

T/GLAC

中国卫星导航定位协会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

北斗单系统测量型接收机技术要求及测试方法

Technical and testing method requirements for Beidou individual system geodetic receivers

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国卫星导航定位协会 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 缩略语	1
5 一般要求	1
6 功能要求	3
7 性能要求	3
8 测试方法	4
9 质量评定程序	8
附录 A（资料性） 定位性能指标计算方法	10

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。

本文件由中国卫星导航定位协会提出并归口。

本文件起草单位：西安合众思壮防务科技有限责任公司、北京市中位协北斗时空技术研究院、广州南方测绘科技股份有限公司、湖南中电星河电子有限公司、武汉长江通信智联技术有限公司、中国电子科技集团公司第五十四研究所、工业和信息化部电子第五研究所、中交华南勘察测绘科技有限公司、湖南湘银河传感科技有限公司、黎明职业大学信息与工程学院。

本文件主要起草人：

北斗单系统测量型接收机技术要求及测试方法

1 范围

本文件规定了北斗单系统测量型接收机的一般要求、功能要求、性能要求、测试方法、质量评定程序。

本文件适用于北斗单系统测量型接收机的设计、制造和测试。

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 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db 交变湿热（12h+12h循环）
- 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 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 16611 无线数据传输收发信机通用规范
- 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 39267 北斗卫星导航系统术语
- GB/T 39399—2020 北斗卫星导航系统测量型接收机通用规范
- NMEA 0183 海洋电子设备接口标准（Standard For Interfacing Marine Electronic Devices）
- RTCM STANDARD 10403.3 差分全球导航卫星系统服务（Differential GNSS Services-version3）

3 术语和定义

GB/T 39267、GB/T 39399界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

北斗单系统测量型接收机 geodetic receiver only using beidou system signals
接收机
仅能接收处理北斗卫星导航系统信号的测量型接收机。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- BDS:北斗卫星导航系统（BeiDou satellite navigation system）
- GALILEO:伽利略卫星导航系统（Galileo Navigation Satellite System）
- GLONASS:格洛纳斯卫星导航系统（Global Navigation Satellite System）
- GPS:全球定位系统（Global Positioning System）
- RINEX:接收机独立交换格式（Receiver Independent Exchange Format）
- RTK:实时动态差分定位（Real Time Kinematic）

5 一般要求

5.1 组成

由主机、天线、处理软件组成。

5.2 外观

接收机外观应符合下列要求：

- 外表完整，无明显的划痕、裂缝、变形；
- 部件结合处齐整，密封良好，需要紧固部分不应有松动现象；
- 各按键反应灵敏，功能正常。

5.3 防护等级

外壳防护等级应符合GB/T 4208—2017中IP65级或以上的要求。

5.4 电磁兼容

5.4.1 静电放电抗干扰

抗静电干扰能力应不低于GB/T 17626.2—2018中的3级规定。接触放电6kV，空气放电8 kV在试验中和试验后，接收设备应正常工作。

5.4.2 射频电磁场辐射抗干扰

射频电磁场辐射抗扰度应不低于GB/T 17626.3—2023的3级规定。在80 MHz~1000 MHz频率范围内，试验场强为10 V/m。在试验中和试验后，接收设备应正常工作。

5.5 环境适应性

5.5.1 温度

应符合下列要求：

- 工作温度：-30 °C~+60 °C；
- 贮存温度：-40 °C~+80 °C。

5.5.2 湿热

应在温度25 °C~55 °C、相对湿度为95%的环境下正常工作。

5.5.3 振动

接收机在表1的条件下，应能正常工作，保持结构完好。

表1 正弦振动参数

位移幅值 mm	加速度幅值 m/s ²	频率范围 Hz
3.5	—	2~9
—	10	9~200

5.5.4 冲击

通过1.2 m自由跌落试验后，接收机应能正常工作，外观符合5.2的要求。

5.6 电气

接收机应符合下列电气要求：

- 支持通电自检测功能；
- 电源在静态测量连续工作时间不少于6 h，RTK测量连续工作时间不少于4 h；
- 具有过流、过压、电源瞬间变化和偶然极反的保护装置；
- 支持在电源电压过低不能保证设备正常工作时进行显示报警；
- 在电压变化不大于10%的情况下能正常工作。

5.7 数据链

数据链应符合下列要求：

- a) 符合 GB/T 16611 的要求；
- b) 有一定宽度的信道间隔；
- c) 支持自定义数据通讯参数和频点的选择；
- d) 传输数据波特率不小于 4800 bps。

5.8 安全防护

应符合GB/T 39399—2020中4.14的要求。

5.9 可靠性

应符合GB/T 39399—2020中4.16的要求。

6 功能要求

6.1 信号接收与处理

应具备同时接收与处理北斗卫星导航系统B1c（或B1I）、B2a（或B2I）、B3I信号的能力。

6.2 定位

应支持接收BDS信号进行位置解算并输出定位结果的功能。

6.3 数据输入与输出

应支持数据输入与输出功能，并符合下列要求：

- a) 支持将记录的静态观测数据传输到计算机，并通过接收机配套软件将数据转化为 RINEX4.0 及以上版本对应的格式；
- b) 支持选择输出数据类型和数据格式，数据格式满足 NMEA 0183、RTCM 的要求；
- c) 支持有线数据链或无线通信网络等技术方式传输 RTCM 差分数据。

6.4 数据处理

接收机的处理软件应具有数据输入、输出，数据预处理，基线解算和平差评价等功能。

6.5 数据存储

数据存储功能要求如下：

- a) 应支持观测数据在本地存储；
- b) 应支持在非正常断电时自动存储当前记录的各项数据；
- c) 应支持设置数据采样间隔。

6.6 设置和显示

设置和显示功能要求如下：

- a) 应支持显示接收卫星信号、存储、电源、故障、工作模式等实时状态信息。
- b) 应支持设置工作模式、采样间隔、存储周期等基本参数；
- c) 宜支持设置接收卫星的截止高度角、信号质量等卫星参数；
- d) 宜支持设置测量阈值、测量时段等测量参数。

7 性能要求

7.1 信号接收与处理

7.1.1 卫星跟踪能力

同时跟踪的卫星数量不小于12。

7.1.2 灵敏度

灵敏度应符合下列性能要求：

- a) 冷启动捕获灵敏度不大于-140 dBm；
- b) 热启动捕获灵敏度不大于-143 dBm；
- c) 重捕获灵敏度不大于-145 dBm；
- d) 跟踪灵敏度不大于-150 dBm。

7.2 定位精度

7.2.1 静态测量精度

水平标称精度应优于 $\pm(3+1\times D)$ mm，垂直标称精度应优于 $\pm(5+1\times D)$ mm。

注：D为基线长度，单位为公里（Km）。

7.2.2 RTK 定位精度

水平标称精度应优于 $\pm(10+1\times D)$ mm，垂直标称精度应优于 $\pm(15+1\times D)$ mm。

注：D为基线长度，单位为公里（Km）。

7.2.3 定位时间

在不大于 10km 的基线上，RTK 初始化时间应不超过 20s。

7.3 数据存储

应具有连续存储不少于86400个原始观测数据历元的存储空间。

7.4 内部噪声水平

应符合GB/T 39399—2020中4.8的要求。

7.5 天线相位中心误差

应符合GB/T 39399—2020中4.10的要求。

8 测试方法

8.1 测试环境

除另行规定外，测试应在下列条件下进行：

- a) 温度：15℃~35℃；
- b) 相对湿度：20%~80%。

8.2 测试信号和设备

在测试中根据需要使用实际的卫星导航信号、采集回放信号或模拟信号。模拟器产生的信号应具有与卫星信号相同的特性，在正常动态星座下，能产生几何因子良好（HDOP \leq 4或PDOP \leq 6）的卫星信号。除特别说明外，所有测试项目中模拟器输出的卫星信号频点依据产品技术文件进行设置。

测试仪器和设备的测量范围、分辨力、准确度和稳定度应不影响测试结果准确性，功能和性能指标经过计量部门检定或校准，且在检定或校准有效期内。

8.3 测试场地

静态定位测试场地远离大功率无线电发射源，其距离不小于200 m；远离高压输电线路和微波无线电信号传送通道，其距离不小于50 m；附近不应有强烈反射卫星信号的物体，如大型建筑物、水面等。天线安装高度应高于地面1m以上，从天顶到水平面以上10°的仰角空间范围内对卫星的视野清晰。具有位置已知的标准点，位置精度在X、Y、Z方向均应优于0.005 m（1 σ ）。

实际信号动态测试在使用已计量的采集回放仪采集并回放城市综合道路情况下的卫星信号进行。

8.4 外观

外观测试方法如下：

- a) 目测产品外表是否完整，是否有明显的划痕、裂缝、变形；
- b) 目测部件结合处是否齐整，密封是否良好，需要紧固部分是否有松动现象；
- c) 实际操作接收机的各个按键反应是否灵敏，功能是否正常。

8.5 防护等级

按照GB/T 4208的要求进行测试。

8.6 电磁兼容

静电放电抗扰度测试应按照GB/T 17626.2的要求执行。射频电磁场辐射抗扰度测试应按照GB/T 17626.3的要求执行。

8.7 环境适应性

8.7.1 工作温度

在温度为-30℃的低温环境下进行内部噪声水平检验。将天线信号引入高低温试验箱，在试验箱内温度为室温时将接收机置于试验箱内，并开启接收机进入正常工作状态。将试验箱内温度设定为-30℃，待温度平衡后连续观测16 h静态数据。采用数据处理软件解算的基线分量和长度均不大于1 mm时，判定接收机在该温度下工作正常。采用同样方法将试验箱温度设定为60℃进行工作高温检验。

8.7.2 贮存温度

在高低温试验箱内温度为室温时将接收机置于试验箱内。将试验箱温度设定为-40℃，待温度平衡后保持16 h。然后将试验箱温度设定为室温，待接收机与外界温度一致后进行内部噪声水平检验，连续观测30 min，采用数据处理软件解算的基线分量和长度均不大于1 mm时，判定接收机在该温度下贮存后工作正常。采用同样方法将试验箱温度设定为80℃进行贮存高温检验。

8.7.3 湿热

应按照GB/T 2423.4的要求实验，周期为24 h，试验2周期。试验后将包装件取出，试验后目视及手动检查外观及各部分相互作用，在常温工作条件下放置至少24 h。

8.7.4 振动

将产品置于振动检验台，按照表1的振动环境参数进行正弦振动，每次振动10 min。振动后检查产品是否能定位，目测外观结构是否完好。

8.7.5 冲击

应按照GB/T 2423.7的要求进行测试。

8.8 电气

应按照下列步骤进行测试：

- a) 实际操作检查接收机是否具有通电自检测功能；
- b) 产品分别进行静态测量和RTK测量直至电池耗尽，记录接收机连续工作时间；
- c) 分别对电源进行过流、过压、电源瞬间变化和偶然极性反接操作，各保持1 min，再正常接入电源，观察接收机能否正常定位；
- d) 分别升高和降低电源电压，检查产品是否具有电源电压过高保护和过低报警显示功能；
- e) 产品在标称电压下正常工作，将电压先后降低和升高10%，分别维持20min，观察接收机是否能正常定位。

8.9 数据链

数据链测试应符合下列要求：

- a) 通过实际操作检验所用数据链的可靠性、安全性以及通信参数设置等；
- b) 按产品规范要求检验所用的通信设备性能。

8.10 安全防护

应按照GB/T 39399—2020中5.16的要求进行测试。

8.11 可靠性

应按照GB/T 39399—2020中5.18的要求进行测试。

8.12 功能测试

8.12.1 信号接收与处理

使用模拟器进行测试，输出GPS、GALILEO、GLONASS等非北斗卫星信号，此时接收机应无法搜星定位。

确认被测接收机无法使用GPS、GALILEO、GLONASS等非北斗卫星信号搜星定位后，设置模拟器关闭非北斗卫星信号，参照被测接收机提供的技术文件，设置模拟器播发所有北斗卫星信号频点。在被测接收机正常定位状态下，查看被测接收机输出的所有卫星信号频点信息，此时逐个频点陆续关闭卫星信号，判断被测产品是否能跟随模拟器陆续不输出对应频点的卫星信号。

通过接口接收位置解算结果，检查模块是否具备定位功能。

8.12.2 定位

通过接口接收位置结算结果，检查接收机是否具备定位功能。

8.12.3 数据输入与输出

数据的输入和输出测试方法如下：

- a) 将记录的静态观测数据传输到计算机，通过处理软件将数据转化为RINEX格式，检查格式是否符合RINEX4.0或4.0以上版本的要求；
- b) 根据要求和需要选择输出的数据类型和数据格式，检查数据格式能否满足NMEA 0183、RTCM的要求；
- c) 检查接收机外接数传电台或无线通信网络等通信技术下传输RTCM差分数据的能力。

8.12.4 数据处理

检查处理软件是否能按照产品随行文件进行数据输入输出、数据预处理、基线解算和平差评价。

8.12.5 数据存储

应按照GB/T 39399—2020中5.7的要求进行测试。

8.12.6 设置和显示

设置和显示功能测试方法如下：

- a) 进行变更参数设置操作，目测参数是否已按照操作进行变更；
- b) 操作并检查产品是否显示6.6规定的信息。

8.13 性能测试

8.13.1 信号接收与处理

8.13.1.1 卫星跟踪能力

设置模拟信号输出功率电平为-130 dBm，输出BDS频点信号，通过接收机软件查看产品接收卫星信号频点、观测值类型和跟踪卫星数量。

8.13.1.2 灵敏度

8.13.1.2.1 冷启动捕获灵敏度

使用模拟器进行测试，设置模拟器仿真动态场景速度不高于2 m/s的运动用户轨迹，每次播发所有北斗卫星信号频点。

设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平从被测产品不能捕获信号的状态开始，以1 dB步进增加，每次步进后被测产品以冷启动状态下开机，并能在300 s内以1 Hz的更新率连续10次输出三维定位误差小于20 m的定位数据时，记录该电平值为冷启动捕获灵敏度。

8.13.1.2.2 热启动捕获灵敏度

用模拟器进行测试，设置模拟器仿真动态场景速度不高于2 m/s的运动用户轨迹，每次播发所有北斗卫星信号频点。

设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平从被测产品不能捕获信号的状态开始，以1dB步进增加，每次步进后被测产品以热启动状态下开机，并能在60 s内以1 Hz的更新率连续10次输出三维定位误差小于20 m的定位数据时，记录该电平值为热启动捕获灵敏度。

8.13.1.2.3 重捕获灵敏度

使用模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于2 m/s的运动用户轨迹，设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平为-127 dBm，每次播发所有北斗卫星信号频点。

在设备正常定位的情况下，设置模拟器输出各颗卫星的信号电平每2 min以1 dB步进降低。在模拟器输出信号的各电平值下，测试设备能否在2min内1Hz的更新率连续10次输出三维定位误差小于60 m的定位数据，找出能使导航模块满足该定位要求的最低电平值。

8.13.1.2.4 跟踪灵敏度

使用模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于2 m/s的运动用户轨迹，设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平为-127 dBm，每次播发所有北斗卫星信号频点。

在设备正常定位的情况下，设置模拟器输出各颗卫星的信号电平每2 min以1 dB步进降低。在模拟器输出信号的各电平值下，测试设备能否在2 min内1 Hz的更新率连续10次输出三维定位误差小于60 m的定位数据，找出能使导航模块满足该定位要求的最低电平值。

8.13.2 定位精度

8.13.2.1 静态测量精度

长基线点安置一台接收机，其余接收机安置在短基线点上，并保持接收机天线安置稳定。长基线长度应大于10 km，短基线长度应至少有一条大于1 km的边，精确对中。整平，天线按约定统一指向北方，高度角为15°。天线量高精确到1 mm。接收机同步观测3 h为一个时段，共观测2个时段；解算结果与已知基线之差为静态测量示值误差。

8.13.2.2 RTK 定位精度

RTK定位性能按照下列步骤进行测试：

- 架设好参考站并设置好参考站的各项参数（包括参考站坐标、接收机天线高、参考站电台频率，数据传输通道等），启动参考站使其正常工作，连接并设置流动站，进行初始化；
- 待初始化成功后，依次将流动站置于鉴定场内其他各点进行RTK测量数据采集，在每个点要输入正确的天线高，每个点上进行20次测试（CGCS2000坐标）；最少选择3个点且尽量在比基线场全长上均匀分布，每一段分别进行数据处理；
- 20个示值误差绝对值允许1个查出最大允许误差，误差计算方法见附录A。

8.13.2.3 定位时间

将参考站置于CGCS2000坐标已知的点上并设置好各个参数，启动参考站正常工作，流动站选择在PDOP<4.0下来开始计时，并获得固定解时中止计时。

8.13.3 数据存储

应按照GB/T 39399—2020中5.7的要求进行测试。

8.13.4 内部噪声水平

应按照GB/T 39399—2020中5.10的要求进行测试。

8.13.5 天线相位中心误差

接收机的天线相位中心偏差测试方法如下：

- a) 在超短基线上线先将接收机、天线精确对中、整平，天线定向标志指向北方向，卫星高度角设为 15° ，采样率设为 10s，每个观测时段为 1.5 h；
- b) 固定一个天线，其余天线于此转动 90° 、 180° 、 270° ，各观测 1.5 h；
- c) 分别求出各时段基线向量，最大值与最小值之差的 1/2 作为测试结果。

9 质量评定程序

9.1 分类和项目

检验分类包含型式检验和出厂检验。检验项目见表2。

表2 产品检验项目

序号	检验项目分类	检验项目名称	型式检验	出厂检验		要求章条号	测试方法章条号
				全数检验	抽样检验		
1	一般要求	外观	•	•	—	5.2	8.4
2		防护等级	•	—	—	5.3	8.5
3		电磁兼容	•	—	—	5.4	8.6
4		环境适应性	•	—	—	5.5	8.7
5		电气	•	—	—	5.6	8.8
6		数据链	•	•	—	5.7	8.9
7		安全防护	•	•	—	5.8	8.10
8		可靠性	•	—	—	5.9	8.11
9	功能测试	信号接收与处理	•	—	•	6.1	8.12.1
10		定位	•	—	•	6.2	8.12.2
11		数据输入与输出	•	—	•	6.3	8.12.3
12		数据处理	•	—	—	6.4	8.12.4
13		数据存储	•	•	—	6.5	8.12.5
14		设置和显示	•	•	—	6.6	8.12.6
15	性能测试	信号接收与处理	•	—	•	7.1	8.13.1
16		定位	•	—	•	7.2	8.13.2
17		数据存储	•	•	—	7.3	8.13.3
18		内部噪声水平	•	—	—	7.4	8.13.4
19		天线相位中心误差	•	—	—	7.5	8.13.5

注：“•”表示必检项，“—”表示可选项。

9.2 型式检验

型式检验应符合下列要求：

- a) 型式检验在下列情况时进行：
 - 1) 产品定型鉴定时；
 - 2) 产品材料、结构、生产工艺有重大改动时；
 - 3) 停产一年及以上时间后恢复生产时；
 - 4) 异地生产时；
 - 5) 国家质量监督机构提出要求时；
 - 6) 产品设计与流程未做出任何改变而提高产品标称的性能指标时。
- b) 样品数量和合格判据符合 GB/T 39399—2020 中 6.3.2 和 6.3.3 的要求。

9.3 出厂检验

分为全数检验和抽样检验，要求如下：

- a) 检验批的形成与提出应符合 GB/T 2828.1—2012 中 6.1 和 6.2 的要求；

- b) 全数检验应对生产方提交检验批的产品 100%进行检验;
- c) 抽样检验应全数检验合格批中, 随机抽取样本。除非另有规定, 抽样方案按照 GB/T 2828.1—2012 中规定的一般检验水平 II, 正常检验一次抽样方案, 其接收质量限 AQL 为 0.65。

附 录 A
(资料性)
RTK 定位精度计算方法

A.1 RTK 定位精度计算方法

RTK定位测量示值误差按公式 (A.1) 计算:

$$\delta = \sqrt{(X_o - X_i)^2 + (Y_o - Y_i)^2 + (Z_o - Z_i)^2} - D_o \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

δ ——RTK定位测量示值误差;

X_o, Y_o, Z_o ——参考站CGCS2000坐标;

X_i, Y_i, Z_i ——流动站实测CGCS2000坐标;

D_o ——流动站到参考站的已知距离, 单位米 (m)。