

电磁兼容 (EMC) 工程技术丛书

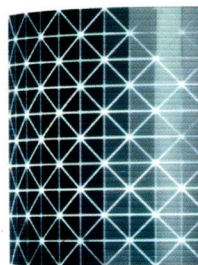
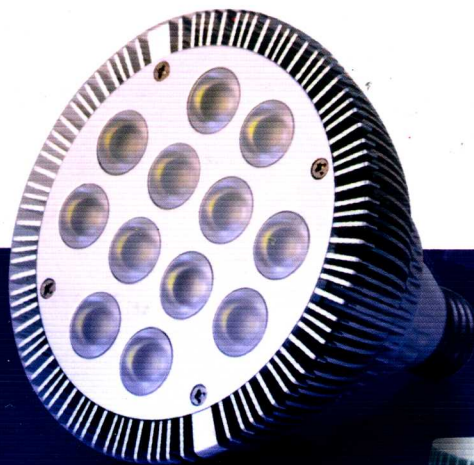
电磁兼容 (EMC) 设计与测试



照明灯具设备

◎ 主 编 陈立辉

◎ 副主编 朱文立 杨 林 刘群兴



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电磁兼容 (EMC) 工程技术丛书

电磁兼容 (EMC) 设计与测试

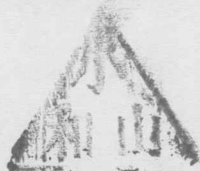


照明灯具设备

主 编 陈立辉

副主编 朱文立 杨 林 刘群兴

主 审 肖 猛



浙江工业大学图书馆



7 2 0 1 4 9 1 8

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是一本关于照明灯具设备电磁兼容设计与测试的入门级工具书,通过浅显易懂的语言和图文并茂的方式,摒弃烦琐的公式和理论,深入浅出地对电磁兼容基础知识进行了简要介绍,重点针对照明灯具设备的电磁兼容测量标准及电磁骚扰和电磁抗扰度的测量原理、测量设备、试验布置、试验方法及结果评价等内容给出详细介绍,并针对容易出现电磁兼容问题的 PCB 设计、射频传导和辐射发射设计、浪涌(雷击)防护设计等方面分析产生问题的原因并提出针对性的解决方法,再通过大量的实例进行了详细的讲解,让普通读者对电磁兼容概念、测量和设计有一个初步的了解和认识,也为大家进一步深入研究电磁兼容技术打下基础。

本书主要对象为 EMC 初学者、照明灯具产品设计人员、EMC 测试人员及管理人员。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电磁兼容(EMC)设计与测试之照明灯具设备 / 陈立辉主编. —北京:电子工业出版社, 2014.1
(电磁兼容(EMC)工程技术丛书)

ISBN 978-7-121-21756-2

I. ①电… II. ①陈… III. ①照明装置—电磁兼容性—设计②照明装置—电磁兼容性—测试
IV. ①TM923.4②TN03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 255289 号

策划编辑:张 榕

责任编辑:侯丽平

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:720×1000 1/16 印张:14.5 字数:371.2 千字

印 次:2014 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

电磁兼容(EMC)工程技术丛书

编委会

主 编:

陈立辉

副主编:

朱文立 杨 林 刘群兴

编 委:

陈 燕 陈 辉 肖 猛

郭远东 余海涛 李雪玲

李铁华 黎俊勇 张军马

宋 俊

专家介绍

张林昌

电磁兼容技术专家，北京交通大学资深教授，中国电磁兼容学科和技术的开拓者之一。在电气化铁道无线电噪声的研究方面提出了测量数据的数理统计方法和对电台影响的闭环试验法等，为国家节约了大量基建投资。他主持了国内唯一进行电磁噪声统计参数的研究工作，积极推动电磁兼容测试场地的规范化和电磁兼容标准化工作，为我国电磁兼容事业的发展做出了重要贡献。获国家科技进步二等奖2项；省、部级科技进步一等奖1项、二等奖6项、三等奖4项；国家发明专利1项。曾先后获得北京市劳动模范、铁道部优秀教师、全国高校先进科技工作者、全国铁路优秀知识分子、首届詹天佑成就奖；荣获 IEEE 颁发的“第三个千年奖章”（Third Millennium Medal）；四次入选在美国出版的马奎斯世界名人录（MARQUIS：“Who's Who in the World”）。

陈立辉

工信部电子五所副所长，实验室负责人，高级工程师。国家实验室认可委员会电气技术分委会副主任委员，全国质量监管重点产品检验方法标准化技术委员会委员兼全国质量监管重点产品检验方法标准化技术委员会信息技术类产品检验方法专业工作一组组长，长期从事电子产品、信息技术产品检测认证和技术研究工作，参与多项国家标准、行业标准的起草和修订。

朱文立

工信部电子五所检测中心质量负责人，高级工程师。全国电磁兼容标准化技术委员会（SAC/TC264）委员，全国无线电干扰标准化委员会 A 分会（SAC/TC79/SC1）委员，全国无线电干扰标准化委员会 I 分会（SAC/TC79/SC7）副主任委员，中国制造工艺协会电子分会电磁兼容制造专业委员会副主任委员，全国质量监管重点产品检验方法标委会 IT 一组（SAC/TC374/WG37）委员，IECEE 中国国家认证机构电磁兼容专家工作组（CQC-ETF10）组长，科技部国际科技合作同行专家，广东省 WTO TBT 专家，广州市质监局标准化专家库专家。参与制定电磁兼容国家标准 10 余份，审定电磁兼容国家标准 40 余份，在专业期刊公开发表专业论文 30 余篇。主编及参与合编电磁兼容专著数本。

杨林

工信部五所检测中心主任，高级工程师。从事家用电子产品开发与生产工作及电子产品检测与认证工作。历任产品检测工程师，高级工程师，产品认证工厂审核员，IECEE 国际同行评审员，熟悉音视频产品与办公设备的产品标准，了解国内外检测认证的现状，2001 年起主要担任检测认证和科研项目的管理工作。

刘群兴

工信部五所检测中心技术负责人，高级工程师。3C 认证高级工厂检查员，节能认证高级工厂检查员，全国工业产品生产许可证审查员，中国质量认证中心（CQC）项目审核工程师，CB 报告审核工程师，技术委员会委员，广东省名牌产品评审专家，WTO/TBT 技术评议专家，任国家标准化技术委员会下属的三个不同技术委员会委员。先后在电子五所从事仪器维修、电子产品设计与生产、自动控制工程研发与应用、电子电器产品质量检测与认证工作。发表专业论文 20 余篇，获使用新型专利 2 项，参与编写 4 份国家强制性标准。

肖猛

工信部电子五所检测中心电磁兼容实验室责任工程师。全国电磁兼容标准化技术委员会低频现象分技术委员会委员，全国小型电力变压器、电抗器、电源装置及类似产品标准化技术委员会委员，中国电子学会高级会员。国家注册质量工程师，CCC 认证工厂检查员，实验室内审员。从事电子电器产品电磁兼容测试与研究、电磁兼容测试用仪器及辅助设备的计量工作。发表论文 20 余篇，参与多项电磁兼容国家标准的审定和制定工作。

序言

《《《《 FOREWORD

近二十余年来,随着中国经济的崛起和腾飞,电子技术高速发展并得以广泛应用,电子电器产品的生产和销售在中国得到了广泛和深入发展。在国际上,1989年欧盟发布了第一个电磁兼容指令,该指令要求任何电子电器产品,若不能满足有关电磁兼容的欧洲“协调标准”,均不能在欧盟范围内进口、销售。这一指令的发布与实施,导致了世界各国对工业产品的电磁兼容性能强制性的关注。2001年中国加入了世界贸易组织(WTO),中国电子电器产品的生产与世界化的大生产融于一体,成为国际化大生产的一个链条。2001年12月国家质量监督检验检疫总局发布第5号令:《强制性产品认证管理规定》,开始了我国对产品的强制性认证工作。因此,这二十余年正是电磁兼容设计和检测技术发展最迅速的时期。

中国赛宝实验室作为国内第一批获得中国电磁兼容认证授权、中国强制性产品认证电磁兼容检测授权的实验室,目睹了这个发展过程。而且作为向企业提供第三方检测技术服务的单位,成为发展过程的一个有力的推动机构,为中国电子电器产品的质量保证金做出了应有的贡献。中国赛宝实验室电磁兼容室也随着电磁兼容技术发展而快速发展,在为以珠三角为中心辐射全国的数千家企业、数万个型号的产品提供检测和认证服务的过程中,积累了大量电磁兼容检测和设计经验。

为了让这些经验更好地服务于企业和社会,使企业的产品设计和管理人员快速了解和掌握电磁兼容入门知识,保证产品的电磁兼容质量,优化我国的电磁环境,促进国际贸易;同时也为了让用户对所使用产品的电磁兼容性能有一个初步认识,更合理、更放心地使用,发挥电子电器产品应有的功能,中国赛宝实验室及其同行们组织编著了这套《电磁兼容(EMC)工程技术丛书》,将他们这些年来积累的电磁兼容测试与设计经验介绍给读者。

《电磁兼容(EMC)工程技术丛书》包括下列各分册:《电磁兼容(EMC)设计与测试之电脑及其外围产品》、《电磁兼容(EMC)设计与测试之移动通信产品》、《电磁兼容(EMC)设计与测试之汽车电子产品》、《电磁兼容(EMC)设计与测试之照明灯具设备》、《电磁兼容(EMC)设计与测试之信息技术》、《电磁兼容(EMC)设计与测试之电视电声产品》、《电磁兼容(EMC)设计与测试之家用电器》等。

《电磁兼容(EMC)工程技术丛书》具有以下特色:第一,以公众常用的电子电器产品为主、按照产品分类各自成册,涉及面广、类别全面、与相关标准对口明确,便于读者选购。第二,各分册根据各自产品的特点介绍其对应的电磁兼容基础理论、检测标准、测量过程、设计方法、整改对策等相关知识,以便按标准的要求将测量结果直接用于指导设计与整改。这种结构的电磁兼容书籍当前并不多见。第三,尽量抛开深奥的理论和复杂的公式推导,采用浅显易懂的语言、深入浅出的方式、图文并茂的编排,伴有大量的现场照片和实例,使读者在轻松愉快的阅读中了解和学习电磁兼容的相关知识。

相信本丛书的出版与发行,将使普通的读者对电磁兼容的概念、测量和设计有一个初步的了解和认识,也将为正在电磁兼容领域工作的读者进一步深入研究电磁兼容技术奠定基础,从而为推动我国的电磁兼容检测和设计技术的发展贡献一份力量。

张林昌

前言

《《《《 PREFACE

本书是“电磁兼容(EMC)工程技术丛书”的《电磁兼容(EMC)设计与测试之照明灯具设备》分册,主要针对照明灯具设备的电磁兼容基础理论、检测标准、测量过程、设计方法、整改对策等相关知识进行全面介绍。

本书在“电磁兼容基础篇”中首先对电磁兼容的概念、研究领域、电磁干扰的危害等做一个简要介绍,告诉大家什么是电磁兼容,电磁兼容做哪些事情,为什么要实施电磁兼容等;然后分别介绍进行照明灯具设备电磁兼容测量要用到哪些测量仪器设备和测量场地;最后介绍照明灯具设备电磁兼容的测量原理及测量方法。

本书在“电磁兼容测量篇”中首先介绍了电磁兼容标准化的相关知识及国内、国际电磁兼容标准的发展情况,并对照明灯具设备的电磁兼容检测国家标准及其与国际标准的关系进行了详细介绍;在此基础上,介绍了照明灯具设备的电磁骚扰及电磁抗扰度的测量,并对测量原理、测量设备、试验布置、试验方法及结果评价等内容进行了详细介绍。

本书在“电磁兼容设计与对策篇”中就照明灯具设备容易出现电磁兼容问题的PCB设计、射频辐射发射设计、射频传导发射设计、浪涌(雷击)防护设计等内容分别进行了介绍。介绍的内容包括各自产生问题的原因及针对性的解决方法,并通过大量的实例来讲解电磁兼容设计和整改对策过程。

本书在陈立辉副所长和杨林主任及刘群兴副主任的精心组织和安排下,由朱文立负责全书的整体策划、设计和协调;肖猛负责全书统稿和审核;参与人员根据各自专长分工协作,共同编写完成。参加本书编写的还有陈辉、陈燕、郭远东、余海涛、李雪玲、李铁华、黎俊勇、张军马、宋俊。本书是在这些作者的共同努力下完成的,没有大家的通力合作就没有此书。作为本书的主要策划人,在此对各位作者付出的辛勤劳动表示衷心的感谢!

本书在编写过程中得到了电子工业出版社张榕女士及其同事的大力支持、指导和帮助,在此表示衷心的感谢。

为了本书的技术连贯性和完整性,本书在编写过程中也吸纳了部分电磁兼容专家的技术论文和成果,在此对这些文章的作者表示衷心感谢!

本书使用的图片部分从网络获得，有些图片几经转载，由于检索手段有限，无法获取并列原始出处，在此一并对原作者付出的劳动表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，若有不当之处，欢迎批评指正。

编 者

目录

CONTENTS

第 1 篇 电磁兼容基础篇

第 1 章 电磁兼容基础知识	(3)
1.1 电磁兼容的定义及研究领域	(3)
1.1.1 电磁兼容的定义	(3)
1.1.2 电磁兼容的研究领域	(6)
1.2 电磁干扰的危害	(10)
1.2.1 强电磁场对人体健康的危害	(10)
1.2.2 弱电磁场可能导致的危害	(11)
1.3 电磁兼容测量常用的物理量	(12)
1.3.1 功率	(13)
1.3.2 电压	(13)
1.3.3 电流	(15)
1.3.4 磁场强度与电场强度	(15)
1.3.5 功率密度	(16)
第 2 章 照明灯具设备电磁兼容测量场地及测量设备	(18)
2.1 照明灯具设备电磁兼容测量场地	(18)
2.1.1 开阔试验场	(18)
2.1.2 电波暗室	(20)
2.1.3 屏蔽室	(29)
2.2 照明灯具设备电磁骚扰测量设备	(31)
2.2.1 测量接收机	(31)
2.2.2 平衡/不平衡转换器	(32)
2.2.3 人工电源网络	(33)
2.2.4 电压探头	(36)
2.2.5 阻抗稳定网络	(36)
2.2.6 接收天线	(37)
2.2.7 衰减器和脉冲限幅器	(41)
2.2.8 谐波电流、电压波动闪烁测量系统	(41)



2.3	照明灯具设备电磁抗扰度测量设备	(44)
2.3.1	静电放电发生器	(44)
2.3.2	信号发生器	(46)
2.3.3	功率放大器	(47)
2.3.4	定向耦合器	(50)
2.3.5	功率计	(51)
2.3.6	发射天线	(52)
2.3.7	场强测量仪	(52)
2.3.8	电快速瞬变脉冲群发生器及耦合/去耦合装置	(54)
2.3.9	浪涌组合波发生器及耦合/去耦合装置	(56)
2.3.10	用于传导骚扰抗扰度测量的耦合/去耦合装置	(58)
2.3.11	电压暂降、短时中断和电压变化试验信号发生器	(62)
2.3.12	工频磁场试验发生器及感应线圈	(64)
第3章	照明灯具设备电磁兼容测量原理及方法	(67)
3.1	照明灯具设备电磁骚扰测量原理及方法	(67)
3.1.1	骚扰限值的含义	(67)
3.1.2	被测样品 (EUT) 工作状态的选择	(67)
3.1.3	骚扰电压测量	(68)
3.1.4	辐射电磁骚扰测量	(71)
3.2	照明灯具设备电磁抗扰度测量原理及方法	(74)
3.2.1	性能降低客观评价方法	(74)
3.2.2	性能降低主观评价方法	(74)
3.2.3	限值测量法	(74)
3.2.4	抗扰度性能降低分类及试验结果判别	(75)

第 2 篇 电磁兼容测量篇

第4章	标准介绍	(79)
4.1	电磁兼容标准化组织	(79)
4.1.1	EMC 国际标准化组织	(80)
4.1.2	中国 EMC 标准化组织	(81)
4.2	国际国内电磁兼容标准	(82)
4.2.1	国际电磁兼容标准	(82)
4.2.2	电磁兼容国家标准	(86)
4.2.3	欧盟 EMC 指令	(87)
4.3	照明灯具类设备国内标准介绍	(88)



4.3.1	照明灯具类设备无线电骚扰标准	(88)
4.3.2	照明灯具类设备无线电抗扰度标准	(88)
4.4	照明灯具类设备国外标准介绍	(89)
4.4.1	欧盟 CE 认证电磁兼容标准	(89)
4.4.2	澳洲 C-Tick 认证标准	(90)
4.4.3	美国 FCC 认证标准	(91)
4.4.4	日本 PSE 认证标准	(92)
4.4.5	其他电磁兼容标准	(95)
第 5 章	照明灯具设备骚扰测量	(96)
5.1	概述	(96)
5.1.1	照明设备介绍	(98)
5.1.2	照明设备工作条件	(98)
5.1.3	限值应用	(100)
5.2	照明灯具设备骚扰电压测试	(101)
5.2.1	限值应用	(101)
5.2.2	试验设备	(103)
5.2.3	试验布置	(106)
5.2.4	试验方法	(108)
5.2.5	测试结果表达	(110)
5.3	照明灯具设备磁场辐射骚扰测试 (9kHz~30MHz)	(110)
5.3.1	限值应用	(111)
5.3.2	试验设备	(112)
5.3.3	试验布置	(113)
5.3.4	试验方法	(114)
5.3.5	测试结果表达	(114)
5.4	照明灯具设备电场辐射骚扰测试 (30~300MHz)	(114)
5.4.1	限值应用	(114)
5.4.2	试验设备	(115)
5.4.3	试验布置	(116)
5.4.4	试验方法	(117)
5.4.5	测试结果表达	(119)
第 6 章	照明灯具设备抗扰度测量	(120)
6.1	概述	(120)
6.1.1	测试基本原理	(121)
6.1.2	电磁危害和抗扰度的关系	(123)



6.1.3	一般测量方法	(123)
6.1.4	性能降低评价方法	(125)
6.2	照明灯具设备传导抗扰度	(126)
6.2.1	试验原理	(126)
6.2.2	性能判据	(127)
6.2.3	项目适用性	(127)
6.2.4	试验设备	(128)
6.2.5	试验方法	(128)
6.2.6	试验布置	(129)
6.3	照明灯具设备辐射抗扰度	(130)
6.3.1	试验原理	(130)
6.3.2	性能判据	(131)
6.3.3	项目适用性	(132)
6.3.4	试验设备	(132)
6.3.5	试验方法	(132)
6.3.6	试验布置	(133)
6.4	照明灯具设备静电放电抗扰度	(135)
6.4.1	试验原理	(135)
6.4.2	性能判据	(136)
6.4.3	项目适用性	(136)
6.4.4	试验设备	(136)
6.4.5	试验方法	(137)
6.4.6	试验布置	(138)
6.5	照明灯具设备电快速瞬变脉冲群抗扰度	(139)
6.5.1	试验原理	(140)
6.5.2	性能判据	(140)
6.5.3	项目适用性	(141)
6.5.4	试验设备	(141)
6.5.5	试验方法	(142)
6.5.6	试验布置	(142)
6.6	照明灯具设备浪涌 (雷击) 抗扰度	(143)
6.6.1	试验原理	(144)
6.6.2	性能判据	(144)
6.6.3	项目适用性	(145)
6.6.4	试验设备	(145)



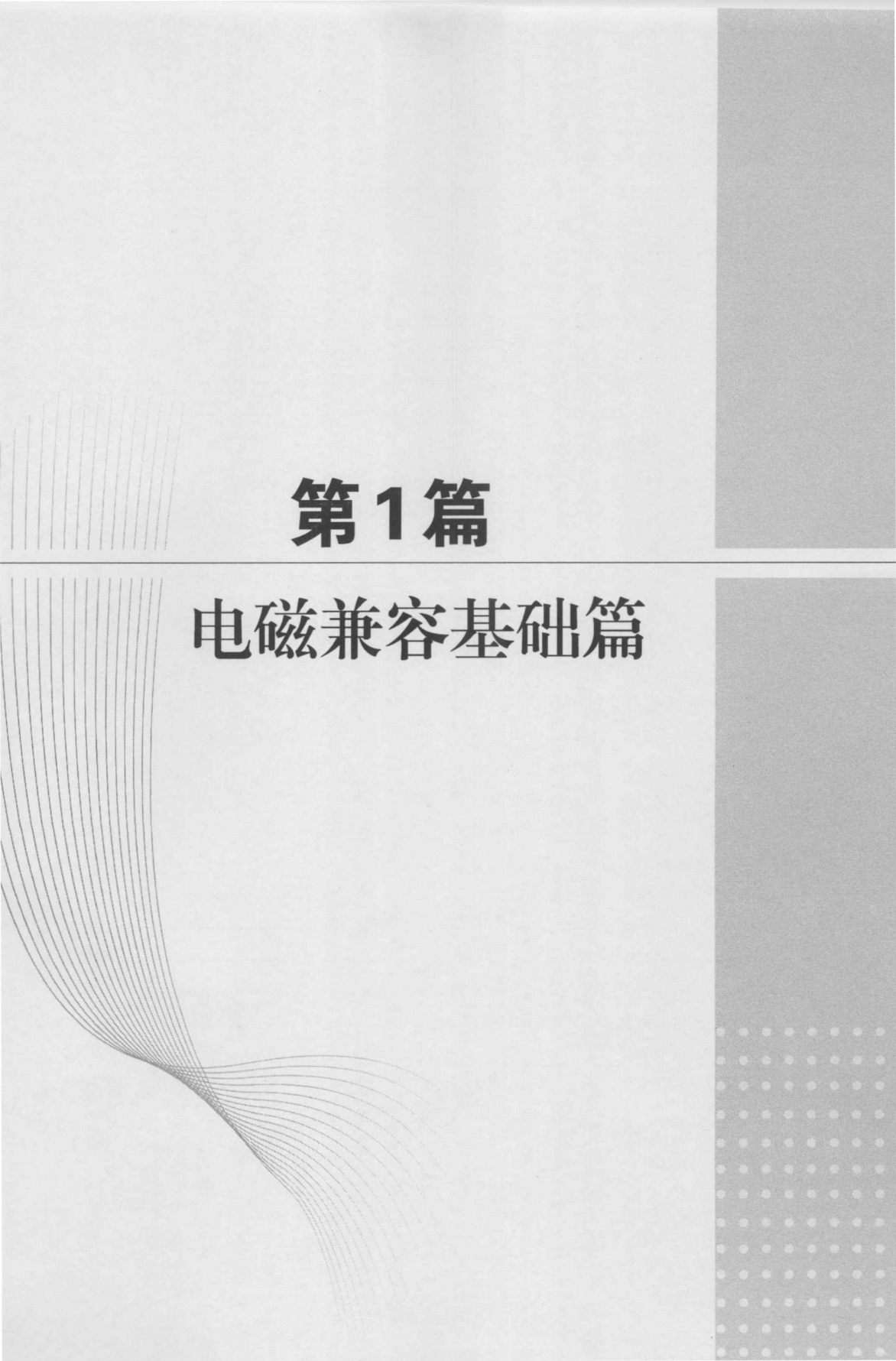
6.6.5	试验方法	(146)
6.6.6	试验布置	(147)
6.7	照明灯具设备电压暂降, 短时中断抗扰度	(148)
6.7.1	试验原理	(148)
6.7.2	性能判据	(149)
6.7.3	项目适用性	(150)
6.7.4	试验设备	(150)
6.7.5	试验方法	(150)
6.7.6	试验布置	(151)

第 3 篇 电磁兼容设计与对策篇

第 7 章	照明灯具设备的 PCB 设计要点	(155)
7.1	PCB 设计对照明灯具设备 EMC 性能的重要性	(155)
7.1.1	照明灯具设备 PCB 设计的特殊性	(155)
7.1.2	照明灯具设备 EMC 性能的决定因素分析	(155)
7.1.3	共模干扰信号在照明灯具设备中的传输	(156)
7.1.4	镜像平面在照明灯具设备 PCB 设计中的重要性	(157)
7.2	照明灯具设备的 PCB 布局	(158)
7.2.1	照明灯具设备电路板层数的选择	(158)
7.2.2	特殊器件和敏感电路在照明灯具设备 PCB 中的布局	(159)
7.2.3	照明灯具设备电路功能模块的布局	(161)
7.2.4	照明灯具设备的 I/O 口以及互连端口的布局	(163)
7.2.5	地平面的布局对照明灯具设备 EMC 性能的影响	(164)
7.3	照明灯具设备的 PCB 布线	(165)
7.3.1	照明灯具设备中地线的敷设	(165)
7.3.2	照明灯具设备中电源线的敷设	(166)
7.3.3	照明灯具设备中信号线的敷设	(167)
7.3.4	照明灯具设备如何防止“窜扰”现象的产生	(168)
7.3.5	照明灯具设备中 3W 原则的价值和意义	(168)
第 8 章	照明灯具设备的射频辐射发射	(170)
8.1	照明灯具设备的辐射来源	(170)
8.1.1	电磁兼容三要素	(170)
8.1.2	照明灯具设备内的辐射骚扰源	(171)
8.1.3	区分窄带与宽带, 定位照明灯具设备内的辐射骚扰源	(173)
8.2	照明灯具设备的辐射发射机理	(175)



8.2.1	寄生参数对于照明灯具设备的影响	(177)
8.2.2	照明灯具设备内电磁干扰的传输路径阻抗	(178)
8.2.3	照明灯具设备内共模干扰信号的传输路径	(178)
8.2.4	照明灯具设备内常见的发射天线模型	(180)
8.2.5	从三要素角度看照明灯具设备的 EMC 辐射发射问题	(181)
第 9 章	照明灯具设备的传导发射	(185)
9.1	照明灯具设备的电源	(185)
9.1.1	传导发射的实质	(185)
9.1.2	照明灯具设备中开关电源产生的电磁骚扰	(186)
9.1.3	照明灯具设备中开关电源电磁骚扰的传导路径	(187)
9.1.4	照明灯具设备的电源滤波方案	(188)
9.1.5	照明灯具设备其他抑制电源端传导发射的措施	(190)
9.2	照明灯具设备信号线缆传导发射的抑制	(192)
9.2.1	照明灯具设备各种传导骚扰的传播途径	(192)
9.2.2	照明灯具设备信号线的处理措施	(193)
9.2.3	照明灯具设备内部线缆的处理措施	(194)
9.2.4	照明灯具设备信号端口的处理措施	(194)
第 10 章	照明灯具设备的浪涌 (雷击) 防护	(196)
10.1	照明灯具设备浪涌 (雷击) 的发生	(196)
10.1.1	照明灯具设备的电磁环境	(196)
10.1.2	浪涌 (雷击) 产生的原因	(197)
10.1.3	浪涌 (雷击) 对照明灯具设备带来的危害	(200)
10.1.4	照明灯具设备防护浪涌 (雷击) 的特殊性	(201)
10.2	照明灯具设备的浪涌 (雷击) 防护	(201)
10.2.1	常见的防护器件	(201)
10.2.2	大能量脉冲的防护思路	(203)
10.2.3	照明灯具设备中使用的防护器件选型指南	(204)
10.2.4	照明灯具设备推荐使用的防护电路	(208)
参考资料		(211)



第1篇

电磁兼容基础篇

第1章

微分基容兼類中