

谷物联合收割机智能化作业技术规范

Technical specifications for intelligent operation of grain combine harvesters

2024-1-8 发布

2024-1-8 实施

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。

本文件由北大荒农垦集团有限公司提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：北大荒农垦集团有限公司、潍柴雷沃智慧农业科技股份有限公司、九方泰禾国际重工（青岛）股份有限公司、山东巨明机械有限公司、北大荒信息有限公司、黑龙江农垦农业机械试验鉴定站、中联农业机械股份有限公司、华南农业大学、常州常发重工科技有限公司、昆山寰安电子科技有限公司。

本文件主要起草人：唐浩、吴涛、任建华、崔守波、张霆、柳春柱、郭岗、胡炼、刘荣新、孙永青、梁道满、白雪、牛文祥、隋士国、高广智、高嵩。

谷物联合收割机智能化作业技术规范

1 范围

本文件规定了谷物联合收割机（以下简称收割机）智能化作业的作业条件、作业准备、安全要求、作业要求、作业质量试验方法和维护、保养与存放。

本文件适用于全喂入收割机智能化作业。

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 39521—2020 农林拖拉机和机械 拖拉机和机械的自动导航系统安全要求

GB/T 8097 收获机械 联合收割机 试验方法

NY/T 2194—2012 农业机械田间行走道路技术规范

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 作业条件

4.1 作物条件

作物在切割线以上的应生长均匀、直立、无杂草。水稻草谷比为 1.0~2.4、籽粒含水率为 15%~28%；小麦草谷比为 0.6~1.2、籽粒含水率为 12%~20%。

4.2 机库条件

机库场地应满足车位长度和宽度不小于停放农机尺寸的 150%的。

4.3 机耕道条件

机耕道建设应符合NY/T 2194—2012规定，机耕道道路要求平坦，且路基宽度应不小于3.5m，路肩宽度应为0.5m，行车道宽度应不小于 2.5m。

4.4 田块条件

田块应为耕作过的熟田

- a) 旱田平整熟地场地应满足长度不小于 300m，宽度不小于 4 个作业幅宽，场地倾斜度应小于 3°，田间无积水；旱田坡地熟地场地应满足长度不小于 90m，宽度不小于 4 个作业幅宽，场地倾斜度应在 5° 到 10° 之间。
- b) 水田场地应满足长度不小于 90m，宽度不小于 4 个作业幅宽，场地高差在正负 3cm 以内，泥脚深度不大于 20cm。
- c) 田块周边导航卫星信号接收良好，周围 50m 内无金属或其它大面积反射面，无较强的电磁干扰。使用网络 RTK 时，应能确保当地网络信号良好。
- d) 田块要求具有足够的安全保障措施，远离强磁场、污染源、粉尘等；田块中应建立由各级前端视频采集设备、供电系统、通信网络、存储系统、图像显示系统（屏）、智能摄像机、视频处理设备、传输网络设备和监视工作站等硬件组成的视频监视系统。防止整机失控导致事故的发生。

- e) 田块边界应有云储存功能和下载功能，收割机端的田块能够上传到云平台储存，云平台端的田块能够下发到农机端使用。

4.5 智能化作业收割机

4.5.1 图像信息获取能力，

收割机应具有识别收割作物种类、割幅状态、倒伏状态、籽粒破碎含杂状态等图像识别能力；采集的图像应清晰可靠，终端显示和远程操作时图像的采集速度应大于 25 帧/秒，本地作业图像存储时间大于 30 小时，作业图像远程监控时 5 帧/分；采集的每帧图像均应包含准确的时间戳，采集图像像素应大于 90 万；收割机工作状态下 CAN 总线数据传输负载率应小于 30%。

4.5.2 智能感知能力

收割机应具备感知作物倒伏功能，在光照充足、视野清晰条件下识别准确率应大于 90%，识别速度应大于 3 帧/秒；应具备夹带损失率及清选损失率识别功能，识别速度应大于 5 帧/秒；应具备本机状态检测功能，包含硬件启动自检，软件启动自检。

4.5.3 智能控制能力

收割机对行驶速度、割台高度、拨禾轮高度、拨禾轮转速、风机转速、滚筒转速和筛片开度的自动调整精度应不低于人工调整精度，调整速度应实时；自动控制割台、拨禾轮、风机、滚筒、筛片的执行系统、制动系统的速度应实时。

4.5.4 智能作业能力

收割机应有路径自动规划的能力，能通过高精度地图提前识别目标地块内的静态障碍物，能通过激光探测或视觉方法识别行人和车辆等动态障碍物；收割机根据获取的信息提前进行决策，控制车辆动作执行；智能作业质量应不低于人工操作下作业质量（以含杂率、破碎率、损失率指标为评判标准）；收割机的智能作业时的喂入量应根据作业条件自动调整为收割机标准喂入量；收割机的错误/危险操作告警准确率应不小于 90%，致命错误/危险操作告警准确率应不小于 99%，告警信息输出应实时。

4.5.5 人机交互能力

收割机的人机交互单元应能清晰、准确地输出图像、文字、声音信息给远程控制端。远程控制人员应能够清楚容易地读取信息，收割机应能正确接收远程控制端的输入信息，远程控制人员应能够容易地通过键盘、鼠标、手写屏输入信息或选择项目。

4.6 人员配备

4.6.1 应按要求配备操作人员和辅助人员。

4.6.2 操作人员应经过技术培训，取得相应的资格证书；辅助人员应具备基本的作业知识和安全常识。

5 作业准备

5.1 按照使用说明书检查收割机，确保主机完整、辅助设备齐全。

5.2 确保收割机能正常操控，各部件安装正确稳固可靠且能正常工作。

5.3 确保动力系统应能正常工作，能源/燃料充足。

5.4 根据规划任务确定采用手动控制/自动控制，单机作业/多机协同作业。

5.5 对作业区域内影响安全作业的树木、电杆、电线等障碍物进行标记。

6 安全要求

6.1 除 GB/T 39521—2020 中规定的要求外，还应符合如下要求：

- a) 人工驾驶模式优先级最高，当人工接管时，应退出智能化作业模式，人工/智能化作业模式切换响应时间小于 1s；
 - b) 智能化作业异常本地告警时间小于 3s；
 - c) 当卫星信号丢失、RTK 信号丢失、通讯网络断开等影响作业精度和安全时收割机应主动停车；
 - d) 当收割机超过设定的掉头边界时应主动停车；
 - e) 收割机外部应配备紧急制动开关；
 - f) 机耕道行驶速度设计，机库行驶速度设计应符合产品使用说明书要求。
- 6.2 操作人员在作业前应认真阅读使用说明书，严格按照使用说明书中的安全要求操作。
- 6.3 智能作业前应确保收割机的安全防护装置齐全、安全可靠、无损坏；旋转部件转向与规定方向一致；过载保护装置安全有效。
- 6.4 对可能影响收获作业的障碍物设置醒目的警示标志。
- 6.5 收获作业时配备防火器材。
- 6.6 严禁操作人员酒后、带病或过度疲劳时开机作业。
- 6.7 智能作业中发生故障进行排除时及停止作业保养时，收割机应熄火切断动力输出轴的动力，严禁在收割机运转时进行检修和保养。
- 6.8 作业时非操作人员严禁乘坐；在进行地块转场或运输时严禁任何人员乘坐或在收获部件上放置物品。

7 作业要求

7.1 定位精度、环境感知、远程管理、作业质量

7.1.1 定位精度

定位要求如下：

- a) 室外平面定位精度不大于 2cm (RMS)，高程定位精度不大于 5cm (RMS)；
- b) 精度发散状态 (RTK 浮动解) 及时告警时间小于 3s，并且车辆本地控制停车；
- c) 机库定位精度不大于 10cm (RMS)。

7.1.2 环境感知

智能化收获作业时，收割机应配备非接触式障碍物探测装置。

7.1.3 远程管理

收割机智能化作业时要求具备主动上报和被动应答功能：

- a) 实时数据上报频率 0.1Hz~5Hz，终端数据查询响应时间 $\leq 5s$ ；
- b) 具有控制数据下发功能，在良好网络条件下远程控制响应时间 $< 300ms$ 。

7.1.4 作业质量

- a) 直线作业精度不大于 2.5cm，地头起落线作业精度不大于 20cm；掉头上线距离水大于 5m；
- b) 最大作业作业覆盖率旱田不小于 95%；水田不小于 90%；
- c) 速度控制精度不大于 10%，平均制动加速度控制精度不大于 $2.5m/s^2$ 。

7.1.5 智能化作业质量要求

收割机智能化作业质量要求应符合表1的要求

表1 质量指标

序号	指标名称	质量指标要求	
		水稻	小麦
1	总损失率, %	≤2.8	≤1.2
2	破碎率, %	≤1.5	≤1.0
3	含杂率, %	≤2.0	
4	割茬高度, mm	≤150	≤100
5	有效度, %	有效度≥98	
6	满幅利用率, %	≥97	
7	避障距离, m	≤2	
8	收获后地表状况	割茬高度一致、无漏割、地头地边处理合理	
9	污染情况	地块和收获物中无明显污染	

8 试验方法

8.1 基本性能

喂入量、总损失率、破碎率、含杂率按 GB/T 8097的规定进行测定。

8.2 割茬高度

往返各1个行程,每个行程不少于 20m,沿收割机行驶方向每隔5m取1个测点,每点在全割幅内随机测量 5株的割茬高度,取其平均值为该点的割茬高度,结果取往返行程各点的总平均值。

8.3 有效度

对样机进行水稻或小麦(任选一种作物)累计作业时间18小时的生产查定。记录作业时间、调整保养时间、样机故障情况及排除时间,按公式(1)计算有效度。

$$K = \frac{\sum t_z}{\sum t_z + \sum t_g} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

K ——有效度;

t_z ——样机作业时间,单位为小时(h);

t_g ——样机故障修复时间,单位为小时(h)。

8.4 满幅利用率

收割机沿作物边界作业至少 50m,每隔 2m采样获得1个实际割幅尺寸,记录采样点个数和对应采样点处割幅,按公式(2)计算。

$$\alpha = \frac{\sum b_n}{nB} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

α ——满幅利用率；

b_n ——采样点处的割幅，单位为米（ m ）；

B ——收割机的标称割幅，单位为米（ m ）。

8.5 避障距离

在平整空旷田块里，将直径为 25mm、高度为 600mm的圆柱形测试障碍桩水平放置于收割机前进方向的地面上，收割机以使用说明书中规定的作业速度靠近测试障碍桩，应在测试障碍桩与收割机的刚性部件或载荷接触前停车制动，并测量出收割机与障碍桩的距离。测试重复 6次，1次测试障碍桩放置在收割机正前方的中心线上，1次测试障碍桩放置在收割机正后方的中心线上，另外4次测试障碍桩分别放置在机器轮廓边界线两端的前后，结果取最大值。

8.6 收获后地表状况及污染情况

用目测法观察检测区收割后地表状况；收获的籽粒中是否有因收割机漏油造成的污染，检测区内的茎秆和地块是否有因收割机漏油造成的污染。

9 维护、保养与存放

- 9.1 每个作业季节完毕后，应对电池进行安全保管，应按使用说明书要求包括对智能传感器等进行全面保养。应进行除草、清洁、放水、放油、加润滑油（脂）、易损件更换和维修等。
- 9.2 维护保养后收割机应妥善存放于机库内。