



中华人民共和国国家标准

GB/T 11298.2—1997

卫星电视地球接收站测量方法 天线测量

Methods of measurement for satellite
television earth receive-only station
Antenna measurement

中华人民共和国国家标准 通信、广播标准

1997-08-26 发布

1998-05-01 实施

国家技术监督局 发布

前 言

本标准卫星电视地球接收站天线测量方法,根据 GB/T 11442—1995《卫星电视地球接收站通用技术条件》中 4.2 所要求的电性能对 GB 11298.2—89《卫星电视地球接收站测量方法 天线测量》进行修改。随着科学技术的发展,检测仪器不断更新,原国标 GB 11298.2,已不能适应检测要求,必须修改。本标准对原版的内容主要作了如下修改:

——删去射电星测量法,增加卫星法;

——用频谱分析仪扫频测量天线噪声温度。

本标准从实施之日起,同时代替 GB 11298.2—89。

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由电子工业部标准化研究所归口。

本标准起草单位:电子工业部第五十四研究所、广播电影电视部广播科学研究院。

本标准主要起草人:王久珍、赵鹏。

本标准于 1989 年 3 月首次发布,1997 年 8 月第一次修订。

中国标准出版社

中华人民共和国国家标准

卫星电视地球接收站测量方法
天线测量

GB/T 11298.2—1997

Methods of measurement for satellite
television earth receive-only station
Antenna measurement

代替 GB 11298.2—89

1 范围

本标准规定了卫星电视地球接收站天线性能指标的定义、测量条件和测量方法。
本标准适用于卫星电视地球接收站天线性能测量。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中的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 11298.1—1997 卫星电视地球接收站测量方法 系统测量

GB/T 14733.10—93 电信术语 天线

3 定义

除下列定义外,本标准采用 GB/T 14733.10 中的定义。

3.1 天线分系统 antenna sub-system

天线分系统是卫星电视接收设备的一部分,它由天线和馈源网络组成(见图 1)。

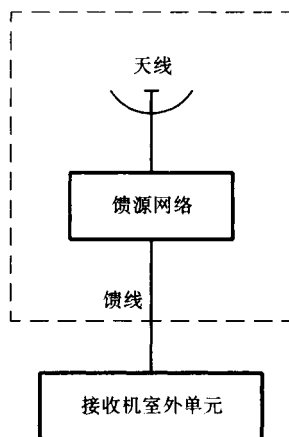


图 1 天线分系统

天线由主反射器、初级辐射器组成,有时还有副反射器。馈源网络通常包括一个极化器和一段过渡波导,通过波导馈线接到室外单元。

3.2 增益标准天线 gain standard antenna

增益标准天线是一种具有确定结构并经过精确校准的天线,天线的增益系数与方向性系数数值上接近相等。另外,天线增益系数的计算值与实测值很接近。所以,常用喇叭天线作为测试微波天线增益的比较标准。

3.3 视轴方向 axial polar

视轴方向即电轴方向,是由天线辐射性能确定的轴方向。

3.4 轴比(或椭圆比) axial ratio

轴比(或椭圆比)是极化椭圆的长轴对短轴之比。

3.5 极化 polarization

极化是描述电场矢量端点随时间变化的轨迹的形状和取向。在一个电磁振荡周期内端点轨迹可以是椭圆、圆或直线。相应地称该极化为椭圆极化、圆极化或线极化。

3.6 交叉极化鉴别率 cross polarization discrimination

接收天线的交叉极化鉴别率是:天线从给定方向上按预期最大功率传输的极化(同极化)所接收的功率与从同一方向由功率相等但极化正交的同一远场区辐射源所接收的功率之比。

3.7 天线功率增益 antenna power gain

天线功率增益意指相对于各向同性的无耗源的总增益,它是两个正交极化的增益分量的总和。如果指某一极化的增益,就应表明这种极化,例如,“右旋圆极化增益”或“水平线极化增益”等。接收天线增益 G 的定义也可以从有效面积 A_e 导出,见公式(1)、公式(2):

$$G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$A_e = \frac{P_r}{S} \dots\dots\dots (2)$$

式中: λ ——工作波长, m;

A_e ——接收天线的有效面积, m^2 ;

P_r ——接收天线匹配终端上的有效功率, W;

S ——接收天线口面上的平面波的单位面积功率, W/m^2 。

3.8 天线方向图 antenna pattern

接收天线方向图是天线接收等幅平面波能力随天线指向角度变化情况的图形描述。照射被测天线的该一等幅平面波由设置在远区的某一固定点源产生,接收能力的大小表现为连接天线的接收机所显示的功率电平。

当被测天线的极化与远区源天线的极化一致时,称所得的方向图为天线的同极化方向图;当被测天线的极化与远区源天线的极化正交时,称所得的方向图为天线的交叉极化方向图,交叉极化方向图的电平应按同极化方向图的峰值归一化。

测量方向图时,依改变天线指向角度的旋转轴的取向不同,得到不同平面的方向图。当旋转轴与天线的方位(或俯仰)轴一致时,所得的方向图称为水平(或铅垂)面方向图。当旋转轴与天线的极化面成 0° 、 90° 和 45° 角时,所得的方向图称为 E 面方向图、H 面方向图和 45° 面方向图。

4 测量方法

4.1 大气条件

一般为现场大气环境条件,要求晴天、微风。

4.2 环境条件

在满足天线远场准则的测试场区内,不应有任何建筑物、树木等引起反射的物体。

4.3 对测量仪器的要求

信号源频率须保持稳定,要求 30 min 内频率稳定度 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 量级,输出功率一般要求 $0 \sim$

33 dBm,如不满足要求,可加接功率放大器。频谱分析仪分辨带宽在小于 100 Hz 时仍能稳定地工作,动态范围须在 60 dB 以上。

4.4 对测试场地的要求

为了确定远场天线的性能,理想的测试场地应提供均匀振幅的平面波照射天线口面。这里规定采用近于理想的自由空间测试场地。在该场区内要将周围物体的影响减小到最小,这些影响包括测试场地的反射、源天线和测试塔的反射。也可以采用反射测试场。

通常规定入射到待测天线口径中心与边缘的相位差小于 $\pi/8$,由此确定最小测试距离为:

$$R \geq \frac{2D^2}{\lambda} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: D ——待测天线口面直径,m;

λ ——工作波长,m;

R ——待测天线至信号源的距离,m。

4.5 天线功率增益

天线功率增益的测量通常用直接比较法、调幅信号法、直接校准法、卫星法及射电星测量法。本标准推荐用直接比较法和卫星法。

4.5.1 直接比较法

4.5.1.1 测量原理

增益测量的比较法,就是比较增益标准天线与被测天线从相同距离的辐射源接收到的信号电平。其测量框图如图 2 所示。

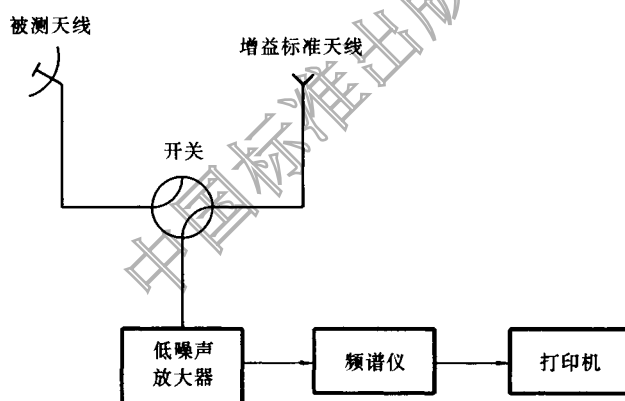


图 2 直接比较法测量框图

4.5.1.2 测量步骤

- 按图 2 连接好设备;
- 开关打到被测天线,调整被测天线与辐射源对准极化匹配,记录接收的功率电平 P_A ;
- 将开关打到增益标准天线,对准辐射源上下连续地改变增益标准天线的高度,记录接收信号电平的最大值 P_{rmax} 和最小值 P_{rmin} ;
- 被测天线功率增益由公式(4a)和(4b)表示:

$$G = G_s - (P_A - P_{rmax}) + 10 \lg \frac{2\beta}{1 + \beta} \quad \dots\dots\dots (4a)$$

$$\beta = 10 \frac{P_{rmax} - P_{rmin}}{10} \quad \dots\dots\dots (4b)$$

式中: G ——被测天线功率增益,dB;

G_s ——增益标准天线在测试频率上的增益,dB;

P_A ——被测天线接收电平,dBm;

β ——地面反射修正系数;

P_{rmax} ——增益标准天线接收最大电平,dBm;

P_{rmin} ——增益标准天线接收最小电平,dBm。

4.5.2 卫星法

4.5.2.1 测量原理

利用同步卫星上信标作信号源对待测天线的方位和俯仰方向图 3 dB 波束宽度进行测定,然后根据经验公式导出待测天线的增益。计算公式(5):

$$G = 10 \lg \left(\frac{27\,000}{\theta_{\text{AZ}} \theta_{\text{EL}}} \right) \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中: $\theta_{\text{AZ}}, \theta_{\text{EL}}$ ——为方位和俯仰波束 3 dB 宽度。

4.5.2.2 测量步骤

a) 设备按图 3 连接;

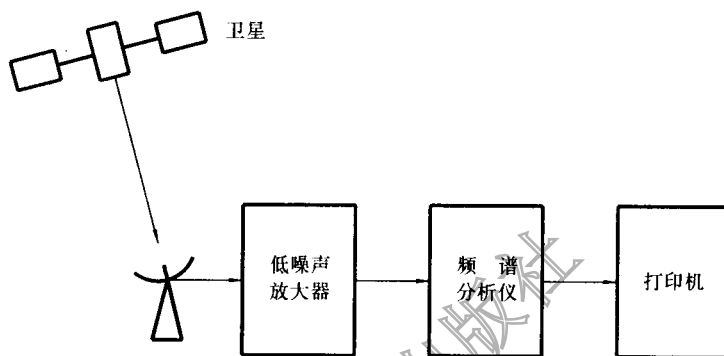


图 3 天线接收特性测量框图

b) 精确对准所选择的卫星,接收卫星信标并微调天线使之达到电平最大;

c) 分别测出待测天线俯仰与方位的方向图,并确定出 θ_{AZ} 与 θ_{EL} ;

d) 依据公式(5)计算出天线增益;

e) 测定其他频率点,选择另一颗卫星时步骤同 b)~d)。

注:本方法也适用于远场测量。

4.6 天线噪声温度

天线噪声温度的测量,通常用 Y 因子法。

4.6.1 测量原理

用 Y 因子法测量天线噪声温度(T_A),由公式(6)表示:

$$T_A = \frac{T_0 + T_R}{Y} - T_R \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中: T_0 ——测试环境温度,K;

T_R ——低噪声放大器噪声温度,K;

Y 因子定义:

$$Y = \frac{P_h}{P_A} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中: P_h, P_A ——分别为常温标准负载和天线的噪声功率,W。

4.6.2 测量步骤

a) 预先用标准冷、热负载对低噪声放大器(LNA)的噪声温度(T_R)进行标校;

b) 按图 4 连接设备(在测试现场可不带冷负载);

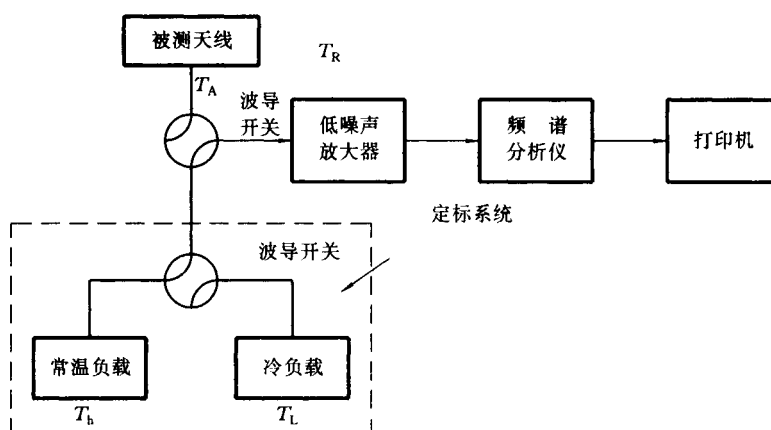


图4 测量天线噪声温度的设备配置

- c) 将低噪声放大器与常温负载相连；
- d) 频谱分析仪面板控制器如下设置；
频率跨度(SPAN) 按规定工作频段预置；
衰减器 0dB；
dB/diV 1 dB；
中心频率 按规定预置如：3.95 GHz；
分辨带宽 1 MHz。
- e) 接通低噪声放大器电源，扫描出规定频段内的噪声功率曲线，并存储，得 P_h ；
- f) 将低噪声放大器与天线相连在规定的天线仰角上重复步骤 e，得 P_A ；
- j) 打印并记录测试结果及测试环境温度，曲线上查对应频率点的 Y 因子；
- h) 用公式(6)、公式(7)计算相应频率点天线噪声温度。

4.6.3 天线分系统的噪声温度 T_A (含网络) 与天线噪声温度 T_s 的关系

测量 T_A 的参考点在 antenna 网络的输出法兰盘处，而考察天线噪声温度 T_s 的参考点在初级辐射器的输出端口，假定馈源网络的损耗为 L (dB)，则 T_A 与 T_s 之间的关系见公式(8)：

$$T_A = T_s 10^{-0.1L} + (1 - 10^{-0.1L}) T_0 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中： T_0 ——测试环境温度，K。

4.7 天线电压驻波比或回波损耗

4.7.1 测量原理

假定天线的输入阻抗为 Z ，当它与某一标称阻抗为 Z_0 的传输系统连接时，由于阻抗失配而在后一传输系统中产生电压反射系数为 ρ 的反射波，这一阻抗失配的程度通常用电压驻波比 VSWR 或回波损耗 L 表示，也可以用反射系数表示。

上述各参数之间的关系见公式(9)~公式(11)。

$$\rho = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{VSWR} = \frac{1 + \rho}{1 - \rho} \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$L = 20 \lg \left| \frac{1}{\rho} \right| \quad \dots\dots\dots (11)$$

4.7.2 测量方法

天线的电压驻波比或回波损耗用点频法或扫频法测量。

4.7.2.1 点频法测量

点频法测量的设备配置见图5。测量精度主要取决于测量线本身的精度，良好的系统配置，通常电

压驻波比的测量精度约在 0.01 以内。

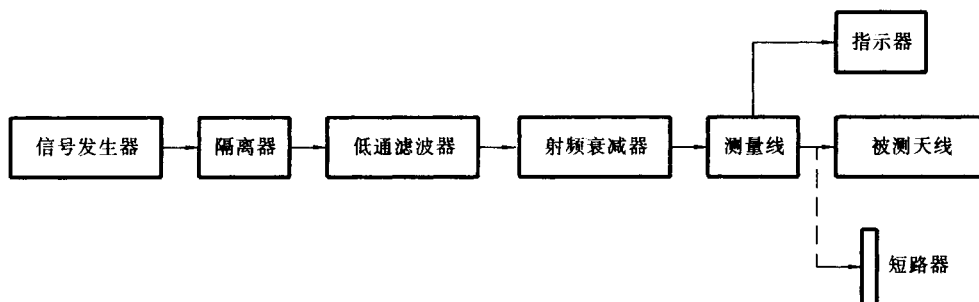


图 5 测量电压驻波比的设备配置

测量时，首先在测量线输出端口接短路器，在测量频率点上，标定 $\rho=1$ 指示刻度；然后去掉短路器接被测天线，按照标定刻度可直接读出被测天线的 VSWR。

4.7.2.2 扫频法

扫频法的设备配置见图 6。定向耦合器方向性对测量精度影响较大，通常要求有 40 dB 以上的方向性。

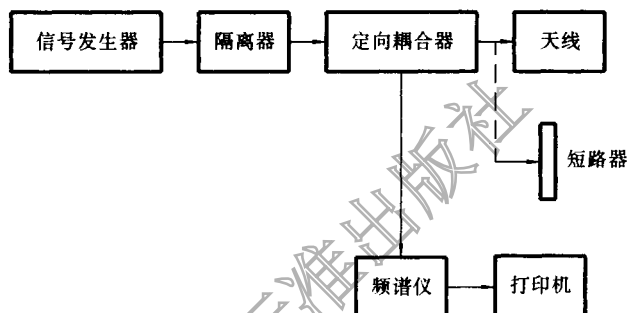


图 6 扫频法的设备配置

频谱分析仪在这里是作为扫频接收机用。测量时：首先在测量网络（如定向耦合器）的输出端口接短路器，在工作频段范围内作 $\rho=1, L=0$ dB 的校准曲线并储存；然后接被测天线，对工作频段内的回波损耗进行扫频并打印测量结果。

4.7.3 结果表示法

测量结果应以曲线或带标度示波器上的照片或打印机绘制的曲线图表示。

当结果不用图形表示时，应按下列表示：

在工作频段范围内，回波损耗大于 $\times\times$ dB。还应给出各种情况下测量结果的最大误差。

4.8 天线方向图

4.8.1 测量原理

被测天线与源天线轴向对准，受源天线均匀入射场照射，在指定的频率和极化状态下测量。转台在所需的平面、所需的角度范围内转动，同时记录接收信号。按选定的采样间隔采集数据，实时或事后显示方向图数据。

4.8.2 测量天线方向图设备配置

测量天线方向图设备配置如图 7 所示。

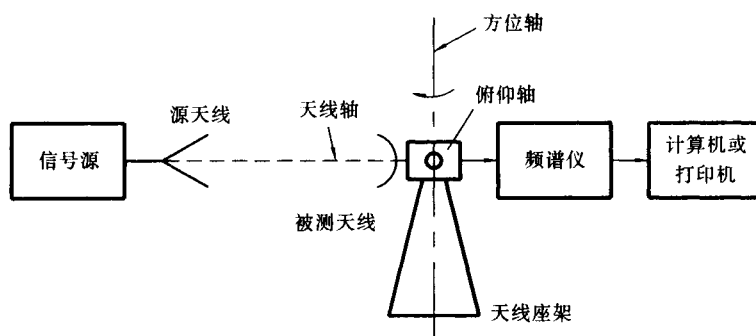


图 7 测量天线方向图设备配置

4.8.3 测量步骤

- 按照要求架设源天线和被测天线；
- 将被测天线对准源天线，并标定方位(或俯仰)刻度，零度位；
- 被测天线绕天线的方位(或俯仰)轴连续或步进地旋转其指向角度，同时记下表示为角度函数的接收功率电平。

4.8.4 结果表示

无论是同极化方向图还是交叉极化方向图，都应按同极化方向图的峰值归一化。完整的方向图数据还须注明下列各项：

- 测量频率；
- 天线极化；
- 测量的平面。

当结果不用图形表示时，应按下列给出典型数据：

如半功率波瓣宽度： \times° ；

第一旁瓣电平： $\times\times\text{dB}$ ；

广角旁瓣包络：符合(或不符合)技术条件规定。

4.9 天线极化

4.9.1 线极化天线的交叉极化鉴别率测量

被测天线安装在测试场上，用位于远区的线极化源天线照射，两天线应为标称同极化，并精确置于最大增益位置记录接收功率 $P_{\max}(\text{mW})$ 。然后将源天线围绕它的波束轴旋转到最小功率传输的位置(极化零点)，记录接收功率 $P_{\min}(\text{mW})$ 。

交叉极化鉴别率 XPD 由公式(12)给出：

$$XPD = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \dots\dots\dots (12)$$

4.9.2 圆极化天线轴比

被测天线安装在测试场，用位于远区的标准线极化源天线照射，两天线按 4.9.1 精确地设置在最大增益的位置上，源天线围绕它的波束轴至少转动 180° ，观测接收最大功率 P_{\max} 和最小功率 P_{\min} 。轴比 r 表示见公式(13)。

$$r = \sqrt{\frac{P_{\max}}{P_{\min}}} \dots\dots\dots (13)$$