

团 体 标 准

T/NJ 1540—202X

耕种机械回转入土部件 磨粒磨损性能试验方法

Rotating soil-engaging components of tillage machinery—
Test method for abrasive wear performance

(报批稿)

202X-XX-XX 发布

202X-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：中国农业机械化科学研究院集团有限公司、河南科技大学、首钢集团有限公司、鞍钢股份有限公司、江苏沃得农业机械股份有限公司、山东蒙星机械有限公司、禹城益佳机械有限公司、华中农业大学、中国电子信息产业发展研究院、北京首钢股份有限公司、众维成套激光智能科技（辽宁）有限公司、永康市星源新材料科技有限公司。

本文件主要起草人：詹华、汪瑞军、马小斌、于华、薛彦均、廖湘巍、卢学富、董涛、万强、王汉起、张兴梅、张艳静、江涛、梁江涛、周成成。

耕种机械回转入土部件 磨粒磨损性能试验方法

1 范围

本文件规定了耕种机械回转入土部件磨粒磨损性能试验方法的术语和定义、试验原理、试验条件、试验设备和测试仪器、试验件、试验规程和试验报告。

本文件适用于旋耕刀、圆盘耙、圆盘开沟器和圆盘犁等耕种机械回转入土部件磨粒磨损性能试验。

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 2481.1 固结磨具用磨料 粒度组成的检测和标记 第1部分:粗磨粒 F4~F220

GB/T 5669 旋耕机械 刀和刀座

JB/T 6274.2 谷物播种机双圆盘开沟器

JB/T 6279 圆盘耙

JB/T 10287 圆盘犁

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

磨粒磨损 **abrasive wear**

由于硬颗粒或硬凸起物受力并沿固体表面移动而产生的磨损。

3.2

试验件 **test component**

在农业机械入土部件的研发或性能测试中,用于试验验证的土壤耕种机械回转入土部件(如旋耕刀、圆盘耙等)。

3.3

多因素耦合磨损环境 **multi-factor coupling conditions**

耕种机械回转入土部件在复杂工作环境下,由两种或两种以上物理、化学因素(如磨料、磨蚀介质、流体冲蚀等)相互作用、共同导致的材料损伤环境。

3.4

磨损量 **wear amount**

试验过程中,因磨粒磨损而导致的试验件在试验前后质量和尺寸的变化量。

3.5

行程 **travel distance**

耕种机械回转入土部件的性能测试中,指在一定时间内,工作部件(如刀具、耕具等)通过其回转运动所覆盖的实际工作距离。该距离通常以公里(km)为单位表示,并通过将回转部件的线速度与工作

时间相乘来计算。该长度可模拟部件在田间作业的实际工作距离。

4 试验原理

试验设备的工作轴带动试验件在磨损环境中高速回转，使磨料与试验件表面产生相对运动，经过一定时间的相互作用后，观察试验件的磨损部位，测量试验件的磨损量，用于评价试验件的耐磨性。

5 试验条件

5.1 试验环境

试验环境应符合下列条件：

- a) 环境温度为 5℃~40℃；
- b) 试验环境的相对湿度不大于 80%；
- c) 试验现场光照强度 300 lx~3000 lx；
- d) 试验环境周围应无振动、无腐蚀性介质和无较强电磁场干扰。

5.2 磨损环境

5.2.1 试验用磨料应选用土壤中的矿物质，包括原生矿物（石英、云母、长石等）和次生矿物（铁、铝氧化物、次生铝硅酸盐等）。

5.2.2 推荐采用标准石英砂或刚玉砂作为磨料，粒度范围为 0.5 mm - 5 mm，其品质应符合 GB/T 2481.1 的规定。

5.2.3 当采用干磨料进行磨损试验时，所用磨料应经干燥处理，其含水量（质量分数）不得超过 0.5%。

5.2.4 多因素耦合磨损环境下的试验应按试验要求比例预先配制磨料。

5.2.5 每次试验均应使用新配制的磨料，不得重复使用。

6 试验设备和测试仪器

6.1 试验设备

6.1.1 设备构成

耕种机械回转入土部件磨粒磨损性能试验设备（以下统称“试验设备”）由传动系统、环境系统和测控系统组成，如图 1 所示。传动系统包括：变频电机、扭矩传感器、十字万向轴等；环境系统由砂箱、直线电动缸、振动筛、卸砂箱等组成。

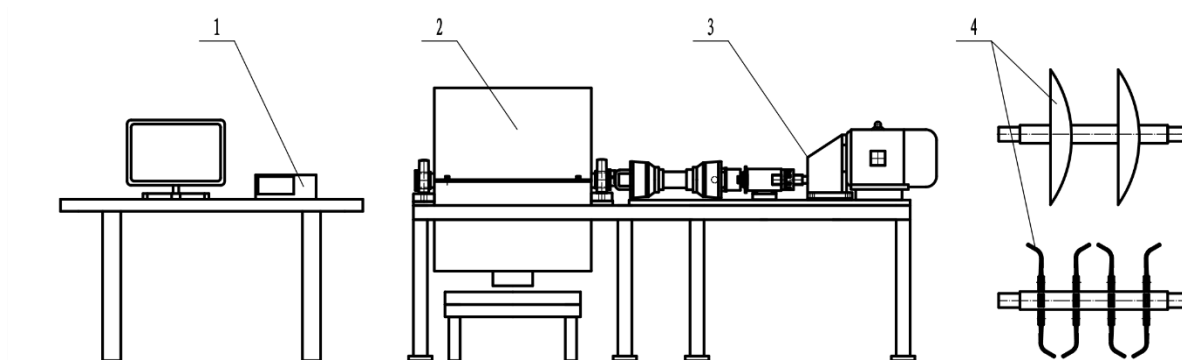
a) 试验件安装在工作轴上，并与传动系统相连接，整体叉头（SWC）型十字轴万向联轴器与试验件的工作轴相连接，通过测控系统可编程控制器（PLC）控制电动机实现试验件旋转运动。

b) 电动机通过联轴器将动力传递至减速器，减速器与十字轴万向联轴器间安装有监测的扭矩传感器。

c) 在试验过程中，十字万向轴驱动工作轴旋转，实现回转入土部件与砂箱内磨料相互作用，进而测试磨粒磨损性能。

d) 当达到设定的试验时间后，系统将自动停机，完成试验。

e) 在多因素耦合磨损环境下，通过电动机驱动工作轴旋转，从而测试工作轴上安装的入土部件在特定的多因素耦合磨损测试条件下的磨损性能。



标引序号说明:

- 1——测控系统;
- 2——环境系统;
- 3——传动系统;
- 4——试验件。

图 1 试验设备示意图

6.1.2 参数及范围

试验设备参数的调控范围如下:

- a) 转速: 0 r/min~500 r/min, 准确度: $\pm 1\%$;
- b) 工作时间: 0 min~2880 min, 准确度: $\pm 1\%$;
- c) 入土深度: 0 cm~30 cm, 准确度: $\pm 5\text{mm}$;
- d) 试验件扭矩: 0 N·m~300 N·m, 准确度: $\pm 1\%$ 。

6.1.3 一般要求

- 6.1.3.1 试验设备应具有足够的方便试验件装卸并进行磨粒磨损性能试验的空间。
- 6.1.3.2 在试验设备运行过程中应能够实时显示试验时间、试验转速和扭矩。
- 6.1.3.3 试验设备应设置采取避免对操作人员造成机械伤害的安全防护装置措施。

6.2 测试仪器

6.2.1 试验件磨损量可采用电子天平称量, 也可采用三维扫描仪或工业相机测量。电子天平、三维扫描仪、工业相机具体要求如下:

- a) 电子天平量程应满足试验件最大质量, 精度应不大于 0.01g;
- b) 三维扫描仪的空间分辨率应不大于 0.1 mm, 体积精度应不大于 0.5 mm³, 且扫描系统应含定位靶标装置及专业分析软件;
- c) 工业相机分辨率应不小于 2000 万像素, 搭配焦距不应小于 60 mm 的微距镜头及环形发光二极管(LED)无影光源, 且成像系统含标准比例尺(精度 $\pm 0.01\text{ mm}$)及图像处理软件, 重复测量相对误差不应大于 3%。

6.2.2 电子天平或三维扫描仪应定期校准或检定合格并在有效期内。

7 试验件

7.1 试验件种类包括但不限于旋耕刀、圆盘耙、圆盘开沟器和圆盘犁。

7.2 试验件应出厂检验合格。

7.3 试验件的数量应为偶数，以保证安装在试验设备上时呈对称分布。

8 试验规程

8.1 试验参数

依据不同种类回转入土部件的实际工况参数，进行磨粒磨损试验，相关试验参数见表 1。

表 1 回转入土部件磨粒磨损试验参数

试验件	试验参数	单位	参数值
旋耕刀	入土深度	cm	20
	转速	r/min	500
	行程	km	64
圆盘耙	入土深度	cm	20
	转速	r/min	60；加速试验 180
	行程	km	64
水田耙的星形耙片	入土深度	cm	5~10
	转速	r/min	100~300；加速试验 500
	行程	km	64
圆盘犁	入土深度	cm	16~30
	转速	r/min	500
	行程	km	64
开沟器（圆盘式）	入土深度	cm	2~5
	转速	r/min	10~50；加速试验 100
	行程	km	64
覆土器（圆盘式或叶轮式）	入土深度	cm	2~12
	转速	r/min	20~30，加速试验 60
	行程	km	64

8.2 试验步骤

8.2.1 按试验要求，结合 5.2 磨损环境配制磨料，并装入试验沙箱。

8.2.2 称量试验件质量和/或测量试验件尺寸，并编号记录。

8.2.3 将试验件牢固安装在工作轴上，并与试验机传动系统稳定连接。

8.2.4 检查试验件连接情况，确认无误后关闭沙箱盖。

8.2.5 启动试验机，在测控系统中设置试验参数。

8.2.6 开启试验机主机进行磨粒磨损性能试验，直到试验件达到规定的运动行程后，停止试验。

8.2.7 保存试验数据后，关闭试验机，并记录。

8.2.8 确认机械运动部件处于完全静止状态后，取出试验件进行清洗、称量或测量。

8.2.9 若试验件质量损失量小于 2 g，或尺寸损失量小于 1 mm，则重复 8.2.3~8.2.7 试验步骤；若试验件质量损失量大于 2 g，或尺寸损失量大于 1 mm，则结束试验。最多重复 3 次，若仍不达标，可按实际测量值记录并注明。

8.3 磨损量

8.3.1 试验件质量损失量

单次试验，试验件的质量损失量按式（1）计算。

$$M_j = \frac{(m_i - m_j)}{t} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

M_j ——单次试验后试验件单位时间的磨损量，单位为克每小时（g/h）；

m_i ——试验前试验件的重量，单位为克（g）；

m_j ——试验后试验件的重量，单位为克（g）；

t ——试验件的单次试验时长，单位为小时（h）

试验件的平均磨损损失量以3次试验的质量损失量的算数平均值计算，如式（2）所示：

$$\bar{M} = \frac{1}{3} \sum_{i=0}^3 M_j \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\bar{M}$ ——试验件的平均磨损损失量，单位为克每小时（g/h）。

8.3.2 试验件尺寸损失量

8.3.2.1 三维扫描仪尺寸损失测量

a) 试验前，将试验件稳固放置于扫描工作区域，使用三维扫描仪获取其完整表面点云数据，并重建为高精度三维模型。

b) 试验后，在完全相同的位置和姿态下，再次获取试验件表面的点云数据。

c) 利用专业三维检测软件，将试验后的点云/模型与试验前的参考模型进行精确对齐。

d) 执行三维比较分析，软件自动计算并可视化整个表面偏差的色差图。

e) 在生成的偏差云图上，识别并量化磨损区域（负偏差区域）的尺寸损失。可测量特定点的深度、特定路径或截面上的尺寸变化，或计算磨损区域的体积损失。

8.3.2.2 工业相机尺寸损失测量

搭建稳定的成像系统：将试验件牢固固定在测量平台上，工业相机通过支架严格固定其位姿和焦距。在试验区域设置稳定均匀的光照环境，避免阴影和反光干扰。在视场内放置高精度比例尺或使用已标定的相机内、外参数。

a) 试验前，在设定的光照和相机参数下，采集试验件表面（特别是预期磨损区域）的高清图像。

b) 试验后，在完全相同的位姿、光照和相机参数条件下，再次采集试验件表面图像。

c) 使用图像处理软件进行图像预处理（如去噪、增强、畸变校正），应用边缘检测算法或区域分割算法，精确识别并提取试验前后图像中磨损区域的边界轮廓；基于视场中的比例尺或相机的标定参数，将图像像素尺寸换算为实际物理尺寸；通过计算试验前后提取轮廓的面积差，获得磨损区域的实际面积损失；或通过比较关键特征点（如角点、特定边缘）的位置变化，计算线性尺寸损失（如长度、宽度缩减量）。

9 试验报告

试验报告中应至少包括下列内容：

- a) 试验设备名称及型号;
 - b) 磨料的种类、粒径、硬度等;
 - c) 试验件的种类、材料、数量等;
 - d) 试验参数;
 - e) 试验件的磨损量;
 - f) 速度、位移、扭矩等随时间的变化数据。
-