

# EMC 预认证测量的哀与愁

## 前言：

掌握上市时机(Time to market)是全球化超竞争时代的竞争优势之一，而产品上市之前必须通过的技术法规及相关认证，更是掌握上市时的关键。为避免电子产品产生的电磁信号对其他产品造成干扰，并确保电子产品不被其他产品的电磁波干扰，电磁兼容 EMC (EMI 电磁干扰度+EMS 电磁抗扰度)的认证是各国普遍需要的测量。悲哀的是一旦 EMC 未通过认证，纠错往往花费巨大，租用实验室以小时计费，未能掌握上市时的商业损失更是巨大，所以许多测量仪器厂商纷纷倡议要建立预认证(Pre-compliance)测量机制，预认证后有信心通过认证时才送实验室，这个倡议有助于降低成本并提高通过率，但是实际评估预认证测量方案后才发现困难重重，令人发愁。

首先是近场天线分为电场及磁场两种，两种无法同时测量，且测量结果差异大。

第二个问题是近场天线有方向性，方向及位置不同测量结果不同。

第三个问题是传导(Conduction)干扰的测量需要阻抗稳定网络(LISN)。

第四个问题是预认证的方案大都缺乏对 EMS(电磁抗扰度)的评估。

第五个问题是产生干扰的三个要件是干扰来源(Source)、传导路径(Path)及天线效应(Antenna)，在修改线路前，如何仿真印刷电路板(PCB)走线长度、改变输入或输出电缆(I/O Cable)接线长度的天线效应？

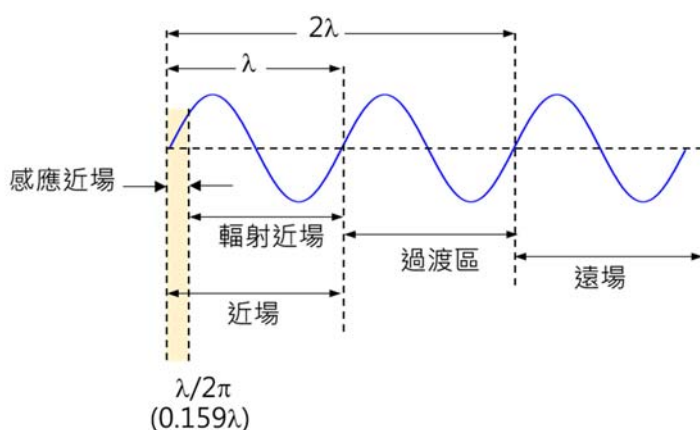
第六个问题是预认证测量是采取近场的测量方式，与实验室认证时的远场测量不同。

第七个问题是依据标准的测量设定复杂，对频谱分析仪操作不熟悉的工程师，学习并设定频谱分析仪的使用成本很高。

本文的目的就是要协助工程师克服这些 EMC 预认证量测的哀与愁。

## 电场与磁场相生与相伴。传统方法是将两者分别测量，无法看清干扰的全貌。

接收天线与发射源的距离小于信号波长的区域称为近场，近场可分为感应近场区与辐射近场区，大于波长的区域为远场，例如 300MHz 的信号其波长为 1m，15.9cm 以内是感应近场，1m 以内为辐射近场，2m 以上就是远场。

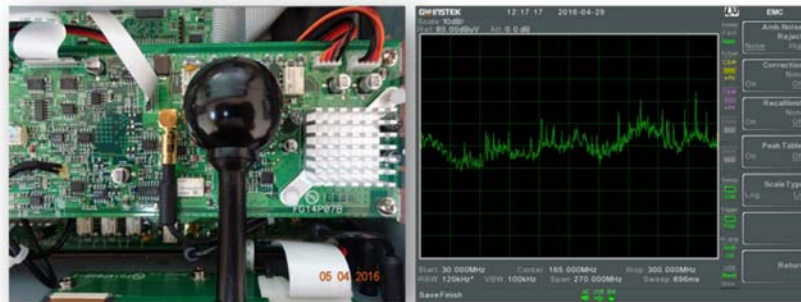


(图一)近场(Near-Field)与远场(Far-Field)

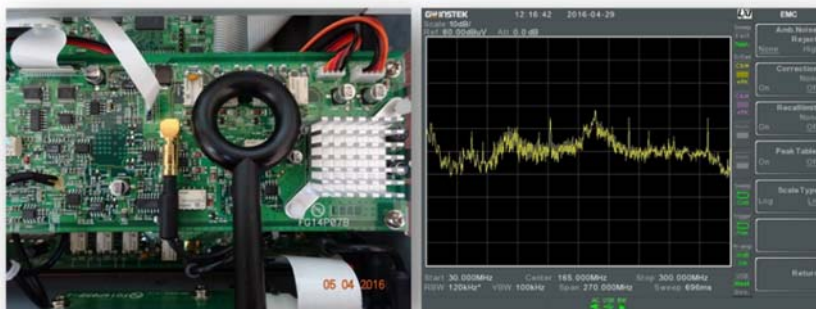
传统的近场天线如图二所示，电场与磁场是相生、相伴的，在同样位置用不同的天线可得到不同的结果，从图三与图四的测量差异可见端倪，这是第一个预认证测量的困扰。



(图二)传统近场天线：1、5 为电场，2、3、4 为磁场



(图三) 电场天线测量结果

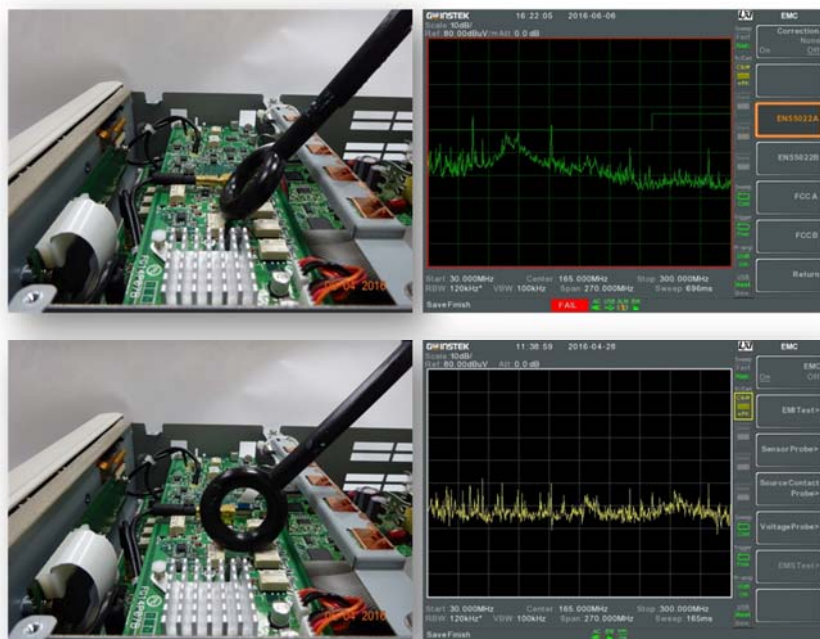


(图四) 磁场天线测量结果

第二个困扰是磁场型的环形天线在不同的方向会感应到不同的信号强度。另外测量位置的选择也会影响测量结果。

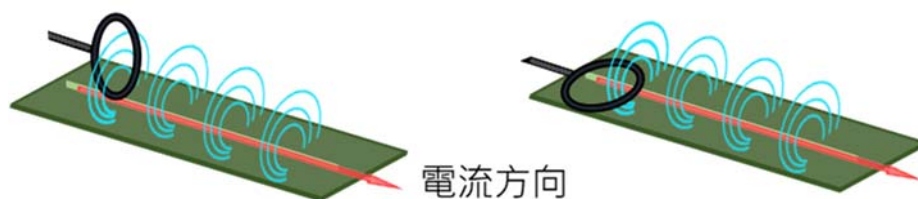


(图五) 若是磁力线和环平面平行(图左),就无法感应到磁场 ;若磁场方向和环平面垂直(图右),就能被感应。



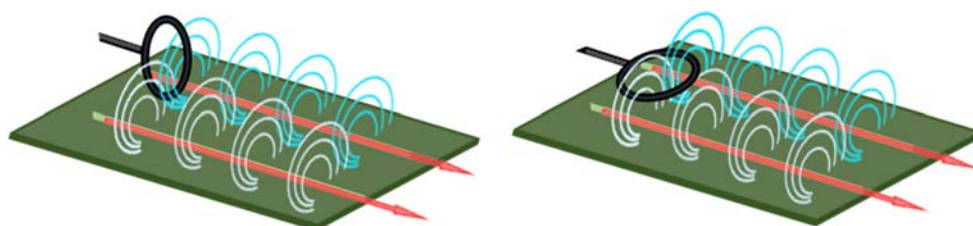
(图六)环形天线因方向不同，感应的磁场强度不同

环形近场探头在 PCB 板使用的问题：除了有源器件以外，PCB 板上的布线也常是 EMI 的发射源。流过电流较高的布线会产生较高的磁场；高电压的布线，例如负载阻抗高或开路状态的布线，会产生较高的电场。

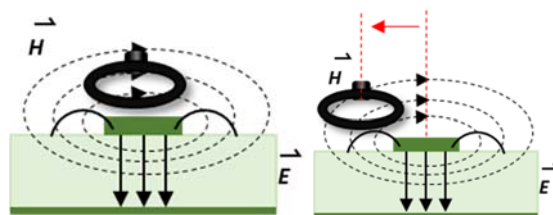


(图七)环形测棒感测在 PCB 板布线电流产生的磁场

若两条 PCB 板布线靠很近，个别的磁场可能不强，但同时被近场探头感测到，也会造成磁场很强的现象。



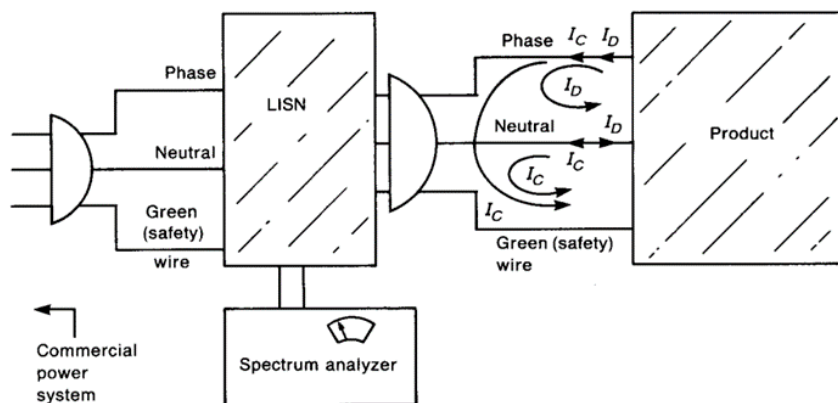
(图八)多条接近的 PCB 板布线磁场会同时被感测



(图九)左：探棒置于正上方；右：探棒与中心略有偏离

近场探头对正 PCB 板布线中心不一定能感应到最大磁场：图九左近场探头置于 PCB 板布线的正上方，可能因为没有磁场通过探头平面反而测量不到信号；稍微偏离一点距离如图九右，反而有较多的磁场通过，可以测量到较强的信号。

在测量传导 (Conduction) 干扰时，由于频谱分析仪的输入阻抗为 50 欧姆，最大输入耐压也无法承受市电电压，所以需要 LISN (Line Impedance Stability Network) 阻抗稳定网络以匹配的阻抗，将来自待测物在电源上的干扰信号，输入到频谱分析仪进行测量。



(图十)传导量测接线图

## 海洋仪器推出的固纬电子预认证测量方案彻底解决 EMC 预认证测量的哀与愁！



专利技术的 [GKT-008 近场探头组](#) 解决了上述预认证测量的三个难题。

GKT-008 无源近场探头组包含：

PR-01：交流电压探头，额定电压 300Vac，搭配 [GPL-5010 限幅器](#) 可直接测量市电上的传导干扰。

PR-02：接触式电压探头，最大耐压 50Vdc，可直接测量印刷电路板上 IC 脚位或接地点、以及 IO 脚位。

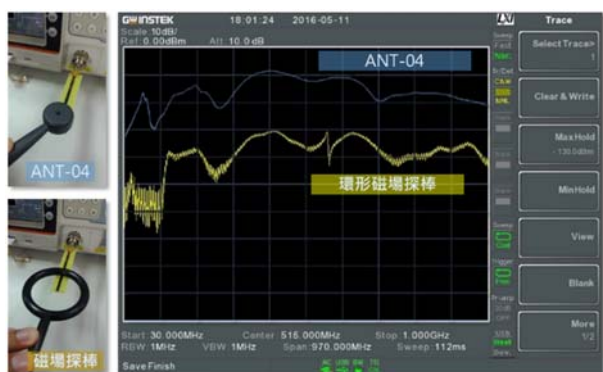
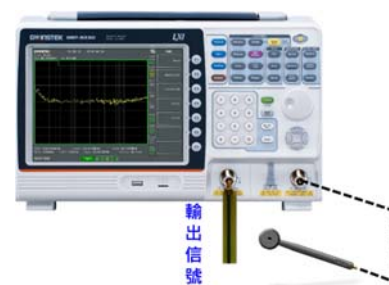
ANT04：近场感应探头，频率 30M~3GHz，磁场/电场两用低方向性天线。

ANT05：近场感应探头，频率 30M~3GHz，磁场/电场两用低方向性天线。

## GKT-008 近场探头与传统近场探头的比较

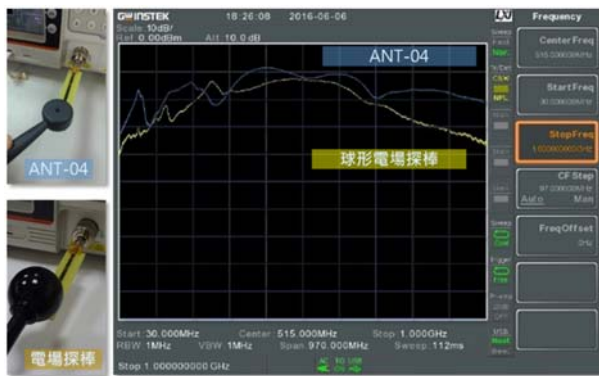
### 一、比较的测试方法

1. 利用 [GSP-9300 频谱分析 EMI 接收机](#) 的跟踪源 (Tracking Generator) 产生 30MHz~1GHz、0dBm 的信号。
2. 跟踪源 (Tracking Generator) 输出接到一个 PCB 板单极天线，以仿真 PCB 板布线产生的 EMI 信号。
3. 将各种探头接到接收机输入端，比较感度、方向性等特性。



感度比较 1：ANT-04 与传统磁场探头 (大尺寸) 测试结果：

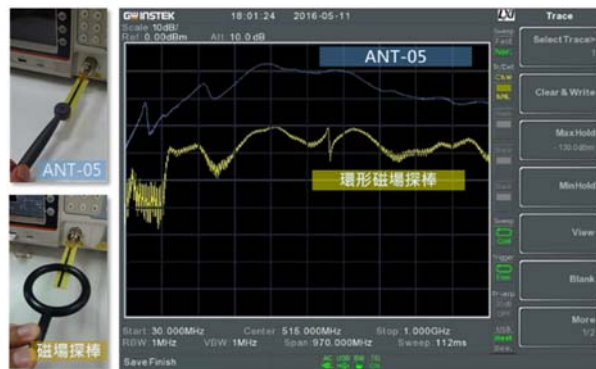
- ③ ANT-04 尺寸小。
- ③ 感度高。
- ③ 频率响应也比较好。



感度比较 2: ANT-04 与传统电场探头(大尺寸)

测试结果:

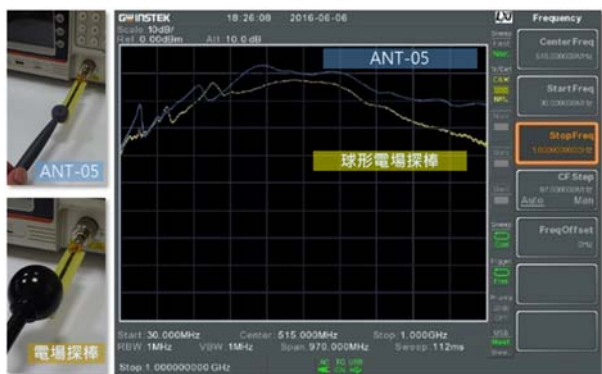
- ③ ANT-04 尺寸小。
- ③ 高频感度较佳。
- ③ 频率响应较佳。



感度比较 3: ANT-05 与传统磁场探头(大尺寸)

测试结果:

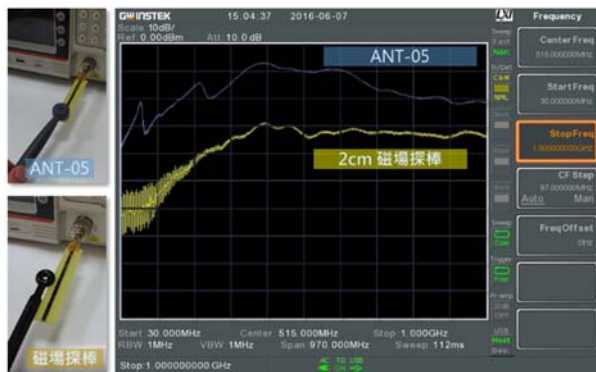
- ③ ANT-05 尺寸更小。
- ③ 感度仍然较佳。
- ③ 频率响应也比较好。



感度比较 4: ANT-05 与传统电场探头(大尺寸)

测试结果:

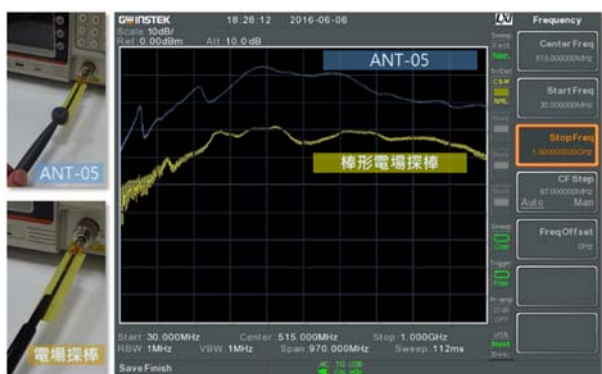
- ③ ANT-05 尺寸更小。
- ③ 具有较好的高频感度。
- ③ 具有较好的频率响应。



感度比较 5: ANT-05 与传统磁场探头(小尺寸)

测试结果:

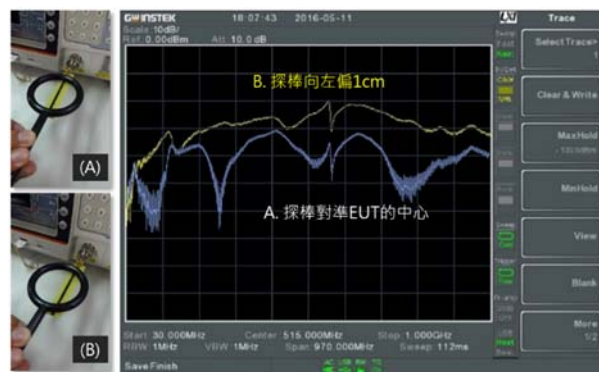
- ③ ANT-05 感度高出 10~25dB



感度比较 6: ANT-05 与传统电场探头(小尺寸)

测试结果:

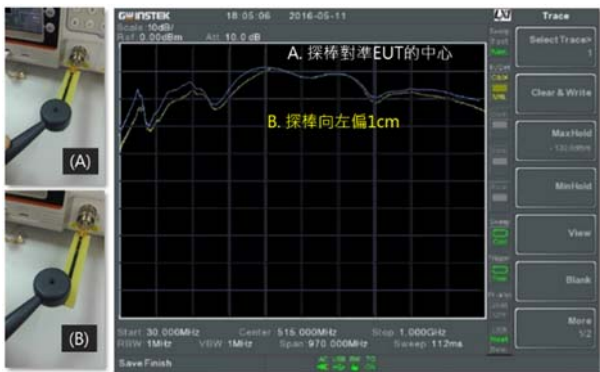
- ③ ANT-05 感度高出 10~25dB



方向性比较 1: 左右平移: 环形磁场

测试结果:

- ③ 环形探棒在(B) 偏移 1cm 时反而感度较好。
- ③ 此现象对密度设计高的电子产品容易造成误判。



### 方向性比较 2: 左右平移: ANT-04

测试结果:

③ ANT-04 在 (A) 对准 EUT 中心时能量到较多的信号。

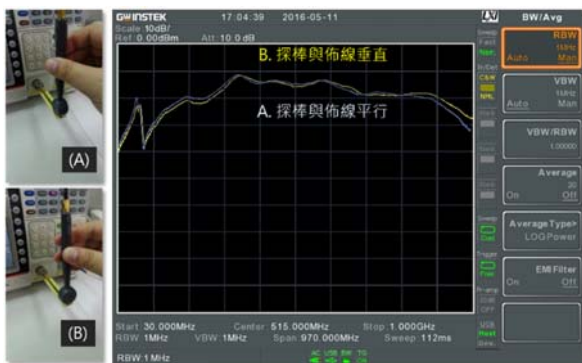
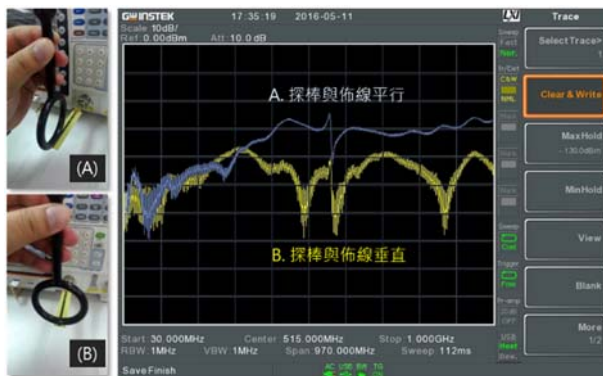
③ 偏离 1cm 时信号较弱, 此合理现象不会造成误判。

### 方向性比较 3: 不同角度: 环形磁场

测试结果:

③ 环形探棒在 (A) 和 PCB 板布线平行时能量到较多的信号。

③ 在 (B) 和 PCB 板布线垂直时只能量到较少的信号。

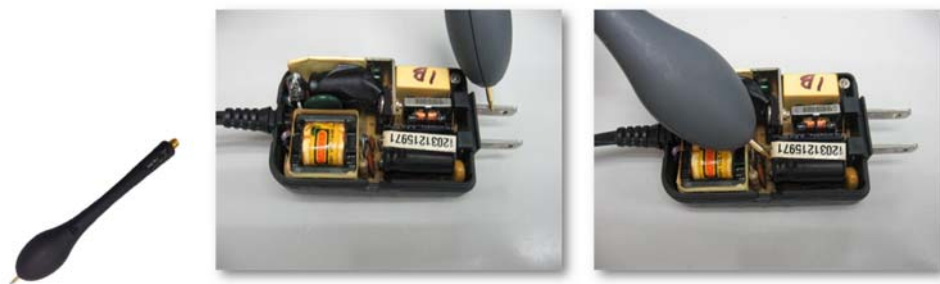


### 方向性比较 4: 不同角度: ANT-04

测试结果:

③ ANT-04 在和 PCB 布线平行与垂直时量到的能量几乎相同, 而且稳定。

[GKT-008 EMI 近场探头组](#)中提供一支 AC 电压探头 PR-01, 可以直接接触 AC 回路, 将测量结果显示在频谱分析仪上, 在没有 LISN 的情况下也可以进行电源端传导干扰的预验证测量。



[GKT-008 EMI 近场探头](#)中提供一支接触式电压探头 PR-02, 产生干扰的三个要件是干扰来源(Source)、传导路径(Path)及天线效应(Antenna), 透过接触式电压探头可直接探测 IC 脚位、PCB 板走线、I/O 接口针点、接地点或接地平面, 可以直指问题的核心。

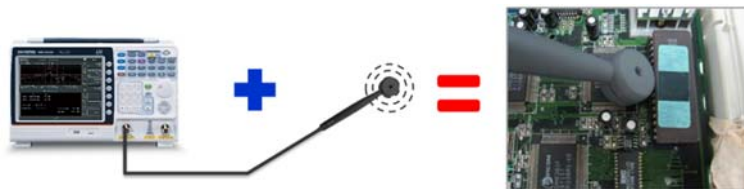
透过上述的比较及说明, 可以了解 GKT-008 在 EMI 干扰的预认证测量上可以发挥的应用优势:

1. ANT-04、ANT-05 较传统探头体积小, 能精确辨识真正的辐射源。
2. 高感度, 直接感测电磁波能量, 不需使用电场和磁场探头分别测试。

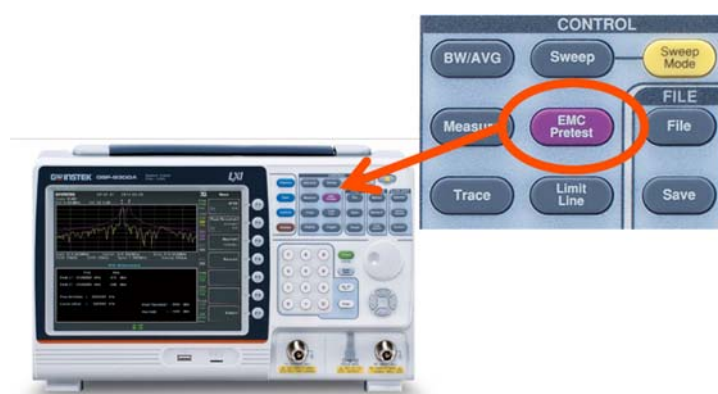


3. 没有磁场探头摆放的角度问题：比起过去磁场需要从大换到小，还得用不同角度测量，量完磁场换电场，可以省下 80%的除错测量时间。

**第四个问题**是预认证的方案大都缺乏对 EMS(电磁抗扰度)的评估,[GSP-9300 频谱分析 EMI 接收机](#)选购追踪产生器(Tracking Generator), 再加上探头, 可模拟辐射干扰源, 经过权威机构检定, 其测量输出可达 3V/m 的电场, 虽然未具备 AM 调制输出, 仍然具有参考价值。



**GSP-9300 频谱分析 EMI 接收机独一无二的预认证测量按键解决最后三个难题：**



### 内建五组常用的电磁兼容功能：

透过 [GKT-008 EMI 近场探头组](#)可进行测量简化为五组常用的设置，大大简化频谱分析仪的操作加速您的除错时间，模拟 PCB 板走线布局改变及 I/O 电缆线长度的天线效应更可以让您先预测修改的结果，避免用尝试错误法所带来的成本浪费，内建的 3 米/10 米远场结果仿真，是以通讯调制解调器为黄金样本(Golden sample)所做的建模，如待测物 EMI 特性与调制解调器相似，这个近场对远场的模拟可让您的预认证测量最具参考价值。

(表一)五组常用的电磁兼容功能说明

功能	应用	特点
电磁干扰测量	用于电波暗室(预认证)； 搭配 LISN 进行传导测量。	简化设定； 自定义天线的垂直/水平系数。
近场探头	测量近场噪声； 利用正确的系数进行远场响应预估。	简化设定； EN55022A/B、FCCA/B 限制线。
接触探头	测量近场噪声； 利用正确的系数进行 PCB 走线或 I/O 连接电缆长度的辐射量预估。	简化设定； 提供 4/6/10/15/20 公分走线幅射校正系数； EN55022A/B、FCCA/B 限制线。
交流探头	测量交流电源传导噪声； 利用正确的系数模拟 LISN 测量。	简化设定； 线性/对数频率轴刻度； EN55022A/B、FCCA/B 限制线。
电磁抗扰度测试	搭配跟踪源及近场探头产生干扰源	TG 输出功率范围：0~-50dBm



### 内建标准频率设定

- Band A: 9k~150kHz
- Band B: 150k~30MHz
- Band C: 30M~300MHz
- Band D: 300M~1000MHz
- Band E: > 1GHz

### 环境噪声抑制

内建 ITE 产品所需限制线, 包含 EN55022 及 FCC Part 15 自定义天线系统/ LISN 校正系数



### 评估远场频率响应

评估 3/10 米测试场所: 需先取得实际 3/10 米测试场地的报告做比较

模拟实际缆线接至 I/O 接头

估算不同 PCB 走线长度的辐射量

(表二)海洋仪器经济型 EMC 预认证方案比较

相应产品	EMI 基础方案	EMC 基础方案	EMI 进阶方案	EMC 进阶方案
 <a href="#">GSP-9300 频谱分析 EMI 接收机</a>	●	●	●	●
 <a href="#">GKT-008 近场探头组</a>	●	●	●	●
 <a href="#">GPL-5010 限幅器</a>	●	●	●	●
 <a href="#">SMA 母头-N 型公头转接头</a>	●	●	●	●
 <a href="#">GLN-5040A 线性阻抗稳定网络</a>			●	●
 <a href="#">GIT-5060 隔离变压器</a>			●	●
GSP9330 选购跟踪源		●		●



## 方案配套常见问题:

问题 1、[GKT-008 近场探头组](#)的交流探头 PR01 可测量电源传导干扰，还需要 LISN 吗？

回答 1: LISN 是由电感与电容所构成的阻抗平衡网络，除了本文之前提到的功能外，LISN 还可滤除来自市电侧的高频干扰，避免影响量测结果。所以如果因为预算有限透过 PR01 可以测量电源传导干扰，但是这个结果是包含来自市电侧的干扰，如果想得到更准确的测量还是需要购买 LISN。

问题 2、[GKT-008 近场探头组](#)应用在其他厂家的频谱分析仪是否有相同的应用功效？

回答 2: 仅能改善传统探头的问题(也就是前面提到七个问题中的 1-3)，至于 4-7 的问题都是 [GSP-9300 频谱分析 EMI 接收机](#)搭配 GKT-008 探头且建模后的独有能力。

## 结论:

EMC 纠错必须采用近场的测量方式才能有效定位干扰源，了解干扰源的来源、频率，谐波频率才能进行屏蔽、滤波及接地等改善对策。电场与磁场是相生相伴的，海洋仪器经济型 EMC 预认证方案彻底解决多年来预认证测量不一致性及仿真分析不足的问题，最能降低预认证及纠错的成本，并为您争取掌握产品上市时机。