

团 体 标 准

T/CAAMM XXX-2021/T/NJ XXXX—2021

高速栽植机械工况监测系统评价方法

Evaluation method of working condition monitoring system for high-speed
planting machinery

（公示稿）

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国农业机械工业协会
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》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的提出和发布单位不承担识别专利的责任。

本文件由中国农业机械工业协会和中国农业机械学会联合提出。

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、中国农业机械化科学研究院、浙江理工大学、农业农村部南京农业机械化研究所、南通富来威农业装备有限公司、苏州久富农业机械有限公司、德州福瑞特农业机械制造有限公司。

本文件主要起草人：金鑫、高颂、颜华、俞高红、吴崇友、蒋兰、吴亦鹏、徐正华、李洪雷、马义东、杜新武、姬江涛、张超、程群、李道玉、张博。

本文件为首次发布。

高速栽植机械工况监测系统评价方法

1 范围

本文件规定了高速栽植机械工况监测系统评价的术语和定义、技术要求、试验方法和评价方法等内容。

本文件适用于高速栽植机械工况监测系统评价，高速栽植机械范围包括旱地移栽机与水田插秧机。

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 19517 国家电气设备安全技术规范

GB 5226.1 机械安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 2423.38 环境试验 第2部分：试验方法 试验R：水试验方法和导则

GB/T 3768 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法

GB/T 16955-1997 声学 农林拖拉机和机械 操作者位置处噪声的测量 简易法

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高速栽植机械 High-speed planting machinery

可满足农艺要求栽植秧苗，最大栽植频率（旱田 ≥ 80 株/min·行、水田 ≥ 100 株/min·行）的种植机械。

3.2

高速栽植机械工况监测系统 Working condition monitoring system of high-speed planting machinery

对高速栽植机械的工况进行监测并对监测数据进行实时处理的系统。

3.3

振动 Vibration

高速栽植机械作业过程中产生的影响取苗机构运行状态的机械运动。振动指标用高速栽植机械取苗机构的加速度、速度和位移三个参量描述。

3.4

燃油消耗量 Fuel consumption rate

单位工作时间内高速栽植机械标准工况下所消耗的燃油量。

3.5

标准燃油消耗量 Standard fuel consumption

出厂说明书所标示的或生产厂家提供的单位时间内高速栽植机械作业耗油量。

3.6

耗油比 Fuel consumption ratio₀

单位工作时间内高速栽植机械标准作业工况下所消耗的燃油量与普通栽植机械标准作业工况下燃油消耗量的比值与100%之差的绝对值。

3.7

作业速度 Working speed

高速栽植机械作业时单位时间内行驶过的距离。

3.8

标准作业速度 Standard Working speed

出厂说明书所标示的或生产厂家提供的高速栽植机械作业速度。

3.9

作业速度比 Working speed ratio

高速栽植机械作业速度与普通栽植机械作业速度的比值与100%之差的绝对值。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 监测系统在室外温度-10℃~45℃、相对湿度小于或等于90%的环境条件下应能正常工作。

4.1.2 监测系统应能显示高速栽植机械的振动等级、噪声、燃油消耗量、作业速度、作业面积。

4.1.3 监测系统配备传感器的响应时间应小于等于0.1s。

4.1.4 监测系统应配备主电源、备电源转换装置。当主电源断电时，应能自动转换到备电源供电；当主电源恢复时，应自动转换到主电源供电。

4.1.5 监测系统具备过载保护装置和工作状态显示装置。

4.1.6 监测系统接线端子（连接器）具备防水措施，电源、信号端子分开设置。

4.2 性能要求

高速栽植机械在正常作业情况下，工况监测系统性能应符合表1的规定。

表1 工况监测系统性能要求

序号	项目	精度等级指标	
		旱地栽植机械	水田栽植机械
1	振动指标测量精度	≤5%	≤7%
2	噪声测量精度	≤5%	≤7%
3	燃油消耗量测量精度	≤5%	≤5%
4	作业速度测量精度	≤2%	≤3%

4.3 安全要求

4.3.1 监测系统应符合GB 19517的要求。

4.3.2 监测系统使用的电器元器件、电器导线、电器连线、控制装置安全设计应符合GB 5226.1的规定。

4.4 可靠性

监测系统可连续工作时间不小于 600h。

5 试验准备、条件和要求

5.1 试验准备

5.1.1 在监测系统正常工作状态下，检查显示屏所显示的主要技术参数。

5.1.2 安装传感器前，检查传感器说明书中的响应时间。

5.1.3 按照4.1.4的要求，检查监测系统主电源、备电源转换装置，确保正常工作。

5.1.4 检查监测系统过载保护装置和工作状态显示装置，确保正常工作。

5.1.5 依据GB/T 2423.38检查监测系统接线端子的防水性能；目测检查电源、信号端子是否分开。

5.1.6 试验开始之前，高速栽植机械应在稳定的环境下开机预热15分钟以上。

5.1.7 安装监测系统及定位终端、传感器等附属

设备。

5.2 试验条件和要求

5.2.1 试验用作业机具性能完善，具备出厂合格证明，并满足以下要求：

- a. 4.1.1所规定的的温湿度要求，风力不大于4级；
- b. 试验场地周围无载频干扰源（10kHz-300kHz）、射频及视频干扰源（300kHz）；
- c. 试验用仪器设备在使用前已校验合格；
- d. 作业地块平整，有效作业面积 ≥ 30 亩，长 ≥ 200 m，宽 ≥ 100 m。
- e. 机具操作人员要求经过技术培训，考核合格；按照说明书要求正确操作。

5.2.2 试验用仪器应满足下列要求：

- a. 振动传感器：振动传感器应可检测加速度、速度或位移的任一参量。精度等级 ≤ 0.5 级；
- b. 噪声测量仪器精度等级 ≤ 0.5 级；
- c. 燃油消耗量测量仪器精度等级 ≤ 1.0 级。

试验用仪器在使用前均应校验合格，并在规定的检定周期以内。

6 试验方法

6.1 振动

按下列步骤进行：

- a. 振动传感器安装于取苗机构上；
- b. 根据振动传感器输出参量的不同，可获取的振动参量为位移、速度或加速度；
- c. 使高速栽植机械作业在最大栽植频率，作业 180s 后，连续记录取苗机构的振动参量 3 次，记录时间间隔为 10s，取三次振动参量的算术平均值为振动参量；
- d. 根据获取的任一种参量通过参量关系计算可获得另外两个参量，三个参量为位移、速度和加速度

6.2 噪声

高速栽植机械的噪声测量方法按 GB/T 16955-1997 执行。

使高速栽植机械作业在最大栽植频率，作业 180s 后，连续记录取苗机构的噪声值 12 次，记录时间间隔为 5s，取 12 次噪声值的算术平均值为噪声值。

6.3 燃油消耗量

使高速栽植机械作业在最大栽植频率，作业 180s 后，抽测燃油消耗量。按以上方法每间隔 1 小时测量 1 次，共测量 3 次，取 3 次燃油消耗量的算术平均值即为燃油消耗量。

6.4 作业速度

按下列步骤进行：

- a.在试验场地确定 3 个测量区；每个测量区长 60m；
- b.使高速栽植机械作业在最大栽植频率，记录每个测量区内高速栽植机械完成栽植作业所用时间；
- c.作业速度按式（1）计算：

$$v = \frac{20(t_1t_2 + t_2t_3 + t_1t_3)}{t_1t_2t_3} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

v-----作业速度；单位为 m/s；

$t_{i(i=1\sim3)}$ -----每个测量区内高速栽植机械完成栽植作业所用时间，单位为 s。

7 评价方法

7.1 作业质量要求

在规定的作业条件下，高速栽植机械作业应符合表 3 的规定：

表3 高速栽植机械工况监测质量指标一览表

序号	监测项目		质量指标要求		
			旱地栽植机械		水田栽植机械
			最大栽植频率≥ 90 株/min·行	最大栽植频率≤ 90 株/min·行	
1	振动	位移（mm）	≤±2.4	≤±2.0	≤±2.8
		速度（mm/s）	≤4.8	≤4.2	≤7.2
2	噪声	dB(A)	≤88	≤88	≤89
3	耗油比		≤20%	≤20%	≤25%
4	作业速度比		≤12%	≤10%	≤15%
5	可靠性要求		平均故障（不包括致命性故障）间隔时间≥60 小时		

7.2 故障判断

高速栽植机械丧失其规定功能；或作业性能下降超出规定范围；或高速栽植机械作业过程中监测到任一作业质量指标不符合表 3 的规定即认为出现一次故障。

7.3 故障分类

7.3.1 致命性故障

导致移栽作业系统功能完全丧失且无法修复的故障。

7.3.2 严重故障

在正常作业条件下，作业系统功能出现故障的频次在 1 小时内累计大于 3 次，单次产生故障修复时间 $\leq 20\text{mins}$ 。

7.3.3 一般故障

在正常作业条件下，作业系统功能出现故障的频次在 1 小时内累计不大于 3 次，但通过调整、更换配件，可修复。

7.3.4 轻微故障

在正常作业条件下，作业系统功能出现故障，但在 30 秒内自动排除故障，可不按故障计。

7.4 可靠性指标

(1) 作业系统如果发生致命故障，直接认定不符合可靠性要求。

(2) 平均故障间隔时间：

在正常作业条件下作业系统的总工作时间不小于 240 小时，试验期间记录试样的工作情况、故障情况和修复情况等，考核计算试样平均故障间隔时间，按式 (2) 计算：

$$i = \frac{\sum t_i}{\sum Z} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

i -----平均故障间隔时间，单位为小时 (h)；

t_i -----工作时间，单位为小时 (h)；

Z -----试验期间作业系统发生的严重故障、一般故障总数，轻微故障不计。

7.5 评价规则

监测项目为振动、噪声、油耗比检验、作业速度比检验、可靠性要求。所有项目指标分为 A、B、C 三个等级，按表 4~8 的规定：

表 4 振动指标等级

参量	栽植机械类别		等级		
			A	B	C
位移 (mm)	旱地栽植机械	最大栽植频率≥ 100 株/min	≤1.5	≤1.9	≤2.4
		最大栽植频率≤ 100 株/min	≤1.3	≤1.6	≤2.0
	水田栽植机械		≤1.8	≤2.2	≤2.8
速度 (mm/s)	旱地栽植机械	最大栽植频率≥ 100 株/min	≤3.0	≤3.8	≤4.8
		最大栽植频率≤ 100 株/min	≤2.7	≤3.4	≤4.2
	水田栽植机械		≤4.6	≤5.8	≤7.2

若位移和速度两个参量指标不同时满足相同等级，则按此两个指标中满足的最低等级认定振动指标等级。如：水田栽植机械位移参量满足 A 级，速度参量满足 C 级，则其振动指标等级为 C 级。

表 5 噪声指标等级

参量	栽植机械类别		等级		
			A	B	C
噪声 (dB(A))	旱地栽植机械	最大栽植频率≥ 100 株/min	≤80	≤86	≤88
		最大栽植频率≤ 100 株/min	≤80	≤86	≤88
	水田栽植机械		≤86	≤88	≤89

表 6 油耗比检验指标等级

参量	栽植机械类别		等级		
			A	B	C
油耗比检验	旱地栽植机械	最大栽植频率 ≥100 株/min	≤12%	≤16%	≤20%
		最大栽植频率 ≤100 株/min	≤12%	≤16%	≤20%
	水田栽植机械		≤17%	≤21%	≤25%

表 7 作业速度比检验指标等级

参量	栽植机械类别		等级		
			A	B	C
作业速度 比检验	旱地栽 植机械	最大栽植频率 ≥ 100 株/min	$\leq 8\%$	$\leq 10\%$	$\leq 12\%$
		最大栽植频率 ≤ 100 株/min	$\leq 6\%$	$\leq 8\%$	$\leq 10\%$
	水田栽植机械		$\leq 10\%$	$\leq 12\%$	$\leq 15\%$

表 8 可靠性要求指标等级

参量	栽植机械类别		等级		
			A	B	C
可靠性要 求	旱地栽 植机械	最大栽植频率 ≥ 100 株/min	平均故障（不包括 致命性故障）间隔 时间 ≥ 200 小时	平均故障（不包括 致命性故障）间隔 时间 ≥ 130 小时	平均故障（不包括 致命性故障）间隔 时间 ≥ 60 小时
		最大栽植频率 ≤ 100 株/min			
	水田栽植机械				

高速栽植机械工况评价规则如下：

所有项目指标总分为 R ，其中单项 A 级认定为 20 分，单项 B 级认定为 12 分，单项 C 级认定为 9 分。 $R \geq 89$ 认定为优级； $89 > R \geq 57$ 认定为良级； $57 > R \geq 45$ 认定为合格级。