

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1003—1999

卫星通信 VSAT 地球站 电磁干扰的测量方法

Measuring Methods of Electromagnetic Interference
for the VSAT Earth Station in the Satellite communication

1999-02-23 发布

1999-07-01 实施

中华人民共和国信息产业部 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 引用标准 1

3 地球站站址电磁环境测量方法和要求 1

前 言

随着卫星通信的迅速发展,使用频段与地面微波等通信方式相同的 VSAT 地球站得到广泛应用。为了使新建的 VSAT 地球站能够承受地面微波和其他电磁干扰的影响,在建站之前进行站址选择性电磁干扰测量是非常必要的。

本标准制定了 VSAT 地球站站址选择性电磁干扰环境的测量方法和要求,可供 VSAT 站址的选择测量使用。

本标准由邮电部电信科学研究规划院提出并归口。

本标准由邮电部电信传输研究所起草。

本标准主要起草人:郭良

中华人民共和国通信行业标准

卫星通信 VSAT 地球站电磁干扰的测量方法

Measuring methods of electromagnetic interference
for the VSAT earth station in the satellite communication

YD/T 1003-1999

1 范围

本标准规定了卫星通信 VSAT(甚小口径终端)地球站站址选择时有关电磁干扰环境的测量方法。
本标准适用于卫星固定业务,适用于卫星通信系统的 VSAT 地球站设计、建设和施工。

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。

GB13615-92 地球站电磁环境保护要求。

3 地球站站址电磁环境测量方法和要求

3.1 测量目的

通过电磁环境测试,获得将要建设的地球站周围可能存在的同频干扰频率、干扰强度、方向等数据。其基本要求是测量所有干扰源的相对长时间的最大干扰电平,分析干扰源性质,判定所测试站址与各干扰源的无线电辐射的兼容性,确定预选站址是否可行。

测试包括以下两大部分:

- (1) 测试在地球站接收系统总工作带宽内的电磁干扰信号;
- (2) 测量地球站周围地理环境的天际线角。

3.2 测量准备

(1) 所建地球站的工作参数。其中包括将要使用和可能使用的卫星的经度;地球站用于国际通信还是国内通信;地球站天线尺寸;天线的接收增益;系统的 G/T 值;系统的 E_b/N_0 或 BER 为 $10E-6(1 \times 10^{-6})$ 时的 C/N 值;前向纠错率(FEC);信息速率;收、发系统的全工作频段;地球站发射的 $EIRP_E$ 工作频率,带宽;接收工作频率,带宽(中频带宽);卫星发向本站信号的 $EIRP_s$ 值等。

(2) 一份包括地球站站址在内的 1:50000 的地图,计算出新建地球站所处的经、纬度(精确到秒),查出当地的海拔高度。

(3) 按照可能使用卫星经度和地球站的经、纬度,计算出地球站指向各个可能使用的卫星的方位和俯仰角。

(4) 建立干扰测试系统,并进行全面校正。校正内容包括:系统增益,幅频特性,以及镜象抑制制度等。测试仪表应在校准的有效期内使用。

(5) 计算测试系统的灵敏度是否可行以及频谱仪输入端口测量的允许干扰电平。

(6) 全面检查经纬仪的机械传输系统和光学系统。

3.3 干扰源调查

向无线电管理机构和有关部门了解预选站址附近的同频微波、雷达站(包括不同频)以及其它无线电台,标定其位置,供测试中参考。

3.4 电磁干扰测试系统设备配置

参考测试系统方框图如图 1 所示。测试系统由天线、低噪声放大器(LNA)或低噪声放大加变频器(LNB)、馈送电缆、频谱仪、打印机、隔直三通和直流电源组成。

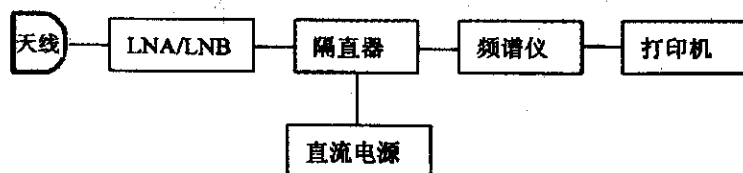


图 1 测试系统方框图

(1) 天线,在 C 或 Ku 频段一般采用便携式喇叭或小型抛物面圆形天线,天线尺寸应根据被测系统对测量系统灵敏度的要求进行选择,天线的极化方式一般取线极化。

(2) 低噪声放大器(LNA)或低噪声放大器加变频器(LNB),其噪声温度尽可能低,增益应尽可能高;天线增益、低噪声放大器的噪声、增益以及馈线损耗决定了测量系统的灵敏度,LNB 应具有镜频抑制能力。

(3) 选用低损耗软质电缆。

(4) 隔直三通,保证电源端和 LNA 或 LNB 的射频输出端口之间直通;电源和频谱仪输入端口之间有隔直,隔直三通应具有良好的幅频特性和较低的微波通过衰减(单独供电系统除外)。

(5) 频谱仪,采用宽频带频谱分析仪。频谱分析仪本身的灵敏度不能满足测量要求时,应加前置放大器改善。要求频谱仪的频率范围应能满足测量要求。频谱仪应能较灵活调整中频分辨率带宽、视频带宽和频距(SPAN)。具有较大的测量动态范围。能够与打印机或 X-Y 记录仪连用。

(6) 打印机,使用普通纸的便携式打印机。

(7) 直流电源,其电压应满足 LNA 或 LNB 的要求。

3.5 测试灵敏度

测试系统对微弱信号的检测能力称为测试系统的灵敏度。测试系统的灵敏度电平值应低于频谱仪测量的允许干扰电平。测量系统的灵敏度主要取决于测量用天线增益、LNA 或 LNB 的噪声温度和增益,以及频谱仪本身的灵敏度。

测试系统的灵敏度用 G/T 值表示。其中, G 为天线增益和馈线损耗之和, T 为系统的噪声温度,折算到 LNA 或 LNB 输入端的系统噪声温度为:

$$T = T_A + T_R$$

式中, T_A 为仰角为 0 度时的天线噪声温度,一般取 $T_A = 200\text{K}$; T_R 为 LNA 或 LNB 的标称噪声温度。

LNA 或 LNB 输入端的等效噪声功率 P_N 为:

$$P_N = -228.6 + 101gT + 101gB + 30(\text{dBm})(B \text{ 带宽内的})$$

式中, B 为测量系统中频带宽, Hz; T 为系统噪声温度(K)。

折算到频谱仪输入端的噪声功率 P'_N :

$$P'_N = P_N + \text{LNA(或 LNB)的增益} - L(\text{馈线损耗, dBm})(B \text{ 带宽内的})$$

一般希望测试系统的 P'_N 低于频谱仪测量的允许干扰电平为 10dB。

当测量的干扰信号电平与 P'_N 之差 $< 10\text{dB}$ 时,测试仍可以进行,所引入的测量误差可以利用表 1 修正。

3.6 允许干扰电平

根据使用频段、调制方式等系统参数计算接收系统的允许干扰电平,确定地球站允许的载波干扰比(C/I)。

表 1 小信号测量误差修正值

频谱仪量值与背景噪声电平之差 (dB)	实际干扰信号电平比频谱仪测量值低的值 (dB)
3	3.02
3.5	2.57
4	2.2
4.5	1.9
5.0	1.65
5.5	1.44
6.0	1.26
6.5	1.10
7.0	0.97
7.5	0.85
8.0	0.75
8.5	0.66
9.0	0.58
9.5	0.52
10.0	0.46

按照地球站所使用系统的设计和地球站设备,以及 $BER = 1 \times 10^{-6}$ 时的门限 E_b/N_0 或 C/N 值,考虑到线路储备和设备恶化量,确定实际所需的 C/N_t 值。

在 C 和 K_u 频段上,已知 C/N_t 值,在 8bit PCM PSK 调制方式时,允许的总载波干扰比(C/I)为:

$$C/I = C/N_t + 10\text{dB}$$

$$I = C - C/N_t - 10\text{dB}$$

式中, C 为下行线接收机(LNA)输入端信号电平(dBm),通常 C 值已知。

注:其它调制方式可参考执行。

3.7 测试

3.7.1 测试准备

(1) 在预选站址放置天线处,将测试天线架好,天线距地面的高度原则上应等于预架设天线的馈源高度。在不知道天线高度的情况下,测量天线的架设高度一般不应小于 1.5m。测量天线的极化方向应调整到水平或垂直极化方向位置。

(2) 将频谱仪等仪器使用的交流电源地线接好,零线和地线之间的电压不应超过 10V。

(3) 按图 1 连接好设备,接通电源后,不可随意断开电缆接头。如需断开应先切断直流电源供应。

(4) 频谱仪工作状态的调整

① 分辨率带宽(RBW)调整

频谱仪的分辨率带宽(RBW)应调整到与地球站接收的载波占用带宽相同。为了提高测试系统的能力,有时可以取低于载波占用带宽的分辨率带宽,但在测试结果分析时应折算到与信号相同的带宽进行分析比较。

② 视频带宽(VBW)调整

频谱仪的视频带宽(VBW)应选用比 RBW 窄,并且应与 RBW 配合调整,保证频谱仪不出现测量不准确

的告警,扫描速率不应过慢。

③ 中心频率调整

频谱仪的中心频率应调整到与整个卫星系统的工作频带的中心一致,例如 C 频段为 $(3700 + 4200\text{MHz})/2 = 3950\text{MHz}$ 。

④ 频距 (SPAN) 调整

频谱仪的频距 (SPAN) 应调整到与卫星系统的整个工作带宽一样 (也可以改变为其它 SPAN 带宽使用,但必须保证测试总带宽), 但不应仅调整到与子系统使用带宽一样,如 C 频段为 $3700 \sim 4200\text{MHz}$ 。

⑤ 参考电平调整

频谱仪的参考电平应调整到适中位置,并在小信号测量时去掉附加衰减。

⑥ 电平对数刻度

频谱仪的电平对数刻度建议调整到 10dB/格 ,细看时调整到 5dB/格 、 2dB/格 等。

⑦ 扫描速度调整

频谱仪的扫描速度一般应放在自动档。当放在人工档时扫描速率不宜过慢。

3.7.2 测试步骤

(1) 调整已经架设好的测量天线仰角,一般取 0° 。测量从 0° 开始,然后从方位角磁北 0° 开始顺时针水平旋转天线,每隔一定方位角度停止转动一次,观察频谱仪的扫描线从左到右扫描一次后,按下打印键,记录一次干扰曲线图。方位间隔角度应等于测量天线的半功率张角。在记录纸带上应同时记录下极化方向、方位角、仰角、测量时间等。

继续调整天线的方位角直到天线沿水平面旋转一周 (360°),重复上述测量。

(2) 改变天线的极化方向,重复上述测试直至天线沿水平面旋转一周 (360°)。

(3) 完成垂直和水平极化测试,判定出最大干扰源方向,并在最大干扰源方向上进行重复测试。测试包括改变仰角和方位;改变频谱仪的工作状态,如分辨率带宽、视频带宽、中心频率、频距;记录下每个干扰信号的频谱和强度。

(4) 必要时可以改变仰角重复上述测试。

3.7.3 测试持续时间和频次

在完成上述测试步骤后,如认为站址基本可行,则应进一步做较长时间的观察测试,判断干扰的重复性。

一般,一个站址的电磁环境测试时间取一天 (24 小时),原则上应在以下的 4 个时间段各测量一次。时间划分为: $9:00-12:00$; $14:00-18:00$; $20:00-24:00$; $0:00-6:00$ 。每次测量均做记录。

3.7.4 判断干扰源

测试过程中如发现干扰,应尽可能准确地判断干扰源方向、干扰源地点、提出抑制或清除干扰的方法,必要时应停止测量,调查干扰性质以及干扰源长期存在的可能变化,以便寻找新的站址进行新的测量。

3.7.5 计算

在测量之前应将接收机输入端的允许干扰电平换算到测量系统频谱仪输入端,即频谱仪读数。

已知地球站接收系统输入端 (LNA 输入端) 的允许干扰电平为 $I(\text{dBm})$,按以下天线旁瓣特性换算 I 到不同夹角值时天线口径处的允许干扰电平 I_φ :

$$I_\varphi = I - G(\varphi) \quad (\text{dBm})/\text{信号带宽}$$

其中, $G(\varphi) = 32 - 25\lg\varphi(\text{dBi}) \quad 1^\circ \leq \varphi \leq 48^\circ$; $G(\varphi) = -10(\text{dBi}) \quad \varphi > 48^\circ$ 。

式中, $I(\text{dBm})$ 为地球站 LNA 输入端的允许干扰电平, $\varphi(\text{度})$ 为干扰源方向与卫星方向之间的夹角。

频谱仪输入端的允许干扰信号电平 $P_1(\text{dBm})$:

$$P_1 = I_\varphi + G_a + G_L - L + 10\lg(\text{测量带宽}/\text{信号带宽})$$

式中: G_a 为干扰测量用天线增益; G_L 为干扰测量用放大器的增益; L 为干扰测量用连接频谱仪和 LNA 的射频电缆的损耗。

3.7.6 φ 角的计算

可按式计算干扰源与卫星方向之间的夹角 φ , 对照允许干扰电平表格, 估计测量结果中干扰信号超过允许值的量。

当测试仰角为 0 度时, 按下式计算:

$$\varphi = \cos^{-1}[\cos \varphi_1 \times \cos(\lambda - \lambda_0)]$$

式中, φ 为地球站到卫星的工作仰角; λ 为干扰信号的方位角; λ_0 为卫星方向的方位角; φ_1 为干扰信号与卫星方向之间的夹角。

当测试仰角不为 0 度时, 按下式计算:

$$\varphi = \cos^{-1}[\cos \varphi_1 \times \cos \varphi \times \cos(\lambda - \lambda_0) + \sin \varphi_1 \times \sin \varphi]$$

式中, λ 、 λ_0 、 φ 、 φ_1 与前式相同, φ_1 为测试仰角。

3.8 天际线测量

3.8.1 使用仪表

经纬仪、指南针、铁尺。

3.8.2 测试准备

(1) 首先用指南针粗测周围障碍物的仰角和方位角, 看是否已构成对卫星的阻挡。如有阻挡应考虑重新选定新的位置。

(2) 准备一张包含预选站址的 1:50000 地形图或更大比例尺的含有预选站址及其周围建筑物的城市图。

(3) 利用参照物用铁尺准确测量出所选天线的地基中心位置, 并做好标记。

(4) 将经纬仪架在地基中心位置的上方, 让中垂线正好经过地基中心位置。

(5) 调整经纬仪的水平位置, 让中垂线通过地基中心, 而经纬仪正好处于水平位置。

(6) 调整经纬仪的刻度盘, 让方位“0°”正好对准磁北 0°。

3.8.3 测量

(1) 利用经纬仪的光学瞄准系统, 瞄准某障碍物与天空的交界点, 读出并记录其方位角和俯仰角, 推算障碍物的距离, 这样顺时针旋转经纬仪从 0° 到 360°, 依次测量。

(2) 测量地基的方位角并在周围的建筑物上做标记, 供施工使用。

(3) 分析测量结果, 利用磁偏角计算并列出真北和磁北两组数据, 看是否满足规定的要求。在天线近区场区, 天线的主轴方向与障碍物等的夹角应大于图 2 中规定值。

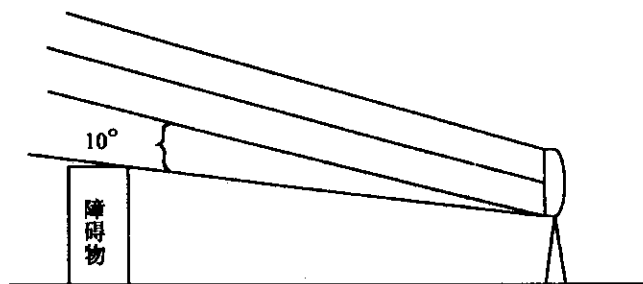


图 2 近区场障碍物高度限制