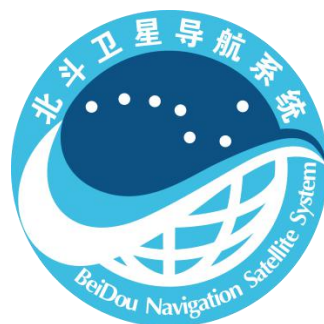


# 北斗卫星导航系统民用全球信号多模多频 高精度板卡产品 技术要求和测试方法

**Technical requirements and test methods for Beidou Navigation Satellite System  
basic products of multi-mode and multi-frequency high-precision OEM board**



---

中国卫星导航系统管理办公室  
二〇二一年一月



# 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 产品描述.....	1
4 技术指标要求.....	1
4.1 功能要求.....	1
4.2 性能要求.....	2
4.3 数据接口要求.....	3
4.4 功耗要求.....	4
4.5 板卡尺寸要求.....	4
4.6 环境适应性要求.....	4
4.7 被测产品要求.....	4
5 质量保证规定.....	4
5.1 检验分类.....	4
5.2 鉴定检验.....	4
5.3 质量一致性检验.....	6
附录 A（规范性附录）功能性能测试方法.....	9
A.1 测试环境条件.....	9
A.2 标准测试信号和测试设备.....	9
A.3 测试场地.....	9
A.4 功能测试.....	9
A.5 性能测试.....	12
A.6 环境适应性测试.....	14
A.7 尺寸.....	15
附录 B（资料性附录）定位精度的数据处理方法.....	16
附录 C（资料性附录）原始观测量精度.....	18
附录 D（资料性附录）载波相位观测量精度.....	19
附录 E（资料性附录）组合导航定位精度.....	20

# 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。

本规范附录A为规范性附录，附录B、附录C、附录D为资料性附录。

本标准中国卫星导航系统管理办公室归口。

本标准主要起草单位：中国卫星导航工程中心、中国网络安全审查技术与认证中心、北京东方计量测试研究所、中国航天标准化与产品保证研究院等。

本标准主要参与单位：和芯星通科技（北京）有限公司、长沙海格北斗信息技术有限公司、北京合众思壮科技股份有限公司、上海司南卫星导航技术股份有限公司、武汉导航与位置服务工业技术研究院有限责任公司等。

# 北斗卫星导航系统民用全球信号多模多频高精度板卡产品

## 技术要求和测试方法

### 1 范围

本规范规定了多模多频高精度板卡技术要求和测试方法。

本规范适用于多模多频高精度板卡的检测、认证，多模多频高精度板卡的设计、研发、生产也可以参照使用。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 2423.1-2008 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 2423.2-2008 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 2423.3-2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验 cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.56-2018 环境试验 第2部分：试验方法 试验 Fh：宽带随机振动和导则
- GB/T 3358.2-2009 统计学词汇及符号 第2部分：应用统计
- GB/T 6379.1-2004 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度) 第1部分：总则与定义
- BD 110001-2015 北斗卫星导航术语
- BD 420009-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）测量型接收机通用规范
- BD 420010-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）导航设备通用规范
- BD 420011-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）定位设备通用规范

### 3 产品描述

多模多频高精度板卡支持包括北斗全球系统新信号在内的四大卫星导航系统所有民用频点信号和 SBAS 信号的载波和伪码高精度跟踪处理方法，具备 RTK 和 PPP 高精度定位功能，面向测量测绘、形变监测、精准农业和机械控制、智能交通等高精度应用领域，实现高精度定位定向应用。

### 4 要求

#### 4.1 功能要求

##### 4.1.1. 信号接收功能

可同时接收处理如下卫星导航系统信号，各系统可同时跟踪的卫星个数不少于 12 颗。

- BDS: B1C、B2a、B2b（三颗 GEO）、B1I、B3I;
- GPS: L1C/A、L1C、L2P（Y）、L2C、L5;
- GLONASS: L1、L2;
- Galileo: E1、E5a、E5b。

##### 4.1.2. 星基和地基增强功能

可支持全球范围内符合国际民航组织标准的单频及双频多系统星基增强（SBAS）功能，支持北斗地基增强网功能。

##### 4.1.3. 支持板载 RTK 和 PPP 高精度定位

支持板载 RTK，应达到厘米级。

支持 PPP 高精度定位，应达到亚米级。

#### 4.1.4. 组合导航功能

具有惯导数据接口，支持惯导与 GNSS RTK 组合定位能力。

#### 4.1.5. 抗带内窄带干扰的功能

可有效抑制工作环境中存在的窄带干扰。

#### 4.1.6. 复杂应用场景下数据接收质量和 RTK 定位性能

在典型复杂应用场景下（如电离层闪烁、存在干扰、树荫下、建筑物遮挡等）具有与国际先进产品相当的工作性能。

### 4.2 性能要求

#### 4.2.1. 首次定位时间

- 冷启动时间： $\leq 40s$
- 热启动时间： $\leq 20s$

测试条件：信号电平-127dBm。

#### 4.2.2. 信号重捕获时间

- 信号重捕获时间 $\leq 1s$

测试条件：信号电平-127dBm，以输出单点定位结果为准。

#### 4.2.3. 原始观测量精度

- 载波相位观测量精度 $\leq 1mm (1\sigma)$
- 伪距观测精度

GPS L1C/A:  $\leq 0.16m (1\sigma)$  ;

GPS L1C:  $\leq 0.12m (1\sigma)$  ;

GPS L2C:  $\leq 0.16m (1\sigma)$  ;

GPS L2P(Y):  $\leq 0.16m (1\sigma)$  ;

GPS L5:  $\leq 0.09m (1\sigma)$  ;

GLONASS L1:  $\leq 0.20m (1\sigma)$  ;

GLONASS L2:  $\leq 0.20m (1\sigma)$  ;

Galileo E1C:  $\leq 0.12m (1\sigma)$  ;

Galileo E5a:  $\leq 0.09m (1\sigma)$  ;

Galileo E5b:  $\leq 0.09m (1\sigma)$  ;

测试条件：信号电平-127dBm。

BDS 信号：

BDS B1I:  $\leq 0.16m (1\sigma)$  ;

BDS B3I:  $\leq 0.12m (1\sigma)$  ;

BDS B1C:  $\leq 0.15m (1\sigma)$  ;

BDS B2a:  $\leq 0.12m (1\sigma)$  ;

测试条件：信号电平-127dBm。

#### 4.2.4. 跟踪灵敏度

跟踪灵敏度 $\leq -140$ dBm（除 L2P（Y）外，当信号包括数据导频支路时为导频支路电平）

测试条件：RTK 可输出连续稳定定位结果。

#### 4.2.5. 定位精度（多系统兼容定位模式下）

定位精度要求如下：

##### a) 伪距单点定位精度：

水平： $\leq 1.5\text{m}$ （ $1\sigma$ ）；

垂直： $\leq 3\text{m}$ （ $1\sigma$ ）；

测试条件：静态、开阔空间保证可以接收到卫星信号（卫星数 $\geq 4$ ）。

##### b) DGNSS 定位精度：

水平： $\leq 0.3\text{m} + 10\text{ppm} \times D$ （ $1\sigma$ ）；

垂直： $\leq 0.6\text{m} + 10\text{ppm} \times D$ （ $1\sigma$ ）；

D：基线长度。

测试条件：静态、开阔空间保证可以接收到卫星信号（卫星数 $\geq 4$ ）。

##### c) 静态相位测量精度：

水平： $\leq 5\text{mm} + 1\text{ppm} \times D$ ；

垂直： $\leq 10\text{mm} + 1\text{ppm} \times D$ ；

D：基线长度。

测试条件：开阔空间保证可以接收到卫星信号（卫星数 $\geq 4$ ）。

##### d) 动态 RTK 精度：

水平： $\leq 8\text{mm} + 1\text{ppm} \times D$ （ $1\sigma$ ）；

垂直： $\leq 15\text{mm} + 1\text{ppm} \times D$ （ $1\sigma$ ）；

D：基线长度。

测试条件：开阔天空保证可以接收到卫星信号（卫星数 $\geq 4$ ）。

#### 4.2.6. RTK 初始化时间和可靠性

初始化时间： $\leq 8\text{s}$ （10km 基线）；

初始化可靠性： $\geq 99.9\%$ （10km 基线）。

#### 4.2.7. 定位数据和原始观测量输出频度

定位数据（含 RTK 结果）的输出频度可配置，支持最高频度不低于 50Hz；

原始观测量数据输出频度可配置，支持最高频度不低于 50Hz。

#### 4.2.8. 动态要求

速度 200m/s、加速度 4g 条件下，RTK 可固定并满足 RTK 定位精度要求。

### 4.3 数据接口要求

- 支持 UART 和至少一种高速接口（网口、USB、CAN 等）；
- 原始数据格式为厂家自定义包含 BDS 数据的二进制流数据协议；

- 差分数据格式至少支持 RTCM2.x、RTCM3.x 格式的输入/输出；
- 支持 NMEA-0183 协议输出。

#### 4.4 功耗要求

功耗 $\leq 1.5W$ （全系统、全频点、RTK 定位模式、输出频度 5Hz）。

#### 4.5 板卡尺寸要求

尺寸不大于  $50mm \times 40mm \times 11mm$ 。

#### 4.6 环境适应性要求

##### 高低温工作和贮存

工作温度： $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ ；

贮存温度： $-55^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$ 。

##### 宽频带随机振动

频率范围  $5Hz \sim 2000Hz$ 。

##### ESD 测试

$HBM \geq 2000V$ ,  $CDM \geq 500V$ 。

#### 4.7 被测产品要求

- 高精度板卡必须基于国产射频、基带芯片，支持北斗三号 B1C 和 B2a 信号，且尺寸不大于  $50mm \times 40mm \times 11mm$ ；
- 板卡形态包括：基于全掩模基带芯片的高精度 OEM 板；基于半定制基带芯片的高精度 OEM 板。其中基于半定制基带芯片的高精度 OEM 板指除了基于全掩模基带芯片的高精度 OEM 板和基于完全 FPGA 基带的多模多频高精度 OEM 板以外的所有形态，如基于 Hard-Copy 等方式生产的结构化 ASIC 芯片的多模多频高精度 OEM 板、基于多 SOC 芯片的多模多频高精度 OEM 板等形态。
- 支持 UART 和至少一种高速接口（网口、USB、CAN 等）；
- 被测产品应能以 10Hz 更新率输出原始观测数据、位置及速度信息。

### 5 质量保证规定

#### 5.1 检验分类

检验包括：鉴定检验、质量一致性检验。

#### 5.2 鉴定检验

##### 5.2.1. 检验时机

有下列情况之一时应进行鉴定检验：

- 设计定型和生产定型时；
- 在设计有重大改进、重要的原材料和元器件及工艺有重大变化使原来的鉴定结论不再有效时；
- 长期停产后恢复生产时；
- 易地生产时。

##### 5.2.2. 检验项目和顺序



鉴定检验的项目应按表 1 的规定进行。按功能、尺寸、性能、环境适应性的顺序进行测试。

表 1 检验项目表

序号	检验项目	鉴定 检验	质量一致性检验			要求的 章节号	检验方法的 章节号	
			逐批检验		周期 检验			
			逐台检验	抽样检验				
1	功 能	跟踪卫星数	●	●	●	●	4.1.1	A.4.1
2		信号处理能力	●	●	●	●	4.1.1	A.4.2
3		星基增强	●	○	○	○	4.1.2	A.4.3
4		地基增强	●	○	○	○	4.1.2	A.4.4
5		差分定位功能	●	●	●	●	4.1.3	A.4.5
6		PPP 功能	●	○	○	○	4.1.3	A.4.6
7		组合导航功能	●	○	○	○	4.1.4	A.4.7
8		抗带内窄带干扰	●	●	●	●	4.1.5	A.4.8
9		复杂应用场景下数据接收质量及定位性能	●	●	●	●	4.1.6	A.4.9
10		通信接口要求	●	●	●	●	4.3	A.4.10
11		差分数据格式要求	●	●	●	●	4.3	A.4.11
12		标准协议要求	●	●	●	●	4.3	A.4.12
13	性 能	冷启动首次定位时间	●	○	○	○	4.2.1	A.5.1
14		热启动首次定位时间	●	○	○	○	4.2.1	A.5.2
15		信号重捕获时间	●	○	○	○	4.2.2	A.5.3
16		载波相位观测精度	●	○	○	○	4.2.3	A.5.4
17		伪距观测精度	●	○	○	○	4.2.3	A.5.5
18		跟踪灵敏度	●	○	○	○	4.2.4	A.5.6
19		定位精度	●	●	●	●	4.2.5	A.5.7
20		DGNSS 定位精度	●	●	●	●	4.2.5	A.5.8
21		静态相位观测量精度	●	●	●	●	4.2.5	A.5.9
22		动态 RTK 精度	●	●	●	●	4.2.6	A.5.10
23		RTK 初始化时间和可靠性	●	●	●	●	4.2.6	A.5.11

24		定位数据输出频度	●	○	○	○	4.2.7	A.5.12
25		原始观测输出频度	●	○	○	○	4.2.7	A.5.13
26		动态要求	●	○	○	○	4.2.8	A.5.14
27		功耗	●	○	○	○	4.4	A.5.15
28	环境适应性	高温工作	●	○	○	○	4.6	A.6.1
29		低温工作	●	○	○	○	4.6	A.6.2
30		高温贮存	●	○	○	○	4.6	A.6.3
31		低温贮存	●	○	○	○	4.6	A.6.4
32		恒温恒湿工作	●	○	○	○	4.6	A.6.5
33		宽频带随机振动	●	○	○	○	4.6	A.6.6
34	尺寸		●	○	○	○	○	A.7
注：●必检项目；○订购方和承制方协商检验项目；—表示不做项。								

### 5.2.3. 受检样品数

检验样品递交 4 套，由测试单位随机抽取 1 套进行功能、尺寸、性能测试，1 套用于环境适应性测试。

### 5.2.4. 合格判据

表 1 规定的所有检验项目均符合要求判定鉴定检验合格。可有一次对不合格项进行重检，重检仍未通过的，并确认属该产品自身质量方面的原因，则判定鉴定检验不合格。

## 5.3 质量一致性检验

### 5.3.1. 检验分类

质量一致性检验分为逐批检验和周期检验。

### 5.3.2. 检验批的形成与提出

检验批的形成与提出应符合 GB/T 2828.1-2012 中 6.2 的规定。

### 5.3.3. 不合格的分类

按产品的质量特性及其不符合的严重程度分为 A 类、B 类、C 类不合格，见表 2。

当有一个或一个以上不合格项目的单位产品称为不合格品。按不合格品分类可分为 A 类、B 类、C 类不合格品。

表 2 不合格品分类

不合格分类	不合格项目
A 类	差分定位功能、标准协议要求、定位精度、DGNSS 定位精度、动态 RTK 精度、RTK 初始化时间和可靠性

B 类	冷启动/热启动/信号重捕获时间、跟踪灵敏度、定位数据输出频度、原始观测量输出频度、功耗、抗带内窄带干扰、组合导航功能
C 类	星基增强、地基增强、PPP 功能、高低温工作、高低温贮存、恒温恒湿工作、宽频带随机振动

#### 5.3.4. 检验项目和顺序

质量一致性检验的项目应按表 2 的规定进行。按功能、尺寸、性能、环境适应性的顺序进行测试。

#### 5.3.5. 逐批检验

##### 5.3.5.1 检验分类

逐批检验分为逐台检验和抽样检验。

##### 5.3.5.2 逐台检验

###### 5.3.5.2.1 抽样方案

对生产方提交检验批的产品百分之百地进行检验。

###### 5.3.5.2.2 合格判据

根据检验结果对逐台检验作出如下判定:

注 1: 当发现 A 类不合格项时, 应判该台产品检验不合格;

注 2: 当发现 B 类, C 类不合格项小于或等于规定值, 则判该台产品检验合格, 否则不合格。具体数值由产品规范规定。

##### 5.3.5.3 抽样检验

###### 5.3.5.3.1 抽样方案

从交验的合格批中, 随机抽取样本。除非另有规定, 抽样方案按 GB/T 2828.1- 2012 中规定的一般检验水平 I, 正常检验一次抽样方案, 其接收质量限(AQL)规定为:

A 类不合格品: AQL 为 0.65;

B 类不合格品: AQL 为 6.5;

C 类不合格品: AQL 为 15。

###### 5.3.5.3.2 合格判据

根据检验结果, 若发现的三类不合格品数均不大于规定的合格判定数, 则判该批产品抽样检验合格。

###### 5.3.5.4 重新检验

若抽样检验不合格, 生产方应对该批产品进行分析, 找出原因并采取纠正措施后, 可重新提交检验。重新提交检验批的抽样检验应按 GB/T 2828.1-2012 中 13.3 转移规则进行处理。若重新检验合格, 仍判该批产品抽样检验合格; 若重新检验仍不合格, 仍判该批产品抽样检验不合格, 不合格品应予剔除。

#### 5.3.6. 周期检验

##### 5.3.6.1 检验时机

周期检验是生产方周期性地从逐台检验和抽样检验合格的某个批或产品中随机抽取样本进行的检验, 以判断在规定周期内生产过程的稳定性是否符合规定的质量指标。对连续生产的产品每两年应至少进行一次周期检验。

##### 5.3.6.2 抽样方案

除非另有规定, 抽样方案按 GB/T 2829-2002 判别水平 III 的一次抽样方案进行, 不合格质量水平 (RQL)和判定数组见表 3。

表3 不合格质量水平(RQL)和判定数组

不合格品	样本数量	RQL	判定数组
A类	6	40	Ac=0, Re=1
B类	6	65	Ac=1, Re=2
C类	6	80	Ac=2, Re=3
注: Ac——合格判定数, Re——不合格判定数。			

### 5.3.6.3 合格判据

根据检验的不合格品数,按抽样方案中的判定数组要求,判定周期检验合格或不合格。若有一组不合格则应暂停交货,分析原因,采取改进措施,重新进行周期检验。周期检验合格后,产品方可交货。经受环境适应性试验的样品不应作为合格品交付。当周期检验不合格,对已生产的产品和已交付的产品由生产方采取纠正措施。

## 附录 A

### (规范性附录)

#### 功能性能测试方法

##### A.1 测试环境条件

除另行规定外，所有测试应在以下条件下进行：

- a) 温度：15℃~35℃；
- b) 相对湿度：20%~80%。

##### A.2 标准测试信号和测试设备

在测试中根据需要使用实际的导航卫星信号或模拟测试信号。模拟器产生的信号必须具有与卫星信号相同的特性，在正常动态星座下，能产生几何位置良好（HDOP≤4 或 PDOP≤6）的卫星信号。

所有测试用仪器、设备应有足够的测量范围、分辨力、准确度和稳定性，其性能应满足被测性能指标的要求；测试所用仪器设备应经过计量部门检定或校准，符合性能指标要求，并在检定或校准有效期内。

##### A.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 200m；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 50m；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 1 m 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 0.1 m（1σ）。

实际道路测试在城市综合道路情况下进行。

##### A.4 功能测试

###### A.4.1. 跟踪卫星数

使用信号模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于 2m/s 的直线运动用户轨迹。设置模拟器输出的各颗卫星的信号电平为 -127dBm，设置模拟器各系统可见卫星个数大于 12 颗。被测产品在冷启动状态下开机，按照被测产品提供的技术文件，记录对应的观测量语句，并通过厂商提供的数据转换软件，转换为标准的 RINEX，统计文件中各个频点跟踪的卫星数，应符合 4.1.1 的要求。

###### A.4.2. 信号处理能力

使用信号模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于 2m/s 的直线运动用户轨迹。设置模拟器输出的各颗卫星的信号电平为 -127dBm，设置模拟器各系统可见卫星个数大于 12 颗。被测产品在冷启动状态下开机，按照被测产品提供的技术文件，记录对应的观测量语句，并通过厂商提供的数据转换软件，转换为标准的 RINEX，统计文件中各个卫星系统及频点，应符合 4.1.1 的要求。

###### A.4.3. 星基增强

使用实际信号进行测试，在开阔天空环境下，冷启动状态下开机。待该接收机得到广域差分定位结

果后开始记录输出的坐标，数据采样间隔不大于 30s，记录数据 1 小时，按照附录 B 分析其定位精度，应达到亚米级，应符合 4.1.2 的功能要求。

#### A.4.4. 地基增强

使用实际信号进行测试，在开阔天空环境下，冷启动状态下开机。并选择一家地基增强网服务数据。在接收机成功单点定位后，接入地基增强网服务数据。待接收机得到差分定位结果后开始记录输出的坐标，数据采样间隔不大于 30s，记录数据 1 小时，按照附录 B 分析其定位精度，应达到地基增强网的定位精度，应满足 4.1.2 的要求。

注：需利用选定地基增强服务数据与已知点重新标定位置点，避免标点误差影响测量结果。

#### A.4.5. 差分定位功能

使用实际信号进行测试，选取 2 个已知点位（直线距离 10km），分别定义为基准站和移动站，在其中一点上按照被测产品提供的技术文件安装基准站接收机，并通过网络或其他方式将基准站差分改正数据实时输出。在另一点上按照被测产品提供的技术文件安装流动站接收机。被测产品在冷启动状态下开机，将基准站的差分改正数据输入到流动站接收机中。待该接收机得到差分定位结果后，开始记录输出的坐标，数据采样间隔不大于 30s，记录数据 1h，分析其定位精度，应符合 4.1.3 的要求。

#### A.4.6. PPP 功能

使用实际信号进行测试，在开阔天空环境下，冷启动状态下开机。待该接收机得到 PPP 定位结果后，开始记录输出的坐标，数据采样间隔不大于 30s，记录数据 1h，分析其定位精度，应满足 4.1.3 的要求。

#### A.4.7. 组合导航功能

使用实际信号动态测试（实际车辆道路测试，车辆需包含高精度惯导定位产品，可提供形式路线参考），测试场景需包含过桥及隧道场景，根据被测产品的组合形式，提供已知点并按照被测产品提供的技术文件及设备设置为基准站，并通过网络或其他方式将基准站差分数据实时接入移动端被测产品。

将移动端被测产品稳定固定在车辆测试平台，按照被测产品提供的技术文件配置移动端被测产品，并记录定位数据，通过在桥下及隧道的定位率及定位精度判断其功能，按照附录 E 计算其定位精度，应符合 4.1.4 的要求。

#### A.4.8. 抗带内窄带干扰

使用模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于 2m/s 的直线运动用户轨迹。设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平-127dBm。通过合路器接入信号发生器（根据被测产品声明文件中可跟踪卫星系统，选择接入合路器的信号发生器数量），设置各信号发生器干扰信号仿真频率（随机选择各系统可跟踪频点的中心频率），各信号发生器发生总功率不低于-85dBm，合路后信号作为被测产品卫星信号输入。

注：若被测产品需工作在 RTK 差分模式下，则采用双用户模拟器，其中 1 路设置为静态场景作为基准站端，且距离另一路信号仿真位置不低于 10km。

被测产品在冷启动状态下开机，待接收机正常定位后，开始记录输出的坐标，数据采样间隔不大于 30s，记录数据 1h，分析其定位精度，应符合 4.1.5 的功能要求。

#### A.4.9. 复杂应用场景下数据接收质量及定位性能

#### 1) 电离层场景仿真

使用模拟器进行测试，设置模拟器仿真静态场景，添加电离层模型。设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平-127dBm。

被测产品在冷启动状态下开机，被测产品保持工作 30min，记录被测产品工作后 10min 的定位语句，分析其定位精度，应符合 4.1.6 的功能要求。

#### 2) 干扰场景仿真

使用模拟器进行测试，设置模拟器仿真静态场景，施加干扰信号。设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平-127dBm，总干扰波功率-85dBm。

被测产品在冷启动状态下开机，被测产品保持工作 30min，记录被测产品工作后 10min 的定位语句，分析其定位精度，应符合 4.1.6 的要求。

#### 3) 树荫及建筑物遮挡场景

使用实际信号进行测试，选取 2 个已知点位（直线距离 10km），分别定义为基准站和移动站，移动站环境为树荫下或楼宇遮挡条件，可通过已知点加治具仿真的形式形成要求环境，也可以通过测绘方法标定选取的实际环境标定精密坐标。将其中一端按照被测产品提供的技术文件及设备设置为基准站，并通过网络或其他方式将基准站差分数据实时接入移动端被测产品。

被测产品在冷启动状态下开机，记录定位语句 2h，分析其后 1h 定位精度，通过精度满足情况判断其工作模式，应符合 4.1.6 的要求。

注：基准站端不限制其与移动端为同一设备。

#### A.4.10. 通信接口要求

a) 使用实际信号进行静态测试。检测被测产品输出接口是否满足 4.3 的要求。被测产品至少提供一个 UART 输出接口。

b) 注：可以为 LVTTTL/TTL/RS232/RS485/RS422。

c) 被测产品至少需要提供 1 个高速接口至少一种高速接口（网口、USB、CAN 等）。

d) 根据被测产品的使用说明书，将被测产品的输出接口接入计算机，通过厂家提供的软件或第三方软件读取信息，检查输出信息是否符合 4.3 的要求。

#### A.4.11. 差分数据格式要求

配置被测产品输出差分数据，通过第三方工具，逐一确认其输出的差分数据类型，检查输出信息是否符合 4.3 的要求。

通过第三方接收器使能其输出差分数据，接入被测产品，通过其工作状态，检查输出信息是否符合 4.3 的要求。

注：分别测试 RTCM2.X 及 RTCM3.X。

#### A.4.12. 标准协议要求

使能接收机输出 NMEA 数据并保存，检查输出信息是否符合 4.3.9 的要求。

至少需包含以下 NMEA-0183 语句：

GGA/RMC/GLL/GSV/GSA/ZDA。

## A.5 性能测试

### A.5.1. 冷启动首次定位时间

使用模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于 2m/s 的直线运动用户轨迹。使被测产品在下述任一种状态下开机，以获得冷启动状态：

- a) 配置模拟器的位置为：距离实际测试位置不少于 1000km 但不超过 10000km 的伪位置，或删除接收机当前历书数据；
- b) 7 天以上不加电。

以 1Hz 的位置更新率连续记录输出的定位数据，找出首次连续 10 次输出三维定位误差不超过 100m 的定位数据的时刻，计算从开机到上述 10 个输出时刻中第 1 个时刻的时间间隔，应符合 4.2.1 的要求。

### A.5.2. 热启动首次定位时间

使用模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于 2m/s 的直线运动用户轨迹。在被测产品正常定位状态下，保持工作超过 3min 后，短时断电 60s，被测产品重新开机，以 1Hz 的位置更新率连续记录输出的定位数据，找出首次连续 10 次输出三维定位误差不超过 100m 的定位数据的时刻，计算从开机到上述 10 个输出时刻中第 1 个时刻的时间间隔，应符合 4.2.1 的要求。

### A.5.3. 信号重捕获时间

使用模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于 2m/s 的直线运动用户轨迹。在被测产品正常定位状态下，保持稳定工作至少 3min 后，短时中断卫星信号 30s 后，恢复卫星信号，以 1Hz 或者 2Hz 的位置更新率连续记录输出的定位数据，找出自卫星信号恢复后，首次连续 10 次输出三维定位误差不超过 100m 的定位数据的时刻，计算从卫星信号恢复到上述 10 个输出时刻中第 1 个时刻的时间间隔，应符合 4.2.2 的要求。

### A.5.4. 载波相位观测精度

使用模拟器进行测试，设置模拟器仿真静态场景，设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平 -127dBm。复位被试设备，设置被测产品，每个系统强制所有频点通道跟踪同 1 颗卫星信号；设置被测产品按照 1Hz 上报各通道载波相位观测值，采集 >1200 个历元并保存提交。按照附录 D 计算观测量精度，应满足 4.2.3 的要求。

### A.5.5. 伪距观测精度

使用模拟器进行测试，设置模拟器仿真静态场景，设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平 -127dBm。复位被试设备；设置被测产品按照 1Hz 上报各通道伪距观测值，采集 >1200 个历元并保存提交。按照附录 C 计算观测量精度，应满足 4.2.3 的要求。

注：若涉及到 GLONASS 系统，则需针对该系统，设置被测产品，每个系统强制所有频点通道跟踪同 1 颗卫星信号，再次进行观测量计算。

### A.5.6. 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 2m/s 的直线运动用户轨迹。每次设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平 -127dBm，稳定工作 3min 后，以 1dB 步进降。

RTK 模式，采用双用户模拟器，增加同步静态场景，设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平 -127dBm，按照被测产品技术文件，使能工作与基准站模式，并将差分数据接入移动站的被测产品，



此时指标评估为移动站的被测产品。

在模拟器输出信号的每个设置电平值下测试导航单元能否在 300s 内连续 10 次输出三维定位误差小于 4.2.4 要求的定位数据，找出能够使导航单元满足该定位要求的最低电平值，记录该设置电平值，应符合 4.2.4 的要求。

#### A.5.7. 定位精度

在 GNSS 接收机检定场中测试，测试条件静态、开阔空间、PDOP $\leq$ 3 保证信号良好接收，天线安装在检定场的已知点位上，点位三维绝对精度优于 0.01m。连续测试 24h 以上，将获取的定位数据与标准点坐标进行比较，参照附录 B 计算定位精度，应满足 4.2.5 的要求。

#### A.5.8. DGNSS 定位精度

在 GNSS 接收机检定场中测试，测试条件静态、开阔空间、PDOP $\leq$ 3 保证信号良好接收，天线安装在检定场的已知点位上，点位三维绝对精度优于 0.01m，测站距离约为 10 公里。将流动站配置为伪距差分工作模式，记录 1.5h 定位数据，按照附录 B 计算其后 1h 定位精度，应满足 4.2.5 的要求。

#### A.5.9. 静态相位观测量精度

在 GNSS 接收机检定场中测试，测试条件静态、开阔空间、PDOP $\leq$ 3 保证信号良好接收，天线安装在检定场的已知点位上，点位三维绝对精度优于 0.01m，测站距离约为 10 公里。按照规定的时间开机加电，进行静态测量数据采集，数据采集过程中天线保持静止不动，数据采集过程为 2h10min。并将原始观测数据转换为 RINEX 格式。使用后处理软件对数据进行解算。按照附录 D 计算其定位精度，应满足 4.2.5 的要求。

注：与差分功能中针对基准站要求，两个点采集的数据需均为统一型号接收机。

数据采集完成后，将采集的原始观测数据，提取由后向前截取 2h 数据，通过转换软件转换为 RINEX 格式。

#### A.5.10. 动态 RTK 精度

在 GNSS 接收机检定场中测试，测试条件静态、开阔空间、PDOP $\leq$ 3 保证信号良好接收，天线安装在检定场的已知点位上，点位三维绝对精度优于 0.01m，测站距离约为 10 公里。设置基准站与相应流动站间的数据传输链路，形成差分工作模式。被测基准站在接收卫星信号同时，实时将基准站差分数据发送给流动站。被测流动站同时接收卫星信号和基准站差分数据，按 1Hz 向输出定位结果，并记录 1.5h 定位数据，按照附录 B 计算其后 1h 定位精度，应满足 4.2.5 的要求。

#### A.5.11. RTK 初始化时间和可靠性

用实际信号进行测试，选取 2 个已知点位（直线距离 10km），分别定义为基准站和移动站，将其一端按照被测产品提供的技术文件及设备设置为基准站，并通过网络或其他方式将基准站差分数据实时接入移动端被测产品。将移动端天线与被测产品输入端之间增加程控射频开关。

在被测产品正常定位状态下，保持稳定工作至少 3min 后，短时中断卫星信号 30s 后，恢复卫星信号，以 1Hz 或者 2Hz 的位置更新率连续记录输出的定位数据，找出自卫星信号恢复后，首次连续 10 次输出水平定位误差不超过 5cm 的定位数据的时刻，计算从卫星信号恢复到上述 10 个输出时刻中第 1 个时刻的时间间隔，应符合 4.2.6 的要求。

重复上述测试步骤 10 次，统计成功次数，应符合 4.2.6 的要求。

#### A.5.12. 定位数据输出频度

在 GNSS 接收机检定场中测试，测试条件静态、开阔空间、PDOP $\leq$ 3 保证信号良好接收，天线安装在检定场的已知点位上，点位三维绝对精度优于 0.01m，测站距离约为 10 公里。设置基准站与相应流动站间的数据传输链路，形成差分工作模式。被测基准站在接收卫星信号同时，实时将基准站差分数据发送给流动站。被测流动站同时接收卫星信号和基准站差分数据，按 50Hz 向输出定位结果，并记录 1.5h 定位数据，按照附录 B 计算其后 1h 定位精度，应满足 4.2.7 的要求。

#### A.5.13. 原始观测量输出频度

通过被测产品数据接口记录原始观测量，可通过转换软件将其转换为 RINEX，其中信息需包含被测产品所跟踪系统的所有星历信息及跟踪频点的原始观测量信息，检查数据完整性及输出频率，应满足 4.2.7 的要求。

#### A.5.14. 动态要求

使用模拟器测试，按照 4.2.8 设置模拟器动态仿真场景，设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平-127dBm。

RTK 模式，采用双用户模拟器，增加同步静态场景，设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平-127dBm，按照被测产品技术文件，使能工作与基准站模式，并将差分数据接入移动端被测产品，此时指标评估为移动端被测产品。

复位被测产品，设置被测产品（流动站）打开 GGA 语句，并按 2Hz 实时上报 GGA 语句；被测产品工作 3min 后采集数据，连续采集 20min；按照附录 B，分析其定位精度，判断其工作状态，应满足 4.2.8 的要求。

#### A.5.15. 功耗

同过程控直流稳压电源为被测产品供电，在被测产品正常定位后（高精度应工作于 RTK 模式），在 10min 内每 5s 记录一次程控直流稳压电源显示的瞬时电压和瞬时电流值，并由二者的乘积计算出各瞬时功率。对各时刻的瞬时功率取平均值得到功耗测量值，应符合 4.4 的要求。

### A.6 环境适应性测试

#### A.6.1. 高温工作

依照 GB/T 2423.2-2008 规定的方法进行试验。待温度稳定后，采集被测产品伪距单点定位数据，定位精度应满足 4.2.5 指标要求。

#### A.6.2. 低温工作

依照 GB/T 2423.1-2008 规定的方法进行试验。待温度稳定后，采集被测产品伪距单点定位数据，定位精度应满足 4.2.5 指标要求。

#### A.6.3. 高温贮存

依照 GB/T 2423.2-2008 规定的方法进行试验。在温度恢复 2h 后，采集 10min 的被测产品的伪距单点定位数据，定位应满足 4.2.5 指标要求。

#### A.6.4. 低温贮存

依照 GB/T 2423.1-2008 规定的方法进行试验。在温度恢复 2h 后，采集 10min 的被测产品的伪距单点定位数据，定位应满足 4.2.5 指标要求。

#### A.6.5. 恒温恒湿工作

依照 GB/T 2423.3-2016 规定的方法进行试验。在温湿度稳定时段采集 10min 的伪距单点定位数据，定位应满足 4.2.5 指标要求。

#### A.6.6. 宽频带随机振动

依照 GB/T 2423.56-2018 规定的方法进行试验，加速谱密度与振动时间，如下图所示。测试被测产品的伪距单点定位精度，在振动稳定后时段采集 10min 的定位数据，定位应满足 4.2.5 指标要求。

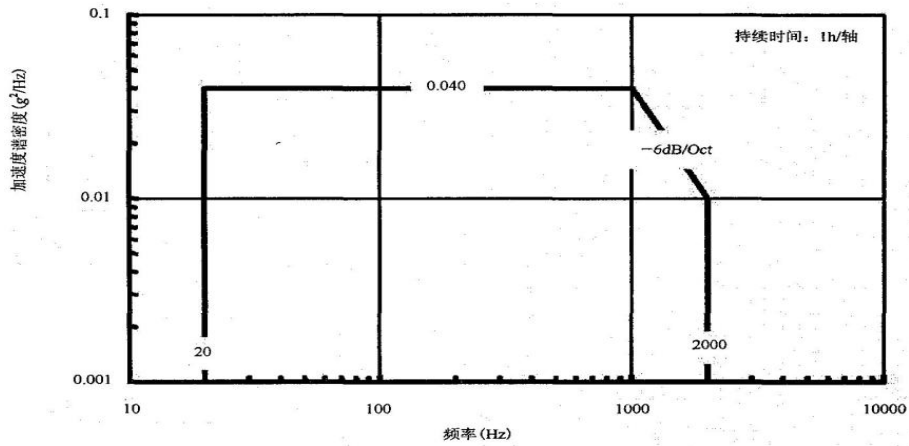


图 A.1 加速谱密度与振动时间示意图

#### A.7 尺寸

尺寸要求如下：

a) 指标要求

不大于 50mm×40mm×11mm。

b) 测试方法及步骤

每个维度测量 3 次。

c) 评定方法

取采集的 3 次测量值的平均值作为被测产品各维度测量结果。

d) 补充说明

所有实物进行尺寸测试，取最大值为最终结果。

## 附录 B

### (资料性附录)

#### 定位精度的数据处理方法

##### B.1 概述

静态定位精度和动态定位精度测试，可以按本附录给出的方法进行数据处理。

##### B.2 评估方法

数据处理步骤如下：

a) 统计水平和垂直定位误差

其中水平定位分量  $\Delta h_j$  计算方法：

$$\begin{aligned}\Delta h_j &= \sqrt{\Delta E_j^2 + \Delta N_j^2} \\ \Delta E_j &= E'_j - E_j \quad (j=1,2,\dots,n) \\ \Delta N_j &= N'_j - N_j\end{aligned}\tag{B.1}$$

垂直误差分量  $\Delta u_j$  计算方法：

$$\Delta u_j = |U'_j - U_j| \quad (j=1,2,\dots,n)\tag{B.2}$$

式中：

$j$  ——参加统计的定位结果样本序号；

$n$  ——参加统计的定位结果样本总数；

$\Delta h_j$  ——水平定位精度；

$E'_j$  ——接收机解算出的第  $j$  个定位结果的东向分量；

$E_j$  ——实际坐标点的第  $j$  个定位时刻的东向分量；

$N'_j$  ——接收机解算出的第  $j$  个定位结果的北向分量；

$N_j$  ——实际坐标点的第  $j$  个定位时刻的北向分量；

$U'_j$  ——终端解算出的第  $j$  个定位结果的垂直分量；

$U_j$  ——实际坐标点的第  $j$  个定位时刻的垂直分量。

b) 计算所有定位点的三维定位误差  $\Delta s_j$

$$\Delta s_j = \sqrt{\Delta h_j^2 + \Delta u_j^2} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (\text{B.3})$$

当  $\Delta s_j$  大于 50 米时，相应历元的定位点判定为无效。

c) 将有效的定位点按三维定位误差按从小到大排序，取第  $(n \times 66.7\%)$  个点的水平定位分量和垂直定位分量作为该应用模式下的水平定位精度和垂直定位精度。

## 附录 C

### (资料性附录) 原始观测测量精度

#### C.1 概述

原始观测测量精度，可以按本附录给出的方法进行数据处理。

#### C.2 精度评估方法

数据处理步骤如下：

对同一信号分量的不同接收通道上报的伪距测量值进行双差处理，消除各类系统误差及本地钟差，统计不同信号分量的伪距测量精度，按下式计算伪距观测值精度。

$$\sigma(k) = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \nabla \Delta \rho_{ij}^2(k)}{n-1}} \quad (\text{C.1})$$

式中：

$\sigma(k)$ ——第k个信号分量的伪距测量精度；

k——信号分量编号；

i——卫星观测数据历元序号；

$\nabla \Delta \rho_{ij}(k)$ ——第i个观测历元第j颗卫星相对任意基准星的伪距观测值双差结果；

j——可见卫星序号；

n——双差观测值总数。

## 附录 D

### (资料性附录)

#### 载波相位观测精度

##### D.1 概述

载波相位观测精度，可按本附录给出的方法进行数据处理。

##### D.2 评估方法

数据处理步骤如下：

对同一信号分量的不同接收通道上报的载波测量值进行三差处理，消除各类系统误差、本地钟差及整周模糊度，去除周跳，统计不同信号分量的载波测量精度，按下式计算载波相位观测值精度。

$$\sigma(k) = \frac{1}{\sqrt{8}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta \nabla \Delta \phi_{ij}^2(k)}{n-1}} \quad (\text{D.1})$$

式中：

$\sigma(k)$ ——第 $k$ 个信号分量的载波测量精度；

$k$ ——信号分量编号；

$i$ ——卫星观测数据历元序号；

$\Delta \nabla \Delta \phi_{ij}(k)$ ——第 $i+1$ 个观测历元的第 $j$ 颗卫星相对任意基准星的载波观测值双差与第 $i$ 个观测历元的第 $j$ 颗卫星相对任意基准星的载波观测值双差之差；

$j$ ——可见卫星序号；

$n$ ——三差观测值总数。

## 附录 E

### (资料性附录) 组合导航定位精度

#### E.1 概述

组合导航定位精度，可以按本附录给出的方法进行数据处理。

#### E.2 评估方法

数据处理步骤如下：

##### a) 统计水平和垂直定位误差

其中水平定位分量  $\Delta h_j$  计算方法：

$$\begin{aligned}\Delta h_j &= \sqrt{\Delta E_j^2 + \Delta N_j^2} \\ \Delta E_j &= E'_j - E_j \quad (j=1,2,\dots,n) \\ \Delta N_j &= N'_j - N_j\end{aligned}\tag{E.1}$$

垂直误差分量  $\Delta u_j$  计算方法：

$$\Delta u_j = |U'_j - U_j| \quad (j=1,2,\dots,n)\tag{E.2}$$

式中：

$j$  ——参加统计的定位结果样本序号；

$n$  ——参加统计的定位结果样本总数；

$\Delta h_j$  ——水平定位精度；

$E'_j$  ——接收机解算出的第  $j$  个定位结果的东向分量；

$E_j$  ——实际基准轨迹的第  $j$  个定位时刻的东向分量；

$N'_j$  ——接收机解算出的第  $j$  个定位结果的北向分量；



$N_j$  ——实际基准轨迹的第  $j$  个定位时刻的北向分量；

$U'_j$  ——终端解算出的第  $j$  个定位结果的垂直分量；

$U_j$  ——实际基准轨迹的第  $j$  个定位时刻的垂直分量。

b) 计算所有定位点的三维定位误差  $\Delta s_j$

$$\Delta s_j = \sqrt{\Delta h_j^2 + \Delta u_j^2} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (\text{E.3})$$

当  $\Delta s_j$  大于 50 米时，相应历元的定位点判定为无效。

c) 将有效的定位点按三维定位误差按从小到大排序，取第  $(n \times 66.7\%)$  个点的水平定位分量和垂直定位分量作为该应用模式下的水平定位精度和垂直定位精度。