

ICS 65.060.50

B 90

# 团 体 标 准

T/CAMA 14.2—2020

## 农业机械作业载荷检测技术规范

### 第 2 部分：谷物联合收割机

Technical specifications for load detection of agricultural machinery  
Part 2: Grain combine harvester

2020-09-01 发布

2020-11-01 实施

中国农业机械化协会 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 一般要求 .....	1
5 被测参数准确度要求及仪器设备 .....	2
6 检测条件及参数 .....	3
6.1 检测条件 .....	3
6.2 作业小时生产率 .....	3
6.3 作业小时油耗 .....	3
6.4 振动加速度 .....	3
6.5 轴转速和扭矩（液压油流量和压力） .....	3
6.6 驾驶员操作位置处噪声 .....	3
7 评价参数 .....	4
7.1 作业振动 .....	4
7.2 作业功率 .....	4
7.3 工作组件（部件）动力分配率 .....	4
7.4 整机负荷系数 .....	5
7.5 驾驶员操作位置处噪声 .....	5
7.6 单位作业面积油耗 .....	5
附录 A（资料性） 谷物联合收割机产品规格表 .....	6



## 前 言

T/CAMA 14《农业机械作业载荷检测技术规范》包括以下部分：

- 第1部分：自走式玉米青贮收获机；
- 第2部分：谷物联合收割机；
- 第3部分：轮式拖拉机（组）；
- 第4部分：玉米收获机。

本文件为 T/CAMA 14 的第 2 部分。

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。

本文件由中国农业机械化协会畜牧分会提出。

本文件由中国农业机械化协会归口。

本文件起草单位：农业农村部农业机械试验鉴定总站、中国农业大学、山东省农业机械试验鉴定站、黑龙江省农业机械试验鉴定站、湖南省农业机械鉴定站、江苏省农业机械试验鉴定站。

本文件主要起草人：叶宗照、孙丽娟、宋正河、冯健、孙超、谢斌、管延华、郭雪峰、吴文科、王智、宋继忠、孙德超、曾文进、白学峰。

CAMA

# 农业机械作业载荷检测技术规范

## 第2部分：谷物联合收割机

### 1 范围

本文件规定了谷物联合收割机作业载荷检测的一般要求、被测参数准确度要求及仪器设备、检测条件及参数和评价参数。

本文件适用于谷物联合收割机作业载荷检测。

### 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 6236 农林拖拉机和机械 驾驶座标志点
- GB/T 6979.1 收获机械 联合收割机及功能部件 第1部分 词汇
- GB/T 8097 收获机械 联合收割机 试验方法
- GB/T 14412 机械振动与冲击 加速度计的机械安装
- JB/T 5117 全喂入联合收割机 技术条件

### 3 术语和定义

GB/T 6979.1 中界定的术语和定义适用于本文件。

### 4 一般要求

4.1 试验样机技术状态应调试正常，依据载荷测试要求调整好相应的工作部件或系统，经运行确认后方可进行测试。记录样机的型号名称、样机编号、生产厂家、生产日期、主要技术规格（见附录A）等。

4.2 测量并记录环境温度、环境相对湿度及风速。

4.3 测量并记录地形坡度、试验区形状和面积等地表条件。

4.4 记录作物品种、成熟期。按照 GB/T 5262 规定的方法测量并记录作物倒伏程度、自然高度、产量、草谷比、千粒质量、茎秆含水率、籽粒含水率。

4.5 样机额定作业载荷测定时应以不低于额定喂入量满割幅作业，作业质量应符合 JB/T 5117 的规定。如以当地农艺要求为作业质量标准时，应记录具体的农艺要求。载荷测量的采样频率应不低于 100Hz，检测结果应滤除高次谐波和异常值。

4.6 实测或调查统计并记录班次时间，包括：作业时间和非作业时间。其中作业时间包括：纯工作时间、地头转弯空行时间、工艺服务时间（停机加油和装卸物料等时间）。非作业时间包括：调整保养时间、机具故障时间、1km 以内空行转移时间。检测状态分为作业状态和非作业状态两类，具

体要求见表1。

表1 样机检测状态分类

检测状态	分类	要求
作业状态	纯工作状态	样机在规定的试验条件下进行收割作业。
	地头转弯空行状态	样机在地头转弯, 切割、脱粒、清选等作业机构空运转。
	卸粮状态	样机在田间停止, 切割、脱粒、清选等作业机构断开, 进行卸粮工作。
非作业状态	田间行走状态	样机切割、脱粒、清选等作业机构断开, 在设计速度范围内进行田间行走。

## 5 被测参数准确度要求及仪器设备

参数检测用仪器设备应处于完好状态, 应经过计量检定或校准且在有效期内, 确保在规定条件下使用。被测参数准确度要求见表2。

表2 被测参数准确度要求

序号	参数名称	测量范围	准确度要求
1	时间	0 h~24 h	1 s/d
2	长度	0 m~5m	0.5 %
		≥5 m	2.5 cm
3	质量	0 g~10 kg	2 g
		≥10 kg	10 g
4	速度	0 km/h~50 km/h	0.2 km/h
5	加速度	0.05 m/s <sup>2</sup> ~10 m/s <sup>2</sup>	2.5 %
6	转速	0 r/min~5000 r/min	0.5 %
7	扭矩	0 N·m~2000 N·m	1 %
8	压力	0 MPa~50 MPa	2 %
9	流量	0 L/min~50 L/min	2 %
10	噪声	34 dB(A)~130 dB(A)	1 级

## 6 检测条件及参数

### 6.1 检测条件

按 4.6 的要求测量并统计记录样机的班次时间；采用调查方式统计班次时间时，调查时间不少于 3 个班次，结果取算术平均值。

作业载荷测量时应同时检测并记录作业速度、喂入量、割茬高度、单位面积产量、作业质量（损失率、含杂率、破碎率）、作业小时生产率和作业小时油耗，并记录样机状态数据。检测数据可通过人工统计或自动采集方式得到，如自动采集则采样间隔不大于 0.01s。如采用人工检测方法，按照 GB/T 8097 规定的方法测定。

### 6.2 作业小时生产率

作业小时生产率按式（1）计算。

$$E_z = \frac{Q_b}{T_z} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$E_z$ ——作业小时生产率，单位为公顷/小时（ $\text{hm}^2/\text{h}$ ）；

$Q_b$ ——作业面积，单位为公顷（ $\text{hm}^2$ ）；

$T_z$ ——作业时间，单位为小时（h）。

### 6.3 作业小时油耗

在样机稳定作业状态下，测试距离不少于50m，按式（2）计算，检测3次，取算术平均值。

$$G_{\text{ph}} = \frac{G_{\text{cq}}}{t_{\text{cq}}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$G_{\text{ph}}$ ——作业小时油耗，单位为千克每小时（ $\text{kg}/\text{h}$ ）；

$G_{\text{cq}}$ ——测区内所消耗的燃油质量，单位为千克（kg）；

$t_{\text{cq}}$ ——通过测区所用的时间，单位为小时（h）。

### 6.4 振动加速度

振动加速度传感器应安装在驾驶座标志点在底板上垂直投影点处，检测点位置见GB/T 6236，传感器安装符合GB/T 14412要求。记录后侧至车前方向（X）、左侧至右侧（Y）、底部至顶部（Z）等3个方向加速度。

### 6.5 轴转速和扭矩（液压油流量和压力）

检测用传感器应按使用说明书中规定的方式安装在检测轴上。检测轴至少应包括发动机动力输出轴、割台传动轴、脱粒滚筒主轴、行走装置动力输入轴等。如采用液压传动，则检测液压油流量与压力。

### 6.6 驾驶员操作位置处噪声

测试时，环境温度应在 $-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 范围内，离地表1.2m处的平均风速不大于5m/s，地面应平坦，测试区中心半径20m范围内不应有建筑物、实体围墙等反射物，背景噪声应比测量噪声级至少低10dB（A）。样机在正常工作状态下运转，如果装有驾驶室，应关闭门窗、天窗、挡风玻璃。除驾驶员和检测人员外，其他人员不得在操作位置处或驾驶室内。传感器应放在座位中心面噪声较大一侧250mm

±20mm处,传感器应沿轴线水平向前,中心应位于驾驶座标志点上方700mm±20mm、前方100mm±20mm处。声级计读数应在慢档特性下读取,测量的量为A计权声压级,单位为分贝dB(A)。

## 7 评价参数

### 7.1 作业振动

作业振动表征整机承受载荷而在特定位置产生振动的程度,用频率加权加速度均方值表示。频率加权加速度均方值按式(3)计算。

$$a_{wi}(t)(i = X, Y, Z) = \sqrt{\frac{\int_0^{t_{zy}} a_{wi}^2(t)}{t_{zy}}} \dots \dots \dots (3)$$

式中:

$a_{wi}(t)(i = X, Y, Z)$ ——频率加权加速度,单位为米每二次方秒( $m/s^2$ );  
 $X, Y, Z$ ——分别代表后侧至车前方向;左侧至右侧;底部至顶部方向;  
 $t_{zy}$ ——作业时间(s)。

### 7.2 作业功率

作业功率表征所测轴承受载荷而消耗功率的程度,通过检测轴转速与扭矩乘积得到。作业功率按式(4)计算。

$$P_{zy} = \frac{n_{zy} \cdot T_{zy}}{9549} \dots \dots \dots (4)$$

式中:

$P_{zy}$ ——作业功率,单位为千瓦(kW);  
 $n_{zy}$ ——检测轴转速,单位为转每分钟(r/min);  
 $T_{zy}$ ——检测轴扭矩,单位为牛每米( $N \cdot m$ )。

如采用液压传动,则检测液压油流量与压力。作业功率按式(5)计算。

$$N_{zy} = \frac{(P_1 - P_2) \cdot q}{60} \dots \dots \dots (5)$$

式中:

$N_{zy}$ ——作业液压输出功率,单位为千瓦(kW);  
 $P_1$ ——液压管内输入压力,单位为兆帕(MPa);  
 $P_2$ ——液压管内输出压力,单位为兆帕(MPa);  
 $q$ ——液压管内的流量,单位为升每分钟(L/min)。

### 7.3 工作组件(部件)动力分配率

工作组件(部件)动力分配率表征作业过程所测工作组件(部件)实际消耗的动力占谷物联合收割机额定配置动力的比率。按式(6)计算。

$$\varepsilon_{ph1} = \frac{P_{zy}}{P_{bd}} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

式中:

$\varepsilon_{ph1}$ ——工作组件(部件)动力分配率;  
 $P_{zy}$ ——所测工作组件(部件)作业功率,单位为千瓦(kW);  
 $P_{bd}$ ——谷物联合收割机配套发动机标定功率,单位为千瓦(kW)。

如采用液压传动，则所测工作组件（部件）动力分配率按式（7）计算。

$$\varepsilon_{ph1} = \frac{N_{zy}}{N_{bd}} \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

式中：

$\varepsilon_{ph1}$ ——工作组件（部件）动力分配率；

$N_{zy}$ ——所测工作组件（部件）液压马达输出功率，单位为千瓦（kW）；

$N_{bd}$ ——谷物联合收割机配套液压马达标定功率，单位为千瓦（kW）。

#### 7.4 整机负荷系数

整机负荷系数表征样机整机满负荷作业所消耗的功率与配套发动机标定功率的比，按式（8）计算。

可以采用油耗查表法计算整机负荷系数。即以满负荷作业时测得的小时油耗值在该类型发动机特性曲线上查得对应功率值代替检测的整机作业功率值 $P_{tx}$ 。

$$\varepsilon_{ph2} = \frac{P_{tx}}{P_{bd}} \times 100\% \dots \dots \dots (8)$$

式中：

$\varepsilon_{ph2}$ ——整机负荷系数；

$P_{tx}$ ——所测整机作业功率，单位为千瓦（kW）；

$P_{bd}$ ——谷物联合收割机配套发动机标定功率，单位为千瓦（kW）。

#### 7.5 驾驶员操作位置处噪声

驾驶员操作位置处噪声表征谷物收割作业时整机承受载荷而在驾驶员操作位置处产生噪声的程度，按6.6进行检测。

#### 7.6 单位作业面积油耗

单位作业面积油耗表征收割单位面积作物时整机消耗燃油的程度。检测样机稳定作业状态时的油耗，按式（9）计算。

$$G_n = \frac{G_{nz}}{Q_b} \dots \dots \dots (9)$$

式中：

$G_n$ ——单位作业面积油耗，单位为千克每公顷（kg/hm<sup>2</sup>）；

$G_{nz}$ ——样机所消耗的总燃油质量，单位为千克（kg）

附 录 A  
(资料性)

表 A.1 谷物联合收割机产品规格表

序号	项目		单位	设计值
1	型号名称		/	
2	结构型式		/	
3	配套 发动机	生产企业	/	
		型号	/	
		结构型式	/	
		标定功率	kW	
		标定转速	r/min	
4	整机外形尺寸 (长×宽×高)		mm	
5	整机质量		kg	
6	额定喂入量		kg/s	
7	作业速度		km/h	
8	作业小时生产率		hm <sup>2</sup> /h	
9	单位作业量燃油消耗量		kg/hm <sup>2</sup>	
10	割台工作幅宽		mm	
11	割台型式		/	
12	脱粒机构型式		/	
13	清选机构型式		/	
14	轮距		mm	
15	轴距		mm	
16	茎秆切碎器型式		/	
17	卸粮机构型式		/	