

团 体 标 准

T ××××—××××

车载北斗模块技术要求和试验方法 第1部分： 北斗导航定位

Technical specification and test methods for module for the BeiDou on vehicles—
Part 1:Beidou Navigation and positioning

(征求意见稿)

××××—××—××发布

××××—××—××实施

中国汽车工业协会 发布

目 次

前 言	2
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 北斗导航定位技术要求	1
4.1 总则	1
4.2 输入输出	1
4.3 精度	2
4.4 首次定位时间	2
4.5 重捕获时间	2
4.6 灵敏度	2
4.7 动态性能	错误！未定义书签。
4.8 位置更新率	2
4.9 功耗	3
4.10 高低温工作和贮存	3
5 导航定位测试方法	3
5.1 测试环境条件	3
5.2 标准测试信号和测试设备	3
5.3 测试场地	错误！未定义书签。
5.4 测试方法	3
附 录 A（规范性附录） 定位精度的数据处理方法	6

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提出并归口。

本文件起草单位：中国质量认证中心有限公司、中国电子科技集团公司第五十四研究所、中认车联网技术服务（深圳）有限公司。

本文件主要起草人：×××、×××、×××。

车载北斗模块技术要求和试验方法 第1部分：北斗导航定位

1 范围

本文件适用于安装在机动车上，具有北斗导航定位功能的模块（模组、板卡、芯片）、终端等车载北斗应用模块（以下也简称北斗模块）。其他应用领域的北斗模块也可参照使用本标准。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 28046.4—2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷

GB/T 39399—2020 北斗卫星导航系统测量型接收机通用规范

BD 110001—2015 北斗卫星导航术语

BD 410002—2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）接收机差分数据格式（一）

BD 410003—2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）接收机差分数据格式（二）

BD 410004—2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）接收机导航定位数据输出格式

3 术语和定义

规范性引用文件所涉及标准中的术语、定义和缩略语适用于本标准。

3.1 北斗模块 Beidou module

用以接收卫星信号并获得高精度的位置信息、时间信息和功能的单元，包括模组、板卡和具有北斗导航定位功能的芯片。

4 北斗导航定位技术要求

4.1 总则

北斗模块应能在仅使用BDS信号时，提供位置、速度和时间信息。北斗模块能够捕获和跟踪北斗卫星的载波相位数据与卫星改正数据进行定位。具体包括：

——至少捕获与跟踪北斗三号卫星信号 2 个频点（B1/B2，或 B1/B3，或 B2/B3）上的载波信号（B1I/B1C/B2I/B2a/B3I）进行解算与定位；

——可以捕获与跟踪其他全球/区域导航卫星，如GPS、GLONASS、GALILEO等卫星载波相位数据，与北斗卫星的载波相位数据进行联合解算与定位。

北斗模块基于射频基带一体化SOC芯片制造，使用GNSS公开服务信号，提供基于 CGCS2000 坐标系或其他一种或多种坐标系下的位置信息、对地速度信息，以及基于协调世界时（UTC）的时间信息。北斗模块可以根据需要选择使用SBAS、GBAS等提供的增强服务提供差分定位能力。

4.2 输入输出

T × × × × — × × × ×

北斗模块应至少提供一个输出端口，将导航信息从该输出端口提供给其他设备，输出的导航信息应符合BD410004-2015数据格式的要求。具有差分定位功能的北斗导航单元应具有至少一个输入数据接口，可以接收处理符合BD410002-2015要求的差分信息。

4.3 精度

4.3.1 定位精度

单点定位：水平定位精度优于 5m (2σ)，垂直定位精度优于 10m (2σ)；
广域差分定位：水平精度优于 0.5m (2σ)，垂直精度优于 1m (2σ)。

4.3.2 测速精度

在 $\text{HDOP} \leq 4$ 或 $\text{PDOP} \leq 6$ 时，测速精度优于 0.2m/s (2σ)。

4.4 首次定位时间

4.4.1 冷启动首次定位时间

在输入卫星导航信号功率电平为 -130dBm 时，北斗模块在概略位置、概略时间、星历和历书未知的状态下开机，到首次能够在其后 10s 连续输出稳定的定位数据，所需时间应不超过 35s 。

4.4.2 热启动首次定位时间

在输入卫星导航信号功率电平为 -130dBm 时，北斗模块在概略位置、概略时间、星历和历书已知的状态下开机，到首次能够在其后 10s 连续输出稳定的定位数据，所需时间应不超过 5s 。

4.5 重捕获时间

北斗模块在输入GNSS卫星信号功率电平为 -130dBm 且正常工作状态时，GNSS卫星信号短时中断 30s ，从信号恢复到首次能够在其后 10s 连续输出稳定的定位数据，所需时间应不超过 5s 。

4.6 灵敏度

4.6.1 捕获灵敏度

捕获灵敏度应优于 -140dBm 。

北斗模块在概略位置、概略时间、星历和历书未知的状态下开机，各颗卫星的单通道导航信号载波电平不高于 -140dBm 时，应能在 300s 内以 1Hz 更新率连续 10 次输出稳定的定位数据。

4.6.2 重捕获灵敏度

重捕获灵敏度应优于 -143dBm 。

北斗模块正常定位状态下，GNSS卫星信号短时中断 30s 后恢复，各颗卫星的单通道导航信号载波电平不高于 -145dBm 时，应能在 300s 内以 1Hz 更新率连续 10 次输出稳定的定位数据。

4.6.3 跟踪灵敏度

跟踪灵敏度应优于 -145dBm 。

北斗模块正常定位后，各颗卫星的单通道导航信号载波电平降低到 -150dBm 时，应能在 300s 内以 1Hz 更新率连续 10 次输出稳定的定位数据。

4.7 位置更新率

T ××××—××××

北斗模块最大位置更新率不低于1Hz。

4.8 功耗

北斗模块在连续正常工作状态下，功耗应不超过80mW。

4.9 高低温工作和贮存

在表1规定的温度试验参数下应能正常工作和贮存。

表 1 温度试验参数

项目	低温/℃	高温/℃	持续时间/h
工作温度	-40	85	24
贮存温度	-55	85	24
湿热	上限温度：+55℃ 循环数：6		

5 导航定位测试方法

5.1 测试环境条件

除另行规定外，所有测试应在以下条件下进行：

- a) 温度：10℃~35℃；
- b) 相对湿度：20%~80%。

如果实际测试条件不能满足上述环境要求，测试结果中应标明测试时真实的环境温度和相对湿度。

5.2 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≤4 或 PDOP≤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、准确度和稳定性，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。

5.3 测试方法

5.3.1 精度

5.3.1.1 定位精度

采用实际卫星信号或利用信号转发器将实际卫星信号引入实验室内进行检测，检测应在卫星星座 PDOP≤4 的情况下进行，通过电动自行车厂商提供的连接工具获取 1 次/s 的定位结果，记录连续 1h 的定位结果，参照附录 A 计算水平、高程和定位精度，检查是否符合要求。

也可在实际城市道路场地以测试车作为运动载体对被测设备进行测试。将被测北斗模块的天线按使用状态固定在测试车上，按规划的路线跑车，连续记录定位数据，将获取的定位数据与高精度 INS/GNSS 组合导航设备的定位数据进行比较，参照附录 A 计算定位精度。

5.3.1.2 测速精度

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。被测北斗模块接收射频仿真信号，按 1Hz 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 5min，各条轨迹的最大速度、最大加速度取值见表 2。

表 2 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	5	1
2	60	10
3	100	20

对上述用户运动轨迹，分别计算其测速精度，应符合 4.4.2 的要求。

5.3.2 首次定位时间

5.3.2.1 冷启动首次定位时间

冷启动首次定位时间应按 GB/T39399-2020 中 5.9.1 进行检测。

5.3.2.2 热启动首次定位时间

热启动首次定位时间应按 GB/T39399-2020 中 5.9.3 进行检测。

5.3.3 重捕获时间

用模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于 2m/s 的直线运动用户轨迹。

在被测北斗模块正常定位状态下，短时中断卫星信号 30s 后，恢复卫星信号，以 1Hz 的位置更新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，应符合 4.5 的要求。

5.3.4 灵敏度

5.3.4.1 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 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导航模块不能捕获信号的状态开始，以 1dB 步进增加，若被测北斗模块技术文件声明的捕获灵敏度量值低于 4.6.1 要求的限值，可以从比其声明的灵敏度量值低 2dB 的电平值开始。

在模拟器输出信号的每个电平值下，被测北斗模块在冷启动状态下开机，若其能够在 300s 内捕获导航信号，并以 1Hz 的更新率连续 10 次输出三维定位误差小于 100m 的定位数据，记录该电平值，应符合 4.6.1 的要求。

5.3.4.2 重捕获灵敏度

用模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度不高于 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各通道信号电平从导航模块不能捕获信号的量值开始，以 1dB 步进增加，若被测北斗模块技术文件声明的重捕获灵敏度量值低于 4.6.2 要求的限值，可以从比其声明的灵敏度数值低 2dB 的电平值开始。

T ××××—××××

在模拟器输出信号的每个设置电平值下，被测北斗模块正常定位（此时为使导航能够正常定位，可先输出较高的可定位电平）后，控制模拟器中断卫星信号 30s 再恢复到该设置电平值，若导航模块能够在信号恢复后 300s 内捕获导航信号，并以 1Hz 的更新率连续 10 次输出三维定位误差小于 100m 的定位数据，记录该设置电平值，应符合 4.6.2 的要求。

5.3.4.3 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 2m/s 的直线运动用户轨迹。

在北斗模块正常定位的情况下，设置模拟器输出的各颗卫星的各通道信号电平以 1dB 步进降低。在模拟器输出信号的电平值下，测试北斗模块能否在 300s 内连续 10 次输出三维定位误差小于 100m 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，应符合 4.6.3 的要求。

。

5.3.5 位置更新率

用模拟器进行测试，设置模拟器仿真速度为 $2.5\text{m/s} \pm 0.5\text{m/s}$ 的直线运动用户轨迹，在 10min 内，每隔 1s 检查北斗模块的位置数据输出，观察每次位置数据的更新时间，应符合 4.7 的要求。

5.3.5.1 功耗

通过程控直流稳压电源为被测北斗模块供电，在被测导航模块正常定位后，在 10min 内每 5s 记录一次程控直流稳压电源显示的瞬时电压和瞬时电流值，并由二者的乘积计算出各瞬时功率。对各时刻的瞬时功率取平均值得到功耗测量值，应符合 4.8 的要求。

5.3.6 高低温工作和贮存

5.3.6.1 低温工作

低温工作试验按表 1 规定的试验参数，依照 GB/T 28046.4-2011 规定的方法进行试验。测试被测北斗模块的定位精度，在温度稳定时段采集 2h 的定位数据，应符合 4.4 的要求。

5.3.6.2 高温工作

高温工作试验按表 1 规定的试验参数，依照 GB/T 28046.4-2011 规定的方法进行试验。测试被测北斗模块的定位精度，在温度稳定时段采集 2h 的定位数据，应符合 4.4 的要求。

5.3.6.3 低温贮存

低温贮存试验按表 1 规定的试验参数，依照 GB/T 28046.4-2011 规定的方法进行试验。测试被测北斗模块的定位精度，在温度稳定时段的后段采集 2h 的定位数据，应符合 4.4 的要求。

5.3.6.4 高温贮存

高温贮存试验按表 1 规定的试验参数，依照 GB/T 28046.4-2011 规定的方法进行试验。测试被测北斗模块的定位精度，在温度稳定时段的后段采集 2h 的定位数据，应符合 4.4 的要求。

5.3.6.5 湿热

湿热试验按表 1 规定的试验参数，依照 GB/T 28046.4-2011 规定的方法进行试验。测试被测北斗模块的定位精度，在温度稳定时段的后段采集 2h 的定位数据，应符合 4.4 的要求。

附 录 A
(规范性附录)
定位精度的数据处理方法

A.1 概述

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（A.1）～公式（A.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：

$$\Delta E_i = E_i - E_{0i} \quad (\text{A.1})$$

$$\Delta N_i = N_i - N_{0i} \quad (\text{A.2})$$

$$\Delta U_i = U_i - U_{0i} \quad (\text{A.3})$$

式中：

ΔE_i 、 ΔN_i 、 ΔU_i 、 ΔH_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（A.4）～公式（A.7）计算站心坐标系下各方向的定位偏差（bias）：

$$\bar{\Delta}_E = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta E_i}{n} \quad (\text{A.4})$$

$$\bar{\Delta}_N = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta N_i}{n} \quad (\text{A.5})$$

$$\bar{\Delta}_U = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta U_i}{n} \quad (\text{A.6})$$

$$\bar{\Delta}_H = \sqrt{\bar{\Delta}_N^2 + \bar{\Delta}_E^2} \quad (\text{A.7})$$

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

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

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

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

$$\sigma_H = \sqrt{\sigma_N^2 + \sigma_E^2} \quad (\text{A. 11})$$

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 2σ 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. 12) 计算:

$$U_H = k\sigma_H = 2\sigma_H \quad (\text{A. 12})$$

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 (A. 13) 计算:

$$U_U = k\sigma_U = 2\sigma_U \quad (\text{A. 13})$$

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 (A. 14) 计算:

$$M_H = \bar{\Delta}_H + U_H \quad (\text{A. 14})$$

垂直定位精度按公式 (A. 15) 计算:

$$M_U = |\bar{\Delta}_U| + U_U \quad (\text{A. 15})$$