

电磁兼容技术展望及建议(上)

The Expection & Suggestion on EMC (Up)

高攸纲, 高思进
(北京邮电大学, 北京
100876)

Gao You-guang, Gao Si-jin
(Beijing University of Posts and
Telecommunications, Beijing 100876,
China)

摘要: 本文介绍了环境电磁学及电磁兼容技术的主要研究内容与其发展趋势,并提出了若干建议。

关键词: 电磁兼容; 电磁脉冲; 系统; 设备

中图分类号: 0441

文献标识码: A

文章编号: 1003-0107(2005)06-0073-04

Abstract: This essay introduces the main content and developmental trend of environment electromagnetics and electromagnetism compatible technology, in addition, tables some proposals about it.

Key words: EMC; electromagnetism impulse; system; equipment

CLC number: O441

Document code: A

Article ID: 1003-0107(2005)06-0073-04

73

前言

随着科学技术的进步,社会的物质财富及精神财富日益丰富多彩,人们的生活条件更加便利,但另一方面却导致社会均衡遭到破坏,出现了许多副作用。在电工领域这一情况也毫不例外,随着电工技术的飞跃发展,陆续出现很多危害影响,例如,电气和电子设备的种类及数量的增加以及电能消耗量的加大,不必要的电磁能量也随之加大,由此将伴随产生大系统的误动作;又如微波及超高压输电线的日益扩展,将对人类及动植物生态发生严重的影响。此外,超高层建筑和铁塔等设备将产生不必要的反射,从而出现重影问题,而汽车数量的增加将使城市杂波加大等。

尽管环境已包括了种种因素(温度、湿度、日照、气压、空气成份、水质、人口密度、城市构造、地形、经济等),电磁能量还是不能不考虑的环境因素之一,我们把它称之为电磁环境。最近国内某些文献已指出环境因素应包括温度、湿度、大气压力、太阳辐射、雨、风、水质、冰雪灰尘与砂岩、盐雾、大气污秽、腐蚀性气体、爆炸性混合物、核辐射、霉菌、昆虫及其它有害动物、振动、冲击、地震、噪声、电磁干扰、雷电、臭氧等20多个因素。

当前人们已进入信息化社会,人类的生存环境也已具有浓厚的电磁环境内涵。早在1975年专家学者就曾预言,随着城市人口的迅速增长,汽车、电子、通信、计算机与电气设备大量进入家庭,空间人为电磁能量每年增长7%~14%,也就是说25年后环境电磁能量密度最高可增加26倍,50年可增加700倍,21世纪电磁环境恶化已成定局。就电磁环境与人类的关系而论,除电磁环境会对人类生存产生直接影响外,电力和电子技术的进步以及社会生活的逐步发展还会对人类生活乃至人类的社会活动产生影响,因而探讨电磁环境与电工电子学的关系是极为重要的。基于这种原因,各国都已投入较多的人力物力,积极从事这方面的科研工作,多年来已陆续取得不少成果。我国由于原有工业基础比较薄弱,某些问题尚未充分暴露,矛盾还不够突出,因此某些部门对环境电磁学重要性的认识还很不够,目前仅有少数单位,少数人力从事这方面的科研工作,技术及物质条件都很贫乏,工作进度较慢。早在1984年1月7日中国科学院卢嘉锡院长在第二次全国环境保护会议闭幕会上的发言就曾指出:“重大的环境课题必须进行多学科各部门的协作,开展综合性研究”。呼吁尽快把

环境科学技术搞上去并提出了在国家科委领导下设立环境研究中心的建议。作为环境电磁学的科研工作者,也应积极响应呼吁,抓紧做好这方面的工作。笔者有鉴于此,特撰写此文,以介绍环境电磁学的有关情况,希望能随着第三次产业革命的迅猛发展,引起相关部门对环境电磁学这一新兴边缘学科的重视,迅速组织力量,大力开展这一领域的科研工作,以便协调各项科学技术,加速在我国实现四个现代化的步伐。

电磁兼容的英文名称为Electromagnetic Compatibility,简称EMC。EMC是从过去的“电磁干扰”发展起来的,而对电磁干扰的研究工作可上溯到19世纪。到上世纪20年代后,各工业国家都日益重视电磁干扰的研究,成立了许多相关的国际组织。上世纪40年代为了解决飞机通信系统受到电磁干扰造成飞机事故的问题,开始较为系统地进行电磁兼容技术的研究。美国自1945年开始,颁布了一系列电磁兼容方面的军用标准和设计规范,并不断地加以充实和完善,使得电磁兼容技术进入新的阶段。上世纪60年代以来,现代科学技术向高频、高速、高灵敏度、高安装密度、高集成度、高可靠性方向发展,其应用范围越来越

广,渗透到了社会的每一个角落,正由于大规模集成电路的出现把人类带入信息时代,近年来信息高速公路和高速计算机技术成为人类社会生产和生活水平主导技术,同时也由于航空工业、航天工业、造船工业以及其他国防军事工业的需要,都使得EMC获得空前的大发展,放眼未来,EMC还将在信息安全和生物电磁学等方面获得较大的进展。

电磁兼容技术涉及的频率范围宽达0—400GHz,研究对象除传统设施外,涉及芯片级,直到各型舰船、航天飞机、洲际导弹,甚至整个地球的电磁环境。各种测试方法和测试标准已展开了全方位的研究,例如,VDE、FTZ、FCC、BS、MIL—STD、VG、PTB、NACSIM、IEC、CICPR、ITU-T等标准逐年更新版本,趋向于全球公认化,各种规模的EMC论证、设计、测试中心如雨后春笋般地出现。各国都注重EMC教育和培训及学术交流,以1994年为例,就举办了25次国际性的一流学术交流会和培训班,涉及东道国有美国、德国、日本、瑞士、波兰、西班牙、意大利、英国、澳大利亚、以色列等国家。研究的热点已涉及许多方面,如计算机安全;电信设备电磁兼容;无线设备、工业控制设备、自动化设备、机器人、移动通信设备、航空航天飞机、舰船、武器系统及测量设备的电磁兼容问题;各种线缆的辐射和控制;超高压输电线及交流电气铁道的电磁影响;电磁场生物效应;地震电磁现象,接地系统,屏蔽系统等。

我国开展EMC工作较晚,陆续颁布了一些EMC设计要求、测试方法等国家标准和军用标准,但具体的设计规范仍很缺乏。电磁兼容工作渗透到每一个电气电子系统及设备中,只有通过总体设计部门管理协调,才能解决电磁兼容性问题。我们在长期工作中的组织管理没有投入足够的人力物力做深入的研究,这些经验往往不能很好的积累、提高和推广,形成不了设计规范,EMC设计更多的是在低水平上

的重复,这种局面有待迫切改变。

下面就当前环境电磁学及电磁兼容技术发展中几个突出问题,作一扼要介绍。

一. 电磁兼容预测

电磁兼容的基本内容之一是各个电子电气设备在同一空间中同时工作时,总会在它周围产生一定强度的电磁场,这些电磁场通过一定的途径(辐射、传导)把能量耦合给其他的设备,使其他设备不能正常工作,同时这些设备也会从其他电子设备产生的电磁场中吸收能量,使自己不能正常工作。事实上,这种相互影响不仅存在于设备与设备之间,同时也存在于元件与元件之间,部件与部件之间、系统与系统之间,甚至存在于集成电路内部。如果一个设备或系统在制造之前就能对它的工作状态进行预测,改进不合理的设计,进行优化设计,远比把设备制造出来之后发现问题再加以改进经济的多,因此,一个复杂设备、系统的研制必须进行电磁兼容预测。

一般来说,电磁兼容预测经历了三个发展阶段:

(一) 问题解决阶段

这一阶段的特点是:在电气电子系统设计时不作统筹的电磁兼容考虑,出现电磁干扰问题时,再分析原因,寻找解决办法,对于较为复杂的系统,如果没有统一的考虑,出现干扰可能性极大,而且不易分析原因所在,有时甚至无法解决干扰问题,导致系统的重新设计或系统设计的失败。

(二) 规范设计阶段

对系统、分系统、各部件、元器件,制定一系列详细的电磁兼容设计规范,严格按照规范进行设计和测试,将电磁干扰出现的可能性降为最低,但由于没有进行分析预测,制定的规范不可避免地带有一定的盲目性,指标要求太低,可能导致电磁兼容设计失败,指标要求太高,又会造成不必要的浪

费。

(三) 电磁兼容分析预测阶段

对系统、分系统、各部件、元器件电磁特性进行分析预测,合理分配各项指标要求,并且在系统的整个设计过程中不断地进行修正和补充,使系统工作在最佳状态。这一阶段的工作充分吸收了前两个阶段的优点,能够克服前面两个阶段的局限性,是目前电磁兼容技术的最高阶段。

目前,电磁兼容预测一般在三个级别上进行,第一个级别是芯片的电磁兼容预测。传统的芯片设计一般不考虑电磁兼容问题,在芯片工作在低速或低频时一般不会出现显著的电磁兼容问题。但当芯片工作在高频时,电磁兼容问题十分突出,它直接影响到芯片的质量,因此必须在芯片的设计时就考虑电磁兼容问题。目前,美国和其他一些西方国家的半导体芯片生产厂家把电磁兼容设计、预测作为生产的第一个主要过程。第二个级别是部件的电磁兼容预测,例如印刷电路板、多芯线、驱动器等电子电气部件本身的电磁兼容预测,以及部件与部件之间的电磁兼容预测。据报道,美国IBM公司正投入了许多优秀的科技人员进行电磁兼容研究与设计,以使他们的产品性能更加优越,更具竞争力,其他公司纷纷效仿。第三个级别是系统的电磁兼容预测。这是对例如飞机、舰船、导弹、飞船等装有多种复杂电子电气设备的系统进行电磁兼容预测。

不幸的是,无论在哪一个级别上,电磁兼容预测都没有完全做到,还没有一个可供实用的预测软件出现。出现这种情况的根本原因是,电磁兼容问题作为一个极为复杂的电磁边值问题是很难用一般的方法求解的。目前所用的方法主要是各种数值方法,其主要的受计算机速度的限制,因为计算速度的提高并不是无限的,一个有效但比较困难的解决方法是改进计算方法 and 计算技术。有人预计,在今后五至十年内,计算方法和计算技

术的改进将把电磁兼容预测计算速度提高一个数量级。另一个数量级的提高将依赖于计算机本身的速度提高。随着计算机、计算技术、计算方法的发展,相信电磁兼容预测是能得到解决的。

二. 屏蔽测量技术的发展

屏蔽测量技术的根本点在于准确、灵敏,其基本特点就是被测信号与外界干扰信号之间有效隔离。最具有代表性的屏蔽测量室是微波暗室,到目前为止,它是研究得最多、应用也最广泛的屏蔽测量室。它的基本测量方法是将测量设备和被辐射设备或器件同时置于内部,避免了外界信号对测量过程的干扰。除了用于常规的测量目的以外,它在各种电磁环境仿真技术中也得到了重要的应用,其应用频段主要依赖于边界吸收材料的电磁特性,然而,大型微波暗室的造价相当高,小型暗室在实际应用中又很不方便。从而,导致了上世纪80年代初屏蔽小室测量技术的发展。

顾名思义,屏蔽测量小室体积小,应用灵活,价格低廉。它将被测设备置于测量装置内部,测量设备置于外部,以避免外界信号对测量信号的干扰,与微波暗室相比,测量设备本身仍处于复杂的干扰环境下,这是实际应用中应特别注意的问题,这种部分外露有可能对测量结果产生较大的影响,尤其是在被测信号相当弱的情况下。目前,受到重视的小室有TEM Cell, GTEM Cell和WTEM Cell。从测量理论上讲,这类小室属于积分式测量体系,与微波暗室等的分布式测量体系构成了两类不同的测量技术,它们互为补充,构成了完备的电磁屏蔽测量技术体系。我国在这方面的研究工作中,北京邮电大学、北京理工大学和电子科技大学的理论研究工作较为深入,中船总武汉701所、东南大学、中国计量科学研究院、电子部四所及北方交大等在应用和小室开发技术领域的研究工作较为深入。

TEM Cell出现较早,研究工作也较成熟。关于其内部电磁场分布特点,传播模式谱及其截止频率,耦合效应及其对沿线方向阻抗分布和电磁场强的均匀度的影响,频带展宽技术,内导体偏心以增加均匀场空间等大量的理论研究工作为TEM Cell的广泛应用奠定了基础。在应用方面,比较典型的TEM小室的电磁参数与国外同类相比基本相当,如中国计量科学研究院,中船总武汉701所、东南大学等的产品都达到了很高的水平,由于各自工作的需要,在外观尺寸不变动情况下,可以根据实际需要提高或降低某些技术指标,当然,这种改变是以牵动其他指标的某种变化为结果的,一个具体指标的变化要根据科学的分析方法和通过实验验证去确定。如人们常用的偏心技术,它以场均匀性的下降为代价,提高了有效测量空间的体积和单模带宽。

GTEM Cell在1987年以后才提出来,与TEM Cell相比,它的频带被大大的扩展,一个绝对理想的GTEM Cell的应用频带是无限制的,因此它有一些特殊的应用领域和应用客户。应用于TEM Cell的许多性能优化技术对于GTEM Cell同样有效,以此为代价,它的场均匀性差,测量技术的理论研究工作存在比较大的困难,测量结果的分析和分解更加困难,在实际应用中,这种小室更加难以驾驭。目前,关于其场特性、模式特性以及测量理论和应用的研究都比较多,同TEM Cell一样,在应用上,为了保证场均匀性,都有一个三分之一规则。

1993年人们提出另一种屏蔽小室—WTEM Cell,其结构是半个TEM Cell,但采用线阵结构而非板块结构,在结构上与TEM Cell相比没有实质性的改变,但这种结构在改善电磁场的均匀性,降低本身的耦合与提高单模带宽方面比TEM Cell更容易实现。

最近搅拌式混响室受到人们关注。混响室的热衷源于机动车辆、航天和军用标准中要求产生的高的EMI场强,在模式搅拌室使用标准的射频功率放

大器可获得高强电磁场,因此,许多EMC测试实验室开始对此类混响室萌发兴趣。在1GHz,只要1W的输入功率就有可能产生对被测设备100V/m的场强照射。

为了达到此数值,需要良好的设计,如果400MHz以上的标准偏差在3dB以内,100MHz以下的标准偏差在4dB以内,100MHz到400MHz的标准偏差由4dB线性减少到3dB以内就可认为场的分布图为均匀的。首先,只要模式搅拌器的效率足够,就能实现均匀的场。相对于混响室的尺寸,模式搅拌器必须足够大,应非对称安装,且不能离墙壁太近,而且搅拌桨的设计和安装要做到在模式搅拌器的一次旋转中不可能发现有两种相似的结构,其目的是使激励出的模式最大化。

腔体(屏蔽壳体)设计的质量是十分重要的,壳体的尺寸直接影响近频段的规范均匀性。腔体的尺寸决定模式密度,如果模式密度太低,无论混响室尺寸或模式搅拌器的个数和位置如何,都不可能得到正确的均匀场。

铝材三明治拼板结构对于混式搅拌混响室是一种理想的选择,它可产生较高的场强。

三. 系统及设备相互间的人为电磁噪声及干扰

这类电磁噪声及干扰主要包括输电线路电晕噪声、汽车噪声、接触器自身噪声及导体开合时放电引起的噪声、电气机车噪声、城市噪声以及公用走廊内各种公用事业设备(输电线、通信、铁道、公路、石油金属管线等设备)相互间的影响(见附表)。特别是强电线路对其他设备的容性、感性及阻性耦合影响,近来强电线进入大城市引起的地电位问题更为突出。

此外,超高层建筑、输电线、铁塔等大型建筑物引起的重影问题也很突出。为了减轻重影影响,可针对建筑物反射,采用由铁磁粉末等制成的吸收壁结构,要兼顾美观与成本因素,把建筑学和电工学很好结合起来。在天线

附表：共用走廊内各系统间的相互影响

受影响产生影响的系统	输电线	通信	石油等金属管线	铁道	公路
输电线	可靠性下降、维护中由电压梯度引起的安全问题	正常运行状态下的音频干扰、故障及闪击损害、电击危险、电缆皮的腐蚀、施工中的损害	腐蚀、电击危险、起火/爆炸危险、施工中的损害	电击危险、出现虚假控制信号、起火危险、通信干扰	无线电杂波、可闻噪声、起火危险、电击危险
通信	施工中出现阻断	串话、阴极保护影响、施工中的损害	阴极保护影响、施工中的损害	施工中的损害	接口干扰 (access interference)
石油等金属管线	施工中出现阻断起火/爆炸危险	阴极保护影响、漏油损害/人身安全、施工中的损害	阴极保护影响、漏油/起火及爆炸危险	施工中的损害、起火/爆炸危险	接口干扰、起火/爆炸危险
铁道	可靠性下降	电气铁道将产生与输电线相同的影响、出轨会危及增音站及地上设备	电气铁道将产生与输电线相同的影响、出轨会危及阀门、压缩机或泵站等	由于可能出现事故使可靠性下降、安全度下降	由于突然事故引起的安全度下降、接口干扰
公路	由于事故使可靠性下降	由于车辆事故会危及增音站或地上设备	由于车辆事故会危及地上设备	由于可能出现事故使可靠性下降、安全度下降	由于突然事故引起的安全度下降、接口干扰

和电视机方面也可采用相应措施。

四. 电磁脉冲的影响

雷电及核爆炸都会产生电磁脉冲，雷电的危害早已为人们熟知。由高空核爆炸产生的电磁脉冲能大量损坏敌方设备，将成为新一代的核武器，由于它能大面积损坏敌方的指挥、控制、通信、情报系统，使之瘫痪，因此在国防上有很大价值，各国仍在大力加强核电磁脉冲方面的科研工作。国际电工委员会TC77技术委员会已成立SC—77分会专门加强这方面的工作。

需要指出的是现有不少文献均认为光缆可不受外界电磁场影响，但实际上在强电磁脉冲作用下光纤会发热引起机械变形等后果，也将直接影响光纤的传输特性，此外，直击雷还会使光纤极化偏转，故不可忽视这方面的防护技术。(未完待续)◆

专业的消费性电子产品开发、IC供应、技术配套

计算器IC

普通8位、12位、带语音、查步计算器
中小學生用科学函数计算器

Lcd driver

4x19 dots、4x32 dots、8x32dots等点数driver

烟雾传感器IC

离子型及光电型两种均有

和弦音IC

可应用于门铃、钟表、对讲安防、电话、小灵通

录音IC

各类秒数录音IC可应用于玩具、门禁、答录、报站等方面

时钟万年历IC

5功能时钟与带温度世界时、LCD万年历、带农历LED万年历

充电器IC

主要应用于消防应急灯

TV GAME

主芯片软件、Flash可配套销售

遥控器IC

可应用电视、VCD、DVD、功放

语音IC

适用于玩具、礼品、家电、保健器材等

Hinix 广州汇佳电子科技有限公司
Guangzhou Hinix electronic Technology Co., Ltd

Http://www.hinix.com.cn

E-mail:gavinlau@21cn.net

E-mail:sales@hinix.com.cn

融汇科技 演绎佳人

电 话: 86-20-85613910

86-20-85613917

传 真: 86-20-85613329

联 系 人: 刘先生/13332851028/13822168708