

BD

中国第二代卫星导航系统重大专项标准

BD 420072—2022

北斗卫星导航系统民用区域短报文通信基 带芯片性能要求及测试方法

**Technical requirements and test methods for civil regional short message
communication baseband chip of BDS**



2022-12-30发布

2023-01-30 实施

中国卫星导航系统管理办公室 批准

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义、缩略语.....	1
3.1 术语和定义.....	1
3.2 缩略语.....	2
4 技术要求.....	2
4.1 功能要求.....	2
4.2 性能要求.....	3
4.3 封装要求.....	3
4.4 功耗要求.....	3
4.5 环境适应性要求.....	3
5 测试方法.....	4
5.1 测试环境条件.....	4
5.2 标准测试信号和测试设备.....	4
5.3 测试项目与场景.....	4
5.4 功能测试.....	5
5.5 性能测试.....	7
5.6 封装测试.....	9
5.7 功耗测试.....	9
5.8 环境适应性测试.....	10

前 言

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。

本文件由中国卫星导航系统管理办公室提出。

本文件由全国北斗卫星导航标准化技术委员会（SAC/TC 544）归口。

本文件起草单位：中国卫星导航工程中心、北京东方计量测试研究所、中兵北斗应用研究院有限公司、清华大学。

本文件主要起草人：国际、王田、李罡、高为广、郭树人、周益、崔晓伟、楚恒林、曹坤梅、张湘熠、隋叶叶、李雨濛、陈强、潘颖、蒋云翔、韩贵新。

北斗卫星导航系统民用区域短报文通信基带芯片

性能要求及测试方法

1 范围

本文件规定了北斗卫星导航系统民用区域短报文通信基带芯片的功能要求、性能要求和测试方法。

本文件适用于支持北斗卫星导航系统的民用区域短报文通信基带芯片的研制、生产和检测。

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 39267 北斗卫星导航术语

BD 410004 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、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 39267 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

区域短报文通信服务 short messages service

北斗卫星导航系统基于 RSMC 提供的一种双向报文通信服务。

3.1.2

服务频度 service interval

单位时间内系统为用户提供服务的次数。

注：通常用服务申请的最小时间间隔来表示，单位为秒。

3.1.3

身份认证 identity authentication

对申请服务的用户进行身份校验，通过校验确定是否对其入站申请提供相应服务。

3.1.4

重捕获时间 reacquisition time

用户设备在接收的导航信号短时失锁后，从信号恢复到重新捕获导航信号所需的时间。

3.1.5

双向授时 two-way timing

用户通过导航卫星与主控站之间进行双向时间比对和信息交互，实现授时的方法。

3.1.6

入站信号 **inbound signal**

由用户发射经卫星转发至主控站的无线电信号。

3.1.7

出站信号 **outbound signal**

由主控站发射经卫星转发至用户的无线电信号。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

EIRP: 等效全向辐射功率 (Equivalent Isotropic Radiated Power)

ID: 识别号 (Identity)

RSMC: 区域短报文通信 (Region Short Messages Communication)

4 技术要求

4.1 功能要求

4.1.1 信号接收

可接收处理北斗三号 RSMC 出站信号 S2C_p 和 S2C_d。

4.1.2 RSMC 业务

芯片应至少支持如下业务:

- a) 应急搜救;
- b) 定位报告;
- c) 报文通信, 其中兼收功能可选, 可选择支持北斗二号 S1 频点信号;
- d) 双向定时。

4.1.3 身份认证

支持用户身份认证模块, 其接口规范符合北斗三号区域短报文通信 SIM 卡标准。

4.1.4 输入输出

芯片提供数据输入输出接口, 支持 RSMC 业务数据的输入输出, 支持 RNSS 定位结果等信息的输入, 其数据格式见 BD 410004。

4.1.5 功放控制

具有功放控制接口, 可对外指示 RSMC 发射时段。

4.1.6 入站信号频点

发射通道应支持如下频点入站信号的发射:

- a) Lf1: 1614.26±4.08 MHz;

b) Lf2: 1618.34±4.08 MHz。

4.2 性能要求

4.2.1 动态性能

速度应不小于 515 m/s，加速度不小于 4 g。

4.2.2 接收信号功率范围

接收信号功率范围 (S2C_p 信号): -158dBW ~ -146dBW。

4.2.3 接收灵敏度

接收灵敏度要求如下:

- a) 对于专用段 24 kbps 信息帧, 优于-151.8 dBW (误码率 $\leq 1 \times 10^{-5}$);
- b) 对于专用段 16 kbps 信息帧, 优于-155.5 dBW (误码率 $\leq 1 \times 10^{-5}$);
- c) 对于专用段 8 kbps 信息帧, 优于-158.0 dBW (误码率 $\leq 1 \times 10^{-5}$)。

4.2.4 捕获时间

捕获时间要求如下:

- a) 首次捕获时间: $\leq 2s$;
- b) 重捕获时间 (信号中断 30s): $\leq 1s$ 。

4.2.5 接收通道数

接收通道数不少于 8 个。

4.2.6 发射通道控制性能

基带芯片应能对射频发射通道进行控制, 发射通道性能应满足如下要求:

- a) 射频发射功率在-10 dBm ~ 0 dBm 可调, 调整步进: ≤ 1 dB;
- b) 发射信号频率准确度: $\leq 5 \times 10^{-7}$ 。

4.3 封装要求

采用主流塑料封装, 也可采用更高工艺。

4.4 功耗要求

平均功耗: $\leq 300mW$ 。

4.5 环境适应性要求

环境适应性要求如下:

- a) 低温工作温度: $-40^{\circ}C$;
- b) 高温工作温度: $+85^{\circ}C$ 。

5 测试方法

5.1 测试环境条件

除另有规定外，所有测试应在以下条件下进行：

- a) 温度：15℃~35℃；
- b) 相对湿度：20%~80%；
- c) 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模拟测试信号，RSMC 卫星导航信号模拟器产生的信号应具有与卫星信号相同的特性。

所有测试用仪器、设备的精度应优于被测设备的三倍；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。测试设备要求见表 1。

表 1 主要测试设备清单

序号	测试设备	主要技术指标
1	RSMC 卫星导航信号模拟源	出站信号：S2C_p、S1、S2C_d 入站信号：Lf1、Lf2、Lf3 伪距精度：≤0.05m 伪距变化率精度：±0.01m/s 入站信号功率检测准确度：优于 0.5dB
2	测量接收机	频率范围：1GHz~6GHz 绝对电平 MPE：±0.3dB 电平测量范围：-130dBm~0dBm 显示平均噪声电平：-150dBm/Hz @2GHz
3	直流电源	单路最大电压：50V 单路最大电流：3A 单路输出功率：100W
4	温湿度试验箱	温度范围：-70℃~+150℃ 温度均匀度：≤2℃ 温度波动度：±0.2℃ 温度偏差：±2℃ 温变速率：≥5℃/min
5	陪测射频芯片	频率：支持 Lf1 和 Lf2 频点 输出功率：-10dBm~0dBm 功率调整步进：≤1dB

5.3 测试项目与场景

测试项目均在室内实验室完成，被测芯片以测试底板的形式实现信号接收和数据输出。根据测试项目的测试需求，需要对模拟器进行场景配置，测试项目及场景见表 2。

表 2 测试项目与场景

序号	场景配置	测试项目	测试要求	测试方法
场景 1	静态, 信号功率: -151.8 dBW; 信号类型: S2C_d、S2C_p; 播发 8 个波束信号	兼收功能	4.1.2	5.4.2.3
		接收通道数	4.2.5	5.5.5
		功耗	4.4	5.7
场景 2	低动态, 速度: ≤ 515 m/s、加速度: $\leq 4g$; 功率-151.8 dBW; 信号类型: S2C_d、S2C_p; 随机播发一个波束信号	动态性能	4.2.1	5.5.1
场景 3	准静态, 速度: ≤ 30 m/s、加速度: $\leq 5m/s^2$ 、加加速度 $\leq 0.5 m/s^3$; 信号功率: -151.8 dBW; 信号类型: S2C_d、S2C_p; 播发一个波束信号	应急搜救与定位报告	4.1.2	5.4.2.1
		报文通信功能	4.1.2	5.4.2.2
		身份认证	4.1.3	5.4.3
		功放控制	4.1.5	5.4.5
		接收信号功率范围	4.2.2	5.5.2
		接收灵敏度	4.2.3	5.5.3
		首次捕获时间	4.2.4	5.5.4.1
		重捕获时间	4.2.4	5.5.4.2
		低温工作	4.5	5.8.1
		高温工作	4.5	5.8.2
场景 4	静态, 信号功率: -151.8dBW; 信号类型: S2C_d、S2C_p; 随机播发一个波束信号	双向定时功能	4.1.2	5.4.2.4
		输入输出	4.1.4	5.4.4
		入站信号频点	4.1.6	5.4.6
		射频发射功率	4.2.6	5.5.6
		发射信号频率准确度	4.2.6	5.5.7

5.4 功能测试

5.4.1 信号接收

与“接收灵敏度”项目同步进行。

5.4.2 RSMC 业务

5.4.2.1 应急搜救与定位报告

测试步骤如下:

- 选用场景 2, 播发所有波束的 S2C 出站信号, 功率设为-151.8 dBW, 设置被测设备上报捕获跟踪波束状态, 等待 30 秒;
- 测试系统通过串口控制被测设备在应急搜救服务类型下发送 RSMC 定位报告, 检测是否收到入站信息, 并判断信息是否正确;
- 测试系统发送对应的应急搜救服务类型下的 RSMC 定位报告出站信息, 检测被测设备串口是否上报对应的出站信息, 并判断信息是否正确;
- 如果出站和入站都能收到对应信息且信息正确, 则此被测设备具备应急搜救服务功能;
- 修改服务类型为定位报告, 重复步骤 a)~c), 测试被测设备在定位报告服务类型下的 RSMC 定位报告, 如果出站和入站都能收到对应信息且信息都正确, 则此被测设备具备定位报告功能。

5.4.2.2 报文通信

测试步骤如下:

- a) 测试系统选用场景 2，播发 1 个波束的 S2C 出站信号，功率设为-151.8 dBW，设置被测设备上报捕获跟踪波束状态，等待 30 秒；
- b) 测试系统通过串口控制被测设备发射入站通信申请，检测入站信息是否收到，并判断信息是否正确；
- c) 测试系统播对应通信出站电文，检测被测设备是否上报对应的出站信息，并判断信息是否正确；
- d) 分别随机修改通信内容类别（汉字、代码）、通信内容长度、出入站速率、入站频点等信息，重复步骤 a)~c)，抽取 10 个组合进行测试。如果出站和入站都能收到对应信息且都正确，则认为具备报文通信功能。

5.4.2.3 兼收

测试步骤如下：

- a) 测试系统选用场景 2，播发 8 个波束的 S2C 出站信号，功率设为-151.8 dBW，设置被测设备上报捕获跟踪波束状态，等待 30 秒；
- b) 测试系统在一定时间内，所有 8 个波束的 S2C 信号上随机搭载播发所有下属用户信息（共计 100 个下属，每个下属 2 条专有信息，其中一条通信信息、一条定位信息，全部搭载到 8 个波束并在 1 分钟内播发完）；
- c) 统计被测设备收到的准确下属用户信息数量，统计兼收成功率，兼收成功率=
$$\frac{\text{收到的准确下属用户信息数量}}{\text{播发的下属用户信息总数量}} \times 100\%$$
，兼收成功率应不小于 95%，则认为具备兼收功能。

5.4.2.4 双向定时

测试步骤如下：

- a) 测试系统选用场景 4，播发 1 个波束的 S2C 出站信号，功率设为-151.8 dBW，设置被测设备上报捕获跟踪波束状态，等待 30 秒；
- b) 测试系统通过串口控制被测设备发射入站双向定时申请，检测入站信息是否收到，并判断信息是否正确；
- c) 测试系统播对应双向定时出站电文，检测被测设备是否上报对应的出站信息，并判断信息是否正确；
- d) 修改出入站内容，重复步骤 a)~c)，测试 10 次。如果出站和入站都能收到对应信息且都正确，则认为具备双向定时功能。

5.4.3 身份认证

测试步骤如下：

- a) 与通信功能同时测试，检查测试过程中是否对用户身份进行认证；
- b) 如果测试过程中被测设备可对用户身份进行认证，则认为具备身份认证功能。

5.4.4 输入输出

检查芯片是否具备数据输入输出接口，是否支持 RSMC 业务数据的输入输出及 RNSS 定位结果等信息的输入，如果芯片满足上述条件，则认为符合 4.1.4 的要求。

5.4.5 功放控制

测试步骤如下：

- a) 在被测设备上设定发射时段，检查是否按设定时段进行发射；
- b) 如果被测设备发射时段与设定该时段一致，则认为符合 4.1.5 的要求。本项目可与“报文通信功能”同时测试。

5.4.6 入站信号频点

测试步骤如下：

- a) 测试系统选用场景 4，仅播发 1 个波束 S2C 出站信号，功率设为-151.8 dBW；
- b) 设置被测设备在 Lf1 频点发射入站定位申请，测试系统记录接收到的定位申请；
- c) 设置被测设备在 Lf2 频点发射入站定位申请，测试系统记录接收到的定位申请；
- d) 如果测试系统在 Lf1 和 Lf2 频点均可接收到被测设备发射的入站申请，则认为符合 4.1.6 的要求。

5.5 性能测试

5.5.1 动态性能

测试步骤如下：

- a) 测试系统选用场景 2，其中速度从静止以 4g 加速度加速至 515m/s，仅播发 1 个波束 S2C 出站信号，功率为-151.8 dBW；
- b) 测试系统设置被测设备上报捕获跟踪波束状态；
- c) 控制被测设备在 Lf1 连续发射入站信号，进行中心频率测量，测量 100 次，统计偏移后的频率准确度，统计方法见公式（1）：

$$A = \frac{\overline{f_x} - f_0}{f_0} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

A ——表示频率准确度；

$\overline{f_x}$ ——被测设备发射信号的中心频率平均值，单位为兆赫兹（MHz）；

f_0 ——中心频率标称值，应为中心频率标称值±515m/s 动态下多普勒频率偏移。

- d) 若频率准确度均需符合 4.2.6b) 的要求，则认为动态性能符合 4.2.1 的要求；
- e) 重复步骤 c)、d)测试 Lf2 频点的偏移发射频率准确度。

5.5.2 接收信号功率范围

测试步骤如下：

- a) 测试系统选用场景 2，开启 S2C_p 出站信号，功率为-146 dBW；
- b) 测试系统设置被测设备上报捕获跟踪波束状态，统计 S2C_p 支路载噪比；
- c) 以 1 dB 为步进降低 S2C_p 信号的功率，直到电平降到-158 dBW 结束；
- d) 测试过程中的最大和最小电平即为 S2C_p 的信号接收范围，应符合 4.2.2 的要求。

5.5.3 接收灵敏度

测试步骤如下：

- a) 测试系统选用场景 2，设置专用段信息帧 8 kbps，开启 S2C 出站信号，功率为-158.0 dBW；
- b) 通过设置被测设备进行 S2C 误码率测试，通过串口设置被测设备上报出站电文；
- c) 等待 30 秒，被测设备应正常上报出站电文，待上报的电文不少于 1×10^6 bit 后，测试系统设置被测设备停止上报出站电文，并统计误码率，其中误码率应包括丢帧数；
- d) 设置专用段信息帧 16 kbps，其信号功率为-155.5 dBW，重复步骤 b、c)；
- e) 设置专用段信息帧 24 kbps，其信号功率为-151.8 dBW，重复步骤 b)、c)；
- f) 以上测得的误码率均小于 1×10^{-5} ，则灵敏度符合 4.2.3 的要求。

5.5.4 捕获时间

5.5.4.1 首次捕获时间

测试步骤如下：

- a) 测试系统选用场景 2，设置系统播发 1 个波束的 S2C 出站信号，功率为-151.8dBW；
- b) 设置被测设备进行 S2C 首捕测试，测试系统设置被测设备上报波束捕获状态，频度 10Hz；
- c) 测试系统通过串口复位被测设备，并统计被测设备上报波束捕获状态，测量并记录从测试系统发出信号至被试品输出第一个波束捕获成功所用的时间，即为当次的首次捕获时间；
- d) 测试 20 次，取平均值为被测设备 S2C 频点的首次捕获时间，应符合 4.2.4 的要求。

5.5.4.2 重捕获时间

测试步骤如下：

- a) 测试系统选用场景 2，设置系统播发 1 个波束的 S2C 出站信号，功率为-151.8dBW；
- b) 设置被测设备进行 S2C 重捕时间测试，测试系统通过串口发送指令控制被测设备复位；
- c) 测试系统播发信号 90 秒，等待用户设备锁定信号；
- d) 系统控制被测设备上报波束捕获状态，频度 10Hz；
- e) 测试系统中断信号 30 秒后恢复信号输出，统计被测设备从测试系统恢复信号输出至被测设备输出第一个波束捕获成功数据所用的时间，即为当次的重捕时间；
- f) 测试 20 次，取平均值为被测设备 S2C 频点的重捕获时间，应符合 4.2.4 的要求。

5.5.5 接收通道数

同芯片功耗一起测试，在功耗测试过程中，通过被测设备上报的通信信息判断接收通道数量，收全 8 个波束的通信信息，且全部正确，则认为满足 4.2.5 的要求。

5.5.6 射频发射功率

测试步骤如下：

- a) 测试系统选用场景 4，仅播发 1 个波束 S2C 出站信号，功率设为-151.8 dBW；
- b) 设置被测设备在 Lf1 频点以最小发射功率 $P_1 = -10\text{dBm}$ 发射入站定位申请，测试系统测量入站功率，10 次测量后统计平均值记为 $\overline{P_1}$ ；
- c) 在最小发射功率电平基础上，以 1dB 为步进值，逐步增强发射功率记为 P_i ($i=2,3\cdots 11$)，每一功率电平下，测量 10 次入站功率并取平均值记为 $\overline{P_i}$ ；
- d) 计算 $\overline{P_i} - \overline{P_{i-1}}$ ，应满足 $0.5\text{dB} < \overline{P_i} - \overline{P_{i-1}} < 1.5\text{dB}$ ，其中 ($i=2,3\cdots 11$)；
- e) 将入站信号频率改为 Lf2，重复步骤 b)~d)。

5.5.7 发射信号频率准确度

测试步骤如下：

- a) 测试系统选用场景 4，仅播发 1 个波束 S2C 支路出站信号，功率为-151.8dBW；
- b) 测试系统设置被测设备在 Lf1 频点发射入站定位申请，测试系统测量入站频率，统计所有入站信号的频率值，100 次测量后统计平均值；
- c) 对所有入站次数的频率进行频率准确度统计，如果符合要求则本频点入站频率准确度符合要求，统计方法见公式 (1)；
- d) 入站信号频率改成 Lf2，同上测试其频率准确度，频率准确度符合 4.2.6b) 的要求。

5.6 封装测试

检查芯片是否采用主流塑封。如果芯片封装为主流塑封封装，则认为符合 4.3 的要求。

5.7 功耗测试

测试步骤如下：

- a) 用直流电源为被测设备供电，测试系统选用场景 1，播发 8 个波束，每个波束仅打开 S2C 出站信号，功率为-151.8dBW，并在 8 个波束分别搭载本机的通信信息；
- b) 通过串口控制被测设备以 1Hz 频率上报功率锁定情况；
- c) 等待 60 秒锁定稳定后，利用直流电源统计被测设备功耗，连续统计 200 个点；
- d) 统计 200 个取样点数的平均值，即为被测设备全部 8 个 RSMC 通道连续跟踪状态下芯片的功耗，应符合 4.4 的要求。

5.8 环境适应性测试

5.8.1 低温工作

测试步骤如下：

- a) 被测设备置于高低温试验箱中；
- b) 高低温试验箱按 1℃/min 从室温降至最低工作温度-40℃后，保持 2 h，然后开始进行报文通信功能测试，应满足 5.4.2.2 的要求。

5.8.2 高温工作

测试步骤如下：

- a) 被测设备置于高低温试验箱中；
 - b) 高低温试验箱按 1℃/min 升至最高温度 85℃后，保持 2 h，然后开始进行报文通信功能测试，应满足 5.4.2.2 的要求。
-