ICS 33.060.30
CCS M 50

T/CS

团 体 标 准

T/CS 567—2026

卫星通信系统多波束天线性能与测试规范

Performance and test specification for multi-beam antennas in satellite communication systems

2026 - 08 - 14 发布 2026 - 08 - 14 实施

中国商品学会 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 性能要求 2
6 测试方法 4
7 检验规则 7

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。

本文件由上海海事大学提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：上海海事大学、中共安达市委政法委员会、广东南方通信建设有限公司、四川卫通通信服务有限公司、中通服中睿科技有限公司、山东索瑞电气有限公司、河北工程大学、青岛未来网络创新技术有限公司、北京网联星通科技有限公司、新万基（江苏）卫星科技有限公司、中国民用航空东北地区空中交通管理局吉林分局。

本文件主要起草人：黄洪琼、严昀、黎子伟、罗翔、陈俊锴、王维涛、朱巧芬、王亮、王洪成、黄新、郭和翎。

卫星通信系统多波束天线性能与测试规范

1 范围

本文件规定了卫星通信系统多波束天线的性能要求、测试方法、检验规则等要求。

本文件适用于工作于 C 频段（3.4 GHz～4.2 GHz，5.85 GHz～6.65 GHz）、Ku 频段（10.7 GHz～12.75 GHz，13.75 GHz～14.5 GHz）和 Ka 频段（17.7 GHz～21.2 GHz，27.5 GHz～31.0 GHz）的卫星通信系统多波束天线。

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 2423.1 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 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 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.10 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Fc: 振动（正弦）

GB/T 2423.17 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Ka：盐雾

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 11299.6 卫星通信地球站无线电设备测量方法 第二部分:分系统测量 第一节:概述 第二节:天线（包括馈源网络）

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 第 3 部分：射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

YD/T 828.32 数字微波传输系统中所用设备的测量方法.第 3 部分:卫星通信地球站的测量.第 2 节:天线

YD/T 2870 卫星通信地球站设备 车载（移动中使用）天线和伺服系统测试方法

ITU-R S.580-6 用作运行于静止卫星地球站天线的设计目标的辐射图

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多波束天线 multi-beam antenna

能够同时形成两个或两个以上独立波束的天线系统，各波束可指向不同方向，实现对不同空间区域的覆盖或对不同目标的跟踪。

注 1：按实现方式分为反射面型、相控阵型、透镜型；

注 2：按波束控制方式分为固定多波束、可重构多波束、扫描多波束。

3.2

波束间隔离度 inter-beam isolation
一个波束的信号泄漏到另一个波束接收通道中的功率衰减量，以分贝（dB）表示。

3.3

交叉极化隔离度 cross-polarization isolation
天线在给定方向上辐射或接收的主极化分量与正交极化分量之比，以分贝（dB）表示。

3.4

电压驻波比 voltage standing wave ratio
天线输入端口处电压最大值与最小值之比。

3.5

品质因数 figure of merit
天线增益 G 与接收系统噪声温度 T 之比，以分贝每开尔文（dB/K）表示。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。
G/T：品质因数（Gain-to-Noise-Temperature Ratio）
VSWR：电压驻波比（Voltage Standing Wave Ratio）

5 性能要求

5.1 电性能要求

5.1.1 增益

5.1.1.1 各波束增益实测值与标称值之间的偏差应满足：
a) C 频段和 Ku 频段：不大于 ±0.5 dB；
b) Ka 频段：不大于 ±1.0 dB。
5.1.1.2 波束间增益一致性应满足：
a) 波束数量 ≤ 16 时，任意两波束增益之差的绝对值应不大于 1.0 dB；
b) 波束数量 ＞16 时，任意两波束增益之差的绝对值应不大于 1.5 dB；
c) 同一频率复用组内的波束，增益之差的绝对值应不大于 0.5 dB。
5.1.1.3 增益测量按照 GB/T 11299.6 中规定的方法执行。

5.1.2 波束指向精度

5.1.2.1 波束指向误差应不大于 3 dB 波束宽度的 20%。
5.1.2.2 波束指向精度应在全工作频段内进行验证。
注： 验证时应在工作频段内选取不少于 5 个频点，分别测量各频点的波束指向误差，所有频点的测量结果均应满足 5.1.2.1 的要求。

5.1.3 波束宽度

5.1.3.1 多波束天线各波束的 3 dB 波束宽度实测值与标称值之间的偏差应不大于 10%。
5.1.3.2 波束宽度的测量应在天线远场区进行，测量方法按照 GB/T 11299.6 中规定的执行。

5.1.4 旁瓣电平

5.1.4.1 多波束天线第一旁瓣电平相对于主瓣峰值增益应不大于-20 dB。
5.1.4.2 多波束天线的旁瓣包络应符合 ITU-R S.580-6 的规定。
5.1.4.3 旁瓣电平的测量按照 GB/T 11299.6 规定的方法执行。

5.1.5 交叉极化隔离度

5.1.5.1 多波束天线在主波束指向方向上的交叉极化隔离度应不小于 30 dB。
5.1.5.2 在波束覆盖边缘区域内（偏离主波束指向方向 3 dB 波束宽度处），交叉极化隔离度应不小于 25 dB。
5.1.5.3 交叉极化隔离度的测量按照 GB/T 11299.6 中规定的方法执行。

5.1.6 波束间隔离度

5.1.6.1 同频波束间隔离度：任意两波束不小于 30 dB，相邻波束不小于 35 dB。
5.1.6.2 异频波束间隔离度由滤波器决定，不在本条规定范围内。

5.1.7 电压驻波比

5.1.7.1 多波束天线各输入端口的电压驻波比（VSWR）在工作频段内应不大于 1.5:1。
5.1.7.2 VSWR 的测量使用矢量网络分析仪应按照 GB/T 11299.6 中规定的方法执行。

5.1.8 品质因数

5.1.8.1 多波束天线接收系统的 G/T 实测值与标称值之差应不大于 0.5 dB。
5.1.8.2 G/T 值的测量应在标准测试条件下进行，测试方法按照 YD/T 828.32 的规定执行。

5.2 机械性能要求

5.2.1 转动范围

5.2.1.1 多波束天线方位调整范围应不小于±180°。
5.2.1.2 多波束天线俯仰调整范围应为 10° ～ 80°。

5.2.2 结构强度

5.2.2.1 多波束天线结构应能承受风速不小于 150 km/h 的风荷载而不产生永久变形。
5.2.2.2 天线各机械连接部位在 GB/T 2423.10 规定的振动试验后不应出现松动或损坏。

5.3 环境适应性要求

5.3.1 多波束天线应在下列环境条件下正常工作：

a) 工作温度：-40 ℃～+70 ℃；
b) 贮存温度：-50 ℃～+80 ℃；
c) 相对湿度：5%～100%（含凝露）；
d) 海拔高度：不大于 5000 m。

5.3.2 多波束天线应满足 GB/T 4208 中 IP65 的外壳防护等级要求。

5.4 电磁兼容性要求

5.4.1 静电放电抗扰度试验应满足 GB/T 17626.2 中规定的试验等级要求：接触放电试验电压±4 kV，空气放电试验电压±8 kV。

5.4.2 射频电磁场辐射抗扰度试验应满足 GB/T 17626.3 的要求。

5.4.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验应满足 GB/T 17626.4 的要求。

5.4.4 浪涌（冲击）抗扰度试验应满足 GB/T 17626.5 的要求。

6 测试方法

6.1 测试条件

6.1.1 测试环境

除环境试验外，所有电性能测试应在下列环境条件下进行：

a) 环境温度：15 ℃～35 ℃；

b) 相对湿度：20%～80%；

c) 大气压力：86 kPa～106 kPa。

6.1.2 测试场地

电性能测试应在满足远场条件的测试场或经校准的紧缩场内进行。远场距离 R 应满足式（1）：

$$R \geq \frac{2D^2}{\lambda} \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

R ：测试距离，单位为米（m）；

D ：天线最大口径尺寸，单位为米（m）；

λ：工作波长，单位为米（m）。

6.1.3 仪器设备

所有测试仪器和设备应在计量有效期内，其测量不确定度应大于被测参数允差的三分之一。

6.2 增益测量

6.2.1 增益测量采用比较法，使用标准增益天线作为参考。

6.2.2 测量步骤：

a) 按照 GB/T 11299.6 的规定搭建测试系统；

b) 将被测天线和标准增益天线分别置于测试转台上；

c) 在每个测试频点，分别测量被测天线和标准增益天线的接收功率；

d) 按式（2）计算被测天线增益：

$$G_{AUT} = G_{STD} + (P_{AUT} - P_{STD}) \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

G_{AUT}：被测天线增益，单位为分贝（dB）；

G_{STD}：标准增益天线增益，单位为分贝（dB）；

P_{AUT}：被测天线接收功率，单位为分贝毫瓦（dBm）；

P_{STD}：标准增益天线接收功率，单位为分贝毫瓦（dBm）。

6.2.3 应在工作频段内选取不少于 5 个频点进行测量，取各频点测量结果的平均值作为该波束的增益值。

6.2.4 增益测试误差应优于±0.1 dB。

6.3 方向图及波束参数测量

6.3.1 方向图测量按照 GB/T 11299.6 中规定的方法执行。

6.3.2 测量步骤：

a) 将被测天线安装于测试转台上，使天线轴线与测试转台旋转轴重合；

b) 信号源发射连续波信号，频率为被测频段的中心频率；

c) 在方位面和俯仰面分别进行 360° 和 0° ～90° 扫描，记录接收电平随角度的变化曲线；

d) 从方向图中读取主瓣峰值、3 dB 波束宽度、第一旁瓣电平、前后比等参数。

6.3.3 每个波束均应按上述方法进行方向图测量。

6.3.4 波束宽度误差应优于 0.1° 。

6.4 波束指向精度测量

6.4.1 波束指向精度按照 YD/T 2870 中规定的方法执行。

6.4.2 测量步骤：

a) 在被测天线远场区设置信号源，使信号源位于被测天线的参考轴线上；

b) 控制被测天线依次将各波束指向信号源方向；

c) 记录各波束实际指向角度与理论指向角度之间的偏差；

d) 每个波束应在不少于 3 个指向角度上进行测量。

6.5 交叉极化隔离度测量

6.5.1 交叉极化隔离度测量按照 GB/T 11299.6 中规定的方法执行。

6.5.2 测量步骤：

a) 信号源发射主极化信号；

b) 被测天线分别接收主极化分量和正交极化分量；

c) 按式（3）计算交叉极化隔离度：

$$XPI = P_{\mathrm{co}} - P_{\mathrm{cross}} \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：

XPI ：交叉极化隔离度，单位为分贝（dB）；

P_{co}：主极化接收功率，单位为分贝毫瓦（dBm）；

P_{cross}：正交极化接收功率，单位为分贝毫瓦（dBm）

6.5.3 交叉极化隔离度测试误差应大于 0.5 dB。

6.6 波束间隔离度测量

6.6.1 将信号源连接到天线的一个波束端口，在另一个波束端口测量接收功率。

6.6.2 按式（4）计算波束间隔离度：

$$I_{ij} = P_{Ti} - P_{Rj} \quad \cdots\cdots (4)$$

式中：

I_{ij}：波束 i 到波束 j 的隔离度，单位为分贝（dB）；

P_{Ti}：波束 i 的发射功率，单位为分贝毫瓦（dBm）；

P_{Rj}：波束 j 接收到的功率，单位为分贝毫瓦（dBm）。

6.6.3 应对所有波束组合进行测量。

6.7 电压驻波比测量

6.7.1 VSWR 测量使用矢量网络分析仪，按照 GB/T 11299.6 中规定的方法执行。

6.7.2 测量步骤：

a) 对矢量网络分析仪进行校准（SOLT 校准或 TRL 校准）；

b) 将矢量网络分析仪测试端口连接到被测天线输入端口；

c) 在工作频段内扫描测量 S11 参数；

d) 按式（5）计算 VSWR：

$$VSWR = \frac{1+|S_{11}|}{1-|S_{11}|} \quad (5)$$

式中：

$VSWR$ ——电压驻波比；

$|S_{11}|$——天线输入端口反射系数的模值。

6.7.3 每个波束端口均应进行 VSWR 测量。

6.8 环境试验

6.8.1 低温试验

按照 GB/T 2423.1 执行。

6.8.2 高温试验

按照 GB/T 2423.2 执行。

6.8.3 湿热试验

按照 GB/T 2423.3 执行。

6.8.4 振动试验

按照 GB/T 2423.10 执行。

6.8.5 盐雾试验

按照 GB/T 2423.17 执行。

6.9 外壳防护等级试验

按照 GB/T 4208 执行。

6.10 电磁兼容性试验

6.10.1 静电放电抗扰度试验

按照 GB/T 17626.2 中规定的方法执行。

6.10.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

按照 GB/T 17626.3 中规定的方法执行。

6.10.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按照 GB/T 17626.4 中规定的方法执行。

6.10.4 浪涌抗扰度试验

按照 GB/T 17626.5 中规定的方法执行。

7 检验规则

7.1 检验分类

多波束天线的检验分为： 型式检验（定型检验）与出厂检验（交收检验）。

7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
c) 正常生产时，每两年应进行一次；
d) 产品停产一年以上，恢复生产时；
e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.2.2 型式检验项目应包括第 5 章中所有性能要求。全部项目检验合格，则判定型式检验合格。若出现不合格项目，应查明原因并采取纠正措施后，重新进行型式检验。

7.3 出厂检验

7.3.1 每台多波束天线出厂前应进行出厂检验。

7.3.2 出厂检验项目应包括：

a) 增益（抽检，每批次不少于 1 台）；
b) 波束指向精度（全检）；
c) VSWR（全检）；
d) 波束间隔离度（抽检，每批次不少于 1 台）；
e) 外观和机械检查（全检）。

7.3.3 出厂检验项目中，全检项目应 100%合格；抽检项目中，若出现不合格，应加倍抽检，仍不合格则判定该批次产品不合格。