

---

2023 中国工程机器人大赛暨国际公开赛（RoboWork）

# 空中机器人项目 仿真与自主任务赛

## 比赛规则

适用:1.社会力量组2.研究生组3.本科生组4.职业院校组

2023年4月版本

工程赛官网: [www.robotmatch.cn](http://www.robotmatch.cn)

工程赛官方邮箱: robotatwork@163.com

工程机器人（教师QQ群）: 259386217

工程机器人（学生QQ一群）: 314935820

工程机器人（学生QQ二群）: 539829734

工程机器人（学生QQ三群）: 607173573

---

# 比赛简介

## 空中机器人简介

空中机器人又叫无人机，是利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的不载人飞行器，或者由机载计算机完全地或间歇地自主地操作。近年来，无人机无论是在军事还是民用领域都获得了极大的发展。军事方面，无人机具有体积小、造价低、使用方便、对作战环境要求低、战场生存能力较强等优点，成为科研活动最活跃、技术进步最大、研究经费投入最多的研究领域。民用方面，无人机在航拍、农林植保、电力巡检、灾害救援、快递运输等行业都获得了成功的应用。举行空中机器人仿真与自主任务赛，对普及空中机器人知识，推动空中机器人的技术进步，拓宽空中机器人的行业应用等方面均具有重要的现实意义。

## 比赛目的

通过比赛，参赛选手可了解多旋翼无人机的基本概念、飞行原理、视觉传感器基本原理与应用，并进一步了解飞行机器人的位姿估计、飞行控制、视觉辅助定位与导航、目标识别、目标跟踪、空地协同、任务规划等相关知识和技能，并在实践中加深理解。通过比赛，参赛选手还将提高自己的动手操作能力、理论与实践相结合的能力、与队员之间沟通合作的能力等。

## 比赛项目及任务

### 项目 空中机器人仿真与自主任务赛 项目12

#### 一、比赛分组

##### (一)社会力量组01

- 1 无人机仿真赛01
- 2 无人机自主任务赛02

##### (二)研究生组02

- 1 无人机仿真赛01
- 2 无人机自主任务赛02

##### (三)本科生组03

- 1 无人机仿真赛01
- 2 无人机自主任务赛02

##### (四)职业院校组04

- 1 无人机仿真赛01
- 2 无人机自主任务赛02

---

## 二、比赛任务

1. 空中机器人项目 仿真与自主任务赛（12）无人机仿真赛(01)：参赛队伍根据组委会提供的仿真场景和无人机仿真模型，设计无人机飞行控制算法，使得无人机可以具备自主起飞、目标识别、自动避障、路径规划等基本功能，并完成规定的比赛任务。比赛任务共分为四个部分，第一部分：房间一，穿过圆窗和绕过简单墙壁障碍物；第二部分：房间二，进行静态环境路径规划和动态环境路径规划，穿过迷宫；第三部分：房间三，实现同时跟踪与避障，跟踪小车走完一圈轨迹；第四部分：找到汽车，实现动态降落。具体比赛流程与成绩评定参考**无人机仿真赛01比赛规则一**。

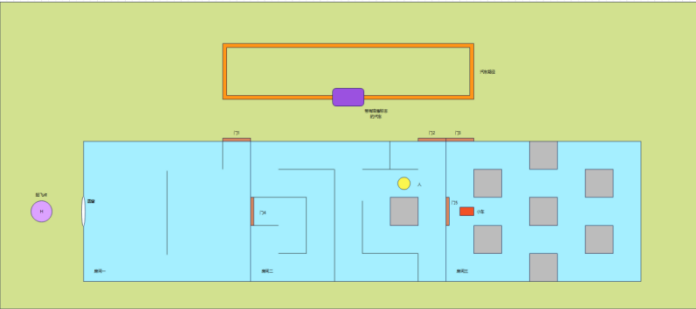
2. 空中机器人项目 仿真与自主任务赛（12）无人机自主任务赛(02)：设计一个四旋翼无人机实飞机器人，要求具备自主起飞、目标识别、自动避障、路径规划等基本功能，并完成规定的比赛任务。比赛任务共分为四个环节，第一环节为起飞悬停，第二环节为穿圆环，第三环节为路径规划，第四环节为动态降落。具体比赛流程与成绩评定参考**无人机自主任务赛02比赛规则三**。

## **比赛重要变化（本版本比赛规则发生重大变化，请仔细阅读）**

1. **比赛内容**
2. **比赛规则**
3. **比赛评分与排名**
4. 上述与比赛相关的重要内容均重大调整。

# 比赛规则

## 规则一 无人机仿真赛01比赛细则

参赛过程	
参赛过程	1. 报名参赛；
技术报告	1. 无
参赛资格	1. 报名通过后，即获得参赛资格。
注意事项	<p><b>参赛队伍需要提前准备：</b>一台跑rfllysim和ubuntu虚拟机的windows电脑。</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 主办方会提供1个U盘，里面带有rfllysim仿真程序和基础ubuntu虚拟机文件；</li><li>2. 参赛队伍在指定日期前，寄回U盘，里面要有自己制作好的作为正式参赛用的ubuntu虚拟机文件，正式比赛时会由参赛队伍远程操作此虚拟机来进行比赛。</li></ol>
比赛场地	
场地使用	<p>下列比赛项目使用场地：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 空中机器人项目 仿真与自主任务赛（12）无人机仿真赛（01）</li></ol> <p>组委会提供的仿真场景俯视如图1所示：</p>  <p><b>图1：仿真场景俯视图</b></p> <p>说明1： 图1中蓝色区域为室内区域，绿色区域为室外区域，室内区域从左至右分为房间一、房间二、房间三。室外区域上侧为动态降落区，其内有一绕固定路径（橘黄色长方形条框）循环移动的汽车（紫色矩形块）。 线条为墙壁，棕色小方块为门，灰色方框为方形柱体障碍物、带有H的紫色圆是起飞点。其中，室内高度为2m，方形柱体障碍物边长、迷宫走廊宽度为1.5米、所有的门宽度均为1.5米。</p>

场地图纸	<p>说明2:          房间一长宽9m*7.5m, 左侧有一圆形窗(白色椭圆)直径为1.2m;          房间二长宽10.5m*7.5m, 其内有一高1.8米沿固定路径移动的人(图1中黄色原点);          房间三长宽10.5m*7.5m, 其内有一可移动的小车(红色方块, 具体外观详见发布的仿真比赛场景), 该小车运动轨迹比赛时随机确定。</p> <p>说明3:          动态降落区内的汽车路径(橘黄色长方形条框)尺寸长宽: 13.5m*3m;          汽车(紫色矩形块)移动速度0.1m/s, 其上有边长800mm的正方形降落平台, 降落平台分为外环区域和内环区域(正中心边长400mm的正方形), 内环中心印刷有“二维码”或“圆H”降落引导标志(比赛时可由参赛队伍自行选择), 详见图2、图3所示。</p> <div data-bbox="598 728 1204 1288" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">图2: 巡线小车降落平台示意</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="502 1400 805 1713" style="text-align: center;"> <p>(a) “二维码”标志, 边长150mm</p> </div> <div data-bbox="965 1377 1332 1736" style="text-align: center;"> <p>(b) “圆H”标志, 最外圈直径200mm</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">图3: 降落引导标志</p>					
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">场地尺寸</td> <td>场地尺寸为: 长度37.5m, 宽度16.5m, 室内高度2m。</td> </tr> <tr> <td>场地布置</td> <td>无</td> </tr> <tr> <td>场地制作</td> <td>无</td> </tr> </table>	场地尺寸	场地尺寸为: 长度37.5m, 宽度16.5m, 室内高度2m。	场地布置	无	场地制作
场地尺寸	场地尺寸为: 长度37.5m, 宽度16.5m, 室内高度2m。					
场地布置	无					
场地制作	无					

比赛场地	组委会提供仿真场景
<b>赛制流程及评分标准</b>	
比赛时间	1、比赛时间12分钟，比赛时间用尽则终止比赛。
比赛流程	<p>无人机从起飞处起飞，然后穿过墙壁上的圆窗进入房间一，需要绕过房间一内的墙壁，然后可以选择从门1出去进入动态降落环节或者由门4进入房间二继续进行比赛，进入房间二后，需要进行更为复杂的路径规划穿过迷宫，在迷宫最后会有个一直在绕方形柱体障碍物走动的人，作为动态障碍物，这里需要进行基于动态环境的路径规划，然后可以选择从门2出去进入动态降落环节或者由门5进入房间三继续进行比赛，在第三个房间，会有一个绕着房间循环跑动的小车，无人机需要跟着小车走完一圈轨迹，此过程需要既跟踪小车又避开方形柱状障碍物，跟完一圈然后可以从门3出去，进入动态降落环节。</p> <p>在动态降落环节，无人机需要找到正在移动的顶部带有降落标志的汽车，然后准确降落在汽车顶部降落标志上，即为完成比赛。</p> <p>补充说明：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 无人机进入房间一需要由圆窗进入；</li> <li>2. 无人机每飞完一个房间可以选择直接进入动态降落区然后结束比赛或者进入到下一个房间继续进行比赛。</li> </ol>

计分标准	其各部分计分标准如下：		
	评分项	分值	说明
	房间一	穿过圆形窗：15分	成功穿过圆形窗得满分； 失败不得分；
		绕过房间一墙壁：15分	成功绕过得满分； 失败不得分；
	房间二	进入房间二中心位置：15分	成功进入房间二中心位置得满分； 失败不得分；
		进入房间二右侧，即绕过动态障碍：15分	成功进入房间二右侧得满分； 失败不得分；
	房间三	进入房间三，并跟踪小车走一圈：20分	成功跟踪小车1圈得满分； 未走完一圈或者路径和小车不同不得分；
	第四部分 动态降落	“二维码”标志降落， 无人机中心点位于降落板内环区域上方：20分	未降落成功不得分
		“二维码”标志降落， 无人机中心点位于降落板外环区域上方：15分	未降落成功不得分
		“圆H”标志降落， 无人机中心点位于降落板内环区域上方：25分	未降落成功不得分
		“圆H”标志降落， 无人机中心点位于降落板外环区域上方：20分	未降落成功不得分
比赛计时	从无人机起飞到落地	不计分，仅作参考：分值相同情况下，总体用时少者排名靠前	
补充说明： （1）比赛过程中，每发生一次碰撞，扣3分 （2）若无人机完成比赛用时超过规定时间，规定时间内已完成的项目得分有效，正在进行的项目由裁判组酌情判定打分。 （3）若比赛过程中，无人机发生炸机，则视为比赛终止，已完成项目得分有效，正在进行的项目不得分。			
其它要求	1. 参赛队伍提供：自己制作好的作为正式参赛用的ubuntu虚拟机文件，放在U盘寄回给主办方并同时提供网盘链接作备份。 2. 比赛时产生：rflsim数据记录，rflsim端及ubuntu端录屏		
<b>机器人结构要求</b>			
机器人结构	无人机仿真模型由组委会提供。		
机器人规格	无人机仿真模型由组委会提供。		
机器人制作	无人机仿真模型由组委会提供。		
控制方法	程序控制		
注意事项	无		
禁止事项	无		
<b>比赛禁止</b>			

---

## 规则二 无人机仿真赛01参赛机器人、参赛队员要求

1. 已参赛的机器人，不得用于其他队伍参赛。
2. 各参赛队中参赛队员不得存在重复情况。
3. 违背以上比赛规则的参赛队，将取消参赛资格。



### 规则三 无人机自主任务赛02比赛细则

参赛过程	
参赛过程	3. 参加过无人机仿真赛01选拔，根据排名获得报名资格。
技术报告	无
参赛资格	1. 参加过无人机仿真赛01选拔，根据排名获得参赛资格。
注意事项	1. 参赛队使用本队的机器人，在赛场提供的比赛场地上，按照空中机器人比赛规则，进行机器人飞行比赛； 2. 每个参赛队可根据实际情况，准备一个或多个无人机，多余无人机作为比赛的备份； 3. 在不影响比赛进程的前提下，参赛队可在场地附近设置的快速维修区维护无人机。
比赛场地	
场地使用	下列比赛项目使用场地： 2. 空中机器人项目(12)无人机自主任务赛(02)

场地图纸

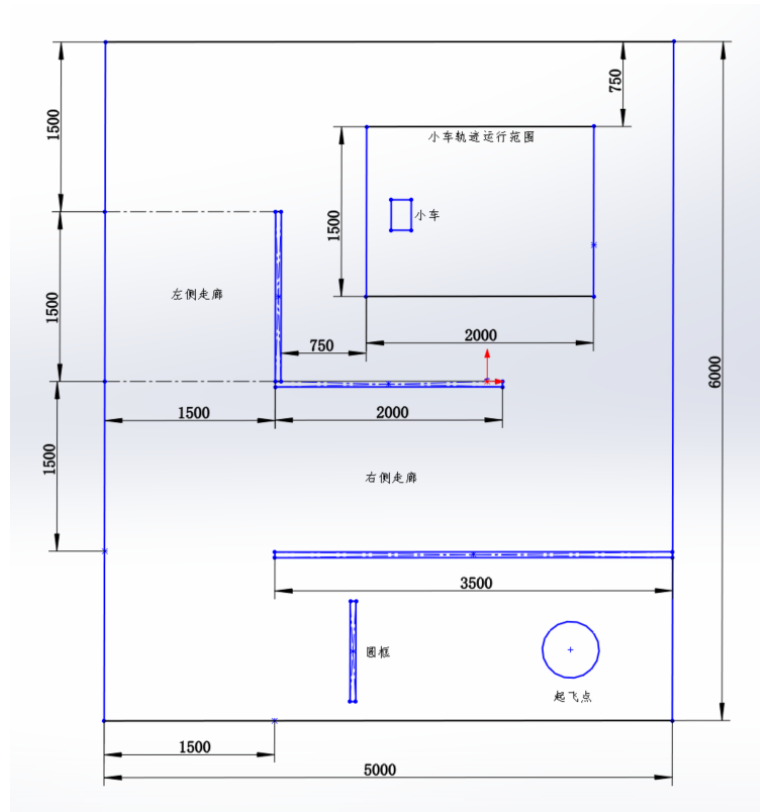


图1: 场地尺寸图

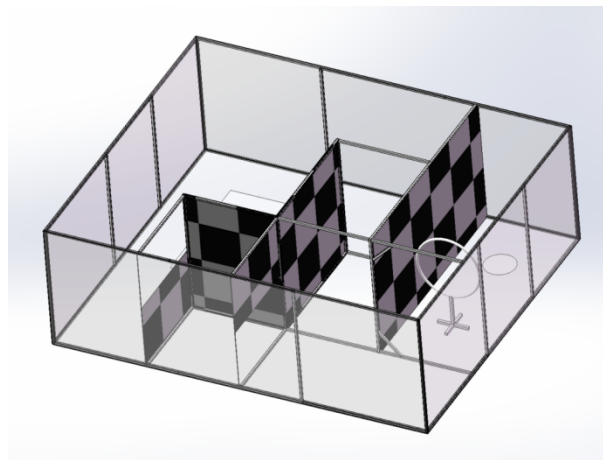


图2: 场地轴测图

说明1:

上图左侧走廊出口处(图中点画线所围区域)有一高度上存在变化的3D障碍,其侧视图和轴测图如下所示,其中侧视图中给出了其中一条可行的无人机通过路径。

说明2:

上图中内部墙面上的黑灰相间的方格图案,仅用于在此图中标示出内部墙壁,不是实际比赛场地里墙壁上的图案。

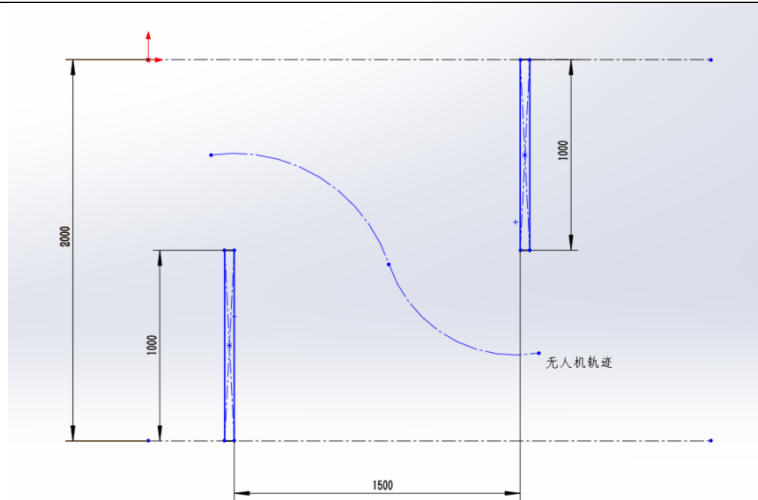


图3：左侧走廊出口侧视图

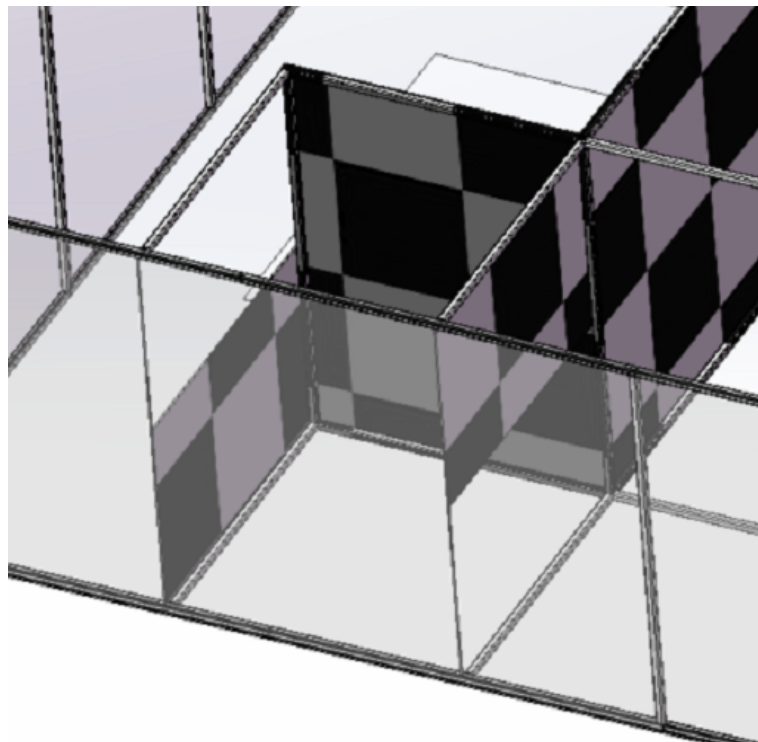


图4：左侧走廊出口侧视图

说明2:

场地右上角有一动态降落区（地图右上的矩形），其内有一巡线小车，巡线速度为0.1m/s，巡线轨迹范围如图1所示，具体巡线轨迹待定（比赛时裁判随机确定）；小车顶部安装有边长800mm的正方形降落平台，降落平台分为外环区域和内环区域（正中心边长400mm的正方形），其中内环中心印刷有“二维码”或“圆H”降落引导标志（比赛时可由参赛队伍自行选择），详见图5、图6所示。

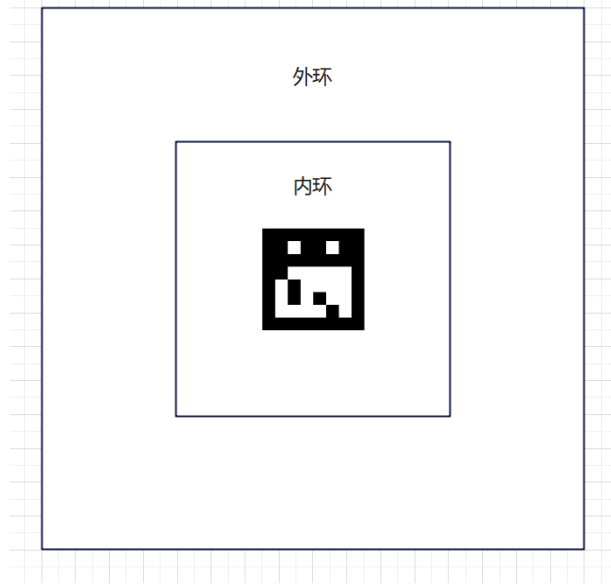


图5：巡线小车降落平台示意



(a) “二维码”标志，边长150mm



(b) “圆H”标志，最外圈直径200mm

图6：降落引导标志

场地尺寸	<p>1、场地尺寸为：长度6000mm，宽度5000mm，高度2000mm。</p> <p>2、比赛区域需要隔离网确保观众安全，当机器人机翼损坏失控，则结束比赛。</p>
场地布置	<p>1、场地墙面布置有图案以增加环境特征点。</p> <p>2、圆形框直径暂定1200mm，圆形框可上下左右移动，比赛时随机确定位置。</p>
场地制作	<p>1. 比赛现场场地，由主办方提供。</p>

比赛场地	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 比赛场地以承办方提供的实际场地为准，可能存在轻微不平坦的情况。</li> <li>2. 参赛机器人必须适应承办方提供的比赛场地。</li> </ol>
<b>赛制流程及评分标准</b>	
比赛时间	1、比赛时间10分钟，比赛时间用尽则终止比赛。
比赛流程	<p>比赛任务共分为四个环节：</p> <p>第一环节为起飞悬停，第二环节为穿圆形框，第三环节为路径规划/避障，第四环节为动态降落。具体比赛流程与成绩评定参考比赛规则。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、第一环节描述： 选手将无人机摆放在指定起飞区域内，无人机自主起飞并稳定悬停不小于5秒钟。</li> <li>2、第二环节描述： 无人机识别圆形框，并飞行穿过圆形框。</li> <li>3、第三环节描述： 无人机根据场地进行路径规划，选择从左侧走廊或者右侧走廊进入动态降落区；其中左侧走廊需经过一处高低障碍，二者得分不同，详细参见评分标准。</li> <li>4、第四环节描述： 无人机对巡线运动小车顶部的降落标志（比赛前参赛队伍自行选择标志图案，不同图案得分不同，详细参见评分标准）进行识别跟踪，并实现动态降落。</li> </ol>

计分标准	其各环节计分标准如下：		
	评分项	分值	评分标准
	第一环节 起飞悬停	10分	无人机自主起飞并稳定悬停5秒钟；
	第二环节 穿圆形框	20分	成功穿过圆形框得满分； 与圆形框有碰撞，扣3分
	第三环节 路径规划	从右侧走廊穿过：25分	成功飞过走廊得满分； 与走廊碰撞一次扣3分
		从左侧走廊穿过：30分	成功飞过走廊得满分； 与走廊碰撞一次扣3分
	第四环节 动态降落	“二维码”标志降落， 无人机中心点位于降落板内环区域上方得25分	未完成降落，但可跟踪小车巡线得10分； 其余情况不得分
“二维码”标志降落， 无人机中心点位于降落板外环区域上方得20分			
“圆H”标志降落， 无人机中心点位于降落板内环区域上方得30分			
“圆H”标志降落， 无人机中心点位于降落板外环区域上方得25分			
比赛计时	从无人机起飞到落地	不计分，仅作排名参考：分值相同情况下，总体用时少者排名靠前	
其它要求	补充说明：		
	(4) 每支参赛队伍有两次比赛机会，取成绩最好的一次为最终成绩；		
	(5) 若无人机完成比赛用时超过规定时间，规定时间内已完成的项目得分有效，正在进行的项目由裁判组酌情判定打分。		
	(6) 若比赛过程中，无人机发生炸机、坠地、触网、损坏等不能继续比赛的情况时，则比赛终止，已完成项目得分有效，正在进行的项目不得分。		
	(7) 参赛队员比赛过程中，除起飞前发送起飞指令外，其余过程不可干预无人机（包括直接接触）；一旦人为干预或遥控接管，视为比赛终止，已完成项目得分有效，正在进行的项目不得分。		
	1、由于比赛中存在高速运动部，因此参赛队员或者工作人员在场地内需要佩戴护目镜等保护用具，否则不允许参加比赛。 2、比赛四个环节前后衔接，不可跳跃进行。 3、两次比赛机会，可使用同一架无人机，也可更换无人机。 4、建议参赛队伍配置飞手，在无人机失控状态下，接管无人机安全落地，以确保人员与无人机的安全。 5、裁判员认为无人机存在严重隐患的，禁止其参加比赛。		

<b>机器人结构要求</b>	
机器人结构	四旋翼无人机，轴距 $\leq 310\text{mm}$ ，尽量安装螺旋桨保护罩，使用PX4开源飞控，其余不做限制。
机器人规格	轴距 $\leq 310\text{mm}$
机器人制作	参赛机器人既可是参赛队自主设计和手工制作的机器人，也可是参赛队购买套件组装调试的机器人，允许这两种情况的机器人同场比赛。
控制方法	仅允许发送起飞指令，发送起飞指令后机器人进入自主飞行模式，起飞后不得进行人工干预，自动完成后续任务直至降落并上锁。
注意事项	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 参赛队伍应确保无人机飞行稳定可靠；</li> <li>2. 比赛过程中，因无人机失控所造成的财产损失及人员伤亡，由参赛队伍自行负责</li> <li>3. 禁止使用如光学动捕、UWB、RTK等外部辅助定位系统；</li> </ol>
禁止事项	禁止机器人在比赛场地外飞行和降落!!!
<b>比赛禁止</b>	
禁止事项	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 禁止以任何危险飞行方式参加飞行比赛；</li> <li>2. 禁止装配锋利物品等危险物品伤害场地设施；</li> <li>3. 禁止内置电波干扰装置；</li> <li>4. 禁止内置粉末、液体和气体等；</li> <li>5. 禁止内置点火装置；</li> <li>6. 不得在脚底安装吸引或吸附装置；</li> <li>7. 不得使用污损场地的物件；</li> </ol> 其他有损比赛进程必须禁止的行为。
<b>参赛队排名</b>	
参赛队排名	1. 全部参赛队的排名方法：先以比赛总分计算名次，总分高者排名靠前；若比赛总分相同，则以完成时间决定比赛排名，耗时少者名次靠前。

## 规则四 无人机自主任务赛02参赛机器人、参赛队员要求

1. 比赛前，各个参赛队需要对机器人进行登记并粘贴标志，赛后需将无人机放置于场地内，直至相关队伍均比赛完毕方可取走已参赛的无人机。
2. 已上场参赛的无人机，不得用于其他队伍参赛。



- 
3. 各参赛队中参赛队员不得存在重复情况，赛前登记时将进行证件复核。
  4. 违背以上比赛规则的参赛队，将取消参赛资格。

## 规则五 裁判工作与裁判责任

1. 裁判工作：组委会邀请裁判，通过现场/线上记分方式评定比赛成绩。
2. 裁判责任：执行比赛的所有规则；核对参赛队伍的资质；审定比赛场地、机器人等是否符合比赛要求；监督比赛的犯规现象；记录比赛的成绩和时间。