

8712ET 射频网络分析仪在 有线电视系统测量中的应用

□ 肖宇玲(南昌大学,江西 南昌 330047)

摘要:简要介绍 8712ET 射频网络分析仪的工作原理和操作方法,重点介绍 8712ET 测量有线电视系统各种设备器材的一些指标的方法,并提出在进行指标测量时应该注意的一些事项和测量技巧。

关键词:8712ET;射频网络分析仪;带内平坦度;插入损失;分配损失;隔离度;反射损耗

中图分类号:TN949.6 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7022(2004)22-0063-04

The Application of 8712ET in the Measurement of the Cable Television System

□XIAO Yu-ling

(Nanchang University, Jiangxi Nanchang 330047, China)

Abstract:This text is on the basis of the thing that have introduced the operation principle of 8712ET and working technique briefly, have recommended especially that 8712ET measures some index methods of different equipment apparatus of cable television system, have also put forward some items that should notice while carrying on index measurement and measured the skill.

Key words:8712ET; radio frequency network analysis instrument; smooth degree in leading; insert losses; distribute losses; isolate degree; reflect losing

有线电视系统中大量使用光端机、放大器、分支器、分配器、电缆等设备和器材,这些设备和器材都是系统的重要组成部分,只有这些设备的各项指标均满足系统设计要求,才能保证整个系统的质量。这些设备和器材的各项指标中,如带内平坦度、插入损失、分

配损失、增益、反射损耗等,均需要使用射频网络分析仪进行测量。下面以美国 Agilent 公司生产的射频网络分析仪 8712ET 为例,介绍射频网络分析仪的原理和使用。

1 8712ET 简介

参考文献:

- [1] Douglas E Comer. Internetworking With TCP/IP VoI I [M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- [2] WindRiver. VxWorks Network Programmer's Guide [DB/OL]. 美国: www. vxworks. com, 1999.

- [3] 孔祥营,柏桂枝. 嵌入式实时操作系统 VxWorks 及其开发环境 Tornado [M]. 北京:中国电力出版社,2002.
- [4] 熊振云,阮俊波,金惠华. 嵌入式软件中状态机的抽象与实现 [J]. 计算机应用,2003,23(10):84—86.

[收稿日期:2004-06-28]

作者简介:肖宇玲(1976-),女,讲师,从事物理教学和研究工作。

8712E 是 Agilent 公司生产的系列经济型射频网络分析仪,其中 ET 型是传输/反射分析仪。

1.1 8712ET 基本原理

8712ET 是在一台射频网络分析仪的基础上增加了若干硬件、软件构成。图 1 是射频网络分析仪的原理方框图,它由扫频信号发生器(通常内置)、用于分离前向和后向测试信号的测试部分、一个多波段相位相干高灵敏度的接收器、信号处理和显示等部分组成。

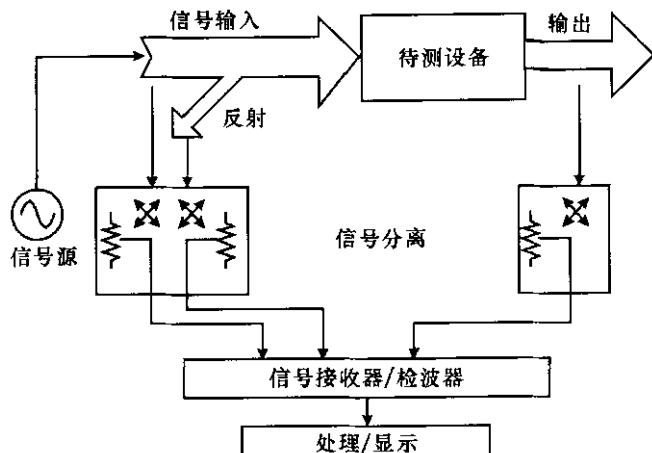


图 1 原理方框图

在进行测量时,仪器发出扫频信号,信号通过输出口送到待测设备,信号通过设备后送回网络分析仪。由于待测设备接口的输入阻抗与网络分析仪输出阻抗不可能理想匹配,必然会反射一部分信号。网络分析仪对输出和输入信号进行比较可得出待测设备的传输指标,如增益、插入损失、分配损失等;对输出和反射信号进行比较可得出待测设备的反射指标,如反射损耗等。

1.2 8712ET 主要参数和特点

8712ET 的频率范围是 300 kHz~1.3 GHz,频率分辨率是 1 Hz,频率精度 $<5 \times 10^{-6}$;不配置衰减器输出功率范围为 0~+16 dBm,配置衰减器后可达 -60~-+15 dBm;系统阻抗有 50 Ω 和 75 Ω 两种,在 CATV 系统中使用阻抗为 75 Ω 的;既可进行窄带检测,又可进行宽带检测,100 dB 的动态范围,扫描速度快(50 ms 完成一次扫描);具有各种接口,通过标准 LAN(局域网)接口数据能直接通过网络共享,用 PC 应用软件分析、处理或发送到联网打印机上。

1.3 8712ET 仪器面板

8712ET 的面板左边是显示屏,其用于显示测量图形和数值。屏幕右边有 8 个软键,分别对应屏幕右边排列的菜单。右上是软盘驱动器,它下面左下框的数字键、旋钮、上下键等用于数字输入和修改。软盘驱动器右下框的 4 个按键是系统键,用于存储、调用系统

配置或测量数据等操作。再下面的 3 个框分别是测量曲线选择部分(对曲线 1 和 2 进行选择)、信号源设置部分(包括频率特性、扫频特性、输出功率和菜单,用于对选择信号源各种参数进行设置)、配置部分(包括刻度键、显示键、校正键、光标键、格式键和平均键,用于选择各种配置进行设置)。右下是两个 N 型接头,左边的是输出接口,右边的是输入接口。

2 8712ET 的基本操作

2.1 测量前的工作

(1) 仪器的各种软、硬件是在购买时确定的,需要根据有线电视系统测量的特点正确配置。如系统阻抗必须是 75 Ω,输出功率范围、动态范围等都要满足系统要求。

(2) 设备加电前注意电源输入选择是否正确,特别是第一次开机时。和许多进口仪器相同,8712ET 的电源输入可以是交流 110 V 或 220 V,使用前必须确保输入选择拨到 220 V 位置,否则会烧毁仪器电源模块。

(3) 仪器校正

8712ET 在第一次使用、经过一段时间使用或更换了测试线缆后,需要进行校正,其步骤为:开机预热 30 min,按下面板上校正键(CAL),按软键选择屏幕上选项进入自动校正,按照屏幕上的提示,依次将开路接头、短路接头接到输出口,再按提示将输出口和输入口直通,依次操作并确认后校正就完成了。注意在校准时最好使用测量时使用的电缆,否则在后面测量的结果中将包括与原用电缆不同的测试电缆的相关因素,造成测试结果的误差。

2.2 传输和反射指标的测量

测量过程为:

(1) 按曲线选择键(MEAS1 或 MEAS2)选择一条测量曲线,按软键选择测量项目为传输(Transmission)或反射(Reflection)。

(2) 根据需要设置好 8712ET 输出信号的频率(包括起始频率和终止频率)、输出功率、扫频时间等参数。

(3) 接入待测设备,调整屏幕显示的坐标、刻度、光标位置等,将测量曲线调整到合适位置,移动光标或通过固定光标读出各频点电平值,获得各种指标。

3 各种指标的测量方法

3.1 8712ET 在有线电视系统中主要测量的指标

使用 8712ET 可以测量有线电视系统中各种设备器材的很多指标。例如在有线电视光端机的指标测量中可测:带内平坦度、光发射机射频输入反射损耗、光接收机射频输出反射损耗等;在分配器的指标测量中

可测:带内平坦度、分配损耗、相互隔离度、反射损耗等;在分支器的指标测量中可测:带内平坦度、分支损失、插入损失、反向隔离度、分支隔离度、反射损耗等;在放大器的指标测量中可测:带内平坦度、正反向增益、反射损耗等;在电缆的指标测量中可测:衰减特性、特性阻抗等;还有混和器、滤波器、调制器等设备器材的指标这里就不一一列举了。

从上面列举可看出,8712ET 主要测量的还是带内平坦度、衰减/增益、反射损耗 3 类指标。

3.2 带内平坦度的测量

带内平坦度表示在工作频带内各频率点电平相对基准频率点电平的变化量,变化量越小指标越好。国标对不同设备器材的带内平坦度要求不一样,如 I 类干线放大器的指标要求是 ± 0.3 dB,则表明一平坦信号通过此类放大器后,在工作频带内各频点的电平最大值和最小值之差必须小于 0.6 dB,否则就不合格。

带内平坦度用 8712ET 的传输项进行测量,只需将待测系统串接在 8712ET 的输出和输入口之间,从显示屏上读出其工作频带内电平最大值和最小值,将这两个值相减并除以 2 即是它的带内平坦度指标。

3.3 各类衰减和增益的测量

这些指标的测量主要是比较信号通过设备器材后的电平变化量。用 8712ET 的传输项进行测量,读出在指定频带内的电平最小值即可。各种指标表示了不同的含义,测量时接法也不相同,分别介绍如下:

(1) 分配损失:是指传输信号在分配器的输入端和输出端的信号电平差。测量时将 8712ET 输出接到分配器的输入端,将 8712ET 输入接到分配器的输出端。国标根据分配器输出口数量对分配损失指标有不同要求。

(2) 相互隔离度:是指从分配器某一输出端加入的信号电平与从其他输出端测得的输出电平之差。测量时将 8712ET 输出接到分配器的一个输出端,将 8712ET 输入接到分配器的另一输出端。

(3) 插入损失:是指分支器主路输入端电平与主路输出端电平之差。测量时将 8712ET 输出接到分支器的输入端,将 8712ET 输入接到分支器的分支输出端。

(4) 分支损失:是指分支器主路输入端电平与分支输出端电平之差。测量时将 8712ET 输出接到分支器的输入端,将 8712ET 输入接到分支器的分支输出端。分支损耗与插入损失成反比,并与分支口数量有关。

(5) 分支隔离度:是指从分支器某一分支输出口加入的信号电平与从其他分支输出口测得的输出电平之差。测量时将 8712ET 输出接到分支器的一个分支输出口,

将 8712ET 输入接到分支器的另一个分支输出口。

(6) 反向隔离度:是指从分支器主路输出端加入的信号电平与从分支输出口测得的输出电平之差。测量时将 8712ET 输出接到分支器的主路输出端,将 8712ET 输入接到分支器的分支输出口。

(7) 增益:是指放大器对信号的放大倍数,即输入电平与输出电平之差。对于双向放大器还有正向增益和反向增益的区别,测量正向增益时将 8712ET 输出接到放大器的输入端,将 8712ET 输入接到放大器的输出口;测量反向增益时,接法相反。

(8) 电缆的衰减特性:是指电缆由于电阻、漏电等因素对信号的衰减,一般用 dB/km 表示。测量时将待测电缆串在 8712ET 输入、输出端之间,用测量值除以待测电缆长度即可。

以上指标中,除增益外大多指标在不同频段要求不同,需要分频段读取。另外,除隔离度在测量时读取最大值外,其他指标在测量时读取最小值。

3.4 反射损耗的测量

有线电视系统中要求设备器材的输入、输出阻抗和同轴电缆特性阻抗都是 75 Ω,理想情况下,各部分阻抗完全匹配,则系统的反射损耗无穷大。而实际中不可能完全阻抗匹配,反射损耗就可以反映设备器材的阻抗是否标准。

在实际测量反射损耗时,用 8712ET 的反射项进行测量,只需将设备待测接口或电缆接在 8712ET 的输出口,读取工作频段的电平最大值即可。

4 测量中的一些注意事项和技巧

4.1 一些注意事项

在使用 8712ET 进行测量时,除按上面的步骤和方法进行测量外,还要特别注意以下一些事项,否则不但可能影响测量结果的准确性,还可能损坏仪器。

(1) 待测设备接口不能带电。例如大多数放大器的接口可馈电,电压一般是交流 60 V,如此接口接到 8712ET 上会损坏仪器。测量前,必须确保此接口的馈电输出保险已拔出,并用万用表测量确定无馈电输出。

(2) 8712ET 和待测设备必须统一接地。保证 8712ET 和待测设备的地电位相同是很重要的,既保证测试人员在测量时不受电击,也避免对设备造成损坏,同时确保测量结果准确。

(3) 测试电缆的接口必须与待测接口类型匹配,并尽量减少中间环节。由于大多数有线电视设备和器材使用 F 接头,且分为公、英制,测量前应准备好 N 转公

制 F 的电缆和 N 转英制 F 的电缆,将 8712ET 和待测设备直接连接,避免用转换头和转接线,或公英制混接,否则增加中间环节或接头不匹配都将影响测量结果,混接还易磨损接头。

(4) 测试中更换了测试电缆要重新对 8712ET 进行校正,否则会由于测试电缆之间的指标差异造成测量结果的误差。

(5) 要根据待测设备情况正确设置输出电平和扫频时间。各种设备器材,特别是一些有源设备对输入电平有要求,如果输入信号电平偏高或偏低,都可能造成设备工作不正常,影响测量结果。由于 8712ET 发出的是扫频信号,不同于有线电视信号(许多频道同时存在信号),信号的有效电平要进行换算。同时需要注意 8712ET 在屏幕上显示的电平单位是 dBmW,而不是 dBmV,将它换算为日常使用的 $\text{dB}\mu\text{V}$ 要加 108.75,即 $0 \text{ dBmW} = 108.75 \text{ dB}\mu\text{V}$ 。

另外还要注意扫频时间的选择。对于许多设备扫频时间多少没有关系,但对于光端机,只有扫频时间大于 5 s,设备才能正常工作。

(6) 测量传输时要注意一些设备中衰减和均衡的设置。如大多数放大器中都有衰减和均衡的调节旋钮或插片,测量时要把这两项调到 0。

(7) 测量时设备器材的一些相关空接口要连接标准 75Ω 负载,否则会影响测量结果。

(8) 测量中使用到的接头、负载等非待测设备和器材必须合格,而且在校正时尽量将它们计入,否则也会影响测量结果的准确性。

4.2 测量技巧

8712ET 的使用很方便,一些功能可提高测量效率,下面是使用中的一些小技巧:

(1) 充分利用自动调整刻度功能。测量过程中经常会出现由于刻度坐标设置不合适,使得曲线的全部或部分在屏幕上未显示,或显示比例不对。如果手动去调整坐标和刻度会比较繁琐,可按刻度键(SCALE),再用软键选择自动调整(autoscale),则仪器会自动选择合适的配置将全部曲线调整到屏幕上显示,并保证曲线尽可能充满屏幕,便于观测。

(2) 利用仪器自动查找最大值和最小值。各种指标测量中经常要读取最大值和最小值,通过手动移动光标虽然也可找到,但未必准确,特别是近似点较多时。此时可利用仪器的自动查找功能,按光标键(MARKER)后用软键选择光标查找(Marker

Search),再选择“Mkr → Max”或“Mkr → Min”来查找最大值或最小值,仪器会将自动查找的结果及所在频点显示出来。

(3) 利用多个光标同时读出多个读数。在测量一些指标时要分多个频段进行,如测量分配损耗时,分成 5~65 MHz, 65~550 MHz, 550~750 MHz, 750~1 000 MHz 4 段测量,如果手动移动光标查找每段最小值会很慢。这些指标在各频段经常是随着频率增加单调变大或变小,这时可利用多个光标同时读数。以测分配损耗为例,按光标键后用软键选择各个光标,将 marker 1~5 的频率分别设为 5、65、550、750、1 000 MHz,这些光标的值会显示在屏幕右侧,从曲线上看,如果这些频点是该频段最小值,就以这个值作为该频段的指标,如果不是再用 marker 6 手动查找该频段最小值。

(4) 利用两条曲线同时测量传输和反射指标。8712ET 有两条测量曲线,即 MEAS1 和 MEAS2,可以利用它们同时测量两项指标。先按曲线 1 键,用软键选择测量项目为传输,再按曲线 2 键,用软键选择测量项目为反射,这时屏幕上会同时显示两条曲线,可分别测量传输和反射指标。如果测某端口的两个指标可以一次完成,无需切换。通过设置既可将两条曲线放在同一坐标中,也可放在上下两个坐标中。

(5) 测量时一些经常用到的设置可以保存下来,在使用时直接调用,不用每次重新设置。例如分配损耗测量的设置就可以保存下来,先按系统部分的保存/调用键(SAVE RECALL),再用软键选择保存或调用设置。

射频网络分析仪是测量有线电视系统各种设备和器材的关键仪器,配合频谱分析仪(如 Agilent 8591C、泰克 2715 等)可以完成各种主要指标的测量,被大量应用在设备器材选型、系统安装、调试、验收中,有线电视技术人员应熟悉和掌握它们的使用方法。

参考文献:

- [1] 李鉴增,焦方性. 有线电视综合信息网技术 [M]. 北京:人民邮电出版社,1999.
- [2] [美] Mac Freeman. 8712/14 RF Network Analyzers User's Guide[M]. Agilent Technologies, Inc. 2000.

[收稿日期:2004-06-30]

微波射频测试仪器使用操作培训

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，推出多套微波射频以及天线设计培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表：<http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>

微波射频测量仪器操作培训课程合集



搞硬件、做射频，不会仪器操作怎么行！对于射频工程师和硬件工程师来说，日常电路设计调试工作中，经常需要使用各种测试仪器量测各种电信号来发现问题、解决问题。因此，熟悉各种测量仪器原理，正确地使用这些测试仪器，是微波射频工程师和硬件工程师必须具备和掌握的工作技能，该套射频仪器操作培训课程合集就可以帮助您快速熟悉掌握矢量网络分析仪、频谱仪、示波器等各种仪器的原理和使用操作…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/67.html>

矢量网络分析仪使用操作培训课程套装

矢量网络分析仪是最常用的测试仪器是射频工程师和天线设计工程师最常用的测试仪器；该套培训课程套装是国内最专业、实用和全面的矢量网络分析仪培训教程套装，包括安捷伦科技和罗德施瓦茨公司矢量网络分析仪的 5 套视频培训课程和一本矢网应用指南教材，能够帮助微波、射频工程师快速地熟悉掌握矢量网络分析仪使用操作…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/34.html>



示波器使用操作培训课程套装

示波器是硬件和射频工程师几乎在每天的工作中都会用到仪器，因此掌握示波器的原理并能够正确使用示波器是所有从事电子硬件电路设计和调试的工程师必须具备的最基本的技能。本站推出的示波器视频培训课程套装既有示波器的基本原理以及示波器性能参数对测量结果影响的讲解，也有安捷伦和泰克多种常用示波器的实际操作讲解，能够帮助您更加深入地理解手边常用的示波器从而更加正确地使用示波器…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/rftest/osc/49.html>