

# 计算机电磁兼容性问题的研究

曾素琼

(嘉应学院电子信息工程系,广东 梅州 514015)

**摘要:**论述计算机电磁兼容性问题的重要性,着重探讨了计算机电磁兼容性的实现方法,展望未来计算机电磁兼容性技术。

**关键词:**电磁兼容;屏蔽;滤波

**中图分类号:**TP211

**文献标识码:**A

## Research on Electromagnetic Compatibility of Computer

ZENG Su-qiong

(Department of Electronics and Information Technology, Jiaying University, Meizhou 514015, China)

**Abstract:** This paper describes the importance of electromagnetic compatibility of computer, researches the method of realizing the computer's electromagnetic compatibility, and also introduces the electromagnetic compatibility technologies of computer in the future.

**Key words:** electromagnetic compatibility (EMC); shielding; filtering

## 1 计算机电磁兼容问题的特点

计算机是一个相当复杂的数字电子系统,外来电磁辐射、内部元件之间、分系统之间和各传送通道间的窜扰对计算机及其数据信息所产生的干扰与破坏,严重地威胁着其工作的稳定性、可靠性和安全性。同时计算机作为电子设备,它的寄生辐射和电磁泄漏也可能污染外界电磁环境或造成自身信息失密。计算机电磁兼容性不容忽视,它已成为一个迫切需要研究的问题。

计算机的电磁兼容性问题具有一般电子设备的共性,又有其突出的特点。

(1)计算机既是一个易受电磁干扰的敏感设备,同时又是一个干扰源。计算机是低电平数字电子系统,就电磁兼容的角度而言,它主要是一个易受电磁干扰的敏感设备。计算机所处理的是脉冲信号,因而易受外界脉冲干扰的影响,也向外界产生电磁干扰脉冲,且脉冲信号具有很宽的频谱。

(2)计算机在很宽的波段内向外界辐射和泄漏电磁干扰。计算机电磁泄漏包括两个含意,首先是指主机及其辅助设备产生的无意干扰对外界的辐射或传导,在低频段和主振频率及其倍频附近,计算机对外的电磁泄漏尤为严重。计算机的主频率有很宽的范围,其覆盖的频率与电力电子设备、广播、

电视、通信、雷达等的基本工作波段相同,所以对无线电广播、电视等家用电器有较大威胁。泄漏的另一个含意是指有用的信息泄漏,它们虽然不一定是强信号,但是其影响往往是从相对关系认定的,在对某信息感兴趣时,截获者会利用放大、特征提取、解密或解码的方式来获取,即使是很小的信号,采用现代化的信息处理技术也是可能截获的,而被截获的危害,绝不次于设备工作被干扰,这牵涉到计算机信息的安全性问题。

目前,计算机向高速、宽带、高密度、小型化发展,可能会导致干扰问题更加严重,给计算机电磁兼容性问题带来更多急待解决的问题。

## 2 计算机遭受电磁干扰的危害

计算机的外界干扰的主要来源是射频干扰、工频电源干扰、静电干扰及雷电脉冲干扰等四类。在电磁干扰环境中,计算机所受到的危害取决于干扰场强度、频率和计算机自身的电磁敏感度。实验证实,若计算机房处于大功率无线电发射设备、高频大电流设备或射频理疗设备等附近,当这些设备工作时,其空间电磁场强度若超过 120 dB  $\mu$ V,则计算机的工作将受到严重的干扰;工频电源电压的大幅度波动或电流冲击有可能通过电源线进入计算机系统,使计算机出现运行故障,甚至损坏计算机的某些部件,在离微机 6 米处开关电流为 10A 的交流感性负载,其接触

收稿日期:2005-08-15

作者简介:曾素琼(1967-),女,广东五华人,嘉应学院电子信息工程系讲师,高级实验师,研究方向:电子技术应用,电子信息与通信工程。

器触头电弧产生的干扰足以使计算机产生误动作;静电干扰是造成计算机中 MOS 电路损坏的主要原因,美国有统计表明,由于静电干扰导致计算机及其元器件的损坏造成的经济损失每年高达数亿美元;雷电脉冲通常通过电网供电电源进入计算机造成干扰,甚至使计算机或其部件损坏。在我国,由于雷电致使计算机损坏的事例屡见不鲜,2004年7月底的两次强雷电中,仅广东省梅州城区就有上百台计算机受不同程度的损坏。

### 3 计算机的电磁泄漏及其危害

计算机系统本身所造成的电磁泄漏,它一方面是外部敏感设备的噪声源,另一方面也造成计算机数据信息的失密和失窃的可能。

计算机信息泄漏的途径主要有:主板上的 CPU、ROM 或 RAM 等因其电路的开关作用有瞬变量产生辐射信号、监视器(CRT)的视频信号、传输系统的有用信息电磁泄漏和计算机外部设备中有用信息的泄漏等。

计算机在很宽的波段内向外界辐射和泄漏电磁干扰,而在低频段和主振频率及其倍频附近尤为严重。计算机的电磁泄漏,伴随信息的输入、传送、存储、处理和输出的全过程,其强弱和频谱的覆盖范围均能构成对环境的威胁。

一台袖珍计算机的电磁辐射可以干扰破坏导航仪的工作;一个普通计算机的显示终端所辐射的带有有用信息的电磁波,在 10 米以外还可以接收和复现;在距计算机 100 米处用普通天线可收到  $30\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$  辐射电平的泄漏。所以,在飞机上禁止使用笔记本电脑、手机和游戏机之类的数字型电器,以防影响飞机控制器。以家用计算机而言,虽不至于担心有泄密问题,但对其他电器如电视机等的影响是相当大的,其中较常见的是主机箱不合格,使开关电源泄漏的电磁波过强,显示器不合格则可能会对人体产生不良影响。

目前,研究计算机的信息泄漏已和研究计算机病毒一样,被认为是涉及计算机安全的重要方面,受到国内外学者的广泛关注。利用计算机的电磁泄漏是情报机关获取信息的重要途径,随着社会对电脑的依赖性的增加,被窃取的信息将更加丰富。在我国,改革开放带来了科技的巨大进步,高速信息公路的开通,网络技术的普及,使得信息泄漏问题日趋严重,它已不仅仅是军事、情报部门需要注意的问题,商业、科技、人事档案、企业管理、工程设计等部门都必须予以足够的重视。

## 4 计算机电磁兼容设计的实现

### 4.1 屏蔽接地是提高计算机抗干扰能力的有效措施

计算机系统屏蔽包括机房屏蔽、整机屏蔽、元件之间的屏蔽和隔离,电源的进线及传输线输入及输出线也应屏蔽接地。系统与机房不仅要有良好的接地,而且应有针对性地对交直流接地、高频接地、防雷接地和安全接地进行合理设计。屏蔽一般分为两种类型:一类是静电屏蔽,主要用于防治静电场和恒定磁场的影响,另一类是电磁屏蔽,主要用于防止交变电场、交变磁场以及交变电磁场的影响。

(1)静电屏蔽的基本方法是采用低电阻率材料作屏蔽体,在感应源与受感器之间加一块与机壳接触良好的金属隔板网、罩或盒。可用铜、铝材做屏蔽外壳,要求不高的可用钢材。实施时应注意:静电屏蔽应具有两个基本要点,即完善的屏蔽体和良好的接地。

(2)电磁屏蔽就是以金属隔离的原理来控制电磁干扰由一个区域向另一个区域感应和辐射传播的方法,主要是对高频电磁辐射的屏蔽。电磁屏蔽不但要求有良好的接地,而且要求屏蔽体具有良好的导电连续性,对屏蔽体的导电性要求要比静电屏蔽高得多。因而为了满足电磁兼容性要求,常常用高导电性的材料作为屏蔽材料,如铜板、铜箔、铝板、铝箔、钢板或金属镀层、导电涂层。具体选用哪种材料,则应根据工作频率和电磁兼容费用来共同确定。

在实际的电磁屏蔽中,电磁屏蔽的效能更大程度上依赖于机箱的结构,即导电的连续性,机箱既是外壳又是屏蔽罩。机箱上的接缝、开口等都是电磁波的泄漏源。穿过机箱的电缆也是造成屏蔽效能下降的主要原因,解决机箱缝隙电磁泄漏的方式是在缝隙处用电磁密封衬垫。电磁密封衬垫是一种导电的弹性材料,它能够保持缝隙处的导电连续性。常见的电磁密封衬垫有导电橡胶、双重导电橡胶、金属编织网套、螺旋管衬垫、定向金属导电橡胶等。

机箱上开口的电磁泄漏与开口的形状、辐射源的特性和辐射源到开口处的距离有关。通过适当的设计开口尺寸和辐射源到开口的距离能够改善屏蔽效能。

通风口可使用穿孔金属板,只要孔的直径足够小,就能够达到所要求的屏蔽效能。当对通风量的要求高(即通风口大)时,必须使用截止波导通风板(蜂窝板),否则不能兼顾屏蔽和通风量的要求。如果对屏蔽要求不高,并且环境条件较好,可以使用铝箔制成的蜂窝板。这种产品的价格低,但强度差,容易损坏。如果对屏蔽的要求高,或环境恶劣(如军用环境),则使用铜制或钢制蜂窝板,这种产品各方面性能优越,但价格高昂。

## 4.2 滤波是抑制传导耦合干扰的重要方法

滤波技术的基本用途是选择信号和抑制干扰,通常按功用可把滤波器分为信号选择滤波器和电磁干扰(EMI)滤波器两大类。信号选择滤波器是以有效去除不需要的信号分量,同时是对被选择信号的幅度相位影响最小的滤波器;电磁干扰滤波器是以能够有效抑制电磁干扰为目标的滤波器。电磁干扰滤波器常常又分为信号线 EMI 滤波器、电源 EMI 滤波器、印刷电路板 EMI 滤波器、反射 EMI 滤波器、隔离 EMI 滤波器等几类。

线路板上的导线是最有效的接收和辐射天线,由于导线的存在,往往会使线路板上产生过强的电磁辐射。同时,这些导线又能接受外部的电磁干扰,使电路对干扰很敏感。在导线上使用信号滤波器是一个解决高频电磁干扰辐射和接收很有效的方法,它可使脉冲信号的高频成分大大减少,线路板的辐射将大大减少。

电源线是电磁干扰传入设备和传出设备主要途径。通过电源线,电网上的干扰可以传入设备,干扰设备的正常工作;同样,设备的干扰也可以通过电源线传到电网上,对网上其它设备造成干扰。为了防止这两种情况的发生,必须在设备的电源入口处安装一个低通滤波器,这个滤波器只容许设备的工作频率(50Hz,60Hz,400Hz)通过,由于这个滤波器专门用于设备电源线上,所以又称为电源线滤波器。在屏蔽体的出入口或导线的适当位置安装电源线滤波器可以显著降低来自供电网的干扰。

## 4.3 采取综合防护措施减小计算机系统本身的电磁骚扰(EMI)发射

许多电磁骚扰问题可以在设计与开发过程中解决。抑制计算机电磁泄漏的手段主要是屏蔽技术(连接线双金属网屏蔽、计算机房的防电磁辐射设计等)、接地技术、滤波技术、隔离系统(主机箱涂防辐射涂料等)等。这些方法的实现与前述计算机系统抵抗其它设备的电磁泄漏一样,不过此处计算机是电磁泄漏源,要防止它去干扰别的电子设备。例如计算机显示屏等,既要满足视觉需要,又要满足防电磁泄漏要求,通常在显示屏前加装高性能屏蔽视窗;屏蔽机箱上绝不允许有导线直接穿过,当导线必须穿过机箱时,一定要使用适当的滤波器,或对导线进行适当的屏蔽。

实验表明,采取防电磁泄漏措施之后,传导泄漏在整个频段内部较容易达到技术标准要求,对于辐射泄漏,低频段、主振频率及其倍频上较难达到标准要

求,是技术攻克的重点。

## 5 计算机电磁兼容技术展望

(1)国际上一致认为光纤电路抗电磁脉冲是最理想的途径。光束传输信号和处理信号是利用了现代光技术所具有的高密度传送信息和不受电磁感应噪声影响的两大特性。导体上感应的以电压或电流形式出现的脉冲都不能通过光纤进行传输,光信号的频率与电磁脉冲的频率又相差甚远,互相不会发生干扰。光计算机的研究必将使计算机的电磁兼容性提高到一个前所未有的新阶段。

(2)利用逻辑电路技术与软件技术的巧妙结合、综合利用,可以用来作为抑制噪声的有力工具。利用软件手段(冗余技术、容错技术、数字滤波技术等)检查并纠正差错,是抑制进入系统后的干扰的危害和切断干扰的强有力手段。随着现代信息处理技术的提高,软件抑制噪声、软件抗击干扰愈来愈被人们关注,利用软件手段以低成本实现计算机电磁兼容将有广阔的前景。

(3)集成电路的封装材料中含有微量的天然放射性同位素钍和铀,他们的原子裂变产生 $\alpha$ 射线会使计算机存储器误动作,所以要从集成电路的制造技术、工艺、材料诸多方面考虑电磁兼容的设计问题,例如,可在MOS、A/D等芯片及印制电路板的接头上做静电涂覆,计算机抗静电干扰将会有显著效果。

(4)计算机是由数字电路组成的设备,其辐射频谱及其谐波复杂、丰富,辐射所包含的信息包括数据信息、视频信息等,虽然这些信息可能较弱,但理论上,这些信息都可能被窃取和解译。电磁泄漏引起的信息泄漏问题存在利用和被利用问题。利用信息设备的电磁泄漏(发射)获取信息情报将会变得更为及时、准确、广泛,而且安全、可靠、隐蔽;另一方面,也应预防信息被别人窃取、利用。

### 参考文献:

- [1] 陈玮敏. 结构设计中的电磁兼容性(EMC)设计[J]. 电子工程师, 2001(9): 58~60.
- [2] 张森昌, 等. 电磁兼容(电工高新技术丛书, 第五分册)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [3] 王庆斌, 刘萍, 尤利文, 等. 电磁干扰与电磁兼容技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [4] 高攸纲, 刁庆安. 展望 21 世纪的环境电磁学及电磁兼容技术[J]. 邮电设计技术, 1999(6): 1~7.