
2021 中国工程机器人大赛暨国际公开赛（RoboWork）

空中机器人项目

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

2021 年 4 月版本

工程赛官网: 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。举行空中机器人比赛,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。

空中机器人项目的比赛规则,通常会根据空中机器人技术的发展以及对以往比赛的总结而调整。

比赛目的

设计一个多旋翼机器人,模拟实现大型多旋翼无人机自主飞行,并完成物料搬运与定点投放、自主识别降落区、循线飞行、安全精准着陆等任务。通过比赛,参赛选手应当了解多旋翼机器人的基本概念、飞行原理,掌握多旋翼机器人的基本操控步骤与技巧,进一步了解飞行机器人的位姿估计、导航定位、飞行控制、任务规划等知识,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 空中机器人项目 12

一、比赛分组

(一) 社会力量组 01

1. 小型四旋翼赛 01
2. 中型六旋翼赛 02

(二) 研究生组 02

1. 小型四旋翼赛 01
2. 中型六旋翼赛 02

(三) 本科生组 03

1. 小型四旋翼赛 01

2. 中型六旋翼赛 02

(四) 职业院校组 04

1. 小型四旋翼赛 01

2. 中型六旋翼赛 02

二、比赛任务

1. 空中机器人项目(12)小型四旋翼赛(01): 设计一个小型四旋翼机器人, 要求具备四旋翼无人机的起降、飞行、导航、通信等基本功能, 并完成规定的比赛任务。比赛任务共分为三个环节, 第一环节为物料搬运, 第二环节为自主定点着陆, 第三环节为循线飞行。具体比赛流程与成绩评定参考比赛规则。

2. 空中机器人项目(12)中型六旋翼赛(02): 设计一个中型六旋翼机器人, 要求具备六旋翼无人机的起降、飞行、导航、通信等基本功能, 并完成规定的比赛任务。比赛任务共分为三个环节, 第一环节为物料搬运, 第二环节为自主定点着陆, 第三环节为循线飞行。具体比赛流程与成绩评定参考比赛规则。

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. 第一环节中每个物料的位置精度分值更改为 10 分, 降落精度分值更改为 10 分, 第一环节总分变为 70 分。
2. 原比赛第二环节更改为自主定点着陆。分值变为 100 分。
3. 比赛第三环节为循线飞行, 分值更改为 130 分。

比赛规则

规则一 机器人比赛细则

参赛过程	
参赛过程	1. 提交技术报告; 2. 审定参赛资格; 3. 参加飞行比赛。
技术报告	1. 参赛队需提交机器人制作与调试视频、电子档的技术报告（从大赛官方网站 www.robotmatch.cn 可下载技术报告的模板）; 2. 比赛现场报到时，大赛组委会负责统一收集和拷贝视频材料和技术报告。
参赛资格	1. 通过观看参赛队提交的视频材料和技术报告，进行参赛资格审查; 2. 拥有参赛资格的参赛队，到比赛现场还需进行无线系统的检查; 3. 如果机器人的安全性存在问题，裁判员会提出改善的意见和要求，若无法改善将拒绝该机器人参加比赛。
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. 每个参赛队需要制作样式相近的 2 个机器人，一个机器人上场比赛，另一个机器人作为场外替补; 3. 当场上机器人出现问题时，在比赛时间内可派替补机器人上场继续比赛。如果 2 个机器人都出现问题，即使未到该场比赛结束时间，仍然要结束该场比赛; 4. 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机器人。
比赛场地	
场地使用	下列比赛项目使用场地： 1. 空中机器人项目(12)小型四旋翼赛(01) 2. 空中机器人项目(12)中型六旋翼赛(02)

场地图纸

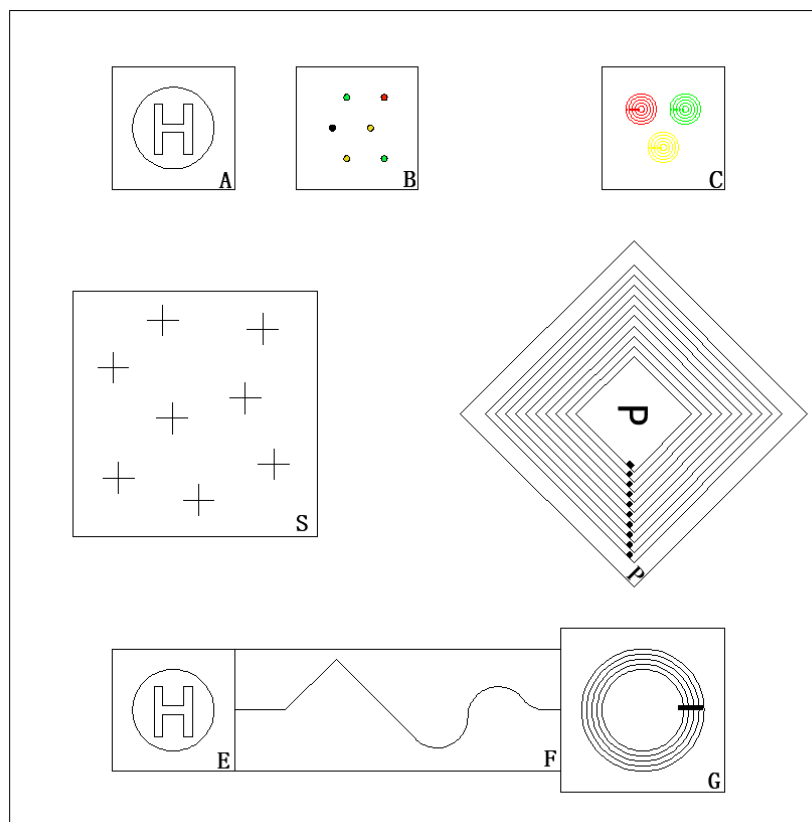


图 1: 场地示意图

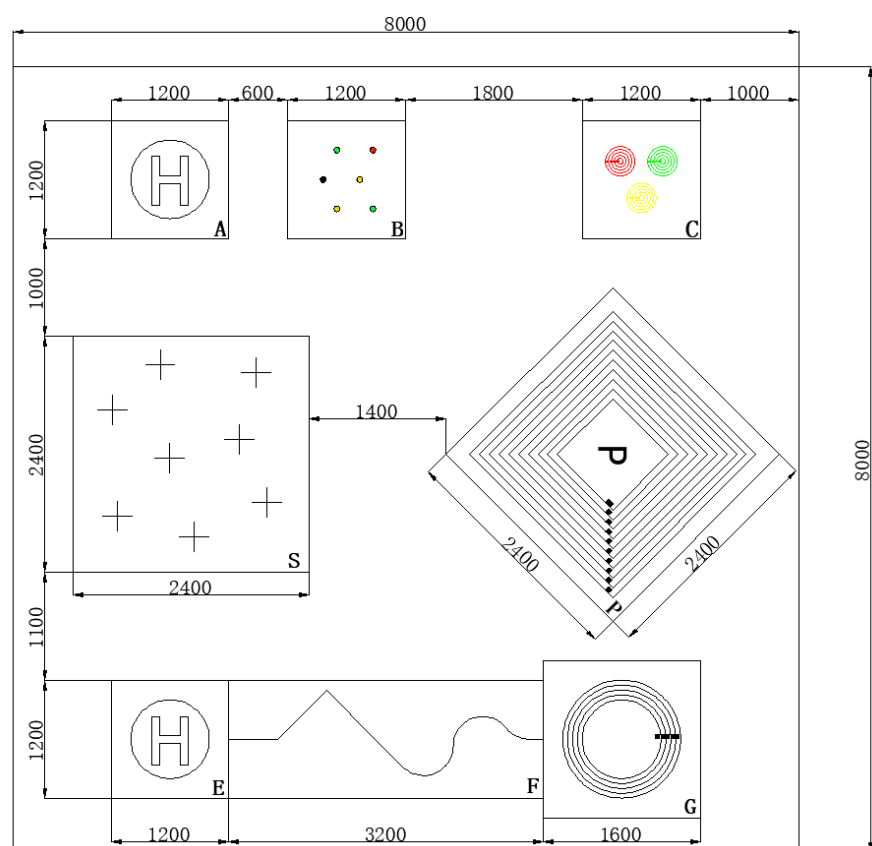


图 2: 场地尺寸图

场地尺寸	1、场地尺寸为：长度$\geq 8000\text{mm}$，宽度$\geq 8000\text{mm}$，高度$\geq 3500\text{mm}$。 2、规则场地图纸是按比例缩小的，且以上场地最外边有 600mm 以上的水平空间。 3、比赛区域需要隔离网确保观众安全，当机器人机翼损坏或失控，则结束比赛。
场地标识	1、起飞区 A：如图所示，以 1200mm $\times$ 1200mm 的方形 KT 板为底座，中间有直径 800mm 的圆形出发区。 2、物料摆放区 B：如图所示，以 1200mm $\times$ 1200mm 的方形 KT 板为底座，中间有 6 个直径 60mm 的三种颜色的圆形，用于摆放物料。 3、物料目标区 C：如图所示，以 1200mm $\times$ 1200mm 的方形 KT 板为底座，同心圆靶环呈等边分布，最外圈圆环直径为 300mm，同心圆轮廓线颜色为红、黄、绿三种，从圆环（物料目标区）中心向外，直径分别为 60mm、120mm、180mm、240mm、300mm，分值标识分别为 5、4、3、2、1，字体高度 20 毫米，宋体，加粗；其中所有中心圆依次填充为绿色、红色、黄色。 4、定点起飞区 S，如图所示，以 2400mm$\times$2400mm 的灯箱布制作，在上面印有八个起飞点，分别记为 S1-S8，八个起飞区除了在场地上的摆放位置外，完全相同。每个起飞点以横、竖均为 200mm 的“十”作为标识，标识线宽为 20mm。场地示意图中的起飞点只是参考，实际起飞点以比赛现场公布的为准。 5、定点降落区 P，如图所示，以 2400mm $\times$ 2400mm 的灯箱布制作，上面印有等间距的方形线框，最内侧的线框边长为 800mm，线框边长由内向外依次增加 140mm，最外侧线框边长 2060mm。每个线框内侧标有分值标识，分值标识分别为 100、90、80、70、60、50、40、30、20、10，字体高度 50mm，宋体，加粗； 6、循迹起飞区 E：与起飞区 A 相同。 7、自主飞行线路 F：为确保真实自主飞行，飞行路线 F 由直线、折线和曲线组成，在飞行路线上标有关键点标识，用于比赛积分。以 3200mm $\times$ 600mm 的长方形 KT 板为底座，KT 板上喷绘纹理清晰分明的图案方便视觉定位，中间寻线标志为宽度约 18mm 的黑色实线。场地示意图中的飞行路线只作为参考，实际飞行路线以比赛现场公布的为准。 8、定点降落区 G：如图所示，以 1600mm $\times$ 1600mm 的方形 KT 板为底座，中间有同心圆形降落区。由 5 个同心圆组成，从圆环（定点降落区）中心向外，直径分别为 800mm、900mm、1000mm、1100mm、1200mm；分值标识从内向外分别为 50、40、30、20、10，字体高度 50 毫米，宋体，加粗。 9、以上所有线条宽度都是 2mm 宽，所有 KT 板都是冷板 5mm 厚。
场地制作	1、使用亚光 PVC 防水背胶纸按尺寸要求绘制并打印 A、B、C、E、F、G 六个场地图纸，打印后贴在 5mm 厚且尺寸与图纸配套的 KT 板上。个别尺寸较大的可以用拼接的方式解决 KT 板底座问题。 2、使用 550 灯箱布按尺寸制作 S、P 两个场地，将场地图形直接喷绘在灯箱布上。 3、需要搬运的物料使用康师傅 350mL 纯净水瓶制作，内用沙子配重，瓶盖用问号钩穿透后连接在一起；纯净水瓶尺寸：直径 60mm，高度 160mm；问号钩尺寸：钩子圆弧直径 50mm，圆弧角度 270°，高度 110mm；制作完成后的物料用红黄绿三种颜色的自喷漆喷成相应颜色；颜色喷好后，在瓶中装入沙子进行配重。

物料制作	1、小型四旋翼物料描述：直径 60mm，高度$\geq$150mm，重 200g 圆柱体 6 个，分别为 2 红色，2 黄色，2 绿色，上方为直径 50mm 的问号形提手。 2、中型六旋翼物料描述：直径 60mm，高度$\geq$150mm，重 500g 圆柱体 6 个，分别为 2 红色，2 黄色，2 绿色，上方为直径 50mm 的问号形提手。 3. 制作方法（推荐）：使用康师傅 350mL 纯净水瓶制作，内用沙子配重，瓶盖用问号钩穿透后连接在一起；纯净水瓶尺寸：直径 60mm，高度 160mm；问号钩尺寸：钩子圆弧直径 50mm，圆弧角度 270°，高度 110mm；制作完成后的物料用红黄绿三种颜色的自喷漆喷成相应颜色；颜色喷好后，在瓶中装入沙子进行配重。
比赛场地	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。 2. 参赛机器人必须适应承办方提供的比赛场地。
赛制流程及评分标准	
比赛时间	1、比赛时间 $\leq$ 10 分钟，比赛时间用尽则终止比赛。
比赛流程	1、比赛分成三个环节，第一环节：物料搬运；第二环节：自主定点着陆；第三环节：循线飞行。 2、第一环节描述： 选手将机器人摆放在 A 区指定起飞区域内，从 A 区起飞，将放置于 B 区的相同形状不同颜色的 6 个物料，按颜色分类搬运到位于 C 区的目标区域。搬运任务完成后，机器人返回出发区 A。 3、第二环节准备过程描述： 机器人在完成第一环节后可以进行时间$\leq$1min 的检修活动；抽签从 S1-S8 八个出发点中选择一个作为第二环节的出发点。 4、第二环节描述： 参赛选手将机器人放在指定的出发点处，机器人从相应出发点处自主起飞，降落到定点降落区 P。 5、第三环节准备过程描述： 机器人在完成第二环节后可以进行时间$\leq$1min 的检修准备活动。 6、第三环节描述： 机器人自主起飞，机器人需从 E 区起飞，然后自主巡线飞行，飞行穿越 F 区，最终在 G 区降落，期间需要基本沿着黑线中心运动，飞行高度限定在 1 米到 2 米之间，期间不能出界。

计分标准	比赛满分 300 分，其各环节计分标准如下： 1、第一环节物料位置精度分值：（满分 60 分） 以物料脱离机器人停止运动后作为计分状态，以物料边缘投影在目标区地面处的最低环数计算得分，其取值范围为 0 至 10 分。物料位于靶心分值最高，取 10 分。 2、第一环节降落精度分值：（满分 10 分） 以机器人降落后机身接触地面处是否全部落在降落圆环中为标准，机器人接触地面处全部在降落圆环中计 10 分，部分在圆环中计 5 分，全部不在圆环中计 0 分。如果第一环节物料放置的得分为 0，则第一环节降落精度分值一律为 0； 4、第二环节降落精度分值：（满分 100 分） 以机器人降落螺旋桨停止转动后为计分状态，以机身接触地面处在目标区的靶位最低环数计算得分，其取值范围为 0 至 100 分。 5、第三环节自主飞行分值：（满分 80 分） 要求机器人主体的投影基本不出界且飞行基本平稳，完成跑道全长任务获得 80 分，完成部分长度任务则以出界时的已完成任务飞行长度按百分比计算得分。 6、第三环节定点降落精度分值：（满分 50 分） 以机器人降落螺旋桨停止转动后为计分状态，以机身接触地面处在目标区的靶位最低环数计算得分，其取值范围为 0 至 50 分。
其它要求	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、三个环节相互独立，每个环节各有两次机会，在比赛进行中，参赛选手可以要求暂停比赛，结束本次比赛机会，并于一分钟内开始使用第二次比赛机会。 在比赛过程中，参赛队员不得以任何方式触碰、调整第一环节中的物料。 3、整个比赛过程中，参赛选手共有一次更换机器人的机会，每个比赛环节结束后，有一次检修调整机器人的机会，在检修调整期间，选手可以更换机器人部分硬件，修改程序以及更换替补机器人，时间不得超过 1 分钟。 4、比赛过程中，发生机器人坠地、触网、损坏等不能继续比赛的情况时，立即结束比赛； 5、裁判员认为机器人存在严重隐患的，禁止其参加比赛。 6、不能人为干预机器人（包括直接接触等）。发生人为干预机器人的现象，记当前分数，比赛终止；
机器人结构要求	
机器人结构	1. 机器人可以在规则允许的条件下，扩展多种传感器来对机器人的比赛过程进行精确控制，以求取得更好的成绩； 3. 机器人需自带相关装置（如挂钩等），用以搬运物料，具体位置不作要求。
机器人规格	四旋翼机器人尺寸，是指机器人在比赛过程中机架所有部位（不包括螺旋桨）展开后测得的最大尺寸；机器人尺寸：长度≤600mm，宽度≤600mm，高度≤600mm；机器人起飞重量不超过 2.0Kg。 六旋翼机器人尺寸，是指机器人在比赛过程中机架所有部位（不包括螺旋桨）展开后测得的最大尺寸；机器人尺寸：长度≤800mm，宽度≤800mm，高度≤800mm；机器人起飞重量不超过 3.0Kg。
机器人制作	1. 机器人的本体结构应满足机器人是“多旋翼机器人”； 2. 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，即允许这两种情况的机器人同场比赛。
控制方法	1. 在第一环节中，可以使用遥控器等装置进行人工遥控； 2. 在第二、第三环节中，起飞后不得进行人工干预，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，自动完成后续任务直至降落。
注意事项	1. 机器人的脚架结构，不允许有以外的支架结构，协助机器人稳固地面； 2. 不允许使用有线方式控制机器人，不允许机器人有物线拖地，不允许机器人有导线与外部系统相连； 3. 比赛过程中，不允许更换机器人控制系统。
禁止事项	1. 禁止机器人在整修区外降落整修；
比赛禁止	
禁止事项	1. 禁止以任何危险飞行方式参加飞行比赛； 2. 禁止装配锋利物品等危险物品伤害场地设施； 3. 禁止内置电波干扰装置； 4. 禁止内置粉末、液体和气体等； 5. 禁止内置点火装置； 6. 不得在脚底安装吸引或吸附装置； 7. 不得使用污损场地的物件； 8. 其他有损比赛进程必须禁止的行为。
参赛队排名	
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。 2. 按大赛通知要求，确定冠亚季军和一二三等奖名单。

规则二 参赛机器人、参赛队员要求

1. 每支参赛队可仅准备 1 个机器人，不准备替补机器人。
2. 比赛前，各个参赛队需要对机器人进行登记并粘贴标识，赛后需将机器人放置于场地内，直至相关队伍均比赛完毕方可取走已参赛的机器人。
3. 已上场参赛的机器人，不得用于其他队伍参赛。
4. 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。
5. 违背以上比赛规则的参赛队，将取消参赛资格。

规则三 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。