

**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real



# 高达3GHz的EMC预一致性测试

Flyer | Version 01.00



 **海洋儀器**

致力于电子测试、维护领域!

# 什么是EMC? 为什么它很重要?

所有电子设备在工作时都会发射电磁波。对一些工程师来说,这是一个预期的功能,而对另一些工程师来说,这是一个不受欢迎的副产品;这些辐射强度足以干扰其它电子设备。

所有电子产品都必须具备电磁兼容性(EMC);其由开发和生产标准严格规定,在靠近其它电子设备时以确保产品的安全运行。通过移动电话和计算机、自动化车辆和飞机执行精确任务的领域,即使是轻微的干扰也可能造成严重的不可预见的后果,EMC尤其重要。

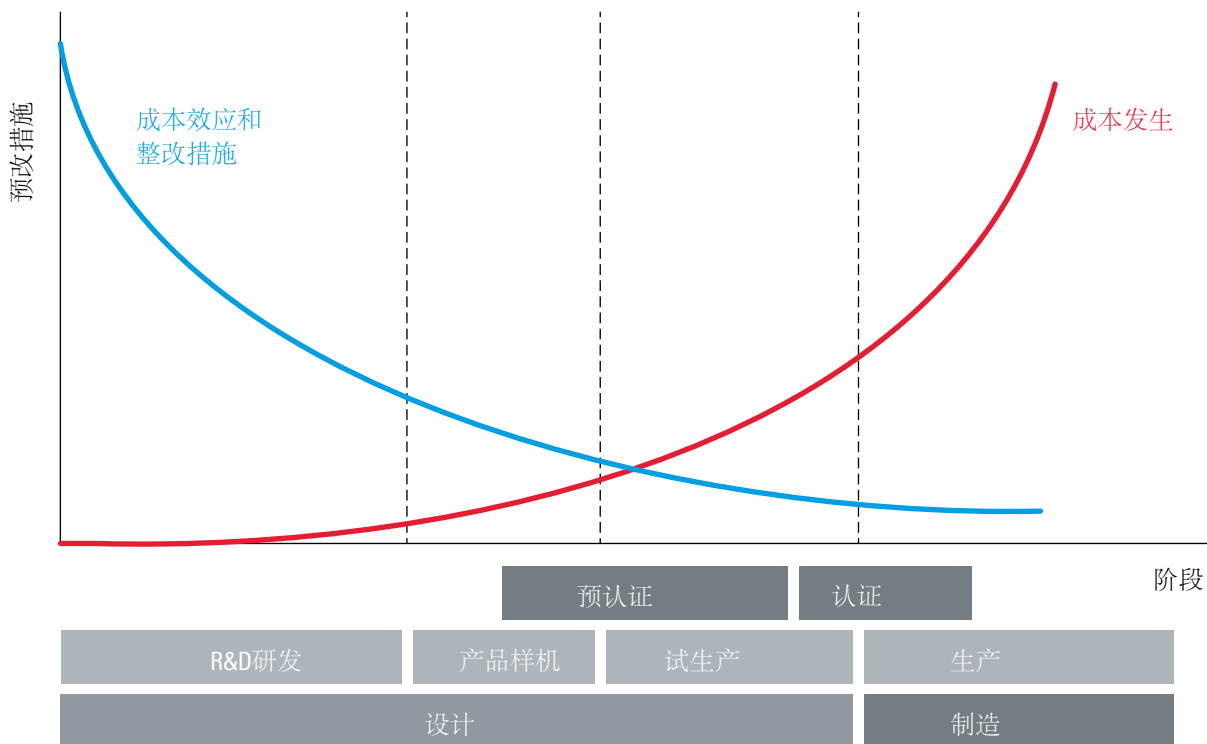
如下图所示,在产品开发的原型和预生产阶段,应该已经执行预兼容性和调试测试,以确保遵守EMC标准。只有在开发过程的早期发现并解决EMC问题——而不是在最终开发阶段或生产过程中解决问题,才能满足开发预算和上市时间的要求。这减少了必须重新设计产品,以消除EMC测试失败的可能性,节省时间并确保产品完好上市。

EMC测试是任何产品开发过程中的关键部分,因为电磁干扰(EMI)可能来自多种来源,且具有不同的特性和机理。电磁干扰(EMI)一直是人们不希望看到的现象,其总体目标是将其消除或降低到一定限度以下。

EMI可以是连续的,不断地存在于背景中;也可以发生很短的一段时间。辐射和传导干扰两种方式是指EMI从源传播到受干扰影响设备的路径。

辐射干扰是由设备发射的电磁波,它们在空气中传播,并能影响其他设备。

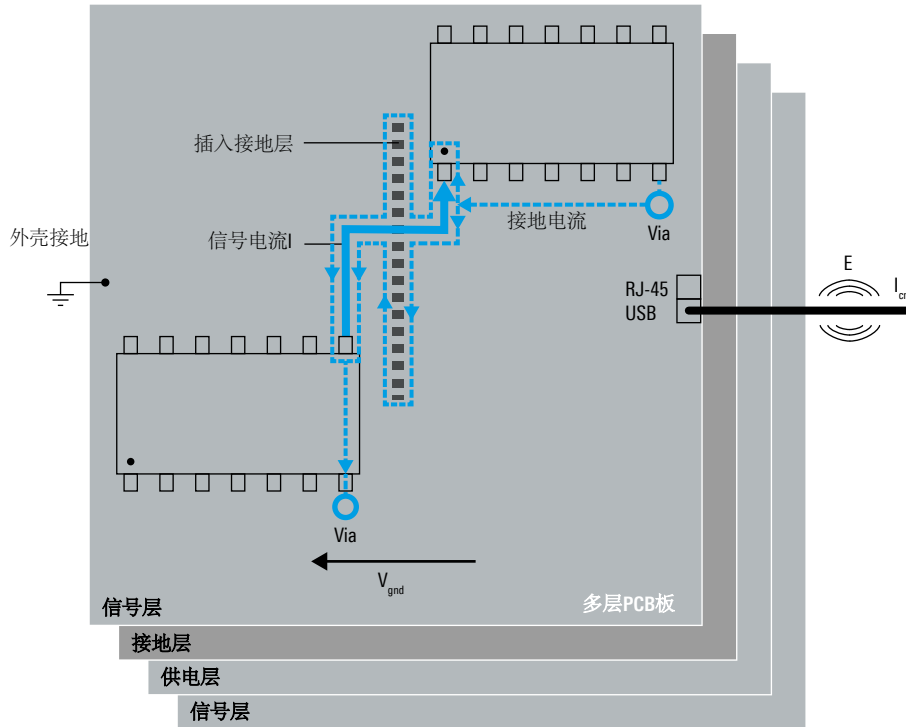
传导干扰是通过电子连接(如电缆)从一个设备传播到其他直接连接设备的电磁波。



北京海洋兴业科技股份有限公司在EMI预一致性测试方面拥有丰富的经验,并为EMI调试、预一致性和一致性测试提供解决方案,它们有助于在早期阶段测试电路布线,并定位和消除可能的发射源。

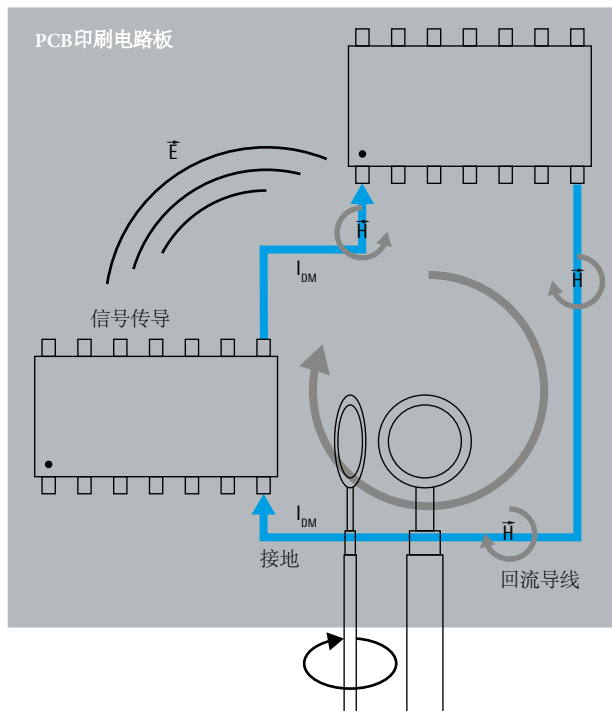
**不想要的EMI噪声分为两类: 差模和共模射频干扰。**

## 差模射频干扰



来自PCB印刷电路板的差模射频干扰是由于电流通过信号路径而产生的；在信号路径中，正向和反向导体没有一起布线，从而形成导体回路。干扰源会影响电路的主要功能，即在电路的两个部件之间传输数据。近场测试设备可用于检测差模射频干扰源。在这里，我们使用具有适当方向性的环形天线，并且在测量过程中必须旋转环形天线以找到射频干扰的最大值。

## 共模射频干扰

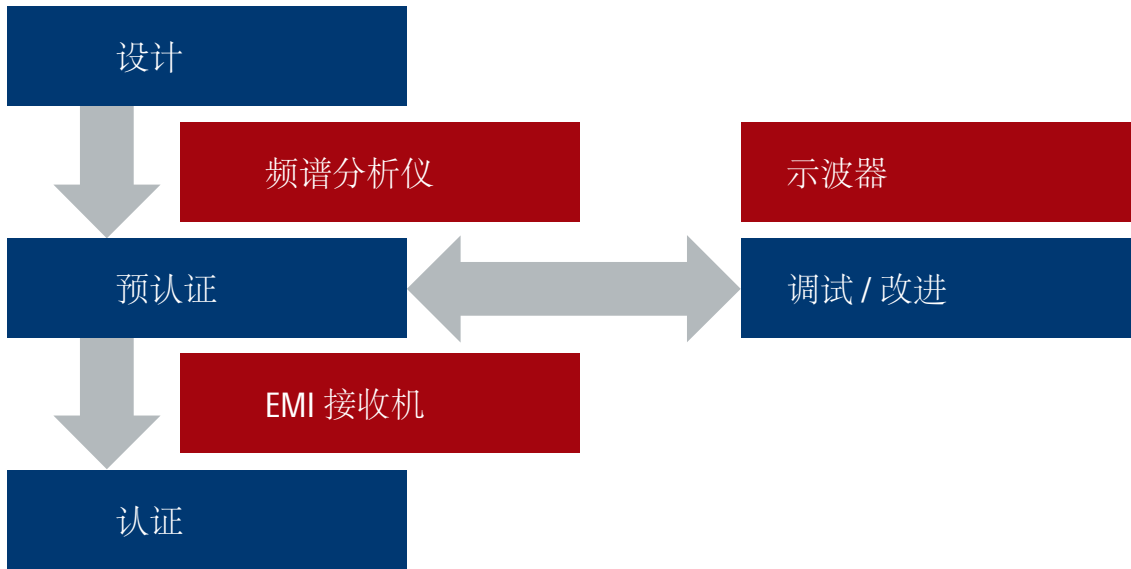


寄生效应会引起共模射频干扰，尤其在接地层槽或为阻止传输信号的返回电流靠近信号线的情况下，该问题在多层印刷电路板很常见。在图中，源来自接地层的槽，它在回路导体中引起寄生电感；这会导致接地层不同点之间的电压降。如果我们将电缆连接到这种类型印刷电路板上，它将像天线一样工作，并导致共模电流流动，这是一种不期望的效果。在实践中，共模电流是产生不希望的射频干扰的主要原因之一。近场测试设备可用于检测共模干扰发射源，能检测共模电流（或产生磁场）的磁性，近场探头完全能完成此项测试工作。

# 辐射和传导干扰的基本EMI调试过程

尽管产品开发过程有其特殊性，但大多数情况下，它有一系列标准步骤来推进。每一步都需要通过不同类型的测试设备来进行连续测试，例如预一致性和调试测试通常借助频谱分析仪或示波器来完成，而一致性测试通常借助EMI接收机。

- ◆近场测量用于定位干扰源
- ◆噪声干扰源定位后，可以分析干扰行为并评估整改措施。
- ◆在进入合规性阶段之前，执行最终的预合规性摸底。



## 用于EMI调试和预一致性测试的示波器与频谱分析仪

EMI电磁干扰调试围绕着一个简单的想法：有一个方便和负担得起的仪器，可以在产品设计过程中用来验证和潜在问题的早期检测。

要进行EMI测试，根据现有的实验室设备和需要，您可使用频谱分析仪或示波器和近场探头组。EMI测试接收机也是一种选择，它们提供高动态范围和满足最严格的要求；但是，它们最适合于EMC预认证和认证性测试的最后阶段。

近场探头常用作定位EMC问题的诊断工具，例如：在电路板、集成电路、电缆和屏蔽上，近场探头非常适合用于从30MHz到3GHz的干扰测量。

每个探头都有不同的优点和缺点，因此使用一组探头进行测试，对您帮助很大。干扰探测总是从较大的探头开始，以便更容易地定位一般问题的区域，然后使用较小的探头来定位告饶的确切来源。

电流的快速变化（高 $di/dt$ ）和电压的快速变化（高 $dv/dt$ ）导致干扰。

高 $di/dt$ 的区域可以通过H场探头（通常是环形磁场探头）来定位。

E-场探头(电场探头)有助于探测高 $dv/dt$ 区域。一旦发现具有高 $di/dt$ 或高 $dv/dt$ 的区域，则使用较小尺寸的探头以更高的分辨率来识别干扰点。

如果您希望进行高达3GHz的EMI预一致性测试，北京海洋兴业科技股份有限公司提供了R&S一套专门用于经济高效的EMI测试和调试的仪器，这些仪器具有最佳的性价比：

- ▶ **示波器:** R&S®[RTM3000](#)、R&S®[RTA4000](#)、R&S®[RTE1000](#)
- ▶ **品牌上下游:** R&S®[FPL](#)、R&S®[FPC](#)、R&S®[FPH](#)
- ▶ **EMI 测试接收机:** R&S®[ESL](#)
- ▶ **近场探头:** R&S®[HZ-15](#) (含5种无源探头)：用于电场和磁场近距离检测；R&S®[HZ-17](#) (含2种无源探头)：仅用于磁场近距离检测；[HZ540](#)(含3种有源探头)：用于高阻抗、电场和磁场近距离检测

这些仪器和探头从不同的角度来解决电磁干扰EMI问题，每一种仪器类别都提供了不同的方法和诊断技术，它们可以在产品开发周期不同阶段进行相互补充。

# 用示波器调试电磁干扰EMI

## 优点

- ▶ 可测试频域和时域之间的相关性
- ▶ 覆盖宽带和瞬时频率
- ▶ 用于捕获长信号序列的深存储器
- ▶ 相关时频分析的选通FFT分析
- ▶ 实验室级仪器触发间歇事件的频率模板
- ▶ 实验室级仪器进行颜色分级的FFT重叠计算

## 不足点

- ▶ 动态范围有限
- ▶ 无预选器可用
- ▶ 无符合标准的检波器(即CISPR)

示波器是研发工程师工作台上常见仪器，用示波器进行电磁干扰EMI调试任务的能力提供了一个更具成本效益的解决方案，可消除需要购买额外的仪器设备。最先进的示波器是EMI调试的理想工具，因为它们能够将信号从时域转换到频域(通过快速傅立叶FFT变换)，它们能快速准确地检测出电子线路的电磁干扰。示波器的基本工作原理是当输入信号超过某个特定的触发值时捕捉信号，这有助于捕捉噪声信号的峰值。

能用于EMI测试应用的示波器的关键指标要求：

- ▶ 低噪声前端，以便在测量微弱干扰时有足够的动态范围；
- ▶ 直接输入频率参数，如起始和截止频率或分辨率带宽(RBW)；
- ▶ 快速有效的FFT分析，这对于近场探测尤其重要，因为对特定位置噪声级的快速反应非常重要。

使用示波器调试和定位干扰源，组合使用R&S®RTM3004或R&S®RTA4004示波器与R&S®HZ-17近场探头套件，可出色地完成此项工作。

## 高级示波器FFP功能：时间和频率信息的相关性

中型示波器（如R&S®RTM3004或R&S®RTA4004）满足以上这些要求，并已证明对EMI调试问题以及研发实验室早期预一致性测量非常有用。此外，实验室级示波器具有扩展的触发和分析功能，为分析困难的电磁干扰问题提供了更有价值的手段。

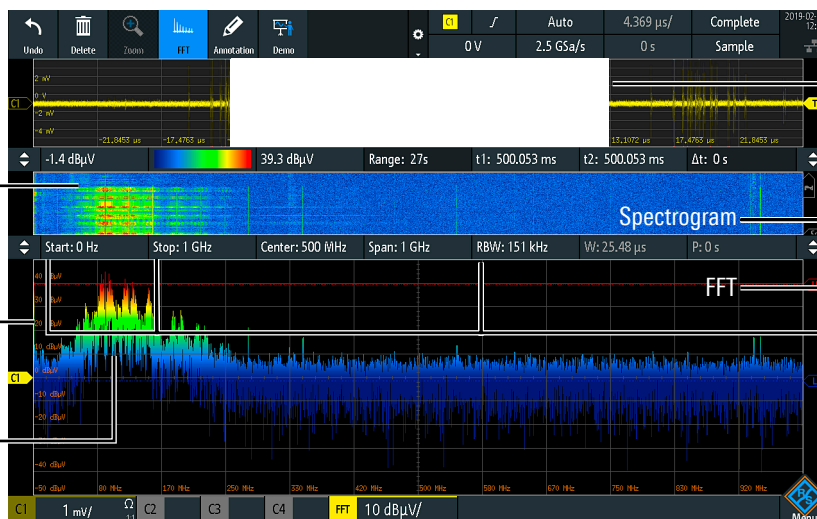
干扰的时频相关性

- ▶ 时间覆盖
- ▶ 谱图
- ▶ FFT分析

瀑布图有助于显示瞬时干扰

用于EMI测量的dB $\mu$ V刻度

彩色编码显示，提高可见度



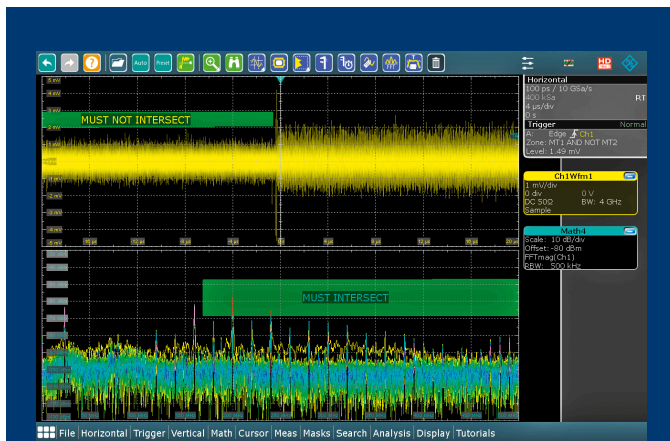
直接设置起始频率、截止频率、RBW

## 用于EMI调试的实验室级与中级示波器的比较

特点	实验室级示波器 R&S®RTE1000, R&S®RTO6	中级示波器 R&S®RTB2000, R&S®RTM3000, R&S®RTA4000
(宽带) 独立选择时间刻度和频率设置	•	–
重叠FFT功能	•	–
频率模板	•	–
时控FFT	•	–
对数频率标度	•	–
dB $\mu$ V刻度	•	•
直接频率设置	•	•
时频相关	•	•
瀑布图	•	•

实验室级示波器能够为时间、频率和数字信号定义多种不同类型的触发，有助于检查捕获信号的产生原因和影响。

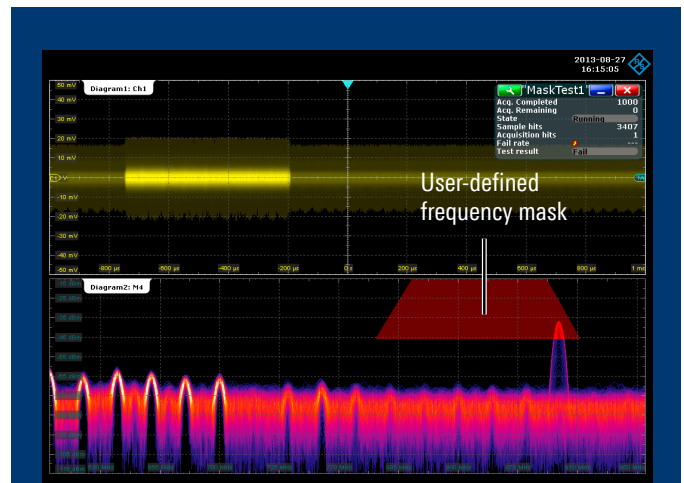
### 区块触发



当信号与区块相交或不相交时，区块触发器被激活，区块可由用户定义，这样用户只集中分析超过特定干扰限值的信号

▶ 适用R&S®RTO6、R&S®RTE1000系列示波器

### 模板超限



与区块触发类似，尽管有轻微的调整，这里的主要目标是在违反模板时停止采集 - 其工作方式类似于示波器中的时域触发模式

▶ 适用R&S®RTE1000系列示波器

## 干扰行为

用示波器进行EMI测试的一个有用特性就是相关时频分析，以揭示信号频谱随时间的演变。此方法用于存在多个宽带源的情况，例如：带有直流电压电平转换器的开关电源。以下示波器分析工具有助于使用EMI测试：

- ▶ **FFT选通干扰：**通过应用FFT选通，您可看到频谱如何随时间演变。这对于切换开关电源中的事件非常有用。FFT选通还可以在时域中隔离杂散的频谱成分。
- ▶ **相关干扰源分析：**嵌入式射频设计需要复杂的测试设置，以检查其行为，这就是为什么示波器跨多个域的时间相关测量是一个很宝贵的手段。
- ▶ **干扰分析的历史功能：**所有先前捕获的信号都存储在存储器中，可以根据需要调出。有了时间戳，就更容易找到相关性；所有保存的信号可进一步分析，如放大、测量、运算和频谱分析选择。新获得的信号可以很快与先前存储在存储器中的信号进行比较分析。

使用示波器测试传导干扰时，R&S®RTM3004加上HM6050-2D线路阻抗稳定网络(LISN)是调试的理想组。

要测量电源的传导高，需要一个LISN线路阻抗稳定网络，将被测设备(DUT)与外部电源断开。

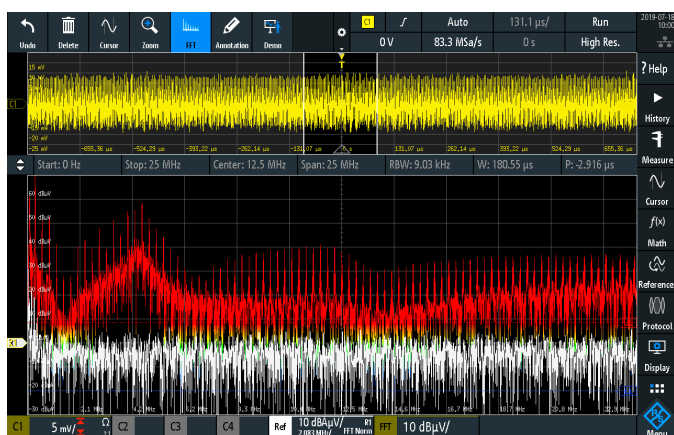
使用示波器测试传导干扰时，R&S® [RTM3004](#)加上[HM6050-2D](#)线路阻抗稳定网络(LISN)是调试的理想组。

要测量电源的传导高，需要一个LISN线路阻抗稳定网络，将被测设备(DUT)与外部电源断开。

一旦FFT应用于信号，并通过选择中心频率和跨距SPAN，示波器可以显示时域和频域轨迹-与频谱分析仪上的结果相比较。在比较干扰限值时，需要考虑到信号可能由于LISN导致衰减。

开关电源的EMI滤波器主要减小EMI频谱；在左边的屏幕截图中可以清楚地看到DC/DC转换器输入端产生的噪声。使用低通滤波器后，右图可以看到输入端的传导干扰有效地减弱；对于某些频率，可以看到高达30dB的衰减。

没有输入滤波的EMI频谱



含输入滤波的EMI频谱



# 用频谱分析仪调试电磁干扰EMI

## 优点

- ▶ 可以很容易地测量非常低的振幅和高频信号
- ▶ 提供更长的无间隙记录
- ▶ 提供EMI专用检波器（准峰值、CISPR平均值）
- ▶ 宽动态范围
- ▶ 可双对数轴显示

## 不足点

- ▶ 仪器成本较高
- ▶ 不像示波器那样通用

频谱分析仪是常用于预一致性测试的装置。内置CISPR检波器，提供高级功能，简化EMI调试。R&S® [FPC1500](#)频谱分析仪是一款价格合理的多用途仪器：具有频谱分析仪、信号发生器和网络分析仪的特点，非常适合于电磁干扰预一致性测量以及电子设计的一般开发、调试和验证。

对于使用频谱分析仪调试和定位干扰源，R&S® [HMS-X](#)和R&S® [FPC1500](#)频谱分析仪具有出色的性能，它们与R&S® [HZ-17](#)近场探头组一起组合，这是一套用于定位干扰源和EMI调试的优秀解决方案。R&S® [HZ-16前置放大器](#)可将测量灵敏度提高：频率3GHz，增益约为20dB，噪声系数为4.5dB。

其他可用于定位有害干扰源的频谱分析仪：R&S® [FPL](#)(轻量级紧凑型的高端功能)和R&S® [FPH](#)(手持式便携式，非常适合外场使用)。

为了测试**传导干扰**，您可使用R&S®[HMS-X](#)和R&S®[FPC1500](#)频谱分析仪来分析耦合到主电源的射频干扰水平；这要求射频信号与主电源分开，并稳定到50Ω，这可通过R&S®[HM6050-2D](#)线路阻抗稳定网络（LISN）来实现。

外部软件控制并记录测试工作流程，即负责LISN线路切换；报告模板可以用来方便地记录测试结果。

辐射干扰是任何电路固有的。通过测试辐射干扰，您可测量产品产生的无意发射的电磁场强度。

## 设置

- ▶ 连接合适的探头：把R&S®[HZ-15](#)或R&S®[HZ-17](#)探头组连接到R&S®[HMS-X](#)或R&S®[FPC1500](#)频谱分析仪的射频输入端
- ▶ 将近场探头移到电路板或被测模块上
- ▶ 使用R&S®[ELEKTRA](#) EMI软件（R&S®[ELEMI-E](#)）记录调查结果

实验室不可避免地是一个嘈杂且不断变化的电气环境，重复测量需要基准参考地，使用屏蔽室能有助于避免接收环境无线信号。

## 设置

连接R&S®[HM6050-2](#) LISN到以下设备：

- ▶ 通过隔离变压器供电
- ▶ DUT被测设备
- ▶ 通过BNC电缆连接到R&S®[HMS-X](#)或R&S®[FPC1500](#)频谱分析仪
- ▶ 在PC上运行R&S®[ELEKTRA](#) EMI软件([ELEMI-E](#))：使用串口/USB适配器电缆进行线路切换，并使用LAN连接到频谱分析仪进行远程控制



# 谐波测试

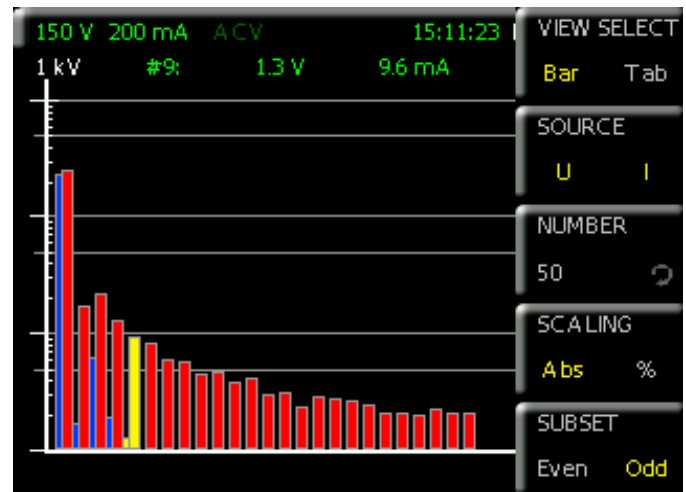
CE标志强制性标准中的电能质量的重要一项就是16A的谐波测试。不必要的谐波会增加电力系统中产生的热量，导致电力损耗、更高的电力成本以及系统本身的性能降低。限制谐波是一项重要的任务。

为了获得CE认证，必须对谐波电流进行分析，以确保其在IEC/EN 61000-3-2规定的电能质量限值内。该标准意味着对连接到公共低压系统的所有单相设备的谐波电流进行测试。装置的最大额定输入电流应小于或等于16A；而且，本标准是EMC/CE检查的一部分。

R&S®[HMC8015](#)功率分析仪提供无缝采集和实时信号处理，以加速传导谐波干扰测量。对于A类设备，必须检查40次以下的谐波，R&S®[HMC8015](#)功率计可以检查高达50次的谐波。

一旦DUT正确连接到仪器，向导功能将引导用户完成测量并配置所需的参数；这减少了误差并提供了快速简便的测量。通过选择使用的国家地区，用户可以设置电压和频率调整参数，以及设备类别、峰值因子、量程和预期功耗模式。最后通过相应可选功能，功率分析仪会自动检测并纠正不正确的设置。

在测量过程中，用户可以对电流谐波进行监测。测试完成后，可以轻松地将结果导出到易于使用、可配置的报告。





# 经济型3GHz电磁兼容预认证和EMI纠错测试产品选型表

产品	订单号
<b>用示波器进行EMI调试与预一致性测试</b>	
R&S®RTM3002示波器	1335.8794.02
R&S®RTM3004示波器	1335.8794.04
R&S®RTA4004示波器	1335.7700.04
R&S®RTE1002示波器	1326.2000.22
R&S®RTE1004示波器	1326.2000.32
R&S®HZ-15 E和H近场探头组	1147.2736.02
R&S®HZ-17 H近场探头组	1339.4141.02
<b>用频谱分析仪进行EMI调试与预一致性测试</b>	
R&S®HMS-X 频谱分析仪	
R&S®FPC1500含跟踪源的频谱分析仪	1328.6660K03
R&S®FPH手持频谱分析仪	
R&S®HZ-15 无源E和H场近场探头提交	1147.2736.02
R&S®HZ-17 无源磁场探头套件	1339.4141.02
R&S®HZ540 3GHz有源近场探头套件	
R&S®HM6050-2D人工电源网络LISN	3593.0351K02
R&S®FPC-Z1连接R&S®FPC1500和HMS-X到R&S®HM6050-2D电缆	1328.7444.02
R&S®ELEMI-E EMI测试软件	5601.0030.02
R&S®ELEKTRA密钥狗	5601.0018K02

# 总结

EMC预一致性测试有助于确保产品按时上市，并避免昂贵的故障损失。EMI测试需要一种不同于常规时域和其它射频测量的方法。不需要的EMI噪声可能来自设备的一个或多个组件，因此选择最好的工具来执行EMI预兼容性和调试测试来提高测试效率。

示波器和频谱分析仪提供了范围广泛的诊断技术，这些技术在产品开发周期的任何阶段都会有所帮助：确保产品成功通过完全的EMC符合性测试，使其能够按时投入市场，而无需投资额外的设备。


## 使用示波器进行EMI纠错

- ▶ 示波器是一个经济合理的仪器，因为它已经在工程师的工作台上使用
- ▶ 使用示波器进行EMI调试可以将干扰信号与时域事件关联起来
- ▶ 同步时域和频域分析与高级触发器的结合，允许快速洞察电磁干扰EMI问题

## 使用频谱分析仪进行EMI纠错

- ▶ 频谱分析仪在大信号附近检测小信号提供宽动态范围
- ▶ 具有CISPR检波器、EMI特定测量和基于PC软件的文件
- ▶ 提供双对数轴显示

无论您是打算用示波器还是频谱分析仪进行EMI调试测试，[北京海洋兴业科技股份有限公司](#)都能提供高达3GHz的完整测试解决方案。对于更高频率的电磁干扰测试解决方案，请随时联系北京海洋兴业科技股份有限公司微波射频部，帮您解决更高频率的测试整体方案。

 北京海洋兴业科技股份有限公司 (证券代码: 839145)

北京市西三旗东黄平路19号龙旗广场4号楼(E座)906室

电话: 010-62176775 62178811 62176785

企业QQ: 800057747 维修QQ: 508005118

企业官网: [www.hyxyyq.com](http://www.hyxyyq.com)

邮编: 100096

传真: 010-62176619

邮箱: [market@oitek.com.cn](mailto:market@oitek.com.cn)

购线网: [www.gooxian.com](http://www.gooxian.com)



扫描二维码关注我们  
查找微信公众号: 海洋仪器