

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T XXXXX—XXXX

农机北斗导航辅助驾驶系统 质量评价技术规范

Agricultural machinery assisted driving system based on BDS—Technical specification for quality evaluation

(征求意见稿)

联系人：梅鹤波，18612987268，meihb@nrcita.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 基本要求.....	3
4.1 质量评价所需的文件资料.....	3
4.2 主要技术参数核对与测量.....	3
4.3 试验条件.....	3
4.4 主要仪器设备.....	4
5 质量要求.....	4
5.1 功能要求.....	4
5.2 性能要求.....	5
5.3 安全要求.....	7
5.4 装配与外观质量.....	错误!未定义书签。
5.5 铭牌.....	7
5.6 可靠性.....	8
5.7 使用说明书.....	8
5.8 三包凭证.....	8
6 检测方法.....	8
6.1 功能要求.....	8
6.2 性能要求.....	8
6.3 安全要求.....	12
6.4 装配与外观质量.....	错误!未定义书签。
6.5 铭牌检查.....	12
6.6 可靠性评价.....	12
6.7 使用说明书.....	13
6.8 三包凭证.....	13
7 检验规则.....	13
7.1 检验项目及不合格项分类.....	13
7.2 抽样方案.....	13
7.3 抽样方法.....	13
7.4 判定规则.....	13
附录 A（规范性）产品规格确认表.....	14

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农业机械化管理司提出。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会农业机械化分技术委员会（TC201/SC2）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

农机北斗导航辅助驾驶系统 质量评价技术规范

1 范围

本文件规定了农机北斗导航辅助驾驶系统的基本要求、质量要求、检测方法和检验规则。

本文件适用于在田间作业农机上安装的北斗导航辅助驾驶系统（以下简称辅助驾驶系统）的质量评定。

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 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验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 2423.7 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ec粗率操作造成的冲击（主要用于设备型样品）
- GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 2828.11 计数抽样检验程序 第11部分：小总体声称质量水平的评定程序
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 9480 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 使用说明书编写规则
- GB/T 13306 标牌
- 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—2023 电磁兼容 试验和测量技术 第3部分：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 21437.2—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
- GB/T 33014.1—2016 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第1部分：一般规定
- GB/T 42576—2023 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）高精度片上系统（SoC）技术要求及测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农机北斗导航辅助驾驶系统 agricultural machinery assisted driving system based on BDS

安装在田间作业农机上，以北斗卫星导航系统为唯一定位导航数据来源，为用户提供的三维位置、速度和时间等信息，控制自走式农业机械按照预设轨迹行驶的设备。

注：系统一般由车载计算机、控制器、电机（或液压）转向装置、卫星接收机、姿态航向测定装置、转向角度测定装置、无线通信装置等部件或其集成部件组成。

3.2

单基站系统 single base station system

只利用一个基准站，并通过数据通信技术接收基准站发布的载波相位码和伪距观测量差分改正参数以提高卫星导航精度及其他性能的系统。

3.3

地基增强系统 ground-based augmentation system, GBAS

利用地面发射台播发差分修正、完好性信息及其他信息，以提高一定范围内卫星导航用户精度及其他性能的增强系统。

3.4

星基增强系统 satellite-based augmentation system, SBAS

利用卫星播发差分修正、完好性信息及其他信息，以大范围提高卫星导航用户精度及其他性能的增强系统。

3.5

直线导航线 straight baseline

直线形态的系统导航线，包括A-B线和A-航向线。在作业场地上选择位置A点和B点，通过A点和B点的虚拟直线，称作“A-B线”；在作业场地上选择位置A点并设置航向角，通过A点和航向角形成的虚拟直线，称作“A-航向线”。

3.6

曲线导航线 curve baseline

曲线形态的系统导航线。在作业场地上选择两个或多个位置点，通过这些位置点形成的虚拟曲线，包括圆曲线和自由曲线。

3.7

导航线 guidance line

根据作业要求进行规划，引导农业机械行驶的虚拟路径。

3.8

横向偏移误差 lateral deviation

农机作业过程中，作业机具中心点偏离当前导航线的垂直距离。正负定义为：沿当前作业轨迹前进方向，作业机具中心点偏右时为正，偏左时为负。

3.9

稳定工作状态 stable working condition

系统控制农机沿导航线方向持续行驶不少于5 m，在直线作业条件下，控制横向偏移误差的绝对值小于2.5 cm的状态；在曲线作业条件下，控制横向偏移误差的绝对值小于7.5cm的状态。

3.10

轨迹跟踪平均误差 average error of trajectory tracking

在稳定工作状态，作业机具中心点相对于当前导航线的平均横向偏移误差的绝对值。

3.11

轨迹跟踪精度 accuracy of trajectory tracking

农业机械实际行驶轨迹与设置导航线符合度的标准差。

注：在直线作业条件下，轨迹跟踪精度也称为直线度精度。

3.12

衔接行间距平均误差 average error of row spacing

在稳定工作状态，实际测量作业衔接行间距与预设作业衔接行间距之间平均误差的绝对值。

3.13

衔接行间距精度 accuracy of row spacing

实际测量作业衔接行间距与理论衔接行间距之间的符合度的标准差。

3.14

停机起步精度 pause-start error

农机在稳定工作状态时，遇到人工干预导致停车，在系统不断电并切换为手动模式的情况下，再次启动辅助驾驶模式，控制农业机械达到指定测试速度和指定测试距离时产生的导航误差。

3.15

上线距离 distance of approaching process

在系统控制农机向导航线行驶过程中，从启动辅助驾驶模式的位置到进入稳定工作状态起始点的直线距离。

3.16

初始化时间 initialization time

系统开机至辅助驾驶模式能够启用的时间。

3.17

抗扰续航时间 anti-interference duration

卫星定位装置受到干扰后（卫星数量不足或者无法接收到差分信号），系统可以保持稳定工作状态的持续时间。

4 基本要求

4.1 质量评价所需的文件资料

对辅助驾驶系统进行质量评价所需文件资料应包括：

- a) 产品规格确认表（见附录 A）；
- b) 产品执行标准或产品制造验收技术条件；
- c) 产品使用说明书；
- d) 产品三包凭证；
- e) 产品彩色照片各一张（包括整机以及车载计算机、控制器、电控转向装置、卫星接收机、姿态航向测定装置、转向角度测定装置、无线通信装置等部件或其集成部件）；
- f) 中华人民共和国工业和信息化部颁发的无线电发射设备型号核准证书或等效证明文件复印件；
- g) 有资质的第三方检测机构出具农机北斗导航辅助驾驶系统检测报告复印件（包括功能要求、北斗卫星定位性能、电气性能、气候环境适应性、机械环境适应性、防护等级、电磁兼容性，相关要求见本文件）；

4.2 主要技术参数核对与测量

依据产品使用说明书、铭牌和其他技术文件，对样机的主要技术参数按表 1 进行核对或测量。

表1 核测项目与方法

序号	检查项目		限制范围	检查方法	单基准站系统	地基增强系统	星基增强系统
1	农业机械 北斗导航 辅助驾驶 系统	型号名称	一致	核对	√	√	√
		转向控制型式	一致	核对	√	√	√
		工作电压	一致	核对	√	√	√
		集成部分组成	一致	核对	√	√	√
2	车载 计算机	处理器型号	一致	核对	√	√	√
		内存	一致	核对	√	√	√
		硬盘	一致	核对	√	√	√
		操作系统及软件版本	一致	核对	√	√	√
		显示终端尺寸	一致	核对	√	√	√
		显示终端分辨率	一致	核对	√	√	√
		接口种类	一致	核对	√	√	√
		板卡类型及频点	一致	核对	√	√	√
		板卡固件版本	一致	核对	√	√	√
		卫星接收机通道数	一致	核对	√	√	√
		板卡差分类型	一致	核对	√	√	√
		板卡数据更新率	一致	核对	√	√	√
3	卫星 接收机	板卡类型及频点	一致	核对	√	√	√
		板卡固件版本	一致	核对	√	√	√

4.3 试验条件

4.3.1 试验样机

4.3.1.1 试验用样机应技术条件良好，并按使用说明书的规定调整到正常工作状态。

4.3.1.2 单基站系统试验样机应配备基站，基站信号覆盖范围 ≥ 5 km。

4.3.2 配套农业机械

试验时选择的农业机械应是适宜安装辅助驾驶系统的。

4.3.3 试验场地

4.3.3.1 试验场地为平整硬质田地或平整硬质地面，长度不小于 200 m，宽度不小于所配套农业机械四个作业幅宽。

4.3.3.2 试验场地应视野开阔，测试对象定位装置任何一点看四周地平线上不应有可见的障碍物干扰或阻碍卫星信号，远离大功率无线电发射源（如电视台、电台、微波站等），远离高压输电线和微波无线电信号通道，附近不应有强烈反射卫星信号的物件（如大型建筑物等）。

4.3.4 工作环境温度为 $-10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，湿度不大于 90%RH。

4.4 主要仪器设备

试验用仪器设备应经过校准或检定合格，且在有效期内。仪器设备的测量范围和测量准确度应满足表2的要求。

表2 被测参数准确度要求

序号	被测参数名称	测量范围	准确度要求
1	长度	0 m~5 m	1 mm
2	长度	>5 m	10 mm
3	时间	0 h~24 h	0.5 s/d
4	温度	$-10^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$	2 $^{\circ}\text{C}$
5	相对湿度	10 %RH~90 %RH	3 %RH

5 质量要求

5.1 功能要求

5.1.1 北斗卫星定位

系统应具有北斗卫星定位导航功能，应能以北斗卫星导航系统为唯一定位导航数据来源，实时获取时间、经度、纬度、速度、高程和航向等定位信息。

5.1.2 参数设置

系统具备参数设置和标定功能，且设置的参数至少包含以下内容：

——天线安装参数：定位天线相对农机中轴线的偏移误差，定位天线在农机上的安装高度，定位天线相对农机的横滚角偏差，定位天线相对农机的航向角偏差；

——机具参数：作业幅宽、机具偏移等农机或其挂接机具的参数。

5.1.3 导航线设置和导航线规划

系统应可设置导航线类型，采集导航线位置点，自动规划导航线。支持的导航线类型包括A-B线、A-航向线、圆曲线、自由曲线、对角线等。

5.1.4 转向控制

系统应能自动控制农机实时跟踪导航线，并支持手动优先控制转向功能。

5.1.5 作业管理

系统支持作业任务管理，作业情况查询统计，支持导航线导入、分享等信息交互操作。

5.1.6 系统自检

系统应支持一键诊断，能自行检测系统的完好性和可用性，提示系统异常状态。

5.1.7 无线通信

系统应能通过无线网络实现与远程服务器的数据交互。

5.1.8 影像数据采集

系统可支持视频或图像采集机具作业情况，并将影像信息实时显示在车载显控终端。

5.1.9 功能升级

系统应支持本地和远程功能升级。

5.2 性能要求

5.2.1 作业性能

辅助驾驶系统的作业性能要求见表3。

表3 作业性能要求

序号	作业性能参数	单位	指标要求	作业模式
1	轨迹跟踪平均误差	cm	≤ 2.5	直线作业
			≤ 7.5	曲线作业
2	轨迹跟踪精度	cm	≤ 2.5	直线作业
			≤ 7.5	曲线作业
3	衔接行间距平均误差	cm	≤ 2.5	直线作业
			≤ 7.5	曲线作业
4	衔接行间距精度	cm	≤ 2.5	直线作业
			≤ 7.5	曲线作业
5	停机起步精度	cm	≤ 2.5	直线作业
6	上线距离	m	≤ 10	直线作业
7	初始化时间	min	≤ 10	所有作业模式
8	抗扰续航时间	s	≥ 100	所有作业模式

5.2.2 北斗卫星定位性能

辅助驾驶系统的北斗卫星定位性能要求见表4。

表4 北斗卫星定位性能要求

序号	性能参数		性能要求
1	单北斗系统工作能力		应具备在仅接收BDS公开服务信号情况下正常工作能力
2	卫星接收频段		支持B1I/B1C/B2a/B2b/B3I的一种或多种
3	首次定位时间	冷启动首次定位时间	≤ 45 s
		热启动首次定位时间	≤ 5 s
4	重捕获时间		≤ 5 s
5	灵敏度	捕获灵敏度	≤ -137 dBm
		跟踪灵敏度	≤ -147 dBm
6	定位精度		水平定位精度 ≤ 2 cm (RMS ^a) 垂直定位精度 ≤ 4 cm (RMS ^a)
7	测速精度		≤ 0.2 m/s (RMS ^a)

^aRMS: 均方根值, Root Mean Square。

5.2.3 环境可靠性

5.2.3.1 电气环境性能

5.2.3.1.1 电源电压适应性

在 DC 9 V~36 V 的电源电压波动范围内，进行电源电压适应性试验，试验时系统各项功能均应正常。

5.2.3.1.2 耐电源极性反接性能

在 DC (28±0.2)V 的极性反接试验电压下，系统应能承受 1 min 的极性反接试验，除熔断器外（可更换烧坏的熔断器）不应有其他电气故障。试验后，系统各项功能均应正常。

5.2.3.1.3 耐电源过电压性能

在 DC 40 V 的过电压下，应能承受 1 min 的电源过电压试验，除熔断器外（可更换烧坏的熔断器）不应有其他电气故障。试验后，系统各项功能均应正常。

5.2.3.2 气候环境适应性

系统的存储温度范围至少为 -40℃~85℃，工作温度范围至少为 -20℃~70℃，相对湿度范围为 10% RH~90% RH（无凝露）。系统气候环境适应性试验应分别符合 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2 和 GB/T 2423.3 的要求，在承受各项气候环境试验时以及试验后，应无电气故障，外壳、插接器等不应有严重变形，各项功能应正常。

5.2.3.3 机械环境适应性

系统机械环境试验按 GB/T 2423.5、GB/T 2423.10 的要求，试验条件见表 5。系统在承受符合表 5 的机械环境试验后，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，各项功能应正常，无试验前存储的信息丢失现象。

表5 机械环境试验项目表

试验名称	试验参数		说明
振动	扫频范围	5 Hz ~ 300 Hz	不通电 正常安装状态
	扫频速度	1 oct/min	
	扫频时间	每个方向8 h	
	振幅	5 Hz ~ 11 Hz时10 mm（峰值）	
	加速度	11 Hz ~ 300 Hz时50 m/s ²	
	振动方向	X、Y、Z三方向	
冲击	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	150 m/s ²	
	脉冲持续时间	11 ms	
	方向	X、Y、Z三方向	

5.2.3.4 防护等级

系统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/T 4208 中 IP65 的要求；
- 安装在驾驶室外的装置外壳防护等级应符合 GB/T 4208 中 IP67 的要求；
- 连接线的防护等级应符合 GB/T 4208 中 IP66 的要求。

5.2.3.5 电磁环境兼容性

5.2.3.5.1 抗点火干扰

终端在工作状态下，进行农机启动点火干扰时，各项功能应正常。试验 10 次，每次试验时，终端各项功能均应正常。

5.2.3.5.2 静电放电抗扰度

按照 GB/T 17626.2—2018 中等级 3 的要求，对终端进行静电放电抗扰度试验，试验结果应符合 GB/T 17626.2—2018 中 b 类要求，即允许试验中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。

5.2.3.5.3 射频电磁场辐射抗扰度

按照 GB/T 17626.3—2023 中等级 3 要求，对终端进行辐射抗扰度试验，试验结果应符合 GB/T 17626.3—2023 中 b 类要求，即允许试验中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。

5.2.3.5.4 无线电骚扰特性

5.2.3.5.4.1 传导骚扰

按照 GB/T 18655—2018 中 6.3 或 6.4 的方法进行传导骚扰试验，其传导骚扰限值应符合 GB/T 18655—2018 中表 5 或表 6 规定的等级 2 要求。

5.2.3.5.4.2 辐射骚扰

按照 GB/T 18655—2018 中 6.5 的方法进行辐射骚扰试验，其辐射骚扰限值应符合 GB/T 18655—2018 中表 7 规定的等级 2 要求。

5.2.3.5.5 对由传导和耦合引起的电骚扰抗扰性

5.2.3.5.5.1 沿电源线的电瞬态传导抗扰性

沿电源线的电瞬态传导抗扰性依据 GB/T 21437.2—2021 的要求，按照 GB/T 21437.2—2021 表 A.1 或 A.2 中等级 III 进行试验。应符合 GB/T 33014.1—2016 中 A.3.1 规定的状态 III 要求。

5.2.3.5.5.2 对耦合到非电源线电瞬态的抗扰性

对耦合到非电源线电瞬态的抗扰性依据 GB/T 21437.3—2021 的要求，按照 GB/T 21437.3—2021 表 B.1 或表 B.2 中等级 III 进行试验。应符合 GB/T 33014.1—2016 中 A.3.1 规定的状态 III 要求。

5.3 安全要求

5.3.1 各部件应装配良好、紧固、无松动和无干涉，开关、按钮、旋钮灵活可靠。车载设备的大小及安装位置不应影响驾驶者的正常驾驶视野及安全驾驶。

5.3.2 电气线路应无破损，连接正确、可靠。导线应捆扎成束，布置整齐，固定卡紧，接头牢固并有绝缘套，导线穿越孔洞时应设绝缘套管，电气线路的布置应避免摩擦和接触发热部件。

5.3.3 装有角度传感器或陀螺仪的，其角度传感器或陀螺仪应有牢固可靠的防护装置，避免重物碰撞。

5.3.4 显示终端应安装在便于驾驶员操作的位置，显示内容应准确、易懂、醒目，界面颜色应清晰、柔和、易辨，并能适应不同的光照条件。

5.3.5 操作系统应有安全警示，进入开机画面后，可通过听觉或视觉或两者结合，提醒用户遵守安全操作要求。

5.3.6 对可能产生的危险和辅助驾驶系统失灵（例如超速、意外偏离导向路径、控制装置失调、电压异常或定位导向信号故障），不应阻碍手动操作的使用。

5.3.7 使用说明书应给出或指出安全使用注意事项，产品上设置的安全标志应在使用说明书中复现，并符合 GB 10396 的规定。

5.4 装配与外观质量

5.4.1 各部件装配应良好、紧固、无松动，调节应方便自如，控制开关、按键的操作应灵活可靠。

5.4.2 各部件表面应光洁，无明显划痕、刮伤、毛刺及其他的机械损伤；各部分的涂镀层应光滑，色泽均匀。

5.5 铭牌

在明显的位置安装字迹清楚、牢固可靠的永久性铭牌，铭牌规格符合 GB/T 13306 的规定。至少有以下内容：

- a) 型号及名称；

- b) 主要技术参数;
- c) 出厂编号;
- d) 制造商名称、地址;
- e) 产品执行标准。

5.6 可靠性

系统的使用有效度 K_{18h} 不小于98%。

5.7 使用说明书

使用说明书的编制应符合GB/T 9480的规定，内容应至少包含：

- a) 产品特点及主要用途;
- b) 安全警示标志并明确其在产品上的粘贴位置;
- c) 安全注意事项;
- d) 产品执行标准及主要技术参数;
- e) 结构特征及工作原理;
- f) 安装、调整和使用方法;
- g) 维护和保养说明;
- h) 常见故障分析及排除方法;
- i) 产品三包内容，也可单独成册;
- j) 易损件清单。

5.8 三包凭证

三包凭证应包含以下内容：

- k) 产品品牌（如有）、型号、竣工日期、产品编号;
- l) 生产者信息;
- m) 销售者和维修者信息;
- n) 三包项目;
- o) 三包有效期（包括成套设备和主机三包有效期，主要零部件质量保证期和易损件及其他零部件质量保证期）;
- p) 销售记录（包括销售者、销售点、销售日期、销售发票号码）;
- q) 维修记录（包括送修时间、交货时间、送修故障、维修情况、退换证明）;
- r) 不承担三包责任的说明。

6 检测方法

6.1 功能要求

按照 5.1 的规定逐项检查，所有子项合格，则该项合格。

6.2 性能要求

6.2.1 作业性能试验

6.2.1.1 轨迹跟踪平均误差和轨迹跟踪精度试验

6.2.1.1.1 直线作业

在试验场地起始位置停驻农机，将起始位置确定为系统的“**A 点**”和检测设备的“**起点**”。人工驾驶农机至距离 **A 点** 不少于 100 m 的位置停驻农机，将该位置确定为系统的“**B 点**”和检测设备的“**终点**”。利用检测设备采集的“**起点**”和“**终点**”，规划形成试验测试的导航线（即 **A-B 线**）、起始线（穿过起点垂直于导航线）、终止线（穿过终点垂直于导航线）。

在系统进入稳定工作状态后，农机在辅助驾驶模式下分别以低速（2.0 km/h~2.5 km/h，下同）和中速（8.5 km/h~9.5 km/h，下同）沿 **A-B 线** 往返行驶各一次，每次行驶均应通过起始线和终止线，使用

检测设备记录每次实际行驶轨迹和方向，计算起始线与终止线之间的所有轨迹点与导航线的横向偏差，如图1。

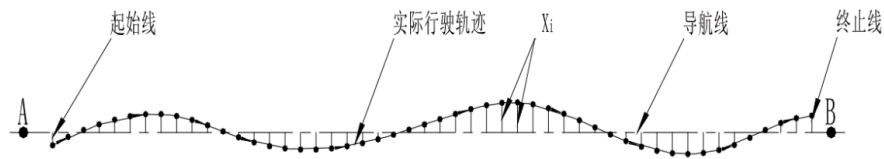


图1 直线作业下轨迹跟踪平均误差和轨迹跟踪精度试验示意图

根据公式(1)计算每次作业轨迹跟踪平均误差，根据公式(2)计算每次作业轨迹跟踪精度。分别取低速和中速两次测量结果的最大值作为轨迹跟踪平均误差、轨迹跟踪精度最终结果。测试结果中应附每次测试的行驶轨迹图。

$$\bar{x} = \left| \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \right| \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- \bar{x} —— 轨迹跟踪平均误差，单位为厘米（cm）；
- x_i —— 第 i 个轨迹点的横向偏移误差，单位为厘米（cm）；
- N —— 轨迹点总数。

$$S_1 = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \left(x_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \right)^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- S_1 —— 轨迹跟踪精度（直线度精度），单位为厘米（cm）。

6.2.1.1.2 曲线作业

在试验场用两个半径25 m的反向相切四分一圆曲线作为导航线，将两个圆曲线上距离最远的两个点和两个圆曲线的连接点分别标记为E点、G点、F点。将E点、F点、G点坐标导入系统和检测设备。在系统进入稳定工作状态后，农机在辅助驾驶模式下分别以低速和中速按“E点、F点、G点”和“G点、F点、E点”方向沿导航线行驶通过所有标记点，使用检测设备记录实际行驶轨迹，每个轨迹点与导航线圆心的连接线长度减去圆曲线半径长度的绝对值即为横向偏移误差，如图2。按6.2.1.2.1的公式和规则计算、确定轨迹跟踪平均误差、轨迹跟踪精度。测试结果中应附每次测试的行驶轨迹图。

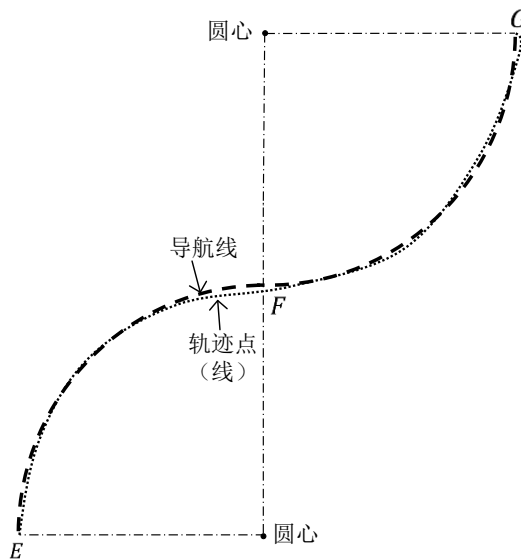


图2 圆曲线作业下轨迹跟踪平均误差和轨迹跟踪精度试验示意图

6.2.1.2 衔接行间距平均误差和衔接行间距精度试验

6.2.1.2.1 直线作业

根据企业提供的说明书设置衔接行间距（H），分别在导航线AB的两侧设置导航线A'B'和A''B''。按照6.2.1.2.1试验的试验方法，农机在辅助驾驶模式下以低速和中速分别沿导航线AB、A'B'和A''B''行驶一次，记录实际行驶轨迹。模拟出农机沿导航线A'B'和A''B''行驶的轨迹曲线。用农机沿导航线AB行驶每个轨迹点各作一条垂直于导航线AB的垂线，从每个轨迹点到轨迹曲线A'B'和A''B''的长度 h_i 为第*i*个轨迹点的轨迹间距， h_i 与H之差的绝对值为衔接行间距偏差，如图3。

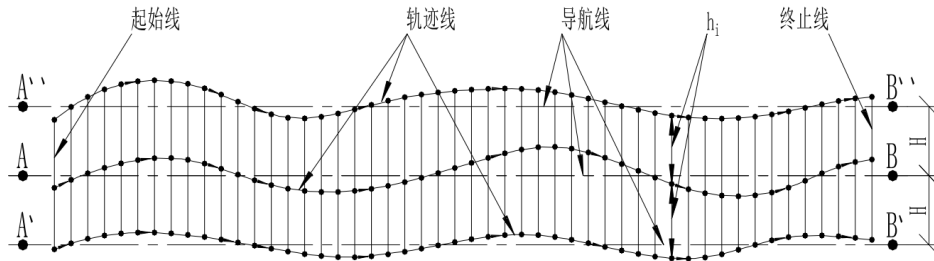


图3 直线作业下衔接行间距平均误差和衔接行间距精度试验示意图

根据公式（3）计算该次作业衔接行间距平均误差，根据公式（4）计算该次作业衔接行间距精度。驾驶农机返回AB导航线的A点附近，然后驾驶农机驶向导航线 AB 的左侧相邻的导航线A''B''重复试验。分别取左右两次作业衔接行间距平均误差的最大值，衔接行间距精度的最大值作为最终测量结果。测试结果中应附每次测试的行驶轨迹图。

$$\bar{h} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (h_i - H) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- \bar{h} —— 衔接行间距平均误差，单位为厘米（cm）；
- h_i —— 第*i*个采样点的轨迹间距，单位为厘米（cm）；
- H —— 预设衔接行间距，单位为厘米（cm）。

$$S_2 = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \left[(h_i - H) - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (h_i - H) \right]^2} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- S_2 —— 衔接行间距精度，单位为厘米（cm）。

6.2.1.2.2 曲线作业

完成6.2.1.2.2试验后，根据企业提供的说明书设置衔接行间距（H），平行设置导航线E'F'G'和E''F''G''。在辅助驾驶模式下，农机以低速和中速沿导航线E'F'G'和E''F''G''各行驶一次，用检测设备记录实际行驶轨迹。拟合出农机沿导航线E'F'G'和E''F''G''行驶的轨迹曲线E'F'G'和E''F''G''。做出通过导航线EFG每个轨迹点与导航线圆心的连接线，导航线EFG每个轨迹点与轨迹曲线E'F'G'和E''F''G''交点之间的连接线长度 h_i 为第*i*个轨迹点的轨迹间距， h_i 与H之差为衔接行间距偏差，如图4。

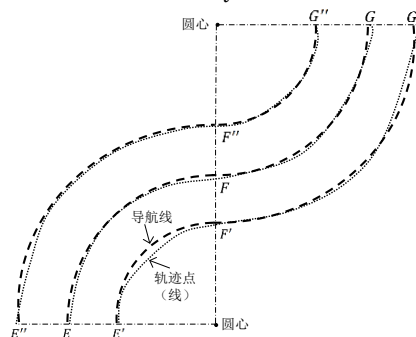


图4 圆曲线作业下衔接行间距平均误差和衔接行间距精度试验示意图

根据公式（3）计算该次作业衔接行间距平均误差，根据公式（4）计算该次作业衔接行间距精度。驾驶农机返回导航线的E点附近，然后驾驶农机驶向导航线左侧相邻的导航线E''F''G''重复试验，分别取左右两次作业衔接行间距平均误差的最大值、衔接行间距精度的最大值作为最终测量结果。测试结果中应附每次测试的行驶轨迹图。

6.2.1.3 停机起步精度试验

在辅助驾驶行驶模式下，将农机以规定速度（2.5 km/h~3.5 km/h）沿A-B线行驶不少于10 m（应进入稳定工作状态），人工干预停车，并将系统设置为手动模式。等待5 min后，再次启动系统以规定速度行驶不少于10 m，使用检测设备记录实际行驶轨迹点横向偏移误差，如图5。

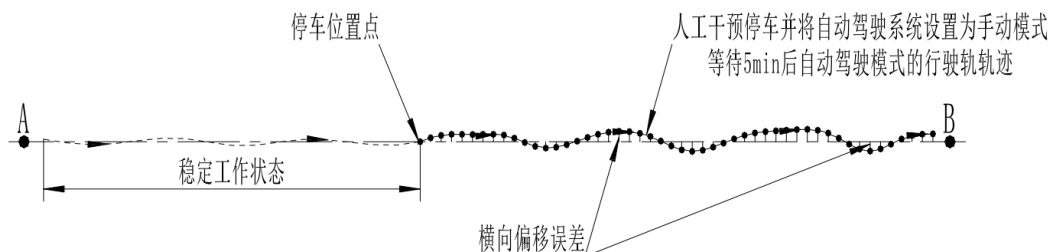


图5 停机起步精度试验示意图

根据公式（2）计算轨迹跟踪精度。重复测试3次，取3次轨迹跟踪精度的最大值作为停机起步精度的最终测量值。测试结果中应附每次的行驶轨迹图。

6.2.1.4 上线距离试验

在辅助驾驶行驶模式下，将农机以规定速度（2.5 km/h~3.5 km/h）直线行驶，直至系统进入稳定工作状态，人工干预停车并将系统设置为手动模式，等待5 min后，操作人员将导航导航线微调30 cm，再次启动系统直至行驶至稳定工作状态为止，依据检测设备记录数据计算上线距离，如图6。重复测试3次，以3次结果的平均值为最终试验结果。

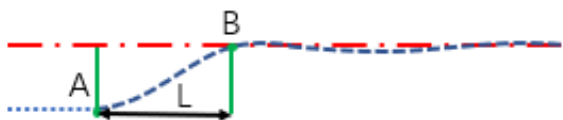


图6 上线距离试验示意图

6.2.1.5 初始化时间试验

打开系统电源开关，用秒表进行计时，在车载显示终端初始化界面上观察初始化信息，当系统的卫星定位、执行机构等所有初始化项目全部成功完成时，结束秒表计时，记录初始化时间。

6.2.1.6 抗扰续航时间试验

在辅助驾驶模式下，农机沿A-B线从A点出发按规定速度（2.5 km/h~3.5 km/h）行驶不少于10 m（系统在到达起始线以前应进入稳定工作状态），关闭基站电源（可采用其他可证明的有效关闭卫星定位差分服务方法或不能接收卫星定位差分信号的方法），同时采用检测设备记录农机实际行驶轨迹点横向误差，如图7。

对实际行驶轨迹点横向误差进行分析，计算出系统轨迹跟踪平均误差在2.5 cm以内的时间。以1 s的时间间隔为续航时间单元，直至轨迹跟踪平均误差超过2.5 cm。累加所有续航时间为系统抗干扰续航时间。重复测3次，以3次结果的平均值为最终试验结果。

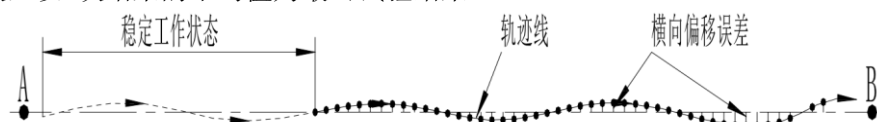


图7 抗扰续航时间试验示意图

6.2.2 北斗卫星定位性能试验

6.2.2.1 单北斗系统工作能力

按照以下方法进行单北斗系统工作能力试验：

- a) 使用卫星信号模拟器，仅播发北斗卫星导航信号，进行 RTK 检验，RTK 测量精度应满足表 4 的要求；
- b) 使用卫星信号模拟器，同时播发 GPS（全球定位系统）、GLONASS（格洛纳斯）等非北斗卫星导航信号，检查终端的定位状态，终端应不能定位。

6.2.2.2 卫星接收频段

按照 GB/T 42576—2023 中 6.4.1.1 规定的方法进行试验，卫星接收频段应满足表 4 要求。

6.2.2.3 首次定位时间

按照 GB/T 42576—2023 中 6.4.3 规定的方法进行试验，冷启动首次定位时间和热启动首次定位时间应满足表 4 要求。

6.2.2.4 重捕获时间

按照 GB/T 42576—2023 中 6.4.4 规定的方法进行试验，重捕获时间应满足表 4 要求。

6.2.2.5 灵敏度

按照 GB/T 42576—2023 中 6.4.1.2 和 6.4.1.3 规定的方法进行试验，捕获灵敏度和跟踪灵敏度应满足表 4 要求。

6.2.2.6 定位精度

速度为 2m/s 动态场景下，按照 GB/T 42576—2023 中 6.4.6 规定的方法进行试验，定位精度应满足表 4 要求。

6.2.2.7 测速精度

运动轨迹为 5 m/s，最大加速度 1 m/s² 场景下，按照 GB/T 42576—2023 中 6.4.2.4 规定的方法进行试验，测速精度应满足表 4 要求。

6.2.3 环境可靠性试验

按 5.2.3 规定的方法进行试验，结果应满足 5.2.3 规定的要求。

6.3 安全要求

按 5.3 规定的逐项检查，所有子项合格，则该项合格。

6.4 装配与外观质量

采用目测法，按 5.4 规定的逐项检查，所有子项合格，则该项合格。

6.5 铭牌检查

按 5.5 规定的逐项检查，所有子项合格，则该项合格。

6.6 可靠性评价

系统样机连续生产试验时间不少于 18 h。记录作业时间、调整保养时间、样机故障情况及排除时间。生产试验过程中不得发生导致机具功能完全丧失、危机作业安全、人身伤亡或重大经济损失的致命故障，以及主要组成部分的损坏、报废，导致功能严重下降、无法正常作业的故障。按公式（5）计算有效度 K_{18h} 。

$$K_{18h} = \frac{\sum T_z}{\sum T_g + \sum T_z} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

K_{18h} ——指对样机进行作业时间不少于 18h 生产查定的有效度，以百分率（%）表示；

T_z ——作业时间，单位为小时（h）；

T_g ——故障排除时间，单位为小时（h）；

6.7 使用说明书

按5.7规定的逐项检查，所有子项合格，则该项合格。

6.8 三包凭证

按5.8规定的逐项检查，所有子项合格，则该项合格。

7 检验规则

7.1 检验项目及不合格项分类

检验项目按其对产品质量影响的程度分为A、B两类。不合格项目分类见表5。

表6 检验项目不合格分类

项目分类	序号	项目名称	对应条款
A	1	功能要求	5.1
	2	作业性能	5.2.1
	3	北斗卫星定位性能	5.2.2
	4	环境可靠性	5.2.3
	5	安全要求	5.3
	6	可靠性	5.6
B	1	装配与外观质量	5.4
	2	铭牌	5.5
	3	使用说明书	5.7
	4	三包凭证	5.8

7.2 抽样方案

按GB/T 2828.11—2008附录B中表B.1的要求制定，见表6。

表7 抽样方案

检验水平	O
声称质量水平（DQL）	1
核查总量（N）	10
样本量（n）	1
不合格品限定数（L）	0

7.3 抽样方法

采用随机抽样，在生产企业近一年内生产且自检合格的产品中随机抽取2台样机，其中1台用于检验，另1台备用。由于非质量原因造成试验无法继续进行，启用备用样机。抽样基数不少于10台，在销售部门或用户中抽样不受此限。

7.4 判定规则

7.4.1 样品合格判定

对样本中A、B各类检验项目逐一检验和判定，当A类不合格项目数为0（即A=0）、B类不合格项目数不超过1（即B≤1），判定样品为合格产品，否则判定样品为不合格产品。

7.4.2 综合判定

若样品为合格品（即样品的不合格项目数不大于不合格限定数），则判定通过；若样品为不合格品（即样品的不合格项目数大于不合格品限定数），则判定不通过。

附 录 A
(规范性)
产品规格确认表

产品规格确认表见表A.1。

表A.1

序号	项目	单位	设计值	单基 站系统	地基增 强系统	星基增 强系统
1	农业机械北斗导航辅助驾驶系统型号名称	/		√	√	√
2	农业机械北斗导航辅助驾驶系统转向控制型式	/		√	√	√
3	农业机械北斗导航辅助驾驶系统工作电压	V		√	√	√
4	集成部分组成					
5	车载计算机处理器型号	/		√	√	√
6	车载计算机内存	GB		√	√	√
7	车载计算机硬盘	GB		√	√	√
8	车载计算机操作系统及软件版本	/		√	√	√
9	车载计算机尺寸及分辨率	/		√	√	√
11	车载计算机接口种类	/		√	√	√
12	卫星接收机板卡类型及频点	/		√	√	√
13	卫星接收机板卡固件版本	/		√	√	√
14	卫星接收机板卡通道数	/		√	√	√
15	卫星接收机板卡差分系统	/	<input type="checkbox"/> 单基站系统 <input type="checkbox"/> 地基增强系统 <input type="checkbox"/> 星基增强系统	√	√	√
16	卫星接收机板卡数据更新率	Hz		√	√	√
17	卫星接收天线型式	/	<input type="checkbox"/> 单天线 <input type="checkbox"/> 双天线	√	√	√
18	转向控制器主板固件版本	/		√	√	√
19	液压阀或力矩电机型号规格	/		√	√	√
20	角度传感器或陀螺仪型号规格(如有)	/		√	√	√
21	基站信号覆盖范围	km		√	/	/
22	基站无线电发射设备频率	MHz		√	/	/
23	基站无线电发射设备功率	W		√	/	/
注1：“√”为填报内容项，“/”为不适用项，填报进需填写“/”。 注2：无对应项目可不填写设计值，需填写“/”。						