

V1.0

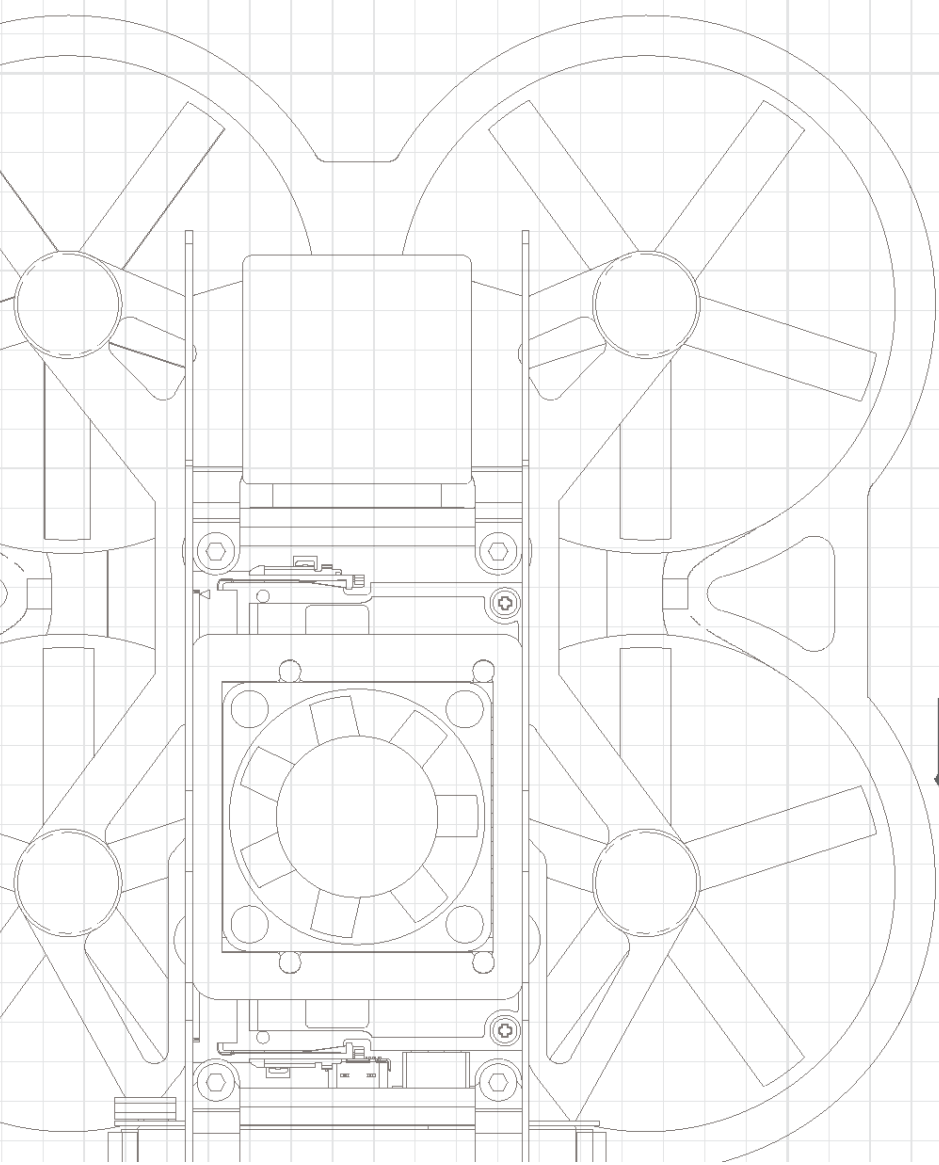
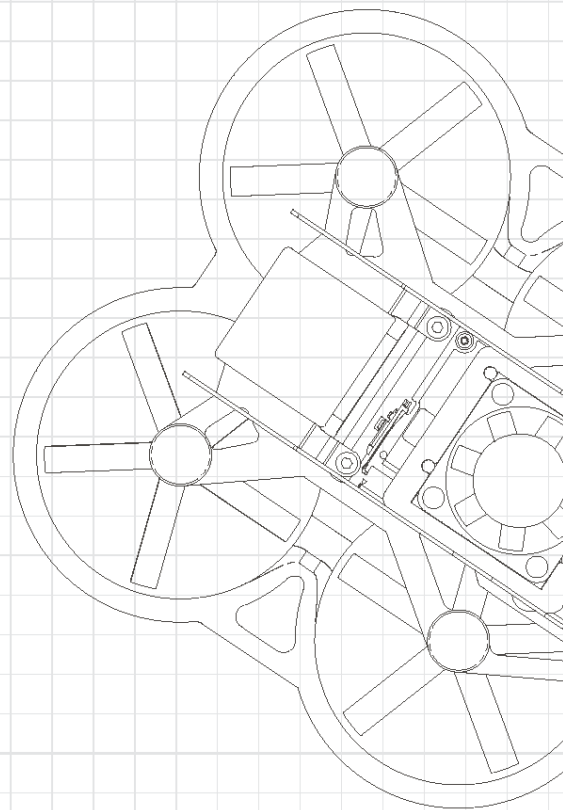


# “智在飞翔” 2023

无人飞行器智能感知技术竞赛

暨 RoboMaster 2023-2024

机甲大师高校人工智能挑战赛



## 比赛规则手册

2023年9月 发布

## 修改日志

日期	版本	修改记录
2023年9月6日	V1.0	首次发布

# 目录

修改日志.....	2
<b>1. 赛事介绍 .....</b>	<b>5</b>
<b>2. 比赛项目 .....</b>	<b>5</b>
<b>3. 综合赛（线上赛） .....</b>	<b>6</b>
3.1 比赛规则.....	6
3.2 模拟器参数 .....	9
3.3 比赛流程.....	9
<b>4. 综合赛（全国赛） .....</b>	<b>11</b>
4.1 比赛规则.....	11
4.2 场地及道具说明.....	12
4.3 无人机制作规范.....	15
4.4 比赛流程.....	17
4.5 晋级综合赛（精英赛） .....	18
<b>5. 专项赛.....</b>	<b>18</b>
5.1 赛项概要.....	18
5.2 比赛规则.....	18
5.2.1 规划控制专项赛 .....	18
5.2.2 精准定位项赛.....	19
5.2.3 GNSS 定位专项赛 .....	20
5.3 比赛流程.....	21
<b>6. 刷榜赛.....</b>	<b>22</b>
<b>7. 挑战赛.....</b>	<b>22</b>
7.1 赛项概要 .....	22
7.2 比赛规则.....	22
7.3 比赛流程.....	23
<b>附录一 违规判罚 .....</b>	<b>24</b>
线上赛违规判罚.....	24
线下赛违规判罚.....	24
严重违规.....	25
<b>附录二 申诉.....</b>	<b>25</b>
线上申诉.....	25
线下申诉.....	26
<b>附录三 场地内动捕系统 .....</b>	<b>27</b>
动捕反光球安装说明 .....	27



# 1. 赛事介绍

“智在飞翔”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金基金的支持下创办，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九届。

RoboMaster 机甲大师高校人工智能挑战赛（RMUA, RoboMaster University AI Challenge）致力于发展人工智能前沿技术，自 2017 年起连续多年由 RoboMaster 组委会先后在新加坡、澳大利亚、加拿大和中国西安等落地执行。该赛事吸引了全球大量顶尖学府、科研机构参与竞赛和学术研讨，进一步扩大了 RoboMaster 在国际机器人学术领域的影响力。

自 2022 年起，“智在飞翔”无人飞行器智能感知技术竞赛通过与 RoboMaster 组委会的合作，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。

2023 “智在飞翔”无人飞行器智能感知技术竞赛，暨 RoboMaster 2023-2024 机甲大师高校人工智能挑战赛将由中国航空学会、中国电子学会、中国电子教育学会、上海交通大学、西北工业大学、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联合主办，赛事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. 比赛项目

表 2-1 竞赛项目一览

赛项	阶段/项目	比赛形式	比赛简介
综合赛	线上赛	线上	考察通过编写算法从仿真环境中读取无人机传感器数据完成无人飞行器自主飞行的比赛任务。
	全国赛	线下	考察通过制作实体无人机并研发算法完成在真实场地
	精英赛	线下	环境中的无人机自主飞行的比赛任务。
专项赛	规划控制专项	线上	考察定向技术领域，在仿真环境中运行算法程序完成比赛任务。
	精准定位专项	线上	
	GNSS 定位专项	线上	
刷榜赛	\	线上	与综合赛（线上赛）比赛规则一致，定期挑战赛事榜单。
挑战赛	自主 FPV 竞速挑战	线下	鼓励参赛队使用创新方法，实现人机任务竞技竞速。

## 3. 综合赛（线上赛）

综合赛（线上赛）仿真场景采用 UE4+AirSim 搭建，包含自动评分功能。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、定位、路径规划、运动规划并向无人机发送飞行控制指令，最终完成比赛任务。



综合赛（线上赛）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。

### 3.1 比赛规则

综合赛（线上赛）场景中设置了丰富的场地元素，包含静态障碍环、动态障碍环、静态障碍物、动态障碍物等。参赛队伍可通过仿真器给出的 ROS 话题中一次性获取所有障碍环的位置与障碍环在 YAW 轴上的朝向信息。该位置信息在三轴上均存在一个不超过 2m 的随机误差；该朝向信息在 YAW 轴上存在不超过 30° 的随机误差。该误差在本次挑战中保持不变。

参赛队伍需要在比赛开始后控制无人机从停机坪起飞，依次完成四部分内容，未按次序完成的任务不计成绩。仿真器中无人机离开停机坪时挑战计时开始，每次挑战限时 5 分钟。仿真器中的无人机被风车扇叶击中、完成所有任务或挑战时间耗尽，挑战结束。

综合赛（线上赛）场景中的随机量与外部随机文件中定义的随机种子绑定，相同的随机种子对应相同的随机量。在正式比赛过程中，随机种子将会以官方指定的方式发生变化。

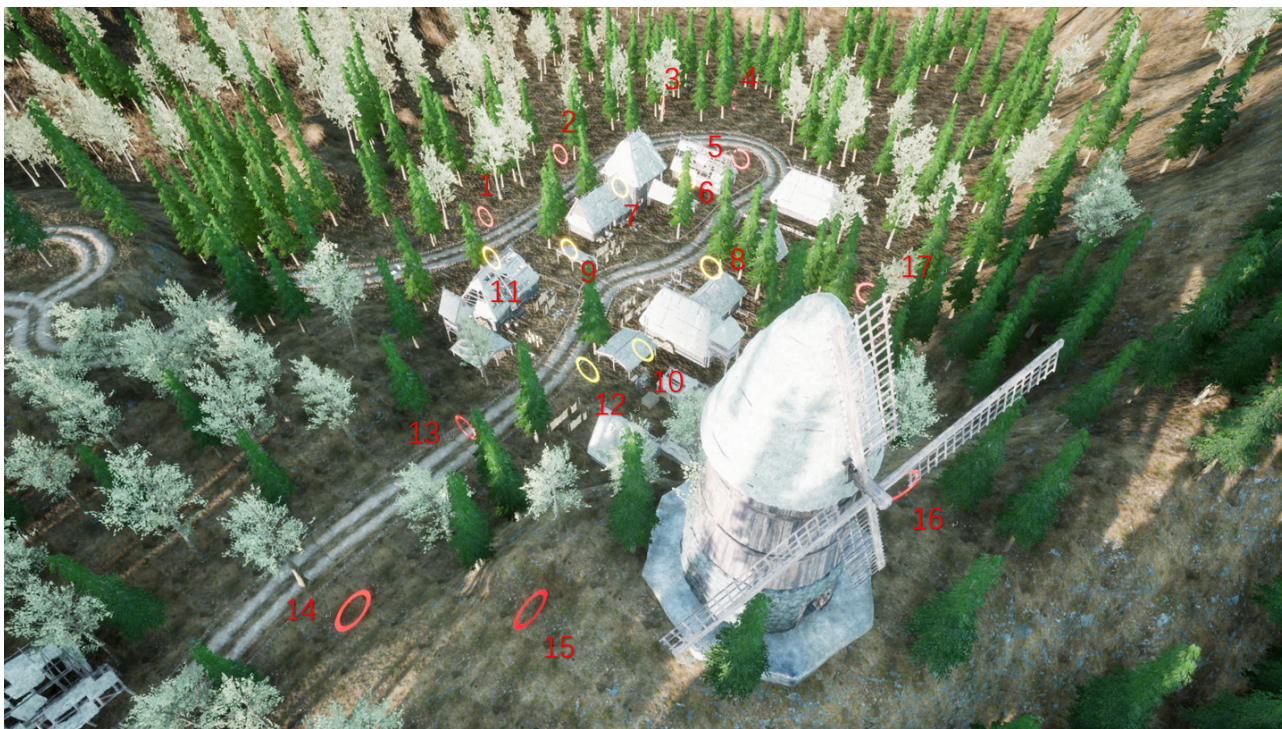


图 3-1 综合赛（线上赛）场景概览



第一部分：参赛队伍需要控制无人机从停机坪起飞并依次穿越障碍环 1~5（红色障碍环）。



图 3-2 静态障碍环

第二部分：参赛队伍在完成第一部分的障碍环后，需要在随机生成的障碍环 6~12（黄色障碍环）中不计顺序的任选 3 个障碍环完成穿越。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。若参赛队伍在该部分穿越的障碍环超过 3 个，评分系统仅仅统计参赛队伍在该部分有效穿越的前 3 个障碍环的成绩。



图 3-3 七选三静态障碍环



第三部分：参赛队伍需要从随机生成的丛林中完成3个障碍环的穿越。丛林中树木随机生成的间隔不少于2m，生成方式与随机种子绑定。



图 3-4 丛林静态障碍环

第四部分：参赛队伍需要在躲避风车扇叶的过程中完成静态障碍环 16 与最终动态摆环 17 的穿越。动态摆环的运动周期与随机种子绑定。

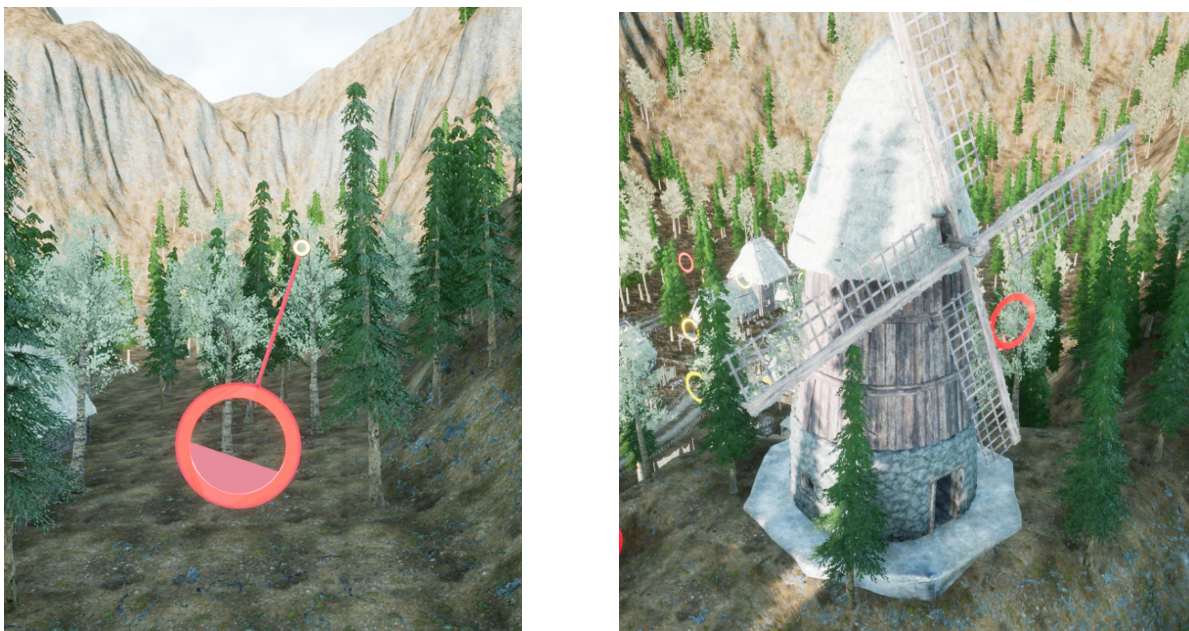


图 3-5 摆环（左图）、动态障碍物（右图）

**成绩排名方式：**仿真赛产生的成绩按照无人机任务完成度、任务完成时间进行排名

1. 完成任务数量多（穿越障碍环数量多）者排名靠前
2. 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



3. 若上述条件无法判定排名，系统记录提交时间靠前者排名靠前

## 3.2 模拟器参数

### 可用传感器数据与控制指令

仿真器输出：机器人的绝对位置（以停机坪为原点，空间上的距离噪声符合  $N(0,3^2)$ ）、频率为 10HZ）、障碍环的位置与朝向（位置误差在三轴上小于 2m，朝向误差小于  $30^\circ$ ，在同一次的挑战中保持不变）、IMU 数据（频率为 100HZ）、下视 RGB 相机和前视双目的 RGB 图像（频率为 20HZ）

仿真器输入：机体坐标系线速度-角速度、姿态-推力、角速度-推力控制接口（最大输入频率 200HZ）

关键传感器参数：

1. IMU：位于机体中心位置
2. 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  $90^\circ$ ，无畸变。
3. 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  $90^\circ$ ，无畸变。

### 无人机与障碍环的相关尺寸

无人机尺寸：轴距 450mm

障碍环：内径 1200mm

## 3.3 比赛流程

综合赛（线上赛）的备赛参赛期间，参赛队通过将自研算法与依赖环境按照要求打包成 Docker 镜像（在本章内简称镜像）上传线上赛系统并等待反馈的方式完成各项环节。

线上赛系统记录并反馈的相关信息包含以下内容：

1. 仿真器中无人机飞行的运行效果视频。
2. 仿真器与参赛队交互的 ROSBAG，包括 IMU、双目图像、下视图像、速度控制指令、姿态-推力控制指令、角速度-推力控制指令、四电机实时油门等状态。其中 ROSBAG 的录制以仿真器中无人机离开停机坪开始，仿真器中无人机完成所有任务或连续 30 秒还未完成下一个任务为止。

### ● 备赛

参赛队伍在报名完成后，通过官方渠道完成综合赛仿真器学生版的下载，根据规则描述开始算法预研、开发与调试。该阶段为参赛队最主要的算法研发阶段。

### ● 公测（选参）

在综合赛（线上赛）正式比赛前，参赛队伍可以在指定时间参与官方的公测环节。在该环节中，参赛队伍需要将自研算法与依赖环境按照要求打包成镜像并上传到线上赛系统中。线上赛系统会自动部署参赛队上传的镜像运行并记录相关信息、最终给出参赛队伍上传的镜像的评分结果与反馈文件。公测期间，

参赛队伍上传镜像的次数不限，所有参赛队伍上传的镜像根据上传时间依次运行。

该阶段是参赛队伍验证自有服务器环境与官方服务器环境差异对自研算法影响最主要的阶段。该阶段产生成绩均不对最终综合赛（线上赛）成绩产生影响。

### ● 预提交

在公测期结束后、正式提交开始前，参赛队伍需要在指定时间内参与官方的预提交环节。在该环节中，参赛队伍需要将自研算法与依赖环境按照要求打包成镜像并上传到报名系统中并取得有效成绩，该成绩不对最终综合赛（线上赛）成绩产生影响。预提交环节中，参赛队伍上传镜像的次数不限，所有参赛队伍上传的镜像根据上传时间依次运行。

未在该阶段取得有效成绩的参赛队伍不能参加正式提交环节，无法获得综合赛（线上赛）的参赛资格。



- 该阶段是参赛队正式提交前最后一次消除自有服务器环境与官方服务器环境差异的机会。
- 其中预提交阶段的有效成绩定义为：镜像部署运行正常，能够控制仿真器中的无人机完成起飞动作并正常结束比赛。

### ● 正式提交

在预提交取得有效成绩的参赛队可以参加综合赛（线上赛）的正式提交环节。正式提交环节使用的系统与仿真环境与预提交阶段相同。

正式提交环节将会连续开放 3 天，每支参赛队在正式提交环节中不限制提交次数。正式提交环节中产生的最优成绩会作为正式提交环节的最终成绩。

在正式提交环节中，每支参赛队每天的第一次提交将会拥有优先运行的权限，当天超过一次的提交将会以普通运行权限依据提交时间依次排队等待运行。拥有优先运行权限的镜像会排在普通运行权限的镜像之前根据提交时间依次运行。每支参赛队原则上同时只能有一个镜像处在排队中等待执行的状态。

如果参赛队在上次提交的镜像还在等待执行的时候重新上传了新的镜像，则未运行的镜像将会被取消运行资格，新提交的镜像会根据规则重新排队等待运行。若被取消运行资格的镜像拥有优先运行权，优先运行权将继承给本次提交的镜像，若再次提交的镜像同样拥有优先运行权（第二天的第一次提交），则上一次拥有优先运行权的镜像不会被取消运行资格。

正式提交环节中，运行成功的镜像其对应队伍的最优成绩将会实时公布在官方榜单中。公布的内容包含：学校（单位）、队伍名、完成任务数、完成任务耗时、平均速度、最大速度、电机的平均油门、算法 CPU 使用率、提交时间、仿真器运行的视频。

正式提交环节结束后，参赛队伍将不能继续提交镜像。线上赛系统会将已提交的镜像运行完毕并最终给出综合赛（线上赛）榜单。

正式提交环节中，线上仿真赛场景的随机种子变化与赛队提交的次数绑定。

### ● 线上赛系统 Docker 镜像规范

Docker 镜像内容物大小应小于 30G，超过 30G 的镜像在执行阶段会被拒绝执行

Docker 镜像在部署成功 30 秒内需要完成控制仿真器中无人机起飞动作，若镜像部署成功后超过 30 秒仿真器中的无人机还未起飞成功，该镜像将会被卸载并反馈运行失败。运行失败的镜像仅仅会反馈部分信息。Docker 镜像被拉起后不应有主动退出的动作。

## 4. 综合赛（全国赛）

参赛队伍需要自行制作实体飞机，通过研发算法控制无人机，在官方搭建的室内比赛场地中动态感知周围环境、识别对应的障碍环、规划穿越路径并控制无人机从设立在场地原点的停机坪起飞并完成规则任务到达终点。



当前的场景与任务仅供参考，最终任务版本将会在线上赛结束后更新。

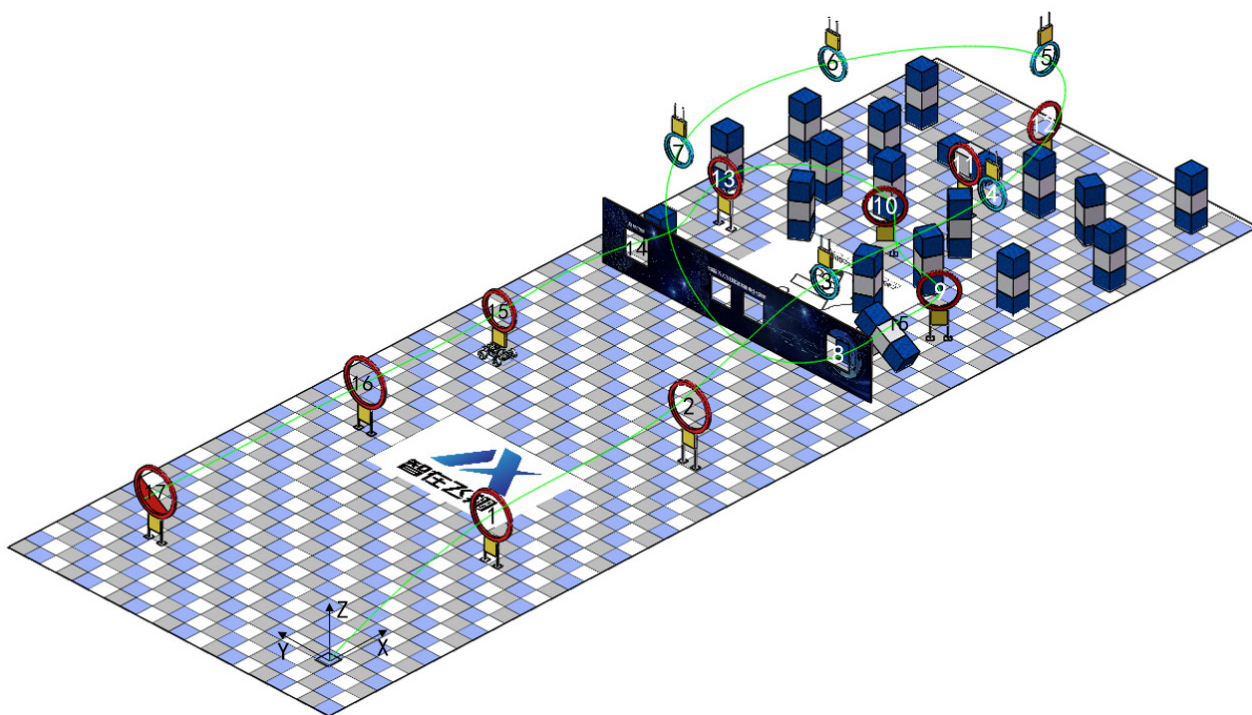


图 4-1 综合赛（全国赛）场景概览

### 4.1 比赛规则

综合赛线下赛室内赛场设置了丰富的场地元素，包含静态障碍环、动态障碍环、静态障碍物等。参赛队需要自行制作实体无人机并通过自研算法控制无人机自主运行完成比赛。参赛队物进入赛场后，官方将会通过 WIFI 网络中的 ROS 话题发布以下内容：

- 所有障碍环的以初始起飞点为原点的位置与 YAW 轴上的朝向信息（动态障碍环给定运动路径中心的位置）。该位置信息在三轴上均存在一个不超过 2m 的随机误差；该朝向信息在 YAW 轴上存在不超过  $\pm 20^\circ$  的随机误差。该误差在比赛开始前初始化，并在一轮比赛中保持不变。（0.1HZ）



- 无人机的位置与 YAW 轴朝向信息，以起飞点为原点的坐标系为参考，误差不大于 0.5m，延迟小于 100ms。（10HZ）

每次挑战限时 5 分钟，参赛队伍需要控制无人机在比赛开始后从停机坪起飞，依次完成三部分内容。

停机坪位于上图坐标轴的位置，正方向为 X 轴方向。

第一部分：无人机需要依次穿越障碍环 1、障碍环 2、障碍环 3~7、窗口 8

第二部分：无人机需要自主感知周围环境并躲避随机摆放的静态障碍物，并从随机摆放的 5 个静态障碍环中随机挑选 3 个完成穿越并最终穿越窗口 14。若无人机穿越的障碍环超过 3 个，仅计算穿越前 3 个障碍环的成绩。无人机在该部分的飞行高度不得高于该部分最高的静态障碍物高度，否则比赛结束。

第三部分：无人机需要完成动态障碍环 15 的感知并依次穿越障碍环 15、障碍环 16、障碍环 17。

无人机在穿越障碍环的过程中，不能出现跳过某一任务内容进行下一任务的情况。未按照次序完成的任务不统计有效成绩。

**成绩排名方式：**全国赛产生的成绩按照无人机任务完成度、任务完成时间和检录重量进行排名

1. 完成任务数量多（穿越障碍环数量多）者排名靠前
2. 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（精确到 0.01s）
3. 若上述条件无法判定排名，检录重量轻的排名靠前

## 4.2 场地及道具说明

综合赛线下实体赛场地长 35 米，宽 12 米，场地中央设置一面宽 10 米、高 2 米的障碍墙，地面障碍环摆放在地面，吊环悬挂在天花板上，各障碍环的标号及位置大致下图所示。组委会在每轮开始比赛前调整各个障碍环的位置与朝向，原则上每轮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。

以下为比赛场地的经典布置方式：

表 4-1 障碍环的圆心位置与方向

序号	类别	X 轴	Y 轴	Z 轴
1	地面障碍环	6.5	0.4	1.5
2	地面障碍环	13.8	0.2	1.8
3	吊环	18.9	0.2	3.5
4	吊环	25.2	0.2	3.5
5	吊环	31.0	4.0	3.5
6	吊环	26.8	7.8	3.5
7	吊环	20.8	7.6	3.5
8	窗口	-	-	-

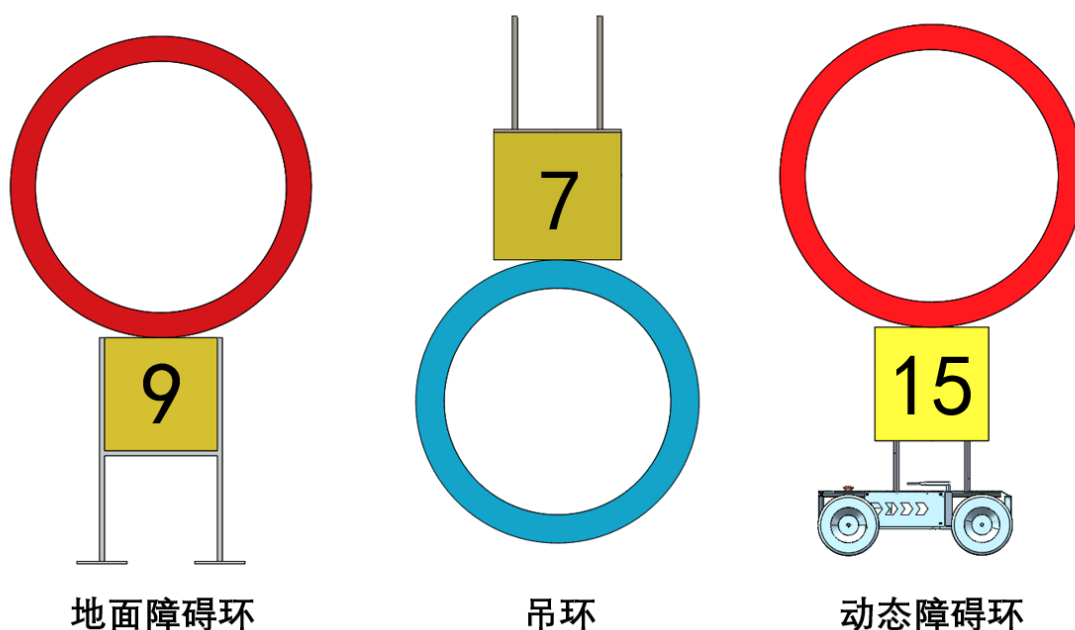
序号	类别	X轴	Y轴	Z轴
9	地面障碍环	23.0	0	1.5
10	地面障碍环	25.0	4.0	1.5
11	地面障碍环	28.0	4.0	1.5
12	地面障碍环	31.0	4.0	1.5
13	地面障碍环	23.0	8.0	1.5
14	窗口	-	-	-
15	地面障碍环	14.0	7.5	1.5
16	地面障碍环	8.9	7.5	1.5
17	异形障碍环	1.0	7.5	1.5

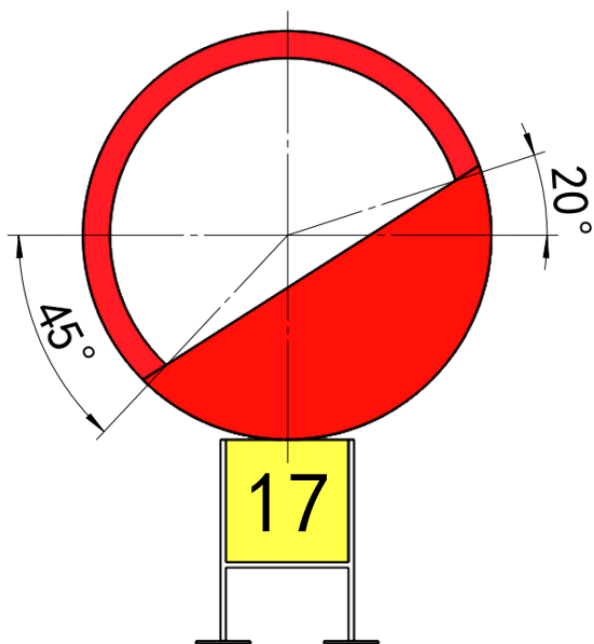
### ● 障碍环

障碍环 1、障碍环 2、障碍环 16 内环半径 650mm，外环半径 750mm，障碍环 9~15 内环半径 500mm，外环半径 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。方管处贴有黑色防撞棉。

吊环内环半径 400mm，外环半径 500mm，材质为木质，表面喷淡蓝漆，通过钢丝绳悬挂在天花板上；动态障碍环 15 为安装在运动底盘上的障碍环，内环半径为 500mm，外环半径 600mm，材质为木质，表面喷红漆，在给定的中心点沿 Y 轴方向  $\pm 1.5\text{m}$  范围以 0.5m/s 的速度匀速往复运动。数字牌尺寸为 400mm\*600mm，颜色为黄色。数字高度为 150mm，字体为黑体。

其中，异形障碍环 17 内环半径 650mm，外环半径 750mm，尺寸如下图所示：





● 障碍墙

中心障碍墙尺寸如下图所示，放置在场中靠近中间的位置。障碍墙上设置窗口，墙体表面喷绘纹理。

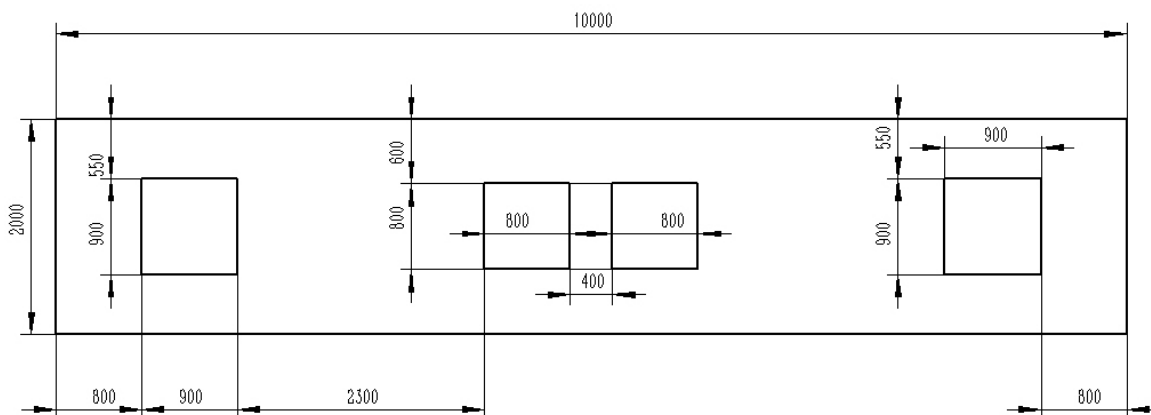


图 4-2 障碍墙尺寸图

● 障碍物区域

障碍物区域长 15 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。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。



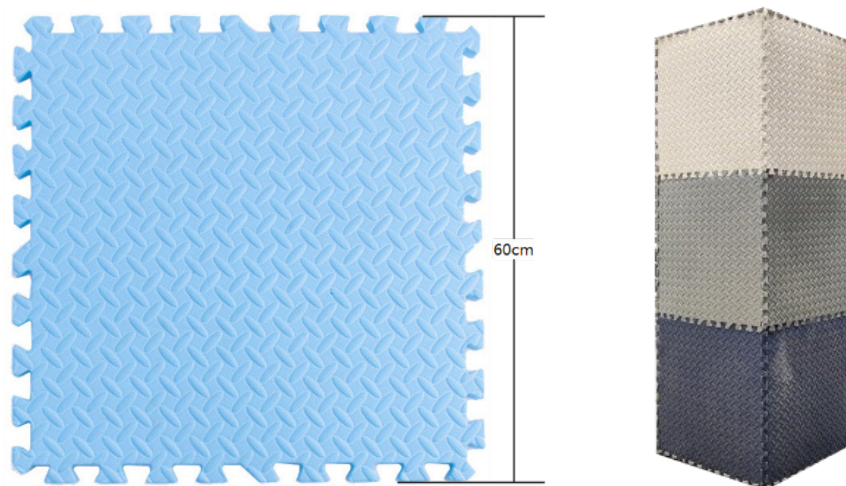


图 4-3 静态障碍物

## 4.3 无人机制作规范

参赛机器人需满足本章节描述的所有规范，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. 能源

- 禁止使用燃油驱动的发动机、爆炸物、危险化学品材料
- 禁止使用液压或其他有可能产生污染的动力方式
- 无人机使用的能源形式仅限为电源

### 2. 电源

- 无人机仅可使用正规厂家生产的锂电池，电池电压最高不超过 27V
- 无人机使用的电池需要有正规厂家或权威机构出具的合格证明
- 无人机使用的电池不得出现鼓包和外皮破损

### 3. 通信设备

- 参赛队设计的无人机需要拥有紧急制动功能，在紧急情况下能够主动控制无人机停桨降落
- 建议参赛队设计遥控器进行控制，以免赛场发生安全事故

### 4. 结构设计

为了防止无人机外观、保护壳设计不当影响无人机运行，设计与制作无人机时需遵循以下规范：

基本要求：

- 无人机的线路整齐且都被固定在机架上
- 无人机的外观中不得出现明显影响美观的材料，如洗脸盆、塑料瓶、瓦楞纸、床单、泡沫颗粒板（EPS）等
- 不得设计或使用尖锐结构，以防造成场地破坏和人员伤害

结构设计：

- 无人机在设计结构时须安装桨叶保护罩，保护罩能够在任意角度支撑无人机自身重力不发生明显变形且不会与桨叶干涉

- 设计电池安装位置时，需要保证电池安装稳固，且做好相应保护，任意角度靠近一个刚性平面，电池电芯均不接触该平面。
- 



建议参赛队伍做好相关保护，确保无人机因意外从空中跌落后能够继续进行比赛。

---

#### 外观设计：

- 单个无人机外观上必须带有己方学校校徽或队徽。单个校徽或队徽的面积大小不超过 100mm\*100mm
- 单个无人机广告位面积大小不超过 100mm\*100mm，每台无人机最多可设置两个广告位用于赞助商露出。如果出现外观不满足规范的情况，检录员会要求更正广告位的粘贴位置或大小

#### 5. 传感器&光学手段

- 本赛季可使用的传感器：单目摄像头、多目摄像头、RGBD、光流、激光测距仪、超声波测距仪、IMU、磁力计、气压计
- 禁止使用 T265 等直接内部实现里程计的传感器
- 禁止使用激光雷达
- 若使用激光传感器或红外传感器，传感器发出的光源均需符合 Class I
- 禁止使用非功能性的红外光源以及红外补光。
- 不得使用任何手段干扰官方裁判系统与场地道具的正常运行。

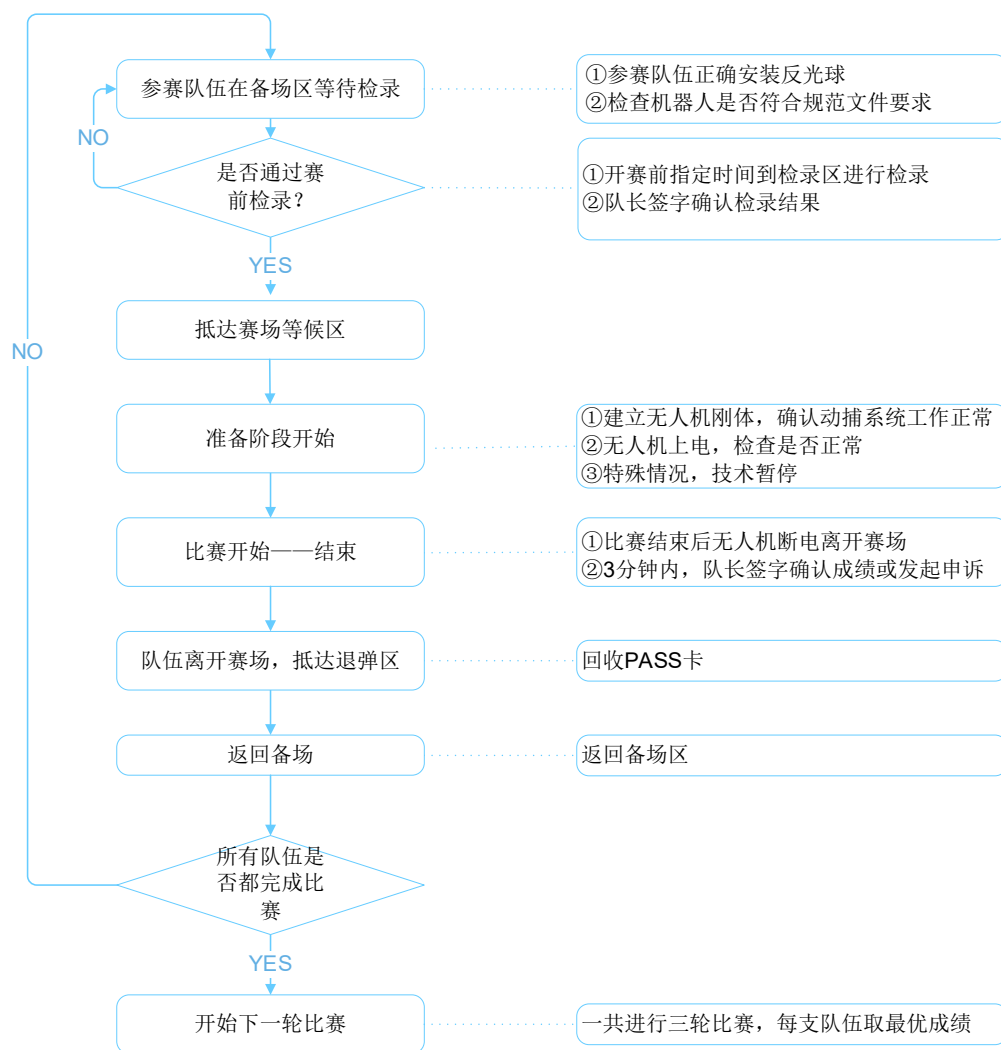
#### 6. 无人机规格

- 最大重量：1.7kg
- 无人机轴距：最大轴距 450mm

#### 7. 动捕反光球安装杆

详情请参阅“动捕反光球安装说明”。

## 4.4 比赛流程



### ● 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。每支队伍最多可有三名正式队员进入检录区。检录未通过的队伍不能上场参加比赛。

### ● 五分钟准备阶段

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并确认无人机可以正常接收动捕系统发出的位姿消息。完成以上操作后，五分钟准备阶段开始。五分钟准备阶段内，参赛队伍可以进入赛场调试无人机。在五分钟准备阶段最后 30 秒内或者队长示意裁判提前结束准备阶段后，参赛队伍需要将无人机放置在停机坪上，上电并启动程序，建议队员撤离到防护网后。

在五分钟准备阶段内，当裁判系统或官方设备发生故障，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。

### ● 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。

#### ● 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. 存在人工干预无人机的行为
5. 在特定区域飞行高度超过规则要求
6. 无人机接触地面、卡住道具超过 30 秒
7. 裁判判定存在其他可能严重影响比赛公平的情况

#### ● 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。

## 4.5 晋级综合赛（精英赛）

综合赛（全国赛）比赛成绩优秀的队伍会被邀请参加落地在深圳大疆创新总部（天空之城）的综合赛（精英赛）。精英赛将会采用与全国赛类似的参赛形式，参赛队伍需要制作实体无人飞行器，并研发算法完成无人机自主定位、导航、避障等功能。具体的规则、机器人制作规范与场地道具将在后续公布。

## 5. 专项赛

### 5.1 赛项概要

专项赛均采用线上赛的方式进行。本赛季将会分别针对规划控制、视觉定位、GNSS 定位三个方向进行专项考核。

参赛队伍需要根据自己报名的赛项阅读对应的规则并下载相应的资料进行备赛，并在规定的时间将自研算法打包成 Docker 镜像上传到报名系统，由自动评分系统完成镜像的运行与结果的排名。

### 5.2 比赛规则

#### 5.2.1 规划控制专项赛

规划控制专项赛采用综合赛线上仿真赛相同的规则。其主要考察差异为该专项比赛弱化无人机感知方面的考察，注重路径规划、飞机模型辨识和路径跟踪器的性能调优。在该项比赛中，会开放高频精确的无人机位姿与障碍环的位姿，同时开放前视相机的深度图用于创建栅格地图。同时该专项比赛的飞机模型将会引入更多元素：例如侧风、电池衰减等因素。

- **比赛规则与任务设定**

与综合赛线上仿真赛相同，具体参阅“3.1 比赛规则”。



摆环的摆动频率将会每 30 秒变化一次。

- **成绩排名方式**

与综合赛线上仿真赛相同，具体参阅“3.1 比赛规则”。

- **可用传感器数据与控制指令**

仿真器输出：所有障碍环的当前位置与朝向（以停机坪为原点，100HZ）、无人机的绝对位姿（以停机坪为原点，100HZ）、IMU 数据（频率为 100HZ）、前视单目的 RGBD 图像（频率为 20HZ）

仿真器输入：四轴电机的 PWM 指令、角速度-推力控制接口（最大输入频率 200HZ）。

- **关键传感器参数**

1. IMU：位于机体中心位置

2. 前视单目相机：位于机体中心向前 260mm 的位置。相机输出 RGB 图像大小均为 640\*480，FOV 为 90°，无畸变。相机输出深度图像大小均为 640\*480，FOV 为 90°。

## 5.2.2 精准定位项赛

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多目图像以及机载 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。

- **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。在正式比赛中，组委会将在评分系统中部署剩余的机载传感器数据序列，参赛队需要将备赛期研发的算法按照标准打包成 Docker 镜像上传到服务器，以供评分。

- **数据包包含的传感器数据**

1. 多目相机图像（RGB 图像）、IMU 序列
2. 无人机位姿的真值数据（以起飞点为原点）

- **比赛规则**

1. 在参赛队的镜像被启动后评分节点开始播放数据集，参赛队的算法需要根据图像、IMU 数据估计并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。

2. 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）

### ● 评分规则

在评分节点播放完毕数据集后，会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：

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

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

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， $I_{4 \times 4}$  表示大小为 4\*4 的单位阵。

### ● 排名方式

1. 有效帧和图像总帧数的比值必须大于 80%，否则无排名资格；
2. 定位轨迹与真值更接近（RMSE 越小）的队伍排名靠前；
3. 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。
4. 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

## 5.2.3 GNSS 定位专项赛

组委会针对无人机在城市场景中常见的楼宇遮挡、立交桥、水面等场景使用专用设备采集一组 GNSS 原始信号数据与位置和速度的真值。参赛队伍需要从 GNSS 原始数据信号中提取有效信息并估计当前 GNSS 接收机当前的位置与速度。组委会将通过对比对应时刻参赛队算法估计的位置与速度和真值系统采集的相应信息选出精度较高的参赛队伍。

### ● 任务

赛前，组委会将公布部分采集到的 GNSS 原始信号数据序列以及通过真值系统采集到的位置与速度的真值信息。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。在正式比赛中，组委会将在评分系统中部署剩余的 GNSS 原始信号数据序列，参赛队需要将备赛期研发的算法按照标准打包成 docker 镜像上传到线上赛系统，以供评分。

### ● 数据包包含的传感器数据：

1. 以固定频率采集到的 GNSS 原始数据，时间长度约为 20 分钟，具体格式后续公布。
2. 采集系统的真值数据（包含位置、速度、时间戳）。

## ● 比赛规则

1. 在参赛队的镜像被启动后线上赛系统开始播放 GNSS 定位数据集（在本章内简称数据集）。线上赛系统会按照采集的顺序播放数据集。线上赛系统会以 1 秒的长度对数据集进行切包，每间隔 10 秒线上赛系统会通过发送一个 1 秒长度的数据包。参赛队的算法在接收到数据包后进行相关数据的解析与处理，并在下一个数据包到达前反馈给线上赛系统 5 个间隔为 200ms 的定位数据（XXX 坐标系下的位置与速度）。具体协议及格式将在后续发布。
2. 每次挑战的前 30 个数据包（数据集的前 30 秒）用于 GNSS 定位算法的初始化，线上赛系统会从 31 个数据包后收集参赛队 GNSS 定位算法解算的定位数据。若参赛队的 GNSS 定位算法在一个包间隔期间没能完成 5 个定位数据的解算，则缺失的定位数据将会被线上赛系统以本轮参赛队定位数据中误差最大的定位数据填充。即在评分过程中，缺失的帧数在计算误差时会被置为参赛队本次挑战有效定位帧数中的最大误差。
3. 挑战开始后的前 120 个数据包中若参赛队算法没有发出任何一个能够被解析成功的数据包，挑战失败。
4. 整个挑战过程中，若参赛队发出的有效定位数据总帧数少于要求帧数的 80%，挑战失败。

## ● 评分规则

在线上赛系统播放完毕所有数据集后，会根据 GNSS 采集设备采集到的定位数据真值与对应参赛队定位算法的输出位置与速度进行对比，通过计算位置误差与速度误差的 RMSE 的成绩进行评分：

$$e_{pi} = P_i - P_i^{\text{ref}}$$

$$e_p = E(e_{pi})$$

$$\text{RMSE}_p = \sqrt{\frac{\sum (e_p - e_{pi})^2}{N}}$$

$$e_{vi} = V_i - V_i^{\text{ref}}$$

$$\text{RMSE}_v = \sqrt{\frac{\sum (e_{vi})^2}{N}}$$

$$\text{score} = \text{RMSE}_p * \text{RMSE}_v$$

其中，

$P_i$  为参赛队算法给出的第  $i$  个位置向量

$P_i^{\text{ref}}$  为真值系统给出的第  $i$  个位置向量

$V_i$  为参赛队算法给出的第  $i$  个速度向量

$V_i^{\text{ref}}$  为真值系统给出的第  $i$  个速度向量

## ● 排名方式

参赛队算法输出的定位数据得分（score）低的队伍排名靠前

## 5.3 比赛流程

专项赛采用线上提交代码镜像的方式进行。参赛队需要将满足规则要求的自研算法打包成 Docker 镜像上传到线上赛系统中，由线上赛系统完成自动部署、评分与结果反馈。



比赛流程类似综合赛线上仿真赛的流程，分为公测环节、预提交环节、正式提交环节。各个环节开启与持续的时间待后续确定。

其中公测环节与预提交环节都是战队主要用来在线上赛系统中调试优化自身算法的环节。其中在预提交环节中取得有效成绩的队伍能够参加正式提交。在该环节中，参赛队伍提交次数不限，提交的镜像需要依据提交先后依次执行。在参赛队上次提交的镜像未运行前如果提交了新的镜像，上次提交的镜像会被自动取消运行，新提交的镜像会排在当前等待运行队列的队尾。

正式提交环节中，每支战队在设定的时间内共有 3 次提交机会，取 3 次提交机会中最优成绩为最终成绩参与排名。

其中正式提交环节使用的模拟环境（数据集）与公测环节和预提交环节的不同，且不会有相应的反馈信息。

---



该流程仅适用于规划控制专项赛与 GNSS 定位专项赛。精准定位专项赛比赛流程后续发布。

---

## 6. 刷榜赛

综合赛（线上赛）结束后，综合赛（线上赛）赛项将延续为刷榜赛。综合赛（线上赛）的最终成绩将成为刷榜赛第一期的榜单。刷榜赛将以月度的形式进行，参赛队可以在刷榜赛的开放期内不限次数的提交算法获取成绩。组委会将会表彰位于榜首、进步明显的战队。

---



评奖办法将会在后续公布。

---

## 7. 挑战赛

### 7.1 赛项概要

挑战赛与综合赛（全国赛、精英赛）同期举办，采用与综合赛（全国赛、精英赛）相同的场地与任务。该赛项主旨在于研发超越人类飞手的自主感知算法。参赛队伍需要制作实体无人飞行器，研发算法完成自主感知、定位、导航、避障功能，在相同的赛道与任务下与人类飞手比拼完成规定任务的速度。

### 7.2 比赛规则

比赛任务参见 综合赛（全国赛、精英赛）相关场地道具与任务的描述。

## 7.3 比赛流程

挑战赛参赛过程中，首先由人类飞手针对当前赛道与任务进行熟悉与练习，并在开赛后率先进行任务挑战。原则上直到人类飞手完成**3**次完整的任务挑战为止，依次记录人类飞手的成绩，并取最优成绩作为人类飞手的最终成绩。

参赛选手参见综合赛（全国赛、精英赛）比赛流程中相关流程参与比赛，现场比赛每队有**3**次机会，取最优成绩作为参赛选手的最终成绩。

依据综合赛（全国赛、精英赛）相关内容进行排名，最终成绩超过人类飞手的参赛选手挑战成功。

## 附录一 违规判罚

线上赛违规判罚适用于所有线上形式比赛的赛项。线下赛违规判罚适用于所有线下形式比赛的赛项。严重违规判罚适用于所有赛项。

### 线上赛违规判罚

R1 参赛队伍需满足本赛季所有最新赛事规范文件的要求。

违规判罚：最高取消违规方比赛资格。

R2 参赛队伍不得破坏官方设备（不得试图或实施破坏计算机系统）。

违规判罚：取消违规方比赛资格并根据实际的影响情况追究刑事责任。

R3 参赛队伍不得存在抄袭、作弊等违背比赛公平的行为。

违规判罚：根据主观意图和实际的影响情况，最高取消违规方比赛资格。

### 线下赛违规判罚

R4 参赛队伍需满足本赛季所有最新赛事规范文件的要求。

违规判罚：最高取消违规方比赛资格。

R5 参赛队伍不得破坏官方设备（包括但不限于位于赛场区、检录区的设备）。

违规判罚：根据主观意图和对赛程的影响情况，最高取消违规方比赛资格，并要求违规方照价赔偿。

R6 除因比赛需要而进入候场区、赛场区的场地人员外，其它参赛人员无特殊原因，不得进入检录区、候场区、赛场区。

违规判罚：口头警告。若警告无效，最高取消违规参赛人员的比赛资格。

R7 已进入候场区或赛场区的参赛人员不得擅自离开候场区或赛场区。

违规判罚：违规人员本场比赛不得进入候场区和赛场区，最高取消违规人员比赛资格。

R8 未经裁判许可，进入赛场的场地人员不得与外界进行任何通信。

违规判罚：口头警告。若警告无效，最高取消违规人员比赛资格。

R9 除突发情况外，参赛队伍需在每场比赛开始前指定时间到达检录区进行赛前检录，且队伍需在每场比赛开始前 10 分钟到达候场并准备就绪。

违规判罚：最高当场判负。

R10 场地人员不得在赛场区使用官方设备电源给自备设备供电，但可自行携带电源。

违规判罚：口头警告，若警告无效，将违规人员罚出赛场。最高取消违规方比赛资格。

R11 比赛过程中，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。

R12 比赛过程中未按要求使用遥控器，搭建 Wi-Fi、其他无线通信设备进行作弊等行为。

违规判罚：取消该局比赛成绩。

## 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。

附录表 1 严重违规类型

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.	修改或破坏裁判系统，使用技术手段干扰裁判系统的任何检测功能
4.	不符合规范文件且被裁判长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

## 附录二 申诉

每支参赛队伍在当赛季每个赛项中各有一次申诉机会。如果申诉成功则保留本次申诉机会，否则将消耗一次申诉机会。申诉机会耗尽时，仲裁委员会将不再受理该参赛队伍的任何申诉。受理申诉时，仲裁委员会对仲裁结果拥有最终解释权。

### 线上申诉

- 只有综合赛线上仿真赛预提交环节与正式提交环节、专项赛的预提交环节与正式提交环节接受申诉。
- 预提交获得有效成绩后，不再接受关于线上赛系统环境与参赛队自身系统环境不同造成的算法无法部署（运行）的相关申诉。

具体申诉流程如下：



1. 参赛队在提交完算法 Docker 镜像并完成运行后的 2 小时内，需要将申诉的场次（包含学校、单位、系统显示的提交时间、参加的赛项）、申诉的内容、申诉的诉求、申诉依据（包括规则手册的相关描述、支持申诉内容的相关数据、视频、描述等内容）发送到赛务邮箱并通过即时通讯方式通知赛务。
2. 组委会在收到申诉申请后的 12 小时内给出申诉处理意见。申诉处理意见包含：申诉成功，重新运行该次提交（重新给与提交机会）。申诉失败，维持该次提交的原始成绩。

## 线下申诉

以下情况不可作为申诉依据：

- 发起技术暂停的类型及流程
- 在成绩确认表上签字后或一场比赛结束超过 3 分钟
- 赛中出现 Wi-Fi 不稳定的情况
- 人工计时误差
- 裁判恢复障碍环位置的目视误差

具体申诉流程如下：

1. 参赛队伍提出申诉：当场比赛结束 3 分钟内（以成绩确认表上记录的时间为准），提出申诉的队长向裁判提交申诉请求。比赛结束 3 分钟后再进行申诉，视为无效。比赛前、比赛中均不允许提出申诉。
2. 参赛队伍填写申诉表：当场比赛结束 10 分钟内，申诉方队长需详细填写申诉表并签字确认。签字则代表确认发起申诉流程，签字后不得修改申诉表。若签字后放弃申诉，仍将消耗申诉机会。
3. 受理申诉后，仲裁委员会对申诉材料和相关证据进行仲裁，由裁判长代表仲裁委员会进行仲裁结果沟通，并确认仲裁结果。

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。申诉结果包括：

1. 申诉成功：更正比赛成绩或重赛
2. 申诉失败：维持原有比赛成绩

## 附录三 场地内动捕系统

线下比赛场地中安装有动捕系统可以为无人机提供毫米级位置真值；此外，所有线下实体赛的自动评分系统均采用动捕系统，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。此外参赛队伍还需要提前熟悉动捕系统，包括该系统的数据传输方式以及数据格式。



### 动捕反光球安装说明

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\*5 螺纹。



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：

- 要尽可能分布在无人机四周，不可连成一条直线，也不可组成对称形状
- 保证装上反光球和安装杆后，除仰视视角外，任意角度均能看到至少三个反光球
- 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

## 动捕数据接收及使用说明

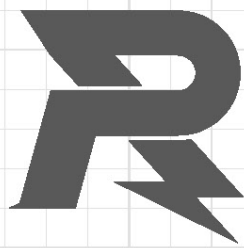
参赛队伍需将建好刚体模型的无人机与动捕服务器连接到同一局域网下，无人机可以通过现有的 ROS 软件包接收数据，并将位姿数据以 Topic 的形式转发给其它的 ROS 节点。

---



具体使用说明与数据格式后续发布。

---



邮箱: [robomaster@dji.com](mailto: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)