

电磁屏蔽原理及材料分析初探

陈昊伟

深圳市正昊精密科技有限公司 广东深圳

【摘要】 伴随着科学技术的发展, 在各类电子设备给为人们生活带来高效率 and 便捷的同时, 所带来的电磁辐射和造成的社会各种问题日益严重, 也给人类的日常工作和生活带来了一定的影响, 是危及人类身心健康的又一新污染源。而文章中首先阐述了对电磁波的危害性, 然后概述了电磁波对屏蔽材料的屏蔽机理, 并同时推荐了常见的电磁屏蔽材料, 最后也就屏蔽材料在未来的发展与使用给出了展望。

【关键词】 电磁屏蔽; 原理; 材料

Principles of electromagnetic shielding and material analysis

Haowei Chen

Shenzhen Zhenghao Precision Technology Co., LTD., Shenzhen, Guangdong

【Abstract】 With the development of science and technology, in all kinds of electronic equipment to bring high efficiency and convenience to people's life at the same time, the electromagnetic radiation and caused by various social problems are increasingly serious, but also to the human daily work and life has brought a certain impact, is endangering the physical and mental health of human and a new pollution source. The article first expounds the harm of electromagnetic waves, and then summarizes the shielding mechanism of electromagnetic waves to shielding materials, and recommends the common electromagnetic shielding materials, and finally on the future development and use of shielding materials in the prospect.

【Keywords】 electromagnetic shielding; principle; material

伴随着科学技术的发展, 在各类电子产品给为社会生活提供高效率与便捷的同时, 所形成的电磁辐射所造成的各种问题也日益严重, 并形成了危及人体健康的又一新污染源。因此, 如何更加有效的对的电磁屏蔽材料进行研制, 以降低电磁波对人体健康与自然环境的危害, 已经变成了全人类面对的重要问题^[1]。如今, 全国各地大力开展对电磁污染问题的研究, 相继出台并健全了相关的立法与规范。本文首先概述了屏蔽材质的屏蔽原理以及不同材质的特性, 同时对电磁屏蔽材质的发展进行了预测, 期待给有屏蔽要求的场合选择材质提供一些参考。

1 电磁屏蔽方法

电磁屏蔽是电磁兼容方法的重要技术之一^[2]。即用金属屏蔽材质将电磁干扰源密封开来, 使其外界电磁场强度小于容量值的一项保护措施。下图为

一般电磁屏蔽机理示意图。

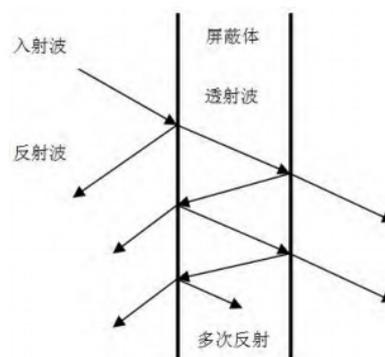


图 1 电磁屏蔽机理示意图

电磁屏蔽效果指在电磁性的一个点无屏蔽后的电强度, 和加屏蔽体时的电强度之比。一般可用分贝数(db)表达。屏蔽效能 se , 又由吸引破坏 a 、反射破坏 r 和重复反射破坏 b 所构成的。即 $se=a+r+b$,

按照屏蔽的作用机理,可以把屏蔽分成如下 3 大部分:电场屏蔽、电磁屏蔽和电磁场屏蔽。

1.1 电场屏蔽

当扰动源所引起的扰动总是以大电流方式出现时,则扰动源和电气设备相互之间会发生容性电荷相互作用,也可以将它看作分布电容双方的相互作用^[3]。因此为了减少或抑制这些扰动,就需要加以电荷技术的屏蔽。其设置时所遵循的基本准则为:

(1) 屏蔽层应尽量靠近被保护物体,屏蔽层的连接要正确;

(2) 屏蔽强度的高低,直接影响着屏蔽体的整体外观。这种屏蔽罩能够作为全封闭的金属箱,性能良好,只需要在工程执行时按照现场状况判断;

(3) 屏蔽层的材料必须是良导体,厚度范围不是很严格,只要有合适的硬度即可。

1.2 电磁屏蔽

当干扰源以大电流的形态存在时,由其电流密度变化所形成的电磁经过互感耦合对相邻信号产生了影响。此时,要阻止干扰,必须进行电磁屏蔽。磁性屏障原理主要是依靠高温下导电材料所生成的低频阻力,对磁通道起了分路的影响,因而使屏蔽体内部的磁性显著降低。总之,对磁性屏蔽体而言:

(1) 在电磁性扰动源的频谱很高时,通过在高电导率、低电阻率温度系数的金属中所生成的涡流反向磁性,因而发生了对外来电磁波的做为影响,进而起到屏障的效果。

(2) 当电磁场干扰源的频谱较低时,要选择高磁导率的物质,以便形成低磁阻通道,以便于将磁性线控制在屏蔽体之内,以便防止扩展到屏蔽的空隙里去,以便使大量电磁被集中到了屏蔽体。

(3) 在特定场合下,如需要同时对高频和低频电磁场都产生良好的屏蔽效应时,通常选择由不同的金属材料所构成多个屏蔽体。

1.3 电磁场屏蔽

单纯的强电场或磁干扰源是极少见的,因为一般认为的设备操作都是由电场与磁同时产生的高频率电源所干扰^[4]。电磁场的屏障为了限制在干扰源与敏感器件之间相距很远时的电磁场耦合所引起的影响,它需要同时屏蔽电场与磁场,因此一般选择了电阻率较低良导体金属材料,其所干扰电磁波在进入到金属物体上时发生反射与吸收,电磁能力

就会减弱,也因此具有屏障功能。静电屏蔽和静磁屏蔽都很方便地通过良导体材料进行,但是由于在强交变电磁场技术中,电场和磁性都是共同出现于某一空隙中的,所以需要同样兼顾对电场和磁性的屏蔽。但是,随着频段的差异,对交变电磁场的影响效果范围也有所不同,在实验中应区分处理。

2 电磁屏蔽材料分析

2.1 金属系材料

一般对金属材料系屏蔽材质做出了以下划分:一种是电导率较高的良电导型屏蔽材质,这一种材质对高低频宽波段的电磁性均具有较好的屏蔽效应,如铜、银等。另一类则是磁导率更多的铁磁类屏蔽材,这一种材质往往对低频段的电磁具有较好的屏蔽效应,如铁、钴等,但由于这种材质往往具有电导率较小的缺陷,并不适于对高频率电磁场的有效屏蔽。在实际使用中,一般对金属板材加以相应的复合,具体情况见表 1。

国内外研究人员对以硅钢为基体,采用机械涂层和化工镀层对硅钢进行 Ni-Fe 和 Ni-P 化学涂层,并进行了适当的热处理,取得了其低频率高温屏蔽效应的关键。结果开展了研究。并得出结论,在 50 Hz-10MHz 的波段,在硅钢上镀 Ni-P 合金后,其屏蔽效能增加了百分之十左右,镀 Ni-Fe 合金后,其屏蔽效能又有了显著增加。可以提高百分之三十。但同时,也有研究人员测量了碳纤维材料化学镀镍后的电磁屏蔽效果。试验结果显示,纤维金属化程度能够明显提高复合材料的电磁屏蔽效能。后一种高活性碳纤维复合材料的屏蔽效果增加了六十分贝。一些研究人员还对木质单板的化学镀镍技术进行了广泛的研究,并测量了木质复合单板的电磁屏蔽效果。30-60 分贝。国外一些研究人员利用木纤维和钢纤维的复合挤压成型复合材料,在 0-1000MHz 范围内,特别是在 0~500MHz 范围内取得了良好的电磁屏蔽效果。

2.2 导电织物

导电性布料因为具有导电性强、质地轻薄、使用方便的特性,而成为了近年来研发的重点。导电性布料最一般的方法可以分为两类,一是将金属材料纤维和纺织纤维混纺而成的布料,二是在一般纺布料外表上再增加一个由金属材料功能面所构成的面料^[5]。导电织物既具备了优异的电磁屏蔽效能,

又保留了传统纺织品的耐折等优点。关于一般导电织物的常用方法和特点，见表二。

在 30kHz-3000MHz 频段，国外研究人员分析，织物的结构、纱线的密度以及与纱线的混合比对织物的隔热效果有很好的影响。其他研究人员调查了影响碳纤维、耐酸不锈钢纤维和聚丙烯混纺织物屏

蔽效果的相关因素，结果显示，纱线密度、面料厚度、织物组织形式等对织物屏蔽效果的作用较明显；国内有专家深入研究了辐射源的种类差异、纱线组成、导电纤维数量、空隙结构、密度等因子对织物屏蔽效果的作用。

表 1 常见金属系材料做法及优缺点

复合做法	优点	缺点	屏蔽效能/dB
金属与高分子材料复合，如铜与聚酯等。	附着能力强，导电性好	制作成本高	30-70
合金处理如镍铁合金。	在高低频段均有良好的屏蔽性能	工艺复杂	60-70
金属与碳系材料的复合，如短切碳纤维上镀覆金属。	良好的导电、导热性能、力学性能优异	镀层成本高、化学工艺复杂	40-80
金属与木质材料复合。	质量轻、导电性能良好	环境适应性差、粘结层性能较差	30-75

表 2 常见金属纤维织物的屏蔽效能参数

金属组分	其他组分	屏蔽效能/dB	频率波段
银纤维(9%)	尼龙纤维	30	1GHz
不锈钢纤维(25%)	棉纱	60	2MHz-10GHz
纯不锈钢纤维	—	26	800MHz
不锈钢丝布	酪蛋白纤维	20-45	10-3000MHz
不锈钢纤维(17.5%, 19%)	包芯纱, 棉混纺纱	10-25	10-3000MHz

3 电磁屏蔽材料展望

当前，人们对电磁屏蔽材料的屏蔽原理、其自身特性、化学构造等领域，也开展了较大规模的深入研究，并开始制造出应用于不同环境中的屏蔽制品，它在实现了基本电磁屏蔽原理与保护功能的同时，还在军工、航空等高精尖方面发挥着举足轻重的作用。

未来屏蔽材料可能沿着如下方向发展。第一，由于未来电磁屏蔽材料的屏蔽波段将越来越增广以适应越来越复杂的环境要求，而其中导电材料的广泛使用将成为进一步增强新材料宽频电磁屏蔽功能的重要手段之一，所以对已有材料的导电填料的研发也必须更加完善，在新材料研究的同时，还应该借助新型材料如纳米技术等对已有导电材料的结构和复合特性加以改善，如碳纳米管等导电材料和碳系物质，以期实现对既有材料具备优异的导电和导磁性能，以及对中低频的电磁波具有优异的屏蔽功能的需求。其次，根据现有资料研究表明，单纯的一种屏蔽物质很难适应各种环境的屏蔽要求，因此今后应加大对金属材料和其他物质复合功能层的研

制，尤其需要更加关注将金属材料的特性和建筑功能相结合，比如在通信机房里，它的屏蔽功能层主要是为了遮蔽对外部电磁波的危害，同时又避免建筑自身辐射和电磁信息的泄漏。不过，若在建筑的内表面增设了电磁屏蔽功能层，则不但要符合电磁屏蔽的规定，还需要该功能层不致对建筑的承载特性产生破坏。最后，还应重视研究对电磁屏蔽材料的正常应用与保护。有些金属材料尽管拥有优异的电磁屏蔽特性，但在实际应用中却面临着环境适应性较差、材料持久性差等以及维修成本高昂等问题。金属材料的现有材料。正是针对这样的问题，利用绿色科技、金属复合技术等可以来研制廉价、耐久、高性能的金属材料，以更好地适应当今越来越复杂的电磁环境的要求。

4 结束语

总的来说，屏蔽体能够有效控制并减少所有可能的电磁辐射，从而增加了系统可靠性，使系统的总电磁辐射剂量超过一定标准，并确保其他电气设备的正常工作。在现代屏蔽设计中，根据不同的干扰源，结合考虑的体积和空间情况，选用最佳的屏

蔽材质。如此，系统可以达到良好的防护作用。

参考文献

- [1] 肖鹏远, 焦晓宁. 电磁屏蔽原理及其电磁屏蔽材料制造方法的研究[J]. 非织造布, 2010(5):5.
- [2] 夏炳森, 赵莲清, 陈路. 电磁屏蔽技术的分析与应用[J]. 中国电力教育:上, 2007.
- [3] 刘龙飞, 张其善. 金属材料电磁屏蔽效能的研究[C]// 第20届测控、计量、仪器仪表学术年会. 0.
- [4] 李雪刘泰康姜云. 电磁屏蔽技术分析[J]. 电子工艺技术, 2007, 028(001):49-51.
- [5] 张恩爽, 李文静, 刘斌, 等. 一种电磁屏蔽材料的制

备方法及应用:, CN108601316A[P]. 2018.

收稿日期: 2022年8月19日

出刊日期: 2022年9月25日

引用本文: 陈昊伟, 电磁屏蔽原理及材料分析初探[J]. 国际材料科学通报, 2022,4(2):22-25
DOI: 10.12208/j. ijms.20220009

检索信息: 中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS