

对靶施药除草机器人比赛规则

一、比赛条件

（一）比赛场地

如图1所示。比赛场地为60m（长）×10m（宽）的旱地田间区域，分为作业区、比赛出发区、离场区，其中比赛出发区、离场区同时作为比赛过程中的机器人转向区。作业区尺寸为40m（长）×10m（宽），比赛出发区、离场区的尺寸均为10m（长）×10m（宽）。作业区、比赛出发区、离场区四周有标记线并有区域指示。

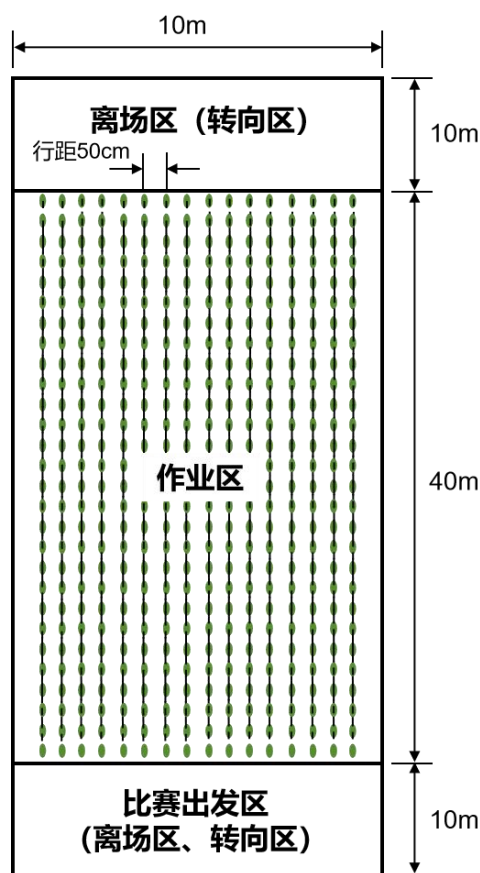


图 1 比赛场地简图

（二）作物行

作业区内种植有包心菜（冠层直径待定），行距50cm，株距40cm，共16行。

（三）杂草

作业区内随机生有不同种类杂草，杂草叶面展幅2-5cm，杂草间距不低于10cm。

二、机器人与作业方式要求

（一）机器人要求

1.参赛的除草机器人，可以为牵引式或自走式，并不限作业幅宽，参赛队应根据比赛的场地和作物行等条件进行机器人研制、改造或调整。

2.根据大田作业的场景特点，机器人可以采用卫星导航、视觉导航、激光雷达导航、超宽带导航等不同方案，但不允许使用任何在作业区内布置基站、标记等导航辅助装置的方案。

3.考虑到赛场尺寸大，机器人需具备急停功能，以应对突发失控情况。

（二）作业方式要求

1.比赛中，机器人应能覆盖整个作业区完成对靶施药除草。

2.在比赛全程中，机器人必须自主完成对靶施药除草作业，不得进行任何人为干预。

3.机器人根据作业幅宽和现场条件，自行决定路径规划方式。

4.机器人需从比赛出发区启动和开始比赛，但可根据路径规划方式由作业区两端任一离场区完成比赛驶离作业区。

三、比赛流程

（一）所有参赛队都必须在规定时间内到赛场签到，进行分组和参赛场地随机抽签，每个参赛队仅允许2名队员进入比赛区域。

（二）比赛开始前，各队有10分钟准备时间。参赛队将机器人置于比赛出发区，并根据需要在作业区外进行导航辅助装置的布置、机器人检查等准备工作，发动机器人进入准备作业状态，但不允许进入作业区，也不允许对作业区进行视频或图像拍摄和识别等工作，否则视为违规。

（三）裁判员发枪，比赛开始，同一组各场地同时开始比赛。如在发枪前机器人进入作业区则判为抢跑，给予警告，第二次抢跑的机器人将被罚下。

（四）在裁判发枪后，参赛队员需在30s内启动机器人使其开始比赛。可采用机器人上的开关或其他遥启装置（如手持遥控器或手机、PAD等智能终端）启动机器人。若采用遥启装置，其后队员必须将其放置在指定区域；30s内未正常出发则做退赛处理。

（五）从参赛机器人的任何部位（包括垂直投影）进入作业区开始计时，到遍历整个作业区后参赛机器人所有部位（包括垂直投影）都离开作业区终止计时。

（六）比赛开始后，不允许使用任何形式的遥控装置干预机器人作业过程，如被裁判发现或被举报查实，立即取消参赛资格。

（七）比赛开始后，任何机器人不得申请重试，如因故障而不能继续作业则自动退出比赛。

（八）如机器人在场上出现故障或失控，裁判有权根据现场情况要求该机器人驶离场地并退出比赛。

(九) 比赛期间, 机器人任何部分的垂直投影不得超出赛场划定边界线。

(十) 比赛期间, 参赛队员不能对机器人进行任何人工干预, 除非是机器人出现故障或失控需要退出比赛。

四、评分规则

(一) 计分方法

1. 比赛机器人如出现在限定时间内未完成比赛、机器人出现严重故障或失控的任一种情况, 需退出比赛并计0分, 其中比赛限定时间为20分钟。机器人严重故障包括关键部件脱落和导致不能继续行走作业的故障情况。机器人失控包括机器人严重偏离路径, 导致连续破坏作物或机器人无法有效转向继续进入作业区等情况。

2. 当机器人正常完成比赛时, 其总分为S (满分100分), 并按总分S的高低决定比赛成绩:

$$S = 50\%A + 50\%B - C \quad (1)$$

式(1)中: A——作业精准性得分;

B——作业效率得分;

C——可靠性不足的扣分。

3. 作业精准性

作业精准性A的计分方法为:

$$A = \frac{P - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} \times 100 \quad (2)$$

式(2)中: P——该机器人的精准施药目标数量;

$P_{\max}$ ——所有正常完成比赛机器人中的最多精准施药目标数量;

$P_{\min}$ ——所有正常完成比赛机器人中的最少精准施药目标数量。

式（2）中的P的计算方法为：

$$P = R - F \quad (3)$$

式（3）中：R——成功施药的抽样杂草目标数量；

F——误喷的抽样非杂草目标（区域）数量。

注：当 $F \geq R$ ，即误喷超过成功施药时，无成绩且不参加计分。

4.作业效率

作业效率B的计分方法为

$$B = \frac{T_{\max} - T}{T_{\max} - T_{\min}} \times 100 \quad (4)$$

式（4）中：T——该机器人正常完成比赛的最短用时（s）；

$T_{\max}$ ——所有正常完成比赛机器人中的最长用时（s）；

$T_{\min}$ ——所有正常完成比赛机器人中的最短用时（s）。

5.可靠性

在抽样的包心菜中，每损伤1株扣10分。

（二）裁判与评分方式

1.如图2所示，在作业区内分别在作物的行间和株间（作物行宽度10cm范围内）各随机设置抽样杂草50个，总计抽样杂草100个，并在各抽样杂草上固定A型水敏纸，以变色A型水敏纸的数量代表成功施药的抽样杂草目标数量R。

2.在作业区内分别在作物的行间随机设置误喷抽样点50个、并随机抽样包心菜50株，并在各行间误喷抽样点和抽样包心菜上固定B型水敏纸，以变色B型水敏纸的数量代表误喷的抽样非杂草目标（区域）数量F。

3.各抽样杂草目标与抽样非杂草目标（区域）的间距不小于10cm。

4.比赛过程中，由现场裁判根据规则对抢跑、机器人严重故障或失控等情况进行判定，做出重赛或退赛判罚，并由工作人员将退赛结果报送给计分裁判。

5.每组比赛由现场裁判进行计时，并由工作人员将计时结果报送给计分裁判。

6.每组比赛完成后，在现场裁判监督下，由工作人员取下各场地内的A型水敏纸、B型水敏纸并按对应编号装入密封袋，带至计分区由计分裁判进行数量统计和得分计算，由后台工作人员对所有水敏纸拍照存档。

7.每组比赛完成后，由现场裁判对已抽样的50株包心菜进行损伤检查并统计损伤作物数量，当发生植株严重倒伏（植株倾倒角度 $>45^\circ$ ）、主茎断裂、根系被完全掘出或撕裂的任一情况即认定为损伤，由工作人员将损伤作物数量统计结果报送给计分裁判。

8.工作人员现场汇总退赛判罚、计时结果、损伤作物数量统计结果，经参赛队员确认并签字后报送给计分裁判。

9.由计分裁判汇总现场比赛结果，并根据计分方法计算各参赛队得分和比赛成绩，以得分高低确定排名。

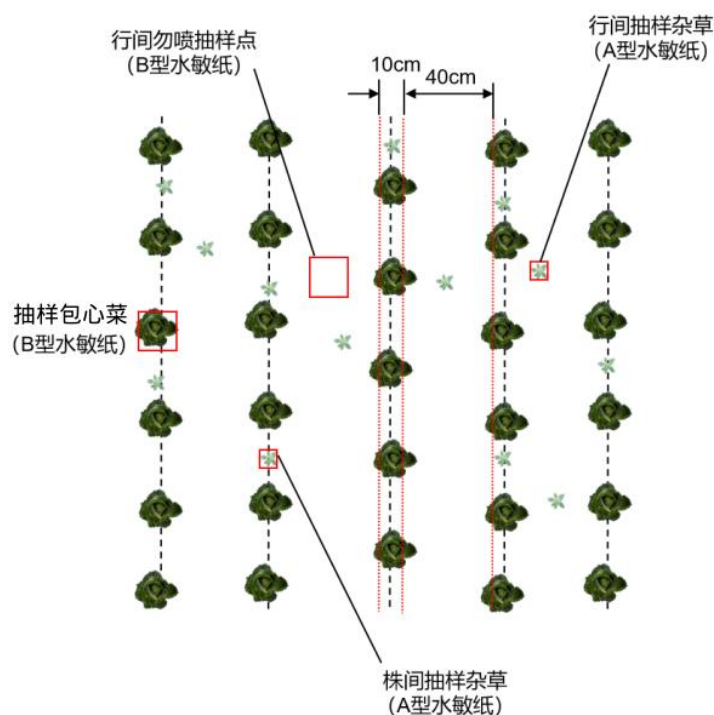


图 2 计分抽样点的设置

五、比赛其它事项

（一）裁判有权对本规则没有规定的任何行为做出裁决。在有争议的情况下，裁判长有权做出最终裁决。

（二）比赛将根据报名情况确定比赛轮数和赛制，具体情况在中国农业农村信息网和 <http://ds.agri.cn> 上发布。

（三）规则如有更新，比赛将在中国农业农村信息网和 <http://ds.agri.cn> 上发布，以比赛开始前最后发布的规则为准。

（四）遥控器、手机或PAD等智能终端仅能用来启停机器人，机器人竞赛行走期间不允许使用。

（五）规则的最终解释说明权归大赛组委会所有。