

中国  
机械

# interference<sup>ITEM™</sup> 电磁干扰与兼容 | technology

ISSN1003-0086 CN11-5417/TH

2015年1月

## 便宜的辐射抗扰度 预兼容测试 <sup>P10</sup>

减轻过度排放 <sup>P16</sup>

与ANSI / ESD stm2.1兼容的服装通过场感应模式放电时，附近ESD敏感器件所面临的风险 <sup>P24</sup>

关于平板电视机工艺设计对传导骚扰的影响 <sup>P30</sup>

2015全球电磁市场预测 <sup>P34</sup>



扫微信加关注 获取电子版

祝贺《电磁干扰与兼容》杂志进入中国 10 周年，和我们一道经历了中国电磁干扰与兼容产业的成长，见证了电磁仿真技术及应用的蓬勃发展。希望贵刊继续增进我们与用户之间的交流，一同为相关产业发展贡献我们的力量，下个 10 年更加美好！”

Altair 大中国区总经理 刘源 博士



通过与《电磁干扰与兼容》合作，在过去几年，是德科技 Keysight（原安捷伦）的 EMI 接收机 MXE 被广泛认可。我们期待和贵刊进一步深度合作，同时祝愿贵刊越办越专业，继续发挥在 EMC 行业里独特的影响力。

是德科技 EMC 市场拓展经理 杨培文

感谢《电磁杂志 10 年给我们提供与兼容方知识的水准。10 年杂志

北京信测司 总经理

祝贺《电磁干扰与兼容》进入中国 10 周年。希望通过贵刊的影响力，有更多的国内专业人士意识到电磁兼容的重要性，为国内电磁兼容行业发展作出贡献。Noiseken 公司也会在 EMC 领域不断创新和发展，为国内外企业，机关，大学提供最好的测试仪器和服务。

Noiseken 株式会社噪声研究所 尹红光



《电磁干扰与兼容》的朋友们，至此专刊在中国发展的十年之际，我代表深圳市计量质量检测研究院向贵刊表示衷心的感谢和祝愿：感谢贵刊在过去的十年里，为我们工程技术人员提供了这么好的一个平台，也祝愿贵刊在未来的十年里在电磁兼容专业领域深耕细作，创造更加辉煌的成绩！

深圳市计量质量检测研究院院长助理 哈尔滨理工大学兼职教授 杨彦彰

转眼间《电磁干扰与兼容》中文版已经十岁了，通过这个窗口，我们学到了新的知识，看到了行业的发展，聆听了专家的观点。值此十岁生日之际，恭祝《电磁干扰与兼容》越办越好，事业蒸蒸日上。也祝广大读者新年快乐。

北京世纪德辰通信技术有限公司 马麟



与时俱进，开拓创新

北京泰派斯特科技发展有限公司 总经理 郭晋安



# interference<sup>ITEM™</sup> 电磁干扰与兼容 | technology

时间过去了一年又一年，纵使有过犹豫和不安，但始终有一种力量能够穿透浊雾，指向前方，这力量就是“坚守”。转眼之间，《电磁干扰与兼容》已在中国十年，这何尝不是一种坚守？能够坚守下去，就是一种幸福。坚守在，希望就在，幸福就在。2015，让我们继续坚守下去，精诚合作，脚踏实地，在中国的电磁兼容行业共同进步！

奥尔托射频科技（上海）有限公司 销售总监 陈瑜



# 20

祝贺《电磁干扰与兼容》进入中国 10 周年。当前，新能源汽车的技术发展，在电磁兼容领域遇到了新的挑战。《电磁干扰与兼容》为该领域的信息交流提供了一个很好的平台，并将为技术进步和产业提升发挥重要作用。预祝贵刊越办越好！

比亚迪汽车工业有限公司 汽车工程研究院 EMC 研究部 部门经理 周宇奎



罗德与施瓦茨公司祝贺《电磁干扰与兼容》在中国走过了十年，这也是伴随中国电磁兼容行业一起发展的十年，在这十年中，我们通过这个窗口准确、及时、全面地了解了电磁兼容这个行业在国际和国内的技术状态、行业趋势、标准的发展和市场的热点。电磁兼容问题在高速发展的现代中国越来越重要，电磁兼容技术涉及电子、计算机、通信、航空航天、铁路交通、电力、军事、医疗、汽车等各个方面，非常广泛，同样也涉及研究、开发、集成、销售与服务等产品环节。而解决电磁兼容问题不仅需要掌握理论知识、积累经验还需要了解标准状态、测试技术和电磁兼容的各类产品。希望《电磁干扰与兼容》越办越好，不仅在过去，同样在未来更多的十年中帮助中国电磁兼容行业加快新技术、新产品的推广和应用，加强国内外电磁兼容技术的交流与合作，缩小与国外产品和技术的差距，起到一如既往的作用和贡献。

罗德与施瓦茨（中国）科技有限公司 业务发展经理 罗健



作为一名中国本土的业经历中，《电磁干扰给我扑面而来清新的磁干扰与兼容》中文

唱和十年心声，旧朋新客同庆。过去的十年，是勇于创新，锐意进取的十年；过去的十年，又是捷报频传，硕果累累的十年。值此 ITC《电磁干扰与兼容》中文版进驻中国十年之际，我谨代表我司全体员工祝福贵社在越来越办越好，也希望我们的合作长长久久，再创新的精彩。

程熙贸易（上海）有限公司 吴伯雄



十年的经历，十年的发展，十年的岁月，2015 年迎来了《电磁干扰与兼容》进入中国的第十个年头，值此之际，祝愿《电磁干扰与兼容》越办越好，同时希望在未来的更多个 10 年中通过《电磁干扰与兼容》能够及时的更多的了解和学习到国内外最新、最全的行业资讯、标准、解决方案、产品等信息。

北京科环世纪电磁兼容技术有限公司 总经理 赵书珍

时光荏苒如白驹过隙，我与《电磁干扰与兼容》结识已十载，作为一名电磁兼容工作者，它见证了我的成长以及中国汽研电磁兼容实验室的成长；很荣幸为贵杂志供稿，同时作为忠实读者，也见证了它的成长与进步，贵杂志透视电磁兼容行业热点，剖析前沿理论，激发整改灵感，点燃电磁兼容工作者的智慧火花。愿《电磁干扰与兼容》越办越好！

中国汽车工程研究院股份有限公司 EMC 检测部 黄雪梅



十年走来，孜孜不倦，搭建行业信息共享及技术交流平台，受益良多。感谢《电磁干扰与兼容》杂志社！

杭州远方仪器有限公司 副总经理 胡红英

感谢《电磁干扰与兼容》十年的陪伴，祝她越办越好。也谨向电磁兼容业内的各位新老朋友问好，祝大家工作顺利，身体健康，家庭幸福。让我们携手，共同期待下一个十年！  
深圳拓科锐公司 COMTEST 中国总代理 总经理 刘文吉

与《电磁干扰与兼容》杂志一起走过 6 年，首先衷心感谢您在过去时间里对我们公司的支持与合作！在您的支持和关注下，我们上海普锐马电子有限公司才得以在激烈的市场环境下不断大步挺进，并取得丰硕的成果，新的一年，希望《电磁干扰与兼容》杂志越办越好！

上海普锐马电子有限公司 黄张朋



美国 ITC《电磁干扰与兼容》中文版十周年，与业界同仁共贺新年，祝广大读者新春快乐！幸福安康！

法兰克尼亚与《电磁干扰与兼容》已有多年合作，贵刊对 EMC 行业前沿思想的推广，对热点技术的剖析，对发展趋势的探讨，是 EMC 技术进步的重要推力。在此创刊十周年之际，我们衷心祝愿贵刊在下一个十年，越办越好，继续为 EMC 的发展做出贡献。

嘉善法兰克尼亚电磁兼容有限公司 总经理 王纯蓉

不知不觉中，我们走进了 2015 年，《电磁干扰与兼容》迎来了进入中国后的第十个年头，也是海泰电子进入电磁兼容领域的第十三个年头。十年的陪伴，十年的关爱，十年的奉献，十年的引领。在新年来临之际，我谨代表陕西海泰电子有限责任公司祝《电磁干扰与兼容》越办越好，继续为中国的电磁兼容事业增光添彩！

陕西海泰电子有限责任公司 总经理 郭恩全



弹指挥间 ITC 中文版在中国已经走过了 10 个年头。这 10 年 是中国 EMC 产业飞速发展的 10 年：无论是试验设备、产品设计、实验室建设，还是从业人员的规模和质量，都迈上了一个新台阶。在这个风云变幻的时代，ITC 恰逢其时，参与其中。不仅将国外的资讯、先进理念实时传入国内，也紧紧地把握了行业的发展脉搏，起到了内通外联的桥梁作用。感谢 ITC 为我们带来的丰富资讯和精彩妙文，希望它继续坚持行业使命，为中国 EMC 事业的发展做出更大的贡献，祝他在中国的第 10 个生日快乐！

西安高压电器研究院，特聘专家，电磁兼容室副主任，教授级高工。刘易勇博士



电磁兼容工程师，在我十多年的电磁兼容从业经历中，《电磁干扰与兼容》中文版就像清晨打开一扇窗，总带风——原来工程技术也能如此生动，祝《电磁干扰与兼容》越办越好！

上海凌世电子有限公司 总经理 赵大勇

# 固态替代行波管放大器 功率高达3000瓦



3000S1G2z5  
3000 Watts  
1.0-2.5 GHz

## 1-2.5 GHz 固态功率放大器“S” 新系列

试验中，选择一款放大器要考虑很多重要的因素，比如谐波、线性、持续性、功率、可靠性，当然还有设备的使用寿命成本。之前，用户常常勉强接受破旧的行波管放大器，而现在，你可以马上拥有一款与时俱进的仪器，并且完全满足您的试验需求。

AR 推出的1-2.5 GHz 放大器“S”新系列拥有100、250、500、1000、2000 和 3000 瓦不同功率选项，固态功能可靠性强、性能佳，这是旧款仪器无法比拟的。除此之外，AR制造的仪器均会得到我们遍及世界各个角落的服务和技术支持。快来拥有你梦寐以求的仪器吧！

更多信息，请访问我们的网站：[www.arworld.us](http://www.arworld.us)；或拨打电话：800-933-8181。



在中国，请联系嘉兆科技（Corad），电话：400-007-3336。


▲反馈服务代码：IU1301



ISO 9001:2008  
Certified



射频/微波 设备测试

其他  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](http://www.arworld.us)

04 电磁资讯 EMC News

- 望远镜有助于天文研究 ..... 04
- 新型电磁机动战策略初显 ..... 05
- 电子市场揭开无线充电帷幕 ..... 06
- 电子产品寿命将延长3倍 ..... 06
- 印度政府主动研究电磁辐射场对生命的影响 ..... 07

10 技术前沿 Technology Pulse

- 便宜的辐射抗扰度预兼容测试 ..... 10
- 减轻过度排放 ..... 16

24 标准与认证 Standards & Certification

- 与 ANSI / ESD stm2.1 兼容的服装通过场感应模式放电时，附近 ESD 敏感器件所面临的风险 ..... 24

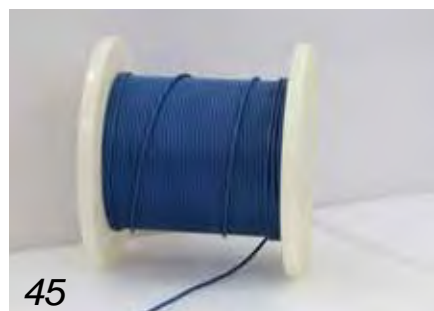
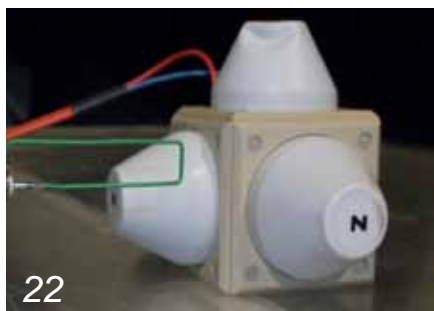
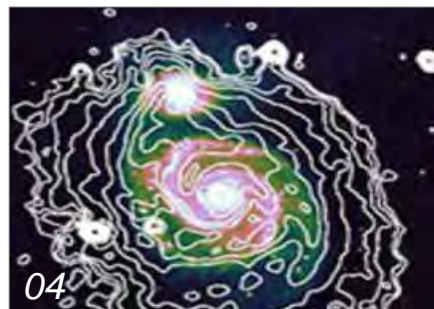
30 设计策略 EMC Design

- 关于平板电视机工艺设计对传导骚扰的影响 ..... 30

34 EMC 市场 EMC Market

- 2015全球电磁市场预测 ..... 34

44 产品与服务 Products & Services ..... 44



## ■ 碳纳米管提升电子器件

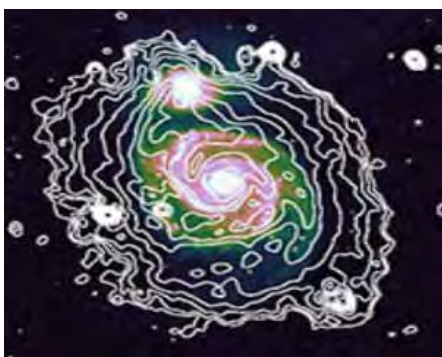
美国得克萨斯大学奥斯汀分校的一组研究人员发现使用一种称为碳纳米管的半导体材料,可以使“晶体管 and 电子电路的性能与可靠性得到极大的改善”。这些纳米管可以更好地代替电子器件中的硅物质。研究小组已经把他们的调查结果和研究结论发表在《应用物理快报》。

“论文中提到,研究人员把称为 PVDF-TrFE 的含氟聚合物涂层覆盖到单壁碳纳米管(SWCNT)和环形振荡器电路的外层,并进行调查。调查发现这些涂层可持续改善单壁碳纳米管的性能。其中, PVDF-TrFE 的化学学名全称为聚乙二烯二氟化物-四氟乙烯(polyvinylidenedifluoride-tetrafluoroethylene)。”

“我们把 PVDF-TrFE 的极性特质的改善能力赋予到半导体单壁碳纳米管的性能上,使其减小杂质和瑕疵的负面影响。[PVDF-TrFE] 覆盖层将极大促进印刷电子和柔性显示中对单壁碳纳米管电路的应用,”艾南斯·道达巴拉珀(Ananth Dodabalapur)、得克萨斯大学奥斯汀分校科克雷尔工程学院的教授解释道。

“多年以来,科学家一直在进行碳纳米器件的试验。希望它能取代硅器件,因为在交付体积更小、速度更快和成本更少的电子器件时,硅有可能很快就受限于其物理特性。尽管单壁碳纳米管制成的电路以后有可能比硅制成的更节能,但是目前对于场效应晶体管,印刷电子中应用受限,比如大功率耗散及稳定性不佳,”道达巴拉珀说道。

## ■ 望远镜有助于天文研究



最近,英国南安普敦大学的研究小组和马克斯·普朗克射电天文学研究所的天文学家们使用一种低频阵列射电望远镜(LOFAR)来观察“涡状星系”。研究人员得到了一张频率低于 1GHz 以下的星系图像。由于 LOFAR 极其

灵敏,因此研究人员可以追溯到四万光年远的星系。

“在大约三千万光年之外,研究小组可观察到“涡状星系”梅西叶 51(M51)。他们所使用的是 115-175MHz 频段的低频阵列(LOFAR)射电望远镜,频率在 88-108 MHz 的普通商业调制频段之上。这是 LOFAR 射电望远镜第一次观察到的近邻星系,”研究人员说道。

“低频射电波极其重要,因为它们携带者能量较低的电子的信息。这样的电子可以离开产星悬臂的诞生处,传播到更远的地方,描绘出星系外围的磁场。我们需要知道星系是否将磁场抛出,还有磁场在那里的场强有多大,”戴维·穆卡希(David Mulcahy)、南安普敦大学的科学家说道。

“这幅漂亮的图像结合它所代表的重要科学结果,说明了利用 LOFAR 望远镜在低频射电波段取得的迷人进展。对于了解宇宙的运行机理来说,揭开磁场的秘密是非常重要的。在过去很长一段时间内,我们都无法检验有关磁场的一些重大问题。现在,射电天文学进入了一个新时代,这非常激动人心,”南安普敦大学安娜·斯凯弗(Anna Scaife)博士解释道。

至今为止,频率低于 300MHz 时的研究很难开展。因为地球的电离层屏蔽了低频电磁波。

“这向宇宙打开了一扇新的窗口,我们并不知道从中看到的星系会是什么样子的。也许我们会看到,星系通过磁场与星际空间的连接方式。这是在计划中的平方公里阵(SKA)准备期间进行的一项关键实验,这可以告诉我们宇宙中的磁场是如何产生的,”马克斯·普朗克射电天文学研究所的雷纳·贝克(Rainer Beck)总结道。

## ■ 酒店引进便捷性智能手机技术

在 2014 年的 11 月,用户可以在某些喜达屋酒店使用自己的智能手机中的无钥门禁应用来开门,比如 Aloft、Element 和 W 酒店。

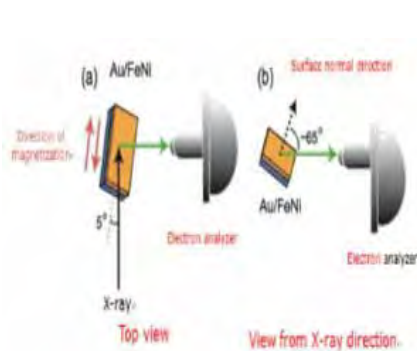
这种无钥门禁 app 是非常便捷的,因为遗失手机的几率比遗失塑料门卡的几率小很多,而且智能手机并不会消磁现象。酒店旅客还能跳过入住和退房这两个过程-所有程序都可在智能手机上完成。

这款新型 app 的使用过程非常简单。“手机上安装这个 app 后通过手机注册。入住酒店的第一天,你

的手机上就会收到一条推送通知，通知中包含了一把“钥匙”（类似于加密密码）、一条显示房间号的信息。然后，你只要把手机靠近酒店的房间门，吧嗒——房间就打开了。这种 app 叫做喜达屋优先顾客（SPG）——是 Aloft、Element 和 W 连锁酒店的忠实管家，”开发这款 app 的公司解释道。

到 2015 年初为止，这些酒店将会准备 3 万间房间使用无钥门禁。到 2016 年，希尔顿酒店有望六十万房间实现无钥门禁。

## ■ 揭开自旋分解的电子状态



日本东北大学和同步加速 X 射线站的科学家表示，他们已经成功在铁氧埋层中检测到自旋分解的电子状态。之前使用传统的

自旋分解光电子发射光谱学很难实现。这在电子设备的发展历程中是一个重大发现。

科学家们使用一种由第三代同步辐射装置生成的智能化硬性 X 射线——SPing-8——来测量铁氧埋层中的自旋分解的电子状态。自从硬性 X 射线光电子发射光谱学可以测量埋层中的电子状态以来，Spring-8 就开始使用。科学家还发明了一种检测电子自旋的新方法，这种方法结合了硬性 X 射线光电子发射光谱学，极大程度上改善了检测效率。

这项新技术在铁氧层与非磁性层之间的界面附近能直接观察到铁氧材料自旋分解的电子状态。这将有助于含铁氧材料的设备性能的改善。通过比较自旋电子设备的性能和非电磁层中自旋分解的电子状态，新型自旋电子材料的研发指日可望。

## ■ 新型电磁机动战策略初显

美国海军正在计划利用一种称为‘电磁机动战’的新策略来控制电磁战。电磁机动战是指生成一个“利用电磁作战管理系统，所有个人平台，比如

EA-6B 徘徊者电子攻击机和 EA-18G 咆哮者舰载电子攻击机，在蒙骗或阻拦敌机时可以收集敌人的信号信息，并发送到网络系统中。”

电磁战的关键问题是现今的军用和民用网络。所有人都一直连接着，而且不断地通过手机、平板电脑及其它电子设备发送电磁信号——即使它们并没有真正被使用。这就是为什么飞行时需要关闭电子设备的原因；当电子设备关掉后，它们发射出的干扰非常小。

“地面和空中作战必须向电磁发射转型。即使飞行中可以一直打开电子设备进行发送，我也不想这样作战。飞机和舰船必须最大限度的利用起无遥传感器，像潜水艇一样倾听环境中的发射。即使它们必须要作战——比如向其它军队发送重要信息、用雷达扫描目标、截获敌方信号——也需使用谨慎及隐秘的方式进行。我不会使用同一个频率、同一电平发送信息；我不会重复使用同一个调制。我也许突然放弃 RF [射频] 频谱，而使用 EO [电光，即可视光]，”罗博·甘布格上校说道。他同时还是《美国海军电磁机动战的实施策略》的第一作者。

电磁机动战的试验将和海军新型 EA-18G 咆哮者舰载电子攻击机海上试验同时进行，另外还有 EA-6B 徘徊者电子攻击机和 MH-60R 多任务直升机。

甘布格知道在生成一个电子战网络之前，美国海军还有一条很长的路要走。“因为这个网络要把潜水艇和无人驾驶机之间的所有东西都进行连接。挑战在于如何连接、理解、控制，不然无法使用。还有大量的工作还没有完成，”甘布格表示。

## ■ 万豪陷入困境，源于热点干扰

美国田纳西州纳什维尔的奥普里兰德是万豪集团旗下的一家酒店。该酒店经常举办会议。这周，据美联社（Associated Press）报道，该酒店去年非法干扰个人 Wi-Fi 网络，迫使会议参与人员使用酒店的 Wi-Fi 服务以收取 250 美元到 1000 美元不等的高额费用。

经常出差的商务人士身边经常会携带智能手机。但是住在万豪酒店的旅客却发现，他们每个月要多付一笔钱来取得 Wi-Fi 热点服务。高额的费用激怒了很多消费者，其中一名消费者便向美国联邦通讯委员

(FCC) 会发起了投诉。万豪国际集团在美国还有另外三家盖罗德酒店，那里的旅客之前也碰到过这样的情况。

万豪国际因此面临 60 万美元的罚款。万豪已同意接受此次罚款，但是仍然拒绝开通 Wi-Fi 热点连接。“万豪使用的是 FCC 批准的技术，而且有意让酒店客人使用酒店自己的 Wi-Fi 服务，这能够很好的保证客人不受其他恶意无线热点的侵扰、网络攻击和身份剽窃。所以这项举措是合法的，”万豪表示。

然而，美国联邦通讯委员并不认同这一观点。

“任何酒店都不能故意屏蔽个人热点，同时又迫使消费者和小型企业使用酒店自己的 Wi-Fi 网络以收取高昂的费用。消费者要么为这种服务付出两倍的费用、要么索性不上网。因此这种做法是毫无道理可言的，”特拉维斯·勒布朗、美国联邦通讯委员执法局局长说道。

## ■ 电子市场揭开无线充电帷幕

科学家指出一两年之后，消费者将会买到不带线的电子设备，因为这些设备有可能可以实现无线充电。

“和传统的电子设备充电线不同，你只需把手机或平板放在一个地方，电子设备就会自动充电。电子设备无需再使用充电线了。”无线电力公司 WiTricity 的首席技术官、莫里斯·凯斯勒说道。

该无线供电技术将适用于每一个之前需使用充电线和电池来充电的电子设备，比如智能手机、平板电脑、笔记本电脑、甚至是混合动力车。WiTricity 技术还能改善电力很难输送的情况，比如研发更好的心脏辅助泵。除了有助于医学行业，无线电力公司希望在不久的将来能把这项新技术运用到军工行业。这项技术将为所有消费者提供便捷。

“目前，电子市场必须加快脚步跟上这项技术的发展。我们正致力于推出标准化的许可协议，让客户更容易地把它付诸于实践。公司研发的原型和参考设计图，将有助于应用的开发，而且 WiCAD 仿真环境这种设计工具可在建造昂贵的原型之前就提前生成设计所需的各种参数，”凯斯勒补充道。

## ■ 电子产品寿命将延长三倍



2014 年 8 月 13 号，电气工程博士生 Jaesang Lee 在电气工程与计算机科学大楼演示如何使用蓝色磷光有机发光二

极管。蓝色磷光有机发光二极管由电气工程与计算机科学学院的斯蒂芬·福里斯特教授带领的试验小组研发，可广泛运用于手机、平板及其它电子设备。由此，LED 的寿命提高了十倍，使用效率更高。图片来源：Joseph Xu，美国密歇根大学工程通讯和市场营销学院。

美国密歇根大学的斯蒂芬·福里斯特 (Stephen Forrest) 和他的研究小组共同发现一种蓝色的有机 LED (OLED)，可在不久的将来使得智能手机的电池拥有更长的寿命，电视屏幕更大，同时消耗的功率更小。该研究小组把“蓝色有机电致发光二极管的寿命延长了十倍”。这也就意味着电视和智能手机的效能能提高百分之五到百分之二十。

有机 LED 是一种可以使电子设备屏幕变得更轻薄、更有曲线的关键技术，而且屏幕上物体移动显示时，模糊度较小。“显示过程中，每个像素都包含红绿蓝模块，有机 LED 可根据不同要求显示相对不同的亮度，以便生成所需的颜色。”

“但是并不是所有的有机 LED 是一样的。磷光有机发光二极管还被称为 PHOLED，它生成的光的亮度要比荧光有机 LED 高出四倍。绿色和红色 PHOLED 已经运用到了新型电视上了，一些三星和 LD 的智能手机也使用了这项新技术，但是蓝色 PHOLED 仍然是荧光型的，”研究人员说道。

在试验过程中，研究人员把生成光能的分子铺散开来，这不仅抑制负协同效应破坏分子，而且也把能量分散开了。

“我们之所以能解决关于有机 LED 的重点问题，



并加快显示屏和照明业的发展，这和大学的研究项目紧紧相关。福里斯特教授和他的研究小组取得的成绩是磷光红绿蓝有机LED迈向商业性发展的重要一步，”朱莉·布朗、美国通用显示器公司的高级副总裁及技术总监说道。

## ■ 印度政府主动研究电磁辐射场对生命的影响

印度政府主动发起电磁场辐射对人类及人类寿命的研究。其中电磁场辐射可来自于手机发射塔、电话听筒及电子设备。这项研究将持续两到三年，而且预算有待决定。

“据运输部颁布的指令，印度售卖的手机的比吸收率（SAR，一个辐射的衡量指数）不能超过 1.6 瓦/公斤。大多数国家允许手机的比吸收率为2瓦/公斤。” SAR 值，是指每公斤人体组织吸收的电磁辐射能量（瓦）。以手机辐射为例，SAR 指的是辐射被头部的软组织吸收的比率。”

科技部一共收到了超过 158 家机构的申请，希望提供资金援助参与到这项研究中。目前他们已经选择了超过 79 家机构的提案作进一步调查。这些机构包括印度理工学院坎普尔分校、印度理工学院马德拉斯分校、印度理工学院罗克分校、印度尼赫鲁大学和印度医院科学研究院。

## ■ 手机充电器在中国“火了”

国际车展在中国武汉举行时，展厅内一辆凯迪拉克凯雷德发生自燃，原来一位销售人员用手机充电器对馈电的车辆进行充电。

凯雷德迅速被火焰吞没，大火迅速延伸到了邻近的第二辆车。而这辆车的燃油管有泄漏，导致大火更加旺盛。然而凯迪拉克制造商对此次车辆着火持有不同的观点。他们认为起火原因是因为老鼠咬断了电缆，拒绝承认车辆出现问题。

最终，几十辆消防车到达了现场，消防员安全地扑灭了大火。

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

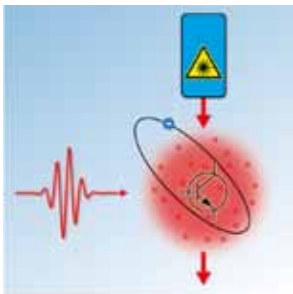
E-Fill 2702是一种适用于注塑或挤出垫片的  
镀镍石墨材料(中值粒径=138 μm)。它的  
较大颗粒有助于生产较软的垫片。



[www.oerlikon.com/metco](http://www.oerlikon.com/metco)

**oerlikon**  
metco

# 新型单光子光敏晶体管 实现更快地数据传输



通过将原子激活到里德伯状态，一个单光子能够减少一束激光脉冲穿越超冷铷原子云时约 20 个光量子的能量。(来源:MPQ 量子动力学分部)

使用一个超冷量子气体，德国马克斯·普朗克量子

光学研究所的研究人员创造了一种新的类电晶体光学放大器，能够将单光子信号放大 20 倍。

虽然光纤技术已经大幅提高了数据传输和通信速度，研究人员希望找到另一种只需使用光学技术的数据处理方法（如光学晶体管和光学逻辑门），而不是玻璃。这种方法将极大地提高量子处理的性能，这依赖于将信息存储在只包含单个光子短光脉冲中。

该研究发表在《物理评论快报》上，德国科学家已经创造了一种新的光敏晶体管，这种晶体管使用超冷铷原子云将单光子信号放大到通常的二十倍，可能引发未来的超快全光数据传输。

在晶体管中，由于输入信号的改变，输出信号也会受到影响。因此需要大量的增益效果在不削弱信号的同时，将输出信号分配至多个晶体管的输入端口，这也是构建复杂数字开关电路的必要。

根据最近的 MPQ 新闻稿中的解释，在光学晶体管、输入信号——被称为“门脉冲”的弱光脉冲——被用于修改筛选介质的透明度以进行二次“目标”脉冲。这种现象被称为“电磁感应光透明 (EIT)，能使特定频率的光脉冲的介质透明。

被选择介质被两个同色的光脉冲辐射，两辐射间隔 2 个微秒。第一个脉冲，或者“门脉冲”，很弱通常包含不到一个光子。应用于应用控制激光，门脉冲带着一个铷原子云进入高度受激里德伯状态，导致它的一个外层电子进入远离原子核的轨道。但是，新闻稿中解释道，里德伯原子使云中的其他原子转变能量水平而不是自己本身。这时候第二个“目标”脉冲冲击

原子云，导致原子云的颜色不在匹配 EIT 条件了。因此，目标脉冲被原子锁定了。

MPQ 实验所选的铷原子云在一个光学偶极阱中包含大约 150000 铷原子，由两个激光束撞击产生。铷原子云被保存在略高于绝对零度的约 0.3 微开尔文的极冷温度中每次可以保持几秒钟。

MPQ 研究人员今年早些时候展示用单光子来修改铷原子的性质。然而，这之前的实验在极其严格的约束条件下进行，包括使用脉冲的持续时间和强度，现在的研究项目成功地避免这一问题。

“在目前的实验我们已经改变了一些东西，最重要的是，我们为门脉冲和目标脉冲使用不同波长的控制激光，”首席科学家 Stephan Dürr 博士在新闻稿解释道。“这样我们避免目标脉冲耦合里德伯励磁和检索门脉冲，甚至有利于目标脉冲的长持续时间。”

此外，研究者操纵了里德伯状态实现了福斯特共振，使里德伯原子比平时更加踊跃地相互作用。

“福斯特共振增强了里德伯封锁的效应，这是真正防止目标脉冲穿越原子云的机制，”同样致力于此项目的 Daniel Tiarks 博士候选人说。“此外，另一个在先前的实验我们不得不处理的阻碍是，根据被选择的里德伯状态的主量子数我们发现了目标脉冲中光子的一个较小的自封锁效果。通过所有这些措施我们能够目标脉冲的持续时间增加两个数量级至 200 微秒。”研究人员比较了有和没有之前的单光子门脉冲的流出目标脉冲的强度变量，发现目标信号成功地减少了。

“在福斯特共振我们观察到 20 光子的减少” Dürr 说，“这种效果使级联这样晶体管解决复杂的计算任务成为可能——至少在原则上。此外，目前的实验演示了一个新的无损的里德伯励磁检测方法。因为高放大我们可以揭示一次发射后原子云中是否创造一个里德伯励磁。”因为令人印象深刻的增长，这种新的光学晶体管使得科学家可以将多个晶体管的输入分配至单个晶体管输出，从而完成复杂的计算任务。

# 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

# 便宜的辐射抗扰度预兼容测试

Kenneth Wyatt  
Wyatt Technical Services

**作**为电磁兼容咨询顾问，我最近似乎涉及了太多的客户项目，这些项目中辐射抗扰度都是出现的主要问题。造成该现象的一个原因在于使用供电电压为 3.3 伏或更低的数字和模拟电路已成为趋势，这大大降低了噪声安全系数。这也会对敏感的模拟电路产生很大影响。

通常都是基于国际标准 IEC61000-4-3 对大多数商业产品辐射抗扰度进行兼容性测试，并且 80MHz 到 1000MHz 频段（有时能到 2000MHz）的电场强度一般从 3 伏每米到 20 伏每米，这取决于产品环境及应用。有些军事、车辆或航空应用中需要测试到 200 伏每米甚至到 1000 伏每米，频率高达 18GHz 或更高。

商业测试中，通常采用 1000Hz 的调幅正弦波将射频信号调制到 80%，而对于军事和航空应用，通常采用短时脉冲调制（脉冲宽度小至 1%）。调制通常设计来用于解决音频整流问题。例如，如果通过半导体结对 1000Hz 调制进行整流，或者在音频或其他模拟电路中，这将引起偏移重置，或反过来干扰敏感的模拟电路。对于军事应用，脉冲调制用于模拟雷达干扰。强外部射频场会：

- 重启系统
- 干扰模拟或数字电路

- 在显示器上产生错误的读数
- 造成数据丢失
- 中断，减缓或干扰数据传输
- 引起高的误码率（BER）
- 引起产品状态的变化（模式，定时等）
- 引入测试噪声
- 造成测试系统或接收机系统灵敏度下降（射频）

本文中，我想介绍一些产生强射频场的低成本方法，可以用它来确定你们产品的射频敏感度。

## 免授权的射频发射机

用一种免授权的移动式家庭射频服务调频双向无线电对着产品的敏感区域近距离发射（图 1），这是一种低成本快速的故障排除技术。这些无线电在 465MHz 频点附近以 1/2 瓦的功率强度进行发射。虽然受限于频率范围，采用这种简单的工具仍然可以定位或解决许多射频敏感度问题。

其他的（大多数）免授权工具可以采用一种移动的市民波段无线电（27MHz）和发射手机（或者个人通信系统）移动电话（从 700MHz 到 1900MHz）。表 6.1 列出了许多（大多数）免授权的发射机，这些发射机可用于测试选择频段的辐射敏感度。GMRS 发射机需要授权。



扫微信加关注 获取电子版

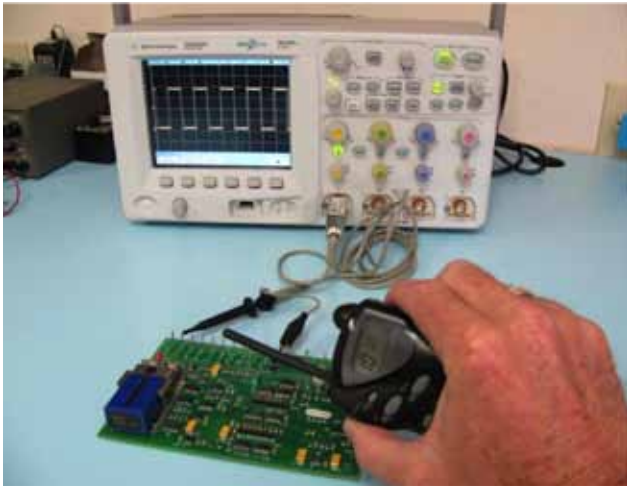


图1 必要时，可尝试采用一种低成本且免授权的移动式家庭射频服务调频双向无线电进行发射

假设发射机输出功率为瓦，我们可以根据公式 1 计算出预计的电场强度，其单位为伏每米。表 1 列出了各种功率水平对应的电场强度。

$$\frac{V}{m} = \frac{\sqrt{30 * P_{out} * Gain_{Numerical}}}{meters} \quad \text{公式 1}$$

表1 计算得到的电场强度图，单位为伏每米（假设天线增益为1）

Pout (W)	V/m at 1 m	V/m at 3m	V/m at 10m
1	5.5	1.8	0.6
5	12.3	4.1	1.2
10	17.4	5.8	1.7
25	27.5	9.2	2.8
50	38.9	13.0	3.9
100	55.0	18.3	5.5
1000	173.9	58.0	17.4

表2 通常可用的发射机列表（大多数是免授权的），这些发射机用于在限定的辐射敏感度测试中模拟出高的射频场

设备	近似公式	最大频率	Approx V/m at 1m
民用频段	27 MHz	5W	12
FRS	465 MHz	500 mW	4
GMRS	462 MHz	1 to 5W	5.5 to 12
3G移动电话	830 MHz / 1.8 Ghz	400 mW	3.5

### 桌上型射频发生器

另一种很好的故障排除技术是利用一个桌上型射频发生器，并将其连接到小的电场或磁场环探头（图 2），这种方法在一定频率范围内可调谐。发生器至少

可以产生 +10dBm 或最好情况下达到 +20dBm 的输出，当然输出强度越高越好。脉冲能够将 80% 的幅度调制应用到 1000Hz 的射频上。这能够更好的匹配抗扰度标准的要求。这也会产生较强的射频场（高达 10 伏每米或更高），并且可以将探头置于线缆，连接器或内部电路周围。你需要一些监测你的产品是否工作适当的方法。探测中要留意故障。

如果小的环探头对产品敏感性不会造成影响，尝试采用更长的线缆并且沿着每个输入 / 输出口或功率电缆用松的绕组缠绕它，以便更有效地耦合射频能量。然后将该线连接到射频发生器的输出端。

虽然我很少需要这样做，但在极端情况下，你可能需要采用 10 到 20 瓦的宽带功率放大器以增强发生器的射频输出。你也可以采用一种简单的偶极子天线，如电视 V 形天线或自制的偶极子天线，它们由两根长度为研究频段对应的四分之一波长线（每条边）组成，并将一条线连到屏蔽体，另一条线连到同轴电缆的中心线。

注意应该在屏蔽室内进行这个采用了功放的测试，以免对现有通信或广播服务造成干扰。

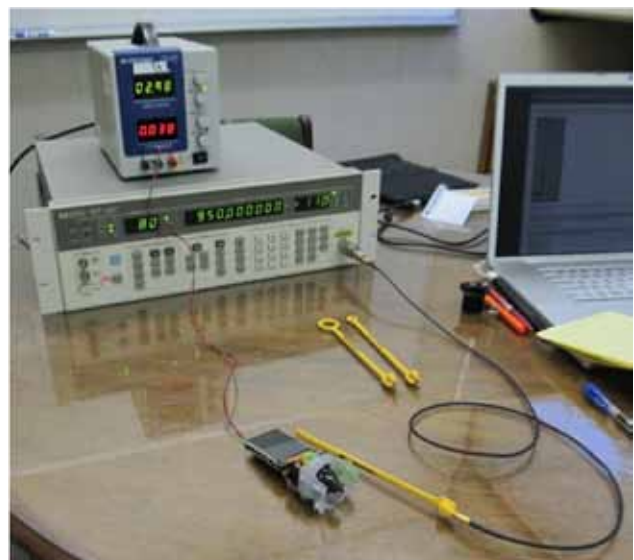


图2 将射频发生器连接到小的磁场探头上，这是一种最佳的辐射敏感度故障排查设置。探头能够快速识别出你产品的敏感区域或电缆。通过调整发生器频率和射频输出水平，你能够快速定位。采用这种小的医疗产品，我们可以识别对950兆赫兹敏感的单根（或多根）带状线。

### USB 控制的射频频率合成器

最近，出现了一些价格较低的 USB 供电射频频率合成器。一种能承担的解决方案就是 Trinity power

公司提供的 TPI 频率合成器 (<http://www.rf-consultant.com>)。这种小的模块能够提供 +17dBm 的输出，并能在 35MHz 到 4400MHz 按照用户的设置进行调谐，最小步进能到 1KHz。它是 USB 控制的，并且包括采用个人电脑软件控制频率，扫描限值，步进和三种功率输出。你也可以按照设计的步长控制或扫描功率输出。我已经成功在我的 Macbook Pro 电脑上使用了这款软件，我的电脑在 windows8.1OS 系统下运行 Parallels 9。



图3 Trinity power公司提供的TPI频率合成器，大约为2到3.5英寸，能够在35MHz到4400MHz频段产生+17dBm的输出

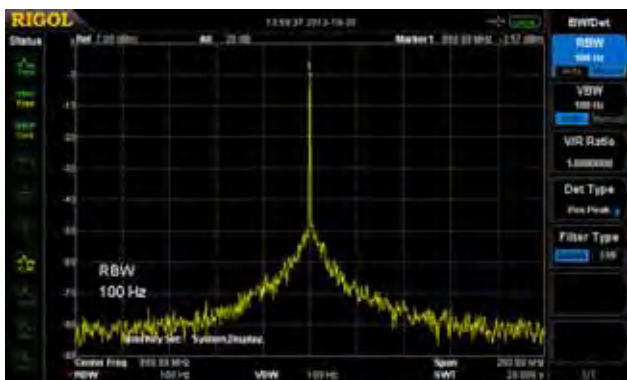


图4 TPI频率合成器的射频输出相位噪声很低，但是高次谐波只比基波低10dB

由于这个频率合成器的输出从 3000MHz 开始跌到 +10dBm，因此该公司出售的是经过校准的频率合成器，该合成器具有更平坦的 +10dBm 频率响应。

另一个不错的选择是采用 Windfreak Technologies “SynthNV”，如图 5 所示 (<http://www.windfreaktech.com>)，它也包括调幅或脉冲调制方法。这种射频发生器能够以 1KHz 的步进在 35MHz 到 4400MHz 频段调谐，并产生 +19dBm 的输出到 50 欧姆。虽然超过 TPI 频率合成器成本的两倍，它也有测试射频功率水平的方

法，并能配置成简单的网络分析仪。射频输出也能变化到 +19dBm (大约为 100 毫瓦)。

采用基于 National Instruments Labview 提供的软件也是 USB 控制的。这个 Labview 机器不再需要额外付费。它还有一个基于安卓 OS 的简单控制软件。



图5 Windfreak Technologies模型SynthNV射频发生器是USB控制的，并能在35MHz到4400MHz频段调谐。它还基于辐射敏感度标准IEC 61000-4-3，在1KHz以调幅形式调制射频输出

SynthNV 基本采用相同的模拟设备 ADF4351 PLL 频率合成器集成电路作为 TPI 频率合成器，因此射频输出和高次谐波看起来都一样。

正如图 4 标题提到的，这两种频率合成器可能的缺点在于它们的二次谐波只比基波低 10dB，因此敏感度测试中，你实际上同时测试了两个频率 - 基波为 +19dBm，二次谐波为 +9dBm。不可否认的，它们的功率比为 10 : 1，因此可能不是太大的问题。三次谐波（以及更高的谐波）低 8dB，因此可能不会进入这个等式。



图6 布局很好的SynthNV射频频率合成器控制界面

通过将磁场探头和电场探头连接到输出端，你能够探测到产品印刷电路板的内部区域，并发现需要滤波或屏蔽的敏感区域。添加 1000Hz80% 调幅的好处

在于它有助于展示音频整流问题（通常在模拟电路中）。例如，当半导体连接表现为检波器并对射频调制进行整流时，这个问题就发生了，它会引起运算放大器的偏差变化。



图7 射频扫描功能的控制面板允许设置低端和高端频率限值，步长从1KHz到100MHz



图8 来自SynthNV的80%幅度调制射频输出显示了一些周期性的毛刺。虽然设计者在研究这个问题，但是我不认为这对抗扰度故障排查而言是多大的问题

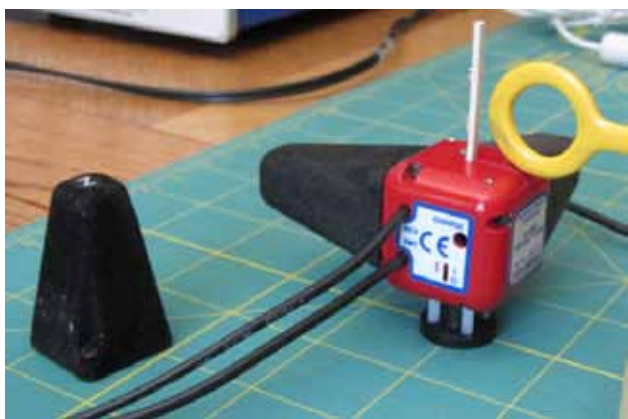


图9 用于测试各种近场探头的简单设置。移去了Z轴天线的保护性护罩，以便探头能够放置到天线单元2mm的位置。这有助于模拟将射频场近距离作用到电路线缆上的过程

在测试和评估 SynthNV 时，我注意到一件事，在峰值调制周期内会发生定期的小毛刺。这只能在很快的示波器上（1GHz 带宽）才能观察到。然而，我怀

疑这些毛刺在敏感度故障排查时并不真实存在。或许它们只是由于对产品过度测试产生的。设计者已经对这个异常进行了研究。

还需要指出由于分频 PLL，不可能将调制频率精确调谐到 1000Hz。最接近的频率就是 1008Hz。

### 测试近场探头

为了帮助确定各种近场探头预计的电场水平（包括电场和磁场），采用 ETS-Lindgren 的场强探头进行了测试。利用 TPI 频率合成器或 SynthNV 频率合成器以全功率驱动探头（+17 到 +19 dBm 的输出）。

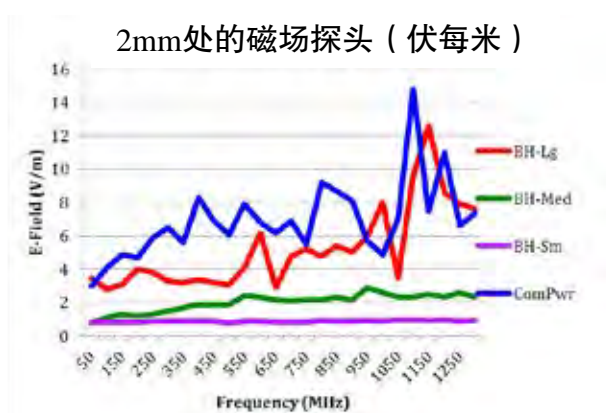


图10 各种磁场探头测得的电场水平。“BH”为Beehive Electronics（大，中，小）。大的Beehive 探头和Com-Power探头在高于1000MHz的频率出现了谐振

在 50MHz 到 1300MHz 频段的各个频点，对三种尺寸的 Beehive Electronics 磁场探头和 Com-Power 磁场探头进行了测试。见图 10。

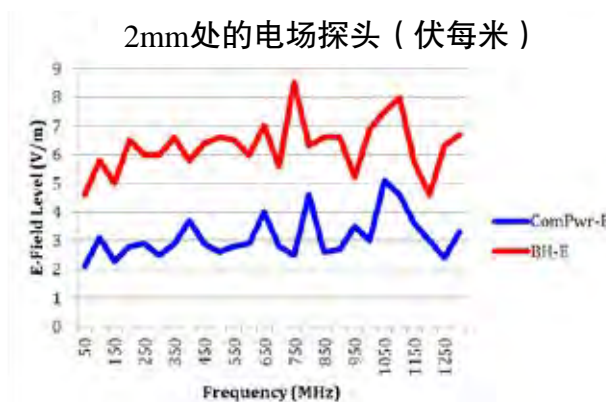


图11 测试了Com-Power探头和Beehive 电场探头的频谱特性。场强水平比磁场探头平坦多了

电场探头的响应稍微平坦一些，正如你可能想到的，由于它们没有太多有效的 LC 网络，因此主要是电小单极天线。如图 11 所示。

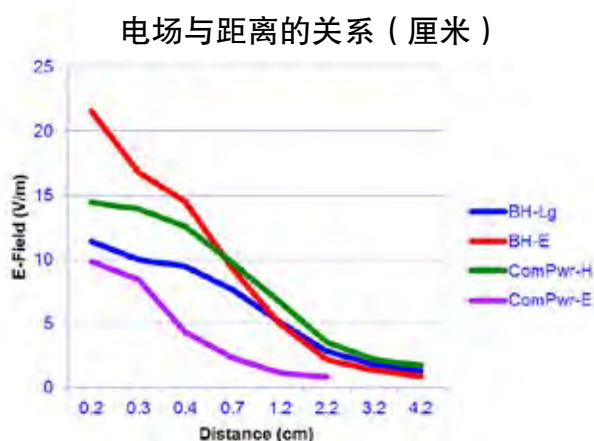


图12 近场探头随着距离变化的电场水平。最高的场强发生在探头顶端1厘米内

近场探头的好处在于场强随着距离下降得很快，因此更容易评估你电路的独立部分，以便确定敏感性的准确区域。图 12 画出了场强与距离的关系。距离为 3 到 4 厘米时，场强基本上为 1 伏每米，或者更低。



图13 采用Windfreak Technologies 提供的SynthNV评估Raspberry PI嵌入式处理器

图 13 向我展示了如何探测 Raspberry PI 嵌入式处理器。通过在印刷电路板和输入 / 输出电缆附近以各种频率扫描探头，你能够完全确定你的产品在实际兼容性测试中是否正常工作。如果你不相信，我能够介绍 Raspberry PI 不会受到影响的射频水平。

总而言之，这些简单和低成本工具能够帮助你在

对产品进行兼容性测试以前，先进行产品质量的预评估。这能够节约你很多的时间和成本。总之：

- 射频发生器能驱动近场电场探头或磁场探头为预兼容测试产生强的局部电场。
- 目前有可用的低成本射频频率合成器，可以用它替代体积较大的桌上型设备。
- 可以产生 2 到 15 伏每米的局部射频场，以便诊断产品的辐射抗扰度问题。

## Kenneth Wyatt Bio

Kenneth Wyatt, Wyatt Technical Services, LLC 公司的电磁兼容工程师，具有生物和电子工程的学位，他在各个航空公司作为产品研发工程师工作了十年，涉及的产品从直流 - 直流功率转换器到船舰和空间系统上的射频和微波系统。在过去的 20 年中，他作为高级电磁兼容工程师就职于位于 Colorado Springs 的 Hewlett-Packard 和安捷伦科技，他提供了全部的电磁兼容设计和故障排查服务，管理了产品兼容性测试设备。在此期间，他提供了电磁兼容培训，并承担了公司电磁兼容方面的领导工作。

作为一个多产的作者和演讲者，他写作和汇报的题目包括射频功放设计，射频网络分析软件，电磁兼容设计和产品故障排查，以及采用谐波梳状发生器预测屏蔽性能。他的专长是电磁干扰故障排查，他还是受欢迎的 EMC Pocket Guide 的作者。他在许多刊物，如射频设计，测试和测量世界，电磁兼容设计及测试，电子设计，EDN, InCompliance, 干扰技术，微波杂志，HP 杂志及其他刊物上发表了大量文章。他还是 EMC Pocket Guide 的共同作者，并在 www.EDN.com 上写电磁兼容博客。

Kenneth 是 IEEE 的高级会员，并是电磁兼容协会的长期会员，他曾经作为该协会的正式摄影师服务了 10 年。可以通过 ken@emc-seminars.com 或 www.emc-seminars.com 联系他。

翻译：石丹  
校对：高攸纲



扫微信加关注 获取电子版



- 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



▲反馈服务代码: IC1302

## 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

# 减轻过度排放

Donald L. Sweeney 和 Marilyn Sweeney, D.L.S. 电子系统有限公司

**论** 文《减轻过度排放》最初是写于 1988 年,并在乔治亚州的亚特兰大召开的 IEEE EMC 会议上发表。论文作者已用该概念和论文,如果没有数以千次,也有数百次,来说明他所谓的“杠铃模型”。作者用浅显易懂的语言阐明了辐射如何被适当地限制,如通过终端良好屏蔽电缆、滤波电线、添加滤波电容,甚至用去耦集成电路。现对原论文进行了修改,增加了更多的关于如何将该概念用来评估一座山的抗电磁脉冲(EMP)特性和应用于敏感性分析的背景资料,同时更新了论文中的许多插图。

我了解到许多年前,在评估夏延山的抗 EMP 核硬度时,(引爆核武器时产生的电磁脉冲)使用了一个类似的概念。当你认识到要在一座山上进行核爆炸实际试

验的困难,你就能领会采用简单技术的优点。我也了解到,在评估的过程中,人们发现了 EMP 的弱点,这是在一根未被截断水管通入屏蔽室的地方发现的。当你阅读完本文后,你将会知道,这可能根本不是最坏情况的结局!(见下面的图)。

通常,当电子设备之间进行通讯时,无用的射频能量也会掺杂到有用信号中。通过适当考虑系统的布局,这个无用的射频能量可以被控制或减少。下面表述了多种方法,其中无用的射频能量可以被控制或者减轻,同时表述了某些方法用来控制无用的射频能量时,其效果打折扣。

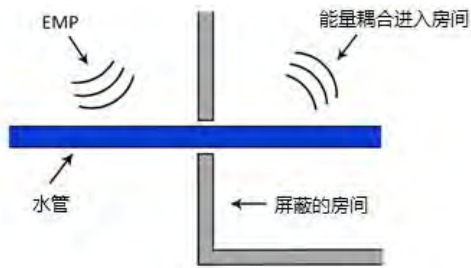
电磁兼容性(EMC)问题通常是从外部电缆来的辐射。解决这个问题所需要的材料通常是有的,但未被正确使用。



扫微信加关注 获取电子版



科罗拉多州夏延山



水管引导EMP能量进入了房间



图1A 目前的问题

图1B 超出FCC限值

图 1A 和 1B 给出了一个典型的计算机系统，且它经常与测试设备相连。系统的连接电缆，甚至一些外围设备都发射射频能量。这里整个的讨论中，使用一个比拟的办法建立模型，即将电子产品表示为导电球（其中的球就变成我们的杠铃），并用把手或屏蔽电缆连接，如图 3 所示。



图2 以导电球体表示电子产品

显然，如果电磁场被限制在导电球体内部，则导体球外部就不存在无用的射频能量。（见图 2）然而，这个封闭的容器是不切合实际的，因为许多电线必须通过球体，如交流电源线、键盘通信线以及通过并行和串行接口的数据线。因此，这个球体需要一种方式既能实现通信，又同时能抑制不必要的电磁排放。



图3 用杠铃表示的互连组件

实现上面这个保护路径的方法之一，是在一个球体内建立一个电路并通过空心管和另一个球体进行通讯，从而扩充杠铃模型内涵。图 3 中的球体代表一台个人电脑 (PC)，空心杆代表连接到监视器的互连屏蔽体，由此实现在没有外部场情况下，两个电路之间

的通信。空心球体和互连通道可以实现通信在杠铃内进行。这个概念可以应用于任何复杂的系统中。

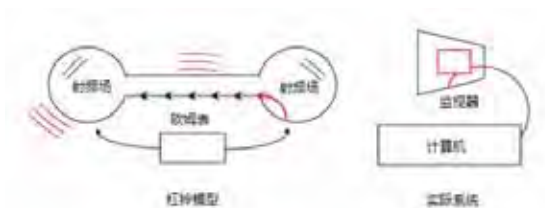


图4 使用内部尾连线 ( Pigtail ) 时的不当连接

采用杠铃模型方式是难以实际连接两个电路的，但这个概念可用于开发一个更实际的方法。图 4 中的杠铃模型图给出了屏蔽电缆通常不当地连接到设备的情形。

代表电缆屏蔽外导体的杠铃把手，通过用一根内部的尾连线 (Pigtail)，可连接到一个球体上。尾连线是一段长度不长的导线，终止于屏蔽体上。内部尾连线的阻抗不可能大幅超过其所连接的理想杠铃模型的阻抗，但是内部尾连线，通过杠铃把手起到了接收天线的作用，并把射频能量耦合到球体之外。现在把手和第二个球体就会把原来第一个球体内的射频能量辐射出去。



图5 通过缩短尾纤减少辐射发射

出现尾连线使用不当的一个例子是，当一个制造商使用了一根 8 英寸长的导线作为尾连线时，这导致了他的设备超出了限值。把尾连线缩短到 1 英寸时系统就符合了规范要求。不当使用的另一个例子是，用长度为 3/4 英寸长的尾连线把 RS232 连接器的屏蔽体连接到金属壳体上 (图 5)。一直到把尾连线缩短到 3/8 英寸前，设备都处在射频发射限值上。测得排放下降了 6 dB，该值可以使用公式计算得到： $20\text{Log}(L1/L2)$  或  $20\text{Log}(0.75/0.375)=20\text{Log}2=6\text{dB}$ 。

我见到过把一根 20 英寸尾连线截断的电缆放在高达 200V/m 的场中进行测试。在这种情况下，电缆

不是辐射能量，而是与此恰恰相反。尾连线吸收了由发射天线辐射的能量，它如同是一个接收天线，将能量接收并传输到设备内部。在这些条件下，系统暴露在 200v/m 场环境中很可能连辐射敏感性都通不过。(见本文将结尾的章节：敏感性方面的经验教训)。

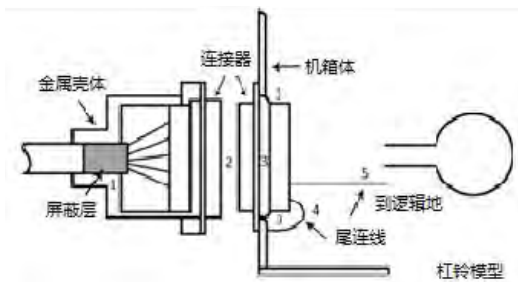


图6 理想的终端

理想的终端方式如图 6 所示，使用 360 度接头把杠铃模型的连接杆连到球体上。图中可见，在标示点 1 电缆屏蔽外导体与金属外壳 360 度接触。金属外壳与连接器在 2 点构成 360 度接触连接，连接器与箱体在点 3 用同样的方法连接。在杠铃模型中这种连接方式可以看作一个连续的连接。杠铃模型可以折中地采用尾连线和逻辑接地，如图中点 4、5 所示。现将详细地考虑点 1 到 5 点区域潜在的发射。

常用的非理想电缆端接方式

图 6 中的理想端接方式通常有 5 种折中的方式可采用。

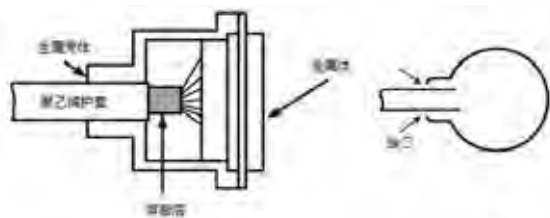


图7A 非理想屏蔽端接

1. 未将屏蔽导体与金属外壳相连 (见图 6 的点 1)。

正确的终端连接是连接器的金属外壳必须与电缆的屏蔽导体相接触。在图 7 中，外壳与电缆的外导体被乙烯绝缘电缆护套隔开。乙烯绝缘材料在两者之间形成一个小间隙。在下面第 2 条中检测到通过小间隙

有辐射排放出来。在图 7 B，去除了部分乙烯基护套，使得外壳和屏蔽体之间能直接接触，从而提供对射频场的一个连续约束。

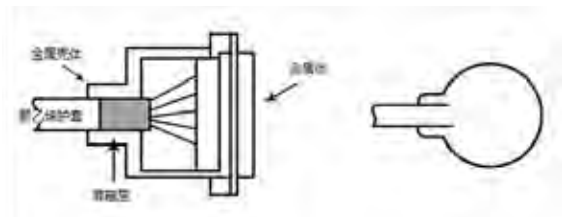


图7B 正确的屏蔽终端

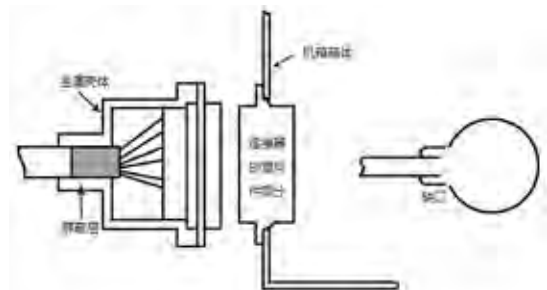


图8 不当使用塑料连接器

2. 使用塑料连接器 (见图 6 和图 8 中的点 2)。

连接器的主体部分不应采用塑料件，因为它会阻止金属外壳和金属箱体之间的电气连接，并形成一个小缝隙。两个连接器都应该是金属件或至少有导电外壳。

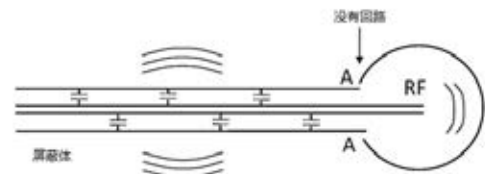


图9 由缝隙造成的射频排放

有人可能会得出这样的结论：图 6 中点 1 和 2 处的小缝隙不会带来问题，因为该缝隙如此之小看似极少能量能从其逸出。然而，射频能量感应到球体内部的导线 (图 9)，这种能量然后通过屏蔽电缆的内导体，并由寄生电容耦合屏蔽外导体上。由于 A 处存在的缝隙，这些能量没有路径返回到球体，能量就会流到屏蔽体外并辐射出去。

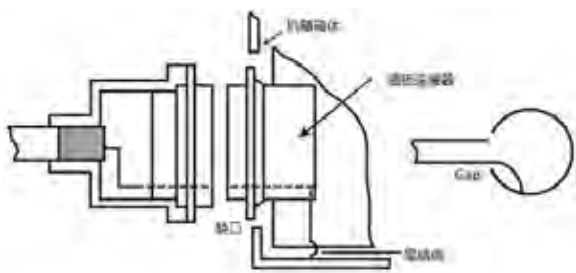


图10A 使用无隔板的连接器的非理想终端

3. 无防护壁、板的连接器 (见图 6 中标记为 3 的部分)。

在许多设计中，主要折中是用插板安装连接器，连接器与箱体没有相互接触。这种情况下，如图 10 A 所示，实际上是用一根尾连线把屏蔽导体与箱体相连。在正确安装时，金属连接器将会有金属衬托件，它与箱体相连，具体如图 10 B 所示。

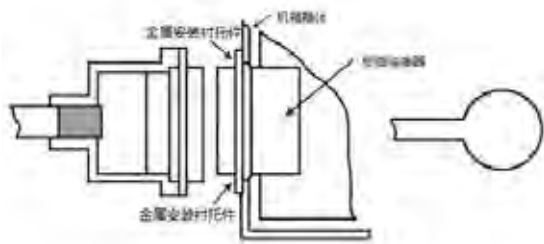


图10B 连接器上带安装支耳的正确终端连接

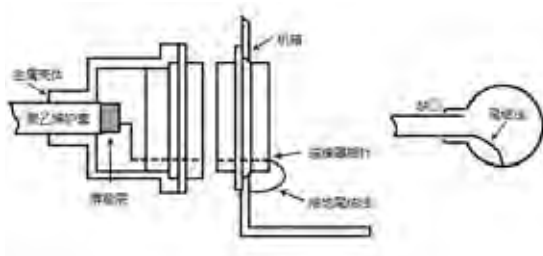


图11 不当使用地线

4. 不当使用接地线 (drain wire) (见图 6 和图 11, 点 4)。

如图 11 所示，当屏蔽外导体没有接到连接器的金属壳体上时，接地线不当地用来截断屏蔽导体并连接到箱体上。这样的连接方式是应该避免的。特别是

在较高频段工作时，因为接地线形成一条类似于图 4 中的尾连线。尾连线接受电磁能量并将能量通过连接器的插针耦合到屏蔽体外，再由其进行辐射。

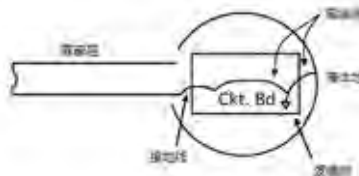


图12 使用接地线最坏的情况

5. 用接地线连接逻辑地 (见图 6 和图 12 的点 5)。

在图 12 中，从屏蔽导体上引出的接地线直接连到逻辑地，这是不恰当的。因为这形成一条尾连线，该线除非通过电源不可能接到箱体上。按这种方式进行布线，逻辑地的电路将不断地把射频电流注入到尾连线。这条间接的路线会使尾连线成为所有例子中最长的，并可能是讨论过的最坏情况。

滤波是一条限制排放的措施

下面有三种情况可以部分去除杠铃模型中连续的金屬屏蔽体，且去除后不增加辐射发射。

1. 用屏蔽电缆对非屏蔽外围设备进行滤波。

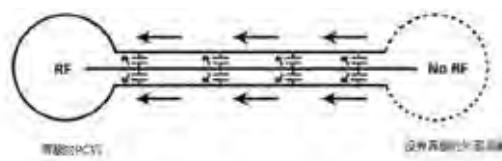


图13 正确使用屏蔽线作为滤波器

一个完全屏蔽的系统，如个人电脑，可以连接到屏蔽不良的设备上，如打印机，却仍然能达到排放要求。这个现象的解释可以通过屏蔽外导体和内导体之间的电容，如图 13 所示。当能量通过屏蔽电缆中的导线时，它不断地被滤除并经过屏蔽体返回到电脑。这个电容经常恰好充当滤波器来消除射频能量，使得有非屏蔽外围设备的系统能满足排放要求。这种作用只有在源端的连接器有良好的端接时，才能见效。

2. 用电容器滤波。

下面将分析把手从杠铃模型中完全拿掉的情形，也就是去除电缆上的屏蔽层。如果导线在出球体前其上的所有射频能量都被消除，那么杠铃把手就可以去除。在射频信号逸出球体的地方可以用滤波器加以滤除。



图14 不带把手或滤波器的杠铃模型

图14表示无屏蔽导体电缆，电缆上加载了射频能量。根据导线上没有屏蔽层的情况，对射频场的约束已经减弱。为此需要采取措施，把射频能量限制在球体内，且有关措施不能影响正常通信。通过在导线走出球体的地方添加射频短路电路的措施，可以实现既保证正常通信又能限制射频能量的目标，如图15所示。

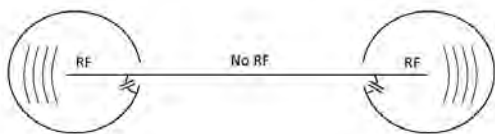


图15 带滤波电容器的无把手杠铃模型

上面导线的射频短路与尾连线不同，具体表现为尾连线是屏蔽导体的延长线，且其进入或走出球体过程中不形成射频短路。

导线的射频短路是通过在导线要走出球体的地方，接上一个正确选择的电容器作为滤波器来实现的。这个电容器必须允许正常的通信信号通过且要对球体射频短路。有多种可用的电容器形式，如离散电容器，在其每个连接处都内接电容的连接器的，或穿心电容器。三种电容器中品质最好的是穿心电容器。具体电容器的选择因素包括要过滤的射频频率、连接器的数量和成本。如上所述用电容器来滤波的方式可以用于信号线和电源线。必须指出的是电容器某些方面很像尾连线，即其线长度是至关重要的。因为电容器的引脚上存在寄生电感，引脚的理想长度是0，或尽可能接近0。如果一个电容器达不到滤波效果，可以

添加多个电容和电感来构建一个L、T或Pi型滤波器，这样应该能解决问题。

### 3. 通过去耦滤波。

杠铃模型可以应用于需要用去耦电容器限制其射频能量的集成电路中，如图16A所示。图16B显示出大环路区域的射频能量限制得很不好，当集成电路离布设的去耦电容很远时就会出现这种情况。在图16C中，通过将去耦电容移近集成电路，要限制射频能量的环路面积大为减小，如图16A所示。

### 实际电路杠铃模型

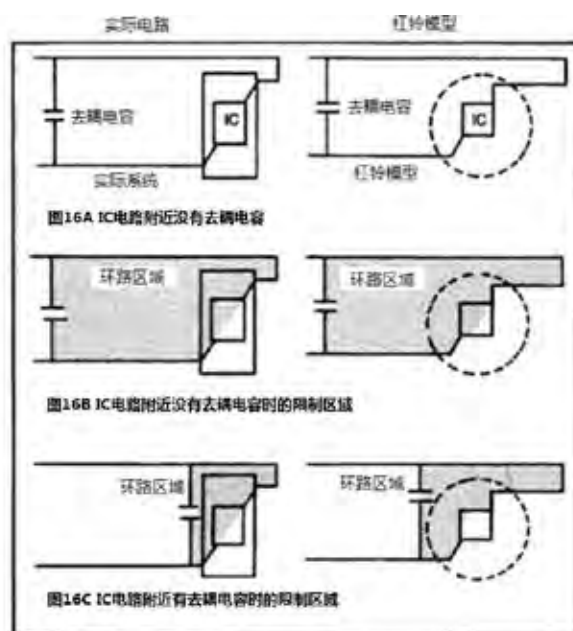


图16 限制区域与去耦电容的位置关系

### 有关敏感性的经验教训

最初的减缓过度排放的文章解释了排放是怎样由一个环路内流动的电流产生，以及排放水平是如何依赖于所涉环路的面积以及电流的大小。

作者一直想通过科学实验把杠铃模型概念应用于敏感性。将这一概念应用于敏感性时，已证明：电场感应问题比电流环辐射排放问题要多。你会发现同样的面积5平方厘米的环区域使用这两种方法，会使我们得到相差很大的结果。我们对同一区域进行了两次测试，两次测试时的条件状态，只有导线长度不同。同时给出做敏感性测试时的三个实验的数据，以显示实际电压测试数据。

自原始论文完成后的多年来，这一概念可能已经



**艾姆克科技有限公司**  
<http://www.emct.com.cn>

EMC暗室、微波暗室、混响室、屏蔽室专业供应商



20Hz-40GHz EMC测试天线



EMC测试分析系统



电磁兼容扫描仪



近场测试探头系列



陶瓷型高档吸波尖劈



聚苯乙烯类吸波尖劈



聚丙烯类吸波尖劈

### 北京总部

地址：北京市海淀区中关村东路89号恒兴大厦11D 邮编：100190  
 电话：+8610-82675757 传真：+8610-62616800  
 邮箱：help@emct.com.cn

### 上海办事处

地址：上海市浦东区商城路738号604室B 邮编：200120  
 电话：+8621-64699507 传真：+8621-64699507  
 邮箱：help@emct.com.cn

▲反馈服务代码：IC1502

向成千上万的人解释过。我记得的最糟糕情形是一个产品需要满足 200 v / m 场强的环境要求。在产品没有达到要求时，我们对产品问题进行了诊断分析，发现有很多的通信链路上存在 20 英寸的尾连线。“用 20 英寸的尾连线会感应起多大的电压？”，这个问题一直在我的脑海里思考。

1.20 英寸的尾连线用作长 5 厘米宽 1 厘米的方环作为论文更新的一部分，我给出了测试感应电压的实验过程。

假设条件：

尾连线长为 20 英寸或 50 厘米

回线离开距离是 1 毫米（绝缘层的厚度）

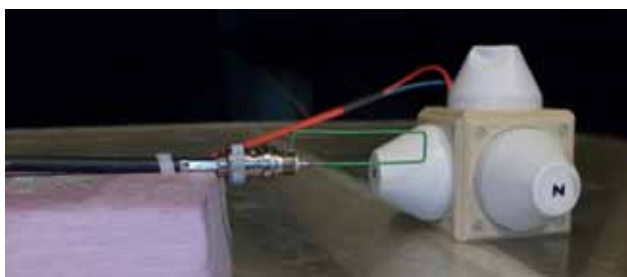
环路面积是 0.1 厘米 × 50 厘米 = 5 平方厘米

我们将使用一个大小为 1 厘米 × 5 厘米的方环

使用的负载值为仪器设备的输入阻抗值 (50 欧姆)



实验过程中使用的两个方环



这里见到的是 1 厘米 × 5 厘米方环和电场的测试探头

5cm方环的感应电压				传感器		
坐标轴	频率	场强 (V/m)	天线距离	感应电压 (dBuV)	(电缆/衰减. dB)	网压 (dBuV)
Y-轴	10MHz	200	1 米	89.44	0.4	89.84
Z-轴	10MHz	200	1 米	93.55	0.4	93.95
Y-轴	30MHz	200	1 米	92.3	1.3	93.6
Z-轴	30MHz	200	1 meter	92.49	1.3	93.79
Y-轴	100MHz	200	1 meter	93.6	22.3	115.9
Z-轴	100MHz	200	1 meter	93.8	22.3	116.1
Y-轴	200MHz	200	1 meter	95	23.4	118.4
Z-轴	200MHz	200	1 meter	95	23.4	118.4
2.5cm方环的感应电压				传感器		
坐标轴	频率	场强 (V/m)	天线距离	感应电压 (dBuV)	(电缆/衰减. dB)	网压 (dBuV)
Y-Axis	200MHz	200	1 meter	89.1	23.4	112.5
Z-Axis	200MHz	200	1 meter	89	23.4	112.4

从上面的表中我们看到：

A. 连接器上有一个感应电压从 89.84 dBuV 到 118.4 dBuV 或 0.031 V 到 0.831 V。不用多想就能知道电压到 0.831 V 可能引起骚扰。

B. 我们从底部 4 行也看到，当我们用面积 2.5 平方厘米环取代了 5 平方厘米环时，测到的电压值从 118.4 dBuV 降至 112.4 dBuV，6 dB 的下降这和论文中描述的一样。

2. 把 20 英寸的尾连线用作长 50 厘米的导线且其回线分开距离为 1 厘米。

两种方法有同样的面积但线的长度相差很大。最初考虑采用尾连线是为了演示辐射发射，这些辐射发射是由回路里流过的电流产生，且受回路面积影响。因为我们试图演示从电场感应的电压，这样显然探头天线（尾连线）的长度就变得重要了，不仅仅是面积。

我们测试了一个具有相同有效面积的由 20 英寸导线做成的环。

假设条件：

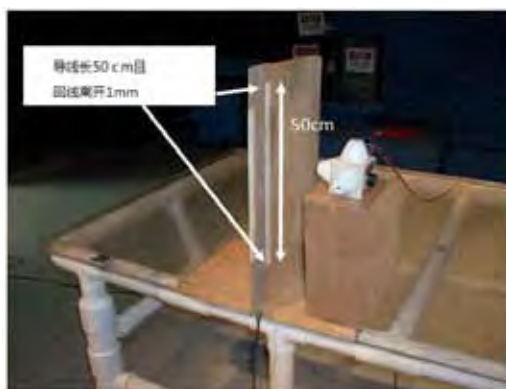
尾连线长为 20 英寸或 50 厘米

回线离开距离是 1 毫米（绝缘层的厚度）

环路面积是 0.1 厘米 × 50 厘米 = 5 平方厘米

我们将使用一个大小为 50 厘米 × 1 毫米的方环

使用的负载大小为仪器设备的输入阻抗值 (50 欧姆)



20英寸长的环沿Z轴有1毫米的回折

5cm²方环上的感应电压				传感器		
坐标轴	频率	场强 (V/m)	天线距离	感应电压 (dBuV)	(电缆/衰减. dB)	网压 (dBuV)
Z-轴	10MHz	200	1 米	61.4	39.8	101.2
Z-轴	30MHz	200	1 米	85.7	40.6	126.3
Z-轴	100MHz	200	1 米	96.1	41.5	137.6
Z-轴	200MHz	200	1 米	91.8	42.5	134.3



从上面的表中我们看到：

A. 连接器上有一个感应电压从 101.2 dBuV 到 137.6 dBuV 或 0.115 V 到 7.59 V。不用多想就能知道电压到 7.59 将在很多电路中引起骚扰。

B. 我们可以看到较长导线的确是一个更好的电场接收探头。相比较提高了约 20 分贝。

## 总结

当前一个主要电磁兼容问题是电缆辐射。本文提出了一个模型，让我们能理解射频能量需要怎样限制。由于一个开路端口，一个缝隙，或者一条尾连线，这种限制效果有时会危及系统的安全。杠铃模型表明了通过正确地终接屏蔽电缆，滤波电线，添加滤波电容器，以及集成电路的能量去耦和接地措施，能量能被限制住。如果你使用这个过程来分析你的系统，并做必要的调整，将减少有关射频辐射的问题，参见图 17 A 和 17 B。

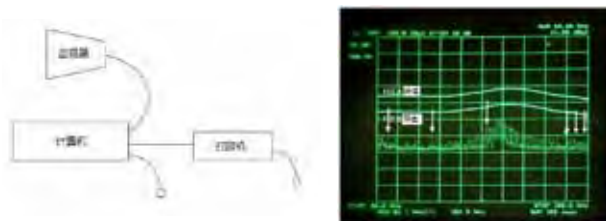


图17 现在的结果 产品满足FCC A和B的限值要求

致谢作者提出的杠铃模型概念，灵感来自与 Werner Graf 博士的私人交谈中，博士提到的 E. F. Vance 和 F. M. Tesche 先期发表的题为“在雷电瞬态控制中的屏蔽拓扑学”论文，出自 NASA 会议论文集 2128 FAA-RD-80-30。感谢 D.L.S. 电子系统公司的 Tim Lusha 用 5 和 2.5 厘米导线方环完成了实验。

翻译：李伟明

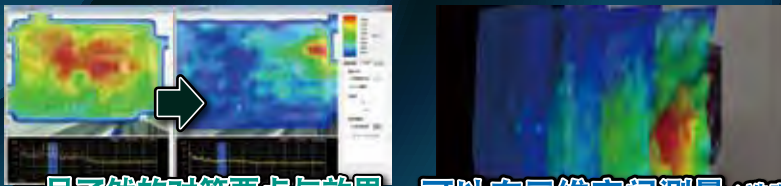
审校：高本庆

## 空间电磁场可视化系统 EPS-02 series

# 看得见的电磁场!!



- 可使用现有频谱分析仪和现有电磁场探头
- 在电脑屏幕上用温度分布图的形式把电磁波显示出来

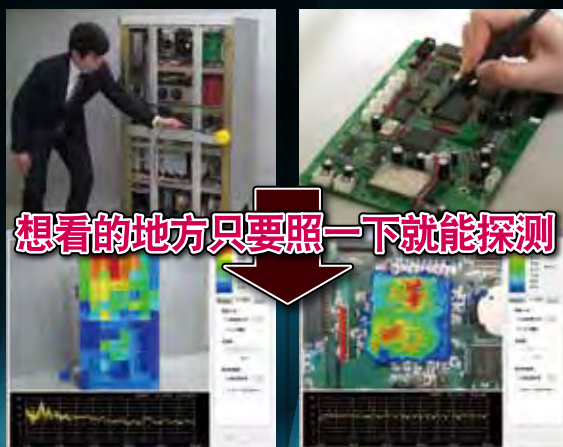


一目了然的对策要点与效果 可以在三维空间测量 (选项)

以下是介绍 EPS-02E 可视化系统的视频地址：

<http://www.cn.noiseken.com/p/1>

如您想了解更多详细规格·配置等，请直接与我们联系！



▲ 反馈服务代码：IC1306

**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>

# 与ANSI / ESD stm2.1兼容的服装通过场感应模式放电时，附近ESD敏感器件所面临的风险

Bob Vermillion, CPP / Fellow  
iNARTE-ESD认证工程师  
RMV科技集团公司  
美国航空航天局工业合作伙伴  
美国宇航局Ames研究中心 (ARC)

在ESD评估中，工作人员身着羊毛、丝绸、棉花、聚酯混合物和静电防护工作服（ESD工作服）的现象并非罕见。某些ESD工作服种类是由棉花或聚酯混合物上嵌入导电网格形成，如在数字显微镜下（图1的左图）看到的那样。尽管有些ESD工作服对于ANSI/ESD STM2.1-2013标准（表2）具有良好的袖口对袖口阻抗（图2-左），或袖筒对袖筒阻抗（图2-右），但仍然有电荷产生。如此便产生质疑，嵌入ESD工作服中的导电网格（图1所示）是否能够防止摩擦起电或者电荷产生？注意：本文不涉及一次性服装。

ANSI/ESD STM2.1提出了如图2所示的点对点测量要求。在ANSI/ESD STM2.1标准中还提出一种测试方法，

即：使用特殊的不锈钢服装电极夹（如图2，左）或者两个5磅的NFPA电极夹（如图2，右）实施测量。

作者在最近测试中发现，虽然有些ESD工作服确在ANSI/ESD S20.20标准允许的电阻范围实施测量，但仍可测量到来自身着兼容ANSI/STM2.1标准工作服的接地操作员的静电场。基于以上对ESD工作服的这些发现，有人会质疑，工作电压低于50V的超敏感ESD器件（HBM 0级）附近，是否存在防静电织物充电的危险？当接地操作员用金属镊子触碰电路卡或者电路组件时，形成的静电场会助长静电放电事故发生吗？表1（译者注：原文错为表2，此处改为表1）标示出了ANSI/ESD STM2.1标准对电阻的要求。



扫微信加关注 获取电子版



图1



图2

表1 来源: ANSI/ESD STM2.1

服装系统的通用工业描述	服装类别	推荐电阻值
有电场抑制特性的服装	ESD 类别1 ESD 服装	$<1.0 \times 10^{11} \Omega$
有指定接地点的服装	ESD 类别2 接地ESD服装	$<1.0 \times 10^9 \Omega$
通过人体形成通路的服装; 但非主要接地路径	ESD 类别2 接地ESD服装	$<1.0 \times 10^9 \Omega$
由要求两个分离接地点的持续监测仪器形成的双接地路径	ESD 类别3 接地ESD服装 (服装与人结合)	$<3.5 \times 10^7 \Omega$
通过单线持续监测系统接地 <sup>1</sup>	ESD 类别3 接地ESD服装 (服装与人结合)	$<3.5 \times 10^7 \Omega$
服装作为工作人员的主要接地路径	ESD 类别3 接地ESD服装 (服装与人结合)	$<3.5 \times 10^7 \Omega$

<sup>1</sup> 某些单线持续监测系统测量的参数不仅是电阻。

### 产生静电放电结果的三个必要因素为：

1. 电荷产生
2. 电荷积累
3. 快速放电

因此，接地操作员和 ESD 工作服之间的接地路径非常重要。



图3

几年前进行过类似的测量，用同样的探针（如图3所示）测量了一个身穿 ESD 工作服和导电鞋、并站在导电地板上的操作员，产生了不到 50V 的电压。非接触式电压探针用来确定静电电压的峰值。本文中，有计算机接口的、非接触的探针系统，被置于 ESD 安全工作环境中（如图3，左）。测试中，笔记本电脑（如图3，左）被移动到远离探头 3' 处设置，使之不影响读数。温度和相对湿度（RH）分别为 73 °F 和 37%。在《Workmanship NASA-STD 8739.6》中第 16 页的第 6.1 节，描述如下：

#### 6.1 温度和相对湿度（RH）

6.1.1 在加工区应该监测温度和相对湿度（RH），并将其保持在下列范围内（要求）：

- a. 温度：18°C ~30°C (65° ~85 °F)
- b. 最大相对湿度：70%RH
- c. 静电敏感硬件，最小湿度：30%RH
- d. 静电敏感硬件，HBM 0 级，最小湿度：40%RH



图4

#### ANSI/ESD STM2.1 & ANSI/ESD STM11.13 电阻：

以羊毛衫，聚酯混纺的 ESD 服装，ESD 棉衣和棉质衬衫作为基准（图4和图5），来确定纺织物电阻性能。读者感兴趣的，应该是区别不同类型的 ESD 服装所呈现的各种各样的参数。下面的表2（译者注：原文错为表3，此处改为表2）给出了一个总结。



图5



图 6

表 2 电阻值 注: 红色 = 失效

服装	ANSI/ESD STM2.1 ESD服装 (Ω) 限制: <1.0 E+11 ohms	ANSI/ESD STM1.3 ESD服装 网格模式 (Ω) (内部网格模式, 图4)	ANSI/ESD STM1.3 ESD服装 网格模式 (Ω) (外部网格模式, 图6)
毛衣 - 图5, 左一注: 无电场抑制	1.3 E+12	NA	NA
防静电服装 - 图 5, 左二水洗棉和碳网格	7.0E+10	3.2E+10	2.4E+08
聚酯和碳网格 图5, 右二	9.0E+05	9.0E+11	1.7E+06
黑色棉短袖衬衫 图 5, 右一注: 没有电场抑制	6.2E+10	NA	NA



图 7

在图 7 中, 手工处理防静电托盘, 在空腔内部产生一个  $3.6 \times 10^8 \Omega$  的两点平均电阻, 在盘底上方产生一个  $4.3 \times 10^8 \Omega$  的两点平均电阻 (如表 3 所示) (译者注: 原文错为表 2, 此处改为表 3)。托盘被放置在充电板上以确保上方三个扇状电离装置能中和低于 5 伏的电荷。用鳄鱼夹连接托盘以确保接地路径。ESD 事件检测天线被置于 ESD 敏感设备的一端。当操作员戴着腕带接地时, 不锈钢镊子与 ESD 敏感设备引脚直接接触 (金属和金属接触)。测试顺序依次为: 羊毛织物, ESD 棉 + 碳网格混织物服装, ESD 聚酯 + 碳网

格混织物服装, 最后是黑色棉质短袖衬衫。

表 3 ANSI/ESD STM1.13标准, 保持12.4%的相对湿度, 48小时

内部两点电阻			外部两点电阻		
托盘	STM1.13	C.V.	托盘	STM1.13	C.V.
1	3.40E+08	100v	1	4.51E+08	100v
2	3.21E+08	100v	2	3.89E+08	100v
3	4.24E+08	100v	3	4.34E+08	100v
4	3.54E+08	100v	4	4.66E+08	100v
5	3.70E+08	100v	5	4.37E+08	100v
6	3.52E+08	100v	6	4.03E+08	100v
平均值	3.60E+08	内部基准	平均值	4.30E+08	外部基准
中间值	3.53E+08		中间值	4.36E+08	
最小值	3.21E+08		最小值	3.89E+08	
最大值	4.24E+08		最大值	4.66E+08	
标准差	3.53E+07		标准差	2.90E+07	

接着让接地操作员接近计算机接口和非接触式电压探针。测试结果如图 8~11 所示。

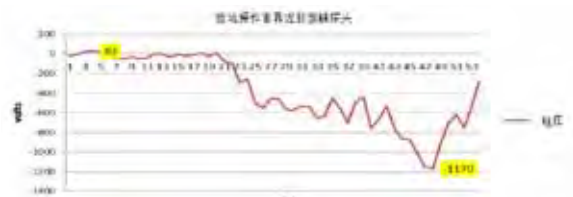


图 8a



图 8b

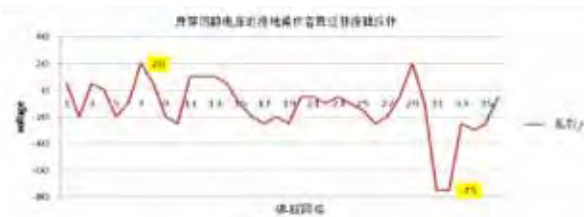


图 9a

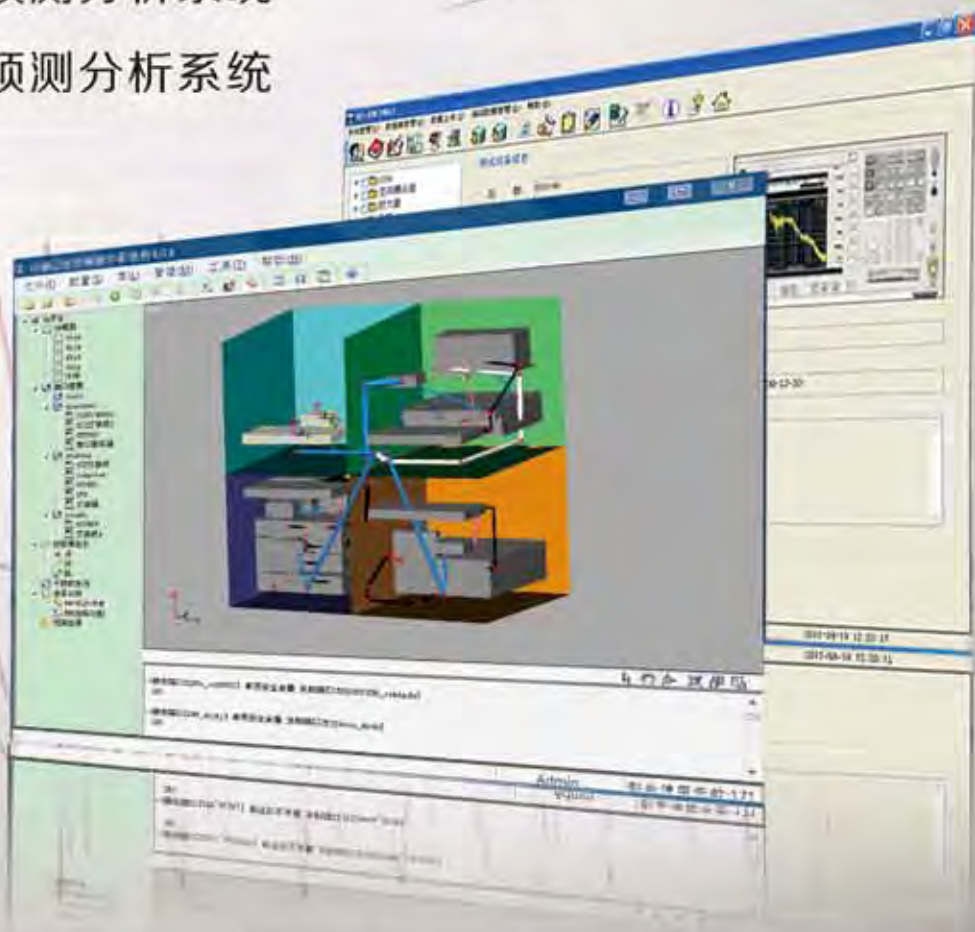


图 9b

# 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](http://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

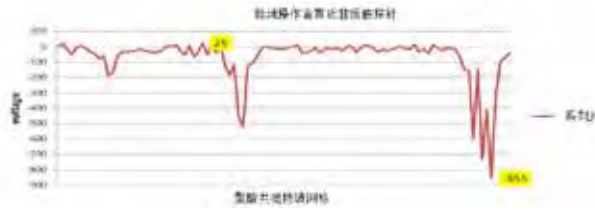


图 10a

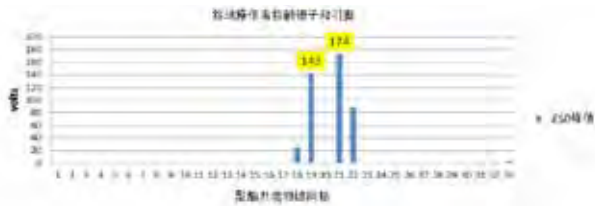


图 10b

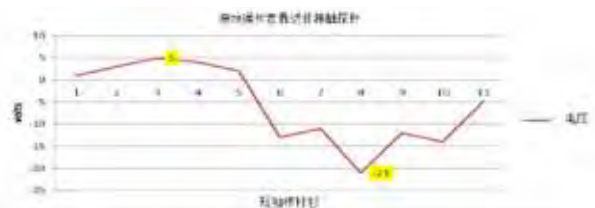


图 11a

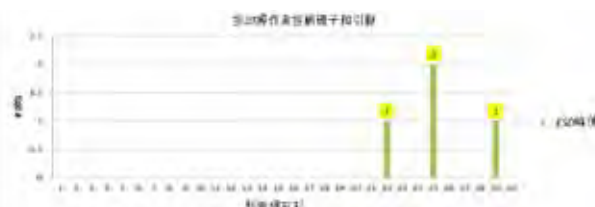


图 11b

在靠近非接触电压探头和 ESD 天线之后的数秒钟内，身穿各种材料类型服装的接地操作员与 ESD 敏感设备之间，发生了金属 - 金属直接接触。因此，在存在静电场情况下发生金属 - 金属接触时，ESD 敏感设备附近的静电场确实会发生电场感应模式的放电 (FIM)，如表 4 和表 5 所示。

表4 静电场电压和放电情况总结

实验	静电场电压		静电放电 (V)
毛衣 图5, 左一 注: 无电场抑制	30	-1170	230
防静电服装 - 图5, 左二 水洗棉和碳网格	20	-75	48
聚酯和碳网格 图5, 右二	5	-855	174
黑色棉短袖衬衫 图5, 右一 注: 没有电场抑制	5	21	2

注：每次中和阶段后，负离子设备要关闭。

表 5



CDM 和电场感应的定义：

设备和导电表面接触时，表面放电过程非常快，可导致设备损坏，称为 CDM( 充电装置模型，Charge Device Model) 危害，或者是电场感应模式放电。

电场感应由一个物体或人将电荷从一个表面转移到另一个表面的活动所引起。在表面的接触点，电荷会在导电的表面快速放电，例如镊子和元器件引脚的接触。

总之，在限值为 50V 以下超敏感元件相关操作时，或用户有特别要求时，都应该考虑 ESD 工作服可贡献的电荷。ESD 服装的标准测试方法，如 ANSI/ESD STM2.1，提供了一种有效的袖口间或袖套筒间的测量技术，例如指示出其电阻性能。此外，发现在没有电离的情况下，接地操作员将金属镊子和元器件引脚接触时，某些织物（无论有没有导电网格）也会产生出两个静电场导致 ESD 现象发生。本文概述了初步研究结论，后续研究则需要在较低的相对湿度下进行更多的研究和进一步测试。

参考文献

[1] ESD Adv. 1.0-2009  
 [2] NASA-STD-8739.21, 18 June 2010  
 [3] ANSI/ESD S20.20-2007  
 [4] ANSI/ESD STM2.1-1997  
 [5] ANSI/ESD STM11.11-2006  
 [6] ANSI/ESD S6.1-2005  
 [7] ESD TR20.20-2008  
 [8] Fed-TM-STD-191A, METHOD 5931, Notice 7, 9 August 2000  
 [9] ESD from A to Z, Kolyer & Watson, Chapman & Hill, 1996  
 [10] Static Control Garment Verification to Ensure Supplier Conformance, Controlled Environments, 23 February 2012, Bob Vermillion, RMV Technology Group at NASA-Ames

翻译：段纯杰  
 审核：熊蕊

# Preannouncement & Call for Paper

The 7th Asia-Pacific Conference on Environmental Electromagnetics  
(CEEM'2015/Hangzhou)  
Nov. 4-7, 2015 Hangzhou, China

## Welcome

Welcome all friends from home and abroad to attend the 7th Asia-Pacific Conference on Environmental Electromagnetics (CEEM) to be held in Hangzhou, China at Nov 4- 7, 2015.

The 1st, 2nd, 3rd, 4th ,5th and 6th Asia-Pacific Conference on Environmental Electromagnetics were held in 1996, 2000, 2003, 2006, 2009 & 2012, respectively. All these conferences are very successful and the conference proceedings in recent years are all indexed by EI Compendex. Now, CEEM has become a much anticipated event and features a rich industrial exhibition to address the needs of industry. EMC technology has rapidly developed and attracted more and more attentions in the whole world. CEEM2015/Hangzhou will continue the very successful conference series previously held. It will extend international academic exchange, enhance further cooperation and promote the development of environmental electromagnetics & EMC technology. So come and join the 7th CEEM in Hangzhou!

## Topics

This meeting will treat a wide range of Environmental Electromagnetics & EMC Technology. Authors are invited to submit original & unpublished papers in the areas listed below:

Antenna  
CAD in Antenna  
EM Wave Propagation  
Transmission Lines & Cables  
Electromagnetics Field Theory  
Scattering  
EMI Sources  
Coupling & Crosstalk  
EM Environment  
Computational Electromagnetics  
ESD, Lightning, Transient & EMP  
Seismo-Electromagnetic Phenomena  
Numerical Modeling of Circuits & PCBs  
Non-Ionizing Radiation & EM Bioeffect  
EMI Prediction Analysis, Reduction Technique  
Filtering, Shielding & Grounding Filtering  
Signal Integrity & Power Integrity  
EMC in Communications  
EMC in Power Engineering  
EMC in High-Speed Electrified Transportation  
Automotive EMC  
Spectrum Management  
Immunity & Susceptibility  
EMC Measurement  
Test Chambers  
EMC standards & Regulation

## Executive Committee

General chairman Lu Yinghua (China)  
General co-chairmen Koga R (Japan)  
Zhou Bihua (China)

## International Advisory Committee

Chairman Gao Yougang (China)  
Co-Chairmen Nitta S. (Japan)  
Zhang Lingchang (China)

## Technical Program Committee

Chairman Shi Lihua (China)  
Co-Chairmen Fujiwara O (Japan)  
Shi Dan (China)

## Organizing Committee

Chairman Mi J. F. (China)

Preliminary Paper Submission Deadline: June 30, 2015  
Notification of Acceptance: July 31, 2015  
Camera-Ready Manuscript Deadline: August 31, 2015

All submissions must be electronic, in PDF or MS word version.

No hardcopies shall be accepted.

Email Submission: ceem2015@gmail.com

Website: www.ceem2015.org



## For further information, please contact

Dr. Shi Dan, Beijing University of Posts and Telecommunications, P. O. Box 171, Beijing, 100876. China.  
Phone: +8618601206662 E-mail: ceem2015@gmail.com  
Prof. Shi Lihua, National Key Lab of Environmental Electromagnetic Effects and Electro-optical Engineering  
Email: shilih@tom.com

美国 ITC 《电磁干扰与兼容》中文版  
电话 : 010-82463383  
Email : 1596275319@qq.com

# 关于平板电视机工艺设计对传导骚扰的影响

林斌 赵阳 赵五芹 施昌达  
国家数字电子产品质量监督检验中心  
深圳市计量质量检测研究院

**摘要：**电子产品设计中，常常对电路的 PCB 板布线和结构有要求，但是在实际的生产中，研发工艺对电磁兼容的结果也有一定的影响。因此。本文分析工艺在电视机传导骚扰实验中遇到的问题，提出一些关于工艺在设计中注意的问题，供相关企业参考。

**关键词：**平板电视机 工艺 传导骚扰

## 一、引言

在电子产品的设计中，工程师常常会关注电路的 PCB 和结构的设计，但在实际的试验中，我们发现工艺对电磁兼容的测试结果也有很大的影响。本文从通过电视机在传导骚扰实验中，工艺对其结果的影响，提出一些工艺方面的优化措施，帮助企业生产的过程中有所借鉴。

## 二、传导骚扰试验考察原理

电视机内部存在数字处理电路、功放电路、开关电源、背光处理电源、振荡器等。这些电路会在正常工作的时候会产生从低频到高频的交变信号，其中部分信号是电路正常工作所必须的，就如主板的 MCLK 和屏工作的频率；部分信号是电路非有意产生的。其中这些有意无意的干扰信号，都会通过电源线向外传播，并通过这些导线传输到其他设备，影响其他设

备的正常工作。这就是我们常说的传导骚扰。

传导骚扰从电磁兼容的三要素来说：其主要是干扰源和传播路径，其干扰源常常集中在开关电源和背光处理电源和数字处理电路，这些干扰在传导试验来说，他主要有两种方式叠加到电源线上，一种是通过电视内部的连接线传导到电源线，另外一种干扰源发出的干扰通过空间耦合到电源线（见图 1）。在传导试验中，若不控制好干扰源头和工艺，都会造成传导骚扰试验超标。

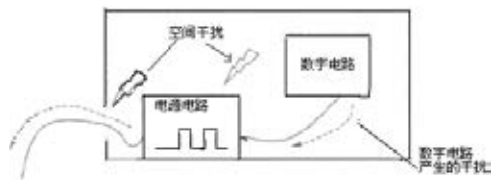


图1 传导干扰机理



扫微信加关注 获取电子版



# 第25届全国电磁兼容学术会议 (EMC' 2015/北京)

## 征文通知

中国电子学会电磁兼容分会与中国通信学会电磁兼容委员会决定于2015年6月3日至6月5日在北京联合举办第25届全国电磁兼容学术会议(EMC'2015/北京),欢迎广大专家学者踊跃投稿出席会议。

### ■ 征文范围如下:

- |               |                |                   |
|---------------|----------------|-------------------|
| 01. 电磁场理论     | 09. 电磁生物效应     | 17. 抗扰度及敏感度       |
| 02. 传输线和电缆    | 10. 电磁计算、建模及仿真 | 18. 电磁干扰预测分析、抑制技术 |
| 03. 串扰与耦合     | 11. 频谱管理       | 19. 通信中的电磁兼容      |
| 04. 散射        | 12. 电磁兼容标准、规程  | 20. 汽车、电力工程中的电磁兼容 |
| 05. 天线、探头、传感器 | 13. 静电、雷电及电磁脉冲 | 21. 高速铁路的电磁兼容     |
| 06. 电波传播      | 14. 地震电磁学      | 22. 暗室、混响室、吸波材料   |
| 07. 电磁干扰源     | 15. 信号完整性      | 23. 电磁兼容测量        |
| 08. 电磁环境      | 16. 屏蔽、滤波及接地   |                   |

### ■ 注意事项:

1. 来稿应是未公开发表有新意的学术论文, 并请用电子文档按正规学报格式双栏排版, 篇幅不得超过 A4 纸 6 页。
2. 作者信息请另页发送 (含姓名、单位、职称、电话等)
3. 录用的论文必须到会宣读, 宣读后由国家正式机构出版, 未宣读的论文不予出版。
4. 征文截稿日期 2015 年 5 月 10 日
5. 投稿论文请发送到 [beijingemc2015@163.com](mailto:beijingemc2015@163.com)

### ■ 联系人:

石丹 18601206662  
张苏慧 13661343833

## 三、工艺导致传导骚扰超标的原因

前面的分析可知，传导骚扰试验超标的来自于传导和空间辐射两种，在实际的对策中，笔者曾见到过多款平板电视由于工艺导致的传导超标，下面主要归结为两大类：

### 3.1 多束线和电源线扎在一起所致传导超标。

平板电脑中内部的功能模块之间，一般是通过互连线来实现功能，但由于厂家在装配过程中，忽视了电磁兼容，将电源线和多束功能线捆在一起，虽然电源板做了很多的滤波处理，但是在传导骚扰试验测试中，传导骚扰试验不能满足试验要求，关键是平板电视其他模块的干扰通过相关连线，将干扰发射出来，传输到电源线上，然后传输到 LISN，被接收机捕获。有一款电视机传导测试的时在 200Khz-600KHz 之间，传导超标比较严重，见图 2。

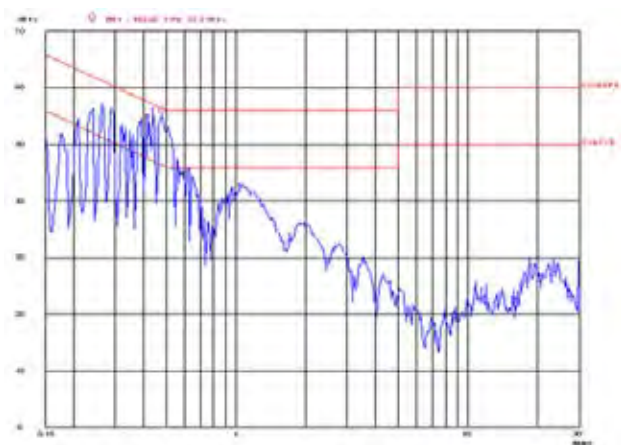


图2 平板电视传导超标图

经过分析，该平板电视机采用的开关电源为知名厂家提供，根据笔者经验，该开关电源传导骚扰测试本身没问题，发现平板电视开关线和屏背光驱动板的电源线扎在一起，采用频谱近场分析干扰源来自于电机的背光电源板。

处理方法：将平板电视的电源开关线和屏背光电源线分开，且在屏的背光电源线上加磁环绕一圈，按照图 3 方法处理后，测试结果见图 4。

### 3.2 电源线靠近时钟电路所致传导超标

有一款平板电视上面安装了一款读卡器功能，该读卡器工作频率是 13.56MHz，在传导试验中，出现 13.56MHz 超标，见图 5 所示。



图3 改良后的工艺图

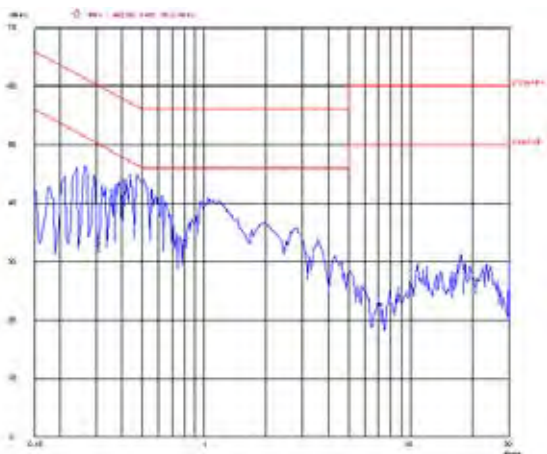


图4 对策后测试结果图

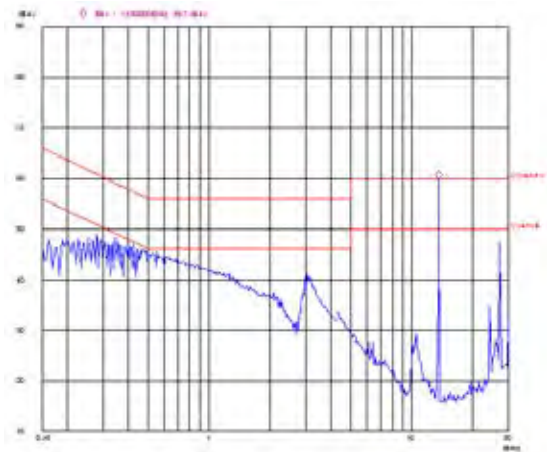


图5 传导测试不合格图

对超标的样机进行分析：其内部的直流供电线太长，其直流供电线直接搭在读卡模块上，这样其读卡芯片工作的 13.56Mhz 工作频率直接耦合到电源线，后经过电源线发射出去，导致 13.56Mhz 超标。

处理方法：将电源线剪短，绕开 13.56MHz 芯片上方，处理之后，测试图见图 6。

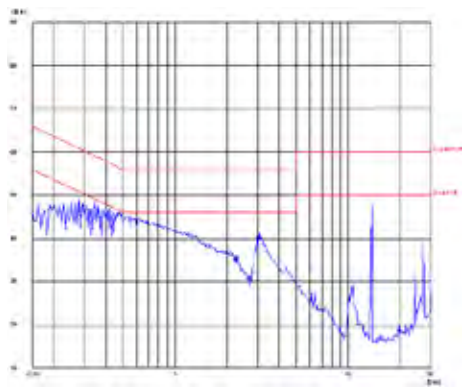


图6 对策后合格测试图

#### 四、工艺设计需要把握的原则

平板电视工艺设计时，工程师需要把握以下原则：

4.1 电源的交流输入线和直流输出线尽量分开，条件允许的情况下，尽量走成直线，见图7所示。

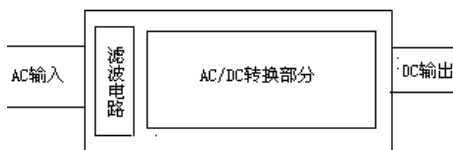


图7 电源输入线和输出线布置图

4.2 平板电视内部的直流输入线尽量远离背光处理电源。

4.3 电源线尽量远离时钟电路或者相关的发射模块。

#### 五、总结

平板电视机企业在设计工艺时，不仅要考虑易于生产的同时，而且也要考虑工艺对电磁兼容的影响，这样才能保证生产出的平板电视才能满足电磁兼容的要求。

#### 参考文献

- [1] 周旭 电子设备防干扰原理与技术 国防工业出版社 2005.1
- [2] 杨克俊 电磁兼容原理与设计技术(第二版)人民邮电出版社 2011.6
- [3] 何金良 电磁兼容概论 科学出版社 2010.10
- [4] 王培章, 钱祖平, 于同彬 电磁兼容技术 人民邮电出版社 2011.5

## A级 固态宽频射频功率放大器

### 10 kHz ~ 6 GHz, 最高 12 kW

#### 我们提供:

- 优质宽频射频功率放大器
- 稳定可靠的性能
- 低总谐波失真
- 错配情况操作不损坏功放
- 3年标准质保
- 根据ISO 9001标准制造
- 全球范围内优质的服务



**FRANKONIA**  
www.frankoniagroup.com

联系我们  
获取最新  
手册!



▲反馈服务代码: IC1505

张晓峰  
电话: 0573-84731590  
传真: 0573-84731592  
邮箱: chuck.zhang@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

电话: 0573-84731555 | 传真: 0573-84731558  
邮箱: info@emc-frankonia.com

# 2015年全球电磁市场预测

**创** 刊于1971年，美国最权威的《电磁干扰与兼容》杂志，2014年底在全球范围内，面向电磁领域供应商，进行了一次关于EMC市场的预测调研。供应商们是如何看待2015年的EMI/EMC市场？在面向全球最富有活力的三个市场，北美、欧洲和中国不同地区的供应商时，也分别使用了不同的语言。在面向EMC元件与材料以及电子设计的供应商时，与面向测试设备的供应商时，准备了两份不同的问卷。本次问卷调研采用电话访谈、电子邮件访问和网络在线调研的形式开展，访问了38家企业的44位的负责人，调研内容主要针对供应商对2015年EMC市场的信心指数，揭示业内厂商预测的市场增长或下降，以及面临的机遇与挑战。

本次调研的内容主要涉及以下方面：

1. 整体而言，预计北美、欧洲、中国在未来一年内的，市场会增长还是持平、或者下降，以及相应的变化幅度。

2. 当前环境下，消费电子市场、医疗市场、汽车制造业、军用及政府、航空航天、计算机网络及硬件、装备制造、电信、通讯、机器联网等领域的市场潜力如何？

3. 从长远看，未来一年后，上述领域的市场潜力如何？

4. 未来一年内，最大的挑战，来自哪些？涉及材料、劳动力、价格、市场营销、竞争。

调研本次分别面向测试、设计领域，抽选了典型的供应商，来了解行业人士对2015年EMC市场的看法。电磁设计 Design，主要包括零部件与材料，如EMI滤波器、EMI磁性材料、EMI屏蔽等，以及EMC设计软件等；电磁测试 Testing 领域：包括设备供应商，如EMI放大器、测试暗室、EMI天线、接收器、瞬态测试装备等。这里不包括测试实验室。下面介绍一下对回收的问卷进行统计分析的结果。



扫微信加关注 获取电子版

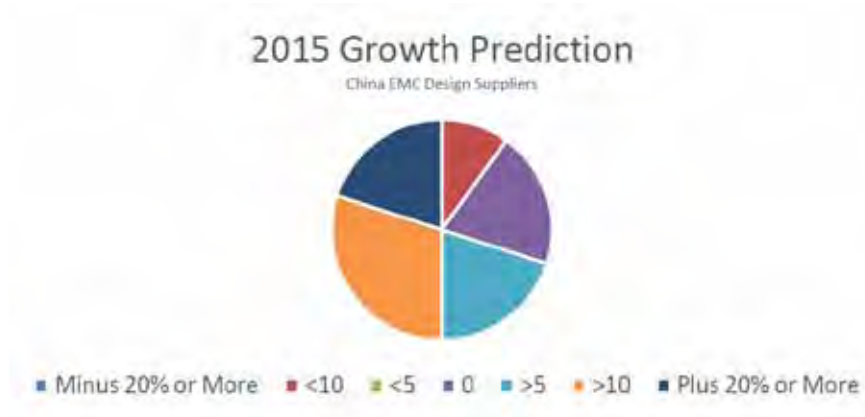


图1 中国EMC设计市场预测

从图1中可以看出，中国 EMC 设计领域的供应商对市场的预测普遍谨慎乐观，有 67% 的厂商认为市场增长会高于 5%，这是对市场增长有信心的肯定。同时，认为市场稳定，基本是零增长的厂商也占了 22%，还有 12% 的厂商认为市场会出现超过 11% 的负增长的情况。总体来说，乐观者居多，同时也是几家欢乐几家愁。



图2 中国EMC设计市场应用行业分布

如图2所示，中国 EMC 设计市场当前的三大重要应用领域，分别是航空航天、汽车、政府与军工市场，而最不被看好的行业包括消费电子和计算机与网络市场。



图3 中国EMC设计市场主要收入来源预测

调查显示，中国 EMC 设计市场 2015 年收入来源最主要的三大重要领域，分别是汽车、航空航天、电信与通讯领域，收入较低的市场包括计算机与网络、消费电子、机器通讯领域；市场表现了相对的稳定性 and 预期性，详见图3所示。

从图4中可以看出，中国 EMC 设计市场面临的主要挑战是：价格与竞争。在市场日益发展的同时，竞争也日趋激烈，既有国外公司对中国市场增加更多的投入，也有本土企业开拓涉足此领域。然而，价格

排在挑战的首位也说明了市场的发展尚未成熟，在价格竞争的同时，对技术与服务的追求并未降低，而是愈加精进。

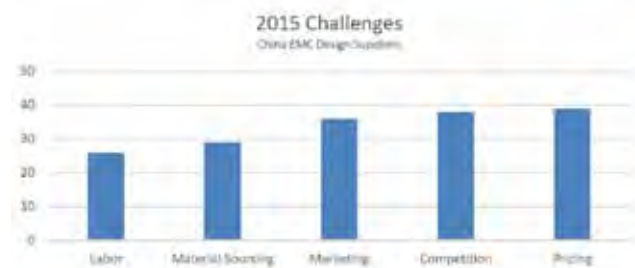


图4 中国EMC设计市场面临的挑战

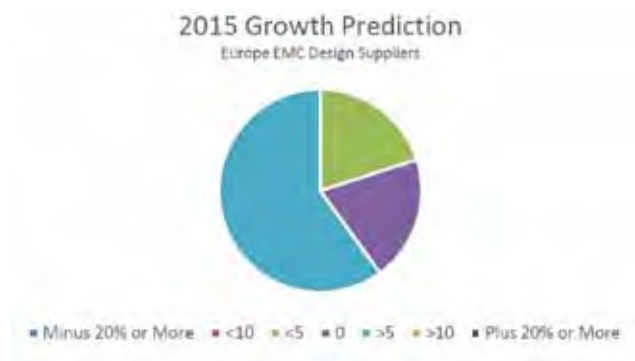


图5 欧洲EMC设计市场预测

从图5中可以看出，欧洲 EMC 设计领域的供应商对市场的预测表示总体平稳，有 60% 的厂商认为市场增长会高于 5%，体现了对市场增长的期待。同时，认为市场稳定，基本是零增长的厂商也将近占了 20%，还有 20% 的厂商认为市场会出现小于 5% 的负增长的情况。总体来说，欧洲市场基本处于稳定发展的状态。



图6 欧洲EMC设计市场应用行业分布

如图6所示，欧洲 EMC 设计市场当前的三大重要应用领域，分别是工业、电信与通讯、计算机与网络领域，而最不被看好的市场包括航空航天和消费电子市场。



图7 欧洲EMC设计市场主要收入来源预测

调查显示，中国 EMC 设计市场 2015 年收入来源最主要的三大重要领域，分别是工业、电信与通讯、汽车领域，收入较低的市场包括航空航天、计算机与网络和消费电子；市场表现了稳定的延续性。详见图7所示。



图8 欧洲EMC设计市场面临的挑战

从图8中可以看出，欧洲 EMC 设计市场面临的主要挑战是：竞争和价格。欧洲市场虽然相对稳定，但是并不意味着平静，竞争依然十分激烈。拼技术与服务的同时也在拼价格，这也是欧洲市场对市场收入增长不是特别乐观的原因之一。

从图9中可以看出，北美 EMC 设计领域的供应商对市场的预测普遍表示乐观，有 75% 的厂商认为市场增长会高于 5%，体现了对市场增长的信心。同时，认为市场稳定，基本是零增长的厂商也占了 13%，还有 12% 的厂商认为市场会出现超过 10% 的负增长的情况。总体来说，乐观者占多数。

如图10所示，北美 EMC 设计市场当前的三大重

要应用领域，分别是工业、医疗设备、电信与通讯领域，而最不被看好的市场包括航空航天和政府与军工市场。



图9 北美EMC设计市场预测



图10 北美EMC设计市场应用行业分布



图11 北美EMC设计市场主要收入来源

调查显示，北美 EMC 设计市场 2015 年收入来源最主要的三大重要领域，依然是工业、医疗设备、电信与通讯领域，收入较低的市场包括政府与军工市场和航空航天领域；市场表现了非常强的稳定性和预期性，详见图11所示。

从图12中可以看出，北美 EMC 设计市场面临的主要挑战是：竞争和市场环境。美国市场预期相对比

# 深圳国际微波无线展览及会议

## 2015 IEEE MTT-S

### International Wireless Symposium

举办时间: 2015年3月30日 - 4月1日  
展会地点: 中国, 深圳, 喜来登酒店  
主办单位: 中国国际贸易促进委员会商业行业分会  
电子电气工程师协会(IEEE)  
微波理论与技术协会(MTT-S)  
承办单位: 中国国际贸易促进委员会商业行业分会  
美国MP会议展览公司

联系人: 李扬 江万容 张又方  
电话: 010-66094256, 010-66094223, 010-66094244  
传真: 010-66094224, 010-66016043  
地址: 北京市西城区复兴门内大街45号, 100801  
邮箱: liyang@ciect.com jwr0908@gmail.com youfang1024@163.com  
网站: www.iws-ieee.org www.ciect.com



较乐观，价格也具有相对稳定的特征，除了竞争依然激烈之外，整体市场环境的状态也是 EMC 供应商所要面临的挑战。毕竟大环境发展了，整体经济才能更加繁荣，可持续的发展也才可以预见。



图12 北美EMC设计市场面临的挑战

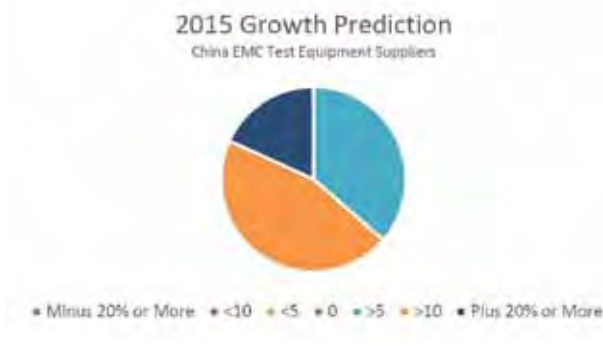


图13 中国EMC测试设备市场预测

从图 13 中可以看出，中国 EMC 测试设备领域的供应商对市场的预测非常乐观，有 36% 的厂商认为市场增长会高于 5%，有 46% 的厂商认为市场增长会高于 10%，更有 18% 的厂商认为市场增长会高于 20%，这反映出市场增长的强烈信号。这与中国市场的逐步成熟、对测试设备的需求增长密不可分。



图14 中国EMC测试设备市场应用行业分布

如图 14 所示，中国 EMC 测试设备市场当前的三大重要应用领域，分别是电信与通讯、政府与军工、医疗设备市场，而最不被看好的行业包括消费电子和工业领域。



图15 中国EMC测试设备市场主要收入来源

调查显示，中国 EMC 测试设备市场 2015 年收入来源最主要的三大重要领域，分别是政府与军工、航空航天、电信与通讯领域，收入较低的市场包括政工业、机器通讯与消费电子领域；市场在表现了相对的持续性的同时，市场预期也悄然发生了一些变化。详见图 15 所示。



图16 中国EMC测试设备市场面临的挑战

从图 16 中可以看出，中国 EMC 测试设备市场面临的主要挑战是：市场环境和材料资源。这与 EMC 设计市场所面临的挑战是不同的。随着国家各项强制性标准的出台，对市场的促进和利好消息不断。诸如大飞机制造等行业的大发展，也必然推动市场的欣欣向荣。当然，市场的发展有个过程，EMC 测试设备市场也会随着整体市场环境的变化而发展。

从图 17 中可以看出，欧洲 EMC 测试设备领域的供应商对市场的预测依然是处于稳定的状态，有 50% 的厂商认为市场基本会是零增长，25% 的厂商认为市





2015

Electronic Design Innovation Conference

电子设计创新会议

2015年4月14-16日

北京国际会议中心·北京, 中国

# 专家演讲在哪里...

为期三天的同行评审、产业关注技术论文、研讨会、专家小组与特邀嘉宾主题演讲，  
一同探讨射频、微波、高速数字与设计与EMC/EMI设计。

**尽早注册可节省50%门票价格**

[www.ediconchina.com/registration](http://www.ediconchina.com/registration)

## 展会

- 测试与测量设备
- 测试解决方案
- EDA/CAD软件
- 元器件与组件
- 子系统
- RFICs与MMICs
- 电缆组件与连接器
- 材料
- 半导体代工厂
- 制造服务

白金赞助商:



钻石赞助商:



特别合作伙伴:



金牌赞助商:



大会组织:



[www.EDICONCHINA.com](http://www.EDICONCHINA.com)

虚位以待

市场增长会大于5%，同时，也有25%的厂商认为市场会出现小于5%的负增长的情况。总体来说，波澜不惊。



图17 欧洲EMC测试设备市场预测

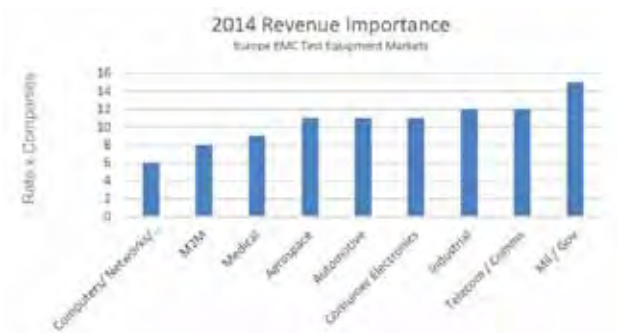


图18 欧洲EMC测试设备市场应用行业分布

如图18所示，欧洲EMC测试设备市场当前的三大重要应用领域，分别是政府与军工、电信与通讯、工业领域，而最不被看好的行业包括计算机与网络、机器通信和医疗设备领域。



图19 欧洲EMC测试设备市场主要收入来源

调查显示，欧洲EMC测试设备市场2015年收入

来源最主要的三大重要领域，分别是汽车、政府与军工、电信与通讯领域，收入较低的市场包括计算机与网络、机器通信和医疗设备领域；市场在表现了相对稳定发展的同时，对汽车市场的预期明显有所提升。详见图19所示。

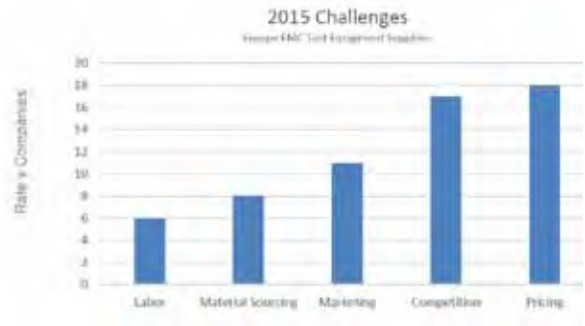


图20 欧洲EMC测试设备市场面临的挑战

从图20中可以看出，欧洲EMC测试设备市场面临的主要挑战是：价格和竞争。这与EMC设计市场所面临的挑战是一致的。竞争激烈的同时，拼技术与服务，也在拼价格，这是欧洲市场对市场收入增长不是特别乐观的原因之一。不过，从另外的角度来看，也给希望通过低价占领市场的厂商提供了一些机会。

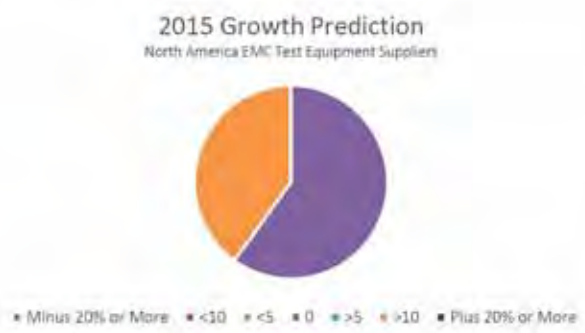


图21 北美EMC测试设备市场预测



图22 北美EMC测试设备市场应用行业分布

从图21中可以看出，北美EMC测试设备领域的

供应商对市场的预测处于稳中有升的状态，有 60% 的厂商认为市场基本会是零增长，40% 的厂商则认为市场增长会大于 10%。这个数字比设计市场预测的相对更加看好一些。当然，在竞争激烈的今天，不亏就是赢。

如图 22 所示，北美测试设备市场当前最大的三大重要领域，分别是政府与军工、航空航天、消费电子；最不被看好的市场包括机器通信市场、汽车和医疗，这呈现了与设计市场完全不同的特征。



图23 北美EMC测试设备市场主要收入来源

调查显示，北美 EMC 测试设备市场 2015 年收入

来源最主要的三大重要领域，分别是政府与军工、航空航天、医疗设备领域，收入较低的市场包括机器通信、计算机与网络、通信领域。可见，市场在稳定发展的同时，也在随着需求的变化不断进行着适应与调整。详见图 23 所示。

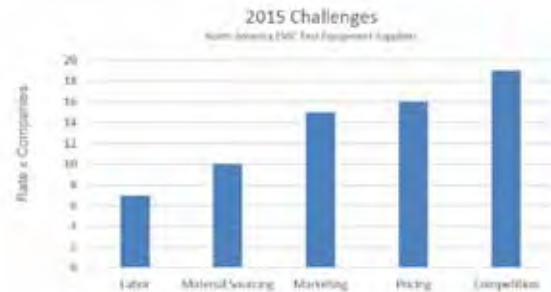


图24 北美EMC测试设备市场面临的挑战

从图 24 中可以看出，北美 EMC 测试设备市场面临的主要挑战是：竞争和价格。通过对比可以发现，对北美市场而言，面向材料与零部件的电磁设计市场，与 EMC 测试设备市场，呈现的差异性还是比较大的。这对于志在开拓北美市场的中国公司，需要仔细分析自己所在的市场特征，找到合适的市场策略。

**PIC** 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  $\mu$ 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

**PIC** PRECISION INTERNATIONAL CORP.  
仪测科技集团

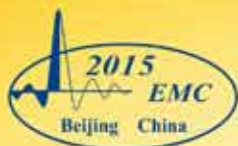
since 1981

★ 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 FAX: 86-10-6268-4237 E-mail: picbj@picbj.com.cn  
TEL: 86-21-6211-5111 FAX: 86-21-6211-5811 E-mail: picsh@picsh.com.cn  
TEL: 86-769-8115-4567 FAX: 86-769-8115-7799 E-mail: picnh@picnh.com.cn



批准单位：中华人民共和国商务部  
 主办单位：中国电工技术学会  
 全国无线电干扰标准化技术委员会  
 全国电磁兼容标准化技术委员会  
 全国电磁屏蔽材料标准化技术委员会

时 间：2015年6月8-10日  
 地 点：北京国际会议中心

# 第二十届国际电磁兼容与微波暨测试测量技术交流展览会

## The 20th International Exhibition on Electromagnetic Compatibility & Microwave & Test and Measurement

### 2015中国国际电磁兼容与微波技术交流学术会议

#### 2015 China International Conference on Electromagnetic Compatibility & Microwave



#### 组织优势

52个专业委员会，16个省市学会分会，国内外相关机构强强联合

#### 历史积淀

历经19届，累计参展商1600家、专题讲座400场、专业观众15万名

#### 政府授权

国家商务部指定电磁兼容与微波领域专业展

#### 延伸服务

依托政府及自身资源优势为企业提供展后专项服务

#### 行业风向标

政府、专业机构参与，专家学者主旨演讲，新标准宣贯、解决方案发布

#### 市场凝聚力

国内外知名企业、研发机构、专业观众悉数到场

#### 品牌根据地

助力品牌知名度提升，拓展新产品市场平台

中国电工技术学会

地 址：北京市西城区三里河路46号 (100823)

电 话：8610-68594993、68594929、68595355

传 真：8610-68595110

邮 箱：dongchunces@163.com; dynces@163.com;

daijqces@163.com

安全与电磁兼容  
SAFETY & EMC

interference  
\*\*\*\*\*I technology

电磁兼容工程师网  
www.emcbest.com

Journal China  
微波杂志

微波射频网  
WWW.MWRFP.NET

电磁兼容论坛  
www.cesforum.com

电源资讯

电气技术 杂志社  
www.cesmedia.cn

详情请登陆网站 <http://expo.ces.org.cn>



China  
Electronics  
Fair

中国电子展·深圳

2015 第三届中国电子信息博览会  
第85届中国电子展

# 新技术、新产品 打造一站式选型采购平台

深圳会展中心  
2015年4月9日-11日

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

主办单位 中国电子器材总公司  
承办单位 中电会展与信息传播有限公司

## 展示技术

消费电子、IT/通信技术、新型显示技术、  
汽车电子、新能源技术、绿色照明、安防  
电子、医疗电子、节能环保技术、绿色制  
造技术、工控自动化技术

新浪微博

@中国电子展CEF



官方微信 [cefchina](http://cefchina)

## 展区设置

- 1号馆：CITE主题馆** 数字视听展区：智能电视、音响、数字家庭、数码产品；  
移动智能终端展区：智能手机、平板电脑、可穿戴电子；  
计算机与网络展区：台式机、笔记本、计算机外设、下一代网络；
- 2号馆：平板显示馆** LCD展区、OLED展区、触摸屏展区、平板显示设备材料展区；
- 3号馆：LED馆** LED芯片、设备、材料展区，LED照明显示展区；
- 4号馆：物联网与应用电子馆** 北斗应用展区、汽车电子展区、医疗电子展区、金融电子展区；
- 6号馆：软件与互联网馆** 软件产品展区、云计算与大数据展区、互联网展区；
- 7号馆：电子仪器与设备馆** 电子仪器、仪表、测试测量展区，电子工具、专用设备展区；
- 8号馆：新能源馆** 锂电新能源展区、设备展区、综合元器件展区；
- 9号馆：IC与元器件馆** 高端元器件展区、特种元器件展区。

## 展位价格

注：标准展位两面开放，加收 10%。

	标准展位 (3M×3M)	光地 (36㎡起租)
境内参展商	15000元/间	1500元/㎡

### 株式会社噪声研究所



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合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) 公布的和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。

电话 / 传真: 021-54069653  
 邮箱: zq-lu@noiseken.com  
 网址: cn.noiseken.com

### 北京艾姆克科技有限公司



信号完整性分析仪 SIA-4000D 采用时序测量和幅度测量的专利“双引擎设计”, 同步但却独立进行测量。它采用无触发技术, 可以对时钟信号和数据信号进行高精度测量, 完全分析直到 15GHz 的时钟信号的随机性、确定性和全部抖动、调制、幅度、上升和下降时间、幅度、频率和脉冲宽度, 可以对直到 15Gb/s 的重复或随机数据信号进行眼图测试、抖动分析和完全诊断。· 35 GHz 定时带宽 · 测量精度可达 200fs (2\*10<sup>-13</sup>秒) · 最多可达 5 通道; · 支持多种工业标准测试, 具有一键测试功能, 只需一键即可完成符合相应标准的测试; · 可观测多路信号的时序关系和幅度噪声; · 每个通道均支持差分信号测量, 且为独立配置, 不能共用带宽。

电话: 010-82675757 传真: 010-62616800  
 Email: help@emct.com.cn 网址: http://www.emct.com.cn

### 上海普锐马电子有限公司



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。从第一代智能程控, 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 ● 实时击穿电流显示。

全国免费客服热线: 4006 021 806  
 电话: 021-51877625 传真: 021-33522759  
 邮箱: prima@emcprima.com 网址: http://www.emcprima.com

### 嘉善法兰克尼亚电磁兼容有限公司



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: ● 信号发生器, 9 kHz-3 or 6 GHz ● 支持多达 9 个功率计, 10 kHz-6 GHz ● 支持多达 4 个定向耦合器, 10 kHz-6 GHz ● 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 ● EUT 监控 ● 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。

电话: 0573-84731590 传真: 0573-84731592  
 网址: www.frankoniagroup.com  
 邮箱: info@emc-frankonia.com

### 杭州远方仪器有限公司



EMS61000-5A 雷击浪涌发生器适用于浪涌 (冲击) 抗扰度试验场合使用, 模拟间接雷击以及供电线路中大型开关切换瞬间引起的电压变化对供电线路和通信线路的影响。仪器产生高能量 (高电压、大电流) 干扰, 完全符合 IEC 最新标准 IEC61000-4-5, 及欧洲电气标准 EN61000-4-5, 以及国家标准 GB/T17626.5 等, 是电磁兼容试验的理想干扰源。远方新一代触控式雷击浪涌发生器采用 7 寸彩色触摸屏显示与操控, 在常规雷击浪涌发生器功能上增加外部触发输入、触发信号输出、EUT 失效侦测、外部信号源同步等开放性实验端口, 并且标配 USB 接口, 可实现测试程序和试验报告的导入导出, 在智能性、功能性及可靠性上属于国内顶尖水准!

电话: 0571-86699998 邮箱: emc@emfine.cn  
 网址: http://www.emfine.cn

### 北京世纪德辰通信技术有限公司



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。

电话: 010-82600218  
 传真: 010-82600220  
 邮箱: lin.ma@ancentest.com  
 网址: www.decentest.com

## 南京纳特通信电子有限公司



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。

电话：025-84471796-807 传真：025-84471796-800  
网址：www.rflight.cn 邮箱：lirongming@rflight.cn

## 北京泰派斯特科技发展有限公司



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。泰派斯特可供应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。

电话：(8610) 010-68812340 400-890-2340  
传真：(8610) 010-68885848  
邮箱：tempest@tempest-emc.com  
网址：www.tempest-emc.com

## 北京易安特斯技术有限公司



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。NetWave 单相系列的失真率低、稳定性高，即使供电负载发生变化，其仍能保证完全符合 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 系列也适用于逆变器 (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。

电话：010-82676027 传真：010-82676238  
网址：www.emtest.com 邮箱：info@emtest.com.cn

## TDK——EPCOS



我司推出了全新的 (EPCOS) B86305L\* 系列标准三相线路电抗器，用于带整流级输入的变频器。该系列产品有7种型号，电流范围为4A至230A。这些线路电抗器专为 520V AC 额定电压而设计，依电抗器型号不同，短路电压为 5%到 6%，可以有效抑制变频器引起的所有电磁干扰。因此，其电感值在 1.5 倍额定电流情况下可保持不变，甚至在 3 倍额定电流下，电感值仍能保持在额定值的 60% 以上。此系列电抗器是采用通过 UL 认证、符合 F 级要求的绝缘系统而制成，其中，额定电流小于60A的产品使用的是铜绕组和夹型接线端子，额定电流为100A至230A的产品使用的则是铝带绕组和母线接线端子。

电话：0755-8275 9108 传真：0755-8275 9135  
邮箱：si.si@epcos.com 网址：www.epcos.com

## 程熙贸易 (上海) 有限公司



IMU3000和IMU4000系列是瑞士EMCPARTNER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16ACDN，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。

电话：021-62115111 传真：021-62115811  
网址：www.picsh.com.cn 邮箱：picsh@picsh.com.cn

### 更多产品与企业信息，请登录

[www.interferencetechnology.cn](http://www.interferencetechnology.cn)

屏蔽系列 屏蔽材料 滤波器 测试设备 测试系统  
测试仪器 EMC测试服务 EMC诊断设备 EMC诊断系统 暗室 变压器 测试软件 导热材料 电容 发生器  
仿真软件 放大器 接收机 连接器 屏蔽室 天线  
吸波材料 其他

E<sup>3</sup>C 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会观展!

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)



## 索引

AR嘉兆科技有限公司	02
Oerlikon Metco (Sulzer)	07
北京世纪德辰通信技术有限公司	09
上海普锐马电子有限公司	15
艾姆克科技有限公司	21
Noise Laboratory Co.,Ltd	23
陕西海泰电子有限公司	27
第7届亚太环境电磁学学术会议	29
第25届全国电磁兼容学术会议	31
嘉善法兰克尼亚电磁兼容有限公司	33
深圳国际微波无线展览与会议	37
EDICON 2015	39
程熙贸易(上海)有限公司	41
第二十届国际电磁兼容与微波暨测试测量技术交流展览会	42
第三届中国电子信息博览会	43
China EMC 2015 & China MW 2015	46
北京泰派斯特科技发展有限公司	48
杭州远方仪器有限公司	封三
嘉善法兰克尼亚电磁兼容有限公司	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：



Contact: Belinda Stasiukiewicz

Email: bstas@item-media.net

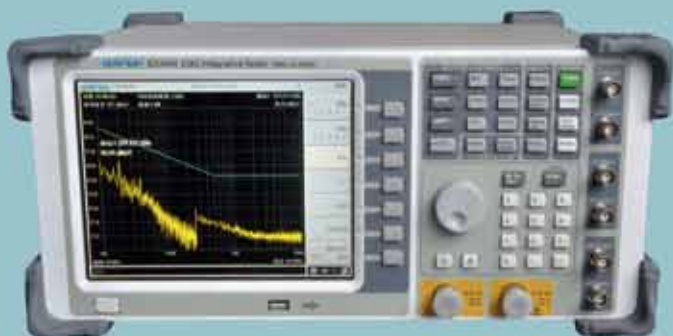
本增刊面向 EMC 2015，致力于提供准确的信息，但是它不对在它的技术文章中的错误或漏洞负责。另外文章的观点仅代表技术专家的意见，任何人没有书面许可不得复制本文中的任何内容。

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 and 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。

# EA3040 EMC综合测试仪



- 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、实用高效的现场电磁干扰测试分析仪
- 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
- 协助您在没有暗室或实验室的环境下实施现场分析实验



北京泰浪斯特科技发展有限公司

地址：北京市石景山区古城西街19号中关村科技园

古盛基地B座3层 邮编：100022

电话：010-68812340 传真：010-68885848

网址：www.tempest-emc.com

▲反馈服务代码：IC1310

咨  
询  
热  
线

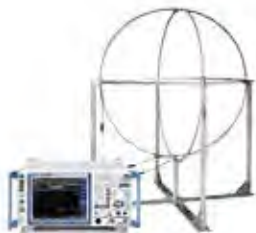
400-890-2340

## 电磁兼容(EMC)&电子测量设备专家



**安全和可靠是我们的事业**  
SAFETY & RELIABILITY ARE OUR BUSSINESS

远方仪器是远方光电（股票代码：300306）的全资子公司，专业从事EMC&电子测量仪器及EMC实验室整体解决方案的提供和技术服务，是国内领先进行全系列电磁兼容测试仪器研发的国家重点高新技术企业。建有企业院士工作站、博士后工作站、省企业技术中心、省研发中心等科研平台，多次承担国家高技术研究发展计划（863计划）课题和省市级重大科技攻关项目。



EMI电磁骚扰测试系统



EMS电磁抗扰度测试系统



EMC标准实验室建设



数字功率计及交流变频电源



More [www.emfine.cn](http://www.emfine.cn)

▲反馈服务代码：IC1501

杭州远方仪器有限公司 EVERFINE INSTRUMENT CO.,LTD.

地址：杭州市滨康路669号（310053） 电话：+86 571 86699998(10lines) 传真：+86 571 86673318 E-mail: emc@emfine.cn



FRANKONIA

www.frankoniagroup.com

# 您EMC 交钥匙方案 合作伙伴



传导抗扰度测试系统  
Type CIT-10, 10 kHz - 400 MHz,  
满足 IEC/EN 61000-4-6,  
ISO 11452-4 及 MIL-STD 461E



EMI 接收机,  
Type CORE-6, 9 kHz - 30 MHz 及  
30 MHz - 6 GHz, 满足 CISPR  
16-1-1



磁场测试系统/低频测试  
系统  
Type MTS-800, 用于传导  
及发射测试



EMC 测试及控制单元,  
Type ECU-3/6, 包含 信号发生器,  
RF功率计, 定向耦合器, RF继电器,  
EUT 监控以及集成安全互锁系统

GTEM Cell  
Type GTEM-1000  
满足 IEC/EN 61000-4-20,  
10 kHz - 18 GHz



▲反馈服务代码: IC1505

## 法兰克尼亚电磁兼容有限公司

地址: 浙江省嘉善经济开发区虹桥路55号

联系人: 张晓峰

电话: 0573-84731590 传真: 0573-84731592

电邮: chuck.zhang@emc-frankonia.com

## 东莞程熙贸易有限公司

地址: 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

联系人: 陈尚任

电话: 0769-81154567 传真: 0769-81157799

电邮: samuel@pichn.com.cn