

深圳市赛盛技术有限公司

EMC 技术期刊

(2007 年 9 月份期刊)

编辑: 深圳市赛盛技术有限公司期刊编辑部

主编: 吴卫兵

本期责任编辑: 许勇 杨志奇 蒋万良

支持网站: 赛盛技术 (网址: www.ses-tech.com)

地址: 广东省深圳市南山区科技园科发路 2 号朗峰大厦 606A **邮编:** 518057

电话: 0755-26532653 **传真:** 0755-26532652

E-mail: 51emc@163.com

如果需要订阅《EMC技术期刊》，请填写真实的公司名称，姓名，联系电话，E-mail等信息，发送邮件到: 51emc@163.com

※期刊摘要

◇ [行业动态](#)

◇ [整改案例](#)

◇ [技术文章](#)

◇ [知识点滴](#)

◇ [问题解答](#)

行业动态

2007 年 7 月开始实施新电磁兼容指令 2004/108/EC

从2007年1月开始，欧共体国家将新的EMC指令作为其国家的规范，新的指令将在2007年7月开始实施。从2009年7月开始新指令将被强制实施，只有符合新指令的产品才能被允许在欧共体国家中销售。

新的欧洲电磁兼容指令《欧洲议会和理事会2004/12/15关于使成员国电磁兼容法律相似并废止89/336/EEC的2004/108/EC指令》(DIRECTIVE 2004/108/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 15 December 2004 on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility and repealing Directive 89/336/EEC)已于2004年12月31日在“欧盟的官方期刊”(Official Journal of the European Union)上发布，并于2005年1月20日开始生效。被取代的89/336/EEC指令将于2007年7月20日废止；不过符合89/336/EEC指令要求的设备可以销售到2009年7月20日。在2007年7月20日前，制造商可以根据自己的需要从两者中任选一个指令。

注：为便于描述，以下简称2004/108/EC 为“新指令”，“89/336/EEC”为“老指令”，“欧盟的官方期刊”(Official Journal of the European Union)为“OJ”。

新指令完全被重新编写，以便更符合新指令的格式。新指令有不少重大变化，有些要求更严格了，有些要求却放松了。同老指令相比，新指令为每条都增加了标题。

整改案例

案例一

差模电容传导整改中的应用

产品名称：高亮度 LED

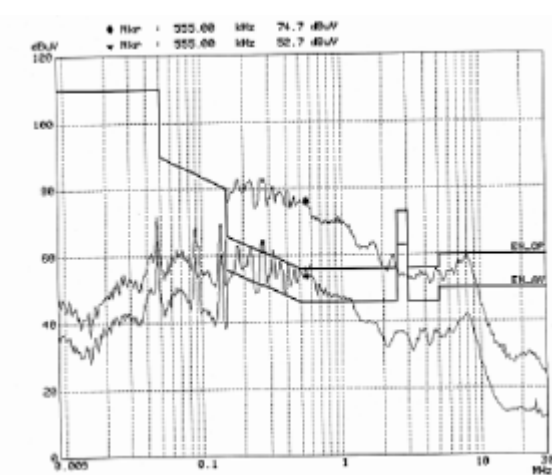
功能描述：该设备为开关电源恒流输出驱动高亮度 LED。

问题描述：该设备为进入欧洲市场，作为单独的产品做传导测试时，标准要求满足 EN55015 传导限值，未能通过。

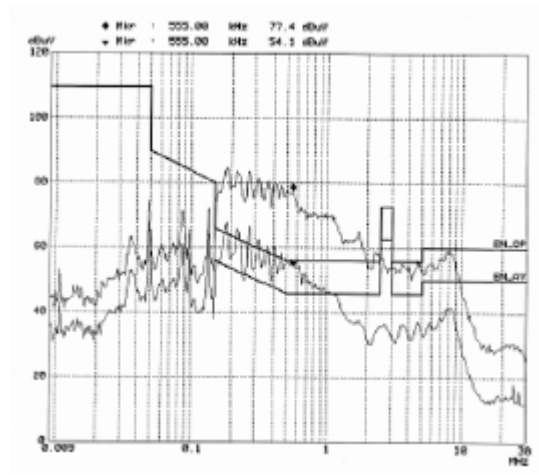
测试配置：

1、原始数据。

L 线测试



N 线测试

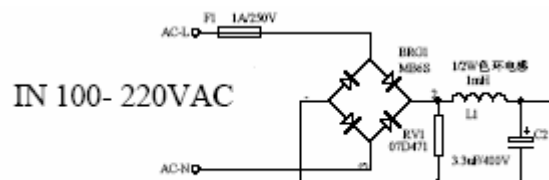


2、测试结果分析：

正极、负极测试结果没什么太大的差异，主要是 0.15MHz—2.5MHz 之间的频点超标，根据以往的经验，1.5MHz 以前超标，大部分是由差模干扰引起，主要的整改方向为加强差模滤波。

3、单板分析：

分析单板原理图，发现电源入口没有任何滤波措施。（如下图）

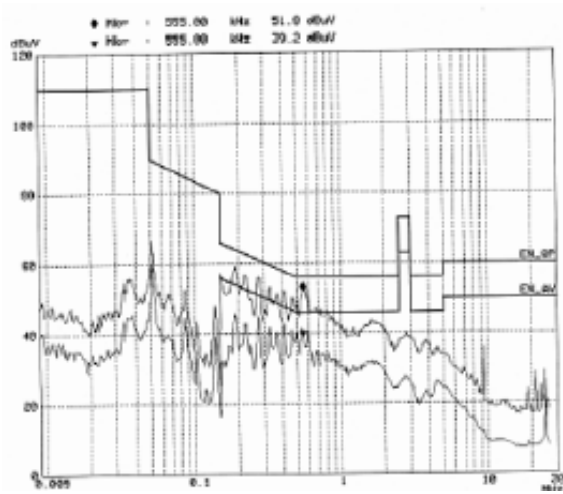


4、整改方法：

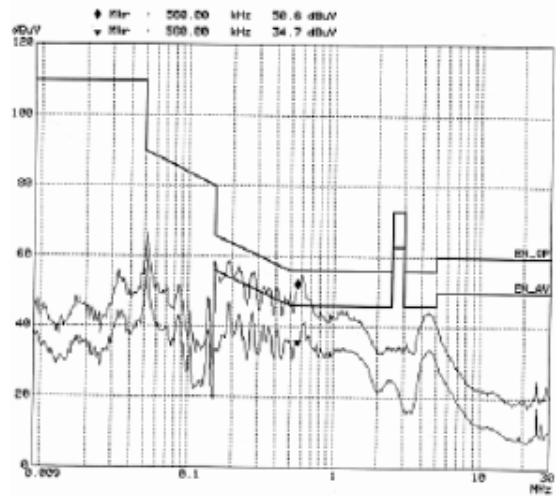
加强差模滤波的方式有 2 种：1 增加差模电容；2 增加差模电感；由于产品体积小，增加 mH 级别的差模电感不大可能，由于差模电容有小封装的，是一个比较好选择，于是在电源 AC 输入端增加差模电容，再来进行试验；

增加 0.1 μ F 差模电容测试结果。

L 线测试



N 线测试



5、结论：

通过在电源 AC 输入端增加 0.1 μ F 差模电容，测试能够满足 EN55015 传导限制线的要求。

结论：通常在传导测试中，2MHz 以前超标主要靠差模滤波来解决。

6、测试现场照片



● 技术文章

EMI防治技巧与挑战

(本文转载于www.ses-tech.com)

包含 EMI 和 EMS 的 EMC 因为各国均立下法规规范，成为电子产品设计者无可回避的问题。面临各种 EMI 模式和各类 EMI 抑制方法，该如何因地制宜选择最佳对策让产品通过测试，同时又必须尽量降低成本强化产品竞争力，是所有电子产品设计人员必须仔细评估思考的课题。

EMI 类型与解决方法

所谓 EMC (Electromagnetic Compatibility; 电磁兼容) 实际上包含 EMI (Electromagnetic Interference; 电磁干扰) 及 EMS (Electromagnetic Sensibility; 电磁耐受) 两大部份。EMI 指的是电气产品本身通电后，因电磁感应效应所产生的电磁波对週遭电子设备所造成的干扰影响，EMS 则是指电气产品本身对外来电磁波的干扰防御能力，也就是电磁场的免疫程度。

简单来说，只要是需要电力工作的产品都会有 EMI 问题，浸淫 EMC 领域十多年的资深顾问余晓镛表示，一个电子产品中的 EMI 来源多半来自交换式电源供应迴路 (Switching Power Supply Circuit)、振荡器 (Crystal) 和各类时钟信号 (Clock Signal)，而根据传导模式不同，EMI 可分为接触传导 (Conducted Emission) 和幅射传导 (Radiated Emission) 两类。

接触传导是由电源供应回路所形成的电磁波杂讯，透过实体的电源线或信号导线传送至电源电路内的一种电磁波干扰模式，此状况会造成与干扰设备使用同一电源电路的电气设备被电磁杂讯干扰，产生功能异常现象，通常发生在较低频；幅射传导则是电路本身通电之后，由电磁感应效应所产生的电磁波幅射发散所形成的电磁干扰模式，常见于高频。

幅射传导 EMI 产生的问题通常较接触传导严重，也更为棘手，其解决方式余晓镛归纳出下列几种：

1. 在干扰源加 LC 滤波回路。
2. 在 I/O 端加上 DeCap by pass to Ground, 把杂讯导入大地。
3. 用遮蔽隔离 (Shielding) 的方式把电磁波包覆在遮蔽罩内。
4. 尽量将 PCB 的地面积扩张。
5. 产品内部尽量少使用排线或实体线。
6. 产品内部的实体线尽量做成绞线以抑制杂讯幅射，同时在排线的 I/O 端加上 DeCap。
7. 在差模信号线的始端或末端加上共模滤波器 (Common Mode Filter)。
8. 遵循一定的类比和数位佈线原则。

此外，EMI 的形成又可分为共模幅射 (Common Mode) 和差模幅射 (Differential Mode) 两类。余晓镛表示，共模幅射包括共地阻抗之共模干扰 (Common-Mode Coupling) 和电磁场对导线的共模干扰

(Field to cable/trace Common-Mode Coupling), 前者是因杂讯产生源与受害电路间共用同一接地电阻所产生的共模干扰, 解决方法可藉由实行地的切割来必免共地干扰问题; 后者则为高电磁能量所形成的电磁场对设备间之配线所造成的干扰, 可藉由遮蔽隔离 (Shielding) 的因应方法来处理场对线的干扰问题。

至于差模幅射, 常见的是导线对导线的差模干扰 (Cable to Cable Differential-Mode Coupling), 干扰途径为某一导线内的干扰杂讯感染到其他导线而馈入受害电路, 属于近场干扰的一种, 可藉由加宽线与线之间的距离来处理此类干扰问题。

常见 EMI 抑制方式

目前对于 EMI 的常见抑制方式包括屏蔽法 (Shielding)、扩展频谱法 (Spread Spectrum)、使用滤波器 (Filter) 等, 以及透过整合接地、佈线、搭接等层面来防治。

余晓镒表示, 电磁屏蔽法大部份是用来屏蔽 300MHz 以上的电磁杂讯, 例如法拉第盖的使用就是一例, 此外, 运用遮蔽复合材料也是常见的手法, 例如手机就常见以真空电镀方式, 在塑胶壳内部佈满一层如镍之类的屏蔽材质, 藉此隔绝电磁波发散。

扩展频谱法则是用来将时钟 (Clock) 的信号展频, 使其峰值 (Peak) 信号波形振幅减低来降低信号的峰值位准, 目前有些 BIOS 已提供内建的扩频功能, 可让使用者自行设定。余晓镒指出, 使用扩频法需要在信号失真度和 EMI 减弱程度之间取得平衡, 一般是取 1%~1.5%, 若超过 3% 通常就会让信号过于失真而不可行。

此外, 滤波器或滤波回路的使用因为成本低廉且 SMD (表面黏着) 制程的加工需求, 所以最为一般设计工程师采用。余晓镒指出, 滤波器的使用机会和模式根据不同防治需求来决定, 例如大电流的 Bead 可用在电源电路的路径 (Power Trace) 上; 一般的 Bead 可用来抑制某特定频率的杂讯信号; CMF 则用来抑制 USB、1394、LVDS 等差模线路的杂讯幅射问题。

不过余晓镒强调, 对于 EMI 的抑制有诸多解决方式, 必须因时因地制宜选择, 只要有效就是好的防治方法, 并没有哪一种特定方式特别胜出。

高速数位电路及类比-数位混合电路 EMI 防治法

由于运算速度的提升和高速传输介面的应用, 目前数位电路已走向高速化。在高速数位电路中, 只要阻抗匹配接近理想的阻值 (以铜线被覆于 FR4 材质而言约 50 欧姆), 让所有信号线都成为传输线 (Transmission Line) 的理想状态下, 理论上应该不会产生 EMI 问题, 但是余晓镒表示, 目前实际上的佈线设计还无法达到上述要求, 所以只好将高速信号线尽量走在内层, 其相邻的上层用地 (铺铜) 来覆盖以达到遮蔽隔离 (Shielding) 电磁幅射的效果, 亦或在信号线上适当的距离加上对地的滤波电容 (DeCap bypass to Ground) 来降低 EMI。

另外, 针对日渐普遍的类比及数位信号混合电路 EMI 防治, 余晓镒也提出以下几个可遵循的设计原则:

1. 类比与数位信号须分区布线。
2. 所有类比信号要在类比区内布线 (包含地, 电源及信号线)。
3. 所有数位信号要在数位区内布线 (包含地, 电源及信号线)。
4. 严禁类比或数位信号直接跨区布线。
5. AD IC 晶片下方严禁布线。

了解各国法规及标准以通过测试

除了各种抑制技巧外，量测也是 EMI 防治过程中重要的一环。余晓镒对此表示，EMI 量测绝大部分是使用频谱分析仪 (Spectrum Analyzer) 及接收器 (Receiver)，而 EMS 因是产品耐受性测试，所以必须在符合国际法规的环境下执行测试，目前坊间有许多实验室均可执行 EMS 标准测试。

要通过测试，首先必须了解各国对于 EMC 的法规及相关标准要求。余晓镒指出，目前全球较重要的 EMC 标准包括：台湾 BSMI (CNS13438)、中国大陆 CCC (GB4943)、日本 VCCI、韩国 MIC、美国 FCC (Part 15)、欧盟 CE (EN55022)、纽澳 C-Tick (ANS3548) 等等，EMS 的要求标准则主要有韩国 MIC (引用 EN55024) 和欧盟 CE (EN55024)。

目前各国所引用的 EMC 和 EMS 测试项目则分别如下一、二：

Regulation

Test Frequency

Test Limit Test point

EN55022 30~230MHz

230~1000MHz 30dBuV at 10M

37dBuV at 10M EUT Whole Set

150~500KHz

(LISN) Quasi-Peak 66~56dBuV

Average 56~46dBuV AC Power Supply

0.5~5MHz

(LISN) Quasi-Peak 60dBuV

Average 46dBuV AC Power Supply

5~30MHz

(LISN) Quasi-Peak 60dBuV

Average 50dBuV AC Power Supply

150~500KHz

(ISN) Quasi-Peak 84~74dBuV

Average 74~64dBuV Telecom Signal Line

500KHz~30MHz

(ISN) Quasi-Peak 74dBuV

Average 64dBuV Telecom Signal Line

EN60555-2

EN60555-2 0~2KHz See Table 1 AC Power Supply

奇谐波 最大容许谐波电流 备谐波 最大容许谐波电流

3 2.30(A) 2 1.08(A)

5 1.14(A) 4 0.43(A)

7 0.77(A) 6 0.30(A)

9 0.40(A) & $\leq n \leq 40$ 0.23x8/n(A)

11 0.33(A)

13 0.21(A)

15 $\leq n \leq 39$ 0.15x15/n(A)

表一：各国 EMC 测试项目一览（余晓镒提供）

Regulation
Test Frequency
Test Limit Test point
IEC61000-4-2 15KV(Air Discharge) Enclosure
IEC61000-4-3
IEC61000-4-6 80~1000MHz
150KHz~80MHz 3V/M Enclosure
IEC61000-4-4 Pulse length 15ms± 20% 4KV(peak)5x50ns Signal/Control Lines
Pulse length 15ms± 20%
2KV(peak)5x50ns DC Power Supply
Pulse length 15ms± 20% 4KV(peak)5x50ns AC Power Supply
IEC61000-4-5 2Ω combination wave 2KV 1.2x50us Power line to line
2Ω combination wave 4KV 1.2x50us
Power line to ground
4Ω combination wave 4KV 1.2x50us
I/O Signal Lines
15Ω+(25xN) Ω 4KV 10x700us
Telecom Lines
IEC61000-4-11 Specific rating I/P power Dip 40%+70% of line
Power Line

表二：各国 EMS 测试项目一览（余晓镛提供）

以最低成本符合国际规范将成最大挑战

虽然以一般消费性电子资通讯产品而言，并没有特定类型产品的 EMI 会特别严重，不过以学理及经验来看，余晓镛指出交流供电产品的 EMI 问题会比直流供电产品严重，处理上也较为复杂；此外，多层板产品的 EMI 问题也会比层数少的产品较容易处理。

不过，对于台湾电子厂商面临的最大的 EMC 问题，余晓镛认为不在于技术而在于成本。因为在激烈的市场竞争下，产品成本是各家厂商最优先考量的重点，往往牺牲了技术上应有的设计考量来迁就成本要求，例如原本以四层板设计可获致最佳 EMI 抑制效果，就可能因成本考量而改用防治效果较差的两层板。

余晓镛表示，一般 EMC 防治成本约佔产品总体材料成本的 15%~10%，而这中间的空间就需要看设计者的经验来决定费用降低的幅度，所以如何在最低成本的艰困条件下，完成符合国际 EMC 规范的产品，将是未来台湾电子厂商的研发或 EMC 工程师所面临的最大的挑战与课题。

● 知识点滴

1. 电子产品要满足那些电磁兼容标准?

答：军用产品要满足 G J B 1 5 1 A - 9 7、G J B 1 5 2 A - 9 7 标准，民用设备要满足 G B 9 2 5 4、G B 6 8 3 3 等标准或行业内规定的有关标准。军用标准比民用标准严格得多。无论那一种标准，其测试都是十分复杂的，并对测试环境和设备有严格的要求，因此测试要到指定的实验室进行。

2. 为什么在有些进口样机中看到有些地线通过电容或电感接地?

答：为了使地线系统对于不同频率的信号呈现不同的地线结构。

3. 导致地线干扰问题的根本原因是什么?

答：地线的阻抗是导致地线问题的根本原因，由于地线阻抗的存在，当地线上流过电流时，就会产生电压，形成电位差，而我们在设计电路时，是假设地线上各点电位是相同的，地线电位是整个系统工作的参考电位，实际地线电位与假设条件的不同导致了各种各样的地线问题。

4. 什么是共模干扰和差模干扰？为什么有二种？

答：从干扰源发出的干扰泄漏到外部的途径、或者是干扰侵入到受干扰的设备中的途径，有电压、电流通过电源线或信号线的传导传输和靠电磁波在空间辐射传输二种途径。

电压电流的变化通过导线传输时有二种形态，我们将此称做“共模”和“差模”。设备的电源线、电话等的通信线、与其它设备或外围设备相互交换的通讯线路，至少有两根导线，这两根导线作为往返线路输送电力或信号。但在这两根导线之外通常还有第三导体，这就是“地线”。干扰电压和电流分为两种：一种是两根导线分别做为往返线路传输；另一种是两根导线做去路，地线做返回路传输。前者叫“差模”，后者叫“共模”。

5. 在电磁兼容领域，为什么总是用分贝（dB）的单位描述？10V 是多少 dB V?

答：因为要描述的幅度和频率范围都很宽，在图形上用对数坐标更容易表示，而 dB 就是用对数表示时的单位，10 V 是 20dB V。

问题解答

我们在广大读者的提问中选取具有代表性的问题，作为后期（问题解答）栏目中的问题。欢迎各位读者踊跃提出自己的问题，我们将有专家为您解答。

读者甲：在实际布线中，很多理论是相互冲突的；例如： 1. 处理多个模/数地的接法：理论上应该是应该相互隔离的，但在实际的小型化、高密度布线中，由于空间的局限或者绝对的隔离会导致小信号模拟地走线过长，很难实现理论的接法。我的做法是：将模/数功能模块的地分割成一个完整的孤岛，该功能模块的模/数地都连接在这一个孤岛上。再通过沟道让孤岛和“大”地连接。不知这种做法是否正确？ 2. 理论上晶振与 CPU 的连线应该尽量短，由于结构布局的原因，晶振与 CPU 的连线比较长、比较细，因此受到了干扰，工作不稳定，这时如何从布线解决这个问题？诸如此类的问题还有很多，尤其是高速 PCB 布线中考虑 EMC、EMI 问题，有很多冲突，很是头痛，请问如何解决这些冲突？多谢！

解答：1. 基本上，将模/数地分割隔离是对的。要注意的是信号走线尽量不要跨过有分割的地方(moat)，还有不要让电源和信号的回流电流路径(returning current path)变太大。 2. 晶振是模拟的正反馈振荡电路，要有稳定的振荡信号，必须满足 loop gain 与 phase 的规范，而这模拟信号的振荡规范很容易受到干扰，即使加 ground guard traces 可能也无法完全隔离干扰。而且离的太远，地平面上的噪声也会影响正反馈振荡电路。所以，一定要将晶振和芯片的距离尽可能靠近。 3. 确实高速布线与 EMI 的要求有很多冲突。但基本原则是因 EMI 所加的电阻电容或 ferrite bead，不能造成信号的一些电气特性不符合规范。所以，最好先用安排走线和 PCB 叠层的技巧来解决或减少 EMI 的问题，如高速信号走内层。最后才用电阻电容或 ferrite bead 的方式，以降低对信号的伤害。

读者乙：在高速设计中，如何解决信号的完整性问题？差分布线方式是如何实现的？对于只有一个输出端的时钟信号线，如何实现差分布线？

解答：信号完整性基本上是阻抗匹配的问题。而影响阻抗匹配的因素有信号源的架构和出阻抗(output impedance)，走线的特性阻抗，负载端的特性，走线的拓扑(topology)架构等。解决的方式是靠端接(termination)与调整走线的拓扑。差分对的布线有几点要注意，一是两条线的长度要尽量一样长，另一是两线的间距(此间距由差分阻抗决定)要一直保持不变，也就是要保持平行。平行的方式有两种，一为两条线走在同一走线层(side-by-side)，一为两条线走在上下相邻两层(over-under)。一般以前者 side-by-side 实现的方式较多。要用差分布线一定是信号源和接收端也都是差分信号才有意义。所以对只有一个输出端的时钟信号是无法使用差分布线的。

欢迎各位读者对我们的期刊提出改进意见和建议，
对想了解的知识问题提出来，以便我们后续改进。

如有什么技术问题也欢迎给我们回复邮件或者在
我们的技术支持网站——赛盛技术 (www.ses-tech.com)
提出，我们会有技术工程师专门在线解答，对于问题问
的比较多的，我们将在下一期中罗列出来统一解答！

欢迎你的来电和邮件垂询，希望“我们的努力，值
得你期待！”

我们将竭诚为您服务，打造一流的EMC技术服务！

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训推荐课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/tuijian/>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

手机天线设计培训视频课程

该套课程全面讲授了当前手机天线相关设计技术,内容涵盖了早期的外置螺旋手机天线设计,最常用的几种手机内置天线类型——如 monopole 天线、PIFA 天线、Loop 天线和 FICA 天线的设计,以及当前高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计;通过该套课程的学习,可以帮助您快速、全面、系统地学习、了解和掌握各种类型的手机天线设计,以及天线及其匹配电路的设计和调试...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/133.html>



WiFi 和蓝牙天线设计培训课程

该套课程是李明洋老师应邀给惠普 (HP)公司工程师讲授的 3 天员工内训课程录像,课程内容是李明洋老师十多年工作经验积累和总结,主要讲解了 WiFi 天线设计、HFSS 天线设计软件的使用,匹配电路设计调试、矢量网络分析仪的使用操作、WiFi 射频电路和 PCB Layout 知识,以及 EMC 问题的分析解决思路等内容。对于正在从事射频设计和天线设计领域工作的您,绝对值得拥有和学习!...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/134.html>



CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>