

北斗卫星导航系统民用全球信号 RNSS 射频 基带一体化芯片产品 技术要求和测试方法

**Technical requirements and test methods for Beidou Navigation Satellite System
basic products of RNSS radio frequency and baseband integrated chip**



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 要求.....	1
4.1 总则.....	1
4.2 被测产品要求.....	2
4.3 输入输出.....	2
4.4 信号接收.....	2
4.5 差分增强.....	2
4.6 组合导航功能.....	2
4.7 A-GNSS 功能.....	3
4.8 首次定位时间.....	3
4.9 灵敏度测试.....	3
4.10 精度测试.....	3
4.11 多音干扰消除.....	4
4.12 功耗.....	4
4.13 高低温工作和贮存.....	4
4.14 宽频带随机振动.....	4
4.15 ESD 测试.....	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.....	8
A.1 测试环境条件.....	8
A.2 标准测试信号和测试设备.....	8
A.3 测试场地.....	8
A.4 测试方法.....	8
附录 B（资料性附录）评估方法.....	14
B.1 概述.....	14
B.2 评估方法.....	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。

本规范附录A为规范性附录，附录B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、泰斗微电子有限公司、深圳华大北斗科技有限公司、杭州中科微电子有限公司、武汉梦芯科技有限公司等。

北斗卫星导航系统民用全球信号 RNSS 射频基带一体化芯片产品

技术要求和测试方法

1 范围

本规范规定了 RNSS 射频基带一体化芯片技术要求和测试方法。

本规范适用于 RNSS 射频基带一体化芯片的检测、认证，RNSS 射频基带一体化芯片的设计、研发、生产也可以参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容，通过文中的规范性引用人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；不注日期的文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 28046.4-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第 4 部分：气候负荷

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

BD 110001-2015 北斗卫星导航术语

BD 410001-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）接收机数据自主交换格式

BD 410002-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）接收机差分数据格式（一）

BD 410003-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）接收机差分数据格式（二）

BD 410004-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）接收机导航定位数据输出格式

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

BD 420006-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）定时单元性能要求及测试方法

3 产品描述

射频基带一体化集成芯片支持 BDS B1I/B1C、GPS L1C/A 导航信号的接收、捕获、跟踪和解算，可实现单系统定位和多系统联合定位，具备差分增强、组合导航、多音干扰消除功能，面向手机、可穿戴式设备、车载导航和车载监控、授时等千万级规模消费类或行业类应用市场。

4 要求

4.1 总则

被测产品基于民用 RNSS 射频基带一体化集成芯片，使用 GNSS 公开服务信号，提供基于 CGCS2000 坐标系、WGS-84 坐标系、PZ-90.02 坐标系和 GTRF 坐标系中一个或多个坐标系下的位置信息、对地速度信息，以及基于协调世界时（UTC）的时间信息。

被测产品应能在仅使用 BDS 信号时，提供位置、速度和时间信息。

4.2 被测产品要求

被测产品要求如下：

a) 民用 RNSS 射频基带一体化集成芯片，必须射频基带一体化，射频电路和基带电路在同一个 DIE 上；

b) 应至少支持如下卫星导航系统相关导航信号的接收处理并可实现单系统定位和多系统联合定位：

BDS: B1I、B1C

GPS: L1C/A

c) 数据接口要求：

支持 UART/I2C 等接口

支持 NMEA 和 RTCM 等协议

4.3 输入输出

被测产品应至少提供一个输出端口，将导航信息从该输出端口提供给其他设备，输出的导航信息应符合 BD 410004-2015 对数据格式的要求。具有差分定位功能的被测产品应具有至少一个输入数据接口，可以接收处理符合 BD 410002-2015 要求的差分信息。

被测产品应至少支持下述语句：

DTM 参考坐标系

GBS GNSS 卫星故障检测

GGA GPS 定位数据

GNS GNSS 定位数据

RMC 推荐的 GNSS 数据最小集

VTG 对地航向和对地速度

ZDA 时间与日期

如果一条语句不使用 WGS-84 坐标系输出导航定位数据，则应使用 DTM 语句指明参考坐标系。

4.4 信号接收

应至少支持如下卫星导航系统相关导航信号的接收处理并可实现单系统定位和多系统联合定位：

BDS: B1I 和 B1C

GPS: L1C/A

4.5 差分增强

可接收伪距差分校正数据，可内置实现伪距差分算法。

4.6 组合导航功能

具有惯导数据接口，可内置实现组合导航算法。

4.7 A-GNSS 功能

可接收网络侧提供的辅助信息实现快速信号捕获和定位。

4.8 首次定位时间

4.8.1 冷启动首次定位时间

多系统联合定位和 BD 单系统定位模式下，冷启动首次定位时间应不超过 35s。

4.8.2 热启动首次定位时间

多系统联合定位和 BD 单系统定位模式下，热启动首次定位时间应不超过 3s。

4.8.3 重捕获时间

多系统联合定位和 BD 单系统定位模式下，重捕获时间应不超过 1s。

4.8.4 A-GNSS 启动首次定位时间

条件：多系统联合定位和 BD 单系统定位模式下，模拟器测试，低速运动状态，信号功率-133dBm。

只有星历信息，没有时间辅助条件下：

时间应不超过 15s。

有星历和时间辅助精度 10ms 以内条件下：

时间应不超过 4s。

4.9 灵敏度测试

4.9.1 冷启动灵敏度

多系统联合定位模式下冷启动灵敏度应 \leq -143dBm；

BD 单系统定位模式下（B1I 信号）冷启动灵敏度应 \leq -136dBm（GEO 卫星）、-143dBm（非 GEO 卫星）。

条件：模拟器测试，低速运动状态。

4.9.2 热启动灵敏度

热启动灵敏度应 \leq -152dBm。

4.9.3 跟踪灵敏度

多系统联合定位模式下跟踪灵敏度应 \leq -160dBm；

BD 单系统定位模式下（B1I 信号）跟踪灵敏度应优于：-142dBm（GEO 卫星）、-159dBm（非 GEO 卫星）。

条件：模拟器测试，低速运动状态。

4.9.4 重捕获灵敏度

重捕获灵敏度应 \leq -155dBm。

4.10 精度测试

4.10.1 静态授时精度

优于 100ns（ 1σ ）。

条件：基于实际信号进行，视野开阔。

4.10.2 静态定位精度

单点定位精度：水平优于 3m，垂直优于 5m（ 1σ ）。

条件：基于实际信号进行，视野开阔。

4.10.3 伪距差分定位精度

水平优于 1m，垂直优于 2m (1σ)。

条件：条件：基于实际信号进行，视野开阔。

4.10.4 动态精度

在典型城市峡谷环境中保持 20m (1σ) 的水平定位精度；

测速精度优于 0.2m/s (1σ，三维)。

条件：基于实际信号进行，视野开阔。

4.11 多音干扰消除

可抑制分布在 B1I 和 L1 C/A 信号频带内总数不少于 6 个的连续波干扰，总干扰功率不低于 -75dBm。

测试条件：模拟器测试，低速动态场景，卫星信号功率 -130dBm，输入符合上述要求的连续波干扰信号，持续 5min 后消失，多次重复。要求接收机能够正常工作，并满足定位精度优于 10m 的要求。

4.12 功耗

卫星导航部分在双系统连续工作模式下功耗不高于 80mW。

4.13 高低温工作和贮存

工作温度：-40°C~85°C；

贮存温度：-55°C~125°C。

4.14 宽频带随机振动

频率范围 5Hz~2000Hz。

4.15 ESD 测试

HBM ≥ 2000V, CDM ≥ 500V。

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：

- a) 设计定型和生产定型时；
- b) 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；
- c) 长期停产后恢复生产时；
- d) 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、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	质量一致性检验	要求的	检验方法的
----	------	----	---------	-----	-------

		检验	逐批检验		周期 检验	章节号	章节号
			逐台检验	抽样检验			
1	功能 测试	信号接收	●	●	●	4.4	A.1.2
2		差分增强	●	○	○	4.5	A.4.3
3		组合导航功能	●	○	○	4.6	A.4.4
4		A-GNSS 功能	●	○	○	4.7	A.4.5
5	性能 测试	冷启动首次定位时间	●	●	●	4.8.1	A.4.6.1
6		热启动首次定位时间	●	●	●	4.8.2	A.4.6.2
7		重捕获时间	●	●	●	4.8.3	A.4.7
8		A-GNSS 启动首次定位 时间	●	○	○	4.8.4	A.4.8
9		冷启动灵敏度	●	●	●	4.9.1	A.4.9.1
10		热启动灵敏度	●	●	●	4.9.2	A.4.9.2
11		跟踪灵敏度	●	●	●	4.9.3	A.4.9.3
12		重捕获灵敏度	●	●	●	4.9.4	A.4.9.4
13		静态授时精度	●	●	●	4.10.1	A.4.10.1
14		静态定位精度	●	●	●	4.10.2	A.4.10.2
15		伪距差分定位精度	●	●	●	4.10.3	A.4.10.3
16		动态精度	●	●	●	4.10.4	A.4.10.4
17		多音干扰消除	●	●	●	4.11	A.4.11
18		功耗	●	●	●	4.12	A.4.12
19	环境 适应性	高温工作	●	○	○	4.13	A.4.13.1
20		低温工作	●	○	○	4.13	A.4.13.2
21		高温贮存	●	○	○	4.13	A.4.13.3
22		低温贮存	●	○	○	4.13	A.4.13.4
23		恒温恒湿工作	●	○	○	4.13	A.4.13.5
24		宽频带随机振动	●	○	○	4.14	A.4.14
25		ESD 测试	●	○	○	4.15	A.4.15

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 8 套，由测试单位随机抽取 3 套进行测试。

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	首次定位时间、重捕获时间、灵敏度测试、精度测试
B 类	多音干扰消除、功耗、差分增强、组合导航、A-GNSS 功能、信号接收
C 类	高低温工作、高低温贮存、恒温恒湿工作、宽频带随机振动、ESD 测试

5.3.4 检验项目和顺序

质量一致性检验的项目应按表 3 的规定进行，按功能、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：

- a) 当发现 A 类不合格项时，应判该台产品检验不合格；

b) 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、准确度和稳定度，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 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 0.1m (1σ)。

实际道路测试在城市综合道路情况下进行。

A.4 测试方法

A.4.1 测试项目

测试项目详见表A.1。

表 A.1 测试项目表

序号	检验项目	要求	测试方法
1	信号接收	4.4	A.1.2
2	差分增强	4.5	A.4.3
3	组合导航功能	4.6	A.4.4
4	A-GNSS 功能	4.7	A.4.5
5	首次定位时间	冷启动首次定位时间	A.4.6.1
6		热启动首次定位时间	A.4.6.2
7		重捕获时间	A.4.7
8		A-GNSS 启动首次定位时间	A.4.8

9	灵敏度	冷启动灵敏度	4.9.1	A.4.9.1
10		热启动灵敏度	4.9.2	A.4.9.2
11		跟踪灵敏度	4.9.3	A.4.9.3
12		重捕获灵敏度	4.9.4	A.4.9.4
13	精度	静态授时精度	4.10.1	A.4.10.1
14		静态定位精度	4.10.2	A.4.10.2
15		伪距差分定位精度	4.10.3	A.4.10.3
16		动态精度	4.10.4	A.4.10.4
17	多音干扰消除		4.11	A.4.11
18	功耗		4.12	A.4.12
19	环境适应性	高温工作	4.13	A.4.13.1
20		低温工作	4.13	A.4.13.2
21		高温贮存	4.13	A.4.13.3
22		低温贮存	4.13	A.4.13.4
23		恒温恒湿工作	4.13	A.4.13.5
24		宽频带随机振动	4.14	A.4.14
25		ESD 测试	4.15	A.4.15

A. 4. 2 信号接收

模拟器提供 3 颗 BDS B1I 卫星（GEO、IGSO、MEO 各 1 颗）+3 颗 GPS L1C/A 卫星，卫星信号强度-133dBm，动态场景速度不高于 2m/s。

被测设备接入模拟器，在冷启动状态下上电，上电 3 分钟后，开始测试，测试时间 5 分钟，测试过程中采集并存储被测设备实时输出的定位信息。

将获取的定位数据与模拟器标准坐标进行比较，参照附录 B 计算定位精度。若三维定位精度小于 100m 则认为符合 4.4 的要求。

A. 4. 3 差分增强

将被测产品的天线按使用状态固定在一个位置已知的标准点上，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，应符合 4.5 的要求。

A. 4. 4 组合导航

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，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，参照附录 B 计算定位精度，定位可用性高于 90%则认为符合 4.6 的要求。

A. 4.5 A-GNSS 功能

被测产品注入时间星历信息状态下开机，以 1Hz 的位置更新率连续记录输出的定位数据。

A. 4.6 首次定位时间

A. 4.6.1 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。使被测产品在上述任一种状态下开机，以获得冷启动状态：

以 1Hz 的位置更新率连续记录输出的定位数据，找出被测设备首次连续 10 次输出三维定位误差不超过 10m 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 4.8.1 的要求。

A. 4.6.2 热启动首次定位时间

使用模拟器进行测试，设置模拟器仿真动态场景速度不高于 2m/s。

在被测设备正常定位状态下短时断电 60s，重新开机，以 2Hz 的位置更新率连续记录输出的定位数据，找出被测设备首次连续 10 次输出三维定位误差不超过 10m 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 4.8.2 的要求。

A. 4.7 重捕获时间

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 2m/s。

在被测设备正常定位状态下，短时中断卫星信号 30s 后，恢复卫星信号，以 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 10m 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 4.8.3 的要求。

A. 4.8 A-GNSS 启动首次定位时间

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 2m/s。

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 10m 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 4.8.4 的要求。

A. 4.9 灵敏度测试

A. 4.9.1 冷启动灵敏度

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 2m/s。

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。分别设置模拟器输出的各颗卫星的信号电平从 -139dBm/-146dBm/-148dBm 的状态开始，以 1dB 步进增加，并以 1Hz 的更新率连续 10 次输出三维定位误差小于 20m 的定位数据，记录该电平值作为测试结果，该测试结果应符合 4.9.1 的要求。

A. 4.9.2 热启动灵敏度

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 2m/s。

被测设备在冷启动状态下启动定位，2 分钟后断电。调整模拟器输出各颗卫星的信号电平到设置电平值（从-157dBm 开始，每轮测试增加 1dB），又 1 分钟后，被测设备再次加电启动，若其能够在 5 分钟内捕获导航信号，并以 1Hz 的更新率连续 10 次输出三维定位误差小于 20m 的定位数据，记录该电平值作为测试结果，否则调整模拟器输出的信号电平回-133dBm，重复测试。测试结果应符合 4.9.2 的要求。

A. 4. 9. 3 跟踪灵敏度

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 2m/s。

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 分钟 1dB 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 分钟 内连续 10 次输出三维定位误差小于 60m 的定位数据，找出能够使导航模块满足该定位要求的最低电平值，应符合 4.9.3 要求。

A. 4. 9. 4 重捕获灵敏度

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 2m/s。

被测设备在冷启动状态下启动定位，2 分钟后控制模拟器中断卫星信号，30s 再恢复卫星信号到设置电平值（从-161dBm 开始，每轮测试增加 1dB），若导航模块能够在信号恢复后 1 分钟内捕获导航信号，并以 1Hz 的更新率连续 10 次输出三维定位误差小于 60m 的定位数据，记录该设置电平值作为测试结果，否则调整模拟器输出信号电平回-133dBm，重复测试。测试结果应符合 4.9.4 的要求。

A. 4. 10 精度测试

A. 4. 10. 1 静态授时精度

将被测设备的天线按使用状态固定在一个位置已知的标准点上，连续测试 24h 以上，期间记录定位数据及授时 1PPS 数据。

将获取的授时 1PPS 实时与标准 1PPS 进行比较，参照附录 B 计算授时精度，应符合 4.10.1 的要求。

A. 4. 10. 2 静态定位精度

将被测被测产品的天线按使用状态固定在一个位置已知的标准点上，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，应符合 4.10.2 的要求。

A. 4. 10. 3 伪距差分定位精度

在距离已知坐标的测试点不超过 20 公里范围内架设基准站，通过数据链路向被测设备发送伪距改正量，发送数据格式按照 RTCM3.2 协议。

将被测设备的天线按使用状态固定在已知坐标的标准测试点上，同时给被测设备输入来自基准站的 RTCM3.2 协议格式数据，连续测试 24h 以上，期间记录定位数据。

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，应符合 4.10.3 的要求。

A. 4. 10. 4 动态精度

在实际城市道路场地以测试车作为运动载体对被测设备进行测试。将被测被测产品的天线按使用状态固定在测试车上，按规划的路线跑车，连续记录定位数据，将获取的定位数据与高精度 INS/GNSS

组合导航设备的定位数据进行比较，参照附录 B 计算定位精度，精度应符合 4.10.4 的要求。

A. 4. 11 多音干扰消除

模拟器提供不小于 6 颗 GPS 卫星和 6 颗 BDS 卫星，信号强度-130dBm，动态场景速度不高于 2m/s。

信号源输出 B1I 和 L1 C/A 信号频带内总数不少于 6 个的连续波干扰，通过合路器与模拟器输出射频信号合成一路，总干扰功率不低于-75dBm。连续波干扰与模拟器信号合路输出。

被测设备冷启动状态上电，5 分钟后开始测试，测试 5 分钟，测试完毕后关闭干扰波信号 60 秒，再重新打开，进行下一次 5 分钟测试，如此重复，共测试 10 次。

取十次测试中的有效定位次数（满足三维定位精度优于 10 米）计算成功率，成功率应能达到 90% 或以上。

A. 4. 12 功耗

通过程控直流稳压电源为被测设备供电，在被测导航模块正常定位后，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 4.12 的要求。

A. 4. 13 高低温工作和贮存

A. 4. 13. 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 4.13 指标要求。

A. 4. 13. 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 4.6 指标要求。

A. 4. 13. 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 4.13 指标要求。

A. 4. 13. 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 4.13 指标要求。

A. 4. 13. 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 4.13 指标要求。

A. 4. 14 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 4.14 指标要求。

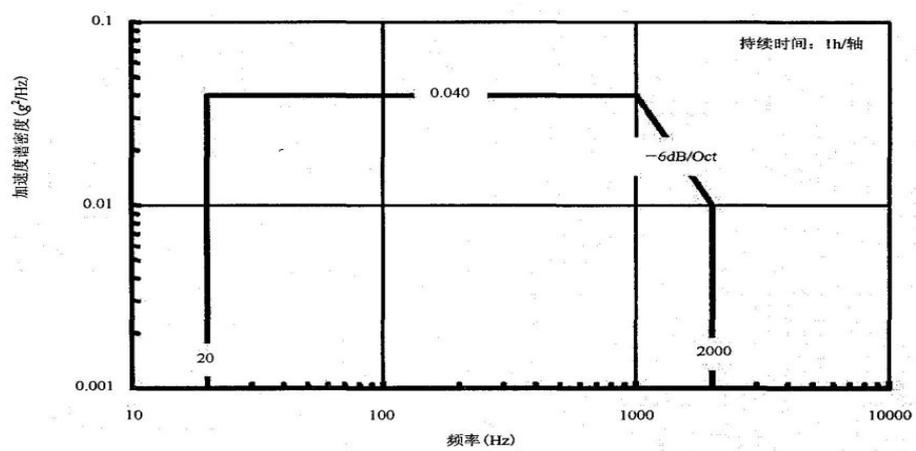


图 A.1 加速度谱密度与振动时间示意图

A. 4. 15 ESD 测试

依照 JEDEC JS-002 规定的方法进行试验。应符合 4.14 指标要求。

附 录 B
(资料性附录)
评估方法

B.1 概述

静态定位精度、授时精度、测速精度、组合导航定位精度测试，可以按本附录给出的方法进行数据处理。

B.2 评估方法

静态定位精度评估方法

a) 统计水平和垂直定位误差

其中水平定位分量 Δh_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 Δu_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；

Δh_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 Δs_j

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

当 Δs_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。

静态授时精度评估方法

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (\text{B.4})$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (\text{B.5})$$

其中 X_i 为时间间隔计数器测量样本值， i 为样本序号， n 为样本总数。

授时精度 = $x + \sigma$

测速精度评估方法

速度精度的评估方法如下：

计算各历元输出的速度数据在水平方向的误差：

$$\Delta v_{Hi} = v_{Hi} - v_{H0} \quad (\text{B.6})$$

$$\Delta v_{Ui} = v_{Ui} - v_{U0} \quad (\text{B.7})$$

式中： v_{Hi} ——第 i 次实时水平速度数据，($i=1, 2 \dots n$)，m/s；

v_{H0} ——第 i 次实时水平速度数据的标准值，m/s；

v_{Ui} ——第 i 次实时垂直速度数据，($i=1, 2 \dots n$)，m/s；

v_{U0} ——第 i 次实时垂直速度数据的标准值，m/s；

计算水平方向的速度偏倚 (bias, 一般译为“偏差”)

$$\bar{\Delta}_{vH} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta V_{Hi}}{n} \quad (\text{B.8})$$

式中： Δ_{vH} ——水平方向速度偏倚，m/s；

计算垂直方向的速度偏倚 (bias, 一般译为“偏差”)

$$\bar{\Delta}_{vU} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta V_{Ui}}{n} \quad (\text{B.9})$$

式中： Δ_{VU} ——垂直方向速度偏倚，m/s；
 三维方向速度偏倚 $\Delta_V = \sqrt{\Delta_{VH}^2 + \Delta_{VU}^2}$

计算水平速度误差的标准差(standard deviation):

$$\sigma_{VH} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta V_{Hi} - \bar{\Delta}_{VH})^2} \quad (B.10)$$

式中： σ_{VH} —— 水平速度误差标准差，m/s

计算垂直速度误差的标准差(standard deviation):

$$\sigma_{VU} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta V_{Ui} - \bar{\Delta}_{VU})^2} \quad (B.11)$$

式中： σ_{VU} —— 垂直速度误差标准差，m/s

三维方向速度误差的标准差:

$$\sigma_V = \sqrt{\sigma_{VH}^2 + \sigma_{VU}^2} \quad (B.12)$$

三维速度精度= $\Delta_V + \sigma_V$;

定位可用性=参与计算的有效历元数/定位总历元数。

定位可用性低于 90%则判定此项测试失败。

组合导航定位精度评估方法

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 Δh_j 计算方法:

$$\begin{aligned} \Delta h_j &= \sqrt{\Delta E_j^2 + \Delta N_j^2} \\ \Delta E_j &= E'_j - E_j \quad (j=1,2,\dots,n) \\ \Delta N_j &= N'_j - N_j \end{aligned} \quad (B.14)$$

垂直误差分量 Δu_j 计算方法:

$$\Delta u_j = |U'_j - U_j| \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (B.15)$$

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；

Δh_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 Δs_j

$$\Delta s_j = \sqrt{\Delta h_j^2 + \Delta u_j^2} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (\text{B.16})$$

当 Δs_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。