

团体标准编制说明

《石油化工北斗室内外融合定位终端》
征求意见稿

标准起草组

2025 年 3 月

团体标准编制说明

一、工作简况

1.1 任务来源

本文件是中国卫星导航定位协会发〔2024〕24号下达的2024年度团体标准计划项目之一，由中国卫星导航定位协会提出并归口，新锐科创（湖北）科技有限公司牵头起草。

计划号：GLAC2024-12

计划名称：石油化工北斗室内外融合定位终端

计划周期：2024年10月—2025年6月

计划采标程度：无

1.2 制定背景

石油化工领域的安全问题一直是我国石油化工领域安全监管的重点。石油化工应用场景，通常具有施工地点多，设备种类丰富、作业地区地理环境复杂、通信条件差等特点。因此，基于上述背景，对于石油化工作业、园区等场景的管理需要具备实时、基于海量监管对象的物理感知系统，而在众多基于人、物、场景等感知对象的数据中，位置信息尤为重要。面对室内外复杂场景下的定位需求，基于北斗卫星室内外融合定位终端，是实现室内外无缝精准定位，确保人员在复杂环境下的实时位置跟踪的有效技术手段。该设备在室外通过北斗卫星系统进行定位，室内则结合UWB（超宽带）、惯性导航、蓝牙等多种技术方式，实现高精度定位。这种多技术融合定位终端旨在提高人员管理、调度和安全保障的效率。

随着2020年北斗三号卫星定位系统面向全球开通定位服务，使中国拥有了自主的全球卫星导航能力，在交通运输、农业、工矿业、通信等行业，极大地提升了效率 and 安全性，并带动了相关产业链的快速发展。北斗与室内定位技术的结合可以有效解决在石油化工复杂场景下的实时定位难，定位数据不可信，定位数据传输难的问题。从安全的角度上看，一是该终端应用在高危环境（如化工厂、矿井）中，能有效确保员工的安全；二是在发生事故或紧急情况下，终端可以帮助快速找到被困或受伤的人员，极大地提高了救援效率；三是在石油化工制造物

流中心、仓库和供应链管理中，该终端可实时监控各类对象的精准位置；四是在石油化工生产工业生产车间、智能工厂内的设备和人员定位，帮助提高生产效率。

目前，此类终端近年来产品种类和厂家呈现出快速增长的态势，市场上销售的各类产品众多，质量、功能和性能指标参差不齐。导致石油化工领域的用户在选择产品过程中，不知道哪些产品的功能和性能指标更加符合石油化工场景的特殊需要。虽然对于北斗定位、蓝牙、惯性导航、UWB 等技术都有对应的标准，但更多的是单独的应用，内容也更加聚焦在传输协议方面，对于融合定位的相关产品标准到目前为止始终处于缺失状态，因此行业急需制定相关的产品标准，通过标准规范产品的功能、性能技术要求和测试方法，为提升相关产品质量，促进北斗在石油化工领域的应用提供有效支撑。

1.3 起草过程

1) 成立标准起草组

标准计划下达后，中国卫星导航定位协会北斗标准化工作委员会组织成立标准起草工作组，由新锐科创（湖北）科技有限公司牵头负责，标准编写过程中按需补充有关单位和人员。组成及任务分工如下：牵头单位及主要起草人负责标准内容大纲制定、资料收集分析、技术参数的确定以及标准条款的编写等工作。其他参编单位主要负责意见收集整理、标准化格式、国内外相关技术与标准资料翻译研究以及企业生产实践等工作。

2) 起草阶段

计划下达后，起草组在充分调研国内外技术和标准现状基础上，编写形成标准草案，分别于 2024 年 11 月 26 日和 2025 年 2 月 14 日召开两次线上技术研讨会，对标准草案的技术内容进行充分讨论，确定本文件草案的技术要求和技术参数，2025 年 3 月完成标准草案征求意见稿。

二、标准的编制原则和范围

2.1 标准编制原则

本文件编制原则主要包括：

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》的规定编写，紧密结合工程任务实践，注重标准的科学性、适用

性和可操作性。

2.2 标准确定依据

2.2.1 标准化对象和适用范围

本文件的标准化对象是石油化工北斗室内外定位终端

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，描述了石油化工用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。

本文件的 ICS 国际分类号为 27.010，CCS 国内分类号为 F10。

2.2.2 标准技术内容确定依据

技术内容在参考了如下文件：

GB 3836（所有部分） 《爆炸性环境》

BD 420011 《北斗全球卫星导航系统 GNSS 定位设备通用规范》

GB/T 39267 《北斗卫星导航术语》

GB/T 31101 《信息技术 实时定位系统性能测试方法》

高社生, 周涛. INS/SAR/GPS 组合导航系统中的信息融合算法研究[J]. 航空电子技术. 2002

胡永红, 史忠科. 联邦滤波器在小型飞行器距离定位融合估计中的应用[J]. 西北工业大学学报. 2003

梁帅峰, 李琦, 白卓玉. 基于多传感器融合的车辆定位方法研究[J]. 信息技术与信息化. 2022

赵炳巍, 曹岩, 贾峰, 等. 移动机器人多传感器信息融合方法综述[J]. 电子测试. 2020

Yu, YZhang, YChen, LChen, R Intelligent Fusion Structure for Wi-Fi/BLE/QR/MEMS Sensor-Based Indoor Localization. 2023

Mingyang Zhang, Jie Jia, Jian Chen, Yansha Deng, Xingwei Wang,

Indoor Localization Fusing WiFi With Smartphone Inertial Sensors Using LSTM Networks. 2021。

三、标准的主要内容、技术论证与效果

3.1 标准正文结构

包括范围、规范性引用文件、术语和定义、缩略语、一般要求、功能要求、性能要求、测试方法、标志和随行文件、包装、运输和贮存共 10 个章节。

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..... 1

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..... 2

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..... 8

3.2 标准主要技术内容

可以分为六部分，一般要求、功能要求、性能要求、试验方法、标志和随行文件以及包装、运输和贮存

第 5 章为一般要求，包含终端组成、外观和尺寸、材质以及外壳防护等级 4 项要求。

第 6 章为功能要求，包含自检、休眠和定位等 3 项功能要求。

第 7 章为性能要求，包含工作信号、灵敏度、时间特性、定位精度、室内外判断准确率、定位切换速度、数据刷新率、蓝牙性能、UWB 性能、惯性导航性能等 10 项性能指标。

第 8 章为试验方法，针对第 6 章的功能要求和第 7 章性能要求，逐项给出试验要求。

第 9 章为标志和随行文件，对标志和随行文件应包含的内容提出了要求。

第 10 章为包装、运输和贮存，对外包装、运输条件和贮存条件提出了要求。

3.3 试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益

实验验证方面，工作组按照标准中的要求对相关产品进行了测试，测试环境、条件、部分功能和部分性能的测试情况见下列表格。

表 1 测试环境

测试场景	环境要求	对应标准
室外定位	1. 开阔区域,天空可视度 $\geq 80\%$ (无遮挡) 2. 电磁干扰强度 $\leq -120\text{dBm}$	定位精度、灵敏度、数据刷新率
室内定位	1. 模拟多路径环境（金属/混凝土反射） 2. 测试区域 $\geq 20\text{m} \times 20\text{m}$	UWB 性能、惯性导航、定位切换
极端环境	1. 温度： $-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ 2. 湿度：10%~90% RH 3. 振动：5Hz~200Hz，0.5g RMS	工作信号、时间特性、休眠功能
干扰环境	蓝牙/4G 信号干扰源（10m 内）	蓝牙性能、抗干扰灵敏度

表 2 测试条件

条件类型	配置要求	测试工具/设备
硬件条件	1. 被测设备电池满电量 ($\geq 90\%$) 2. 外接高精度电源 (误差 $\leq \pm 1\text{mV}$)	数字万用表、恒温箱、信号发生器
软件条件	1. 预置测试固件版本 V16.6 2. 定位系统	定位系统、Navicat Premium 12
参考基准	1. RTK 基站 (定位精度 $\leq 2\text{cm}$) 2. 激光测距仪 (误差 $\leq 1\text{mm}$)	用于定位精度验证
场景模拟	1. 人员动态移动速度: $0.5\text{m/s} \sim 5\text{m/s}$ 2. 楼房或厂房 ≥ 3 层金属板	多路径效应测试

表 3 部分功能的测试情况

测试项	测试方法	判定标准
自检	1. 手动触发自检指令，记录各模块 (GPS/蓝牙/UWB) 状态反馈时间 2. 模拟设备异常，验证错误代码生成与日志记录	1. 响应时间 ≤ 5 秒 2. 故障覆盖率 $\geq 99\%$
休眠	1. 使用高精度电流表测量深度休眠模式功耗 2. 通过晃动触发唤醒，统计静止与休眠切换成功率	1, 休眠功耗 $\leq 30\text{mA}$ 2, 唤醒成 $\geq 99.9\%$
定位	1. 冷启动下记录首次定位时间 2. 在室内外交界区域 (窗口) 测试定位模式切换	1. 冷启动时间 ≤ 60 秒 2. 切换时间 ≤ 5 秒

表 4 部分性能的测试情况

性能指标	测试方案	结果
定位精度	1. 室外：与 RTK 基站对比，统计误差距离 2. 室内：UWB 与激光测距仪基准对比	室外 $\leq 2\text{m}$ ，室内 $\leq 0.5\text{m}$
灵敏度	使用信号衰减器模拟弱信号 (-120dBm BDS, -90dBm 蓝牙)，统计定位成功率	弱信号下成功率 $\geq 80\%$
时间特性	冷/热启动时间测量 (10 次平均值)。	1. 冷启动 ≤ 60 秒 2. 热启动 ≤ 30 秒
蓝牙性能	1. 传输距离测试 (空旷/障碍物) 2. 多设备连接 (8 台并行)，统计丢包率	1. 空旷距离 $\geq 6\text{m}$ 2. 丢包率 $\leq 1\%$

性能指标	测试方案	结果
UWB 性能	1. 测距精度验证（静态/动态目标） 2. 带宽占用率分析（频谱仪）	1. 测距误差 $\leq 20\text{cm}$ 2. 带宽 $\geq 500\text{MHz}$
数据刷新率	1. 使用默认配置数据库查看十分钟内设备上传频率间隔 2. 修改盘频率上传间隔，查看是否生效	1. 上传频率间隔 1s 2. 并可通过指令配置
定位切换	1. 室内↔室外快速移动（2m/s），记录切换延迟与定位连续性	切换时间 ≤ 5 秒，无定位丢失

从测试结果来看，基于北斗的室内外融合定位终端有望达到国际先进水平，特别是在复杂环境下的高精度定位技术领域，室外定位精度可达到亚米级，室内精度达到 10-30 厘米。多技术融合（北斗、UWB、惯性导航、蓝牙）的定位系统实现室内外无缝切换，确保连续、可靠定位。该系统广泛应用于矿山、工厂等石油化工场景，提升人员管理、应急响应及安全防护能力，满足复杂环境下的高要求定位需求。

该定位终端能显著提升高危环境下的人员安全，减少事故发生率，及时发现潜在危险，为应急救援提供支持。通过实时定位技术，优化人员调度，提升资源配置效率，降低管理成本。推动定位技术产业链的完善，促进终端制造、软件开发、系统集成等相关产业的发展，带动经济增长。增强中国在全球定位技术领域的竞争力，为北斗系统全球应用奠定基础，提升国际影响力。

四、采用国际标准程度及水平的简要说明

本文件为自主制定项目，标准未引用国际或国外标准

五、与有关的现行法律、法规和国家、行业标准的关系

本文件符合国家现行方针政策，与法律、法规和强制性国家标准不存在抵触之处，技术要求不低于强制性国家标准技术要求，且与相关标准协调。

六、涉及专利的有关说明

本文件不涉及专利。

七、标准实施建议

建议本文件发布后，颁布之日即实施。同时在标准实施中及时在行业内及有关单位开展标准的宣贯，使相关单位能够学习并应用本文件，并结合实际应用需求贯彻实施标准。

八、标准编制过程中的重大分歧意见的处理和依据

本文件在编制过程中无重大分歧意见。

九、其他应说明的事项

9.1 标准名称的调整

本文件不涉及。

9.2 采标程度的调整

本文件不涉及。