



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-XXXX

微波毫米波紧缩场性能评价方法

Evaluation Methods of Quiet Zone Performance of Microwave and Millimeter

Wave Compact Range

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

国家市场监督管理总局发布

微波毫米波紧缩场静区性能评价
方法

Evaluation Methods of Quiet Zone
Performance of Microwave and Millimeter
Wave Compact Range

JJF XXXX-XXXX

归口单位：全国无线电计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院
北京无线电计量测试研究所

参加起草单位：北京中测国宇科技有限公司
成都飞机工业（集团）有限责任公司

本规范委托全国无线电计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

刘科（中国计量科学研究院）
马永光（北京无线电计量测试研究所）
王维龙（中国计量科学研究院）

参加起草人：

齐万泉（北京无线电计量测试研究所）
陈海波（北京中测国宇科技有限公司）
杜微（成都飞机工业（集团）有限责任公司）
黄玉璐（成都飞机工业（集团）有限责任公司）

目 录

引 言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语.....	1
4 概述.....	2
5. 计量特性.....	3
6 评价条件.....	4
7 评价项目和评价方法.....	5
7.1 评价项目.....	5
7.2 幅相特性.....	5
7.3 交叉极化.....	11
7.4 背景电平.....	11
8 评价结果表达.....	12
9 评价时间间隔.....	12
附录 A 原始记录内页格式.....	13
附录 B 证书内页格式.....	15
附录 C 干扰源分析.....	18

引 言

本规范按照 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编制，JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范参照下列文件相关条款和内容编制：

JJF(军工)133-2017《紧缩场静区平面波幅相特性校准规范》；

GJB8480—2015《紧缩场性能测量方法》

IEEE Std 149-2021 “Recommended Practice for Antenna Measurements”；

IEEE Std 1502-2020 “IEEE Recommended Practice for Radar Cross-Section Test Procedures”；

本规范为首次发布。

微波毫米波紧缩场性能评价方法

1 范围

本规范适用于 1GHz~110GHz 频段范围各类微波毫米波紧缩场静区性能的评价，其它频段的紧缩场的静区性能评价可参照使用。

2 引用文件

JJF(军工)133-2017 《紧缩场静区平面波幅相特性校准规范》

GJB8480—2015 《紧缩场性能测量方法》

IEEE Std 149-2021 《Recommended Practice for Antenna Measurements》

IEEE Std 1502-2020 《IEEE Recommended Practice for Radar Cross-Section Test Procedures》

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规则；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规则。

3 术语

3.1 紧缩场 compact range CR

采用反射面（或透镜）系统将馈源辐射的球面波在相对近的距离内变换为平面波，模拟平面波照射的自由空间、远场条件的测试场地。

3.2 静区 quiet zone

也叫测试区，在紧缩场内放置被测件的区域，该区域内幅度和相位变化接近平面波。

3.3 平面波指向角 pointing angle of plane wave

紧缩场形成的平面波波前指向与系统设计指向的夹角。

3.4 幅度平坦度 amplitude flatness

在静区范围内，垂直电磁波传播方向的截面上电磁波主极化场强幅度测试数据（对数值）最大最小对数值之差。实际评价时，通常选取待测截面上水平、竖直或斜 $\pm 45^\circ$ 线等测试截线上电磁波主极化场强幅度对数最大最小值之差。

3.5 幅度锥削 amplitude taper

在静区范围内，对测试截线上电磁波主极化场强对数幅度测试数据利用最小二乘法进行二次多项式拟合，拟合曲线的最大最小值之差。

3.6 幅度波纹 amplitude ripple

在静区范围内，用测试截线上电磁波主极化场强对数幅度测试曲线与 3.4 所述拟合曲线对应位置的做差，取差值的最大值与最小值之差的二分之一(前缀加正负号)。

3.7 相位平坦度 phase flatness

在静区范围内，垂直电磁波传播方向的截面上电磁波主极化场强相位测试数据(相位展开)最大值与最小值之差。实际评价时，一般选取待测截面上水平、竖直或斜 $\pm 45^\circ$ 线等测试截线上电磁波主极化场强相位测试数据（相位展开）最大最小值之差。

3.8 相位锥削 phase taper

在静区范围内，对测试截线上电磁波主极化场强相位测试数据（相位展开后的值）利用最小二乘法进行二次多项式拟合，拟合曲线的最大最小值之差。

3.9 相位波纹 phase ripple

在静区范围内，用测试截线上电磁波主极化场强相位数据(相位展开)测试曲线与上述拟合曲线对应位置做差，取差值的最大值与最小值之差的二分之一(前缀加正负号)。

3.10 交叉极化 cross polarization

在静区范围内，垂直电磁波传播方向的截面上与来波极化方式正交的场强幅度（对数）与主极化场强幅度（对数值）之差。实际测试时，一般选取待测截面上水平、竖直或斜 $\pm 45^\circ$ 线等测试截线正交极化场强主极化场强之差。

3.11 背景电平 background level

由测量设备和周围环境引起在静区内形成的杂波信号。

4 概述

一般紧缩场主要是由微波暗室、反射面（或透镜）和馈源等组成；按照反射面（或透镜）的特点进行分类，主要有单反射面、双反射面、透镜、全息等类型；主要用途常用于雷达目标 RCS、天线及天线罩辐射等电磁特性测量。

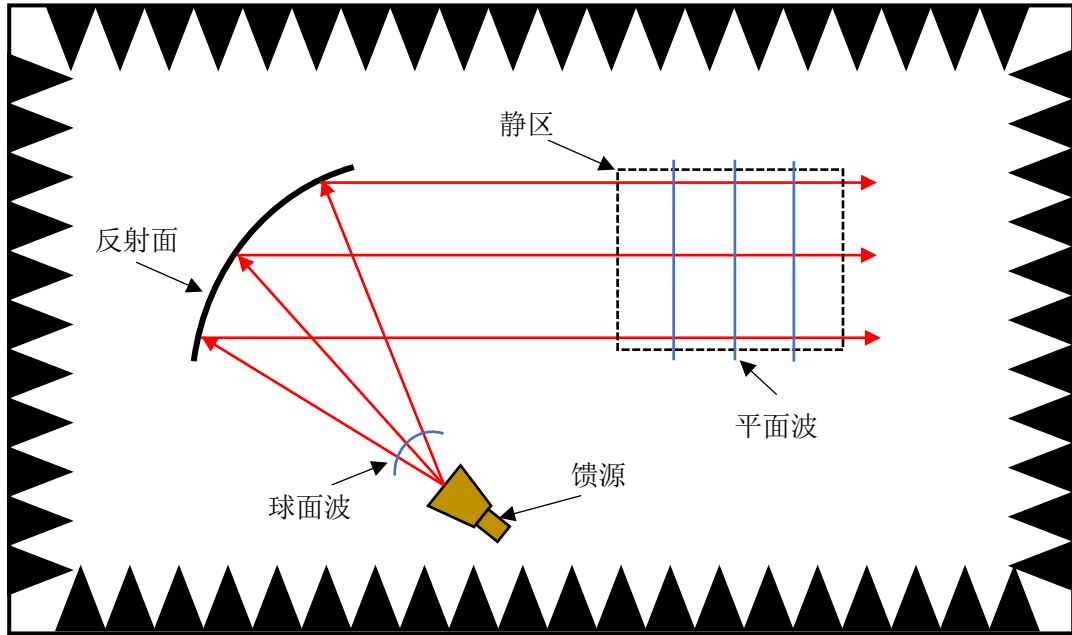


图1 紧缩场构造示意图

5. 计量特性

5.1 平面波指向角度

范围： $-5^{\circ} \sim +5^{\circ}$ 。

5.2 幅度平坦度

范围： $\leq 4\text{dB}$ 。

5.3 幅度锥削

范围： $\leq 3\text{dB}$ 。

5.4 幅度波纹

范围： $-2\text{dB} \sim +2\text{dB}$ 。

5.5 相位平坦度

范围： $\leq 40^{\circ}$ 。

5.6 相位锥削

范围： $\leq 30^{\circ}$ 。

5.7 相位波纹

范围： $-20^{\circ} \sim +20^{\circ}$ 。

5.8 交叉极化

范围： $\leq -25\text{dB}$ 。

5.9 背景电平

范围：-20dBsm~-60dBsm

6 评价条件

6.1 环境条件

- a) 环境温度： $23^{\circ} \pm 5^{\circ}$
- b) 相对湿度： $\leq 80\%$ 。
- c) 供电电源： $(220 \pm 11)V$ ， $(50 \pm 1)Hz$ ；
- d) 其他：在测试环境周围无任何电磁骚扰和机械振动。

6.2 评价用设备要求

紧缩场场地评价设备需经计量技术机构的检定或校准，满足测试使用要求，并在有效期内。

6.2.1 矢量网络分析仪

频率范围： $(1\sim 110)GHz$ ，其中毫米波波段可通过外置扩频模块实现；

系统动态范围： $\geq 60dB$

6.2.2 低噪声放大器

频率范围： $(1\sim 110)GHz$ ，可分频段选用；

典型增益： $\geq 25dB$ ；

6.2.3 功率放大器

频率范围： $(1\sim 110)GHz$ ，可分频段选用；

典型最大输出功率： $\geq 20dBm$ ；

6.2.4 扩频模块

频率范围： $(40\sim 110)GHz$ ，可分频段选用；

6.2.5 天线

天线类型：标准增益喇叭天线（增益根据需要选取）；

频率范围： $(1\sim 110)GHz$ ，可分频段选用；

6.2.6 稳幅稳相测试电缆

电缆缓慢摆动时，在工作频率范围内的信号幅度变化： $\leq 0.1dB$ ；

电缆缓慢摆动时，在工作频率范围内的信号相位变化： $\leq 5^{\circ}$ ；

6.2.7 扫描架

扫描架的工作行程不小于被评价场地静区范围(如果需要，可分段实现)；

当静区平面波相位波纹设计指标不大于 $\pm 5^\circ$ 时，所用扫描架工作行程沿来波方向直线度峰峰值优于 1%工作波长；

当静区平面波相位波纹设计指标大于 $\pm 5^\circ$ 时，所用扫描架工作行程沿来波方向直线度峰峰值优于 2%工作波长；

扫描架直线移动定位精度优于 1/4 波长；

天线极化旋转定位精度峰峰值优于 0.1° ；

6.2.8 激光跟踪仪

点坐标测量精度优于 1%工作波长；

6.2.9 定标球

加工引入的 RCS 误差不大于 0.5dB；

RCS 高于目标支架和背景电平 10dB；

7 评价项目和评价方法

7.1 评价项目

评价项目见表 1。

表 1 评价项目表

序号	项目名称	条款
1	幅相特性	7.2
2	平面波指向角	7.2.1
3	幅度平坦度	7.2.2
4	幅度锥削	7.2.3
5	幅度波纹	7.2.4
6	相位平坦度	7.2.5
7	相位锥削	7.2.6
8	相位波纹	7.2.7
9	交叉极化	7.3
10	背景电平	7.4

7.2 幅相特性

利用微波波幅相测量系统获取静区场的幅相分布，通过相应的数据处理，获取各项被评价参数。幅相测量系统如图 2 所示。

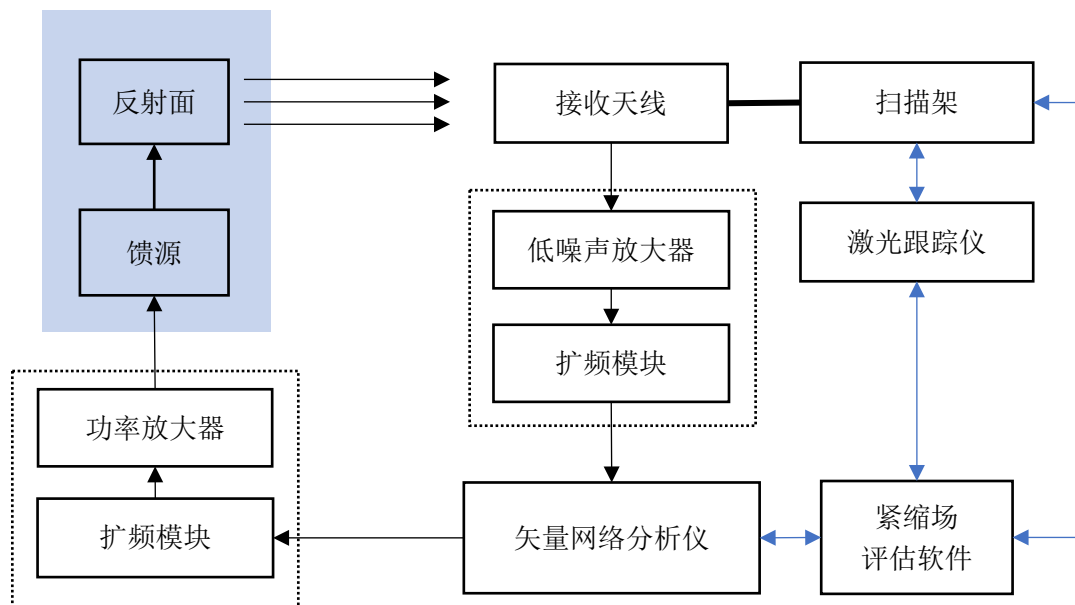


图2 紧缩场微波毫米波幅相测量系统

(A) 评价的频率选择

根据具体紧缩场设计时馈源的配置情况，对于标准馈源，选取每个频段的高、中、低3个频点进行评价；对于宽带馈源，选取5个均匀分布的频点，或可按照客户要求选择评价的频点；

(B) 评价空间位置的选择

在紧缩场的纵向位置上，一般选取前、中、后三处截面进行测量评价；在每个截面上，一般选取水平、竖直和斜 $\pm 45^\circ$ 截线分别进行水平极化和垂直极化测量评价。也可根据客户要求选择相应的截线评价。

7.2.1 平面波指向角

a) 利用激光跟踪仪精确定位安装扫描架设备，按如图3示意图确定扫描坐标系，其中图3中的XY平面即为扫描截面所在的平面，X轴为水平方向、Y轴为竖直方向，Z为电磁波的传播方向，扫描截面垂直于Z轴，O点为静区中心。坐标系的建立分两种情况：1) 对于内部有明确定位标志位的紧缩场，严格按照紧缩场内部设置的标志位利用激光跟踪仪建立坐标系，确保测试位置、定位精度满足评价场地的需求；2) 对于未有明确定位标志位的紧缩场，可与用户协商建立坐标系，通常可通过调节扫描架相对来波姿态，使得水平扫描线和垂直扫描线上的相位分布出现明显的锥削和纹波时，此时水平扫描线方向为X轴方向，垂直扫描线方向为Y轴方向，水平扫线和垂直扫描线所在面的垂线方向为Z轴所在方向。

扫描架安装定位后还需要利用激光跟踪仪对扫描架自身相应的技术指标进行判断，确认是否满足 6.2.7 中对扫描架的要求。

具体处理方案为：1) 满足要求，直接可以使用测量数据；2) 不满足要求，则需要对超出指标的个别坐标位置进行标定，其中需要对相应位置的相位信息进行补偿修正，消除粗大误差，通常幅度数据可以忽略。

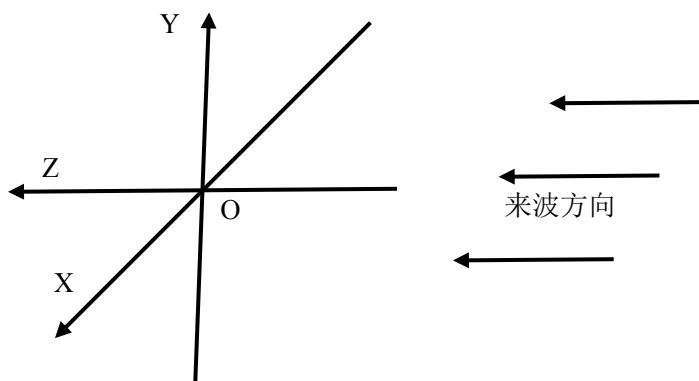


图3 扫描坐标系示意图

b) 根据具体的紧缩场系统，选择合适的射频幅相测量系统配置，使用符合要求的稳幅稳相电缆进行系统连接。同时打开所有工作的仪器仪表：矢量网络分析仪、扩频模块、激光跟踪仪等，并按照仪器使用要求进行相应的预热，通常预热 30 分钟以上。

c) 设置与馈源匹配的频段，设置系统合适的发射功率、中频带宽、测量通道参数，调节馈源与接收天线的极化匹配；设置合适的测试步长，通常选取最高频率对应的 1/4 波长。

d) 记录扫描架在截面水平方向上扫描时设备扫频测量的对应测量位置 X_j 的幅度值 A_j 和相位值 P_j ；

e) 对每个频点测量的相位值 P_j （相位展开）和位置 X_j ，按照最小二乘法线性拟合，

$$Q_j = kX_j + b \quad (1)$$

式中：

X_j ----被测截线上的位置，m；

k, b ---一次多项式拟合系数；

Q_j ----拟合的相位数据，deg；

根据斜率求解平面波指向角，按如下公式计算

$$\text{tg}\theta = k \cdot \lambda/360 \quad (2)$$

式中，

θ ---平面波方向倾角，rad；

λ ---电磁波波长，m；

平面波指向角通常为小量，单位用 $^{\circ}$ 表示，则计算公式变为

$$\theta = k \cdot \lambda / (2\pi) \quad (3)$$

对所有频点测量的平面波方向倾角，取均值作为最终水平方向的平面波方向倾角；

f) 更换垂直扫描方向，重复步骤 d)~e)，测量最终垂直方向的平面波方向倾角；

g) 更换馈源天线的与接收天线的极化方式，重复步骤 d)~f)；

h) 更换其它频段馈源，重复完成 d)~g)；

完成不同馈源配置、不同极化方式下，水平方向、垂直反向的平面波方向倾角。

7.2.2 幅度平坦度

完成 7.2.1 评价步骤 a)~c)后执行如下步骤：

d) 设置被测频率，记录扫描架在姿态 j （如截面水平方向）状态时设备扫频测量的对应测量位置 X_j 的幅度值（一般为对数） A_j 与相位值 P_j ；

e) 更换其他扫描姿态（如被测截面竖直方向等），重复步骤 d)，获取其他扫描架姿态状态下该馈源工作频率范围内所有测试频率幅相测试数据；

f) 更换馈源天线的与接收天线的极化方式，重复步骤 d)~e)；

g) 更换其它频段馈源，重复完成 d)~f)；

h) 更换测试截面位置，重复步骤 c)~g)，直至完成所有主极化被测状态。

下面进行幅度平坦度的计算分析：

对测量的某条截线上幅度数据 A_j ，进行统计分析得到最大值 A_{max} 和最小值 A_{min} ，按照公式(4)计算幅度平坦度：

$$A_{flat} = A_{max} - A_{min} \quad (4)$$

式中：

A_{flat} ---被评价的频点在某条截线上的幅度平坦度，dB；

A_{max} ---被评价的频点在某条截线上对数幅度曲线的最大值，dB；

A_{min} ---被评价的频点在某条截线上对数幅度曲线的最小值，dB；

遍历所有被评价频点、所有被评价截线上的幅度数据，做同样的处理。

7.2.3 幅度锥削

完成 7.2.2 评价步骤 a)~h)后执行如下分析：

对测量的某条截线上幅度数据 A_j 以及相应的位置数据 X_j ，利用最小二乘法进行二次多项式拟合，拟合如公式(5)所示。

$$Y_j = a_1 X_j^2 + b_1 X_j + c_1 \quad (5)$$

式中：

X_j ----被测截线上的位置，m；

a_1, b_1, c_1 ---二次多项式拟合系数；

Y_j ----拟合的幅度数据，dB；

通过统计分析得到的拟合数据 Y_j 的最大值 Y_{max} 和最小值 Y_{min} ，按照公式(6)计算幅度锥削：

$$A_{taper} = Y_{max} - Y_{min} \quad (6)$$

式中：

A_{taper} --被测频率某条截线上的幅度锥削，dB；

Y_{max} --被测频率某条截线上的拟合幅度最大值，dB；

Y_{min} --被测频率某条截线上的拟合幅度最小值，dB；

遍历所有被测频点、所有被评价截线上的幅度数据，做同样的处理。

7.2.4 幅度波纹

完成 7.2.2 评价步骤 a)~h)后执行如下分析：

对测量的某条截线上的幅度数据 A_j ，和上面步骤获取的对应位置拟合幅度数据对数值 Y_j 相减，通过统计分析得到差值的最大值和最小值。按照如下公式计算幅度波纹：

$$A_{ripple} = \pm[(A_j - Y_j)_{max} - (A_j - Y_j)_{min}]/2 \quad (7)$$

式中：

A_{ripple} ---被测频率某条截线上的幅度波纹，dB；

遍历所有被测频点、所有被评价截线上的幅度数据，做同样的处理。

7.2.5 相位平坦度

完成 7.2.2 评价步骤 a)~h)后执行如下分析：

对测量的某条截线上相位数据（相位展开）减去线性拟合的数据后更新相位数据 P_j ，通过统计分析得到该截线上的最大值 P_{max} 和最小值 P_{min} ，按公式(8)计算相位平坦度：

$$P_{flat} = P_{max} - P_{min} \quad (8)$$

式中：

P_{flat} --被评价频点在某条截线上的相位平坦度，°；

P_{max} : --被评价频点在某条截线上相位最大值，°；

P_{min} : --被评价频点在某条截线上相位最小值，°；

遍历所有被评价频点、所有被评价截线上的相位数据，做同样的处理。

7.2.6 相位锥削

完成 7.2.2 评价步骤 a)~h)后执行如下分析：

对测量的某条截线上相位数据（相位展开）减去线性拟合的数据后更新相位数据 P_j ，利用最小二乘法进行二次多项式拟合，拟合公式如下式。

$$Q_j = a_2 X_j^2 + b_2 X_j + c_2 \quad (9)$$

式中：

a_2, b_2, c_2 ,---相位测量二次多项式拟合系数；

通过统计分析得到拟合数据 Q_j 的最大值 Q_{max} 和最小值 Q_{min} ，按照公式(10)计算相位锥削：

$$P_{taper} = Q_{max} - Q_{min} \quad (10)$$

式中：

P_{taper} --被测频率某条截线上的相位锥削，°；

Q_{max} --被测频率某条截线上的拟合的相位的最大值，°；

Q_{min} --被测频率某条截线上的拟合的相位的最小值，°；

遍历所有被评价频点、所有被评价截线上的相位数据，做同样的处理。

7.2.7 相位波纹

完成 7.2.2 评价步骤 a)~h)后执行如下分析：

对测量的某条截线上相位数据（相位展开）减去线性拟合的数据后更新相位数据 P_j ，和上面步骤获取的对应位置二次多项式拟合相位数据相减，通过统计分析得到差值的最大值和最小值，按照公式（11）计算相位波纹。

$$P_{ripple} = \pm[(P_j - Q_j)_{max} - (P_j - Q_j)_{min}]/2 \quad (11)$$

式中：

P_{ripple} ---被测频率某条截线上的相位波纹，°；

遍历所有被评价频点、所有被评价截线上的相位数据，做同样的处理。

7.3 交叉极化

完成 7.2.1 评价步骤 a)~c)后执行如下步骤:

d) 将接收天线置于截面的中心点位置, 保持接收天线与馈源极化一致, 设置频率为馈源的中心频率, 以不大于 1 度的步进转动接收天线极化 200 度, 同时测量每个步进角度下的幅度值; 寻找整个幅度曲线的最小值对应的极化角度;

e) 固定接收天线在该极化角度, 记录扫描架在某截线上扫描时设备扫频测量的对应测量位置 X_j 的幅度值 A_j^1 ;

f) 将接收天线极化旋转 90°, 记录此时扫描架在该截线上扫描时设备扫频测量的对应测量位置 X_j 的幅度值 A_j^2 ;

g) 按如下公式计算, 得到在该馈源不同频点下的在该截线上的交叉极化曲线;

h) 改变评价位置, 再执行步骤 e) ~g);

i) 改变馈源极化, 重复步骤 d) ~h);

j) 改变馈源, 重复步骤 d) ~i);

完成所有馈源、所有馈源极化、所有评价位置处的交叉极化特性评价。评价位置应当至少选择静区截面过中心水平线、垂直线, 或者依据用户指定测量位置。

$$A_j^c = A_j^1 - A_j^2 \quad (12)$$

式中,

A_j^c ——截线上不同位置的交叉极化值, 负值, dB;

A_j^1 ——正交极化状态下的测量幅值, dB;

A_j^2 ——共极化状态下的测量幅值, dB。

7.4 背景电平

a) 使紧缩场处于静区空置状态;

b) 按要求调整信号输出幅度, 通过馈源天线输出一定幅度、一定频率范围和频率间隔的步进频率信号, 同时通过接收天线接收回波信号, 记录测试结果 R1;

c) 把支架放置在静区内, 并将定标球体放置在支架上, 重复步骤 b), 记录测试结果 R2;

d) 将两次频域测量结果通过逆 FFT 变换至时域得到一维距离像, 为了降低多径干扰的影响, 可在变换之前加时域门 (kaiser 窗 ($\beta=6$)) 降低旁瓣;

e) 根据定标球的一维距离像的相对电平值计算静区空腔背景电平值; 计算公式如

下:

$$S_b = P_b - P_s + S_s$$

式中,

S_b ——静区背景电平值, dBsm;

P_b ——静区空置状态测试值, dB, 由测量数据 R1 逆 FFT 变换求得;

P_s ——静区放置定标球处的测试值, dB, 由测量数据 R2 逆 FFT 变换求得;

S_s ——定标球 RCS 理论计算值, dBsm;

f) 记录静区不同纵向位置处的背景电平值, 给出峰值和平均值的测量结果。

8 评价结果表达

评价结果应在测试报告上反映。测试报告应至少包含以下信息:

- a) 标题: “测试报告”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行测试的地点 (如果与实验室的地址不同);
- d) 证书的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行测试的日期, 如果与测试结果的有效性和应用有关时, 应说明被校对象的接收日期;
- h) 如果与测试结果的有效性应用有关时, 应对被校样品的抽样程序进行说明;
- i) 测试所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- j) 本次测试所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 测试环境的描述;
- l) 测试结果及其测量不确定度的说明;
- m) 对测试规范的偏离的说明;
- n) 测试报告签发人的签名、职务或等效标识;
- o) 测试结果仅对被测对象有效的说明;
- p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

9 评价时间间隔

评价时间间隔由用户根据使用情况自行确定, 推荐为 3~5 年。

附录 A 原始记录内页格式

表 A-1 水平方向，垂直极化

频率 (GHz)	幅值 (dB)	相位 (deg)

表 A-2 水平方向，水平极化

频率 (GHz)	幅值 (dB)	相位 (deg)

表 A-3 垂直方向，垂直极化

频率 (GHz)	幅值 (dB)	相位 (deg)

表 A-4 垂直方向，水平极化

频率 (GHz)	幅值 (dB)	相位 (deg)

表 A-5 45 度方向，垂直极化

频率 (GHz)	幅值 (dB)	相位 (deg)

表 A-6 45 度方向，水平极化

频率 (GHz)	幅值 (dB)	相位 (deg)

表 A-7 -45 度方向，垂直极化

频率 (GHz)	幅值 (dB)	相位 (deg)

表 A-8 -45 度方向, 水平极化

频率 (GHz)	幅值 (dB)	相位 (deg)

表 A-9 交叉极化, 馈源垂直极化

频率 (GHz)	共极化		正交极化	
	幅值 (dB)	相位 (deg)	幅值 (dB)	相位 (deg)

表 A-10 交叉极化, 馈源水平极化

频率 (GHz)	共极化		正交极化	
	幅值 (dB)	相位 (deg)	幅值 (dB)	相位 (deg)

表 A-11 背景电平, 馈源垂直极化

频率 (GHz)	空置		放置定标球	
	幅值 (dB)	相位 (deg)	幅值 (dB)	相位 (deg)

表 A-12 背景电平, 馈源水平极化

频率 (GHz)	空置		放置定标球	
	幅值 (dB)	相位 (deg)	幅值 (dB)	相位 (deg)

附录 B 证书内页格式

表 1.1 平面波指向角

Table 1.1 Pointing angle of plane wave

方向 direction (/)	频率 Freq (GHz)	极化 Polarization (VP/HP)	指向角 Angle (deg)
方位方向 Azimuth			

俯仰方向 Elevation			

表 1.2 幅度参数

Table 1.2 Parameters for Amplitude

扫描方向 Scanning direction (/)	频率 Freq (GHz)	极化 Polarization (VP/HP)	幅度平坦度 Flatness (dB)	幅度锥削 Taper (dB)	幅度波纹 Ripple (dB)
水平方向 Horizontal					

垂直方向 Vertical					

45 度方向					

-45 度方向					

扫描方向 Scanning direction (/)	频率 Freq (GHz)	极化 Polarization (VP/HP)	幅度平坦度 Flatness (dB)	幅度锥削 Taper (dB)	幅度波纹 Ripple (dB)

表 1.3 相位参数

Table 1.3 Parameters for Phase

扫描方向 Scanning direction (/)	频率 Freq (GHz)	极化 Polarization (VP/HP)	相位平坦度 Flatness (deg)	相位锥削 Taper (deg)	相位波纹 Ripple (deg)
水平方向 Horizontal					

垂直方向 Vertical					

45 度方向					

-45 度方向					

表 2 交叉极化

Table 2 Cross Polarization

扫描方向 Scanning direction (/)	频率 Freq (GHz)	极化 Polarization (VP/HP)	交叉极化 Cross Polarization (dB)
水平方向 Horizontal			

扫描方向 Scanning direction (/)	频率 Freq (GHz)	极化 Polarization (VP/HP)	交叉极化 Cross Polarization (dB)

垂直方向 Vertical			

表 3 背景电平

Table 3 Background Level

频段 Band (GHz)	极化 Polarization (VP/HP)	峰值 Peak (dBsm)	平均值 Average (dBsm)
	VP		
	HP		

附录 C 干扰源分析

紧缩场干扰源泛指除反射面反射主波以外的所有通过其它途径到达静区的电磁波。干扰源的存在会在很大程度上影响紧缩场的技术指标，并在紧缩场使用时造成测量误差，因此必须在紧缩场电气调整中予以控制和排除。

根据射线光学理论，紧缩场静区场可认为由以下几部分组成：1) 反射面反射主波；2) 缝隙、边缘绕射场；3) 暗室杂散散射场；4) 馈源直漏；5) 馈源与馈源支撑系统自身耦合二次辐射场；6) 馈源系统与反射面耦合二次辐射场。同时，在紧缩场电气性能检测中，由于需要在静区中安装测试支架，影响测试结果的另一部分干扰场还包括：7) 由探头后瓣和侧瓣方向接收到的支架系统散射场（广角）；8) 由探头主瓣方向接收到的支架系统（包括探头）与紧缩场系统耦合场（近轴）。

在确定干扰源的过程中，需要定量判断干扰波的入射方向和大小，以便最终确定干扰场来源及其产生机理。这一方面要靠大量工程实践经验积累，另一方面也需要进行理论和数值分析。

根据平面波谱理论，假设静区场是由来自空间各个方向平面波叠加而成，对静区场做反傅里叶变换，可以在角域上得到各个方向入射波分布规律。采用适当的窗函数，可以在角域上观察到-60dB 乃至更低的干扰杂波分布。下图为典型的紧缩场角谱分析的示例，借助角谱分析数据，可以辅助判断主要的干扰来源。

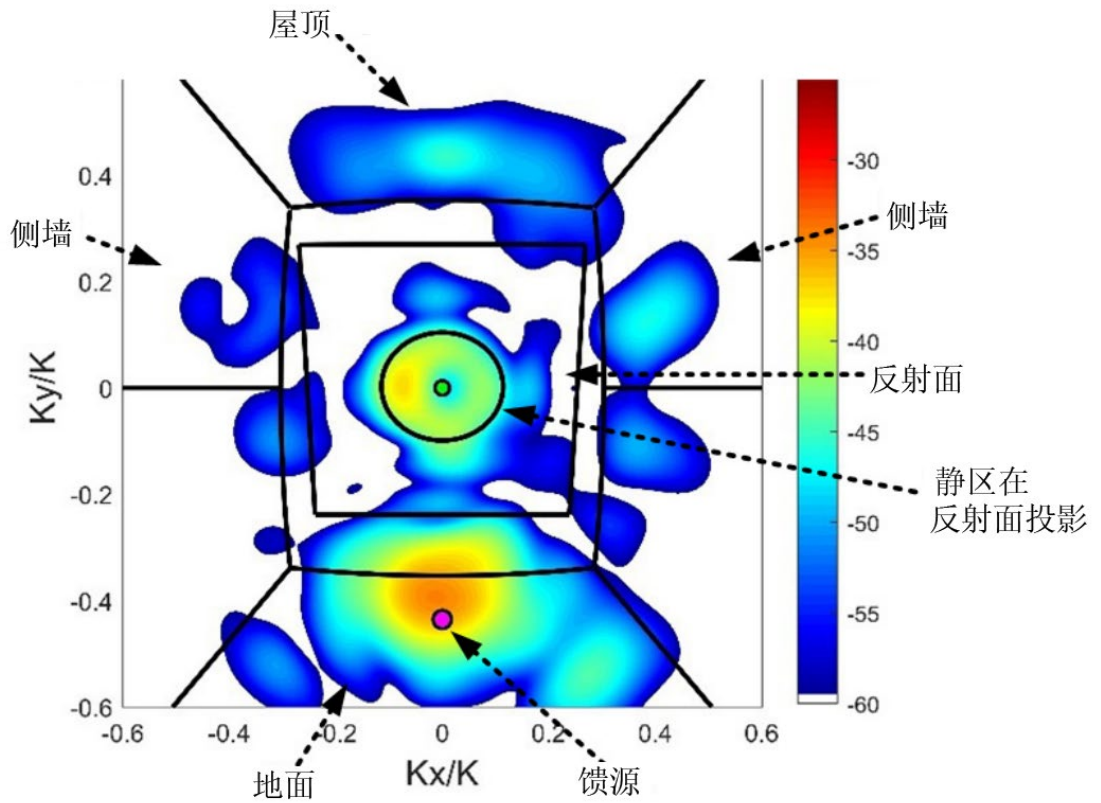


图 C.1 中心馈紧缩场杂散信号成像实例

参考文献:

- [1] 全绍辉,何国瑜,徐永斌.平面波谱理论在紧缩场干扰源分析中的应用[J].电子学报, 2002, 30(012):1794-1796.
- [2] IEEE 149-2021,IEEE Recommended Practice for Antenna Measurements[S].