

团 体 标 准

T/CAAMM xxx-20xx

玉米秸秆粉碎破茬混土还田机械 作业质量 评价方法

Evaluation Method for Operating Quality of Corn Straw Smashing, Stubble

Breaking, Soil mixing and Returning Machinery

(征求意见稿)

202x-xx-xx 发布

202x-xx-xx 实施

中国农业机械工业协会 发 布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 作业条件	3
5 主要性能指标	3
6 主要性能检测方法	4
7 检验规则	9

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》给出的规则起草。

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工业协会提出。

本文件由中国农业机械工业协会归口。

本文件起草单位：河南科技大学、龙门实验室、河南巨隆科技有限公司、农哈哈机械集团有限公司。

本文件主要起草人：丁慧玲、党凤魁、张超、王巧凤、王蒙扬、董玉辉、张宇哲、刘浩、刘丛斌、王升升、金鑫、林涵、武红剑、周浩。

本文件为首次发布。

玉米秸秆粉碎破茬混土还田机械作业质量 评价方法

1 范围

本文件规定了玉米秸秆粉碎破茬混土还田机械的术语和定义、范围、作业条件、作业质量、检测方法和检验规则。

本文件适用于玉米秸秆粉碎破茬混土还田机械的作业质量评定。

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，仅该日期的对应版本适用于本文件；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 5667-2008 农业机械 生产试验方法

GB/T 5669-2017 旋耕机械 刀和刀座

GB/T 5262-2008 农业机械试验条件 测定方法的一般规定

GB/T 24675.6-2021 保护性耕作机械 第6部分：秸秆粉碎还田机

NY/T 1004-2020 秸秆粉碎还田机 质量评价技术规范

NY/T 500-2015 秸秆粉碎还田机 作业质量

NY/T 985-2019 根茬破碎还田机 作业质量

NY/T 499-2013 旋耕机 作业质量

NY/T 4421-2023 秸秆还田联合整地机 作业质量

DB/T 100-2024 玉米秸秆碎混还田机 作业质量

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

留茬高度 stubble height

秸秆经粉碎作业后，残留在地表的根茬顶端到地面的距离。

3.2

秸秆抛洒不均匀度 the uneven throwing of straw

秸秆经粉碎、抛撒后，在地表分布的不均匀程度。

3.3

秸秆粉碎长度合格率 the qualification rate of straw cutting length

粉碎长度符合要求的秸秆质量占还田总秸秆质量的百分比。

3.4

秸秆粉碎长度不均匀度 the uneven length of straw crushing

粉碎长度符合要求的秸秆中，长度大于等于7厘米的秸秆质量占粉碎长度合格的秸秆总质量的百分比。

3.5

漏切 missing uncultivated

地表状况允许玉米秸秆粉碎还田机组通过，机组应作业而未作业的部分。

3.6

漏切率 the rate of missing cut

漏切的秸秆质量占应还田秸秆总质量的百分比。

3.7

灭茬深度 smashed stubble depth

玉米秸秆破茬还田机作业后，耕作底面与作业前地表的垂直距离。

3.8

根茬破碎率 smashed root stubble rate

玉米秸秆破茬还田机作业后，合格的玉米秸秆根茬质量与玉米根茬总质量的百分比。

3.9

耕作深度 tilling depth

秸秆混埋还田机具作业后，耕作底面与作业前地表的垂直距离。

3.10

耕后地表平整度 surface planeness after cultivation

秸秆混埋还田机具作业后，地表几何形状高低不平的程度。

3.11

漏耕 omission uncultivated land

地表状况允许秸秆混埋还田机组通过，机组应作业而未作业的部分。

3.12

碎土率 soil breaking rate

耕后单位面积耕层内小于5cm的土块质量占总土块质量的百分比。

3.13

秸秆埋覆率 straw burial rate

耕后单位面积埋入土壤中的秸秆质量占总秸秆质量的百分比。

3. 14

秸秆混土均匀度 the uniformity of straw mixed soil
秸秆和土壤混合的均匀程度。

4 作业条件

4. 1 作业地

玉米收获后未经耕整的玉米秸秆覆盖地，土壤绝对含水率 $\leq 25\%$ 。

4. 2 机具和人员

玉米秸秆粉碎破茬混土还田机械应按说明书规定及时进行调整和保养，保持其技术状态良好。机手应经过专业的技术培训，能够熟练操作机具。

5 主要性能指标

5. 1 作业质量指标

在满足 4 规定的作业条件下，玉米秸秆粉碎破茬混土还田机械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	质量指标要求	检测方法对应的条款号
1	留茬高度/cm	≤ 8	6. 2. 1
2	秸秆抛洒不均匀度/%	≤ 25	6. 2. 2
3	秸秆粉碎长度合格率/%	≥ 90	6. 2. 3
4	秸秆粉碎长度不均匀度/%	≤ 30	6. 2. 4
5	漏切率/%	≤ 1.5	6. 2. 5
6	灭茬深度/cm	≥ 7	6. 2. 6
7	根茬破碎率/%	≥ 80	6. 2. 7
8	耕作深度/cm	≥ 18	6. 2. 8
9	耕后地表平整度/cm	≤ 5	6. 2. 9
10	碎土率/%	≥ 60	6. 2. 10
11	秸秆埋覆率/%	≥ 80	6. 2. 11
12	秸秆混土均匀度/%	≥ 80	6. 2. 12
玉米秸秆粉碎长度不大于 100mm			

5. 2 使用可靠性指标

使用可靠性指标应符合表 2 的规定。

表 2 使用可靠性

项目	检测方法对应的条款号
平均故障间隔时间 (MTBF) /h	≥90
粉碎刀平均寿命 (MTTF) /h	≥120
灭茬刀平均寿命 (MTSB) /h	≥120
旋耕刀平均寿命 (MTRB) /h	≥120
有效度/%	≥95

6 主要性能检测方法

6.1 作业条件测定

在测区内对角线上取 5 点，每点按 0cm～5cm、5cm～10cm、10cm～15cm、15cm～20cm 分层测定土壤的绝对含水率。

6.2 作业质量测定

6.2.1 留茬高度

玉米秸秆粉碎机具作业后，沿机具前进方向随机测定 6 个点。每个测点在作业幅宽度左、中、右上随机测 3 株秸秆留茬高度（根茬顶端到地面的距离，不含韧皮纤维），其平均值为该测点的留茬高度。按公式（1）计算留茬高度。

$$H = \frac{\sum_{i=1}^6 H_i}{6} \quad (1)$$

式中：

H ——留茬高度的数值，单位为毫米（mm）；

H_i ——第*i*测点留茬高度，单位为毫米（mm）。

6.2.2 秸秆抛洒不均匀度

玉米秸秆粉碎机具作业后，沿机具前进方向随机选取 6 个测点，每点测 1m×1m 面积（如幅宽小于 1m,则面积为 1m×幅宽），捡拾所有粉碎的秸秆称重。按公式（2）和公式（3）计算秸秆抛洒不均匀度。

$$\bar{M} = \frac{\sum_{i=1}^6 M_{ai}}{6} \times 100 \quad (2)$$

$$F_a = \frac{1}{\bar{M}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (M_{ai} - \bar{M})^2}{5}} \times 100 \quad (3)$$

式中：

\bar{M} ——测区内各点秸秆平均质量，单位为克（g）；

M_{ai} ——第*i*测点秸秆总质量，单位为克（g）；

F_a ——秸秆抛洒不均匀度，单位为百分号（%）。

6.2.3 秸秆粉碎长度合格率

秸秆长度合格率与秸秆抛洒不均匀度的测定同时进行。从捡拾的秸秆中挑出粉碎长度不合格的秸秆（秸秆的粉碎长度不含其两端的韧皮纤维）称重。按公式（4）和公式（5）计算秸秆粉碎长度合格率。

$$F_i = \frac{M_{ai} - M_{bi}}{M_{ai}} \times 100 \quad (4)$$

$$\overline{F}_n = \frac{\sum_{i=1}^6 F_i}{6} \quad (5)$$

式中：

F_i ——第 i 测点秸秆粉碎长度合格率，单位为百分率（%）；

M_{bi} ——第 i 测点不合格秸秆质量，单位为克(g)；

\overline{F}_n ——秸秆粉碎长度合格率，单位为百分率（%）。

6.2.4 秸秆粉碎长度不均匀度

秸秆粉碎长度不均匀度与秸秆长度合格率、秸秆抛洒不均匀度的测定同时进行。在粉碎长度合格的秸秆中挑选秸秆长度大于等于 7cm 的秸秆称重。按公式（6）和公式（7）计算秸秆长度不均匀度。

$$L_i = \frac{M_{ci}}{M_{ai} - M_{bi}} \times 100 \quad (6)$$

$$L = \frac{\sum_{i=1}^6 L_i}{6} \quad (7)$$

式中：

L_i ——第 i 测点秸秆粉碎长度不均匀度，单位为百分号（%）；

M_{ci} ——第 i 测点秸秆长度大于等于 7cm 秸秆的质量，单位为克（g）；

L ——秸秆粉碎长度不均匀度，单位为百分号（%）。

6.2.5 漏切率

玉米秸秆粉碎机具作业后，沿机具前进方向随机选取 6 个点，每个测点在宽为实际割幅加 0.5m,长为 10m 的面积内，捡拾还田时漏切秸秆，称其质量，换算成每平方米秸秆漏切量。按公式（8）计算漏切率。

$$F_c = \frac{M_d}{M_c} \times 100 \quad (8)$$

式中：

F_c ——漏切率，单位为百分率(%)；

M_c ——每平方米应还田秸秆总量，单位为克(g)；

M_d ——每平方米秸秆漏切量，单位为克(g)。

6.2.6 灭茬深度

随机选取机具作业后的一个作业行程，沿机具前进方向每隔 2m 左、右两侧各测定一点，共测 20 个点。剖开已耕地横断面，测量耕作沟底至某一水平基准线的垂直距离，减去该点地表至水平基准线的垂直距离，即为灭茬深度，按公式（9）计算灭茬深度。

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{20} a_i}{20} \quad (9)$$

式中：

a ——灭茬深度的数值，单位为厘米（cm）；

a_i ——第 i 测点灭茬深度的数值，单位为厘米（cm）。

6.2.7 根茬破碎率

沿机具前进方向随机选取 6 个测点，每点测 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ 面积。捡拾地表和灭茬深度范围内所有根茬，测定总的根茬质量，挑出不合格根茬（不合格根茬长度大于 50mm,不包括须根长度）并测量其质量，按照公式（10）计算根茬破碎率。

$$F_d = \frac{\sum_{i=1}^6 \frac{M_{fi} \cdot M_{ei}}{M_{fi}}}{6} \times 100 \quad (10)$$

式中：

F_d ——根茬破碎率，单位为百分率(%)；

M_{ei} ——第 i 测点不合格根茬质量，单位为克(g)；

M_{fi} ——第 i 测点总根茬质量，单位为克(g)。

6.2.8 耕作深度

随机选取机具作业后的一个作业行程，沿机具前进方向每隔 2m 左、右两侧各测定一点，共测 20 个点。剖开已耕地横断面，测量耕作沟底至某一水平基准线的垂直距离，减去该点地表至水平基准线的垂直距离，即为耕作深度，按公式（11）计算。

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{11} b_i}{11} \quad (11)$$

式中：

b ——耕作深度的数值，单位为厘米（cm）；

b_i ——第 i 测点的耕作深度的数值，单位为厘米（cm）。

6.2.9 耕后地表平整度

机具作业后，沿垂直于机具前进方向，随机选取 5 个测点。在地表最高点以上取一条与地表平行的基准线，在其适当位置取一定宽度（等于测试机具工作幅宽）分成 10 等份，测定基准线上各等份点至地表的距离，按公式（12）和公式（13）计算耕后地表平整度。

$$G_i = \frac{\sum_{j=1}^{11} |X_{ij} - \bar{X}_j|}{11} \quad (12)$$

$$G = \frac{\sum_{i=1}^5 G_i}{5} \quad (13)$$

式中：

G_i ——第 j 测点处的耕后地表平整度，单位为厘米（cm）；

\bar{X}_j ——第 j 测点处各等份点至地表的距离平均值，单位为厘米（cm）；

X_{ij} ——第 j 测点处第 i 个等份点至地表的距离，单位为厘米（cm）；

G ——耕后地表平整度，单位为厘米（cm）。

6.2.10 碎土率

机具作业后，沿机组前进方向随机选取 5 个测点，每点取 0.5m×0.5m 的面积，分别测定全耕层土壤总质量和最长边尺寸大于 5cm 的土块质量，按公式（14）计算碎土率。

$$F_e = \frac{\sum_{i=1}^5 (Q_i - Q_{ai})}{\sum_{i=1}^5 Q_i} \times 100 \quad (14)$$

式中：

F_e ——碎土率，单位为百分率（%）；

Q_i ——第 i 测点全耕层内土壤的总质量，单位为千克（kg）；

Q_{ai} ——第 i 测点全耕层内最长边大于 5cm 的土块质量，单位为千克（kg）。

6.2.11 秸秆埋覆率

在测区内对角线上取 5 点，每点按 1m² 面积紧贴地面剪下露出地表的玉米秸秆，称其质量，并计算出 5 点的平均值，得出耕前玉米秸秆质量。耕后玉米秸秆质量也按此方法测定。按公式（15）计算秸秆埋覆率。

$$F_f = \frac{M_p - M_h}{M_p} \times 100 \quad (15)$$

式中：

F_f ——秸秆埋覆率，单位为百分率（%）；

M_p ——耕前玉米秸秆质量的平均值，单位为克（g）；

M_h ——耕后玉米秸秆质量的平均值，单位为克（g）。

6.2.12 秸秆混土均匀度

机具作业后，随机选取 6 个测点，每个测点选取一个 0.2m×0.2m×0.15m 的区域。每个测点垂直方向按照 5cm 的刻度分为上层、中层和下层 3 个层次，共划分为 18 块区域。测定每块区域内的秸秆质量，按公式（16）和公式（17）计算上、中、下三层单层秸秆混土均匀度，按公式（18）计算秸秆混土均匀度。

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^6 S_i}{6} \quad (16)$$

$$W = 1 - \frac{1}{\bar{S}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 ((S_i - \bar{S})^2)}{5}} \times 100\% \quad (17)$$

$$\bar{W} = \frac{W_a + W_b + W_c}{3} \quad (18)$$

式中：

S_i ——第 i 测点单层土壤中的秸秆质量，单位为克（g）；

\bar{S} ——测区各区域内单层土壤中的秸秆平均质量，单位为克（g）；

W ——单层土壤秸秆混土均匀度的数值，单位为百分号（%）；

W_a ——上层土壤秸秆混土均匀度的数值，单位为百分号（%）；

W_b ——中层土壤秸秆混土均匀度的数值，单位为百分号（%）；
 W_c ——下层土壤秸秆混土均匀度的数值，单位为百分号（%）；
 \bar{W} ——土壤秸秆混土均匀度的数值，单位为百分号（%）。

6.3 使用可靠性测定

采取定时截尾试验方法，每台试验样机的总工作时间为 150h(以标定生产率进行作业)。期间记录每台样机的工作情况、故障情况、修复情况等，考核计算样机平均故障间隔时间（MTBF）、粉碎刀平均寿命（MTTF）、灭茬刀平均寿命（MTSB）、旋耕刀平均寿命（MTRB）、有效度。其考核计算应符合 GB/T5667 的规定。

6.3.1 平均故障间隔时间

按公式（19）计算平均故障间隔时间。

$$MTBF=\frac{\sum T_z}{r}$$

（19）

式中：

$MTBF$ ——平均故障间隔时间，单位为小时（h）；
 T_z ——可靠性考核期间的班次作业时间，单位为小时（h）；
 r ——被试样机在可靠性考核期间累计故障（轻度故障除外）次数。

6.3.2 有效度

按公式（20）计算有效度

$$K=\frac{\sum T_z}{\sum T_z+\sum T_g}$$

（20）

式中：

K ——可用度（使用有效度），单位为百分号（%）；
 T_g ——样机在可靠性考核期间每班次的故障时间，单位为小时（h）。

7 检验规则

7.1 作业质量考核项目

作业质量考核项目见表 3。

表 3 作业质量考核项目

序号	检测项目名称
1	留茬高度
2	秸秆抛洒不均匀度
3	秸秆粉碎长度合格率
4	秸秆粉碎长度不均匀度

5	漏切率
6	灭茬深度
7	根茬破碎率
8	耕作深度
9	耕后地表平整度
10	碎土率
11	秸秆埋覆率
12	秸秆混土均匀度

7.2 判定规则

对所有考核项目进行逐项检测。所有项目全部合格，则判定秸秆还田联合整地机作业质量为合格；否则，为不合格。
