

# 团 体 标 准

T/CAAMTB 184—2023

## 北斗高精度定位小型智能车 第三部分：整车性能检测方法及要求

The small autonomous vehicle with beidou high-precision positioning  
Part 3: Vehicle performance testing method and requirement

2023 - 12 - 29 发布

2024 - 01 - 01 实施



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 符号缩略语 ..... 1

5 检测环境条件 ..... 1

6 整车要求检测 ..... 1

7 部件要求检测 ..... 4

8 检验规则 ..... 5

附录 A（规范性） 外廓尺寸测量规定 ..... 7

附录 B（资料性） 定位精度的数据处理方法 ..... 9

## 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。

本文件由中国汽车工业协会标准法规工作委员会北斗应用专业委会提出。

本文件由中国汽车工业协会归口。

本文件起草单位：中国质量认证中心、广州华工机动车检测技术有限公司、深圳市未来智能网联交通系统产业创新中心、北京三快在线科技有限公司、新石器慧通（北京）科技有限公司、白犀牛智达（北京）科技有限公司、上海工程技术大学、襄阳达安汽车检测中心有限公司、北京四维图新科技股份有限公司、北京东方计量测试研究所、深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司、云创智行科技（苏州）有限公司、江苏扫地僧智能科技有限公司、北京京东乾石科技有限公司、中认车联网技术服务（深圳）有限公司、中电网通国测技术服务（河北）有限公司、中认百链（南京）科技有限公司、北京六分科技有限公司、中国电子科技集团公司第五十四研究所、深圳市坪山区政府投资建设项目评审中心、九识（苏州）智能科技有限公司。

本文件主要起草人：王璐洋、卢仲康、王晓萌、夏华夏、曾文达、严明、凌铭、高海龙、钟琦、薛仁魁、邵源、白云龙、陈硕、王梓晨、李文亮、尚伟、高翔、张博、杨宏伟、张金凤、王江东、胡静、赵贵权、于善虎、郎丹、杜轲、夏添、赖钜华、方硕、李雨濛、孙超、陶鑫、周运享、赵欣、李阳、刘建军、徐亮、郑恬静、叶鸣、孙寒杰、凌炎、李雨晴、王田、黄愉文、宋凯、李祖桥、陈伟侠、韩鹏、张子彦、李春晓。

# 北斗高精度定位小型智能车 第三部分：整车性能检测方法及要求

## 1 范围

本文件规定了北斗定位小型智能车的整车性能、北斗导航单元及信息安全的检测方法。

本文件适用于在固定区域或交通道路上行驶，无驾驶舱非载人，具备自动驾驶功能，最高设计速度不大于45 km/h，长度不大于3.5 m；宽度不大于1.5 m；高度不大于2.0 m，至少安装有支持北斗全球导航定位系统，具备环卫、配送、安防、零售等功能的小型智能车，其他小型智能车也可参照使用。

## 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 1589—2016 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限制  
GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP代码)  
GB 7258—2017 机动车运行安全技术条件  
GB 11554—2008 机动车和挂车用后雾灯配光性能  
GB 11564—2008 机动车回复反射器  
GB 15235—2007 汽车及挂车倒车灯配光性能  
GB 18384—2020 电动汽车安全要求  
GB 34660—2017 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法  
BD 420010—2015 北斗/全球卫星导航系统(GNSS)导航设备通用规范  
BD 420011—2015 北斗/全球卫星导航系统(GNSS)定位设备通用规范  
DB 4403/T 355—2023 智能网联汽车整车信息安全技术要求  
DB 4403/T 361—2023 智能网联汽车数据安全要求

## 3 术语和定义

GB 1589、GB 4785、BD 420010、BD 420011及DB4403/T 359.1界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 符号缩略语

下列缩略语适用于本文件。

GNSS——global navigation satellite system, 全球卫星导航系统；

HDOP——horizontal dilution of precision, 水平分量精度因子；

PDOP——position dilution of precision, 三维位置精度因子。

## 5 检测环境条件

检测环境应当满足如下条件：

- 天气良好且光照正常，水平能见度应当不低于 500 m；
- 环境温度：-10 ℃~50 ℃；
- 相对湿度(RH)应当不大于 95%（用户有特殊要求的除外）；
- 检测行驶性能时，风速应当不大于 3 m/s。

## 6 整车要求检测

### 6.1 外廓尺寸测量

外廓尺寸测量要求见附录A。

### 6.2 重量及载重测量

小型智能车放置在地面称重仪上，测量在空载和满载情况下的车辆重量。

### 6.3 车体外观检测

车辆外部凸出物及外部零件、镜面反光检测采用手感和直观检测法检测。

### 6.4 图形和文字标识检测

安全标志及最大设计车速标识等检测采用目测检测法检测。

### 6.5 温度、湿度检测

小型智能车应在以下条件下进行测试：

- 将小型智能车放置在 50℃检测温度的测试室中，待其温度达到设定值并稳定后，在该环境条件下，放置不少于 4 h，检查试验车是否正常工作；
- 将小型智能车放置在-10℃检测温度的测试室中，待其温度达到设定温度并稳定后，在该温度下，放置不少于 4 h，检查试验车是否正常工作；
- 将小型智能车放置在 95%相对湿度的测试室中，待其湿度达到设定值并稳定后，在该环境条件下，放置不少于 48 h，检查试验车是否正常工作。

### 6.6 最高车速检测

检测场景至少包含一条长直路段，开阔无遮挡。小型智能车在满载状态下，以无人驾驶模式直线行驶，在测速点前应当达到最高车速，在测速点通过精度为 $\pm 1$  km/h的电子测速仪进行车速测量，往返各进行两次，取平均值。

倒车最高车速采用相同方法检测。

### 6.7 侧倾检测

将小型智能车在满载情况下置于侧倾试验台上，轮胎处于直线行驶状态，车辆的纵向对称平面与试验台面转动中心线平行。实施驻车制动，安装防侧滑挡块及防侧翻安全设备。启动试验台，使车辆随试验台以适当的速度向左/右倾斜 $28^\circ$ 时停止，监测右/左侧所有轮胎是否脱离试验台面，试验向左/右各进行三次。

### 6.8 驻车制动检测

检测场景为长直上坡路段，坡度20%，轮胎与路面间的附着系数不小于0.7，开阔无遮挡。小型智能车在满载状态下，以正、反两个方向自动驶入上坡路段，并驻车停稳后观察5 min，然后下发指令继续通过坡道。观察驻车时被测车辆是否发生明显的溜车、打滑、侧移等情况，观察试验车是否能顺利启停、并保持在原车道内驶离坡道。

### 6.9 行车制动检测

测试路面应为平坦、硬实、清洁、干燥的混凝土或沥青路面，且轮胎与地面间的附着系数大于等于0.7，路面纵向坡度应小于1%，路拱坡度应小于2%，测试路面长度应不小于50 m。小型智能车在空载和满载情况下沿道路中线行驶，行驶至规定的速度时，紧急制动停车。记录制动初速度及从制动信号发出起至停止时，小型智能车驶过的距离，检测往返各进行两次，测试结果取平均值。

### 6.10 最小转弯半径检测

小型智能车以不大于10 km/h的车速行驶，转向轮转到极限位置并保持不变，车辆行驶一周，用钢卷尺测量外侧转向轮在地面上形成的轨迹圆半径，读取最大值；向左转和向右转各测量一次，取两个方向的测量值最大值作为试验结果。

### 6.11 爬坡能力检测

小型智能车在空载和满载情况下,且在平坦、硬实、清洁、干燥且轮胎与地面间的附着系数大于等于0.7,试验坡度应接近20%的沥青路面上从静止状态开始加速。

### 6.12 外摆值测量

小型智能车外摆值测量在空载情况下,按照GB 1589—2016附录B规定的方法测量。

### 6.13 涉水通行检测

小型智能车在空载情况下进入100 mm深的水池中,在无人驾驶模式下10 min之内以10 km/h $\pm$ 1 km/h的速度行驶至少500 m。若水池的长度小于500 m,可重复进行多次,累计涉水长度达到500 m。观察试验车是否可稳定安全通过涉水池且驶出时仍保持在原车道内。涉水完毕后对试验车进行绝缘电阻检测,按5.15检测。

### 6.14 防尘防水检测

防尘试验应在防尘箱中进行。密试验箱内的粉末循环泵可用能使滑石粉悬浮的其他方法代替。滑石粉应用金属方孔筛滤过。金属丝直径50  $\mu\text{m}$ ,筛孔尺寸为75  $\mu\text{m}$ 。滑石粉用量为每立方米试验箱容积2 kg,使用次数不得超过20次。

试验后,观察滑石粉沉积量及沉积地点,如果同其他灰尘一样,不足以影响设备的正常操作或安全,即认为试验合格。除非有关产品标准明确规定了特例,在可能沿爬电距离导致电痕化处不允许有灰尘沉积。

防水试验应在试验箱中进行,按GB/T 4208—2017第14.2.4条测试。

按规定方法试验后小型智能车不能丧失其正常行驶功能,各电器部件功能正常,箱体内存水迹。

### 6.15 电磁兼容性

整车电磁兼容的测试方法应当按照GB 34660—2017第5.4条测试。

### 6.16 绝缘电阻检测

绝缘电阻测量方法按照GB 18384—2020第6.2.1条测试。

### 6.17 车辆数据安全测试

#### 6.17.1 个人信息处理测试

审核评估人员按DB4403/T 361—2023附录C进行测试。

#### 6.17.2 重要数据处理测试

审核评估人员按DB4403/T 361—2023附录C进行测试。

#### 6.17.3 匿名化误检率测试

审核评估人员按DB4403/T 361—2023附录F进行测试。

### 6.18 车辆信息安全测试

#### 6.18.1 车辆外部连接安全测试

审核评估人员按DB4403/T 355—2023标准A.4车辆外部连接安全测试方法测试。

#### 6.18.2 车辆通信通道安全测试

审核评估人员按DB4403/T 355—2023标准A.5车辆通信安全测试方法测试。

#### 6.18.3 车辆软件升级安全测试

审核评估人员按DB4403/T 355—2023标准A.6车辆软件升级安全测试方法测试。

7 部件要求检测

7.1 照明与光信号装置检测

7.1.1 安装位置

按《北斗定位小型智能车 第一部分：技术要求》的5.1.2检验，满足安装规定。

7.1.2 几何可见度

7.1.2.1 按《北斗定位小型智能车 第一部分：技术要求》附录 B 进行检验,应满足每种灯的特殊规定,对于信号装置,允许有 $\pm 3^\circ$ 的偏差。

7.1.2.2 目视检验车辆灯具的配备、安装数量、光色、布局及类别应满足 GB 7258—2017 的每种灯的特殊规定。

7.1.2.3 前位灯、后位灯、制动灯、转向信号灯和危险警告信号的配光性能按 GB 17510—2008 测试。

7.1.2.4 倒车灯的配光性能按 GB 15235—2007 测试。

7.1.2.5 非三角形后回复反射器按 GB 11564—2008 测试。

7.1.2.6 后雾灯配光性能按 GB 11554—2008 测试。

7.2 轮胎检测

轮胎速度级别、规格、花纹、局部磨损、破裂等采用目测检测法检测；目测胎压不正常时，使用轮胎气压表测量相关参数。

7.3 车轮检测

车轮螺栓、螺母装饰罩，轮毂罩盖等突出物采用目测检测法检测。

7.4 北斗导航单元检测

7.4.1 标准测试信号和测试设备

在测试中根据需要使用实际的导航卫星信号或模拟测试信号。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（ $HDOP \leq 4$  或  $PDOP \leq 6$ ）的卫星信号。

所有测试用仪器、设备应有足够的测量范围、分辨力、准确度和稳定度，其性能应满足被测性能指标的要求；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。

7.4.2 定位精度

在GNSS接收机检定场中测试，测试条件静态、开阔空间保证可以接收到卫星信号（卫星数 $\geq 4$ ），天线安装在检定场的已知点位上，点位三维绝对精度优于0.01 m，连续测试24 h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。

7.4.3 测速精度

在 $HDOP \leq 4$ 或 $PDOP \leq 6$ 时，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。被测北斗导航单元接收射频仿真信号，按1 Hz的更新率输出速度数据，以模拟器仿真的速度作为标准，统计速度误差。

依次用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 min，各条轨迹的最大速度、最大加速度取值见表1。

表1 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 $m/s^2$ |
|----|---------|---------------|
| 1  | 4       | 1             |

| 序号 | 最大速度m/s | 最大加速度m/s <sup>2</sup> |
|----|---------|-----------------------|
| 2  | 8       | 2                     |
| 3  | 12.5    | 3.2                   |

对上述用户运动轨迹，分别计算其测速精度。

7.4.4 首次定位时间

7.4.4.1 冷启动首次定位时间

用模拟器进行测试，信号电平为-127 dBm，设置模拟器仿真速度不高于2 m/s的直线运动用户轨迹。使被测北斗导航单元在下述任一种状态下开机，以获得冷启动状态：

- 为被测导航模块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；
- 7 天以上不加电（设备中无存储星历和历书）。

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次输出稳定的定位数据的时刻，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。

7.4.4.2 热启动首次定位时间

用模拟器进行测试，信号电平为-127 dBm，设置模拟器仿真速度不高于20 m/s的直线运动用户轨迹。在被测北斗导航单元正常定位状态下，短时断电60 s后，被测北斗导航单元重新开机，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次输出稳定的定位数据的时刻，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。

7.4.5 灵敏度

7.4.5.1 捕获灵敏度

用模拟器进行测试，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导航模块不能捕获信号的状态开始，以1 dB步进增加，若被测北斗导航单元技术文件声明的捕获灵敏度量值低于-140 dBm要求的限值，可以从比其声明的灵敏度量值低2 dB的电平值开始。

在模拟器输出信号的每个电平值下，被测北斗导航单元在冷启动状态下开机，若其能够在300 s内捕获导航信号，并以1Hz的更新率连续10次输出稳定的定位数据，记录该电平值。

7.4.5.2 跟踪灵敏度

用模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于20 m/s的直线运动用户轨迹。在北斗导航单元正常定位的情况下，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电平值下，测试北斗导航单元能否在300 s内连续10次输出稳定的定位数据，找出能够使导航模块满足该定位要求的最低电平值。

7.4.6 位置更新率

用模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度为2.5 m/s±0.5 m/s 的直线运动用户轨迹，在10 min内，每隔1 s检查北斗导航单元的位置数据输出，观察每次位置数据的更新时刻。

7.4.7 对于兼容两种或以上卫星定位系统的导航单元，在进行上述模拟器测试项目时，须在只提供 BDS 定位系统测试信号和提供产品技术条件规定的多个 GNSS 定位系统测试信号的两种测试环境下分别试验。

8 检验规则

8.1 出厂检验

每辆小型智能车都需经制造厂质检部门检验，检验项目见表2，检验项目需全部判定合格，并附上质量合格证方可出厂。

## 8.2 型式检验

### 8.2.1 型式检验

在下列任意一种情况时，应进行型式检验：

- 新产品定型时；
- 停产一年以上，恢复生产时；
- 产品的设计、结构、材料、工艺有重大改变，可能影响产品性能时；
- 出厂检测结果与上次合格性检验结果相比有较大差距时；
- 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

### 8.2.2 检验项目

小型智能车检验项目应按表2中的规定。

表2 检验项目分类

| 项序 | 项目名称       | 型式检验 | 出厂检验 |
|----|------------|------|------|
| 1  | 外廓尺寸       | √    | √    |
| 2  | 重量及载重      | √    | √    |
| 3  | 车体外观检测     | √    | √    |
| 4  | 图形和文字标识检测  | √    | √    |
| 5  | 温度、湿度检测    | —    | √    |
| 6  | 最高车速检测     | —    | √    |
| 7  | 侧倾检测       | —    | √    |
| 8  | 驻车制动检测     | —    | √    |
| 9  | 行车制动检测     | —    | √    |
| 10 | 最小转弯半径检测   | —    | √    |
| 11 | 爬坡能力检测     | —    | √    |
| 12 | 外摆值测量      | —    | √    |
| 13 | 涉水通行检测     | —    | √    |
| 14 | 防尘防水检测     | —    | √    |
| 15 | 电磁兼容性检测    | —    | √    |
| 16 | 绝缘电阻检测     | —    | √    |
| 17 | 车辆数据安全测试   | —    | √    |
| 18 | 车辆信息安全测试   | —    | √    |
| 19 | 照明与光信号装置检测 | √    | √    |
| 20 | 轮胎检测       | √    | √    |
| 21 | 车轮检测       | √    | √    |
| 22 | 北斗导航单元检测   | —    | √    |

注：“√”表示应当进行的检验项目，“—”表示不进行的检验项目。

### 8.2.3 评定规则

检验项目中若有一项不合格项目，应当经调整、修正后，对与修正内容相关联的全部项目进行检测，若仍不合格，则该产品不合格。

附录 A  
(规范性)  
外廓尺寸测量规定

A.1 测量条件

- A.1.1 测量场地应为有水平坚硬覆盖层的支承表面。
- A.1.2 车辆转向车轮应以直线前进状态置于测量场地上。
- A.1.3 车辆处于整车整备质量状态。
- A.1.4 车辆轮胎气压应符合车辆制造商技术要求。
- A.1.5 车辆集电装置处于非工作状态。
- A.1.6 不包括车辆号牌, 但包括牌照板。

A.2 一般规定

A.2.1 车辆支承平面 (简称X平面)

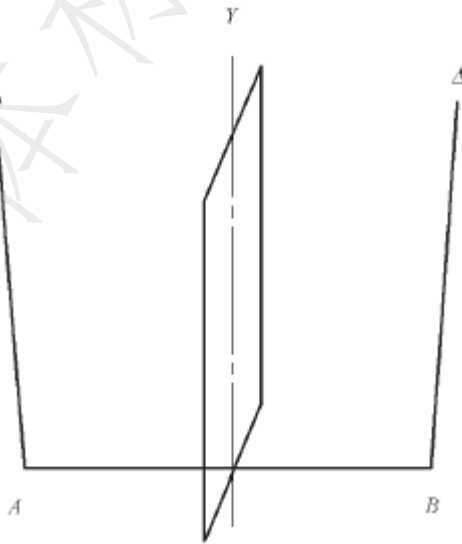
测量车辆尺寸参数时, 用于支承车轮的平坦、坚实的水平面。

A.2.2 车轮中心平面

车轮中心平面为与车轮轮辋的两侧内边缘等距的平面。

A.2.3 车辆纵向对称平面 (简称Y平面)

线段AB的垂直平分平面。A和B两点为通过同一轴上两端车轮轴线的X平面的垂面同车轮中心平面的交线Δ与X平面的交点 (见图A.1)。



图A.1 车辆纵向对称平面

A.3 测量车辆长度

A.3.1 车辆长度

过车辆前后最外端点且垂直于Y和X平面的两平面间的距离。

A.3.2 不在测量范围的装置

- A.3.2.1 不具备载货功能, 且超出车辆前或后端不大于 50 mm、边和角的圆角半径不小于 5 mm 的以

下装置不在车辆长度测量范围：

- 外部标识,包括注册商标、生产企业名称、商品产地、车型名称及型号、电机型号及反映车辆特征的其他标识;
- 灯光和光信号装置;
- 防撞胶块及类似装置;
- 锁止装置、铰链、手柄、控制器、开关。

A.3.2.2 以下装置不在车辆长度测量范围：车辆感知和定位装置。

#### A.4 测量车辆宽度

##### A.4.1 车辆宽度

分别过车辆两侧固定突出部位最外侧点且平行于平面的两平面之间的距离。

##### A.4.2 不在测量范围的装置

A.4.2.1 不具备载货功能，且单侧超出车辆侧面不大于 50 mm、边和角的圆角半径不小于 5 mm 的以下装置不在车辆宽度测量范围：

- 外部标识,包括注册商标、生产企业名称、商品产地、车型名称及型号、电机型号及反映车辆特征的其他标识;
- 灯光和光信号装置;
- 防撞胶块及类似装置;
- 位于轮胎接地点正上方的轮胎壁的变形部分;
- 局部的流水槽;
- 防飞溅系统的柔性突出部分。

A.4.2.2 以下装置不在车辆宽度测量范围：车辆感知和定位装置。

#### A.5 测量车辆高度

##### A.5.1 车辆高度

车辆最高点至X平面的距离。

##### A.5.2 不在测量范围的装置

天线的软质部分。

## 附录 B (资料性) 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：

- 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  $3\sigma$  准则）剔除粗大误差数据；
- c) 将导航模块输出的大地坐标系（BLH）定位数据转换为站心坐标系（ENU）定位数据；
- d) 按公式（B.1）～公式（B.3）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：

$$\Delta E_i = E_i - E_{0i} \dots\dots\dots (B.1)$$

$$\Delta N_i = N_i - N_{0i} \dots\dots\dots (B.2)$$

$$\Delta U_i = U_i - U_{0i} \dots\dots\dots (B.3)$$

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（ $i = 1, 2 \sim n$ ），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（B.4）～公式（B.7）计算站心坐标系下各方向的定位偏差（bias）：

$$\bar{\Delta}_E = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta E_i}{n} \dots\dots\dots (B.4)$$

$$\bar{\Delta}_N = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta N_i}{n} \dots\dots\dots (B.5)$$

$$\bar{\Delta}_U = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta U_i}{n} \dots\dots\dots (B.6)$$

$$\bar{\Delta}_H = \sqrt{\bar{\Delta}_N^2 + \bar{\Delta}_E^2} \dots\dots\dots (B.7)$$

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（B.8）～公式（B.11）计算定位误差的标准差（standard deviation）：

$$\sigma_E = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta E_i - \bar{\Delta}_E)^2} \dots\dots\dots (B.8)$$

$$\sigma_N = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta N_i - \bar{\Delta}_N)^2} \dots\dots\dots (B. 9)$$

$$\sigma_U = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta U_i - \bar{\Delta}_U)^2} \dots\dots\dots (B. 10)$$

$$\sigma_H = \sqrt{\sigma_N^2 + \sigma_E^2} \dots\dots\dots (B. 11)$$

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,单位为米(m);

$\sigma_H$ ——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 $2\sigma$ 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(B.12)计算:

$$U_H = k\sigma_H = 2\sigma_H \dots\dots\dots (B. 12)$$

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(B.13)计算:

$$U_U = k\sigma_U = 2\sigma_U \dots\dots\dots (B. 13)$$

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):

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:  $U_H = 2\sigma_H$ 。

垂直定位精密度:  $U_U = 2\sigma_U$ 。

i) 计算定位精度(accuracy):

水平定位精度按公式(B.14)计算:

$$M_H = \bar{\Delta}_H + U_H \dots\dots\dots (B. 14)$$

垂直定位精度按公式(B.15)计算:

$$M_U = |\bar{\Delta}_U| + U_U \dots\dots\dots (B. 15)$$