

CH

中华人民共和国测绘行业标准

CH/T 34—141

海洋厘米级导航定位接收机通用规范

General specification for marine GNSS receiver with centimeter-level accuracy

(报批稿)

(请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言	2
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语、定义和缩略语	4
3.1 术语和定义	4
3.2 缩略语	4
4 产品要求	4
4.1 一般要求	4
4.2 基本功能	5
4.3 基本性能	5
4.4 环境适应性	7
4.5 电磁兼容性	8
4.6 可靠性	8
5 产品测试	8
5.1 设备测试	8
5.2 场地测试	8
5.3 基本功能测试	9
5.4 基本性能测试	9
5.5 环境适应性测试	10
5.6 电磁兼容性测试	11
5.7 可靠性测试	11
6 产品检验	11
附录 A（资料性） 定位精度的数据处理方法	12

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国地理信息标准化技术委员会测绘分技术委员会（SAC/TC 230/SC2）归口。

本文件起草单位：国家海洋局南海调查技术中心、中海北斗（深圳）导航技术有限公司、广东省测绘产品质量监督检验中心、广州三海海洋工程勘察设计院有限公司、中海油能源发展股份有限公司采油服务分公司、国家石油天然气管网集团有限公司。

本文件主要起草人：钱立兵、王建、江林、王志良、钟少忠、刘野、杨宝龙、王坤石、方杰、于景华、吴盛、杨子江、文政兵、李牧、李鹏。

海洋厘米级导航定位接收机通用规范

1 范围

本文件规定了基于星基增强的海洋厘米级导航定位接收机的产品要求、产品测试和产品检验等内容。

本文件适用于基于星基增强的海洋厘米级导航定位接收机的研制、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 2423.1-2008 电子电工产品环境试验 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 2423.3-2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.5-2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击

GB/T 2423.7-2018 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ec：粗率操作造成的冲击（主要用于设备型样品）

GB/T 2423.10-2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）

GB/T 2423.17-2024 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾

GB/T 2423.38-2021 环境试验 第2部分：试验方法 试验R：水试验方法和导则

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

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/T 17626.3-2023 电磁兼容 试验和测量技术 第3部分：射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 9254.1-2021 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第1部分：发射要求

GB/T 39267 北斗卫星导航术语

BD 410004 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 420011-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）定位设备通用规范

BD 420009-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）测量型接收机通用规范

国际电工委员会，IEC 61108-5:2020《海上导航与无线电通信设备及系统 全球卫星导航系统（GNSS）第5部分：北斗卫星导航（BDS）-接收设备-性能要求、测试方法与要求的测试结果》

国际海事组织海上安全委员会，IMO MSC.401(95)决议：多系统船载无线电导航接收机性能标准

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 39267界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

海洋厘米级导航定位接收机 **marine GNSS receiver with centimeter-level accuracy**
基于星基增强技术、适用于海洋的厘米级（平面定位）导航定位接收机。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CEP：圆概率误差（Circular Error Probable）

ENU：站心坐标系东北天方向（East、North、Up）

GNSS：全球卫星导航系统（Global Navigation Satellite System）

HDOP：水平精度因子（Horizontal Dilution of Percision）

IEC：国际电工委员会（International Electrotechnical Commission）

IMO：国际海事组织（International Maritime Organization）

MSC：海上安全委员会（IMO常设机构，Maritime Safety Committee）

PDOP：位置精度因子（Position Dilution of Percision）

PPP：精密单点定位（Precise Point Positioning）

RAIM：接收机自主完好性监测（Receiver Autonomous Integrity Monitoring）

SPP：标准单点定位（Standard Point Positioning）

4 产品要求

4.1 一般要求

4.1.1 设备组成

基于星基增强的海洋厘米级导航定位接收机应包括下列功能单元：

- a) 卫星天线；
- b) 定位单元；
- c) 通信单元；
- d) 信息存储、处理与传输单元；
- e) 输入/输出接口；
- f) 显示单元；

g) 电源接口。

4.1.2 外观结构

接收机外观结构应满足以下要求：

- a) 各部件外表面应光洁，不应有凹痕、划伤、裂缝、变形等缺陷；
- b) 金属外壳表面应有防锈、防腐蚀涂层，金属零件不应有锈蚀；
- c) 具备方向按键、确认/取消按键、重启按键，各按键应操作灵活、无卡滞现象；
- d) 各类接口应做防腐蚀处理，外形干净整洁，无异物覆盖或堵塞；
- e) 显示单元界面字迹清晰，可视角度大于 120° ，应采用自主发光单元，确保光线不足条件下显示正常；
- f) 有螺丝固定孔等固定方式。

4.2 基本功能

4.2.1 导航定位

设备应具备在海洋环境下进行厘米级精度卫星定位的功能，必备功能要求如下：

- a) 支持北斗单一卫星导航系统定位，可兼容 GPS、GLONASS 和 Galileo 等卫星定位系统；
- b) 设备应支持接收差分数据，支持 PPP 高精度定位算法；
- c) 设备应能提供实时的日期、时间、经度、纬度、高度、速度和方向等定位信息，定位数据的输出格式应符合 BD 410004 的要求；
- d) 设备应支持 1pps 时间秒脉冲信号输出，具备授时功能。

4.2.2 通信

设备应具有卫星通信功能，用于接收经通信卫星或地面基准站广播的差分数据，并于产品说明书或者技术规格书中予以明确。

4.3 基本性能

4.3.1 导航定位性能

设备导航定位性能在 CEP95 条件下应满足：

- a) PPP 静态定位精度优于 8cm，垂直定位精度优于 10cm；
- b) PPP 动态定位精度优于 10cm，垂直定位精度优于 15cm；
- c) 设备测速精度应优于 0.1m/s，定位数据输出频率应大于 1Hz；

按表1执行。

表 1 导航定位精度

单位为厘米

定位类型	水平定位精度（CEP95）	垂直定位精度（CEP95）
------	---------------	---------------

PPP 静态定位	≤ 8	≤ 10
PPP 动态定位	≤ 10	≤ 15

注：设备测速精度应优于 0.1m/s，定位数据输出频率应大于 1Hz。

4.3.2 导航定位时间

设备导航定位时间应满足：

- a) 设备冷启动首次定位时间不大于 60s；
- b) 设备热启动首次定位时间不大于 30s；
- c) 重捕获时间不大于 5s；
- d) 收敛时间不大于 15min。

按表 2 执行。

表 2 导航定位时间

工作模式	时间要求	备注
冷启动首次定位	$\leq 60s$	设备在概略位置、概略时间、星历和历书未知的状态下开机，到首次能够连续输出满足表 1 中 SPP 静态定位和 SPP 动态定位性能的定位数据。
热启动首次定位	$\leq 30s$	设备在概略位置、概略时间、星历和历书已知的状态下开机，到首次能够连续输出满足表 1 中 SPP 静态定位和 SPP 动态定位性能的定位数据。
重捕获	$\leq 5s$	设备在正常工作状态下，GNSS 卫星信号中断 30s，从信号恢复到首次能够连续输出满足表 1 中 SPP 静态定位和 SPP 动态定位性能的定位数据。
收敛时间	$\leq 15min$	设备首次定位成功后，到首次能够连续输出满足表 1 中 PPP 静态定位和 PPP 动态定位性能的定位数据。

4.3.3 信号接收能力

- a) 接收单 BDS 信号工作能力

接收机应具备仅接收 BDS 公开服务信号实现高精度测量的能力；支持 BDS、GPS、GLONASS 和 Galileo 联合定位工作能力。

- b) 通道数与跟踪能力

接收机通道数与跟踪能力的要求按 BD 420009-2015 中 4.6.2 的规定，按表 3 执行。

表 3 接收机通道数与跟踪能力

接收机类别	品点数	最小系统组成	通道数
单模多频	≥ 2	BDS	≥ 24

多模多频	≥ 4	BDS、GPS、GLONASS 和 Galileo	≥ 48
------	----------	---------------------------	-----------

c) 灵敏度

应符合 IEC 61108-5: 2020 中 4.1 关于捕获灵敏度、重捕获灵敏度、跟踪灵敏度的要求。

4.3.4 告警信息

应符合 IMO MSC.401(95) 决议中 2.3 关于 RAIM 的要求。

4.4 环境适应性

4.4.1 温度

设备正常工作温度范围和存储温度要求，按表 4 执行。

表 4 温度要求

环境条件	温度要求
工作温度	$-40^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$
存储温度	$-55^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$

4.4.2 湿热

设备应能在温度为 65°C ，相对湿度为 $93 \pm 3\%$ 以内的环境下正常工作。

4.4.3 振动

设备在表 5 振动条件时，应能正常工作，保持结构完好。

表 5 振动条件表

扫频范围	扫频速度	扫频时间	扫频方向	振幅	加速度
5Hz~300Hz	1 oct/min	每个方向 8h	X、Y、Z 三方向	5Hz~25Hz 时 10mm(峰值)	25Hz~300Hz 时 30m/s ²

注：X、Y、Z 三方向为振动测试设备互相垂直方向的三方向，X 轴是指机械振动中的水平方向，Y 轴是指机械振动中的垂直方向，Z 轴是指机械振动中的竖直方向。

4.4.4 冲击

设备在表 6 冲击条件时，应能正常工作，保持结构完好。

表 6 冲击条件表

次数	峰值加速度	脉冲持续时间	方向
X、Y、Z 每个方向各 3 次	490m/s ²	11ms	X、Y、Z 三方向

注：X、Y、Z 三方向为冲击测试设备互相垂直方向的三方向，同表 5 注。

4.4.5 跌落

设备在无外包装情况下 1.0m 高自由落地至水泥地面，设备加电后应能正常工作，结构完好。测试内容参考 2423.7-2018 中关于手持型产品的自由落体测试建议，并根据导航定位接收机实际情况明确。

注：跌落高度选择参考 2423.7-2018 中 5.2.3 章节设定的优选值。

4.4.6 外壳防护等级

设备的外壳防护等级应至少符合 GB/T 4208 中 IP66 的要求。

4.4.7 盐雾

设备的金属部件应满足 1500h 的盐雾条件下的无功能性损害测试。

4.5 电磁兼容性

4.5.1 辐射骚扰

辐射骚扰应按照 GB/T 9254.1-2021 等级 B 中 ITE 所规定的极限要求和 6.2 章节 1GHz 以上的限值要求。

4.5.2 辐射抗扰度

辐射抗扰度应按照 BD 420009-2015 中 4.15 的规定，按 GB/T 17626.3-2023 等级 3 所规定的要求。

4.6 可靠性

设备的平均故障间隔时间应大于 3000h。

5 产品测试

5.1 设备测试

设备测试应满足以下要求：

- a) 在测试中根据需要使用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 $\leq$ 4 或 PDOP $\leq$ 6）的卫星信号；
- b) 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，其性能应满足测试指标的要求；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。

5.2 场地测试

场地测试应满足以下要求：

- a) 场地测试应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；

- b) 卫星导航天线测试高度应高于地面 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；
- c) 位置已知的标准点，位置精度在 ENU 方向均应优于 0.01m。

5.3 基本功能测试

5.3.1 导航定位

在正常接收卫星信号的环境下，并接收差分数据进行高精度定位计算的情况下，根据被测设备的说明书，将被测设备的输出接口接入计算机，通过厂家提供的软件或第三方软件读取被测设备的输出信息，应符合 4.2.1 的要求。

5.3.2 通信

根据被测设备的说明书，检查被测设备所使用的通信功能单元是否符合 4.2.2 的规定。

5.4 基本性能测试

5.4.1 导航定位性能测试

设备定位性能要求如下：

- a) 静态定位：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，并接收 PPP 差分数据进行高精度定位计算，连续测试 24h，以 1Hz 更新率将获取的定位数据与标准点坐标进行比较，参照附录 A 的方法计算定位精度，应满足 4.3.1 的要求；
- b) 动态定位：使用具有 RTK 测量功能的 1 台基准站和 2 台流动站共同对被测设备进行动态测试。基准站与流动站距离不超过 5km，且基准站输入的天线坐标真值应与被测设备所使用的 PPP 差分数据使用相同的坐标参考框架。将被测试设备天线和两个流动站天线安装在运动载体上，测试设备天线应在两个流动站天线的基线连线中心点，两个流动站天线的相位中心相距不超过 0.5m，测试设备接收星基增强数据进行高精度定位计算，载体以不小于 40km/h 的速度按规定路线运动，在运动全过程中以 1Hz 更新率采集被测设备输出的位置坐标，并与流动站两个天线提供的 RTK 标准点的在同一时刻的平均值坐标相比较，参照附录 A 的方法计算定位精度，应满足 4.3.1 的要求；
- c) 测速：用 GNSS 模拟器模拟卫星导航信号和不同动态的载体运动轨迹，输出射频仿真信号，被测设备接收信号后，输出速度数据，以 GNSS 模拟器仿真的速度为标准，计算速度误差及其分布。对不同动态的载体运动轨迹分别计算其测速精度，应满足 4.3.1 的要求。

5.4.2 导航定位时间测试

设备定位时间要求如下：

- a) 冷启动首次定位时间：用 GNSS 模拟器进行测试，设置 GNSS 模拟器仿真速度不低于 40km/h 的直线运动用户轨迹。使被测设备在初始化状态下启动，获得冷启动状态。记录输出连续定位数

据，找到首次连续 10 次输出定位误差满足 4.3.1 要求的定位数据的时刻，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 4.3.2 的要求；

- b) 热启动首次定位时间：用 GNSS 模拟器进行测试，设置 GNSS 模拟器仿真速度不低于 40km/h 的直线运动用户轨迹。在被测设备正常定位状态下，断电 60s 后，被测设备重新开启。记录输出连续定位数据，找到首次连续 10 次输出定位误差满足 4.3.1 要求的定位数据的时刻，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 4.3.2 的要求；
- c) 重捕获时间：用 GNSS 模拟器进行测试，设置 GNSS 模拟器仿真速度不低于 40km/h 的直线运动用户轨迹。在被测设备正常定位状态下，中断卫星信号 30s 后，恢复卫星信号。记录输出连续定位数据，找到首次连续 10 次输出定位误差满足 4.3.1 要求的定位数据的时刻，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 4.3.2 的要求；
- d) 收敛时间测试：按 BD 420009-2015 中 5.8.2 的测试方法进行。

5.4.3 灵敏度测试

设备灵敏度要求如下：

- a) 捕获灵敏度：用 GNSS 模拟器进行测试，设置 GNSS 模拟器仿真速度不低于 40km/h 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 1dB 步进增加。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 300s 内捕获导航信号，并能连续输出满足 4.3.1 的定位数据，记录该电平值，应满足 IEC 61108-5:2020 中关于 Accuracy（精度）的要求；
- b) 重捕获灵敏度：用 GNSS 模拟器进行测试，设置 GNSS 模拟器仿真速度不低于 40km/h 的直线运动用户轨迹。在 GNSS 模拟器输出信号的每个设置电平值下，被测设备正常定位后，控制 GNSS 模拟器中断卫星信号 30s 再恢复到该设定电平值，若被测设备能够在信号回复后 300s 内捕获导航信号，并能连续输出满足 4.3.1 的定位数据，记录该电平值，应满足 IEC 61108-5:2020 中关于 5.6.4 的要求；
- c) 跟踪灵敏度：用 GNSS 模拟器进行测试，设置 GNSS 模拟器仿真速度不低于 40km/h 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各通道信号电平以 1dB 步进降低。在 GNSS 模拟器输出信号的各电平值下，测试被测试设备能否在 300s 内并能连续输出满足 4.3.1 的定位数据，找出能够使测试设备满足该定位要求的最低电平值，应满足 IEC 61108-5:2020 中 5.6.4 的要求。

5.5 环境适应性测试

5.5.1 温度测试

高温试验按 GB/T 2423.2-2008 中 5.4 的规定进行，低温试验按 GB/T 2423.1-2008 中 5.4 的规定进行。试验中设备应符合本文件 4.4.1 的要求。

5.5.2 湿热测试

恒定湿热试验按 GB/T 2423.3-2016 中第 5 章的规定进行。试验中设备应符合本文件 4.4.2 的要求。

5.5.3 振动测试

振动试验按 GB/T 2423.10-2019 的规定进行。试验中设备应符合本文件 4.1 的要求。

5.5.4 冲击测试

冲击试验按 GB/T 2423.5-2019 的规定进行。试验中设备应符合本文件 4.1 的要求。

5.5.5 跌落测试

跌落试验按 GB/T 2423.7-2018 的规定进行。试验中设备应符合本文件 4.4.5 的要求。

5.5.6 外壳防护防水等级测试

外壳防护试验按 GB/T 2423.38-2021 中 6.2.2 的规定进行，应符合 GB/T 4208 中 IP66 的要求。试验结束后，设备内部不应进水。

5.5.7 盐雾测试

盐雾试验按 GB/T 2423.17-2024 中第二部分的规定进行，测试完成后，设备金属部件应无功能性损害。

5.6 电磁兼容性测试

5.6.1 辐射骚扰测试

按照 BD 420011-2015 中 5.8.1 的规定进行测试，应符合 4.5.1 的要求。

5.6.2 辐射抗扰度测试

按照 BD 420011-2015 中 5.8.5 的规定进行测试，应符合 4.5.2 的要求。

5.7 可靠性测试

按照 GB/T 5080.7-1986 中定时（定数）结尾试验方案进行测试，应符合 4.6 的要求。

6 产品检验

按照 BD 420011-2015 进行测试。

附录 A
(资料性)
定位精度的数据处理方法

A.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。

A.2 基于统计分布假设的数据处理方法

数据处理步骤如下：

- a) 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。
- b) 在下述处理过程中，应选用适当的统计判断准则（如 3σ 准则）剔除粗大误差数据。
- c) 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。
- d) 按公式（A-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：

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

式中：

ΔE_i 、 ΔN_i 、 ΔU_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（ $i=1, 2\cdots n$ ），单位为米（m）；

E_i 、 N_i 、 U_i ——第*i*次实时定位数据的E、N、U方向分量，单位为米（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，单位为米（m）。

- e) 按公式（A-2）计算站心坐标系下各方向的定位偏差（bias）：

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

$$\bar{\Delta}_H = \sqrt{\bar{\Delta}_N^2 + \bar{\Delta}_E^2}$$

式中：

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

$\bar{\Delta}_H$ ——水平定位距离偏差，单位为米（m）。

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

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

式中：

σ_E 、 σ_N 、 σ_U ——定位误差的标准差在E、N、U 方向的分量，单位为米（m）；

σ_H ——定位误差的标准差在水平方向的分量，单位为米（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），按公式（A-4）计算：

$$U_H = k\sigma_H = 2\sigma_H, P = 95\% \dots\dots\dots (A-4)$$

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（A-5）计算：

$$U_U = k\sigma_U = 2\sigma_U, P = 95\% \dots\dots\dots (A-5)$$

式中：

U_H ——置信概率95%的水平定位精密度，单位为米（m）；

U_U ——置信概率95%的垂直定位精密度，单位为米（m）；

h) 分别报告偏差（bias）和精密度（precision）

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

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

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

i) 计算定位精度（accuracy）：

水平定位精度： $M_H = \bar{\Delta}_N + U_H$ ；

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

A.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24h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。