



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 39517.2—2020/ISO 12188-2:2012

---

## 农林拖拉机和机械 农用定位与导航系统测试规程 第2部分：在直线和水平运行状态下 卫星自动导航系统的测试

Tractors and machinery for agriculture and forestry—Test procedures for  
positioning and guidance systems in agriculture—Part 2: Testing of  
satellite-based auto-guidance systems during straight and level travel

(ISO 12188-2:2012, IDT)

2020-11-19 发布

2021-03-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 术语和定义 .....	1
2.1 通用术语 .....	1
2.2 误差术语 .....	2
3 测试说明 .....	2
3.1 测试地面条件 .....	2
3.2 测试路线位置 .....	2
3.3 测试航线 .....	2
3.4 RVP 相对位置的规定 .....	3
3.5 农业机械的选择 .....	3
3.6 测试准备 .....	3
3.7 测试程序 .....	3
4 测试报告和结果计算 .....	4
4.1 测试报告生成 .....	4
4.2 AGS 性能和误差报告 .....	4

## 前 言

GB/T 39517《农林拖拉机和机械 农用定位与导航系统测试规程》分为以下 2 部分：

——第 1 部分：卫星定位装置的动态测试；

——第 2 部分：在直线和水平运行状态下卫星自动导航系统的测试。

本部分为 GB/T 39517 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 12188-2:2012《农林拖拉机和机械 农用定位与导航系统测试规程 第 2 部分：在直线和水平运行状态下卫星自动导航系统的测试》。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国农业机械标准化技术委员会(SAC/TC 201)归口。

本部分起草单位：中国农业机械化科学研究院、上海联适导航技术有限公司、德邦大为(芜湖)农机有限公司、河南科技大学、千寻位置网络(浙江)有限公司、山东时风(集团)有限责任公司、上海司南卫星导航技术股份有限公司。

本部分主要起草人：苑严伟、张俊宁、王丽丽、马飞、王伟、金鑫、赵博、伟利国、李晓宇、解晓琳、王升升、赵毅、刘成强、杨吉生、王立端、吕程序、周利明、刘阳春、李亚硕、车宇、李阳、汪凤珠、姜寒露。

# 农林拖拉机和机械

## 农用定位与导航系统测试规程

### 第2部分：在直线和水平运行状态下 卫星自动导航系统的测试

#### 1 范围

GB/T 39517 的本部分规定了在自动转向模式下,安装有基于全球导航卫星系统(GNSS)的自动导航系统(AGS)的农业机械性能的评估和报告流程。

本部分规定了农业机械上参考点与其预期轨迹的横向偏差。本部分包含了与导航系统所有部件性能相关的不确定性,包括定位装置、自动转向部件、机械和动力学机构等。

本部分适用于在水平面上直线行驶时自动导航系统的稳态跟踪性能测试。

#### 2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### 2.1 通用术语

###### 2.1.1

**定位装置** positioning device; PD

利用无线卫星导航信号实时判定和报告接收天线中心在地理坐标系中位置的装置。

###### 2.1.2

**差分校正** differential correction

实时预测定位误差的计算方法。

###### 2.1.3

**自动导航装备系统** automatically guided vehicle system; AGVS

配备 AGS(自动导航系统)的农机装备。

###### 2.1.4

**参考点** representative point; RVP

农机装备或配套机具上用于表示 AGVS 位置的固定点。

###### 2.1.5

**测试航线** test course

由一个或多个典型田间作业测试路段组成的可重复路线。

###### 2.1.6

**测试路段** test course segment

测试航线上用于分析 AGVS 轨迹误差的连续路段。

###### 2.1.7

**跟踪传感器** tracking sensor

测量水平距离并用以计算测量误差的仪器或仪器系统,其精度至少是被测 AGVS 精度的十倍。

#### 2.1.8

**测试航程** test run

沿测试航线单一方向行进的完整测试过程。

#### 2.1.9

**完整测试** complete test

在不同时间进行的多个相同测试行程的组合。

#### 2.1.10

**A-B 线** A-B line

通过两个任意位置(A 点和 B 点)的虚拟直线,多数自动导航系统采用该直线作为田间导航基准线。

#### 2.1.11

**操作者** operator

测试过程中,单独操作或监控 AGVS 的人员。

### 2.2 误差术语

#### 2.2.1

**相对偏航距离误差** relative cross-track error

**XTE**

沿着相同的航线行进时,当前位置的 RVP 与上一次行驶的 RVP 间的横向偏差。

#### 2.2.2

**重访时间** revisit time

计算相对偏航距离误差(XTE)时,两次经过 RVP 位置点的时间间隔,如在两个不同的测试运行期间,测试航线上经过相同位置所记录的测量值。

#### 2.2.3

**行距误差** pass-to-pass error

重访时间少于 15 min 的短期相对偏航距离误差(XTE)。

#### 2.2.4

**长期导航误差** long-term guidance error

重访时间超过 1 h 的长期相对偏航距离误差(XTE)。

## 3 测试说明

### 3.1 测试地面条件

测试航线可选择混凝土路面,也可以选择其他可替代的路面,如农田,但是应在测试报告中清楚地描述。

### 3.2 测试路线位置

测试路线的位置和形状应详细描述并记录下来,以便准确的进行重复试验。测试路线的高度变化应不大于 1 m。在 PD 接收天线水平线 10°以上,行进航线上任何一点都不得有干扰或阻挡卫星信号的可见障碍物。在行进航线 50 m 范围内,不应存在可能引起多径传输干扰的金属或其他干扰面。

### 3.3 测试航线

测试航线应包括一个或多个测试路段。测试航线的配置应便于被测 AGVS 以测试速度和“测试路

径”方向进出每个指定的测试路段。测试航线应允许在两端快速转弯,以保证通过测试路段的时间与总测试运行时间之比最大。每个测试路段长度应至少 100 m,航向宜位于真北方向(大地北)35°到 55°之间。

### 3.4 RVP 相对位置的规定

应通过跟踪传感器进行测试,并确保每个测试路段进行 XTE 的测定。测试报告中应体现跟踪传感器的规格及标定过程。

### 3.5 农业机械的选择

农机装备的选择应满足为生产者提供最具代表性的 AGVS 选项。每种农机装备都应选择一个 RVP 位置点,以确保估计的偏航距离误差与田间实际操作的跳过间隔和重叠间隔的相关性。除非另有说明,与三点悬挂机具配套的拖拉机,RVP 点应位于后轮之间的地面上;与被牵引机具配套的拖拉机,RVP 点应位于牵引杆的指定支撑点;自走式喷雾机的 RVP 点应位于喷杆中央位置正下方的地面上;联合收割机的 RVP 点应位于前轮前的指定距离内。

### 3.6 测试准备

在测试之前,应正确安装 AGS 的所有组件。所有固件和用户可配置的设置都应重置为默认值。重置后允许对用户可配置的设置进行更改,并在初始化之前进行,在整个测试中不应进行更改。应准确记录所有更改的设置信息。

应使用制造商提供的操作手册和用户说明书,以确保完全符合制造商的要求。该规定适用于 AGVS 的所有组件,包括农机装备和 AGS。与规定要求的任何重大偏差(例如差分校正服务的精度降低、农机装备稳定性下降、非推荐性的仪器设置和其他特殊情况)都需要进行单独完整的测试。

### 3.7 测试程序

应按以下要求进行测试:

- 应在第一次测试航程的 1 h 前设置 A-B 线,方法是沿着测试航线手动驾驶被测农机装备,或者输入指定的地理坐标。A 点和 B 点代表最长测试路段的起点和终点。
- 给定行驶速度的每个完整测试应在连续两天内至少完成三次不同 GNSS 星座分布下的试验航程。每个测试航程的开始时间应随机分配。为确保 GNSS 定位质量的多样化,连续测试航程应间隔 1 h 以上。此外,受卫星轨道运行周期影响,GNSS 星座重复时,不应进行两个测试航程。在第一个和最后一个测试航程之间需要间隔 24 h 以上。
- 每个测试航程序列应包括多个测试航程组合,该组合可提供用于计算行距误差的 RVP 位置重访时间的均匀分布。本要求可通过单一方向行驶至少 7.5 min 后掉头,再行驶 7.5 min 返回起始位置。在相反方向行驶时记录的 RVP 位置间的水平距离代表测试路段的每个离散部分的 XTE。掉头后重复第一次的测试时,允许 15 min 内的每个重访时间出现两次行距误差的独立估计。
- 如果测试航线包含了多个测试路段和/或需要在指定测试路段外进行重要部分的测试,则有效 RVP 位置记录的重访时间分布不得超过 25% 的数据间隙(重访时间没有相应的数据)。在更长的重访时间内可以观察到较大的误差,在 12 min~15 min 内不应存在上述数据间隙。
- 每个测试航程应在恒定的发动机转速情况下以恒定的行驶速度(进行田间操作时)向前行驶。在通过记录测试数据的测试路段时,操作者不允许进行操作。对于拖拉机,推荐使用三种不同的速度:低速( $0.1 \text{ m/s} \pm 0.05 \text{ m/s}$  或采用推荐的最小行驶速度),中速( $2.5 \text{ m/s} \pm 0.2 \text{ m/s}$ ),以及高速( $5 \text{ m/s} \pm 0.2 \text{ m/s}$ )。在自动转向模式下,如果无法实现以  $0.1 \text{ m/s}$  的速度行驶,则应

采用尽可能的最低行驶速度,并在报告中加以说明。每个行驶速度及相反方向的测试数据应分别进行处理。建议联合收割机采用中速模式,自走式喷雾机采用高速模式进行测试。

- RVP 位置测量应采用至少 10 Hz 采样率的跟踪传感器进行。指定测试路段内的所有有效数据(例如,不包括跟踪传感器的错误测量值)都应用于计算相应 XTE 的估计值(行距误差、长期导航误差)。在进入每个指定测试路段前,AGVS 稳定运行时间应不少于 10 s。

## 4 测试报告和结果计算

### 4.1 测试报告生成

每个被测 AGVS 都应根据采集的测试数据出具相应的测试报告。每个装备、定位装置、差分校正服务、行驶速度和可能影响 AGVS 性能的其他选项都需出具单独的测试报告。

每个测试报告应列出测试产品的主要信息以及测试的时间和位置。测试报告中应至少包括以下信息:

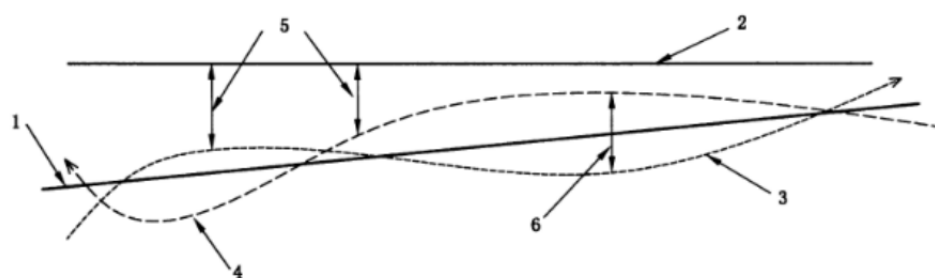
- 测试设施设备和测试机构信息,包括:名称,测试航线的描述(测试位置和形状)、跟踪传感器。
- 被测 AGS 的信息,包括:AGS 的制造商和品牌、AGS 的主要组件列表(包括测试照片)、固件版本号以及发布给客户的日期、定位装置品牌、差分校正服务设备的描述以及可能影响系统性能的任何定位装置和/或控制单元的设置。
- 被测装备的信息,包括:装备制造商、型号和配置、轮胎型号、驾驶室悬浮型式和可能影响自动导航性能的其他信息(如装备的主要尺寸、RVP 的指定位置、发动机转速)。
- 测试条件的信息,包括:每个测试运行的日期和时间;与水平位置精度几何因子(PDOP)相对应的已用卫星数,如每次测试中用于拖拉机导航的定位装置显示的卫星数;与 PDOP 相对应的潜在的卫星数,如安装在某区域(可能降低 GNSS 性能)的固定式接收机显示的卫星数;测试期间的天气条件(温度、湿度、地表条件);太阳黑子平均数量的变化;有效数据点(被标记的测试路段内)的实际行驶速度的分布情况。
- 应在报告中记录测试期间发生的任何故障、测试失败航线的序号和其他异常情况。

### 4.2 AGS 性能和误差报告

AGS 性能应通过跟踪传感器采集有符号和无符号行距误差和长期导航误差分布的量化数据确定。任何给定 RVP 位置和上一次反向试验记录的对应的 RVP 位置间的最短距离作为有符号的误差值(见图 1)。正误差是指最近一次的 RVP 位置点在上一次的 RVP 位置点的轨迹右侧(基于最近一次测试的行驶方向)。

行距误差和长期导航误差分布均为有符号的均值和标准差的量化数据。此外,应记录绝对(无符号)行距误差和长期导航误差累积分布的 50%、95%和最大值。无符号误差累积分布的 95%为评价的关键指标。

用于计算有效行距误差所对应 RVP 位置的重访时间应在报告中记录。



说明:

- 1——A-B 线;
- 2——固定辅助测试参考面;
- 3——上一次 RVP 行驶轨迹;
- 4——最近一次 RVP 行驶轨迹;
- 5——跟踪传感器采集的轨迹偏移距离;
- 6——相对偏航距离误差。

图 1 稳定运行时相对偏航距离误差的定义



中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
农林拖拉机和机械  
农用定位与导航系统测试规程  
第2部分:在直线和水平运行状态下  
卫星自动导航系统的测试  
GB/T 39517.2—2020/ISO 12188-2:2012

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)  
网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)  
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238  
读者服务部:(010)68523946  
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 12 千字  
2020 年 11 月第一版 2020 年 11 月第一次印刷

书号: 155066 • 1-66490 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



GB/T 39517.2-2020

打印日期: 2020年12月3日

