

ICS 07.040  
CCS A 75  
备案号: xx-202x

CH

# 中华人民共和国测绘行业标准化指导性技术文件

CH/Z ××××—202×

## 机载型全球导航卫星系统接收机通用规范

General specification for airborne Global Navigation Satellite System receivers

(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国自然资源部 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 .....	2
5 要求 .....	3
6 测试 .....	8
7 质量评定程序 .....	16
8 标志、包装、运输及贮存 .....	19
附录 A（规范性） 产品不合格项目分类.....	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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出并归口。

本文件起草单位：广州市中海达测绘仪器有限公司、广州计量检测技术研究院、天津腾云智航科技有限公司、广州比逊电子科技有限公司、自然资源部第三航测遥感院、广州南方测绘仪器有限公司、广州极飞科技有限公司。

本文件主要起草人：李成钢、林钦坚、唐小军、姜军毅、余绪庆、刘勇、谢锡贤、蒋红兵、文述生、管武烈、贺婷、张晋升、张华福、王萍、陈伟、曾征、陈桂珍、马大坚。

# 机载型全球导航卫星系统接收机通用规范

## 1 范围

本文件规定了机载型全球导航卫星系统接收机（以下简称接收机）的技术要求、测试方法、检定规则、质量评定程序以及包装、运输、贮存要求。

本文件适用于安装在飞行地面高度不超过1千米和飞行海拔高度不超过4千米的有人驾驶直升机、无人驾驶直升机、旋翼或固定翼无人驾驶飞机等航空飞行器上的接收机。

## 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 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 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.5 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea 和导则：冲击

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc和导则：振动（正弦）

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾

GB/T 2423.25 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Z/AM：低温/低气压综合试验

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 2829-2002 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）

GB 4208-2008 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 4857.5 包装 运输包装件跌落试验方法

GB/T 5080.7-1986 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 9254-2008 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/T 17626.2-2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3-2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场抗扰度试验

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**实时动态测量** real time kinematic (RTK)

通过基准站和流动站之间的实时数据链路和载波相对定位快速解算技术,实现高精度实时动态相对定位。

[来源: BD 110001-2015, 4.8.4.3]

### 3.2

**动态后处理 post processed kinematic (PPK)**

通过基准站接收机和用户接收机所采集的原始观测数据进行事后载波相位差分测量,实现高精度动态后处理相对定位。

### 3.3

**机载型全球导航卫星系统接收机 airborne global navigation satellite system receiver**

能在航空飞行器上提供定位、导航、测向或测姿功能的接收机。

### 3.4

**数据链 data link**

接收机进行实时动态测量时所使用的无线数据通信系统或设备。

[来源: BD 420009-2015, 3.1.2, 有修改]

### 3.5

**捕获灵敏度 acquisition sensitivity**

接收机在冷启动条件下,捕获导航信号并正常定位所需的最低信号电平。

[来源: BD 110001-2015, 4.2.7]

### 3.6

**跟踪灵敏度 tracking sensitivity**

接收机在正常定位后,能够继续保持对导航信号的跟踪和定位所需的最低信号电平。

[来源: BD 110001-2015, 4.2.8]

### 3.7

**航向 heading**

载体的航行方向。在水平面内,用选定的基准线与航线间的夹角表示,由基准线绕顺时针为正。以真北为基准计量的航向为真航向。

[来源: BD 110001-2015, 4.8.2.7]

### 3.8

**载体姿态 carrier attitude**

载体相对于某参考系的姿态信息,包括航向角、俯仰角和横滚角。

[来源: BD 110001-2015, 4.8.2.11]

## 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 Navigation Satellite System)  
 CDMA 码分多址 (Code Division Multiple Access)  
 FAKRA 汽车专家组 (FAchKReis Automobile)  
 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)  
 GNSS 全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System)  
 GPS 全球定位系统 (Global Positioning System)  
 LTE 长期演进 (Long Term Evolution)  
 MTBF 平均故障间隔时间 (Mean Time between Failures)  
 POS 导航定位定向系统 (Position and Orientation System)  
 PPK 动态后处理 (Post Processed Kinematic)  
 RQL 不合格质量水平 (Rejectable Quality Level)  
 RTK 实时动态测量 (Real Time Kinematic)  
 SMA 超小型版本A (SubMiniature version A)  
 TNC 尼尔-康塞曼螺纹口 (Threaded Neill-Concelman)  
 UTC 协调世界时 (Universal Time Coordinated)

## 5 要求

### 5.1 总则

接收机按作业处理方式分为RTK接收机和PPK接收机两类，以下要求除特别注明的，适用于注明的接收机之外，其它要求均适用于这两类接收机。

### 5.2 结构与外观

#### 5.2.1 主要组成部分

接收机应包括以下组成部分：

- a) GNSS 接收机主机；
- b) GNSS 卫星接收天线；
- c) 电源输入接口连接线和信号输入/输出接口连接线；
- d) 数据链及通信天线 (RTK 接收机应配备)；
- e) 安装固定支架；
- f) 接收机配置或设置软件/工具。

#### 5.2.2 部件连接

接收机各部件应按以下要求连接：

- a) 电源及信号线缆的接口定义应在产品说明书或者技术规格书中明确列出；
- b) 天线应通过同轴电缆连接至主机；
- c) 天线、电源线缆及信号线缆等接口应确保稳定可靠连接，可采用螺纹旋紧或卡扣紧固的接口，宜使用 TNC、SMA、FAKRA。

### 5.2.3 结构安装

接收机主机和天线应能方便安装于飞行器上。接收机主机底部宜平整，可牢靠固定于飞行器上。

### 5.2.4 外观

接收机的外观应符合以下要求：

- a) 主机外表面应光洁，不应有凹痕、划伤、裂缝、变形等缺陷；
- b) 表面防护涂/镀层不应起泡或脱落。若是金属外壳，表面应有防锈、防腐蚀涂层；
- c) 主机面板接口应有标识，图案、字迹等坚固耐磨。

### 5.2.5 重量

接收机主机的重量应不大于0.25 kg。

### 5.2.6 尺寸

接收机主机的长宽高尺寸应不大于125 mm×65 mm×25 mm。

## 5.3 电气要求

工作电气特性应满足如下要求：

- a) 电源输入电压兼容航空飞行器所携带的锂电池或油机逆变器输出电压。采用锂离子电池供电的，应满足表1的要求。采用逆变器供电的，应满足表2的要求；
- b) 有源卫星接收天线的供电电压应与接收机主机的射频信号接口输出电压协调一致。
- c) 接收机的工作功耗应不高于4.5 W。

表1 锂离子电池供电电压范围

标称电源电压 V	电源电压波动范围 V
11.1	9.0~12.6
18.5	15.0~21.0
25.9	21.0~29.4
33.3	27.0~37.8

表2 机载逆变器供电电压范围

标称电源电压 V	电源电压波动范围 V
12	9.6~14.4
24	19.2~28.8

## 5.4 设置及显示

接收机应具有以下参数设置和状态信息的显示功能：

- a) 设置方式可以是专用设置软件或有线信号接口；
- b) 数据采样间隔设置；
- c) 输出数据请求与设置；
- d) 电源供给状态，以及低压报警指示；

- e) 卫星信号接收状态指示;
- f) RTK 接收机应具有数据链配对参数设置以及模式状态指示;
- g) PPK 接收机应具有数据记录、存储状态指示。

## 5.5 输入输出接口

接收机应具有以下输入输出接口:

- a) 电源输入接口;
- b) 用于参数设置的有线信号接口或无线通信接口;
- c) RTK 接收机应具有导航定位定向数据输出串行接口;
- d) PPK 接收机应具有传输存储于接收机设备内部数据的通信接口或可移动存储接口;
- e) PPK 接收机应具有相机曝光信号输入, 即事件触发输入接口。

## 5.6 数据输出与存储

### 5.6.1 RTK 接收机数据输出

接收机应具有以下数据输出功能:

- a) 接收机输出数据应至少包含有: UTC 时间、纬度/经度/高程、地速、解算状态;
- b) 输出数据更新率应不低于 5 Hz。

### 5.6.2 PPK 接收机数据存储

接收机应具有以下数据存储功能:

- a) 原始观测数据连续存储历元数应不小于 288000 条;
- b) POS 数据字段至少应包含: UTC 时间、纬度/经度/高程、航向/俯仰/翻滚角度值;
- c) POS 数据更新率应不低于 5 Hz;
- d) POS 数据连续存储条数不小于 288000 条;
- e) 在非正常断电情况下, 接收机应具备数据及时保存功能, 至少应记录有故障前两分钟的数据;
- f) 在存储介质将满情况下, 接收机应具备循环覆盖历史数据的能力。

## 5.7 信号接收性能

### 5.7.1 卫星信号跟踪能力

接收机应至少具备GPS和BDS两个导航卫星系统播发的跟踪能力。

### 5.7.2 卫星信号接收能力

接收机应具备的信号接收能力, 包括:

- a) 捕获灵敏度要求如表3;

表3 接收机捕获灵敏度

GNSS 系统	信号频点	捕获灵敏度 dBm
GPS	L1	≤-132
	L2	≤-129
GLONASS	G1	≤-131

	G2	$\leq -137$
Galileo	E1	$\leq -127$
	E5,E6	$\leq -125$
BDS	B1,B2,B3	$\leq -133$

b) 跟踪灵敏度要求如表4。

表4 接收机跟踪灵敏度

GNSS 系统	信号频点	跟踪灵敏度 dBm
GPS	L1	$\leq -135$
	L2	$\leq -132$
GLONASS	G1	$\leq -134$
	G2	$\leq -140$
Galileo	E1	$\leq -130$
	E5,E6	$\leq -128$
BDS	B1,B2,B3	$\leq -136$

### 5.7.3 数据链信号传输能力

数据链可以是数字传输电台，其频段应符合航空飞行器所适用频段，即840.5 MHz~845 MHz、1430~1444 MHz和2408~2440 MHz，推荐使用840.5 MHz~845 MHz频段；也可以是国际电信联盟（ITU）公布的无线数据传输网络，推荐使用CDMA、LTE无线数据传输网络。

## 5.8 时间特性

### 5.8.1 冷启动首次定位时间

在输入卫星导航信号功率电平为-128 dBm时，接收机在概略位置、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10 s连续输出三维定位误差小于100 m的定位数据，所需时间应不超过120 s。

### 5.8.2 热启动首次定位时间

在输入卫星导航信号功率电平为-128 dBm时，接收机在概略位置、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10 s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20 s。

### 5.8.3 RTK 初始化时间

在不大于8 km的基线上，接收机的RTK初始化时间应不超过20 s。

## 5.9 内部噪声水平

接收机内部噪声水平，采用专用功率分配器测定时的零基线值及坐标分量绝对值应不大于1 mm。

## 5.10 测量精度

### 5.10.1 单点定位精度

接收机单点定位水平精度应不大于5 m(1倍中误差)，垂直精度应不大于10 m(1倍中误差)。

### 5.10.2 RTK 定位精度

接收机的RTK 测量的水平定位精度应优于 $\pm (25+D \times 10^{-6})$ mm，垂直定位精度应优于 $\pm (50+D \times 10^{-6})$ mm。其中D为基线长度，单位km。

### 5.10.3 PPK 定位精度

接收机的PPK定位后处理解算的水平定位精度应优于 $\pm (10+D \times 10^{-6})$ mm，垂直定位精度应优于 $\pm (20+D \times 10^{-6})$ mm。其中D为基线长度，单位km。

### 5.10.4 动态性能

在平均速度100 m/s，加速度2 g的运动条件下，接收机的定位精度应符合水平定位精度应优于 $\pm (25+D \times 10^{-6})$ mm，垂直定位精度应优于 $\pm (50+D \times 10^{-6})$ mm。其中D为基线长度，单位km。

### 5.10.5 定向、姿态精度

接收机的POS姿态精度应符合俯仰/横滚角不大于 $0.5^\circ$ ，真北航向角应不大于 $1.0^\circ$ 。

## 5.11 软件

外部配置软件应满足以下要求：

- a) 软件可以是 Windows 软件、安卓软件或 iOS 软件，应能正常安装和卸载；
- b) 软件应具备配置接收机工作模式、数据链传输模式、差分电文格式、数据输出请求或配置的功能。

## 5.12 环境适应性

### 5.12.1 温度

接收机正常工作温度范围： $-25^\circ\text{C} \sim +55^\circ\text{C}$ ，贮存温度范围： $-40^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$ 。

### 5.12.2 湿热

接收机应符合GB/T 2423.3的要求，接收机应能够在温度为 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 $(93 \pm 3)\% \text{RH}$ 的环境下正常工作。

### 5.12.3 低温/低压

接收机应符合GB/T 2423.25规定的要求，在温度为 $(-25 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，气压为 $(55 \pm 2.75)$  kPa，持续时间为2 h的环境下正常工作。

### 5.12.4 盐雾

接收机应符合GB/T 2423.17规定的要求进行96 h中性盐雾试验后，接收机表面不能有生锈、腐蚀、黄斑、起泡、涂层脱落现象且仍能正常工作。

### 5.12.5 振动

接收机应具备在表5所列平稳随机振动条件下正常工作的能力。

表5 接收机平稳随机振动参数

振动模式	加速度谱密度 $m^2/s^3$	频率范围 Hz
平稳随机振动	10	2~10
	1	10~200
	0.3	200~2000

#### 5.12.6 冲击

接收机应具备在表 6 所列冲击条件下正常工作的能力。

表6 接收机冲击参数

波形	半正弦波
峰值加速度	300 $m/s^2$
脉冲持续时间	11 ms
方向	X、Y、Z 三个方向
通/断电要求	断电
包装要求	不带包装

#### 5.12.7 外壳防护

接收机应具备不低于 GB 4208-2008 中 5.2 和 6 所规定的 IP55 外壳防护等级。

#### 5.13 安全防护

接收机安全防护能力应具备以下要求：

- a) 接收机所使用线缆连接接口应具备防插错功能。
- b) 电源供电线缆应具备极性反接保护。

#### 5.14 电磁兼容性

##### 5.14.1 辐射骚扰

按 GB 9254-2008 中的骚扰限值等级 B 和 6.2 的限值要求，如果待测设备内部源的最高频率高于 1 GHz，则测量将进行到最高频率的5倍或6 GHz，取两者中的小者，即频率范围为 3 GHz~6 GHz 时，辐射骚扰限值平均值为54 dB( $\mu V/m$ )，峰值为74 dB( $\mu V/m$ )。

##### 5.14.2 射频电磁场辐射抗扰度

接收机应具备以下射频电磁场辐射抗扰度，按 GB/T 17626.3-2006中一般试验等级的等级3所规定的要求，在 80 MHz~1000 MHz 频率范围内，试验场强为 10 V/m。

##### 5.14.3 静电放电抗扰度

接收机应具备 GB/T 17626.2-2006 中的静电放电抗扰度试验等级3所规定的要求，静电放电等级见表7。

表7 静电放电等级

放电类型	严酷等级 kV
接触放电	±6
空气放电	±8

### 5.15 可靠性

接收机的平均故障间隔时间 (MTBF) 最低可接受值为3000 h。

## 6 测试

### 6.1 测试环境

除特别规定之外，测试应在标准大气条件下进行：

- a) 温度：15 °C~35 °C ；
- b) 相对湿度：20 %~80 %；
- c) 气压：86 Kpa~106 Kpa。

### 6.2 场地和设备

检验场地和设备应满足以下要求：

- a) 检验场地应选择在地质构造坚固稳定、利于长期保存、交通便利、非航空管制的地方建设；
- b) 检验场地上点位的周围环视高度角 10 ° 以上无障碍物；
- c) 检验场地的基线距离测定精度应优于 8 mm；
- d) 检验使用的 GNSS 信号可以是实际的导航卫星信号或 GNSS 模拟测试信号。GNSS 模拟器产生的信号必须具有与导航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；
- e) 检验设备应检定合格（校准），并在有效期内。

### 6.3 结构与外观

#### 6.3.1 主要组成部分

目测检查接收机的组成是否完备，满足5.2.1的要求。

#### 6.3.2 部件连接

接收机部件连接测试如下：

- a) 目测检查接收机连接线缆接口定义标示，满足5.2.2的要求。
- b) 实际操作检查接收机部件连接是否齐全、可靠，满足5.2.2的要求。

#### 6.3.3 结构安装

实际操作检查接收机安装情况，底部是否平整，满足5.2.3的要求。

#### 6.3.4 外观

接收机外观测试如下：

- a) 目测检查接收机的外观，满足5.2.4的要求。

b) 目测检查接收机的标识, 满足5.2.4的要求。

### 6.3.5 重量

称重接收机主机, 满足5.2.5的要求。

### 6.3.6 尺寸

接收机主机平放在试验台上, 使用游标卡尺分别测量长宽高三个方向的尺寸, 满足5.2.6的要求。

## 6.4 电气要求

通过直流稳压电源模拟锂电池或逆变器对接收机设备供电, 测试如下:

a) 按照表1和表2的电源电压波动范围的上限值和下限值, 调整稳压电源的电压输出, 连续工作2 min, 按6.5的方法测试。试验结束后进行检查, 接收机的功能应符合5.2的要求。

b) 按照6.5的方法测试。读取直流电压值和电流值, 计算乘积值得到功耗, 应符合5.3 c) 的要求。

## 6.5 设置及显示

接收机设置及显示测试如下:

a) 按照说明书或者技术规格书, 连接接收机设备的电源和信号线缆, 通过配置软件对系统参数进行设置, 检查相关设置功能是否同说明书或者技术规格书所描述的一致。

b) 目视检查各类状态指示是否同说明书或者技术规格书所描述的一致。

## 6.6 输入输出接口

按照说明书或者技术规格书, 连接接收机设备的电源和信号线缆, 检查接口的输入配置以及接口的输出或存储的数据, 配置功能和数据通信同说明书或者技术规格书所描述的一致。

## 6.7 数据输出与存储

### 6.7.1 RTK 接收机数据输出

RTK接收机数据输出测试如下:

a) 按照说明书或者技术规格书, 连接接收机设备的电源和信号线缆, 正常工作, 将数据输出至计算机, 在计算机上检查数据内容和格式, 符合5.6.1的要求。

b) 数据输出至计算机, 观察数据输出更新率, 符合5.6.1的要求。

### 6.7.2 PPK 接收机数据存储

PPK接收机数据存储测试如下:

a) 按照说明书或者技术规格书, 连接接收机设备的电源和信号线缆, 正常工作, 将数据输出至计算机, 在计算机上检查数据内容和格式, 符合5.6.2的要求。

b) 数据输出至计算机, 观察数据输出更新率, 符合5.6.2的要求。

c) 接收机持续工作10 min后, 统计存储的文件大小以及数据条数, 按比例计算剩余存储容量是否满足同时记录288000条历元数据和288000条POS数据。

d) 接收机正常工作时, 直接断开电源线缆, 检查存储数据的内容是否记录有断电前两分钟的数据。

e) 人为将存储介质填满, 接收机持续工作10 min后, 检查数据存储情况, 符合5.6.2的要求。

## 6.8 信号接收性能

### 6.8.1 卫星信号跟踪能力

使用GNSS卫星信号模拟器输出功率电平为-128 dBm的模拟信号，通过显控设备查看接收机的跟踪卫星系统个数，是否满足5.7.1的要求。

### 6.8.2 卫星信号接收能力

#### 6.8.2.1 捕获灵敏度

捕获灵敏度测试如下：

- a) 使用信号模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于30 m/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每一通道信号电平从接收机不能捕获信号的状态开始，以1 dB步进增加，若接收机的技术文件声明了捕获灵敏度量值，且优于表3要求的量值，可从其声明的捕获灵敏度量值低2 dB的电平值开始。
- b) 在模拟器输出信号的每个电平值下，接收机在冷启动状态下开机，若PDOP值小于6.0，且接收卫星数大于5颗，记录该电平值。应满足表3的要求。

#### 6.8.2.2 跟踪灵敏度

跟踪灵敏度测试如下：

- a) 使用信号模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于30 m/s的直线运动用户轨迹。在接收机正常定位的情况下，设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平以1 dB步进降低。
- b) 在模拟器输出信号的每个电平值下，测试接收机PDOP值小于6.0，且接收卫星数大于5颗，找出该最低电平值。应满足表4的要求。

### 6.8.3 数据链信号传输能力

数据链信号传输能力根据接收机设备的说明书或者技术规格书，目视检查被测设备所使用的通信功能单元是否具备相应的入网许可证，通信方式应符合5.7.3的规定。

## 6.9 时间特性

### 6.9.1 冷启动首次定位时间

冷启动首次定位时间测试如下：

- a) 使用信号模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于30 m/s的直线运动用户轨迹，输出功率电平为-128 dBm。
- b) 为接收机初始化一个距实际测试位置不少于1000 km 但不超过10000 km的伪位置，或删除当前历书数据，使接收机获得冷启动状态。
- c) 以1 Hz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PDOP值小于6.0，且接收卫星数大于8颗的时刻，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，满足5.8.1的要求。

### 6.9.2 热启动首次定位时间

热启动首次定位时间测试如下：

- a) 使用信号模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于30 m/s的直线运行用户轨迹，输出功率电平为-128 dBm。

- b) 在接收机正常定位状态下，短时断电60 s后，接收机重新开机，以1 Hz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PDOP值小于6.0，且接收卫星数大于8颗的时刻，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，满足5.8.2的要求。

### 6.9.3 RTK 初始化时间

RTK初始化时间测试如下：

- a) 使用信号模拟器测试时，仿真一个静态位置（距离基准站不大于8 km），设置输出功率电平为-128 dBm，且不考虑电离层、对流层及钟差影响。在接收机成功单点定位后，同时接收模拟器仿真的卫星信号和基准站差分数据，记录从获得差分数据到获得固定解的时间，满足5.8.3的要求。
- b) 使用实际信号测试时，应选择检验场地内长度不大于5 km的基线，在接收机成功单点定位后，接收基准站差分数据，记录从获得浮动解到获得固定解的时间，满足5.8.3的要求。

### 6.10 内部噪声水平

使用功率分配器，将同一天线输出信号分成功率、相位相同的多路信号送到接收机，接收机在静态测量模式下连续观测不少于30 min，通过配套软件解算的基线分量和长度应不大于1 mm。

### 6.11 测量精度

#### 6.11.1 单点静态定位精度

将接收机安置在检验场地的已知坐标点上，得到定位结果后，开始记录或者存储输出坐标，数据采样间隔不大于30 s，记录数据100个，按公式(1)、(2)计算单点定位精度。

$$m_h = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(N_i - N_0)^2 + (E_i - E_0)^2]} \dots\dots\dots (1)$$

$$m_v = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (U_i - U_0)^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$m_h$ 、 $m_v$ ——分别为单点定位水平、垂直精度，单位为米（m）；

$N_0$ 、 $E_0$ 、 $U_0$ ——已知点在站心地平坐标系下的北、东、高坐标，单位为米（m）；

$N_i$ 、 $E_i$ 、 $U_i$ ——将检验的大地坐标经投影变换后，转到站心地平坐标系下的北、东、高坐标，单位为米（m）；

$n$ ——获得的单点定位坐标个数。

按公式（1）、（2）计算得到的单点定位精度应符合5.10.1的要求。

#### 6.11.2 RTK 定位精度

##### 6.11.2.1 实际卫星信号静止检测方法

在检验场地内选取不大于5 km的基线进行检验。机载站通过无线数据链接入单基站或连续运行参考站的差分定位数据，单系统有效GNSS卫星数目不少于8颗，设置卫星截止高度角不大于10°，机载站在已知坐标的点位上进行观测，共进行3组观测，每组采集不少于20个RTK测量结果，每组测量重新开机进行初始化。按公式（3）、公式（4）计算的RTK测量精度应优于接收机标称标准差 $\sigma$ 。

$$m_{hk} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(N_i - N_0)^2 + (E_i - E_0)^2]} \dots\dots\dots (3)$$

$$m_{vk} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (U_i - U_0)^2} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$m_{hk}$ 、 $m_{vk}$ ——分别为 RTK 测量定位水平、垂直精度，单位为毫米（mm）；

$N_0$ 、 $E_0$ 、 $U_0$ ——分别为已知点在站心地平坐标系下的北、东、高坐标，单位为毫米（mm）；

$N_i$ 、 $E_i$ 、 $U_i$ ——分别为将检验的第  $i$  个定位结果的大地坐标经投影变换后，转到站心地平坐标系下的北、东、高坐标，单位为毫米（mm）；

$i$ ——获得的 RTK 定位坐标序号；

$n$ ——获得的 RTK 定位坐标个数。

接收机标称标准差  $\sigma$  按公式(5)计算。

$$\sigma = \sqrt{a^2 + (b \times D)^2} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\sigma$  ——接收机标称标准差，单位为毫米（mm）；

$a$  ——固定误差，单位为毫米（mm）；

$b$  ——比例误差，单位为毫米每千米（mm/km）；

$D$  ——基线长度，单位为千米（km），当实际基线长度 $D < 0.5$  km时，取 $D = 0.5$  km进行计算。

#### 6.11.2.2 卫星模拟器实时动态检测方法

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接收机设备，以  $25 \text{ m/s} \pm 1 \text{ m/s}$  的速度，沿直线运行 2 min，然后 5 s 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接收机设备，以  $12.5 \text{ m/s} \pm 0.5 \text{ m/s}$  的速度，在水平面沿直线运动 100 m，并在运动中相对直线两侧以 12 s 周期均匀偏移 2 m，保持 2 min。

被测接收机设备接收GNSS模拟器输出的射频仿真信号，每秒钟输出至少一次定位数据，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5.10.2的要求。

#### 6.11.3 PPK 定位精度

在检验场地内选取不大于5 km的基线进行检验。机载GNSS接收机和参考站接收机独立接收卫星信号，单系统有效GNSS卫星数目不少于8颗，设置卫星截止高度角不大于 $10^\circ$ ，机载站在已知坐标的点位上进行观测，共进行3组观测，每组采集不少于20个RTK测量结果，每组测量重新开机进行初始化。通过后处理解算软件得到测量的3组坐标点位，按照6.11.2的公式计算，应满足5.10.3的要求。

#### 6.11.4 动态性能

用 GNSS 模拟器模拟卫星导航信号和表8规定的用户运动轨迹。

表8 用户运动轨迹参数

等级	最大速度 m/s	最大加速度 m/s <sup>2</sup>
1	5	1
2	60	10
3	100	20

被测设备接收射频仿真信号,每秒钟输出至少一次定位数据,以 GNSS 模拟器仿真的位置作为标准,计算定位精度,应满足5.10.4的要求。

### 6.11.5 定向、姿态精度

按照以下方法进行测试:

- a) 将惯导部件安装在满足精度要求的转台上,建立航向和姿态参考基准,在惯导系统通电后就直接转到姿态方式。
- b) 操纵转台分别绕方位轴、俯仰轴和横滚轴转动,记录惯导系统输出的真航向、姿态以及转台的相应读数。转动角度和导航时间按照以下步骤进行:
  - 操纵转台绕方位轴在  $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$  范围内转动,每间隔  $20^{\circ}$  记录 1 次惯导系统输出的真航向角和转台的读数;
  - 操纵转台绕俯仰轴在  $0^{\circ} \sim \pm 20^{\circ}$  范围内转动,每间隔  $4^{\circ}$  记录 1 次惯导系统输出的俯仰角和转台的读数;
  - 操纵转台绕横滚轴在  $0^{\circ} \sim \pm 20^{\circ}$  范围内转动,每间隔  $4^{\circ}$  记录 1 次惯导系统输出的横滚角和转台的读数;
  - 航向和姿态测试的次数为 2 次,每次的导航时间至少为 85min。
- c) 根据姿态基准计算并评定惯导系统的姿态精度。

### 6.12 软件

软件测试如下:

- a) 按照软件说明进行软件安装。安装完毕后运行软件,至少进行一次工作模式设置。运行软件后,按照软件提供的卸载方式卸载软件,查看是否能正常卸载。
- b) 先进行必备功能检查,根据软件提供的功能按照配置接收机工作模式、数据链传输模式、差分电文格式、数据输出请求或配置的顺序进行逐项检查。必备功能检查通过后,对软件说明书声称的其他功能逐项进行检查。

### 6.13 环境适应性

#### 6.13.1 温度

接收机工作温度和贮存温度测试如下:

- a) 工作温度按照GB/T 2423.1-2008中5.4和GB/T 2423.2-2008中5.4的规定进行,将试验箱内温度设定为 $-25^{\circ}\text{C}$ ,待温度平衡后连续观测16 h,再将试验箱内温度设定为 $+55^{\circ}\text{C}$ ,待温度平衡后连续观测16 h。按照6.6的测试方法,试验结果应符合5.12.1的要求。
- b) 贮存温度按照GB/T 2423.1-2008中5.2和GB/T 2423.2-2008中5.2的规定进行,将试验箱内温度设定为 $-40^{\circ}\text{C}$ ,待温度平衡后连续观测16 h,再将试验箱内温度设定为 $+70^{\circ}\text{C}$ ,待温度平衡后连续观测16 h。按照6.6的测试方法,试验结果应符合5.12.1的要求。

#### 6.13.2 湿热

按照GB/T 2423.3的要求进行。温度为 $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $(93 \pm 3)\% \text{RH}$ 的环境下进行试验。试验结束后对接收机进行目视及实际操作,接收机外观符合5.2.4的要求,接收机功能符合5.4、5.5的要求。

#### 6.13.3 低温/低压

按照GB/T 2423.25的要求进行。进行温度为 $(-25\pm 2)$ ℃，气压为 $(55\pm 2.75)$  kPa的环境下，持续时间2 h的试验。试验过程中和试验结束后对接收机进行目视及实际操作，接收机外观符合5.2.4的要求，接收机功能符合5.4、5.5的要求。

#### 6.13.4 盐雾

按照GB/T 2423.17的要求进行。进行96 h的试验。试验后将接收机取出，立即对接收机进行目视及实际操作，接收机外观符合5.2.4的要求，接收机功能符合5.4、5.5的要求。

#### 6.13.5 振动

按照GB/T 2423.10的要求进行，将接收机按照实际使用的安装要求，放置于振动检验台，按照表5的振动环境参数进行。试验后对接收机进行目视及实际操作，接收机外观符合5.2.4的要求，接收机功能符合5.4、5.5的要求。

#### 6.13.6 冲击

按照GB/T 2423.5的规定进行，将接收机放置于振动检验台，按照表6的要求参数进行。试验后对接收机进行目视及实际操作，接收机外观符合5.2.4的要求，接收机功能符合5.4、5.5的要求。

#### 6.13.7 外壳防护

按照GB 4208-2008中13.4和14.2.5的规定进行。试验后对接收机进行目视及实际操作，接收机外观符合5.2.4的要求。

### 6.14 安全防护

接收机安全防护测试如下：

- a) 按照使用说明或者技术规格书，检查各接口是否有明显标记和防插错措施。
- b) 直流稳压电源正负极相反对接收机进行供电，持续1 min后断开，按照6.6的方法测试，接收机功能应符合5.4、5.5的要求。
- c) 按照6.15.3的方法测试，接收机防静电能力应满足5.14.3的要求。

### 6.15 电磁兼容性

#### 6.15.1 辐射骚扰

按GB 9254-2008中10.6规定的方法进行。试验中及试验后，按6.6的方法测试。

#### 6.15.2 射频电磁场辐射抗扰度

按GB/T 17626.3-2006中第8章规定的测试方法进行。试验中及试验后，按6.6的方法测试。

#### 6.15.3 静电放电抗扰度

依据GB/T 17626.2-2006中规定的测试方法，检查接口是否具有防静电功能。试验中及试验后，按6.6的方法测试，试验结果应符合5.14.3的要求。

### 6.16 可靠性

接收机可靠性测试如下：

- a) 在接收机定型时，应进行可靠性试验，验证产品是否达到规定的可靠性要求，试验方案可选用

GB/T 5080.7-1986 中第 4 章定时（定数）截尾试验方案。

- b) 在接收机批量生产验收且不需要估计 MTBF 的真值时，应以预定的判决风险率（ $\alpha$ 、 $\beta$ ），对规定的 MTBF 值作合格与否的判断。试验方案可选用 GB/T 5080.7-1986 中截尾序贯试验方案。

## 7 质量评定程序

### 7.1 检验项目

检验包括：鉴定检验、质量一致性检验。检验项目见表9。

表9 产品检验项目

序号	检验项目	鉴定检验	质量一致性检验			要求的章条号	检验方法的章条号
			逐批检验		周期检验		
			全数检验	抽样检验			
1	结构与外观	●	●	-	-	5.2	6.3
2	电气要求	●	●	-	●	5.3	6.4
3	设置及显示	●	●	-	●	5.4	6.5
4	输入输出接口	●	●	-	●	5.5	6.6
5	数据输出与存储	●	●	-	●	5.6	6.7
6	信号接收性能	●	-	●	-	5.7	6.8
7	时间特性	●	-	●	-	5.8	6.9
8	内部噪声水平	●	-	●	●	5.9	6.10
9	单点定位精度	-	-	-	-	5.10.1	6.11.1
10	RTK 定位精度	●	-	●	●	5.10.2	6.11.2
11	PPK 定位精度	●	-	●	●	5.10.3	6.11.3
12	动态性能	●	-	●	-	5.10.4	6.11.4
13	定向、姿态精度	●	-	●	●	5.10.5	6.11.5
14	软件	●	-	●	-	5.11	6.12
15	环境适应性	●	-	-	●	5.12	6.13
16	安全防护	●	●	-	-	5.13	6.14
17	电磁兼容性	●	-	-	-	5.14	6.15
18	可靠性	●	-	-	-	5.15	6.16
19	标志、包装	●	●	-	-	8	8

注：●表示“要求的”项目； —表示“不要求的”项目。

### 7.2 鉴定检验

#### 7.2.1 概述

鉴定检验的目的是验证产品是否符合其规范要求。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；
- e) 产品设计与流程未作任何改变而提高产品标称的性能指标时。

### 7.2.2 样品数量

检验样品从鉴定批中随机抽出 2~4 台（套）进行，亦允许根据不同的检验项目采用不同的样品数量进行，具体由产品鉴定方和生产方根据产品规定协商确定。

### 7.2.3 合格判据

鉴定检验的合格判据如下：

- a) 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。
- b) 若发现某个检验项目不符合要求时，鉴定方应停止检验，生产方应对不合格项目进行分析，找出缺陷原因，并采取纠正措施后，可继续进行检验，若所有检验项目全部符合本规范要求时，则判定为鉴定检验合格；若继续检验仍有某个项目不符合标准要求时，可根据产品质量特性及与本标准不符合的严重程度，由产品鉴定方决定继续采取纠正措施或判为鉴定检验不合格。

## 7.3 质量一致性检验

### 7.3.1 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。

### 7.3.2 不合格品分类

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，根据接收机质量特性的重要性或质量特性不符合的严重程度，将不合格分为：A 类不合格品、B 类不合格品和 C 类不合格品。

- a) A 类不合格品：有一个或一个以上 A 类不合格项目，也可能还有 B 类项目和（或）C 类不合格项目的接收机产品。
- b) B 类不合格品：有一个或一个以上 B 类不合格项目，也可能还有 C 类不合格项目，但不包括 A 类不合格项目的接收机产品。
- c) C 类不合格品：有一个或一个以上 C 类不合格项目，但不包括 A 类和 B 类不合格项目的接收机产品。

不合格品项目按产品的质量特性及其不符合的程度分为 A 类不合格项目、B 类不合格项目、C 类不合格项目，分类应符合附录 A 的规定。

### 7.3.3 逐批检验

#### 7.3.3.1 全数检验

##### 7.3.3.1.1 抽样方案

对生产方提交检验批的产品百分之百进行检验。

##### 7.3.3.1.2 合格判据

根据检验结果对全数检验做出如下判定：

- a) 当发现 A 类不合格时，应判定该批产品检验不合格；
- b) 当发现 B 类、C 类不合格项小于等于规定值，则判该批产品检验合格，否则不合格。

##### 7.3.3.1.3 样品处理

经检验合格的批中，对发现有缺陷的产品，生产方应负责修复并达到规定要求后，可作为合格产品交付。

### 7.3.3.2 抽样检验

#### 7.3.3.2.1 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 中第 10 章规定的一般检验水平 I，一次正常检验抽样方案，其接收质量限（AQL）规定为：

- a) A 类不合格品： AQL 为 0.65。
- b) B 类不合格品： AQL 为 6.5。
- c) C 类不合格品： AQL 为 15。

#### 7.3.3.2.2 合格判据

根据检验结果，若发现的三类不合格样品数均不大于规定的合格判定数，则判定检验合格，否则判定检验不合格。

#### 7.3.3.2.3 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，找出产生缺陷的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照 GB/T 2828.1-2012 中 13.3 转移规则进行处理。若重新检验合格，则判定抽样检验合格；若重新检验不合格，应判该批抽样检验产品不合格，拒绝再提交检验。

#### 7.3.3.2.4 样品处理

经检验合格的批中，对发现有缺陷的产品，生产方应负责修复并达到规定要求后，可作为合格产品交付。

### 7.3.4 周期检验

#### 7.3.4.1 概述

周期检验是生产方周期性地从全数检验和抽样检验合格的某个批次或产品中随机抽取样本进行的检验，以判断在规定的周期内生产过程的稳定性是否符合规定的质量指标。

在有下列情况之一时，应进行周期检验：

- a) 连续生产的产品，每年不少于一次周期检验，具体要求由产品规范规定；
- b) 产品主要设计、工艺及原材料、元器件发生重大改变使原来的检验结论不再有效时；
- c) 停产半年后恢复生产时。

#### 7.3.4.2 抽样方案

抽样方案按照 GB/T 2829-2002 中 5.8 条规定的一般检验水平 III，一次正常检验抽样方案进行，不合格质量水平（RQL）和判定数组见表 10。

表 10 不合格质量水平和判定数组

不合格分类	RQL	样本量	判定数组
A 类	5.0	40	Ac=0, Re=1
B 类	6.5	65	Ac=1, Re=2

C类	6.5	80	Ac=2, Re=3
不合格分类	RQL	样本量	判定数组
注1: Ac: 合格判定数。			
注2: Re: 不合格判定数。			

#### 7.3.4.3 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。

#### 7.3.4.4 样品处理

经周期检验的样品不能作为正品出厂。

### 8 标志、包装、运输及贮存

#### 8.1 标志

产品标志应符合 GB/T 191 的规定,产品标志至少应包括:

- a) 执行标准代号;
- b) 在产品上应有的标志:品牌、企业名称、产品名称、产品型号。

#### 8.2 包装

产品包装应符合:

- a) 产品包装应符合 GB/T 13384 的规定。
- b) 包装件应能够承受 GB/T 4857.5 的跌落试验,试验后不应有机械损伤或性能指标缺陷。
- c) 包装箱内应具有:装箱单、合格证、使用说明书、保修单。

#### 8.3 运输

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

#### 8.4 贮存

产品贮存应符合:

- a) 包装后的设备应在环境温度为 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,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。
- b) 若无其它规定,贮存期为两年,超过贮存期的产品应开箱检验,经复验合格后方可进入流通领域。

**附录 A**  
**(规范性)**  
**产品不合格项目分类**

**A.1 产品不合格项目类别**

不合格品项目按产品的质量特性及其不符合的程度分为A类、B类、C类，如下：

- A类不合格项目：接收机的极重要质量特性不符合规定，或者质量特性极严重不符合规定。
- B类不合格项目：接收机的重要质量特性不符合规定，或者质量特性严重不符合规定。
- C类不合格项目：接收机的一般质量特性不符合规定，或者质量特性轻微不符合规定。

**A.2 产品不合格项目明细表**

产品不合格项目明细表见表A.1。

**表A.1 产品不合格项目明细表**

序号	检验项目	不合格内容	不合格分类		
			A类	B类	C类
1	结构与外观	组成不完备			√
		连接件、接插件连接松动			√
		连接件、接插件无法连接		√	
		设备外观严重磨损、腐蚀、裂开		√	
		设备安装不方便			√
		设备重量过重、体积过大			√
2	电气要求	自检功能出现故障		√	
		无电源电压过低报警功能			√
		电压变化导致测量结果不稳定		√	
		电压变化导致设备不能工作		√	
		功耗超出要求值			√
3	设置及显示	无法根据需要设置参数		√	
		显示状态不完备		√	
		显示错误信息	√		
4	输入输出接口	接口不完备		√	
		不能与外部设备输入输出	√		
		输入输出数据错误	√		
		输入输出数据不全			√
5	数据存储	不能存储数据		√	
		存储空间不足			√
		存储数据不完整		√	
		突然断电后记录数据丢失		√	

表A.1 (续)

序号	检验项目	不合格内容	不合格分类		
			A类	B类	C类
		突然断电后记录数据丢失		√	
6	信号接收性能	卫星系统和通道数不达标	√		
		捕获灵敏度不达标		√	
		跟踪灵敏度不达标		√	
		数据链模式不达标	√		
		数据链传输延迟不达标	√		
7	时间特性	冷启动首次定位时间不达标		√	
		温启动首次定位时间不达标		√	
		热启动首次定位时间不达标			√
		RTK 初始化时间不达标		√	
8	内部噪声水平	不达标	√		
9	单点定位精度	不达标		√	
10	RTK 定位精度	不达标	√		
11	PPK 定位精度	不达标	√		
12	动态性能	不达标		√	
13	姿态精度	不达标	√		
14	软件	没有配套配置软件			√
		软件安装卸载不正常			√
		软件必备功能不存在或不可用			√
		软件其他功能不存在或不可用			√
15	环境适应性	由于环境因素导致设备无法正常工作或受损		√	
16	安全防护	不达标		√	
17	电磁兼容性	辐射骚扰不达标			√
		射频电磁场辐射抗扰度不达标		√	
		静电放电抗扰度不达标			√
18	可靠性	不达标		√	
19	标志、包装	不达标			√