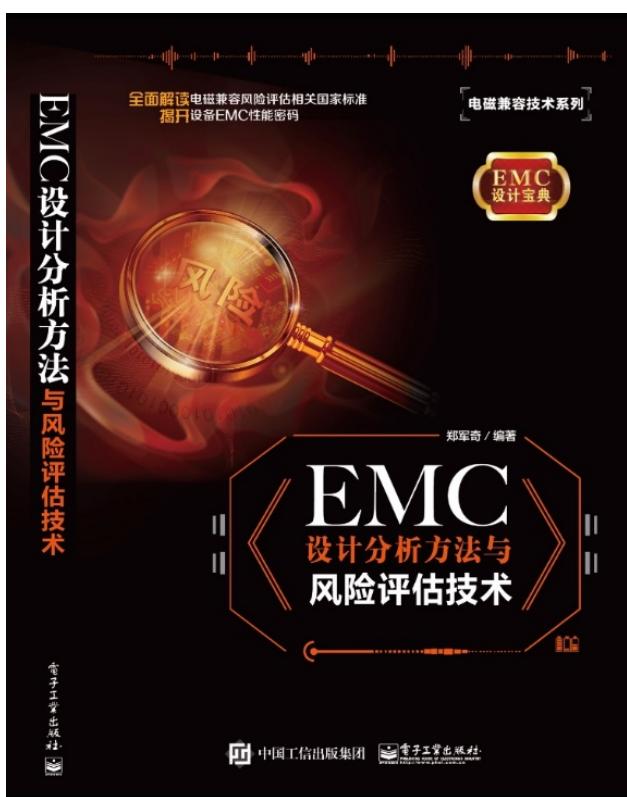


## 附件 1:

# 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理解。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，解决实际工作中的问题；
- (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 PCBEMC 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、生动实用、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者，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、实用、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	
<b>第一篇：EMC 基础及风险评估技术 (3 小时)</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 风险评估概念与意义</li><li>2. 风险评估程序与流程</li><li>3. 辐射发射测试实质及原理</li><li>4. 传导发射测试与原理</li><li>5. 抗扰度测试与原理</li><li>6. EMC 设计理论基础</li></ol>
<b>第二篇：产品结构设计 EMC 分析方法 (3 小时)</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 产品 EMC 分析机理</li><li>2. 产品抗扰度设计分析技术<ol style="list-style-type: none"><li>1) 产品架构抗干扰设计 EMC 分析机理</li><li>2) 电缆对产品抗干扰性能的重要性</li><li>3) 电缆对产品抗扰度的分析方法</li><li>4) 电缆屏蔽的抗干扰分析技术<ul style="list-style-type: none"><li>• 屏蔽电缆工作原理</li></ul></li></ol></li></ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 电缆屏蔽效果分析方法（屏蔽层的接地方法）</li> </ul> <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"> <li>● 金属外壳产品如何处理外壳与电路板地之间的关系分析</li> <li>● 塑料外壳的接地分析技术</li> <li>● 如何利用金属板提高产品的抗干扰能力</li> </ul> <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"> <li>● 机械结构构架与传导骚扰</li> <li>● 机械结构构架与辐射发射</li> <li>● 接地. 浮地. 隔离与产品 EMI</li> </ul> <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"> <li>● 屏蔽电缆 EMI 抑制作用的工作原理</li> <li>● 电缆屏蔽 EMI 效果分析方法（屏蔽层的接地方法）</li> </ul> <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"> <li>● 金属外壳产品如何处理外壳与电路板地之间的关系分析</li> <li>● 塑料外壳的接地分析技术</li> <li>● 如何利用金属板提高产品的 EMI 水平</li> </ul> <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"> <li>● 案例分析 1</li> <li>● 案例分析 2</li> <li>● 案例分析 3</li> </ul> <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><b>第三篇：原理图和 PCB 的 EMC 分析方法</b> (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"> <li>● PCB 中的抗干扰电流路径及干扰形成原理分析</li> <li>● PCB 板中的 EMI 电流路径分析</li> </ul> <p>2. 原理图 EMC 分析</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 原理图 EMC 分析机理</li> <li>● 信号线和器件 EMC 属性分析(将电路原理图进行 EMC 描述)</li> <li>● 地分类与设计分析</li> <li>● 滤波分析</li> <li>● 接口电路中的抑止技术</li> </ul>

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