

# BD

## 中国第二代卫星导航系统重大专项标准

BD 420010—2015

---

### 北斗/全球卫星导航系统（GNSS） 导航设备通用规范

General specification for  
BeiDou/Global Navigation Satellite Systems (GNSS) navigation devices



2015-10-19 发布

2015-11-01 实施

---

中国卫星导航系统管理办公室 批准

## 目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义、缩略语.....	2
3.1 术语定义.....	2
3.2 缩略语.....	3
4 要求.....	4
4.1 一般要求.....	4
4.2 功能要求.....	5
4.3 性能要求.....	8
4.4 环境适应性.....	10
4.5 安全性.....	11
4.6 可靠性.....	11
4.7 电磁兼容性.....	11
5 测试方法.....	12
5.1 测试条件.....	12
5.2 一般要求.....	12
5.3 功能与性能测试.....	12
5.4 环境适应性测试.....	15
5.5 安全性测试.....	16
5.6 可靠性测试.....	16
5.7 电磁兼容性测试.....	17
6 质量评定程序.....	17
6.1 检验分类.....	17
6.2 鉴定检验.....	17
6.3 质量一致性检验.....	19
7 标志、包装、运输及贮存.....	21
7.1 标志.....	21
7.2 产品合格证.....	21
7.3 包装.....	21
7.4 运输.....	21
7.5 贮存.....	21
8 使用说明.....	21
附录 A （规范性附录） 产品不合格分类.....	22
附录 B （资料性附录） 定位精度的数据处理方法.....	23
附录 C （资料性附录） 实际卫星信号下的动态定位精度测试方法.....	26

## 前 言

为适应我国卫星导航发展对标准的需要，全国北斗卫星导航标准化技术委员会组织制定北斗专项标准，推荐有关方面参考采用。

本标准由中国卫星导航系统管理办公室提出。

本标准由全国北斗卫星导航标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：北京万里科济数控技术有限公司、中国卫星导航工程中心、深圳市航盛电子股份有限公司、中国航天标准化研究所、嘉兴佳利电子股份有限公司、深圳市众鸿科技股份有限公司、深圳市凯立德科技股份有限公司、北京东方计量测试研究所、深圳职业技术学院汽车与交通学院。

本标准主要起草人：单 毅、吴海玲、刘长存、许冬彦、陈学友、王如龙、唐志波、杨秀娜、李作虎、何梓滨、李武钢、朱新军、王维嘉、杨文彬、朱方来、沈 洪。

# 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）导航设备通用规范

## 1 范围

本标准规定了全球卫星导航系统（GNSS）导航设备的一般要求、功能及性能要求、试验方法、检验规则、安装、标志、标签和包装等内容。

本标准适用于支持北斗卫星导航系统的全球卫星导航系统（GNSS）导航设备（以下简称导航设备）的研制、生产和检验。

本标准适用范围为应用于地面道路的导航设备，包括具有地图导航定位功能的车载导航设备和便携式导航设备（PND）。其他用途的导航设备或具有导航功能的电子设备可参照使用。

## 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（包括所有修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第1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 2423.3-2008 电工电子产品环境试验 第3部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.5-2008 电工电子产品环境试验 第5部分：试验方法 试验 Ea 和导则：冲击

GB/T 2423.8-2008 电工电子产品环境试验 第8部分：试验方法 试验 Ed：自由跌落

GB/T 2423.10-2008 电工电子产品环境试验 第10部分：试验方法 试验 Fc 和导则：振动（正弦）

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 2829 周期检验计数抽样程序及表（适用于过程稳定性的检验）

GB/T 4857.5 包装运输包装件跌落试验方法

GB/T 5080.1-2012 设备可靠性试验总要求

GB/T 5080.7 设备可靠性试验恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案

GB 5296.1 消费品使用说明总则

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB 15842 移动通信设备安全要求和试验方法

GB/T 18655-2010 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 19951-2005 道路车辆 静电放电产生的电骚扰试验方法

GB/T 20267 车载导航电子地图产品规范

GB/T 21437.2 道路车辆 由传导和耦合引起的电骚扰 第2部分：沿电源线的电瞬态传导

GB/T 28443 导航电子地图图形符号

BD 110001-2015 北斗卫星导航术语

### 3 术语和定义、缩略语

#### 3.1 术语定义

BD 110001-2015界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1.1

**导航地图数据库** map database for navigation

应用于汽车、行人导航的专题电子地图数据库，由道路、POI兴趣点、背景和注记等四类基本数据组成，还可扩展有公交线路等导航数据。

##### 3.1.2

**地图匹配** map matching

指把从定位模块获取到的位置(轨迹)与导航地图数据库所提供的道路网络数据进行匹配来确定车辆在地图上位置的一种技术。

##### 3.1.3

**路径计算** route calculation

导航引擎利用最短路径的数学算法在导航电子地图道路数据拓扑结构中计算行驶路径的过程。

##### 3.1.4

**路径引导** route guidance

导航引擎辅助汽车沿着事先计算的路径行驶的过程，使用语音、图像图形、文字等媒体指示行驶方向和状态。

##### 3.1.5

**节点** node

路段与路段之间的连接点。

##### 3.1.6

**路段** segment

道路网络的结构化表示，一条道路可以被交叉口、上下行隔离标志、隔离带或属性分开表示成一条或多条路段。

##### 3.1.7

**道路网** road network

指由节点和路段构成的道路网络。

## 3.1.8

**背景** cartographic background

指建筑群、铁路、水系、植被、境界线等。

## 3.1.9

**注记** cartographic text

指需要在地图中显示的城市名称、街道名称、道路名称、省道和国道的标号，以及著名地点或地物的名称等类型的文本。

## 3.1.10

**北向上** north up

指一般的地图显示方式，即按照上北、下南、左西、右东的方式显示地图。

## 3.1.11

**车头向上** head up

指一种特殊的地图显示方式，该方式要求地图要随着车辆的车头方向而旋转，并且使车辆的车头方向始终向上。

## 3.1.12

**机动引导** maneuver guidance

指在路径引导过程中遇到下列情况之一时应提前提供的引导。

- a) 在路径中遇到交叉路口时，不是直行通过路口，或者需要驶入与当前道路等级不同的道路；
- b) 路径中遇到环岛。

## 3.1.13

**巡航引导** cruise guidance

指在未遇到机动时应提供的路径引导。

## 3.1.14

**地址** address

指由唯一的一组城市、街道和门牌号码数据描述的一个位置。

## 3.1.15

**兴趣点** point of interesting (POI)

指一个能描述特定地址的出入口位置，以作为设备导航的目标。

## 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BDS——Beidou Navigation Satellite System，北斗卫星导航系统；

GLONASS——Global Navigation Satellite System，格洛纳斯卫星导航系统；

GNSS——Global Navigation Satellite System，全球卫星导航系统；

GPS——Global Positioning System，全球定位系统；

HDOP——Horizontal Dilution Of Precision, 水平精度因子;  
MTBF——Mean Time Between Failure, 平均故障间隔时间;  
PDOP——Positioning Dilution Of Precision, 位置精度因子;  
PND——Portable Navigation Devices, 便携式导航设备。

## 4 要求

### 4.1 一般要求

#### 4.1.1 设备构成

设备应至少包括下列部件或单元:

- a) 处理器单元;
- b) 导航单元及天线;
- c) 电子地图;
- d) 数据存储和管理单元;
- e) 人机交互单元;
- f) 设备接口。

#### 4.1.2 基本功能

设备应至少具有下列基本功能:

- a) 定位功能;
- b) 地图匹配功能;
- c) 地图显示功能;
- d) 查询和检索功能;
- e) 路径计算功能;
- f) 路径引导功能;
- g) 速度限制等信息提示功能;
- h) 应显示当前正在使用的卫星定位系统;
- i) 显示与人机交互功能。

#### 4.1.3 显示

显示应满足下列要求:

- a) 显示内容应至少包括道路特征、设备位置、行进方向, 并准确、易懂、醒目;
- b) 界面文字显示应基于文本顺序, 从左至右, 从上到下; 界面颜色应清晰、柔和、易辨, 并能适应不同的光照条件;
- c) 显示器应配有亮度调节设置。

#### 4.1.4 语音输出

语音输出应满足下列要求:

- a) 引导信息应配有相应的语音提示;

- b) 语音输出语句应简练、清晰，频度适当；
- c) 应提供语音输出开关及音量调节功能。

#### 4.1.5 操作与控制

操作与控制应满足下列要求：

- a) 操作控制方式应简单灵敏，符合正常使用习惯；
- b) 误操作不应引起设备损坏；
- c) 控制器应便于正常调节，并在设备的正常操作位置易于识别。

#### 4.1.6 外观、结构

外观应整洁，表面不应有凹痕、划伤、裂缝、毛刺、变形、锈蚀、霉斑、灌注物滋出等缺陷，涂(镀)层不应起泡、龟裂或脱落；文字符号及标志应清晰、美观，符合相关要求。

设备的开关、按钮、旋钮等部件的操作应灵活可靠，零部件装配应牢固无松动。

#### 4.1.7 外形尺寸、质量及安装

外形尺寸、质量及安装方法应符合相关产品规范要求。车载导航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。

#### 4.1.8 电子地图

电子地图应符合GB/T 20267相关规定。

### 4.2 功能要求

#### 4.2.1 设备定位及地图匹配功能

应提供实时的位置定位信息，并能与地图数据进行匹配，确定设备在地图上的当前位置。

#### 4.2.2 卫星系统显示功能

卫星系统显示功能包括：

- a) 应显示设备当前定位采用的卫星导航系统的标识；
- b) 显示当前可见卫星数量及载噪比。

#### 4.2.3 地图显示功能

地图显示功能应能帮助使用者直观地了解自己的位置、路径情况及目的地的相对方位。应具有下列功能：

- a) **基本显示内容：**在显示地图时，应显示的内容包括：道路网、背景、注记、兴趣点图标和能够表示行进方向的位置图标；
- b) **地图缩放：**应提供在地图区域内的任意位置放大及缩小地图的功能。地图缩放的**最大比例**为每像素表示 1m~2m，**最小比例**为每像素表示 8km~10km，或者能够显示整个地图区域；
- c) **地图的旋转：**应提供多种地图显示方式，如北向上和车头向上等，为实现车头向上显示方式，应提供在地图区域内的任意位置旋转地图的功能。地图旋转与行进方向的角度差应在  $\pm 6^\circ$  范围内；
- d) **地图的滚动：**应提供两种地图滚动功能：位置滚动和平滑滚动；



- e) **注记显示:** 应避免注记文本的重叠显示, 在地图的各个缩放等级下, 注记文本应保持同样的大小, 即注记文本不随地图的缩放而缩放, 在地图旋转时, 注记文本基于水平显示的旋转角度应在 $\pm 90^\circ$ 范围内;
- f) **兴趣点图标显示:** 应提供避免兴趣点图标重叠显示的功能, 兴趣点图标的大小不应随地图的缩放而缩放, 兴趣点图标的方向不应随地图的旋转而旋转;
- g) **路径加亮:** 在路径导航过程中显示地图时, 应将路径高亮显示, 使驾驶员易于分辨路径的走向。

#### 4.2.4 目标检索功能

应为导航目的地提供下列检索功能:

- a) 地址检索功能;
- b) 兴趣点检索功能;
- c) 在地图上直接选择目标的功能。

#### 4.2.5 路径计算功能

路径计算功能如下:

- a) 能计算出发点和目的地之间符合道路交通规则合理路径;
- b) 应至少提供最优路径和最短路径两种计算方法;
- c) 重新计算路径。

#### 4.2.6 路径引导功能

当沿预先计算出的路径行进时, 应根据路径上的位置, 为使用者提供引导信息和提示信息:

##### a) 一般引导信息

在整个路径引导过程中, 应至少提供下列信息:

- 沿路径行驶, 从当前位置到目的地的距离;
- 目的地相对当前位置的方位;
- 沿路径行驶, 从当前位置到前方下一个机动位置的距离。

##### b) 机动引导信息

在机动引导过程中, 应至少提供下列信息:

- 在路径中遇到交叉路口时, 如果不是直行通过路口, 或者需要驶入与当前道路等级不同的道路, 应提供在该交叉路口的转弯方向(左转、右转)、转弯角度或急或缓, 或是调头等信息;
- 在路径中遇到环岛时, 应提供在环岛上第几个路口驶离环岛的信息。

##### c) 巡航引导信息

在巡航引导过程中, 应提供路径前方下一个机动的机动方式, 包括转弯方向、角度或环岛。

##### d) 提示信息

在下列情况下应至少提供提示信息:

- 驶入或驶出高速公路;
- 接近匝道口;

——接近收费站；

——接近目的地。

e) 提供机动引导信息和提示信息的时机

提供机动引导信息和提示信息的时机包括：

——应在机动及提示位置之前提供相应的信息。在普通道路或街道上应至少提前 300m；在高速公路上应至少提前 1000m。

——如果两个连续的机动或提示位置的距离在普通道路上小于 100m，或在高速公路上小于 300m，在为前一个机动或提示位置提供引导信息的同时，应说明下一个机动或提示非常接近。

——对于弯度较大的弯道(非机动转弯道)，则不应提示转弯信息。

f) 路径引导的方式

应有下列路径引导方式：

——语音引导：提供机动引导信息和提示信息。在出现 4.2.6.e 所描述的情况时，设备应通过播放准确、简洁的语音来提供引导信息；

——机动引导画面：提供机动引导信息和一般引导信息。应在出现 4.2.6.e 所描述的情况时显示；

——巡航引导画面：提供巡航引导信息和一般引导信息。应在出现 4.2.6.e 所描述的情况之前显示；

——地图引导画面：应能够通过该画面显示地图并提供一般引导信息。

#### 4.2.7 地图数据库

使用的导航地图数据库应符合GB/T 28443规定。包含下列数据内容：

a) 地理编码数据

地理编码数据保存各类名称、地址等信息。它主要用于设备的目标选择功能以及在路径引导功能中用于道路名称的提示。

在导航地图数据中应包含下列地理编码数据：

——行政区划的名称，如城市名称；

——道路名称及其与行政区划的对应关系。一条道路应对应路径计算数据中的一个或多个路段；

——门牌号码及其与道路的对应关系。一个门牌号码应对应于一个路段的某一位置及某一侧；

——兴趣点名称及其与行政区划和门牌号码的对应关系。一个兴趣点应对应于一个或多个门牌号码，或者对应于一个路段的某一位置及某一侧(或者是两侧)。

b) 路径计算数据

路径计算数据保存路段和节点的属性等信息以及交通规则。在导航地图数据中应包含下列路径计算数据：

——路段及其属性。包括：路段的等级、该路段上的限制行驶速度、路段的长度、收费、路段两端的节点和路段两端的方向等；

——路段的交通规则。包括：单行线、双行线、是否允许车辆调头以及这些规则适用的时间范围等；

- 路段中的形状点。这些形状点用于表示路段在两个节点之间的形状，可用于确定设备在路段中的位置。形状点数据包括形状点的位置；
- 节点及其属性。包括：节点的位置及其连接的路段等；
- 节点的交通规则。即按照交通规则，节点连接的各路段之间的连通性。

c) 背景数据

在导航地图数据中应包含的背景数据包括道路网、背景地物、注记数据。

d) 参考数据

参考数据是设备所需的辅助性数据。在导航地图数据中应包含的参考数据包括：

- 各类兴趣点的图标；
- 兴趣点的分类和类型名称，以及数据库中所包含的兴趣点种类；
- 各类编码数据的代码及其对应的文本或取值。

#### 4.2.8 设备接口

设备接口功能包括：

- a) 设备应提供数据接口，提供时间、位置、速度等基本测试信息；
- b) 车载设备应至少提供一路信号接口，以便接收车速、倒车、刹车灯等信号。

### 4.3 性能要求

#### 4.3.1 精度

##### 4.3.1.1 静态定位精度

在HDOP $\leq$ 4或PDOP $\leq$ 6时，水平定位精度优于10m（95%），垂直定位精度优于15m（95%）。

##### 4.3.1.2 动态定位精度

在HDOP $\leq$ 4或PDOP $\leq$ 6时，水平定位精度优于10m（95%），垂直定位精度优于15m（95%）。

##### 4.3.1.3 测试精度

在HDOP $\leq$ 4或PDOP $\leq$ 6时，测速精度优于0.5m/s（95%）。

#### 4.3.2 灵敏度

##### 4.3.2.1 捕获灵敏度

捕获灵敏度应优于-137dBm。

设备在概略位置、概略时间、星历和历书未知的状态下开机，各颗卫星的单通道导航信号载波电平不高于-137dBm时，应能在300s内以1Hz更新率连续10次输出三维定位误差小于100m的定位数据。

##### 4.3.2.2 重捕获灵敏度

重捕获灵敏度应优于-142dBm。

设备正常定位状态下，GNSS卫星信号短时中断30s后恢复，各颗卫星的单通道导航信号载波电平不高于-142dBm时，应能在300s内以1Hz更新率连续10次输出三维定位误差小于100m的定位数据。

#### 4.3.2.3 跟踪灵敏度

跟踪灵敏度应优于-147dBm。

设备正常定位后，各颗卫星的单通道导航信号载波电平降低到-147dBm时，应能在300s内以1Hz更新率连续10次输出三维定位误差小于100m的定位数据。

#### 4.3.3 位置更新率

位置更新率不低于1Hz。

#### 4.3.4 定位时间

##### 4.3.4.1 冷启动首次定位时间

在输入卫星导航信号功率电平为-130dBm时，设备在概略位置、概略时间、星历和历书未知的状态下开机，到首次能够在其后10s连续输出三维定位误差小于100m的定位数据，所需时间应不超过60s。

##### 4.3.4.2 热启动首次定位时间

在输入卫星导航信号功率电平为-130dBm时，设备在概略位置、概略时间、星历和历书已知的状态下开机，到首次能够在其后10s连续输出三维定位误差小于100m的定位数据，所需时间应不超过5s。

##### 4.3.4.3 重捕获时间

在输入GNSS卫星信号功率电平为-130dBm且正常工作状态下，GNSS卫星信号短时中断30s，从信号恢复到首次能够在其后10s连续输出三维定位误差小于100m的定位数据，所需时间应不超过5s。

#### 4.3.5 路径计算时间

路径计算时间应满足如下要求：

- a) 城市内短距离（小于 100 公里）路径计算时间不大于 10s；
- b) 城际间大于 100 公里，路径计算时间不大于 15s。

#### 4.3.6 目标检索时间

目标检索时间应满足如下要求：

- a) 全部关键字输入结束至名称列表显示的检索时间不大于 5s；
- b) 响应时间超时，应能退出操作。

#### 4.3.7 电源性能

##### 4.3.7.1 电源电压适应性范围

设备的主电源采用车辆电源供电的，应满足表1要求。采用内置电池供电的设备，其电源要求由产品规范规定。

表 1 车载设备电源电压要求

单位为伏特

标称直流电源电压	电源电压适应性范围	极性反接试验电压	过电压
12	9~16	14±0.1	24
24	18~32	28±0.2	36
36	27~48	42±0.2	54

## 4.3.7.2 电源极性反接性能

在不工作状态下。应能承受1min的极性反接试验电压，参数见表1。

## 4.3.7.3 电源过压性能

在工作状态下，应能承受1min的过电压，参数见表1。

## 4.3.7.4 功耗

设备功耗要求由产品规范规定。

## 4.4 环境适应性

## 4.4.1 工作温度范围

## 4.4.1.1 高温工作

高温工作应满足如下要求：

- a) A类：上限工作温度+70℃。
- b) B类：上限工作温度为+55℃。

## 4.4.1.2 低温工作

低温工作应满足如下要求：

- a) A类：下限工作温度为-20℃。
- b) B类：下限工作温度为-10℃。

## 4.4.2 贮存温度范围

## 4.4.2.1 高温贮存

上限贮存温度+85℃。

## 4.4.2.2 低温贮存

下限贮存温度-40℃。

## 4.4.3 湿热

设备应能承受温度为40℃、相对湿度为(93±2)%的湿热环境。

## 4.4.4 振动

车载设备在表2的振动条件下试验后，应能正常工作。

表 2 车载设备振动试验要求

设备类别	频率范围 Hz	振幅 mm	加速度 m/s <sup>2</sup>	扫频速率 Oct/min	持续时间
车载导航设备	10-25	10	—	1	三个轴向各 8h
	25~500	—	30		

PND设备在表3的振动条件下试验后，应能正常工作。

表 3 PND 设备振动试验要求

设备类别	频率范围 Hz	振幅 mm	加速度 m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>	频谱 Hz	持续时间
便携式导航设备	10-25	0.75	—	随机振动	三个轴向各 2h
	25~500	—	2		

#### 4.4.5 冲击

设备应能承受表4中规定的冲击试验。

表 4 冲击试验要求

试验类别	峰值加速度 m/s <sup>2</sup>	脉冲宽度 ms	冲击次数 (次)	要求
冲击	150	11	每个轴向连续 3 次	半正弦波冲击

#### 4.4.6 跌落

设备应能承受表5中规定的跌落试验。设备应能正常工作，保持结构完好。

表 5 跌落试验要求

试验类别	跌落高度 cm	试验表面	跌落方式	跌落次数 次
跌落	100	水泥地面	自由跌落	六个面，每个面两次

### 4.5 安全性

安全性除应满足GB 15842的要求外，还应满足：

- a) 电源应有防止偶然极性错误的保护装置；
- b) 设备接口插座处应有明显标记和防插错装置。

### 4.6 可靠性

设备的平均故障间隔时间(MTBF)不低于3000h。

### 4.7 电磁兼容性

#### 4.7.1 无线电骚扰特性

##### 4.7.1.1 电源端子传导骚扰的限值

应满足GB 18655-2010 第6.2及第6.3节所规定的等级2限值要求。

##### 4.7.1.2 辐射骚扰限值

应满足GB18655-2010 第6.4及第6.5节所规定的等级2限值要求。

#### 4.7.2 抗扰度

##### 4.7.2.1 沿电源线的电瞬态传导

应满足GB/T 21437.2中测试波形规定，在电源线分别测试脉冲1、脉冲2、脉冲3、脉冲4、脉冲5，推荐试验等级为3级。

##### 4.7.2.2 静电放电

应符合GB/T 19951的要求，通电状态下，接触放电试验电压为±6kV，空气放电±8kV；不通电状态下，接触放电试验电压为±6kV，空气放电±15kV。

## 5 测试方法

### 5.1 测试条件

5.1.1 除另有规定外，所有测试应在如下条件下进行：

- a) 温度：15℃～35℃；
- b) 相对湿度：20%～80%。

5.1.2 测试期间施加于设备的电源电压的允许误差应在额定电压的±5%范围内。

5.1.3 所有测试设备应有足够的分辨率、精度和稳定度，其性能应满足被测技术性能指标的要求。除另有规定外，其精度应优于被测指标精度一个数量级或三分之一。

5.1.4 所有测试设备应经过计量检定合格并在有效期内。

5.1.5 在测试中根据需要可以使用实际的卫星信号，也可以使用模拟测试信号。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。

5.1.6 天线安装高度应高于地面 1 m 以上，从天顶到水平面以上 5°的仰角空间范围内对卫星的视野清晰，无明显多径效应。位置已知的标准点，WGS-84 坐标系下位置精度在 X, Y, Z 方向均应优于 0.1 m。

### 5.2 一般要求

#### 5.2.1 概述

第4章中的一般要求，在本章中没有规定具体试验方法的，可通过目测，图、文、物核对，操作演示或按产品规范中规定的方法进行。

#### 5.2.2 外观、结构

用目测和手感法进行检查，亦可借助放大倍数不超过10的放大镜进行。

#### 5.2.3 外形尺寸、质量和安装

用量具和衡器检查尺寸和质量，用评审法检验安装要求。

### 5.3 功能与性能测试

#### 5.3.1 功能测试

设备的功能检查按照4.2的规定逐项进行，用实际操作验证功能正常与否。

#### 5.3.2 精度测试

##### 5.3.2.1 静态定位精度测试

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，连续测试时间24小时以上，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4.3.1.1要求。

##### 5.3.2.2 动态定位精度测试

使用GNSS模拟器进行测试，设置GNSS模拟器分别仿真如下载体运动轨迹：

- a) 把一台安装固定好的工作正常的被测设备，以 $25\text{m/s}\pm 1\text{m/s}$ 的速度，沿直线运行至少 $1\text{min}\sim 2\text{min}$ ，然后在 $5\text{s}$ 内沿同一直线将速度降到 $0$ 。
- b) 把一台安装固定好的工作正常的被测设备，以 $12.5\text{m/s}\pm 0.5\text{m/s}$ 的速度，在水平面沿直线运动至少 $100\text{m}$ ，并在运动中相对直线两侧以 $11\text{s}\sim 12\text{s}$ 周期均匀偏移 $2\text{m}$ ，保持至少 $2\text{min}$ 。

被测设备接收GNSS模拟器输出的射频仿真信号，每秒钟输出一次定位数据，以GNSS模拟器仿真的用户位置作为标准位置，计算定位精度，应满足4.3.1.2的要求。

### 5.3.2.3 速度精度

用GNSS模拟器模拟卫星导航信号和用户运动轨迹，输出射频仿真信号。被测设备接收射频仿真信号，按 $1\text{Hz}$ 的更新率输出速度数据，以GNSS模拟器仿真的速度作为标准，计算速度误差及其分布。

依次用GNSS模拟器仿真不同动态的用户运动轨迹，每条轨迹的仿真时间不小于 $5\text{min}$ ，各条轨迹的最大速度、最大加速度取值见表6。

表6 测速精度测试用户运动轨迹参数

序号	最大速度 m/s	最大加速度 $\text{m/s}^2$
1	5	1
2	60	10
3	100	20

对上述用户运动轨迹，分别计算其测速精度，应满足4.3.1.3的要求。

### 5.3.3 灵敏度

#### 5.3.3.1 捕获灵敏度

用GNSS模拟器进行测试，设置GNSS模拟器仿真速度不高于 $2\text{m/s}$ 的直线运动用户轨迹。每次设置GNSS模拟器输出的各颗卫星的每一通道信号电平从设备不能捕获信号的状态开始，以 $1\text{dB}$ 步进增加，若被测设备技术文件声明的捕获灵敏度量值低于4.3.2.1要求的限值，可以从比其声明的灵敏度量值低 $2\text{dB}$ 的电平值开始。

在GNSS模拟器输出信号的每个电平值下，被测设备在冷启动状态下开机，若其能够在 $300\text{s}$ 内捕获导航信号，并以 $1\text{Hz}$ 的更新率连续 $10$ 次输出三维定位误差小于 $100\text{m}$ 的定位数据，记录该电平值，应满足4.3.2.1的要求。

#### 5.3.3.2 重捕获灵敏度

用GNSS模拟器进行测试，设置GNSS模拟器仿真速度不高于 $2\text{m/s}$ 的直线运动用户轨迹。每次设置GNSS模拟器输出的各颗卫星的每一通道信号电平从设备不能捕获信号的状态开始，若被测设备的技术文件声明了重捕获灵敏度量值，可以从比其声明的灵敏度数值低 $2\text{dB}$ 的电平值开始，以 $1\text{dB}$ 步进增加。

在GNSS模拟器输出信号的每个设置电平值下，被测设备正常定位（此时为使导航能够正常定位，可先输出较高的可定位电平）后，控制GNSS模拟器中断卫星信号 $30\text{s}$ 再恢复到该设置电平值，若被测设备能够在信号恢复后 $300\text{s}$ 内捕获导航信号，并以 $1\text{Hz}$ 的更新率连续 $10$ 次输出三维定位误差小于 $100\text{m}$ 的定位数据，记录该设置电平值，应满足4.3.2.2的要求。



### 5.3.3.3 跟踪灵敏度

用GNSS模拟器进行测试，设置GNSS模拟器仿真速度不高于2m/s的直线运动用户轨迹。

在设备正常定位的情况下，设置GNSS模拟器输出的各颗卫星的每一通道信号电平以1dB步进降低。在GNSS模拟器输出信号的各电平值下，测试被测设备能否在300s内连续10次输出三维定位误差小于100m的定位数据，找出能够使被测设备满足该定位要求的最低电平值，应满足4.3.2.3的要求。

### 5.3.4 位置更新率

用GNSS模拟器进行测试，设置GNSS模拟器仿真速度为 $2.5\text{m/s}\pm 0.5\text{m/s}$ 的直线运动用户轨迹，在10min内，每隔1s检查设备的位置数据输出，观察每次位置数据的更新时刻，应满足4.3.3的要求。

### 5.3.5 定位时间

#### 5.3.5.1 冷启动首次定位时间

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

- a) 为被测设备初始化一个距实际测试位置不少于1000km，但不超过10000km的伪位置，或删除当前历书数据；
- 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，应满足4.3.4.1的要求。

#### 5.3.5.2 热启动首次定位时间

用GNSS模拟器进行测试，设置GNSS模拟器仿真速度不高于2m/s的直线运动用户轨迹。

在被测设备正常定位状态下，短时断电60s后，被测设备重新开机，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，应满足4.3.4.2的要求。

#### 5.3.5.3 重捕获时间

用GNSS模拟器进行测试，设置GNSS模拟器仿真速度不高于2m/s的直线运动用户轨迹。

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1Hz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，应满足4.3.4.3的要求。

### 5.3.6 路径计算时间

任意选取从起点到终点距离在100km范围内的路径，进行计算，测量从开始路径计算到完成计算进入引导的时间，连续获取10组测量数据，其值均不应大于10s。

任意选取从起点到终点距离在500km~1000km范围内的路径，进行计算，测量从开始路径计算到完成计算进入引导的时间，连续获取10组不同的测量数据，其值均不应大于15s。

### 5.3.7 目标检索时间

测量目标检索开始到名称列表显示的响应时间，连续获取 10 组测量数据，其值均不应大于 5s。响应时间超时，应能退出操作。

### 5.3.8 电源性能

#### 5.3.8.1 电源电压适应性范围

电源电压适应性测试方法如下：

- a) 在 4.3.7.1 规定的最低电压下，设备连续工作 1h，应符合 4.2 的要求；
- b) 在 4.3.7.1 规定的最高电压下，设备连续工作 1h，应符合 4.2 的要求。

同时符合 5.3.8.1 的 a、b 两项规定时，判定电源适应性试验合格。有其中 1 条或 1 条以上不符合时，判定电源适应性试验不合格。

#### 5.3.8.2 电源极性反接性能

在不工作状态下，将设备电源输入端的极性反接（电压按 4.3.7.2 的规定），持续时间 1min。试验结束后，允许更换保险丝进行产品功能检查，应符合 4.2 的要求。

#### 5.3.8.3 电源过压性能

将设备电源输入端（按表 1 的相应规定）接入相应过电压，持续时间 1min。试验结束后，进行产品功能检查，应符合 4.2 的要求。

#### 5.3.8.4 功耗

电源功耗测试方法按企业相关产品规范规定进行。

### 5.3.9 设备接口

按相关产品规范规定进行。

## 5.4 环境适应性测试

### 5.4.1 功能检测项目

环境试验中的初始检测、中间检测和最后检测的相关功能项目见表 7。

表 7 检测项目

序号	检测项目	要求章条号	检验方法章条号
1	显示	4.1.3	5.2.1
2	语音输出	4.1.4	5.2.1
3	操作与控制	4.1.5	5.2.1
4	外观、结构	4.1.6	5.2.2
5	位置更新率	4.3.3	5.3.4
6	路径计算时间	4.3.5	5.3.6
7	目标检索时间	4.3.6	5.3.7

### 5.4.2 高温工作

高温工作试验按 GB/T 2423.2-2009 中 5.2 的规定进行。

受试样品水平放置，试验温度范围按照 4.4.1.1 规定。中间检测项目按表 7 中序号 1、2、3 进行，初始检测和最后检测项目按表 7 中各项目进行。

#### 5.4.3 低温工作

低温工作试验按GB/T 2423.1-2008中5.2的规定进行。

受试样品水平放置，试验温度范围按照4.4.1.2规定，在达到规定温度后上电启动，放置2h，工作期间检测表7中的1、2、3，初始检测和最后检测项目按表7中各项进行。

#### 5.4.4 高温贮存

高温贮存试验按GB/T 2423.2-2008中5.2的规定进行。

受试样品水平放置，试验温度范围按照4.4.2.1规定。设备不上电，持续时间16h，恢复1h。初始检测和最后检测项目按表7中各项进行。

#### 5.4.5 低温贮存

低温贮存试验按GB/T 2423.1-2008中5.2的规定进行。

受试样品水平放置，试验温度范围按照4.4.2.2规定。设备不上电，持续时间16h，恢复1h。初始检测和最后检测项目按表7中各项进行。

#### 5.4.6 湿热

湿热试验按GB/T 2423.3-2008的规定进行。

受试样品水平放置，试验温度和湿度范围按照4.4.3的规定进行。设备不上电，持续时间48h，恢复1h。初始检测和最后检测项目按表7中各项进行。

#### 5.4.7 振动

振动试验按GB/T 2423.10-2008的规定进行。

试验条件按照4.4.4的规定进行。受试样品的中间检测项目按表7中序号1、2、3进行，初始检测和最后检测项目按表7中各项目进行。

#### 5.4.8 冲击

冲击试验按GB/T 2423.5-2008的规定进行。

试验条件按照4.4.5的规定进行。受试样品的初始和最后检测项目按表7中各项目进行。

#### 5.4.9 跌落

跌落试验按GB/T 2423.8-2008的规定进行。

试验条件按照4.4.6的规定进行。受试样品的初始和最后检测项目按表7中各项目进行。

### 5.5 安全性测试

用目测法检查连接器上的标记和防插错装置；其他安全性要求的试验方法按GB 15842的规定进行。

### 5.6 可靠性测试

#### 5.6.1 试验方案

设备的可靠性鉴定试验方案，根据生产批量的多少和生产方可能提供的试验条件，由生产方和使用方按照下述试验方案协商确定。

- a) 在设备定型时，应进行可靠性鉴定试验，以验证产品是否达到规定的可靠性要求。鉴定方案可选用GB/T 5080.7中定时截尾试验方案；
- b) 在设备批量生产验收且不需要估计 MTBF的真值时，应以预定的判断风险率(-, P)，对规定的MTBF值作合格与否的判决。方案可选用 GB/T 5080.7中序贯试验方案。

### 5.6.2 受试样本的数量

可靠性试验受试样本的数量应在有关合同中规定或由生产方和使用方商定；最佳受试样本的数量推荐如表8所示。

表8 最佳受试样本的数量推荐

批量数	最佳样本数
1~3	全部
4~50	4
51~100	8

### 5.6.3 失效判决准则

失效判决准则按 GB/T 5080.1-2012 中 9.2 的规定执行。

## 5.7 电磁兼容性测试

### 5.7.1 无线电骚扰特性测试

#### 5.7.1.1 电源端子传导骚扰限值测试

按GB 9254规定的方法进行。

#### 5.7.1.2 辐射骚扰限值测试

按GB 9254规定的方法进行。

### 5.7.2 抗扰度测试

#### 5.7.2.1 沿电源线的电瞬态传导测试

按GB/T 21437.2规定的方法进行。

#### 5.7.2.2 静电放电测试

按GB/T 19951-2005中第5章规定的方法进行。

## 6 质量评定程序

### 6.1 检验分类

检验包括：鉴定检验、质量一致性检验。

### 6.2 鉴定检验

#### 6.2.1 检验时机

鉴定检验的目的是验证产品是否符合其标准要求。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。

### 6.2.2 检验项目及顺序

鉴定检验项目及顺序见表9。根据具体情况，使用方和生产方可协商剪裁检验项目或改变检验顺序。

表9 检验项目及顺序

序号	检验项目	鉴定检验	质量一致性检验			要求章条号	检验方法章条号
			逐批检验		周期检验		
			逐台检验	抽样检验			
1	设备构成	●	●	—	—	4.1.1	5.2.1
2	显示	●	●	—	—	4.1.3	5.2.1
3	语音输出	●	●	—	—	4.1.4	5.2.1
4	操作与控制	●	●	—	—	4.1.5	5.2.1
5	外观结构	●	●	—	—	4.1.6	5.2.2
6	外形尺寸、质量及安装	●	—	●	—	4.1.7	5.2.3
7	设备定位及地图匹配功能	●	—	●	—	4.2.1	5.3.1
8	卫星系统显示功能	●	—	●	—	4.2.2	5.3.1
9	地图显示功能	●	●	—	—	4.2.3	5.3.1
10	目标检索功能	●	—	●	—	4.2.4	5.3.1
11	路径计算功能	●	—	●	—	4.2.5	5.3.1
12	路径引导功能	●	—	●	—	4.2.6	5.3.1
13	地图数据库	●	—	—	—	4.2.7	5.3.1
14	设备接口	●	●	—	—	4.2.8	5.3.1
15	精度	●	—	●	—	4.3.1	5.3.2
16	灵敏度	●	—	●	—	4.3.2	5.3.3
17	位置更新率	●	—	●	—	4.3.3	5.3.4
18	定位时间	●	—	●	—	4.3.4	5.3.5
19	路经计算时间	●	—	●	—	4.3.5	5.3.6
20	目标检索时间	●	—	●	—	4.3.6	5.3.7
21	电源性能	●	—	●	—	4.3.7	5.3.8
22	高温工作	●	—	—	●	4.4.1.1	5.4.2
23	低温工作	●	—	—	●	4.4.1.2	5.4.3
24	高温贮存	●	—	—	●	4.4.2.1	5.4.4
25	低温贮存	●	—	—	●	4.4.2.2	5.4.5
26	湿热	●	—	—	●	4.4.3	5.4.6
27	振动	●	—	—	●	4.4.4	5.4.7
28	冲击	●	—	—	●	4.4.5	5.4.8
29	跌落	●	—	—	●	4.4.6	5.4.9
30	安全性	●	—	○	—	4.5	5.5
31	可靠性	○	—	—	○	4.6	5.6
32	电磁兼容性	●	—	—	○	4.7	5.7

注：●表示必做项；—表示不做项；○表示选做项。

### 6.2.3 样品数量

检验样品从鉴定批中随机抽出2~4套。亦允许根据不同的检验项目采用不同的样品数量进行，具体由产品规范规定。

### 6.2.4 合格判据

当规定的检验项目全部符合本标准时，则判定鉴定检验合格，否则判为不合格。

若其中任何一项不符合规定要求时，生产方应对不合格项目进行分析，找出原因，并采取纠正措施后再次检验，直至合格。

## 6.3 质量一致性检验

### 6.3.1 检验分类

质量一致性检验分为逐批检验和周期检验。

### 6.3.2 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。

### 6.3.3 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(见附录A)。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。按不合格类型可分为A类、B类、C类不合格品。

### 6.3.4 检验项目及顺序

检验项目及顺序见表10，根据实际情况，使用方和生产方可协商剪裁检验项目或改变检验顺序。

### 6.3.5 逐批检验

#### 6.3.5.1 概述

逐批检验其目的是为判断每个提交检查批的批质量是否符合规定的要求。

根据检查对象，逐批检验分逐台检验和抽样检验。

#### 6.3.5.2 逐台检验

##### 6.3.5.2.1 样品数量

对生产方提交检验批的产品百分之百地进行检验。

##### 6.3.5.2.2 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，则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。

##### 6.3.5.2.3 样品处理

对发现有缺陷的产品，生产方应负责修复并达到规定后，可作为合格品交付。

#### 6.3.5.3 抽样检验

##### 6.3.5.3.1 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II，一次正常检验抽样方案，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。

#### 6.3.5.3.2 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，则判检验合格，否则为不合格。

#### 6.3.5.4 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，拒收。

#### 6.3.5.5 样品处理

同 6.3.5.2.1。

#### 6.3.6 周期检验

##### 6.3.6.1 概述

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。

对于连续生产的产品，每年应进行不少于一次周期检验，具体要求由产品规范规定。

##### 6.3.6.2 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10。

表10 抽样方案及判定

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。

##### 6.3.6.3 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。合格后，产品方可交货。

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。

##### 6.3.6.4 样品处理

经周期检验的样品不能作为正品出厂。

## 7 标志、包装、运输及贮存

### 7.1 标志

产品标志应符合 GB/T 191和 GB/T 6388的规定。

在产品上应有以下标志：商标、企业名称与地址、产品型号、生产日期以及安全认证标记。

在包装箱上应有如下标志：收发货标志、包装储运图示标志、包装件尺寸及质量等。

### 7.2 产品合格证

每台出厂的设备必须有产品检验合格证，检验合格证应有如下内容：

- a) 产品名称、型号、种类；
- b) 制造商名称；
- c) 执行的产品标准编号；
- d) 出厂检验结论、检验日期；
- e) 检验员标识。

### 7.3 包装

产品包装应符合如下要求：

- a) 产品包装应符合 GB/T 13384 的规定；
- b) 包装件应能承受 GB/T 4857.5 的跌落试验，试验后不应有机械损伤或电性能指标缺陷；
- c) 包装箱内应备有：装箱单、合格证、使用说明书等。

### 7.4 运输

产品经包装后，可采用任何交通工具运输。但在运输过程中应采取防雨淋、防震以及安全措施。

### 7.5 贮存

包装后的设备应在环境温度-15℃~+45℃，相对湿度80%以下，周围无酸碱及其他腐蚀性气体及强磁场的库房中贮存。

若无其他规定，贮存期为2年（从制造厂入库日期算起），超过2年期的产品应开箱检验，经复验合格后方可进入流通领域。

## 8 使用说明

使用说明(书)的编写应符合GB 5296.1的规定并提供下列有关信息：

- a) 产品型号及组成；
- b) 产品功能及操作；
- c) 运输、装配和安装；
- d) 保养、故障判断及修理；
- e) 安全注意事项；
- f) 其他。



附 录 A  
(规范性附录)  
产品不合格分类

产品不合格分类见表A.1。

表A.1 产品不合格分类

分类	检查项目	不合格内容	不合格分类		
			A类	B类	C类
一般要求	显示	·显示内容不正确 ·界面颜色不清晰 ·适应不同光照条件差	○	○	○
	语音输出	·语音输出失真 ·语音不清晰 ·音量调节失控		○ ○ ○	
	操作与控制	·闭锁装置不能自动封锁控制功能 ·误操作引起设备损坏	○ ○		
	外观质量	·表面有局部轻微擦伤、起泡、龟裂 ·结构件金属表面严重锈蚀、发霉		○	○
	外形尺寸、质量	·不符合图样要求		○	
	其他	·紧固件松动 ·导线断裂 ·标记印错		○ ○	○
性能与功能	定位精度	·四项主要性能指标技术要求	○		
	定位与地图匹配	·设备定位不能与地图进行匹配 ·定位或地图匹配效果差，但仍可工作	○	○	
	地图显示	·地图显示功能不符合4.2.2.2的要求 ·地图文字、图标不清晰	○	○	
	目标检索	·不能完成目标检索 ·目标检索效率差	○	○	
	路径计算	·路径计算错误 ·路径计算效率差	○	○	
	路径引导	·路径引导信息不正	○		
	电源	·在输入电压范围边缘，工作不正常 ·功耗大于规定值		○	○
包装	内包装	·附件或随机文件不全		○	
	外包装	·标记不全或不正确 ·运输试验后发生较严重的机械损伤		○	○

## 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 基于统计分布假设的数据处理方法

数据处理步骤如下：

- 在得到的全部实时定位数据中剔除平面精度因子 HDOP>4 或位置精度因子 PDOP>6 的测量数据；
- 在下述处理过程中，应选用适当的统计判断准则（如  $3\sigma$  准则）剔除粗大误差数据；
- 将导航单元输出的大地坐标系（BLH）定位数据转换为站心坐标系（ENU）定位数据；
- 按公式（1）计算各历元输出的定位数据在站心坐标系下各方向（ENU 方向，即东北天方向）的定位误差：

$$\left. \begin{aligned} \Delta E_i &= E_i - E_{0i} \\ \Delta N_i &= N_i - N_{0i} \\ \Delta U_i &= U_i - U_{0i} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\Delta E_i$ 、 $\Delta N_i$ 、 $\Delta U_i$ 、 $\Delta H_i$ ——第  $i$  次实时定位数据的 E、N、U 方向和水平方向的定位误差（ $i=1,2,\dots,n$ ），单位为 m；

$E_i$ 、 $N_i$ 、 $U_i$ ——第  $i$  次实时定位数据的 E、N、U 方向分量，单位为 m；

$E_{0i}$ 、 $N_{0i}$ 、 $U_{0i}$ ——第  $i$  次实时定位的标准点坐标 E、N、U 方向分量，单位为 m。

- 按公式（2）计算站心坐标系下各方向的定位偏差（bias）

$$\left. \begin{aligned} \bar{\Delta}_E &= \frac{\sum_{i=1}^n \Delta E_i}{n} \\ \bar{\Delta}_N &= \frac{\sum_{i=1}^n \Delta N_i}{n} \\ \bar{\Delta}_U &= \frac{\sum_{i=1}^n \Delta U_i}{n} \\ \bar{\Delta}_H &= \sqrt{\bar{\Delta}_N^2 + \bar{\Delta}_E^2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\bar{\Delta}_E$ 、 $\bar{\Delta}_N$ 、 $\bar{\Delta}_U$ ——定位偏差的 E、N、U 方向分量，m；

$\bar{\Delta}_H$  ——水平定位距离偏差，m。

f) 按公式 (3) 计算定位误差的标准差(standard deviation):

$$\left. \begin{aligned} \sigma_E &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta E_i - \bar{\Delta}_E)^2} \\ \sigma_N &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta N_i - \bar{\Delta}_N)^2} \\ \sigma_U &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta U_i - \bar{\Delta}_U)^2} \\ \sigma_H &= \sqrt{\sigma_N^2 + \sigma_E^2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\sigma_E$ 、 $\sigma_N$ 、 $\sigma_U$ ——定位误差的标准差在 E、N、U 方向的分量，m

$\sigma_H$  ——定位误差的标准差在水平方向的分量，m

g) 计算置信概率为 95%的定位精密度 (precision):

对于水平方向，在各轴向随机误差接近正态分布、且误差椭圆轴比约为 1 的假设下，可取置信因子  $k = 2$  ( $k = 2.448 / \sqrt{2} \approx 1.73$  的安全的近似值， $k = 2$  时水平误差落在半径为  $2\sigma_H$  的圆内的概率在 95.4%~98.2%之间，具体值取决于误差椭圆的轴比， $2\sigma_H$  值通常作为水平误差大小的 95%界限<sup>[5]</sup>)，按公式 (4) 计算:

$$U_H = k\sigma_H = 2\sigma_H, \quad p = 95\% \dots\dots\dots (4)$$

对于垂直方向，取置信因子  $k = 2$  ( $k = 1.96$  的安全近似值)，按公式 (5) 计算:

$$U_U = k\sigma_U = 2\sigma_U, \quad p = 95\% \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$U_H$  ——置信概率 95%的水平定位精密度，m

$U_U$  ——置信概率 95%的垂直定位精密度，m

h) 分别报告偏差 (bias) 和精密度 (precision):

NEU 三个方向的定位偏差: ( $\bar{\Delta}_N$ 、 $\bar{\Delta}_E$ 、 $\bar{\Delta}_U$ )

水平定位精密度:  $U_H = 2\sigma_H, \quad p = 95\%$

垂直定位精密度:  $U_U = 2\sigma_U, \quad p = 95\%$

i) 计算定位精度 (accuracy):

水平定位精度:  $M_H = \bar{\Delta}_H + U_H$

垂直定位精度： $M_U = |\bar{\Delta}_U| + U_U$

### B.3 排序法

在测试时间足够长、能够获得大样本量定位数据（例如：以 1Hz 更新率采集 24 小时的定位数据）的情况下，也可以用如下方法处理：将全部有效定位数据的误差从小到大进行排序，取位于全部有效样本总量 95% 处的样本点的误差作为定位精度（95%）测量结果。

## 附录 C

## (资料性附录)

## 实际卫星信号下的动态定位精度测试方法

该方法可用于实际卫星信号下的动态定位精度测试。

## 方法一

把一台安装固定好的工作正常的被测导航单元，以 $25\text{m/s}\pm 1\text{m/s}$ 的速度，沿直线运行至少 $1\text{min}\sim 2\text{min}$ ，然后在 $5\text{s}$ 内沿同一直线将速度降到 $0$ 。测量被测导航单元指示的静止位置坐标与实际静止位置坐标的误差，水平误差和垂直误差应不超过4.3.3.2规定的限值。被测导航单元指示的静止位置由其静止后 $10\text{s}$ 内10个连续输出的位置数据求平均值得到。实际静止位置的坐标按如下方法测得：在静止点架设参照接收机，参照接收机的位置测量误差在X、Y、Z三个方向上应不超过 $1\text{m}$ 。

把一台安装固定好的工作正常的被测导航单元，以 $12.5\text{m/s}\pm 0.5\text{m/s}$ 的速度，在水平面沿直线运动至少 $100\text{m}$ ，并在运动中相对直线两侧以 $11\text{s}\sim 12\text{s}$ 周期均匀偏移 $2\text{m}$ ，保持至少 $2\text{min}$ 。在运动过程中，导航单元应保持卫星信号锁定，其显示的水平位置应在以运动平均方向为中心水平方向总宽度 $24\text{m}$ 的范围内，垂直位置应在以运动平均方向为中心垂直方向总宽度 $30\text{m}$ 的范围内。

## 方法二

使用具有RTK测量功能的接收机（包括基准站和流动站）获取载体在运动过程中各时刻的标准点坐标，基准站与流动站距离不超过 $5\text{km}$ 。将导航单元所用天线和流动站所用天线安装在运动载体上，两天线的相位中心相距不超过 $0.2\text{m}$ ，载体以C.1 b)描述的轨迹运动，在运动全过程中以 $1\text{Hz}$ 更新率采集导航单元输出的位置坐标，并与流动站提供的标准点坐标相比较，参照附录B的方法计算定位精度。

---