

BD

中国第二代卫星导航系统重大专项标准

BD 420009—2015

北斗/全球卫星导航系统（GNSS）

测量型接收机通用规范

**General specification for
BeiDou/Global Navigation Satellite Systems (GNSS) geodetic receivers**



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 术语和定义.....	2
3.2 缩略语.....	3
4 要求.....	4
4.1 结构与外观.....	4
4.2 电气.....	4
4.3 设置及显示.....	4
4.4 接口与输出.....	5
4.5 数据存储.....	5
4.6 信号接收性能.....	5
4.7 时间特性.....	6
4.8 内部噪声水平.....	7
4.9 测量精度.....	7
4.10 天线相位中心一致性.....	7
4.11 1PPS 精度.....	7
4.12 数据处理软件.....	7
4.13 环境适应性.....	8
4.14 安全防护.....	8
4.15 电磁兼容性.....	8
4.16 可靠性.....	9
5 测试方法.....	9
5.1 通则.....	9
5.2 检验场地和检验设备.....	9
5.3 结构与外观.....	9
5.4 电气.....	10
5.5 设置及显示.....	10
5.6 接口与输出.....	10
5.7 数据存储.....	10
5.8 信号接收性能.....	10
5.9 时间特性.....	11
5.10 内部噪声水平.....	12
5.11 测量精度.....	12
5.12 天线相位中心一致性.....	14
5.13 1PPS 精度.....	14

BD 420009-2015

5.14 数据处理软件	14
5.15 环境适应性	15
5.16 安全防护	16
5.17 电磁兼容性	16
5.18 可靠性	16
6 质量评定程序	17
6.1 检验分类	17
6.2 检验项目及顺序	17
6.3 鉴定检验	18
6.4 质量一致性检验	18
7 标志、包装、运输及贮存	21
7.1 标志	21
7.2 包装	21
7.3 运输	21
7.4 贮存	21
8 使用说明	21
8.1 使用说明（书）的编写	21
8.2 使用说明的验证方法	22
附录 A（规范性附录） 产品不合格分类	23
参考文献	25

前 言

为适应我国卫星导航发展对标准的需要,由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:国家光电测距仪检测中心、中国卫星导航工程中心、上海司南卫星导航技术有限公司、中国航天标准化研究所、上海华测导航技术有限公司、广州南方测绘仪器有限公司、广东省测绘产品质量监督检验中心。

本标准主要起草人:张 锐、吴海玲、陈 澍、王永泉、王立端、李作虎、王如龙、泉浩芳、赵 毅、文述生、任永超、牛 犇、付兴举。

北斗/全球卫星导航系统（GNSS） 测量型接收机通用规范

1 范围

本标准规定了支持北斗卫星导航系统的GNSS测量型接收机的技术要求、测试方法、检验规则以及标志、包装、运输、贮存。

本标准适用于支持北斗卫星导航系统的GNSS测量型接收机（以下称接收机）的研制、生产、使用和检验。

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，仅所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 191 包装储运图标志

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 5080.1-1986 设备可靠性试验 总要求

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法

GB 9254-2008 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

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

BD 110001-2015 北斗卫星导航术语

BD 410001-2015 北斗/全球导航卫星系统（GNSS）接收机数据自主交换格式

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

BD 110001-2015 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

GNSS 测量型接收机 GNSS geodetic receiver

又称GNSS测地型接收机，指能够提供伪距、载波相位等原始观测数据，用于高精度定位的GNSS终端设备。

3.1.2

数据链 data link

接收机进行实时动态测量时所使用的通信系统。

3.1.3

捕获灵敏度 acquisition sensitivity

用户设备在冷启动条件下，捕获导航信号并正常定位所需的最低信号电平。

3.1.4

跟踪灵敏度 tracking sensitivity

用户设备在正常定位后，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。

3.1.5

冷启动首次定位时间 cold start time to first fix

用户设备在星历、历书、概略时间和概略位置未知的状态下，从开机到首次正常定位所需的时间。

3.1.6

温启动定位时间 warm start time to first fix

用户设备在星历未知、历书、概略时间和概略位置已知的状态下，从开机到首次正常定位所需的时间。

3.1.7

热启动首次定位时间 hot start time to first fix

用户设备在星历、历书、概略时间和概略位置已知的状态下，从开机到首次正常定位所需的时间。

3.1.8

整周模糊度 integer ambiguity

GNSS卫星信号从发射点到接收点之间的距离所对应的载波整周期个数。该数据值无法直接测量得到，也称为整周未知数。

3.1.9

RTK 初始化 RTK initialization

流动站利用动态或静态观测数据进行RTK解算时，搜索并完成初始整周模糊度解算的过程。

3.1.10

内部噪声水平 interior noise level

由接收机通道间的随机偏差，锁相环、码跟踪环的随机偏差，以及其钟差残差等引起的测距和测相误差。

3.1.11

参考站 reference station

又称为基准站（base station）或差分参考站，一般由GNSS接收机、天线、电源和通信设备等组成。参考站天线需要安置在已知位置上。参考站是差分技术中重要的组成部分，在一定时间内连续观测、记录卫星信号，用于提供观测值改正值、原始观测值或其它信息。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

1PPS——1 Pulse Per Second，秒脉冲；

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

MTBF——Mean Time Between Failure，平均无故障时间；

PDOP——Positional Dilution Of Precision，位置精度因子；

RINEX——Receiver Independent Exchange Format，接收机自主交换格式；

RMS——Root Mean Square，均方根；

RTK——Real Time Kinematic Survey，实时动态测量。

4 要求

4.1 结构与外观

4.1.1 GNSS 测量型接收机应包括下列组成部分：

- a) GNSS 天线；
- b) 接收机主机；
- c) 配件；
- d) 数据处理软件；
- e) 数据链（进行 RTK 测量的接收机应配备）。

4.1.2 接收机各连接部件的连接应稳定可靠。

4.1.3 表面应无明显的划痕、裂缝和变形。

4.1.4 外壳应有一定的刚度和强度。

4.1.5 各按键应操作灵活、无卡滞现象。

4.2 电气

4.2.1 接收机应具有通电自检测功能。

4.2.2 接收机电源要求：

- a) 用于参考站的接收机应支持外接电源接入；
- b) 若具有内置电池，则内置电池应保证接收机静态测量连续工作时间不少于 6h，RTK 测量连续工作时间不少于 4h。

4.2.3 接收机电压要求：

- a) 应具有电源电压过高保护和过低报警显示功能；
- b) 在电源电压相对标称值变化 $\pm 10\%$ 的情况下，接收机应能正常工作。

4.3 设置及显示

4.3.1 接收机应具有 1Hz 的采样能力，并可根据需要改变参数设置，包括接收卫星的截止高度角、数据采样间隔等。

4.3.2 接收机应具有下列信息的显示或提示功能：

- a) 接收卫星状态；
- b) 存储状态；

- c) 电源状态;
- d) 故障状态;
- e) 工作模式状态。

4.4 接口与输出

4.4.1 接收机应能把记录的观测数据输出到外部设备。

4.4.2 用于参考站的接收机应具有以太网接口、串行接口和 10MHz 频标接口。

4.4.3 在 RTK 工作模式下接收机位置更新率应不低于 1Hz。

4.5 数据存储

4.5.1 应具有连续存储不少于 86400 个历元原始观测数据的存储空间。

4.5.2 接收机在非正常断电时，应具有数据保存功能。

4.6 信号接收性能

4.6.1 单北斗系统工作能力

GNSS测量型接收机应具备在仅接收BDS播发的公开服务信号情况下实现高精度测量的能力。

4.6.2 通道数与跟踪能力

接收机通道数与跟踪能力的要求和分类见表1。

表1 GNSS 测量型接收机通道数与跟踪能力

接收机类别	频点数	最小系统组成	通道数
单模单频	≥ 1	BDS	≥ 12
多模单频	≥ 2	BDS、GPS	≥ 24
单模多频	≥ 2	BDS	≥ 24
多模多频	≥ 4	BDS、GPS	≥ 48

4.6.3 捕获灵敏度

接收机捕获灵敏度要求见表2。

表2 GNSS 测量型接收机捕获灵敏度

GNSS 系统	信号频点	捕获灵敏度 dBm
BDS	B1,B2,B3	≤ -133
GPS	L1	≤ -132
	L2	≤ -129
GLONASS	G1	≤ -131
	G2	≤ -137
Galileo	E1	≤ -127
	E5,E6	≤ -125

4.6.4 跟踪灵敏度

接收机跟踪灵敏度要求见表3。

表3 GNSS 测量型接收机跟踪灵敏度

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

4.7 时间特性

4.7.1 冷启动首次定位时间

在输入卫星导航信号功率电平为-128dBm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120s。

4.7.2 温启动首次定位时间

在输入卫星导航信号功率电平为-128dBm时，接收机在概略位置、概略时间、历书已知，星历未知的状态下开机，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。

4.7.3 热启动首次定位时间

在输入卫星导航信号功率电平为-128dBm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20s。

4.7.4 RTK 初始化时间

在不大于8km的基线上，接收机的RTK初始化时间应不超过20s。

4.8 内部噪声水平

接收机内部噪声水平应不大于1mm。

4.9 测量精度

4.9.1 接收机单点定位水平精度应不大于 5m(RMS)，垂直精度应不大于 10m(RMS)。

4.9.2 接收机的标称精度表示为： $\pm(a+b \times D)$ ，其中 a 为固定误差，单位 mm， b 为比例误差，单位 mm/km， D 为基线长度，单位 km。接收机进行静态基线测量的水平标称精度应优于 $\pm(5+1 \times D)$ mm，垂直标称精度应优于 $\pm(10+1 \times D)$ mm。

4.9.3 接收机进行 RTK 测量的水平标称精度应优于 $\pm(20+1 \times D)$ mm，垂直标称精度应优于 $\pm(30+1 \times D)$ mm。

4.10 天线相位中心一致性

使用室外相对定位法，天线相位中心变化应小于接收机静态测量水平标称精度的固定误差。

4.11 1PPS 精度

接收机1PPS上升沿下降沿可设置，脉宽可调，精度应优于50ns (1σ)。

4.12 数据处理软件

4.12.1 软件应能正常安装和卸载。

4.12.2 软件应包括下列功能：

- a) 数据传输功能；
- b) RINEX 格式转换功能，具体应符合 BD 410001-2015《全球导航卫星系统（GNSS）接收机数据自主交换格式》的要求；
- c) 卫星可用性分析功能；
- d) 解算参数设置功能；
- e) 基线解算功能；
- f) 残差分析功能；
- g) 结果报告功能。

4.13 环境适应性

4.13.1 温度

接收机正常工作温度范围：-25℃~50℃，贮存温度范围：-40℃~70℃。

4.13.2 湿热

接收机应能在温度为40℃，相对湿度为93%的环境下正常工作。

4.13.3 振动

接收机在表4、表5的条件下，应能正常工作，保持结构完好。

表4 GNSS 测量型接收机正弦振动参数

振动模式	位移幅值 mm	加速度幅值 m/s ²	频率范围 Hz
正弦振动	3.5	—	2~9
	—	10	9~200
	—	15	200~500

表5 GNSS 测量型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

4.13.4 防水、防尘

接收机应不低于GB 4208-2008中规定的IP55外壳防护等级，即：不能完全防止尘埃进入，但进入的灰尘量不得影响设备的正常运行，不得影响安全；向外壳各方向喷水无有害影响。

4.14 安全防护

接收机的安全防护要求如下：

- a) 各接口端应有明显标记和防插错措施；
- b) 接口应具有防静电功能；
- c) 应具有过流、过压、电源瞬间变化和偶然极性反接的保护装置。

4.15 电磁兼容性

电磁兼容性要求见表6。

表6 电磁兼容性要求

序号	项目	要求
1	辐射骚扰场强	按 GB 9254-2008 等级 B ITE 所规定的极限要求和 6.2 1GHz 以上的限值要求, 如果 EUT 内部源的最高频率高于 1GHz, 则测量将进行到最高频率的 5 倍或 6GHz, 取两者中的小者, 即频率范围为 3GHz~6GHz 时, 辐射骚扰限值平均值为 54 dB(μ V/m), 峰值为 74dB(μ V/m)
2	射频电磁场辐射抗扰度	按 GB/T 17626.3-2006 等级 3 所规定的要求。在 80MHz~1000MHz 频率范围内, 试验场强为 10V/m

4.16 可靠性

接收机的平均故障间隔时间(MTBF)最低可接受值为3000h。

5 测试方法

5.1 通则

5.1.1 应在卫星星座 PDOP \leq 4 的情况下进行测试。

5.1.2 数据处理应采用接收机供应商提供的配套数据处理软件。

5.2 检验场地和检验设备

5.2.1 检验场地应选择在地质构造坚固稳定、利于长期保存、交通便利的地方建设。

5.2.2 检验场地的各个观测点应位于周围无显著电磁信号干扰, 且点位周围环视高度角 10°以上无障碍物的地方。

5.2.3 检验场地的基线距离测定精度应优于被检验设备精度指标三分之一。

5.2.4 检验设备应定期检验合格, 并在有效期内。

5.3 结构与外观

5.3.1 目测接收机的结构是否完备。

5.3.2 目测接收机各连接部件的连接是否稳定可靠。

5.3.3 目测接收机表面是否有划痕、裂缝和变形。

5.3.4 实际操作检查接收机外壳是否具有一定的刚度和强度。

5.3.5 实际操作检查各按键反应是否灵敏、功能是否正常。

5.4 电气

5.4.1 实际操作检查接收机是否具有通电自检测功能。

5.4.2 目测用于参考站的接收机是否支持外接电源接入。

5.4.3 接收机进行静态测量直至内置电池耗尽，记录接收机连续工作时间。接收机进行 RTK 测量直至内置电池耗尽，记录其连续工作时间。

5.4.4 分别升高和降低电源电压，检查接收机是否具有电源电压过高保护和过低报警显示功能。

5.4.5 接收机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。

5.5 设置及显示

5.5.1 实际操作检查接收机是否具有 1Hz 的采样能力，能否根据需要进行参数设置。

5.5.2 按照产品使用说明书要求检查接收机信息显示或提示功能是否完备。

5.6 接口与输出

5.6.1 目测用于参考站的接收机是否具有以太网接口、串行接口和 10MHz 频标接口。

5.6.2 实际操作检查接收机能否把记录的观测数据输出到外部设备。

5.6.3 实际操作检查接收机在 RTK 工作模式下的位置更新率应不低于 1Hz。

5.7 数据存储

5.7.1 将接收机的采样间隔设置为 1s，卫星截止高度角设定为 15°，进行静态测量，观测 1h。根据采集到的观测数据文件大小和接收机内存大小计算接收机可存储的数据量。

5.7.2 在接收机正常进行静态测量时切断电源，检查接收机是否有效存储断电前的观测数据。

5.8 信号接收性能

5.8.1 单北斗系统工作能力

使用实际北斗信号，数据链路仅播发北斗差分改正数据，进行 RTK 测量精度测试，RTK 测量精度应满足 5.11.3 的要求。

5.8.2 通道数与跟踪能力

使用 GNSS 卫星信号模拟器输出功率电平为 -128dBm 的模拟信号，通过显控设备查看接收机收到卫星信号的通道数，观察并记录接收机的通道数及跟踪卫星个数。

5.8.3 捕获灵敏度

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。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1dB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4.6.3要求的量值，可从其声明的捕获灵敏度量值低2dB的电平值开始。

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，若能够在300s内捕获信号，并以1Hz的更新率连续10次输出三维定位误差小于100m的定位数据，记录该电平值。

5.8.4 跟踪灵敏度

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。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1dB步进降低。

在模拟器输出信号的每个电平值下，测试接收机能否在300s内连续10次输出三维定位误差小于100m的定位数据，找出能够使接收机满足该定位要求的最低电平值。

5.9 时间特性

5.9.1 冷启动定位时间

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，输出功率电平为-128dBm。

使接收机在下述任一种状态下开机，以获得冷启动状态：

- a) 为接收机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。

5.9.2 温启动定位时间

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的直线运行用户轨迹，输出功率电平为-128dBm。

使接收机在下述任一种状态下开机，以获得温启动状态：

- a) 删除当前星历数据；
- b) 将场景启动时刻距离上次定位时刻前进或后退至少 4h。

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。

5.9.3 热启动首次定位时间

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的直线运行用户轨迹，输出功率电平为-128dBm。

在接收机正常定位状态下，短时断电60s后，接收机重新开机，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。

5.9.4 RTK 初始化时间

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8km），设置输出功率电平为-128dBm，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。

使用实际信号测试时，应选择检验场地内长度不大于5km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。

5.10 内部噪声水平

5.10.1 天线和主机封装在一起的接收机采用信号转发器，将安置在室外的设备接收到的卫星信号传送到室内，室内仅接收转发器传送的信号，屏蔽掉其他室外信号，接收机在静态测量模式下连续观测不少于30min，通过配套软件解算的基线分量和长度应不大于1mm。

5.10.2 天线和主机分别封装的接收机可采用功率分配器，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30min，通过配套软件解算的基线分量和长度应不大于1mm。亦可采用信号转发器。

5.11 测量精度

5.11.1 单点定位精度

将接收机安置在检验场地的观测点上，待该接收机得到定位结果后开始记录显示或者输出的坐标，数据采样间隔不大于30s，记录数据不少于100个，按公式（1）、公式（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 ——分别为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 ——分别为被测设备第*i*个定位结果在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。

5.11.2 静态基线测量精度

将接收机安置在检验场地的点位上，基线长度8km~20km，观测四个时段，每个时段的观测时间应不少于30min，设置卫星截止高度角不大于15°，采样间隔不大于15s，按公式（3）、公式（4）计算的静态基线测量精度应优于接收机标称标准差 σ ， σ 按公式（5）计算。

$$m_{hs} = \sqrt{\frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 [(\Delta N_i - \Delta N_0)^2 + (\Delta E_i - \Delta E_0)^2]} \dots\dots\dots (3)$$

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

式中：

m_{hs} 、 m_{vs} ——分别为静态基线测量水平、垂直精度，单位为毫米（mm）；

ΔN_0 、 ΔE_0 、 ΔU_0 ——分别为已知基线在站心地平坐标系下北、东、高方向分量，单位为毫米（mm）；

ΔN_i 、 ΔE_i 、 ΔU_i ——分别为第*i*时段基线测量结果在站心地平坐标系下北、东、高方向分量，单位为毫米（mm）。

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

式中：

σ ——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 $D < 0.5\text{km}$ 时，取 $D = 0.5\text{km}$ 进行计算。

5.11.3 RTK 测量精度

在检验场地内选取不大于5km的基线进行检验。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°，流动站在已知坐标的点位上进行观测，共进行10组观测，每组采集不少于100个RTK测量结果，每组测量重新开机进行初始化。按公式（6）、公式（7）计算的RTK测量精度应优于 σ 。

$$m_{hk} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(N_i - N_0)^2 + (E_i - E_0)^2]} \dots\dots\dots (6)$$

$$m_{vk} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (U_i - U_0)^2} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

m_{hk} 、 m_{vk} ——分别为RTK测量水平、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北、东、高坐标，单位为毫米（mm）；

N_i 、 E_i 、 U_i ——分别为被测设备第*i*个定位结果在站心地平坐标系下北、东、高坐标，单位为毫米（mm）；

i——动态RTK测量结果序号；

n——动态RTK测量结果个数。

5.12 天线相位中心一致性

用相对定位法。在超短基线($6m < D < 24m$)上将接收机正确安置、按统一约定的方向指向北，观测一个时段。然后固定一个天线，其余天线依次转动 90° 、 180° 、 270° ，各观测一个时段，每个时段的观测时间应不少于30min。分别求出各时段基线向量，其最大值与最小值之差应小于接收机静态测量水平标称精度的固定误差 a 。

5.13 1PPS 精度

按图1连接测试设备，原子钟为信号模拟器提供10MHz频标信号，信号模拟器仿真一个静态位置，与接收机同时输出1PPS至时间间隔计数器，获得不少于1000个时间间隔值。统计信号模拟器和接收机输出的1PPS上升沿差值，求其标准偏差，应符合4.11的要求。

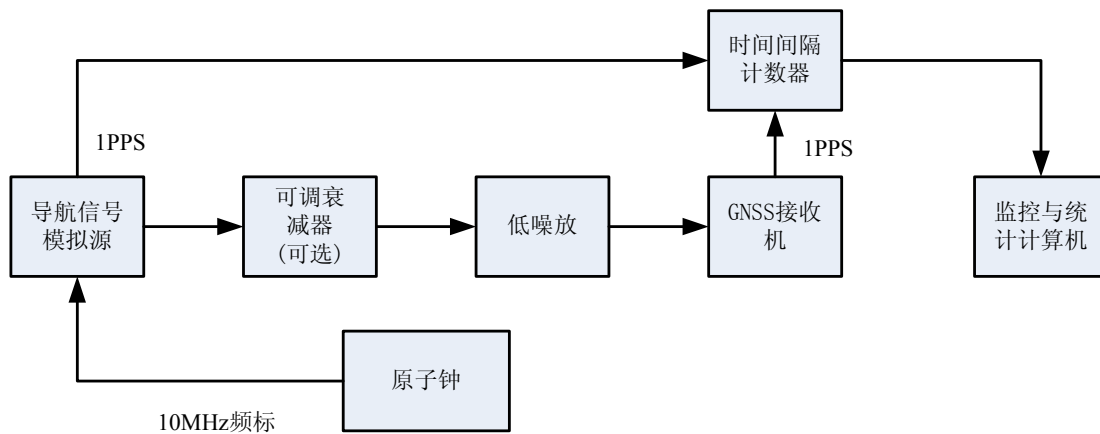


图 1 1PPS 精度测试连接图

5.14 数据处理软件

5.14.1 软件的安装与卸载

按照软件说明进行软件安装。安装完毕后运行软件，至少进行一次三条基线边的静态解算。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。

5.14.2 软件的必备功能检查

先进行必备功能检查，根据软件提供的功能按照数据传输、RINEX格式转换、卫星可用性分析、解算参数设置、基线数据解算、结果报告以及残差分析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。

5.15 环境适应性

5.15.1 工作温度

在温度为-25℃的低温环境下进行内部噪声水平测试。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-25℃，待温度平衡后连续观测16h。采用配套软件解算的基线分量和长度均不大于1mm时，认为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50℃进行工作高温测试。

5.15.2 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。将试验箱内温度设定为-40℃，待温度平衡后保持16h。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测试，连续观测30min，采用配套软件解算的基线分量和长度均不大于1mm时，认为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70℃进行贮存高温测试。

5.15.3 湿热

在温度为40℃相对湿度为93%的湿热环境下进行内部噪声水平测试。将天线信号引入高低温试验箱，在高低温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40℃相对湿度设定为93%，待温度和相对湿度平衡后连续观测12h。采用配套软件解算的基线分量和长度均不大于1mm时，认为接收机在该湿热环境下工作正常。

5.15.4 振动

将GNSS接收机置于振动检验台，按照表4、表5的振动环境参数进行正弦振动和平稳随机振动，每次振动10min。振动后检查GNSS接收机是否能正常定位，目测外观结构是否完好。

5.15.5 防尘

按照GB 4208-2008中13.4的规定进行。

5.15.6 防水

按照GB 4208-2008中14.2.5的规定进行。

5.16 安全防护

5.16.1 按照产品使用说明检查各接口端是否有明显标记和防插错措施，接口是否具有防静电功能。

5.16.2 分别对接收机的电源进行过流、过压、电源瞬间变化和偶然极性反接操作，各保持 1min，再接入正常电源，观察接收机能否正常定位。

5.17 电磁兼容性

5.17.1 辐射骚扰场强

按GB 9254-2008中10.6规定的测试方法进行。

5.17.2 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。

5.18 可靠性

5.18.1 试验方案

5.18.1.1 接收机的可靠性试验方案，应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 5.18.1.2 和 5.18.1.3 描述的试验方案协商确定。

5.18.1.2 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 中定时（定数）截尾试验方案。

5.18.1.3 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（ α 、 β ），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。

5.18.2 受试样本的数量

5.18.2.1 可靠性试验受试样本的数量应在有关合同中规定或者由生产方和使用方商定。

5.18.2.2 最佳受试样本的数量推荐如表 7 所示。

表7 最佳受试样本推荐数量

批量大小	最佳样本数
1~3	全部
4~50	4
51~100	8

5.18.3 失效判决

失效判决准则按照GB/T 5080.1-1986中9.2规定执行。

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 检验项目及顺序

检验项目及顺序见表8。根据具体情况，使用方和生产方可协商裁减检验项目或改变检验顺序。

表8 检验项目及顺序

序号	检验项目	鉴定检验	质量一致性检验			要求的章条号	测试方法的章条号
			逐批检验		周期检验		
			全数检验	抽样检验			
1	结构与外观	●	●	—	—	4.1	5.3
2	电气	●	●	—	●	4.2	5.4
3	设置及显示	●	●	—	●	4.3	5.5
4	接口与输出	●	●	—	●	4.4	5.6
5	数据存储	●	●	—	—	4.5	5.7
6	信号接收性能	●	—	●	—	4.6	5.8
7	时间特性	●	—	●	—	4.7	5.9
8	内部噪声水平	●	—	●	●	4.8	5.10
9	单点定位精度	—	—	—	—	4.9.1	5.11.1
10	静态基线测量精度	●	—	●	●	4.9.2	5.11.2
11	RTK测量精度	●	—	●	●	4.9.3	5.11.3
12	天线相位中心一致性	●	—	●	●	4.10	5.12
13	1PPS精度	●	—	●	●	4.11	5.13
14	数据处理软件	●	—	●	—	4.12	5.14
15	环境适应性	●	—	—	●	4.13	5.15
16	安全防护	●	●	—	—	4.14	5.16
17	电磁兼容性	●	—	—	—	4.15	5.17
18	可靠性	●	—	—	—	4.16	5.18
19	标志、包装	●	●	—	—	7	7

注：●表示“要求的”项目；—表示“不要求的”项目。

6.3 鉴定检验

6.3.1 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：

- 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；
- 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。

6.3.2 样品数量

检验样品从鉴定批中随机抽出3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。

6.3.3 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。

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。

6.4 质量一致性检验

6.4.1 检验分类

质量一致性检验分为逐批检验和周期检验。

6.4.2 检验批的形成与提出

检验批的形成与提出应符合GB/T 2828.1-2003中6.2的规定。

6.4.3 不合格分类

按产品质量特性及与本标准不符合的严重程度分为A类、B类、C类不合格（见附录A）。具有一个或者一个以上不合格项目的产品称为不合格产品。按不合格类型可以分为A类、B类、C类不合格产品。

6.4.4 逐批检验

6.4.4.1 概述

逐批检验的目的为判断每个提交检查批的批质量是否符合规定的要求。

根据检查的对象，逐批检验分为全数检验和抽样检验。

6.4.4.2 全数检验

6.4.4.2.1 抽样方案

对生产方提交检验批的产品百分之百进行检验。

6.4.4.2.2 合格判据

根据检验结果对全数检验做出如下判定：

——当发现 A 类不合格时，应判定该批产品检验不合格；

——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。

6.4.4.2.3 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。

6.4.4.3 抽样检验

6.4.4.3.1 抽样方案

从交验的合格批中，随机抽取样本。除非另有规定，抽样方案按照GB/T 2828.1-2003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。

6.4.4.3.2 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，否则判检验不合格。

6.4.4.3.3 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 2828.1-2003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，拒收。

6.4.4.3.4 样品处理

同6.4.4.2.3。

6.4.5 周期检验

6.4.5.1 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：

- 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；
- 产品主要设计、工艺及原材料、元器件发生重大改变的提交批；
- 停产半年后恢复生产时。

6.4.5.2 抽样方案

除非另有规定，抽样方案按照GB/T 2829-2002中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9。

表9 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

注：Ac：合格判定数；Re：不合格判定数。

6.4.5.3 合格判据

检验的不合格品数，按照抽样方案中的判定数组要求，判定周期检验合格或者不合格。若有一组不合格应暂停交货，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。

当周期检验不合格时，对已生产的产品和已交付的产品由生产方采取纠正措施。

6.4.5.4 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

7.1.1 产品标志应符合 GB/T 191 和 GB/T 6388 的规定。

7.1.2 在产品上应有产品型号及名称标志。

7.1.3 产品的包装箱、说明书中应包含以下标志：商标、企业名称与地址、产品型号及名称、生产日期。

7.1.4 在产品的外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 包装

7.2.1 产品包装应符合 GB/T 13384 的规定。

7.2.2 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。

7.2.3 包装箱内应具有：装箱单、合格证、使用说明书、保修单等。

7.2.4 包装的验证方法按 GB/T 13384 的规定进行。

7.3 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。

7.4 贮存

7.4.1 包装后的设备应在环境温度为 $-15^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，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中贮存。

7.4.2 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。

8 使用说明

8.1 使用说明（书）的编写

应符合 GB 9969 的规定并提供下列有关信息：

- 产品型号及组成；
- 产品功能及操作；
- 运输；
- 保养、故障判断及修理；
- 安全注意事项；
- 其他。

BD 420009-2015

8.2 使用说明书的验证方法

按GB 9969的规定进行。

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

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	结构不完备			√
		连接件、接插件松动			√
		连接件、接插件无法连接		√	
		设备外观轻微磨损			√
		设备外观严重磨损、腐蚀、裂开		√	
		按键不灵敏			√
		按键功能异常		√	
2	电气	不具备自检功能	√		
		自检功能出现故障		√	
		电源不能保证最低工作时间		√	
		无电源电压过低报警功能			√
		无电源电压过高保护功能		√	
		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		√	
3	设置及显示	无法根据需要设置参数		√	
		设备采样能力不达标		√	
		显示功能不完备		√	
		显示错误信息	√		
		显示不清晰			√
4	接口与输出	接口不完备		√	
		不能输出观测数据至外部设备	√		
		输出数据错误	√		
		输出数据不全			√
		位置更新率不达标		√	
5	数据存储	不能存储数据		√	
		存储空间不足			√
		突然断电后记录数据丢失		√	
6	信号接收性能	不支持单北斗工作模式		√	
		通道数不达标		√	
		捕获灵敏度不达标		√	
		跟踪灵敏度不达标		√	
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	静态基线测量精度	不达标	√		

表A.1 产品不合格分类(续)

序号	检验项目	不合格内容	不合格分类		
			A类	B类	C类
11	RTK测量精度	不达标	√		
12	天线相位中心一致性	不达标	√		
13	1PPS精度	不达标	√		
14	数据处理软件	没有静态数据处理软件			√
		没有RINEX格式转换软件			√
		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	辐射骚扰场强不达标			√
		射频电磁场辐射抗扰度不达标			√
18	可靠性	不达标		√	
19	标志、包装	不达标			√

参 考 文 献

- [1] 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
 - [2] 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
 - [3] GB/T 2423.3-2008 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
 - [4] GB/T 4798.1-2005 电工电子产品应用环境条件 第1部分：贮存
 - [5] GB/T 4798.2-1996 电工电子产品应用环境条件 运输
 - [6] GB/T 4798.7-2007 电工电子产品应用环境条件 第7部分：携带和非固定使用
 - [7] GB 15842-1995 移动通信设备 安全要求和试验方法
 - [8] GB/T 18214.1-2000 全球卫星导航系统（GNSS） 第1部分：全球定位系统（GPS）接收机性能标准、测试方法和要求的测试结
 - [9] CH 8016-95 全球定位系统（GPS）测量型接收机检定规程
 - [10] JJF 1118-2004 全球定位系统（GPS）接收机（测地型和导航型）校准规范
 - [11] SJ/T 11421-2010 GNSS 测量型接收设备通用规范
-