

中华人民共和国铁路行业标准

TB/T xxxx—XXXX

铁路北斗卫星导航系统定位模块
通用技术规范

General technical specification for BeiDou navigation satellite system
positioning module for railway

（征求意见稿）

（本稿完成日期：2026.09.14）

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

国家铁路局 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 2

5 技术要求 2

 5.1 一般要求 2

 5.2 功能要求 3

 5.3 性能要求 3

 5.4 环境适应性 5

6 试验方法 5

 6.1 试验条件 5

 6.2 一般要求试验 5

 6.3 功能试验 6

 6.4 性能试验 6

 6.5 环境适应性 9

7 检验规则 10

 7.1 检验分类 10

 7.2 周期检验 12

 7.3 型式检验 12

附录 A（规范性） 标准单点定位精度的数据处理方法 13

 A.1 统计水平和垂直定位误差 13

 A.2 定位点的三维定位误差 13

附录 B（规范性） RTK 定位精度的数据处理方法 15

参考文献 16

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。

本文件由铁路行业基础通用及运输设备标准化技术归口单位提出并归口。

本文件主要单位：中国铁道科学研究院集团有限公司电子计算技术研究所、中铁第五勘察设计院集团有限公司、中铁工程设计咨询集团有限公司、中国铁路设计集团有限公司、中铁检验验证中心有限公司、中国铁路北京局集团有限公司、中国电子科技集团公司第五十四研究所。

本文件主要起草人：张吉峰、李洋、饶雄、秦健、潘佩芬、梁永、尚迪、孙嵘、王煜恺、贾浩男、白雪娇。

铁路北斗卫星导航系统定位模块通用技术规范

1 范围

本文件规定了铁路行业北斗卫星导航系统定位模块的功能、技术要求、试验方法、检验规则。
本文件适用于铁路行业北斗卫星导航系统定位模块的研发、制造、检验及应用。

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/T 39399—2020 北斗卫星导航系统测量型接收机通用规范

GB/T 44088—2024 北斗卫星导航系统测量型模块技术要求及测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铁路北斗卫星导航系统定位模块 BDS module for railway application

在铁路行业应用或集成在铁路专用产品中，具备北斗卫星导航系统定位功能的模块单元。

注1：以下简称“铁路北斗定位模块”。

注2：铁路北斗定位模块分为导航型模块和测量型模块。

3.2

导航型模块 navigation module

基于实时定位结果，用于导航场景的北斗卫星定位模块。

3.3

测量型模块 geodetic module

提供伪距、载波相位等原始观测数据，用于高精度定位场景的北斗卫星定位模块。

3.4

北斗独立定位 BeiDou independent positioning

仅使用北斗卫星导航信号，不依赖其他卫星导航信号即可实现定位的功能。

[来源：GB 17761—2024，3.1.7，有修改]

3.5

标准单点定位 standard point positioning

利用单台GNSS接收设备测量多颗导航卫星信号获得伪距观测值及广播星历，实现定位的方式。

[来源：GB/T 39267—2020，2.3.21]

3.6

实时动态测量 real-time kinematic survey

通过基准站和流动站之间的实时数据链路和载波相对定位快速解算技术，实现高精度动态相对定位。

[来源：GB/T 39267—2020，2.3.38，有修改]

3.7

基线 baseline

由同步观测的载波相位数据计算的两测量点间的向量。

[来源：TB 10054—2025，2.1.15]

3.8

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。

[来源：GB/T 39399—2020，3.1.9]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

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

PDOP：位置精度因子（Positional Dilution of Precision）

PPS：秒脉冲（Pulse Per Second）

RTK：实时动态测量（Real Time Kinematic Survey）

UART：通用异步收发器（Universal Asynchronous Receiver Transmitter）

UTC：协调世界时（Coordinated Universal Time）

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 组成

铁路北斗定位模块可包括天线端口、射频及信号处理单元、输入/输出端口、电源端口等组件。铁路北斗定位模块组成示意图见图1。

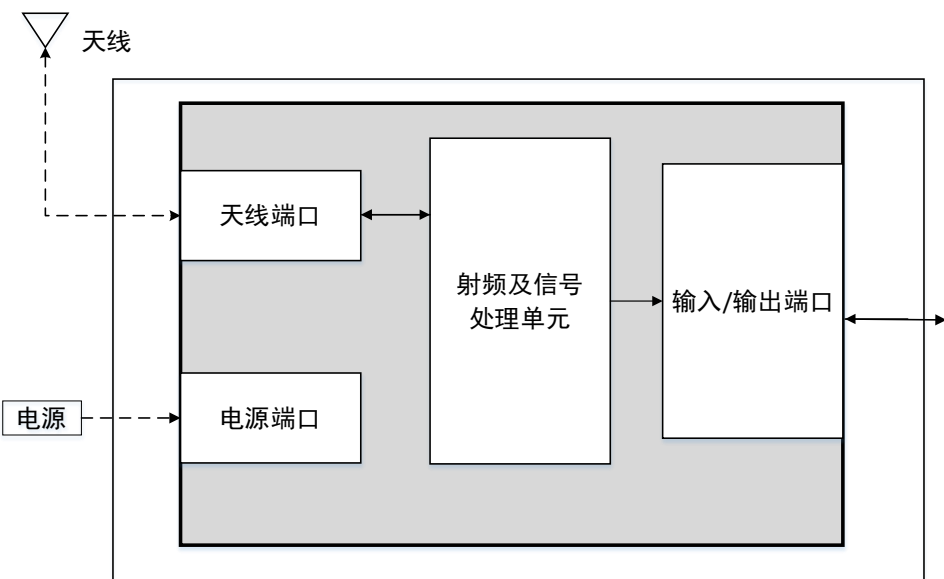


图1 铁路北斗定位模块组成示意图

5.1.2 产品标识

应清晰标注型号、生产厂家、生产批次号(含生产日期)。

5.1.3 供电

铁路北斗定位模块正常工作的额定电压与集成该模块的铁路产品匹配。当直流供电电压在模块额定电压 $1\pm 5\%$ 范围内时,铁路北斗定位模块应能正常工作。

5.2 功能要求

5.2.1 导航型模块

5.2.1.1 北斗独立定位

应具备北斗独立定位功能。

5.2.1.2 定位方式

应至少支持标准单点定位,可支持RTK。

5.2.1.3 输入/输出接口

应设置输入输出接口,并符合以下规定:

- a) 接口要求:支持 UART;
- b) 标准协议要求:支持 NMEA-0183 协议输出;
- c) 支持 RTK 定位时,差分数据格式要求:至少支持 RTCM3. x 格式的输入。

5.2.2 测量型模块

5.2.2.1 北斗独立定位

应具备北斗独立定位功能,应能接收并处理BDS的B1C和B2a信号。

5.2.2.2 定位方式

应支持RTK定位。

5.2.2.3 输入/输出接口

应设置输入/输出接口,并符合以下规定:

- a) 接口要求:支持 UART、1PPS 输出接口;
- b) 协议要求:支持 NMEA-0183 协议输出;
- c) 差分数据格式要求:至少支持 RTCM3. x 格式的输入/输出。

5.3 性能要求

5.3.1 导航型模块

导航型模块性能应符合表1的规定。

表 1 导航型模块性能要求

指标		要求
冷启动首次定位时间		输入信号功率电平为-130dBm时，不超过60s
热启动首次定位时间		输入信号功率电平为-130dBm时，不超过10s
重捕获时间		输入信号功率电平为-130dBm且正常工作状态时，不超过2s
捕获灵敏度		优于-136dBm
跟踪灵敏度		优于-148dBm
定位精度	标准单点定位精度	水平：优于 3m (1σ) 垂直：优于5m (1σ)
	RTK精度 ^a	水平：优于 20mm+1×10 ⁻⁶ ×D (1σ) ^b 垂直：优于40mm+1×10 ⁻⁶ ×D (1σ)
测速精度		优于0.2m/s (1σ)
RTK初始化时间 ^c		不大于10s (D≤10km)
定位数据输出频率		定位数据（含RTK结果）的输出频率可配置
动态要求		速度80km/h、加速度0.5g条件下，RTK可固定并符合RTK定位精度要求
^a 支持RTK定位时。 ^b D为基线长度，单位为千米。 ^c 支持RTK定位时。		

5.3.2 测量型模块

测量型模块性能应符合表2的规定。

表 2 测量型模块性能要求

指标		要求
捕获灵敏度		优于-133dBm
跟踪灵敏度		优于-136dBm
原始观测量精度		载波相位观测量精度：优于 1mm (1σ) 伪距观测量精度：B1I 优于 0.16m (1σ)；B3I 优于 0.12m (1σ)；B1C 优于 0.15m (1σ)；B2a 优于 0.12m (1σ) 试验条件：信号电平-130dBm
定位精度	标准单点定位精度	水平：优于 3m (1σ) 垂直：优于 5m (1σ)
	RTK 定位精度	水平：优于 10mm+1×10 ⁻⁶ ×D (1σ) ^b 垂直：优于 20mm+1×10 ⁻⁶ ×D (1σ)
	静态基线测量精度	水平：优于 5mm+1×10 ⁻⁶ ×D ^b 垂直：优于 10mm+1×10 ⁻⁶ ×D
RTK 初始化时间		不大于 10s (D≤10km)

指标	要求
原始观测量和定位数据输出频率	原始观测量数据输出频率可配置，输出频率应不低于 1Hz； RTK 数据输出频率应不低于 1Hz
观测数据完整率	优于 95%
1PPS 精度	优于 50ns (95%，相对于 UTC 时间)

5.4 环境适应性

5.4.1 工作温度

模块的工作温度应为－40℃~85℃。

5.4.2 贮存温度

模块的贮存温度应为－40° C~90° C。

5.4.3 恒定湿热

模块应能在温度为60℃、相对湿度为93%的环境中正常工作。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 试验环境条件

应在下列条件下进行：

- a) 星座 PDOP 不大于 4；
- b) 温度：15℃～35℃；
- c) 相对湿度：20%～80%。

6.1.2 试验场地

检验场地应符合下列规定：

- a) 检验点周围环视高度角 10° 以上无障碍物；
- b) 检验点基线距离测定精度优于被测铁路北斗定位模块精度指标三分之一；
- c) 检验点点位测定精度应优于被测铁路北斗定位模块精度指标三分之一。

6.1.3 试验设备

现场主要试验仪器和设备包括：卫星导航信号模拟器（以下简称模拟器）、基准站接收机、标准时间参考源、示波器、时间间隔计数器、直流稳压电源、高低温试验箱等。

检验设备应经计量部门检定或校准，并在检定或校准有效期内，其性能应满足被测铁路北斗定位模块的测试需求。其精度应至少优于被测指标精度的三分之一。

6.2 一般要求试验

6.2.1 产品标识

采用目视检查方法，检验产品标识应符合5.1.2的要求。

6.2.2 供电

采用直流稳压电源，设置电源为额定电压 $1\pm5\%$ 时，铁路北斗定位模块应能正常工作。

6.3 功能试验

6.3.1 导航型模块

6.3.1.1 北斗独立定位

使用模拟器进行试验，并应符合下列规定：

- a) 在被测铁路北斗定位模块处于冷启动状态下，仅播发北斗卫星信号，应能完成搜星、定位，并实现卫星导航定位功能；
- b) 在被测铁路北斗定位模块处于冷启动状态下，播发非北斗卫星信号，应无法实现定位；
- c) 在被测铁路北斗定位模块处于冷启动状态下，播发 3 颗北斗卫星信号，模块无法完成搜星定位；依次间隔增播非北斗信号，模块应始终保持无法定位；
- d) 在被测铁路北斗定位模块处于冷启动状态下，同时播发北斗信号与伪距偏差非北斗信号（300m 及以上），计算定位精度，应满足北斗标准单点定位精度要求。

6.3.1.2 定位方式

使用实际卫星信号或者模拟器测试，通过输出接口接收位置解算结果，检查模块是否具备定位功能。

6.3.1.3 输入/输出接口

输入/输出接口检验方法如下：

- a) 接口要求：采用目视检查方法；
- b) 协议要求：使被测铁路北斗定位模块输出 NMEA 数据并保存，检查输出信息；
- c) 差分数据格式要求：配置被测铁路北斗定位模块输出差分数据，逐一确认，检验被测铁路北斗定位模块输出信息。

6.3.2 测量型模块

6.3.2.1 北斗独立定位

按照6.3.1.1的规定试验。

6.3.2.2 定位方式

按照6.3.1.2的规定试验。

6.3.2.3 输入输出接口

输入输出接口检验方法如下：

- a) 接口要求：UART 接口采用目视检查方法，1PPS 接口采用目视检查被测铁路北斗定位模块是否有秒脉冲接口，再用示波器检查是否有秒脉冲信号输出；
- b) 标准协议要求：按照 6.3.1.3b)的规定试验；
- c) 差分数据格式要求：按照 6.3.1.3c)的规定试验。

6.4 性能试验

6.4.1 导航型模块

6.4.1.1 冷启动首次定位时间

使用模拟器进行试验。

删除被测铁路北斗定位模块当前历书数据，并关断电源。

设置模拟器仿真速度不高于2m/s的直线运动用户轨迹，设置模拟器输出的各颗卫星的信号电平为-130dBm，播发测试的北斗卫星信号频点。

接通被测铁路北斗定位模块电源。

以1Hz的定位数据输出频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100m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。

6.4.1.2 热启动首次定位时间

使用模拟器进行试验。

设置模拟器仿真速度不高于2m/s的直线运动用户轨迹，设置模拟器输出的各颗卫星的信号电平为-130dBm，播发测试用北斗卫星信号频点。

在被测铁路北斗定位模块正常定位状态下，保持工作超过3min后，短时断电60s并关闭模拟器卫星信号。

被测铁路北斗定位模块重新开机，恢复卫星信号，以1Hz的定位数据输出频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100m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。

6.4.1.3 重捕获时间

使用模拟器进行试验。

设置模拟器仿真速度不高于2m/s的直线运动用户轨迹，设置模拟器输出的各颗卫星的信号电平为-130dBm，播发测试用北斗卫星信号频点。

在被测铁路北斗定位模块正常定位状态下，保持稳定工作至少3min。

中断模拟器信号输出30s，然后恢复模拟器信号，以1Hz的定位数据输出频率连续记录输出的定位数据。

找出自卫星信号恢复后，首次连续10次输出三维定位误差不超过100m的定位数据的时刻，计算从卫星信号恢复到上述10个输出时刻中第1个时刻的时间间隔。

6.4.1.4 捕获灵敏度

使用模拟器进行试验。

设置模拟器仿真速度不高于2m/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1dB步进增加。

在模拟器输出信号的每个电平值下，接收机冷启动状态下开机，检验接收机能否在300s内捕获信号，并以1Hz的更新率连续10次输出三维定位偏差小于30m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。

6.4.1.5 跟踪灵敏度

使用模拟器进行试验。

设置模拟器仿真速度不高于2m/s的直线运动用户轨迹，设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平-130dBm，播发测试用北斗卫星信号频点。

被测铁路北斗定位模块稳定工作3min，然后以1dB步进降低输出。

在模拟器输出信号的每个设置电平值下，试验被测铁路北斗定位模块能否在300s内连续10次输出三维定位误差小于30m的定位数据。

找出能够使被测铁路北斗定位模块符合该定位要求的最低电平值，记录该设置电平值。

6.4.1.6 定位精度

定位精度检验方法如下。

a) 标准单点定位精度：

- 1) 在接收机检验场中，使用实际卫星信号进行试验；
- 2) 天线安装在检验场的已知点位上；
- 3) 连续试验 24h 以上，将获取的定位数据与标准点坐标进行比较，按照附录 A 规定的方法计算其定位精度。

b) RTK 精度：

- 1) 实际卫星信号试验方法：在接收机检验场中，使用实际卫星信号进行试验；天线安装在检验场的已知点位上，基线距离不大于 10km，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 1Hz 输出定位结果，按照附录 B 规定的方法计算 RTK 定位精度水平精度和垂直精度；
- 2) 模拟器信号试验方法：使用模拟器进行试验；采用双用户模拟器模拟一个基准站和一个流动站卫星导航信号；北斗卫星数目不少于 8 颗，其中流动站以固定运动轨迹移动；分别将信号接入基准站与流动站铁路北斗定位模块，基准站铁路北斗定位模块播发卫星信号载波相位差分改正数据；流动站铁路北斗定位模块成功单点定位后，接收基准站铁路北斗定位模块差分数据，初始化完成后，记录 RTK 定位结果；每组连续采集不少于 100 个测量结果，共进行 10 组观测，每组测量结束后重新开机进行初始化，计算 RTK 测量的水平精度和垂直精度。

6.4.1.7 测速精度

按照GB/T 44088—2024中5.3.4.6的规定试验。

6.4.1.8 RTK 初始化时间

使用实际卫星信号进行试验。

基线距离不大于10km，分别定义为基准站和流动站，将其中一端按照被测铁路北斗定位模块提供的技术文件及设备设置为基准站，并通过网络或其他方式将基准站差分数据实时接入流动站被测铁路北斗定位模块。

将流动站天线与被测铁路北斗定位模块输入端之间增加程控射频开关。

在被测铁路北斗定位模块正常定位状态下，保持稳定工作至少3min后，短时中断卫星信号30s后，恢复卫星信号，以1Hz的定位数据输出频率连续记录输出的定位数据。

找出自卫星信号恢复后，首次连续10次输出水平定位误差不超过5cm的定位数据的时刻，计算从卫星信号恢复到上述10个输出时刻中第1个时刻的时间间隔。

6.4.1.9 定位数据输出频率

设置被测铁路北斗定位模块的定位数据输出频率为产品说明书规定的最大值，测试600s，检查其定位结果是否持续更新；若按照产品说明书规定的定位数据输出频率持续更新，则判定合格。

6.4.1.10 动态要求

使用模拟器进行试验。

按照动态要求设置模拟器动态仿真场景，设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平-130dBm，播发测试用北斗卫星信号频点。

复位被测铁路北斗定位模块，设置被测铁路北斗定位模块打开GGA语句，并按1Hz实时上报GGA语句。

被测铁路北斗定位模块工作3min后采集数据，连续采集20min。

分析其RTK定位精度。

6.4.2 测量型模块

6.4.2.1 捕获灵敏度

按照6.4.1.4的规定试验。

6.4.2.2 跟踪灵敏度

按照6.4.1.5的规定试验。

6.4.2.3 原始观测量精度

按照GB/T 44088—2024中5.3.4.1的规定试验。

6.4.2.4 定位精度

定位精度检验方法如下：

- a) 标准单点定位精度：按照 6.4.1.6 a) 的规定试验；
- b) RTK 定位精度：按照 6.4.1.6 b) 的规定试验；
- c) 静态基线测量精度：按照 GB/T 44088—2024 中 5.3.4.4 的规定试验。

6.4.2.5 RTK 初始化时间

按照6.4.1.8的规定试验。

6.4.2.6 定位数据和原始观测量输出频率

定位数据和原始观测量输出频率检验方法如下：

- a) 原始观测量输出频率：按照 GB/T 44088—2024 中 5.3.10 的规定试验。
- b) 定位数据输出频率：按照 6.4.1.9 的规定试验。

6.4.2.7 观测数据完整率

按照GB/T 44088—2024中5.3.11.1的规定试验。

6.4.2.8 1PPS 精度

按照GB/T 39399—2020中5.13的规定试验。

6.5 环境适应性试验

6.5.1 工作温度

按GB/T 2423.1和GB/T 2423.2规定的方法进行低温和高温试验。

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被测模块水平放置于试验箱内，并开启模块进入正常工作状态，分别设定试验温度 $(-40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 和 $(85\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 进行低温试验和高温试验，待温度平衡后连续观测16h定位数据，检查标准单点定位精度。

6.5.2 贮存温度

按GB/T 2423.1和GB/T 2423.2规定的方法进行低温和高温试验。

在高低温试验箱内温度为室温时将被测模块水平放置于试验箱内，被测模块不工作。低温贮存试验设定试验温度 $(-40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，高温贮存试验设定试验温度 $(90\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，待温度平衡后保持16h，将试验箱温度设定为室温，待被测模块与外界温度一致后，给被测模块通电，接收信号，测试被测模块的标准单点定位精度。

6.5.3 恒定湿热

按GB/T 2423.3规定的方法进行试验。

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被测模块水平放置于试验箱内，并开启模块进入正常工作状态。将试验箱内温度和湿度设定为5.4.3规定的试验参数，待温度和相对湿度平衡后连续观测12h定位数据，检查标准单点定位精度。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分型式检验和周期检验。导航型模块检验项目应满足表3要求，测量型模块检验项目应满足表4要求。

表 3 导航型模块检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	技术要求对应条款	检验方法对应条款
1	产品标识	●	●	5.1.2	6.2.1
2	供电	●	●	5.1.3	6.2.2
3	北斗独立定位	●	—	5.2.1.1	6.3.1.1
4	定位方式	●	—	5.2.1.2	6.3.1.2
5	输入/输出接口	●	●	5.2.1.3	6.3.1.3
6	冷启动首次定位时间	●	—	5.3.1	6.4.1.1
7	热启动首次定位时间	●	—	5.3.1	6.4.1.2
8	重捕获时间	●	—	5.3.1	6.4.1.3
9	捕获灵敏度	●	—	5.3.1	6.4.1.4
10	跟踪灵敏度	●	—	5.3.1	6.4.1.5
11	定位精度	●	—	5.3.1	6.4.1.6
12	测速精度	●	—	5.3.1	6.4.1.7
13	RTK 初始化时间	●	—	5.3.1	6.4.1.8
14	定位数据输出频率	●	—	5.3.1	6.4.1.9
15	动态要求	●	—	5.3.1	6.4.1.10
16	工作温度	●	—	5.4.1	6.5.1
17	贮存温度	●	—	5.4.2	6.5.2
18	恒定湿热	●	—	5.4.3	6.5.3
注：“●”表示检验项目，“—”表示不检验项目。					

表 4 测量型模块检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	技术要求对应条款	检验方法对应条款
1	产品标识	●	●	5.1.2	6.2.1
2	供电	●	●	5.1.3	6.2.2
3	北斗独立定位	●	—	5.2.2.1	6.3.2.1
4	定位方式	●	—	5.2.2.2	6.3.2.2
5	输入/输出接口	●	●	5.2.2.3	6.3.2.3
6	捕获灵敏度	●	—	5.3.2	6.4.2.1
7	跟踪灵敏度	●	—	5.3.2	6.4.2.2
8	原始观测量精度	●	—	5.3.2	6.4.2.3
9	定位精度	●	—	5.3.2	6.4.2.4
10	RTK 初始化时间	●	—	5.3.2	6.4.2.5
11	定位数据和原始观 测量输出频率	●	—	5.3.2	6.4.2.6
12	观测数据完整率	●	—	5.3.2	6.4.2.7
13	1PPS 精度	●	—	5.3.2	6.4.2.8
14	工作温度	●	—	5.4.1	6.5.1

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	技术要求对应条款	检验方法对应条款
15	贮存温度	●	—	5.4.2	6.5.2
16	恒定湿热	●	—	5.4.3	6.5.3
注：“●”表示检验项目，“—”表示不检验项目。					

7.2 周期检验

铁路北斗定位模块经型式检验合格后，每两年应进行周期检验。

7.3 型式检验

型式检验试验项目全部合格时，该产品合格，若任意一项不合格，则该产品不合格。

在下列情况之一时应进行型式检验：

- a) 新产品定型或首次生产时；
- b) 产品转场生产时；
- c) 当产品性能、结构、生产工艺或材料有重大改变，影响产品性能时；
- d) 连续生产2年时；
- e) 停产1年以上恢复生产时；
- f) 出厂检验结果与上次型式实验有较大差异时。

附录 A

(规范性)

标准单点定位精度的数据处理方法

A.1 统计水平和垂直定位误差

水平定位误差(Δh_j)按照公式(A.1)~公式(A.3)计算,垂直定位误差(Δu_j)按照公式(A.4)计算。

$$\Delta h_j = \sqrt{\Delta E_j^2 + \Delta N_j^2} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

j —— 参加统计的定位结果样本序号;

Δh_j —— 水平定位精度;

ΔE_j —— 东向定位误差;

ΔN_j —— 北向定位误差。

$$\Delta E_j = E'_j - E_j \left(j = 1, 2, \dots, n \right) \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

n —— 参加统计的定位结果样本总数;

E'_j —— 接收机解算出的第j个定位结果的东向分量;

E_j —— 实际坐标点的第j个定位时刻的东向分量。

$$\Delta N_j = N'_j - N_j \left(j = 1, 2, \dots, n \right) \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

N'_j —— 接收机解算出的第j个定位结果的北向分量;

N_j —— 实际坐标点的第j个定位时刻的北向分量。

$$\Delta u_j = U'_j - U_j \left(j = 1, 2, \dots, n \right) \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

Δu_j —— 垂直定位误差;

U'_j —— 终端解算出的第j个定位结果的垂直分量;

U_j —— 实际坐标点的第j个定位时刻的垂直分量。

A.2 定位点的三维定位误差

所有定位点的三维定位误差 ΔS 按照公式(A.5)计算。

$$\Delta S_j = \sqrt{\Delta h_j^2 + \Delta u_j^2} \left(j = 1, 2, \dots, n \right) \dots\dots\dots (A.5)$$

当 ΔS_i 大于50m时，相应历元的定位点判定为无效。

将有效的定位点按三维定位误差按从小到大排序，取第 $(n \times 66.7\%)$ 个点的水平定位分量和垂直定位分量作为该应用模式下的水平定位精度和垂直定位精度。

附 录 B
(规范性)
RTK 定位精度的数据处理方法

按公式(B.1)～公式(B.2)分别计算水平定位误差、垂直定位误差的标准差，即水平定位精度，垂直定位精度：

$$m_h = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(N_i - N_0)^2 + (E_i - E_0)^2]} \dots\dots\dots (B.1)$$

$$m_v = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (U_i - U_0)^2} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

- m_h, m_v —— 分别为水平定位精度、垂直定位精度，单位为米（m）；
 N_i, E_i, U_i —— 分别为被测设备第*i*个定位结果在站心地平坐标系下北、东、高坐标，单位米（m）；
 N_0, E_0, U_0 —— 分别为已知点在站心地平坐标系下北、东、高坐标，单位为米（m）；
i —— 测量结果序号；
n —— 测量结果个数。

参 考 文 献

- GB 17761—2024 电动自行车安全技术规范
GB/T 39267—2020 北斗卫星导航术语
GB 48063—2026 交通运输北斗卫星导航系统定位模块通用技术规范
TB 10054—2025 铁路工程卫星定位测量规范
-

铁路行业标准《铁路北斗卫星导航系统定位模块通用技术规范》

(征求意见稿)

编制说明

1 工作简况

1.1 编制依据

根据《国家铁路局关于印发 2026 年铁路技术标准编制计划的通知》（国铁科法函〔2026〕54 号）26T050 项目和《国家铁路局 2026 年铁路装备技术和运输服务标准、计量规程规范项目计划（承担单位）》（科法函〔2026〕139 号）的要求，由铁路行业基础通用及运输设备标准化技术归口单位归口，并由中国铁道科学研究院集团有限公司电子计算技术研究所、中铁第五勘察设计院集团有限公司、中铁工程设计咨询集团有限公司、北京交通大学共同起草《铁路北斗卫星导航系统定位模块通用技术规范》。

本标准为首次制定。

1.2 制修订本标准的必要性

国家铁路局《“十四五”铁路科技创新规划》（国铁科法〔2021〕45 号）提出大力推进北斗卫星导航、5G、人工智能、大数据、物联网、云计算、区块链等前沿技术与铁路技术装备、工程建设、运输服务等领域的深度融合，提升铁路智能化水平。北斗已成为智能铁路技术体系的重要组成部分，在铁路各专业业务领域发挥重要的作用。北斗导航定位功能是铁路北斗应用的重要方面，铁路北斗卫星导航系统定位模块当前在全路授时、车载、手持便携、监测等业务场景中广泛应用，目前列车运行监控（LKJ）、列控设备动态监测系统（DMS）、车载信息无线传输系统（WTDS）等诸多专业应用系统实现了卫星定位及授时功能，但这些系统的卫星定位模块主要由各专业自行研制，设备厂商冗杂，且功能性能等缺乏统筹规划和标准。

随着北斗产业化和各主要行业北斗规模化应用工作展开，北斗应用产品质量把控、技术规范等标准化需求日趋凸显。因此，随着铁路行业高质量推进北斗规模化应用工作，梳理铁路行业各专业领域北斗定位模块应用现状和需求，总结各领域有关系统与设备应用效果和问题，针对铁路行业实际应用需求，对具有定位功能的铁路北斗定位模块的功能及性能要求等内容提出通用技术规范十分必要。

1.3 编制过程

在本标准的编制过程中，完成了大量的基础研究和编写工作。本标准编制过程概要如下：

（1）标准计划下达后，在归口单位组织下，铁科院电子所、铁五院等单位成立了标准起草组，对铁路各专业领域北斗定位模块应用现状和需求、各领域各场景有关模块与系统的应用效果和问题、铁路北斗卫星导航系统定位模块的功能、性能、测试方法等情况进行了调研，收集了相关技术资料，形成了本标准的草案。

（2）标准起草组对前期工作和标准草案深入讨论研究后，2026 年 9 月形成了本标准的征求意见稿。

（3）本标准起草单位和起草人承担的起草工作见表 1。

表 1 《铁路北斗卫星导航系统定位模块通用技术规范》起草工作分工表

序号	起草单位	起草人姓名	承担的工作
1.	中国铁道科学研究院集团有限公司电子计算技术研究所	张吉峰、李洋、秦健、潘佩芬、白雪娇	张吉峰主持标准编制，总体负责第 5 章 5.2 功能要求及 5.3 性能要求的编制，并负责 6.3 功能检验、6.4 性能检验中 6.4.2.6 至 6.4.2.8 的编制及全面协调工作。 李洋负责 6.1、6.4.1、附录 B、参考文献的编制。 秦健负责第 1 章、6.2 的编制。 潘佩芬负责第 4 章、5.1 的编制。 白雪娇负责前言、第 2 章、第 3 章的编制。
2.	中铁第五勘察设计院集团有限公司	饶雄	饶雄负责 5.3.1 的编制。
3.	中铁工程设计咨询集团有限公司	孙嵘	孙嵘负责 5.2.2、附录 A 的编制
4.	中国铁路设计集团有限公司	梁永	梁永负责 5.3.2、6.4.2.1 至 6.4.2.5 的编制。
5.	中铁检验认证中心有限公司	尚迪	尚迪负责第 7 章的编制。
6.	中国铁路北京局集团有限公司	王煜恺	王煜恺负责 5.2.1 的编制
7.	中国电子科技集团公司第五十四研究所	贾浩男	贾浩男负责 6.3.2 的编制。

2 编制原则

- 2.1 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1-2020 要求。
- 2.2 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。
- 2.3 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进、节能环保。
- 2.4 标准实施后有利于提高铁路产品质量、保障运输安全，符合铁路行业发展需求。

3 主要内容

- 3.1 本标准规定了铁路行业北斗卫星导航系统定位应用模块的功能、性能技术要求、试验方法、检验规则。
- 3.2 本标准的主要技术要求包括一般要求、功能要求和性能要求。其中一般要求包含组成、产品标识和供电；功能要求包含北斗独立定位、定位方式、输入/输出接口；性能要求包含冷启动首次定位时间、热启动首次定位时间、重捕获时间、捕获灵敏度、跟踪灵敏度、定位精度、测速精度、RTK 初始化时间、定位数据输出频率、动态要求、观测数据完整率和 1PPS 精度等。
- 3.3 本标准符合法律、行政法规的规定。
- 3.4 本标准依据《交通运输北斗卫星导航系统定位模块通用技术规范》（GB 48063-2026），参考国铁集团企业标准《北斗卫星导航系统铁路应用模组通用技术条件》（Q/CR 1065-2025）标准，结合铁路北斗卫星导航系统定位模块的应用实际编制。
- 3.5 本标准是在 GB 48063-2026 的基础上制定，与 GB 48063-2026 的重要技术差异见表 2。

表 2 与《交通运输北斗卫星导航系统定位模块通用技术规范》（GB 48063-2026）的重要技术差异

序号	GB 48063-2026	本标准	说明
1.	4.2.1	5.2.1.1 和 5.2.2.1	GB 48063-2026：模块应具备北斗独立定位功能，至少应能接收并处理 BDS 的 B1C 和 B2a 信号。 本标准：区分导航型和测量型模块，其中导航型要求应具备北斗独立定位功能，未对北斗工作频点具体要求。
2.	5.3.1	6.3.1.1	GB 48063-2026：搭建测试环境并上电，设置导航信号模拟器输出导航信号，检查被测模块是否能正常定位，验证结果是否符合 4.2.1 的规定。设置导航信号模拟器仅输出 B1C 和 B2a 导航信号，检查被测模块是否能接收、处理相应信号且能够正常定位，验证结果是否符合 4.2.1 的规定。 本标准：使用模拟器进行试验，并应符合下列规定： a) 在被测铁路北斗定位模块处于冷启动状态下，仅播发北斗卫星信号，应能完成搜星、定位，并实现卫星导航定位功能。 b) 在被测铁路北斗定位模块处于冷启动状态下，播发非北斗卫星信号，应无法实现定位。 c) 在被测铁路北斗定位模块处于冷启动状态下，播发 3 颗北斗卫星信号，模块无法完成搜星定位；依次间隔增播非北斗信号，模块应始终保持无法定位。 d) 在被测铁路北斗定位模块处于冷启动状态下，同时播发北斗信号与伪距偏差非北斗信号（300 米及以上），计算定位精度，应满足北斗标准单点定位精度要求。

3.6 本标准与《北斗卫星导航系统铁路应用模组通用技术条件》（Q/CR 1065-2025）相比，重要技术差异见表 3。

表 3 与《北斗卫星导航系统铁路应用模组通用技术条件》（Q/CR 1065-2025）的重要技术差异

序号	Q/CR 1065-2025	本标准	说明
1.	5.3.1	5.3.1	将冷启动首次定位时间调整为不超过 60s、热启动首次定位时间调整为不超过 10s 和重捕获时间调整为不超过 2s；捕获灵敏度调整为-136dBm 跟踪灵敏度调整为-148dBm；删除了重捕获灵敏度和 PPP 定位精度要求；动态要求调整为速度 80km/h、加速度 0.5g 条件下，RTK 可固定并符合 RTK 定位精度要求。
2.	5.3.2	5.3.2	删除了 PPP 定位精度要求，增加了 RTK 定位精度和静态基线测量精度要求；原始观测量和定位数据输出频率调整为应不低于 1Hz；1PPS 精度调整为优于 50ns(95%，相对于 UTC 时间)。
3.	6.2.1.1	6.3.1.1	将北斗信号检验改为北斗独立定位，检验方法做了更精准的细化调整。

3.7 经起草组研究分析，没有与本标准主要技术内容相关联的现行国家标准、行业标准。

4 关键指标

4.1 在北斗独立定位的要求和检验方法进行充分调研、试验验证的基础上，本标准 5.2.1.1 和 5.2.2.1 对北斗独立定位的要求做出了规定，6.3.1.1 对北斗独立定位的检验方法进行了细化，规范了铁路行业北斗应用工作中对铁路北斗卫星导航系统定位模块仅依靠北斗完成定位的能力，从源头上实现自主安全可控风险。

4.2 5.3.2 参考 GB/T 44088—2024《北斗卫星导航系统测量型模块技术要求及测试方法》的 4.2.4.5.2 增加了测量型模组 RTK 定位精度的要求，对 RTK 测量型模组的 RTK 定位精度核心指标进行了规范，并在此基础上统一了 RTK 定位精度的测试方法，为铁路 RTK 实时动态测量相关应用需求提供依据。

4.3 5.3.2 参考 GB/T 44088—2024《北斗卫星导航系统测量型模块技术要求及测试方法》的 4.2.4.4 增

加了测量型模组静态基线测量精度的要求，6.4.2.4 增加了对静态基线测量精度的检验方法，按照 GB/T 44088—2024 中 5.3.4.4 的规定试验。通过增加测量型模组静态基线测量精度，对采用静态后处理解算方式的铁路北斗定位模块进一步规范，支撑铁路控制网测量、高精度形变/位移监测等毫米级高精度定位需求。

5 有无重大分歧意见

无。

6 强制或推荐、废止、公开建议

6.1 建议本标准作为推荐性行业标准发布。

6.2 由于未识别出版权等相关知识产权问题，建议公开。

6.3 本标准未识别出相关专利。

7 其他应予说明的事项

在本标准编制过程中，中铁检验验证中心有限公司负责编制了第 7 章，中国铁路北京局集团有限公司编制了 5.2.1，中国电子科技集团公司第五十四研究所编制了 6.3.2，起草组建议将上述单位纳入标准起草单位。

标准起草组

2026年9月