

ICS 29.100.10
L 19



中华人民共和国国家标准

GB/T 19404—2003/IEC 61830:1997

微波铁氧体器件主要性能测量方法

Microwave ferrite components—Measuring methods for major properties

(IEC 61830:1997, IDT)

2003-11-24 发布

2004-08-01 实施

中华人民共和国
国家质量监督检验检疫总局 发布

前 言

本标准等同采用 IEC 61830:1997《微波铁氧体元件 主要性能测量方法》(英文版)。
本标准对 IEC 61830 中各图位置按相关条款作了移动,并去掉了第 1 章中的说明性注解 1。
本标准由全国磁性元件与铁氧体材料标委会提出并归口。
本标准由中国电子技术标准化研究所(CESI)总归口。
本标准起草单位:中国电子科技集团公司第九研究所、中国航天集团第二十三研究所。
本标准主要起草人:张芦、胡滨、匡论、尹景林。

引 言

IEC 61830:1997《微波铁氧体器件 主要性能测量方法》给出了经典的、传统的测量微波铁氧体器件主要性能的测量方法。

本标准不排斥通常使用的网络分析仪测量微波铁氧体器件主要性能的测量方法,实用的微波铁氧体器件主要性能的测量方法标准有:

- GJB 2650—1996 微波元器件性能测量方法;
- QJ 1996—1990 微波器件测试方法。

微波铁氧体器件主要性能测量方法

1 范围

本标准规定微波铁氧体器件主要性能的测量方法导则。这些性能参数包括:反射损耗、正向损耗、反向损耗、相位移和群延时。

注:尽管目前网络分析仪已被大多数厂商用于测量微波铁氧体器件上述各项参数,然而,要了解包括使用网络分析仪在内的通用测量方法,需要掌握基本测量方法的知识。因此,传统测量方法还是在此进行了叙述。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

IEC 60510-1-3:1980 卫星地面站用无线电设备的测量方法 第1部分:分系统和分系统组合通用的测量反射损耗 第3节:中频范围内的测量

IEC 60510-1-3 AMD1:1988

3 反射损耗

3.1 阻抗、反射损耗、反射系数和电压驻波比(VSWR)之间的关系

对于微波铁氧体器件,更注重反射损耗的测量而不是阻抗、反射系数或电压驻波比(VSWR)的测量。

阻抗 Z 相对于其标称值 Z_0 的反射系数或 VSWR 的测量:

反射损耗 L (单位 dB)与阻抗 Z 和 Z_0 的关系见式(1):

$$L = 20 \lg \left| \frac{Z + Z_0}{Z - Z_0} \right| \dots\dots\dots (1)$$

反射损耗 L (单位 dB)也可以表示见式(2):

$$L = 20 \lg \left| \frac{1}{\rho} \right| \dots\dots\dots (2)$$

式中:

ρ ——电压反射系数。

与阻抗 Z 、 Z_0 的关系见式(3):

$$\rho = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0} \dots\dots\dots (3)$$

电压驻波比(VSWR)表示见式(4):

$$VSWR = \frac{1 + |\rho|}{1 - |\rho|} \dots\dots\dots (4)$$

3.2 测量方法

反射损耗的测量方法可以用逐点法或扫频法。作为示例下面章条款中规定了后一种方法,但是,任何一种其他方法只要能能够提供所要求的准确度(典型值为 ± 1 dB),都可以采用。在此例中,所需设备列出如下,并如图1所示。

——扫频信号发生器,一台;

——微波电桥,一件;

- 校准衰减器，一件；
- 幅度检测器，一件；
- 示波器，一台。

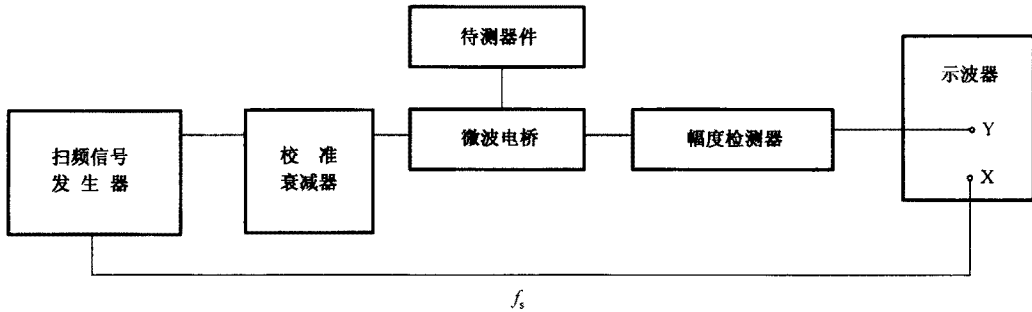


图 1 测量反射损耗的设备配置

本方法主要用于测量线性器件和无源端口的反射损耗，如隔离器的输入阻抗，也可用于测量线性、有源和无源器件的反射损耗，例如：在器件的输出端（源阻抗），但此端口应无信号，且被试器件可以认为是线性无源网络。

测试过程中使用的电缆、衰减器、连接器等的反射损耗以及测试设备输入输出端的反射损耗，都可以用同样的方法检测。

3.3 测量设备的基本要求

3.3.1 扫频信号发生器

在规定的整个频率范围内，信号发生器产生正弦射频信号，其输出电平应恒定。

扫描重复频率 f_s 应在 10 Hz~100 Hz 范围内，但接收部分，即幅度检测器和示波器的通带频率应是扫描频率的 50 倍~100 倍。

3.3.2 微波电桥

在规定的整个信号电平范围内，电桥的输出电压应与被测阻抗的反射系数成比例。

3.3.3 检测器的灵敏度

检测器可检测的最低电平至少应比 3.4.3 规定条件下电桥预期的最小输出电平低 20 dB。

3.4 测量规程

3.4.1 总则

测量过程包括三个步骤，即：校准、电桥的平衡检测和测量。

3.4.2 校准

调节扫频信号发生器的输出电平，使电桥电阻 Z 两端的电压达到预期值。应注意避免测量设备超负荷工作。

将电桥的测量臂短路，调节校准衰减器以在幅度检测器输出一个适当的直流电平。

3.4.3 电桥的剩余反射损耗的检测

将匹配负载（同轴或波导型）与电桥连接，取代未知阻抗 Z 。

调节校准衰减器直至示波器显示屏上的扫迹接近重合，以此检测剩余反射损耗，只要接收系统灵敏度充分满足要求，扫迹就能达到完全重合。

当扫迹重合或接收系统灵敏度达到极限时，应记下衰减器的预调值，这个预调值决定在规定准确度范围内能测量的最大反射损耗。当反射损耗至少低于上面所得预调值的 20 dB 时，测量准确度可以达到 ± 1 dB。例如，当预调值为 50 dB 时，可测量不大于 30 dB 的反射损耗，准确度为 ± 1 dB。

3.4.4 反射损耗的测量

将未知阻抗 Z 的待测器件一个端口连接到电桥，器件的另一端口接匹配负载 Z_0 。在规定频率（由频标仪指示）下，调节校准衰减器，直到示波器显示屏上的测量扫迹与参考扫迹重合。

衰减器的读数与在 3.4.2 中获得的读数之差等于未知阻抗 Z 的反射损耗。

若需要测量器件其他端口的反射损耗,对被测端口重复以上程序。

3.5 结果说明

测量结果最好如图 2 所示,以示波器显示的带有垂直坐标的曲线或照片表示,坐标也可以作转换,示波器的显示应标出基准线。

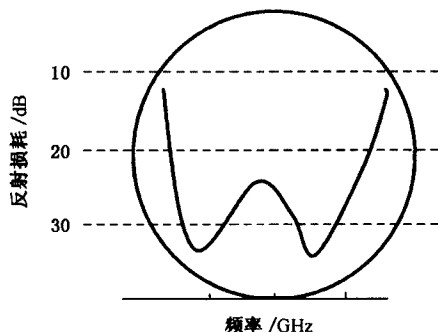


图 2 反射损耗示波器显示范例

任何情况下,剩余反射损耗曲线应与测量曲线采用相同的方式显示。

若测量结果不用图像表示,应如下例给出测量数据:

- a) 3.5 GHz~4.5 GHz,反射损耗大于 23 dB;
- b) 剩余反射损耗大于 45 dB。

3.6 规定内容

设备详细技术条件应包括以下内容:

- a) 反射损耗范围;
- b) 频率带宽范围。

4 正向损耗和反向损耗

4.1 定义和基本条件

正向损耗和反向损耗是用恒定输入电平下,输出电平和参考电平之差与频率的曲线获得,用分贝(dB)表示。

4.2 测量方法

测量可以采用逐点法,也可以使用扫频法。后者的测量设备配置示例如图 3 所示。为了降低失配误差,建议在待测器件的输入端和输出端加隔离器。

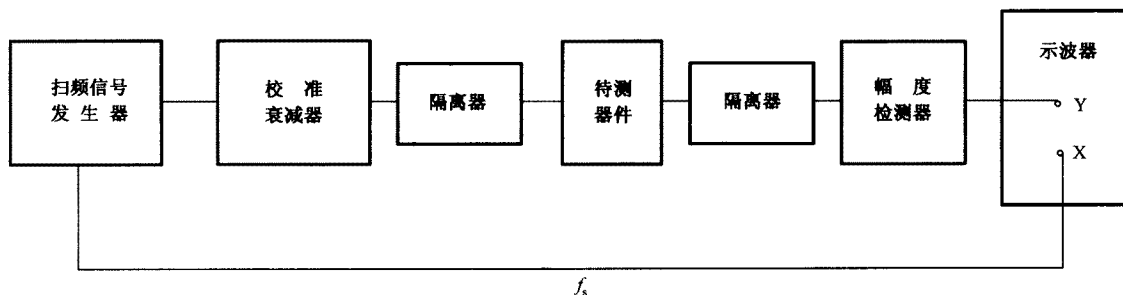


图 3 测量正向损耗和反向损耗的设备配置

4.3 测量设备的基本要求

在使用扫频方法时,扫频信号发生器的重复率,扫描信号的波形及检测器和示波器的通带应符合 3.3.1。

应注意确保测量结果不受测量信号谐波的影响。

测量前,应对测量设备进行检测,将信号发生器的输出端连接到检测器的输入端,校准测量设备包括要使用的电缆、衰减器和其他附件本身的固有误差。

测量无连接器的器件时,如:带线或插针接口的器件,应使用带有连接器的专用测试夹具。

用分贝(dB)表示失配误差极限 E 的计算公式如式(5):

$$E = 20\lg(1 - |\rho_1\rho_2|) \dots\dots\dots(5)$$

式中:

ρ_1 ——待测器件输出端的电压反射系数;

ρ_2 ——包括隔离器在内的检测器电压反射系数。

例如:当 $\rho_1\rho_2$ 小于 0.002 3 时,换句话说,当待测器件和包括隔离器在内的检测器反射损耗的总和大于 53 dB 时,测出的正向损耗的误差在 ± 0.02 dB 内。

4.4 测量程序

4.4.1 总则

测量程序由两个步骤组成:校准和测量。

4.4.2 校准

将信号发生器的输出电平信号与带隔离器的检测器相连,以校准测量设备的本身误差,并确定输出参考电平。根据测量要求,设定校准衰减器适当的衰减值。

若需要排除测量夹具的损耗时,校准应包括测量夹具的损耗。测量夹具的校准可以用一根阻抗为 Z_0 的线连接在测量夹具的输入和输出端口来完成。

4.4.3 正向损耗和反向损耗的测量

在规定频率(频标仪指示)下,将待测器件连接在信号发生器和检测器之间,调节校准衰减器,直至测量扫迹与参考扫迹在示波器屏幕上重合。

该衰减器读数与在 3.4.2 中获得的读数之差等于待测器件的正向损耗或反向损耗。

对有三个或多个端口的环形器,除输入端和输出端之外,其他端口都应匹配负载相连接,改变测量端口,并重复上面的步骤测量 3.4.4 中所述的参数。

4.5 结果说明

4.5.1 正向损耗和反向损耗

获得的测量结果,最好选用示波器显示的曲线或照片,如图 4 所示。示波器显示的纵、横坐标刻度都应经过校准。

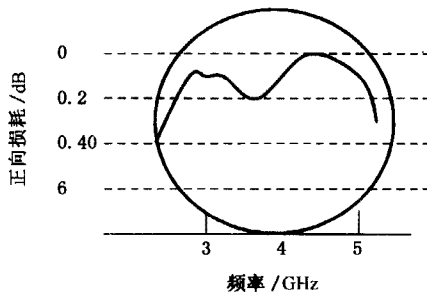


图 4 正向损耗和反向损耗的示波器显示范例

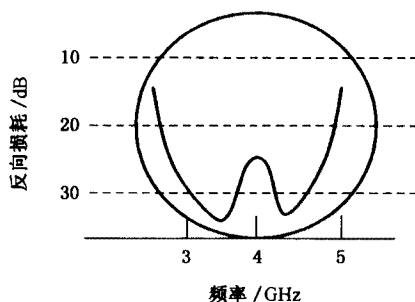


图 4(续)

若测量结果不能用图像显示时,则应按下面示例提供测量数据:

- a) 3.5 GHz~4.5 GHz,正向损耗(1端到2端)小于0.2 dB;
- b) 3.5 GHz~4.5 GHz,反向损耗(2端到1端)大于23 dB。

4.5.2 波动分量

当从测量特性曲线容易鉴别波动分量时,此波动量以峰—峰最大变化来表示,单位为 dB,应规定波动频率。

5 相位移和群延时

5.1 定义和基本条件

对于线性网络,传输函数 $H(j\omega)$ 可以表示为

$$H(j\omega) = A(\omega)e^{-jB(\omega)} \dots\dots\dots(6)$$

其中, $A(\omega)$ 与幅度—频率特性有关, $B(\omega)$ 与其相位—频率特性(如果输出信号滞后于输入信号则认为是正向)有关。

相位移 $\phi(\omega)$ (单位为弧度) 定义如下:

$$\phi(\omega) = B(\omega) - 2\pi n \dots\dots\dots(7)$$

式中:

n ——任一整数。

通常测量相位变化,相位变化是随频率变化的被测相位与参考相位之差。网络的群延时 $\tau(\omega)$ 定义为 $B(\omega)$ 对 ω 的一阶导数,即:

$$\tau(\omega) = \frac{dB(\omega)}{d\omega} \dots\dots\dots(8)$$

单位为秒。

通常测量群延时的变化,即上面定义的群延时与参考频率下群延时之差。

5.2 测量方法

测量可以是逐点法,也可以是扫频法。对于后者,测量设备配置示例如图 5 所示。

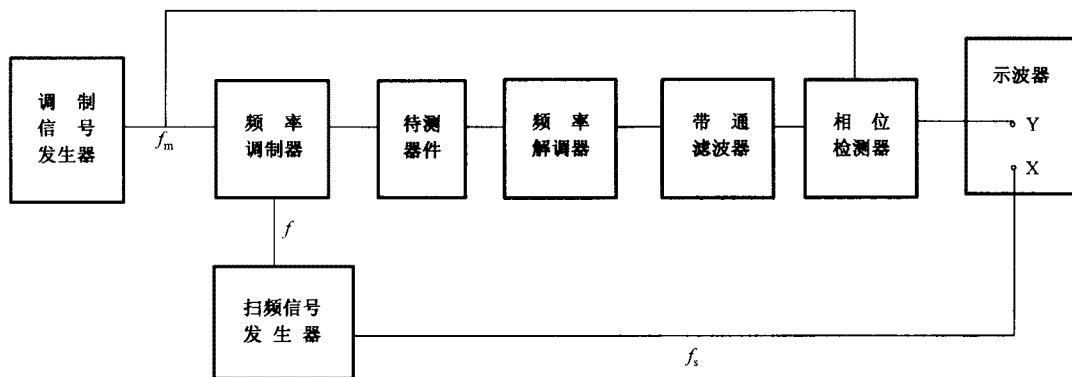


图 5 测量相位移和群延时的设备配置

5.2.1 测量设备的基本要求

应具备下列条件:

- a) 调制度和调制频率 f_m 应当适当选择,以保证相应的频谱在一定的带宽产生,在此带宽内,被测器件的幅—频特性和群延时特性接近于一条直线;
- b) 由调制器引起的与被测器件的幅度相位转换效应和传输容量有关的同步调幅可忽略不计。解调器对同步调幅应当是不敏感的,对此,频率跟踪型解调器是非常适用的;
- c) 相位检测器对与扫描频率同步的幅度调制应当是不敏感;
- d) 在图 5 中表示的调制器和解调器应当是高质量的。可行时,它们应设计成群延时响应固定不变。

如果满足上述条件,相位检测器的输出电压 V (见图 5)与被测器件群延时的关系如下:

$$V = k\mu\tau(\omega) \dots\dots\dots(9)$$

式中:

k ——对应相位检测器斜率的常数, V/rad ;

μ —— $2\pi f_m$ 。

注:相位检测器(见图 5)除了可以测量群延时变量 τ 外,还可以测量相位差($\mu\tau$)。如果使用调制频率 0.277 778 MHz,那么检测器中 1° 的相位差的输出电压应等于 10 ns 的群延时变化的输出电压。 f_m 可以选取用满足条件 a) 的其他测试频率,但为避免过高噪声的影响,不能选择太低频率(如 10 kHz)。

5.2.2 测量程序

优先采用图 5 所示方法,将一个频率为 f 的射频信号和一个频率为 f_m 的调制测试信号馈送到优质调制器,由调制测试信号以低调制度产生一个调频的射频信号。

将调制射频信号馈送到待测器件,然后通过一个高品质解调器将调制测试信号 f_m 解调。

当射频信号在规定频带扫描时,解调后的试验调制信号的幅度和相位要发生变化,相位检测器的输出信号与射频相位移和群延时成比例。

5.3 结果说明

5.3.1 相位移和群延时特性

测得的相位移和/或群延时特性最好用横坐标刻度为频率的示波器重复显示图表示,如图 6 所示。若不能提供图片,应如下例给出测试数据:

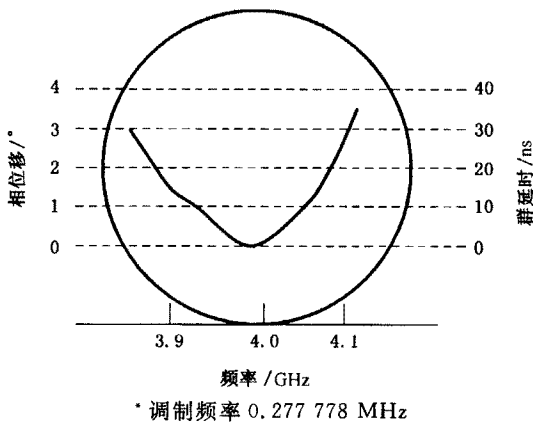


图 6 相移和群延时的示波器显示图示例

- a) 3.5 GHz~4.5GHz,相位移变化为:±5°;4 GHz,相位移为 90°;
- b) 3.5 GHz~4.5 GHz,群延时的总变化为 2.5 ns。

应给出调制频率 f_m 及相应调制度。

5.3.2 波动分量

当波动分量可以从测量特性识别时,波动峰—峰值用度或纳秒表示。应规定波动频率。