

使用频谱分析仪执行低成本 EMI 预一致性测试

应用指南



世界各地都已经制订了 EMI 法规，以便为电气设备和电子设备用户提供更好的可靠性和安全性。为了保证满足这些法规，许多公司利用专门的测试机构服务，来执行 EMI 认证要求的实际一致性测试。这些测试机构可能属于某一家外部公司（“测试机构”），也可能属于某个内部 EMC 部门。

当今产品花费了大量的时间和工作，使 EMI 辐射达到最小。大多数工程师采用优秀的设计惯例，最大限度地减少发生 EMI 问题的可能。今天，在设计和原型阶段执行预一致性测量已经十分常见，以在产品发出执行一致性测试前确定和解决潜在的 EMI 问题。这些技术降低了产品在测试机构最终全面一致性测试失败的风险。

执行基本预一致性测试可以帮助您最大限度地降低在一致性测试机构花费的时间和费用。执行预一致性测试可以帮助您在把产品送到正式测试前发现不符合规范的情况。如果您已经去了测试机构，产品未能通过辐射测试，那么您可以在自己的实验室中执行测试，为自己留出时间，有条不紊地隔离问题区域，并采取不同的校正措施。

由于泰克 RSA306 基于 USB 的实时频谱分析仪的问世，预一致性测试变得前所未有的简便和经济。本应用指南概括介绍了 EMI 一致性测试、预一致性测试及测量法规。我们使用 RSA306 及类似的经济型产品进行测试设置，执行放射辐射测量和传导辐射测量，帮助您最大限度地减少产品通过 EMI 认证所需的费用和时间。

一致性测试

一致性测试要求使用的方法、设备和测量地点都要满足国际标准。一致性测试通常作为产品投产前设计质保的一部分完成。一致性测试内容繁多，耗时长，如果在产品开发的这个阶段 EMC 测试失败，那么会要求重新设计，不仅成本高昂，而且会耽误产品推出。

放射辐射是指电子设备故意及非故意发出电磁能量。为解决这个问题，要执行放射测试，确保 DUT 发出的辐射满足相应的极限。

传导辐射是指使得电磁能量能够在电子器件中产生并耦合到 AC 电源线中的机制。与放射辐射类似，不同法规机构都会控制电子器件允许的传导辐射。

除非你足够幸运，在本公司内部拥有一家认可的内部全面一致性测试实验室，否则最好的选择是在设计阶段与第三方一致性测试实验室合作，在该实验室测试自己的产品。世界各地有许多 EMC 实验室。在美国，FCC 维护着一个经过认证的一致性测试实验室名单。

在认证实验室中进行一致性测试成本很高，一天的费用一般为 1,000 ~ 3,000 美元。即使您有自己的内部全面一致性测试实验室，但执行一致性测试所需的时间仍然是个大问题。这些测试失败，如果要求返工，那么可能会导致一定水平的昂贵耗时的设计。最好尽可能多地进行预一致性检验，降低一致性测试期间测试失败的风险。

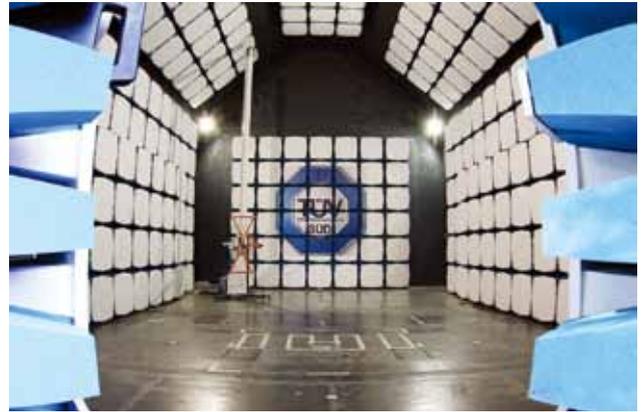


图 1. 全面一致性测试设施成本高，租赁费用高。不管是从成本角度还是从时间角度，都应尽量减少使用这些设施(图片由 Microwave Vision Group 提供)。

一致性测试机构

推动一致性测试成本的部分因素包括执行测试所需的设施和设备，正式测试要求：

- 一个拥有大型测试暗室的 EMC 实验室 (图 1)
- 一台拥有准峰值检测器和预放的 EMI 接收机，能够测试高达 10 阶谐波或高达 40 GHz 的梳台和 360° 转台
- 控制测试设备的 EMI 软件，如梳台、转台、EMI 接收机和报告生成器
- 天线
- 工频阻抗稳定性网络 (LISN) 和瞬态限定装置 (只适用于需要执行 AC 传导测量时)

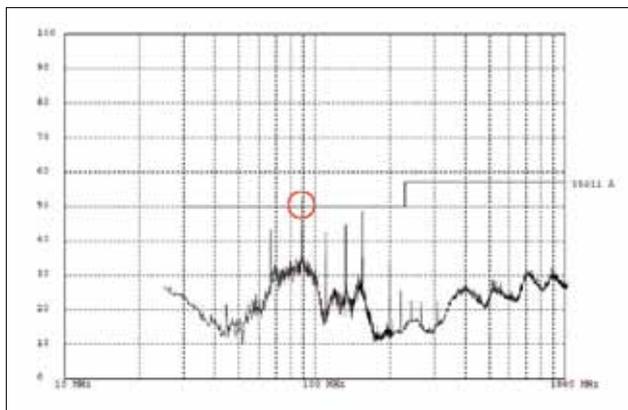


图 2. 一致性测试显示 90 MHz 左右测试失败。

认证测试实验室的结果

EMI 测试机构在经过校准的 RF 舱中进行放射辐射测量，作为场强指标报告结果。这份报告实例 (图 2) 表明有一个峰值超出这一特定标准的极限。正常情况下，您还会在报告中得到表格形式的信息 (图 3)。

图 3 中的报告显示了测试频率、测得的幅度、校准后的校正因数及调节后的场强。调节后的场强与规范进行对比，确定裕量或超出数量。

Frequency (MHz)	Ampl. (dBμV)	AntFact (dB/m)	Ant. Pol.	Preamp (dB)	Cab.+Atten Loss	Chamber (dB)	Adjusted (dBμV/m)	Spec (dBμV/m)	Margin (dB)
66.5540	61.3	6.6	Hor.	27.9	0.7	2.8	43.5	50.0	6.5
84.5338	45.8	7.5	Hor.	27.8	0.8	8.7	35.0	50.0	15.0
88.7291	64.6	7.9	Hor.	27.8	0.8	6.8	52.3	50.0	-2.3
110.9042	59.0	7.6	Hor.	27.6	1.0	2.6	42.5	50.0	7.5
133.0795	62.1	7.3	Hor.	27.2	1.0	1.7	44.8	50.0	5.2
155.0557	64.8	8.6	Hor.	27.0	1.1	1.0	48.5	50.0	1.5

图 3. 这些数据显示图 2 测试失败的频率位置约为 89 MHz。

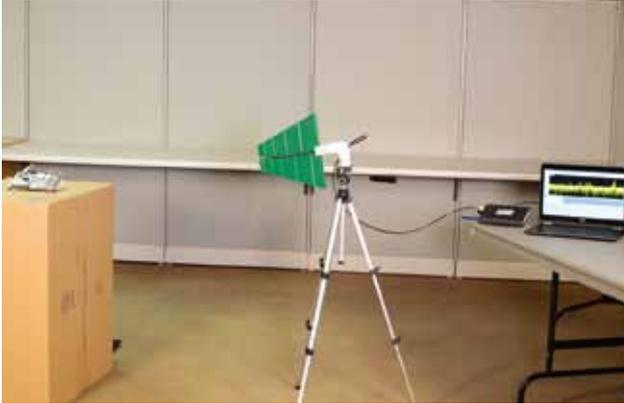


图 4. 可以简便地设置经济的预一致性测试，发现潜在问题，从而最大限度地减少在更加昂贵的一致性测试设施中花费的时间。

预一致性测试

在 EMI 领域，不同的设计和认证阶段采用不同的设备和技术。在早期开发阶段，EMC 设计技术与诊断技术相结合，得到低一致性测试签名，其对外部和内部干扰的灵敏度都很低。可以使用预一致性测试，在早期找到一致性测试问题，大大提高一遍通过全面 EMC 一致性测试的成功概率，而不需要额外的重新设计。如果早期一致性测试发现问题区域，那么预一致性测试就为评估设计修改方案提供了快速经济的方式。

满足国际标准并不要求进行预一致性测试，预一致性测试的目标是发现潜在问题，降低昂贵的一致性测试阶段测试失败的风险。使用的设备可以是不满足标准的设备，如果在测试结果中运用充足的裕量，其精度和动态范围可以低于满足标准的接收机。预一致性测试要求：

- 频谱分析仪，带有峰值检测器（可以选配准峰值检测器）
- 预放（选配）
- 带有非金属支架的天线，用于放射辐射
- 工频阻抗稳定性网络 (LISN)，用于传导辐射
- 功率限制装置，用于传导辐射
- 近场探头，用于诊断（选配）

预一致性测试既可以在认证实验室中使用快速测量技术完成，其目的只是为了“快速查看”问题区域；也可以由工程人员在临时地点完成。

国家	审批法规机构
美国	联邦通信委员会 (FCC)
加拿大	加拿大工业部 (IC)
日本	日本内政和通信部 (MIC)
中国	中国工信部 (MIIT)

表 1. 法规机构实例。

在选择测试地点时，最好选择能使外部信号源达到最小的位置。农村地区、会议室或地下室都比较好，因为这些地方最大限度地减少了可能掩盖您要测量的 DUT 辐射水平的信号（图 4）。

预一致性测试中通常使用通用频谱分析仪，如泰克 RSA306，其中包含有通用滤波器和检测器。它们提供了设计流程中通常已经使用的快速测量工具，因此不需要额外投入。

执行 EMI 测量使用的频谱分析仪设置

EMI 测量使用的频谱分析仪拥有规定的接收机带宽、信号检测方法、以及平均结果、以实现信号电平的方法。在许多商用 EMI 测量中，这些测量要素由 Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques (CISPR) 规定，这是国际标准机构——国际电子技术委员会 (IEC) 内部的一家技术机构。其他标准和认证机构，如日本的 TELEC，也对测量方法和认证技术提出了要求。在美国，美国国防部开发了对军用设备有着特殊要求的 MIL-STD 461E 标准。

某些其他要求并不是标准规定的，而是受本地区法规影响。如果想在法规领域的国家中运行，可能还要遵守其他法规。实施人员需要查阅国家法规，了解进一步信息。表 1 列出了当前部分法规机构及其管辖的国家。

频率范围	带宽 (6 dB)	参考带宽
9 kHz – 150 kHz (频段 A)	100 Hz – 300 Hz	200 Hz
0.15 MHz – 30 MHz (频段 B)	8 kHz – 10 kHz	9 kHz
30 MHz – 1000 MHz (频段 C 和频段 D)	100 kHz – 500 kHz	120 kHz
1 GHz – 18 GHz (频段 E)	300 kHz – 2 MHz	1 MHz

表 2. CISPR 16-1-1 规定的测量带宽与频率关系。

频率范围	带宽 (6 dB)
10 Hz–20 kHz	10, 100 和 1000 Hz
10–150 kHz	1 和 10 kHz
150 kHz–30 MHz	1 和 10 kHz
30 MHz–1 GHz	10 和 100 kHz
1–40 GHz	0.1, 1.0 和 10 MHz

表 3. ANSI C63.2 规定的峰值检测器、平均检测器和 RMS 检测器的带宽与频率关系。

频率范围	带宽 (6 dB)
30 Hz – 1 kHz	10 Hz
1 kHz–10 kHz	100 Hz
10 kHz–150 kHz	1 kHz
150 kHz–30 MHz	10 kHz
30 MHz–1 GHz	100 kHz
1 GHz 以上	1 MHz

表 4. Mil-STD-461E 规定的带宽与频率关系。

解析带宽 (RBW)

测量带宽由接收机带宽形状确定，在频谱分析仪中由解析带宽 (RBW) 滤波器确定。使用的带宽表示频谱内部感受到的威胁，带宽随着接收频率变化。

接收机或频谱分析仪测量任何不连续信号的水平取决于使用的测量带宽。为获得一致的结果，法规机构规定了一致性测量中使用的带宽和滤波形状。表 2 显示了 CISPR 规定的峰值检测器、RMS 检测器和平均检测器的滤波带宽。表 3 和表 4 中分别显示了美国国家标准学会 (ANSI) 和 MIL-STD-461E 带宽。

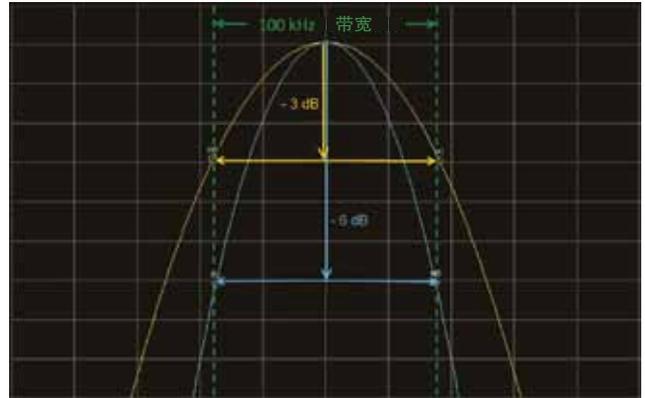


图 5. 大多数 EMI 标准规定了 6 dB 带宽。使用 3 dB 带宽会得到不同的结果。

图 5 显示了 3-dB 滤波器与 6-dB 滤波器的滤波形状差异。这两种滤波形状都是高斯分布，但宽度不同。在比峰值低一定量的功率处指定测量滤波器带宽。因此图 5 中的黄色轨迹描述了 100 kHz 3-dB 滤波器，100 kHz 宽度发生位置比峰值低 3 dB。100 kHz 6-dB 滤波器拥有相同的宽度，但在比峰值低 6 dB 处指定。

对 EMI 测试以外的大多数频谱分析仪测量，一般都规定 3 dB 处的 RBW 滤波器，而 6-dB 滤波器则用于大多数 EMI 测量，CISPR16-1-1、ANSI 和 MIL-STD 461E 都规定了 6-dB 滤波器。

这一点非常重要，因为测量会因滤波形状不同而不同。尽管信号峰值对给定的 3-dB 或 6-dB 滤波器应处在相同的水平，但测得的噪声在 3-dB 滤波器和 6-dB 滤波器之间对相同的 RBW 设置会比较低。

检测方法

检测器计算规定采样间隔中的信号的单个点。检测方法可以计算正或负峰值、电压的 RMS 值或平均值、或准峰值 (QP)。一致性测试实验室在全面一致性测试中使用准峰值 (QP) 检测器，但对比较保守的测试裕量，可以使用简单的峰值检测器进行预一致性测量。EMI 部门或外部实验室一般在刚开始测试时使用简单的峰值检测器执行扫描，找到超过或接近规定极限的问题区域。对接近或超过极限的信号，他们执行 QP 测量。QP 检测器是 EMI 测量标准规定的一种专用检测方法。QP 检测器用来检测信号包络加权后的峰值（准峰值）。它根据持续时间和重复速率加权信号。发生频次较高或持续时间较长的信号的 QP 测量值要比偶发的短脉冲高。

图 6 是峰值检测和准峰值检测实例。这里在峰值检测和准峰值检测中都看到一个脉宽为 $8\ \mu\text{s}$ 、重复速率为 $10\ \text{ms}$ 的信号。得到的准峰值比峰值低 $10.1\ \text{dB}$ 。

一个经验法则是 QP 会一直小于等于峰值检测，而永远不会大于峰值检测。RSA306 为进行 EMI 调试和诊断提供了峰值检测功能。您不需要准确地执行 EMI 部门或实验室扫描，因为所有的一切都是相对的。如果实验室报告显示 DUT 比极限高出 $3\ \text{dB}$ ，峰值检测测量比极限高出 $6\ \text{dB}$ ，那么您需要进行修复，使信号降低 $3\ \text{dB}$ 或以上。

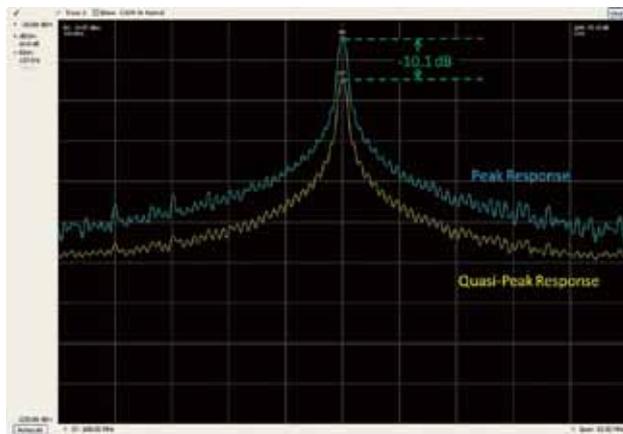


图 6. 准峰值响应一直小于等于峰值检测，永远不会大于峰值检测。因此您可以使用峰值检测，进行 EMI 调试和诊断。

视频滤波器

某些 EMI 测量中规定了视频滤波器，频谱分析仪中最初使用视频滤波器，降低噪声变化在测量中的影响。视频滤波器一词源于其最初实现方式，当时低通滤波器被放在检测的输出与频谱分析仪 CRT 的 Y 轴模拟驱动输入之间。RTSAs 和某些现代频谱分析仪采用数字技术，在信号上使噪声平滑化。在大多数 EMI 测量应用中，都规定关闭视频滤波器，或规定视频滤波器至少要比测量规定的 RBW 高出 3 倍。

国际放射源测量

随着无线革命进入新的部署阶段，业内正在转变为在各种非传统产品中增加无线功能，如温度计、咖啡机、甚至牙刷。这一革命面临的一个挑战是它需要产品制造商了解怎样在产品中适当地增加这种新的无线功能。从 EMI 角度看，它要求进行额外的故意放射源测试。故意放射源是指广播无线电能量（不是红外线能量或超声波能量）以执行功能的装置。产生故意放射辐射的设备包括：

- 手机
- 民用频段 (CB) 无线电
- 对讲机
- 无线连接
- 蓝牙设备
- 短距离广播设备
- 无线钥匙接入系统
- 有源近场通信 (NFC) 和射频识别 (RFID) 系统

很明显，传送能量需要无线电波。这些设备特意使用无线频谱，因此一直要求 FCC 或其他同等器件授权。作为故意辐射装置的器件还要满足非故意辐射测试要求。由于内部电路，其在器件设计使用的频率之外的频率上也可能会发生辐射。

在为这类测试选择频谱分析仪时，非常重要的一点是选择的仪器至少要能够捕获器件内部产生的放射信号的至少三阶谐波（如果不是更多的话）。故意辐射装置的测



图 7. 显示我们位于其中一幢大楼地下室的一致性测试设置。

试设置与前面所示的放射辐射设置相同。但在这种情况下，关心的频率限于规范规定的辐射频率及频率模板，如 WiFi、蓝牙、等等。泰克编写了一份应用指南，使用 Wifi 实例重点介绍这种测量的细节。¹

案例分析：放射辐射测量

在我们的预一致性测试中，我们使用了一米和几厘米两种距离。降低 DUT 与测试天线之间的距离会提高 DUT 信号强度与 RF 背景噪声之比。遗憾的是，近场结果并不会直接转换成 EMI 一致性测试中使用的远场测试，因此在得出结论时必须慎重。（参见侧栏“近场测量与远场测量”）增加预放是提升相对 DUT 信号电平的另一好方法。图 8（第 8 页）显示了我们的设置的方框图。

¹ “无线局域网发射机法规预一致性测试”，
http://www.tek.com/dl/55W-30065-2%2520WLAN%2520Pre-compliance%2520App%2520Note_1615_0.pdf

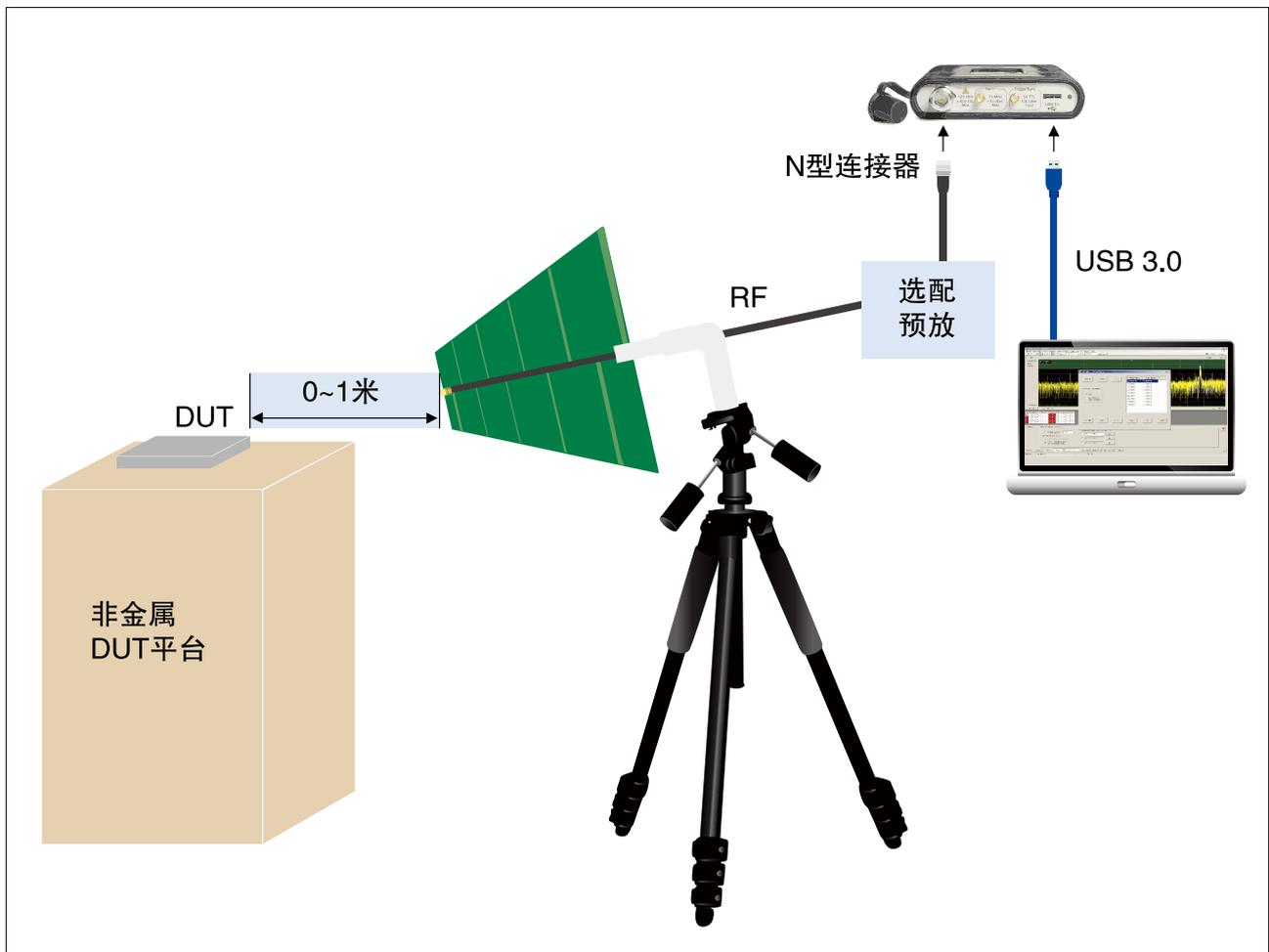


图 8. 预一致性测试中放射辐射测试设置的方框图。



图 9. 测试天线。Electro-Metrics EM-6912A 双锥形天线，以及从下述网址订购的一部 PCB 对数周期天线：www.wa5vjv.com

选择天线

在我们的测量中，我们使用了三台成本非常低的 PC 板对数周期天线²和一台双锥天线。这些天线安装在三脚架上，放置简便。天线因数 (AF) 和电缆损耗可以输入到 RSA306 中，校正场强 (图 10)。双锥天线用于 20 – 200 MHz 频率。较长的 20 – 200 MHz 波长要求较大的天线，背景噪声也可能是一个问题，因为它包括许多无线广播频率。

分析环境特性和测试结果

在把天线校正因数和电缆损耗输入 RSA306 后，打开峰值检测器电源，设置极限行。调节极限行，适应我们的测试环境。

在打开 DUT 电源前，一定要评估和分析测试环境特性。在极限行和环境噪底之间是否有足够的信号空间？是否有可以降低的已知信号？您是否需要把测试设置移到更安静的环境？

X: Frequency	Y: Loss (Atten)
400.0000 MHz	18.80000 dB
450.0000 MHz	17.70000 dB
500.0000 MHz	16.20000 dB
600.0000 MHz	13.80000 dB
700.0000 MHz	11.20000 dB
800.0000 MHz	9.300000 dB
900.0000 MHz	7.300000 dB
1.000000 GHz	5.400000 dB
1.000000 GHz	3.400000 dB

图 10. 使用低成本 PC 板对数周期天线，覆盖 400 MHz – 11 GHz 的频率范围，在 RSA306 中增加了 AF 校正。

² 使用低成本 PC 板对数周期天线和创造性安装设计的概念摘自 Ken Wyatt 的“EMC 博客”：<http://www.edn.com/electronics-blogs/the-emc-blog/4403451/PC-board-log-periodic-antennas>

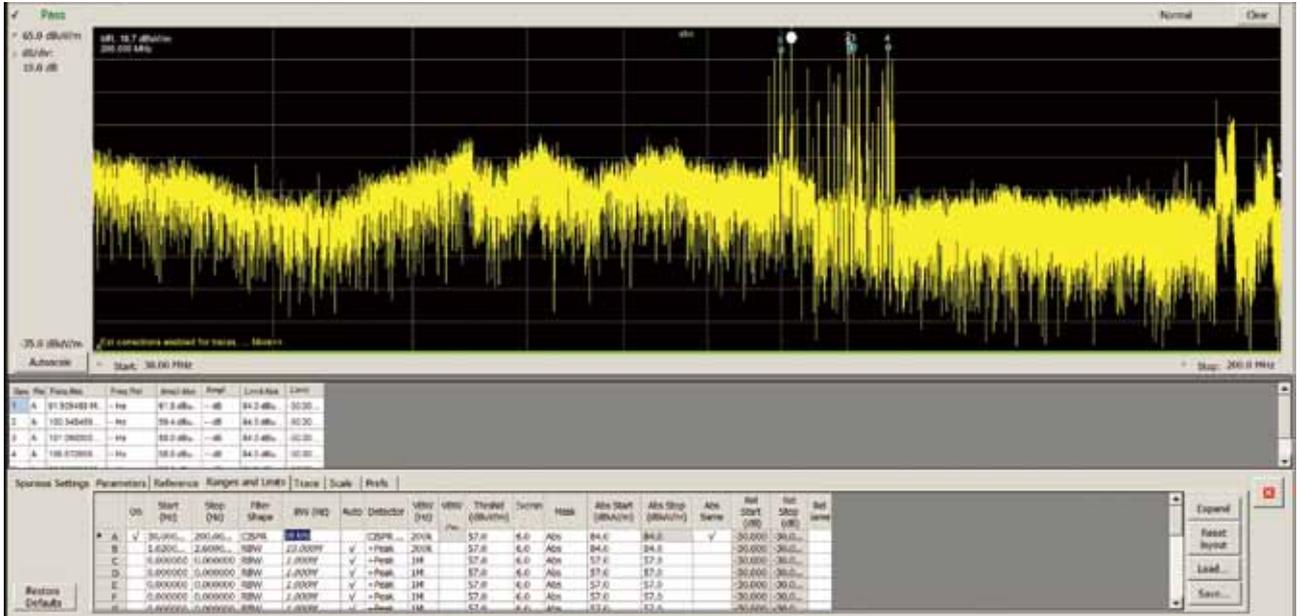


图 11a. 环境背景结果。在 VHF 频段中可以清楚地看到广播信号。

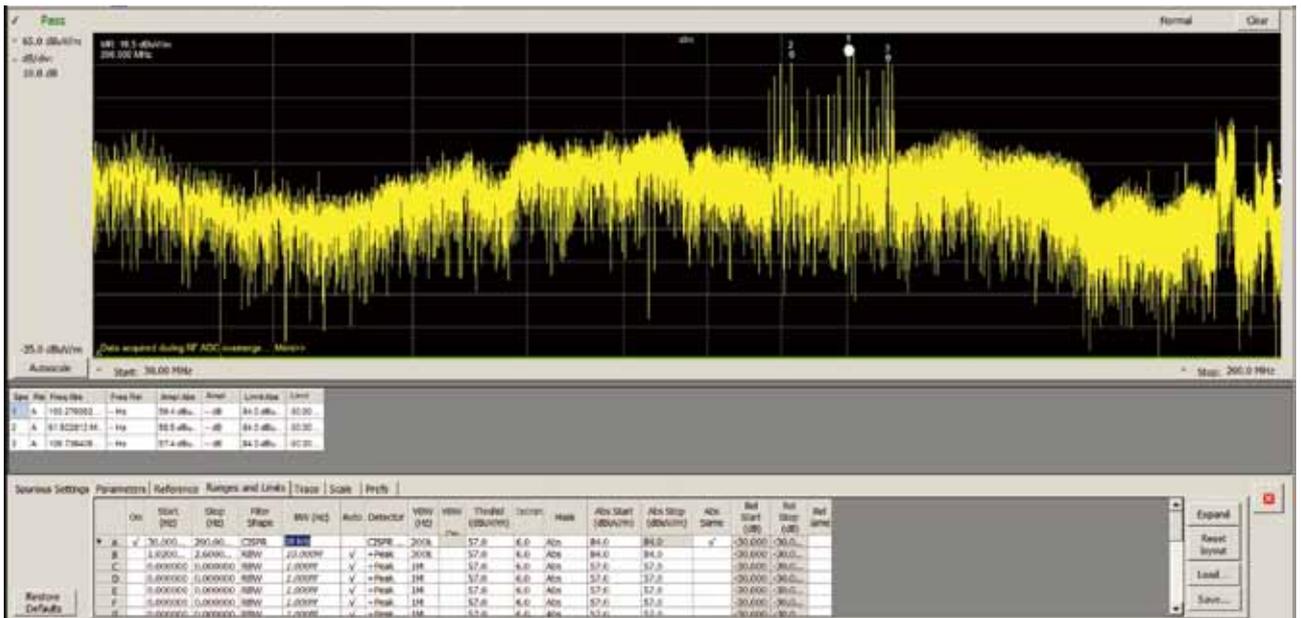


图 11b. DUT 的测试结果。超限情况不是由 DUT 引起的。

如果您对背景噪声满意，打开 DUT 电源。两项测量之差即来自 DUT 的辐射 (图 11b)。

在我们的测试中，我们使用已经通过 EMI 一致性测试的泰克 WiFi 演示电路板，因此没有检测到失败。好消息，如果您已经正确设置测试，没有什么东西接近极限行，那么这可能意味着您已经可以准备进行一致性测试。

如果在这个阶段发现问题，那么可能要求进一步诊断和修改设计。RSA306 上提供的功能既支持一致性测量，也支持诊断。熟悉 DUT 设计的工程师可以确定问题信号。近场探测工具也可能会非常实用，我们后面会对此展开讨论。

近场测量与远场测量

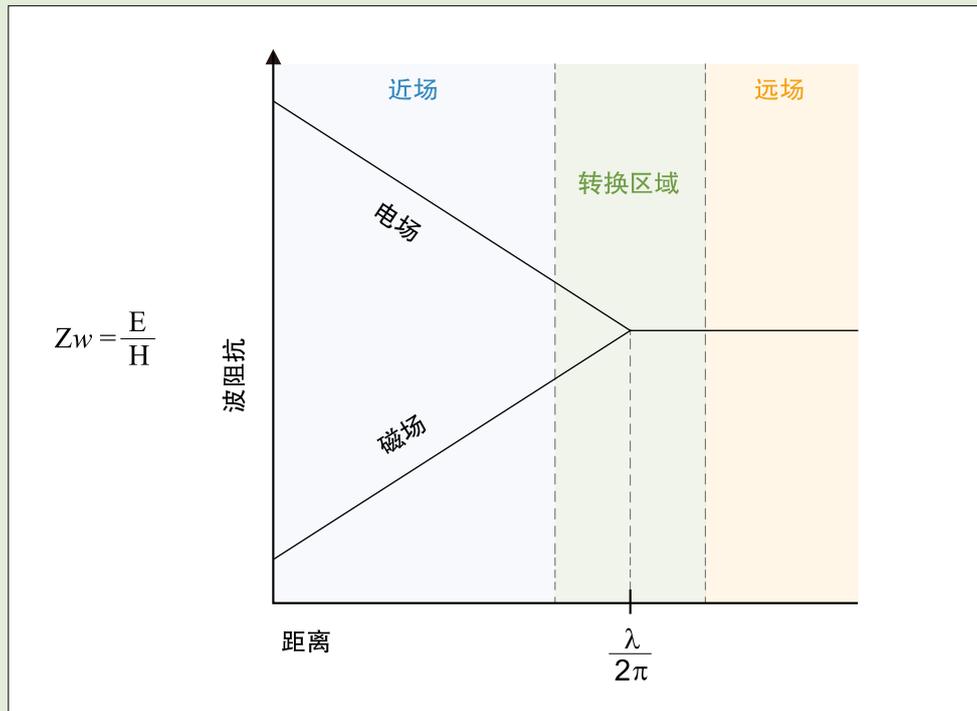


图 12. 在近场中，波阻抗取决于信号源的特点及距信号源的距离。在远场中，阻抗是恒定的。

在全面一致性测试实验室中，我们使用 EMI 接收机和精心校准的天线，在 3 米或 10 米距离上测试电子器件。换句话说，也可能在远场中完成测量。这些测试舱旨在消除或大大降低所有不想要的 RF 信号，以便只测量 DUT 的 EMI 信号。

尽管我们需要尽最大努力来保证预一致性测试中的 RF 背景噪声达到最小，但背景噪声可能仍然很明显。降低测试天线与 DUT 之间的距离可以提升 DUT 相对于 RF 背景的信号电平。

图 12 显示了近场和远场中波阻抗的特点，以及它们之间的转换区域。我们可以看到，在近场区域中，场可

以以磁场阻抗为主，也可以以电波阻抗为主。近场测量用于调试，因为它们可以确定能量来源，并能够在不需要专用测试站点的情况下执行测试。

但是，一致性测试是在远场中进行的，从近场测量中预测远场能量水平可能会非常复杂，因为远场信号的强度不仅取决于信号源强度，还取决于放射机制及可能采用的任何屏蔽或滤波。我们必须记住的一条经验法则是如果我们能够在远场中观察到一个信号，那么我们也应该能够在近场中观察到相同的信号。我们可能能够在近场中观察到一个信号，但在远场中却观察不到相同的信号。



图 13. 基本预一致性传导辐射测试设置。

案例分析：传导辐射测量

图 13 显示了我们进行传导辐射测试的预一致性测试设置。被测器件是笔记本电脑使用的通用的 AC/DC 电源适配器。

LISN (工频阻抗稳定性网络)

注意！一定要先从 LISN 上断开频谱分析仪输入，然后再从 LISN 中拔下电源！LISN 放电可能会损坏频谱分析仪前端。

在传导辐射测量中，您使用的是 LISN (工频阻抗稳定性网络)，而不是天线。LISN³ 是一种低通滤波器，放在 AC 或 DC 电源与 DUT 之间，创建已知阻抗，提供一个 RF 噪声测量端口。它还把不想要的 RF 信号与电源隔开。增加一个预放也是提升相对 DUT 信号电平的好方法。图 14 (第 13 页) 显示了我们的设置的方框图。

注意，60 或 50 Hz 电源上传导的干扰对某些设计可能也是一个问题。大多数传导 EMI 测试规定了 9 kHz - 1 GHz 实测频率范围，但在需要时也可以在更低频率上测量信号。对低频测量，RSA5100 系列实时频谱分析仪是很好的选择，因为它们可以覆盖直到 1 赫兹以下的频率范围。

为最有效地测量传导 EMI，最好使用两个 LISN：一个用于到 DUT 的规定阻抗，一个用于频谱分析仪或接收机。当然，有一个 LISN 总比没有强，但最好有两个 LISN。

³ 我们使用了 Solar Electronics, Type 8028-50-TA-24 BNC LISN。
<http://www.solar-emc.com/LISN.html>

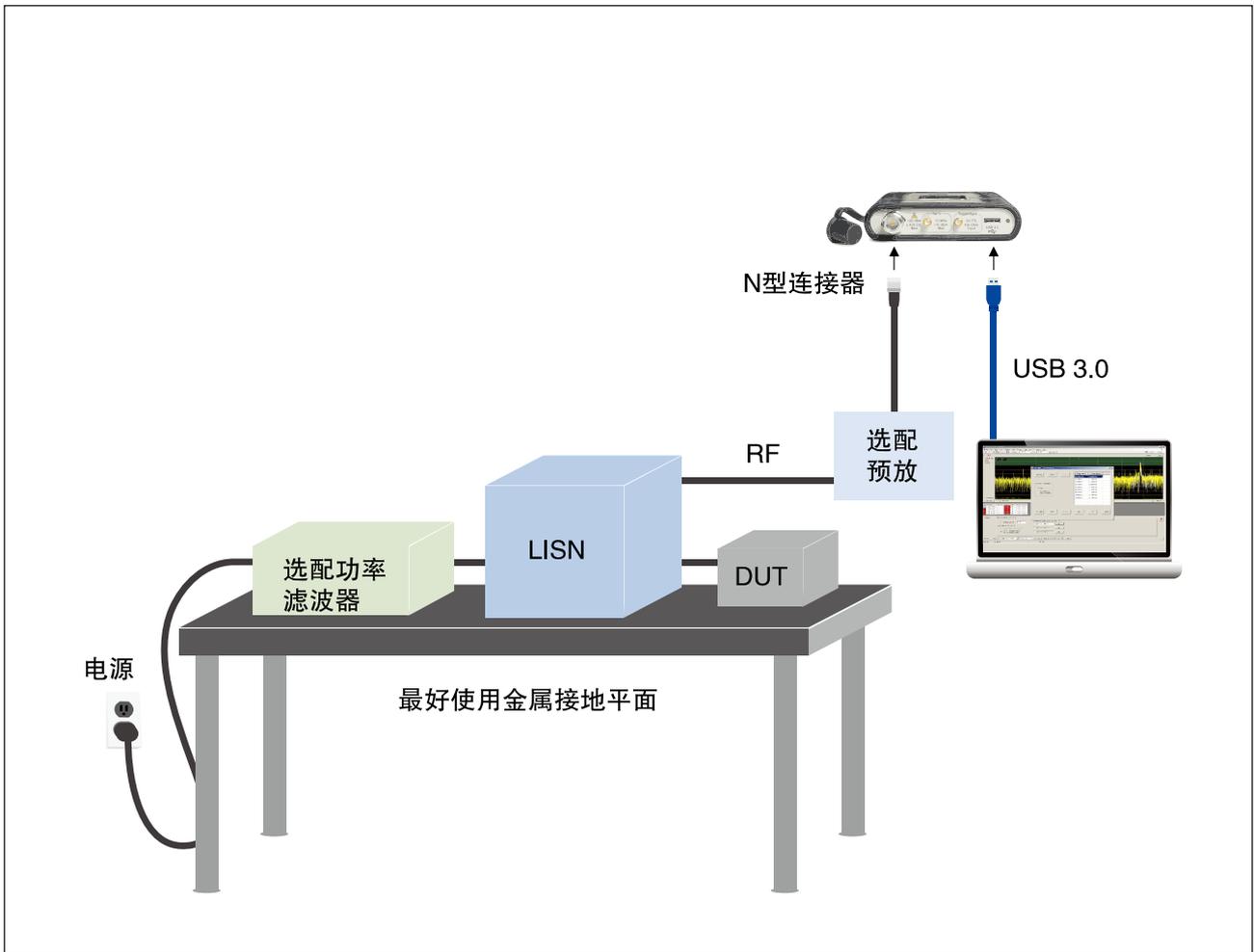


图 14. 预一致性传导辐射测试的方框图。



图 15. 传导辐射测试显示频谱较低一端有超限的情况。

功率滤波器

对传导测量，背景噪声来自于电源。尽管 LISN 提供了一定的隔离度，但您经常需要额外的功率滤波。在我们的测量中，结果主要是来自大楼电源的噪声。通过增加电源滤波器⁴，我们可以把进入的噪声降低到足够的水平，来进行我们的传导测量。

分析环境特性和测试结果

首先，我们把 LISN 校正因数输入 RSA306，打开峰值检测器电源，设置极限行。在打开 DUT 电源前，一定要评估和分析测试环境特性。极限行与噪底之间是否有足够的空间？是否需要增加功率滤波器？

如果您对背景噪声满意，打开 DUT 电源，按该顺序把 LISN 输出连接到频谱分析仪上。两项测量之差即来自 DUT 的辐射（图 15）。

在传导测量中，我们的 DUT 是网上购买的成本非常低的笔记本电脑电源。我们使用备用笔记本电脑作为电源负载。在这种情况下，我们可以看到测试失败。图 15 显示 DUT 传导辐射在大约 172 Hz 处高出极限。RSA306 上提供的功能可以执行预一致性测量和诊断。熟悉 DUT 设计的工程师可以确定问题信号。这时近场探测工具也非常实用。如果您已经正确设置测试，没有什么东西接近极限行，那么这可能意味着您已经可以准备进行一致性测试。

⁴ 我们使用了 Filter Concepts SX30, http://www.filterconcepts.com/ac_filters.html



图 16. 可以使用近场探头，发现非预计 RF 辐射的位置。

调试使用的近场工具

本质上，远场测试可以准确地区分产品是整体通过测试还是测试失败，但不能确定问题来源。如果只使用远场测试，并不能把问题隔离到具体元件或位置，比如金属机箱的开口中“泄漏”出太多的 RF 能量，也不能帮助识别一条电缆放射出太多的 RF 能量。近场测试是定位这些辐射来源的好方法，一般使用频谱分析仪和近场探头执行近场测试。

EMI 近场探头是用来捕获关心区域电场 (E) 或磁场 (H) 的电磁拾取装置，与频谱分析仪一起使用。许多制造商都提供了成套探头，在尺寸、灵敏度和频率范围之间实现最佳平衡，您可能在工具套件中需要所有规格的探头，以解决问题。选择磁场探头还是电场探头可能取决于信号在设计中的位置，或者其来源的特点 (电压还是电流)。

例如，有金属屏蔽层可能会抑制电场，从而在应用中必需使用磁场探头。必须使用近场探头拾取被测器件附近的信号。如需进一步信息，泰克编制了一份应用指南，重点介绍怎样使用近场探头调试 EMI 问题。⁵

总结

EMI 一致性测试失败成本很高，可能会使产品开发周期面临风险。而设置自己的预一致性测试可以帮助您隔离任何问题区域，在把设计发往标准测试机构前解决问题。泰克 RSA306 提供了全新的低成本预一致性测试功能，可以在您的产品获得 EMI 认证时帮助您最大限度地减少所需的费用和时间。

⁵ “实用 EMI 调试”，<http://www.tek.com/document/application-overview/troubleshooting-emi-problems>



泰克官方微信

如需所有最新配套资料，请立即与泰克本地代表联系！

或登录泰克公司中文网站：cn.tek.com

泰克中国客户服务中心全国热线：400-820-5835

泰克科技(中国)有限公司
上海市浦东新区川桥路1227号
邮编：201206
电话：(86 21) 5031 2000
传真：(86 21) 5899 3156

泰克北京办事处
北京市海淀区花园路4号
通恒大厦1楼101室
邮编：100088
电话：(86 10) 5795 0700
传真：(86 10) 6235 1236

泰克上海办事处
上海市徐汇区宜山路900号
科技大楼C座7楼/9楼
邮编：200233
电话：(86 21) 3397 0800
传真：(86 21) 6289 7267

泰克深圳办事处
深圳市深南东路5002号
信兴广场地王商业大厦3001-3002室
邮编：518008
电话：(86 755) 8246 0909
传真：(86 755) 8246 1539

泰克成都办事处
成都市锦江区三色路38号
博瑞创意成都B座1604
邮编：610063
电话：(86 28) 6530 4900
传真：(86 28) 8527 0053

泰克西安办事处
西安市二环南路西段88号
老三届世纪星大厦26层C座
邮编：710065
电话：(86 29) 8723 1794
传真：(86 29) 8721 8549

泰克武汉办事处
武汉市洪山区珞喻路726号
华美达大酒店702室
邮编：430074
电话：(86 27) 8781 2760

泰克香港办事处
香港九龙尖沙咀弥敦道132号
美丽华大厦808-809室
电话：(852) 2585 6688
传真：(852) 2598 6260

cn.tek.com

有关信息

泰克维护着完善的、且不断扩大的资料库，其中包括各种应用指南、技术简介和其它资源，帮助工程师开发尖端技术。详情请访问：cn.tek.com

©泰克公司 2016 年版权所有，侵权必究。泰克产品受到已经签发及正在申请的美国专利和外国专利保护。本文中的信息代替所有以前出版的材料中的信息。本文中的技术数据和价格如有变更，恕不另行通告。TEKTRONIX 和 TEK 是泰克公司的注册商标。本文中提到的所有其它商号均为各自公司的服务标志、商标或注册商标。

