

GY

中华人民共和国广播电影电视行业标准

GY/T 172 - 2001

多路微波分配系统 (MMDS) 接收天线技术要求和测量方法

Specification and methods of measurement
on MMDS receiving antenna

2001-07-18 发布

2001-10-01 实施

国家广播电影电视总局 发布

前 言

本标准的制定是依据国家有关标准的规定，参照 GY/T 132 - 1998 《多路微波分配系统技术要求》，根据我国国情，并以我国近年来多路微波分配系统（MMDS）的实践为基础编制的。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准由全国广播电视标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国计量科学研究院、北京天马有线电视天线厂。

本标准主要起草人：马晓庆、陈成仁、张 涛、王义举、金克欣。

中华人民共和国广播电影电视行业标准

多路微波分配系统 (MMDS) 接收天线技术要求和测量方法

GY/T 172 - 2001

Specifications and methods of
measurement on MMDS receiving antenna

1 范围

本标准规定了采用多路微波分配方式、工作在 2500MHz ~ 2700MHz 频率范围内的广播电视系统用 MMDS 接收天线的技术要求和测量方法。对于能够确保同样测量不确定度的任何等效测量方法也可以采用。有争议时,应以本标准为准。

多路微波分配系统 (MMDS) 接收天线的设计、生产、测量、入网验收、运行维护均应符合本标准。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 7400 - 1987	广播电视名词术语
GB/T 7615 - 1987	共用天线电视系统 天线部分
GB/T 14733.10 - 1993	电信术语 天线
GY/T 132 - 1998	多路微波分配系统技术要求

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 天线 antenna

无线电发射或接收系统中辐射或接收无线电波的部分。它为发射机或接收机与传播无线电波的媒质之间提供所需的耦合。

3.2 天线增益 antenna gain

在总输入功率相同的情况下,天线在给定方向的辐射功率密度 P 或场强 E 与均匀辐射器 (通常为理想点源) 在该方向上相同距离的辐射功率密度 P_0 或场强 E_0 的比值,通常用符号 G 表示:

$$G = 10 \lg \frac{P}{P_0} \quad (\text{dB}) \quad \text{或} \quad G = 20 \lg \frac{E}{E_0} \quad (\text{dB})$$

注:如未作规定,增益是指最大辐射方向的增益。以上是以发射天线而言的,但根据互易定理,同一天线如作为接收天线时,将具有相同的增益、方向图、带宽等特性。

3.3 极化 polarization

a) 发射时,指在远场区及给定方向天线所辐射的波的极化;

b) 接收时,指从给定方向入射的、给定功率密度的平面波的极化,它在天线端产生最大可用功率。

注:如未规定方向,则假定为最大发射 (或接收) 功率的方向。

3.4 功率通量密度 power flux density

电磁波通过与其传播方向垂直的单位面积传送的功率，通常用 mW/cm^2 表示。

3.5 辐射方向图 radiation pattern

表征天线辐射量在空间分布的图形。

注：表征辐射的量，如：电磁场的一个规定分量的大小和相位、场强 - 距离乘积、辐射强度（如功率通量密度或场强）、方向性、增益等等。最常考虑的是远场区的分布。

3.6 辐射瓣 radiation lobe

辐射方向图的一部分，以较低值为界，其中无非常显著的凹点。

3.7 主瓣 major lobe, main lobe

对所需极化，包含辐射强度最大值方向在内的天线辐射瓣。

3.8 副瓣 secondary lobe

除主瓣以外的任何辐射瓣。

3.9 背瓣 back lobe

其轴与主瓣轴的前向大约成 180° 角度的副瓣，也就是和最大辐射强度方向相反的半空间的辐射瓣。

3.10 旁瓣 side lobe

除背瓣以外的任何副瓣。

3.11 前后比 front to back ratio

天线主瓣的最大功率通量密度或场强与背瓣的最大功率通量密度或场强的比值，用分贝 (dB) 表示。

3.12 旁瓣电平（对一规定的极化而言）(relative) side-lobe level (for a specified polarization)

对于一规定的极化，旁瓣内最大辐射值与参考瓣内最大辐射值之比，通常以分贝 (dB) 表示。

注：如未作规定，则参考瓣即为主瓣。

3.13 天线的带宽 bandwidth of antenna

天线的带宽常指其频带宽度，在此频率带宽范围内所规定的天线特性，其变化不超过规定的限度。

3.14 天线的增益带宽 gain bandwidth of antenna

若天线增益在某频率带宽范围内的变化不超过某规定值，就称该频率带宽范围为天线的增益带宽。

3.15 天线的极化隔离 polarization isolation of antenna

在同一方向上，所设计的天线极化辐射场分量与对应的正交极化辐射场分量之比，通常以分贝 (dB) 表示。也称天线的极化去耦比 (polarization decoupling ratio of antenna)。

3.16 天线的输出 VSWR (电压驻波比) output VSWR of antenna

天线在馈电点端子或端口上所呈现的电压驻波比，常用符号 SWR 表示。

注：可以用公式 $\left| \Gamma \right| = \frac{\text{VSWR} - 1}{\text{VSWR} + 1}$ 将 VSWR 换算成反射系数的模值 $\left| \Gamma \right|$ ；

可以用公式 $L_R = -20 \lg \frac{\text{VSWR} - 1}{\text{VSWR} + 1}$ 将 VSWR 换算成反射损耗 L_R ；

输出 VSWR 是对接收天线而言的，对于发射天线则称为输入 VSWR。

3.17 反射损耗 return loss

描述负载匹配程度的一个参量，又称回波损失或回波损耗，用 L_R 表示，定义为：

$$L_R = -20 \lg \left| \Gamma \right| \quad (\text{dB}) \quad \text{或} \quad L_R = -20 \lg \frac{\text{VSWR} - 1}{\text{VSWR} + 1} \quad (\text{dB})$$

3.18 电波暗室 anechoic enclosure

一种专门设计的房间，它具有吸收入射电磁波的各个界面，对所研究频段的电磁波基本上保持无反射场条件。

4 技术要求

接收天线的主要技术要求见表 1。

表 1 接收天线的主要技术要求

序号	项 目	符 号	单 位	技术指标		备 注
1	工作频率范围	f	MHz	2500 ~ 2700		
2	特性阻抗	Z_0	Ω	50		N 型阳性
3	反射损耗	L_R	dB	16		在工作频率范围内
4	频响特性	G_{ra}	dB	± 1.5		在工作频率范围内
5	极化隔离	ρ	dB	20		
6	风 荷	L_w	N/m ²	300		确保天线牢固和性能稳定
7	增 益	G	dB	21	24	根据场强选择
8	旁瓣电平	A_b	dB	-17	-19	可根据应用要求提出旁瓣电平和前后比的技术要求。
9	前 后 比	k	dB	18	20	

注：天线、馈线及安装结构要求能承受当地最大风力而不损坏，并且没有任何部分被刮落。

5 测量方法

5.1 测量环境

为了减小测量不确定度，天线特性的测量应在电波暗室中进行。如无此测量条件，则要求测量场地是空旷的，附近不存在强电磁波干扰和输电线、建筑物、树木等反射或遮挡电磁波的物体；还应减少地面反射的影响，要求地面反射波的影响在 1dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) 以内。如果测量用的标准天线在基准点前后，上下移动 $\lambda/2$ 的距离时，天线作用的变化应在 1dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) 以内，这就认为该基准点是合适的。

5.2 最小测量距离

对于被测天线长度或口径直径 D 小于等于一个工作波长 λ 的天线，为了近似满足远场条件，被测天线与发射天线之间的最小距离 r_{\min} 应满足式 (1)：

$$r_{\min} \quad (3\sim 5) \quad (\text{cm 或 m}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

对于被测天线长度或口径直径 D 大于一个工作波长 λ 的天线，为了近似满足远场条件，被测天线与发射天线之间的最小距离 r_{\min} 应满足式 (2)：

$$r_{\min} \quad \frac{2D^2}{\lambda} \quad (\text{cm 或 m}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

5.3 主要测量仪器设备要求

自动网络分析仪

建议采用满足以下技术指标的自动网络分析仪：

频率范围：0.01 GHz ~ 3 GHz；

反射参数测量最大允许误差限： $\pm 1\%$ ；

传输参数测量最大允许误差限： $\pm 0.3\text{dB}$ 。

5.4 增益和增益平坦度的测量

5.4.1 测量方框图

天线增益和增益平坦度的测量方框图如图 1 所示，如果是 75Ω 网络分析仪，图中两个去耦衰减器应当分别换接为 $75\Omega \sim 50\Omega$ 阻抗匹配衰减器。T 为发射天线，R 为接收天线， r 是两个天线馈源之间的距离， r 的数值应当满足式 (1) 或式 (2) 的要求。所有仪器设备的操作，必须严格按照仪器设备说明书的规定进行。

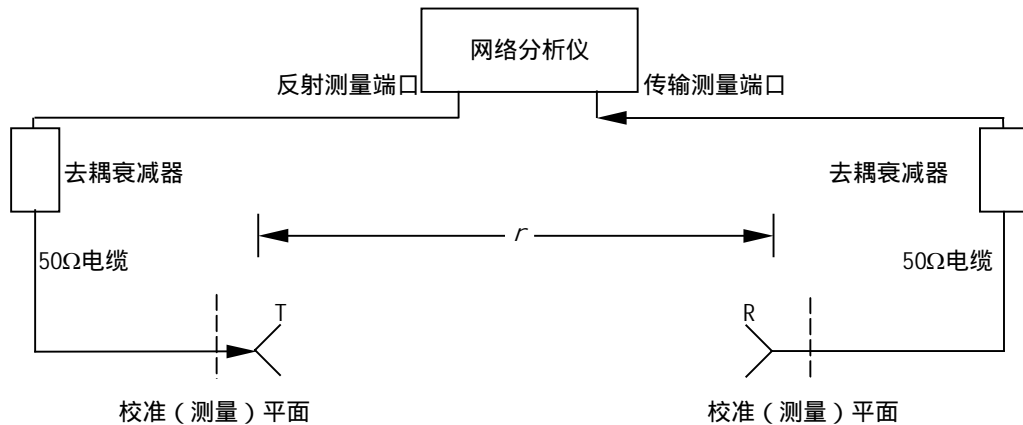


图 1 天线增益和增益平坦度测量方框图

5.4.2 测量步骤

5.4.2.1 如图 1 连接测量电路，接通网络分析仪电源，预热 30 分钟。

5.4.2.2 对网络分析仪初始化（按下“PRESET”键）之后，设置起始频率（START）为 2500MHz，终止频率（STOP）为 2700MHz。

5.4.2.3 选择网络分析仪为“传输”测量方式。

5.4.2.4 将两根 50Ω 电缆分别从两个天线馈源（图中校准（测量）平面）连接端口卸下，通过一个低反射低损耗 N 型 50Ω 双阴转接器对接。

5.4.2.5 根据网络分析仪技术说明书的要求和规定校准网络分析仪。

5.4.2.6 将两根 50Ω 电缆断开并分别连接到图中两个天线馈源（图中校准（测量）平面）连接端口。测量两天线之间的距离 r ，并记录于表 A1 中，应使其最大允许相对测量误差 $\Delta r/r = 2\%$ 。

5.4.2.7 将光标固定在某一频率上，调整两个天线的方向，确定主瓣最大方向（零度），这时网络分析仪插入损耗（衰减）指示值最小。

5.4.2.8 在 2500MHz ~ 2700MHz 频率范围内移动光标，在插入损耗曲线上读取最大衰减 G_{rmax} 和最小衰减 G_{rmin} 。读数准确到 0.2dB，将测量结果记录于表 A1 中。用式 (3) 计算增益平坦度 G_{fla} ，计算精确到 0.2dB，并将计算结果记录于表 A1 中。

$$G_{\text{fla}} = \frac{1}{2}(G_{\text{rmax}} - G_{\text{rmin}}) \quad (\text{dB}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

5.4.2.9 在 2500MHz ~ 2700MHz 频率范围内移动光标，在插入损耗（衰减）曲线上分别读取 2500 MHz，

2600MHz 和 2700MHz 频率的衰减值 G_r ，读数准确到 0.2dB，将测量结果记录于表 A1 中。用式 (4) 计算天线增益 G ，计算精确到 0.2dB，并将计算结果记录于表 A1 中。

$$G = \frac{1}{2} \left[10 \lg \left(\frac{4}{r} \right) - G_r \right] \quad (\text{dB}) \dots\dots\dots (4)$$

5.5 输入反射损耗 (输入 VSWR) 的测量

5.5.1 测量方框图

天线输入反射损耗 (输入 VSWR) 测量方框图如图 2 所示。如果是 75Ω 网络分析仪，图中应当接入 75Ω ~ 50Ω 阻抗匹配衰减器。所有仪器设备的操作，必须严格按照仪器设备说明书的规定进行。图 2 中 50Ω 同轴电缆是为了便于测量而引入的。因此，校准 (测量) 平面选择在该 50Ω 同轴电缆输出端口，测量时应当注意固定好该电缆，以保证校准状态不被改变。

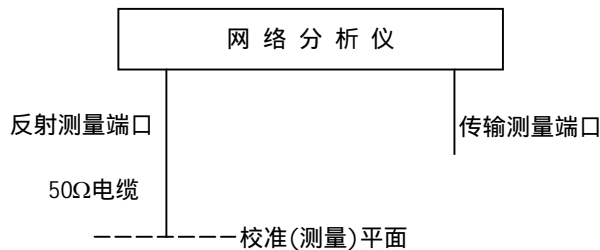


图 2 天线输入反射损耗 (输入 VSWR) 测量方框图

5.5.2 测量步骤

5.5.2.1 如图 2 连接测量电路，接通网络分析仪电源，预热 30 分钟。

5.5.2.2 对网络分析仪初始化 (按下“PRESET”键) 之后，设置起始频率 (START) 为 2500MHz，终止频率 (STOP) 为 2700MHz。

5.5.2.3 按下“测量”键，选择网络分析仪为“反射”测量方式。

5.5.2.4 在校准 (测量) 平面上校准网络分析仪。

5.5.2.5 在完成网络分析仪校准后，将被测天线连接到校准 (测量) 平面上。

5.5.2.6 在 2500MHz ~ 2700MHz 频率范围内移动光标，以反射损耗 (电压驻波比) 曲线上的最大值作为被测天线的输入反射损耗 (输入电压驻波比) 值。读数准确到 0.2dB (0.01)，将测量结果记录于表 A2 中。

5.6 天线旁瓣电平、极化隔离和前后比的测量

5.6.1 测量方框图

测量旁瓣电平、极化隔离和前后比的方框图、天线增益和增益平坦度测量方框图与图 1 相同，但要求将接收天线 R (或发射天线 T) 固定安装在天线转台上。天线与转台的安装应仔细进行，使天线的坐标系与转台的坐标系相一致。所有仪器设备的操作，必须严格按照仪器设备说明书的规定进行。

5.6.2 测量步骤

5.6.2.1 按 5.4.2.1 ~ 5.4.2.7 重复天线增益和增益平坦度测量方法的步骤。不必准确测量距离 r 。

5.6.2.2 在 2500MHz ~ 2700MHz 频率范围内移动光标，在网络分析仪衰减曲线上读取 2500MHz 频率点的

衰减值 G_{r0} ，读数准确到 0.2dB，将测量结果记录于表 A3 中。

5.6.2.3 将网络分析仪的光标固定在 2500MHz 频率点，在水平方向顺时针转动天线转台，网络分析仪指示的衰减值将由小变大，然后再由大变小，然后再由小变大。读取该第一旁瓣衰减值 G_{rR} ，读数准确到 0.2dB，将测量结果记录于表 A3 中。用式 (5) 计算右旁瓣电平 A_{bR} ，计算准确到 0.2dB，将计算结果记录于表 A3 中。

$$A_{bR} = G_{r0} - G_{rR} \text{ (dB)} \quad \dots\dots\dots (5)$$

5.6.2.4 在衰减值 G_{r0} 的位置上，在水平方向反时针转动天线转台，网络分析仪指示的衰减值将由小变大，然后再由大变小，然后再由小变大。读取该第一旁瓣衰减值 G_{rL} ，读数准确到 0.2dB，将测量结果记录于表 A3 中。用式 (6) 计算左旁瓣电平 A_{bL} ，计算准确到 0.2dB，将计算结果记录于表 A3 中。

$$A_{bL} = G_{r0} - G_{rL} \text{ (dB)} \quad \dots\dots\dots (6)$$

5.6.2.5 按 5.6.2.2 ~ 5.6.2.4 将光标分别固定在 2600MHz 和 2700MHz 频率点，重复步骤测量。将结果记录于表 A3 中。

5.6.2.6 将光标固定在 2500MHz 频率点，并将天线转台在水平方向转动 180° ，在 $180^\circ \pm 60^\circ$ 范围内，在网络分析仪上读取最大后向衰减值 G_r ，读数准确到 0.2dB，将测量结果记录于表 A3 中。用式 (7) 计算前后比 k ，计算准确到 0.2dB，将计算结果记录于表 A3 中。

$$k = G_{r0} - G_r \text{ (dB)} \quad \dots\dots\dots (7)$$

5.6.2.7 按 5.6.2.6 将光标分别固定在 2600MHz 和 2700MHz 频率点，重复测量和计算。将结果记录于表 A3。

5.6.2.8 将光标固定在 2500MHz 频率点，并将天线转台在垂直方向转动 90° ，在网络分析仪上读取极化衰减值 G_p ，读数准确到 0.2dB，将测量结果记录于表 A3 中。用式 (8) 计算极化隔离 ρ ，计算准确到 0.2dB，将计算结果记录于表 A3 中。

$$\rho = G_{r0} - G_p \text{ (dB)} \quad \dots\dots\dots (8)$$

5.6.2.9 按 5.6.2.8 将光标分别固定在 2600MHz 和 2700MHz 频率点，重复测量、计算和记录。

附录 A
(标准的附录)
测量记录表格

表 A1 天线增益和增益平坦度测量记录

频 率	波 长	天线距离	衰减读数	天线增益	最大衰减	最小衰减	增益平坦度
	λ	r	G_r	G	G_{max}	G_{min}	G_{1a}
MHz	cm	m	dB	dB	dB	dB	dB
2500	12.00						
2600	11.54						
2700	11.11						

环境温度： 相对湿度： % 测量日期： 年 月 日

测量人员： 校对人员：

表 A2 天线输入反射损耗 (输入 VSWR) 测量记录

输入反射损耗	输入电压驻波比 (VSWR)
dB	

环境温度： 相对湿度： % 测量日期： 年 月 日

测量人员： 校对人员：

表 A3 旁瓣电平、极化隔离和前后比的测量记录

频 率	主 瓣	右 瓣	左 瓣	后 向	极 化	右 瓣	左 瓣	前后比	极 化隔
MHz	电 平	电 平	电 平	电 平	电 平	电 平	电 平		离
	G_0	G_R	G_L	G_r	G_p	A_R	A_L	k	ρ
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
2500									
2600									
2700									

环境温度： 相对湿度： % 测量日期： 年 月 日

测量人员： 校对人员：

