

# EMI 故障诊断:近场探头的选择与应用



## 应用指南

### 概述

近场电磁干扰 (EMI) 测试是电磁兼容性 (EMC) 辐射发射预兼容测试中的一个重要组成。EMI 机构使用 EMI 接收机和经过准确校准的天线来测试 3 或 10 米距离上的器件，这称为远场测量。电磁场的特性主要由被测器件(DUT)以及它与接收机和天线的距离决定。远场辐射发射测量可以准确地告诉我们被测器件是否符合相应的 EMC/EMI 标准。

但是，远场测试也有一些局限性。它无法告诉工程师，严重的辐射问题到底是来自于 USB、LAN 之类的通信接口，还是来自壳体的缝隙，或来自连接的电缆乃至电源线。在这种情况下，我们只能使用频谱分析仪和近场探头，通过近场测试来定位这些发射源。近场测试是一种相对量测试，这意味着它需要把被测器件的测试结果与基准器件的测试结果进行比较，以预测被测器件通过一致性测试的可能性。需要注意的是，比较近场测试结果与 EMI 标准测试极限是没有意义的，因为测试读数受许多因素的影响，包括探头位置和被测器件的形状等。

本应用指南将介绍各种近场探头的特点，并解释了它们在定位、评测可能的发射源以及对其进行故障诊断方面的特殊优势。

## 近场探头简介

电磁场是由电场(E场)和磁场(H场)结合形成的。工程师可使用各种探头来检测每类场中的发射。

### 磁场探头

磁场发射源通常来自芯片组引脚、印刷电路板导线、电源线或信号线，或没有良好接地的金属盖。磁场探头的感应元件是一个与发射导线或电线电感耦合的简易线圈。磁场探头在它的回路与载流电线对齐时，提供频谱分析仪的最大输出电压。在诊断 EMI 的故障时，工程师需要在被测器件的表面旋转和移动探头，以确定探头在功率读数达到最大值时的位置，同时避免遗漏重要的发射源。

### 电场探头

电场主要来源于未使用负载端接的电缆和电线，以及通向高阻抗逻辑电路的印刷电路板导线（可能是逻辑集成电路的高阻抗输入或三相输出）。最简单的电场探头实质上就是一个小型天线。电场探头能够很方便地探测空中信号，例如蜂窝下行链路信号。这些大功率空中信号可能需要增加衰减，以防频谱分析仪过载。不过，增加衰减将会影响频谱分析仪的灵敏度。

### 选择探头类型

在远场测试中，被测器件和天线之间的距离决定了场强的大小。当探头靠近发射源时，电流、电压、形状和材料等特性将成为决定场强的主要因素。如果辐射是来自高电压、弱电流的电路或元器件，那么电场在 EMI 近场中将起到主要作用。如果部分被测器件中电流很强而电压较低，那么磁场将起到主要作用。在近场测试中，当探头逐渐远离被测器件时，磁场衰落的速度比电场更快。因此，磁场探头更多地用于在近场测试中定位发射目标。

### 选择磁场探头

选择近场测试探头往往要考虑几个重要因素，包括探头灵敏度、分辨率和频率响应等。

#### 灵敏度

与频谱分析仪不同，近场探头的灵敏度不是一个绝对值。因此，工程师需要将频谱分析仪和探头视为一个整体系统来测试其灵敏度。整个系统应能够轻松地探测到很小的发射，并有足够的裕量来观测硬件变动前后发射的变化。

#### 分辨率

探头的分辨率对于定位发射源至关重要。通常来说，探头的灵敏度和分辨率是一对矛盾体。例如，尺寸越大的磁场探头，灵敏度往往越高，探测发射的区域越大，但其分辨率会越低，从而难以准确地分辨发射源。因此，最好是先使用尺寸较大、灵敏度较高的探头来执行 EMI 测试，捕获和确定发射源的大致区域，然后使用尺寸较小但分辨率较高的探头来确定发射源的准确位置。为此，推荐您配备多种探头。

#### 频率响应

频率响应是一个经常会被忽略的重要因素。频率响应是给定探头在测量相同幅度、不同频率的信号时得到的幅度差。当使用天线测试磁场时，更重要的是精确测量场强，而不是测量频率响应。

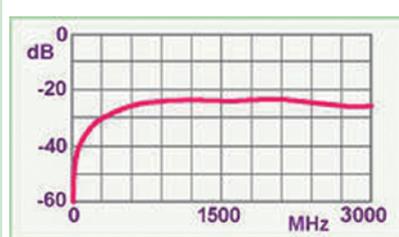
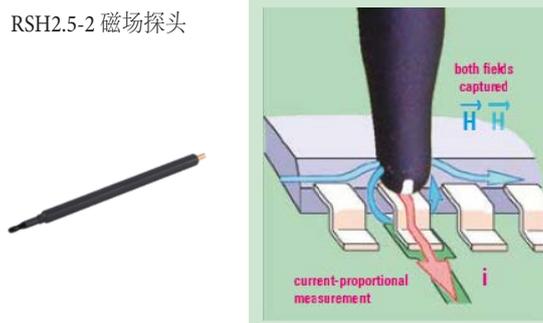
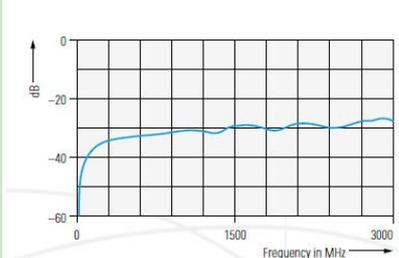
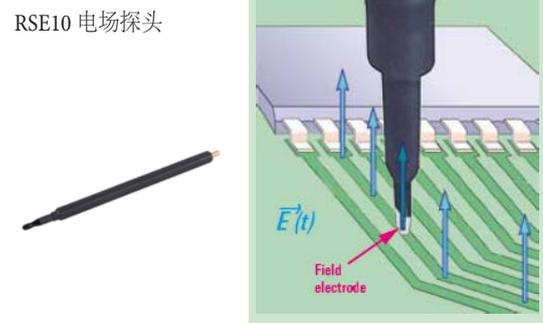
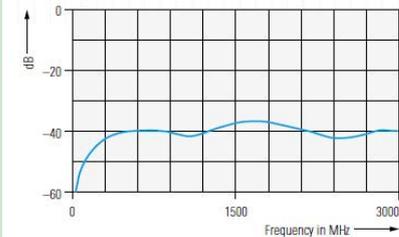
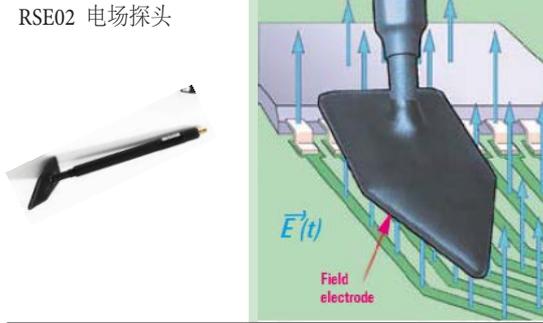
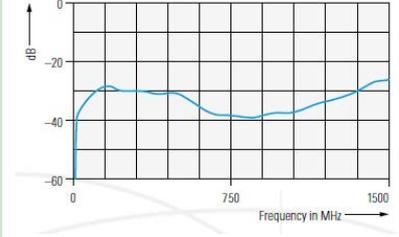
在进行近场测试的过程中，探头的角度以及探头与被测器件之间的距离都会改变，因此使测量场强的绝对值失去了意义。数据结果的比较非常重要，它可以帮助工程师找到产生最大发射的频率点。例如，如果频率响应在一个特定频率上出现很大衰减，那么在该频率上的高发射可能远远低于信号分析仪上的发射，因而被忽视。

#### 其它特性

探头的形状和多样性也是选择探头时需要考虑的重要因素。除了上面介绍的常规的电场和磁场探头之外，工程师可能还需要一些专用探头，用来实施先进的 EMI 故障诊断。专用探头通常用于寻找并屏蔽可能的发射源。例如：工程师可能需要借助专用的探头，才能发现耦合到电缆或电线，并辐射到被测器件其他部分的发射。如果干扰信号通过电缆发射，那么使用常规的磁场和电场探头是很难探测到这些干扰信号的。

## 德国罗德与施瓦茨HZ15近场探头组

HZ15近场探头组覆盖 30MHz 至 3GHz 的频率范围，可用于构建经济高效的 EMI 故障诊断解决方案，来解决各种 EMI 问题。这款探头组中包含五种探头 (见下表)，通过与功能强大的 EMI 预兼容测量软件和 EMI 接收机结合使用，在灵敏度、分辨率和多样性三方面达到完美平衡。

型号	频率范围	描述
RSH400-1 磁场探头 		这个大直径近场探头灵敏度最高，但分辨率最低。的探测距离最大达 10cm。  频率: 30 MHz 至 3GHz 直径: 大约 25mm
RSH50-1 磁场探头 		与 RSH400-1 相比，分辨率更高，但灵敏度更低，探测距离最大 3cm。  频率: 30 MHz 至 2GHz 直径: 大约 10mm
RSH2.5-2 磁场探头 		用于检测在电路板上导线和元器件管脚 (如电容器和集成电路) 的电流频谱。  频率: 30 MHz 至 3GHz 分辨率: 大约 0.5mm
RSE10 电场探头 		印刷电路板上一簇导线中探测单根细窄的导线。  频率: 30 MHz 至 3GHz 分辨率: 大约 0.2mm
RSE02 电场探头 		探测总线结构表面、大元件或线缆结构发射的电场干扰。  频率: 30 MHz 至 1.5GHz 分辨率: 大约 2 cm × 5 cm

HZ15近场探头组中五种探头的技术参数

# R&S® HZ-15电场和磁场测试近场探头组, 30MHz 至 3GHz

**配合示波器、EMI接收机、频谱分析仪来进行电场和磁场辐射干扰测试**

在进行近场分析之前, 你需要首先了解电场和磁场是如何分布的, R&S® HZ15近场探头组所包含的5支探头很好的适应了这种需求。所有的近场探头使用方便, 是对印制电路板及元器件上的超过30MHz的高频电磁场进行测试的理想工具。磁场探头包含特殊电隔离的探头头部, 不同的探头头部形状适应不同的近场测量任务。

探头带宽的上限是由探头头部的大小和设计所决定的。所有近场探头都是无源的, 可接入至示波器、接收机或频谱分析仪的输入端口。R&S® HZ16前置放大器可提高探测灵敏度。

电路设计者常常需要对产品进行近场测试, 以确定其电磁场分布是否超出特定EMC标准的要求范围。基于场强测试结果, 设计者可以知道待测件上的某些关键频点, 减小EMI的有效途径是分析近场, 发现干扰源并采取特定的措施以改进。

- 主要性能:
- 特殊电隔离的磁场探头
  - 探头头部设计适应近场测试需求
  - 高分辨率测量
  - 确定磁场方向
  - 操作简便

## 结论

近场电磁干扰 (EMI) 测试是电磁兼容性 (EMC) 辐射发射预兼容测试中的一个重要工具。用户可考虑各种近场探头在定位和测试可能的发射源以及诊断其故障等方面的不同优势, 选择最适合的近场探头执行这一测试。

## 北京海洋兴业科技有限公司

北京市西三旗东黄平路 19 号龙旗广场 4 号楼 906

电 话: 010-62176775 62178811 62176785

企业 QQ: 800057747

官方网站: [www.oitek.com.cn](http://www.oitek.com.cn)

邮编: 100096

传真: 010-62176619

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



扫描二维码关注我们

查找微信企业号: 海洋仪器

[www.oitek.com.cn](http://www.oitek.com.cn)