



中华人民共和国国家标准

GB/T 39399—2020

北斗卫星导航系统测量型接收机 通用规范

General specification for BeiDou navigation satellite system geodetic receiver

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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..... 1

 3.1 术语和定义 1

 3.2 缩略语 2

4 技术要求 3

 4.1 结构与外观 3

 4.2 电气 3

 4.3 设置及显示 3

 4.4 接口与输出 4

 4.5 数据存储 4

 4.6 信号接收性能 4

 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 稳定度 7

 4.12 数据处理软件 7

 4.13 环境适应性 7

 4.14 安全防护 8

 4.15 电磁兼容性 8

 4.16 可靠性 9

5 检验方法 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 9

 5.5 设置及显示 9

 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 10

 5.10 内部噪声水平 11

 5.11 测量精度 11

 5.12 天线相位中心一致性 13

 5.13 1PPS 稳定度 13

5.14 数据处理软件 14

5.15 环境适应性 14

5.16 安全防护 15

5.17 电磁兼容性 15

5.18 可靠性 15

6 质量评定程序..... 16

6.1 检验分类 16

6.2 检验项目及顺序 16

6.3 鉴定检验 17

6.4 质量一致性检验 17

7 标志、包装、运输及贮存..... 19

7.1 标志 19

7.2 包装 19

7.3 运输 19

7.4 贮存 19

8 使用说明..... 20

附录 A（资料性附录） 产品不合格分类 21



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中央军委装备发展部提出。

本标准由全国北斗卫星导航标准化技术委员会(SAC/TC 544)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股份有限公司、中国航天标准化研究所、广州南方测绘仪器有限公司、青海省测绘质量监督检验中心。

本标准主要起草人：张锐、翟清斌、任永超、李作虎、陈澍、王立端、牛犇、刘莹、王如龙、吴海玲、泉浩芳、文述生、李伟东。



北斗卫星导航系统测量型接收机 通用规范

1 范围

本标准规定了北斗卫星导航系统测量型接收机(以下简称接收机)的技术要求、检验方法、质量评定程序、标志、包装、运输、贮存以及使用说明。

本标准适用于接收机的研制、生产、使用和检验,其他测量型接收机可参照使用。

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(包含所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 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(适用于对过程稳定性的检验)

GB/T 4208—2017 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—2012 可靠性试验 第1部分:试验条件和统计检验原理

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/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 9254—2008 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB/T 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—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 39267—2020 北斗卫星导航术语

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 39267—2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

北斗卫星导航系统测量型接收机 BeiDou navigation satellite system geodetic receiver

至少具有北斗卫星导航系统跟踪能力,用于高精度定位的 GNSS 终端设备。

注:GNSS 测量型接收机的一种。

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单元。

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均未知的状态下,从开机到首次正常定位所需的时间。

3.1.6

温启动首次定位时间 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

平均无故障间隔时间 mean time between failure

相邻两次故障之间的平均工作时间。

注:单位为小时,是衡量一个产品(尤其是电器产品)的可靠性指标,反映产品的时间质量,是体现产品在规定时间内保持功能的一种能力。

3.1.9

RTK 初始化时间 RTK initialization time

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过程所需时间。

3.1.10

内部噪声水平 interior noise level

两台或多台接收机通过多路功分器或信号转发器接收来自同一天线的卫星信号,对采集的数据使用数据处理软件解算的基线长度。

注:其理论值为零。

3.1.11

参考站 reference station

一般由 GNSS 接收机、天线、电源和通信设备等组成的 GNSS 高精度定位系统。

注 1:又称为基准站(base station)或差分参考站。

注 2:参考站天线一般安置在已知位置上。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,用于提供差分改正信息。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AQL:接收质量限(Acceptance Quality Limit)

BDS:北斗卫星导航系统(BeiDou Navigation Satellite System)

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:全球卫星导航系统(Global Navigation Satellite System)
 GPS:全球定位系统(Global Positioning System)
 PDOP:位置精度因子(Position Dilution Of Precision)
 RINEX:接收机自主交换格式(Receiver Independent Exchange Format)
 RMS:均方根(Root Mean Square)
 RQL:不合格质量水平(Rejection Quality Level)
 RTK:实时动态(Real Time Kinematic)
 MTBF:平均无故障间隔时间(Mean Time Between Failure)
 1PPS:秒脉冲(1 Pulse Per Second)

4 技术要求

4.1 结构与外观

结构与外观要求如下:

- a) 接收机应包括下列组成:
 - 1) GNSS 天线(无内置天线接收机应配备);
 - 2) 接收机主机;
 - 3) 电源适配器、电池等配件;
 - 4) 数据链(进行 RTK 测量的接收机应配备)。
- b) 接收机应有参数配置、数据下载及数据格式转换的软件。
- c) 接收机各连接部件的连接应稳定可靠。
- d) 表面应无明显的划痕、裂缝和变形。
- e) 外壳应有一定的刚度和强度。
- f) 各按键应操作灵活、无卡滞现象。

4.2 电气

电气要求如下:

- a) 接收机应有开机自检测功能。
- b) 接收机电源要求如下:
 - 1) 接收机应支持电源接入;
 - 2) 接收机静态测量连续工作时长不应少于 6 h,RTK 测量连续工作时长不应少于 4 h;
 - 3) 接收机应有外部电源接入自启动功能。
- c) 接收机电压要求如下:
 - 1) 应有电源电压过高保护和过低报警显示功能;
 - 2) 电源电压 12 V~36 V 范围应正常工作;
 - 3) 电源电压相对标称值变化 $\pm 10\%$ 的情况下,接收机应正常工作。

4.3 设置及显示

接收机可根据需要改变参数设置,包括接收卫星的截止高度角、数据采样率等。接收机应有下列信

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

接口与输出要求如下：

- a) 接收机应把记录的观测数据输出到外部设备；
- b) 接收机应有电源接口、差分数据接口和数据下载接口；
- c) 用于参考站的接收机应有天线接口、1PPS 接口、以太网接口、串行接口等；
- d) RTK 工作模式下接收机位置更新率不应低于 1 Hz。

4.5 数据存储

数据存储要求如下：

- a) 接收机在采样间隔为 1 s,卫星截止高度角 10°,进行原始观测数据存储,参考站型接收机连续存储时间长度不应少于 7 d,其他接收机连续存储时间长度不应少于 1 d。
- b) 接收机在非正常断电时,应有数据保存功能。
- c) 接收机数据采样率应至少达到 1 Hz。

4.6 信号接收性能

4.6.1 单北斗系统工作能力

接收机应具备在仅接收 BDS 播发的公开服务信号情况下正常工作能力。

4.6.2 卫星跟踪能力

卫星跟踪信号应跟踪表 1 中部分信号,但不仅限于表 1。

表 1 接收机跟踪信号

GNSS 系统	信号类型
BDS	B1I、B1C、B2I、B2a、B3I
GPS	L1C/A、L1C、L2P(Y)、L2C、L5I/L5Q
GLONASS	G1、G2
GALILEO	E1、E5a、E5b

卫星跟踪能力的要求和分类见表 2。

表 2 接收机跟踪能力

接收机类别	频点数	最小系统组成	跟踪卫星数	备注
单模单频	≥ 1	BDS	≥ 12	仅有一个卫星系统的一个频点
多模单频	≥ 2	BDS+(GPS/GLONASS/GALILEO)	≥ 20	有两个及以上的卫星系统,每个卫星系统仅有一个频点
单模多频	≥ 2	BDS	≥ 12	有一个卫星系统的两个及以上的信号频点
多模多频	≥ 4	BDS+(GPS/GLONASS/GALILEO)	≥ 20	有两个及以上卫星系统,每个卫星系统有两个及以上信号频点
全星座多频	≥ 8	BDS+GPS+GLONASS+GALILEO	≥ 36	所有卫星系统,每个卫星系统有所有信号频点

4.6.3 捕获灵敏度

在卫星截止高度角大于 5 °条件下,接收机捕获灵敏度要求见表 3。

表 3 接收机捕获灵敏度

GNSS 系统	信号类型	信号类型捕获灵敏度 dBm	系统捕获灵敏度 dBm
BDS	B1I	≤ -133.0	≤ -133.0
	B1C	≤ -133.0	
	B2I	≤ -133.0	
	B2a	≤ -133.0	
	B3I	≤ -133.0	
GPS	L1C/A	≤ -128.5	≤ -127.0
	L1C	≤ -127.0	
	L2C	≤ -128.5	
	L2P(Y)	≤ -131.5	
	L5I	≤ -127.0	
	L5Q	≤ -127.0	
GLONASS	G1	≤ -128.5	≤ -128.5
	G2	≤ -128.5	
GALILEO	E1	≤ -127.0	≤ -125.0
	E5a	≤ -125.0	
	E5b	≤ -125.0	

4.6.4 跟踪灵敏度

在卫星截止高度角大于 5°条件下,接收机跟踪灵敏度要求见表 4。

表 4 接收机跟踪灵敏度

GNSS 系统	信号类型	信号类型捕获灵敏度 dBm	系统捕获灵敏度 dBm
BDS	B1I	≤ -136.0	≤ -136.0
	B1C	≤ -136.0	
	B2I	≤ -136.0	
	B2a	≤ -136.0	
	B3I	≤ -136.0	
GPS	L1C/A	≤ -131.5	≤ -130.0
	L1C	≤ -130.0	
	L2C	≤ -134.5	
	L2P(Y)	≤ -131.5	
	L5I	≤ -130.0	
	L5Q	≤ -130.0	
GLONASS	G1	≤ -131.5	≤ -131.5
	G2	≤ -131.5	
GALILEO	E1	≤ -130.0	≤ -128.0
	E5a	≤ -128.0	
	E5b	≤ -128.0	

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 -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,所需时间不应超过 120 s。

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 -128 dBm 时,接收机在概略位置、概略时间及历书已知,星历未知的状态下开机,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,所需时间不应超过 60 s。

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 -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 100 m 的定位数据,所需时间不应超过 20 s。

4.7.4 RTK 初始化时间

在不大于 8 km 的基线上,接收机的 RTK 初始化时间不应超过 20 s。

4.8 内部噪声水平

接收机内部噪声水平不应大于 1 mm。

4.9 测量精度

测量精度要求如下：

- a) 接收机单点定位水平标称测量精度应优于 5 m (RMS)，垂直标称测量精度应优于 10 m (RMS)。
- b) 接收机标称测量精度 σ 按式(1)计算：

$$\sigma = a + b \times D \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- σ ——接收机基线标称测量精度，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。

- c) 接收机静态基线和 RTK 标称测量精度要求如下：
 - 1) 静态基线测量水平精度应优于 $(5 + 0.5 \times D)$ mm，垂直精度应优于 $(10 + 0.5 \times D)$ mm；
 - 2) RTK 测量水平精度应优于 $(20 + 1.0 \times D)$ mm，垂直精度应优于 $(30 + 1.0 \times D)$ 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 1/2 固定误差。

4.11 1PPS 稳定度

接收机 1PPS 上升沿下降沿可设置，脉宽可调，稳定度应优于 50 ns(RMS)。

4.12 数据处理软件

数据处理软件要求如下：

- a) 软件应正常安装和卸载。
- b) 软件应包括下列功能：
 - 1) 数据传输；
 - 2) RINEX 格式转换；
 - 3) 卫星可用性分析；
 - 4) 参数设置。

4.13 环境适应性

4.13.1 温度

温度要求如下：

- a) 工作温度范围：-25 ℃ ~ 50 ℃；
- b) 贮存温度范围：-40 ℃ ~ 70 ℃。

4.13.2 湿热

接收机在温度为 40 ℃，相对湿度为 93%的环境下应正常工作。

4.13.3 振动

接收机在表 5、表 6 的条件下,应正常工作,保持结构完好。

表 5 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 6 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	1	10~200
	0.3	200~2 000

4.13.4 防水、防尘

接收机不应低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP55 外壳防护等级要求。

4.14 安全防护

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) 接口应有防静电功能;
- c) 应有过流、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 7。

表 7 接收机电磁兼容性要求

振动模式	加速度谱密度 m ² /s ³	频率范围 Hz
1	辐射骚扰场强	按 GB/T 9254—2008 中等级 B 级信息设备(ITE)规定的极限要求和 6.2.1 GHz 以上的限值要求,如果受试设备(EUT)内部源的最高频率高于 1 GHz,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(μV/m),峰值为 74 dB(μV/m)
2	射频电磁场辐射抗扰度	按 GB/T 17626.3—2016 中等级 3 规定的要求,在 80 MHz~1 000 MHz 频率范围内,试验场强为 10 V/m 环境下

4.16 可靠性

接收机的平均无故障间隔时间(MTBF)最低可接受值应为 3 000 h。

5 检验方法

5.1 通则

检验通则要求如下：

- a) 检验应在卫星星座 PDOP ≤ 4 的情况下进行；
- b) 数据处理应采用接收机供应商提供的基线数据处理软件；
- c) 应采用室内卫星信号模拟器和室外实际卫星信号两种检验环境。

5.2 检验场地和检验设备

检验场地和检验设备要求如下：

- a) 检验场地应选择在地质构造坚固稳定、利于长期保存、交通便利的地方建设；
- b) 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，远离水面的地方；
- c) 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 1/3；
- d) 检验场地的点位测定精度应优于被检验设备精度指标 1/3；
- e) 检验设备如卫星信号模拟源、信号转发器等应定期检验合格，并在有效期内。

5.3 结构与外观

结构与外观检验方法如下：

- a) 目测接收机的结构是否完备；
- b) 目测接收机各连接部件的连接是否稳定可靠；
- c) 目测接收机表面是否有划痕、裂缝和变形；
- d) 实际操作检查接收机外壳是否具有一定的刚度和强度；
- e) 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

电气检验方法如下：

- a) 实际操作检查接收机是否具有通电自检测功能；
- b) 实际操作接收机是否支持外接电源接入；
- c) 接收机进行静态测量直至内置电池耗尽，记录其连续工作时间；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；
- d) 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；
- e) 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 20 min，检查接收机是否能正常定位。

5.5 设置及显示

设置及显示检验方法如下：

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

接口与输出检验方法如下：

- a) 目测用于参考站的接收机是否具有以太网接口、串行接口、1PPS 接口等；
- b) 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；
- c) 实际操作检查接收机在 RTK 工作模式下的位置更新率不低于 1 Hz。

5.7 数据存储

数据存储检验方法如下：

- a) 将接收机的采样间隔设置为 1 s, 卫星截止高度角设定为 10° , 进行静态测量, 观测 1 h。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。
- b) 在接收机正常进行静态测量时切断供电, 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

单北斗系统工作能力检验方法如下：

- a) 具备 RTK 功能接收机, 使用实际卫星信号或卫星信号模拟器进行 RTK 检验, 数据链路仅播发北斗数据, RTK 测量精度应满足 5.11.3 的要求；
- b) 不具备 RTK 功能接收机, 使用卫星信号模拟器, 播发北斗卫星导航信号, 进行单点定位检验, 定位精度应满足 5.11.1 的要求。

5.8.2 卫星跟踪能力

使用卫星信号模拟器检验, 设置模拟信号输出功率电平为 -128 dBm, 通过接收机连接软件查看接收机收到卫星信号频点及观测值类型, 观察并记录接收机的跟踪卫星个数。

5.8.3 捕获灵敏度

使用卫星信号模拟器检验, 设置模拟器仿真速度不高于 2 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 4.6.3 要求的电平值, 可从其声明的捕获灵敏度量值低 2 dB 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, 检验接收机能否在 300 s 内捕获信号, 并以 1 Hz 的更新率连续 10 次输出三维定位偏差小于 100 m 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。

5.8.4 跟踪灵敏度

使用卫星信号模拟器检验, 设置模拟器仿真速度不高于 2 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。在模拟器输出信号的每个电平值下, 检验接收机能否在 300 s 内连续以 1 Hz 的更新率连续 10 次输出三维定位误差小于 100 m 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 冷启动首次定位时间

使用卫星信号模拟器进行检验, 设置模拟器仿真速度不高于 2 m/s 的直线运动用户轨迹, 输出功率

电平为-128 dBm。使接收机在下述任一种状态下开机：

- a) 为接收机初始化一个距实际检验位置不少于 1 000 km 但不超过 10 000 km 的伪位置,或删除当前历书数据；
- b) 7 d 以上不加电。

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 次输出三维定位误差不超过 100 m 的定位数据的时刻,计算从开机至上述 10 个输出时刻中第 1 个时刻的时间间隔。

5.9.2 温启动首次定位时间

使用卫星信号模拟器进行检验,设置模拟器仿真速度不高于 2 m/s 的直线运行用户轨迹,输出功率电平为-128 dBm。使接收机在下述任一种状态下开机：

- 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 4 h。

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 次输出三维定位误差不超过 100 m 的定位数据的时刻,计算从开机至上述 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

使用卫星信号模拟器进行检验,设置模拟器仿真速度不高于 2 m/s 的直线运行用户轨迹,输出功率电平为-128 dBm。在接收机正常定位状态下,短时断电和卫星信号 60 s 后,接收机重新开机,恢复卫星信号。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 次输出三维定位误差不超过 100 m 的定位数据的时刻,计算从接收机从卫星信号恢复至上述 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

初始化时间可使用卫星信号模拟器或实际信号进行检验,方法如下：

- a) 使用卫星信号模拟器检验时,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固定解的时间。
- b) 使用实际信号检验时,应选择检验场地内长度不大于 8 km 的基线,在接收机成功单点定位后,接收基准站差分数据,记录从收到差分数据到获得固定解的时间。

5.10 内部噪声水平

内部噪声水平检验方法如下：

- a) 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 30 min,通过数据处理软件解算的基线分量和长度不应大于 1 mm。亦可采用信号转发器。
- b) 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 30 min,通过基线处理软件解算的基线分量和长度不应大于 1 mm。

5.11 测量精度

5.11.1 单点定位精度

将接收机安置在已知的观测点上,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 30 s,连续记录数据不少于 100 个,按式(2)、式(3)计算单点定位精度应优于接收机单点定位标称测量精度:

$$\sigma_h = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (N_i^2 + E_i^2)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i^2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

σ_h ——单点定位水平精度,单位为米(m);

n ——获得的单点定位坐标个数;

i ——获得的单点定位序列号;

N_i ——被测设备第 i 个定位结果在已知观测点上的站心地平坐标系下北坐标,单位为米(m);

E_i ——被测设备第 i 个定位结果在已知观测点上的站心地平坐标系下东坐标,单位为米(m);

σ_v ——单点定位水平、垂直精度,单位为米(m);

U_i ——被测设备第 i 个定位结果在已知观测点上的站心地平坐标系下高坐标,单位为米(m)。

5.11.2 静态基线测量精度

将接收机安置在已知点位上,基线长度 8 km~50 km,观测四个时段,每个时段的观测时间不应少于 30 min,设置卫星截止高度角不大于 15°,采样间隔不大于 15 s,按式(4)、式(5)计算的静态基线测量精度应优于接收机静态基线的标称测量精度:

$$\sigma_{hs} = \sqrt{\frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 [(N'_j)^2 + (E'_j)^2 - (N'_0)^2 - (E'_0)^2]^2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\sigma_{vs} = \sqrt{\frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 (U'_j - U'_0)^2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

σ_{hs} ——静态基线测量水平精度,单位为毫米(mm);

j ——静态基线时段号;

N'_j ——第 j 时段基线终点在以基线起始点为原点的站心地平坐标系下北坐标,单位为毫米(mm);

E'_j ——第 j 时段基线终点在以基线起始点为原点的站心地平坐标系下东坐标,单位为毫米(mm);

N'_0 ——已知的基线终点在以基线起始点为原点的站心地平坐标系下北坐标,单位为毫米(mm);

E'_0 ——已知的基线终点在以基线起始点为原点的站心地平坐标系下东坐标,单位为毫米(mm);

σ_{vs} ——静态基线测量垂直精度,单位为毫米(mm);

U'_j ——第 j 时段基线终点在以基线起始点为原点的站心地平坐标系下高坐标,单位为毫米(mm);

U'_0 ——已知的基线终点在以基线起始点为原点的站心地平坐标系下高坐标,单位为毫米(mm)。

5.11.3 RTK 测量精度

在选取不大于 8 km 的已知基线进行检验。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,相邻两组之间采集时如果不更换点位,应重新开机进行初始化后进行采集。按式(6)、式(7)计算的 RTK 测量精度应优于接收机 RTK 标称测量精度:

$$\sigma_{hr} = \sqrt{\frac{1}{n''} \sum_{k=1}^{n''} [(N''_k)^2 + (E''_k)^2 - (N''_0)^2 - (E''_0)^2]^2} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\sigma_{vr} = \sqrt{\frac{1}{n''} \sum_{k=1}^{n''} (U''_k - U''_0)^2} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- σ_{hr} ——RTK 测量水平精度,单位为毫米(mm)；
- n'' ——获得的 RTK 定位坐标个数；
- k ——获得的 RTK 定位序列号；
- N''_k ——被测设备第 k 个定位结果在已知基准站站心地平坐标系下北坐标,单位为毫米(mm)；
- E''_k ——被测设备第 k 个定位结果在已知基准站站心地平坐标系下东坐标,单位为毫米(mm)；
- N''_0 ——已知的流动站点位在基准站站心地平坐标系下北坐标,单位为毫米(mm)；
- E''_0 ——已知的流动站点位在基准站站心地平坐标系下东坐标,单位为毫米(mm)；
- σ_{vr} ——RTK 测量垂直精度,单位为毫米(mm)；
- U''_k ——被测设备第 k 个定位结果在已知基准站站心地平坐标系下高坐标,单位为毫米(mm)；
- U''_0 ——已知的流动站点位在基准站站心地平坐标系下高坐标,单位为毫米(mm)。

5.12 天线相位中心一致性

在超短基线(6 m~24 m)上将接收机正确安置,设置接收机卫星截止高度角不大于 15°,采样间隔不大于 15 s,天线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不应少于 30 min。分别求出各时段基线向量,其最大值与最小值之差的 1/2 作为检验结果。

5.13 1PPS 稳定度

1PPS 稳定度检验方法如下：

- a) 采用卫星信号模拟器检验时按图 1 连接检验设备,原子钟为卫星信号模拟器提供 10 MHz 频标信号,卫星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 1 000 个时间间隔值;利用时间间隔记录器统计卫星信号模拟器和接收机输出的每一个 1PPS 上升沿差值,求差值的标准偏差。

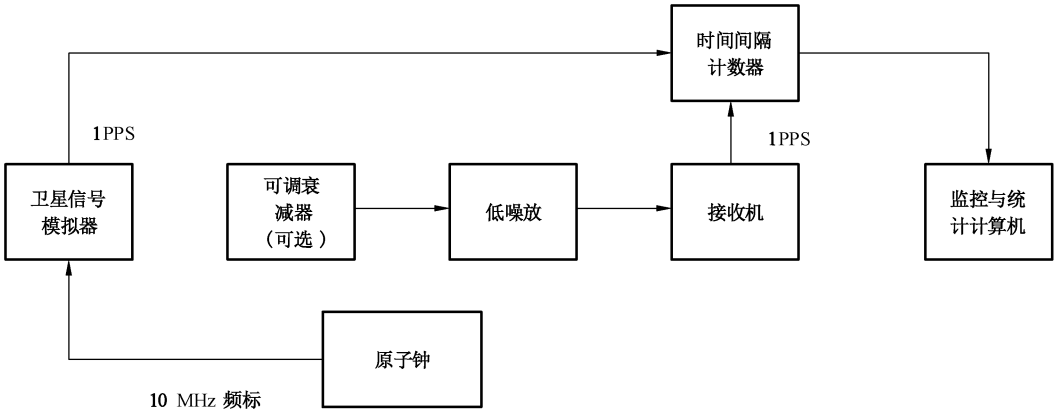


图 1 1PPS 稳定度卫星信号模拟器检验连接图

- b) 采用实际信号检验时按图 2 连接检验设备,原子钟输出 10 MHz 至时间间隔计数器,接收机输出 1PPS 至时间间隔计数器,获得不少于 1 000 个时间间隔值。利用时间间隔记录器统计接收机输出的 1PPS 上升沿差值,求其差值的标准偏差。



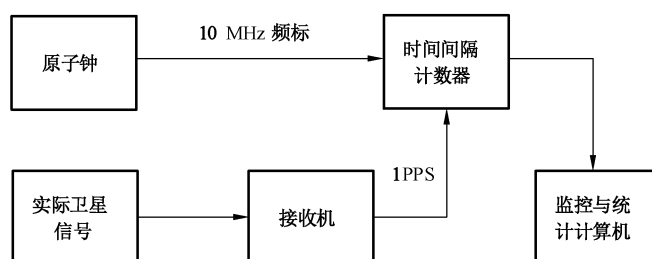


图2 1PPS 稳定度实际信号检验连接图

5.14 数据处理软件

5.14.1 软件安装与卸载

按照软件说明进行软件安装。安装完毕后运行软件，至少进行一次软件运行使用；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、参数设置、卫星可用性分析功能顺序进行逐项操作检查。必备功能检查通过后，对软件说明书声称的其他功能进行逐项操作检查。

5.15 环境适应性

5.15.1 工作温度

在温度为 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温环境下进行内部噪声水平检验。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 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，待温度平衡后连续观测16 h 静态数据。采用数据处理软件解算的基线分量和长度均不大于1 mm 时，判定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 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 进行工作高温检验。

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 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，待温度平衡后保持16 h。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检验，连续观测30 min，采用数据处理软件解算的基线分量和长度均不大于1 mm 时，判定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 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 进行贮存高温检验。

5.15.3 湿热

在温度为 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 相对湿度为93%的湿热环境下进行内部噪声水平检验。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 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 相对湿度设定为93%，待温度和相对湿度平衡后连续观测12 h。采用基线数据处理软件解算的基线分量和长度若均不大于1 mm 时，判定接收机在该湿热环境下工作正常。

5.15.4 振动

将接收机置于振动检验台，按照表5、表6的振动环境参数进行正弦振动不少于一个循环，平稳随机振动不少于30 min。振动后检查接收机是否能正常工作，目测外观结构是否完好。

5.15.5 防尘

按照 GB/T 4208—2017 中 13.4 的规定进行。

5.15.6 防水

按照 GB/T 4208—2017 中 14.2.5 的规定进行。

5.16 安全防护

安全防护检验方法如下：

- a) 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；
- b) 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 1 min 后，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/T 9254—2008 中 10.6 规定的方法进行。

5.17.2 射频电磁场辐射抗扰度

按 GB/T 17626.3—2016 中第 8 章规定的方法进行，检验过程中查看接收机 RTK 能否正常工作。

5.18 可靠性

可靠性检验方法如下：

- a) 试验方案要求如下：
 - 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 2) 和 3) 描述的试验方案协商确定；
 - 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 中定时(定数)截尾试验方案；
 - 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 中截尾序贯试验方案。
- b) 受试样本数量要求：
 - 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；
 - 2) 最佳受试样本的数量推荐如表 8 所示。

表 8 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

- c) 失效判决：失效判决准则按照 GB/T 5080.1—2012 中 7.2 规定执行。

6 质量评定程序

6.1 检验分类

本标准规定的检验分类如下：

- a) 鉴定检验；
- b) 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 9。根据具体情况,生产方和使用方可协商裁减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		
			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 a)	5.11.1
10	静态基线测量精度	●	—	●	●	4.9 b)	5.11.2
11	RTK 测量精度	●	—	●	●	4.9 c)	5.11.3
12	天线相位中心一致性	●	—	●	●	4.10	5.12
13	1PPS 稳定度	●	—	●	●	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
20	使用说明书	●	—	●	—	8	8
注：“●”表示必检项目，“—”表示可不检项目。							



6.3 鉴定检验

6.3.1 概述

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。

6.3.2 样品数量

检验样品从鉴定批中随机抽取 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要求时,判定鉴定检验合格。

若发现某个检验项目不符合本标准要求时,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标准要求时,判定为鉴定检验合格;若继续检验仍有某个项目不符合本标准要求时,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

本标准规定的质量一致性检验分类如下：

- a) 逐批检验；
- b) 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—2012 中 6.1 和 6.2 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,参见附录 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。

6.4.4.2 检验分类



根据检查的对象,本标准规定的逐批检验分类如下：

- a) 全数检验；
- b) 抽样检验。

6.4.4.3 全数检验

全数检验方法如下：

- a) 抽样方案：对生产方提交检验批的产品百分之百进行检验。
- b) 合格判据：根据检验结果对全数检验做出如下判定：
 - 1) 当发现 A 类不合格时，应判定该批产品全数检验不合格；
 - 2) 当发现 B 类、C 类不合格项小于或等于规定值，判定该批产品全数检验合格，否则不合格。
- c) 样品处理：经全数检验合格的批中，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，可作为全数检验合格产品交付。

6.4.4.4 抽样检验

抽样检验方法如下：

- a) 抽样方案：从全数检验合格批中，随机抽取样本。除非另有规定，抽样方案按照 GB/T 2828.1—2012 中规定的一般检验水平 II，正常检验一次抽样方案，其接收质量限(AQL)规定为：
 - 1) A 类不合格品：AQL 为 0.65；
 - 2) B 类不合格品：AQL 为 6.5；
 - 3) C 类不合格品：AQL 为 15。
- b) 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，则判定抽样检验合格，否则判定抽样检验不合格。
- c) 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，应判定抽样检验合格；若重新检验不合格，应判定抽样检验不合格。
- d) 样品处理：经抽样检验合格的批次中，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，可作为抽样检验合格产品交付。

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：

- 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的提交批；
- c) 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 中规定的一般检验水平 III，正常检验一次抽样方案进行，不合格质量水平(RQL)和判定数组见表 10。

表 10 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	$A_e=0, R_e=1$
B 类	6.5	65	$A_e=1, R_e=2$
C 类	6.5	80	$A_e=2, R_e=3$
注：A _e ——合格判定数；R _e ——不合格判定数。			

6.4.5.3 合格判据

合格判据要求如下：

- a) 检验的不合格产品数，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。
- b) 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

标志要求如下：

- a) 产品标志应符合 GB/T 191 和 GB/T 6388 的规定；
- b) 产品上应有产品型号及名称标志；
- c) 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；
- d) 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

包装要求如下：

- a) 产品包装应符合 GB/T 13384 的规定；
- b) 包装件应承受 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) 包装箱内应有装箱单、合格证、使用说明书、保修单等。

7.3 运输

产品经包装后，可采用任何交通工具。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

贮存要求如下：

- a) 包装后的设备应在环境温度为一15℃～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中贮存；

- b) 若无其他规定,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

使用说明(书)应符合 GB/T 9969 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;
- d) 保养、故障判断及修理;
- e) 安全注意事项;
- f) 其他。



附 录 A
(资料性附录)
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		√	

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
6	信号接收性能	不支持单北斗工作模式	√		
		卫星数频点不达标	√		
		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	测量精度	单点定位精度不达标		√	
		静态基线测量精度不达标	√		
		RTK 测量精度不达标	√		
10	天线相位中心一致性	不达标	√		
11	1PPS 稳定度	不达标		√	
12	数据处理软件	软件安装与卸载不达标			√
		软件必备功能不达标		√	
13	环境适应性	工作温度不达标	√		
		储存温度不达标	√		
		湿热不达标		√	
		振动不达标		√	
		防尘不达标		√	
		防水不达标		√	
14	安全防护	不达标		√	
15	电磁兼容防护	不达标		√	
16	可靠性	不达标	√		
注 1：按产品质量特性及与本标准的重要程度要求分为 A 类、B 类、C 类三种不合格判定。					
注 2：A 类：最重要要求，B 类：重要要求，C 类：次要要求。					

