

附件 1:

EMC 设计分析与风险评估技术系列高级培训

课程介绍



一、前言

对于EMC，专门从业人员都会有比较深刻的认识，对于EMC在产品存活周期中的作用有较为深刻的了解。如果产品不能通过EMC标准或者一些EMC方面的法规，那么将会失去某些地区的市场，或者如果被检测机构发现产品不合格，公司将会有经济和声誉方面的损失，严重的将会负起法律方面的责任，同时，EMC在产品的整个生命周期都有体现。因此，EMC越早考虑，总的费用将会越低，耗费的时间也会越短，风险也将更低。很多公司都会有EMC早期介入的想法，但是实际情况却往往因为经验而力不从心。有两种方式可以解决企业在EMC方面的燃眉

之急：

方式一：将专业的工作交给专业的公司，让专业的EMC咨询专家参与产品的开发控制EMC设计过程，保证产品EMC设计结果。

方式二：让企业的开发工程师、EMC工程师接受EMC培训，使开发工程师本身就具备基本的EMC知识，并快速成长，在产品的设计过程中由开发工程师、EMC工程师直接将EMC设计融入到产品开发中。

二、何为 高级 EMC 培训

EMC培训是解决企业EMC人才短缺的最有效、最经济的方法，美国每年大约有一万多名工程师接受EMC技术培训。

EMC技术是一项公认实践性强，理论综合复杂的高端学科。传统的EMC基础培训教育都是从屏蔽接地，滤波等基础理论出发，讲述EMC基本原理，涉及产品具体的设计方法时，往往采用大篇的理论分析，出现理论与实践脱节，或者过分的偏重讲述一些零散的EMC设计措施，告诉你方法，但无法理解真正的EMC原理、不系统，学员也无法举一反三。这种培训认为是基础的EMC培训，学员可以学到了一些基础理论、EMC设计基本概念，

但总是理解不深，也无法实现方法在实践中灵活运用，所学的概念往往也无法对产品进行深入的分析、并解决问题。

而**高级EMC培训课程**一方面面向企业工程应用、面向资深工程人员、理论实践高度结合EMC的培训，另一方面他还具有如下特点：

- (1) 面向有经验的资深工程设计者与工程管理者，如高级硬件设计工程师、研发部经理、专业的EMC工程师等；
- (2) 课程必须是讲师本人经过多年的EMC设计、测试实践，而提炼出来的一些精华，直接面向产品，巧妙结合理论与实践，具有丰富的工程实用性，克服传统培训中理论与实践脱节的弊病，使学员通过培训后，就能够进行实践，解决实际问题；
- (3) 通过大量设计案例分析加深学员对方法的理解和应用能力；
- (4) 将抽象的概念用比喻、类比的方式解释，讲解深入浅出，变复杂为简单，使学习生动有效；
- (5) 培训过程生动，讲师表达方式通俗易懂，容易使学员沉浸在生动的讲座氛围中；
- (6) 对原有EMC的误解具有颠覆性的影响，使学员有“踏破铁鞋无觅处，得来全不费工夫”的感觉；
- (7) 让零散的EMC设计方法串联成一种：“套路”，犹如获得“武林秘籍”；

三、讲师介绍



郑军奇，知名EMC专家，EMC高级顾问，长期从事EMC理论与工程研究，具备丰富的EMC实践和工程经验。专注于各类医疗、民用、工业用、军用、汽车零部件产品的EMC标准、EMC测试设备、产品EMC设计方法、EMC测试方法、EMC诊断方法、EMC整改方法的研究。发表EMC相关论文数篇，拥有多项EMC专利。对于产品EMC设计方法的研究具有较深的造诣，研究成果涉及PCB、滤波、接地、屏蔽、接口电路等各个方面。如：

- 《结构 EMC 设计》
- 《接口电路 EMC 设计》 ，
- 《 PCB EMC 设计指导书》 ，
- 《产品接地设计指导书》 ，
- 《开关电源及变频器 EMI 设计》 ，
- 《产品 ESD 保护设计》 ，
- 《防护电路设计》 ，
- 《 RF 电路端口的 ESD 保护研究》 ，
- 《开关电源电源端口滤波电路设计》 ，
- 《手机. 无线通信设备的 EMC 设计》 ，
- 《通信设备 EMC 设计》 ，
- 《工业控制产品 EMC 设计》 ，
- 《便携式医疗. 家用电器 EMC 设计》 等

他是“**EMC设计风险评估法**”的**创始人**，“风险评估法”首次将产品的EMC设计提升到了方法论阶段，被广大企业的研发部门所采纳。他又是专业的EMC讲师，

数百场的EMC培训经验，受到企业与学员的高度评价，是[中国EMC工程应用领域培训领跑者](#)，培训实践性强、解析透彻、生动易懂是他培训的最大特点。同时，他也是：

- 国际无线电干扰特别委员会（IEC/CISPR）副主席
- 全国无线电干扰与标准化技术委员会，秘书长；
- 工信部国家信息技术紧缺人才认证（NITE）讲师。
- IEC、ISO 注册专家
- CISPR/S/AHG3 召集人

出版EMC专著有：

1. 《电磁兼容（EMC）测试与案例分析》2006 年
2. 《产品 EMC 设计风险评估(分析)法》2008 年
3. 《电磁兼容（EMC）测试与案例分析 第二版》2010 年
4. 《电磁兼容（EMC）测试与案例分析 第三版》2018 年
5. 《EMC TEST AND CASE STUDY》英文版 2018
6. 《EMC 设计分析方法与风险评估技术》2020 年

如下EMC国家标准的起草者：

序号	标准号	标准名称
1	GB/T 17799.1-2017	电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的抗扰度
2	GB/T 7343-2017	无源 EMC 滤波器件抑制特性的测量方法
3	GB/T 6113.201-2017	无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 2-1 部分：无线电骚扰和抗扰度测量方法 传导骚扰测量
4	GB/T 17626.3-2016	电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
5	GB/T 6113.203-2016	无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 2-3 部分：无线电骚扰和抗扰度测量方法 辐射骚扰测量
6	GB/T 6113.101-2016	无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 1-4 部分：无线电骚扰和抗扰度测量设备 测量设备
7	GB/T 6113.104-2016	无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 1-4 部分：无线电骚扰和抗扰度测量设备 辐射骚扰 测量用天线和试验场地
8	GB 4824-2013	工业、科学和医疗（ISM）射频设备骚扰特性限值和测量方法
9	GB/Z 17624.2-2013	电磁兼容 综述 与电磁现象相关设备的电气和电子系统实现功能安全的方法
10	GB/Z 6113.205-2013	无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 2-5 部分：大型设备骚扰发射的现场测量
11	GB/Z37150 -2018	EMC 可靠性风险评估导则
12	GB/T38659.1 -2020	EMC 风险评估 第 1 部分：电子电气设备

四、EMC 设计分析方法与风险评估技术

1、课程简介

本课程主要是基于国家标准 GB/T38659.1-2020 EMC 风险评估 第1部分：电子电气设备全面解读并传授“EMC 设计分析方法和风险评估技术”，EMC 风险评估技术号称 EMC 设计的武林秘籍。这种技术方法在产品开发流程融合在一起，通过培训并掌握该技术后，设计者能使所设计的产品通过 EMC 测试，正确使用该方法能将产品在第一轮或第二轮设计时，就通过所有的 EMC 测试，即通过率在产品第一轮设计时为 90%，第二轮时为 100%。其中 EMC 设计的核心过程包括：

- (1) “产品的机械结构构架 EMC 设计风险评估技术”，讲述如何从产品的机械结构构架来分析产品的 EMC 设计 并对现有的设计方案或产品进行 EMC 风险评估；
- (2) “电路原理图 EMC 设计及 PCB EMC 设计”，讲述如何对电路原理图进行 EMC 设计，PCB 进行 EMC 设计，并对现有的设计方案或原理图进行 EMC 风险评估；
- (3) “PCB 布局布线 EMC 风险评估方法与审查技术”，是讲述针对特定的原理图如何进行 PCB 设计，如何对 PCB 布局布线建议落实情况的进行检查，并对现有的设计方案或 PCB 进行 EMC 风险评估；

本课程是老师近 20 年来《EMC 设计与案例分析》课程与《高级 PCB-EMC 设计》课程的浓缩版，取这两门课程的精华，浓缩提炼后而形成的高级培训课程，课程讲解通俗易懂、生动受用、并面向工程实践、解决问题和理论解读是本课程的最主要目标，学员学习后不但能解决自己产品的 EMC 设计缺陷，还能举一反三，再次设计新的产品并达到良好的 EMC 效果。《EMC 设计与案例分析》课程与《高级 PCB-EMC 设计》课程已经在过去的几年中得到了学员的高度评价，此课程的推出，将再次把 EMC 培训领入一个新的高地。

另外，课程也配合大量的 EMC 设计案例，通过 EMC 案例的分析，向学员介绍有关 EMC 的实用设计与诊断技术，减少设计人员在产品的设计与 EMC 问题诊断中误区。同时通过案例说明 EMC 设计原理，让学员更好的理解 EMC 设计精髓。本课程案例多、生动、直观、想象与原理精密结合。。

培训中首创提出的“EMC 风险评估技术”将 EMC 设计提高到方法论阶段，它把零散的 EMC 设计技术点融合在一起形成一种 EMC 设计的套路，系统的指导产品设计，并形成一种新的产品 EMC 合格评定方法。

风险评估技术是建立在产品 EMC 设计分析方法的基础上，利用通用的风险评估手段，按风险评估的程序，划分风险等级、建立产品设计理想模型（其中理性模型可以分为产品架构 EMC 设计理想模型和产品 PCB 设计理想模型）、确定风险要素，再根据产品实际设计的信息与理想模型中所有的风险要素进行比较，以识别产品 EMC 设计风险，最终获得产品的 EMC 风险等级，EMC 风险等级用来表明产品应对 EMC 测试的通过概率 或产

品在实际应用中出现故障的概率。这个评估手段及得到的结果可以直接用来对产品进行 EMC 合格评定。

产品的 EMC 设计风险评估技术一般包括两个组成部分：

- ✓ 产品的机械结构构架的 EMC 设计风险评估；
- ✓ 电路板设计的 EMC 风险评估。

正确使用 EMC 设计风险评估，将揭开产品 EMC 性能的黑盒，可以无需 EMC 测试而对产品进行 EMC 性能进行评价或合格评定，也可以与 EMC 测试结果结合对产品进行综合的 EMC 评价和合格评定，也可以作为产品进行正式 EMC 测试之前的预评估，以降低企业研发测试成本。

产品的设计者或使用着，如果使用正确的 EMC 风险评估技术，就可以清楚的看到被评估产品在 EMC 方面存在的优点、缺陷与风险，而且通过对优点、缺陷与风险的分析和评估，可以预测产品 EMC 测试的通过率，也可以评价产品在其生命周期中的 EMC 表现。

2、本课程特点：

- 全面解读产品的 EMC 设计，如结构设计、屏蔽电缆处理、电源端口滤波电路设计和参数选择、防雷击和浪涌设计， PCB layout 设计；
- 案例多，从案例分析引出产品设计方法；
- 课程讲述的风险评估技术可以成为一种产品 EMC 测试成败的评估方法。
- 讲述生动易懂、受用、面向工程实践。
- 全面解读 EMC 风险评估技术。

3、 课程大纲

EMC 设计分析与风险评估技术	
第一篇：EMC 基础及风险评估技术 (3 小时)	1. 风险评估概念与意义 2. 风险评估程序与流程 3. 辐射发射测试实质及原理 4. 传导发射测试与原理 5. 抗扰度测试与原理 6. EMC 设计理论基础
第二篇：产品结构 设计 EMC 分析方法 (3 小时)	1. 产品 EMC 分析机理 2. 产品抗扰度设计分析技术 1) 产品架构抗干扰设计 EMC 分析机理 2) 电缆对产品抗干扰性能的重要性 3) 电缆对产品抗扰度的分析方法 4) 电缆屏蔽的抗干扰分析技术 • 屏蔽电缆工作原理

	<ul style="list-style-type: none"> • 电缆屏蔽效果分析方法（屏蔽层的接地方法） <p>5) 产品抗干扰屏蔽设计分析方法</p> <p>6) 产品抗干扰设计与接地分析技术</p> <ul style="list-style-type: none"> • 金属外壳产品如何处理外壳与电路板地之间的关系分析 • 塑料外壳的接地分析技术 • 如何利用金属板提高产品的抗干扰能力 <p>7) 电缆在 PCB 中的位置对产品抗干扰影响的机理</p> <p>8) 电缆位置影响共模电流流向原理分析</p> <p>9) 电缆/连接器在产品中的位置的设计要求</p> <p>10) 产品内部的互连连接与抗干扰的影响分析技术</p> <p>3. 产品的 EMI 设计分析技术</p> <p>1) 如何从产品的机械结构构架评估产品 EMI</p> <ul style="list-style-type: none"> • 机械结构构架与传导骚扰 • 机械结构构架与辐射发射 • 接地、浮地、隔离与产品 EMI <p>2) 产品架构 EMI 设计分析机理</p> <p>3) 电缆对产品 EMI 性能的重要性</p> <p>4) 电缆对产品 EMI 的分析方法</p> <p>5) 电缆屏蔽的 EMI 分析技术</p> <ul style="list-style-type: none"> • 屏蔽电缆 EMI 抑制作用的工作原理 • 电缆屏蔽 EMI 效果分析方法（屏蔽层的接地方法） <p>6) 产品 EMI 屏蔽设计分析方法</p> <p>7) 产品 EMI 设计与接地分析技术</p> <ul style="list-style-type: none"> • 金属外壳产品如何处理外壳与电路板地之间的关系分析 • 塑料外壳的接地分析技术 • 如何利用金属板提高产品的 EMI 水平 <p>8) 电缆在 PCB 中的位置对产品 EMI 影响的机理</p> <p>9) 电缆位置影响 EMI 共模电流流向原理分析</p> <p>10) 电缆/连接器在产品中的位置的设计要求</p> <p>4. 产品机械结构构架 EMC 问题案例分析</p> <ul style="list-style-type: none"> • 案例分析 1 • 案例分析 2 • 案例分析 3 <p>5. 产品结构设计 EMC 要素的提取</p> <p>6. 产品结构设计 EMC 理想模型的创建</p>
<p>第三篇：原理图和 PCB 的 EMC 分析方法</p> <p>（3 小时）</p>	<p>1. 电路原理图与 PCB 板的 EMC 问题形成机理</p> <ul style="list-style-type: none"> • PCB 中的抗干扰电流路径及干扰形成原理分析 • PCB 板中的 EMI 电流路径分析 <p>2. 原理图 EMC 分析</p> <ul style="list-style-type: none"> • 原理图 EMC 分析机理 • 信号线和器件 EMC 属性分析(将电路原理图进行 EMC 描述) • 地分类与设计分析 • 滤波分析 • 接口电路中的抑止技术

	<ul style="list-style-type: none"> ● 去耦分析 ● 特殊信号处理分析 ● 互联 EMC 分析 <p>3. PCB layout 的 EMC 分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ● PCB 的 EMC 分析机理原理 ● PCB 的 EMC 地阻抗 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 完整地平面的阻抗的作用与设计方法 ▪ 过孔、裂缝及其对地平面阻抗的影响 ▪ 地平面延申的作用与设计方法 ● 连接器对地阻抗的影响 ● PCB 的 EMC 分析与串扰 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 产品中串扰分析 ▪ 产品中串扰抑制方法 ▪ 产品中哪些信号之间需要考虑串扰问题 ▪ 产品中避免串扰的设计技术 ▪ 串扰案例分析 1 ▪ 串扰案例分析 2 <p>4. 产品 PCB 设计 EMC 要素的提取</p> <p>5. 相关 PCB 设计案例分析</p>
<p>第四篇：产品设计 EMC 风险评估技术 (3 小时)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 结构 EMC 设计理想模型及风险评估要素形成 2. 结构 EMC 设计评估要素风险影响程度等级与风险分类 3. 产品机械构架 EMC 设计风险识别 <ul style="list-style-type: none"> ● 产品机械构架 EMC 设计风险评估要素关键信息 ● 产品机械构架 EMC 设计风险识别过程 4. 原理图与 PCB 的 EMC 设计理想模型及风险评估要素形成 5. 原理图与 PCB 的 EMC 设计评估要素风险影响程度等级与风险分类 6. 原理图和 PCB 的 EMC 设计风险识别 <ul style="list-style-type: none"> ● 原理图和 PCB 的 EMC 设计风险评估要素关键信息 ● 原理图和 PCB 的 EMC 设计风险识别过程 7. 整机抗干扰 EMC 设计风险评价与等级确认 8. 整机 EMI 设计风险评价与等级确认 9. EMC 风险评估技术应用 10. 系统级 EMC 风险评估的实现 11. EMC 设计风险评估的优点与技术展望 12. 未来的产品 EMC 评价模式设想 13. 风险评估标准的应用 14. EMC 风险评估在企业研发过程中的应用