

智能授粉

一、赛题背景

随着全球人口增长与耕地资源日益紧张，提高农作物单位面积产量成为保障粮食安全的重大课题。传统人工授粉多采用花对花授粉、毛笔蘸粉、手动或电动喷粉等方式，劳动强度大、作业效率低、成本高昂，已难以满足现代农业规模化、智能化的发展需求。智能授粉机器人融合移动机器人技术、机械臂精准操作、无人机协同作业、计算机视觉识别、多传感器融合等前沿技术，为农业授粉作业提供了自动化、智能化的全新解决方案。

本赛题聚焦智能授粉机器人在复杂农业场景中的自主导航、目标识别、精准作业与空地协同等关键技术，旨在激发高校学生在机器人系统设计、计算机视觉算法研发、自主控制与路径规划等领域创新能力，推动人工智能与现代农业的深度融合，为智慧农业发展储备复合型技术人才。通过备赛与竞技，培养学生的多学科知识综合运用能力、系统构建能力、团队协作能力与创新实践精神。

二、比赛形式

报名结束后，根据报名情况确定比赛形式，具体以组委会文件通知为准。比赛前发布赛制说明。比赛分为三个阶段：初赛（各院校可参照复赛比赛规则自行组织并推荐）、复赛、全国总决赛。

三、参赛机器人要求

机器人需配备语音播报模块。

机器人及无人机的本体垂直投影尺寸均不得超过 400mm×400mm。

除启动、停止及紧急制动功能允许遥控外，比赛任务须由机器人及无人机自主完成。

机器人应适应比赛场地，不得使用麦克纳姆轮、全向轮等不适宜农业环境的车轮，也禁止使用履带式底盘等易损坏场地的移动装置。

机器人、无人机可以自制，也可购买散件后组装。为保证竞赛公平性，相关参数限制建议如表 1 所示。部分不能自行设计、加工、改造的队伍，可联系赛项负责人咨询标准道具购置事宜。

授粉机器人需具备以下核心功能：自主导航、智能避障、花朵雌雄自动识别、手眼协调、动态误差校准、授粉量控制、作物生理特性保护、空地协同作业、无人机路径规划及定点停靠等。

表 1 机器人相关参数限制

项目	参数要求
机器人本体收纳尺寸	长×宽≤400mm×400mm，高度不限
无人机尺寸	本体垂直投影≤400mm×400mm
移动底盘	禁止使用麦克纳姆轮、全向轮、履带式底盘
主控单元	CPU 主频≤2.0GHz，NPU 或 GPU INT8 算力≤3T
传感器	需配备至少 1 个彩色摄像头用于花朵识别
电源	锂电池电压不得超过 12.6V
语音模块	需具备语音播报功能
通信方式	机器人及无人机须自主运行，除启动、停止及紧急制动外禁止遥控

四、场地与道具

参加本比赛的队伍需遵循大赛总规则。

（一）场地规格

比赛场地为 3790mm×3000mm 的长方形区域（尺寸误差±3cm）。场地为 UV 刀刮布打印地图，地图采用纤维布材料哑面 UV 无缝喷绘，表面带细纹纹理点状颗粒，具有防水防晒、油性 UV 墨水不掉色特性。仿真场景与场地规格示意图 1，比赛场地分为 ABCD 四个区。白色虚线为 A、B、C、D 区的区域划分线，市级比赛场地中没有。现场搭建的比赛场地，尺寸或规格以承办单位提供的场地为准。

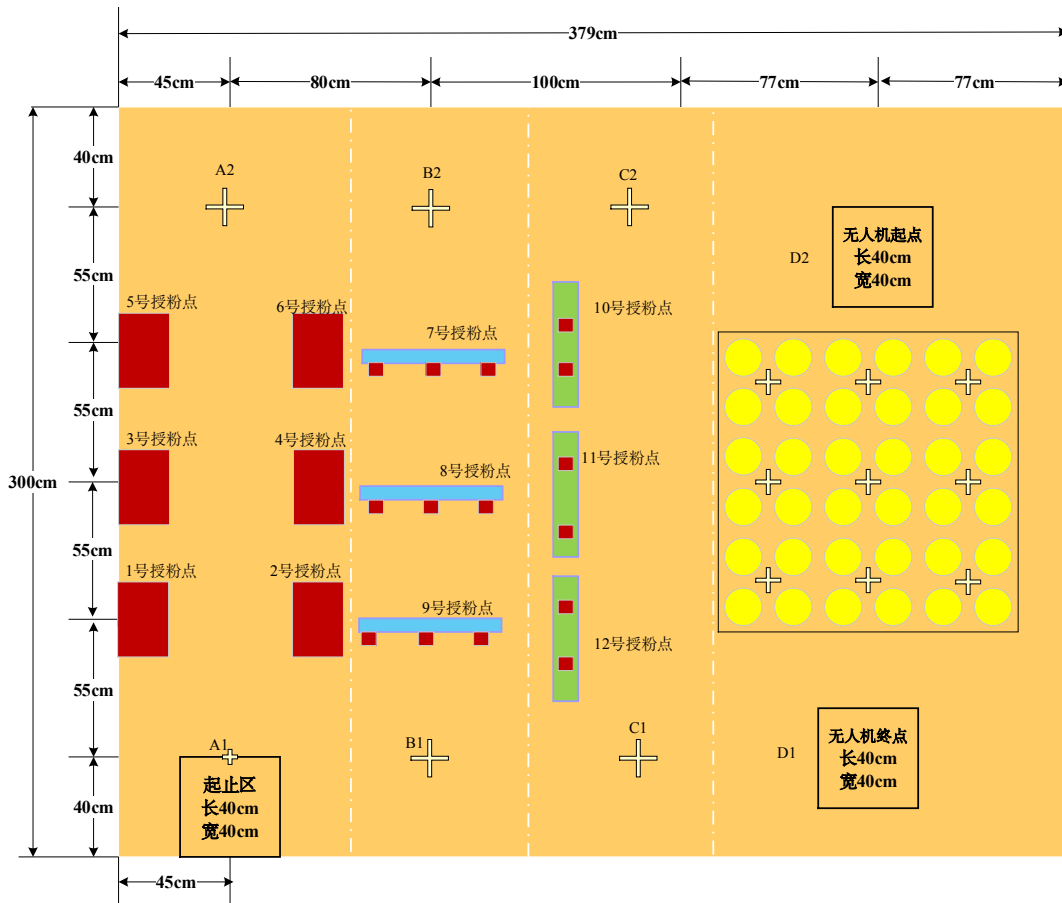


图1 授粉机器人竞赛场地规格

A 区——低矮作物区：道具具有支架与硬质木板，硬质木板长 200mm、宽 80mm，标靶最低处距地面 250mm，倾斜角 α 为 140° ，如图 2 所示。每个标靶区域通过双面胶固定一张印有 3 朵花的绿色卡纸，3 朵花分布在标靶对称轴线上，相邻花朵间距 $\geq 30\text{mm}$ 。A 区道路两旁随机排列 6 个授粉点（左右各 3 个，间距不固定），共 18 朵花，雌花和雄花各 9 朵。

B 区——藤蔓作物区：道具架宽 640mm、高 700mm，由两个平行等长的 20 型材支撑，底部连接十字脚架。顶部粘贴长 640mm、宽 50mm、厚 10mm 的硬质 PVC 板，正反面均贴有长 600mm、宽 50mm 的白色卡纸，每张卡纸分布 3 朵花，正反两面共 6 朵花。B 区平行摆放 3 组靶样，标式如图 3 所示。相邻道具间距 500-600mm，共 18 朵花，雌花和雄花各 9 朵，如图 3 所示。

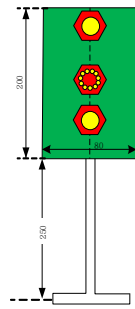


图2 A区标靶样式

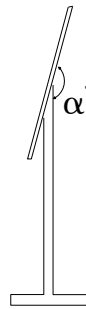


图3 B区标靶样式

C区——田垄蔬菜作物区：道具由花盆与仿真花朵组成，道路一旁排列图4所示的3个花盆样式授粉点，摆放3朵雌花和3朵雄花，具体摆放安排由裁判决定。

D区——自花授粉密集种植区以：无人机起飞区、降落区以及授粉区。授粉区图5所示，边长1100mm正方形，内部粘贴6×6雌雄同体花。

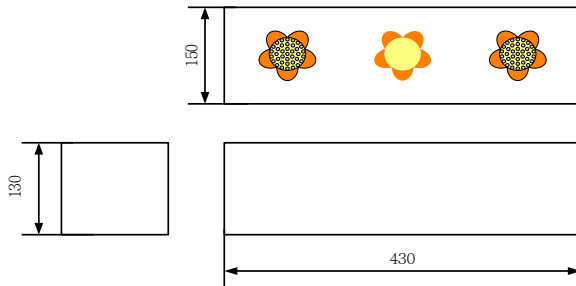


图4 C区花盆样式

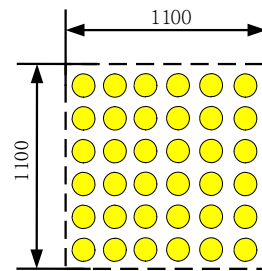


图5 D区场地示意图

(二) 花朵样式规范

A区雄花和雌花内接直径50mm圆的正六边形：雌花花蕊为直径30mm的黄色圆；雄花在直径30mm的圆周上均匀分布若干直径10mm的黄色圆。D区雌雄同体花为直径50mm的黄色圆，如图6所示。

B区和C区的雌花与雄花拥有5个半椭圆形的橘黄色花瓣，内接于直径50mm圆内，雌花和雄花的花蕊均为30mm直径的黄色圆，其中，雄花花心的淡黄色圆内，分布着若干5mm直径的淡紫色圆，如图7所示。

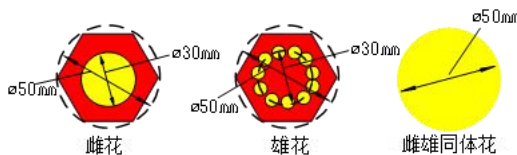


图6 A、D区花朵样式

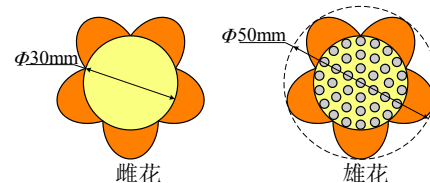


图7 B、C区花朵样式

比赛场地三维场景如图8所示，ABCD四个区比赛道具，均由志愿者负责更换。现场搭建的比赛场地，有关尺寸或规格，如有出入，以承办单位提供的场地为准。

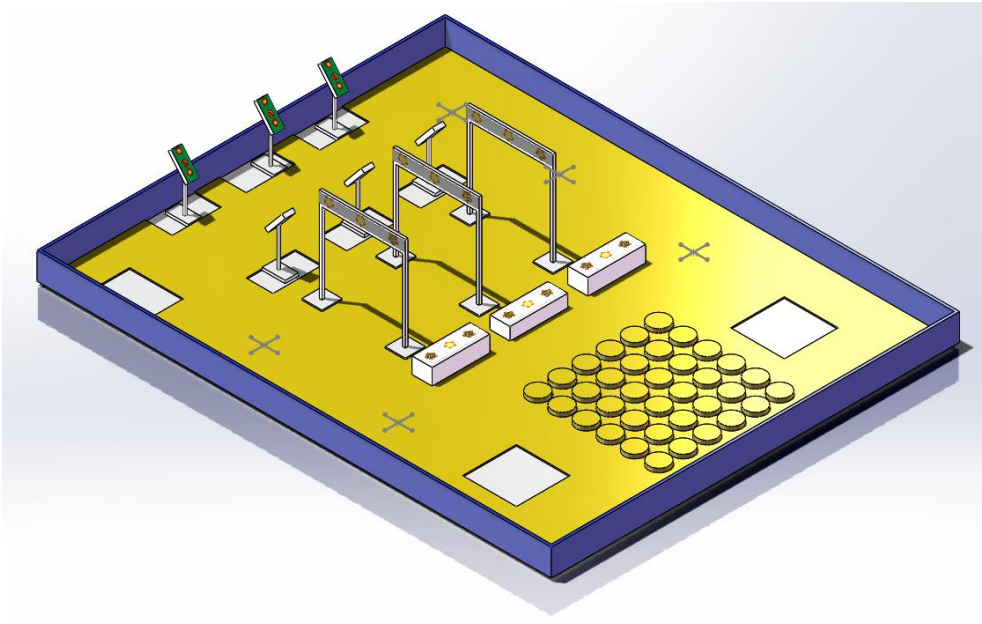


图 8 授粉机器人竞赛场地三维场景示意图

五、任务描述

比赛包含以下四项任务，机器人从起点出发后可自行选择前往 A、B、C 三区的作业顺序、D 区任务由无人机完成：

任务 1：依次识别 A 区靶标上的雌花和雄花，播报识别结果，一个靶标一播报，然后对雌花授粉。A 区靶标共摆放 18 朵花朵。

任务 2：识别 B 区雌花和雄花，播报识别结果，一个靶标识别一播报，然后对雌花授粉。B 区藤蔓共有 18 朵花朵。

任务 3：识别 C 区雌花和雄花，播报识别结果，一个田垄一播报，然后对雌花授粉。田垄道具共摆放 6 朵花朵。

任务 4：无人机自动识别大田作物行间距，沿着 9 个大田作物校正点完成授粉作业。

任务 1、2、3 的机器人授粉流程如下：

精准定位：机械臂携带黑色记号笔，通过视觉识别系统锁定雌花特定的授粉点。

模拟蘸取：以记号笔笔尖模拟“毛笔蘸取花粉”的动作状态。

轻触授粉：在授粉点上单次轻触花蕊，在花蕊上留下清晰可见的圆形墨点。

判定标准：墨点完整、位于花蕊区域且未完全在花蕊区域内，即视为该花授粉成功。

任务 4 的玉米、水稻等大田作物无人机授粉作业，核心原理是：无人机而是利用旋翼产生的下压风力，吹动父本和母本植株剧烈晃动、相互碰触，从而抖落父本花粉，完成对母本的天然授粉（模拟人工拉绳“赶粉”）。 所以该任务的竞赛考核重点：无人

机飞行的“直线度”与航线稳定性，因为只有飞得直、高度稳，才能保证整条作业带的风力均匀，授粉效果一致。

（一）作业流程

1. 自动识别与定位

无人机起飞后，通过视觉或雷达识别大田作物行距与冠层高度，在田间预设 9 个校正点（沿作业带方向等距分布，位于同一理论直线）。

2. 定点校正与直线基准建立

无人机依次飞越 9 个校正点，机载系统实时比对实际位置与理论航线的偏差。每经过一个校正点，飞控自动微调航向，确保机头与下一校正点完全对齐，将整条作业轨迹锁定为一条笔直的基准线。

3. 直线飞行与风力授粉

无人机沿校正点锁定的直线，保持固定高度（如距冠层 0.5~1 米）匀速直线飞行。飞行全程严禁大幅转向或左右摆动，旋翼持续输出的稳定风力垂直下压，迫使两侧植株相互碰擦，实现花粉传播。

（二）评判标准（核心）

直线度：无人机机身投影是否经过各校正点圆心；（10 分）

航向稳定性：飞行过程中机身横滚与偏航角波动范围；（10 分）

高度一致性：与冠层距离的浮动误差。（10 分）

（三）评判依据

直线度：观察无人机机身投影是否始终贴合 9 个校正点连成的直线飞行。全程基本压线飞行，肉眼未见明显左右偏移（10 分）；偶尔轻微偏离校正点连线，但未跨出作物行（6 分）；频繁左右摆动，机身投影多次越过相邻作物行（3 分）；全程 S 形走位，脱离预定航线（0 分）。

航向稳定性：观察无人机机头指向是否与飞行方向一致，有无频繁“甩尾”或左右摇晃。无人机飞行方向始终指向正前方，其飞行姿态平稳，无晃动（10 分）；偶有轻微左右摆动（像“喝醉”），但能快速回正（6 分）；频繁左右摇摆，机身明显侧倾或晃动剧烈（3 分）；飞行中大幅度转向或原地打转（0 分）——无效作业。

高度一致性：观察无人机与作物冠层顶部之间的距离变化，肉眼判断是否“忽高忽低”。与冠层顶部距离基本恒定，肉眼看不出起伏（10 分）；偶尔明显升高或降低，但未接近地面——触碰到植株（6 分）；频繁起伏，多次接近地面——擦碰植株顶部（3 分）；高度突变，直接撞入植株丛或飞出视野范围（0 分）——有重大安全隐患。

六、评分标准

每队共有两次比赛机会，每次比赛不超过 10 分钟的队伍加 5 分。

现场竞技评分细则见表 2。花朵识别判定以机器人语音播报为准，机器人播报内

容与裁判人眼识别结果一致即获得相应积分。

所有参赛设备（含地面机器人及无人机）须在出发前或起飞前，置于起点区标准起始框内进行垂直投影检录。裁判从正上方俯视，以设备整体（含所有展开机构）的水平投影为判定依据。

表 2 智能授粉算法应用赛的赛项评分表

参赛队伍名称								
起点投影得分（完全投影 10 分、部分投影 5 分、无投影 0 分）								
起点语音播报（语音播报参赛信息 10 分，无播报 0 分）								
A 区授粉点		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A 区总分
自主找寻授粉点（1 分/个）								
语音播报 （正确+1 分/朵错误-1 分/朵）								
授粉情况	雌花完全授粉（2 分/朵）							
	雌花部分授粉（1 分/朵）							
	雄花授粉（-2 分/朵）							
B 区授粉点		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B 区总分
自主找寻授粉点（1 分/个）								
语音播报 （正确+1 分/朵错误-1 分/朵）								
授粉情况	雌花完全授粉（2 分/朵）							
	雌花部分授粉（1 分/朵）							
	雄花授粉（-2 分/朵）							
C 区授粉点		C1		C2		C3		C 区总分
自主找寻授粉点（1 分/个）								
语音播报 （正确+1 分/朵错误-1 分/朵）								
授粉情况	雌花完全授粉（2 分/朵）							
	雌花部分授粉（1 分/朵）							
	雄花授粉（-2 分/朵）							
D 区授粉	标记悬停 1 分/每标记，共 9 个	飞行直线度 （10 分）		航向稳定性 （10 分）		高度一致性 （10 分）		D 区总分
无人机起点区投影得分（完全投影 10 分、部分投影 5 分、无投影 0 分）								
无人机降落终点区投影得分（完全投影 10 分、部分投影 5 分、无投影 0 分）								
机器人返回终点投影得分（完全投影 10 分、部分投影 5 分、无投影 0 分）								
比赛用时				10 分钟内完赛加分				
比赛成绩合计								
参赛队伍签字								
裁判签字								

投影完全在框内者直接获得参赛权；投影部分超出者允许在 5 分钟内完成物理调整并复检，通过后以扣减 5 分处理；投影完全超出者或复检仍未通过者，禁止参加后续所有环节。

机器人出发时能自动语音播报参赛信息，得 10 分；无播报则该项不得分。

机器人在规定时间完成所有授粉作业并返回起点区，且机器人返回起点区整体垂直投影完全落在起点区内，得 10 分；部分在内得 5 分。

授粉作业时，机器人能成功进入授粉区且定位到授粉点，每个授粉点得 1 分；正确识别雌花并播报，每朵得 1 分；授粉标记完全在雌花花蕊中，每朵 2 分；部分在雌花花蕊中，每朵 1 分。正确识别雄花并播报，每朵 1 分。

D 区无人机作业时，完成授粉任务降落在终点区，无人机垂直投影完全落在终点区内，得 10 分，部分在终点区内，得 5 分；无人机投影依次通过每个地面十字标记点并悬停 2-3 秒，每个标记点得 1 分。

语音播报花朵雌雄属性错误，每次扣 1 分；在雄花上错误授粉，每次扣 2 分；若碰撞其它道具或机器人出线，则立即终止比赛。

七、技术报告

智能授粉算法应用赛的技术报告得分，最高 30 分，技术报告的评价角度，详见表 2。

表 2 智能授粉算法应用赛技术报告评价角度

序号	评分项	分值	评分标准
1	系统架构设计	10 分	优秀：10 分；良好：6 分；一般：2 分；不合格：0 分
2	核心算法方案	10 分	花朵识别、授粉作业等算法方案的可行性
3	技术创新点	10 分	在技术实现上有独特创新或优化

八、排名规则

竞技成绩取两次中的最高分。竞技成绩加技术报告得分为队伍最终比赛得分。

参赛队伍的排名将首先依据比赛得分确定，得分高者排名靠前。若出现得分相同的情况，则在得分相同的队伍中，按其竞技比赛完成时间进行二次排序，用时较短者排名靠前。

九、比赛流程与作品提交

(1) 大赛采用线上平台报名方式，报名官网：www.aicomp.cn。

(2) 复赛，详见复赛通知。

(3) 总决赛，提交技术文档及软件源码，比赛形式一般以线下为主，遇不可抗力因素，举办形式以大赛组委会通知为准。

(4) 赛程规范

1. 线上比赛

如进行线上比赛，参赛队伍按照组委会要求提交相关文件，包括但不限于技术报

告、软件源码及录屏视频。格式要求：

视频文件：一镜到底录制，清晰展示机器人自主运行和识别播报

软件源码：以压缩包形式提交

技术报告：详细阐述系统架构设计、核心算法方案及技术创新点

2. 线下比赛

①赛前准备：比赛开始前 15 分钟内须完成检录，未按时检录视为弃权。每队赛前有 3 分钟准备时间。

②比赛流程：机器从起点出发，可选择前往 A、B、C、D 区的顺序进行授粉作业。比赛过程中禁止充电。每轮仅允许一名队员入场进行安全监护，但不得干扰比赛，其他任何影响比赛的行为均被禁止。比赛共进行两轮，每队每轮上场一次；若放弃某轮比赛，则该轮成绩计 0 分，最终成绩取两轮中较高分。

③结束与判罚：每场比赛限时 10 分钟，时间到即结束，仅计算 10 分钟内的得分。入场队员不得接触机器人，若发生触碰，则当场比赛立即终止，并以触碰前获得的分数作为该轮成绩。机器人在作业区域静止超过 10 秒，以静止前完成任务得分为准；机器人在起点区域静止超过 10 秒，以静止前完成任务得分为准；参赛队员举手向裁判示意结束，以举手前完成任务得分为准；参赛队员触碰机器人，终止比赛，以触碰前完成任务得分为准；参赛队员遥控机器人或无人机，立即终止比赛，该队伍无现场比赛成绩。授粉机器人中途失控时，立刻终止比赛，以机器人失控前成绩为准；无人机在 D 区作业时失控，D 区成绩无效。

每次比赛结束后，参赛队员须立即与裁判确认成绩，并在成绩表上签字，若未签字离开场地，成绩将以裁判的打分表结果为准。

十、备注说明

线下比赛时比赛场地以组委会提供为准，最终比赛场地可能与图示场地略有差异。线下比赛时参赛机器人必须适应组委会提供的比赛场地和物料。

在有争议的情况发生时，可以申请大赛裁判长介入，也可以申请大赛仲裁委员会介入调查。比赛现场的突发情况，以组委会的裁决为准。

规则的最终解释权归大赛组委会所有。

十一、联系方式

赛题负责人：史颖刚

手机号码：15829092129

邮箱：syg9696@nwafu.edu.cn

赛题交流 QQ 群：920832711，参赛队伍务必加入赛题交流 QQ 群。

推荐设备联系方式：15127319525、13466680589。