



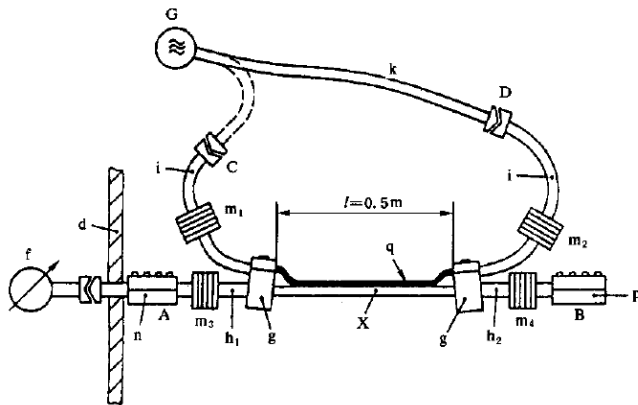
COMET

电缆屏蔽衰减性能测试系统 简介

上海昶声电子科技有限公司

▶ 线缆注入法

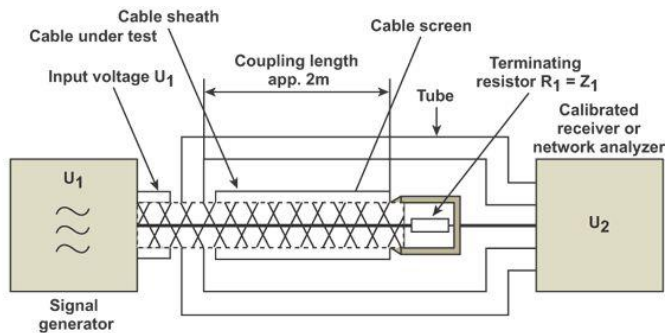
- 将一定量的电流注入电缆的屏蔽网中，并测量感应电压。注入电路构成了使一条或多条平行导线的传输线。



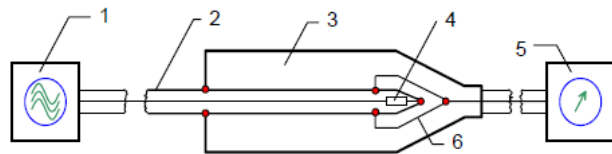
电缆电磁屏蔽的几种方法

➤ 空腔测试法（高低频均适用）

- 空腔测量是最简单、最经济的方法。采用这种方法进行泄漏测量是基于收集环绕在泄漏源周围的同轴系统的泄漏能量。被测部件位于终端接匹配负载的均匀传输线中。



5. This cross section shows the triaxial cavity according to the IEC and ref. 4.

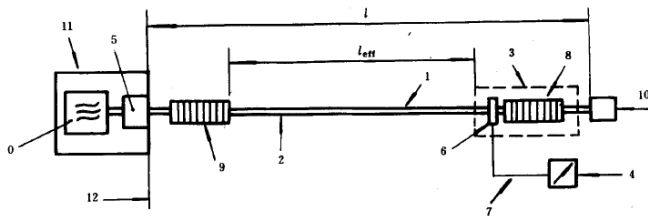


三同轴法及tube-in-tube法（管中管），
这是用于连接器、电缆组件等屏蔽效应测试的空
腔测试法的改进型。

电缆电磁屏蔽的几种方法

➤ 吸收钳法

- 这是线缆注入法的替代方法。在该方法中，向电缆馈入一功率。由于电缆与周围环境间的电磁耦合，将产生表面波并沿电缆屏蔽表面向两个方向传播。与用来抑制无用的共模电流的吸收器（通常是一个铁氧体管）一起，一个表面电流变换器被用于提取表面波的能量。

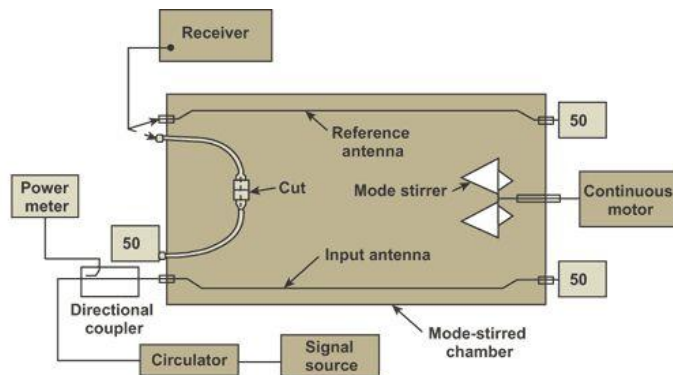


- 对于频率高于1GHz的场合，建议不要采用线缆注入法和吸收钳法。

电缆电磁屏蔽的几种方法

➤ 波模搅拌法

- 此种办法的主要测试原理：模拟一定场强的自由均匀电磁环境，然后将电缆回路放置此环境中，通过频谱仪/接收机来测试电缆感应到的强度，反推出被测电缆的电磁屏蔽性能。

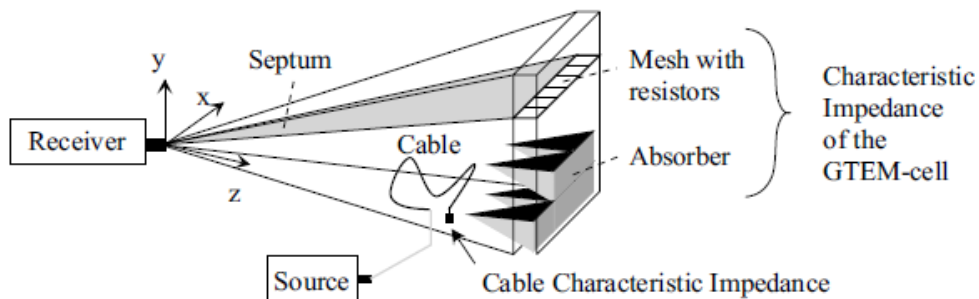


3. The Mode-Stirred Chamber from MIL-STD-1344.

电缆电磁屏蔽的几种方法

➤ GTEM小室法

- 根据一些参考，GTEM可以用到18GHz，然而目前在IEC的标准中，其最大值仅为1000 MHz。美军标的MIL-STD-1344标准，没有详细规定该方法的测量上限，但是它的工作频率并没有真正的上限。



为什么要选择CoMeT系统



➤ 最大的优势：满足国际标准

- 符合 EN 50289-1-6 & IEC 62153-4-3/-4-5/-4-7测试标准
- 同时也继承了 IEC 62153-4-9 & IEC 62153-4-10 测试标准

➤ 作为电缆生产出口厂家（特别是出口欧洲），尤其看重这一点；

- 客户需要厂家提供 CoMeT屏蔽衰减/转移阻抗测试报告；
- 德国 BeDea-Rosenberger 这套测试设备的生产商
 - 德国Bede公司的Bernard .Mund是这套产品的设计者，以及EN及IEC标准制定者；
 - 德国Rosenberger公司是这套设备的生产商；

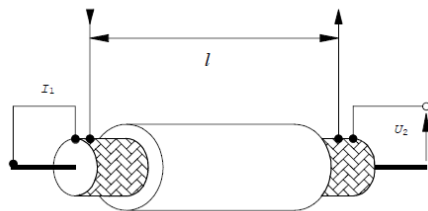
➤ 三同轴测试方法的优点：

- 操作简单，易学
- 一步测试 转移阻抗 以及 屏蔽衰减 ZT, α_S & α_C
- 测试精度高，动态范围大（125dB以上）（该项性能指标由网络分析仪性能决定）
- 在测量的同时，不会对外辐射强烈电磁场
- 可以覆盖从10KHz~18GHz频段（标准配置测量到3GHz）
- 测试结果的高重复性

➤ 转移阻抗

- 单位长度上电缆一端屏蔽层上的感应电压与电缆另一端屏蔽层上的干扰电流的比值，其单位为 Ω/m 或 $\text{m}\Omega$

转移阻抗:
$$Z_T = \frac{U_2}{I_1 \cdot L}$$



➤ 屏蔽衰减

- 定义为在次级(外部)电路中最大功率与传播到初级(内部)电路中的功率之比。

$$\alpha_S = 10 \log (P_1/P_2) = 20 \log_{10} (U_1/U_2) [\text{dB}]$$

转移阻抗 V.S 屏蔽衰减

➤ 共同点

- 同一物理特性的不同表达方式;

$$\frac{\lambda_0}{l} \leq 2 \cdot \left| \sqrt{\epsilon_{r1}} - \sqrt{\epsilon_{r2}} \right|$$
$$f > \frac{c_0}{2 \cdot l \cdot \left| \sqrt{\epsilon_{r1}} - \sqrt{\epsilon_{r2}} \right|}$$

➤ 不同点

- 转移阻抗: 低频
- 屏蔽衰减: 高频
- 通过耦合长度来区分

长电缆的截止频率公式

$$\frac{\lambda_0}{l} > 10 \cdot \sqrt{\epsilon_{r1}}$$
$$f < \frac{c_0}{10 \cdot l \cdot \sqrt{\epsilon_{r1}}}$$

短电缆的截止频率公式

l 测试管中的有效耦合长度

λ_0 真空中的电磁波波长

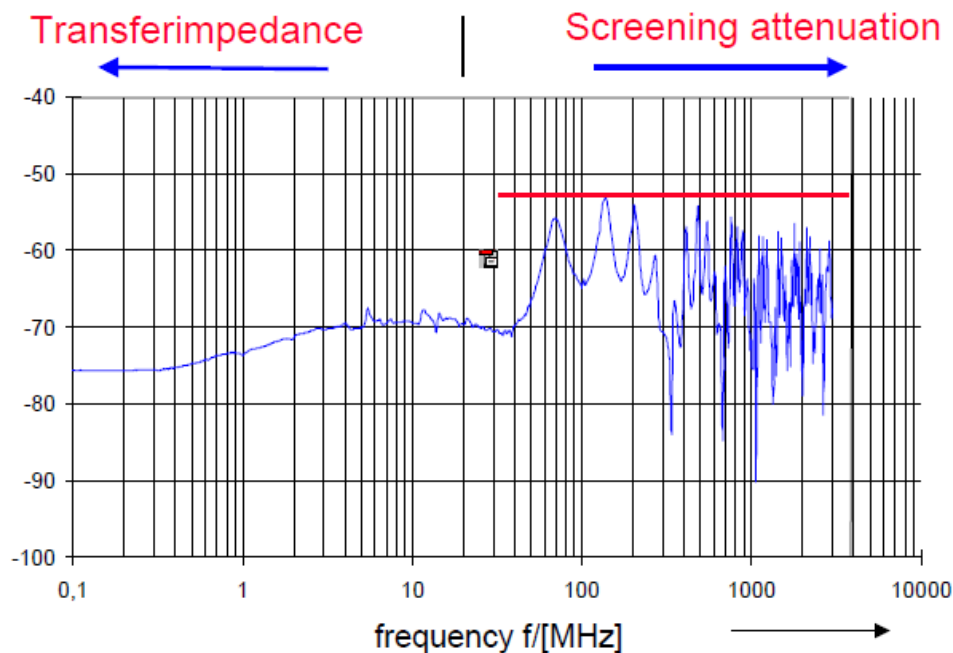
ϵ_{r1} 被测件的介电常数

ϵ_{r2} 外部系统的合成介电常数

f 以 HZ 为单位的频率

转移阻抗 V.S 屏蔽衰减

➤ 屏蔽衰减和转移阻抗 实例



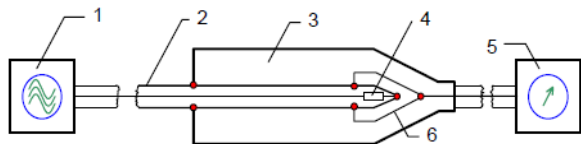
在三同轴法的测试方法中

- 转移阻抗和屏蔽衰减的分界频率点，是由管子的长度，即被测电缆的有效耦合长度决定的。
- 管子越长，则频率分界点就越低。

三通轴测试法及管中管

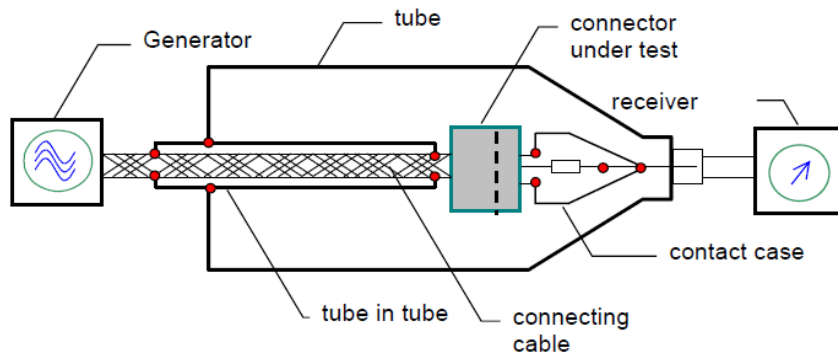
➤ 三通轴测试法基本配置(CoMeT)

- Tube In Tube 是三通轴测试方法的延伸（又称为“管中管”测试方法）



1. 信号发生器
2. 被测部件
3. 耦合测试套管
4. 测试负载
5. 信号接受器或网络分析仪
6. 屏蔽套管

标准三通轴



Tube In Tube

管中管带来的功能延伸

➤ CoMet系统是三同轴法的升级版本

- 其特点是引入Tube In Tube/管中管法，可以测试如下器件的转移阻抗及屏蔽衰减：

射频同轴类

- 连接器（直头、弯头）
- 电缆及电缆组件

双绞线类

- 网线
- 网卡

多芯类电缆

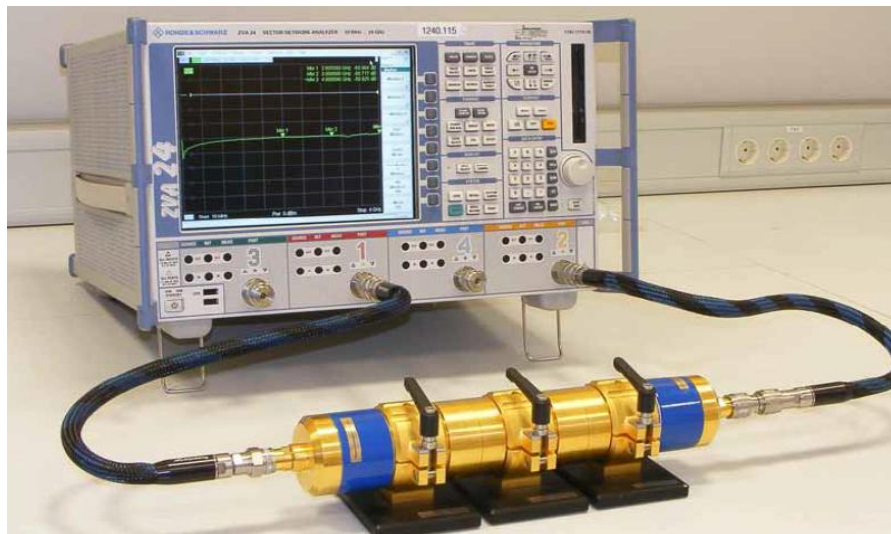
- 多芯通信电缆
- USB电缆
- HDMI电缆

器件类

- CATV插座
- 汽车零部件等

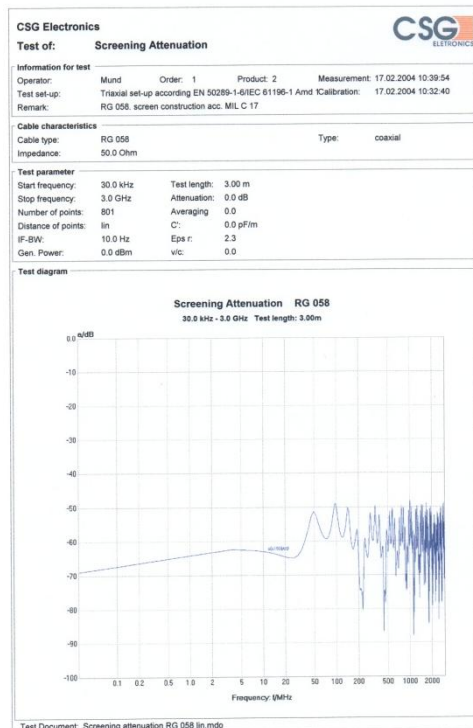
实物照片

➤ CoMeT的实物照片



软件部分-WinCoMeT

- 最大的特点：可自动生成测试报告
 - 控制网络分析仪进行如下测试：符合IEC 61196-1（DIN 47250 第四部分）和 EN 50289-6A 标准的转移阻抗，同轴电缆上符合IEC SC 46A/269/CD和 pr EN 50289-6C 标准的屏蔽衰减，对称电缆（数据电缆）的耦合衰减，对测试结果进行分析，编辑和监控；
- 若不选用WinCoMeT，仍可通过手工计算得出结果（但不推荐）



➤ 主要差异

- 三同轴法：测试简单，可以测试转移阻抗，对于测试频率不受限制。
- 吸收钳法：最直接的测试方法，操作较为复杂，且受吸收钳工作频率的限制，不能工作在1GHz以上的高频范围。
- 这两种方法都是IEC认可的电缆屏蔽衰减的测试方法。
- 在国内，吸收钳法是主流。
- 在欧洲，三同轴法（CoMet）测试方法，是电缆行业认可的主流测试方法。

CoMeT V.S 吸收钳

CoMeT V.S 吸收钳 测试结果比对

电缆型号 屏蔽层	屏蔽衰减, 单位dB			误差 dB
	频率 GHz	吸收钳法	三同轴法	
RG 58 单层屏蔽	0.2	51	48	3
	0.8	52	50	2
	3	-	50	-
RG 214 单层屏蔽	0.2	51	50	1
	0.8	54	51	3
	3	-	53	-
RG 214 双层屏蔽	0.2	79	79	0
	0.8	82	81	1
	3	-	83	-
RG 223 双层屏蔽	0.2	86	88	2
	0.8	90	90	0
	3	-	83	-

基本配置清单

以测试频率3GHz，线径最大15mm为例

序号	品名	品牌	型号	规格配置
1	CoMet 40/2 基本配置	Bedeia-Rosenberger	242013	CoMeT 40/2 test fixture compl, 2.3-9.8 mm
2	线径拓展测量装置	Bedeia-Rosenberger	242019	extension set, 10-15mm over screen, two-piece sleeve
3	测试软件	Bedeia-Rosenberger	219501	Software
4	标准力矩拉伸固定装置	Bedeia-Rosenberger	242017	stretching- device with torque wrench 40/x
5	GPIB-USB转接线	NI	242959	GPIB- Interface - USB
6	转接器	Bedeia-Rosenberger	53S173-K00N3	50ohm ~ 75 ohm 阻抗转接器
7	测试电缆	Bedeia-Rosenberger	LU7-C346-1500	18GHz测试电缆，N male ~ N male

常见CoMeT设备配置



CoMeT 40/2 主设备

1米管 3根;
0.5米管 1根;
N型50欧接口



线径延伸装置

可将最大测量外径扩展至
15mm
必须配合CoMeT 40/2使用



Tube In Tube 装置

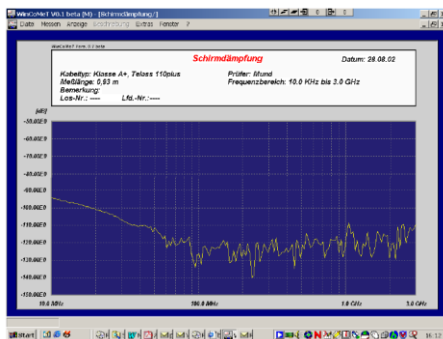
0.5米 6根;

常见CoMeT设备配置



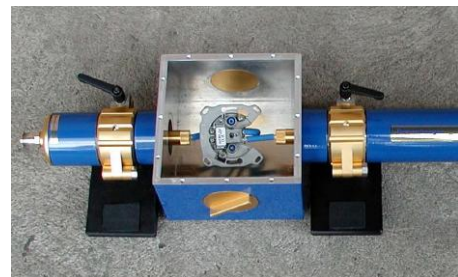
固定力矩锁紧 装置

含力矩拉紧器



WinCoMeT测试软件

控制VNA以及数据计算;
Windows操作系统



特殊形状器件测试盒

配合Tube in Tube使用
可测试较大体积或特殊形状
的器件

常见配件



GPIB连接线



GPIB卡

或GPIB-USB线（必须为NI）



阻抗转换器

CoMeT系统阻抗为50
欧

目前选用CoMet系统的客户

➤ 几乎所有国际主流的电缆厂家

- Alcatel Cable
- Belden
- CommScope
- Corning
- Daimler Chrysler
- Draka
- IBM
- Leoni
- Nexans
- Harting
- PPC
- PhoenixContact
- Rosenberger
- Rohde & Schwarz
-

答疑



➤ 答疑 和 致谢！

上海昶声电子有限公司

CSG Electronics

- 电话：021-54254288 传真：021-34140838
- 宋林，13472858848， forest.song@csgelectronics.com