

电磁兼容实用手册

陈伟华 主编

机械工业出版社

本书是参加编著人员在多年从事电磁兼容(EMC)检测、技术研究和标准工作的基础上,结合近年来电磁兼容技术的发展和应,参阅国内外大量技术资料编写而成的,全书共7篇45章。第1篇介绍了EMC术语、基本概念和标准结构。第2篇重点叙述了有关EMC测量仪器、设备、场地、基本测量方法等。第3、4篇,简要介绍了国际(IEC/CISPR/EN)最新的EMC(骚扰和抗扰性)标准共24个。第5篇,详细介绍了干扰抑制技术、抗干扰措施和产品的EMC设计技术。第6篇,介绍了欧共体指令、合格评定程序和欧洲的认证机构。第7篇,介绍了国内外著名公司生产和经销的针对不同测量目的、不同层次的各种测试设备的优化配置。

图书在版编目(CIP)数据

电磁兼容实用手册/陈伟华主编. - 北京:机械工业出版社,1998.8
ISBN 7-111-06605-7

I. 电… II. 陈… III. 电磁兼容性-电磁测量-手册 IV. TM936-62

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第17412号

出版人:马九荣(北京市百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:周娟 版式设计:霍永明 责任校对:贾丽萍

封面设计:方芬 责任印制:路琳

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年1月第1版第2次印刷

850mm×1168mm 1/32 18.625印张·500千字

0 001-5 000册

定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

促進我國 EMC 事業發展
提高產品競爭水平

何光遠

一九九八年
五月廿二日

主 编 陈伟华

副主编 杨自佑

编 委 石坚中 李建林 陈伟华

杨自佑 楼鼎夫 钱振宇

刘京林 陈孝康 费光裕

许 毅 彭 聪 周瑛娣

序

随着科学技术的发展，大量技术含量高、内部结构复杂的电工、电子产品得到广泛应用，电磁环境在对人类产生直接影响的同时，也对电工、电子产品的安全与可靠性产生影响和危害。而电磁干扰致使电工、电子产品的性能下降，无法工作的现象也时有发生，严重的可造成质量事故和设备损坏以及其它无法估量的损失。因此，保护电磁环境、防止杂散电磁波的干扰已引起世界各国及有关国际组织的普遍关注。

欧共体从 1996 年 1 月 1 日起，开始强制执行 89/336/EEC 指令（即 EMC 指令），率先将产品的 EMC 要求纳入国家技术法规的范围。此举引起了世界各国的广泛关注。各国政府开始从商业贸易的角度考虑 EMC 问题，并纷纷采取措施加强 EMC 标准和认证及有关法规的制定、贯彻和实施工作。中国国家质量技术监督局正组织加速制定 EMC 国家标准，并着手准备在我国 EMC 领域开展认证工作。

随着加入国际贸易组织技术准备工作的加强和产业建设的需要，中国有关行业主管部门和地方政府逐步加强了产品 EMC 质量市场监督，个别省市还就电磁环境管理颁发了有关技术法规。目前我国有关主管部门已将汽车、摩托车的 EMC 性能指标列为强制性检测项目。1998 年年初，原机械工业部委托机械工业部产品 EMC 监督检测中心对工业、科学和医疗射频设备的部分产品进行了 EMC 摸底检测，为今后开展 EMC 认证工作做准备。

开展 EMC 认证需要 EMC 检测条件, 进行 EMC 检测需要有 EMC 标准, 提高产品的 EMC 质量需要掌握 EMC 设计手段。目前, 在国内, 系统介绍 EMC 知识、干扰抑制和抗干扰措施、EMC 设计技术、国际认证程序和机构、EMC 检测条件和方法、EMC 国内外标准的专著还不多。本书就是围绕上述内容, 为尽可能满足广大读者的要求而编写的。希望能为普及 EMC 知识, 促进我国的 EMC 事业发展起到一定的作用。

1998 年 6 月

陆道森

前 言

近十几年来,有一门新兴的技术学科正在迅速发展,它与电磁环境和频谱资源都有密切的关系,这就是当今正受到人们愈来愈密切关注的所谓“电磁兼容”(Electromagnetic Compatibility, 简称 EMC)。

关于电磁兼容这一专门术语,国际电工委员会(IEC)对其有明确定义,即“设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力”。随着微电子、信息技术、现代通信等高新技术的飞速发展和广泛应用,电磁兼容已成为人类需迫切关注和解决的一个重要技术问题。

自 1996 年 1 月 1 日起,欧洲联盟(15 国)开始强制执行 89/336 /EEC (EMC)指令,率先将产品的电磁兼容性要求纳入国家技术法规的范围。指令规定所有电子电器产品(设备)必须符合 EMC 要求,加贴 CE 标记才能在欧洲市场上销售。没有 CE 标记的产品不得上市,不符合 EMC 指令要求的,要被责令从市场上撤出,持续违反者将受到重罚。此举引起了世界各国广泛关注,如果其它国家不采取相应的措施,无疑将会形成一个新的国际贸易技术壁垒。

目前,美国、加拿大、日本、澳大利亚等国都在积极采取相应对策,我国政府也在大力推进 EMC 国家标准制修订工作和 EMC 认证准备工作。EMC 已成为产品认证领域的新热点。正如国内外一些专家认为,今后的发展趋势是 EMC 认证将会像安全认证一样重要和普及。对于我们国内的电子、电器生产厂商来说,如果忽视这种发展趋势而不采取相应对策的话,那么其产品将不能进入欧美市场,并可能因不能通过国内 EMC 认证而被挤出市场。

VIII

在国内,系统地介绍 EMC 知识,干扰抑制方法和抗干扰措施,EMC 设计技术,EMC 测试仪器、设备、场地,试验配置以及 EMC 国内外标准的专著还不多。为了满足我国有关部门,特别是商检、外贸、企业界、科研机构、检验机构的干部、科技人员和检验人员,以及大中专院校的师生尽快了解、熟悉和掌握 EMC 技术的需要,应有关部门和广大读者的要求,我们特意组织多年从事 EMC 检验、设计、仪器制造和标准工作的有关专家编著了这本《电磁兼容实用手册》。

本书共 7 篇,45 章,其基本概况如下:

第 1 篇共 3 章,着重介绍了 EMC 术语、基本概念和标准结构,便于读者在阅读本书前对 EMC 的基本知识有一个概貌的了解。

第 2 篇共 5 章,重点叙述了有关 EMC 的测试仪器、设备、场地和基本测量方法。

第 3 篇共 11 章和第 4 篇共 13 章,简要介绍了当前国际(IEC/CISPR/EN)最新的 EMC(骚扰和抗扰性)标准共 24 个(含部分基础标准内容、较完整的通用标准和产品类标准)。

第 5 篇共 3 章,介绍了从生产实践和试验测量中获得的干扰抑制技术和抗干扰措施以及产品的 EMC 设计技术,为企业设计开发人员解决产品的电磁兼容性问题提供良好的思路和途径。

第 6 篇共 3 章,介绍了欧共体指令、合格评定程序以及欧洲的认证机构,本篇的附录介绍了欧洲的认证组织和有关机构,为中国企业产品出口提供指导和帮助。

第 7 篇共 7 章,介绍了国内外著名公司生产和经销的针对不同测量目的的各种测试设备的优化配置,为不同层次的机构和企业提供硬件配置的技术方案。

本书附录 A~附录 F,列出了 IEC/CISPR/TC77,欧美等国家及中国已经制定的 EMC 标准一览表以及有关标准的对应关系表。

本书适用的产品行业包括:

工业、科学、医疗射频设备(如工业感应、微波、介质加热设备、家用感应厨具、电焊机、电火花加工机床、塑料和食品加工机械、晶闸管控制器、信号发生器、测量接收机、频谱分析仪、医用仪器设备等);汽车、摩托车、机动船;家用和类似用途电动、电热器具,电动工具以及类似电器;照明电器;信息技术设备,如计算机、复印机、传真机等;声音和广播电视接收机;数控机床;电子式低压电器;船用电器、电子设备;电机、电力电子设备;工业过程测量和控制设备;电波暗室、屏蔽室、滤波器。

本书的编著人员主要来自机械工业部上海电器科学研究所。长期以来,在国家技术监督管理局和原机械工业部的直接领导和支持下,该所在 EMC 标准制定修订方面做了大量的工作,有一批长期从事 EMC 标准制定、技术研究的技术人员;该所电磁兼容试验站是国内最早开展 EMC 试验检测业务的单位之一,在原机械工业部的直接领导和多年大力支持下,建成了一个功能较全的进行 EMC 专项性能检测的重要基地,拥有一流的测试场地、仪器、设备,具有丰富的 EMC 检测经验;该所还长期从事电波暗室、屏蔽室、滤波器、干扰模拟器产品研究和制造以及干扰抑制和抗干扰技术的研究,所有这些形成了编著本书的重要技术资源。

在编著本书的过程中,我们参考和引用了一些文章、资料、标准的内容,主要的已列入本书各章的参考文献中,以便读者了解本书内容的主要来源和进一步查阅某些感兴趣的问题,同时也表示对原著者的感谢。此外,中日合资上海三基电子有限公司对本书的编写给予了支持,在此一并表示感谢。

由于我们的水平有限和时间仓促,书中难免会有一些缺点和错误,恳切地希望读者给予批评和指正。

编者

1998年6月

目 录

序

前 言

第1篇 电磁兼容基础	1
第1章 电磁兼容术语	2
1 基本概念	2
2 骚扰波形	4
3 干扰控制	6
4 测量	9
5 设备分类	13
6 接收机与发射机	14
7 功率控制及供电网络阻抗	17
8 电压变化与闪烁	19
第2章 电磁兼容基本概念	21
1 电磁兼容举例	21
2 电磁兼容三要素	22
3 电磁兼容的限值间关联	22
4 电磁骚扰源分类	22
4.1 自然骚扰源	23
4.2 人为骚扰源	23
5 电磁骚扰传播途径	24
第3章 电磁兼容标准结构概况	26
1 基础 EMC 出版物	26
2 通用 EMC 标准	27
3 产品 EMC 标准	28
3.1 产品(类) EMC 标准	28
3.2 专用产品 EMC 标准	29
4 EMC 标准的结构	30

参 考 文 献	30
第 2 篇 无线电骚扰与抗扰性测量设备与方法	31
第 4 章 无线电骚扰测量设备和辅助设备	32
1 测量接收机	32
1.1 准峰值测量接收机	32
1.2 准峰值测量接收机的主要技术参数	32
1.3 其它测量接收机	42
1.4 使用注意事项	42
2 人工电源网络	42
2.1 人工电源网络的要求	42
2.2 人工电源网络的主要技术参数	43
2.3 人工电源网络的电路图示例	47
3 电压探头和电流探头	50
3.1 电压探头	50
3.2 电流探头	51
4 吸收钳	55
4.1 概述	55
4.2 吸收钳的结构	55
4.3 吸收钳的特性	55
4.4 吸收钳的校准	55
5 骚扰分析仪	56
5.1 基本特性	57
5.2 骚扰分析仪的一致性校验方法	58
6 天线	62
6.1 概述	62
6.2 天线的分类和基本特性	62
6.3 电场天线	65
7 谐波电流和谐波电压测量设备	66
7.1 概述	66
7.2 谐波测量仪器的分类	67

7.3 对谐波测量仪器的共同要求	67
8 电压波动和闪烁测量仪	70
8.1 概述	70
8.2 检测仪器通用要求	71
第5章 电磁兼容测量场所	75
1 电磁屏蔽室	75
1.1 概述	75
1.2 屏蔽室的屏蔽效能	76
1.3 与电磁屏蔽室有关的辅助设施	77
1.4 电磁屏蔽室屏蔽效能校验	78
2 开阔试验场	85
2.1 概述	85
2.2 开阔试验场环境条件	86
2.3 无障碍区	87
2.4 反射地面	87
2.5 环境保护罩	88
2.6 试品转台	88
2.7 开阔试验场有效性校验	88
3 电波暗室	97
3.1 概述	97
3.2 电波暗室的结构和用途	97
3.3 电波暗室的特性校验	99
4 横电磁波室和 GTEM Cell	104
4.1 概述	104
4.2 横电磁波室的特点	105
4.3 GTEM Cell 的特点	107
第6章 无线电骚扰测量的基本原理和方法	109
1 概述	109
2 关于测量的一些基础知识	109
2.1 一些基本术语	109

2.2	骚扰的类型和检波器的选用	111
2.3	测量设备的连接	112
2.4	测量的总体要求和条件	113
3	骚扰测量技术和测量频率范围	117
3.1	骚扰测量技术	117
3.2	测量频率范围	117
4	传导骚扰测量原理	118
4.1	连续骚扰电压测量原理	118
4.2	断续骚扰——喀嘶声测量原理	119
5	辐射骚扰测量原理	122
5.1	骚扰功率的吸收钳测量法原理	122
5.2	骚扰场强测量原理	123
6	传导骚扰基本测量方法	125
6.1	测量应考虑的因素	125
6.2	测量设备和辅助设备	126
6.3	试验设备的布置	126
7	辐射骚扰基本测量方法 (30~1000MHz)	138
7.1	应用吸收钳的测量方法	138
7.2	辐射骚扰测量方法	140
	参 考 文 献	142
第 7 章	抗扰性试验的基本原理和方法	143
1	概述	143
2	抗扰性试验的基本原理	143
3	抗扰性评价的一般方法	144
3.1	性能降低客观评价方法	144
3.2	性能降低主观评价方法	145
3.3	限值测量法	145
4	抗扰性降低判别准则	146
5	传导信号抗扰性基本试验方法	147
5.1	概述	147

5.2	注入法	147
5.3	耦合单元	147
5.4	试验布置	149
5.5	输入端抗扰性测量方法	149
6	辐射电磁场抗扰性基本试验方法	151
6.1	用装有吸波材料的屏蔽室的试验方法	151
6.2	应用开阔试验场的试验方法	155
	参 考 文 献	157
第 8 章	抽样方法及测量结果的统计评定	158
1	概述	158
2	抽样检验的一般概念	158
2.1	抽样检验及其应用场合	158
2.2	抽样检验和抽样控制	159
2.3	计量抽样检验	159
2.4	与计量抽样有关的几个术语和概念	159
3	抽样方法	161
3.1	有关抽样方法的几个术语	161
3.2	样品条件和批的组成	161
3.3	样本的抽取方法	162
4	标准限值的说明	162
4.1	限值的地位	162
4.2	限值的统计学意义	162
5	型式试验和样品的抽取	162
5.1	产生连续干扰的产品	162
5.2	产生断续干扰的产品	163
6	成批生产的产品符合限值的统计评定方法	163
6.1	以非中心 t 分布为依据的统计评定方法	163
6.2	以二项式分布为依据的统计评定方法	164
7	关于禁止销售和撤消型式鉴定试验问题	165
8	关于统计评定方法的一些说明	165

参 考 文 献	166
第 3 篇 产品电磁骚扰 特性测量标准简介	167
第 9 章 《工业、科学和医疗(ISM)射频设备电磁骚扰特性 的测量方法和限值》标准简介	168
1 目的与应用场合	168
1.1 概述	168
1.2 测量目的	168
1.3 工业、科学和医疗射频设备使用频率	168
1.4 工业、科学和医疗射频设备的分组与分类	169
1.5 应用场合	169
2 测量项目与限值	170
2.1 电源端传导骚扰电压限值	170
2.2 辐射骚扰限值	170
2.3 对特种安全业务的保护规定	172
3 测量设备与测量场地	173
3.1 测量设备	173
3.2 测量场地	173
4 测量方法	174
参 考 文 献	174
第 10 章 《车辆、机动船和由火花点火发动机驱动的装 置的无线电骚扰特性的测量方法及限值》标 准简介	175
1 目的与应用场合	175
1.1 概述	175
1.2 测量目的	175
1.3 应用场合	175
2 骚扰限值	175
2.1 适用的限值电平的确定	175
2.2 宽带发射	176
2.3 窄带发射	177

3 测量设备与测量场地	178
3.1 测量仪器	178
3.2 测量场地的要求	178
4 测量方法	179
4.1 天线位置的要求	179
4.2 试品条件	181
4.3 数据采集	182
5 与现行国家标准及老版本国际标准的差异	183
5.1 骚扰限值	183
5.2 测量方法	183
5.3 场地要求	183
参 考 文 献	184
第 11 章 《声音和电视广播接收机及有关设备无线电骚扰特性限值和测量方法》标准简介	185
1 目的与应用场合	185
1.1 概述	185
1.2 测量目的	185
1.3 应用场合	185
2 测量项目及限值	185
2.1 测量项目	185
2.2 限值	186
3 测量方法及设备	189
参 考 文 献	192
第 12 章 《家用和类似用途的电动、电热器具，电动工具以及类似电器无线电骚扰特性测量方法和限值》标准简介	193
1 目的与应用场合	193
1.1 概述	193
1.2 测量目的	193
1.3 应用场合	193

2 骚扰限值	194
2.1 连续骚扰电压限值	194
2.2 连续骚扰功率限值	195
2.3 断续骚扰电压限值	196
2.4 最小观察时间 T 的确定	197
2.5 喀喇声率 N 的确定	197
3 骚扰电压的测量方法	197
3.1 测量设备	197
3.2 测量程序和布置	198
参 考 文 献	199
第 13 章 《电气照明及类似设备的无线电骚扰特性的测量 方法和限值》标准简介	200
1 目的与应用场合	200
1.1 概述	200
1.2 测量目的	200
1.3 应用场合	200
2 测量项目	200
3 限值	201
3.1 插入损耗	201
3.2 骚扰电压	201
3.3 辐射电磁场骚扰	202
3.4 电子照明设备工作频率的骚扰限值	202
3.5 限值的应用	203
4 测量设备	205
4.1 测量插入损耗的设备	205
4.2 测量骚扰电压的设备	205
4.3 测量辐射电磁场骚扰的设备	206
5 测量方法	206
5.1 插入损耗的测量	206
5.2 骚扰电压的测量	206