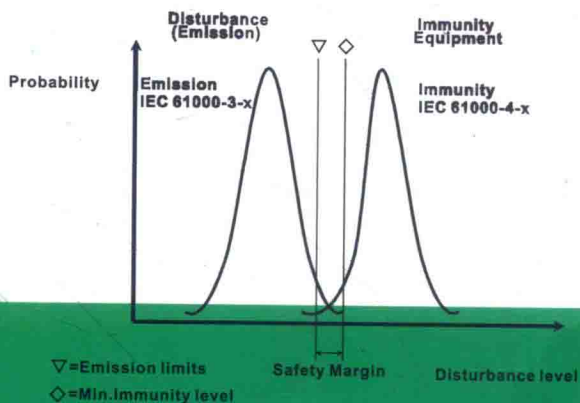


电磁兼容谐波电流

发射测试与应用

Harmonic Current Emissions Testing in
Electromagnetic Compatibility
and the Applications

扈罗全 著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

电磁兼容谐波电流 发射测试与应用

**Harmonic Current Emissions Testing in
Electromagnetic Compatibility
and the Applications**

扈罗全 著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 提 要

谐波电流发射测试及其标准化修订工作发展变化非常迅速。本书结合工程应用实践经验,分析了谐波电流发射测试涉及的电磁兼容检测规约及其影响、谐波电流测试基本试验条件及要求、谐波电流限值的起源与应用等方面的内容,对电压变化、电压波动、谐波电流检测中的数据测量、不确定度评估,以及谐波电流测定能力验证等重要内容,进行了提炼和总结。

本书可作为电力电子类专业高年级本科生、研究生教材,也可供高校教师、从事中国强制性产品认证的工程技术(包括电磁兼容、测试计量技术及仪器)人员等参考。

图书在版编目(CIP)数据

电磁兼容谐波电流发射测试与应用/扈罗全著. —武汉:华中科技大学出版社,2015.12
21世纪电气工程及其自动化系列教材
ISBN 978-7-5680-1536-3

I. ①电… II. ①扈… III. ①电磁兼容性-谐波电流-高等学校-教材 IV. ①TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 301539 号

电磁兼容谐波电流发射测试与应用

扈罗全 著

策划编辑:王红梅

责任编辑:余涛

封面设计:三禾

责任校对:刘竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录排:武汉市洪山区佳年华文印部

印刷:武汉鑫昶文化有限公司

开本:710mm×1000mm 1/16

印张:7

字数:132千字

版次:2015年12月第1版第1次印刷

定 价:36.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

本书得到以下基金项目资助：

国家质检总局科研项目(No. 2012IK091、No. 2014IK192),项目名称分别为“家电产品重点高关注电磁危害因子建模及综合测试识别仪研制”“基于无线能量传输技术的电子产品电磁兼容检测评估技术研究”。

江苏出入境检验检疫局科研项目(No. 2014KJ13、No. 2015KJ14),项目名称分别为“谐波电流检测中的若干热点问题及其在标准中的应用研究”“频偏对信息产品谐波电流测试精度的影响及其控制研究”。

序

随着大数据、互联网+等新技术、新应用的大量出现,电子通信技术发展日趋迅猛,对各类电子设备电磁兼容性能的要求不断提升。研究诸如谐波电流发射等现象的内在规律,开展相关标准的制定、修订工作,显得越发重要。

本书作者有扎实的电磁场与微波技术理论基础,近10年来长期从事机电产品检测认证工作,参与国际电工委员会(IEC)国际标准体系下谐波电流发射测试相关标准的修订工作。目前新版 IEC 61000-3-2:2014 标准的附录 C.7 和 C.15 条款的主要技术内容,均来自本书作者的研究成果。本书作者作为标准起草人,参与了我国国家标准 GB 17625.1—2012 的制定、修订工作。本书内容丰富,反映了最新的标准技术信息。本书第5章内容覆盖了新版 IEC 谐波电流发射测试标准中的最新内容。

本书针对当前谐波电流发射测试工程的应用实践,以及在标准修订工作中经常涉及的各类技术问题展开深入阐述,部分材料来自作者

的最新研究成果。书中一些材料是作者结合工程应用实践经验,对谐波电流发射涉及的若干重要内容所做的提炼和总结,是作者长期从事电磁兼容工程检测及教学研究过程中,经过系统加工而编辑成册的一块技术砾石。作者在书中把涉及谐波电流发射测试的重要内容放在一个系统框架中进行阐述,结构布局合理,内容描述详尽。

本书作者参考和引用了大量技术标准资料。这些参考文献对从事电磁兼容工程应用的技术人员有很好的参考价值。鉴于电磁兼容检测技术的研究发展非常迅速,近年来谐波电流测试标准修订,以及技术条款增补工作异常活跃。相信本书的成功出版对我国谐波电流发射测试相关的标准化工作会产生积极的推动和示范作用。

衷心希望广大对电磁兼容检测技术感兴趣的读者能通过阅读本书得到启发和收益,结合自己在本领域的工程实践,推动和促进我国电磁兼容领域标准化工作健康发展。

朱洪波 教授
南京邮电大学
2015年9月

前言

电磁兼容是以电磁场与微波技术作为理论基础,研究各类电工电子设备或系统在同一电磁环境中可以相互兼容,不会引起设备本身的性能降低的一门应用技术。谐波电流发射测试是国际电工委员会(IEC)标准化体系中的重要一项内容,也是目前中国强制性产品认证(CCC认证或3C认证)中使用频次最高的一项测试项目。

全书共分8章。第1章为绪论。第2章介绍电磁兼容检测规约,探讨了其对谐波电流检测标准条款及技术描述的影响。第3章介绍谐波电流测试通用的试验条件及要求。第4章介绍谐波电流限值的起源与变化。第5章介绍谐波电流测试对不同产品测试的配置要求。第6章介绍电压变化、电压波动和闪烁的测试及要求。第7章介绍谐波电流检测中的数据测量及不确定度评估。第8章介绍电磁兼容谐波电流测定能力验证。附录部分介绍了电磁兼容谐波电流发射测试相关的标准以及能力验证等方面的内容。

本书是作者在多年从事电磁兼容检测及教学研究工作中,结合工程应用实践经验,对谐波电流发射的多个重要方面进行的一些论述。本书针对当前谐波电流发射测试标准化工作中经常涉及的各类技术问题展开深入阐述,部分材料来自作者的研究成果。在写作本书过程

中,作者参考和引用了大量文章、资料 and 标准的内容,主要文献已经列入参考文献中,便于感兴趣的读者进一步查阅。在此,对原作者表示感谢。本书的出版得到了江苏出入境检验检疫局领导及相关工作人员、苏州出入境检验检疫局领导及相关工作人员,以及苏州大学城市轨道交通学院领导及老师的帮助。我的硕士研究生张润瀚、刘小林参与了第4章和第6章的写作,中认英泰检测技术有限公司赵润生、王俊玲参与了第8章的写作,在此一并表示感谢。

电磁兼容检测技术的研究、发展非常迅速,谐波电流测试标准修订及增补工作异常活跃。鉴于作者水平有限,书中难免出现错漏和失之偏颇之处,恳请专家和读者批评指正。相关问题请发电子邮件至 hulq1@jsciq.gov.cn,与作者沟通。

作 者

2015年9月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 谐波的起源与定义	(1)
1.2 电磁兼容检测标准层级分类	(1)
1.3 IEC 61000-3-2 的历史及发展	(2)
1.3.1 1960 年以前	(2)
1.3.2 1960—1975 年	(3)
1.3.3 1975—1982 年	(3)
1.3.4 1982—1995 年	(4)
1.3.5 1995—2000 年	(6)
1.3.6 千年增补件	(7)
1.3.7 2009—2014 年	(8)
1.4 IEC 61000-3-2:2014 版谐波电流发射测试标准概述	(8)
1.4.1 谐波电流发射测试 IEC 标准和 GB 标准历史演化	(8)
1.4.2 IEC 4.0 新版标准中谐波电流发射限值要求	(9)
第 2 章 电磁兼容检测规约及其影响	(12)
2.1 电磁兼容检测的隐含规约	(12)
2.1.1 最大骚扰电平	(12)
2.1.2 正常工作状况	(12)
2.1.3 基于统计意义的结论	(13)
2.2 电磁兼容检测规约对辐射骚扰测试过程的影响	(14)
2.2.1 标准要求	(14)
2.2.2 最大骚扰电平的内在要求	(14)
2.2.3 数据分析与讨论	(15)
2.3 电磁兼容检测规约对谐波电流发射测试过程的影响	(17)
第 3 章 谐波电流测试通用试验条件及要求	(18)
3.1 通用要求	(18)
3.1.1 不对称控制方法	(18)
3.1.2 对称控制方法	(19)
3.2 谐波电流测量	(19)
3.2.1 试验配置	(19)

3.2.2	测量步骤	(19)
3.3	一般要求	(20)
3.3.1	重复性	(20)
3.3.2	复现性	(21)
3.3.3	开始和终止	(21)
3.4	LED 灯具产品谐波电流测试技术要求	(21)
3.4.1	LED 和 OLED 的发光原理	(21)
3.4.2	LED 的伏安特性	(22)
3.4.3	CTL 决议针对 LED 灯具的技术内容	(22)
3.4.4	谐波电流标准中关于 LED 测试条款的重要参量	(24)
3.4.5	涉及 LED 标准条款的修订趋势	(26)
3.5	谐波电流测试系统中的工况因素	(27)
3.5.1	工况参数与工况监测	(27)
3.5.2	工况原理对测试系统的影响	(29)
3.5.3	工况原理对谐波电流测试标准技术条款的影响	(32)
第 4 章	谐波电流限值的起源与变化	(33)
4.1	限值确定原则	(33)
4.2	与监管机构相关的技术标准中可接受条款	(34)
4.3	影响限值确定的其他主要因素	(34)
4.4	标准中的谐波电流限值	(34)
4.4.1	A 类设备的限值	(35)
4.4.2	B 类设备的限值	(35)
4.4.3	C 类设备的限值	(35)
4.4.4	D 类设备的限值	(35)
第 5 章	谐波电流测试对不同产品测试的配置要求	(38)
5.1	电视接收机的试验条件	(38)
5.1.1	一般要求	(38)
5.1.2	测量条件	(38)
5.1.3	调试要求	(38)
5.2	音频放大器的试验条件	(39)
5.2.1	条件	(39)
5.2.2	输入信号和负载	(39)
5.3	盒式录像机的试验条件	(40)
5.4	照明设备的试验条件	(40)
5.4.1	一般条件	(40)

5.4.2 灯	(40)
5.4.3 灯具	(41)
5.4.4 镇流器和降压变换器	(41)
5.5 独立式和内置式白炽灯调光器的试验条件	(41)
5.6 真空吸尘器的试验条件	(42)
5.7 洗衣机的试验条件	(42)
5.8 微波炉的试验条件	(42)
5.9 信息技术设备的试验条件	(43)
5.9.1 通用试验条件	(43)
5.9.2 IT 设备发射测量的可选条件	(43)
5.10 电磁炉的试验条件	(44)
5.11 空调器的试验条件	(44)
5.12 厨房器具的试验条件	(44)
5.13 非专用电弧焊设备的试验条件	(45)
5.14 非专用高压清洗机设备的试验条件	(45)
5.15 冰箱及冷冻柜的试验条件	(45)
5.15.1 试验总则	(45)
5.15.2 含变速驱动调节器(VSD)的冰箱和冷冻柜	(46)
5.15.3 不含变速驱动调节器(VSD)的冰箱和冷冻柜	(46)
第 6 章 电压变化、电压波动和闪烁的测试及要求	(47)
6.1 基本概念	(47)
6.1.1 电压变化	(47)
6.1.2 电压波动	(48)
6.1.3 闪烁	(50)
6.1.4 电压波动检测方法	(53)
6.2 电压波动的数学模型	(54)
6.3 电压波动检测方法 with 评定参数	(55)
6.4 最大相对电压变化和相对稳态电压变化	(56)
6.5 测试数据比较与分析	(57)
6.5.1 测试数据	(57)
6.5.2 对结果的讨论与分析	(59)
第 7 章 谐波电流检测中的数据测量及不确定度评估	(60)
7.1 不确定度评估发展简史	(60)
7.2 不确定度的来源	(61)
7.3 CNAS 对不确定度评估的要求	(61)

7.4	谐波电流发射测量不确定度评估参考模型	(63)
7.5	谐波电流发射测量不确定度评估中的注意事项	(64)
第8章	电磁兼容谐波电流测定能力验证	(66)
8.1	能力验证活动背景	(66)
8.2	计划概述	(66)
8.2.1	项目简介	(66)
8.2.2	参与计划的实验室概况	(67)
8.2.3	方案设计	(68)
8.2.4	统计设计与评价方法	(69)
8.3	样品均匀性和稳定性评价	(69)
8.4	检测结果统计和能力评定	(70)
8.4.1	初测结果统计分析	(70)
8.4.2	补测结果统计分析	(70)
8.5	技术分析和建议	(70)
8.5.1	测量设备影响	(70)
8.5.2	检测过程的质量控制	(71)
8.5.3	对作业指导书的理解	(71)
附录		(72)
附录A	电磁兼容谐波电流发射测试相关的标准清单	(72)
附录B	实验室检测结果及其统计评价	(75)
附录C	能力验证结果统计图	(78)
附录D	电磁兼容谐波电流检测样品稳定性检验样品均匀性、 稳定性检验报告(CNCA-13-B22)	(79)
附录E	电磁兼容谐波电流测定能力验证作业指导书	(85)
附录F	能力验证计划检测结果报告单	(88)
附录G	国际电工委员会(IEC)工程技术类标准的翻译策略	(89)
附录H	GB 17625.1—2012 中四类设备谐波电流发射限值	(94)
附录I	缩略语	(96)
参考文献		(98)

第 1 章 绪 论

电力供应行业按照正弦电压波形来提供电力,用户使用的设备也被设计成能在这种供电模式下正常运行的结构。然而,由于供电系统的内部阻抗并不为零,故如果客户将含有非线性负载的设备接入电网,会产生电压畸变,从而影响其他用户以及供电系统本身的设备的正常运行。没有任何负载或者供电系统设备能完全避免电压畸变带来的不利影响,尽管电力系统自身抵抗水平有很大区别(这些电力系统是按照惯例设计的,并没有刻意去提高其抵抗力)。

国际电工委员会(IEC)是成立于 1906 年的电气行业标准制定组织,拥有两个主要负责 EMC 的技术委员会——CISPR(国际无线电干扰特别委员会,总部在巴黎)和负责 IEC 61000 系列标准的 TC 77 技术委员会(总部在日内瓦)。CISPR 主要负责大于 9 kHz 所有类型电器的 EMI(电磁干扰)无线电信号保护测试标准规范的编写。IEC TC 77 分成 IEC/SC 77A(低频现象)、IEC/SC 77B(高频现象)、IEC/SC 77C(瞬时高能现象),主要涉及低频(小于 9 kHz)和高频传导电磁现象的标准化工作。

1.1 谐波的起源与定义

“谐波”这一术语起源于声学,其原意是指某根弦或者是某柱空气以数倍于基本重复频率(或基本频率)的振动。同样,在电学领域的信号分析中,谐波被定义为信号的某一分量。其频率为实际系统频率(即信号发生器产生的主频率)的整数倍^[1]。

在标准 IEC 60065(161):1990 给出的术语[161-02-18]中,谐波被定义为:一个周期量的傅里叶级数中次数高于 1 的分量^[28]。显然,对谐波电流发射的分析离不开傅里叶分析工具。作为研究内容,当前也有学者使用非傅里叶分析方法对谐波分量进行统计和分析。

1.2 电磁兼容检测标准层级分类

根据标准所关注的问题的内涵和外延,电磁兼容检测标准通常可以分成四个层级^[2]。

(1) 基础标准。

在基础标准里,一些物理现象的定义和描述会详细而精确地给出;测试和测量方法、测量仪器、基本的测试现场、待测物的布置摆放,也会详细地提供。根据不同的测试方法,给出相应的辐射抗扰度的测试等级。基础标准一般不包括诸如辐射骚扰限值或谐波电流发射限值等详细的技术指标,只是为了作为其他标准类的参考标准,在其他标准中引用。典型的如 IEC 61000-4 系列标准。

(2) 通用标准。

通用标准不包括详细的测试和测量方法,或者测量仪器,这些可以查阅基础标准。通用标准包括一般应用场合中的性能评判准则,这些准则与特定的测试等级有关联。当没有相应的产品标准时,通用标准作为产品检测的首选标准。通用标准的标题中一般含有“通用”这两个字。

(3) 产品类标准。

产品类标准通常不包括详细的测量方法或测量仪器,这些同样可以查阅基础标准。有些产品类标准中会给出专用的测试方法,或者与基础标准发生偏离的条款。在产品类标准中的测量方法和限值与通用标准中的相应条款一致。针对偏离条款,产品类标准要给出详细说明。此外,产品类标准中会给出比通用标准更多测试细节的条款。在进行电磁兼容(EMC)认证时,与通用标准相比较,产品类标准具有优先考虑权。

(4) 专用产品标准。

制定专用产品标准的一些基本原则与产品类标准的相似。在专用产品的辐射骚扰特性方面,很少有专用的产品标准。在辐射抗扰度性能方面,有较多的专用产品标准。而且,在产品的测试过程中,这些标准给出了详细的等级评判准则。

1.3 IEC 61000-3-2 的历史及发展

在 IEC 标准体系中,IEC 61000-3-2 是描述谐波电流发射限值(设备每相输入电流不大于 16 A)的基础标准,对谐波电流的发射测试及其应用具有重要的意义^[27]。

1.3.1 1960 年以前

在 1960 年以前,大多数的非线性负载是含半波整流器的电视机,因为大多数含有可逆极性的电源连接器,基本取消了直流部件。安装的电视机数量不足以因谐波电流发射而产生重要的系统问题。但是有证据表明,在某些国家,存在连接极性的随机失衡,造成了直流部件对地下电缆的腐蚀。

1.3.2 1960—1975 年

在 1960 年至 1975 年,由相位控制的家用灯光调光器开始在市场上销售,这些器件的使用产生了高频率的谐波传导发射。这些谐波传导发射引起了政府管理部门对射频频谱保护的注意,并开始采取措施对这些发射进行强制限制。但是值得注意的是,这些调光器会产生谐波电流,并且没有可行的方法来降低谐波在基波中所占的比重。

一项在欧洲范围内开展的系统调查表明,近 90% 的住宅用户电源阻抗值为 $(0.4 + jh0.25)\Omega$ 。这里 h 表示的是谐波次数, j 为虚数单位。该值包含在 IEC 60725 中,并且,它表明如果不控制调光器,电压畸变就会超过可接受的水平(之后被称为兼容性水平)。

注:一般兼容性水平和发射限值的大小没有直接的关系。

解决这个问题的第一个标准(该标准自身的测试并没有基于任何一个早期标准)是欧洲标准 EN 50006:1975;应用于不同国家的标准包括 BS 5406:1976。这个 EN 标准率先把一些技术考虑进来,包括电压波动,还包括现在 IEC 61000-3-3 和 IEC 61000-3-11 的主要内容。对谐波电流发射的限制有:

- (1) 禁止使用加热负载超过 200 W 的相位控制器件;
- (2) 应用奇数谐波发射限值;
- (3) 应用对称和不对称控制技术的偶次谐波发射限值。

这些限值表现为电压谐波百分比限值,由阻抗值为 $(0.4 + jh0.25)\Omega$ 的供电系统产生。然而,在实际实验过程中,需要从电压畸变计算系统中测量谐波电流。标准中没有包含任何关于限值来源的解释,就是 IEC 61000-3-2 中的类别 A 的限值。毫无疑问,该数值事实上是由供应厂家和生产厂家的专家共同商讨形成的,其确定值并不是两方最先讨论的结果。

然而,有一项研究确定了标准数值的大致的算法:在计算了多个调光器从不同的发射角度合成的谐波畸变水平后,确定了低压变压器谐波电流发射限值的终端分布(同样可以参考标准 IEC/TR 61000-1-4 的附录 A 的内容)。

1.3.3 1975—1982 年

1982 年,IEC 颁布了一个更为全面的国际标准——IEC (60)555-2:1982《注入交流电网的谐波》。该标准仍然有效地限制了 220(380)~240(415) V @ 50Hz 的欧洲系统,在 1987 年被 CENELEC(欧洲电工委)采用并作为标准 EN (60)555-2。它介绍了三种限值,最初的电流限值和 EN 50006 规定的一样,对短期使用的产品,限值提高到原来的 1.5 倍,比如便携式设备、电视接收器特殊的限值。输入功率小于 165 W 的接收器应用的限值被赦免,它只占接收器生产量

的很小比例,甚至包括电视接收器,限制只在电流上体现。由于这个标准对非专业设备注入电网的谐波电流进行了限制,在实施这个标准以后,一个明显的社会效应是,建筑物由于线路过热而导致的火灾现象几乎消失。

注:所有的 60000 系列标准在 1998-01-01 时重新编号,为了表示之前的标准被撤销或者不再出版,加入了“6xxx”,此处表示为增加了前缀数字编号 6,即 60xxx, 61xxx 等。

尽管该标准包含一个附录,声称是解释原始电流限值的来源,但事实上它没有这样做,仅仅是引用了包含在 EN 50006 中的电压畸变限值,而没有给出解释。

1.3.4 1982—1995 年

这段时间里,标准体系发生了三次深刻的变革。无论是在商用领域还是在家用领域,开关式电源器件得到了不断推广和使用,这暗示着电子产品的电磁兼容(EMC)的强制标准将在欧洲实施,并进一步暗示了欧洲公共电力供应将受到“产品质量”的要求。

早期的 EN 50006 和 IEC (60)555-2 标准并不适用于专业设备,但是在其他标准里没有相关定义,只在 EN 50006 标准里引用了“办公机器”作为一个例子。虽然目前尚不清楚该标准是否适用于办公电脑。在欧洲,自从人们把电脑归为家用电器,这个问题就得到了解决,因此早期的电流限值在欧洲得到了适用(但是 CISPR 14/EN 55014 并不适用于高频电磁波)。然而随着使用直接启动开关模式的直流电源单元的单相消费产品的推广,如电视机和台式电脑,由这些产品所引起的相邻消费产品的大电流脉冲同时发生会导致电源电压波形产生明显的峰值平坦化。虽然直接启动开关模式直流电源单元能够提供技术优势(效益更高,重量更轻,尺寸更小),但大电流脉冲近乎同时发生会导致电源电压波形显著的畸变(那些带有变压器馈电非开关电源的产品可能发射值更低,这是因为变压器的系列阻抗导致了整流器拥有一个更大的导通角)。

因此,IEC (60)555-2 的后续发展充满了争议。有人提出虽然供电行业继续推进 IEC 61000-3-2 的发展,但是涉及的相关设备生产行业很少采用此标准。但是应该看到这样的事实,设备生产行业是一个非常多样化的行业,在考虑谐波电流发射问题时,不同的子产业有不同的特点,然而供电行业在优先级上只有很少的多样性,主要源于不同国家的基础设施不同。

IEC 61000-3-2:1995 引进了很多新的特征。最显著的是“最大到每相 16 A 输入电流的电气电子设备连接到公共低压配电系统”(然而,标准中所定义的“专业设备”,享有对一些要求的豁免权。)

所以,这些标准包括一些要求和限值,这些要求和限值范围可以适用不同种

类产品,它可以分为如下四类;和之前的标准一样,它们仅适用于欧洲地区。

注:尚未知晓 220~240 V、50 Hz 的供电系统在其他国家是否和欧洲应用的标准足够相似;同时必须指出的是,通过“扩展操作”使得这些标准适用于其他电压和频率系统的方法并不可靠。不同的配电系统配置影响着有效供给阻抗和系统谐波电流通过系统的传播。

A 类属于通用类,适用于一些不能明确包含在其他类别的产品,这种限制源于 1975 年最初的电压限值和理论上假设的电源阻抗以及谐波频率。这种限制和目前用于白炽灯上的调光灯的电流发射有关,参见标准 IEC/TR 61000-1-4 附录 B。

B 类属于特定类,适用于便携式工具,但是它被假设为只适用于很短的一段时间(几分钟)。其极限是 A 类的 1.5 倍。至于这个因子 1.5 倍也纯粹是启发性的,虽然对于三次谐波,一个只满足三次谐波限值 3.45 A 所允许的因子(0.25),从而达到 5% 的兼容性水平的设备能够用在低压网中。

注:参见标准 IEC/TR 61000-1-4 附录 A 给出的“容许的兼容性水平”的解释。

C 类适用于照明设备,需要认真对其定义。它的限值是相当严格的,而且它们中的一些很早前就出现了,在 IEC 60082 中具有类似的值,而现在取消了。参见标准 IEC/TR 61000-1-4 附录 C。

D 类最初用在由供电电源产生电流脉冲的产品上,这种供电电源会在电流波形峰值产生一个假的聚集。一个典型的高效直接切换直流供电单元的整流器的传导角是 35° 。由一群这样的产品产生的各个低阶奇次谐波电流以算术累加方法近似计算,如果是单相供电电源会产生波峰平坦化的电压波形。对导通角大约为 65° 时的整流器,做了相当多的研究(包括提供已经是平峰正弦波整流器的影响),以及一些探索式的调整以容纳其他产品,认为这一类限值主要是适用直流供电模块单元,分开或者组装产品。参见标准 IEC/TR 61000-1-4 附录 D。

D 类限值和有功功率成正比,因此用毫安每瓦(mA/W)来表示。在 600 W 的功率上,D 类限值名义上是与当前(固定电流)A 类的限制相匹配,但由于舍入误差,这两类限值,在完全不同的功率下每次谐波却是相同的,这样就会引起一些混乱。这样就可能得出结论,供应系统预期的效果是兼容性限值水平并不会超过这些应用的限值。详细的解释可以参见标准 IEC/TR 61000-1-4 后附的参考文献^{[12][13]}。

同时,因为可以接受众多这样的产品对供电网络的影响,人们也认为 D 类限值应该有一个下界,低于下界的将不适用。下界最初设定为 75 W,4 年后减少到 50 W。但是,人们并没有意识到这是一个不能如所述的内容那样实施的一个条款,结果那些期待这个规定的人们失望地指出它并没有得到实施。