

## <<电子设备的电磁兼容性设计理论与实践>>

### 图书基本信息

书名：<<电子设备的电磁兼容性设计理论与实践>>

13位ISBN编号：9787121104183

10位ISBN编号：7121104180

出版时间：2010-3

出版时间：电子工业出版社

作者：区健昌 编

页数：497

版权说明：本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问：<http://www.tushu007.com>

## 前言

我国加入WTO和实施强制产品EMC认证制度以来,电磁兼容的重要性和必要性已被普遍接受。但是目前国内大多数电子工程师面对实际的设计任务时,仍然需要花费较大的精力去解决电磁兼容性的设计和工程问题;仍然需要不断提高和改进电磁兼容性的设计和工程能力。

目前,国内电子行业的电磁兼容设备和测试水平普遍偏低,缺少必要的现场测试、诊断手段和能力,无法在本单位进行电磁兼容的预测试或查找故障的测试。

面对国际电子市场竞争的局面,这确实是个很遗憾的事实。

现在,进入了信息时代的今天,几乎所有的工程设计都与电子设备有关,技术人员设计的产品能否达到电磁兼容规范要求,已经成为衡量现代工程技术人员能否胜任技术工作的重要标志之一。

对第一线工程技术人员而言,不断提高电磁兼容设计能力,是适应不断发展的工业化、信息化的形势要求,是提升自身价值的出类拔萃之道。

编撰本书的目的就是希望提供一本能满足广大读者自学要求的实用电磁兼容设计教材。

为此,我们在2003版《电子设备的电磁兼容性设计》专著的基础上,广泛查阅、收集近年来国内外电磁兼容领域各方面的最新发展成果、动向和趋势,并结合新形势下从事科技项目的实践成果及经验,重新编写了这本《电子设备的电磁兼容性设计理论与实践》专著。

本版比《电子设备的电磁兼容性设计》专著有很大改动,全体编委都夜以继日地工作,有些章节更新的内容甚至达到总量的50%以上。

《电子设备的电磁兼容性设计理论与实践》专著的编委会由6人组成:区健昌教授任主编;林守霖研究员、吕英华教授博导任副主编。

冯桂山高工、刘利华高工、孙明云副教授任编委。

全书共12章。

简述如下。

### 第1章:绪论。

本章从电磁兼容一个多世纪的发展简史和主要国际组织机构开始,进而阐述电磁兼容学科和研究对象,其中特别对近期修订的GJB1389A-2005(《系统电磁兼容性要求》)规范中的电磁环境效应做了介绍。继而,对电磁兼容的研究方法和产品质量的认证体系进行了阐述。

### 第2章:电子设备电磁兼容设计原理。

本章全面阐述了现代的电子设备和电子系统设计的信号完整性、电磁兼容性、电子设备电磁兼容设计的内容及原理。

特别是,本版明确地提出了“模板式的”电磁兼容分析和设计的理念,并且把这一理念贯穿到整章的撰写中,比较细致地介绍了分析各层次电磁兼容工程问题所需要的基本的理论模板。

处理电磁兼容工程问题与处理电磁理论问题不同,更需要抓住主要矛盾、忽略次要矛盾的影响因素,采用简化的工程处理方法。

实现这个理念的关键是采用模板分析方法,也就是利用本章给出的基本理论模板用到实际问题中去,将实际问题对应为理论模板和具体数据的集成体,在理解物理现象的基础上找到设计和分析的结论。

相信经过本章的阅读,读者能喜欢模板式的分析建模方法。

## <<电子设备的电磁兼容性设计理论与实践>>

### 内容概要

阐述了电磁兼容学科的基本理论、研究方法和设计原理；元件、设备、系统内部和系统间的设计与控制技术，对电磁兼容工程中的屏蔽、滤波、接地、PCB板、布线和接续等抑制技术进行了详尽分析和工程计算、举例，静电、雷电和电磁脉冲所涉及的电磁兼容防护理论、工程计算和实际举例；电磁兼容测量原理、诊断和标准测试方法，各种测量仪器性能和各种军民测量标准；电磁兼容性的故障诊断理论、监测技术与干扰识别、故障案例。

《电子设备的电磁兼容性设计理论与实践》的特色是电磁兼容学科涉及的面广且深，理论与实践紧密结合，与科技发展相同步。

《电子设备的电磁兼容性设计理论与实践》可作为高等院校相关专业本科生和研究生教材，电子工程技术设计人员的参考书，也非常适宜作为电子工程技术培训教材。

## 作者简介

区健昌，教授，1958年毕业于北京理工大学电子工程系。早期从事电磁兼容研究，重点为EMI滤波器领域的研究工作。2002年主编《电子设备的电磁兼容性设计》，在国内外刊物上发表过论文50余篇。曾获《高性能小型电源滤波器》等六项专利和多项北京市科技进步奖，其中《高性能小型电源滤波器》1991年被国家专利局评定为国家专利。1997年载入英国剑桥国际传记中心的《（国际名人辞典）（二十五版）》、1998年载入国家人事部《中国专家人名辞典》（第八卷）。1996年3月退休。曾任北京理工大学产业总公司总工、北京理工高科技孵化器副主任等。中国电子学会高级会员。现任北京电子电器学协会电磁兼容分会会长、北京电子学会生产技术委员会副主任。

## 书籍目录

第1章 绪论1.1 电磁兼容发展简史1.2 电磁兼容的主要国际组织和机构1.3 电磁兼容学科和研究对象1.3.1 电磁脉冲与电磁环境效应1.3.2 雷电 (Lightning) 1.3.3 强电磁脉冲 (EMP) 1.3.4 静电放电 (ESD) 1.3.5 开关操作1.3.6 对电气、电子设备或元器件造成的危害1.3.7 研究所涉及的领域1.4 EMC的研究方法1.4.1 EMC设计方法的演变1.4.2 EMI的预测和分析1.4.3 EMC设计的有效性1.4.4 EMI的控制技术1.4.5 EMC的仪器与测量技术第2章 电子设备电磁兼容设计原理2.1 电子设备电磁兼容设计的内容及采用的方法2.1.1 21世纪的电子信息设备的电磁兼容2.1.2 保证设备级的电磁兼容性2.1.3 保证综合系统和系统级的电磁兼容性2.1.4 保证业务级的电磁兼容性2.2 常见的电磁干扰源及特性2.2.1 自然界存在的电磁干扰源2.2.2 人为的电磁干扰源2.2.3 干扰源的频谱评估2.3 电磁干扰作用途径及分析方法2.3.1 辐射干扰2.3.2 传导干扰2.4 保证电磁兼容性的方法2.4.1 在不同等级上保证电磁兼容性的方法2.4.2 减小导线之间的耦合2.4.3 接地2.4.4 屏蔽与滤波第3章 电子电气系统电磁兼容性分析和设计3.1 系统电磁兼容性概述3.1.1 电磁兼容性设计的依据3.1.2 电磁兼容性设计的主要原则3.1.3 电磁兼容性问题的处理和设计方法3.1.4 系统设计的任务3.2 谱域分析和系统间电磁兼容性3.2.1 发射机功率谱函数数学模型3.2.2 接收机响应谱函数数学模型3.2.3 天线增益函数数学模型3.2.4 馈线损耗3.3 环境电磁场及安全界限值3.3.1 接收系统的环境电磁场3.3.2 发射系统的环境电磁场3.3.3 电磁波安全界限值3.4 频谱控制和尖峰脉冲控制3.4.1 频谱分析与控制3.4.2 尖峰脉冲控制3.5 电源的电磁兼容性要求3.5.1 系统对电源干扰的限制性要求3.5.2 一次电源系统特性要求3.6 系统内不可控噪声电平3.6.1 系统地线干扰指标和分配方法3.6.2 系统地线干扰噪声的测量3.7 电磁干扰隔离度和布局3.7.1 发射机与接收机的隔离度3.7.2 接收机通道隔离度3.7.3 系统内其他设备之间的隔离度3.7.4 装备和电子设备的布局3.8 接地、布线、屏蔽总体方案3.9 电子、电气系统的防雷措施3.9.1 避雷针结构3.9.2 避雷针引下线和接地3.9.3 对感应雷的防护第4章 电子设备电磁屏蔽的设计4.1 概述4.2 电场屏蔽4.2.1 静电屏蔽4.2.2 交变电场屏蔽4.3 磁场屏蔽4.3.1 静磁屏蔽4.3.2 低频磁场屏蔽4.4 电磁屏蔽4.4.1 电磁辐射干扰源4.4.2 屏蔽效能的计算4.5 电磁屏蔽材料4.5.1 屏蔽用金属材料4.5.2 缝隙屏蔽材料4.5.3 薄膜屏蔽材料4.5.4 通风孔屏蔽材料4.5.5 观察窗屏蔽材料4.5.6 引线孔的屏蔽材料第5章 EMI电源滤波器的防护设计5.1 电网的电源干扰5.2 开关电源的干扰5.3 噪声源的等效电路5.3.1 三线制输入端的开关电源噪声5.3.2 开关电源输出端噪声5.3.3 二线制输入端的开关电源噪声5.3.4 噪声源等效电路的输入阻抗5.4 EMI电源滤波器插入损耗的理论计算方法5.4.1 插入损耗的定义5.4.2 电源滤波器一般常用的典型电路5.4.3 共模插入损耗的推导5.4.4 差模插入损耗的推导5.4.5 理论计算与实测结果5.4.6 高频参数的修正5.5 EMI电源滤波器插入损耗的工程计算方法5.5.1 理论计算公式5.5.2 工程应用5.5.3 应用步骤5.5.4 设计举例5.6 EMI输入滤波器的稳定性问题5.6.1 并联阻尼滤波器5.7 EMI滤波器中的滤波电感5.7.1 共模扼流圈5.7.2 差模扼流圈5.7.3 整流滤波电感5.8 EMI滤波器标准和测量方法5.8.1 EMI滤波器的标准5.8.2 插入损耗的测量方法5.8.3 EMI电源滤波器实际的输入、输出负载5.9 EMI滤波器的正确选择和使用5.9.1 具体电路分析5.9.2 额定电流与环境温度5.9.3 耐压、泄漏电流与安全5.9.4 正确安装方法5.10 EMI滤波器的发展趋势5.10.1 模块电源EMI滤波器向小型化和功能复合化方向发展5.10.2 X2Y平衡式MLCC电容滤波器5.10.3 常规连接器向带有滤波或压敏功能的连接器方向发展5.11 简易的共/差模分离方法第6章 电子电气设备接地设计6.1 基本概念6.1.1 接地是电路的组成部分6.1.2 接地建立基准电平6.1.3 地线干扰分析6.2 克服地线干扰的主要方法6.2.1 克服差模干扰的有效方法6.2.2 克服共模干扰的主要方法6.2.3 地线的天线效应引起的电流6.2.4 接地电位差干扰的抑制方法6.2.5 安全接地6.3 接地系统设计实例6.3.1 接地系统设计几项主要要求6.3.2 接地线截面积选择6.3.3 供电配电箱接地6.3.4 复杂电子设备的接地6.3.5 供电接地、电子设备接地、避雷接地的相互关系6.4 搭接6.4.1 搭接的类型6.4.2 搭接片的设计6.4.3 搭接面的处理6.4.4 搭接技术的一般原则6.4.5 搭接电阻要求6.5 接地综合性问题分析6.5.1 接地平面电位的平坦度6.5.2 地线汇总点的确定6.5.3 地面装备 (设备) 接地电阻6.5.4 军用装备和民用设备接地要求的差别6.5.5 高压设备接地和数字设备防静电接地的特殊要求第7章 电子电气设备的布线和接续设计7.1 线间串扰分析7.1.1 电容耦合产生的干扰7.1.2 电感耦合产生的干扰7.1.3 减小线间耦合的一种方法7.2 屏蔽线的磁屏蔽和电磁屏蔽作用及地回路的形成7.2.1 屏蔽层的磁屏蔽7.2.2 地回路干扰的形成7.2.3 电磁辐射和同轴电缆屏蔽7.3 电子设备常用线型7.3.1 屏蔽线7.3.2 双绞线7.3.3 同轴电缆7.4 工程上布线、布缆方法7.5 接续设计7.5.1 滑动连接装置7.5.2 电连接器应用7.5.3 转接箱 (信号分配器) 接续设计7.6 布线电磁兼容

性工程应用和分析7.6.1 电缆对中辐射发射RE102指标的影响7.6.2 电缆满足GJB151A标准中CS114、CS115、CS116指标的电磁兼容性设计7.6.3 互连电缆对电子设备间电磁干扰隔离度的影响7.6.4 电缆屏蔽层的终端连接法7.6.5 采用印制母板布线替代电子设备布线第8章 高速印制电路板的电磁兼容设计8.1 电子信息设备电磁兼容性设计与信息安全8.1.1 概述8.1.2 电子设备电磁兼容设计思想8.2 高速印制电路板设计基础8.2.1 电磁兼容设计要考虑的带宽和等效电路8.2.2 印制线条及电路的高频参数计算8.2.3 决定多层印制电路板的布线安排8.2.4 高速印制电路板的接地设计8.2.5 高速电路板布线的其他方法8.3 数字电路的电容设计8.3.1 开关电路供电的特点和解决方案8.3.2 电容器的自谐振频率8.3.3 数字电路电源系统电容的设计方法8.3.4 数字电路电源系统设计遇到的实际问题8.4 时钟电路的电磁兼容设计8.4.1 概述8.4.2 时钟电路设计方法8.4.3 时钟电路的电磁兼容设计举例8.4.4 时钟电路印制线条的布线方法8.4.5 减小时钟电路辐射的方法8.4.6 时钟电路引起的串音、保护线的安排8.4.7 时钟线条终端方法8.5 I/O电路及背板和连接器的设计8.5.1 连接器设计的基本概念8.5.2 I/O电路、背板和连接器设计的一般原理8.5.3 印制电路板到背板的连接设计8.5.4 插板到插槽的阻抗控制8.5.5 I/O电路与背板和连接器设计的经验方法8.5.6 多层印制电路板电磁兼容设计的理论方法第9章 静电、静电测量和静电防护9.1 静电的产生9.1.1 静电产生的机理9.1.2 静电产生方式9.1.3 静电的屏蔽性9.1.4 电子产品敏感特性9.2 静电放电(ESD)试验模型9.2.1 人体模型9.2.2 带电器件模型9.2.3 电场感应模型9.3 危害9.3.1 引起爆炸和火灾9.3.2 给人以电击9.3.3 妨碍生产9.3.4 对电子产品的影响9.4 测量9.4.1 电子元器件静电放电(ESD)敏感度测量9.4.2 电子设备静电放电(ESD)敏感度试验9.5 静电放电(ESD)的防护9.5.1 一般措施9.5.2 仪器和设备的防静电放电(ESD)措施9.5.3 软件防静电放电(ESD)措施第10章 雷电及电磁脉冲的防护技术10.1 雷电基础知识10.1.1 雷电形成的物理过程10.1.2 雷电活动规律10.2 雷电及电磁脉冲的物理特性10.2.1 雷电流波形及一般物理特性10.2.2 雷电电磁脉冲的频谱分析10.2.3 电磁脉冲的波形和频谱10.2.4 雷电及电磁脉冲的传播途径10.3 雷电电磁脉冲的物理效应和电磁效应10.3.1 电磁脉冲对器件或系统(设备)的电磁效应10.3.2 电磁脉冲对地下长传输电缆的影响10.3.3 对供电线的影响10.4 雷电和电磁脉冲的防护原理10.4.1 接闪10.4.2 屏蔽10.4.3 均压(等电位)10.4.4 接地和接地电阻10.5 过压保护原理及其器件10.5.1 过压保护原理10.5.2 过压保护器件(SPD)10.6 雷电、电磁脉冲防护技术的应用10.6.1 关于防雷规范的讨论10.6.2 接闪器10.6.3 地网10.6.4 防雷器总体要求10.6.5 电源防雷器的要求和安装10.6.6 信号防雷器要求10.6.7 防护技术应用第11章 电磁兼容性测量及测量标准11.1 电磁兼容性测量的基本概念11.1.1 电磁干扰形成原因11.1.2 电磁辐射的基本概念11.1.3 几种电磁兼容测量量纲及换算关系11.2 电磁兼容性测量需要的主要仪器和设备11.2.1 接收设备11.2.2 信号发生器11.2.3 功率放大器11.2.4 使用电子测量仪器注意事项11.2.5 电磁兼容性测量辅助设备11.2.6 电磁兼容性测量设施11.3 电磁兼容性性能预测试11.3.1 电磁干扰产生的根源11.3.2 干扰信号的频谱11.3.3 电磁兼容性性能预测试11.3.4 电磁干扰诊断方法举例11.3.5 辐射诊断测量注意事项11.4 电磁兼容性基本测量方法11.4.1 电磁辐射发射测量系统(RE)(电磁骚扰或辐射骚扰)11.4.2 电磁辐射敏感度测量系统(RS)(电磁抗扰度)11.4.3 传导发射测量系统(CE)(传导骚扰)11.4.4 传导敏感度测量系统(CS)11.5 电磁兼容性测量仪器和附件的校准11.5.1 电磁干扰测量系统的校准11.5.2 天线的校准11.5.3 电流探头传输阻抗校准方法11.5.4 电流注入探头插入损耗校准方法11.5.5 电源阻抗稳定网络校准11.6 电磁兼容性测量不确定度分析11.6.1 不确定度分析的基本概念11.6.2 EMI测量不确定度分析11.6.3 电磁敏感度测量不确定度分析11.7 电磁兼容性标准概况第12章 电磁兼容性故障诊断12.1 概述12.2 电磁兼容性故障矩阵12.2.1 故障矩阵原理12.2.2 不同分系统故障矩阵元素的分析12.2.3 电磁兼容性故障矩阵的综合分析12.3 电磁兼容性故障树——排除法12.3.1 故障树建立和分析的一般方法12.3.2 电磁兼容性故障树12.3.3 故障机理的排除法12.4 电磁兼容性故障监测与干扰识别12.4.1 潜在故障监测和设计改进12.4.2 显性故障的监测和分析12.4.3 电磁干扰识别12.5 电磁兼容性故障相似类比法和故障案例12.5.1 故障案例的收集及案例内容12.5.2 故障案例的录入和检索12.5.3 专家系统故障诊断12.6 电磁兼容性故障诊断综述附录参考文献

## 章节摘录

3. 电子设备内部的干扰源 电子设备内部电路及器件在工作时也会辐射电磁波产生电磁干扰。这种电磁辐射一方面会传送到电子设备之外并对其他设备造成干扰影响, 另一方面也会在自己内部电路上产生干扰影响其他部件的工作, 使电子设备的功能变坏, 使稳定性变差。特别是在有数字器件的电子电路中, 高速度的数字逻辑元件都是产生噪声和干扰的原因。

## (1) TTL的开关噪声。

TTL逻辑元件工作时, 逻辑状态变化时电流发生很大变化, 这个开关电流的成分中包含有几十到几百兆赫的高频成分, 它是引起噪声的重要原因。

这些噪声引起的高频电流通过电源和接地的渠道对其他电路产生影响。

对于TTL逻辑元件本身来讲也极易遭受噪声的影响, 一般地讲2V、20ns的由低到高的噪声就足以使TTL逻辑器件发生误动作。

TTL电路所产生的须状噪声约为0.5~1.5V, 宽度5~10ns。

## (2) 动态RAM。

动态RAM(DRAM)体积小, 速度快, 功耗小, 性能价格比非常优越。

DRAM的存储单元是电容器, 利用电荷存储数位信息, 读出信息时电容器上的电荷就转移到位读出线上, 再经放大器放大, 同时再对该电容器充电以便再度储存电荷, 保存曾经读过的逻辑值。

由于电路总会有漏电, 电容的电荷有衰减, 就必须定期再生, 所以, DRAM是以电容器放电为基础的部件。

DRAM的快速的电容器充放电电流的峰值为100mA, 频率可达100MHz, 因此能够经过电源线和接地线产生串扰和公共阻抗噪声。

## (3) 电源和接地。

在电子设备中通常采用直流电源, 而电网上提供交流电源, 所以要采用一定的电子设备产生直流电源。

这些电源设备会把电网中的高频噪声或电源设备工作中的电磁噪声经直流通路传送到电子电路上造成干扰。

同时, 电子电路中的数字器件和高频器件工作时也会产生噪声, 也会经电源和接地通路对其他部件产生干扰。

此外, 现代的电子设备内部供电也常采用分散供电的方式, 电源投入的过渡过程, 负载变化都会导致电流快速脉冲的发生。

在电子设备中, 接地系统呈现极为复杂的状态, 其原因有如下方面: 电子设备中有各种功能的接地系统, 安全地、信号地、电源地、数字地、模拟地和浮置地等。

电子设备的接地系统往往参与信号传输和工作过程, 特别是在印制电路板中, 接地回路是许多电子电路的公共回流通道。

电子设备中的接地系统流过具有大带宽高频电流, 并且应该具有最小的阻抗。

## (4) 振荡器件及变压器。

电路中的晶体振荡器工作时向周围辐射高频电磁波, 变压器工作时也会有电磁辐射发生。

## (5) 静电放电和输入/输出端的干扰。

由于摩擦, 特别是人体的运动, 会产生很高的静电电压, 从而引发静电放电。

静电放电会经过不完善的屏蔽进入到电子设备内部对内部电路产生干扰甚至毁坏器件。

输入/输出端连接外部设备, 经过信号线, 外界的电磁干扰就通过连接器进入电子设备内部产生干扰。

实际上电子设备内部的干扰源常常与电磁干扰的传输相联系, 常常通过分布的电参数把表面上看起来没有关联的电路连接起来并形成电磁干扰。

因此, 在实际进行印制电路板设计时一定要具体问题具体分析。

2.2.3 干扰源的频谱评估 目前的电子电路理论基本上是在建立在频率域电子电路理论的基础上的, 电磁兼容标准限值也都是以频率域测量的数值来确定的, 而且, 电子设备的结构尺寸也是通过电气

## <<电子设备的电磁兼容性设计理论与实践>>

长度来进行设计的，所以，电磁兼容设计的首要的和基本的任务是进行干扰信号和电子系统的频谱分析。

版权说明

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问:<http://www.tushu007.com>