

团 体 标 准

T/NJ 1478—202X

除草机器人 作业质量评价规范

Weeding robot—Evaluation specification for operation quality

(征求意见稿)

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国农业机械学会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国农业机械学会提出。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会（SAC/TC 201）归口。

本文件起草单位：华南农业大学。

本文件主要起草人：齐龙，吴双龙，胡仁俊，龚浩，冯骁，马锐军，张云赫，蔡迎虎，姚志强。

除草机器人 作业质量评价规范

1 范围

本文件规定了除草机器人的术语和定义、作业质量要求、检测方法和评价规则。

本文件适用于大田场景中使用的机械式（刀片、旋耕式等）除草机器人和物理（激光、电弧等）除草机器人作业质量的评定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 5262 农业机械试验条件测定方法的一般规定

GB/T 36012 锄草机器人性能规范及其试验方法

3 术语和定义

GB/T 36012界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

除草率 weeding rate

除草作业过程中，除草机器人成功去除的杂草数量占杂草总数量的比例。

3.2

伤苗率 seedling damage rate

除草作业过程中，除草机器人损伤的作物数量占作物总数量的比例。

3.3

作业效率 operation efficiency

单位时间内有效清除杂草的作业面积（亩/h）或数量（株/h）。

4 作业质量要求

除草机器人在制造厂产品使用书规定条件下进行的作业质量指标应符合表 1 的规定。

表 1 作业质量指标

序号	项目	除草方式	指标
1	除草率	机械、激光、电弧	≥80%
2	伤苗率	机械	≤8%
		激光、电弧	≤5%
3	作业效率	机械（旱地）	≥20亩/h
		机械（水田）	≥8亩/h
		激光、电弧	≥2亩/h

5 检测方法

5.1 一般要求

5.1.1 作业前除草机器人应按使用说明书的规定进行调整、试运行,使除草机器人处于正常作业状态。

5.1.2 试验区应由准备区、测定区和停机区组成。试验区总长度至少40 m,准备区、测定区和停机区均由标志示出,其中准备区长度不小于5 m、测定区长度不小于20 m、停机区长度不小于5 m。田间作业田块应具有代表性、地势应平坦,无障碍物。试验区应能保证完成所有项目的检测。

5.1.3 按 GB/T 5262 的规定,根据田间作业田块的实际几何形状,沿地块边长方向对边的中点十字连线,把地块分割成4小块,随机选取对角的2小块作为抽样检测样本,进行作业田间调查,并记录田间调查结果。作业田块测定区杂草密度不应小于50株/m²。

5.1.4 试验应在能见度高的白天环境条件下进行,自然光照度不应小于10000 lux,环境温度15℃~45℃、湿度不应大于70%、风速不应大于3 m/s(风速仪实时数据)并应避开强电磁场、强静电场等干扰环境。

5.1.5 作业人员应经培训合格并取得相关资格证书,熟练掌握除草机器人性能、作业流程和安全操作规则。

5.1.6 实时动态(RTK)测量仪水平精度应小于1 cm;激光测距仪量程为0 m~100 m,测量误差不应大于1 mm。试验用仪器、仪表和量具应经检定合格,并在有效检定周期内。

5.1.6 试验开始时应进行预测试校准使除草机器人定位系统与测试场地坐标系对齐,误差不大于1 cm。

5.2 作业质量指标检测

5.2.1 除草率

在试验区内选取5个作业行程,每个作业行程的测定区长度至少为10 m,宽度为除草机器人的作业幅宽,分别对测定区标记。测试时应保证除草机器人在常用的作业速度下平稳运行。人工清点并记录每个测定区内除草前杂草总数和按设定工况作业后未被除杂草总数。按式(1)计算除草率,取5个作业行程的平均值为测定结果。

$$R_c = \frac{N_q - N_h}{N_q} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

R_c ——除草率;

N_q ——测定区除草作业前的杂草总数,单位为株;

N_h ——测定区除草作业后未被除杂草总数,单位为株。

5.2.2 伤苗率

在试验区内选取5个作业行程,每个作业行程的测定区长度至少为10 m,宽度为除草机器人的作业幅宽,分别对测定区标记。测试时应保证除草机器人在常用的作业速度下平稳运行。人工清点并记录每个测定区内除草前作物苗总数和按设定工况除草作业后损伤作物苗总数。按式(2)计算伤苗率,取5个作业行程的平均值为测定结果。

$$R_s = \frac{M_q - M_h}{M_q} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

R_s ——伤苗率;

M_q ——测定区除草作业前的作物苗总数,单位为株;

M_h ——测定区除草作业后损伤作物苗总数，单位为株。

5.2.3 作业效率

在试验田块内选取往返10个作业行程，每个作业行程的测定区长度至少为20 m，宽度为除草机器人的作业幅宽。在制造厂推荐的除草机器人常用作业速度下完成往返10个作业行程的除草作业。记录除草机器人从开始到结束往返10个除草作业行程的有效作业总时间和有效作业总面积，按式（3）计算作业效率。

$$\eta = \frac{S}{T} \dots\dots\dots (3)$$

式中：
 η ——作业效率，单位为亩每小时（亩/h）；
 S ——往返10个作业行程的有效作业总面积，单位为亩（m²）；
 T ——往返10个作业行程有效作业总时间，单位为小时（h）。

6 评价规则

6.1 作业质量评价项目分类

作业质量评价项目按其对于除草机器人作业质量的影响程度分为 A 类和 B 类，作业质量评价项目分类见表 2。

表 2 作业质量评价项目分类

项目分类		项目名称	对应作业质量要求条款	对应检测方法条款
类	项			
A	1	除草率	表 1	5.2.1
	2	伤苗率	表 1	5.2.2
B	1	作业效率	表 1	5.2.3

6.2 判定规则

抽取 2 台样机按第 5 章规定进行检测试验并计算获得测定结果。对所有作业质量评价项目按项次进行逐项判定，A 类项目全部项次合格，B 类项目不多于 1 项次不合格，则判定除草机器人作业质量合格，否则为不合格。

6 评价规则（备选）

6.1 作业质量评价项目权重分配

作业质量评价项目按其对于除草机器人作业质量的影响程度赋予相应的权重，见表 2。

表 2 作业质量评价项目权重分配

序号	指标	权重	评分细则	
1	除草率	35%	≥85%得35分，每降低1%扣7分（扣到0分为止）	
2	伤苗率	45%	≤2%得45分，每增加1%扣7分（扣到0分为止）	
3	作业效率	20%	机械除草机器人	≥20亩/h（旱地）或者≥8亩/h（水田）得20分，每降低5%扣4分（可以扣到负分）
			激光、电弧除草机器人	≥2亩/h得15分，每降低5%扣4分（可以扣到负分）

6.2 判定规则

抽取 1 台样机按第 5 章规定进行检测试验并计算获得测定结果。按照表 2 分配权重和评分细则，对所有作业质量评价项目逐项进行评分，计算所有作业质量评价项目的总评分值（ Q ），按表 3 规定的作业质量等级对应的总评分值，判定除草机器人作业质量等级。

表 3 作业质量等级及总评分值

序号	作业质量等级	总评分值
1	优秀	$Q \geq 85$
2	良好	$70 \leq Q < 85$
3	合格	$60 \leq Q < 70$
4	不合格	$Q < 60$