

全国三维数字化创新设计大赛组委会

“全国 3D 大赛 16 周年精英联赛（2023-2024）”

虚拟场景创作与虚拟仿真专项赛

（机器人运动控制方向）

一、比赛内容：

比赛可选择以下任意一种赛道

A：无人机穿越挑战

B：四足机器人任务挑战

二、设备要求

A：无人机穿越挑战

无人机要求如下：

为保证赛场安全性和公平性，参赛设备需要满足以下要求： $120\text{mm} \leq \text{轴距} \leq 250\text{mm}$ ；应使用官方提供的动捕数据进行定位控制。

B：四足机器人

四足机器人的参数要求如下：

尺寸（长宽高）： $\leq 320*180*250\text{mm}$ ；整机重量： $\leq 1.2\text{kg}$ ；主机采用树莓派 CM4；包含至少 15 个总线舵机，配置 LED 情绪灯和激光雷达，搭载可以夹持的机械臂。

三、省赛及国赛比赛规则

A：无人机穿越协同

1、比赛内容

整个比赛场地尺寸大小为长5米*宽5米*高3米,场地地面为平坦地面,地面做遮光处理,整个赛场用稳定的框架结构搭建,框外五面用网状绳进行全包围,防止无人机失控,对人员造成伤害。比赛场地平面示意图如图1所示。

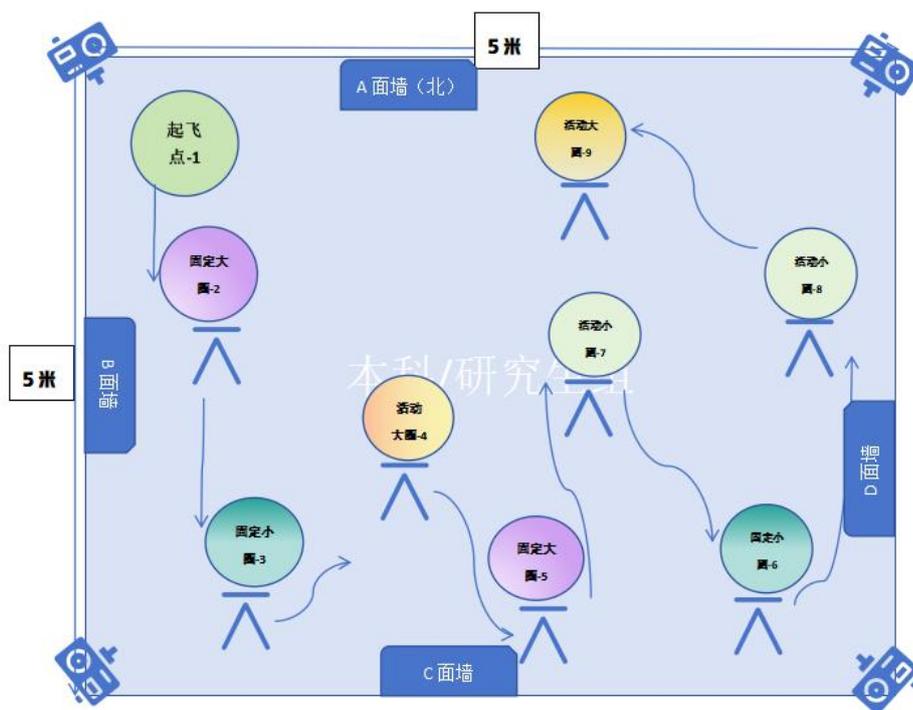


图 1 线下比赛场地示意图-本科/研究生组

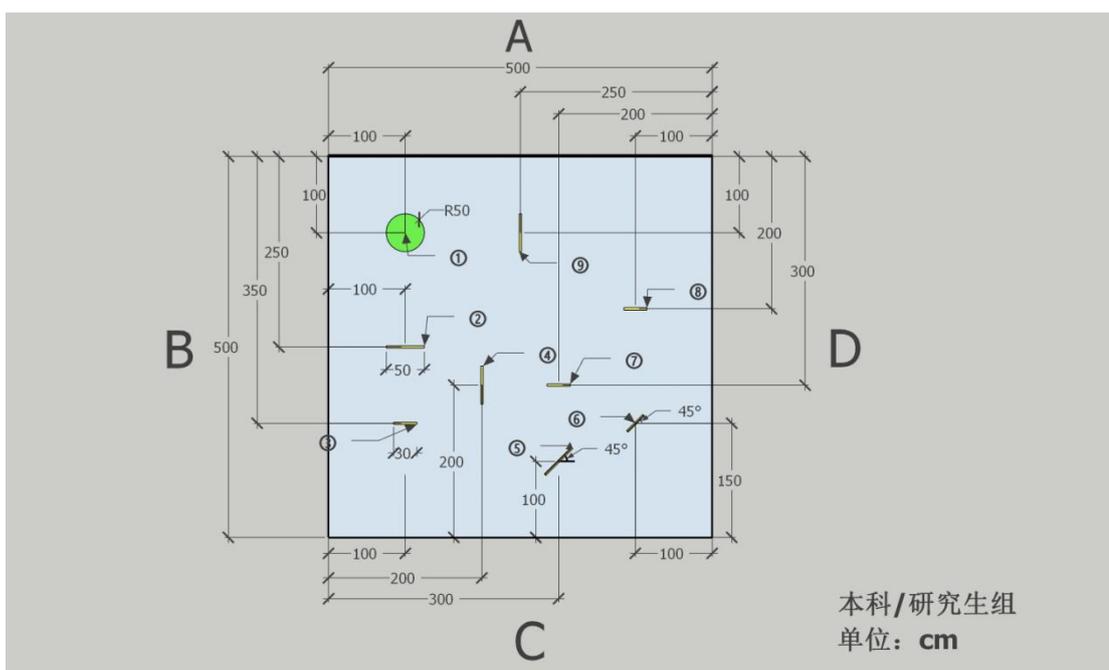


图 2 本科/研究生组场地平面图

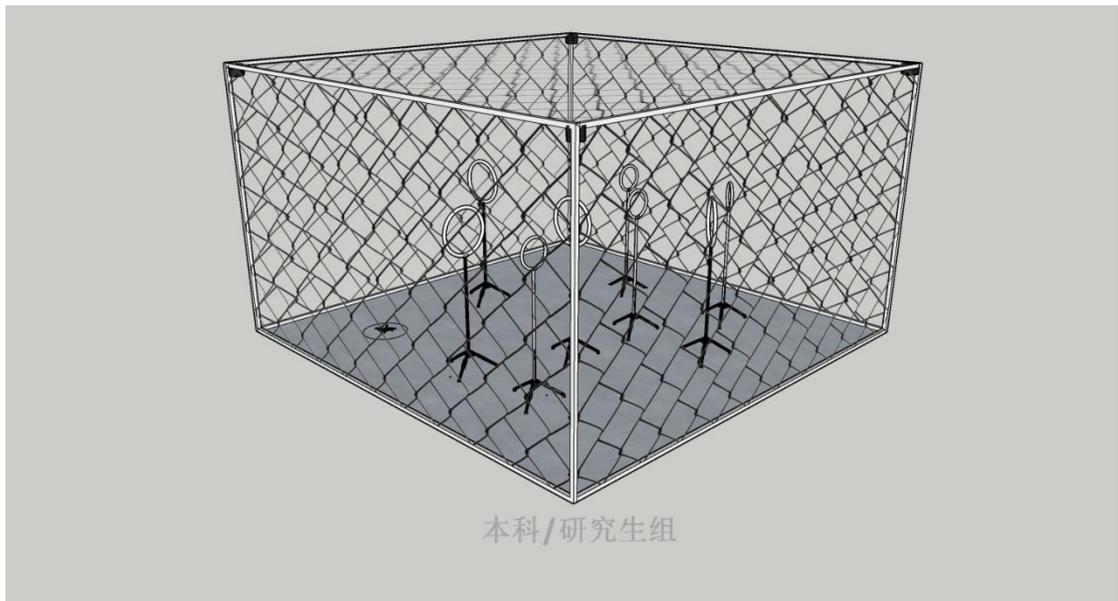


图 3 本科/研究生组场地效果图

图中起飞点为直径 50CM 圆形起飞区域，圆心距离 A、B 两面墙距离均为 100CM，无人机起飞前，应放置在起飞区域内；飞机起飞后，需按照箭头的方向，依次穿越障碍；其中大圈直径为 50CM，包含固定大圈和活动大圈；小圈直径为 30CM，包含固定小圈和活动小圈。活动障碍圈运动方式为切割地面垂直转圈。固定圈与落地支架为相对固定，同时在地面标注其方位（保证每次飞行时其方位保持一致）。障碍圈圆心距离地面距离为 150CM（活动障碍圈以与水平平时取圆心与地面的距离为准）。每两个相邻的障碍，在各个方向的间距不低于 100CM。所有障碍均与地面固定。

1 号起飞点：直径为 50CM 圆圈，圆心距离 A、B 墙面均为 100CM；

2 号障碍圈：固定障碍，直径 50CM，距离 A 面墙 250CM，距离 B 面墙 100CM，与 A 面墙夹角 0° ；

3 号障碍圈：固定障碍，直径 30CM，距离 A 面墙 350CM，距离 B 面墙 100CM，与 A 面墙夹角 0° ；

4 号障碍圈：活动障碍，直径 50CM，距离 B 面墙 200CM，距离 C 面墙 200CM，与 A 面墙夹角 90° ；

5号障碍圈:固定障碍,直径50CM,距离B面墙300CM,距离C面墙100CM;
与A面墙夹角 45° ;

6号障碍圈:活动障碍,直径30CM,距离C面墙150CM,距离D面墙100CM,
与A面墙夹角 45° ;

7号障碍圈:固定障碍,直径30CM,距离A面墙300CM,距离D面墙20CM,
与A面墙夹角 0° ;

8号障碍圈:活动障碍,直径30CM,距离A面墙200CM,距离D面墙100CM,
与A面墙夹角 0° ;

9号障碍圈:固定障碍,直径50CM,距离A面墙100CM,距离D面墙250CM,
与A面墙夹角 90° 。

高职/高专组比赛场地示意图:

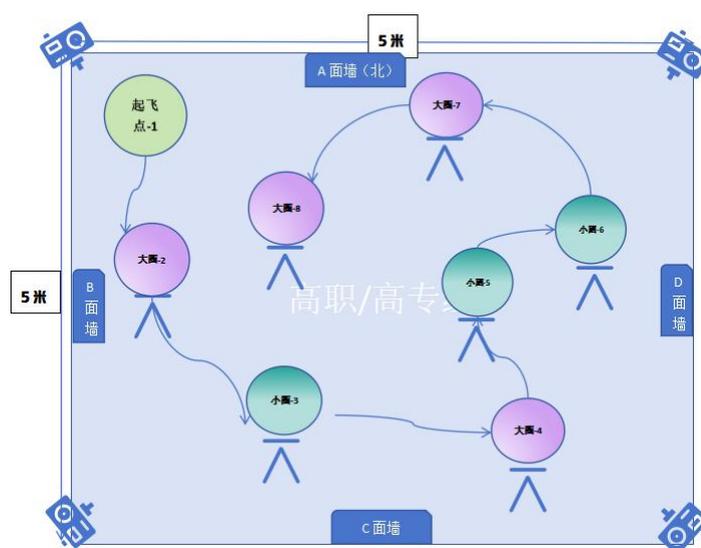


图 4 高职/高专场地示意图

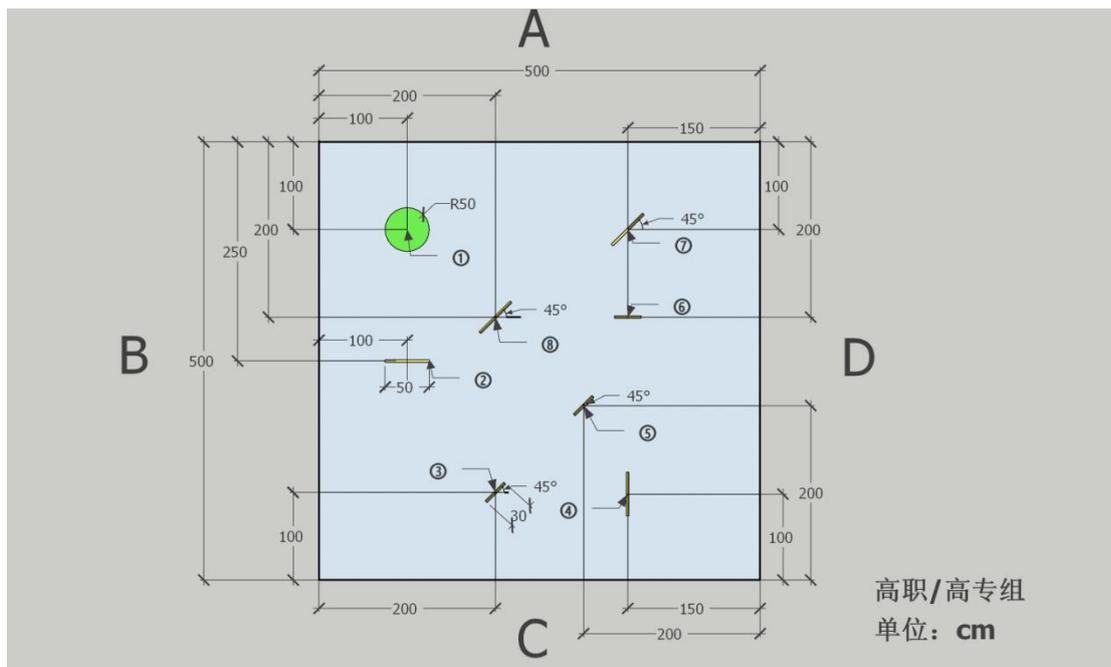


图 5 高职/高专场地示平面图

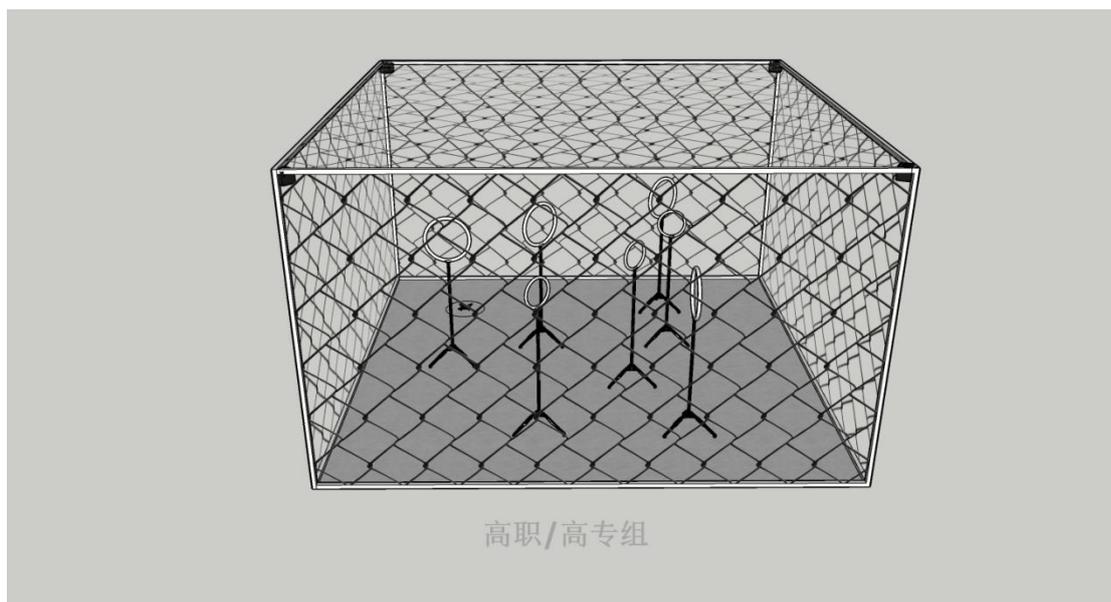


图 6 高职/高专场地效果图

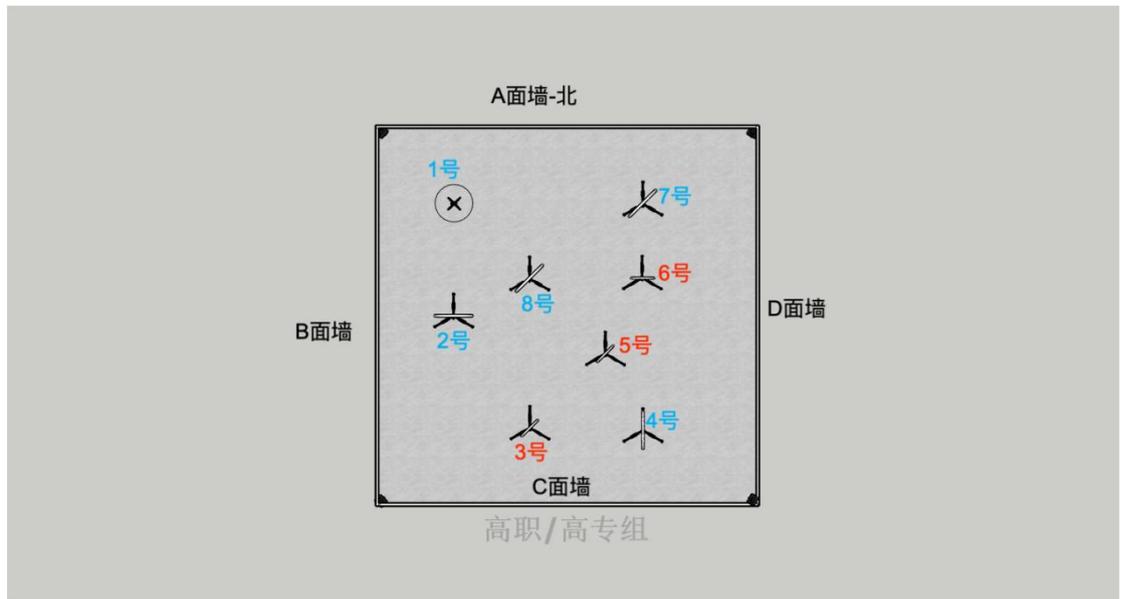


图 7 高职/高专场地效果图-俯视图

图中绿色为直径 50CM 圆形起飞区域，起飞圈中心距离 A、B 两面墙距离均为 100CM，无人机起飞前，应放置在起飞区域内；飞机起飞后，需按照箭头的方向，依次穿越障碍；其中大圈直径为 50CM；小圈直径为 30CM。固定圈与落地支架为相对固定，同时在地面标注其方位（保证每次飞行时其方位保持一致）。选取北边的墙为 A 面墙，作为参考面。障碍圈圆心到地面距离为 150CM。所有的障碍圈与起飞点依次编号，如图 7 所示。

1 号起飞点：直径为 50CM 圆圈，圆心距离 A、B 墙面均为 100CM；

2 号障碍圈：直径 50CM，距离 A 面墙 250CM，距离 A 面墙 100CM，与 A 面墙夹角 0° ；

3 号障碍圈：直径 30CM，距离 B 面墙 200CM，距离 C 面墙 100CM，与 A 面墙夹角为 45° ；

4 号障碍圈：直径 50CM，距离 C 面墙 100CM，距离 D 面墙距离 150CM，与 A 面墙夹角 90° ；

5 号障碍圈：直径 30CM，距离 D 面墙 200CM，距离 C 面墙 200CM，与 A 面墙夹角 45° ；

6 号障碍圈：直径 30CM，距离 A 面墙 200CM，距离 D 面墙 150CM，与 A

面墙夹角 0° ；

7号障碍圈：直径 50CM，距离 A 面墙 200CM，距离 D 面墙 250CM，与 A 面墙夹角 45° ；

8号障碍圈：直径 50CM，距离 A 面墙 200CM，距离 B 面墙 200CM，与 A 面墙夹角 45° 。

以上 2 种组别的障碍物设置原则为每两个相邻的障碍，在各个方向的间距不低于 100CM。所有障碍均与地面固定死。上述距离可允许的误差为 ± 10 CM，角度可允许的误差为 $\pm 5^{\circ}$ 。

场地四个角，布置 4 台 M13 光学动捕相机，可覆盖整个比赛无人机飞行区域。高度为 3 米，视野中心为比赛场地中心位置。参赛队伍在比赛开始前需自行在无人机上固定反光点或反光贴，连接 CMTracker 软件，加载刚体等。

分辨率	1280 x 1080
帧率	110fps
焦距	1.9mm
光圈	F2.4
FOV	$83^{\circ} \times 72^{\circ}$
追踪距离	5m
延时	9ms
精度	0.15mm
LED 数量	6
接口	RJ45
供电	POE
最大功耗	4W
长 x 宽 x 高	83.2mm x 83.2mm x 44.4mm
重量	273.5g

图 8 M13 光学动捕相机参数

■ 本科、研究生组

无人机从飞机起飞点进行自主起飞（摆放角度不做限制，位置为不出圈的任意位置），无人机自主定位飞行必须按照箭头指示的方向，依次穿越各种障碍。如有漏穿的障碍，不扣分；如有漏穿障碍，每次飞行路径循环（障碍物标号 2-3-...-9 为一个循环），漏穿障碍数不得高于 2 个，否则终止比赛，按照第三个漏穿障碍前的成绩计算当前成绩；在 5 分钟内无人机一直按照路径方向穿越障碍，根据穿越障碍的数量和类型计算最终成绩。

■ 高职、高专组

无人机从飞机起飞点进行自主起飞（摆放角度不做限制，位置为不出圈的任意位置），无人机自主定位飞行路径必须按照箭头指示的方向，如有漏穿的障碍，不扣分；如有漏穿障碍，每次飞行路径循环（障碍物标号 2-3-...-8 为一个循环），漏穿障碍数不得高于 2 个；否则终止比赛，按照第三个漏穿障碍前的成绩计算当前成绩；在 5 分钟内无人机一直按照路径方向，根据穿越障碍的数量和类型计算最终成绩。

■ 注意事项：

本次赛事选手需自行准备设备（包括电脑、无人机、备件、动捕定位需要的反光贴或反光点等）。

2、 任务规则与得分标准

比赛的最终得分=任务分×80%+技术报告分×20%，得分相同的队伍则参考比赛用时排序。技术报告分评分细则如表 1 所示：

表 1 技术报告分评分细则

一级指标	二级指标
技术方案 40%	系统方案完整；
	系统方案具有一定先进性，或者研究有深度，算法有延展、改进、优化；

	方案有实测数据支撑；
	整体工作量饱满；
文档呈现 40%	文档撰写规范；
	排版合理；
	关键性代码解释清晰；
工程代码 20%	工程代码完整；
	代码风格良好，注解清晰；

任务分评分细则如下：

每个参赛队均有两次全流程比赛机会，第一次飞行结束后，按裁判员指令进行第二次飞行，两次飞行连续进行。两次成绩取最高分作为最终成绩，具体评分规则如下：

■ 得分规则-本科/研究生组

- 1、2分钟内在1号位完成起飞——5分；超出2分钟--1分
- 2、机身完全穿过2号位——3分；
- 3、机身完全穿过3号位——5分；
- 4、机身完全穿过4号位——5分；
- 5、机身完全穿过5号位——3分；
- 6、机身完全穿过6号位——10分；
- 7、机身完全穿过7号位——5分；
- 8、机身完全穿过8号位——10分；

9、机身完全穿过 9 号位——5 分；

注：

无人机接触地面后，如果飞机可继续飞行，可继续比赛。

如有分数相同的队伍，按照用时最短为优的原则进行成绩排序。

无人机未穿越当前障碍即穿越到下一个障碍，漏穿时，本环不得分，穿越过程如果和障碍圈发生碰撞，不扣分；只要无人机完整穿越障碍圈都视为有效穿越。

可进行循环穿越，计分标准与上述计分规则一致。飞行过程中，在某个位置无人机没有有效穿越障碍（从障碍圈中间穿越），应该继续穿越前方障碍，不可折回。

■ 得分规则-高职/高专组

1、2 分钟内在 1 号位完成起飞——5 分；超出 2 分钟--1 分

2、机身完全穿过 2 号位——3 分；

3、机身完全穿过 3 号位——5 分；

4、机身完全穿过 4 号位——3 分；

5、机身完全穿过 5 号位——5 分；

6、机身完全穿过 6 号位——5 分；

7、机身完全穿过 7 号位——3 分；

8、机身完全穿过 8 号位——3 分；

注：

无人机接触地面后，如果飞机可继续飞行，可继续比赛。

如有分数相同的队伍，按照用时最短为优的原则进行成绩排序。

无人机未穿越当前障碍即穿越到下一个障碍，漏穿时，本环不得分。穿越过程如果和障碍圈发生碰撞，不扣分；只要无人机完整穿越障碍圈都视为有效穿越。

有效穿越。

可进行重复穿越，计分标准与上述计分规则一致。飞行过程中，在某个位置无人机没有有效穿越障碍（从障碍圈中间穿越），应该继续穿越前方障碍，不可折回。

(1) 取消参赛队伍比赛资格

如存在以下情况之一，将取消参赛队伍比赛资格：

- 参赛的无人机不满足比赛要求；
- 为了保证比赛安全起见，所有测试应该在指定区域内进行，参赛队伍无视比赛规则进行指定区域以外飞行的；
- 设备存在安全隐患导致飞离比赛区域且不受控制导致摔机的；
- 不能听从现场管理人员或者裁判指挥的，严重影响现场比赛秩序的，散布谣言等

(2) 比赛成绩判为零分

- 无人机螺旋桨安装错误的；
- 未按照裁判要求进行提前起飞无人机的；
- 无人机未按照障碍顺序依次穿越的；

3、 比赛流程

赛前采用抽签方式，每组出一位代表进行抽签确定参赛选手出场顺序。本次赛事依次按照原抽签顺序进行两轮比赛，取成绩最好的为最终成绩，进行排名。

(1) 赛前准备

抽签完毕后，参赛选手按照出场顺序依次排队进入检录区进行检录，由裁判对选手参赛的无人机、便携式计算机、备用配件等依次进行检查，检查完毕后的选手将设备依次放置到候场设备存放区域，选手依次到候场区进行等待，裁判也有权对参赛选手的设备进行随机二次检查。

设备检查会按照参赛要求进行，测量轴距（尺子测量）、检查部件传感

器等。

(2) 比赛过程

参赛队伍在比赛开始前需自行在无人机上固定反光点或反光贴，连接 CMTracker 软件，加载刚体等。此过程不超过 10 分钟。

实操赛，当裁判员下达“选手准备”指令后，当组参赛队伍需要从候场区走出，去设备存放区拿上自己的设备到飞行指定区域进行准备，裁判员下达“准备开始”指令后，此时选手需要入场进行无人机的准备（准备时间不超过 2 分钟，此时间不计入比赛时长）。

(3) 比赛结束

参赛队在完成所有任务后或者中途不再继续比赛，须举手向裁判员示意，此时裁判员停止计时，核对完分数停止比赛，同时在分数确认单上签字。结束比赛后，选手要立即关闭无人机等设备电源进行离场。完成首次竞赛的选手可在不干扰比赛的情况下，在比赛以外区域进行设备检查、调试（禁止无人机飞行操作）、维修、编程等，再次上场参赛时裁判员或助理裁判员仍需对设备进行检查，第一轮比赛结束后，裁判员需要进行各组分数统计并告知选手第二轮比赛开始时间。

B: 四足机器人

1、四足机器人场地

四足机器人比赛场地的整体面积约为 2000*2000mm，场地中央有一个白色圆圈，它标记了场地的中心点。围绕中心点，呈菱形分布有 6 个安放点，这些点被标记为黑色圆圈。6 个安放点与中心点的距离都是 300mm。在场地上有五个纸箱，它们的颜色分别是橙色和红色。这五个纸箱被随机摆放在六个安放点上，其中有 3 个是橙色，2 个是红色。按照要求，橙色纸箱应该至少有一个分别摆放在中心圆的两侧，场地俯视图如图 9 所示。

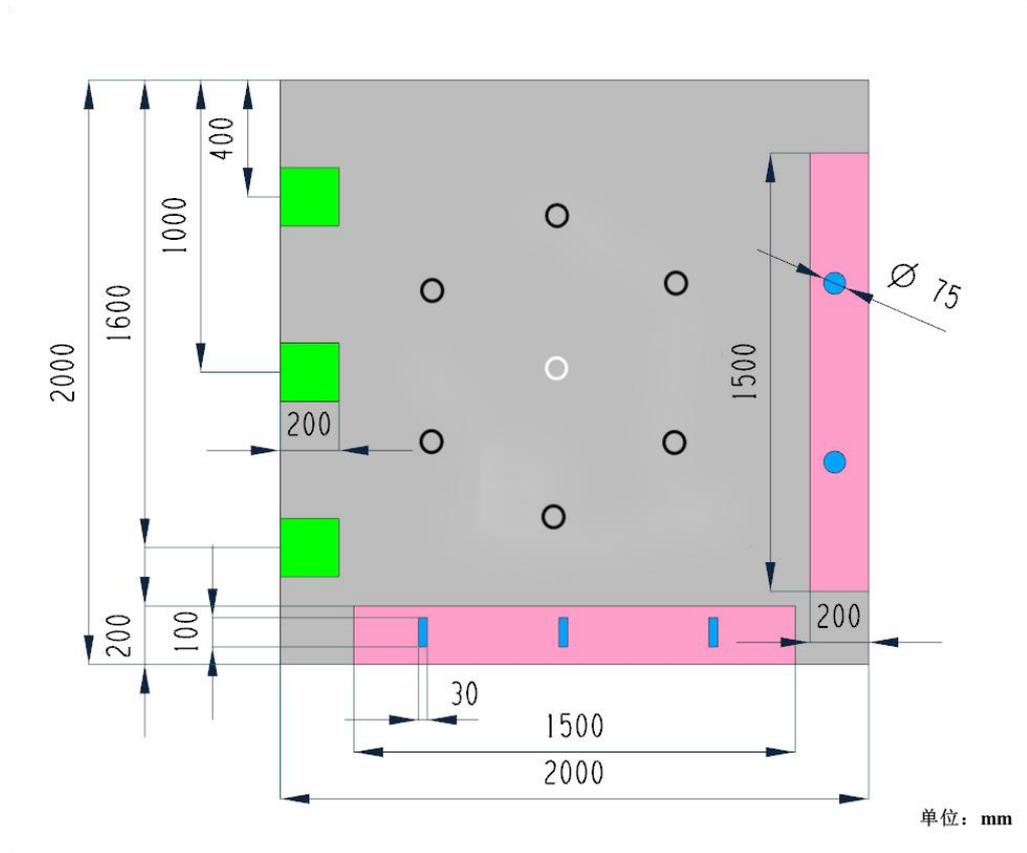


图 9 场地俯视图

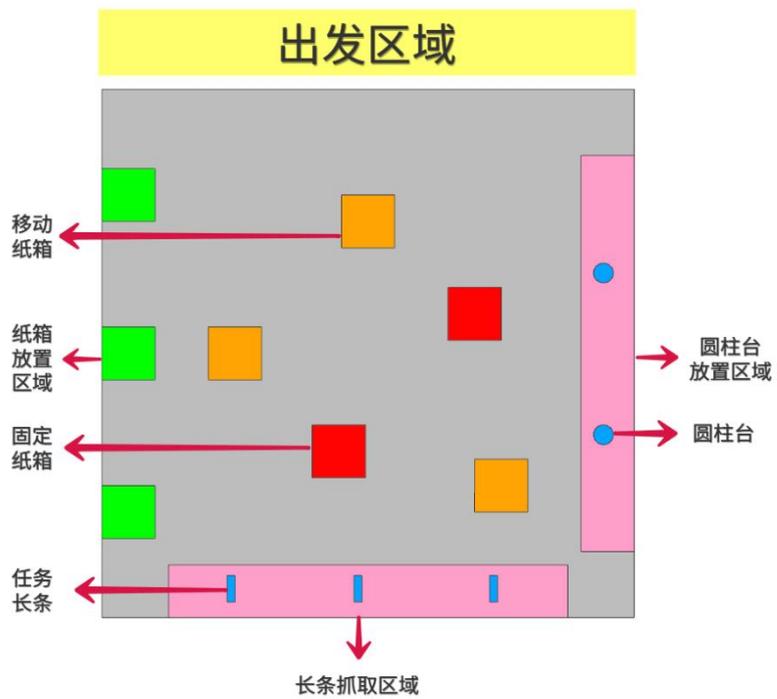


图 10 场地区域划分图

2、比赛规则

本赛项分为高职/高专组和本科/研究生组。本科和研究生组的挑战任务分为两部分：长条抓取和纸箱移动，两个挑战任务顺序不分先后。高职/高专组的挑战任务只有纸箱移动，不做长条抓取。

比赛时场地上会开放动作捕捉数据，各参赛队伍可实时获取四足机器人、圆柱台、任务长条、移动纸箱以及固定纸箱的位姿信息、速度信息以及加速度信息。道具的 ID 号如表 2 所示：

表 2 道具 ID 号

ID 号	物品名称
0	四足机器人
1	圆柱台 1（仅限本科/研究生组）
2	圆柱台 2（仅限本科/研究生组）
3	任务长条 1（仅限本科/研究生组）
4	任务长条 2（仅限本科/研究生组）
5	任务长条 3（仅限本科/研究生组）
6	移动纸箱 1
7	移动纸箱 2
8	移动纸箱 3
9	固定纸箱 1
10	固定纸箱 2
11	纸箱放置区域 1

12	纸箱放置区域 2
13	纸箱放置区域 3

2.1 长条抓取（仅限本科/研究生组）

圆柱台放置区随机放置了两个直径与高度为 75*20mm 蓝色圆柱台，圆柱台的位置信息为 $id+x$ 、 y 、 z 、 rx 、 ry 、 rz ，圆柱台的贴点示例如图 11 所示。

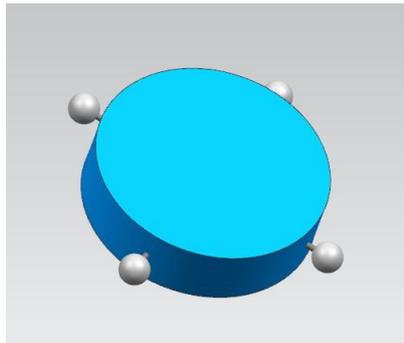


图 11 圆柱台贴点示例图

长条抓取区随机放置了三个长宽高为 100*40*30mm 的蓝色任务长条，任务长条的位置信息为 $id+x$ 、 y 、 z 、 rx 、 ry 、 rz ，任务长条的贴点示例图如图 12 所示。

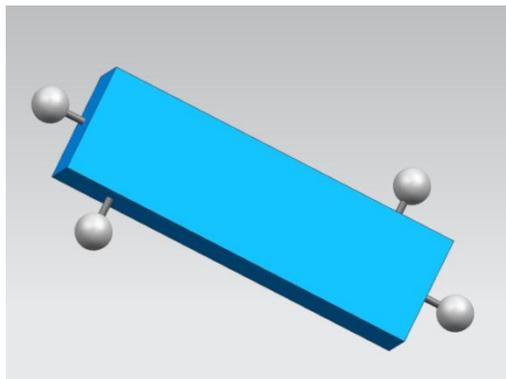


图 12 任务长条贴点示例图

比赛前，选手会抽签决定每个圆柱台上所要放置的任务长条的 ID。比赛开始时，四足机器人从出发区域出发，通过比赛场地上实时发布的动捕数据进行圆柱台与任务长条匹配，然后使用背部的机械臂将任务长条放置在与之相匹配的圆柱台上，任务长条放置在圆柱台上后，四足机器人背部的 LED

灯需闪烁三次。

2.2 纸箱移动（所有队伍适用）

纸箱移动适用于所有参赛队伍，即高职/高专组和本科/研究生组都必须参加。本科/研究生组不允许使用手柄，要求全程自主；高职/高专组可以选择手柄或者自主编程，有且只有一次手柄申请机会，且手柄申请不可逆，即申请手柄模式以后，后面都默认采用手柄模式。采用手柄的任务得分项按照原分值的 50%（打对折），扣分项按照原分值的 100%（不打折）。如果需要申请手柄的，需要当场向裁判示意，经裁判认可后方可使用手柄。

比赛场地上随机放着五个长宽高为 100*100*100mm 的纸箱，其中橙色的为移动纸箱，红色的为固定纸箱。单个纸箱的位置信息为 $id+x$ 、 y 、 z 、 rx 、 ry 、 rz ，纸箱的贴点示例图如图 13 所示。

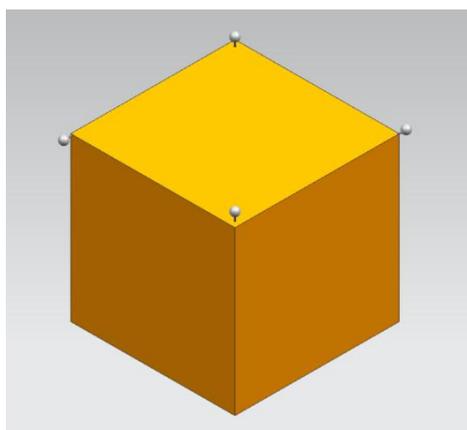


图 13 纸箱贴法示例图

比赛场地最左侧均匀的规划着三个绿色的长宽为 200*200mm 的纸箱放置区域，单个纸箱放置区域的位置信息为 $id+x$ 、 y 、 z 、 rx 、 ry 、 rz 。纸箱放置区域的贴点示例图如图 7 所示。

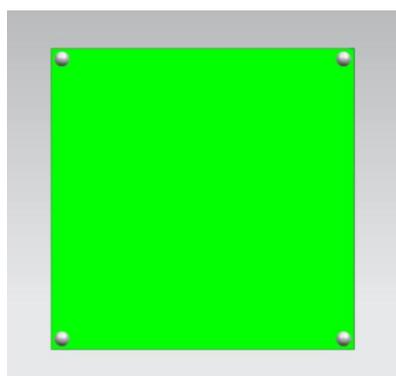


图 14 纸箱放置区域贴法示例图

比赛前，选手会抽签决定每个纸箱放置区域上所要放置的移动纸箱的 ID。比赛开始时，四足机器人从出发区域出发，通过比赛场地上实时发布的动捕数据进行移动纸箱与纸箱放置区域匹配，然后将移动纸箱推至与之匹配的纸箱放置区域上。

3、成绩评定

3.1 评分方法

高职/高专组和本科/研究生组分开评审，得分相同的队伍，比赛用时越短排名越高。

3.2 评分细则

比赛的最终得分=任务分×80%+技术报告分×20%，得分相同的队伍则参考比赛用时排序。技术报告分评分细则如表 3 所示：

表 3 技术报告分评分细则

一级指标	二级指标
技术方案 40%	系统方案完整；
	系统方案具有一定先进性，或者研究有深度，算法有延展、改进、优化；
	方案有实测数据支撑；
	整体工作量饱满；
文档呈现 40%	文档撰写规范；
	排版合理；
	关键性代码解释清晰；

工程代码 20%	工程代码完整；
	代码风格良好，注解清晰；

本科/研究生组和高职/高专组分开评分。

其中本科/研究生组的任务分评分细则如表 4 所示：

表 4 任务分评分细则

比赛任务	任务得分	分值说明
长条抓取部分 (仅限本科/研究生组)	+10	长条匹配正确且在圆柱台上
	+5	长条在圆柱台上，但匹配不正确； 长条匹配正确，但一部分在圆柱台上一部分在地上；
	+2	长条匹配不正确，但有一部分在圆柱台上 一部分在地上；
	+0	长条匹配不正确且不在圆柱台上；
LED 灯部分 (仅限本科/研究生组)	+10	背部 LED 灯闪烁三次
	+0	背部 LED 灯未闪烁三次或者闪烁四次以上、LED 灯一直闪烁
纸箱移动 (本科/研究生)	+20	黄色纸箱完全在目标区域以内
	+15	黄色纸箱压住了目标区域的一侧边线

组)	+10	黄色纸箱压住了目标区域的两侧边线
	+5	推动了黄色纸箱,但是纸箱不在目标区域
	+0	没有推动黄色纸箱
扣分项 (所有队伍适用)	-2×5	直接碰到红色纸箱或者间接碰到红色纸箱,每次扣五分,最多扣10分

其高职/高专组的任务分评分细则如表5所示:

表5 任务分评分细则

纸箱移动 (高职/高专组, 如果采用手柄,任 务分得分按照原 分值的50%)	+30	黄色纸箱完全在目标区域以内
	+25	黄色纸箱压住了目标区域的一侧边线
	+20	黄色纸箱压住了目标区域的两侧边线
	+10	推动了黄色纸箱,但是纸箱不在目标区域
	+0	没有推动黄色纸箱
扣分项 (所有队伍适用)	-2×10	直接碰到红色纸箱或者间接碰到红色纸箱,每次扣10分,最多扣20分

3.3 竞赛流程

每支参赛队伍可赛两轮,最终取最高成绩算总分。第一轮比赛准备时间3分钟,第一轮比赛限时5分钟,第二轮比赛准备时间3分钟(如有),第二轮比赛限时5分钟(如有)。竞赛流程见图15所示。

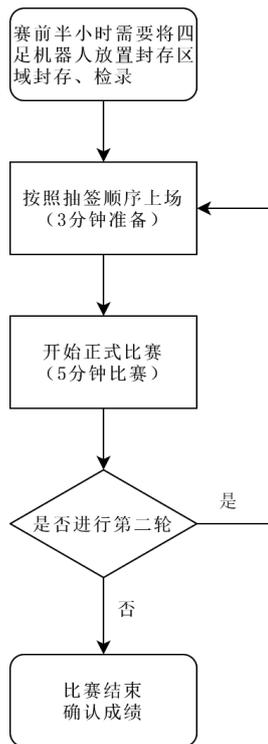


图 15 比赛流程图

比赛结束后，裁判员当场打分，参赛队伍应在比赛成绩上签字确认后离开

3.4 场地动捕说明

ROS 下安装 vrpn-client 说明文档链接如下：

链接：

<https://pan.baidu.com/s/13onylDmT3kxfo5nrXL0XsQ?pwd=1234>

提取码：1234

仲裁说明

如果参赛队伍对判罚有异议，可于当天向监督仲裁长申请仲裁，监督仲裁长对比赛结果有最终解释权。

全国三维数字化创新设计大赛组委会