
2017 中国工程机器人大赛暨国际公开赛 (RoboWork)

室内空中机器人

比赛规则

适用： 1. 本科院校组 2. 职业院校组

2017 年 2 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

比赛简介

室内空中机器人简介

空中机器人又叫无人机，近年来在军用机器人家族中，无人机是科研活动最活跃、技术进步最大、研究及采购经费投入最多、实战经验最丰富的领域。80 多年来，世界无人机的发展基本上是以美国为主线向前推进的，无论从技术水平还是无人机的种类和数量来看，美国居世界之首位。

为普及空中机器人知识，提高空中机器人的观赏性，推动空中机器人技术的进步，现举行室内空中机器人比赛。

室内空中机器人竞技大赛的规则，通常会根据机器人技术的进步而调整，单纯的胜负并不能代表机器人技术的进步。重要的是，以真正对人有用的机器人为目标，开展机器人的设计制作。

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直升机自主飞行，并完成精准定点飞行与飞行避障、航拍等任务。机器人在比赛场地内飞行，先将不同颜色但相同形状的物料分类搬运到设定的目标区域，再“环游世界”到设定的目标区域，最后在无人遥控下飞行到设定的目标区域。比赛记分根据机器人所放置物料的位置精度（环数）、过环情况、返回情况和飞行时间确定分值。比赛排名由完成时间和比赛记分共同确定。

比赛项目及任务

项目 室内空中机器人

一、比赛分组

(一)、本科院校组

1. 小型四旋翼赛
2. 中型六旋翼赛

(二)、职业院校组

1. 小型四旋翼赛
2. 中型六旋翼赛

二、比赛任务

1. **室内空中机器人项目小型四旋翼赛：**设计一个四旋翼机器人，模拟实现小型四旋翼

无人直升机自主飞行，并完成精准定点飞行与飞行避障、航拍等任务。机器人在比赛场地内飞行，先将不同颜色但相同形状的物料分类搬运到设定的目标区域，再“环游世界”到设定的目标区域，最后在无人遥控下飞行到设定的目标区域。比赛记分根据机器人所放置物料的位置精度（环数）、过环情况、返回情况和飞行时间确定分值。比赛排名由完成时间和比赛记分共同确定。

2. 室内空中机器人项目中型六旋翼赛：设计一个六旋翼机器人，模拟实现大型六旋翼无人直升机自主飞行，并完成精准定点飞行与飞行避障、航拍等任务。机器人在比赛场地内飞行，先将不同颜色但相同形状的物料分类搬运到设定的目标区域，再“环游世界”到设定的目标区域，最后在无人遥控下飞行到设定的目标区域。比赛记分根据机器人所放置物料的位置精度（环数）、过环情况、返回情况和飞行时间确定分值。比赛排名由完成时间和比赛记分共同确定。

比赛规则

规则一 机器人比赛

参赛过程	
参赛过程	<ol style="list-style-type: none">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	<ol style="list-style-type: none">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	<ol style="list-style-type: none">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	<ol style="list-style-type: none">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，另一个机器人作场外替补队员;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，没有机器人可以上场比赛，即使还有比赛时间没有用完，仍然要结束这场比赛;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： <ol style="list-style-type: none">1. 室内空中机器人项目小型四旋翼赛2. 室内空中机器人项目中型六旋翼赛

	<p style="text-align: center;">图 1：场地示意图</p> <p style="text-align: center;">图 2：场地尺寸图</p>
场地尺寸	<p>1、场地尺寸为：长度$\geq 8000\text{mm}$，宽度$\geq 8000\text{mm}$，高度$\geq 3500\text{mm}$；</p> <p>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。</p> <p>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。</p>
场地标识	<p>1、起飞区 A：如图所示，以 $1200\text{mm} \times 1200\text{mm}$ 的方形 KT 板为底座，中间有直径 800mm 的圆形出发区。</p> <p>2、物料摆放区 B：如图所示，以 $1200\text{mm} \times 1200\text{mm}$ 的方形 KT 板为底座，中间</p>

	<p>有 6 个直径 60mm 的三种颜色的圆形，用于摆放物料。</p> <p>3、物料目标区 C：如图所示，以 1200mm × 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。</p> <p>4、降落整修区 D：如图所示，以 1200mm × 1200mm 的方形 KT 板为底座，中间有直径 800mm 的圆形降落区。</p> <p>5、方形木框 T1, T2, T3：如图所示，以 30mm × 40mm 方木制作 1200mm × 1200mm 边长的正方形用于小型四旋翼的穿越飞行，以 30mm × 40mm 方木制作 1600mm × 1600mm 边长的正方形用于中型六旋翼的穿越飞行。方形木框 T1 离地高度为 900mm，方形木框 T2 离地高度为 600mm，方形木框 T3 离地高度为 1200mm。方形木框 T1 的颜色为绿色，方形木框 T2 的颜色为红色，方形木框 T3 的颜色为黄色。</p> <p>6、降落整修区 E：如图所示，以 1200mm × 1200mm 的方形 KT 板为底座，中间有直径 800mm 的圆形降落区。</p> <p>7、自主飞行线路 F：为确保真实自主飞行，飞行路线 F 由直角和直线组成，具体图案现场确定，以 3200mm × 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，中间用宽度 18mm 的黑色电工胶带粘贴出寻线标志，</p> <p>8、定点降落区 G：如图所示，以 1600mm × 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；</p> <p>9、以上所有线条宽度都是 2mm 宽，所有 KT 板都是冷板 5mm 厚。</p>
场地制作	<p>1、使用亚光 PVC 防水背胶纸按尺寸要求绘制并打印 A、B、C、D、E、F、G 七个场地图纸，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。</p> <p>2、方形木框 T1、T2、T3 用 30mm × 40mm 方木配合铁钉等五金工具制作；木框完成后为了保证稳定性，在每个方框的角上用加强筋予以固定，加强筋尺寸具体如图 3；木框完成后用木制底座支架支撑到预定高度，同时用红黄绿三种颜色自喷油漆进行上色。</p> <div data-bbox="654 1500 1141 1713" data-label="Diagram"> </div> <p>图 3：方形木框截面尺寸及加强筋位置示意图</p> <p>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。</p>

物料制作	<p>1、小型四旋翼物料描述：直径 60mm，高度\geq150mm，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 的问号型提手。</p> <p>2、中型六旋翼物料描述：直径 60mm，高度\geq150mm，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 的问号型提手。</p> <p>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。</p>
比赛场地	<p>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；</p> <p>2. 参赛机器人必须适应承办方提供的比赛场地。</p>
空中机器人赛制流程及评分标准	
比赛时间	1、比赛总时间 \leq 15 分钟，比赛时间用尽则终止比赛。
比赛流程	<p>1、比赛分成三个环节：第一环节：遥控飞机搬运 6 个物块到指定区域；第二环节：遥控飞机穿越 3 个高度不同的方框；第三环节：飞机自主飞行飞越跑道并定点降落。</p> <p>2、第一环节描述： 选手将飞机摆放在 A 区指定起飞区域内，从 A 区起飞，将不同颜色但相同形状的物料分类搬运到设定的目标区域。搬运任务完成后，降落至 D 区。</p> <p>3、第二环节准备过程描述： 飞行器在完成第一环节在 D 区降落后可以进行时间\leq1min 的检修活动。</p> <p>4、第二环节描述： 遥控机器人依次按顺序穿越方框 T1、T2、T3。穿越任务完成后，降落至 E 区。</p> <p>5、第三环节准备过程描述： 飞行器在完成第二环节在 E 区降落后可以进行时间\leq1min 的检修准备活动。</p> <p>6、第三环节描述： 自主飞行，通过 PC 端地面站控制机器人自主起飞，机器人需从 E 区穿越 F 区飞行到 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。</p>
计分标准	<p>比赛满分 300 分，其各环节计分标准如下：</p> <p>1、第一环节物料位置精度分值： 以物料脱离机器人后的最终状态时的位置所对应的垂直投影点处在目标区的靶位环数最高分计算得分，其取值范围为 0 至 20 分。物料位于靶心分值最高，取 20 分。（满分 120 分）</p> <p>2、第一环节降落精度分值： 以飞行器降落后机架投影是否全部落在降落去圆环中为标准，飞行器投影全部在降落圆环中计 30 分，部分不在圆环中计 10 分，全部不在圆环中计 0 分。（满分 30 分）</p> <p>3、第二环节穿越方框分值：穿过方框 T1 获得 10 分，穿过方框 T2 获得 10 分，穿过小圆环获得 10 分。（满分 30 分）</p> <p>4、第二环节降落精度分值：</p>

	<p>以飞行器降落后机架投影是否全部落在降落去圆环中为标准，飞行器投影全部在降落圆环中计 20 分，部分在圆环中计 10 分，全部不在圆环中计 0 分。（满分 20 分）</p> <p>5、第三环节自主飞行分值： 要求飞行器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 50 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。（满分 50 分）</p> <p>6、第三环节定点降落精度分值： 以飞行器降落后的最终状态时的位置所对应的垂直投影点处在目标区的靶位环数最高分计算得分。其取值范围为 0 至 50 分。物料位于靶心分值最高，取 50 分。（满分 50 分）</p>
其它要求	<p>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。</p> <p>2、三个环节相互独立，每个环节各有两次机会。</p> <p>3、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；</p> <p>4、裁判员认为飞行器存在严重隐患的，禁止其参加比赛。</p> <p>5、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；</p>
机器人结构要求	
机器人结构	<p>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；</p> <p>3. 机器人需自带挂钩，用以搬运物料，具体位置不作要求。</p>
机器人规格	<p>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\leq600mm，宽度\leq600mm，高度\leq600mm；机器人起飞重量不超过 2.0Kg。</p> <p>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\leq800mm，宽度\leq800mm，高度\leq800mm；机器人起飞重量不超过 3.0Kg。</p>
机器人制作	<p>1. 机器人的本体结构应满足机器人是“多旋翼机器人”；</p> <p>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。</p>
控制方法	<p>1. 遥控环节采用基于无线电收发系统的手动控制（要求使用遥控器或者手机 APP）；</p> <p>2. 自主飞行采用地面站（GCS）控制飞行。</p>
注意事项	<p>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；</p> <p>2. 参加遥控组比赛的机器人，必须采用无线遥控方式，不允许使用有线方式控制，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；</p> <p>3. 比赛进入自主飞行环节，必须采用自动控制方式，依靠搭载在机器人本体的微控制器、传感器等来感知周围环境，不允许依靠外部设备运行或感测进行计算或引导；</p> <p>4. 比赛过程中，不允许更换控制系统。</p>

禁止事项	1. 禁止机器人在整修区外降落整修，强调机器人的飞行滞空；
比赛禁止	
禁止事项	<ol style="list-style-type: none"> 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。
赛场比赛过程	
小组赛抽签	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在大赛报到处，组委会有专人负责收集和拷贝“空中机器人比赛”的视频材料和技术报告，组织和记录参赛队领队通过抽签获得的顺序编号； 2. 按参赛队抽取的顺序编号，进行比赛。
公告表	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在比赛现场的公示栏上，组委会张贴比赛时间安排； 2. 各参赛队需要尽快熟悉场地区和快速维修区，进行赛前调试。
参赛队排名	<ol style="list-style-type: none"> 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；若比赛时间也相同，则相同排名的队伍在现场裁判的指导下，则进行一轮附加赛。 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 参赛机器人数量

1. 每支参赛队可准备 1 个机器人，不用替补队员。
2. 比赛前，各个参赛队需要对机器人进行登记并粘贴标识。
3. 参赛队准备的 1 个机器人，只能代表一支队伍参加比赛。
4. 违背比赛规则的机器人，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。