参赛队伍需要在比赛开始前一周将所用的相机资料发送到报名系统，在检录阶段需要配合工作人员用贴纸遮挡不用的传感器）

完成检录后，队长需签字确认检录结果，并将无人机放置在指定位置。另外，赛项一的参赛队伍还需要将无人机连接到场地无线网，以获取动捕姿态。

在公布线下赛晋级资格后，组委会将统一组织动捕反光球的租赁。如果参赛队伍在参赛队伍本赛季从未向组委会租赁过反光球，则该队伍需要在检录处领取并安装动捕反光球。领取反光球后，队长需要签字确认。

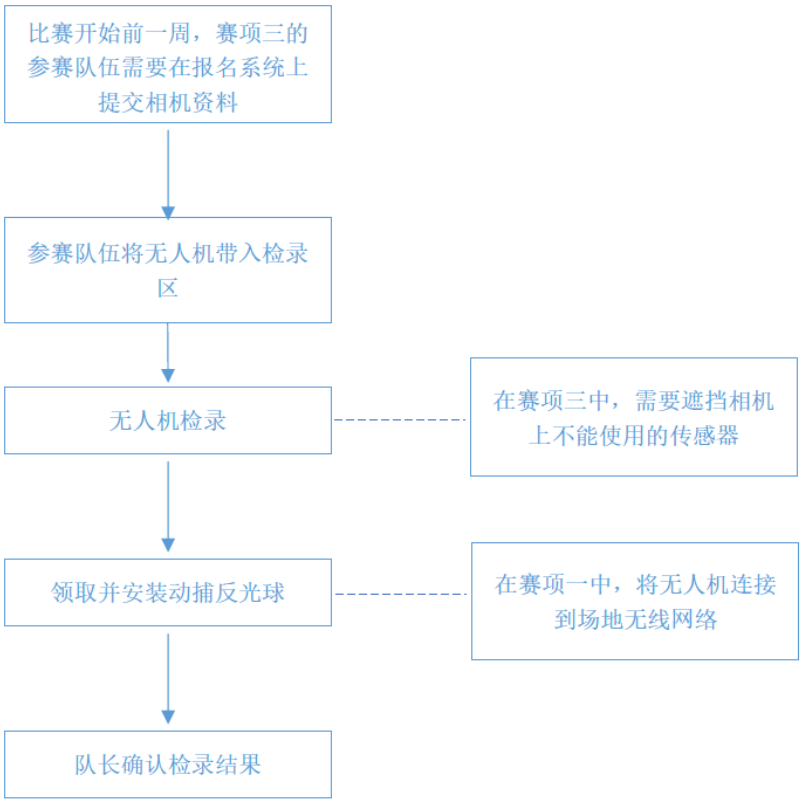


图 5-2 检录流程

5.2 十分钟准备阶段

上一场比赛结束及裁判放行后，参赛队伍携带无人机进入赛场，配合场地工作人员给无人机安装动捕装置（在赛项一中，还需要确认无人机可以正常接收动捕系统发出的位姿消息，并由队长签字确认）。完成以上操作后，主裁宣布十分钟准备阶段开始。

十分钟准备阶段内，参赛队员可以进入赛场调试无人机。

在十分钟准备阶段最后 30 秒内或者队长示意裁判提前结束准备阶段后，参赛队员需要将无人机放置在停机坪上，上电并启动程序，撤离到防护网后。

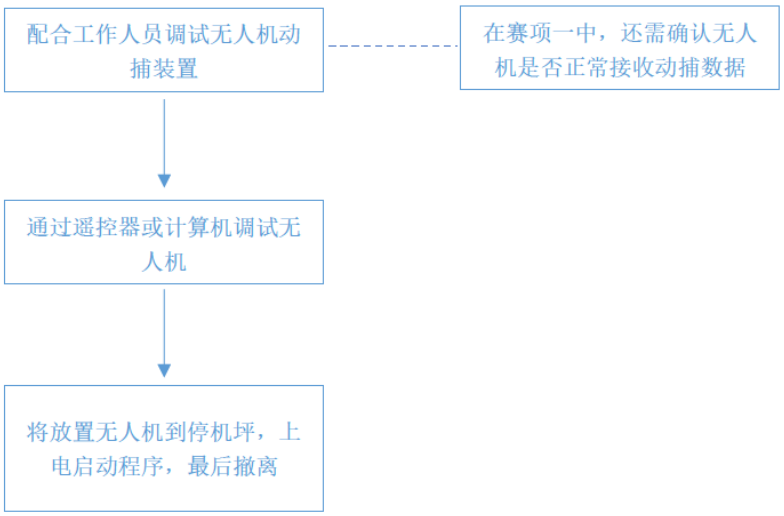


图 5-3 准备阶段流程

在十分钟准备阶段内，当裁判系统或官方设备发生故障或赛项一的参赛队伍无法接收动捕数据时，主裁判可以发起官方技术暂停。

官方技术暂停期间，参赛人员只可以配合工作人员排除裁判系统或官方设备相关故障，不可以维修其它故障。当裁判系统或官方设备相关故障被排除后，主裁判恢复倒计时。

5.3 比赛阶段

比赛阶段，参赛队员根据裁判指令启动无人机。无人机离开停机坪时，裁判启动比赛倒计时，参赛队员不得以任何方式人工干预无人机的自动运行。

5.4 比赛结束

当出现以下其中一种情况时，比赛结束：

1. 参赛队伍主动申请结束比赛；
2. 比赛时间耗尽；
3. 无人机按照规则穿越所有障碍环；
4. 存在人工操作无人机的行为；
5. 无人机接触地面、卡住道具超过 30 秒；
6. 裁判判定存在其他可能严重影响比赛公平的情况。

5.5 成绩确认

一场比赛结束后，裁判会在成绩确认表上记录该场比赛的障碍环穿越情况、用时等信息。

队长需在一场比赛结束后 3 分钟内到裁判席签字确认比赛成绩。如果队长未在 3 分钟内到裁判席签字确认成绩，也未提出申诉，视为默认当场比赛结果。

队长签字确认成绩之后，不能提起申诉。

5.6 申诉

参赛队伍可以在一场比赛结束后 3 分钟之内提出申诉，队长或指导老师需要提供相应的证明材料，主裁判和仲裁委员会根据证明材料以及现场监控视频共同给出申诉结果。

以下情况不可作为申诉依据：

- **人工计时误差**
- **裁判恢复障碍环位置的目视误差**

申诉结果包括：维持原有比赛成绩、更正比赛成绩以及重赛。

每个赛季中，每支参赛队仅有一次申诉机会。申诉成功不消耗申诉机会。申诉失败则会消耗一次申诉机会。

- **申诉成功：更正比赛成绩或重赛**
- **申诉失败：维持原有比赛成绩**

6. 参赛

6.1 参赛人员

参赛人员职位及职责请参阅下表：

表 6-1 参赛人员职位及职责

职位	职位说明	人数	身份	职责
指导老师	● 给团队提供战略、技术、管理等指导与支持 ● 不可兼任参赛队员	1-2	参赛队伍所在的高等院校中在 2022 年 12 月前具备科研、教学工作资格的教职人员	● 需对全体队员的人身财产安全负责 ● 协调校内资源，指导团队制定项目计划，把控备赛进度，帮助团队顺利完成比赛 ● 参赛期间，指导老师需积极配合组委会的工作
参赛队员	包括队长、一般队员，详情见下表	5-8	2022 年 12 月前具有在校证明的高等院校全日制专科生、本科生、硕士研究生和博士研究生等	详情见下表

表 6-2 参赛队员职位及职责

职位	职位说明	职责
队长 **（仅限一人）**	● 队伍核心成员，团队技术、战术负责人 ● 组委会的主要对接人 ● 不可兼任项目管理或顾问	● 负责人员分工、统筹以及战术安排、调整 ● 比赛期间，队长必须参与领队会议，代表队伍确认每场比赛的成绩、参与申诉流程和处理申诉等 ● 赛后，队长需负责队伍的传承与发展
一般队员	团队其他技术人员	● 算法组：程序开发（建议 2-3 人） ● 机械组：机械结构维护（建议 1-2 人） ● 嵌入式组：接口调用和程序开发（建议 0-2 人）

6.2 其他要求

R1 参赛队伍的队名必须为“XXX 战队”的形式，其中“XXX”为参赛队伍自定义名称。队伍自定义名称不得超过 16 个字符（每个汉字计 2 个字符，每个英文字母计 1 个字符），不可包含校名、校名简称、校名英文简称、“队”、“团队”、“战队”等字眼或“*/-+”等特殊符号；队名需体现参赛队伍积极进取的精神，需符合国家有关法律法规的规定。如组委会判定队名不符合比赛精神要求，有权要求参赛队伍重新修改队名。

R2 一支参赛队伍需依托一所高等院校，且参赛队伍需满足“6.1 参赛人员”中规定的人员角色、人数、身份要求。

R3 任意一名参赛人员在本赛季中只允许参加一支参赛队伍。

- **若存在参赛人员不符合 R2 规定的身份要求的情况，对该参赛队伍发出口头警告。若口头警告无效，根据情节严重程度，最高给予违规方取消比赛资格的判罚。**
- **若存在不满足 R3 的情况，最高给予违规参赛人员和违规参赛队伍取消比赛资格的判罚。**

7. 竞赛日程

表 7-1 竞赛日程一览

日程	项目	备注
7 月 26 日	报名启动	

日程	项目	备注
8 月初	发布线上场景布置方案	● 参赛队伍通过 RoboMaster 官网获取信息和提交资料 ● 获得“优秀技术报告”队伍将获得线下赛差旅补贴 3000 元/队
9 月中旬	● 发布极速穿圈、自主飞行线下实体赛场景布置方案 ● 赛项一、赛项二的报名截止时间为：9 月 20 日 23:59:59	
9 月下旬	● 赛项一、赛项二：提交线上仿真赛代码 ● 赛项一、赛项二：提交线下实体赛技术报告 ● 赛项一、赛项二和赛项三：公布线上刷榜榜单和刷榜方式	
9 月下旬	● 公布赛项一、赛项二的线下实体赛参赛队伍名单 ● 公布赛项三的邀请名单 ● 赛项四报名截止	
11 月中下旬	线下实体赛	
10 月上旬-次年 3 月	线上刷榜赛	

8. 奖项设置

详细评奖标准将在后续公布。

1）线上仿真赛

线上仿真赛各赛项分别设置一等奖 1 名、二等奖 2 名、三等奖 2 名；同时报名多个场景并获奖的同一支队伍，以其中奖金高者为准。

表 8-1 线上仿真赛奖项设置

赛项	奖项	数量	奖励
赛项一极速穿圈	一等奖	1	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 5,000 元（每队）
	二等奖	2	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 3,000 元（每队）
	三等奖	2	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 2,000 元（每队）
	优胜奖	若干	荣誉证书（每人）
赛项二自主飞行	一等奖	1	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 10,000 元（每队）
	二等奖	2	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 7,000 元（每队）

赛项	奖项	数量	奖励
	三等奖	2	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 4,000 元（每队）
	优胜奖	若干	荣誉证书（每人）

2）线下实体赛

极速穿圈、自主飞行、精准定位的线下实体赛分别设置一等奖 1 名、二等奖 2 名、三等奖 2 名；自主 FPV 竞速的线下实体赛设置挑战突破奖 1 名。另外设置技术报告奖项，由组委会专家组评审确定。

表 8-2 线下实体赛奖项设置

赛项	奖项	数量	奖励
赛项一：极速穿圈	一等奖	1	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 10,000 元（每队）
	二等奖	2	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 7,000 元
	三等奖	2	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 4,000 元（每队）
	优胜奖	若干	荣誉证书（每人）
赛项二：自主飞行	一等奖	1	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 20,000 元（每队）
	二等奖	2	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 10,000 元（每队）
	三等奖	2	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 7,000 元（每队）
	优胜奖	若干	荣誉证书（每人）
赛项三：自主 FPV 竞速	挑战突破奖	1	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 100,000 元（每队） 注： 用于表彰在自主 FPV 竞速赛项中，突破 FPV 专业选手竞速成绩且排名第一的参赛队伍
赛项四：精准定位	一等奖	1	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 15,000 元（每队）
	二等奖	2	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 7,000 元（每队）
	三等奖	2	● 荣誉证书（每人） ● 奖金 3,000 元（每队）

赛项	奖项	数量	奖励
	优胜奖	若干	荣誉证书（每人）

3）线上刷榜赛

赛项一和赛项二将以线上仿真赛前 10 名成绩作为首次挑战榜，赛项三将邀请若干专业飞手在模拟场景中进行飞行，其成绩作为首次挑战榜。

组委会将每月锁定一次榜单，公布最新排名数据。每月榜单刷榜截止后，成功刷榜（排名高于上次榜单第一名）且本月排名第一的队伍将获得 2000 元/队的奖金。

4）技术突破奖

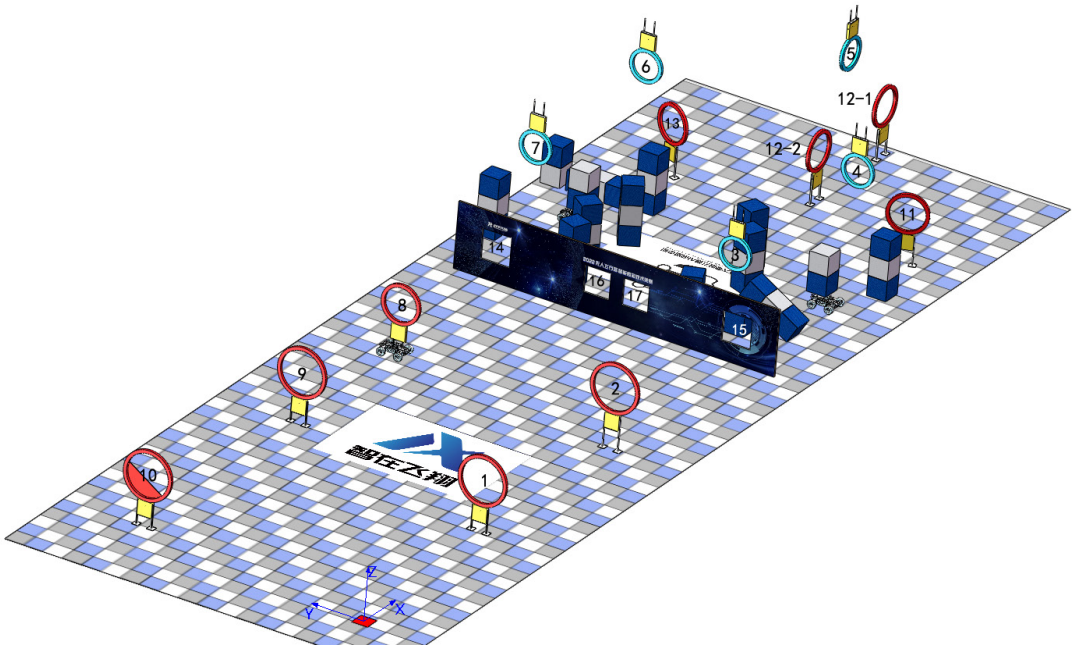
表 8-3 技术突破奖奖项设置

奖项	奖项等级	数量	奖金	备注
定位单项奖	/	3	10,000 元	用于表彰在相机、imu 等传感器标定、多传感器融合、定位算法方面有较大研究贡献的参赛队伍
路径规划奖	/	3	10,000 元	用于表彰采用无人机系统辨识、较为先进的优化算法（SE3 姿态优化）等完成路径规划的参赛队伍
开源激励奖	A 等级	最多 1	10,000 元	用于表彰在无人机穿越任务落地中，开源了绝大部分关键技术，能够推动整体技术水平提高的参赛队伍
	B 等级	最多 2	5,000 元	
	C 等级	最多 5	2,000 元	

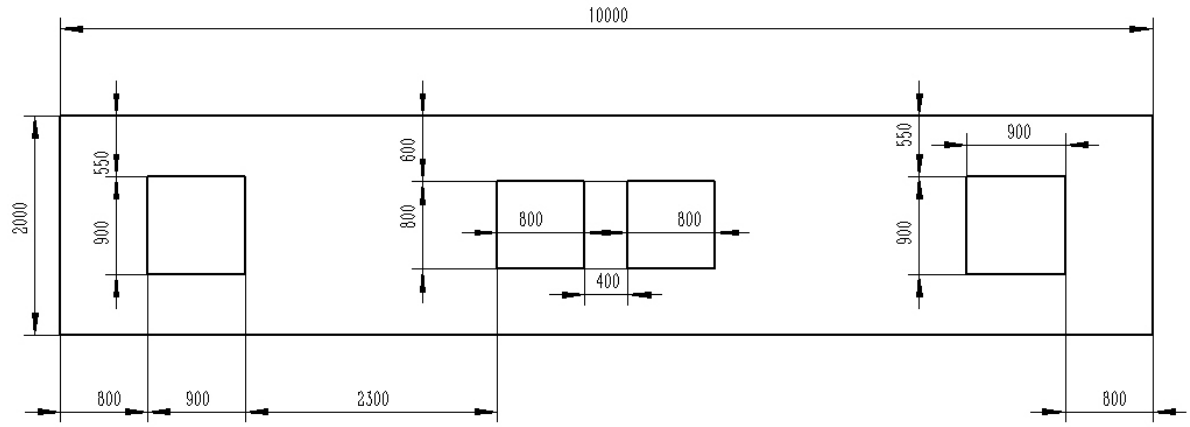
附录一 场地及道具说明

赛项一、二、三的线下实体赛共用一套场地。场地长 35 米、宽 12 米，场地中央设置一面宽 10 米、高 2 米的障碍墙，地面障碍环固定在地面，吊环悬挂在天花板上，各障碍环的标号及位置下图所示。组委会在各队伍入场调试前布置场地元素，原则上比赛期间不会再更改其位置与朝向。如出现障碍物被碰倒或移位等情况，组委会将通过目视的方式恢复场地元素，不做精准修正。

- 8 号障碍环在赛项二中为动态障碍环，在赛项一与赛项三中为静态障碍环。
- 10 号障碍环在赛项二中为异形环。



附录图 1 场地示意图

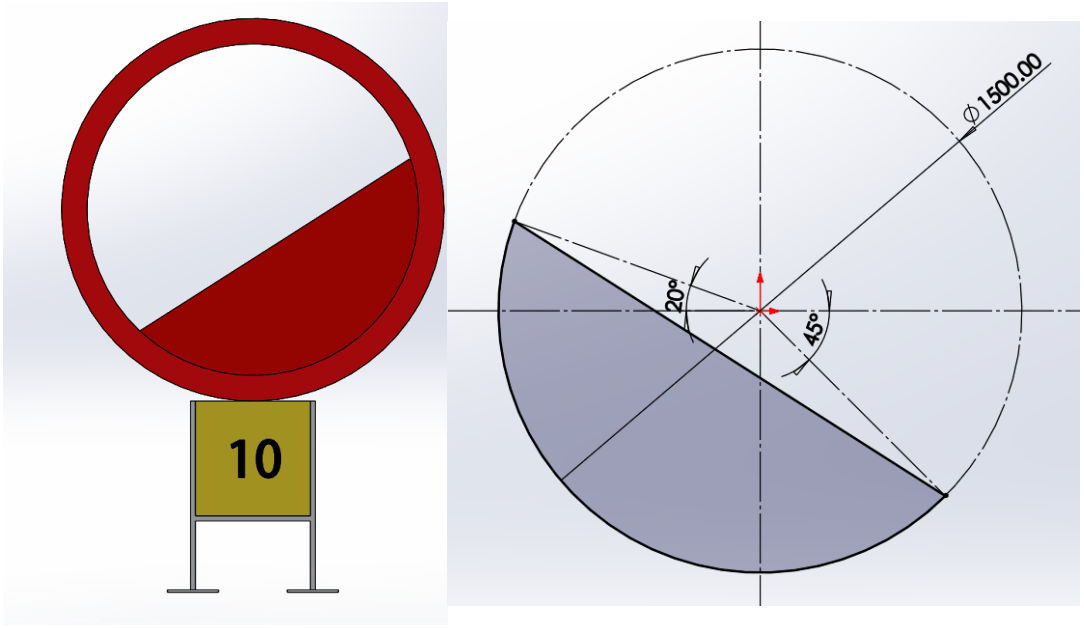


附录图 2 障碍墙尺寸及窗口位置

A. 障碍环

1 号、2 号、9 号和 10 号地面障碍环内环半径 650mm，外环半径 750mm，11 号、12-1 号、12-2 号和 13 号地面障碍环内环半径 500mm，外径半径 600mm。地面障碍环采用木质结构，表面喷红漆，底座为 50*50mm 方管焊接制作，高度可以调节。

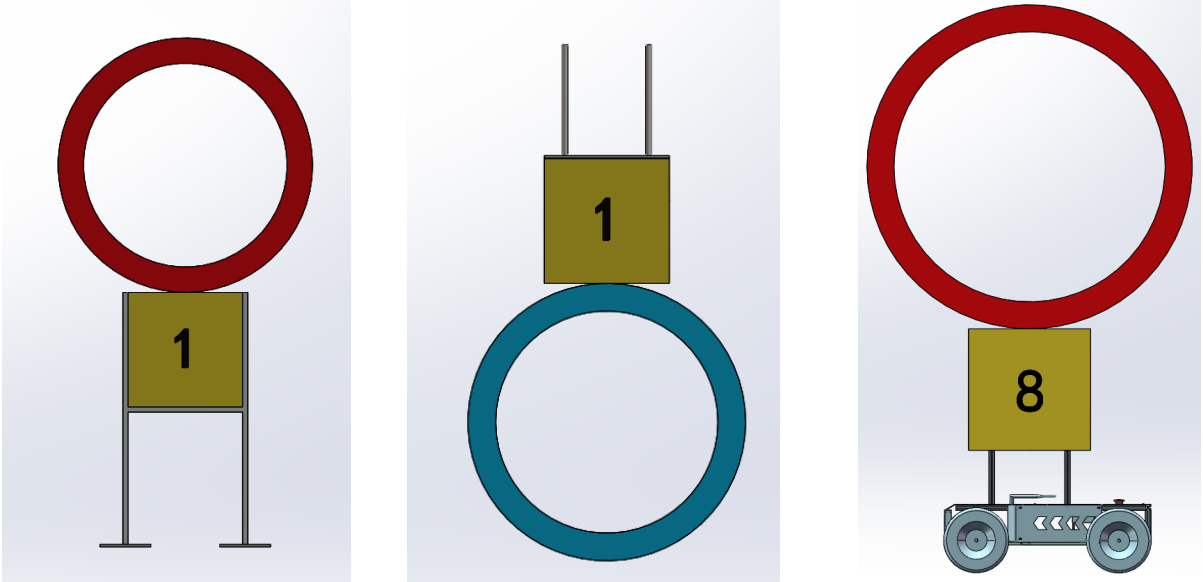
在赛项二中，10 号地面障碍环为异形障碍环，尺寸如下图所示：



附录图 3 异形障碍环示意图

吊环内环半径 400mm，外环半径 500mm，材质为碳纤维，表面喷淡蓝漆，通过钢丝绳悬挂在天花板上；动态障碍环为安装在运动底盘上的障碍环，内环半径为 500mm，外环半径 600mm，材质为碳纤维，表面喷红漆，在给定中心点延 Y 轴方向±1.5m 范围以 0.5m/s 的速度匀速往复运动。

数字牌边长 450mm，颜色为黄色。数字高度为 150mm，字体为黑体。



地面障碍环　　吊环　　动态障碍环

附录图 4 障碍环及数字牌示意图

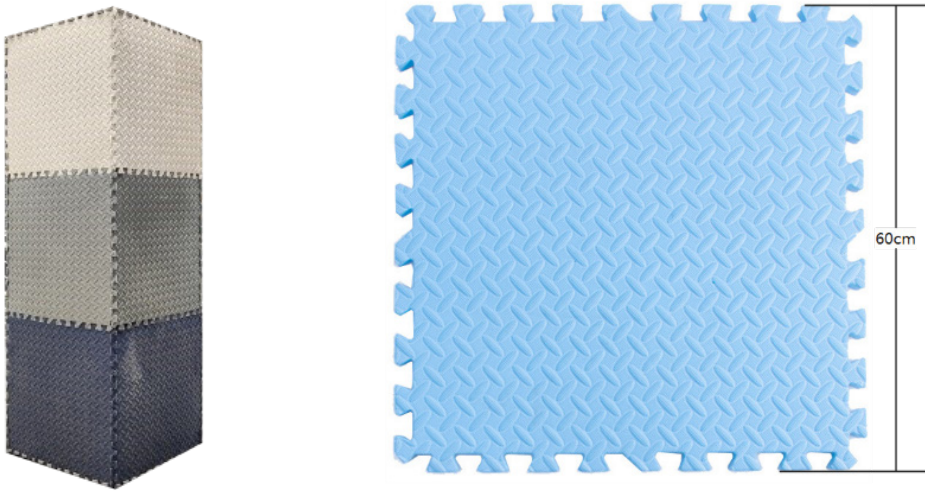
B. 障碍物区域

障碍物区域长 7 米、宽 12 米，位于障碍墙与障碍环之间，其中放有不同类型的静态障碍物和动态障碍物。

静态障碍物为蓝、灰、白三种颜色爬行垫组成的立柱，爬行垫的尺寸以及立柱示意图如下图所示。

每个立柱有 2-3 层，每一层由四个爬行垫围成，内部含有填充物。

立柱的高度不大于 2 米，在主要行进路线上，立柱之间的间隙不小于 1 米。



附录图 5 静态障碍物及爬行垫示意图

动态障碍物为可全方位移动的小车上搭载的立柱，在障碍物区域以 0.2m/s 速度移动。

附录图 6 动态障碍物示意图

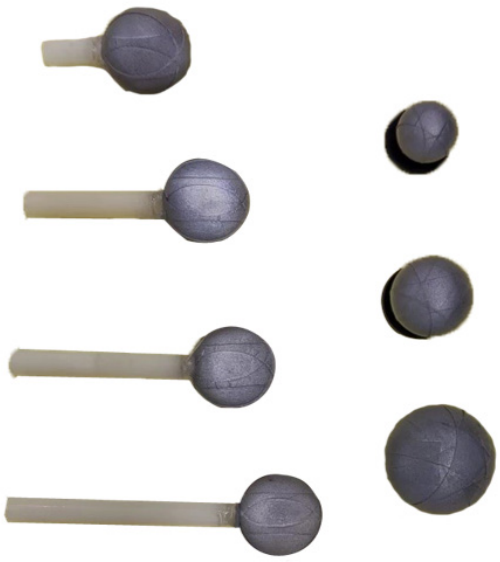
附录二 场地内动捕系统说明

赛项一将开放 Vicon 动捕系统，为无人机提供毫米级位姿真值；此外，所有线下实体赛的自动评分系统均采用 Vicon 系统，用于判断无人机是否按照既定顺序穿越障碍环。参赛队伍需要在无人机上提供相应的安装孔，用于安装动捕系统的反光球。此外，赛项一的参赛队伍还需要提前熟悉 Vicon 动捕系统，包括该系统的数据传输方式以及数据格式。

附录图 7 动捕系统

A. 反光球安装说明

组委会将提供动捕反光球以及安装杆，如下图所示，其中安装杆为不同长度（5mm-50mm）的尼龙柱，反光球的直径有三种：14mm、19mm 以及 25mm，随机发放，其底部为 M4 螺纹。



附录图 8 动捕系统反光球以及安装杆

为了固定反光球和安装杆，参赛队伍的无人机上需要提供 4-6 个不同位置的 4mm 安装孔，分布要求如下：

1. 要尽可能分布在无人机四周，不可以连成一条直线，也不能组成对称形状；

2. 保证装上反光球和安装杆后，反光球不会被其它传感器或者机架遮挡；
3. 保证无人机振动时，反光球的位置不会随之振动。

组委会后续将提供反光球及安装杆的安装示例，参赛队伍可以自行下载，根据自己的无人机尺寸进行缩放或者微调。

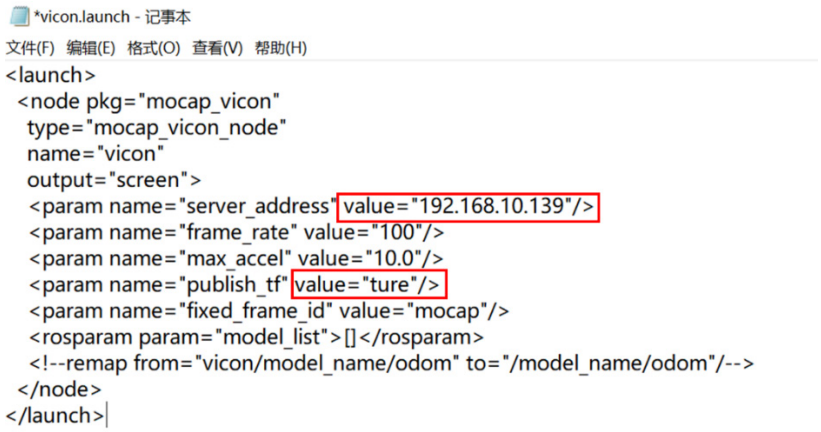
B. 动捕数据接收及使用说明（仅限赛项一）

参赛队伍需将建好刚体模型的无人机与 Vicon 服务器连接到同一局域网下，无人机可以通过现有的 ROS 软件包接收数据，并将位姿数据以 Topic 的形式转发给其它的 ROS 节点。

C. 软件包配置和使用教程

该软件包的配置及使用过程如下：

1. 进入 ROS 工作空间的 src 文件夹下：
   git clone https://github.com/KumarRobotics/motion_capture_system.git
2. 编译工作空间。
3. 进入 motion_capture_system/launch 文件夹，打开 vicon.launch 文件，进行两处更改：（1）server_address 后的 value 填写为 192.168.10.139(Vicon 服务器地址)；（2）publish_tf 的 value 改为 true；



附录图 9 vicon.launch 文件修改处

执行 roslaunch mocap_vicon vicon.launch 命令启动 mocap_vicon 节点，mocap_vicon 节点将发布两个 topic: /vicon/{subject_name}/odom 和/vicon/{subject_name}/pose，其中{subject_name}和刚体建立时的名字有关，组委会将在比赛时告知参赛队员。

D. 数据格式说明

- /vicon/{subject_name}/odom 消息类型为 ROS 标准的 nav_msgs/Odometry 格式，包含了无人机的位置、姿态、速度、角速度以及位姿和速度的协方差信息。
- /vicon/{subject_name}/pose 消息类型为 ROS 标准的 geometry_msgs/Pose 格式，包含了无人机的位置、姿态、速度、角速度以及位姿和速度的协方差信息。

附录三 技术报告要求

技术报告包括视频展示部分和文字描述部分，以下分别是两个部分的具体要求。

A. 视频展示

- 提交形式：将视频上传到 YouTube 或其它线上平台，设置观看密码，并将视频网址、观看密码在所提交的文档中注明
- 视频标准：
  - 视频开头展示的内容需包括：学校名称、队伍名称、拍摄日期、拍摄地点
  - 视频拍摄需选择在光线充足的地方，视频中每一个动作都能够清晰观察到
  - 不得展示无效动作或场景，加速展示非重点内容。视频时长 10 分钟以内，保证视频简洁明了
  - 建议参赛队伍拍摄多个执行不同任务的素材并适当剪辑，但不得添加混淆视听的特效或后期处理，不得通过拍摄或剪辑手段造假
- 展示内容：参赛队伍需拍摄并说明所使用的传感器，展示的任务需包括但不限于：

> **每个部分需有小标题，必要时可添加字幕进行描述。**

  - 无人机自主起飞、降落
  - 无人机稳定向各个方向移动一定长度的距离
  - 无人机定位算法的可视化与定位真实效果
  - 无人机感知障碍环算法的可视化与真实效果
  - 无人机规划算法的可视化与实际执行效果
  - 无人机连续穿越 3 个静态障碍环
  - 无人机避障算法的可视化与真实效果

B. 文字描述

- 提交要求：
  - PDF 格式文档，内含所有图片、文字、视频地址及其密码。
  - 采用正文小四号宋体（中文）或 Times New Roman（英文）
  - 不超过 10 页 A4 纸
  - 命名为学校名称+队伍名称+RMUA 技术报告
- 评审标准：详情见下表。

附录表 1 技术报告评分要求

板块	内容
硬件	● 机械结构： ➢ 概述无人机的机械结构 ➢ 明确主要部分的选型依据

板块	内容
	➢ 说明机械机构的性能参数传感器 ● 传感器选型：说明无人机的传感器型号，具体的指标，选型理由 ● 计算设备：说明主要的性能参数与选型理由 ● 链路分析：分析各个模块的电气与链路
软件	● 定位建图： ➢ 结合传感器选型、算法原理等，阐述传感器标定、传感器融合、建图算法、定位算法等内容 ➢ 说明最终算法的运行性能与优越性，比如运行帧率、定位精度、建图精度等参数 ➢ 提供充分的核心公式、示意图、数据图表等 ● 导航规划： ➢ 描述所采用的避障算法、路径规划、姿态规划等内容 ➢ 说明最终算法的运行性能与优越性，比如运行帧率、最大速度、避障能力等参数 ➢ 提供充分的核心公式、示意图、数据图表等 ● 决策控制： ➢ 描述无人机所使用的控制、决策等内容 ➢ 说明最终算法的运行性能与优越性，比如运行帧率、控制精度、决策逻辑框图 ➢ 提供充分的核心公式、示意图、数据图表等

附录表 2 技术报告的成绩等级划分

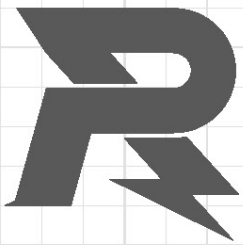
分数范围	等级
90≤X≤100	A
75≤X＜90	B
60≤X＜75	C
0≤X＜60	D

附录四 开源说明

获奖的参赛队伍须开源参赛任务核心代码与技术报告。涉及知识产权的部分代码，建议参赛队伍与组委会商议后，进行闭源加密处理。

技术报告应满足官方的规范要求（例如：涉及多传感器标定的部分，需给出标定算法的代码和原理等）。

详细的规范要求文件将在后续公布。



邮箱：robomaster@dji.com
论坛：http://bbs.robomaster.com
官网：http://www.robomaster.com
电话：0755-36383255（周一至周五10:30-19:30）