

电磁干扰与电子通信设备机箱机柜的结构设计研究

许少年

通号通信信息集团上海有限公司 上海 200070

摘要: 随着科技的发展,电子产品已经从稀有到日常生活随处可见。电子设备的出现给人们的生活带来许多便利。不过在使用电子设备时,有时也会遇到问题,如信号不稳定。产生此类问题的主要原因就在于设备干扰。基于此,本文将针对电磁干扰与电子通信设备机箱机柜的结构设计研究,做出深入剖析,以提升电子通信设备机箱机柜的抗电磁干扰能力。

关键词: 电磁干扰; 电子通信设备; 机箱机柜结构设计

前言:从理论角度来看,电磁干扰主要指因电磁干扰所造成的系统性能、设备传输通道性能下降。也就是说,其本身属于一种客观存在的“物理现象”,能够对设备产生损害的电磁现象均属于此列^[1]。事实上,在常规情况下电磁干扰现象难以做到完全避免,电子设备广泛渗透人们日常生活的方方面面,无论是电池、电网等都会有电磁干扰问题,影响人们生产、生活。与声音传播过程中,所需的介质、发生源、接收点类似,电磁干扰的影响也有三大要素,分别为被干扰对象、传播途径、干扰来源。在专业理论中,被干扰对象统称为敏感设备。电子通信设备是敏感设备中至关重要的组成部分,因此,文章将对电子通信设备机箱机柜的结构设计做出全面分析,保证其抗干扰性能的提高。

1 电磁干扰源头分类及抑制技术

1.1 源头分类

电磁干扰源的分类主要有两大类,其一是自然干扰源,如太阳辐射、雷电、银河系无线电辐射等;其二是人为干扰源,主要有以下几方面的体现。

(1) 元器件固有噪声:其固有噪声可划分为爆米花噪声、热噪声、散粒噪声等,上述噪声产生即会有干扰问题的出现,这些干扰问题主要展现在以信号变换处理为主、微弱信号处理为主的生物工程、遥感遥测、图像信息处理等方面。但是,在以能量变换处理为主的电子电力领域不会产生明显影响;

(2) 物理或者化学噪声源:主要分为原电池噪声、因摩擦与导线移动产生的噪声以及电解噪声三方面;

(3) 放电噪声:这一类干扰源于放电过程,主要分为电晕放电、静电放电、弧光放电、高频电火花干扰以及辉光放电等五方面;

(4) 放电噪声电磁波辐射干扰:即为电磁波辐射装置朝向相应空间进行电磁波发射,所造成的电磁环境污

染,相应电磁波辐射装置包含遥测遥感、无线电广播电视等,这些装置在发射电磁波给空间时,会在短时间内对周围其余电子装置产生干扰;

(5) 半导体器件开关过程与交流电路所引发的噪声:电力电子技术的飞速发展,使得半导体变流装置(有现代功率半导体快速开关特性构成)在工商业、家电、医疗等产业中得到了广泛的应用,也正是由于这种现象的出现,使得电磁环境污染也随之而来,这些装置在实际运行过程中的工作频率不是非常高,但是这些装置所具备的功率容量很大,一旦导致电磁干扰产生,影响则会较为广泛^[2]。

1.2 抑制技术

电磁干扰的抑制技术主要可分为以下三种。

(1) 滤波技术:在实际利用该项技术进行具体操作的过程中,会充分发挥滤波器件的作用,从而将干扰噪声与信号及时分离,以获取有用信号。在当前阶段的社会发展中,较为常用的滤波器件分别有磁珠、共模电感、电阻、电容等;

(2) 接地技术:对于这项技术的应用,在当前阶段已经十分广泛,这主要是因为接地金属本身具备价格低廉,操作方便的特点,通过对于接地技术的应用,能够将外界电磁场的不良影响,控制并降到最低程度。在开启电子设备的瞬间,会有巨大电磁波的产生与形成,这种电磁波就会对周边、附近设备,造成明显影响。而将设备外壳接地,则能够将相应能量及时释放,并有效削弱电磁干扰力^[3];

(3) 屏蔽技术:针对于这种技术的利用,首先要明确,屏蔽体是以导磁性、导电性极佳的原材料生产而成,所发挥作用体现在分离设备内部、外部。简单来说,就是能够充分发挥双向屏蔽性作用,并以此来控制不良电磁干扰。从屏蔽体角度入手,可以以抵消、吸

收、反射等形式，来规避电磁波外流现象的出现，并且能够有效隔绝外界影响。

在对电磁干扰来源及抑制技术有了全面了解后，本研究将以抗电磁干扰为核心要求，进行电子通信设备机箱机柜结构设计的探讨，以保证电子通信设备运行空间的稳定、安全。

2 电磁干扰与电子通信设备机箱机柜的结构设计探讨

电子通信设备的抗电磁干扰能力，对于现代社会中许多行业的稳定运行和数据安全至关重要。随着电子设备在各行各业中应用范围的扩大，电磁波干扰对设备的影响也变得越来越严重。在这种情况下，设计和制造抗电磁干扰能力高的电子通信设备成为各个行业领域发展重点关注的问题。其中，电子通信设备的机箱机柜结构设计十分关键。

2.1 机箱机柜结构布局

2.1.1 机箱机柜的材料选型

为有效抵抗电磁干扰，本研究中的机箱机柜材料的选型至关重要，是提升箱体抗电磁干扰能力的关键。在现代电子通信设备的研发中，想要保证自身抗干扰能力，一般会首选铝合金材料，这主要是因为铝合金材料本身具备硬度符合设备防护需求、承载要求、质量较轻、抗电磁干扰能力较强等优势，能够形成对箱体的有效保护^[4]。当电子通信设备箱体采用抗电磁干扰能力较弱的材料时，也可采用对箱体喷涂金属漆的方式来解决电磁干扰问题，有相关研究人员对这种方式，进行了针对性探究，这对设备整体抗电磁干扰能力的提升大有裨益。

2.1.2 造型设计

在电子通信设备机箱机柜的抗干扰性能提升中，做好造型设计也是一种十分重要的方式，在机箱整体造型设计中，一般采用矩形框架的结构，这种矩形框架结构本身具备空间布局合理、可利用空间大等优势，对于内部器件的堆叠设计是极其有利的。另外，矩形框架结构的机箱机柜设计时，各柜门，箱体的造型设计也相对容易，且加工工艺简单，加工成本低，箱体各面的配合处比较容易做到比较贴合，这对于提升整体抗电磁干扰能力也是十分有益的。矩形结构柜体结构如图1所示。

2.1.3 机箱机柜的缝隙设计

机箱机柜的结构设计中必须考虑到电子通信设备运行过程中产生的大量热量，因此，要兼顾其抗干扰能力、散热能力的双重考虑，以保证机箱机柜的缝隙设计的合理性、可行性。比如，在满足机箱机柜的外壳防护等级要求的情况下，一般可采用“孔洞阵列”的形式为主，有效减少了多面缝隙设计，仅需设计一面缝隙，就能

促进内外界辐射交叉的减少，并且能够契合设计要求^[5]。比如，在户外通信设备机柜的布局中，可选择一体化机柜，在设计过程中，以“前后开门”形式设计，保证设备操作、安装和维护的便捷性，并在前门布设“通风窗口”、后门布设“全封闭门”，前者的通风方式主要为“网状孔结构”，整个网眼的设计十分细小，能散热的同时，也能有效减少电磁干扰的影响。然而，有些不得不存在的配合间隙，我们可以采用在缝隙处安装屏蔽弹簧片或贴导电泡棉的方式来对抗电磁干扰。金属屏蔽弹簧片和带背胶的导电泡棉条如图2所示。

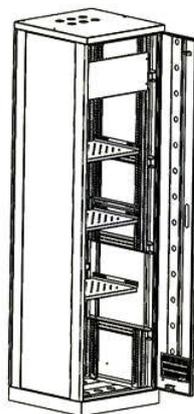


图1 矩形结构柜体结构图



图2 金属屏蔽弹簧片和带背胶的导电泡棉条

2.1.4 面板布设

在电子通信设备机箱机柜的结构设计中，面板布设直接关系到电子通信设备的安装效果。面板设计的合理性，科学性，会最大限度地减少外部电磁干扰的问题，通常为保证电子通信设备机箱机柜抗电磁干扰的能力，在面板设计中，就需要规划出足够的接口、孔洞，以保证网络线路的连接、电源的连接。但是在设计过程中也需要注意，如果预设过多的接口、孔洞，极易导致电磁漏电问题，外部电磁干扰也容易影响箱体内部构件运行。为规避上述问题的发生，在面板孔洞设计中，设计人员会尽量拉长孔洞和辐射源间的距离。同时，对于无法远离的辐射源，可以采用对面板的接口，孔洞等增加

屏蔽罩壳的方式来解决。在电源插座增加金属罩壳,起到屏蔽的效果,具体如图3所示。



图3 电源插座增加金属罩壳效果图

2.2 电磁干扰设计

在上文中已经提及电磁干扰现象产生的主要来源,而对电子产品产生电磁干扰的来源,除空间辐射外,还需及时关注以电源线引入—引出信号线所产生的传导干扰。电源线、信号线共同构成的电磁干扰,属于载体类电磁干扰,因此当干扰产生,通过电源线、信号线即可进入箱体内部。基于这种情况的存在,就需重点关注过滤波器选择,以实现电路有效保护目标。在过滤波器选择中要确定电源线干扰阻抗要求、衰减变化、频率范围大小,并将其作为标准要求,选择滤波器规格。除此之外,还需重点考量电子通信设备机箱的接地,机箱整体即为导磁、导电的个体,如未能做好其接地设计,其就会成为一个“天线”,并直接成为电磁干扰的接受体、发射体,这对电子通信设备稳定、正常运行十分不利。

2.3 耐环境设计

电子通信设备机箱机柜的耐环境设计需注重室内环境、室外环境两方面的规划。

(1) 室内环境设计:在室内环境条件下,保证两种及以上电子设备的正常运行,其中运行的任一设备均能抵抗电磁干扰,并减少对其他电磁设备干扰;

(2) 室外环境设计:在室外环境条件下,电子设备面对环境更为恶劣、复杂,如光照辐射、雨水侵蚀等。为高效降低电子通信设备损坏的概率,在耐环境设计中,首先要注重防水设计,如针对性防水材料引入、密封接插件的设计等。同时,如果室外环境粉尘问题较大时,需要结合室外环境的实际情况,针对性地设计好特殊的散热口,保证电子通信设备机箱机柜耐受外界环境的同时,也能可靠地对抗电磁干扰的问题。

结论

综上所述,电磁干扰(EMI)是由电子设备或系统产生的电磁辐射,可能会干扰其他设备的正常运行或引起电磁兼容问题。本研究从电磁干扰源头分类及抑制技术、电磁干扰与电子通信设备机箱机柜的结构设计探讨两个角度出发,重点探讨了如何提升电子通信设备抗电磁的干扰能力,并强调了电子通信设备机箱机柜抗干扰能力提高的重要意义,希望能够为电子通信设备机箱机柜结构设计工作的开展提供帮助。同时,也希望领域研究人员能够重视屏蔽材料的使用、设备合理的布局、电缆的绕线与隔离、接地系统的优化、滤波器的应用等多种方式的结合利用,以促进电子通信设备抗干扰性能的高效建设。

参考文献

- [1]张赢,袁晓东,曹春诚等.短路电流对二次设备电磁干扰分析及抗干扰措施[J].高压电器,2024,60(1):182-189.
- [2]唐婧壹,唐杰.基于最小流量的宽带电子设备通信容量分配算法设计[J].电子器件,2023,46(6):1615-1620.
- [3]陈秉试.电子通信工程中的设备抗干扰接地措施分析[J].集成电路应用,2023,40(8):226-227.
- [4]周颖洁,李立勋.企业互联网化对广东先进制造业企业创新水平提升的影响——以计算机、通信及其他电子设备制造业为例[J].热带地理,2023,43(4):769-782.
- [5]丁学智,吴增超.电磁干扰与电子通信设备的机柜结构设计[J].集成电路应用,2022,39(5):246-247.