

CH

中华人民共和国测绘行业标准

CH/TXXXXX—XXXX

北斗 全球导航卫星系统（GNSS）高精度导  
航型天线通用规范

General specification for BeiDou/Global Navigation Satellite System (GNSS) high  
precision navigation antenna

（报批稿）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国自然资源部 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 总则 .....	2
5.2 物理特性 .....	2
5.3 无源天线性能 .....	3
5.4 有源天线性能 .....	3
5.5 测试环境适应性的要求 .....	4
5.6 电磁兼容 .....	5
6 测试内容 .....	5
6.1 测试环境 .....	5
6.2 测试设备 .....	5
6.3 测试项目及要​​求 .....	5
6.4 测试方法 .....	6
7 质量评定 .....	14
7.1 检验分类 .....	14
7.2 检验项目 .....	14
7.3 型式鉴定检验 .....	15
7.4 质量一致性检验 .....	15
8 标志、包装、运输及贮存 .....	17
8.1 标志 .....	17
8.2 包装 .....	17
8.3 运输 .....	18
8.4 贮存 .....	18
附录 A（资料性） 导航卫星系统所播发导航信号的对应频段 .....	19
参考文献 .....	20

## 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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国地理信息标准化技术委员会测绘分技术委员会（SAC/TC230/SC2）归口。

本文件起草单位：广州中海达卫星导航技术股份有限公司、广州计量检测技术研究院、华南理工大学、广东工业大学、广州海达星宇技术有限公司、广东分数维无线科技有限公司、广东省计量科学研究院、广州市中海达测绘仪器有限公司。

本文件主要起草人：李晓鹏、章秀银、姜军毅、唐小军、郑亮、林福民、李成钢、马如宇、王萍、张华福、区俊辉、曹云飞、周冬跃、郭伟杰、朱勇安、廖建平、周广勇、余绪庆、李新鹏、丘福深、蔡惠萍、陈真。

# 北斗 全球导航卫星系统（GNSS）高精度导航型天线通用规范

## 1 范围

本文件规定了北斗/全球导航卫星系统（GNSS）高精度导航型天线的技术要求、测试方法、质量评定程序以及标志、包装、运输、贮存要求。

本文件适用于北斗/全球导航卫星系统（GNSS）高精度导航型天线设计、生产、测试和使用，不适用于全球导航卫星系统（GNSS）测量型天线。

## 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 191-2008 包装储运图示标志
- GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.3-2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.5-2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击
- GB/T 2423.7-2018 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ec：粗率操作造成的冲击
- GB/T 2423.10-2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
- GB/T 2423.18-2021 环境试验 第2部分：试验 试验Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）
- GB/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 2829-2002 周期检验计数抽样程序及表
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 4857.5-1992 包装运输包装件跌落试验方法
- GB/T 6388-1986 运输包装收发货标志
- GB/T 13384-2008 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 17626.2-2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3-2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 39267-2020 北斗卫星导航术语
- GB 50826-2012 电磁波暗室工程技术规范
- SJ/T 11431-2010 GPS接收机天线性能要求及测试方法
- BD 420003-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）测量型天线性能要求及测试方法
- BD 420004-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）导航型天线性能要求及测试方法

## 3 术语和定义

GB/T 39267-2020、SJ/T 11431-2010界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**高精度导航型天线** high precision navigation antenna

用于差分或精密单点等增强定位导航系统，支持亚米/厘米级精度定位导航功能的天线。

### 3.2

**水平方向极化增益** horizontal polarization gain

在相同输入功率，水平方向上，天线辐射电磁波的功率密度与各向同性圆极化天线的辐射功率密度之比。

### 3.3

**法向极化增益** horizontal polarization gain

在相同输入功率，仰角 $90^\circ$ 方向上，天线辐射电磁波的功率密度与各向同性圆极化天线的辐射功率密度之比。

[来源：BD 420004-2015，定义3.1.10]

### 3.4

#### 极化增益前后比 front-to-back ratio

天线法向极化增益与背向 $\pm 30^\circ$ 内的极化增益最大值之比。

[来源：BD 420003-2015，定义3.1.7]

### 3.5

#### $20^\circ$ 仰角极化增益不圆度 out-of-roundness at $20^\circ$ elevation

在仰角 $20^\circ$ 上，方位 $0^\circ \sim 360^\circ$ 范围内天线极化增益的最大起伏。

[来源：BD 420004-2015，定义3.1.12]

### 3.6

#### $20^\circ$ 仰角平均增益 average gain at $20^\circ$ elevation

在仰角 $20^\circ$ 上，方位 $0 \sim 360^\circ$ 范围内天线极化增益的平均值。

[来源：BD 420004-2015，定义3.1.13]

### 3.7

#### 带外抑制 out of band rejection

对通带以外的信号的抑制程度。

### 3.8

#### 带内平坦度 pass band ripple

带内信号各频率点相对于中心频率的幅度变化量。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BDS: 北斗导航卫星系统(BeiDou Navigation Satellite System)

FAKRA: 汽车专家组(FachKReis Automobile)

GALILEO: 伽利略导航卫星系统(GALILEO satellite navigation system)

GLONASS: 格洛纳斯导航卫星系统(GLObal NAVigation Satellite System)

GNSS: 全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System)

GPS: 全球定位系统(Global Positioning System)

IPEX: I-PEX微型同轴(I-PEX micro-coaxial)

LHCP: 左旋圆极化(Left Hand Circular Polarization)

LNA: 低噪声放大器(Low Noise Amplifier)

MCX: 微同轴(Mirco CoaXial)

MMCX: 微型微同轴(Miniature Micro CoaXial)

PCO: 相位中心偏差(Phase Center Offset)

RHCP: 右旋圆极化(Right Hand Circular Polarization)

SBAS: 星基增强系统(Satellite-Based Augmentation System)

SMA: 超小型版本A(SubMiniature version A)

TNC: 尼尔-康塞曼螺纹口(Threaded Neill-Concelman)

VSWR: 电压驻波比(Voltage Standing Wave Ratio)

## 5 技术要求

### 5.1 总则

北斗/全球导航卫星系统(GNSS)高精度导航型天线，应能够接收BDS信号，或应能够接收BDS与GPS、GALILEO、GLONASS等系统任意组合的卫星信号。

### 5.2 物理特性

### 5.2.1 主要组成部分

有源天线应包括以下组成部分：

- a) 射频接口；
- b) 无源天线；
- c) LNA 电路。

### 5.2.2 射频接口

有源天线射频接口应符合以下要求：

- a) 电源与射频信号共用一路射频接口；
- b) 射频接口应选用 50  $\Omega$  的标准同轴连接器；
- c) 射频接口应确保稳定可靠连接，可采用螺纹旋紧或卡扣紧固的接口，宜使用 TNC/SMA/FAKRA/MCX/MMCX/IPEX 接口。

### 5.2.3 外观

天线表面应光洁，不应有凹痕、刮伤、裂缝、变形等缺陷。

### 5.2.4 重量

有源天线的重量宜不大于 250 g。

### 5.2.5 尺寸

有源天线的直径尺寸宜不大于 125 mm。

### 5.2.6 结构安装

有源天线应能方便安装于车辆、船舶、飞行器、可穿戴设备等终端上。天线底部宜平整，应牢靠固定于终端上。

## 5.3 无源天线性能

### 5.3.1 特性阻抗

特性阻抗应为 50  $\Omega$ 。

### 5.3.2 电压驻波比

在工作频带范围内，无源天线输出端对 50  $\Omega$  传输线 VSWR 应不大于 2.0。

### 5.3.3 极化特性与法向轴比

天线极化方向应为 RHCP，在工作频带范围内，天线的法向轴比应不大于 3.0 dB。

### 5.3.4 法向极化增益

工作频带内法向极化最大增益应不小于 2.0 dBi。

### 5.3.5 极化增益前后比

极化增益前后比应不小于 7.0 dB。

### 5.3.6 20° 仰角极化增益不圆度

20° 仰角极化增益不圆度应不大于 3.0 dB。

### 5.3.7 20° 仰角平均极化增益

20° 仰角平均极化增益应不小于 -10.0 dBi。

## 5.4 有源天线性能

### 5.4.1 供电特性

工作电压应在(3~5)VDC范围内,工作电流应小于60 mA。

#### 5.4.2 电压驻波比

在工作频带范围内,有源天线输出端对50 Ω传输线VSWR应不大于2.0。

#### 5.4.3 带宽

应涵盖天线所接收信号的工作频段,各系统工作频段对应表参见附录A。

#### 5.4.4 噪声系数

在涵盖的各频点内,不含前置滤波器的LNA电路的噪声系数应小于2.0 dB,具体数值应在产品说明书或者技术规格书中明确列出。

#### 5.4.5 带外抑制

接收信号边频±100 MHz处,带外抑制应大于25 dB。

#### 5.4.6 LNA 增益

LNA电路增益宜在20 dB~45 dB范围内。

#### 5.4.7 带内平坦度

LNA电路涵盖的各频点内,平坦度值应不超过±2.0 dB。

#### 5.4.8 1dB 压缩点输出功率

LNA 1 dB压缩点输出功率应不小于0 dBm。

#### 5.4.9 相位中心偏差

相位中心偏差应不超过5 mm。

### 5.5 测试环境适应性的要求

#### 5.5.1 温度

贮存温度范围: -45 °C~85 °C,正常工作温度范围: -40 °C~85 °C。

#### 5.5.2 湿热

天线在温度为(40±2) °C,相对湿度为(93±3)% 环境下应能正常工作。

#### 5.5.3 振动

天线应具备抗振能力,分别在三个互相垂直轴上经受以下两个振动试验后,均应能保持结构完好,工作正常。

a) 频率为1 Hz~30 Hz,单振幅为0.75 mm,振动试验50 min。

b) 频率为30 Hz~55 Hz,单振幅为0.25 mm,振动试验25 min。

#### 5.5.4 冲击

天线在经受加速度为50 m/s<sup>2</sup>,持续脉冲时间为18 ms的半正弦波冲击试验后,应能保持结构完好,工作正常。

#### 5.5.5 跌落

天线在1.2 m高度自由跌落后,应能保持结构完好,工作正常。

#### 5.5.6 防护等级

天线外壳防护等级宜不低于IP65等级。

#### 5.5.7 盐雾



天线应具备抗盐雾腐蚀能力，按照GB/T 2423.18-2021严酷等级（2）规定要求，试验后产品表面不应有生锈、腐蚀、黄斑、起泡、涂层脱落现象且能正常工作。

## 5.6 电磁兼容

### 5.6.1 射频电磁场辐射抗扰度

天线在GB/T 17626.3-2016规定的试验等级3情况下不应丧失功能或性能降级。

### 5.6.2 静电放电抗扰度

天线在接触放电 $\pm 4$  kV，空气放电 $\pm 8$  kV，每个预选放电点正负各5次放电情况下不应丧失功能或性能降级。

## 6 测试内容

### 6.1 测试环境

测试环境有常规测试环境、室内测试环境和室外测试环境。

- a) 常规测试环境：
  - 温度：15 °C~35 °C；
  - 相对湿度：25% ~ 75%；
  - 气压：86 kPa~106 kPa。
- b) 室内测试环境：全电波暗室，按照GB 50826-2012的要求执行。
- c) 室外测试环境：天空视野开阔，在水平面上方20°以上没有明显遮挡物，测试点无强电磁场干扰和多径反射。拥有可旋转强制对中基座，且强制对中杆自转的同心度在0.2 mm内。

### 6.2 测试设备

所有测试设备的分辨率、准确度和稳定度应满足SJ/T 11431-2010附录A要求，其性能应满足被测天线性能指标的要求；测试设备量程应能覆盖所测试指标范围，并至少有10%的余量；其精度应优于被测指标精度一个数量级。

所有测试设备均应在国家法定计量单位检定合格，并在有效周期内使用。

基本测试仪器设备包括：

- a) 发射设备；
- b) 接收设备；
- c) 转台及控制设备；
- d) 记录设备；
- e) 系统控制设备。

上述设备的要求见SJ/T 11431-2010附录A。对于将上述若干个基本单元集成为一体的测试设备，也应符合SJ/T 11431附录A的规定。

### 6.3 测试项目及要求

高精度导航型天线的测试项目及 requirements 见表1。

表1 导航型天线测试项目及 requirements

测试项目		测试环境要求	指标要求	测试方法	
1	天线性能	物理特性	常规测试环境	5.2	6.4.1
2		无源天线电压驻波比	室内测试环境	5.3.2	6.4.2
3		极化特性与法向轴比	室内测试环境	5.3.3	6.4.3

表1 导航型天线测试项目及要求（续）

4		法向极化增益	室内测试环境	5.3.4	6.4.4	
5		极化增益前后比	室内测试环境	5.3.5	6.4.5	
6		20° 仰角极化增益不圆度	室内测试环境	5.3.6	6.4.6	
7		20° 仰角平均极化增益	室内测试环境	5.3.7	6.4.7	
8		供电特性	常规测试环境	5.4.1	6.4.8	
9		有源天线电压驻波比	室内测试环境	5.4.2	6.4.9	
10		带宽	常规测试环境	5.4.3	6.4.10	
11		噪声系数	常规测试环境	5.4.4	6.4.11	
12		带外抑制	常规测试环境	5.4.5	6.4.12	
13		LNA 增益	常规测试环境	5.4.6	6.4.13	
14		带内平坦度	常规测试环境	5.4.7	6.4.14	
15		1dB 压缩点输出功率	常规测试环境	5.4.8	6.4.15	
16		相位中心偏差	室外测试环境	5.4.9	6.4.16	
17		环境适应性	温度	常规测试环境	5.5.1	6.4.17.1
18			湿热	常规测试环境	5.5.2	6.4.17.2
19			振动	常规测试环境	5.5.3	6.4.17.3
20	冲击		常规测试环境	5.5.4	6.4.17.4	
21	跌落		常规测试环境	5.5.5	6.4.17.5	
22	防护等级		常规测试环境	5.5.6	6.4.17.6	
23	盐雾		常规测试环境	5.5.7	6.4.17.7	
24	电磁兼容	射频电磁场辐射抗扰度	室内测试环境	5.6.1	6.4.18.1	
25		静电放电抗扰度	常规测试环境	5.6.2	6.4.18.2	

注：测试要求、测试方法对应的数字为章节号

## 6.4 测试方法

### 6.4.1 物理特性

按SJ/T 11431-2010中的5.2.1规定要求进行，根据产品规范和厂家提供的图样，用目测法检查外观质量，用满足精度要求的量具测量尺寸，用满足精度要求的衡器测量重量，用相关检测工具进行机械性能、结构和材料检查。结果应满足5.2要求。

### 6.4.2 无源天线电压驻波比

按SJ/T 11431-2010中的5.2.6规定要求进行，把天线耦合器输出端连至测量仪器上即可进行VSWR的测量。测量步骤按仪器操作说明进行，结果应满足5.3.2的要求。以网络分析仪（可进行扫频或点频测量）为例，一般步骤如下：

- a) 按所需的频段和采样间隔进行测量端口校准；
- b) 按与校准时相同的频段和采样间隔进行VSWR测量；
- c) 读出所需频率的VSWR。

### 6.4.3 极化特性与法向轴比

#### 6.4.3.1 多探头球面测试法

测试方法按BD 420004-2015中的5.6.2.2规定要求在多探头微波暗室进行，其步骤如下：

- a) 系统增益标定：
  - 1) 安装标准增益天线，使标准增益天线几何中心与系统几何中心一致；
  - 2) 根据被测天线频率范围，设定测试系统的测试频带；
  - 3) 计算增益校准数据，将校准数据存储于测试系统；
- b) 天线测试：
  - 1) 将被测天线安装在测试工装上，调整被测天线，使被测天线几何中心与系统几何中心重合；
  - 2) 连接测试电缆，设置测试频点，开始测试；
  - 3) 测试过程中，系统配套软件自动完成被测天线幅度和相位数据的采集、存储和计算；
  - 4) 导出天线的法向RHCP增益  $G_{rc}$  和法向LHCP增益  $G_{lc}$ 。其中  $G_{rc}$  为被测天线法向RHCP增益，单位为dB； $G_{lc}$  为被测天线法向LHCP增益，单位为dB。

若  $G_{rc} - G_{lc} > 0$ ，则天线为RHCP；若  $G_{rc} - G_{lc} < 0$ ，则天线为LHCP； $G_{rc} - G_{lc} = 0$ ，则天线非圆极化。极化特性应满足5.3.3要求。

导出被测天线各频点的法向轴比，结果应满足5.3.3的要求。

#### 6.4.3.2 单探头球面测试法

按BD 420004-2015中的5.6.3.2规定要求在单探头微波暗室进行，测试方法和步骤如下：

- a) 将标准增益天线安装在天线测试转台上，通过测试系统对标准增益天线进行测试，得到标准增益天线测试数据文件；
  - b) 通过测试软件对数据文件进行处理，得到标准增益天线的归一化方向图和轴向最大电平  $P_{bz}$ ；
  - c) 查询标准增益天线手册，得到标准增益天线轴向增益  $G_{bz}$ ；
  - d) 用被测天线替换标准增益天线，通过测试系统对被测天线进行测试；
  - e) 通过测试软件数据处理得到被测天线的轴向最大电平  $P_h$ 。 $P_h$ 、 $P_{bz}$ 一般为负值。
- $P_{bz}$ ：标准天线轴向最大电平，单位为dBm；  
 —— $G_{bz}$ ：标准天线轴向增益标称值，单位为dB；  
 —— $P_h$ ：被测天线的轴向最大电平，单位为dBm。

得到被测天线测试数据文件后，通过测试软件对数据进行处理，得到被测天线的主极化与交叉极化方向图，其中，增益明显大的方向图为主极化方向，主极化方向即为天线的极化方式。极化特性应满足5.3.3要求。

完成被测天线方向图后，通过近场测试软件得到法向轴比。结果应满足5.3.3的要求。

### 6.4.4 法向极化增益

#### 6.4.4.1 多探头球面测试法

测试方法和步骤见6.4.3.1。

导出被测天线各频点的法向主极化增益，结果应满足5.3.4的要求。

#### 6.4.4.2 单探头球面测试法

测试方法和步骤见6.4.3.2。

天线法向极化增益，按公式（1）计算：

$$G_h = G_{bz} + P_h + P_{bz} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $G_h$ ——被测天线的法向极化增益, 单位为dB;
- $G_{bz}$ ——标准天线轴向增益标称值, 单位为dB;
- $P_h$ ——被测天线的轴向最大电平, 单位为dBm;
- $P_{bz}$ ——标准天线轴向最大电平, 单位为dBm。

测试结果应满足5.3.4的要求。

#### 6.4.5 极化增益前后比

##### 6.4.5.1 多探头球面测试法

测试方法和步骤见6.4.3.1。

导出被测天线各频点过天线法线方向的主极化增益方向图, 在各个方向图数据中分别找出法向主极化增益  $G_f$  和背向  $\pm 30^\circ$  范围内主极化增益大值  $G_{\pm 30}$ 。

极化增益前后比, 按公式(2)计算:

$$G_{FVSB} = G_f + G_{\pm 30} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $G_{FVSB}$ ——被测天线前后极化增益比;
- $G_f$ ——被测天线法向主极化增益, 单位为dB;
- $G_{\pm 30}$ ——被测天线背向  $\pm 30^\circ$  范围内主极化增益大值, 单位为dB。

结果应满足5.3.5的要求。

##### 6.4.5.2 单探头球面测试法

测试方法和步骤见6.4.3.2。

测试出天线背向  $\pm 30^\circ$  的方向图, 记录下电平大值  $P_{\pm 30}$ 。

前后极化增益比, 按公式(3)计算:

$$G_{FVSB} = G_h - P_{\pm 30} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $G_{FVSB}$ ——被测天线前后极化增益比;
- $G_h$ ——被测天线的法向极化增益, 单位为dB;
- $P_{\pm 30}$ ——被测天线背向  $\pm 30^\circ$  电平大值, 单位为dBm。

结果应满足5.3.5的要求。

#### 6.4.6 $20^\circ$ 仰角极化增益不圆度

##### 6.4.6.1 多探头球面测试法

测试方法和步骤见6.4.3.1。

导出被测天线各频点仰角  $20^\circ$  主极化增益方向图, 在方向图数据中分别找出最大值  $G_{max}$  和最小值  $G_{min}$ 。

$20^\circ$  仰角极化增益不圆度, 按公式(4)计算:

$$P_{p2p} = \frac{G_{max} - G_{min}}{2} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $P_{p2p}$ ——被测天线仰角  $20^\circ$  不圆度;
- $G_{max}$ ——被测天线仰角  $20^\circ$  极化增益最大值, 单位为dB;
- $G_{min}$ ——被测天线仰角  $20^\circ$  极化增益最小值, 单位为dB。

结果应满足5.3.6的要求。

##### 6.4.6.2 单探头球面测试法

测试方法和步骤见6.4.3.2。

测试出被测天线仰角 20° 的方向图，记录最小电平值  $P_{\min}$  及最大电平值  $P_{\max}$ 。  
20° 仰角极化增益不圆度，按公式 (5) 计算：

$$P_{p2p} = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{2} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$P_{p2p}$ ——被测天线仰角 20° 不圆度；  
 $P_{\max}$ ——被测天线仰角 20° 电平最大值，单位为 dBm；  
 $P_{\min}$ ——被测天线仰角 20° 电平最小值，单位为 dBm。  
结果应满足 5.3.6 的要求。

#### 6.4.7 20° 仰角平均极化增益

##### 6.4.7.1 多探头球面测试法

测试方法和步骤见 6.4.3.1。

导出被测天线各频点仰角 20° 主极化增益方向图，在方向图数据中分别找出最大值  $G_{\max}$  和最小值  $G_{\min}$ 。

20° 仰角平均极化增益，按公式 (6) 计算：

$$G_{20} = \frac{G_{\max} + G_{\min}}{2} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$G_{20}$ ——20° 仰角平均极化增益；  
 $G_{\max}$ ——被测天线仰角 20° 极化增益大值，单位为 dB；  
 $G_{\min}$ ——被测天线仰角 20° 极化增益小值，单位为 dB。  
测试结果应满足 5.3.7 的要求。

##### 6.4.7.2 单探头球面测试法

测试方法和步骤见 6.4.3.2。

测试出天线仰角 20° 的方向图，记录被测天线最大电平值  $P_{\max}$  和最小电平值  $P_{\min}$ ，计算平均值：

$$P_{20} = \frac{P_{\max} + P_{\min}}{2} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$P_{20}$ ——被测天线仰角 20° 大小电平值的平均，单位为 dBm；  
 $P_{\max}$ ——被测天线仰角 20° 电平最大值，单位为 dBm；  
 $P_{\min}$ ——被测天线仰角 20° 电平最小值，单位为 dBm。  
20° 仰角平均极化增益：

$$G_{20} = G_{bz} + P_{20} + P_{bz} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$G_{20}$ ——被测天线仰角 20° 平均增益，单位为 dB；  
 $G_{bz}$ ——标准天线轴向增益标称值，单位为 dB；  
 $P_{20}$ ——被测天线仰角 20° 大小电平值的平均，单位为 dBm；  
 $P_{bz}$ ——标准天线轴向最大电平，单位为 dBm。  
结果应满足 5.3.7 的要求。

#### 6.4.8 供电特性

按 BD 420003-2015 中的 7.4 规定要求进行，测试方法如下：

- 把天线连接到直流电源；
- 打开直流电源，将电压输出值从 3 V 变化到 5 V；
- 记录变化过程电源的电流值，应满足 5.4.1 要求。

#### 6.4.9 有源天线电压驻波比

按 BD 420003-2015 中的 7.6 规定要求进行，测试方法如下：

- a) 按所需的频段校准矢量网络分析仪；
- b) 按图 1 测试框图接入天线；

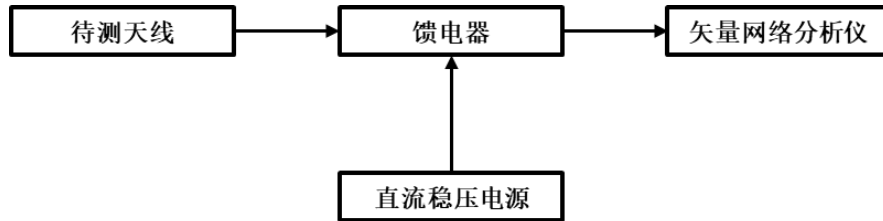


图1 网络分析仪法测量有源天线 VSWR 的框图

- d) 按与校准时相同的频段进行测量；
  - e) 读出所需频率的 VSWR。
- 结果应满足5.4.2的要求。

#### 6.4.10 带宽

按BD 420003-2015中的7.5规定要求进行，测试方法如下：

- a) 按所需频段校准矢量网络分析仪；
- b) 按照图 1 连接矢量网络分析仪和被测天线；
- c) 记录输入 VSWR 不大于 2.0 的频率范围，应满足 5.4.3 要求。

#### 6.4.11 噪声系数

按SJ/T 11431-2010中的5.2.9.2规定要求进行，测试方法和步骤如下：

- a) 用电缆将噪声源输入连接至噪声系数分析仪输出端口，并将输出连接至输入端口（50 Ω），设置测量频率参数，校准噪声系数分析仪；
- b) 将噪声源从噪声系数分析仪的 50 Ω 输入断开，将被测天线连接至 50 Ω 输入，根据图 5 所示，将噪声源与被测天线连接，在噪声系数分析仪显示器中读取测量结果。应满足 5.4.4 要求。

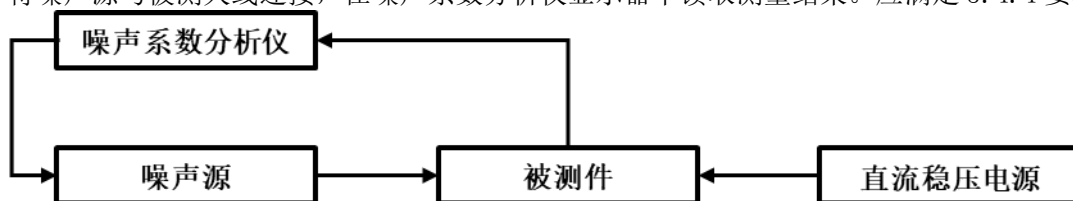


图2 LNA 噪声系数测量框图

#### 6.4.12 带外抑制

按BD 420003-2015中的7.12规定要求进行，测试方法和步骤如下：

- a) 将矢量网络分析仪设置为传输模式，设置测试频率范围，校准矢量网络分析仪；
- b) 按图 7 连接电路；
- c) 将中心频率  $F_c$  处的增益记为  $G_c$ ，带外频率  $F_b$  与  $F_c$  之间增益的最大值记为  $G_b$ ；
- d) 按公式 (9) 计算带外抑制值：

$$\text{Reject} = G_c - G_b \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- Reject——LNA带外抑制，单位为分贝（dB）；
- $G_c$ ——LNA中心频率 $F_c$ 处增益，单位为分贝（dB）；
- $G_b$ ——LNA  $F_b$ 与 $F_c$ 之间增益的最大值，单位为分贝（dB）。

取 $F_b$ 在 $F_c+100\text{MHz}$  与 $F_c-100\text{MHz}$  较小的带外抑制值作为LNA带外抑制值，应满足5.4.5要求。



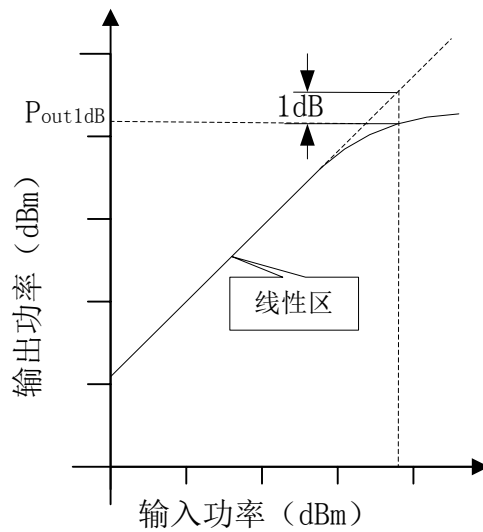


图5 输出功率与输入功率响应曲线图

#### 6.4.16 相位中心偏差

##### 6.4.16.1 分体式天线测试方法

测试环境：室外测试环境。

测量设备包括：参考站GNSS天线1个；参考站GNSS接收机2台；射频电缆。

测量方法如下：

- 将参考站天线和被测天线安置在强制对中观测墩上，两者间距 3~5 m。参考站天线及被测天线同时指向北方向，被测天线和参考站天线分别用射频电缆连接各自的 GNSS 接收机，设置截止高度角  $20^\circ$ ，采样间隔 1 s，观测不少于 1 h；
- 固定标准天线保持不动，被测天线顺时针旋转  $90^\circ$  进行第二时段观测，不少于 1 h；
- 重复步骤 b) 将被测天线旋转到  $180^\circ$  和  $270^\circ$ ，进行第三时段和第四时段观测；
- 联合处理采集到的各卫星系统静态数据，使用静态基线解算软件分别求出各时段基线向量，取基线长度最大值与最小值之差的  $1/2$  作为天线 PCO 的结果，结果应满足 5.4.9 要求。

##### 6.4.16.2 一体式天线测试方法

测试环境：室外测试环境。

测量设备包括：参考站GNSS天线1个；参考站GNSS接收机1台；射频电缆。

测量方法如下：

- 将参考站天线和被测天线安置在强制对中观测墩上，两者间距 3~5 m。参考站天线及被测天线同时指向北方向，用射频电缆连接参考站天线和 GNSS 接收机。设置截止高度角  $20^\circ$ ，采样间隔 1 s，观测不少于 1 h；
- 固定标准天线保持不动，被测天线顺时针旋转  $90^\circ$  进行第二时段观测，不少于 1 h；
- 重复步骤 b) 将被测天线旋转到  $180^\circ$  和  $270^\circ$ ，进行第三时段和第四时段观测；
- 联合处理采集到的各卫星系统静态数据，使用静态基线解算软件分别求出各时段基线向量，取基线长度最大值与最小值之差的  $1/2$  作为天线 PCO 的结果，结果应满足 5.4.9 要求。

#### 6.4.17 环境

##### 6.4.17.1 温度

###### 6.4.17.1.1 低温贮存

按GB/T 2423.1-2008中的规定要求进行，将被测样品放入试验箱内，调节箱温到试验温度 $-45^\circ\text{C}$ ，使样品试验环境温度达到规定的温度并稳定存放16 h。试验结束后，将试验箱内的温度恢复到常温，恢复时间不小于1h，检测工作电流、VSWR，应分别满足5.4.1和5.4.2的性能要求。



#### 6.4.17.1.2 高温贮存

按GB/T 2423.2-2008中的规定要求进行，将被测样品放入试验箱内，调节箱温到试验温度85℃，使样品试验环境温度达到规定的温度并稳定存放16h。试验结束后，将试验箱内的温度恢复到常温，恢复时间不小于1h，检测工作电流、VSWR，应分别满足5.4.1和5.4.2的性能要求。

#### 6.4.17.1.3 低温工作

按GB/T 2423.1-2008中的规定要求进行，将被测样品放入试验箱内，调节箱温到试验温度-40℃，样品在-40℃环境下放置足够长时间以达到温度稳定后，温度稳定后通电。检测工作电流和VSWR。试验结束后，将试验箱内的温度恢复到常温，恢复时间不小于1h，检测工作电流、VSWR，应分别满足5.4.1和5.4.2的性能要求。

#### 6.4.17.1.4 高温工作

按GB/T 2423.2-2008中的规定要求进行，将被测样品放入试验箱内，调节箱温到试验温度85℃，样品在整个试验过程中通电，在样品达到温度稳定后，检测工作电流和VSWR。试验结束后，断电将试验箱内的温度恢复到常温，恢复时间不小于1h，检测工作电流、VSWR，应分别满足5.4.1和5.4.2的性能要求。

#### 6.4.17.2 湿热

按GB/T 2423.3-2016中的规定要求进行，将被测样品放入试验箱内，调节箱温到试验温度 $(40\pm 2)$ ℃，相对湿度 $(93\pm 3)\%$ ，待箱内温度和湿度达到规定的值并稳定后，持续工作48h，在试验结束前检测工作电流和电压驻波比。试验结束后，将试验箱内的相对湿度降到73%~77%，然后再30min内件温度恢复到常温，检测工作电流、VSWR，应分别满足5.4.1和5.4.2的性能要求。

#### 6.4.17.3 振动

按GB/T 2423.10-2019规定要求进行，振动条件按表2要求进行，试验后检测外观、工作电流和VSWR，应分别满足5.2.3、5.4.1和5.4.2的性能要求。

表2 振动试验条件

序列号	频率(Hz)	单振幅(mm)	振动时间(min)
1	1~30	0.75	50
2	30~55	0.25	25

#### 6.4.17.4 冲击

按GB/T 2423.5-2019规定要求进行，冲击条件按表3要求进行，试验后检测外观、工作电流和VSWR，应分别满足5.2.3、5.4.1和5.4.2的性能要求。

表3 振动试验条件

波形	半正弦波
峰值加速度	$50\text{m/s}^2$
脉冲持续时间	18ms
次数	18次

#### 6.4.17.5 跌落

按GB/T 2423.7-2018规定要求进行，跌落在混凝土或钢制成的平滑、坚硬的刚性表面，在1.2米高度进行2次跌落，试验后检测外观、工作电流和VSWR，应分别满足5.2.3、5.4.1和5.4.2的性能要求。

#### 6.4.17.6 防护等级

按GB/T 4208-2017规定要求进行，试验后检测外观、工作电流、VSWR，结果应符合5.2.3、5.4.1和5.4.2要求。

#### 6.4.17.7 盐雾

按照GB/T 2423.18-2021严酷等级（2）规定要求，进行3个喷雾周期试验，每个喷雾周期喷雾2 h后，进行22 h的湿热贮存，湿热贮存条件为温度（40±2）℃，相对湿度为（93±3）%。试验后检测外观、工作电流、VSWR，结果应符合5.2.3、5.4.1和5.4.2要求。

#### 6.4.18 电磁兼容

##### 6.4.18.1 射频电磁场辐射抗扰度

按GB/T 17626.3-2016规定测试方法进行，按等级3对样品进行测试，试验过程中检测工作电流、VSWR，结果应符合5.4.1和5.4.2要求。

##### 6.4.18.2 静电放电抗扰度

按GB/T 17626.2-2018规定测试方法进行，对样品进行接触放电±4 KV，空气放电±8 KV，每个点正负各5次放电，试验后检测工作电流、VSWR，结果应符合5.4.1和5.4.2要求。

### 7 质量评定

#### 7.1 检验分类

检验包括：型式鉴定检验、质量一致性检验。

#### 7.2 检验项目

检验项目见表4。根据具体情况，使用方和生产方可协商裁减检验项目或改变检验顺序。

表4 检验项目及顺序

序号	检验项目	型式鉴定检验	质量一致性检验			指标要求	测试方法
			逐批检验		周期检验		
			全数检验	抽样检验			
1	物理特性	M	M	M	M	5.2	6.4.1
2	无源天线电压驻波比	M	C	C	C	5.3.2	6.4.2
3	极化特性与法向轴比	M	C	C	C	5.3.3	6.4.3
4	法向极化增益	M	C	C	C	5.3.4	6.4.4
5	极化增益前后比	M	C	C	C	5.3.5	6.4.5
6	20°仰角极化增益不圆度	M	C	C	C	5.3.6	6.4.6
7	20°仰角平均极化增益	M	C	C	C	5.3.7	6.4.7
8	供电特性	M	M	M	M	5.4.1	6.4.8
9	有源天线电压驻波比	M	M	C	C	5.4.2	6.4.9

表4 检验项目及顺序 (续)

10	带宽	M	M	C	C	5.4.3	6.4.10
11	噪声系数	M	C	C	C	5.4.4	6.4.11
12	带外抑制	M	C	C	C	5.4.5	6.4.12
13	LNA 增益	M	M	M	M	5.4.6	6.4.13
14	带内平坦度	M	C	C	C	5.4.7	6.4.14
15	1dB 压缩点输出功率	M	C	C	C	5.4.8	6.4.15
16	相位中心偏差	M	C	C	C	5.4.9	6.4.16
17	温度	M	C	M	C	5.5.1	6.4.17.1
18	湿热	M	C	M	C	5.5.2	6.4.17.2
19	振动	M	C	M	C	5.5.3	6.4.17.3
20	冲击	M	C	C	C	5.5.4	6.4.17.4
21	跌落	M	C	C	C	5.5.5	6.4.17.5
22	防护等级	M	C	C	C	5.5.6	6.4.17.6
23	盐雾	M	C	C	C	5.5.7	6.4.17.7
24	射频电磁场辐射抗扰度	M	C	C	C	5.6.1	6.4.18.1
25	静电放电抗扰度	M	C	C	C	5.6.2	6.4.18.2
注：M表示应测试项目，C表示选做项目							

### 7.3 型式鉴定检验

#### 7.3.1 鉴定条件

下列情况应进行型式鉴定检验：

- 设计定型和生产定型时；
- 在设计有重大改进、重要的原材料和元器件及工艺有重大变化使原来的鉴定结论不再有效时；
- 长期停产后恢复生产时；
- 易地生产时；
- 产品设计与流程未作任何改变而提高产品标称的性能指标时。

#### 7.3.2 样品数量

检验样品从定型样品中随机抽出3台（套）进行，亦允许根据不同的检验项目采用不同的样品数量进行，具体由产品鉴定方和生产方根据产品规定协商确定。

#### 7.3.3 合格判定

当规定的检验项目全部符合本标准时，则判定型式鉴定检验合格。

若发现某个检验项目不符合要求时，鉴定方应停止检验，生产方应对不合格项目进行分析，找出缺陷原因，并采取纠正措施后，可继续进行检验，若所有检验项目全部符合本规范要求时，则判定为型式鉴定检验合格；若继续检验仍有某个项目不符合标准要求时，可根据产品质量特性及与本标准不符合的严重程度，由产品鉴定方决定继续采取纠正措施或判为型式鉴定检验不合格。

### 7.4 质量一致性检验

#### 7.4.1 检验分类

质量一致性检验分为逐批检验和周期检验。

#### 7.4.2 检验批的组成与提取

检验批的组成与提取应符合GB/T 2828.1-2012中6.1和6.2的规定。

#### 7.4.3 不合格分类

当有一个或一个以上不合格项目的单位产品成为不合格品，按产品的质量特性和不合格程度分为A类、B类、C类，见表5。

表5 不合格品分类

不合格分类	不合格项目
A类	法向极化增益、20° 仰角极化增益不圆度、20° 仰角平均极化增益、极化特性与法向轴比、极化增益前后比、电压驻波比、相位中心偏差
B类	噪声系数、带外抑制、带内平坦度、1dB 压缩点输出功率
C类	工作温度、存储温度、防静电

#### 7.4.4 逐批检验

##### 7.4.4.1 概述

逐批检验的目的为判断每个提交检查批的批质量是否符合规定的要求。

根据检查的对象，逐批检验分为全数检验和抽样检验。

##### 7.4.4.2 全数检验

###### 7.4.4.2.1 检验方案

对生产方提交检验批的产品百分之百进行检验。

###### 7.4.4.2.2 合格判定

根据检验结果对全数检验做出如下判定：

——当发现 A类不合格时，应判定该批产品检验不合格；

——当发现 B类、C类不合格项小于等于规定值，则判该批产品检验合格，否则不合格。

###### 7.4.4.2.3 样品处理

经检验合格的批中，对发现有缺陷的产品，生产方应负责修复并达到规定要求后，可作为合格产品交付。

##### 7.4.4.3 抽样检验

###### 7.4.4.3.1 抽样方案

从交验的合格批中，随机抽取样本。除非另有规定，抽样方案按照 GB/T 2828.1-2012中第10章规定的一般检验水平II，一次正常检验抽样方案，其接收质量限（AQL）规定为：

——A类不合格品：AQL 为：0.65；

——B类不合格品：AQL 为：6.5；

——C类不合格品：AQL为：15。

#### 7.4.4.3.2 合格判定

根据检验结果，若发现的三类不合格样品数均不大于规定的合格判定数，则判定检验合格，否则判定检验不合格。

#### 7.4.4.3.3 重新检验

若抽样检验不合格，生产方应对该批产品进行分析，找出产生缺陷的原因并采取纠正措施后，可重新提交检验。重新提交检验批的抽样检验应按照GB/T 2828.1-2012中13.3转移规则进行处理。若重新检验合格，则判定抽样检验合格；若重新检验不合格，应判该批抽样检验产品不合格，拒收。

#### 7.4.4.3.4 样品处理

经检验合格的批中，对发现有缺陷的产品，生产方应负责修复并达到规定要求后，可作为合格产品交付。

### 7.4.5 周期检验

#### 7.4.5.1 概述

周期检验是生产方周期性地从全数检验和抽样检验合格的某个批次或产品中随机抽取样本进行的检验，以判断在规定的周期内生产过程的稳定性是否符合规定的质量指标。

下列情况应进行周期检验：

- a) 连续生产的产品，每年不少于一次周期检验，具体要求由产品规范规定；
- b) 产品主要设计、工艺及原材料、元器件发生重大改变的提交批；
- c) 停产半年后恢复生产时。

#### 7.4.5.2 抽样方案

除非另有规定，抽样方案按照GB/T 2829-2002中规定的一般检验水平III，一次正常检验抽样方案进行。其不合格质量水平（RQL）规定为：

- A类不合格品：RQL为：5；
- B类不合格品：RQL为：6.5；
- C类不合格品：RQL为：6.5。

#### 7.4.5.3 合格判定

检验的不合格品数，按照抽样方案中的判定数组要求，判定周期检验合格或者不合格。若有一组不合格应暂停交货，分析原因，采取改进措施，重新进行周期检验。合格后，产品方可交货。

当周期检验不合格时，对已生产的产品和已交付的产品由生产方采取纠正措施。

#### 7.4.5.4 样品处理

经周期检验的样品不能作为正品出厂。

## 8 标志、包装、运输及贮存

### 8.1 标志

产品标志应符合：

- a) 产品标志应符合GB/T 191-2008和GB/T 6388-1986的规定。
- b) 产品上应有产品型号及名称标志。
- c) 产品的说明书中应包含以下标志：商标、企业名称与地址、产品型号及名称、生产日期。
- d) 产品的包装箱上应有以下标志：商标、企业名称与地址、产品型号及名称、生产日期收发货标志、包装储运图示标志、包装件尺寸及质量等。

### 8.2 包装

产品包装应符合：

- a) 产品包装应符合 GB/T 13384-2008 的规定。
- b) 包装件应能够承受 GB/T 4857.5-1992 的跌落试验，试验后不应有机械损伤或性能指标缺陷。
- c) 包装箱内应具有：装箱单、合格证、使用说明书、保修单等。
- d) 包装的验证方法按 GB/T 13384-2008 的规定进行。

### 8.3 运输

产品经包装后，可采用任何交通工具运输。在运输过程中应采取防雨淋、防震以及安全措施。

### 8.4 贮存

产品贮存应符合：

- a) 包装后的设备应在环境温度为-15℃~45℃，相对湿度80%以下，周围无酸碱及其他腐蚀性气体及强磁场的库中贮存。
- b) 若无其它规定，贮存期为两年，超过贮存期的产品应开箱进行周期检验，经复验合格后方可进入流通领域。

## 附录 A

(资料性)

## 导航卫星系统所播发导航信号的对应频段

导航卫星系统所播发导航信号的对应频段见表A.1所示。

表A.1 卫星系统频段对应表

系统名称	频点
BDS 二代	B1I: (1561.098±2.046) MHz B2I: (1207.14±2.046) MHz B3I: (1268.52±10.23) MHz
BDS 三代	B1C: (1575.42±16.368) MHz B2b: (1207.14±10.23) MHz B2a+b: (1191.795±10.23) MHz B2a: (1176.45±10.23) MHz L 波段: (1610~1626.5) MHz S 波段: (2483.5~2500) MHz
GPS	L1: (1575.42±1.023) MHz L2: (1227.60±10.23) MHz L5: (1176.45±10.23) MHz
GLONASS	L1 C/A: 1598.0625 MHz-1609.3125 MHz L2 C: 1242.9375 MHz-1251.6875 MHz L2 P: 1242.9375 MHz-1251.6875 MHz L3 OC: 1202.025 MHz
GALILEO	E1: (1575.42±12.276) MHz E5a: (1176.45±10.23) MHz E5b: (1207.14±10.23) MHz E6: (1278.75±20.46) MHz
SBAS	L1: (1575.42±1.023) MHz L5: (1176.45±10.23) MHz L-band: 1525 MHz - 1559 MHz

### 参考文献

- [1] BD 420009-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）测量型接收机通用规范
  - [2] CH 8016-1995 全球定位系统（GPS）测量型接收机检定规程
  - [4] IEC\_60945 海上导航和无线电通信设备及系统. 一般要求. 测试方法和要求的测试结果
  - [5] JJF 1347-2012 全球定位系统（GPS）接收机（测地型）型式评价大纲
  - [6] 北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号B1C
  - [7] 北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号B1I
  - [8] 北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号B2a
  - [9] 北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号B2b
  - [10] 北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号B3I
-