

T/GLAC

中国卫星导航定位协会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

石油化工北斗室内外融合定位终端

BeiDou indoor-outdoor integrated positioning terminals for petrochemical industry

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国卫星导航定位协会 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 1

5 一般要求 1

 5.1 终端组成 1

 5.2 外观和尺寸 2

 5.3 材质 2

 5.4 外壳防护等级 2

6 功能要求 2

 6.1 自检 2

 6.2 休眠 2

 6.3 定位 2

7 性能要求 2

 7.1 工作信号 2

 7.2 灵敏度 2

 7.3 时间特性 2

 7.4 定位精度 3

 7.5 室内外判断准确率 3

 7.6 定位切换速度 3

 7.7 数据刷新率 3

 7.8 蓝牙性能 3

 7.9 UWB 性能 3

 7.10 惯性导航性能 3

8 测试方法 3

 8.1 测试环境 3

 8.2 测试条件 3

 8.3 功能测试 3

 8.4 性能测试 4

9 标志和随行文件 7

 9.1 标志 7

 9.2 随行文件 7

10 包装、运输和贮存 7

 10.1 包装 7

 10.2 运输 7

 10.3 贮存 7

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××××提出。

本文件由中国卫星导航定位协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

石油化工北斗室内外融合定位终端

1 范围

本文件规定了石油化工北斗室内外融合定位终端的一般要求、功能要求、性能要求、标志、随行文件、包装、运输和贮存，描述了石油化工北斗室内外融合定位终端的功能测试方法和性能测试方法。

本文件适用于基于BDS、UWB、蓝牙、惯性导航等技术，并用于石油化工领域的室内外融合定位终端的设计、生产和测试。

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 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 6388 运输包装收发货标志
GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
GB/T 31101—2023 信息技术 实时定位系统性能测试方法
GB/T 39267 北斗卫星导航术语
BD 420012 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）信号模拟器性能要求及测试方法

3 术语和定义

GB/T 39267界定的术语和定义适用于本文件。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件：

AGNSS:网络增强卫星定位系统（Assisting-GNSS）
AOA:到达角度（Angle-of-Arrival）
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 Position System）
GSFK:高斯滤波最小频移键控（Gaussian Filtered Minimum Shift Keying）
RTK:实时动态定位（Real Time Kinematic）
QZSS:准天顶卫星系统（Quasi-Zenith Satellite System）
SBAS:星基增强系统（Satellite-Based Augmentation System）
TDOA:到达时间差（Time Difference of Arrival）
TOF:飞行时间（Time of Flight）
UWB:超宽带系统（Ultra Wide Band）

5 一般要求

5.1 终端组成

终端主机应包括微处理器、数据存储器、北斗卫星定位模块、其它定位模块、通信传输模块、实时时钟和音视频输出组件。

5.2 外观和尺寸

终端的外观应无锈蚀、锈斑、裂纹、褪色、污迹、变形、镀涂层脱落，亦无明显划痕、毛刺；塑件应无起泡、开裂、变形。

5.3 材质

应符合无毒无害、无放射性的要求，宜使用可降解或可回收利用的环保材质。

5.4 外壳防护等级

按照GB/T 4208—2017中的测试要求进行测试，终端外壳的防护等级不低于IP67。

6 功能要求

6.1 自检

终端应支持通过信号灯、显示屏、语音等方式中的一种或多种输出终端各组件工作状态，当出现故障时，应输出详细的故障信息。

6.2 休眠

终端应支持根据当前电量情况和预定义电源策略决定是否进入休眠状态。

6.3 定位

终端应支持下列定位功能：

- a) 通过北斗定位系统获取实时的时间、经度、纬度、速度、高程和方向等定位状态数据，并将数据存储在终端内部和或通过通信传输模块传输至服务器。
- b) BDS 多频段信号接收，兼容 GPS、GLONASS 等 GNSS 系统。
- c) AGNSS 快速定位，在短时间内完成卫星信号的捕获和跟踪。
- d) 可扩展使用 RTK 消除卫星导航系统的误差。
- e) 至少具备一种除北斗卫星定位功能外的其它定位功能：
 - UWB；
 - 蓝牙/WIFI；
 - 惯性导航。

7 性能要求

7.1 工作信号

应支持BDS B1I, B1C, B2A等北斗公开服务信号的接收和解算，宜支持GPS L1C/A, L5, GLONASS L1, Galileo E1, E5a, QZSS L1, L5和SBAS全系统双频点信号接收与解算。

7.2 灵敏度

终端应符合下列性能要求：

- 冷启动灵敏度：不大于-146 dBm；
- 热启动灵敏度：不大于-155 dBm；
- 重捕获灵敏度：不大于-155 dBm；
- 跟踪灵敏度：不大于-163 dBm；
- 通道数：不小于 48。

7.3 时间特性

冷启动首次定位时间不大于120s，热启动首次定位时间不大于20s。

7.4 定位精度

单点定位水平标称精度应优于2 m (RMS)，垂直标称测量精度应优于3.5 m (RMS)。

7.5 室内外判断准确率

应不低于80%。

7.6 定位切换速度

基于惯性导航的切换速度应不大于5 s。

7.7 数据刷新率

默认1 Hz，宜能在1 Hz~10 Hz直接调整。

7.8 蓝牙性能

蓝牙应符合下列性能要求：

- a) 协议版本不低于 BLE5.0；
- b) 频率范围：2400 MHz~2483.5 MHz；
- c) 灵敏度： ≤ -95 dBm；
- d) 调制技术采用 GSKF；
- e) 工作模式采用 Central；
- f) 定位精度优于 5 M。

7.9 UWB 性能

UWB应符合下列性能要求：

- a) 频率范围：7163 MHz~8812 MHz；
- b) 空旷环境下定位精度 ≤ 30 cm；
- c) 发射功率 < -41.3 dBm/MHz；
- d) 定位模式支持 TOF/TDOA/AOA；
- e) 带宽 > 500 MHz；
- f) 覆盖距离 ≥ 50 m；
- g) 工作速率不低于 850 Kbps。

7.10 惯性导航性能

惯性导航应符合下列性能要求：

- a) 静态位置漂移误差 ≤ 10 m (10s 内)；
- b) 动态位置漂移误差 ≤ 15 m (10s 内)；
- c) 室内融合定位精度 ≤ 2 m。

8 测试方法

8.1 测试环境

除另有规定，测试应在下列环境条件下进行：

- a) 温度：0 °C~55 °C；
- b) 相对湿度(RH)：20 %~80 %；
- c) 大气压强：80 kpa~110 kpa。

8.2 测试条件

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，试验中使用的卫星信号模拟器应符合 BD 420012的规定。

8.3 功能测试

8.3.1 自检

自检包含下列试验步骤：

- 终端关机；
- 执行拔出 SIM 卡、关闭服务器、取掉终端定位天线等任意一项动作；
- 终端开机；
- 观察终端并通过服务器查询终端能否准确识别并输出 b) 中给出的异常状态，如正常显示，则判定该项功能正常。

8.3.2 休眠

休眠包含下列试验步骤：

- 终端开机并运行正常；
- 终端从运动状态进入绝对静止状态；
- 静止判断超时后，观察终端指示能否准确识别终端可以进入休眠状态，指示灯指示并整机降低功耗运行；
- 在休眠状态下，对终端进行震动，并查看终端是否进入运行状态。

8.3.3 定位

定位试验应包含下列步骤：

- 设置 GNSS 模拟器仿真载体地速为 0 m/s，位置位于东经 75 °至 135 °、北纬 10 °至 55 °的闭合区域内；
- 并设置模拟器播发 B1C 信号；
- 终端开机处于正常定位状态，查看终端输出的定位信息，记录该信息为 Data1；
- 设置 GNSS 模拟器仿真载体地速为 0 m/s，位置处于东经 75 °至 135 °、北纬 10 °至 55 °的闭合区域外；
- 查看终端输出的定位信息，记录该信息为 Data2；
- 测试结果分析步骤包括：若 Data1 和 Data2 中皆包含经度、纬度、椭球高度、地速、时间信息，则判定该项功能正常。

8.4 性能测试

8.4.1 工作信号

模拟器测试时模拟器播放不同的场景，并通过传导方式将 GNSS 信号传输给测试单板，用于测试灵敏度、信噪比、首次定位时间等功能、性能测试用例。测试设备链接见图1。通过设置信号源输出功率的偏移量对功分器的线损进行补偿，使测试单板接收到的初始信号强度为-130 dBm。

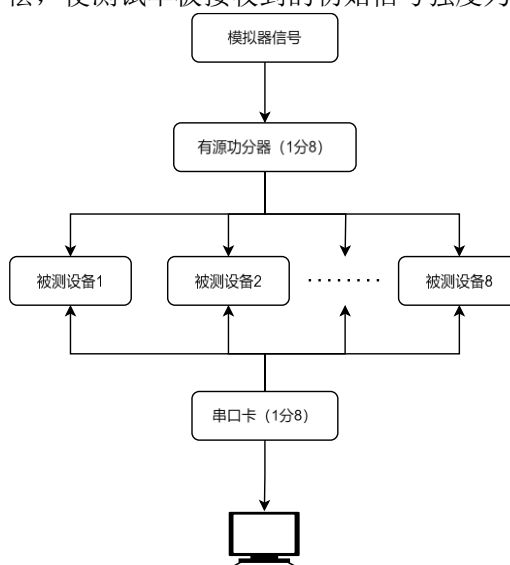


图1 测试设备链接示意

8.4.2 灵敏度

灵敏度相关测试方法如下：

a) 冷启动灵敏度测试方法：

- 1) 模拟器播放静态场景，信号包含 GPS、BDS、GLONASS、Galileo 等 GNSS 双频信号，在信号强度-130 dBm 时跟踪 10 s，检查信号强度是否符合预期（载噪比在 41 dBHz 左右）；
- 2) 信号强度从-130 dBm 开始往下降，首先降到-140 dBm，而后每次降 1 dB，每个功率下执行冷启动测试，判断接收机是否能在 300 s 内成功定位，直到测试失败结束测试，以最后一次能够成功定位的功率为冷启动灵敏度测试结果。

b) 热启动灵敏度测试方法：

- 1) 模拟器播放静态场景，信号包含 GPS、BDS、GLONASS、Galileo 等 GNSS 双频信号，在信号强度-130 dBm 跟踪 750 s，检查信号强度是否符合预期（载噪比在 41 dBHz 左右），并完成星历和历书的收集；
- 2) 信号强度从-130dBm 开始往下降，首先降到-140 dBm，而后每次降 1 dB；每个功率下执行热启动测试，判断接收机是否能在 300 s 内成功定位并满足定位误差<100 m 的要求，直到测试失败，以最后一次成功定位的功率为热启动灵敏度测试结果。

c) 重捕获灵敏度测试方法：设置模拟器仿真速度不高于 2m/s 的直线运动轨迹。每次设置模拟器输出的各个卫星的每一通道信号电平从终端不能捕获信号的状态开始，以 1 dB 步进增加。在模拟器输出信号的每个电平值下，终端在冷启动状态下开机，检验终端能否在 300 s 内捕获信号，并以 1 Hz 的更新率连续输出 10 次三维偏差<100 m 的数据，直到测试失败，以最后一次能够成功定位的功率为热启动灵敏度测试结果。

d) 跟踪灵敏度测试方法：

- 1) 模拟器播放静态场景，信号包含 GPS、BDS、GLONASS、Galileo 等 GNSS 双频信号，在信号强度-130 dBm 跟踪 750 s，检查信号强度是否符合预期（载噪比在 41 dBHz 左右），并完成星历和历书的收集；
- 2) 信号强度从-130 dBm 开始往下降，依次遍历各个功率每次降 1 dB；每个功率下持续跟踪 60s，并观察定位状态是否保持成功，直到测试失败，以最后一次能够保持成功定位的功率为跟踪灵敏度测试结果。

8.4.3 时间特性

在输入卫星导航信号功率电平为-146 dBm时，终端在概略位置、概略时间、星历和历书未知的状态下开机，同时记录开机时间 T_1 。当首次能在开机后10s连续输出三维定位误差小于100 m的定位数据时，记录时间 T_2 。两次时间的差即为冷启动首次定位时间。

在输入卫星导航信号功率电平为-155 dBm时，终端在概略位置、概略时间和历书已知、星历状态未知的状态下开机，同时记录开机时间 T_3 。当首次能在开机后10 s连续输出三维定位误差小于100 m的定位数据时，记录时间 T_4 。两次时间的差即为热启动首次定位时间。

8.4.4 定位精度

应采用下列步骤进行测试：

- a) 测试环境依据用户要求可以选择车载、步行、骑行等不同的运动方式，测试时应携带基准设备提供参考轨迹设备上电并发送冷启动命令，跟踪 10 s，检查信号强度是否符合预期；
- b) 开始动态测试并持续跟踪收集 log，同时基准设备开始采集标准轨迹；
- c) 动态测试结束后，停止收集测试样品和基准设备的 log；
- d) 以基准设备的轨迹作为参考计算动态定位精度、速度精度、定位成功率等结果。

8.4.5 室内外判断准确率

应按照GB/T 31101—2023中7.5的要求进行测试。

8.4.6 定位切换速度

应采用下列步骤进行测试：

- a) 设备上电并进入多模融合定位方式；
- b) 动态测试并持续跟踪当前定位模式为北斗卫星定位，并确认周围有其他定位方式设备；
- c) 关闭北斗卫星定位，融合算法进行快速定位切换，切换完成后，记录切换时间；
- d) 测试结束后，停止收集测试样品和基准设备的 log。

8.4.7 数据刷新率

应采用下列步骤进行测试：

- a) 终端上电并运行正常；
- b) 运动状态下，终端接入测试日志设备，进行日志跟踪；
- c) 在各个定位模式下，开始动态测试并持续跟踪收集 log；
- d) 查询 Log 日志，通过时间戳确定数据刷新率。

8.4.8 蓝牙性能

蓝牙性能测试应符合下列要求：

- a) 灵敏度测试步骤：
 - 1) 使用蓝牙信号发生器发送已知信号；
 - 2) 逐步降低信号强度，直到接收设备无法正确解码数据；
 - 3) 记录误码率（BER）和丢包率（PER），直到其超过特定阈值；
 - 4) 以 dBm 为单位，典型的 BLE 设备灵敏度在-90 dBm 至-100 dBm。
- b) 频率范围测试步骤：
 - 1) 打开蓝牙设备，启动广播或连接模式；
 - 2) 使用频谱分析仪测量发射信号，查看工作频率是否在 2400 MHz～2483.5 MHz 范围内。

8.4.9 UWB 性能

UWB性能测试应符合下列要求：

- a) 中心频率测试步骤：
 - 1) 打开 UWB 设备，设置为标准发射模式；
 - 2) 使用频谱分析仪测量发射信号的中心频率；
 - 3) 确认信号频率与设定的频率中心一致，偏差在规定范围内。
- b) 发射功率测试步骤：
 - 1) 连接功率计或频谱分析仪测量实际发射功率；
 - 2) 记录测量结果，对比设备的发射功率与设备所销售的国家或地区的规定值。
- c) 带宽测试：
 - 1) 使用频谱分析仪观察发射信号的频谱图；
 - 2) 测量-10 dB 带宽，验证设备的带宽是否符合 7.9 的要求。
- d) 定位精度测试：
 - 1) 设置 UWB 设备的发射和接收模块进行定位测量；
 - 2) 测量多个已知位置的定位结果；
 - 3) 计算测量误差，判断定位精度是否符合 7.9 的要求。

8.4.10 惯性导航性能

惯性导航测试应符合下列要求：

- a) 静态漂移测试步骤：
 - 1) 将惯性导航系统静置，记录其位置、速度和姿态随时间的变化；
 - 2) 分析系统在没有运动情况下的位移和速度误差增长情况，计算系统漂移率。
- b) 动态漂移测试步骤：
 - 1) 使惯性导航系统进行已知运动轨迹（例如直线运动或旋转运动）；
 - 2) 记录系统的位移、速度和姿态输出，计算其与真实轨迹的偏差。
- c) 室内定位精度测试步骤：

- 1) 在实验室环境下，规划已知运动路径（如直线、矩形等）；
- 2) 使惯性导航系统沿路径移动，记录其输出的位置、速度和姿态数据；
- 3) 将测量结果与预定路径进行对比，计算定位误差。
- d) 室外定位精度测试步骤：
 - 1) 在开放的室外场地，使用 GPS 或其他高精度定位系统作为参考；
 - 2) 使惯性导航系统沿已知路径（如直线、曲线或闭合回路）移动，记录其位置数据；
 - 3) 通过对比惯性导航和参照定位系统数据，分析系统的定位精度和误差累积。
- e) 姿态精度测试步骤：
 - 1) 使用转台使惯性导航系统进行已知的旋转运动；
 - 2) 记录系统解算的姿态（俯仰角、横滚角、偏航角），与转台的实际角度进行对比；
 - 3) 计算姿态角误差，验证系统的姿态跟踪精度。

9 标志和随行文件

9.1 标志

应符合GB/T 191、GB/T 6388的要求，有清晰耐久的标志，置于主机外表面醒目位置。尺寸和字体大小应与产品结构尺寸相匹配，不宜过小。标志应包含下列内容：

- 终端名称、型号及规格；
- 终端制造商及商标；
- 终端执行标准代号；
- 危险及注意事项。

标志宜包含下列内容：

- a) 终端使用说明和操作说明；
- b) 终端出厂日期及唯一编码；
- c) 防伪标识等。

9.2 随行文件

应包含下列随行文件：

- 产品装箱清单；
- 产品合格证；
- 产品装配、安装说明；
- 产品结构说明；
- 产品正常使用、维护说明；
- 产品安全使用，紧急处理说明。

10 包装、运输和贮存

10.1 包装

包装应：

- a) 符合GB/T 13384的要求；
- b) 在承受GB/T 4857.5的跌落试验后，无机械损伤或性能指标缺陷；
- c) 符合防潮、防尘、防震、运输的要求。

10.2 运输

运输应：

- a) 采用铁路、公路、水路、航空等运输工具运输时，应采取防护措施，避免产品磕碰；
- b) 避免雨淋、注意防水、防潮。

10.3 贮存

贮存应：

- a) 包装后的设备在温度为-15℃～45℃的区间，相对湿度 80%，且周围无酸碱及其他腐蚀性气体及强磁场的环境下贮存；
 - b) 存放于通风的库房中，堆垛整齐；
 - c) 贮存期为 2 year，超过期限的产品在进入流通前进行开箱检验，并复检合格。
-