

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T XXXX—XXXX

农机北斗作业监测终端技术规范

Technical specifications for BeiDou operation monitoring terminal of agriculture
machinery

(征求意见稿)

联系人：梅鹤波
电话：18612987268
邮箱：meihb@necita.org.cn

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国农业农村部 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.....	2
5 功能要求.....	2
5.1 自检.....	2
5.2 北斗卫星定位.....	2
5.3 无线通信.....	2
5.4 作业状态（质量）监测.....	2
5.5 机具识别.....	2
5.6 图像信息采集.....	2
5.7 显示及人机交互.....	2
5.8 报警.....	3
5.9 数据存储.....	3
6 性能要求.....	3
6.1 田间作业性能.....	3
6.2 北斗卫星定位性能.....	3
6.3 无线通信性能.....	3
6.4 图像采集性能.....	3
6.5 电气性能.....	3
6.6 环境适应性.....	4
6.7 电磁兼容性.....	4
7 试验方法.....	5
7.1 田间作业性能.....	5
7.2 北斗卫星定位.....	7
7.3 无线通信性能.....	7
7.4 电气性能.....	7
7.5 气候环境适应性.....	7

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市场与信息化司提出。

本文件由农业农村部农业信息化标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：北京市农林科学院智能装备技术研究中心、农业农村部农业机械化总站、中国农业机械化协会、黑龙江农垦农业机械试验鉴定站、山东省农业机械科学研究所、上海市农业科学院、农芯科技（北京）有限责任公司、黑龙江惠达科技发展有限公司、河北信翔电子有限公司、农芯（南京）智慧农业研究院有限公司。

本文件主要起草人：

本文件是首次制定。

农机北斗作业监测终端技术规范

1 范围

本文件规定了农机北斗作业监测终端的一般要求、功能要求、性能要求和试验方法。
本文件适用于种植业农业机械上加装的北斗作业监测终端的设计、研发、试验和应用。

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 2423.1 电工电子产品基本环境试验 第2部分 试验方法A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品基本环境试验 第2部分 试验方法B：高温
- GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.5 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击
- GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动(正弦)
- GB 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 18655—2018 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车载接收机的限值和测量方法
- GB/T 21437.1—2021 道路车辆 电气/电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第1部分：定义和一般规定
- GB/T 21437.2—2021 道路车辆 电气/电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第2部分：沿电源线的电瞬态传导发射和抗扰性
- GB/T 21437.3—2021 道路车辆 电气/电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第3部分：对耦合到非电源线电瞬态的抗扰性
- BD 420002—2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）测量型OEM板性能要求及测试方法
- BD 420005—2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）导航单元性能要求及测试方法
- JT/T 1253—2019 道路运输车辆卫星定位系统 车载终端检测方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农机北斗作业监测终端 BeiDou operation monitoring terminal of agriculture machinery
安装在农机作业机组上，具有北斗卫星定位、远程无线通信、作业状态（质量）监测、机具识别、图像采集、显示报警、数据存储等功能的装置。以下简称终端。

3.2

作业深度 operation depth
作业沟底距该点作业前地表面的垂直距离。

3.3

作业面积 operation area
作业机具在正常作业状态下，行驶轨迹覆盖区域的面积。

3.4

重复作业 overlapping operation

在指定的时间周期内，两个或多个作业机组（同一作业类型）在同一区域的作业。

4 一般要求

4.1 终端一般包括监测主机、作业状态（质量）监测装置、机具识别装置、图像采集装置、显示报警装置、北斗卫星定位天线、无线通信天线等。

4.2 监测主机一般包括北斗卫星定位模块、无线通信模块、数据存储模块等，可包括显示报警装置。

5 功能要求

5.1 自检

终端应具备自检功能，通过信号灯或显示装置明确表示终端各部分的当前主要状态，包括北斗卫星定位、无线通信模块、作业状态（质量）监测装置的状态等。若出现故障，则通过信号灯或显示装置显示故障类型等信息。

5.2 北斗卫星定位

终端应能支持北斗卫星定位，能够提供实时的时间、经度、纬度、速度、高程和航向等定位状态信息。差分定位功能为可选。

5.3 无线通信

终端应具有远程无线通信功能，能够通过无线网络将定位、作业状态（质量）、图像等作业数据传输至与其配套的监测平台，从而实现作业面积和重复作业的监测，并且能够接收监测平台发送的信息。

5.4 作业状态（质量）监测

终端应能实时监测作业状态，可实时监测表 1 中作业类型的部分作业质量。

表1 作业类型与作业质量对照表

序号	作业类型	作业质量
1	深松	作业深度
2	深翻	作业深度
3	旋耕	作业深度
4	耙地	作业深度
5	单粒精密播种	漏播堵塞，播种量
6	免耕播种	秸秆覆盖率
7	喷药	漏喷堵塞，喷药量（可选）
8	收获	割台高度
9	秸秆打捆作业	作业捆数

5.5 机具识别

终端应能在更换作业机具时，支持与不同机具识别装置连接，可自动获取机具的作业类型、作业幅宽、机具型号等信息。

5.6 图像信息采集

终端应能定期采集农机作业图像，并标识图像采集的日期与时间，应支持夜视功能。

5.7 显示及人机交互

终端应支持通过显示装置实时显示作业信息，终端应具有人机交互功能，通过显示装置，可结合信号指示灯或蜂鸣器等设备向驾驶员提供信息，驾驶员能通过按键、触摸屏或遥控器等方式操作终端。

5.8 报警

终端应具备报警功能，在终端出现故障或作业质量不合格时，应以声或光或文字等方式向驾驶员提示。

5.9 数据存储

终端应能将北斗卫星定位、作业状态（质量）、图像等作业数据保存至数据存储模块，支持通过远程和本地两种方式读取存储模块中的数据，至少能存储四年的作业数据。

6 性能要求

6.1 田间作业性能

终端的田间作业性能应符合表2规定的要求。

表2 田间作业性能要求

序号	性能参数	要求	试验方法	说明
1	作业状态监测精度	≥99%	7.1.1	
2	作业深度监测误差	≤2cm	7.1.2	适用于深松和深翻作业
3	播种量监测误差	≤2%	7.1.3	适用于单粒精播作业
4	秸秆覆盖率监测误差	≤5%	7.1.4	适用于免耕播种作业
5	作业面积监测精度	≥98%	7.1.5	/
6	重复作业监测精度	≥90%	7.1.6	/

6.2 北斗卫星定位性能

终端的北斗卫星定位性能应至少满足以下要求：

- 具备单北斗系统工作能力；
- 卫星接收通道数量：不少于 12 个；
- 首次定位时间：冷启动时间不超过 60s，热启动时间不超过 5s，重捕获时间不超过 5s；
- 灵敏度：捕获灵敏度应优于-137dBm，跟踪灵敏度应优于-147dBm；
- 水平定位精度：优于 2.5m（RMS）；
- 测速精度：优于 0.2m/s；
- 最小位置更新率：不小于 1Hz。

6.3 无线通信性能

终端的无线通信性能应至少满足以下要求：

- 至少支持 4G 通信方式；
- 数据传输周期不超过 5s；
- 支持数据断点续传；
- 终端应具有入网许可证或无线通信模块型号核准证。

6.4 图像采集性能

终端的图像采集性能应至少满足以下要求：

- 至少支持一路摄像头；
- 可设置多种成像分辨率，至少支持 640x480。

6.5 电气性能

终端的电气性能至少满足以下要求：

- 工作电压范围 9~36V；
- 应具备耐电源极性反接性能；

——应具备耐电源过电压性能。

6.6 环境适应性

6.6.1 气候环境适应性

终端的存储温度应至少为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ，工作温度应至少为 $-10^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应至少为 $10\%\text{RH}\sim 90\%\text{RH}$ （无凝露）。

6.6.2 机械环境适应性

终端在承受符合表3的振动、冲击等机械环境试验后，应无永久性结构变形，无零部件损坏，无电气故障，无紧固部件松脱现象，无插头、通信接口等接插件脱落或接触不良现象，其各项功能应保持正常，无试验前存储的信息丢失现象。终端机械环境试验应符合GB/T 2423.5、GB/T 2423.10的要求。

表3 机械环境试验项目表

试验名称	试验参数		说明
振动试验	扫频范围	5Hz~300Hz	不通电，正常安装状态
	扫频速度	1oct/min	
	扫频时间	每个方向8h	
	振幅	5Hz~11Hz时10mm（峰值）	
	加速度	11Hz~300Hz时 50m/s^2	
	振动方向	X、Y、Z三方向	
冲击试验	冲击次数	X、Y、Z每方向各3次	不通电，正常安装状态
	峰值加速度	490m/s^2	
	脉冲持续时间	11ms	
	方向	X、Y、Z三方向	

6.6.3 防护等级

终端的防护等级应满足以下要求：

- 安装在驾驶室外的装置外壳防护等级应符合 GB 4208—2017 中 IP65 的要求；
- 图像采集装置、作业状态（质量）监测装置、机具识别装置等需要安装在驾驶室外的外壳防护等级应符合 GB 4208—2017 中 IP66 的要求；
- 连接线和接插器的防护等级应符合 GB 4208—2017 中 IP66 的要求。

6.7 电磁兼容性

6.7.1 抗点火干扰

终端在工作状态下，进行启动点火干扰时，各项功能应正常。

6.7.2 静电放电抗扰度

采用GB/T 17626.2—2018所规定的要求，对终端进行静电放电抗扰度试验，试验等级应不低于GB/T 17626.2—2018表1中的3级。终端在试验后应不出现电气故障，试验结果的评价应符合GB/T 17626.2—2018中B类要求，即终端功能或性能暂时丧失或降低，但在骚扰停止后能自行恢复，无需操作者干预。

6.7.3 辐射抗扰度

采用GB/T 17626.3—2016所规定的要求，对终端进行辐射抗扰度试验，试验等级应不低于GB/T 17626.3—2016表1中的3级。终端在试验后应不出现电气故障，试验结果的评价应符合GB/T 17626.3—2016中B类要求，即终端功能暂时丧失或性能暂时降低，但在骚扰停止后能自行恢复，无需操作者干预。

6.7.4 无线电骚扰特性

6.7.4.1 传导发射

按照GB/T 18655—2018中6.3或6.4的方法进行试验，终端应符合GB/T 18655—2018中表5或表6的等级3的要求。

6.7.4.2 辐射发射

按照GB/T 18655—2018中6.5的方法进行试验，终端应符合GB/T 18655—2018中表7的等级3的要求。

6.7.5 对由传导和耦合引起的电骚扰抗扰

6.7.5.1 沿电源线的电瞬态传导抗扰度

按照GB/T 21437.2—2021中第4章规定的方法进行试验，试验脉冲按照GB/T 21437.2—2021中表A.1或表A.2中III级要求选择1,2a,3a,3b。试验中和试验后，终端所有功能应符合GB/T 21437.1—2021中状态I的要求，即试验中和试验后，终端能够完成设计功能。

6.7.5.2 耦合电瞬态发射抗扰度

采用容性耦合钳法和感性耦合钳法，按照GB/T 21437.3—2021中第3章规定的方法进行试验，试验脉冲严酷程度应符合GB/T 21437.3—2021中表B.1或表B.2中III级要求。试验中和试验后，终端所有功能应符合GB/T 21437.1—2021中状态I的要求，即试验中和试验后，终端能够完成设计功能。

7 试验方法

7.1 田间作业性能

7.1.1 作业状态监测精度

试验作业机组正常进行作业，试验过程中，在正常作业、掉头转弯、作业转移等状态下，观察终端监测的作业状态，观察次数不少于100次，记录终端监测作业状态与实际作业状态次数，按式（1）计算作业状态监测精度 ρ_1 。

$$\rho_1 = \frac{M_1}{M} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- ρ_1 ——作业状态监测精度；
- M_1 ——终端监测作业状态与实际作业状态符合的次数；
- M ——观察作业状态的总次数。

7.1.2 作业深度监测误差

在试验测区内每隔15 m选1处测量位置，共选3处测量位置。分别找出此3处的作业前地表基准面，然后开始测试，作业机组稳定通过测区。读取终端数据，选取3处测量位置的平均作业深度 H_1 ，分别记录。通过作业深度测量仪器测量3处测量位置实际平均作业深度 H_2 。按式（2）分别计算3处测量位置的作业深度测量误差，取平均值作为最终结果。

$$\Delta H = |H_1 - H_2| \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- H_1 ——终端测量的作业深度，单位为厘米（cm）；
- H_2 ——实际作业深度，单位为厘米（cm）；
- ΔH ——作业深度监测误差，单位为厘米（cm）。

7.1.3 播种量监测误差

在播种机组上安装终端，不安装或抬起覆土镇压轮，以保证种子显露于地表，在正常作业速度下进行播种作业。待显示装置统计的总播种量超过1000粒后停车，清查实际播种总量，按式（3）计算每次作业播种量监测误差，试验3次求平均值。

$$\rho_2 = \left| \frac{N_1 - N}{N} \right| \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- N ——实际播种量，单位为粒；
 N_1 ——终端监测播种量，单位为粒；
 ρ_2 ——播种量监测误差。

7.1.4 秸秆覆盖率监测误差

试验地为经秸秆全量还田作业的秸秆覆盖率为100%的地块，地块面积不小于2000m²。将试验地块分成两部分，一部分区域为秸秆覆盖区域，另一部分区域进行秸秆离田处理，作为无秸秆覆盖区域。试验前测量作业地块面积以及该地块上秸秆覆盖的面积，使机组在地块上进行往返直线作业。作业时不重不漏。终端图像采集装置进行作业图像的采集。作业结束后，从监测平台获取计算的试验地块秸秆覆盖率，按式（4）和式（5）计算秸秆覆盖率误差，应选择不少于三个地块进行上述检测，取秸秆覆盖率误差平均值作为最终结果。

$$\alpha_1 = \frac{D_2}{D_1} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- D_1 ——试验地块面积，单位为平方米（m²）；
 D_2 ——试验地块秸秆覆盖面积，单位为平方米（m²）；
 α_1 ——试验地块秸秆覆盖率。

$$\beta = \left| \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_1} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- α_2 ——终端或平台计算的地块秸秆覆盖率；
 β ——秸秆覆盖率监测误差。

7.1.5 作业面积监测精度

在试验地块分别按照梭行、套行和绕行等三种行驶模式进行正常作业，作业时基本达到不漏。完成作业后，记录每种行驶模式下的终端监测作业面积数据 S_1 。用高精度RTK-GNSS或其他方法测量每种行驶模式下实际作业面积 S ，按式（6）计算作业面积监测精度。取三个行驶模式下的作业面积监测精度最小值为最终结果。

$$\rho_3 = \left(1 - \left| \frac{S_1 - S}{S} \right| \right) \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- S ——试验地块面积，单位为平方米（m²）；
 S_1 ——终端或平台监测作业面积，单位为平方米（m²）；
 ρ_3 ——作业面积监测精度。

7.1.6 重复作业监测精度

以试验7.1.4中一种行驶模式作业的实际作业地块为作业地块一，本次试验的实际作业地块为作业地块二，在试验地块二上进行作业，要求作业地块二与作业地块一至少重复2个作业幅宽。完成作业后，读取终端中重复作业面积 S_{c1} 。用高精度RTK-GNSS或其他方法测量试验地块实际重复作业面积 S_c ，按式（7）计算重复作业监测精度。

$$\rho_4 = \left(1 - \left| \frac{S_{c1} - S_c}{S_c} \right| \right) \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- S_c ——实际重复面积，单位为平方米（m²）；
 S_{c1} ——终端或平台监测的重复作业面积，单位为平方米（m²）；

ρ_4 ——重复作业监测精度。

7.2 北斗卫星定位

7.2.1 使用卫星信号模拟器，数据链路仅播发北斗数据，终端能支持单北斗工作模式，水平定位精度满足 6.2 的要求，表明终端具备单北斗系统工作能力。

7.2.2 按照 BD 420002—2015 中 5.2.2 规定的方法进行试验，卫星接收通道数量应满足 6.2 的要求。

7.2.3 按照 BD 420005—2015 中 5.4.5 和 5.4.6 规定的方法进行试验，冷启动首次定位时间、热启动首次定位时间和重捕获时间应满足 6.2 的要求。

7.2.4 按照 BD 420005—2015 中 5.4.7 规定的方法进行试验，捕获灵敏度和跟踪灵敏度应满足 6.2 的要求。

7.2.5 按照 BD 420005—2015 中 5.4.4.2 规定的方法进行试验，水平定位精度应满足 6.2 的要求。

7.2.6 按照 BD 420005—2015 中 5.4.4.3 规定的方法进行试验，测速精度应满足 6.2 的要求。

7.2.7 按照 JT/T 1253—2019 中 7.3.4 规定的方法进行试验，最小位置更新率应满足 6.2 的要求。

7.3 无线通信性能

在终端正常工作过程中，断开无线网络不少于 10min 时间，然后恢复无线网络连接，使终端继续工作，采集信息，检查终端是否能够全部上传断开无线网络期间的数据。

7.4 电气性能

7.4.1 电源电压适应性

在按表 4 给出的电源电压波动范围进行电压适应性试验后，终端各项功能均应正常。

表4 电气性能试验参数

电源电压波动范围	极性反接试验电压	过电压
9~36V	28±0.2V	40V

7.4.2 耐电源极性反接性能

在表 4 规定的标称电源电压极性反接试验下，终端应能承受 1min 的极性反接试验，除熔断器外（允许更换烧坏的熔断器）不应有其他电气故障。试验后终端各项功能均应正常。

7.4.3 耐电源过电压性能

在表 4 规定的过电压下，应能承受 1min 的电源过电压试验。试验后终端各项功能均应正常。

7.5 气候环境适应性

终端气候环境试验应符合 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2 和 GB/T 2423.3 的要求，试验条件见表 5。在承受各项气候环境试验后，终端应无电气故障，机壳、插接器等不应有严重变形，各项功能应正常。

表5 气候环境试验项目表

项目	试验参数	试验条件	说明
高温工作试验	温度	70°C	试验中标称电压通电，试验后检查功能。
	持续时间	8h	
高温放置试验	温度	85°C	试验中不通电，试验后检查功能。
	持续时间	8h	
低温工作试验	温度	-10°C	试验中标称电压通电，试验后检查功能。
	持续时间	8h	
低温放置试验	温度	-40°C	试验中不通电，试验后检查功能。
	持续时间	8h	
恒定湿热试验	温度	40°C±2°C	12h 不通电，12h 接通标称电压通电工作。
	持续时间	24h	

项目	试验参数	试验条件	说明
	相对湿度	90%	
