

激光除草机器人比赛规则

比赛任务：使用激光除草机器人在规定时间和范围内完成真实生产场景下杂草精准识别定位、激光高效清除与作物损伤控制作业。

一、比赛条件

（一）比赛场地

比赛场地为室外真实农田环境。以机器人轮距内侧宽度的2倍作为单条独立赛道的宽度，各赛道相互独立，相邻赛道间距大于2米。每条赛道的总尺寸按功能划分为三部分：出发区（离场区）、作业区、转向区。各区域四周设有醒目指示牌。此外，另设一块长30米、宽10米的数据采集区。

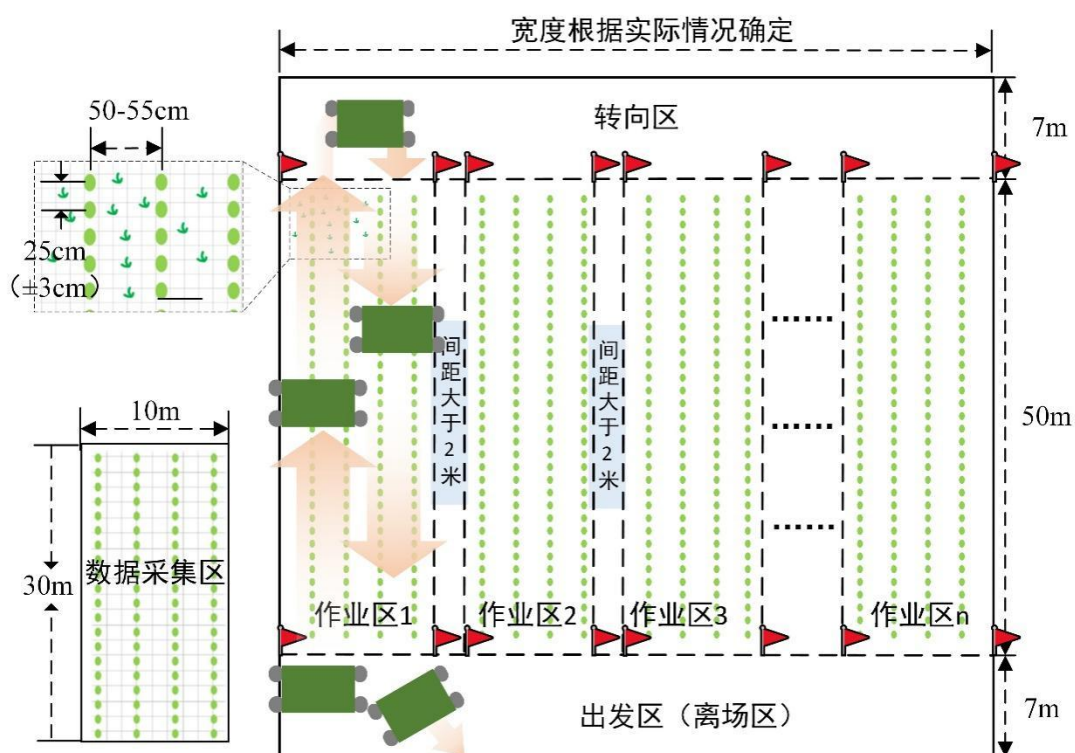
1.出发区（离场区）：长7米，宽度为单条赛道宽度。用于机器人赛前准备、启动及比赛完成后的离场。

2.作业区：长50米，宽度为机器人轮距内侧2倍。为核心除草作业区域，机器人需在此区域内完成全范围除草任务。

3.转向区：长7米，宽度为单条赛道宽度。用于机器人作业至赛道末端后的掉头转向。

4.数据采集区：长30米、宽10米。该区域内的作物和杂草均比作业区提前3天种植。比赛前3天，参赛队伍可进入该区采集杂草数据集。

比赛场地简图、各区域尺寸及功能如下：



比赛场地简图

(二) 作物区

各赛道作业区全区域均匀种植玉米作物（苗期），平地种植，不垄作。参数大致控制为：作物行距50-55厘米、株距25厘米（±3厘米），作物冠层直径控制在5-8厘米。

(三) 杂草区

1. 杂草种类：选定藜草作为杂草。

2. 杂草密度与抽样方式：赛前不设固定标记区，采用全区域网格随机隐蔽抽样法。现场对每个赛道随机抽取10处0.25平方米的抽样方格，对抽样方格的四角做隐形标记并严格保密，每处抽样方格内的杂草数量为10-15株，当场记录

初始杂草数量并对抽样区域高清拍照存档。参赛队伍无法获知抽样点的具体位置，以防止针对性减速。整体作业区的杂草密度与抽样方格区域保持大致一致。

3.杂草形态：杂草形态以2-4叶期为主。

二、机器人与作业方式要求

(一) 机器人要求

1.机器人支持人工遥控、牵引辅助作业，也可采用全自主导航。激光设备功率须符合国家安全规范。

2.已完成原型机开发，并至少在1种实际农业场景中开展过实地作业。

3.不允许在作业区内布置基站、标记、磁条、二维码等任何导航辅助装置，但允许提前建图或打点获取位置数据。

4.具备物理急停功能，可快速切断机器人动力及激光模块，以应对突发失控、故障等情况。

5.激光器数量不限，以实际作业效果与效率为准。

(二) 作业方式要求

1.比赛全程，参赛机器人从各自赛道的出发区启动，按照“出发区→作业区→转向区”的路线完成第一趟作业；在转向区完成掉头后，返回作业区继续作业，全部完成后驶回离场区。

2.允许进行重复多轮作业，但总作业时长不超过40分钟。

3.杂草识别、定位、激光清除动作须全自主完成，无任

何人工干预。机器行走方式可选择人工遥控、牵引辅助或自主导航。

4.激光除草有效清除的判定标准：以烧灼成灰或杂草茎尖坏死为判定依据。茎尖坏死即认定为该杂草被有效清除。赛前对抽样区域拍照留存，赛后进行对比。

三、比赛流程

（一）赛前准备

专家裁判现场对每个赛道随机抽取10处0.25平方米的抽样方格，记录杂草初始数量并拍照，填写计分表。

参赛机器人就位，进行设备检查、开机调试及参数初始化。

（二）比赛启动

比赛开始后，参赛队伍启动机器人，比赛过程中可全程遥控或采用牵引式，也可有1名队员跟随机器人（将被认定为非自主导航），但不得干预除草作业。

（三）故障与维修

比赛一旦开始，机器人不得申请重试。如因设备故障（如关键部件脱落、无法行走/识别/除草、激光模块失效等）或超出规定的越界线导致无法继续作业，允许2名队员入场维修。维修时间计入比赛用时，直至达到比赛限定时长。

（四）失控处理

比赛期间，若机器人失去控制、无法停止或响应操控指

令、持续偏离预定轨迹，可能威胁人员安全或破坏场地作物，视为失控。专家裁判有权立即终止该队伍的比赛。

（五）赛后核查与确认

比赛结束后，在专家裁判、参赛队代表及公证人员的共同监督下，由工作人员对10处杂草抽样区域逐一核查，统计有效清除的杂草数量，同时核查全作业区的作物损伤数量和碾压作物数量，填写计分表。经参赛队代表现场确认并签字后，报送至专家裁判组。

四、评分规则

比赛将根据除草精准性、作业效率和自主导航运行等三个维度进行综合评比。所有计算采用四舍五入方式精确到小数点后4位，最终成绩在公证人员与专家裁判的共同见证下，由参赛队伍确认签字。具体规则如下：

（一）计分方法

总分为G（满分100分），计算公式为：

$$G=60\% \times A+30\% \times B+10\% \times C$$

式中：A：除草精准性得分（满分100分）

B：作业效率得分（满分100分）

C：自主导航运行得分（满分100分）

A、B、C的计分规则分别见（二）（三）（四）。

（二）除草精准性（A）

此项考核杂草清除成功率与作物损伤率，以赛前标记的

10处0.25平方米区域及全作业区作物为评分依据。

1. 核心统计指标

清除成功率=（10处抽样区域内有效清除杂草总数÷10处抽样区域内杂草初始总数）×100%。

作物损伤率=（激光误伤作物数+碾压损伤作物数）÷全作业区作物总株数×100%。

注：激光误伤作物判别依据为作物芽心被激光器烧灼损伤。碾压损伤作物判别依据为作物茎秆被机器人行走机构碾压断裂、倒伏。两类损伤均计入作物损伤统计。

2. 计分公式

$$A = \text{清除成功率} \times 70 + (1 - \text{作物损伤率}) \times 30$$

（三）作业效率（B）

此项考核单位面积作业用时，兼顾不同机器人的作业宽度差异。

注：清除成功率 < 20%，或作物损伤率 > 60%，或未在规定时间内完成全程作业的，此项得0分。

1. 核心统计指标

T：机器人完成全部比赛任务的实际用时（秒）。计时范围为：从机身开始驶入作业区，到机身完全驶入离场区的全程时长。

W：机器人实际作业区宽度（为机器人轮距内侧的2倍宽，由赛前专家裁判实测确认，单位：米）。

S: 机器人总作业面积, $S=W \times 50 \text{米} \times 2$ 。重复多轮作业时, S的计算方式不变。

N: 机器人实际开启的激光头数量。

V: 单位面积作业等效用时, $V=(T/S) \times N$ 。

2. 计分公式

$$B=[(V_{\max}-V)/(V_{\max}-V_{\min})] \times 50+50$$

式中: V: 该机器人的单位面积作业等效用时 (秒/米²)

V_{\max} : 完赛机器人中最大单位面积作业等效用时 (秒/米²)

V_{\min} : 完赛机器人中最小单位面积作业等效用时 (秒/米²)

(四) 自主导航运行得分 (C)

此项满分为100分, 自主导航运行时, 除启动机器人和任务结束后人工接管机器人外, 作业区域内全程由机器人自主完成的, 得100分; 参赛人员跟随或远程遥控的, 出现一次扣50分, 扣完为止。

(五) 总分相同处理

若出现总分相同的情况, 按得分A从高到低排名; 若A仍相同, 按B从高到低排名。