

团 体 标 准

T/CAMDA 17—2023

悬挂式耕整地机械田间作业功耗试验方法

Test method of power consumption for attached tillage equipment operation

2023 - 02 - 16 发布

2023 - 03 - 16 实施

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 测量的量和单位	1
5 试验准备	2
6 试验要求和测试方法	3
7 试验报告	5

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。

本文件由农业农村部南京农业机械化研究所提出。

本文件由中国农业机械流通协会归口。

本文件起草单位：农业农村部南京农业机械化研究所、农业农村部农业机械化总站、机械工业耕作机械产品质量检测中心、南京市农业装备推广中心、连云港市东堡旋耕机械有限公司。

本文件主要起草人：丁艳、袁栋、孙丽娟、夏敏、刘德普、薛壮、姚克恒、陈伟、梁秋菡、朱继平、周井刚、周二光。

悬挂式耕整地机械田间作业功耗试验方法

1 范围

本文件描述了与拖拉机配套的悬挂式耕整地机械田间作业时功率消耗（包括驱动功率消耗和牵引功率消耗）的试验方法。

本文件适用于与拖拉机配套的悬挂式耕整地机械（以下简称耕整地机械）田间作业功率消耗的检测。

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 5668 旋耕机

GB/T 14225 铧式犁

GB/T 24675.2 保护性耕作机械 深松机

GB/T 24643—2009 拖拉机机组田间作业耗油量 试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

基本参考平面 base reference plane

拖拉机的机架平面。

3.2

横向参考平面 transverse reference plane

对于轮式拖拉机，是通过后轴中心线且垂直于基本参考平面的平面。对于履带式拖拉机，是通过主动链轮轴中心线且垂直于基本参考平面的平面。

3.3

纵向参考平面 longitudinal reference plane (symmetric longitudinal plane)

位于两后轮或履带对称平面内，且与基本参考平面和横向参考平面相互垂直的平面。

3.4

测试行程 test run

试验机组沿直线单向匀速地由一个稳定区经测试区进入另一个稳定区的完整测试过程。

3.5

测试工况 complete test

在不同时间进行的多个相同条件测试行程的组合。

4 测量的量和单位

4.1 试验需要测量的量

4.1.1 耕整地机械作业及作业功耗参数

耕整地机械作业及作业功耗参数包括：

——牵引力；

- 机组前进速度；
- 拖拉机动力输出轴转速；
- 拖拉机动力输出轴扭矩；
- 作业深度；
- 作业宽度。

4.1.2 配套拖拉机状况参数

配套拖拉机状况参数包括：

- 驱动轮或履带打滑率；
- 发动机转速；
- 发动机耗油量；
- 燃油温度；
- 轮胎气压。

4.1.3 试验地状况参数

试验地状况参数包括：

- 土壤质地；
- 土壤坚实度；
- 土壤水分；
- 植被密度；
- 留茬高度；
- 试验地坡度。

4.1.4 环境状况参数

环境状况参数包括：

- 环境温度；
- 环境相对湿度；
- 大气压力。

4.2 被测量的单位和最大允许误差

被测量的单位和最大允许误差如下：

——力	牛顿 (N)	±1%；
——转矩或力矩	牛顿米 (N·m)	±1%；
——旋转速度	转每分 (r/min)	±0.5%；
——速度	米每秒 (m/s)	±0.1 m/s；
——时间	秒 (s)	±0.5 s/d；
——距离	米或毫米 (m或mm)	±0.5%；
——质量	千克 (kg)	±0.5%；
——耗油量	千克每公顷 (kg/hm ²)	±1%；
——大气压力	千帕 (kPa)	±0.2 kPa；
——轮胎气压	千帕 (kPa)	±5%；
——燃料等温度	摄氏度 (°C)	±1 °C；
——环境温度	摄氏度 (°C)	±1 °C；
——环境相对湿度	%	±2%；
——坡度	度 (°)	±0.2°。

5 试验准备

5.1 试验用仪器

试验用的仪器和量具应经校准或检定合格，且在校准或检定有效期内。

5.2 试验用耕整地机械

5.2.1 试验用耕整地机械应符合制造商的产品规格并提供序列号。规格参数应由执行试验的一方进行完全验证。

5.2.2 如果由第三方进行评估，则制造商和第三方应共同选择确定要提交试验的耕整地机械。

5.2.3 耕整地机械应按照制造商的使用说明书进行调整，如作业深度、横向调整和纵向调整等。

5.2.4 耕整地机械如果是全新的，应按照制造商的使用说明书进行磨合。

5.2.5 如果获得了制造商或制造商代表的授权，第三方可独立调整和磨合耕整地机械。

5.3 试验用拖拉机

5.3.1 拖拉机技术状况

试验用拖拉机应符合试验用耕整地机械配套动力范围，且应具有良好的技术状况。紧固件应连接牢固；各操纵机构动作正常；各工作液体均应在规定的液面高度；轮距及其他可调整安装位置的零部件均为符合使用说明书规定的常用状态。

5.3.2 试验用燃油和润滑油

燃油和润滑油的选择应符合国家或国际标准规定，可从可商购的产品范围中选择，但应符合拖拉机标定要求的最低标准。

5.3.3 轮胎或履带

轮胎或履带胎面花纹的高度，应至少为新轮胎或履带胎面花纹高度的65%。

5.3.4 配重和轮胎气压

拖拉机可以配置不超过拖拉机规定范围上限的配重。如果拖拉机有充气轮胎，轮胎中的液体配重也可以使用。每个轮胎的总静态重量(包括轮胎中的液体配重、挂接的耕整地机械和代替驾驶员的75 kg重物)以及充气压力应在轮胎制造商规定的范围内。当轮胎气压的规定值为范围值时，取中间值。

5.3.5 预热

在进行任何试验之前，拖拉机应预热。确保冷却系统温度高于60℃。

5.4 试验地及环境条件

5.4.1 试验地宜选择平整的田块，不应有沟坎，坡度应不大于2°。

5.4.2 试验测区长度应不小于30 m，在测区前后应分别有不小于10 m的稳定区。

5.4.3 大气压力应不小于86.6 kPa，环境温度应为20℃±15℃，环境相对湿度应不大于85%。对于环境条件或其他因素，无需对测量结果进行修正。

5.4.4 试验地坡度、土壤质地、土壤坚实度、土壤水分、植被密度和留茬高度，以及环境温度、环境相对湿度、大气压力应按照GB/T 5262规定的方法进行测量。

6 试验要求和测试方法

6.1 一般要求

6.1.1 应按照耕整地机械使用说明书操作。测试过程中制造商可派一名代表在试验现场进行操作指导。

6.1.2 对于所有试验，只有在使用说明书中允许并且在实际操作中可以按照惯例进行操作的情况下，才可以断开液压提升泵或空气压缩机等辅助装置。辅助装置应在不使用工具的情况下按照使用说明书断开。否则，它们将保持连接并以最小负载运行。

6.1.3 如果拖拉机配备了产生可变寄生功率损耗的设备，例如变速冷却风扇、间歇性的液压或电力需求等，则不应断开或更改其状态。如果操作员出于测试目的按照使用说明书的规定断开设备，应将其记录在试验报告中。由这些设备引起的测试过程中的功率变化超过±5%时，应以与平均值的百分比变化

的形式记录在试验报告中。

6.1.4 开始试验前, 耕作机组应达到稳定的运转状态, 试验过程中不应再进行调整或状态改变。

6.1.5 所有试验过程拖拉机油门应设置为全开, 试验过程中不应再进行调整。

6.1.6 不应在前进速度超过被试耕整地机械安全极限的挡位上进行试验。

6.1.7 测量的牵引力应换算至纵向参考平面内, 与左右下挂接点连线相交, 并垂直于横向参考平面。

6.1.8 按需选择测试工况, 每个测试工况应不少于 3 个测试行程。

6.2 牵引功率消耗测定

6.2.1 测力框架法 (推荐)

将测力框架连接到拖拉机悬挂架和耕整地机械悬挂架之间组成试验机组, 以作业状态经稳定区驶入测区并驶出另一端稳定区, 以不低于 10 Hz 的采样频率测量并记录试验机组匀速通过测区时的瞬时牵引力和瞬时速度, 按公式 (1) 计算瞬时牵引功率消耗, 并分别计算测试行程平均值 $\overline{P_T}$ 和测试工况平均值 $\overline{\overline{P_T}}$ 。

$$P_T = Fv \times 10^{-3} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

P_T ——瞬时牵引功率消耗, 单位为千瓦 (kW);

F ——机组通过测区时的瞬时牵引力, 单位为牛顿 (N);

v ——机组通过测区时的瞬时速度, 单位为米每秒 (m/s)。

注: 作业状态是耕整地机械处于工作位置, 并且如果是驱动式机械, 则工作部件处于接合状态。

6.2.2 车拉车法

6.2.2.1 准备两台拖拉机, 一台作为牵引拖拉机用于牵引, 只提供牵引动力; 一台作为挂接拖拉机用于挂载耕整地机械, 并提供驱动动力输出和调整作业深度。将拉力传感器连接到牵引拖拉机和挂接拖拉机之间, 组成试验机组。

6.2.2.2 在耕整地机械处于运输状态时, 以不低于 10 Hz 的采样频率测量并记录试验机组匀速空行通过测区的牵引力和速度。

注: 运输状态是耕整地机械被提离地面, 并且如果是驱动式机械, 则工作部件处于分离状态; 空行即耕整地机械不工作, 处于运输状态。

6.2.2.3 在耕整地机械处于作业状态时, 以不低于 10 Hz 的采样频率空行并记录试验机组匀速通过测区的牵引力和速度。

6.2.2.4 按公式 (1) 分别计算作业时和空行时的牵引功率消耗, 两者之差即为耕整地机械的牵引功率消耗, 分别计算测试行程平均值和测试工况平均值。

6.3 驱动功率消耗测定

6.3.1 将转矩转速传感器连接到拖拉机动力输出轴和万向节传动轴之间, 以不低于 100 Hz 的采样频率分别测量并记录试验机组匀速通过测区的瞬时转矩和瞬时转速, 按公式 (2) 计算瞬时驱动功率消耗, 并分别计算测试行程平均值 $\overline{P_D}$ 和测试工况平均值 $\overline{\overline{P_D}}$ 。

$$P_D = \frac{\pi \cdot n \cdot T}{30} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

P_D ——瞬时驱动功率消耗, 单位为千瓦 (kW);

n ——拖拉机动力输出轴 (耕整地机械动力输入轴) 瞬时转速, 单位为转每分 (r/min);

T ——拖拉机动力输出轴 (耕整地机械动力输入轴) 瞬时转矩, 单位为牛顿米 (N·m)。

6.3.2 若转矩转速传感器无法连接到拖拉机动力输出轴端, 也可以将其连接到耕整地机械动力输入轴与万向节传动轴之间, 并在试验报告中说明。

6.4 总功率消耗测定

耕整地机械的总功率消耗包括牵引功率消耗和驱动功率消耗。按公式 (3) 计算每个测试工况的总功率消耗。

$$P = \overline{P_T} + \overline{P_D} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

P ——总功率消耗，单位为千瓦（kW）。

6.5 有关量测定

在试验期间，宜同步测量拖拉机驱动轮或履带的打滑率、发动机转速、耗油量、燃油温度、耕整地机械作业深度、整地机械作业宽度。

6.5.1 打滑率测定

6.5.1.1 宜采用基于 RTK 差分导航卫星测速和微惯导测量单元等多传感信号融合的瞬时滑转率测量方法。

6.5.1.2 条件不具备时，也可采用数圈数测量长度的人工方法。

6.5.1.3 如果拖拉机的左右驱动轮或履带之间没有通过机械连接在一起，应分别测量两个车轮或履带的打滑率。

6.5.1.4 如果相同测试工况下打滑率差异超过 5%，应进行检查并单独报告。

6.5.1.5 打滑率按公式(4)计算。打滑率为零时表示驱动轮或履带不打滑；为正数时表示驱动轮或履带产生滑转；为负数时表示驱动轮或履带产生滑移。

$$\delta = \frac{L_0 - L_1}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

δ ——驱动轮或履带打滑率，%；

L_1 ——作业状态下，拖拉机驱动轮或履带转动给定圈数通过的距离，单位为米（m）；

L_0 ——运输状态下，以约3.5 km/h速度行驶，拖拉机驱动轮或履带转动给定圈数通过的距离，单位为米（m）。

6.5.2 发动机转速测定

采用磁电式传感器或霍尔传感器在飞轮齿圈处测定发动机转速。或者采用外卡式压力传感器测量柴油机高压油管油压脉动信号来测定发动机转速。

6.5.3 耗油量测定

6.5.3.1 按 GB/T 24643—2009 中 6.2.1 规定的方法测定耗油量。

6.5.3.2 耗油量测量装置应布置在粗滤器后，喷油泵前。

6.5.3.3 耗油量测量装置应消除回油的影响。

6.5.4 燃油温度测定

采用温度计（仪）测量拖拉机燃油箱中燃油的温度。

6.5.5 耕整地机械作业深度测定

参照 GB/T 5668、GB/T 14225 和 GB/T 24675.2 规定的方法测定相应的耕整地机械作业深度。也可采用农机深松作业远程监测系统来测定作业深度。

6.5.6 耕整地机械作业宽度测定

6.5.6.1 对于全幅宽式耕整地机械（如旋耕机），作业宽度为沿垂直于前进速度方向测量工作部件两端最外侧之间的距离。

6.5.6.2 对于间隔式耕整地机械（如深松机），作业宽度为沿垂直于前进速度方向测量工作部件的平均间距乘以工作部件数量。

7 试验报告

试验报告根据需要记录但不限于以下内容：

- 耕整地机械的规格参数；
 - 所使用的标准（包括名称、编号及发布年份号）；
 - 所使用的方法；
 - 配套拖拉机基本情况；
 - 耕整地机械调整的位置和磨合的持续时间；
 - 试验地状况；
 - 试验需要测量的量；
 - 在试验过程中进行的所有维修，并对没有疑问的任何实际缺陷或缺点进行评论；
 - 异常情况或其他需要说明的情况；
 - 试验时间和试验地点。
-