

EMI电磁预兼容测试

黄敏超博士 敏业信息
胡莹 是德科技

电磁兼容的常见术语

- EMC (Electro Magnetic Compatibility) 电磁兼容
- EMI (Electro Magnetic Interference) 电磁干扰
- EMS (Electro Magnetic Susceptibility) 电磁抗扰
- CISPR 国际无线电子干扰标准化特别委员会

地区	认证机构	标准
IEC	CISPR 	CISPR Pub. xx
欧盟	CENELEC 	EN 550xx
美国	FCC, DoD 	FCC Part xx
日本	VCCI 	J550xx
中国大陆	CCC, MoD 	GB xxxx- xxxx

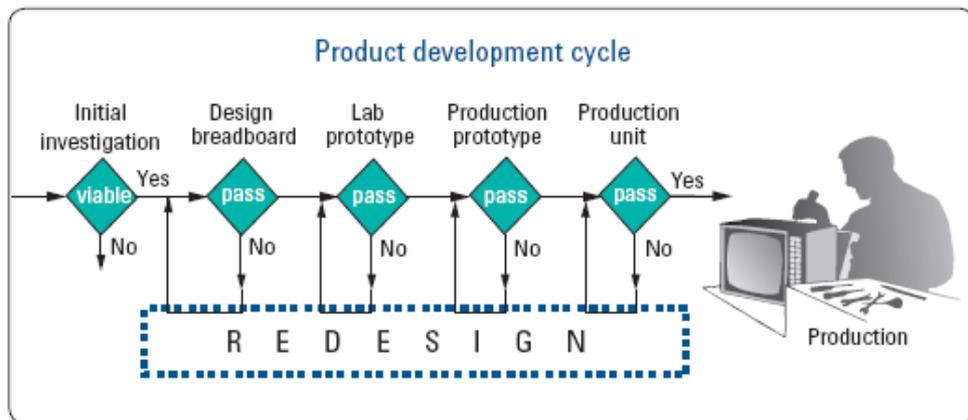
电磁兼容测试



很多客户在产品研发完成后才交付EMI实验室进行电磁兼容测试

极高的项目风险

EMI电磁预兼容测试的重要性



我们推荐所有的电子类产品都进行EMI预兼容测试

EMI 预兼容测试: 在最早的时间发现和解决电磁干扰的问题，不仅仅是通过/失败测试，还需要EMI故障排查，最终解决问题。

EMI通过/失败预测试



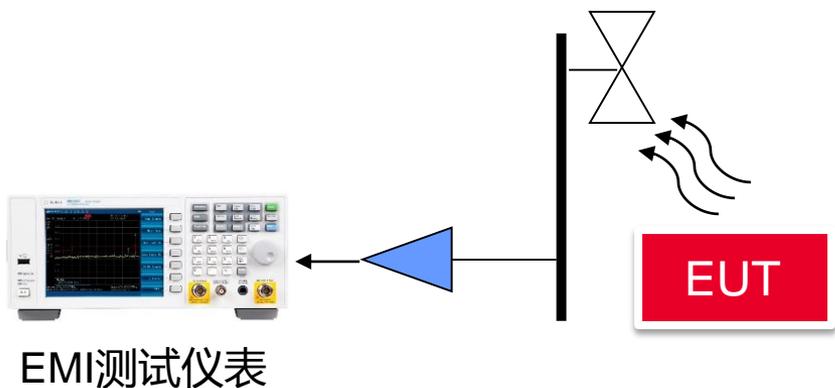
EMI故障排查



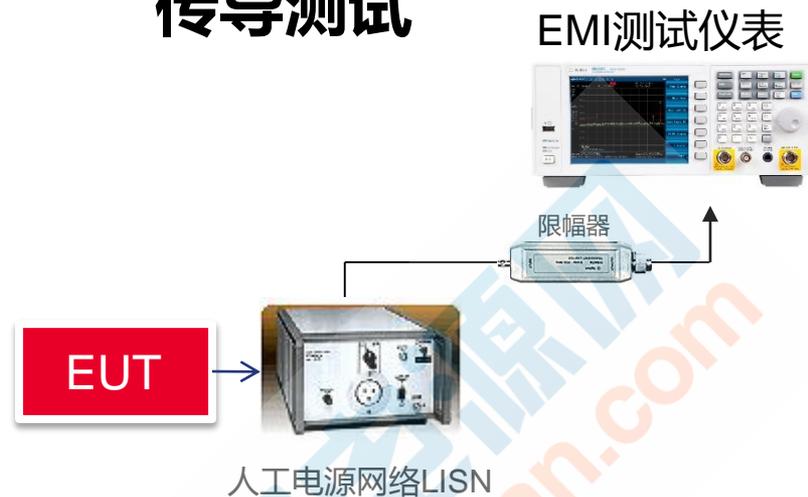
加速产品上市！

EMI传导测试和辐射测试

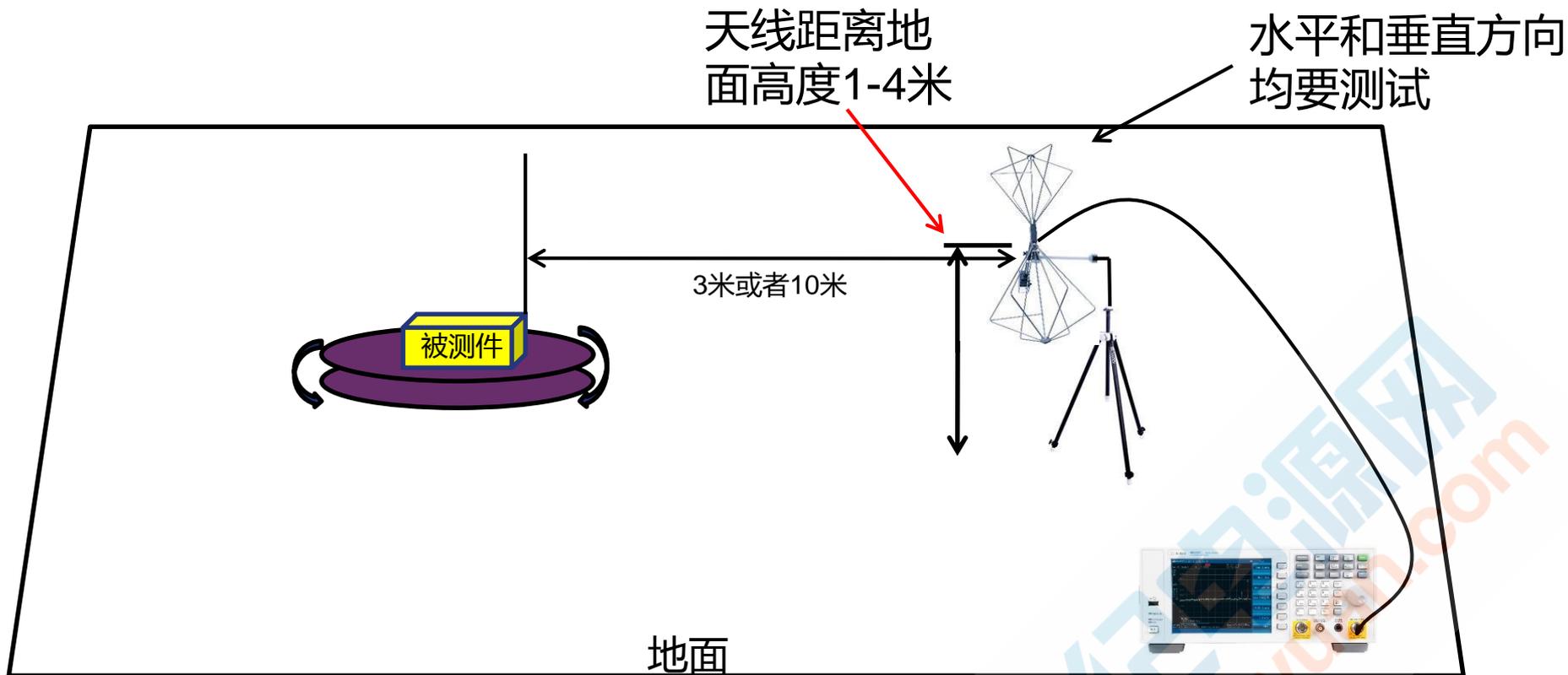
辐射测试



传导测试



辐射测试环境的搭建



预测试目标：通过旋转被测件，改变天线的高度和计划方向，找到被测件的辐射最大值

一些常见的EMI测试附件



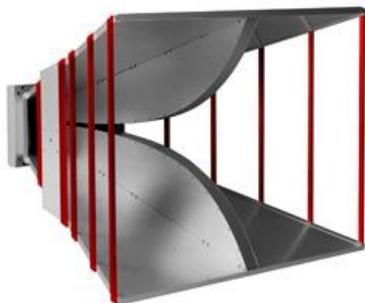
对数周期天线:
200 to 1000 MHz



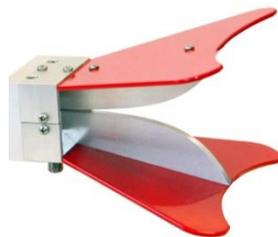
双锥天线
30 to 300 MHz



近场探头



牛角天线18 GHz



人工电源网络/线性阻抗
模拟网络



混合对数周期天线
30 MHz to 2 GHz

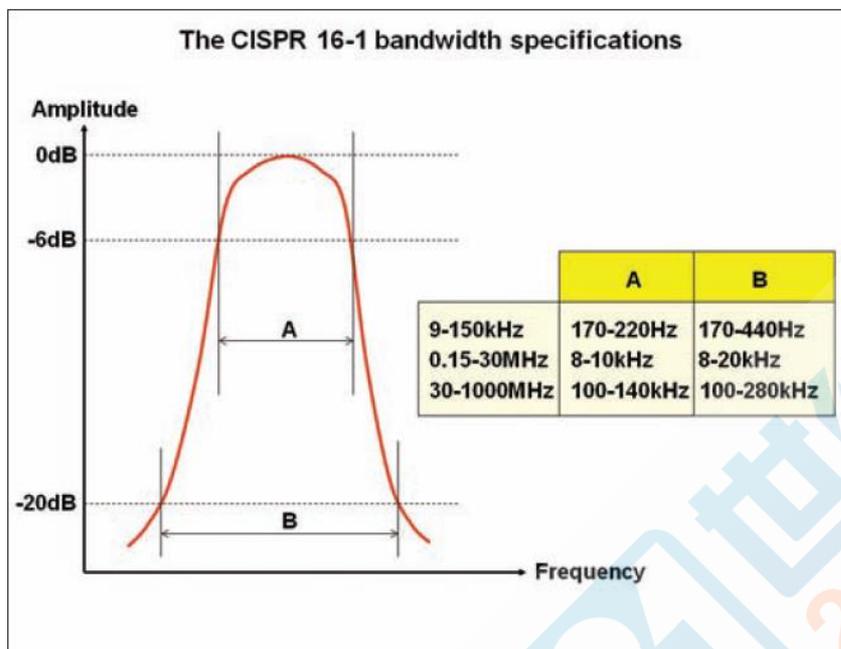
传导/辐射测试对仪表的要求

CISPR标准规定了如下EMI接收仪表必须具有如下功能

Quasi-peak准峰
值检波器

CISPR滤波器带
宽

CISPR限制线

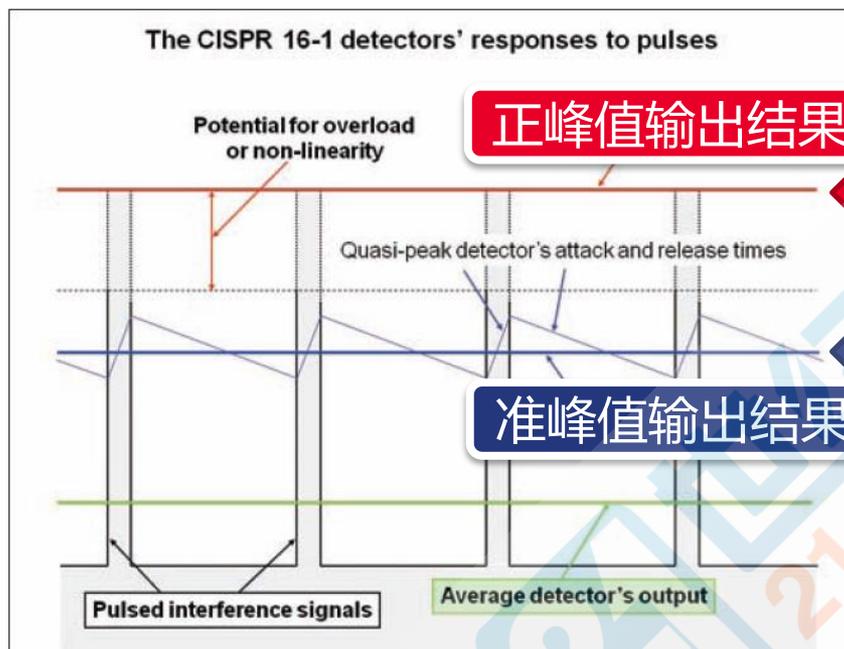


准峰值检波器和正峰值检波器的区别

准峰值检波器可以同时反映信号的幅度和时间分布, 驻留时间

测试速度：正峰值检波器比准峰值检波器快得多

测试结果：正峰值永远比准峰值要高



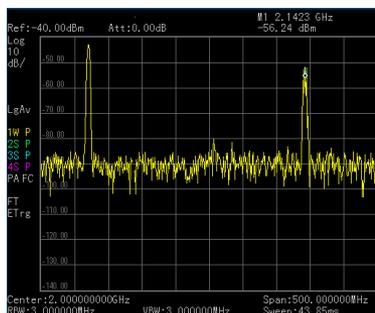
是德N9322C: 6合1频谱分析仪

广泛应用

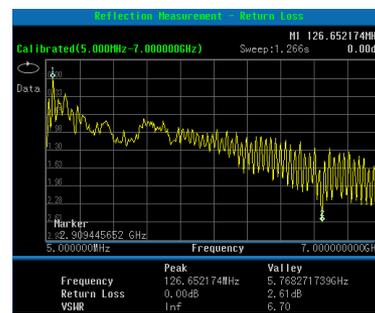
智能穿戴	智能家居	无人机	无线抄表	胎压/车钥匙	无线传感器	手机/平板	电脑外设	教育
------	------	-----	------	--------	-------	-------	------	----



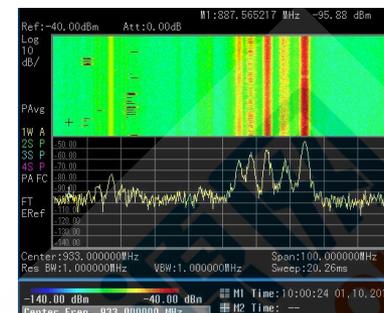
9 kHz – 7 GHz



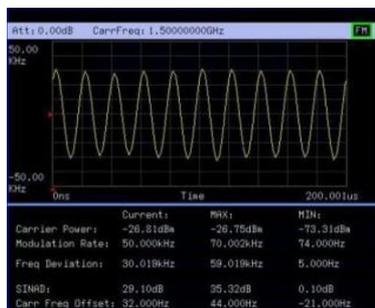
频谱分析



天线/线缆测试



干扰分析



解调分析



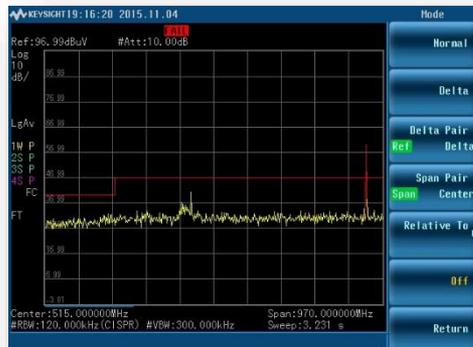
功率计



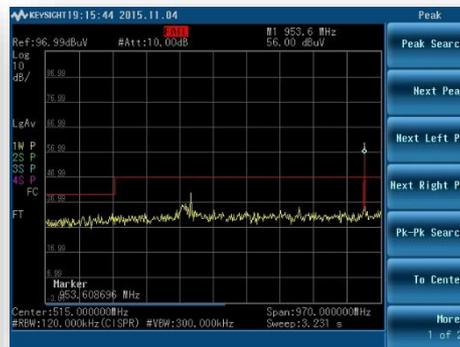
EMI预测试

使用N9322C进行EMI通过/失败预测试

1. 连接好设备，**一键设置**限制线和带宽



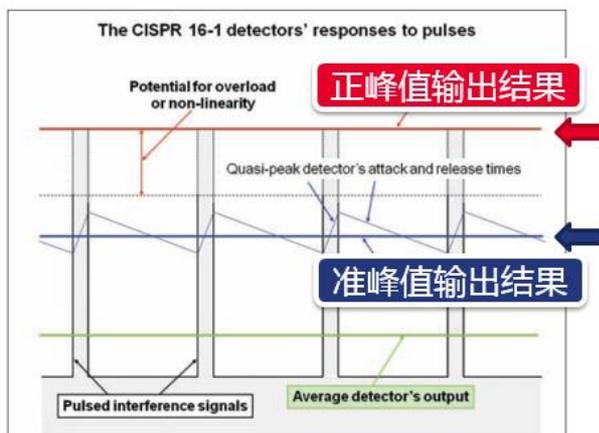
2. 用**正峰值检波器**进行扫描



3. 用**峰值搜索**查找是否有频率超标



4. 在零扫宽模式下用**准峰值检波器**计算是否超标



如果准峰值检波器结果超标，需要进行**EMI故障排查**

EMI故障排查

针对性扫描

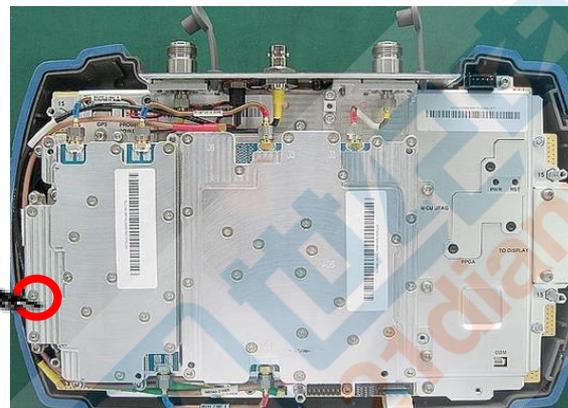
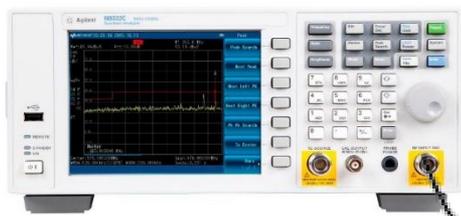
- 重新扫描特定的频段
- 确认隐藏的电磁场分布

定位噪声源和传播途径

- 使用接触式探头
- 使用近场探头

整改噪声源

- 确认噪声源的时域和频域表现
- 提出实施解决措施
- 验证效果



使用探头进行故障源查找

接触式探头



10073D 无源探头
500 MHz, 10: 1,
400 Vp, 1 MΩ



10076C 100:1 ,
4 kV , 500 MHz
高压探头



85024A 高频探头
300 kHz to 3 GHz



U1818A 差分探头
100 kHz to 7 GHz

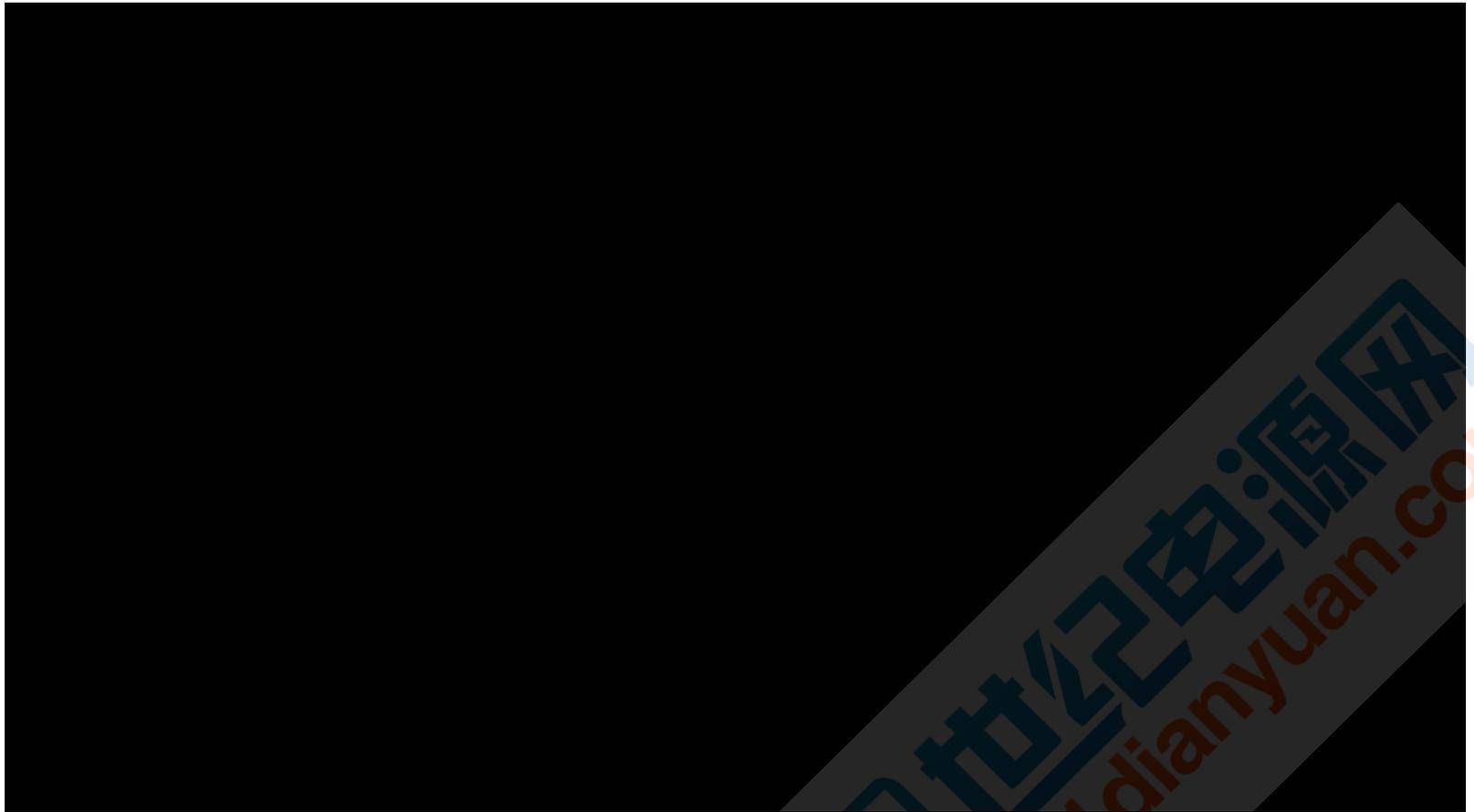
使用探头进行故障源查找

非接触式：近场探头

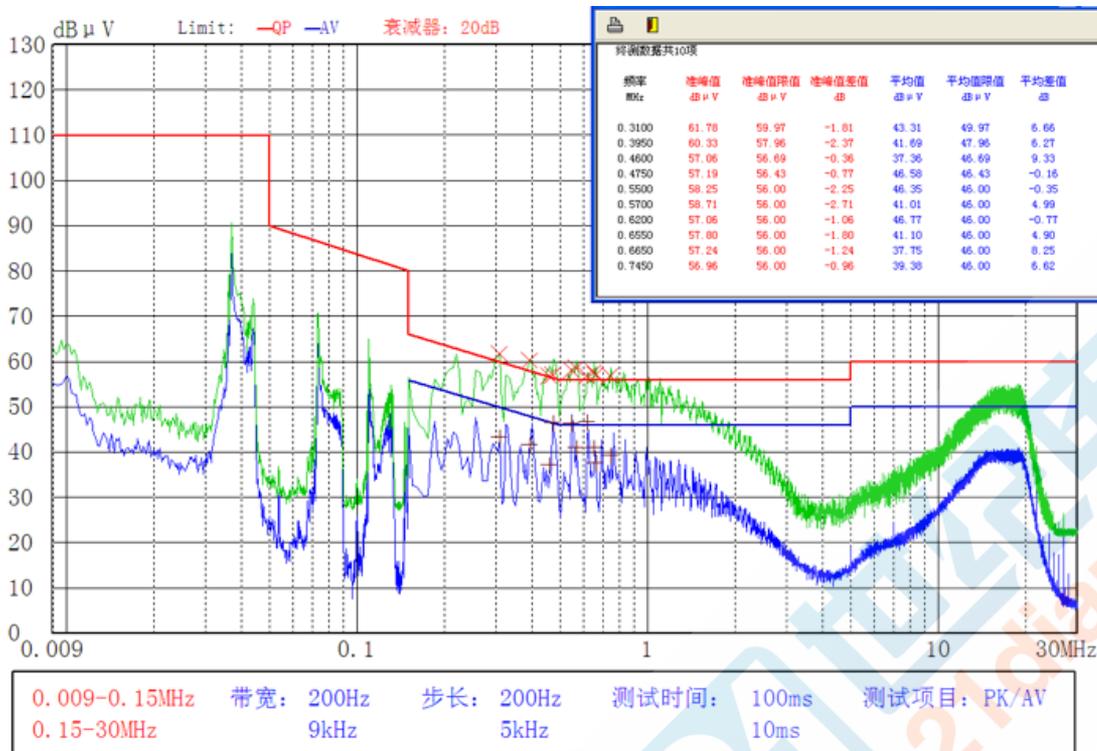
- 近场探头：磁场探头和电场探头
- **N9311X-100近场探头套件**提供了4组磁场探头，用于探测印刷电路板、模块、元器件、集成电路和电磁干扰源所产生的辐射泄露。
 - ✓ 频率范围：30 MHz 至 3 GHz
 - ✓ 用于 EMI 预兼容测试、故障诊断和设计验证
 - ✓ 在设计过程的初期搜索电磁干扰源



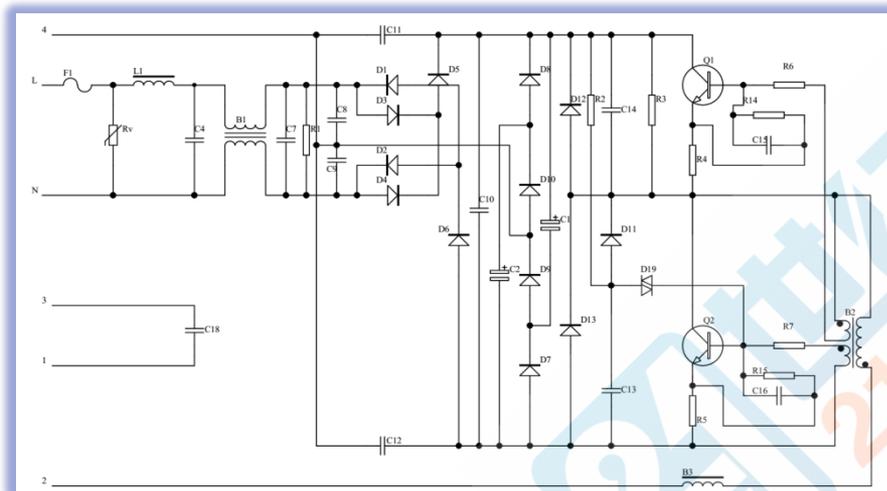
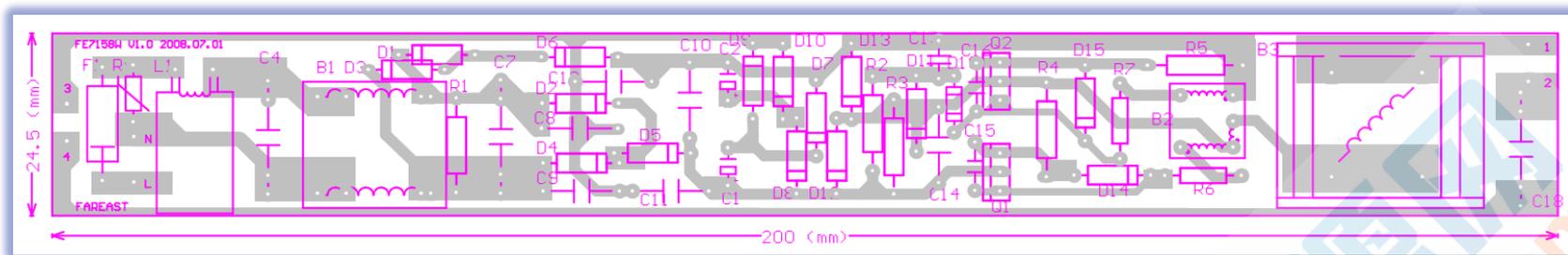
0.1uF旁路电容的作用



案例1：50W电子镇流器

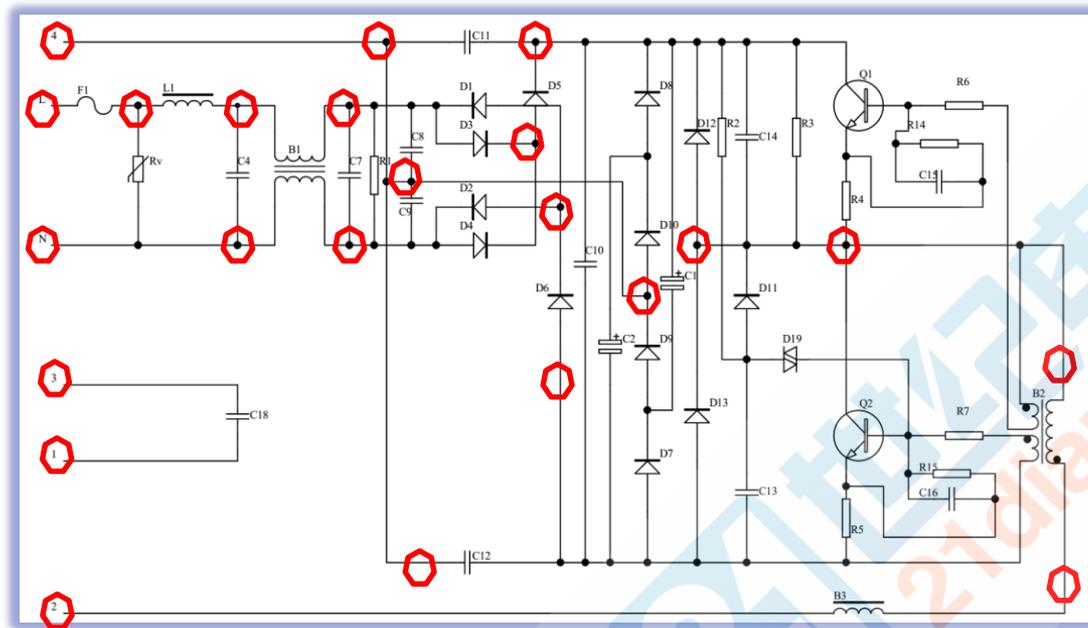
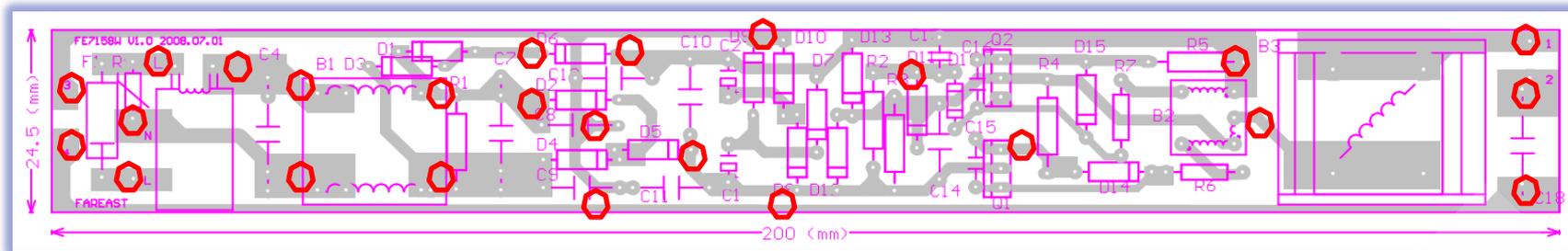


特殊布局，不能修改



确认隐藏的电磁场分布

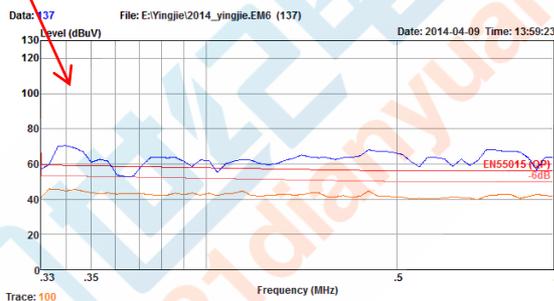
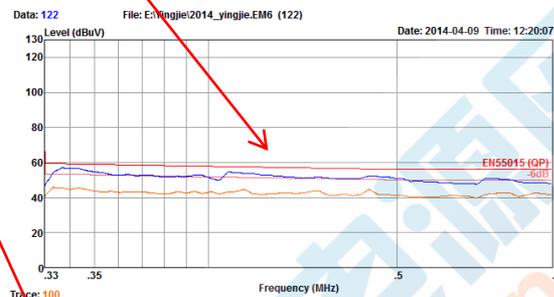
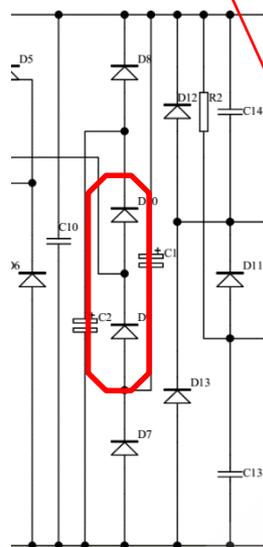
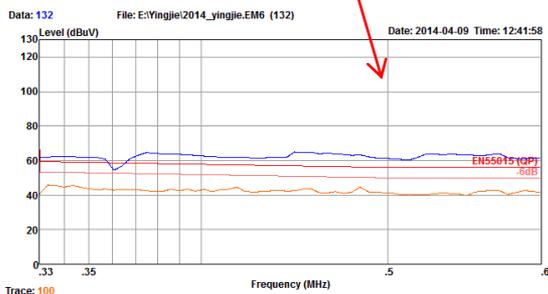
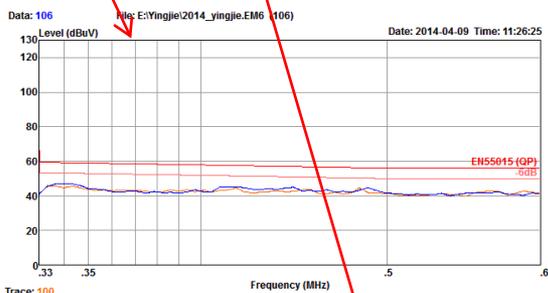
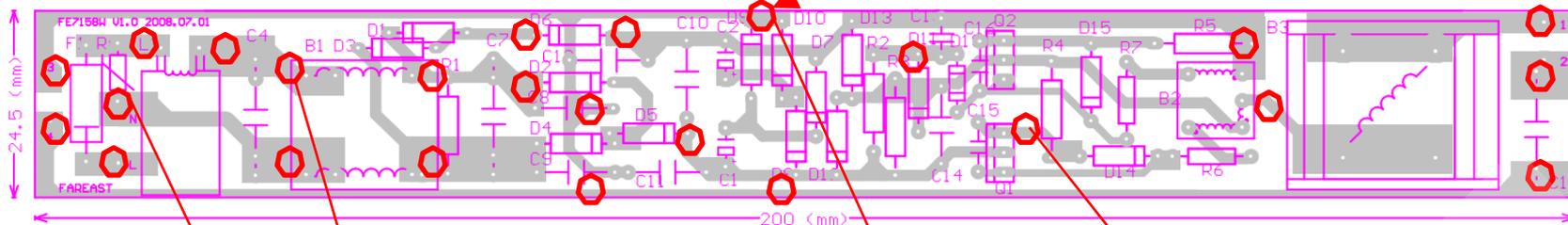
定位噪声源和传播途径：标示测试点



定位噪声源和传播途径

噪声源

➤ 逐点扫描电磁场强度



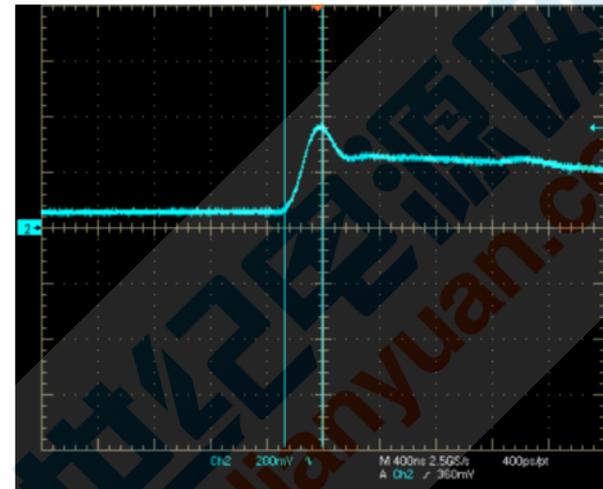
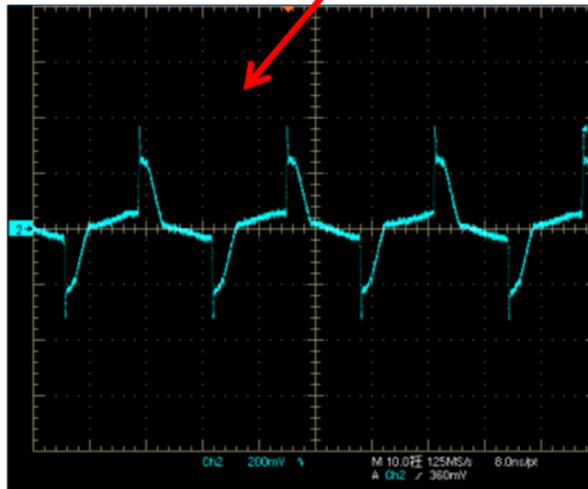
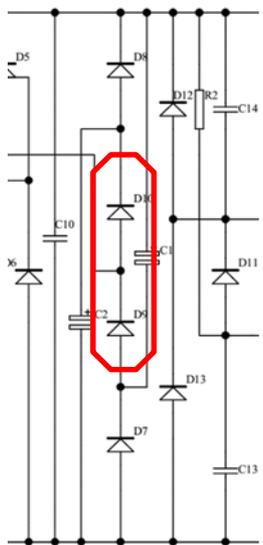
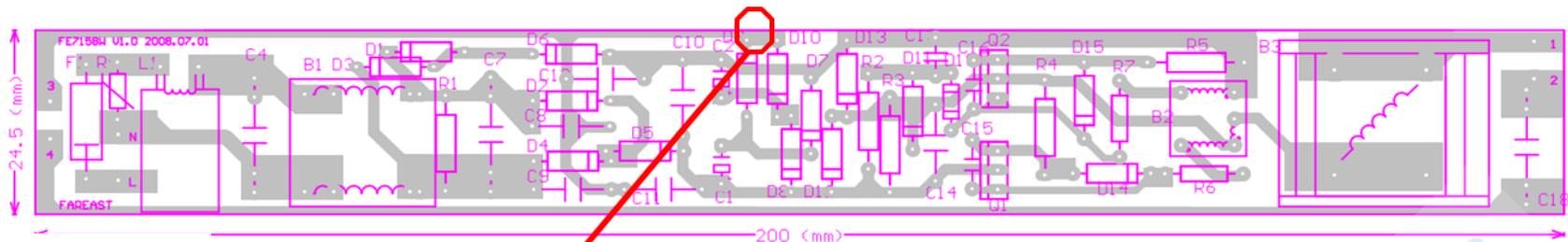
直面噪声源的EMI调试方法

➤ 噪声的传播途径



确认噪声源的时域和频域表现

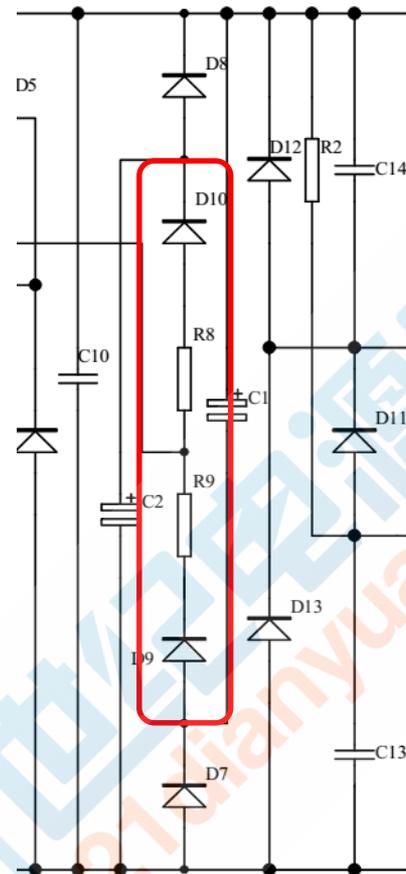
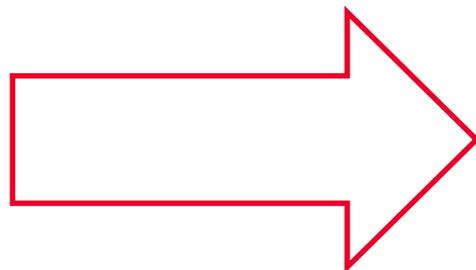
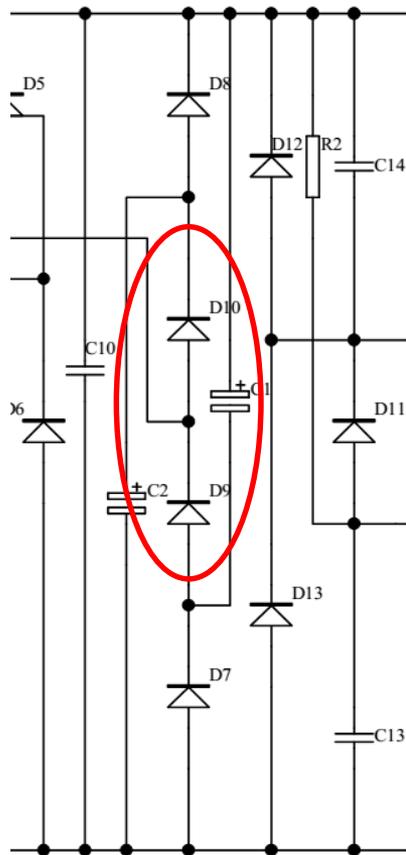
➤ 确认噪声源的频域和时域表现



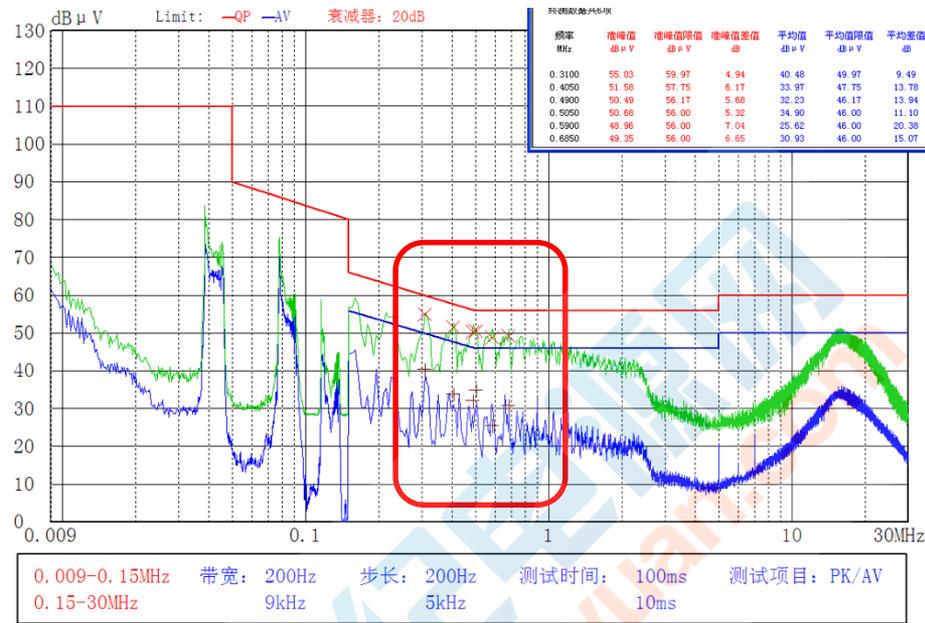
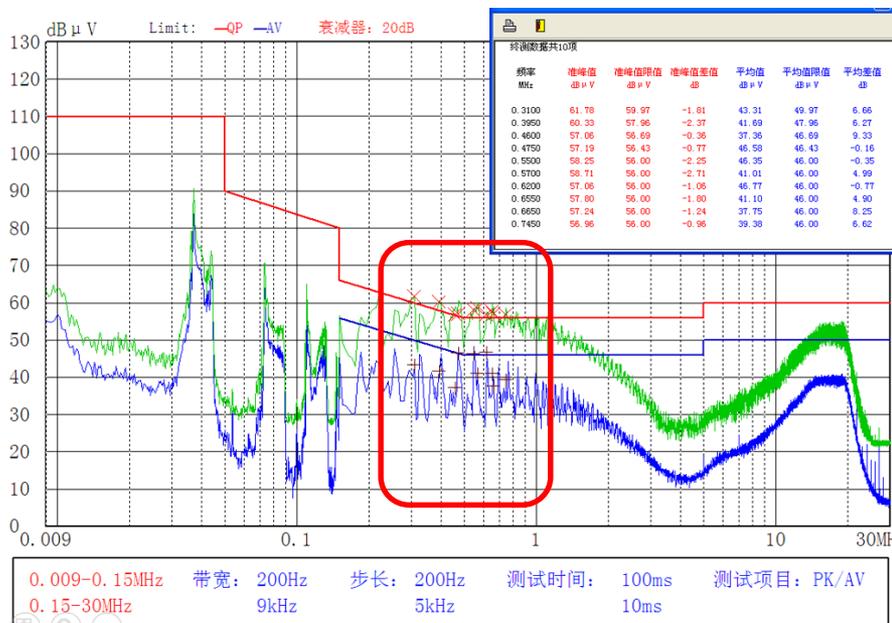
D9和D10的电流包含264nS上升率的电流尖峰。

提出实施解决措施

➤ 提出改进措施

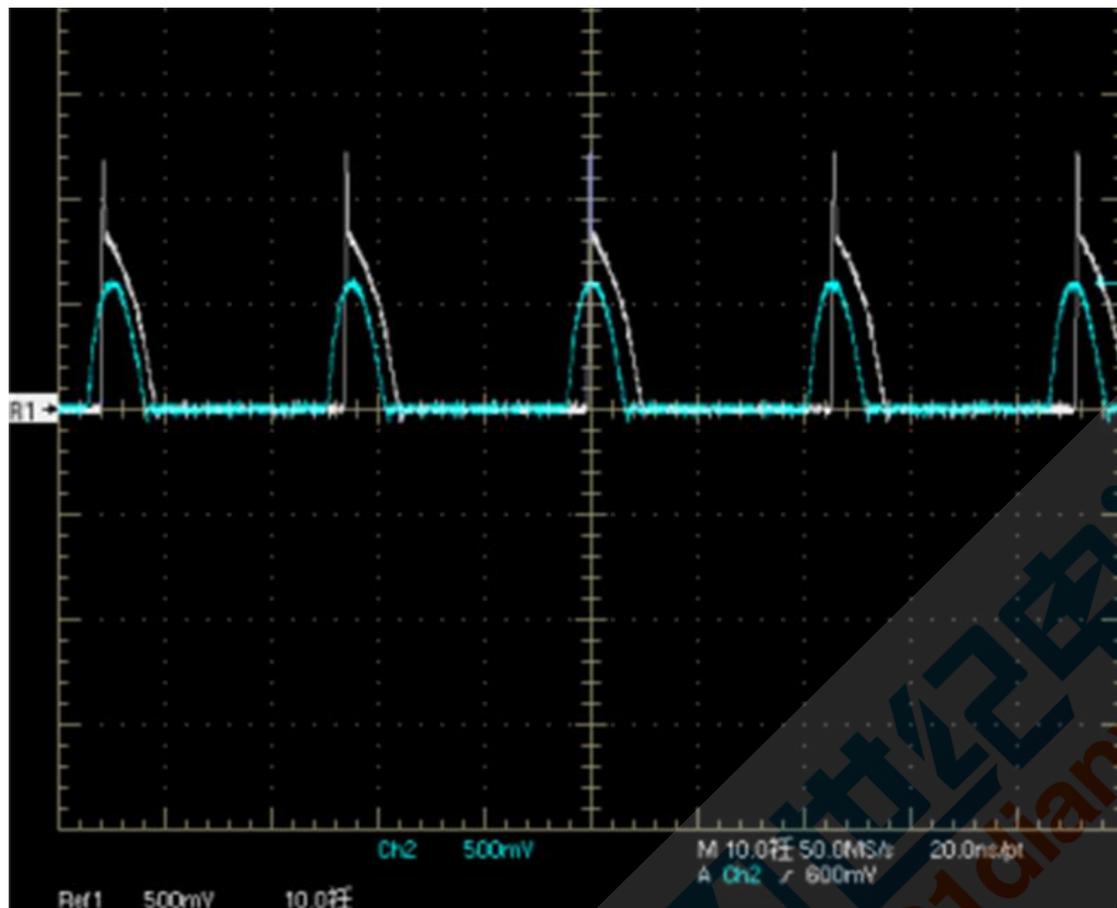


确认改进效果 (频域)

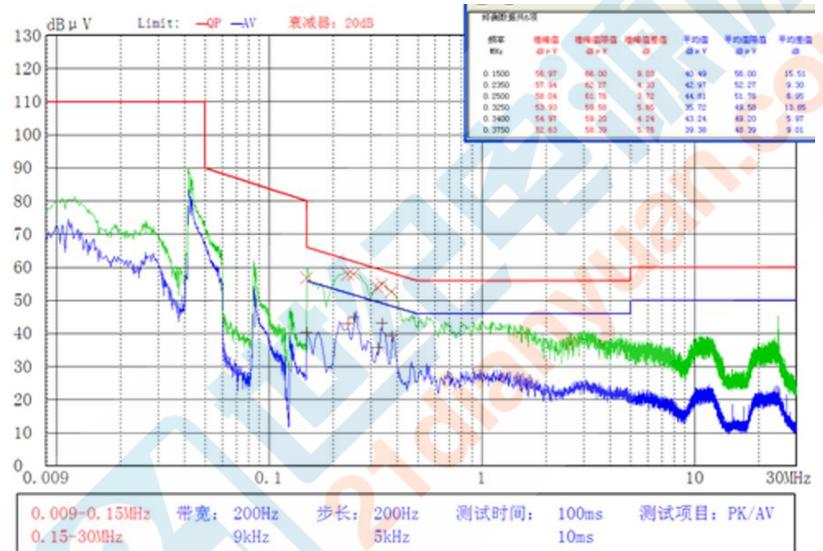
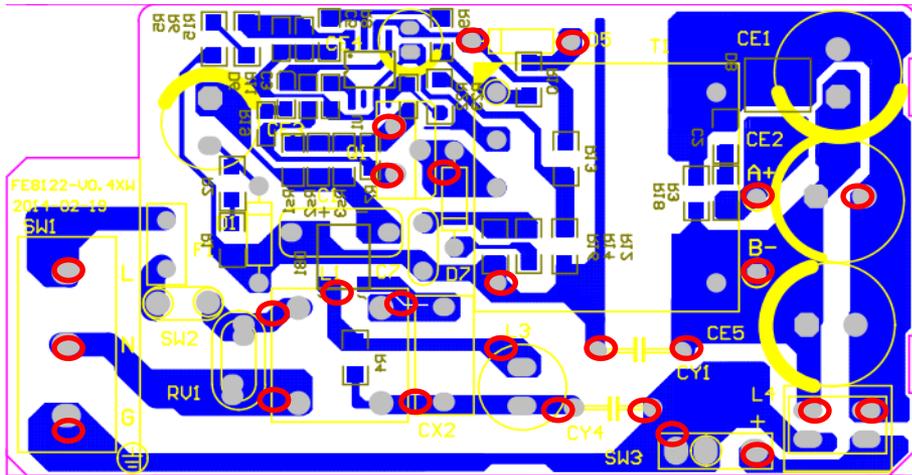


改进后

确认改进效果（时域）

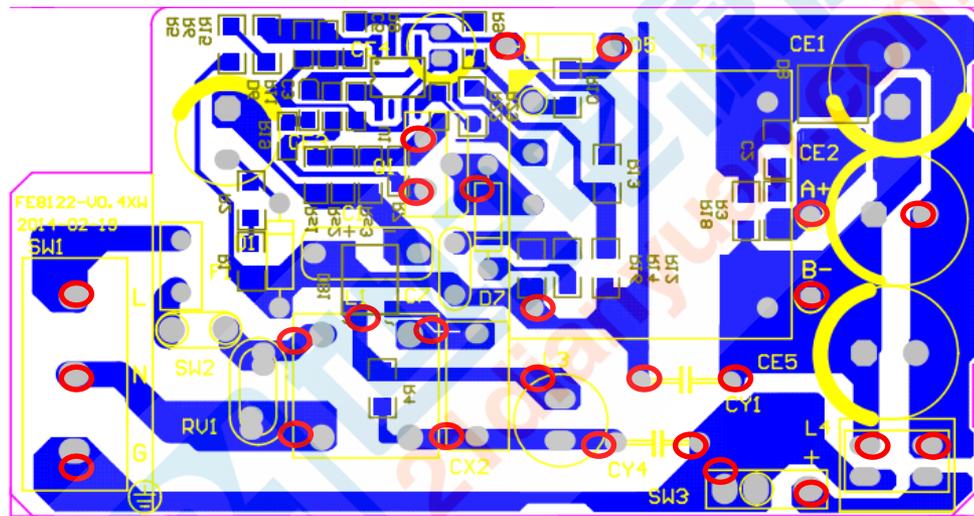
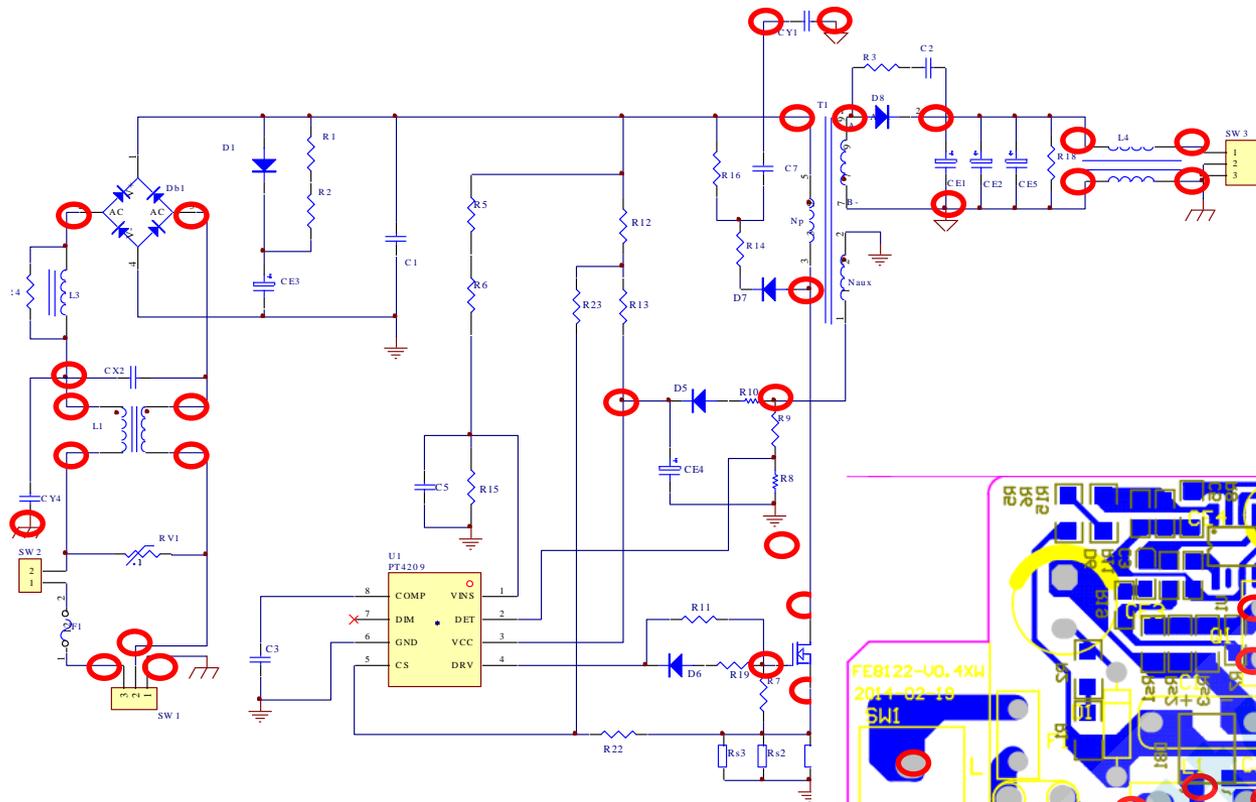


案例二：25W LED驱动器



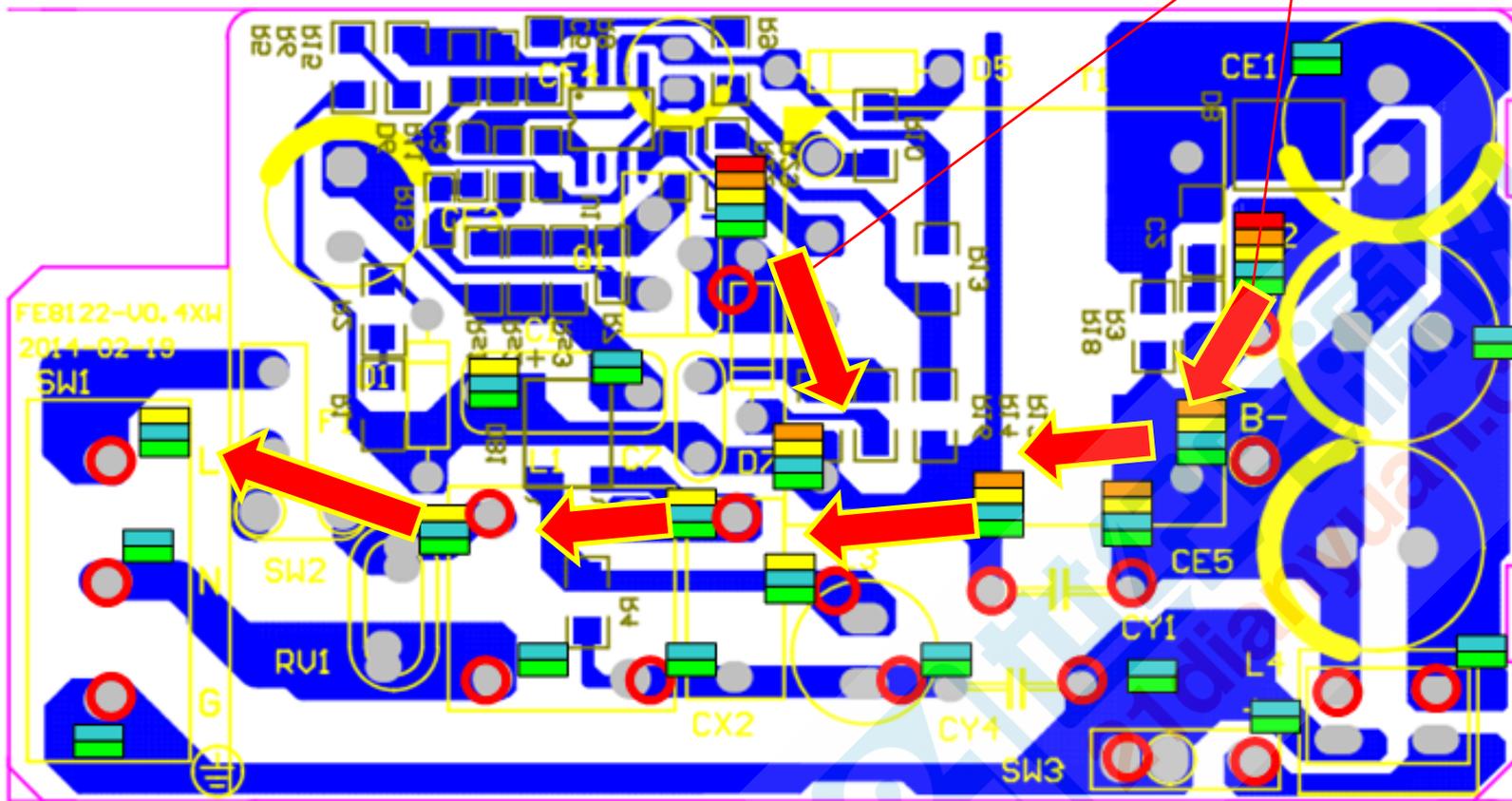
确认隐藏的电磁场分布

定位噪声源和传播途径：标示测试点

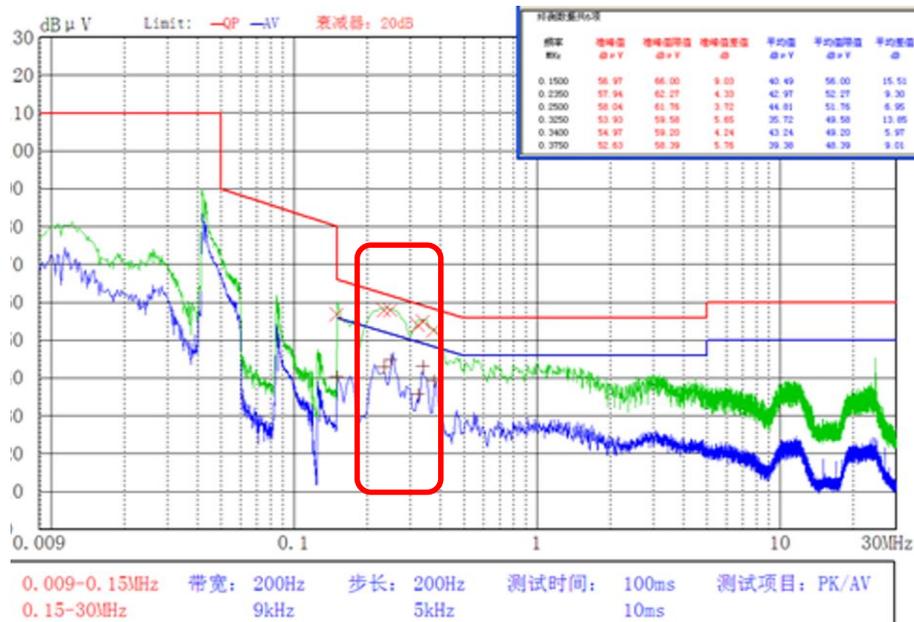


定位噪声源和传播途径

噪声源

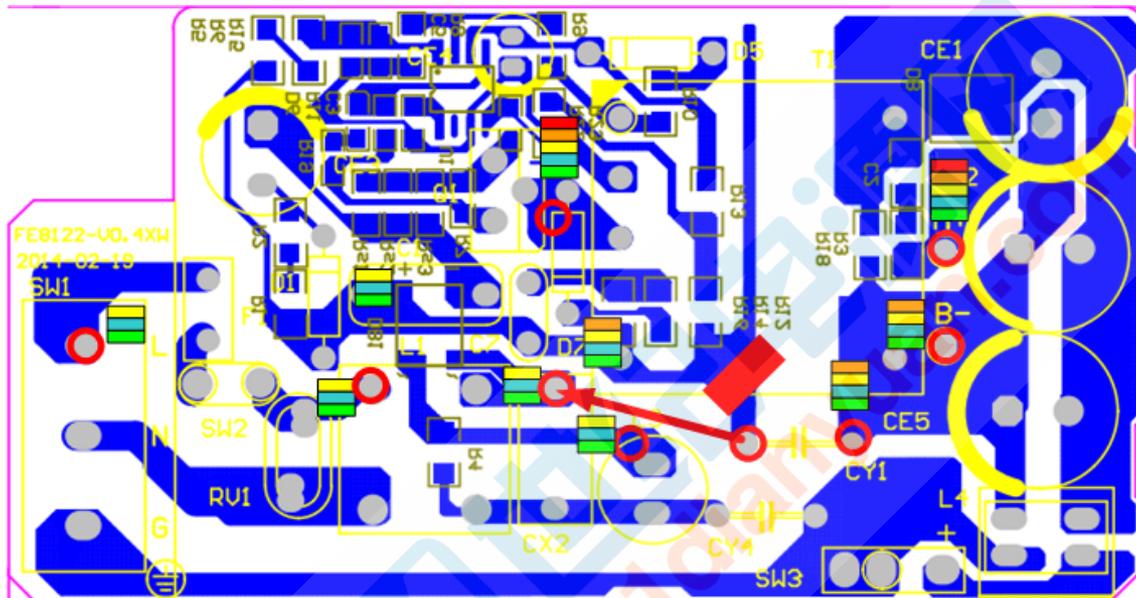
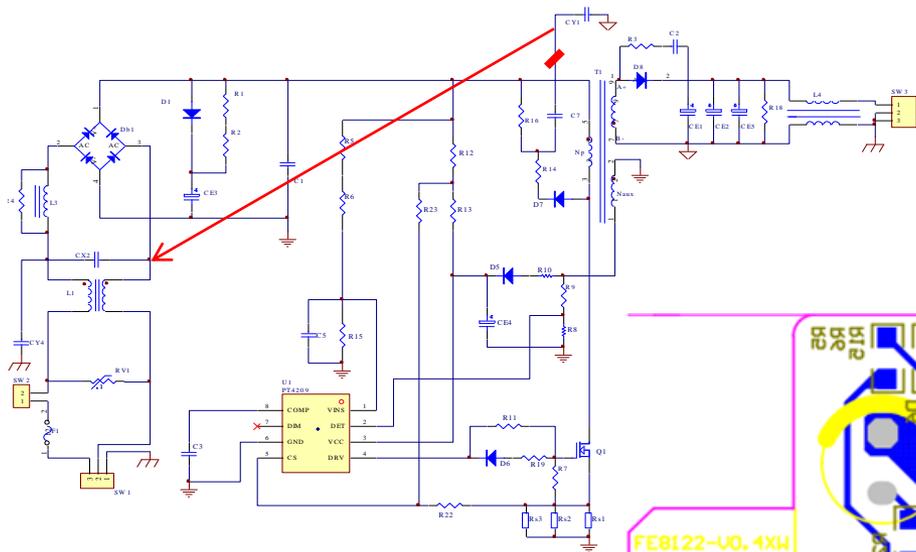


确认噪声源的时域特性

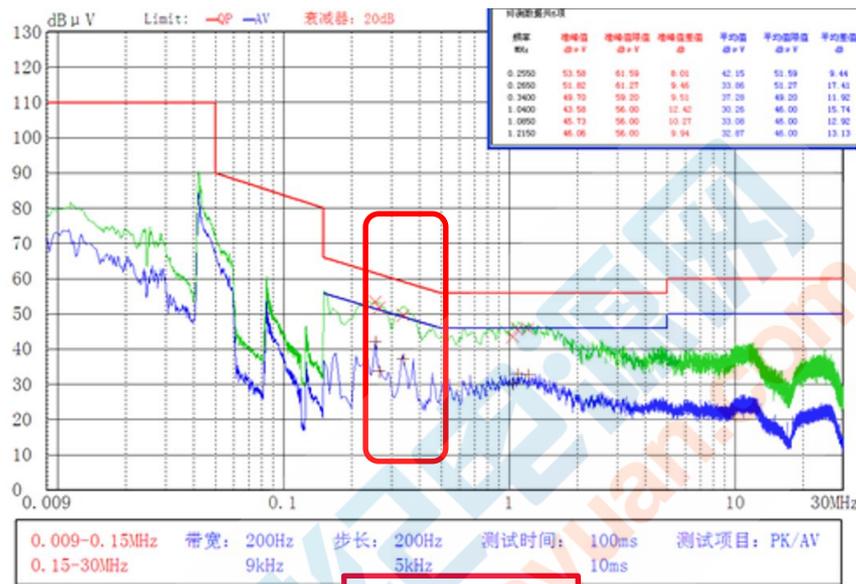
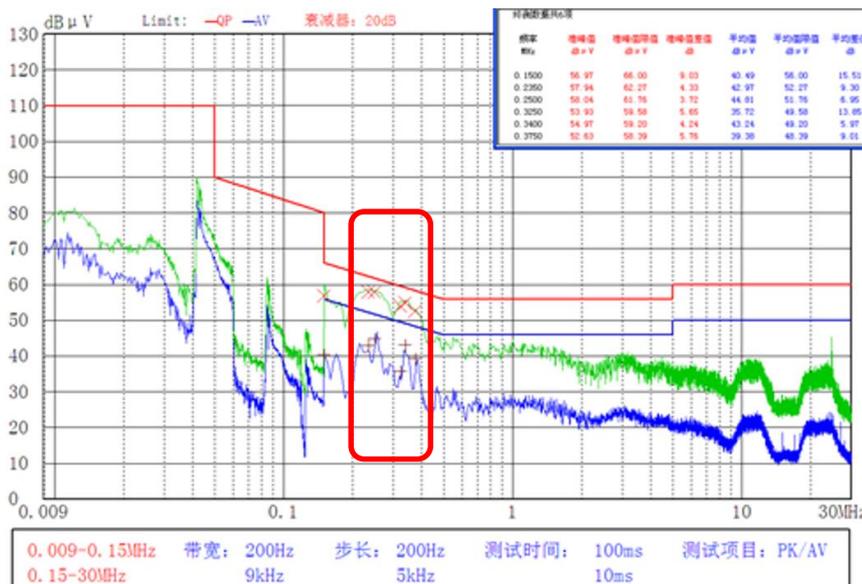


321kHz

传播路径上的整改方案



确认整改效果 (频域)



改进后

不同频段的电磁干扰整改经验

- <1MHz，以差模为主，采用抑制差模的方法；
- 1MHz-5MHz，差模共模混合区；
- >5MHz以上，共模为主，采用抑制共模的方法；
- 20MHz-30MHz，采用抑制共模的方法；
- 30MHz-50MHz，MOS管的高速开关引起的；
- 50MHz-100MHz，二极管反向恢复电流引起的；
- >200Mhz，开关电源的辐射量较小；

总结：EMI预测测试标准配置

EMI通过/失败预测测试



EMI故障排查



加速产品上市！

频域仪器



N9322C 6合1频谱仪
9 kHz – 7 GHz

EMC选项



N9311X-100
近场探头

时域仪器

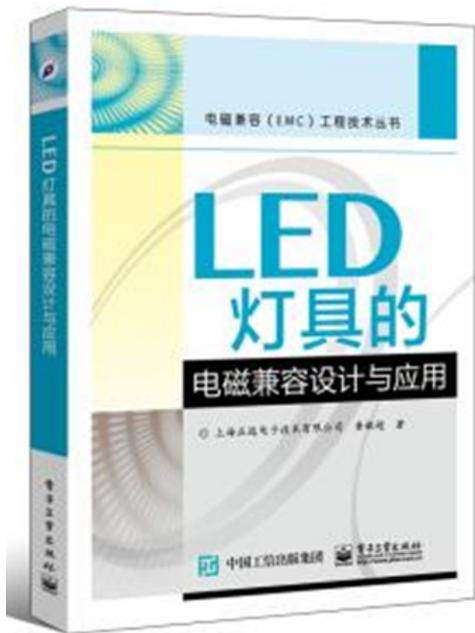


3000T X系列
示波器



U1818A 差分探头
100 kHz to 7 GHz

敏业信息科技(上海)有限公司



本书是一本理论联系实际工程书籍，从LED灯具整体结构和LED驱动器两个方面介绍了电磁兼容(EMI)设计和防雷设计，用一种实用快速的时频穿越法解决EMI问题和递进应力的雷击浪涌问题，结合实际案例介绍其实现步骤并验证结果，具有很好的实际参考价值。

——阮新波 南京航空航天大学 长江学者特聘教授 / 博导

作者针对LED及其驱动器EMC实务问题用心编写了这本工程设计参考书籍，力求浅析易懂、快速有效。特别推荐给从事LED及通用开关电源设计人员参考。

——章进法，中国电源学会副理事长 / 台达能源技术(上海)有限公司设计中心主任

书中独特的EMI干扰解决方法基于电磁兼容三要素，直接面对噪声源的准确位置和特性，让业界十分头痛又神秘的EMI干扰问题变得轻而易举。

——黄贵松，台达DC/DC技术总监

EMC问题是业界产品开发的共同难点，目前业界设计主要依赖于实践经验，理论依据不足。本书中独特的EMI解决方法可直接在设计中使用，便捷且有理论依据，值得推荐。

——代新社，麦格米特电气股份有限公司副总经理

➤ 2015年5月，《LED灯具的电磁兼容设计及应用》，ISBN: 9787121258749。

问答时间



N9310A: 3 GHz 射频信号源
N9322C: 7 GHz 频谱分析仪

N9320B: 3 GHz 频谱分析仪
N9311X-100 : 3 GHz近场探头

是德基础射频仪表的广泛应用

智能穿戴	智能家居	无人机	无线抄表	胎压/车钥匙	无线传感器	手机/平板	电脑外设	教育
------	------	-----	------	--------	-------	-------	------	----