

中国
机械

interference^{ITEM™} 电磁干扰与兼容 | technology

ISSN1003-0086 CN11-5417/TH

2014年9月

屏蔽电磁干扰的新技术 P14

屏蔽效能的影响分析 P16

复杂电磁环境对信息化装备的影响及对策 P26

EMC基础知识：波形、频谱、耦合和发射概述 P32

以技术发展为基础 客户服务为本 P38

输配电行业的发展与电磁兼容问题的解决 P40



扫微信加关注 获取电子版

CPI 高功放 联通世界



CPI 高功率 行波管功放， 满足全新汽车及军用 EMC 的标准。

CPI 功放具有优越的性能质量及可靠性。
CPI 设备具有性能指标，服务及技术支持追踪体系。
针对 EMC 测试领域，CPI
是一家可同时提供行波管及功放的生产厂家，
可确保高质量的设计生产及平稳运行。可提供
1-95 GHz 的连续波及脉冲波功放，
在选定频段功率水平超过 2kW

EMC 领域行波管功放

1.0 - 18.0 GHz 可达到 1000 W CW (选定 频段可达到 10kW)

18.0-40.0 GHz 可达到 150W (选定频段可达到 2.0kW)

40.0-50.0 GHz 可达到 80W

全脉冲功放可达 8kW
(无瓦脉冲功率能力)

联系方式：

Communications & Power Industries Canada, Inc.
45 River Drive, Georgetown, Ontario, Canada L7G 2J4

E-mail: marketing@cmp.cpii.com

Web: www.cpii.com/emc



satcom division

▲反馈服务代码：IU1409

紧凑型模块化放大器系列

R&S®BBA100和R&S®BBA150是模块化、灵活、采用最新技术的宽带放大器系列，配合监控和控制选件组成极其紧凑的系统。该仪器可以根据功能扩展进行升级，最大限度的使客户的仪器保值，同时也为未来的扩展需求做准备。适用于EMC环境、通信、研发和物理工程等各种应用领域。可以根据输出功率和频率范围的不同需求进行定制。

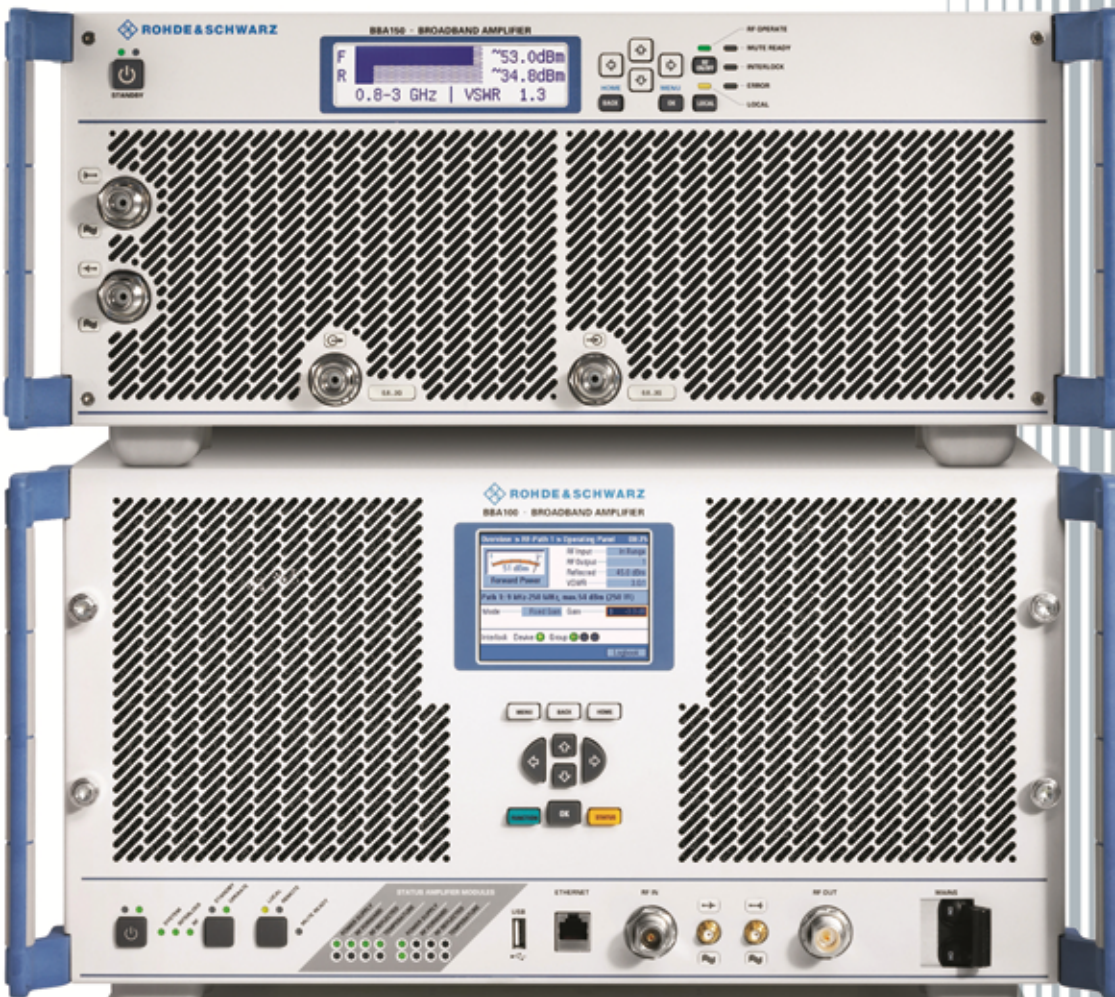
想要了解更多？

请点击www.rohde-schwarz.com/ad/bba

罗德与施瓦茨（中国）科技有限公司

www.rohde-schwarz.com.cn

免费客户支持热线 800-810-8228 400-650-5896



R&S® BBA150

R&S® BBA100

噩梦终结者



使用杂牌拼凑的系统对于用户来说只是一场噩梦的开始，来自不同厂商的部件没有任何系统性能的保证，费时、昂贵且有风险。尤其是射频/微波功放和天线的配合工作，这是达到所需场强和性能的关键。

AR提供一站式系统集成解决方案，满足您的电磁兼容和射频测试需求：辐射和传导抗扰度，辐射和传导发射等等。系统作为一个完整的单元交付到您的测试现场，并验证测试保证达到您的指标要求。

我们的emcware测试软件提供电磁兼容测试要求的自动测试和报告生成功能，界面友好易用。除此以外，我们革命性的多频测试系统可以同时测试多个频率，将漫长的辐射抗扰度测试从数天减小到数小时。

我们遍及各地的技术支持网络能够到达世界上的任何角落，我们销售的每件产品和系统均会得到我们坚实的技术支持和完美的质量保证。

更多信息，请访问 www.arworld.us。

在中国，请联系嘉兆科技 400-007-3336。



▲反馈服务代码：IU1301



ISO 9001:2008
Certified



射频/微波 设备测试

其他 ar 部门：模块化射频•接收器系统• ar 欧洲
美国：215-723-8181。应用工程师电话：800-933-8181

www.arworld.us

Copyright © 2013 AR. The orange stripe on AR products is Reg. U.S. Pat. & TM. Off.

04 电磁资讯 EMC News

- 世界上最长的超导电缆 04
- 人造电磁噪声干扰鸟类导航 05
- 算法修复扭曲天气雷达图像 06
- 量子导航技术可能取代GPS 08
- 第24届全国电磁兼容学术会议在芜湖召开 12

14 技术前沿 Technology Pulse

- 屏蔽电磁干扰的新技术 14
- 孔缝对板级屏蔽体屏蔽效能的影响分析 18

26 设计策略 EMC Design

- 复杂电磁环境对信息化装备的影响及对策 26

32 行业论坛 EMC Forum

- EMC基础知识：波形、频谱、耦合和发射概述 32
- 以技术发展为基 客户服务为本 38
- 输配电行业的发展与电磁兼容问题的解决 40

42 标准与认证 Standards & Certification

- 道路车辆电磁兼容试验-ISO11452-1车辆部件窄带辐射抗扰性
试验：通则和术语 42

50 展前预览 EMC Exhibition Preview

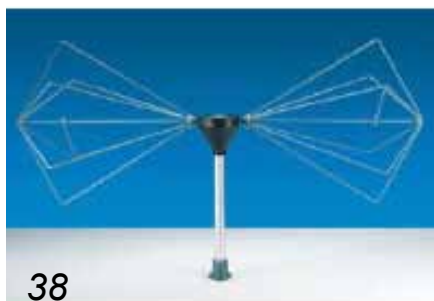
- 秉承40年悠久历史 与用户共同发展 50
- 走自主研发之路 造世界一流产品 52
- 提升创新能力 推进电磁仿真技术的发展 54
- 产品预览 55



04



12



38



55



61

德国超导电缆提高电源传输效率



项目合作伙伴和嘉宾按下埃森市电网项目的按钮

世界上最长的超导电力电缆被成功接入德国的一个城市的电网并投入使用，标志着开始一项在世界各地电力工业中可能节省

数十亿美元具有里程碑意义的实用测试。

“这在德国能源系统史上是一个好日子。今天我们开始世界范围内首次实际测试超导技术，”州总理 Hannelore Kraft 说。

AmpaCity 项目，致力于量化城市的电力基础设施中使用超导输电线路可能的优势。超导电缆被视为在城市电网中减少高压电缆的使用的最合理的选项。简化电网构造，移除昂贵的变电站，能够节省大量的资源和土地。

世界上最长的超导电缆



卡尔斯鲁厄理工学院，德国埃森的 RWE 电力公司和 Nexans 电缆制造商共同合作了这个项目。

1,000 米三段同轴 10 千伏电缆取代普通 100,000 伏连接埃森市的两个的变电站，设计输电容量为 40 兆瓦。相较于传统同尺寸铜缆，超导电缆能够传输五倍多的电力。此外，超导材料是特种陶瓷，能冷却至零下 200 摄氏度，电损耗极低，是理想的电导体。

“高温超导能源电缆准备商业化。花了大约 30 年，高温超导体发展从诺贝尔奖的研究转化成了工业应用，” 马赛厄斯·诺伊，KIT 技术物理研究所所长，Ampa City 项目合作者说，“研究能够成功归功于合适的材料，机械稳健性增强和交流的损失最小化的电缆。AmpaCity 项目中电缆作业是为了证明此项技术在实践中有高度的可靠性。”

为期两年的项目的成功完成后，其他的埃森电网高压线路预计将被替换为新的 10000 伏特的超导电缆。

遗传方法产生新型宽带超材料

研究人员通过遗传算法创造出了一种特定格式的材料，这种材料可以通过红外传感器，防护仪器和修改各种波长来屏蔽检测。

“超材料对宽频谱有很好的吸收作用” Jeremy·A·Bossard，宾夕法尼亚州立大学电气工程博士后说，“其他的屏蔽都是为了狭窄的带宽而开发，这是第一次，可以屏蔽超倍频程红外谱带宽。”有了更广泛的带宽，单一材料可以屏蔽更大范围波长的电磁辐射。

研究人员检测了银、金和钼作为潜在的选择纳入设计，最终选择了钼，因为它提供了更好的带宽范围。最终生产出来的超材料先是一层钼覆盖于硅衬底或基底上，再贴上一层聚酰胺层，聚酰胺层上再覆盖一层复杂的次波长几何图样的钼屏幕层，用以屏蔽各种波长，最后一把层聚酰亚胺加盖于整个吸收器。

“只要屏幕内设计好的模式比波长小得多，这种材料可以有效地发挥吸收器的作用，” Lan Lin、电气工程研究生说。“它还能吸收 90% 的红外辐射，最高到屏幕的 55 度。”

为了设计精致的屏幕模式，研究人员转向使用遗传算法。团队分配一系列零和无染色体上的模式，并让算法随机选择模式来创建一个初始种群的潜在的设计。然后算法测试各种模式并选出最好的，整个过程重复几次，以选出最好的设计。

Bossard 指出使用遗传算法是新材料设计的成功和生产潜力的关键。

“没有遗传算法，我们无法找出一个倍频程带宽范围，”他说，“过去，研究人员试图使用多个层来覆盖带宽，但多层难以生产和正常注册。”

研究人员希望制造新材料是相对简单的，因为它是由金属或塑料层组成，不需要复杂的对齐。聚酰亚胺覆盖层，除了能够屏幕保护，而且有助于减少由于波从空气进入设备而导致的任何阻抗失配。

“在电磁学中使用遗传算法不是新鲜事，但使用这种方法设计的超材料我们走在了前列，” Bossard 说。相关的研究论文，《使用超级倍频程的接近理想

状态的光学吸收器》发表在 ACSNano 杂志上。其他的在这个项目中的宾州大学研究人员工作包括 Seokho Yun, 前电气工程博士后、研究员 Liu Liu, 电气工程研究生、Douglas H. Werner, 麦凯恩电气工程首席教授和 Theresa Meyer, 电气工程和材料科学与工程特聘教授。

■ 人造电磁噪声干扰鸟类导航

几十年前科学家们就知道, 候鸟通过地球磁场来确定自己飞在正确的方向上。现在, 德国研究人员首次证实人造电磁辐射会干扰候鸟的生物罗盘。

现象由奥尔登堡大学感觉神经生物学家 Henrik Mouritsen 和他的研究团队发现。他们从 21 世纪初就开始研究迁徙鸟类, 特别是欧洲知更鸟, 以确定鸟类大脑的哪个部分用于和地球磁场校正。

通常情况下, 科学家在所谓的方向笼中研究磁受作用来检测鸟类的导航能力。这些笼子被置于远离城市的木制的小屋内。墙上的热敏纸平铺于漏斗形的笼子里, 记录了鸟类试图逃脱时的脚的划痕。在缺乏其他导航提示如太阳和星星, 鸟儿会通过地球磁场来确定向北飞行, 这些痕迹都被标记在了纸上。

然而, 当 2002 年 Mouritsen 将研究转移到了奥尔登堡大学、一个约 160,000 人的城市, 知更鸟的行为发生了改变。

“我们很惊讶知更鸟在奥尔登堡大学校园里的木制的小屋内无法使用磁场罗盘,” Mouritsen 说道, “三年内每年春天和秋天鸟儿都是在笼子中随便瞎跳。”

科学家改变了许多因素都无济于事, 包括知更鸟的食物, 笼子里的灯光和日光周期。最后, 研究生 Nils-Lasse Schneider 建议用铝覆盖整个小屋和笼子里形成一个法拉第笼, 这并不会削弱地球磁场的影响, 但能屏蔽较弱的电磁干扰, Mouritsen 称之为“电雾”。此后, 鸟类的定向能力恢复了。

“我们对于干扰因素的估量让我们偶然发现了一个对人为产生的 5 兆赫的频率范围内电磁噪声很敏感的生物系统,” Mouritsen 说。令人惊讶的是, 他指出, 干扰的强度低于国际非电离辐射防护委员会 (ICNIRP) 和世界卫生组织的规定范围。

Mouritsen 和他的团队在随后的 7 年的调查中进行了大量的实验和双盲研究, 收集了观察效果的可靠

证据。他们发现只要接地的屏幕是断开连接的或电磁干扰在法拉第笼内造成的, 鸟儿的磁定位能力就消失了。此外, 研究人员发现, 能产生破坏性影响的电磁场的频率范围很广, 远低于之前研究所表明的强度。正如所料, 在农村地区干扰显著减弱, 但是在电子设备高度集中的地区干扰显著增强。

“因此, 人为电磁噪声的影响鸟类迁徙是地区性的,” Mouritsen 说, “不过这些发现应该让我们思考, 无论是对候鸟的生存还是对人类的潜在影响。”

■ 远近场波组合为医疗设备供电

研究人员演示一种可以以无线方式向人体内医疗器件传输电力的方法。

新系统使用手机相同数量的功率向米粒大小的植入芯片进行供电, 这是斯坦福大学电气工程助理教授 Ada Poon 多年研究的结晶。她的这项成果将有助于将那些复杂庞大的电池以及充电系统从植入型医疗器件中去除。

“我们需要将这些器械设计地越小越好, 这样才能便于更深地植入人体, 从而创造一种全新的治疗疾病或是缓和病痛的方式。”

“我们的设备很小, 因此更易于植入体内。”

项目的成功的关键是开发了一种结合近场和远场波的某些特征的新型无线电力传输系统。远场波, 例如无线广播, 能够长距离传输但会反射或被生物组织吸收。近场波可在无线电力系统安全使用, 但只能在短距离传输功率, 限制了其在人体内部进一步的效用。

然而, 研究人员发现, 结合近场波的安全性和远场波的长距离传输性, 产生了一个通用的系统可以根据需要改变它的波的特点。Poon 表示, 首先电源产生的一种特殊类型的近场波, 当从空气进入皮肤后, 将改变其属性在体内继续传播。

Poon 相信这项成果最终将会催生出新一代的可编程微型植入医疗器械——如可以监测关键性生理信号的感受器; 向大脑发送神经信号的电子激发器; 以及可以直接将药物送至患病处的体内药物递送系统。

Poon 同时表示, 一家独立实验室已经对他们的设备进行了测试, 发现其产生的辐射量远远低于人体健康限值。

研究者在一头猪的身上测试了其无线充电能力，并用一只兔子测试了其心脏起搏器充电的功能。目前研究人员正在准备开战人体测试。即便接下来的人体测试顺利得到批准并且一切进展顺利，那么它也还将需要数年的时间才能满足进入大规模商业应用阶段前所要求的安全性和可靠性要求。

■ 失效航天器揭秘 “太空百慕大”

意大利科学家通过对一架欧洲卫星过去十年观测信息进行分析，揭示了一个太空中怪异的辐射区。该辐射区距巴西海岸上空几百公里。

这一地区被称为南大西洋异常 (SAA)，或“太空百慕大”。据报道，航天器经过该地区时，卫星和望远镜会发生故障，宇航员的视力也会出现短时问题。

根据科学家的结论，“南太平洋异常区”正好是范艾伦辐射带——距离地球表面约 1000 ~ 6000 千米环绕地球的带电粒子环——距地面最近的点。在上世纪 50 年代发现范艾伦辐射带时，科学家便怀疑南大西洋异常区会地球构成一定的威胁。

现在，随着航天器电子器件变得越来越更复杂，SAA 造成的问题也越来越多。航天飞机的宇航员抱怨称，在穿过这个怪异区域时，他们的笔记本电脑有时会崩溃。哈勃太空望远镜等航天器编程上会在穿过太空版百慕大三角时关闭，以免遭到破坏。国际空间站也采取额外的防护盾，应对这种威胁。除了航天器外，宇航员也会受到影响，导致他们出现光幻视现象。随着科学家们使用更复杂的工具继续探索太空，了解更多 SAA 的知识是必要的。

意大利国家天体物理研究所的 Riccardo Campana 等科学家对 1996 年至 2003 年服役的 X 射线监测卫星 BeppoSAX 获取的辐射数据进行了分析，该卫星由意大利荷兰合作发射用于研究伽马射线爆发。根据他们的分析发现，南大西洋异常区底层的辐射水平远远低于顶层。此外，他们还发现这个区域以每年约 40 公里的速度向西缓慢移动。

目前，这支研究小组正在设计一架太空望远镜。服役后，这架望远镜将穿过南大西洋异常区底层。迄今为止，科学家尚未对这个危险区进行深入研究。新望远镜将遵循于 BeppoSAX 卫星相似的轨道。

“太空任务规划时采用的绝大多数辐射模型均是根据高空高倾度观测数据进行的推测建立的，”坎帕纳说，但由于轨道类型各有不同，无法做到很精确。新的太空望远镜的数据预计将帮助科学家们更好地准备未来的太空任务。

■ 算法修复扭曲天气雷达图像

据麻省理工学院技术评论报道，来自奥地利的研究人员开发出了一个新算法以解决被 Wifi 扭曲的天气雷达图像。

气象雷达，也称为天气监视雷达是二战后不久开发用于检测降水的一种雷达。在之后的半个世纪中，气象雷达发展迅速，现在已经能够用于检测农业警报和洪水警告，大气研究和天气监测和预测。

在航空安全上，气象雷达也是尤其重要的。空中交通管制员必须跟踪运动的风暴和其他天气现象，评估风剪和监测成冰作用，以确保航空安全。然而，干扰引起的反射、地面杂物、大气湍流和岩石或山区都会扭曲雷达图像，导致控制器无法准确了解天气状况。

奥地利格拉茨 Joanneum 研究所的研究人员已经开发出一种新的图像分析算法，能够逐一像素的识别和消除雷达图像上的各种干扰，同时填写差异造成的不平坦的地形，这可以防止天气回波到达接收器。

“改善 WXR 气象雷达映像将他们与其他传感器为了完成隐蔽区和消除干扰信号，而不丢失重要气象信息——这是准确的预测天气现象和大气条件的根本，” Harald Ganster 和他的同事在康奈尔大学图书馆网站上一篇新论文中提到。

新方法依赖于知晓不同类型的干扰独特的特点，Ganster 说，如 WIFI 设备的干扰，出现在雷达图像是一条直线。基于没有天然结构连续的气象雷达图像是垂直的，新算法将这些直线映射成垂直的，然后很容易识别和移除那些干扰。

利用从第二代 Meteosat 气象卫星获取的数据，算法也能用气象学合理值填写的图像缺口。而卫星图像无法提供气象雷达相同级别的细节，在丢失的区域他们无法不显示大的天气变化。算法会尽量最小化卫星和气象雷达图像之间的差别。

DecentTest

北京世纪德辰通信技术有限公司
www.decentest.com

电话: 010-82600218 传真: 010-82600220

北京总部地址: 北京市海淀区中关村东路18号财智国际大厦C座7层

成都研发中心: 四川省成都市高新区吉泰路88号香年广场3号楼30层

免费服务电话: 400-702-9798

高效、精确的系统级测试 专业、定制的方案式服务

电磁兼容实验室交钥匙工程



主要产品

电磁兼容自动测试系统

电磁环境自动测试系统

手机辐射杂散自动测试系统

天线远场自动测试系统

现有用户行业范围

计量质检检测机构

新能源汽车电子检测机构

医疗器械检测机构

电力设备检测机构

通讯产品检测机构

航空航天检测机构

军工产品检测机构



▲反馈服务代码: IC1311

奥地利的空中交通管制官员目前正在评估新系统，以供将来使用。

■ 新的磁性材料可以推动硬盘发展、保护电网

美国圣地亚哥加利福尼亚大学的科学家们已经发出一种高度敏感的磁性材料，他们说会彻底改变计算机硬盘和电网。薄层氧化镍和钒，这种材料对热极其敏感，只需要一个小的温度变化就能改变其磁性。

“我们可以通过一个有限的温度范围来控制磁性而不需要通过磁场，原则上我们也可以控制电压或电流，” Ivan Schuller，加州大学圣地亚哥分校物理系的教授告诉 BBC。

“在低温下，氧化物是一个绝缘体，在高温下则是金属。在这之间，则变成了这种奇怪的材料。”

“人类所知的其他材料没有可以做到这一点的，这是一个巨大的影响。我们能够设计它。”

新材料可以应用于许多方面，Schuller 说，最明显的是计算机内存系统。

“磁储存器的一个问题就是可逆性——你希望它是可逆的，也是稳定的，”他在今年早些时候丹佛举行的美国物理学会议上介绍这种新的磁性材料。

“当今最好的系统是热辅助的，但需要使用激光，需要消耗大量的热。但使用这种新材料，你仅仅加热到 20 度就可以获得 5 倍矫顽力变化（磁阻）。”

另一个潜在的用途是电力网络。Schuller 设想了一种新型的变压器，可以应付突然激增，比如在雷击或电涌。这种材料也可能导致全新的意想不到的技术发展。

“如果你想找到变革未来的技术，这就是你做研究的类型。我们还不知道什么是它最好的应用，” Schuller 说。

“我不是说（新材料）能解决世界能源危机，但肯定会帮助我们。”

■ 英国研究人员研究手机对青少年大脑发育的影响

英国研究人员开始进行关于手机或者其他无线设备是否影响儿童大脑发育的世界性最大规模调查。

这项研究被称为 SCAMP（认知研究、青少年和手机），将在大伦敦地区跟踪 2500-3000 名学生绘制从 7 年级到 9 年级的大脑发育的变化。

其网站上说道，SCAMP 的使命是“调查儿童使用手机或使用其他运用无线电波和或其他技术的产品如便携式固定电话和无线互联网，是否可能会影响他们的认知或行为发展如语言理解、注意力、记忆。”

参加这项研究的学生将在 7 年级“基于网络的认知评估”，并在 9 年级重新进行测试。这个评估由“简单的注意力和记忆力的任务组成，”研究人员希望能够了解使用多年手机后青少年大脑的变化。

手机使用量在 11-12 岁的孩子中飙升，在十八九岁的孩子中几乎无处不在，这样的研究可以揭示手机和其他无线设备发出的一些射频 (RF) 波对发育中的大脑潜在的有害影响。但是大量的研究集中于成人和对于脑癌的潜在威胁。正因为如此，年轻的射频辐射对大脑的影响依然模糊。

根据世界卫生组织 (WHO) 的研究，“因为在儿童和青春期大脑在继续发育，是否儿童更容易受到射频和电磁场的影响仍然是一个悬而未决的问题。” WHO 还警告说，“孩子们可能更脆弱，因为他们的神经系统仍在发育之中，脑组织对能量的吸收能力更强，接触期也更长。”

这个“问题”恰恰是 SCAMP 旨在回答的问题。“当前英国健康指南建议 16 岁以下儿童限制使用移动电话，但是这一政策已经 10 年没有更新了，”帝国学院环境和健康中心的 Mireille Toledano 博士、SCAMP 首席研究员说道，“这是基于预防原则的建议，因为没有可用的证据。SCAMP 研究能够为政策提供的证据，并让父母和孩子可以做出明智的人生选择。”

随着青少年甚至儿童使用手机变得无处不在，问题将围绕他们的长期影响。缺乏手机对认知发展的影响的科学见解，引发了父母孩子和科学家们可以理解的担忧。解决这些问题，SCAMP 能够引领一代更健康的孩子潮流。

■ 量子导航技术可能取代 GPS

随着智能手机的兴起和其他手持无线设备的发展，GPS 技术经历了爆炸式的欢迎，成为许多消费者的日常生活不可或缺的事物。然而，它的局限性包括

- 提供常规的智能型电磁兼容 (EMC) 干扰模拟器
- 定制非常规EMC模拟器, 以满足特殊客户要求
- 为客户提供电磁兼容解决方案

专业的电磁兼容 (EMC) 测试设备制造商 为您提供完善的电磁兼容解决方案

新品



- 静电放电、电快速瞬变脉冲群、浪涌 (冲击) 三合一
- 7.0英寸彩色触摸屏操作
- 内置环境温度湿度显示
- 程控高压电源, 稳定性高
- 内置国际标准试验等级, 操作方便快捷
- 中文菜单, 可实现一键编程操作
- 内置RS-232通讯接口, 可选配测控软件实施远程控制

专业提供:

- 静电放电抗扰度测试系统
- 电快速瞬变脉冲群抗扰度测试系统
- 浪涌 (冲击) 抗扰度测试系统
- 工频磁场抗扰度测试系统
- 脉冲磁场抗扰度测试系统
- 振荡波抗扰度测试系统
- 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度测试系统
- 射频场感应的传导骚扰抗扰度测试系统
- 射频电磁场辐射抗扰度测试系统
- 车载电子EMC测试系统



上海普锐马电子有限公司

SHANGHAI PRIMA ELECTRONIC CO., LTD.

总机: 021-51877625 传真: 021-33522759
邮箱: prima@emcprima.com 地址: 上海市久富开发区盛龙路77号
深圳办事处
总机: 0755-61193029 手机: 13923757060(李经理)
地址: 深圳市南山区南新路3058号(深南大道路口) A1009
北京办事处
电话: 010-51112360 手机: 13126690390(张经理)
地址: 北京市丰台区北路甲45号鼎恒中心7楼



全国免费客服热线

4006-021-806

www.emcprima.com

▲反馈服务代码: IC1302

其无法在水下工作及其信号易受意外和人为干扰，可能为一个新的、更准确的技术铺平道路——量子导航。

量子导航，产生于量子力学领域，诺贝尔奖得主的研究表明，原子可以通过激光冷冻温度略高于绝对零度时，到达比宇宙的温度冷的十亿倍。一旦冻结，这些移动缓慢，低能原子对当地磁场和重力场的变化会变得非常敏感。这使它们适合作为更精确的原子钟，在能量变化中作为一个高度精确的钟摆测出常规的吸收和释放的辐射能量的变化。

此外，激光冷却原子表现出一定的量子现象，如纠缠，链接两个物理分离的量子系统，这可以用来提高现代导航技术。科学家们称，如果这两个量子系统经过稍微不同的环境，可以结合不同环境的路径所得到的信息。这样的原子干涉仪在理论上可以比 GPS 导航提供更好的性能。GPS 技术依赖于卫星网络的三角测量来确定位置，不能在水下或室内使用，容易被太阳气象活动或非法干扰设备屏蔽。

团队在英国国防科技实验室 (DSTL) 与国防部 (MoD) 合作，目前正在将量子定位技术在潜艇、导弹等军事装备作为备份技术，也许会最终替代 GPS 导航。

“国防工业经常在新技术的发展中充当先锋，” 尼尔·史坦斯费尔德，DTSL 知识、创新和未来工业负责人说“未来的潜在好处，我们可以通过内部空间而不是外太空导航，这将影响军用和民用的世界。”

民用产业依赖 GPS，包括那些参与高频交易，网络同步和海上、空中和陆地导航，以及智能手机制造商，可以将受益于一个更精确和有利的选择。同时，量子导航提供的更高水平的精度可以推进理论工具的发展，如望远镜高精度重力测量，也可用于环境遥感、工程测量或自然资源开采。

现有量子导航设备是相当大的和昂贵的，但是科学家们希望，如果证明是有用的，这可以到达小型手持设备的大小。目前 DSTL 量子导航技术研究小组正致力于将量子导航技术应用于一艘潜艇上，该潜艇将在 2016 年服役。导航在潜艇上的表现将使科学家们更好了解新技术的潜在用途。

“与技术本身一样，今天的活动的时机很重要，” Bob Cockshott、国家物理实验室的定位、导航

和定时专家说。“第一个应用可能在 5 年内投放市场，现在是关键时刻考虑量子提供的机会。”

■ 新 SPAD 最大化精度并减少噪音

美国国家标准技术研究所物理测量实验室的研究人员创造了一个新的高效单光子雪崩二极管 (SPAD)，能够每秒检测数百万光子同时最大限度的减小噪音。

SPAD 探测器能够将每一个光子的效果尽可能方法放大的以便于量化和测量，放大微小的“电击”使之变成受击电子的“雪崩”，这样能让电荷更容易被检测到。这些功能使 SPAD 在需要导航大规模高速光子流的高速量子通信系统中不可或缺。为了让设备检测一个离散的光子，将电子信号投射于 SPAD，交替提高和降低电压来创建独特的时间“关口”，在此期间光子能被检测到。

然而，尽管 SPAD 在保护量子通信系统中已经不可或缺——具体来说，就是定位和隔离单个光子，通过利用量子力学状态创建特定的加密密钥——这一可靠性受到质疑。以前 SPAD 技术容易受到“寄生脉冲”现象的攻击，导致光子探测引发一个二次虚假脉冲的情况。为了抵抗这些寄生脉冲，电子信号被用于探测器。然而，这种信号产生大量的电子干扰，使得更加难以精确地找到光子探测所产生的微乎其微的电脉冲。由于这些干扰的问题，以前 SPAD 被批评为不精确。

目前，PML 研究人员能够克服这种不精确性。他们通过使用一个新的控制系统，最大化的发挥探测器的性能，至关重要的是限制了电子干扰的重要因素——超过 -65 分贝——通过减少每个检测周期需要的电荷和时间。

“整个想法是在一个信号累积足够的前提下尽可能减少的材料中的电荷，” Alan Migdall、量子光学组长说道，“减少两倍的时间间隔能够减少 SPAD 中近一个数量级的电荷载体。”

换句话说，增加设备的电压和放大信号只会增加寄生脉冲或其他类型的电子干扰。研究人员通过控制代表 SPAD 检测周期“关口”的电子信号，生成更微小的电子信号从而组成一个信号脉冲。这个信号脉冲包含不止一个“同步谐波”，而是四个。通过最小化

探测周期所需的时间和电荷，这一新型的 SPAD 极大地降低了破坏性电子噪声的可能性。

“这是一个非常大的改进，” Joshua Bienfang、量子光学量子测量部门组成员说道，“在类似的检测效率下，我们的寄生脉冲约一个数量级低于其他系统。雪崩探测的低门槛证明了它的价值。因为雪崩大小的统计涨落，因此能够探测更小的信号是我们得到更高探测效率的原因之一。”

“发掘它们的潜能，这是一个挑战，这也是我们一直努力的方向，” Bienfang 评论 SPAD 道，“我们的想法是，不要问 SPAD 能为你做什么，而是问你能为 SPAD 做什么”。

■ 芯片取消频道射频干扰

荷兰特文特大学的研究人员使用一种自适应波束形成技术创造了一种新的芯片可以消除频道干扰。虽然这种技术已经存在了一段时间，但 UTwente 芯片较之前的产品更加经济实惠。

芯片由一位名为 Michiel Soer 的研究生开发，其中包括四个天线的输入电路，每个都有自己独立的可调延迟电路，和一个“组合器”用来从天线中合并延迟的信号。通过调整每个输入电路的延迟，该设备能够消除干扰信号，这些延迟也能根据信号的改变进行相应地调整。

“故障信号需要谨慎处理，因为我们芯片的电路精确地处理传入的信号，” Bram Nauta，特文特大学集成电路设计系教授解释说，“这一系统可以比作是道路交通。这些汽车就是包含信息的小包装。现在，交通通过交通信号灯管制，‘汽车’必须依次等待。Michiel 设计的天线用高架桥取代了交通信号灯。汽车可以不必等待继续前进且不用担心撞车。这将使互联网更快。”

芯片可能会在两年内投放市场，可用于笔记本电脑、平板电脑、路由器和手机，Nauta 说道。

Michiel Soer 在一个名为“无线通信天线波束形成”的 YouTube 实验室视频演示和深入解释芯片的工作原理。

以银的几分之一
的成本获得相似
的屏蔽功能和
更好的抗腐蚀性

E-FILL™

▲ 反馈服务代码：IU0808

E-Fill 新的电磁波干扰 / 无线电射频干扰 屏蔽导电填充材料

已经面世了!

颗粒更大的镀镍石墨粉

E-Fill 2702 是一种适用于模塑或挤出垫片的
镀镍石墨材料 (中值粒径=138 μm)。它的
较大颗粒有助于生产较软的垫片。



www.oerlikon.com/metco

oerlikon
metco

第24届全国电磁兼容学术会议 在芜湖召开



图1: 2014年9月23至25日, 由中国通信学会电磁兼容委员会主办, 中国电子学会电磁兼容分会协办的第24届全国电磁兼容学术会议在安徽省芜湖市诺华廷酒店隆重召开。来自全国电磁兼容领域的专家学者出席了本次会议, 大会特邀北京中通安冈电磁科技发展有限公司的卫中安先生担任开幕式主持人。大会主题报告由解放军理工大学的周璧华将军担任主持人。



图2



图3



图4



图5

图2: 首先由来自北京邮电大学的李秀萍教授代表主办方做了大会致辞。

图3: 联合国国际信息科学院院士, 中国电磁领域的泰斗高攸纲教授也做了致辞。他强调了本次学术会议的重点就是交流, 学术就是要在良好交流的氛围中发展。

图4: 北京理工大学的高本庆教授介绍了本次会议学术论文的征集情况, 共收到来自全国高等院校、研究所、实验基地等单位的论文60篇, 其中录用了54篇适合本次会议主题的论文。接下来的大会主题报告中, 高教授做的报告内容是: 色散媒质二阶时域参量的演绎。

图5: 华中科技大学的熊蕊教授报告的主题是: 基于人工免疫的柔性EMI滤波器自动进化的设计研究。她介绍了复杂电磁环境中的EMI问题, 指出EMC技术是伴随大功率电力电子交流器发展的柔性滤波器的最优设计。

图6: 中国传媒大学的逯贵祯教授报告的题目是: 偶极子探头的低频特性分析。他指出宽频段探头是电磁兼容测量的重要器件, 提高探头的灵敏度、带宽具有重要的工程应用价值, 需要解决低频电磁场计算的问题。

图7: 中国铁道科学研究所的张晨研究员报告的主题是: 高速铁路电磁辐射特性的研究

图8: 解放军理工大学的石立华教授做的报告题为: 基于BLT方程的简化线缆束串扰分析



图6



图7



图8



图9

图9：北京化工大学信息科学与技术学院的高级工程师韩宇南做的报告题目是：人体行走电压的时域波形研究。

图10：参会人员认真倾听，在每位专家的报告后都踊跃提问，积极交流，在探讨与研究增进学术。



rflight[®]
南京纳特通信电子有限公司
RFLIGHT COMMUNICATION ELECTRONIC CO.,LTD.

地址：南京市江宁开发区临淮街20号 邮编：211106
电话：025-84471786-807 +86-13182812282
传真：025-84471786-800 网址：www.rflight.cn
电邮：sales@rflight.cn

在电磁兼容敏感度测试领域，我们的NTWPAS-XXXX和NTTWPAS-XXXX系列宽带功率放大器技术处于国内领先水平，提供符合国军标GJB151A/152A-97标准(美军标MIL-STD-461D/462D) 50V/m和 200V/m的辐射抗扰度测试系统用功放。同时还提供其他各频段，各功率型号的功率放大器，欢迎大家来电咨询！

	型号	频率范围(GHz)	输出功率Min(W)
50V/m	NTWPA-000001011000E	0.00001~0.01 /0.01~0.1	1000
	NTWPA-00810200	0.08~1.0	200
	NTWPA-0825100	0.8~2.5	100
	NTWPA-256050	2.5~6.0	50
	NTTWPAS-6018020	6.0~18.0	20
200V/m	NTWPA-000001013000E	0.00001~0.01 /0.01~0.1	3000
	NTWPA-0081020001000E	0.08~0.3 /0.3~1.0	2000 /1000
	NTWPA-0825200	0.8~2.5	200
	NTWPA-2560200	2.5~6.0	200
	NTTWPAS-60180200	6.0~18.0	200
	NTTWPAS-180265100	18.0~26.5	100
	NTTWPAS-265400040	26.5~40.0	40



屏蔽电磁干扰的新技术

Tim Fornes, 博士, 从事化学研究的高级科学家, LORD公司

电磁干扰 (EMI) 指的是在电子设备通信中, 由外来电磁波引起的不希望干扰设备正常运行的电流。简言之, EMI 是外来信号对目标信号的干扰。

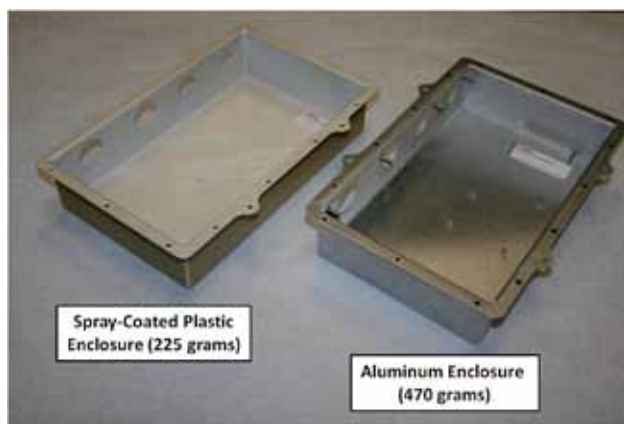
EMI 可能导致一个设备间歇性不可用。有时候这种中断影响不会很大, 比如只是干扰手机通话, 但有时候它会在交通运输业中造成很

严重的后果。例如, 在飞机的航空电子系统中, 仅仅是一个短暂的中断也会很危险。

为了防止电磁干扰, 制造商们必须遵照区域性和全球性的规范来设计电子设备。因为几乎所有设备都有一些电子元件易受外来辐射影响, 制造商已经开发出许多的接地电路和设备屏蔽方法。

电磁干扰屏蔽方法

制造商们利用金属外壳来防止电磁干扰。用诸如钢, 镍, 镍铁合金制成金属外壳, 它们可以为电子设备提供一个相当厚的和导电性好的外壳来反射和吸收干扰信号。虽然金属外壳可以很好地降低 EMI, 但是, 对于许多电子应用来说, 它们还是比期望值重了很多。



高导电性环氧涂料使得铝类材料的屏蔽效能在传统外壳上只占了小部分比重。这张照片显示重量减轻, 从铝外壳 (右) 转化为已经喷了新型环氧涂料的热塑性外壳 (左)

更容易并且能够更快地生产。对于金属材料, 腔体必须密闭, 这是一个费钱又费时的过程, 并且不适合复杂的形状。然而, 热塑性塑料, 可以很容易地注塑成复杂的形状。轻量化设计和生产速度的结合, 使得制造塑料外壳比金属外壳更为便宜。

另一方面, 塑料本质上是绝缘的, 因而几乎不能屏蔽 EMI。为了克服这个问题, 制造商通常依靠使用无电镀或在表面大量镀上导电性涂料, 这就将塑料部分变成成为 EMI 屏蔽体。

无电镀是一个密集的、多步骤的化学过程, 它最终可以在塑料上沉淀一层纯的薄的金属镀层。虽然无电镀由于它的纯金属镀层, 的确具有较高的屏蔽水平, 但是这个过程会破坏环境并且非常耗时, 反过



扫微信加关注 获取电子版



▲ 反馈服务代码: IC0839

NSG 437 & NSG 438 静电放电模拟器—— 高性能的30 kV静电放电测试

特测公司的ESD静电放电模拟器NSG 437和NSG 438具有独特的触摸显示屏和过程记录功能,以及性能优越的用户交互界面。即使采用了新型的彩色触摸显示屏,NSG 438的电池寿命依然优于市场上大部分同类产品。每次电池充满后可以提供超过30,000次的30 kV放电操作。而此款模拟器的过程记录功能让用户通过轻松的滚动触摸屏即可查看到历史测试类型。

上述静电放电模拟器完全满足IEC、ANSI、SAE和ISO标准,是汽车及零部件和所有消费类电子产品、家用电器、信息技术、医疗和工业设备进行ESD静电放电测试的理想应用产品。

主要特点

- 放电电压200 V~30 kV, 步长100 V
- 电压保持时间高达30秒
- 可进行30,000次的30 kV放电(仅NSG 438)
- 超过60款快速更换的放电网络(标准配置150 pF/330 Ω)
- 用户可定制放电网络(电阻最小0 Ω, 储电电容最大2 nF)
- 内置ISO自校准功能

北京特测电子仪器有限公司

北京市朝阳区酒仙桥路10号京东方大厦二层西侧100015

T+8610 8526 2111 F+8610 8526 2141

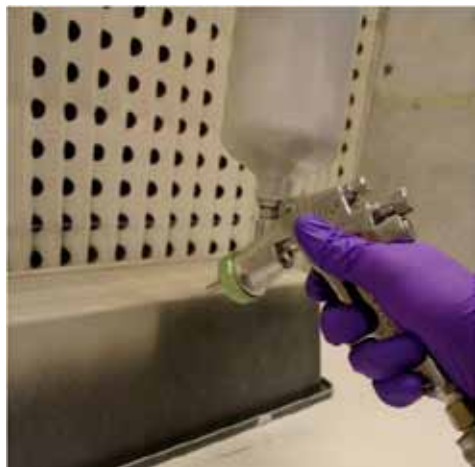
www.teseq.cn

AMETEK[®]
COMPLIANCE TEST SOLUTIONS

T E S E Q

Advanced Test Solutions for EMC

来,它会耗掉大量的人力和财力。具体而言,塑料首先通过溶剂溶胀,然后用诸如硫酸和铬酸的强酸蚀刻。接下来的蚀刻中,清洗零件,将催化剂施加到表面,最后,将铜或镍之类的金属,通过还原反应沉积到表面上。这个过程,带来额外的漂洗步骤,最近受到了密切关注,因为它使用了对操作人员和环境有害的化学物质。由于越来越多的环保法规,屏蔽设计师们开始为塑料寻求其他替代涂层技术。



加工为1毫米厚的高导电性粘合剂的弹性版本

除了安全和环境问题,无电镀可能会受附着力影响,尤其是在暴露的边角或者基板压力很大的地方。在这种情况下,金属涂层可能剥落,从而产生了电磁波可以穿透的孔洞。这个问题是由塑料基材与金属涂层之间的特性(例如,模量,伸长率和热膨胀系数)极不匹配造成的。

作为金属外壳和无电镀的代替品,许多制造商正在使用可喷洒到热塑外壳的致密导电涂料。该涂层由热塑性或热固性树脂组成,分别为聚甲基丙烯酸甲酯和环氧基,这两种材料高负载有金属颗粒如银,铜,银铜合金,镍,或混合它们的合金。虽然涂料确实具有很好的屏蔽效果,但它们的高密度会以牺牲诸如粘合性,柔韧性,重量或成本为代价。

另一种制造 EMI 屏蔽材料的可能方法就是在热塑性材料中填充导电粒子。虽然这种方法省去了导电涂层这一步,但合成的外壳导电性仍远不及无电镀或高密度的导电涂层。

高导电性环氧涂料

电子制造商正在寻求一种可用于热塑性塑料的

导电涂层,它既可以提供与无电解电镀等效的屏蔽效果,又不会有安全、环境和电镀工艺固有的成本问题。为了满足这种需求,新的高导电性环氧涂料正在进入市场。此外,这些涂料克服了在传统高密度涂料中常见的屏蔽效果与性能参数间的权衡问题。这种新型涂料,是基于环氧树脂、固化剂和导电填充材料的新型组合,能够在固化期内自我组装成独特的结构。这个结构本身是导电的,但仍主要体现聚合物的性质。最终,这将形成一个具有高 EMI 屏蔽水平并且重量很轻的涂层。特别地,在很宽的频率范围内,25 微米(1mil)厚度的自组装涂层能够提供 85 分贝的屏蔽效能。因为其聚合性质,涂层也可以实现更高水平的粘附性和柔韧性。此外,它们能抵抗高温、高湿和高盐环境,而这是电子应用经常暴露的环境。

这种有效性对于制造商来说尤其重要,他们希望可以利用某种涂层来代替有害的、无电镀工艺,这种涂层可以在几乎相同的厚度下提供 85 分贝以上的屏蔽效能。另外,与上述自组装涂层具有相同密度和厚度的传统涂层并不会提供高于 85 分贝的 EMI 屏蔽效能。有鉴于此,由于成本和重量限制,制造商并不愿意提高涂层厚度。

涂层独特的基本化学成分使得可以将材料添加到许多有用的产品形式中,包括涂料、粘合剂以及薄膜。喷雾涂层可以轻易地手动或自动应用。像油漆一样的喷雾处理可以通过高容量、低压(HVLP)喷枪应用到热塑性塑料非常复杂的形状中。为了精确控制某一部分涂层的厚度,可以采用自动系统。此外,在室温下它可以永久保存。



将高导电性环氧树脂涂层应用到塑料基板上

该涂层的室温稳定性或潜在特性使得化学反应可以在非液体粘合剂的形态中进行，因此可以将它作为具有 EMI 屏蔽性质的传统粘合剂。

广泛的应用领域中，这种基本材料可以被压成大块薄膜。这种形态在航空航天工业中尤其有用，它可以在组装时应用于飞机的大面积，可以有效防护电磁干扰和雷击。最后，根据机械要求，无论是喷雾、粘合剂还是薄膜形式的基材都可为刚性或弹性应用做加工。

对于维修过程，高导电性环氧涂料可用于加压喷雾罐中。这个简单的使用方法使得该涂层可在不用喷枪的情况下，应用于空气压缩系统、软管或各类外场应用中。例如，如果一个外壳或部件在该场域中被磨损或缺口，损坏的部分可以通过简单的喷涂来修复。如果飞机的外部被损坏导致环氧涂料部分脱落，维修技术人员可以在损坏或修复部分的顶部喷涂层。

在很宽的频率范围内，制造高导电性的环氧树脂涂料，制造商有一种类似金属的聚合物。广泛产业应用已

经证明，这些涂料比无电镀和其他高填充、高性能丙烯酸系统明显节约了 50% 的成本。随着越来越多的制造商在他们的设计中使用重量更轻的材料，高导电涂层可以提供符合业界预期的高效、经济的 EMI 屏蔽。

Tim Fornes 简历

Tim Fornes 博士是洛德 (LORD) 公司化学研究部的资深科学家。他负责设计、创作、鉴定、以及构建在电子、航空航天和汽车制造业方面具有商业意义的新型聚合物基胶粘剂和涂层。FORNES 是 19 本同行评审的技术出版物的作者或合著者，是六项专利（两个已发，四个待定）的共同发明人。他拥有北卡罗莱纳州立大学化学工程学士学位和德克萨斯大学奥斯汀分校的硕士和博士学位。

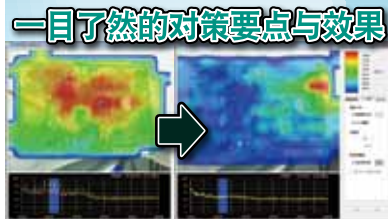
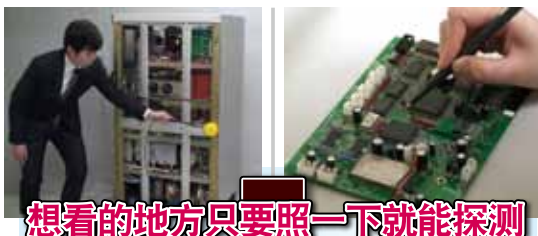
翻译：石丹

校对：高攸纲

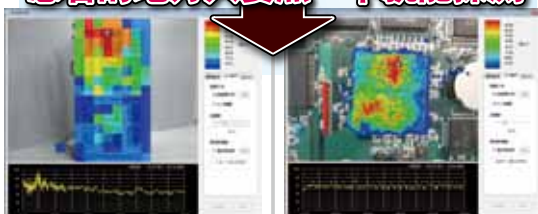
空间电磁场可视化系统 EPS-02 series

看得见的电磁场!!

▲ 反馈服务代码：IC1306



可以在三维空间测量 (选项)



我们将参加第十三届
国际电磁兼容暨
微波展览会!!

光临本公司展位的客户将获得介绍
IEC61000-4系列测试方法的CD光盘。

举办时间：2014年10月29-31日

会场：上海光大会展中心 西馆，展位号：A101

将展示空间电磁场可视化系统
EPS-02E和静电，脉冲群，
高频噪声等电磁兼容测试仪器。

NoiseKen 株式会社噪声研究所

● 上海办事处/诺伊兹电磁兼容科技事业部
上海市徐汇区喜泰路239号8号楼102室

TEL: +86-(0)21-5406-9653/FAX: +86-(0)21-5406-9653
邮箱: zq-lu@noiseken.com/手机: +86-180-1936-3272

<http://cn.noiseken.com>

孔缝对板级屏蔽体屏蔽效能的影响分析

摘要：对于板级屏蔽体（BLS）的屏蔽效能（SE）评估日趋重要。利用混响室，我们对不同孔缝的板级屏蔽产品进行了一系列的屏蔽效能测试。此外，通过比较屏蔽效能的测量结果，得到屏蔽效能的理论公式。

关键字：孔缝，屏蔽效能，板级屏蔽，屏蔽效能计算 EF

1. 引言

在电磁屏蔽实践中，板级屏蔽广泛应用于隔离电磁干扰，尤其是用于具有有意射频发射的印刷电路板上。完美的板级屏蔽没有任何孔缝并且可以沿着电路板的四周完全焊接在电路板的接地层上，以此达到最大的屏蔽效能。然而，为了使 BLS 更轻、便于制造、避免空腔谐振、方便散热以及微带线穿过，在 BLS 上应该有几个孔缝。为了评估孔缝对屏蔽效能的影响，我们进行了多个不同孔缝的比较测试，同时，基于屏蔽理论，还运用了一些计算工具给出相应的 SE 数据。

2. 带孔缝材料的屏蔽理论

材料的屏蔽效能（SE）测量是一种可以用来评估屏蔽性能的比较方法，目前获取 SE 值的通用方法是测量屏蔽前和屏蔽后不同的接收功率，表达式如下：

$$SE = 10 \log_{10} \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$$

P1= 没有采用屏蔽的接收功率

P2= 采用屏蔽后的接收功率

孔缝的屏蔽效能，最终会影响到腔体自身的屏蔽效能，它是一个与孔缝大小形状和数量有关的函数。具有辐射效率的开槽天线上面的孔缝（L）具有最差的屏蔽效能，它提供了一个用于计算最坏情况下孔缝屏蔽效能的简单模型。当为槽时常数（K）等于 20，为圆孔时 K 等于 40。孔缝的长宽比可视为 4:1 或者更大。对于几何形状的孔，即使为正方形或六角形 k 值也可以等于 40。

最大开口长度（L）的单孔缝屏蔽效能如下：

$$SE = k \log_{10} \left(\frac{\lambda}{2L} \right)$$



扫微信加关注 获取电子版

λ = 波长

k = 槽 -20, 圆孔 -40

L = 孔缝 ($\leq \lambda/2$) 的最大尺寸

对于多个孔缝, SE 需减去 $20 \log_{10}$ 半波长内的孔缝总数, 方程式如下:

$$SE = k \log_{10} \left(\frac{\lambda}{2L} \right) - 20 \log_{10} n$$

n = 半波长内的孔缝数量

从理论上讲, 超过半波长间距的孔缝一般不会影响 SE 值, 但是在大部分关心的频率上, 对于板级屏蔽的孔缝实际间距来说, 半波长已经足够大了。

这个公式是基于开槽天线在自由空间平面波的传播, 也就是空气中的波阻抗为 (120π) 欧姆的远场条件下得到的, 而在很多实际情况下, BLS 位于某些频率源的近场, 并且在这种条件下, 屏蔽效能会减弱, 所以我们应该在这里说明一下, 在应用这个 SE 计算公式时, 应该考虑从孔缝到辐射源的距离。

3. 孔缝的屏蔽效能计算

根据上述方程, 我们开发了一个建模程序 (Microsoft Excel 格式) 来计算孔缝 (印刷电路板或其他外壳上的洞或槽) 的屏蔽效能。该程序可用于计算由散热形成的通风孔或折叠金属在板级屏蔽体边缘沿形成的缝产生的屏蔽效能。

在屏蔽效能输入框, 需选择几个输入选项, 主要输入部分是孔缝的最大尺寸, 此部分很大程度决定了屏蔽效能的水平, 我们需要通过以下项目来详细描述孔缝:

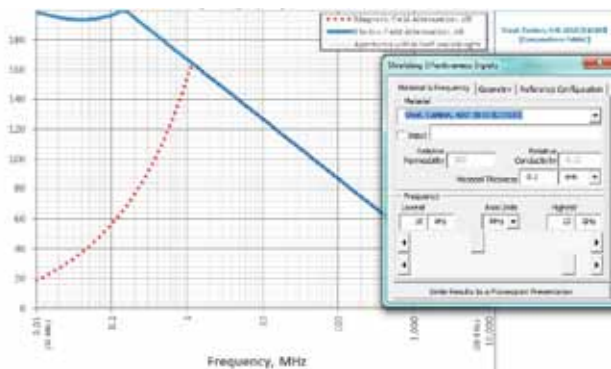


图1 孔缝衰减模拟程序

A. 发射器在屏蔽罩内部或外部: 在这两种情况下屏蔽效能的计算公式是不同的, 因为发射器在外部则不需要考虑反射部分。

B. 孔缝间的距离: 通过输入可以计算出半波长内的孔缝数量 N。

C. 诸如屏蔽材料 (磁导率和电导率) 及孔缝形状 (圆状或槽状) 的校正系数。

4. 在混响室内的屏蔽效能测试

辐射屏蔽效能测试是在混响室里进行的。混响室具有金属的、高导电反射壁, 与模搅拌器结合可以产生均匀的内部电磁场。搅拌器与发射天线装在室内, 接收天线放在另一个屏蔽室内, 测试对象装在屏蔽墙上来分开这两个天线。测试装置概况如图 2 所示。

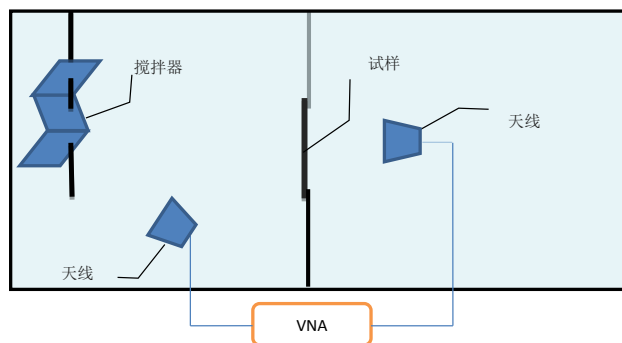


图2 混响室内的屏蔽效能测量装置

上述装置图仅仅是测试的主要结构, 为了达到合适的动态范围, 我们在电路中采用了功率放大器以及低噪声放大器。

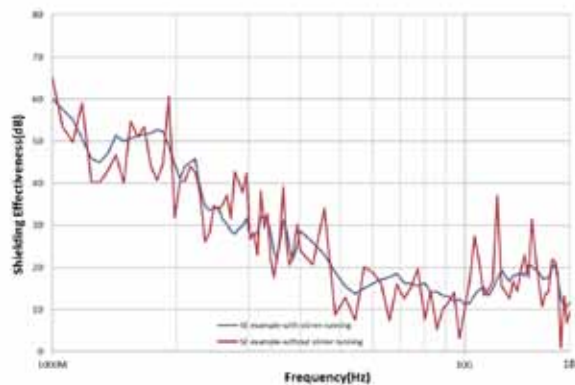


图3 搅拌器运行与否的屏蔽效能例子

对于混响室内的 SE 测试, 我们需要在发射室内运行模搅拌器来产生均匀的电磁环境, 在这样的条件

下，室内按时间均匀分布（或功率密度）的场在振幅上大致是相同的。为了评估模式搅拌系统的性能，我们在运行和不运行搅拌器状态下测试了 SE，图 3 是板级屏蔽效能测试的测试实例，它表明在没有运行搅拌器的情况下数据曲线波动更大。

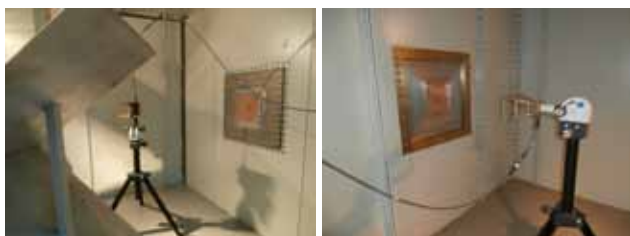


图4 发射室内的测试装置 图5 接收室内的测试装置

测试材料由铜片构成，因为它具有良好的传导性，并且很容易切割为不同的孔缝。试样完成后，我们用四个铝夹将它安装到测试夹具中，同时为了更好的屏蔽，我们还在接触面之间放入了导电泡沫。天线应该放得足够远从而保证物体表面的电磁波是稳定的平面波，这里我们将发射天线对准浆的中心，大概离试样 1.5m 远。而另一屏蔽室内，接收天线直接对准测试样品，距离为 50cm，使得接收到的大部分能量都来自 BLS 孔缝。测试频率从 1GHz 到 18GHz，因此，得到的数据是相当稳定可靠的。图 4 和图 5 为混响室内的 SE 测试装置。

5. 屏蔽效能结果讨论

为了得到相对可比的测试结果，我们制造了一些特定尺寸的样品，包括小孔和槽。以下是一些屏蔽效能比较的例子。



图6 带有 $\phi 2\text{mm}$ 和 4.8mm 和 11.2mm 圆孔的孔缝

1. 不同大小孔缝的屏蔽效能比较（图 6）

以下是屏蔽效能的测量和计算结果，图 7 至 9 给出了不同大小圆孔的屏蔽效能数据。首先，就 $\phi 2\text{mm}$ ， $\phi 4.8\text{mm}$ 和 $\phi 11.2\text{mm}$ 的孔进行比较，测量和计算的屏蔽效能是匹配的，虽然不是完全匹配，但我们仍然可以看到它们有相同的趋势。在大多数频率上，计算出

的 SE 值比测量的 SE 值更低，这其实是合理的，因为计算出的 SE 值通常代表最坏的情况。如果我们着眼于每幅图的细节，会发现低频的 SE 测量值不如计算的预期值高，造成这种不匹配最有可能的原因就是测量和计算的方法不同。因为 SE 计算中参考电平来自一个无穷大开口，然而在实际测试中，我们用了—个特定的开口来得到参考电平，因此在 SE 测量中应该考虑反射。

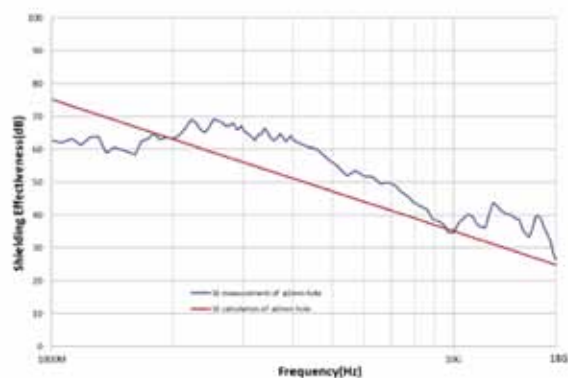


图7 $\phi 2\text{mm}$ 小孔的屏蔽效能

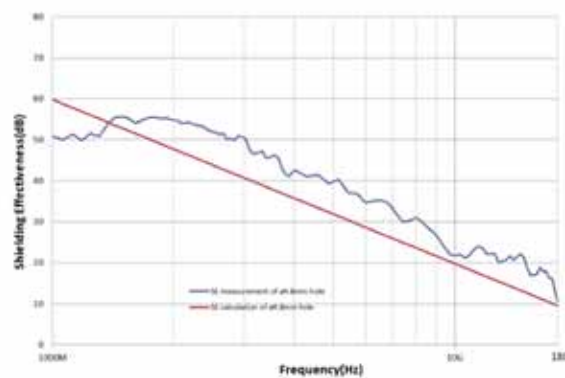


图8 $\phi 4.8\text{mm}$ 小孔的屏蔽效能

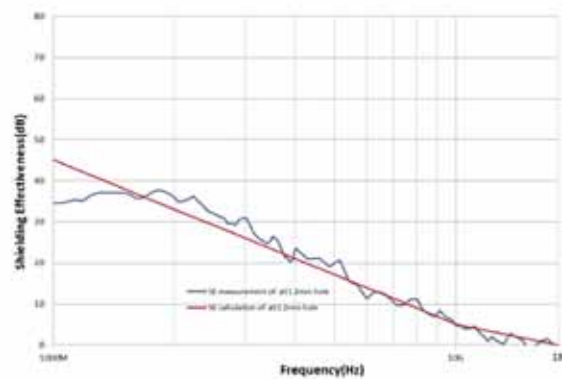


图9 $\phi 11.2\text{mm}$ 小孔的屏蔽效能



FRANKONIA

真金不怕火炼 质量源于德国



销售和客户服务

电话: 0573-84731590

传真: 0573-84731592

电邮: info@emc-frankonia.com

法兰克尼亚电磁兼容有限公司

地址: 浙江省嘉善县经济开发区虹桥路55号

▲反馈服务代码: IC0137

2, 不同小孔数量的屏蔽效能比较 (图 10)

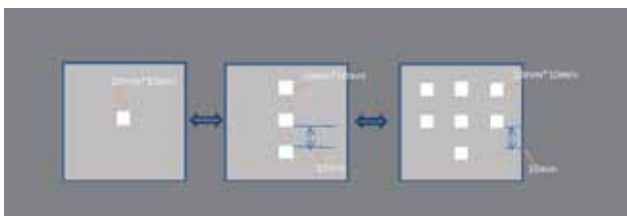


图10 1个方孔、3个方孔直线排列、9个方孔矩阵排列的孔缝

在实际应用中, 我们通常使用有很多小孔的BLS, 所以孔缝数量对SE的影响值得研究, 图11, 12和13是1个方孔、3个直线排列方孔、9个矩阵排列方孔的屏蔽效能, 每个小孔为10mm*10mm的正方形。

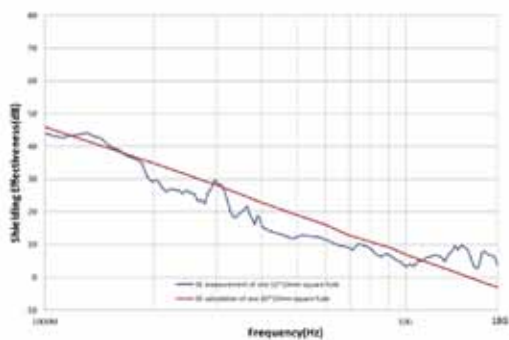


图11 1个10mm*10mm方孔的屏蔽效能

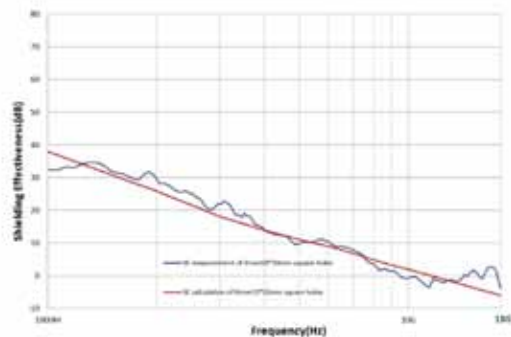


图12 3个10mm*10mm方孔直线排列的屏蔽效能

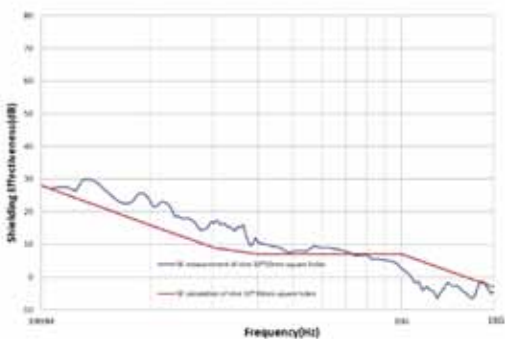


图13 9个10mm*10mm方孔矩阵排列的屏蔽效能

现在来比较这三种数量的区别, 首先, 在较低频率范围无论是测量和计算的结果, 三者之间大约有10dB的不同。然而, 在较高频段(大于10GHz), 这三者计算出来的SE值几乎在同一水平, 测量出来的SE值差异缩小到了5dB, 所以我们可以发现当孔的数量增加时, 整个SE曲线变得更平坦, 这是合理的, 因为根据计算公式, 计算系数“n”(即 $\lambda/2$ 内的孔缝数量)随着频率变高最小变为“1”。因此, 在较高频段, 超过“ $\lambda/2$ ”圆形区域的孔缝不会对SE值有影响, 图14为孔缝图, 给出了直径为 $\lambda/2$ 的圆。

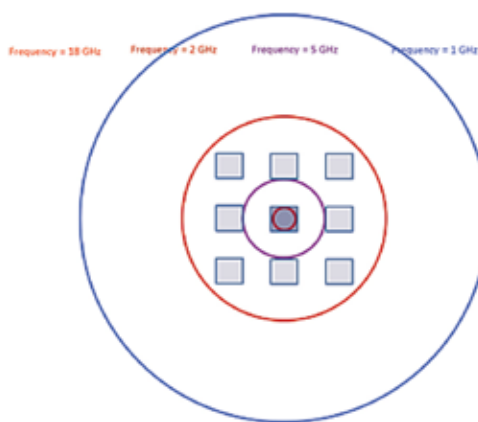


图14 孔缝与直径 $\lambda/2$ 的圆比较

在上述例子中不难看出SE甚至可以变为负值, 无效的辐射源(如小电路)可以通过耦合到大的导电结构辐射效率成数量级增长。因此, 对于封闭的源, 可以通过在屏蔽体上开孔进行辐射发射, 这不仅仅是一种可能, 而是很常见的一种情况。换言之, 在某些频率上屏蔽腔体的SE可以轻易地降低到0dB以下(即腔体放大了辐射)。因此, 有屏蔽总比没有屏蔽好这种假设并不可靠。

3, 直线排列的小孔与槽的屏蔽效能比较 (图 15)

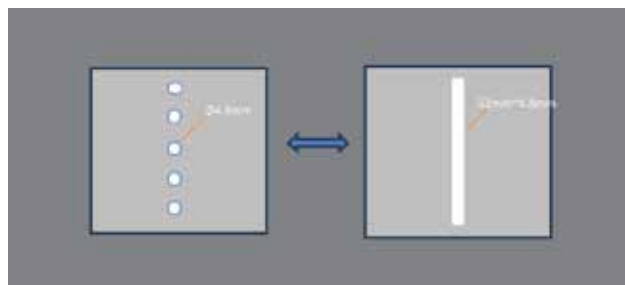


图15 直线排列小孔与槽比较



先进的技术

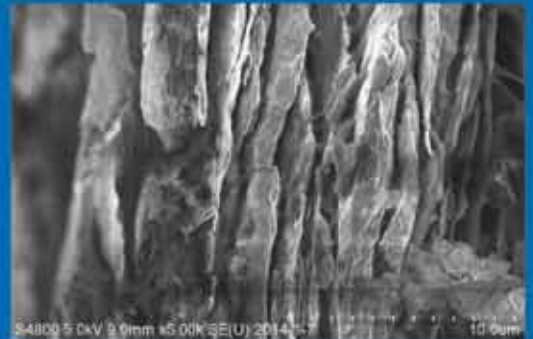
卓越的性能

持续不断地改善追求完美的品质

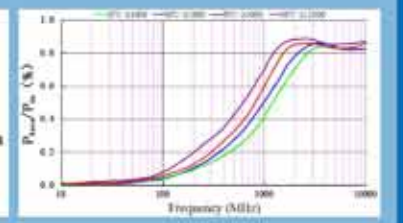
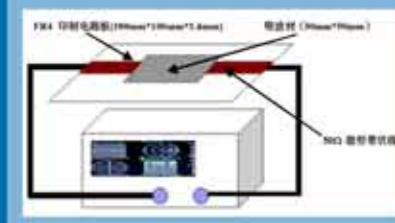
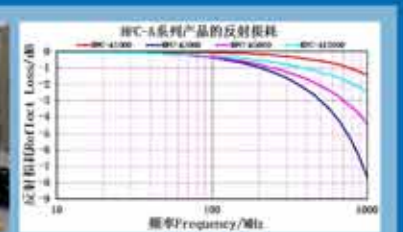
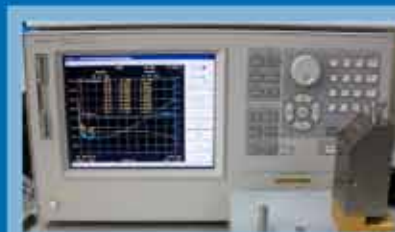
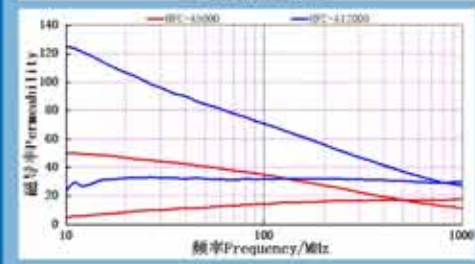
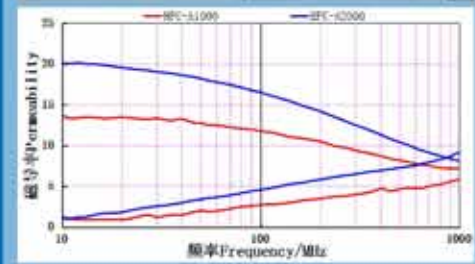
□ HFC-A系列吸波产品性能特点：

项目	单位	产品型号			
		HFC-A1000	HFC-A2000	HFC-A5000	HFC-A12000
磁导率 μ' @13.56MHz	-	10	20	50	120
使用温度	°C	-25~85			
表面电阻	Ω/inch^2	$\geq 1.6 \times 10^6$			
邵氏硬度	度 (°)	≥ 38			
使用频率	Hz	10MHz~8GHz			
粘着强度	kgf/inch	≥ 1.0			
厚度	mm	0.15~1.0	0.2~1.0	0.05~0.5	0.05~0.1
环保		符合RoHS、无卤素要求			

备注：本公司材料可加屏蔽层，接受客户定制结构



- HFC-A系列吸波体可裁切用于改善发生在电脑、通信设备等任何围绕在消费电子设备上的电磁波、谐波噪音、串台等干扰；
- HFC-A系列吸波产品具有卓越的电磁辐射噪音吸收能力，在广泛的频域里有优异的电磁波吸收效果；
- 总体非导电性能使其可以在设备中安全使用；
- 高强度粘贴效果使其安装使用更可靠；
- 环保产品(满足RoHS、无卤素要求)；



▲ 反馈服务代码：IC1401

www.emigasket.com

深圳市鸿富诚屏蔽材料有限公司

地址：深圳市宝安区福永镇福凤南路凤凰第三工业区C栋

邮编：518000

电话：+86-755-27327247/49

传真：+86-755-27306260

邮箱：hfczjz@szemi.cn 海外市场：+86-755-29974515

重庆市鸿富诚电子新材料有限公司

地址：重庆市璧山县璧城街道福顺大道5号

邮编：402700

电话：+86-23-41660051

传真：+86-23-41660052

邮箱：wenyl@szemi.cn



为了提高屏蔽效能，我们研究了不同孔缝的屏蔽效能，主要比较了孔和槽，它们的 SE 数据如图 16 和 17 所示，五个 $\phi 4.8\text{mm}$ 的孔成直线排列，对比于 $62\text{mm} \times 4.8\text{mm}$ 的槽。这两者在 BLS 中占据相似的面积，我们可以看到它们之间的 SE 值有巨大的差异（槽的 SE 大约比孔的低 40dB），请注意入射波的极化方向与槽的长平行，所以测试数据和计算值相吻合。在 EMC 的设计中，在设计 BLS 时把大的孔缝分为几个小的孔缝极为重要，当然圆孔总是比别的孔缝具有更好的屏蔽性能。

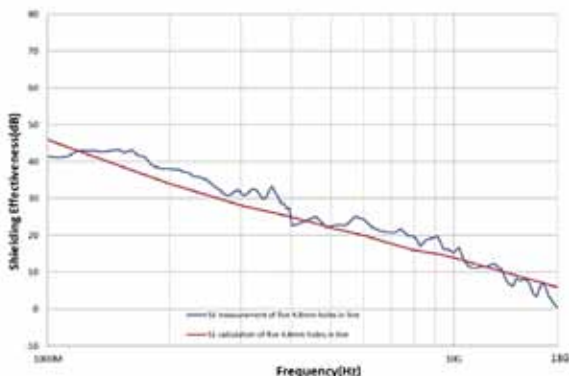


图16 $\phi 4.8\text{mm}$ 孔直线排列的屏蔽效能

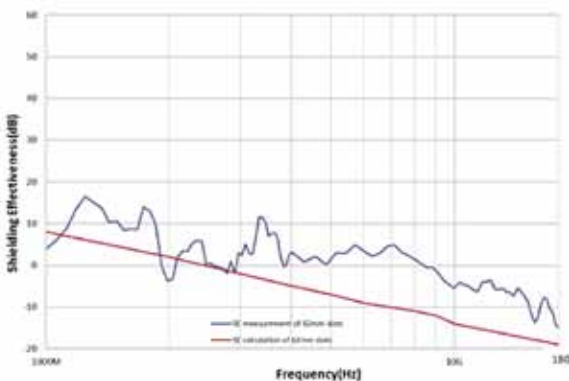


图17 $62\text{mm} \times 4.8\text{mm}$ 槽的屏蔽效能

从上述所有的 SE 数据中，我们通常可以认为计算的 SE 数据和测量的值是一致的，虽然在某些频段有不匹配点。SE 测试结果可能受到很多因素的影响，比如混响室谐振，测试装置，电缆耦合等，所以在不同的实验室用不同的测试方法来做一些比较是很有意义的。SE 计算公式最大的缺点就是不适用于复杂的孔缝，但是，SE 计算仍然广泛应用于比较中，如不同的

孔缝尺寸、数量或间隔。

6. 总结

通过混响室测试，我们讨论了不同孔缝的屏蔽效能，在不同孔缝间的屏蔽效能变化很大，孔的尺寸，形状（圆的或槽）以及数量都会影响屏蔽效能。同时，我们还分析了屏蔽效能计算和测量的对比结果，即使有一些不匹配点，但在整个频率范围内，计算数据和测量结果是成比例的。但是，由于 SE 计算方程忽略了一些因素，如波阻抗的变化，天线方向和极化，我们不建议对复杂的孔缝评估计算屏蔽效能，但是用 SE 计算工具做比较仍然是合理的，尤其是用于远场敏感度方面。

参考文献

[1] MIL-STD 285, Method of attenuation measurements for Electromagnetic Shielding Enclosures for Electronic Purposes, (1956)

[2] Wojciech J. KRZYSZTOFIK, Robert BOROWIEC, Bartosz BIEDA, Some Consideration on Shielding Effectiveness Testing by means of the Nested Reverberation Chambers.

[3] C.L. Holloway, D. A. Hill, M. Sandroni, J.M. Ladbury, J.Coder, G. Koepke, A.C. Marvin, Y.He "Use of Reverberation Chambers to Determine the Shielding Effectiveness of Physically Small, Electrically Large Enclosures and Cavities." IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. (2008).

[4] Frank B.J. Leferink, Hans Bergsma, Wim C. van Etten "Shielding Effectiveness Measurements using a Reverberation Chamber."

[5] Martin Paul Robinson, Trevor M. Benson, Christos Christopoulos, John F. Dawson, M. D. Ganley, A. C. Marvin, S. J. Porter, and David W. P. Thomas, "Shielding Effectiveness Measurements using a Reverberation Chamber."

翻译：石丹
校对：高攸纲

AlbatrossProjects

德国奥尔托项目公司上海代表处
奥尔托射频科技(上海)有限公司
上海市徐汇区百色路100号V35
邮编: 200231

电话: +86-21-6434 1110

传真: +86-21-6434 7800

E-mail: info@albatross-projects.com.cn

http://www.albatross-projects.com

▲反馈服务代码: IC1316



我们的经验值得信赖

复杂电磁环境对信息化装备的影响及对策

施佳林，汤仕平，万海军
海军电磁兼容研究检测中心

摘要：本文论述了复杂电磁环境及效应内涵，阐述了信息化装备面临的复杂电磁环境组成，并针对信息化装备的特点，分析了复杂电磁环境对信息化装备的影响及对策。

关键词：复杂电磁环境、信息化装备、效应、对策

未来的信息化战场上，夺取制空权，取决于夺取制信息权；夺取制信息权，基础是夺取制电磁权。复杂电磁环境，是信息化战争的舞台，是信息化战场的基本特征。充分认清和了解复杂电磁环境及效应，合理运用信息化装备，是夺取制电磁权乃至夺取战争主动权的前提和基础。分析信息化装备将面临的复杂电磁环境的威胁与风险，研究有效应对措施，对提高信息化装备作战效能，打赢信息化战争具有深远的现实意义。

1、复杂电磁环境及效应

（一）电磁环境的定义及内涵

（1）定义

电磁环境：存在于某场所的所有电磁

现象的总和（GJB 72A-2002《电磁干扰和电磁兼容性术语》）。该定义与美军标一致。

（2）分析

电磁环境可用电磁场强分布表示，是特定时间和空间内所有电磁能量的总和。电磁环境的频谱表现形式相对复杂，在频域上主要由各种电平大小不同、占用带宽不等的可测量频谱线和类似于噪声的环境噪声构成。

电磁环境是看不见、摸不着的，与其他自然环境相比，它具有空间、时间和频谱上的三维特性。即在不同的空间、不同的时间和不同的频谱上，电磁环境的表现方式和分布情况是不同的。具有覆盖全空域、全时域和复杂多变的特点。

（二）复杂电磁环境的定义及内涵



扫微信加关注 获取电子版

(1) 定义

复杂电磁环境：在一定的空域、时域、频域和功率域上，多种电磁信号同时存在，对用频装备运用和作战行动产生一定影响的电磁环境(GJB 6130-2007《战场电磁环境术语》)。美军标中无此定义。

(2) 分析

复杂电磁环境是电磁环境的复杂化，是特定时间或空间内高密度电磁能量的总和。即在特定地域集中了大量的无线电装备，在特定时间同时或集中使用，各信息化装备的工作频率又非常集中，由此构成的电磁环境空间就是复杂电磁环境空间。

依据电磁环境在频域上的表现方式，复杂电磁环境在频域上的具体体现是：在全频段或特定频段内可测量频谱线密集分布，电平大小高低不一、相差悬殊，信号频谱种类繁多，占用带宽宽窄不等，环境噪声起伏明显，噪声底线提高。从无线电装备使用效果的感知角度分析，复杂电磁环境下信息化装备使用效果的主要表现是：环境噪声底线增大，无线电通信的接收灵敏度下降，导致通信装备及信息化装备的通信距离或作用范围减小；干扰信号增加，无线电通信系统信干比恶化，导致通信装备及系统的通信质量下降或误码率增加；近距离存在大功率发射源，导致无线电接收装备信号阻塞及敏感信息化武器装备效能下降。从无线电频谱使用和管控的角度分析，复杂电磁环境下无线电频谱使用和管控的显现情况是：可用频谱资源供不应求，供需矛盾突出，需要进行精细的频谱分配计算；需要限制大功率、宽频带的用频装备，消除各种干扰发射源，最大限度地满足大部分无线电装备的频谱需求；电磁环境恶劣，需要进行无线电管制，重点保障主要信息化武器装备的频谱需求和效能发挥。

(三) 战场电磁环境的定义及内涵

(1) 定义

战场电磁环境：一定的战场空间内对作战有影响的电磁环境(GJB 6130-2007《战场电磁环境术语》)。美军标中无此定义。

(2) 分析

信息化战场，构成复杂电磁环境的主要因素有敌、我双方的电子对抗，各种武器装备所释放的高密度、高强度、多频谱的电磁波，民用电磁设备的辐

射和自然界产生的电磁波等。这些电磁辐射体的共同作用，将给战场空间状态、时间分布、频谱范围和能量密度带来巨大影响，使战场电磁环境日趋复杂和恶化。

“空域”上纵横交错。信息化战场，来自陆海空天不同作战平台的电磁辐射，交织作用于敌对双方展开激战的区域，形成了重叠交叉的电磁辐射态势，使该区域的任何一个角落，都被多种电磁辐射笼罩。

“时域”上持续不断。信息化战场，围绕着电子侦察与反侦察、干扰与反干扰、摧毁与反摧毁的对抗持续进行，作战双方的电磁辐射活动持续不断，致战场电磁环境始终处于剧烈的动态变化之中。

“频域”上密集重叠。受电磁波传播特性的限制，信息化战场，交战双方都将高密度地使用有限的频谱片断，这就使密集的电磁波拥挤在狭窄的频谱之中，大大增加了电磁环境的复杂性。

“能域”上复杂多变。在作战的全过程，敌对双方都会根据作战目的和毁伤要求，频繁调控变换辐射能量的强弱及形式，如此一来，不仅可以更多、更远、更快地探测和传递电磁信息，还可以形成干扰、压制与欺骗，甚至达成毁伤效果。

2、信息化装备面临的复杂电磁环境的组成

信息化装备面临的复杂电磁环境主要由人为电磁辐射、自然电磁辐射和辐射传输因素3个部分组成。

(一) 人为电磁辐射

人为电磁辐射是由人工操控条件下各种电子或其它电器设备向空间发射电磁能量的电磁辐射。它是战场电磁环境的主体，包括有意电磁辐射和无意电磁辐射。

(1) 有意电磁辐射

有意电磁辐射是为着特定的电磁活动目的而人为向空中特定区域发生的电磁辐射，通常通过天线向外辐射。有意电磁辐射源主要包括通信设备、雷达、光电设备、制导设备、导航设备、敌我识别系统、测控系统、电子干扰系统、无线电引信，以及广播电视设备等。其中雷达类设备组网后的电磁辐射往往是战场电磁环境构成的主体，对战场电磁环境产生十分复杂的影响。

在现代战争中，就已方而言，电磁辐射源已相当

密集,所形成的电磁环境已相当复杂。例如美军1个师就有2300多部电台,如此多的通信系统应用于相对有限的战场空间内,使得通信频段的战场环境日益复杂化。

(2) 无意电磁辐射

无意电磁辐射是电子或电器设备在工作时非期望的电磁辐射,是无意且没有任何目的性的,它一般不通过天线辐射,是不需要的一种电磁辐射。包括:传导电磁辐射,例如电力线辐射、变压器辐射等;工频交变电磁场,例如在大功率电机、变压器以及电力线等附近的电磁场;脉冲放电,例如在切断大电流电路时产生火花放电,其瞬时会产生很强的电磁干扰。

由于信息社会对电磁信息的依赖程度加大,各种无意电磁辐射会越来越多,对战场电磁环境也将带来越来越严重的影响。尤其武器装备由于电磁兼容特性不良所产生的无意电磁辐射不容忽略,这些无意电磁辐射将使得电磁环境更加复杂。

(二) 自然电磁辐射

自然电磁辐射是非人为因素产生的电磁波辐射。在自然电磁环境中,静电、雷电和地磁场等自然辐射是几种最主要的电磁辐射。

静电是自然环境中最普遍的电磁辐射源。特别是干燥地区,物体所带的静电可能会达数千伏,静电的潜在危害无处不在。静电场的强度取决于充电物体上的电荷数量和与它的电荷量不同的物体之间的距离。静电放电脉冲的能量还可以产生局部发热,使半导体器件熔断损坏。

雷电是自然界中最为强烈的一种瞬间电磁辐射。雷电对信息化装备的影响分为直击雷与电磁脉冲的两种损害,雷电电磁脉冲为LEMP(即Lightning Electromagnetic Pulse)。直击雷是带电的云层与大地上某一点之间发生迅猛的放电现象,直击雷防护通常采用设置避雷针的办法。与直击雷造成的损害相比,电磁脉冲所引起的新技术设备的损坏可能会更严重。无论是闪电在空间的先导通道或回击通道中产生的迅变电磁场,还是闪电通过避雷系统以后所产生的迅变电磁场,都会在空间一定范围内产生电磁作用。它可以是电磁感应作用,也可以是脉冲电磁辐射。它在三维空间范围内将对一切信息化装备发生作用,既可以

对闭合的金属回路产生感应电流,也可以在不闭合的导体回路产生感应电动势,且由于其迅变时间极短,感应电压会很高。

现代军事电子信息系统和武器系统都采用大量微电子技术,在现代超大规模集成电路(VLSI)中,数十万元件集成在一个小小的芯片上。它的能耗极小、灵敏度极高、体积很小,使得LEMP足以对它发生作用,甚至毁坏它。当雷电电磁场脉冲超过0.07Gs时就会引起微机失效;当雷电电磁场脉冲超过2.4Gs时,集成电路将发生永久性损坏,电子信息系统和武器系统大量采用VLSI,使得系统被损坏的概率极大增加。

自然界电磁辐射源的种类还非常多,除了上述静电、雷电之外,还有电子噪声、大地表面磁场与电场、宇宙辐射和太阳活动引起的电场等。

(三) 辐射传播因素

辐射传播因素是电磁环境的重要构成要素,它对人为电磁辐射和自然电磁辐射都会发生作用,从而改变电磁环境的形态。它主要包括:电离层、地理环境、气象环境以及人为因素构成的各种传播媒介。

3、复杂电磁环境对信息化装备的影响

(一) 信息化装备定义

信息化装备是指承担信息获取、传输、处理、利用、攻击和防御等功能的各种装备的总称。通常包括指挥控制、情报侦察、预警探测、通信导航、信息对抗和其他作战信息保障功能的系统及相关装备,可保护己方信息和信息系统,阻止敌方获取和利用信息,最大限度地提高、扩展主战装备的性能和功能,充分发挥武器装备的整体作战能力。以信息技术为主要驱动力的新军事变革正在不断深化,信息化装备已成为各国武器装备现代化的重要标志。

(二) 信息化装备的特点

(1) 发展具有超前性。信息化装备更新换代快,可以根据需求,基于可行性高起点发展,充分发挥优势。

(2) 应用具有渗透性。信息化装备广泛、深入地应用到指挥控制、攻击、防御、保障等战争各环节中,应用到信息获取、传输、处理、控制等信息流的全过程中。



TDK 电波暗室技术的领航者

TDK作为电波暗室的承建商、使用者、对策产品的生产商，为您提供全方位的EMC解决方案！

- TDK，1969年开发出适用于电波暗室的铁氧体，同年，开发出复合型吸波材料构造的电波暗室
- 四十多年交付千座以上电波暗室的建造经验值得信赖
- 2009年，超高性能电波暗室（NSA $\pm 1.5\text{dB}$）已经在日本八幡TDK技术中心问世（如上图）



咨询信息

TDK株式会社 中国电波部
TDK（上海）国际贸易有限公司
 地址：上海市延安西路2201号2201
 邮编：200336
 电话：+86-21-61962424
 传真：+86-21-62709900
 北京office
 电话：+86-10-85866277 Ext: 226

TDK苏州EMC中心
TDK（苏州）电子有限公司
 地址：苏州市工业园区星海街226号
 邮编：215021
 电话：+86-512-62568660 Ext: 228
 传真：+86-512-62561173

TDK华南EMC中心
 地址：广东省东莞市长安镇振安科技工业园
 邮编：523875
 电话：+86-769-85644678 Ext: 222
 传真：+86-769-85644499

(3) 运行具有智能性。信息化装备能够按照预先设定的方案自主运行,也可在此基础上,根据情况的变化,进行调整,权衡并选择合适的运行方案以应对新情况的出现。更先进的信息化装备应当具备学习、推理、提炼有效知识、决策等能力。

(4) 功能具有多样性。信息化装备可以作为攻击型装备,防御型装备或保障型装备。打击手段具有多样性和隐蔽性,能达到出其不意、攻其不备的效果。

(5) 生存具有脆弱性。信息化装备具有本质上的脆弱性,越是智能化的武器系统,对信息系统的依赖性越强,保障的复杂程度越高,其脆弱性问题越突出。

(6) 系统具有交连性。各种信息化装备之间互联互通互操作,体系特征十分明显。

(三) 信息化装备面临复杂电磁环境的效应

复杂电磁环境对信息化装备的效应,主要就是电磁能量通过传导耦合和辐射(场)耦合对信息化装备产生影响。

(1) 电磁能量的热效应

电磁能量与信息化装备发生相互作用,将电磁能量转换为热能而造成影响,尤其是脉冲电磁场产生的热效应一般是在 ns 量级完成的,是一种绝热过程。作为点火源、引爆源,瞬时可引起易燃、易爆气体或电火工品爆炸;可使系统中的微电子器件、电磁敏感电路过热,造成局部热损伤,电路性能变坏或失效,甚至导致库存物资燃烧爆炸。美国 F15 战斗机在维修时,由于燃油系统接地不正确,人体未采取防静电措施,静电放电造成飞机彻底烧毁。

(2) 强电场效应

电磁能量作用到系统内部的电子元器件上产生的强电场,不仅可使 MOS 场效应器件的栅氧化层击穿或金属化线间介质击穿,造成电路失效。而且,强电场效应可造成载流子在器件表面态或缺陷态的迁移,从而形成潜在性损伤,对许多微电子器件和敏感电路的工作可靠性造成影响。

(3) 电磁干扰效应

在复杂电磁环境下,武器装备的自扰和互扰主要是由电磁干扰效应造成的,通过多频域、长时频、广空频的电磁干扰,扰乱战场信息传递武器系统,破坏信息传递链,使信息化装备无法正常沟通,以及信息

化设备产生误动作或功能失效,甚至使武器装备中电爆装置意外发火,造成恶性事故。海湾战争中,在以美国为首的多国部队的强电磁干扰下,伊拉克的指挥控制和通信系统遭到毁灭性的打击:电子控制系统受到电磁信号的干扰;雷达网被假信号所覆盖;防卫系统受到严重的影响;通信系统遭到电磁炸弹的攻击陷于瘫痪。从而使伊军大部分通信联络中断,几乎完全处于被动挨打的局面。

(4) 磁效应

静电放电、雷击闪电等引起的强电流可产生强磁场,由于对磁场的屏蔽更加困难,使电磁能量更容易耦合到系统内部,干扰电子设备的正常工作,因此,对信息化设备的设计和磁屏蔽材料的选择都提出了更苛刻的要求。

4、对策建议

为了适应未来信息化战争和新军事变革的需要,结合自身存在的不足,需要借鉴外军信息化装备发展的一些成功经验和先进的管理模式,使我军信息化装备向着系统化、规范化、信息化的方向良性发展。为了达到这一目标,我军信息化装备应该着重从顶层设计、电磁环境效应控制、复杂电磁环境试验考核和使用管理等四个方面着手。

(一) 从顶层设计入手,建立健全战场电磁资源管理机构 and 法规

加强信息化装备电磁兼容顶层设计,开展电磁兼容性指标论证,加大总体设计的牵引作用,从源头上控制电磁兼容问题;健全和加强电磁频谱管理机构职能,制定信息化装备电磁频谱顶层规划,完善电磁频谱使用的审批机制,加大频谱规划的执行力度;完善管控的技术方法和手段建设,加大管控设备技术和控制方法研究;建立完善复杂电磁环境相关的标准体系,制定电磁兼容配套标准,建立健全电磁兼容评估指标体系,为信息化装备电磁兼容的设计、建造、使用维护提供技术依据。

(二) 加强电磁环境效应控制

广泛开展复杂电磁环境的各类效应研究,加强复杂电磁环境效应的指标的细化和量化,增强复杂电磁环境研究的可操作性;加强研究复杂电磁环境对信息化装备的作用机理和作用效果;加强总体设计技术研

究, 提高总体设计水平; 加强基础技术研究, 建立信息化装备电磁环境数据库, 实现技术研究成果共享; 加强信息化装备仿真手段和试验手段建设, 进一步提高测试与分析评估技术水平; 加强先进技术攻关、方法攻关和体系结构攻关, 着力解决电磁兼容技术研究的制约因素。

(三) 加强复杂电磁环境试验考核

深入研究复杂电磁环境构建方法、模拟技术、测试技术, 攻克系统级电磁环境效应试验的关键技术, 确立大型武器装备电磁环境效应试验与评估方法, 提高电磁兼容及防护测试结果的准确性和可重复性; 加强试验手段建设, 进一步提高电磁环境缩尺模型、系统和设备测试与分析技术水平, 实现装备电磁兼容的可预见性和考核验收水平。

(四) 加强使用管理

建立和实施全系统、全寿命电磁兼容维护保障体系, 开展定期检测工作, 不断进行电磁干扰预防和综合治理, 掌握电磁兼容技术状态的变化情况, 从而实现在使用过程中对电磁环境的控制管理。

5、结语

随着世界各国军队信息化建设的深入, 越来越多的信息化装备被投入战场, 如何应对信息化战场复杂电磁环境的影响, 已经成为了一个亟待研究的课题。因此必须高度重视对信息化复杂战场电磁环境的研究与应用, 提高我军在信息化复杂战场电磁环境下的作战能力。



扫微信加关注 获取电子版

AIC PRECISION INTERNATIONAL CORP.
since 1981

北京 精准贸易有限公司
程熙贸易(上海)有限公司
东莞 程熙贸易有限公司

EMC -
PARTNER
瑞士制造

诚征全国各地经销商

IMU3000/IMU4000

Touch the Future

新一代4kV/6.6kV/8kV抗扰度测试机

- ◆ 7" 彩色触摸屏、直观的操作软件、全模块化系统。
- ◆ IMU3000扩大了测试应用范围, 包括电动车辆、电信、智能电网组件。
- ◆ 增加外置扩展模组即可升级符合IEC6100-4-19标准电压和电流测试要求
- ◆ 一台仪器就涵盖IEC61000-4-2/4/5/8/9/11/12/16/19/29, ANSIC62.41, K20, K21和K44标准。

DC DIPS
IEC 61000-4-29

Electro Static Discharge (ESD)
IEC 61000-4-2 / ANSI C62.41
Contact 10kV
Air 16kV

10/700 μ s Telecom Impulse
IEC61000-4-5 + ITU K.20/21/44
8kV

Common Mode (CM)
IEC 61000-4-16

Differential Mode
IEC 61000-4-19

Combination Wave (CWG)
IEC 61000-4-5 / ANSI C62.41
8kV

AC DIPS / Interrupt
IEC 61000-4-11

Ringwave
IEC 61000-4-12 / ANSI C62.41
8kV

Magnetic Field AC
IEC61000-4-8
Magnetic Field
Impulse
IEC61000-4-9

(EFT/Burst)
IEC 61000-4-4
ANSI C62.41
5kV or 6kV



▲反馈服务代码: IC1307

AIC
PRECISION INTERNATIONAL CORP.
仪测科技集团

since 1981

★ 原厂授权翻译之版权著作, 严禁影印、盗印及转载使用。

★ Specifications subject to change without notice.

北京公司: 100080 中国北京市海淀区苏州街33号201室
上海公司: 200052 中国上海市长宁区延安西路1088号1605室(长峰中心)
华南公司: 523850 中国广东省东莞市长安镇长青南路303号长安商业广场第四区2007单元

TEL: 86-10-6268-2257
TEL: 86-21-6211-5111
TEL: 86-769-8115-4567

FAX: 86-10-6268-4237
FAX: 86-21-6211-5811
FAX: 86-769-8115-7799

E-mail: picbj@picbj.com.cn
E-mail: picsh@picsh.com.cn
E-mail: picn@picn.com.cn

道路车辆电磁兼容试验— ISO11452-1车辆部件窄带辐射 抗扰性试验：通则和术语

徐强华

摘要：本文介绍与汽车产品有关的电磁兼容试验项目（电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰度试验方法）及标准。

关键词：电磁兼容试验 道路车辆电气/电子部件 辐射抗扰度测试

多年来，电磁骚扰（EMI）效应一直是现代电子控制系统中备受关注的一个问题。尤其在今天的汽车工业中，车辆采用了许多关键的和非关键的车载电子模块，例如引擎控制模块、防抱死系统、电子动力转向功能模块、车内文娱系统和空调控制模块。

同时，车辆所处的电磁情况也更加复杂。车上的电子元件必需与射频发射机共存，这些发射机有些安装和设置得比较适当（例如：应急服务车辆中），有些却并非如此（例如：一些整车出厂后用户自行安装的控制总线（Control Bus）CB发射器和车载移动电话）。此外，车辆还可能进入一些外部发射机发生的强电磁场区域，强度可达几十甚至几百伏每米。

汽车业在多年前就已考虑到了这些问题，所有著名厂商也已采取了一定的措施，通过制定测试要求和制定标准，由此以削弱电磁干扰的影响。所以，今天的车辆对这类干扰都具有了较强的抗干扰能

力。但EMI对车载模块的性能影响还是难以完全控制，由此有必要继续对其引起重视。

车辆及其部件的测试是一个高度专业的领域，通常由厂商自己完成。在有些国家，许多车辆厂商会配合资助那些专业的测试实验室。随着车辆中使用的各类分部件日益增多，汽车厂商将部件外包的趋向也日益强烈，所以，部件EMC的首次测试逐渐成为部件厂商的责任。

最终，一个为多家汽车厂商提供部件的厂家就有可能必需凭借不同的要求，采用不同的检测方式，在某个频率范围内测试一样的部件。国际标准ISO11452正是应这些需求而应运而生。

ISO11452道路车辆电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰度试验方法，标准系列由11部分组成。分别是：ISO11452-1基本概念和术语、ISO11452-2电波暗室法、ISO11452-3 TEM小室法、ISO11452-4大电流（BCI）



扫微信加关注 获取电子版

表1-1 ISO11452系列标准

序号	标准名称	中文	版本
1	ISO11452-1:2005 Road vehicles-Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy-Part 1: General principles and terminology	道路车辆 窄带辐射电磁能量的电磁干扰部件试验第1部分: 总则和定义	第3版
2	ISO11452-2:2004 Road vehicles-Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy-Part 2: Absorber-lined shielded enclosure	道路车辆 窄带辐射电磁能量的电磁干扰部件试验第2部分: 电波暗室	第2版
3	ISO11452-3:2001 Road vehicles - Electrical disturbances by narrowband radiated electromagnetic energy; component test methods - Part 3: Transverse electromagnetic mode (TEM) cell	道路车辆 窄带辐射电磁能量的电磁干扰部件试验第3部分: 横向电磁波 (TEM) 小室	第2版
4	ISO11452-4:2011 Road vehicles -- Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy -- Part 4: Harness excitation methods	道路车辆 窄带辐射电磁能量的电磁干扰部件试验第4部分: 大电流 (BCI) 注入	第3版
5	ISO11452-5:2002 Road vehicles -- Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy -- Part 5: Stripline	道路车辆 窄带辐射电磁能量的电磁干扰部件试验第5部分: 带状线	第2版
6	ISO11452-6:1997 Road vehicles - Electrical disturbances by narrowband radiated electromagnetic energy; component test methods - Part 6: Parallel plate antenna	道路车辆 窄带辐射电磁能量的电磁干扰部件试验第6部分: 平行板天线	第1版
7	ISO11452-7:2003 Road vehicles -- Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy -- Part 7: Direct radio frequency power injection	道路车辆 窄带辐射电磁能量的电磁干扰部件试验第7部分: 直接RF射频注入法	第1版 ADM1: 2013
8	ISO11452-8:2007 Road vehicles -- Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy -- Part 8: Immunity to magnetic fields	道路车辆 窄带辐射电磁能量的电磁干扰部件试验第8部分: 磁场抗扰度法	第1版
9	ISO11452-9:2012 Road vehicles -- Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy -- Part 9: Portable transmitters	道路车辆 窄带辐射电磁能量的电磁干扰部件试验第9部分: 便携式发射机	第1版
10	ISO11452-10:2009 Road vehicles -- Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy -- Part 10: Conducted immunity in the extended audio frequency range	道路车辆 窄带辐射电磁能量的电磁干扰部件试验第10部分: 音频传导耦合抗扰度法	第1版
11	ISO11452-11: 2010 Road vehicles -- Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy -- Part 11: Radiated immunity test method using a reverberation chamber	道路车辆 窄带辐射电磁能量的电磁干扰部件试验第11部分: 混响室	第1版

注入法、ISO11452-5 带状线法、ISO11452-6 平行板法、ISO11452-7 直接 RF 射频注入法、ISO11452-8 磁场抗扰度法、ISO11452-9 便携式发射机模拟法、ISO11452-10 音频传导耦合抗扰度法、ISO11452-11 混响室法。

以下我们将讨论几种 RF 测试方式和汽车厂商测试需求中所划定的一些测试参数, 并探讨部件厂商怎样才能凭借不同客户的测试需求, 建立相应的测试系统来满足测试需求。

1 标准系列

国际标准: ISO11452 Road vehicles-Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy 道路车辆 电气部件对窄带辐射电磁能的抗扰度试验方法, 由 11 个分标准组成 (见表 1-1)。

2 ISO11452-1 基本概念和术语

2.1 标准依据

国际标准: ISO11452-1 Road vehicles-Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy-Part 1: General principles and terminology 道路车辆 - 窄带辐射电磁能量的电磁干扰部件试验 - 第 1 部分: 总则和定义。

本章节按 ISO11452-1:2005 版标准写出。

2.2 范围

ISO11452 规定了电气/电子部件 (ESA) 对连续窄带辐射电骚扰抗扰试验的基本条件、试验仪器和试验程序等。

ISO11452 适用于 M、N、O、L 类车辆 (不限定车辆动力系统, 例如火花点火发动机、柴油发动机、电动机) 用电气/电子部件。GB/T15089-2001 机动车辆及挂车分类: L 类: 两轮或三轮机动车辆。M 类: 至少有四个车轮并且用于载客的机动车辆。N 类: 至少有四个车轮且用于载货的机动车辆。O 类: 挂车 (包括半挂车)。

ISO11452 系列标准的抗扰度试验适用于频率范围为 0.01MHz ~ 18000MHz 的连续窄带电磁场。

2.3 试验条件

2.3.1 一般规定

ISO11452 系列标准中规定的试验方法、程序、试验仪器和等级是用来确定 ESA 对窄带辐射电磁能引发的电骚扰的抗扰特性。为车辆制造商和零部件供应商之间的协议提供根据。

某些 ESA 对电磁骚扰信号的一些特性(比如频率、严酷等级、耦合方式或调制类型等)非常敏感。

有时对调制射频信号比未调制信号更敏感,高频骚扰可能被半导体器件解调:未调制信号被解调后可能导致电压等特性的持续偏移,而调幅信号被解调后产生低频波动信号可能被电子装置认为是有用信号(比如速度信息),这时被测装置(DUT)的功能容易受到更严重的干扰。

单一试验方法可能无法反映 DUT 抗扰性的全部信息。因此本系列标准的用户应预先确定合适的试验条件,选择 ISO11452-1 的适当部分并定义 DUT 功能指标。其它部分每个试验方法的主要特性见表 2-1。

表2-1 ISO 11452系列标准中试验方法的主要特性

系列标准	适用频率范围 MHz	耦合对象	试验严酷等级的参数和单位	备注
ISO11452-2 电波暗室法	80~18000	DUT 和线束	电场 (V/m)	电波暗室
ISO11452-3 TEM 小室法	0.01~200	DUT 和线束	电场 (V/m)	DUT和/或线束的尺寸有限制
ISO11452-4 大电流注入(BCI)法	1~400	线束	电流 (mA)	屏蔽室
ISO11452-5 带状线法	0.01~400	DUT和/或线束	电场 (V/m)	屏蔽室 DUT和/或线束的尺寸有限制

2.3.2 试验条件

如无特别规定,下列试验条件适于 ISO11452 的所有部分:

- 试验温度;
- 试验电压;
- 调制方式;
- 驻留时间;
- 频率步长;
- 试验严酷等级的定义;
- 试验信号质量。

如无特别规定,所用参数的允差如下:

- 持续时间和距离: $\pm 10\%$;
- 电阻和阻抗: $\pm 10\%$;
- 功率计: $\pm 1\text{ dB}$;
- 场强探头: $\pm 3\text{ dB}$ 。

2.3.3 试验温度

试验过程中环境温度应为 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$,如果供需双方商定采用其它试验温度应在试验报告中声明。

2.3.4 试验电压

试验过程中 DUT 的电源电压为:

12V 系统: $(13.5 \pm 0.5)\text{ V}$;

24V 系统: $(27 \pm 1)\text{ V}$ 。

如果供需双方商定采用其它试验电压应在试验报告中说明。

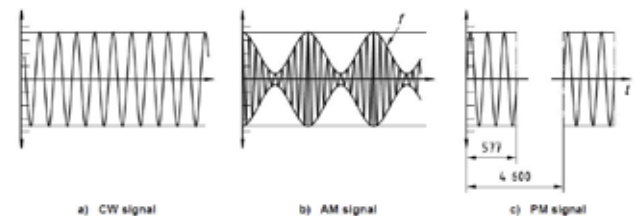
2.3.5 调制方式

调制信号的类型和频率由 DUT 的特性决定,如无其它规定,应使用下列信号:

—— 未调制正弦波(CW),见图 2-1a),可使用范围:0.01MHz-18GHz,校准时采用;

—— 调制频率为 1kHz,调制深度为 0.8 的调幅正弦波(AM),见图 2-1b),可使用范围:0.01MHz-800MHz 测试时采用;

—— 脉冲宽度为 $577\ \mu\text{s}$,周期为 $4600\ \mu\text{s}$ 的脉冲调制正弦波(PM),见图 2-1c),可使用范围:800MHz-18GHz。实际试验时不能使用放大器的通断所形成的脉冲或 100% (调制深度 $m = 1$) AM 调制波来代替 PM 调制波。



f 频率: 1 kHz t 时间: μs

图2-1 正弦、振幅调制和相位调制信号

2.3.6 驻留时间

在每个频点 DUT 暴露在试验场强下的时间应不小于控制 DUT 所需的最短响应时间。任何情况下,驻留时间(Dwell time)不得小于 1s。

2.3.7 频率步长

各个试验中的频率步长(对数或线性步长)不得大于表 2-2 规定值。如果供需双方商定采用其它频率步长应在试验报告中声明。

如果 DUT 的敏感度门限接近所选试验电平,应适当减小这个频率范围的频率步长以便确定敏感度门限。

表2-2 步长

频段MHz	线性步长MHz	对数步长%
$0.01 \leq f \leq 0.1$	0.01	10
$0.1 < f \leq 1$	0.1	10
$1 < f \leq 10$	1	10
$10 < f \leq 200$	5	5
$200 < f \leq 400$	10	5
$400 < f \leq 1000$	20	2
$1000 < f \leq 18000$	40	2

2.3.8 试验信号质量

在放大器和天线（换能器）共同限定的带宽频率范围内，除非有特殊的试验方法或试验计划另有说明，放大器输出谐波含量（到五次谐波）应比载波至少低 12 dB（1 GHz 以上至少低 6 dB）。

信号质量仅在标定时加以验证。

2.4 试验严酷等级的定义

应按频率范围定义严酷等级。功能特性状态分类（FPSC）的定义见 2.4.1。不论采用替代法还是闭环法进行试验，不论试验信号是采用未调制信号还是调幅、脉冲调制信号，试验严酷等级（电场、电流、电压或功率）都是根据未调制信号的等效均方根值表示。

替代法和闭环法都采用未调制和调幅信号的等峰值试验电平。调幅信号的平均功率和未调制信号的平均功率之间的关系见下列公式（见 2.4.2）：

$$P_{AM} = \frac{(2+m^2)}{2(1+m)^2} P_{CW}$$

式中： P_{AM} 是调幅信号的平均功率；

P_{CW} 是未调制信号的平均功率；

m 是调制深度（ $0 \leq m \leq 1$ ）。

例如：20V/m 的试验严酷等级意味着未调制试验信号和调制试验信号的峰值是 28V/m。

2.4.1 功能特性状态分类（FPSC）

对 DUT 的功能状态要求，即某一 DUT 在特定试验信号的影响下如何按预期工作，给出 DUT 在窄带辐射电磁能抗扰度试验中和试验后合格情况的通用定义方法，应和 ISO11452 有关部分中的特定试验程序结合使用。

试验应在 ISO11452 有关部分规定的试验环境下进行，或模拟装置实际所处的汽车电磁环境，有助于标准使用者对潜在敏感元件和系统进行优化技术设

计。

标准没有规定试验信号严酷等级的具体参数，由车辆制造商和零部件供应商协商确定。

2.4.1.1 功能特性状态分类（FPSC）方法

功能特性状态分类（FPSC）考虑了以下因素：

a) 一个 ESA 可包括一个或多个功能（比如，一个电子控制单元可控制前刮水器、踏板照明灯、近光灯）；

b) 一个功能可以有一个或多个工作模式（比如，近光灯 ON，近光灯 OFF，踏板照明灯 ON，踏板照明灯 OFF）；

c) 一个工作模式可以有几种状态（I, II, III, IV）（比如，近光灯 ON 工作模式，在骚扰施加期间近光灯 OFF，骚扰施加后近光灯能够自动恢复，这样情况视为状态 II）。

FPSC 方法基于以下原则：

一个 DUT 包括多个功能时，功能特性状态分类适用于每一个独立的功能；；

一个功能可以有简单的 ON-OFF 工作模式或者是类似数据总线通信的复杂工作模式。

2.4.1.2 FPSC 的要素

2.4.1.2.1 功能特性状态

功能特性状态定义了 DUT 在试验环境下功能特性的期望目标，适于 DUT 的每一个独立功能，描述了试验中和试验后预期功能的工作状态。以下给出了四个功能特性状态：

状态 I：试验中和试验后能够完成设计功能。

状态 II：试验中不能完成设计功能，但试验后能够自动恢复到常态。

状态 III：试验中不能完成设计功能，试验后在没有驾驶员 / 乘客的简单操作下，无法恢复到常态，例如通过对 DUT 关 / 开，或者重新启动点火开关。

状态 IV：试验中不能完成设计功能，试验后需要较复杂的操作才能恢复到常态，对 DUT 的功能不应造成任何永久性损坏。例如，断开蓄电池或供电电源后再连接。

每次试验都应设定在最低功能状态。供应商和车辆制造商可以协商附加试验。

2.4.1.2.2 试验严酷等级

规定了严酷等级特性（测试信号的基本参数），是特定试验方法中施加于 DUT 的电平。试验严酷等

级由制造商和供应商根据预期的功能特性进行确定。

2.4.2 等峰值试验电平

标准给出了等峰值试验电平的原则及功率电平的推导。

2.4.2.1 未调制信号

未调制正弦信号的电场强度 ECW 可以表示为：

$$ECW = E \cos(\omega t)$$

式中：E——ECW 的峰值；

ω ——未调制信号(CW)的频率(例如射频载波)；

t——时间。

未调制信号的平均功率 PCW 计算公式为：

$$P_{CW} = kE^2$$

式中：k 是比例因子，对于特定试验设置 k 是个常量。

2.4.2.2 调制信号

调幅信号的电场强度 EAM 可以表示为：

$$E_{AM} = E' (1 + m \cos(\theta t)) \cos(\omega t)$$

式中：E'——未调制信号的峰值；

$E'(1+m)$ = E_{AMpeak} ——调制信号 EAM 的峰值；

m——调制深度 ($0 \leq m \leq 1$)；

θ ——调制信号(例如语音、基带信号、1kHz 正弦波)的频率；

ω ——未调制信号(CW)的频率(例如射频载波)。

调幅信号的总平均功率(PAM)是载波成分的功率 kE'^2 和边带成分总功率 $\frac{K}{2} E'^2 m^2$ 的和。

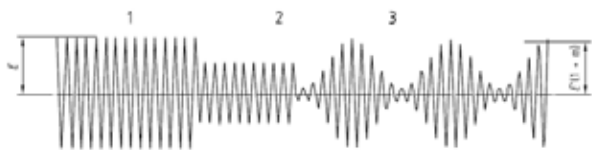
调幅信号的平均功率 PAM 计算公式为：

$$P_{AM} = K \left(1 + \frac{m^2}{2} \right) E'^2$$

2.4.2.3 峰值恒定

峰值恒定，即：保证未调制信号和调幅后信号的峰值相等。

$$E_{CWpeak} = E_{AMpeak}$$



1 CW 信号 2 调制前幅度降低的 CW 信号 3 AM 信号

图2-2 峰值恒定

调整信号以保持峰值恒定有两种方式：计算已调制功率和计算未调制功率方式。

2.4.2.3.1 调制信号功率的计算

未调制信号的平均功率 PCW 和调幅信号的平均功率 PAM 的关系为：

$$\frac{P_{AM}}{P_{CW}} = \frac{K(1+m^2/2)E'^2}{KE'^2} = \left(1 + \frac{m^2}{2} \right) \left(\frac{E'}{E} \right)^2 = \frac{1+m^2/2}{(1+m)^2}$$

因此，

$$P_{AM} = P_{CW} \frac{2+m^2}{2(1+m)^2}$$

m = 0.8 (AM 1 kHz 80%) 时关系为：

$$P_{AM} = 0.407P_{CW}$$

2.4.2.3.2 未调制信号功率的计算

未调制信号的平均功率 PCW 和调制前非调幅信号的平均功率 PCWpm 的关系为：

$$\frac{P_{CWpm}}{P_{CW}} = \left(\frac{1}{1+m} \right)^2$$

因此，

$$P_{CWpm} = P_{CW} \left(\frac{1}{1+m} \right)^2$$

m = 0.8 (AM 1 kHz 80%) 时关系为：

$$P_{CWpm} = 0.309P_{CW}$$

2.5 测试设备

2.5.1 人工网络 (AN)

车用人工电源网络代替车辆线束的阻抗，在实验室测试中用作参考标准，以测定设备及电气和电子装置的性能。

在 EMC 测量中，传导骚扰电压是指在电源线与(参考)地之间的射频电压，以及电源线之间存在的射频骚扰电压。从射频角度来说，供电网的阻抗是一个频率的函数，并且随着使用场合的不同、负载不同，电网呈现的射频阻抗也不同，这就难以对不同的骚扰源和不同的频率进行骚扰电压大小的比较。为了解决这技术问题，人们使用一种模拟电网射频阻抗的网络——“人工电源网络”(Artificial Main Network-AMN)。

AMN 有下列三大作用：

1) 在规定的频率范围内，为 DUT 提供所需的负载阻抗 Z1 (通常 $Z1 \approx R1=50 \Omega$)，在这阻抗两端的电

压降是 DUT 骚扰电压。

2) 使测量电路与供电电网的变化阻抗隔离开, 同时也把电网中的其他高频骚扰隔离开, 实现传导骚扰电压的测量。

3) 为 DUT 提供工作电源的通路。电源端子和地之间提供负载阻抗的 AMN 称为 V 形 AMN, 用作不对称测量。车辆零部件检测用人工电源网络的参数为 $50\ \Omega/5\ \mu\text{H}$ 。

4) 一个人工电源网络的阻抗偏离值小于 10%。

2.5.2 射频 (RF) 信号发生器

信号发生器能覆盖测试频段, 以 1kHz 正弦波调幅至 80%, 并具有慢于 1.5×10^{-3} 十倍频程 / s 的自动扫描功能, 即停留时间应大于: $1 / (1.5 \times 10^{-3}) \times (1 + \lg 1.01 \ 10) = 2.8685\text{s}$; 如仪器带有频率合成器, 则要求对频率步进幅度和停顿时间进行编程, 此外仪器还须具有手动设置功能。

信号发生器输出端的波形见图 2-1, 图中 U_{max} 是设定的辐射试验场强 (V/m)。辐射试验场强的校验时, 在监测的场强监视器上可以见到稳定的 U_{max} 值; 在辐射试验时, 由于 U_{max} 值经过 AM80% 的幅度内调制, 故在监测的场强监视器上反映的值最大为: U_{max} (峰值) 或最小为: $0.11 U_{\text{max}}$ (谷值)。

2.5.3 功率放大器

功率放大器用于放大器未调制和已调制的信号, 能提供天线输出所需要的场强电平, 放大器产生的谐波和失真低于载波电平 15dB。

2.5.4 天线

表2-3 各类天线的使用频段

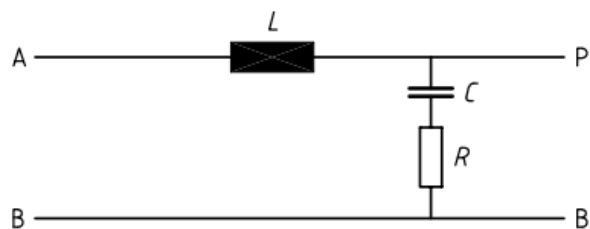
序号	天线名称	工作频段
1	双锥天线	80MHz-200MHz
2	对数周期天线	200MHz-1GHz
3	喇叭天线	1GHz-18GHz

2.5.5 模拟负载

测试时应将 DUT 连接实际使用的传感器和负载。

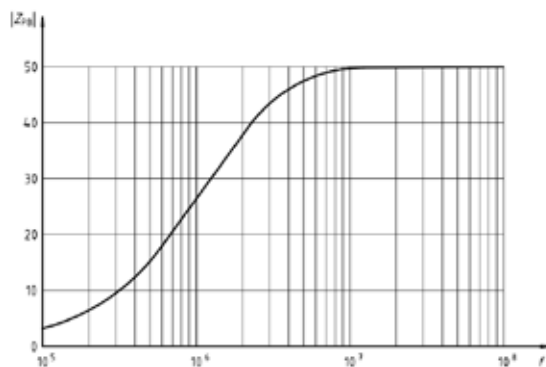
如某些负载和传感器不便于使用, 可以使用和其电气特性等效的模拟负载, 但应保证模拟负载在整个测试频率范围内和实际装置具有相同的阻抗特性。如模拟电动机可使用两个电阻、电感和电容的网络。

2.5.6 接地和屏蔽



A、电源端；B、公共端；C、电容 ($C=0.1\ \mu\text{F}$ 在交流电 200V 工作电压和直流电 1500V 工作时)；L、电感 ($L=5\ \mu\text{H}$ 空心线圈)；P、DUT 端；R、电阻 ($R=50\ \Omega$)。P 端和 A 端之间的内阻： $<5\text{m}\ \Omega$ 。

图2-3 车用人工电源网络



|ZPB| 阻抗 (Ω)；f：频率 (Hz)；ZPB 阻抗的频率从 100 kHz 至 100 MHz (A, B 短路)。

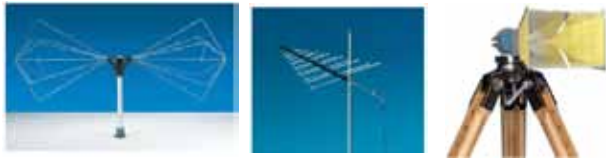
图2-4 人工电源网络阻抗-频率要求



图2-5 人工电源网络实物图



图2-6 各类功率放大器



双锥天线

对数周期天线

喇叭天线

图2-7 各类测试天线

应建立一致的射频测量条件，接地方式按如下进行：

接地平板应由铜、黄铜或镀锌钢板构成，最小厚度为 0.5mm。长度和宽度应符合系列标准的相关要求。

当需要独立的测试方法时，DUT、人工网络、终端负载应满足：当某个试验方法需要布置 DUT、人工网络、终端负载时，应满足：

- 放置在接地平板上；
- 根据车辆实际安装情况确定和接地平板搭接；
- 除非 DUT 装配说明有要求，不允许作其他

接地；

除非安装说明书有特殊要求，否则不能作屏蔽。

2.5.7 供电电源

电源的直流内阻 R_s 应小于直流 0.01Ω 。对小于 400Hz 时电源内部阻抗 Z_s 等于 R_s 。输出电压从零到最大负载时（包括冲击电流）的电压偏离不应超过 1V，供电电源应在 $100 \mu s$ 内输出至少达到期望最大输出的 63%。在 400Hz 频率范围内的直流电压叠加的纹波电压 UR 的峰-峰值不应超过 0.2V。

如使用标准电源来模拟蓄电池，标准电源应具有足够的输出电流，还应模拟蓄电池的低内阻。

当使用蓄电池时，应使用达到规定标准电平的充电电源，并确保充电电源不影响试验。

2.6 试验规程

2.6.1 试验计划

试验计划应在试验前制定，包括以下内容：

- DUT 试验严酷等级；
- DUT 监测条件；
- 频段；
- 试验方法；
- DUT 工作模式；
- DUT 验收准则；
- 极化方式；
- DUT 方向和接地；
- 天线位置；

——试验报告内容；

——其他特别说明及相对标准试验的差异。

其中一些项目可能并不适用于所有的测试方法。

2.6.2 试验方法

下列方法用于 ISO11452 标准的有关部分。

2.6.2.1 替代法

使用前向功率作为标定和试验的基准参数。特定试验电平（电场、电流、电压或功率）应在实测前标定。按试验计划中预先确定的标定值对 DUT 施加试验信号进行试验。标定和试验过程中前向功率和反向功率都应记录。

相对于标定电平的特定试验信号需要的前向功率由下列公式得出：

$$P_{for} = P_{for cal} \left(\frac{L_{tss}}{L_{cal}} \right)^k$$

式中： $P_{for cal}$ —标定的前向功率；

L_{tss} —试验信号严酷等级；

L_{cal} —标定电平；

k —系数，试验电平为功率值时 k 为 1，试验电平为电场、电流或电压值时 k 为 2。

2.6.2.2 闭环法

在实际试验中，用标定装置测量试验电平（电场、电压、电流或功率）并反馈给信号发生器，以便增加或减少试验电平直到等于预定电平。

2.6.3 标定

应根据每个试验方法的要求单独进行标定。应使用连续正弦波确定相对于频率的试验电平。每次标定的方法和结果应在试验报告中记录。

2.6.4 DUT 抗扰度测量

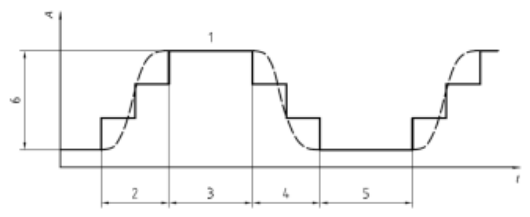
频率转换时骚扰信号应保持在预定的试验电平不变（信号发生设备稳定），也可以按下列过程（图 2-8）在频率转换之前降低。所选方法和相关参数应在试验计划中定义。

用户应注意以下几点以确保试验顺利进行：

- 模拟电路系统可能仅对中等干扰电平敏感；
- 突然施加干扰可能造成测试误差；
- 信号转换瞬间可能引起 DUT 故障。

受调幅深度，谐波抑制等影响，干扰信号的特性可能被改变。

2.6.5 试验报告



- 1 预定信号电平
- 2 试验计划中定义的信号上升时间（避免过冲的电平变化算法与试验系统相关）
- 3 驻留时间（适用时间 $\geq 1s$ ）
- 4 试验计划中定义的信号下降时间
- 5 试验计划中定义的 DUT 的恢复时间（ $\geq 0s$ ）
- 6 恢复 DUT 需要的试验信号电平降低值

A 幅值 t 时间

图2-8 骚扰信号施加过程示例

按试验计划要求，试验报告应提交有关 DUT、试验布置、待测系统、试验信号质量信息、频率、功率电平、系统相互作用的详细信息以及试验相关的其它信息。

2.7 应注意的一些技术问题

1) 功放的输出谐波对测试结果的影响

功率放大器的输出谐波分量（最高 5 次谐波）相对于载波必须小于 -12dB 。1GHz 以上时限制在 -6dB 。通常，宽带天线在二次、三次谐波频点的增益要高于基频增益。因此，由谐波分量产生的场强将与基频产生的场强在同一个数量级（在某些情况下，甚至超过基频所产生的场强），出现这种情况时，将给测试结果带来误判。

由于标准规定谐波分量的检查只在校准阶段进行，我们在实际测试时尤其要注意这个问题。

2) 测试结果性能判据

应关注测试结果性能判据的改变。前版标准的测试结果性能判据为：

测试电平是施加于 DUT 的干扰大小，在干扰的作用下 DUT 的反应程度则由测试结果性能判据分类而定，标准将测试结果性能判据定义为：

Class A：DUT 功能或性能一直保持正常，无任何异常现象；

Class B：所有功能或性能在干扰状态下，一个或者多个功能或者性能偏移指定的容差，但所有功能或性能在干扰移除以后能恢复到规定的容差限值以内。并且存储数据不能有任何异常现象；

Class C：一个或者多个功能或性能暂丧失，但在施加干扰之后 DUT 能自动恢复到正常模式；

Class D：一个或者多个功能或性能暂丧失，但在施加干扰之后通过人为的干预能自动恢复到正常模式；

Class E：一个或者多个功能或性能暂丧失，并且不能自动恢复到正常模式。

五种模式，由于车辆工作状况的复杂性，如此判断已不能完全满足对部件的考核要求。

此版标准提出了：功能特性状态分类（FPSC）方法。我们要从：1、因素；2、原则；3、要素；4、特性状态；5、严酷等级等五个方面来考虑问题。

3) 内调制与外调制

所有的 RF 抗扰性测试，都需要在每一个频率上对 DUT 施加 CW（未调接连波）和已调 AM 测试信号。通常，DUT 的响应是更容易受已调干扰影响。

通常，标准要求所规定的调制深度为 80，频率为 1kHz 的正弦波。但也有个别的车辆厂商可能会有其他的要求。

内调制参数的目的是为 AM 和 CW 测试划定一个恒定的峰值电平。这一点与商用（IEC61000-4 系列）RF 抗扰性测试不同。在商用 RF 抗扰性测试中，调制信号的峰值功率比未调制信号高 5.3dB。而在峰值电平恒定的测试中调制深度为 80 的已调制信号功率只有未调制信号功率的 0.407 倍。

4) 正向功率与反向功率

射频信号是矢量信号，正向即为向前的发出的信号，即为有用的信号，反向功率即为反射回来的功率。反向功率过大会抑制正向功率的输送。

5) ISO11452-1 标准是系列标准的基础。

2.8 小结

在 ISO11452 标准使用时，各分标准的试验条件：包括试验温度、试验电压、调制方式、驻留时间、频率步长、试验严酷等级的定义、试验信号质量等，均由 ISO11452-1 标准做出具体规定。所以，必须与 ISO11452-1 标准联系起来一同使用。

参考文献

1. ISO11452-1:2005 Road vehicles-Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy-Part 1: General principles and terminology 道路车辆 - 窄带辐射电磁能量的电磁干扰部件试验 - 第 1 部分：总则和定义。

EMC基础知识：波形、频谱、耦合和发射概述

Keith Armstrong

Cherry Clough咨询公司创始人，EMC首席顾问
英国，斯塔福德

美国《电磁干扰与兼容》杂志举办了“EMC基础知识2：波形、频谱、耦合和发射概述”在线研讨会，以下为主讲人 Keith Armstrong 对会上有关问题的统一回答。您可以访问以下网址 www.interferencetechnology.com 并点击【在线研讨会】栏目进行回顾。

问题 1：请问你能演示 310uA 电流通受扰电路（电场耦合）的路径吗？

回答：这是一个好问题，因为成为一位专业电磁兼容工程师的必备技能就是要能精确地看见杂散电流的流向。

当然我们不可能说出来这个杂散电流到底流向哪里，因为它取决于实际状态中的物理详情 - 我 PPT 幻灯片中示意图的信息并不完全。

比如，图中受扰电路应连接和电源电路一样的功率和接地轨道；或者可以对它单独供电，和电源电路共享一个底板；或者它也可以浮动 - 即不和电源电路连接。上述这三个完全不同的情况都会导致完全不同的杂散电流返回路径。

不过，我们可以根据电磁兼容

物体学原理（即麦克斯韦方程组）得知：杂散电流会优先选择生成最少磁场能量的路径 - 同时也是最低阻抗的路径。

这些路径有可能是沿着某个导体，也有可能是在空气中（即再次通过杂散电容）——无论哪条路径返回的杂散电流，它的场能肯定是最底的。

如果要全面分析杂散电流会优先选择哪条路径流通，可以使用配备三维结构及所使用材料的所有电气参数的全波场求解器计算机模拟器。

虽然经验丰富的电磁兼容设计工程师一般可以看见杂散电流流通的最强路径，但是要当心结构共振。特定频率下，结构共振会使高阻抗路径让人误以为是重要的低阻抗路径，反之亦然。



扫微信加关注 获取电子版

因此为了有助于确定实际的杂散电流路径，我们一般使用一些诊断工具，比如近场探头、卡扣式扼流铁芯、粘结导电胶的铜带等等。

当然，如果我们得到实际情况的完整三维特性、了解各种材料的信息、并且拥有一个全波场求解器——我们就可以使用计算机帮我们做这个工作了！

相配的场求解器是非常昂贵的，但是它为设计、研发、兼容测试及产品上市节省的时间在第一个项目上就能回收成本！而且如果能正确使用（如有需要可参考我之前写过的一篇相关文章）的话，财务经理不得不考虑购买。

问题 2：怎样区分电场因子和磁场因子的主导地位？

回答：任何电路中，如果我们能从电磁环境中测量噪声电压，那么我们可以用低阻值的并联电阻（即 1 千欧姆或更少，在电路能承受且正常工作前提下尽可能低）对电路负载，然后再次测量噪声来区分电场因子和磁场因子的主导地位。

如果对电路负载使得噪声电压降低，那么电场（杂散电容）噪声耦合为主导模式。

但如果电路负载下噪声电压保持不变，那么磁场（杂散互感）噪声耦合为主导模式。

特定频率下很容易发现电场耦合或磁场耦合的主导地位。

串联共模扼流器对抑制磁场耦合噪声最有效，而并联电容器对抑制电场耦合噪声最有效。所以我们应该了解需要的是哪种类型的抑制方式——但是记住：对有差模射频的输出信号需增加一个并联电容抑制器（即含有快速边缘的数字波形）。这种电容器一般需要增加一个串联电阻器或扼流器，来限制输出端到电容器的射频电流。

在噪声频率下，一般可以使用低阻抗的并联电容器（而不是并联电阻器），但我没有试验过。当电路中噪声频率比信号频率高出很多时，这种方法对于一些不想被电阻造成严重负载的电路是有效的。

问题 3：你之前提到了金属平面。金属材料作为



the benchmark for emc

欢迎来到 EMC 测试产品之家

适用于
混合动力
及电动车
测试



IEC 测试产品

UCS 500N7 超小型抗干扰模拟器，符合 IEC, ANSI/IEEE, Bellcore/Telcordia 等标准

- > 浪涌和通信浪涌脉冲可达 7 kV
- > 脉冲群、振铃波、电压跌落和中断测试可达 300V
- > 通过耦合过滤器等附件，可拓展进行三相测试

航空和军用测试产品

NetWave 可编程交 / 直流源，可达 60 kVA

- > 符合 DO-160, MIL-STD 704, Boeing, Airbus 标准
- > 功率恢复功能（选件）

ISO 测试产品

符合国际标准和众多汽车厂家标准的汽车测试模拟器

- > ISO, SAE, Chrysler, Ford, GM, Toyota...

▲ 反馈服务代码：IC1318

www.emtest.com

> 易安特斯技术有限公司 > 瑞士 EM 测试有限公司北京代表处 > 北京市海淀区北四环西路 68 号左岸工社 913 室 > 电话 010-82676027/28/29 > 传真 010-82676238 > info@emtest.com.cn

频率函数是怎样影响电场和磁场屏蔽的？因为 50 和 60Hz 频率是一大难题。铁是这两个频率的最佳屏蔽材料吗？

回答：是的，金属的类型对屏蔽很重要，尤其是低频。

大约 1MHz 以上，趋肤深度非常小，金属只要比 1mm 厚就能有很好的屏蔽效果——通常严重受限于金属的间隙、洞口、接头和导体渗透性。

但是在低频下，趋肤深度比金属厚度的一半还厚，因此铁磁性成为屏蔽磁场的重要因素。50Hz 和 60Hz 频率下，铁的确是一个很好的屏蔽材料，但是也要厚度很厚（几毫米）才能有很有有效的屏蔽效果。

但是铁很快就会生锈，所以我们一般使用涂锌或锡保护层的软钢。虽然低频下后者的屏蔽效果不如纯铁——但这是个权衡，因为低频下软钢取得的高水平的‘被动’屏蔽效果和很厚的钢或铁的效果一样。

然而，特殊合金，比如 Mumetal™ 和 RadioMetal™，厚度无需很厚就能在低频下有很好的低频磁场屏蔽效果。它们的导磁率通常有上千，有时会上万（而软钢只有几百，取决于成分）。有些合金需要特殊的处理技术。

强场能轻易地饱和这些特殊合金，所以通常在钢铁（很难饱和）上涂一层 MuMetal™。一些专业的磁场屏蔽公司生产特制的屏蔽涂层，共有三层，每一层都是不同的金属或合金。

低频下，即使是薄的金属箔也能对电场有很好屏蔽效果，只要材料的金属表面有很好的导电性，比如镀锡钢板。

问题 4：平面需要接地到什么东西吗？

回答：取决于“接地”代表的意思，因为现实中接地有很多歧义。

如幻灯片中所述一样，金属平面作为“图像平面”是很珍贵的——即使与保护电路电气隔离，也能提供很好的屏蔽效果。

而且一幻灯片中提到过——它作为差模电流的电流返回路径有很好的电磁兼容效果，这通常（但并不百分百保证）意味着它连接的是 0V 直流电源轨。

还有一幻灯片中提到——它作为共模电流的返回路径时为杂散电流提供低阻抗的局部路径，同样有很

好的电磁兼容效果。

金属平面与电路间距离比发射或抗扰度的最高频率下波长的十分之一还短时，才能取得上述电磁兼容效果。最好比波长的百分之一还短，比如 1GHz 时 < 3mm。

注意：上文均没有任何关于“接地”到安全接地极的要求。对于这个问题我只能这样回答，因为“接地到一些东西”这个词组的概念很模糊。

多年来，无论在电路设计还是电磁兼容设计方面，“接地”这个词被很多人误解。这也正是我在在线研讨会上所要消除的。

电气安全工程师提到的接地是指低阻值的串联电阻（通常 < 1 欧姆）连接到地下的电极——位于建筑物或铁路线下方的土壤——同时和对建筑物或铁路线供电的高压配电变压器的二次侧的中性点连接。

电源布线的绝缘失效后，（因低电阻接地网络）返回到地表的电流太高，电源相位的保险丝或断路器快速打开，减少人员触电危险，而且系统故障中释放的能量不足以引起火灾或爆炸（或者在大功率系统中，机壳可安全控制故障中释放的能量）。这就是电气安全中接地的目的。

防雷工程师提到的接地是指低阻值的串联阻抗（通常 < 1 欧姆）连接到地下（即土壤）的电极。

注意：这里的接地要求和电气安全的接地要求不一样。电气安全只涉及到 60Hz 频率（一些国家要求 50Hz，飞机部分要求 400Hz，一些轨道系统需要 16.67Hz）——而且只要求低电阻，只要横截面足够大就能通过长条电线实现。

但是防雷涉及到的是雷电冲击电流。该电流的能谱峰值通常在 10kHz 左右，有时甚至可以达到 10MHz 左右。电线或编织带只要比 500mm 长，电感值就很高，达不到浪涌抑制所需的低阻抗，因此必须使用其它金属结构来控制雷电，使得冲击电流（以闪电球的形式）返回到原来起源的土壤中。

防静电工程师提到的接地是指可靠性导电连接到建筑物的安全接地装置——有时‘接地’连接的串联电阻值非常高，比如会达到 1 兆欧。

电路设计工程师提到的接地是指一个或多个电路中的极低阻抗的直流电源轨。

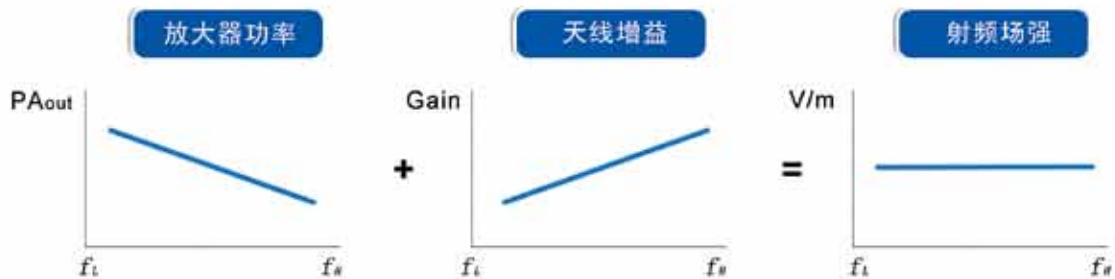
通常是 0V 轨或平面，而且电路无需电气连接到安全接地也能正常工作（不然，手机、ipod、手提电脑、

伟博电讯/BONN Elektronik

您射频高功率放大器可靠的选择

我们可提供客户优化设计

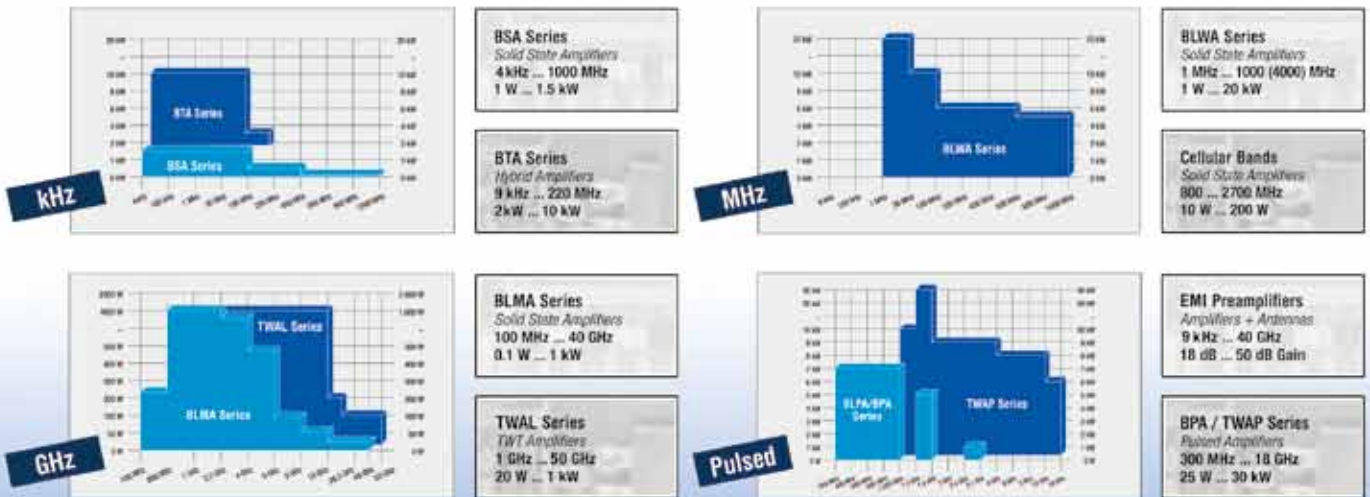
以最低的成本满足您的电磁兼容测试需求



其他
优势

- 放大器全部采用模块化设计，维修方便
- 伟博可提供本地售后技术支持和维修服务
- 在中国拥有完整的销售和服务网络（九个办事处）

可提供的功率范围



▲反馈服务代码: IC1408

Mitron 伟博电讯 —— BONN中国销售技术支持和维修中心

全国免费服务热线: 400-887-3088 sales@mitron.cn www.mitron.cn

汽车、飞机等等是怎么工作的?)。

电磁兼容工程师提到的接地是指杂散电流快速、简单返回其来源的低阻抗路径,使得不造成过多的电磁场,避免对其它电路的干扰。通常由机架或封闭的金属装置实现,只需连接到低阻抗电路使用的所有直流电源轨。

注意,不需要直接电气连接到直流轨(电源或0V),也不需要连接到安全接地,“电磁兼容接地”就能正常发挥其功效。

“接地”引发越来越多的歧义是因为通常上述五种不同的“接地”要求都在同一个金属装置上实现——即连接到电气安全“接地”网络的机架或封闭金属件。“接地”网络不仅能提供防雷“接地”网络,同时也连接到电子0V直流电源轨。

不幸的是,人们通常误解成连接土壤中安全接地电极对电路或电磁兼容缓解技术极其重要。

人们还会误解交流电流(包括杂散射频噪声电流)——像直流电流从直流轨流向0V轨一样——也会流向0V轨。

实际上,无论什么频率下的交流电流——无论是差模还是共模——都会优先选择最低阻抗的路径流通,即使是通过空气中的杂散电容或通过绝缘子的杂散电容!

这五种不同类型的“接地”功能是完全不同的,因此不同功能却使用相同术语肯定会引起一些歧义。数十年来,这些歧义导致很多制造商成本增加,尤其是不必要增加研发成本、推迟产品上市时间和增加制造成本。

因此电源驱动设备的电气安全外,我经常强烈建议不要再使用“接地”这一词。

问题5: 如果就‘接地’而言,电源线的正极和负极负载平衡,这会不会减少共模噪声?

回答:我假设‘正极’和‘负极’代表的是火线和零线,或当零线为配电变压器二次绕组中心点时的相1和相2(比如,美国住宅单位供电的220V电源与±110V一样)。

这样的情况下,答案是肯定的,接地的火线和零线(或相1和相2)负载平衡有助于减少电源电缆的共模噪声发射,但是只是有助于流入该电缆的差模电

流。实质上,它有助于防止电缆中差模到共模的转换。

但是在宽频范围内,火线和零线、或三相和导线取得平衡阻抗是非常重要的。常规的、良好的电线缠绕可高达1MHz左右,但是更高频率下电源电缆一般达不到,所以我们通常把铁氧体共模扼流圈夹在设备终端的电缆上。有时电缆上要夹好多个铁氧体扼流圈才有用!

值得注意的是安全接地电线旁火线和零线(或相1和相2)良好平衡对流入电源电缆的共模电流没有作用。

造成共模电流的原因有很多,比如电子产品屏蔽不良导致杂散电流流出PCB板或从散热器流入地板、墙壁和天花板或流入室内的其它设备或人。这些杂散电流大多数会通过电缆(尤其是电源电缆)流回原本的电路——比如通过电源电缆中的火线、零线和安全接地线,而且电缆中每条线的返回电流量都相等。

如果这些电缆良好屏蔽,则杂散共模返回电流沿着屏蔽层的外部流动。安装共模扼流圈在一定程度上可以减少一些频率,因此我们通常会在有关设备的每一根电缆上都夹上两个(或更多!)的铁氧体共模扼流圈。

没有人喜欢买了一个产品,还要在所有电缆上夹着铁氧体扼流圈,所以解决共模电流更实际的方法就是减少装置辐射发射的杂散电容,比如通过更好地电路设计、更好地PCB设计、更好地电缆布线设计及更好地屏蔽。(为了减少成本,最近大多数制造商使用PCB屏蔽代替外壳屏蔽。)

注意,不只是电磁兼容试验不通过后才考虑上述方法对装置进行滤波和屏蔽,而是需要深入的设计迭代——这是非常重要的,项目一开始就考虑电磁兼容问题有助于避免财政风险(这样说公司领导人才会更上心)——而不是等新产品的兼容试验失败后才考虑!

还有很多其它原因会导致杂散共模电流,比如信号/控制/数据电缆的不良滤波和/或屏蔽、PCB不良布局、IC选择不当、散热器不良设计、等等。

问题6: 想用自制天线‘校准’预兼容测量,但是保证自制天线质量的最佳办法是什么?

回答：除了‘嗅探’探针天线，我一直使用以前购买的天线及校准天线实验室提供的校准图。

我经常使用的一款天线是 York EMC 公司的“有源接收天线，型号 ARA01”——覆盖的频率范围和传统的‘宽带天线’（30 到 1000MHz）一样，且天线因子也差不多，但是（比宽带天线）体积小、重量轻、易携带且使用简单。该产品详见 <http://www.yorkemc.co.uk/instrumentation/ara01>。

不过，也可以购买校准过的“射频噪声发生器”——市场上这一产品的名字有很多种——作为天线的“传输校准器”。这款产品体积小、易携带、电池供电，且已经在天线校准场地中试验过，包含随频率变化的发射图。

例如：

York EMC 公司的 40GHz “比对噪声发射器”：
<http://www.yorkemc.co.uk/instrumentation/cneiii>；

Laplace 仪器公司的“参考源”：<http://www.laplace.co.uk/products/15/>；

电磁技术应用有限责任公司（Applied Electromagnetic Technology LLC）的“通用球形偶极子源（USDS）”：
<http://appliedemtech.com/usdsmain.html>；

Com-Power 公司的“梳状波发生器”：http://www.com-power.com/comb_generators.html。

当然，天线并不是孤立存在的——它通常会受到周围环境及发射试验场地的影响。

所以我们应该在用来进行发射测量的实际场地中

校准天线——场地的构架应尽可能地与发射试验标准规定的设计相符。

可携带射频噪声发生器的另一个使用场地是在对大型系统或装置进行试验的工厂车间或试运行后的场内。它们不仅可弥补自制天线的不足，也可弥补场地本身的缺陷。

这个问题阐述了一个事实：自制天线的灵敏度随频率的变化而变化，因此必须通过校准取得它们的天线校正因子（通常也被叫做天线因子），使得‘原始的’发射测量可与标准中的限值相比较。

但是我们必须注意——自制天线在某些频率下灵敏度非常差，需要大天线因子才能使得测量噪底接近、甚至超过该频率的限制线！

所以最好是购买专门用作预兼容测试的低价天线。肯定有很多公司专门提供这种产品，我知道其中一家是英国的 Laplace 仪器公司，专业从事预兼容发射和抗扰度产品 20 年，详见网站：<http://www.laplace.co.uk>。



扫微信加关注 获取电子版



北京科环世纪电磁兼容技术有限责任公司



中关村高新技术企业



KH5931-KHT1 KH5931-KHT2

电磁辐射分析仪



KH3939型全自动
EMI测试接收机
9kHz~300MHz

相关科技成果及证书

地址：北京市朝阳区将台路乙21号
邮编：100016 电话：86-10-64363390/51395131
传真：010-64363390 网址：www.kh-emc.com
电邮：bjkhsj@126.com

更多详细资料敬请登陆：www.kh-emc.com
▲反馈服务代码：IC1042

我们各地办事处为您提供免费的EMI测试服务

以技术发展为基 客户服务为本

—— 深圳市计量质量检测研究院院长助理杨彦彰教授专访

2014年9月，风和日丽，金秋送爽。ITC《电磁干扰与兼容》中文版的记者采访了深圳市计量质量检测研究院（国家数字电子产品质量监督检测中心）院长助理杨彦彰教授。杨教授也是国家认证认可监督管理委员会认证技术专家组 TC10（电磁兼容）专家组成员，全国标准化无线电干扰委员会 TC79 技术委员会委员，全国法制计量委员会能效标识计量分专业委员会委员，国家实验室认可委员会电子信息产品技术委员会委员。

杨教授首先谈到了 EMC 检测行业发展的特点及前景。他指出，近十年是电磁兼容（EMC）标准、测试技术、市场发展的黄金十年，这其中主要的驱动力是中国认证技术法规和技术规范的完善，国家在 CCC 认证中采用了 EMC 的技术要求；其次是 EMC 产品技术标准体系的完善，如在医疗器械产品中出台了强制性的标准；再次是政府在监督抽查、产品质量风险评估中工作中采用 EMC 的测试标准和项目。这些因素极大推动了 EMC 检测在中国的发展。

杨教授谈到 EMC 检测行业发展有四个特点：

一、EMC 测试设施不断提升，10 米电波暗室将成为 EMC 规模实验室的标配。检测市场的竞争推动所有的实验室均建有 3 米法电波暗室，可以说，没有 3 米法电波暗室的实验室不能称为 EMC 实验室，原来一些规模很小的第三方检测机构及代理机构现在都建有这些测试设施，深圳地区有约 50 家实验室均配备有标准的 EMC（EMS 和 EMI）测试实验室，规模较大的检测机构均建有 10 米法电波暗室。这是市场化竞争给深圳地区企业带来的好处，企业有了完善的 EMC 检测服务环境。

二、EMC 测试对策技术和仿真模拟技术成为检测机构竞争的核心利器。产品的生命周期日益缩短，迫使产品的研发周期不断缩短，因此，市场对 EMC 测试的效率和 EMC 问题的解决能力提出更高的要求，这些将推动对策技术和仿真技术的发展。

三、EMC 测试技术和标准越来越复杂。电子技术产品移动化发展趋势和技术演进不断丰富和推动 EMC



标准的发展。新一代移动技术 MIMO 技术、WIFI 技术、NFC 技术、自适应智能技术的广泛应用，使得 EMC 标准不断推出和更新，多种技术在产品中的集成应用，使得测试方法及测试评价方法（测试中不确定的计算方法）也将日趋复杂，这些变化对 EMC 从业人员的专业要求和能力提出了越来越高的要求，现有的 EMC 基础培训已经很难跟上时代的发展，技术培训是 EMC 检测行业发展的基石，这也是提高整个行业技术水准，支撑长期发展的根本。

四、电磁环境的持续恶化，将长期推动 EMC 检测市场的发展。随着电子移动产业的快速发展，辐射源的增长率达到每年 5-8%，特别是在城市，人为的电磁辐射密度增长系数达到每年 7-14%。因此，城市中电磁能量密度每 5-10 年增加 1 倍。在今后 25 年内，社会生产所引起的电磁干扰能量密度将增加 30 倍，电磁环境持续恶化使得电子设备能正常工作将变得越来越重要，保护环境是国际社会的根本职责，预计国家对电子骚扰控制将会越来越严格，并且，采取强制性的法规措施实施管制。

杨教授深有感触的说：我们看到不同体制、不同背景的检测机构和实验室共同推动 EMC 测试行业的蓬勃发展，激烈的市场竞争，不断更新的 EMC 测试设备、不断涌现的 EMC 测试技术和不断更替的 EMC 测试技术标准，映衬着整个 EMC 测试行业的扩大发展。国家正在实行的检测认证机构的整合和改制，外资检测机构本地化发展的进一步深入，以及民营实验

室的茁壮成长都会使得未来一段时间 EMC 检测行业竞争更加激烈，当然，浪花淘尽后的生存者，将是会是一些实力过硬的检测机构。

谈到自身优势，杨教授娓娓道来。深圳市计量质量检测研究院（SMQ）是政府设立并授权的法定计量检定和产品质量检验机构，为企业提供检定校准、产品测试、产品认证、供应链品质保证检测和技术咨询与培训等技术服务。

SMQ 建有龙珠、龙华、西丽三大实验基地，实验室面积 6 万余平方米，现有员工近 1300 人，建有国家数字电子产品质量监督检验中心、国家体育用品质量监督检验中心、国家高新技术计量站等国家级检测中心。

国家数字电子产品检测中心投入近 3 个亿人民币，国家中心下建有 EMC 实验室、安全实验室、环境及可靠性实验室、医疗器械实验室、移动通信实验室、光伏实验室、灯具实验室。

EMC 实验室成立于 1998 年，是华南地区比较早开展 EMC 技术测试的实验室。经过我们在 EMC 领域十多年的深耕发展，实验室已经发展成为设备先进、测试项目齐全、具备一定专业水平的实验室。拥有 10 米法标准暗室、符合国际标准的辐射杂散测试暗室、汽车辐射测试暗室等近 10 多个电波暗室；拥有移动通讯、数字电视、汽车电子等产品多套测试系统；具备全项目的 EMC 计量校准能力、EMC 对策修改工程能力。实验室在管理体系上取得 CNAS 和美国 A2LA 认可，在检测能力上取得美国 FCC、加拿大 IC、德国 TUV 莱茵、德国 TUVPS、英国 ITS、瑞典 SEMKO、挪威 NEMKO 以及日本 VCCI 认可，同时实验室是国家认证认可监督管理委员会（CNCA）第一批指定的中国强制性产品认证（CCC）检测实验室，是国家食品药品监督管理局（CFDA）授权的医疗器械注册检验实验室。实验室下设 EMC 检测室、移动终端产品检测室、汽车电子产品检测室、EMC 计量校准室、整改对策室等专门类别检测室提供专业的检测认证服务。

EMC 实验室具备按 GB、IEC、CISPR、ISO、SAE、JASO、EN、ETSI、VCCI、IC、AS/NZS 及 FCC 等国际标准检验的能力，可对信息技术设备、移动通信终端、低功率无线设备、音视频产品、家用

电器、大型工业设备、医疗器械、光伏产品、汽车电子零部件提供检测及认证服务。可出具满足 CCC、CE、FCC、IC、C-TICK、VCCI、TUV、e/E-Mark、SEMKO、NEMKO 等认证与测试要求的检测报告，报告得到中国、美国、欧盟、加拿大、澳洲、新西兰、日本、韩国、中东地区等 30 多个国家和地区的 50 多家认证机构认可。我们已逐步构建了“一个标准、一次检测、全球通行”的检测认证体系，助力中国产品快速进入国际市场。

关于当前关注的重点与发展方向，杨教授明确地介绍到：

首先，是密切关注 EMC 标准的更新。检测实验室应该是 EMC 技术和标准的推广者和实践者。我们检测工作每天都需要和标准打交道，由于 EMC 技术的普遍性和特殊性，普遍性就是说只要是带“0”和“1”数字逻辑控制的产品都会产生电磁骚扰和可能被其他的骚扰源干扰，EMC 技术覆盖了众多种类的产品；特殊性是指实际上不同类别的产品 EMC 技术原理，测试要求完全不同，可以说 EMC 测试是比较复杂的一类技术。EMC 标准不断地在变化，标准的更新和替换是我们实验室关注的重点，我们抱着开放、包容、学习的心态和我们的同行交流，我们会通过参加一些国内外的技术讨论会，走出去交流，获取最新技术法规和标准，学习掌握一些标准的差异、测试细节，并将我们掌握的标准信息和我们的客户交流，力争准确地将标准、测试技术传递给我们服务的对象。

其次，我们会关注 EMC 新的测试技术和测试系统的发展，保持我们的测试技术和能力与行业同步发展。由于测试系统和设备的不断升级，日趋系统化和便捷化的测试设备的不断推出，这些新技术、新系统的发展，支撑着整个 EMC 测试行业的科技化进步的脚步。

作为 EMC 检测行业的一份子，我们在发展的过程中结识很多的同行朋友，正是有了这些同业竞争与合作的关系，才使得我们机构不断的发展壮大。在激烈竞争的 EMC 检测行业中不断发展是我们的期望。我们本着以“技术发展”为基，“客户服务”为本的理念，深刻理解和掌握了 EMC 测试新技术、新方法，并将服务我们的客户，并广泛与同行交流，取得客户和同行的信任，我想这才是我们实验室持续发展的王道。

输配电行业的发展与电磁兼容问题的解决

——西安高压电器研究院专家、电磁兼容检测室副主任刘易勇博士专访

近日，ITC《电磁干扰与兼容》中文版的记者采访了西安高压电器研究院专家、电磁兼容检测室副主任刘易勇博士。

刘博士指出，全球输配电行业呈现五大趋势：①配电设备的增速将是输电设备的两倍；②以保护、调度控制系统为代表的二次设备增速大大高于一次设备与工程建设市场；③中国、亚洲、北美、拉美市场最具吸引力；④智能电网是全球未来十年电网方面的重点建设；⑤为了应对激烈的市场竞争，全球输配电设备制造行业已进入并购高峰期。

中国输配电设备制造业也体现出四大趋势：①稳定增长态势：华北、华中、华东是我国最主要的区域市场，西北地区未来的发展潜力，未来几年仍将保持稳定增长的态势，2015年的规模将接近3200亿元；②工业客户所占比重将稳定增加，成为输配电设备制造企业下一轮竞争的重点；③智能电网与保护、调度控制系统等二次设备将是行业新的增长点；④中国特高压设备、中压开关细分市场的增长空间巨大。

在国内外发展趋势中，一个显著的技术发展趋势是：在当前和今后相当长时间内，智能电网进入全面建设阶段，驱动一次设备领先企业积极与二次设备领导企业合作，打破分割的行业格局，形成明确的一二次设备融合的特点。

西高院是国内第一批获得智能电器检测资质的单位，拥有“国家智能电气设备质检中心”的授权，已经全面开展智能电气设备的实验检测工作。由于智能电气设备强调的是一次二次融合，将二次设备融合到一次设备中，二次设备将在一次设备复杂的强电磁环境下工作，电磁兼容性成为其最突出的特点。近几年



智能电气设备的挂网运行经验表明，电磁兼容性已经成为智能电气设备运行可靠性的一个矛盾焦点，电磁兼容性已经成为提高智能电气设备设计、检测和运维的一个重点，也是一个难点。当然，这也给电磁兼容业务在输配电领域提供了难得的机遇和挑战。

谈到对于所在行业电磁兼容业务发展的建议或思考，刘博士指出：当前，行业内仅按GB/T11022-2011、GB/T20840.7/8-2007、GB/T 28811-2012等标准，在设备和分系统级做了型式实验或研究性实验，在其他级别几乎没有进行过实验，问题暴露时已经处于定型阶段。要解决暴露的问题，涉及到结构、电路、材料、软件等多方面的调整，解决起来就难度很大，往往给人无从下手的感觉。当然，产品的电磁兼容问题，是一个复杂的系统问题。参照国内外的探索足迹，该问题的解决途径经历了以下三个阶段：（1）问题发现阶段：在产品的设计时未做统筹的电磁兼容性考虑，出现电磁干扰问题时，再分析原因，寻找解决办法；对于较为复杂的系统，如果没有统一的考虑，出现干扰性和耐受不足的可能性很大，而且不容易分析

原因所在，有时甚至无法解决，导致系统重新设计或系统设计失败。(2) 规范设计阶段：对系统、分系统、部件和元件制定一系列详细的电磁兼容设计规范，严格按照规范进行设计和测试，将电磁干扰和耐受不足的可能性降为最低；但缺乏理论设计及仿真分析，制定的规范不可避免地带有一定的盲目性：指标要求太低，可能导致电磁兼容设计失败；指标要求太高，又会造成不必要的浪费，所以这一阶段虽较上一阶段有很大进步，但仍然存在一些需要改善的地方。(3) 预测分析阶段：对系统、分系统、部件和元件的电磁特性进行预测分析，合理分配各项指标要求，并且在系统的整个设计过程中不断地进行修正和补充，使系统工作在最佳状态；这一阶段的工作充分吸收了前两个阶段的优点，能够克服前面两个阶段的局限性，是电磁兼容设计技术的最高阶段。当前，电磁兼容预测分析一般在三个级别上进行：第1级别是芯片级的电磁兼容预测分析，国外芯片生产厂家把电磁兼容性设计和预测作为生产的第一个主要过程；第2级别是部件级（或分系统级）的电磁兼容预测分析，例如PCB板、多芯线、驱动器、电源等电气电子部件本身的电磁兼容性预测，以及部件与部件之间的电磁兼容性预测；第3级别是系统的电磁兼容性设计预测，如对诸如电力设备行业的高压开关设备及其配套附件（监视、控制、检测、计量、保护等方面）的综合预测，或者对一个智能（数字）变电站进行综合预测，更具有切实的工程意义，也是我们努力的最高目标。

可见，上述三个阶段，也是解决电磁兼容问题由低到高的三个层次。从解决问题的时间成本、经济成本及难易程度来看，预测分析阶段都优于前两个阶段，令工程界最难接受的就是第一阶段，即问题发现阶段。目前，我国的某些军工行业和少量民用领域，已经进入第二个阶段，少数企业开始涉猎第三阶段。如前所述，我国的输配电设备行业基本都处在这一阶段。

要解决输配电设备的电磁兼容性，这是一个系统工程，应建立“全寿命期电磁兼容性（Life Cycle EMC, LC-EMC）”观点，即，一个产品的电磁兼容性，应从产品设计之初就开始规划，从组织、设计、试验和运维四个方面加以考虑。具体来讲：在组织上和技术上进行必要准备，比如建立电磁兼容工作组（EMC

Team），该小组负责分析和制定产品有关的电磁兼容技术规范，包括系统控制目标、设计原则（或方法），试验项目及验证参数等，涵盖系统、分系统（部件）、设备、板级及元件的各级电磁兼容性要求，从“面”和“点”两个方面进行量化设计以保障系统（产品）的电磁兼容性。尤其需要指出的是，我国输配电设备行业还缺乏自己的标准，基本上都是在产品类标准中直接引用电磁兼容基础或通用标准，使得标准的适用性有不强：以工频电场为例，我国正在大力建设的超特高压变电站内，工频电场环境非常恶劣，国内多个运维机构对1000kV变电站检测的数据基本集中在4~10kV/m，但在当前的型式试验或性能试验中，这个参数却没检测，原因是目前实行的GB或IEC标准没有这方面的规定。对于超特高压变电站，我国走在世界前列，事实证明单靠传统方式对IEC标准国产化，已经难以满足我国输配电设备行业的技术发展要求了。因此，应立足现有基础，加强自身标准研究和制订能力，如加强变电站现场的系统联调试验、坚持运维中对电磁环境的持续监测，以第一手的工程数据来修订完善现有GB/IEC等标准，并将这些参数在设计阶段就考虑进去，真正形成LF-EMC链，才是解决输配电设备电磁兼容性的基本思路。】

当记者问到当前重点关注什么产品和服务？当前的需求是什么？刘博士答道：变电站级电磁兼容性仿真技术室第一个重点是：如何对变电站进行电磁兼容性建模？如何对建模指标进行分配？在系统级、设别和分系统级、PCB板级、器件级如何进行建模和仿真？准确度能达到什么水平？等。数字/智能变电站内电磁兼容性检测技术和设备是我们关注的第二个重点：采用何种技术或设备提取数字/智能变电站内设备的电磁特性？如暂态地电位抬高检测设备、强瞬态电场和瞬态磁场检测设备等等。另外，能产生超出标准的电场强磁场发生器是第三个重点，要求其支持的磁场线圈比现在的标准线圈（1米*1米）更大，如3米*3米线圈，产生的磁场强度至少应达到现在标准规定的最高等级5级，能更高更好，如何在实验室实现强工频电场试验？试验强度在10kV/m量级。对上述关注的重点领域，希望能找到技术合作单位，在该领域开展一些合作，为我国输配电设备行业的电磁兼容性的发展进行前瞻性探索。

秉承40年悠久历史 与用户共同发展

—— 罗德与施瓦茨公司罗建专访

ITC 记者：请您介绍一下贵公司所处行业的发展现状及前景；作为参展商：本次上海展会您将重点展示什么产品和服务？与其他同类产品相比，请问贵公司的优势是什么？

罗建：中国的电子工业在过去的十年中发展非常迅速，成为世界最大的电子产品的生产基地，由于有了这样的积累，电子产品的研发和创新领域也开始发展，也会逐渐影响全球的电子工业的发展，因此中国的电子工业发展很有前景，EMC 测试与认证行业是伴随电子工业发展的附属行业，随着中国电子工业的发展，这一行业也会进一步扩大规模。

罗德与施瓦茨公司在电磁兼容测试领域拥有四十多年的历史，几乎和 EMC 的世界历史相当，一直为 EMC 行业的用户提供各种测试设备和测试系统，包括认证测试和预认证测试。每隔十年，罗德与施瓦茨公司就会推出世界最先进的认证测试接收机，推动整个行业的技术发展，影响 EMC 测试标准的制定与实施。在世界 EMC 标准化组织、欧洲 EMC 标准化组织和中国的 EMC 标准化组织都有罗德与施瓦茨的 EMC 专家作为会员和委员参与。全世界 80% 的认证机构采用的是罗德与施瓦茨公司提供的 EMC 认证测试系统，90% 的 EMC 认证机构采用的是罗德与施瓦茨公

司的 EMI 认证测试接收机。罗德与施瓦茨公司在全球也是最大的 EMC 测试设备和系统的供应商，四十多年 EMC 测试技术的研发、创新与积累，使得罗德与施瓦茨公司不仅可以为用户提供测试仪器和系统，还提供



售后维修与服务，以及培训和咨询。

ITC 记者：请问您参加本次展会的预期是什么？

罗建：此次展会是在过去十几年的 EMC 展会的基础上发展起来的射频微波与 EMC 的综合性展会，罗德与施瓦茨公司不仅拥有全球先进的 EMC 测试仪器与系统，在射频微波方面同样拥有先进的测试仪器与系统。在此次展会上，我们除了展示 EMC 领域的认证测试接收机、宽带高功率放大器以及电磁环境测试与记录回放系统以外，还将展示先进的射频微波方面的实时信号分析仪、信号合成器、矢量网络分析仪、示波器以及移动通信设备的测试方案等。

希望通过此次展会让更多的从事电子产品的设计、研发、制造、生产、验收、认证等领域的工程师全面了解罗德与施瓦茨公司的测试仪器、技术、系统和服务，能够全方位的与罗德施瓦茨公司合作，同时我们也能更多地了解工程师们在工作中遇到的问题以及对我们的产品方案在使用过程中的反馈意见，促使我们提供更好更优的产品与技术，与工程师们共同携手塑造成功与发展。

四十年电磁兼容测试技术的历程与发展



产品、系统、技术、服务、合作、与用户共同发展

EMC/China2014

第十三届国际电磁兼容暨微波展览会

同期举办:

第十三届中国电磁兼容技术论坛
新能源汽车、医疗器械电磁兼容技术论坛

时间: 2014年10月29日~31日 地点: 上海光大会展中心



EMC/China---电磁兼容及电磁干扰技术领先的国际盛会

汇聚来自美国、德国、瑞士、韩国、日本、加拿大、新加坡、意大利、中国等众多专家学者及供应商齐聚一堂，共同阐述电磁兼容及电磁干扰发展趋势及应用。

- 来自15个国家的200家厂商
- 4000位专业观众
- 30场前沿技术讲座/新产品推介会
- 6000平方米展览面积

欲了解有关展会详情，请浏览大会网站
www.emcexpo.com

走自主研发之路 造世界一流产品

——北京泰派斯特科技发展有限公司总经理郭晋安专访

ITC 记者：请您介绍一下贵公司所处行业的发展现状及前景？

郭总：我国 EMC 电磁兼容行业是从上世纪 90 年代初起步，伴随着国防工业投资逐渐增长和发展，国防科技的进步，行业也随着成长、发展和壮大并渐向成熟；目前，行业正如火如荼、方兴未艾，处于高景气度状态，预计这种发展上升态势至少还要延续 20-30 年。除国防军工领域外，一些民用、商用行业领域也需要满足 EMC，比如铁路、医疗和汽车等。

我公司成立于 1997 年，是国内专门从事电磁兼容较早成立的公司之一，我公司产品全、客户多，主营产品销售额和市场占有率一直稳居行业前茅。近几年，我们加大了自主研发和投入，我们致力于打造电磁兼容行业第一品牌，作电磁兼容军工领域内领导者，为祖国国防事业保驾护航！

从一个专营 EMC 屏蔽材料器材销售的企业，开始转向自主开发 EMC 设备和器件的关口，这是作为领军人，应该勇敢担当风险，勇于寻找切入的突破口；众所周知，在 EMC 传导发射领域，有一个一直困扰人们的问题，就是我们只能测得传导发射的总量，而无法测得它的共模和差模分量，其结果导致设计 EMI 滤波器的困难，往往只得依靠丰富的实践经验来弥补，否则只得依靠反反复复的实验来解决。

关于如何将传导发射总量分离出共模和差模分量的问题，早在 1988 年美国著名学者 Pual 第一个提出了共、差模分离网络的概念和电路，之后不少学者也陆续发表许多论文和共、差模分离网络电路，其中也包含不少国内的学者。

但令人遗憾的是，能真正用于实际使用的产品，目前只有韩国 EMCIS 公司的 EMI 分析仪。整个 EMI 分析仪的重量 9.4kg。

我们就决定从共、差模分离网络做突破口，我们在反复实验过程中，我们终于达到我们企图达到的性能指标，即不能低于韩国 EMCIS 公司的性能指标。宏观说，共、差模分离网络的抑制比（隔离度）>40dB，但从整体性能讲应比韩国 EMCIS 公司的 EMI 分析仪

要好。但我们的共、差模分离网络只有 0.1kg。在当今世界上，应该是先进水平，虽然时间上不是世界第一，但从体积重量和易于生产方面是世界一流的。

目前我们的共、差模分离网络已经通过航天科工集团 203 所的检定测试。

紧接，从共、差模分离网络突破的基础上，又进一步将 10A LISN 小型化；有了以上基础，我们进一步提出 EMC 预测测试系统一体机的倡议；现在终于实现一体机的夙愿。而这个便携式 EMC 综合测试仪一体机是世界第一。

其次，在 EMC 测试仪器的配套产品方面，如各种近场探头、电流检测探头、电流注入探头、大小电流 LISN 等，与国外产品比较，近场探头的灵敏度较国外同类产品高；电流检测探头、电流注入探头性能接近；而且他们都有校正曲线，并备有校正装置。其中不少方面填补了国内的空白。

ITC 记者：作为参展商：本次上海展会您将重点展示什么产品和服务？与其他同类产品相比，请问贵公司的优势是什么？

郭总：重点展示 EA3040 综合测试仪，与同类产品韩国 EMCIS 公司相比，我们的优势是性价比高，我们将一整套预测测试系统【如共模差模分离板块、人工电源网络等】集成为一体的便携式产品。

ITC 记者：作为用户，本次上海展会您将重点关注什么产品和服务？当前的需求是什么？

郭总：重点关注：贴片、元器件、低噪声放大 IC、以及电磁兼容测量的新发展。当前的需求：电磁兼容测量新发展的技术领域的研究。

ITC 记者：请问您参加本次展会的预期是什么？

郭总：EA3040 仪器大范围得到推广。



E³C 2015
Beijing China April 21-23, 2015

EMC 2015
Beijing China April 21-23, 2015

2015

CHINA EMC 2015 & CHINA MW 2015

2015中国国际电磁兼容、微波与安规认证测试展览会暨高峰论坛 2015中国国际信息化装备复杂电磁环境效应测控技术大会暨展览会

- 信息化装备电磁兼容与微波千人大会 (21日)
- 雷达与电子对抗千人大会 (22日)
- 重点行业、技术、市场论坛 (21-23日, 逾50场次)
- 政府、十大军工集团鼎力支持
- 行业大客户云集
- 高端市场, 完成战略布局
- 品牌传播, 呼应市场
- 前沿技术发布
- 典型大型实验室建设案例探讨
- 行业院士学者新观察
- 著名产品供应商新产品推荐
- 展商、潜在用户双向邀请

诚邀国内外EMC/EMI、微波、天线、射频、雷达、无线通信、测试测量、安规认证测试产品技术供应商参展!

诚邀国内外新能源汽车与汽车电子、信息电子、智能电网、国防、金融、航天、航空、测试测量、电力、电子对抗、仪器仪表、邮电、通信、船舶、高铁、照明、智能电器、家电、交通、医疗、广电、气象、计量等行业用户与专家学者前来参观观展!

时间: 2015年4月21-23日

地点: 北京国际会议中心



具体事宜, 请垂询:

电话: 010-68965122; 68965326

传真: 010-68965991

地址: 北京市海淀区车道沟10号

E-mail: info@emcchinaexpo.com; forum@emcchinaexpo.com

[Http://www.emcchinaexpo.com](http://www.emcchinaexpo.com)

提升创新能力 推进电磁仿真技术的发展

—— Altair大中国区总经理刘源博士专访

Altair 公司是世界领先的工程设计技术开发公司，同时也是一家具有全球深厚工程技术底蕴的优秀 CAE 工程咨询公司。2013 年底，Altair 与 EMSS 公司达成全球并购协议，三维全波电磁仿真软件 FEKO 将正式加入 Altair HyperWorks 整体解决方案，这预示着 Altair 将以强势进入电磁场仿真计算领域，为客户提供完整的“一站式”解决方案服务体验。对 Altair 原有用户来说，将有机会使用一种全新的极有竞争力的电磁求解技术；对 FEKO 用户而言，也将能够在 HyperWorks 架构下接触更多优秀求解器及新技术。而对于更多的潜在客户，Altair 将致力于为其提供完整的 CAE 解决方案，与用户构建更加紧密的合作伙伴关系。Altair 大中国区总经理刘源博士近期接受了 ITC《电磁干扰与兼容》中文版的专访。

针对公司所处行业的发展现状及前景，刘博士指出，仿真技术的应用发展与用户的自主研发和设计能力直接相关。近年来，中国工业、航空航天、国防及民用电子技术发展迅速，国内自主研发和创新能力不断提升，电磁兼容和微波方面的研究和仿真越来越受到重视。同时，新技术、新材料的引入也不断驱动企业单位加大对 CAE（计算机辅助设计）仿真工具的资金投入，以快速提升自身产品的附加值，缩短产品研发周期，提升市场竞争力。

以上因素都将带动 CAE 仿真技术的快速发展。而随着用户对于仿真设计的理解更为深入，各领域都出现了很多成功应用案例。对于 CAE 仿真工具供应商，也需顺应市场需求，提供更专业和全面的仿真解决方案，不断加强自身产品的服务体系。

谈到公司的发展，刘博士谈到，FEKO 软件最初诞生于德国，是基于矩量法的代表性软件，FEKO 诞生之初最为瞩目的是实现了精确求解电大尺寸问题，这个优势直到现在仍然被普遍业界认可，当用户遇到电大尺寸或环境复杂的电磁问题时，都会最先想到 FEKO。目前，最新版本的 FEKO 求解器已全面包含矩量法、有限元和时域算法这三种主流的计算电磁学方法，广泛应用于天线设计分析、天线布局分析、目

标隐身、系统电磁兼容以及生物电磁等领域。新版本 FEKO 对于天线设计速度也有所提升。此外，由于电缆对电磁兼容性能指标要求比较高，在汽车等行业应用中要求进一步加强线缆束的求解能力的完备性，新版

FEKO 增强了系统内复杂线缆束串扰及 EMC/EMI 分析功能，为汽车行业用户提供有效的电磁分析工具。

FEKO 另一个独特之处是拥有全面的混合求解技术，用户可以在一个环境下、同一次求解之内快速高效地解决问题。FEKO 创始人 Ulrich Jakobus 博士在 2012 年底当选 IEEE Fellow，其主要贡献即为成功地将混合算法应用到电磁仿真领域，并实现了商业化。新版本 FEKO 中加入了更多混合求解技术，例如新增多层快速多极子和高频算法的混合，可在充分保证计算精度的基础上，加速问题的求解，已广泛应用于反射面天线、载体天线布局以及散射等领域。

当记者问到企业在电磁领域重点关注的是些什么以及有哪些需求和预期时，刘博士答道，“我们所关注的是电磁专业领域最新的技术和未来发展趋势，以及我们能给行业客户带来的价值和机会，包括能提供的电磁仿真技术和高质量的专业咨询服务，进而推动整个行业的发展。”对于 FEKO 软件来说，国内的研发机构和科研单位是持续合作的重点领域，此外，近年来快速发展的汽车、通信、消费电子以及生物电磁等领域也是持续关注的热点。目前，FEKO 已经同用户一起在整车电磁兼容、汽车天线等高频仿真方面做了很多研究工作，也有通信领域以及 RFID 天线的仿真案例。希望通过与行业伙伴的持续交流，共同推进电磁仿真技术的发展和运用，实现其应有的商业价值。



暗室

深圳市拓科锐科技有限公司

展位号 A042



电波暗室的主要目的是进行测量的无线电干扰或抗扰度。广泛型 2mm 的镀锌钢板的结合和安装在墙壁和天花板上的混合聚苯乙烯吸波材料的电气噪声和排放测试符合国际标准。



符合标准：IEC61000-4-21, MIL-STD-461, GM9120P, SAEJ1113 / 27, DO160F, 以及各 CISPR 标准。可进行辐射抗扰度及辐射骚扰的测试。用小功率功放可产生大场强, 超过 100V/m 时, 10W 的射频功率可达超过 1000V/m 的电场强度, 使用频率为 80MHz-18GHz。

测试设备

北京泰派斯特科技发展有限公司

展位号 A181



国内自主研发的 EMC 预测试系统一体机, 能进行多项 EMC 测量, 将频谱仪、LISN、共差模分离、跟踪信号源、测量软件等高度集成, 配有多种测量附件:

电流检测探头、电流注入探头、

EMC 诊断探头等。

体积小、重量轻、便携、实用高效, 帮助您进行 EMC/EMI 检测、整改, 降低产品研发成本, 缩短开发周期。

本设备设有 GJB151A/152A(CE102、RE102) 和 GB9254 (电源端子传导骚扰、辐射骚扰) EMI 滤波器设计软件等测量软件。

频谱仪主要指标

频率范围: 9 kHz~3.6 GHz

幅度综合不确定度: 1.5 dB

分辨率带宽: 3 dB 带宽: 10 Hz ~ 500 kHz (1-10 步进), 1MHz, 3MHz

6 dB 带宽: 民标: 200 Hz, 9 kHz, 120 kHz, 1MHz

军标: 1 KHz, 10 kHz, 100 kHz, 1MHz

检波器: 峰值、准峰值

跟踪源: 频率范围: 100 kHz ~ 1.5 GHz

输出功率: -30 dBm ~ 0 dBm

共差模分离主要指标频率范围: 10 kHz ~ 30 MHz

共差模抑制比 >40 dB, 阻抗 50 Ω

北京易安特斯技术有限公司

展位号 A005



NetWave 单相 / 三相系列电源质量抗扰度模拟器

NetWave 单相 / 三相系列作为交流电源质量抗扰度模拟器是特别按照 IEC / EN 61000-4-13, -4-14, -4-27(预兼容) 和 -4-28 标准进行设计的。作为

直流电源质量抗扰度模拟器, 它还能够满足 IEC / EN 61000-4-17 标准对直流纹波电压测试和 IEC / EN 61000-4-29 标准对直流供电电源电压暂降和短时中断测试的要求。

作为失真率低、稳定性高的测试设备, 即使供电负载发生变化, NetWave 单相系列仍能保证完全符合 IEC / EN 61000-3-2, -3-3, -3-11 和 -3-12 以及 JIS C 61000-3-2 标准对谐波和闪烁测试的要求。

NetWave 系列适用于逆变器 (例如太阳能逆变器、风能逆变器) 和电动汽车测试。此外, 还能满足航空标准 DO-160, Airbus ABD0100 和 Boeing 以及军用标准 MIL-STD-704 的要求。

NetWave 三相系列还可配备功率恢复模块 (选件), 用于吸收最高可达 NetWave 标称功率的反馈功率 (AC / DC)。



UCS 500N7 - 超小型组合式抗干扰模拟器

UCS 500N7 超小型模拟器是一台多功能测试设备, 能够满足国际标准 (基础标准与通用标准) 和产品系列标准对瞬变, 脉冲, 浪涌和电压跌落测试

的各种要求, 测试电压最高可达 7.0 kV。针对浪涌测试, 除了满足 IEC 61000-4-5 的要求之外, 它还能满足 ANSI / IEEE C62.41 标准对于浪涌和振铃波的测试要求。

UCS 500N7 还是最为经济的全兼容抗扰度测试方案, 满足欧盟 CE 认证对抗扰度测试的全部要求。内置的耦合 / 去耦网络适用于单相设备测试, 通过自动控制的外置耦合网络 (最高可达 100 A) 还可进行三相被试设备测试。此外, 我们还为您提供多种测试所需附件, 用来满足例如磁场测试等各种应用需求。

福建伟博电讯有限公司

展位号 B105



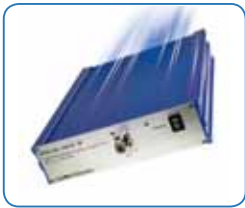
功率放大器

2-6GHz 40W 便携机箱式 GaN 固态功率放大器

MRA0206-4646 是伟博电讯自主研发的产品之一, 该产品适用于电磁兼容及通用测试、测量等应用。其主要特点

为:

1. 宽带, 覆盖 S 波段和部分 C 波段; 2. 采用 GaN 功率管放大器技术, 高效率、低功耗; 3. 带有输出隔离、过温、过压保护; 4. 具有良好的风冷散热设计且操作简便; 5. 与行波管放大器相比具有非常高的可靠性和竞争性的价格; 6. 通过 220V/50Hz 交流供电, 桌面或 19" 机架安装。



信号发生器

通过带 USB 及以太网接口的综合信号发生器来控制您的测试设备就可以满足您的需求及预算! SSG-6400HS 和我们新推出的兼具 USB 及以太网接口的 SSG-6000RC, 都支持 HTTP 和

Telnet 通讯协议, 从而为您提供多样化自由的选择!

所有产品都小到可以直接放入您的笔记本电脑包中, 都具有功率扫描及频率捷变功能, 易于集成于其他带有触发或参考端口的测试设备中。它们还内置可基于实际使用情况进行设置的自动校准提醒功能。

所有型号都配有轻松安装、简单易用的用户友好图形界面 (GUI)、DLLs 及程序使用说明, 方便您使用我们或您自己的软件来控制您的 SSG 产品。

程熙贸易 (上海) 有限公司

展位号 A058



IMU3000 和 IMU4000 系列是瑞士 EMC PARTNER 公司推出全新综合型抗扰度测试系统。IMU4000 为 4KV 等级, IMU3000 为 /6.6KV/8KV 等级。7 寸彩色触控, 旋钮输入, 图形化人机互动理念。即插即用的模块化设计, 可根据需要扩展测试项目。单端口测试, 内置 16A CDN, 自动切换; 内置自我检验程序, USB 端口可获取服务报告。可选中文上位机控制软件。

目前 IMU4000 系列可完成以下测试项目:

GB/T 17626.2 (IEC 61000-4-2) 静电放电抗扰度试验; GB/T 17626.4 (IEC 61000-4-4) 电快速脉冲群抗扰度试验; GB/T 17626.5 (IEC 61000-4-5) 浪涌 (冲击) 抗扰度试验 (1.2/50,8/20); GB/T 17626.8 (IEC 61000-4-8) 工频磁场抗扰度试验; GB/T 17626.9 (IEC 61000-4-9) 脉冲磁场抗扰度试验; GB/T 17626.11 (IEC 61000-4-11) 交流电压跌落 / 中断抗扰度试验; GB/T 17626.16 (IEC 61000-4-16) 0-150KHz 低频共模传导抗扰度试验; GB/T 17626.29 (IEC 61000-4-29) 直流电压中断和电压变化试验;

IMU3000 系列除满足以上测试项目可增加一下测试项:

GB/T 17626.5 (IEC 61000-4-5) 浪涌 (冲击) 抗扰度试验 (10/700,5/320); GB/T 17626.12 (IEC 61000-4-12) 振铃波抗扰度试验。以上部分测试项目需要配合相应的附件做测试, 未来可增加 IEC61000-4-19 差模干扰测试。

嘉善法兰克尼亚电磁兼容有限公司 展位号 A058



嘉善法兰克尼亚电磁兼容有限公司 EMC 控制单元 ECU-3/ECU-6 德国法兰克尼亚 EMC 测试系统公司向中国市场推荐他们的 EMC 控制单元 ECU-3 以及 ECU-6。

ECU-3/-6 集成众多主要测试部件: o 信号发生器, 9 kHz - 3 或 6 GHz; o 支持多达 9 个功率计,

10 kHz - 6 GHz; o 支持多达 4 个定向耦合器, 10 kHz - 6 GHz;

o RF 继电器:

• 自动转换功能, 在 4 个外置 RF 放大器及相连接的耦合单元 / 天线之间的转换; • 自动转换功能, 在两个 EMI 接收器以及光谱分析仪以及三个不同天线之间转换。

o EUT 监控

o 集成互锁安全系统

ECU 作为全能机型可以用于诸多不同传导及辐射抗扰度测试, 发射测试以及 BCI 测试。能够将耗时费力的接线工作的错误降低到最小。



Frankonia A 级固态射频功率放大器

Frankonia 现可提供自 10kHz 至 6GHz 频段的 A 级功放器, 输出功率从 18W 至 12000W, ISO9001 质量管理体系认证, 质保三年。

功放可选配集成定向耦合器以及前向及反向功率显示功能, 通过 GPIB 接口实现与 PC 的数据连接。

输出功率可升级, 固态功放在错配情况下使用不会导致仪器损坏。配置热过载保护, 过压保护, VSWR 保护以及 BIAS 晶体管控制。配备独立风扇进行冷却。功放采用模块化设计便于诊断及维护缩短停机时间。

科环世纪电磁兼容有限公司



电磁辐射分析仪 KH5931

KH5931 可对以下标准进行测试, HJ/T24-1998 500KV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范, GB16203-1996 作业场所工频电场卫生标准, GB12720 工频电场测量, GB7349-2002 高压架空输电线变电站无线电干扰测量方法。

DL/T988-2005 高压交流架空送电线路、变电站工频电磁场测量方法。

DL/T1082-2008 ± 800KV 特高压直流线路电磁环境参数限制。

DL/T1089-2008 直流换流站与线路合成场强、离子流密度测量方法。

GB8702-88 电磁辐射防护规定。

HJ/T10.2-1996 辐射环保管理导则 电磁辐射仪器和方法。

HJ/T10.3-1996 辐射环保管理导则电磁辐射环境影响评价方法与标准。

GB9175-88 环境电磁波卫生标准。

GB10436-89 作业场所微波辐射卫生标准。

GB5313-2004 电磁辐射暴露限值和测量方法。

GY5054-1995 广播电视天线电磁辐射防护规范。

YD/T1536.1-2006 电信设备的电磁信息安全性要求和测量方法 第 1 部分。

《移动通信基站电磁辐射环境监测方法》(试行) 环发【2007】114 号。

Noiseken 株式会社噪声研究所 展位号 A101

日本著名 EMC 设备制造厂商 NOISEKEN 于 2011 年 8 月正式推出新一代静电模拟试验器, 共三种型号, 分别是智能型 ESS-S3011 & GT-30R, 一般型 ESS-B3011 & GT-30R, 低成本低电压型 ESS-L1611>-30R, 满足

从中低端到高端客户的需求。最大输出电压 30 k V, 完全符合 IEC61000-4-2/ISO 10605 最新标准。并且在原有型号基础上增加了很多人性化的功能:

3 种预检功能; CR 数值检测功能 (直接在主机上显示所装的 CR 组件的电容和电阻值); 放电盒和 CR 组件单键更换! 用按键 & 旋钮可进行简单的设置; 配备红外遥控器, 可进行远程操作; 空气放电时可进行放电确认的放电检查功能; 照亮 EUT 的 LED 灯; 可做成试验报告和 PC 控制的控制软件。

南京纳特通信电子有限公司 展位号 A111

我公司成立于 2004 年, 是一家专业从事无线通信、国防、电磁兼容、医疗设备以及工业应用等领域射频功放和系统产品研发、生产、销售和服務的高科技企业。公司主要产品包括各类大功率

射频放大器、固态射频功率放大器、宽频放大器、专有频率放大器以及子系统、互调系统和无源综合测试仪等。我们的功放产品频率跨度为 10kHz-40GHz, 功率范围在 1W-10KW 之间, 这些产品完全由本公司自主研发和生产。公司有天线暗房、屏蔽暗房、高低温设备等环境实验室, 并通过 ISO9001 质量管理标准体系认证, 确保产品质量在各个环节都得到有效的控制和保障。2008 年, 公司签约成为安捷伦解决科技方案和系统集成合作伙伴。我公司已通过 CE 和 FCC 认证并进入欧美市场。

上海凌世电子有限公司 展位号 A092

魔方系列传导抗扰度测试系统 (EMC PUZZLE) 根据 IEC61000-4-2/4/5/8/9/10/11/12/18 等标准要求设计, 由统一的控制模块和单个或多个干扰模拟发生模块构成的新型多合一智能化抗扰度综合测试系统, “魔方”寓意随

心所欲, 自由组合。可实现智能化试验操作和功能切换、叠加。通过触摸屏控制器、模组通信控制技术, 以菜单形式选择标准、规格及功能, 实时编程。可电脑控制操作 (windows 系统下)。

车载电子抗扰度测试系统:

7637 系列。该系统针对汽车上的电气和电子装置, 用以测试汽车内电子设备抗干扰水平。涵盖 ISO-7637 标准中的所有波形, 更可对应市场上主要汽车整车厂企业标准。采用大尺寸彩色液晶触摸屏, 全智能统一控制架构, 除可任意编辑输出波形外, 还内置主流车厂测试标准库。亦可电脑控制操作。

上海普锐马电子有限公司 展位号 A105

EED2007C 产品介绍与特点

普锐马公司 EED2007C 多功能 EMS 测试仪完美适用于各方面的需求。组合式干扰发生器 EED2007C 功能包括静电放电、电快速瞬变脉冲群、雷击浪涌三项测试功能, 产品符合 IEC61000-

4-2、4、5 和 GB/T17626.2、4、5 最新标准。EED2007C 自身配备多种语言操作系统, 可适用于不同的国家与市场。EED2007C 是国内唯一能够与国外组合式相媲美的产品, 同时该产品的成功推出, 打破了国外技术的优势, 填补了国内技术的空白。EED2007C 高性价比、高稳定性将是客户的首选。



触摸式雷击浪涌发生器

触摸式全智能雷击浪涌发生器 SUG61005TB 是上海普锐马电子有限公司推出的第四代智能型电磁兼容测试设备。从第一代智能编程, 第二代宽屏编程, 第三代多功能一体, 再到第四代

全智能触屏, 公司一直引领着国内电磁兼容技术潮流, 为我国电磁兼容技术的发展做出了决定性的贡献。SUG61005TB 为触摸式操作, 内置多种模式及测试模块, 具有高可靠性、高性能、高便捷、人性化等诸多特点。

- 7.0 英寸彩色触摸屏操作
- 内置环境温度湿度显示
- 进口高压电子开关, 波形光滑, 击打相位精准
- 内置单相智能全自动切换耦合 / 去耦网络
- EUT 故障判断
- 自校准功能, 自动故障判断的自检功能
- 内置电压、电流高压探头
- 突时击穿电流显示

苏州泰思特电子科技有限公司 展位号 A080

1. 手持式静电放电模拟器

描述: 人体对物体或两个物体之间的静电有时会产生高达数千伏的电压, 可能引起电气、电子设备的电路发生故障, 甚至损坏。EDS 20H 是一款最先进的手持式静电放电模拟器, 也是

中国第一款自主研发生产的手持式静电放电发生器, 依照 EN/IEC 61000-4-2 等要求精确地模拟静电放电脉冲干扰, 根据人体工程学设计, 无额外的机箱, 可用电池和电源适配器供电。LCD 触摸屏简单易操作, RC 模块可更换, 内置温度湿度计, 远程控制软件, 确保了在各种测试场合使用的可靠性。

特点: 人体工程学设计; LCD 触摸屏控制; 一体化设计 (无机箱); 温湿度记录和保护; 自动极性转换; 放电模块可互换, 自动识别; 电池支持长时间测试; 内置标准测试程序库; 智能检测空气放电失效性。



2. 组合式抗扰度测试仪 CCS600

描述：CCS600(CCS400) 是一台智能型多功能组合式抗扰度 (EMS) 测试设备，它能够满足国际标准和和产品系列标准对瞬变脉冲、浪涌和电压跌落测试的各种要求，测试电压最高可达

6KV。CCS 系列是全兼容抗扰度测试方案最佳选择，不但满足欧盟 CE 认证及 CCC 认证对单相受试设备的抗扰度测试要求，内置全自动单相耦合 / 去耦网络，通过自动控制的外置耦合 / 去耦网络 (最高可达 100A) 还可进行三相五线受试设备测试。为您提供多种测试所需附件，用来满足例如工频磁场测试等各种应用需求。

特点：5.7 寸彩色触摸屏前面板操作；2. 内置多功能测试模块组合；内置全自动单相耦合 / 去耦网络 AC 250V 16A；DC 250V 16A；浪涌电压、电流测量采集；可控制外置三相耦合 / 去耦网络等功能模块；测试编排功能；以太网、RJ45 接口，用于 PC 远程控制、打印测试报告；浪涌失效侦测功能。



3. 电快速瞬变脉冲群模拟器 EFT 500s

描述：工业测量或控制设备中经常使用常见的控制单元，它们会包含继电器或者一些机械开关设备。使用公共供电系统的通常是日光灯镇流器，或一些小功率电器。这些电器都是电感负荷的，

在开关时就会产生干扰。电快速瞬变现象会引起微处理器发生故障或重置，不能进行正常操作。EFT 500 系列智能型电快速瞬变脉冲群模拟器是按照电气、电子产品对于电快速瞬变脉冲群试验的特点和要求而专门设计的，具有用于单相或三相被测设备主机供电线路的内置耦合去耦网络，具有可靠性好、性能稳定、使用方便等特点。

特点：5.7 寸彩色触摸屏前面板操作；内置全自动单相、三相耦合 / 去耦网络，任意组合；对实验参数进行编程设置；可控制外置三相大电流耦合 / 去耦网络 (100A)；5.EFT 500S(单相网络) EFT 500T(三相网络)；以太网、RJ45 接口，用于 PC 远程控制、编程、打印测试报告。

北京特测电子仪器有限公司

展位号 A032



CDN HSS-2 - 应用于高速通信线浪涌测试。全新耦合去耦网络 CDN HSS-2

专为将 1.2/50 μ s 浪涌注入到非屏蔽对称高速通信线路而设计。可以用于测试 ISDN、10/100/1000BaseT 以太网，或高达 1000BaseT 的以太网供电。耦合装置

包含 1 对、2 对或 4 对 40 Ω 电阻和电容。强大的去耦能力可以使辅助设备 (AE) 免受浪涌的影响，确保测试的重复性。2 kV 的浪涌测试电压，在 AE 端口的最大残余电压只有 65 V，无需使用额外的去耦元件。此款 CDN 将满足 IEC/EN 61000-4-5 的标准升级，也可与特测公司的 NSG 系列浪涌发生器结合使用，或连接到其他品牌的浪涌发生器。

CDN HSS-2 特点：兼容 ISDN，以太网和 PoE；可在 1000BaseT 速率下进行测试；去耦度高，确保测试的可重复性；辅助设备无需额外保护；适用于任何浪涌发生器；满足第三版 IEC 61000-4-5。

测试系统

北京世纪德辰通信技术有限公司

展位号 A052



DC7000ATS 电磁环境自动测试系统，是由北京世纪德辰通信技术有限公司自主研发的一套功能丰富、用途广泛的电磁环境测试系统。广泛用于各类电磁环境测试评估，同时还可对各频段的电磁频谱进行长时间的测量、分析

记录，以及空间信号的检测。根据目前电磁环境测试业务需求，系统设计兼顾了车载与便携式两种系统的搭建方式。在系统设计上着重进行了便携性设计，包括设备的高度集成一体化、轻量化结构设计、精心设计测试设备配置等。在满足系统测试指标要求的前提下使整个系统运输携带方便，可在不同的复杂地形条件下快速搭建，快速开展测试，快速收纳。

记录，以及空间信号的检测。根据目前电磁环境测试业务需求，系统设计兼顾了车载与便携式两种系统的搭建方式。在系统设计上着重进行了便携性设计，包括设备的高度集成一体化、轻量化结构设计、精心设计测试设备配置等。在满足系统测试指标要求的前提下使整个系统运输携带方便，可在不同的复杂地形条件下快速搭建，快速开展测试，快速收纳。

北京易安特斯技术有限公司

展位号 A005



汽车测试系统 - 符合国际标准和众多汽车厂家标准

EM TEST 汽车测试系统为各种汽车测试应用提供了完美的解决方案，能够满足 ISO、SAE、Chrysler、Ford、GM、Toyota 等国际标准和众多汽车厂家标准的要求。

在汽车测试领域，关于技术、安全性、舒适性、环境的可持续性、以及电动和混合动力驱动的各种标准不断增加，迅速地改变了汽车市场，这也使得创新变得至关重要。因此 EM TEST 对所有测试设备的设计都前瞻未来科技，以专业知识创造最佳性能。EM TEST 汽车测试系统充分考虑到集成系统的完整性和一致性，充分确保测试脉冲的再现。EM TEST 拥有完整的电磁兼容测试标准库。预编程的测试程序已包含众多汽车厂家标准波形，使得测试简单易行。测试软件支持所有常见标准，并持续不断更新。

罗德与施瓦茨有限公司

展位号 A008



罗德与施瓦茨公司的电磁环境测试系统

系统与记录回放系统可测试环境中的射频电磁场，通过与实时频谱分析仪或测试接收机配套使用，将全向天线与专门为 EMF 测量而设计的软件结合，可在现场方便而精确地评估总体电磁发射和具体频率的发射，按照国际和国家标准测量电磁环境发射，可确保电磁环境或发射机系统符合适用的限值，并将这种信息传达给相应的组织机构或公众，其主要特点是能够进行精确和方便的现场测量。

另外，由实时频谱仪和 IQR 以及信号发生器组成的电磁环境记录回放系统，可记录、存储和回放环境中的实时射频信号。对航空航天与国防、广播、移动通信、及汽车产业的用户具有广泛的应

用。实时频谱仪可以进行在线的实时信号分析，也可以用于离线的信号干扰查找，信号发生器可以实时回放记录在 IQR 里的信号，重现或重新构建现场的电磁环境，方便查找故障原因并重新测试评估电子产品或设备在现场电磁环境下的可靠性与适应性。

陕西海泰电子有限公司

展位号 A055



近日海泰电子应用其自主研发的系统内电磁兼容预测分析软件 (HTEMC9503)，顺利完成了某航天研究所某型系统的电磁兼容仿真设计与分析。该型系统是航天集团的重要单机产品，按照要求，其电磁兼容性须完全符合 GJB151A-97 中空间系统平台类限值，然而原系统的电场辐射发射 (RE102) 和电场辐射敏感度 (RS103) 测试结果均超标，虽通过整改基本解决问题，但问题出现的机理始终不能明确，对于潜在的 EMC 问题更无法预估。海泰电子通过应用 HTEMC9503 预测分析软件及相关仿真技术完成了该型系统 RE102 和 RS103 测试项仿真机理、模型、实验研究，形成了微波单机类产品的 EMC 设计规范，为研发类似型号产品提供了设计依据和评估手段。此次预测分析软件的成功应用，充分验证了海泰电子 EMC 预测分析软件在产品论证阶段所发挥的重要作用。

海泰电子通过应用 HTEMC9503 预测分析软件及相关仿真技术完成了该型系统 RE102 和 RS103 测试项仿真机理、模型、实验研究，形成了微波单机类产品的 EMC 设计规范，为研发类似型号产品提供了设计依据和评估手段。此次预测分析软件的成功应用，充分验证了海泰电子 EMC 预测分析软件在产品论证阶段所发挥的重要作用。

Noiseken 株式会社噪声研究所

展位号 A101



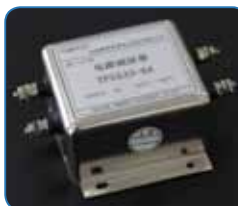
新产品 EPS-02 系列，是用数码相机图像来进行磁场探头位置的检测，在解析磁场探头测试到的数据的频率的同时，在电脑上可显示和数码相机图像相吻合的磁场场强，分布的可视化系统。通过对 ICNIRP (国际非电离放射线保护委员会) 公布的人体辐射相关的参考等级的测试、解析、可视化分析，来消减采取对策的工时数。特征：可进行针对人体辐射要求的 IEC62233 (以及 JISTSC0044) 的测试。不仅可直接读取探头的显示数据，还可以显示频率解析 (频谱)。不依赖于探头一部分的形状、颜色，实现了追踪性良好的图像识别技术。

应用例：汽车、铁道、家电 (IH 调理器等)、电力等领域。

电子元件

北京泰派斯特科技发展有限公司

展位号 A181



交流单相高性能滤波器

产品特点：交流单相高性能滤波器系列采用多级滤波电路 (双极共模电路，一级共模和一级差模电路、双极共模和一级差模电路)，对电源线中的差模和共模干扰信号具有很强的抑制效果。该系列滤波器具有非常优越的滤波性能、漏电流小、性能可靠、温度

特性稳定、体积小、重量轻、安装简单等特点。

技术指标：额定电压：115/250VAC；工作频率：50/60Hz；泄漏电流：<1.0mA(250VAC/50Hz)。测试电压：线-线：1450VDC，一分钟；线-地：1500VAC，一分钟；温度范围：-25℃~+85℃ (民品)，-55℃~+85℃ (军品) 应用场合：目前，交流单相高性能滤波器广泛应用于含有开关电源、数字电路以及易受干扰的军用设备，及需要满足电磁兼容标准要求的电子设备。

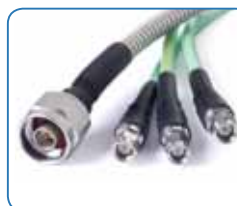


滤波组件

产品特点：滤波组件具有集成度高、体积小、多功能一体化、抗外界干扰强、性能稳定可靠。应用范围：广泛应用于航空、航天、兵器、舰船总参等均是领域以及邮电通讯、计算机、航海和各种仪器、仪表等设备中。产品技术指标：可满足 GJB151A-97 的要求；产品有效滤除高频和低频干扰；使用温度为 -55℃~+125℃；绝缘电阻： $\geq 1000M\Omega$

福建伟博电讯有限公司

展位号 B015



迈可博 A 系列低损耗弯曲温度稳相电缆组件

迈可博 A 系列电缆具备优良的电气和机械性能、屏蔽性好、衰减低、驻波小、耐功率大、弯曲和温度稳相性能优异且电缆一致性好。产品广泛地应用于电磁兼容系统及雷达相控阵等。由于该系列电缆具有极佳的正温稳相特性 (220PPM@+22~+100℃) 和性能一致性，且屏蔽性好，加工成电缆组件后，可获得好的相位匹配和相位跟踪性能。国际上，该系列电缆和组件在高功率发射和相控阵应用领域常被列为首选。

仿真软件

EMSS



三维电磁仿真软件 FEKO 介绍

三维电磁仿真软件 FEKO 是基于矩量法的代表性软件，也是第一款成功将快速分层多极子技术实现商业化的软件，为电大尺寸问题提供了精确求解方案。混合求解技术是 FEKO 的特色方案之一，可提供矩量法与高频算法的直接混合，以及积分方程算法和有限元算法的混合。用户可以对复杂介质的问题使用有限元算法，同时对外界空间辐射的问题使用积分方程方法进行求解，在一个环境下、同一次求解之内快速高效地解决问题。

2014 年最新发布的 FEKO7.0 版本，新增加了时域求解技术以及多层快速多极子与高频算法的混合算法，为用户提供更加完整的电磁仿真解决方案。FEKO 应用领域包括天线设计、天线布局、目标隐身、系统电磁兼容以及生物 SAR 等。

接收机

嘉善法兰克尼亚电磁兼容有限公司 展位号 A058



EMI 接收机 CORE-6
德国法兰克尼亚 EMC 测试系统公司向中国市场推荐他们的 EMI 接收机 CORE-6。

CORE-6 是一款十分紧凑 (19") 的新型数码 EMI 接收机, 能够为您在几秒内完成频率扫描, 这将为节省大量的测试时间。

此接收机完全符合 CISPR16-1-1 要求, 并且能够生成所有重要参数, 如峰值、准峰值、平均值、RMS、RMS 平均值和 CISPR 平均值。

CORE-6 集成了一个工作范围从 9kHz 至 6GHz 的 20dB 前置放大器和一个脉冲限制器, 用于进行传导 EMI 测试。

您可以通过法兰克尼亚 EM-LAB 软件控制 CORE-6。软件中设有预置程序, 因此操作十分便捷。无论您是否精通 EMC 测试, CORE-6 和 EM-LAB 的组合始终是您明智的选择。

科环世纪电磁兼容有限公司



接收机 KH3939

该测量接收机符合国家标准 GB/T 6113.1-1995 和国际标准 CISPR16-1 的要求。本接收机售出时, 随机可带有国家计量部门的计量检定证书。KH3939 型接收机频率范围从 9kHz--

300MHz, 完全满足电源线骚扰功率测试, 而配置上人工电源网络后就可以进行电源端子骚扰电压测试, 该机具有测试速度快、可操纵性强、性能稳定、测试数据处理方便。

测量频率范围: 9kHz~300MHz; 频率分辨率: (9kHz~150kHz): 30Hz; (150kHz~30MHz): 1kHz; (30MHz~300MHz): 10kHz; 频率稳定性: 10⁻⁶; 输入阻抗: 50Ω; 驻波系数: 1.3 (RFATT > 10dB); 测试模式: 平均值 准峰值 峰值; 终端电压测量范围: 0dB~120dB (S/N=6dB 1μV=0dB); 终端电压测量误差: (在标准工作状态下) ≤ ±2dB。

罗德与施瓦茨有限公司

展位号 A008



R&S®ESR 是罗德与施瓦茨公司在过去 40 年的 EMI 认证测试接收机的经验基础上推出的最新的、也是目前世界上唯一具有实时分析功能的 EMI 认证测试接收机, 它的测量速度比常规 EMI 测试接收机快 6000 倍。过去需要几个小时

的骚扰测量现在仅需几秒钟即可完成, 这也适用于宽频率范围或采用小频率步进的测量, 以及使用准峰值和加权平均的骚扰电压

测量。这在产品开发和产品认证期间可以节省大量的时间和成本。

除了提供 EMC 一致性测试功能以外, R&S®ESR 还具有实时频谱分析能力, 并提供了全新的诊断工具, 诸如频谱瀑布图、余辉模式和频率模板触发。利用这些工具, 用户能够检测隐藏的或偶发的发射, 并分析产生的原因。

清晰的结构化菜单与直观的触摸屏相结合, 使得 R&S®ESR 测试接收机在任何模式中都非常容易操作。21cm 大触摸屏可以显示多达 6 路不同的轨迹, 以便用户快速、高效地进行结果分析。尺寸紧凑、重量轻便而且带直流供电选件的特性, 使 R&S®ESR 成为移动应用的理想选择。

屏蔽材料

北京泰派斯特科技发展有限公司 展位号 A181



导电橡胶是一种常用的新型的高分子屏蔽材料, 一般是将微细导电颗粒 (如玻璃镀银、铝镀银、铜镀银、碳黑、纯银、石墨镀镍等) 按一定比例填充于硅橡胶, 广泛地应用于 EMC 领域中。能够很好地将水汽密封性能和

高导电性结合在一起, 同时完成环境密封和电磁密封。泰派斯特可供模压型和挤出型两种导电橡胶; 模压型可制成各种厚度的板材, 模制品、条状产品和模切的平面衬垫; 挤出型导电橡胶可制成各种常规横截面的、连续的衬垫, 矩形、圆形、“D”形、“U”形、“P”形、和各种薄壁结构, 还可根据用户要求定制; 并满足美军标 MIL-G-83528, 广泛地应用于军用、航天、航空等电子设备中, 如中、小型军用电子机箱、机柜、方舱和微波波导系统, 波导和连接器的衬垫等。10 月 30 日将由北京理工大学电子工程系区建昌教授, 进行论坛演讲。主题为《共差模分离的新思路》

展位 A181

深圳鸿富诚屏蔽材料有限公司



导电橡胶

产品特征:

超低的电阻和优越的屏蔽性能; 可以冲型成任意的形状; 抗湿度、抗潮湿, 极好的耐环境性能; 极好的力学性能和柔软性; 长久耐用。

典型应用:

导电橡胶产品通过实践证明在航空、航天、舰船等军用电子设备中广泛应用, 可以替代传统的密封橡胶, 以同时完成环境密封和电磁密封。

特别适用于:

中、小型军用电子机箱和微波波导系统; 航天、航空、舰船等军用方舱和军用电子设备; 电子产品 (如计算机机箱、手提电话)、电信、高频控制设备等; 电力、铁路等环境恶劣的电子设



导电泡棉

电阻低于 0.05Ohms/Sq.ure.

- 可提供大范围阻燃成品及材料 (UL 94V0 及 UL94HB);
- 聚氨酯泡棉芯可以提供较低压缩率以确保长期可靠性;

· 专业的样品制作设备可最快速度提供样品 (正常下一天之内);

- 可大范围提供任意形状及规格产品;
- 可提供任意分切长度及特殊要求的条状产品;
- 产品全部符合 RoHS 要求并且适用无卤要求;
- 使用温度可达到 -40°C to 70°C ;
- 客户可根据自身要求指定特殊材料包括胶材。



吸波材料

HFC-A 系列吸波体可载切用于改善发生在电脑、通信设备等任何围绕在消费电子设备上的电磁波、谐波噪音、串台等干扰;

HFC-A 系列吸波产品具有卓越的电磁辐射噪音吸收能力, 在广泛的频域里有优异的电磁波吸收效果;

- 总体非导电性能使其可以在设备中安全使用;
- 高强度粘贴效果使其安装使用更可靠;
- 环保产品 (满足 RoHS、无卤素要求)

深圳市拓科锐科技有限公司

展位号 A042



拓科锐科技 (TOP QUALITY) 成立于 1999 年, 是从事电磁兼容的专业公司。TOP QUALITY 提供全套电磁兼容 EMC 测试和 EMC 整改的解决方案, 专业提供最先进的电磁兼容测试系统, 并提供专家级的技术和咨询服务。

作为专业的电磁兼容系统集成商, TOP QUALITY 完整提供包括电波暗室和全套 EMC 测试系统在内的电磁兼容实验室交钥匙工程, 覆盖家电 (CISPR14-1/2)、工科医 (CISPR11)、信息技术 (CISPR22/24)、照明 (CISPR15)、汽车电子 (CISPR12/25 ISO7637 ISO10605)、美军标 (MIL461D/E/F)、国军标 (GJB151/152A) 等各个行业。

TOP QUALITY 是世界上著名的 EMC 检测设备制造商—荷兰 COMTEST 公司、瑞士 EM TEST 公司、德国的 maturo 公司、英国的 YORK 公司、德国的施拓拜科公司 (schwarzbeck) 在中国的总代理, 全面负责中国市场的开拓、销售及售后的一条龙服务。TOP QUALITY 同时与其他各知名品牌如 R&S、FRONKONIA、BONN、FCC 等保持紧密合作, 提供给客户最佳的产品组合。

各家产品的优势组合, 能涵盖整个 EMC (EMI、EMS) 测试系统, 为您的电磁兼容测试提供全套的系统服务。

COMTEST 最新型环保材料, 纯“绿色”, 专利产品, 不变形, 不变色, 无味, 无任何化学喷涂, 尺寸小, 防水防潮, 阻燃, 使用寿命可达 40 年。

天线

北京科环世纪电磁兼容有限公司



优源环形天线 KH30935

KH30935 有源环型天线是运用调整、测试、计量等接收机之用, 它有多项优点:

1. 天线覆盖频率宽: 150KHz~30MHz。
2. 在有效频率范围内根据修正系数测出场强值, 使用起来非常方便。
3. 天线外径小、重量轻, 便于户外测量。

技术条件

频率范围: 150KHz ~ 30MHz;

天线阻抗: 50Ω ;

修正系数: 见系数表

误差: $\leq 2.5\text{dB}$;

测量范围: $30\text{dB}\mu/\text{M} \sim 120\text{dB}\mu/\text{M}$ 。

工作温度: $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$

相对湿度: $<90\%$ (25°C)

重量: 1.3Kg

美国 ITEM 《电磁干扰与兼容》

展位号 A176

《电磁干扰与兼容》杂志由美国著名的出版商 ITEM 公司出版发行, 是国际知名的电磁干扰与兼容行业的手册和设计指南, 美国、中国、欧洲、日本同步发行。现拥有全世界各国的工程师和经理及电磁干扰与兼容专业阅读人员累计超过 50 万, 为读者解决了无数电磁干扰的难题。



1970 年创刊, 全球最权威的电磁领域的信息提供商

美国、欧洲、日本、中国四个版本同步发行

多渠道信息传播: 纸刊、网站、电子刊、展会、用户指南等

ITEM 媒体集团同时提供《电子冷却 EC》、《环保测试与设计 ETD》

TEMPEST

泰派斯特科技

- ◇ 国内自主研发的EMC预测系统一体机，能进行多项EMC测量
- ◇ 将频谱仪、LISN、共差模分离、跟踪信号源、测量软件等高度集成
- ◇ 配有多种测量附件：电流检测探头、电流注入探头、EMC诊断探头等
- ◇ 体积小、重量轻、便携、实用高效
- ◇ 帮助您进行EMC/EMI检测、整改
- ◇ 降低产品研发成本，缩短开发周期

本设备设有GJB151A/152A(CE102、RE102)和

CB9254（电源端子传导骚扰、辐射骚扰）EMI滤波器设计软件等测量软件

频谱仪主要指标

频率范围：9 kHz~3.6 GHz

幅度综合不确定度：1.5 dB

分辨率带宽：3 dB带宽：10 Hz~500 kHz (1~10步进)，1 MHz，3 MHz

6 dB带宽：民标：200 Hz，9 kHz，120 kHz，1 MHz

军标：1 KHz，10 kHz，100 kHz，1 MHz

检波器：峰值、准峰值

跟踪源：频率范围：100 kHz~1.5 GHz

输出功率：-30 dBm~0 dBm

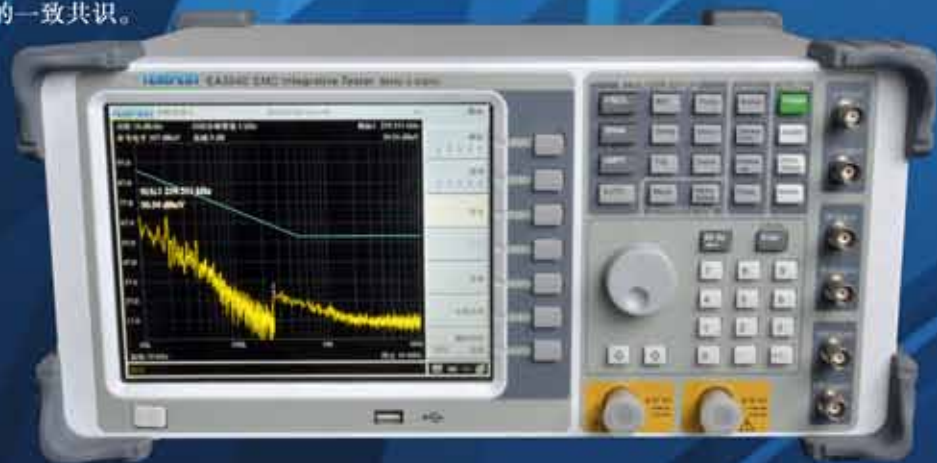
共差模分离主要指标频率范围：10 kHz~30 MHz

共差模抑制比>40 dB，阻抗50 Ω

越来越多的电子电气企事业充分认识到频繁地进行EMC/EMI检测、整改，已经成为产品降低研发成本、缩短、开发周期的主要瓶颈。

从研发、样品到正式生产的整个过程中进行EMI预兼容测试就是突破这一瓶颈的必然手段。因此，进行EMC/EMI预兼容测试已经成为电子行业的一致共识。

新一代EMC预测系统正是大量中小型企业和电子产品设计室所一直盼望的低成本而高效的预测系统。



▲反馈服务代码：IC1310

北京泰派斯特科技发展有限公司
BEIJING TEMPEST SCI-TECH DEVELOPMENT CO.,LTD

地址：北京市石景山区古城西街19号中关村科技园古城基地B座3层
电话：010-68812340 40089002340
传真：010-68885848
网址：<http://www.tempest-emc.com>

索引

Communications & Power Industries Canada.Inc	封二
罗德与施瓦茨中国有限公司	01
AR嘉兆科技有限公司	02
北京世纪德辰通信技术有限公司	07
上海普锐马电子有限公司	09
Oerlikon Metco (Sulzer)	11
南京纳特通信电子有限公司	13
北京特测电子仪器有限公司	15
Noise Laboratory Co.,Ltd	17
嘉善法兰克尼亚电磁兼容有限公司	21
深圳市鸿富诚屏蔽材料有限公司	23
奥尔托射频科技(上海)有限公司	25
TDK(上海)国际贸易有限公司	29
程熙贸易(上海)有限公司	31
北京易安特斯技术有限公司	41
福州伟博电讯有限公司	43
北京科环世纪电磁兼容有限公司	45
EMC/China 2014 shanghai	51
China EMC 2015 & China MW 2015	53
北京泰派斯特科技发展有限公司	62
Comtest Engineering b.v	64
陕西海泰电子有限公司	封三
A.H.Systems Inc	封底

中国机械

主管：中国工业经济联合会
 主办：《中国机械》杂志社

社长 总编：王 军
 常务副社长：丁 明
 副社长：孙宁松
 编审委员会主任：高攸纲、常若艇、高本庆
 熊蕊、周璧华、苏东林

国际标准刊号：ISSN1003-0086
 国外发行：中国国际图书贸易总公司
 国外发行代号：BM 4449
 国内统一刊号：CN11-5417/TH
 邮发代号：46-264，随刊赠阅

广告经营许可

证号：京海工商广字第8081号
 地址：北京市海淀区中关村南大街
 甲6号B座1704
 邮编：100086

内容翻译： **ITEM® Public**
 Contact: Belinda Stasiukiewicz
 Email: bstas@item-media.net

本增刊面向 EMC 2014，致力于提供准确的信息，但是它不对在它的技术文章中的错误或漏洞负责。另外文章的观点仅代表技术专家的意见，任何人没有书面许可不得复制本文中的任何内容。

本增刊随刊向在电子元件、系统、材料、设备及相应的服务领域的应用、选材、设计、试验、规范或采购工程师和经理免费提供。

声 明

本增刊版式设计和内容受国家《著作权法》保护。未经书面许可，不得转载和使用本刊所发表的文章、图片。如发现有未经许可而擅自转载和使用，将依据版权法之规定，追究其法律责任。

电波暗室 混响室 射频屏蔽室及屏蔽门 “绿色”吸波材料

Controlled Electromagnetic Environments



▲反馈服务代码: IC1319



Comtest Engineering b.v.
The Netherlands (EU)

中国总代理: 深圳拓科锐公司
电话: 0755-88299956

www.comtest.eu
sales@topquality.cn

COMTEST
ENGINEERING

预测分析软件产品

- 电磁兼容数据管理与应用系统
- 系统间电磁兼容预测分析系统
- 系统内电磁兼容预测分析系统

海泰电子，测量测试专家！



方案论证阶段，实现系统的EMC指标分配； 方案设计阶段，实现系统的EMC设计评估。

陕西海泰电子有限责任公司
Shaanxi Hitech Electronic Co.,Ltd.

总部地址：陕西省西安市高新区团结南路35号 航海科技园 710075

总部电话：(029)82300360-369 更多信息，请访问网站 www.hitai.com.cn

北京：(010)58970632 成都：(028)87746039 上海：(021)54157369 武汉：(027)86699356



▲反馈服务代码：IC0123

所有你 需要的内容 都置于一个小箱中



天线 | 探头 | 附件 | 前置放大器 | 低损耗电缆 | 校验计量服务



携带十分方便

在二个工作日内
及时
发货



A.H. Systems 为客户提供多款便携式天线包，每一款都包含所有需要的天线，电流探头，电缆等，满足所有客户的各种需求。优秀的性能，便携的特性（重量轻，箱式包装），加之方便的设置，使所有你选择的天线包可以在室内或者其它场地进行测试。由于每一个部件在包装箱内都被十分安全地放置，所以就完全避免了天线以及附件的丢失和损坏。所有天线包都附加配置了三脚架，方位角，海摆头，这些部件都一起置于另一个箱体中。

▲反馈服务代码：IU0802

请与我们联系：sales@ahsystems.com

或者直接与我们的中国区代理商联系。

天线...

并且天线包也是...



Innovation

Quality

Performance

电话：(818)998-0233 • 传真：(818)998-6892
www.AHSystems.com?IT

A.H. Systems

