

电磁屏蔽门低频局部屏蔽效能分析

何广春

(陕西广天科技有限公司,陕西 西安 710054)

摘要:电磁屏蔽机房运用于多种行业,电磁屏蔽门是屏蔽机房的重要部位之一。屏蔽门所产生的屏蔽磁场由于屏蔽门的方形局限,屏蔽门产生的屏蔽磁场并不是一个流畅的磁力线,特别是屏蔽门角部的直角构造使此处的磁场产生电磁涡流,降低磁通量,影响屏蔽效果。为解决这一技术难题,专家提出了圆角电磁屏蔽门的方案。

关键词:电磁屏蔽门;低频;磁力

【DOI】10.12231/j.issn.1000-8772.2021.10.178

屏蔽是提高电子系统和电子设备电磁兼容性能力的重要措施之一,它能有效地抑制通过空间传播的各种电磁干扰。屏蔽体是用以对设备装置进行封闭的一种阻挡层。^[1]

电磁屏蔽是用电磁屏蔽材料产生的电场和磁场对被屏蔽区域的电磁波产生衰减作用达到屏蔽屏蔽体内部的电磁信息的高科技技术,屏蔽作用的大小用屏蔽效能来度量。要提高屏蔽效能,通常选择有较高电导率和磁导率的导体作为屏蔽体的材料。因为高导电性材料在电磁波的作用下将产生较大的感应电流,可以更好地引导磁力线通过这些材料,将电力线和磁力线限制在一定区域内,反射、吸收、传导、泄放,使这一区域不受外来电力线和磁力线的影响。

电磁屏蔽体是实施现代信息保密措施的重要设备,也叫做电磁屏蔽室。其中电磁屏蔽门是电磁屏蔽室中最为关键的屏蔽部件,也是最容易出现电磁信号被干扰或信息泄露的部位。电磁屏蔽门是人

员和设备进出的主要通道。人常说:病从口入。电磁屏蔽门就是电磁屏蔽设备的“口”。现代科技的发展,逃逸的电磁信号是很容易被敌方捕获的。如何防止我们的保密信息从这个关键部位被干扰、被侵入或者自行逃逸,是电磁屏蔽行业面临的课题之一。

目前,国内的电磁屏蔽室已在科研、测试、安装、通讯等行业大范围使用。电磁屏蔽越来越成为一项不可或缺的工作环境。电子科技的发展和新型材料的开发应用,外界环境的电磁发射功率越来越大,频谱越来越宽,接受设备越来越灵敏,信息被窃取的可能愈来愈大。因此,电磁屏蔽用户对屏蔽体设计和建造的要求越来越高。

对我们从事电磁屏蔽行业的专业人士来说,等于从技术和制作精度上向我们提出了更高的要求。尤其是对电磁屏蔽室的必备附件,如,电磁屏蔽门、通讯截止波导管、电源滤波器、通风截止波导管、信号滤波器等,要求做到电磁衰减越来越高。这其中的重点,无

疑是电磁屏蔽门,因为电磁屏蔽门使用频率高,开口大,最容易造成被屏蔽区信号的泄露或被干扰。

本文探讨的重点,就是讨论如何改进和提高电磁屏蔽门低频局部屏蔽效能的磁屏蔽效果。

电磁屏蔽少不了电磁,电磁屏蔽质量的好坏,少不了对被屏蔽区域形成的磁场进行分析。根据楞次定律,要削弱电磁波的透入,电磁屏蔽材料应该选用高导电亦即高导磁材料。电磁波是由同相震荡且相互垂直的电场和磁场构成的平面,按频率可以分为低频和高频,30-300kHz为低频段,屏蔽体采用的低频电磁屏蔽波就处在这个频段。目前,国内制作的屏蔽体基本都是由铜、铝、钢等金属制成。对于低频率磁场,也有采用高导磁材料作为屏蔽体的。我们知道,磁力线是立体的,所有的磁力线都不交叉。磁力线总是从N极出发,进入最邻近的S极,所以,磁力线总是闭合的,闭合回路这一现象在电磁学中称为磁通。和电流相似。磁力线总是走磁阻最小磁导率最大的路径,因此,磁力线通常呈直线或曲线,不存在直角拐角的磁力线。然而,对于我们的电磁屏蔽门来说,屏蔽门的四个角,包括内角和外角,磁力线是什么状况?会不会对屏蔽体产生不利影响呢?

一个完整的电磁屏蔽体或曰电磁屏蔽室,被屏蔽的区域被钢板包裹着,这一部分虽然面积大,其成熟的屏蔽工艺和屏蔽体的稳定性以及屏蔽材料良好的导磁性决定了屏蔽效果。除了屏蔽体的壳体,屏蔽室内还有滤波器、波导窗和波导管。滤波器用来滤除引入的电源杂波和滤除引入信号线的杂波;波导窗用于屏蔽室的通风换气;波导管用来引入光纤波导管的管路和引入空调波导管的管路。屏蔽室的这三个屏蔽部件虽然与屏蔽室外部相通,由于屏蔽技术成熟和部件部位的稳定,不容易出现屏蔽室内部信号外泄的问题。除去这三个屏蔽部件,就剩下电磁屏蔽门了。

电磁屏蔽门分为手动和电动两种类型,这两种类型中又分为手动单屏蔽门、手动双屏蔽门和电动单开屏蔽门、电动气密平移门、电动插刀式平移门。不管是哪一种屏蔽门,传统的屏蔽门均为长方形,有四个角。电磁屏蔽门的材料主要由钢板制成,屏蔽门内侧和门框的闭合处是电磁屏蔽的关键部位。屏蔽门内侧有长方形刀口,刀口凸出,过去由镀铜钢板制成,现在改为了每平方米275克的镀锌钢板,降低了成本。屏蔽门的门框有对应的长方形卡槽,卡槽内嵌入有多个指型簧片(簧片像弯曲的手指),指型簧片为了提高导电性及材料的物理性能,改为由铍合金制成(铍,元素符号Be,高导电导磁率,抗氧化,铍合金富有弹性)。电磁屏蔽门的屏蔽方法是,屏蔽门闭合时,屏蔽门门扇内侧凸出的刀口嵌进门框卡槽的簧片,刀口和簧片紧密相接触,成为相通的良好导体,形成一个平面的磁场。这个磁场切断了屏蔽体外部磁力线的干扰,并且能阻止屏蔽体内部电磁信号的外泄,达到电磁屏蔽的效果。但是,我们细致分析就可以发现,屏蔽门所产生的磁场并不是一个四方形磁场,事实上也不可能是一个四方形的磁场,磁力线的特性决定了磁力线是不可能硬角度拐弯的。那么,在屏蔽门的四个角,磁力线是什么形状呢?

根据楞次定律,磁力线经过屏蔽门的四角时,虽然磁力线不会相交,但磁场形状会发生畸变。再根据麦克斯韦电磁场理论,磁场变化时,导体中的自由电子就会在此电场力的作用下定向移动而产生感应电流,这种感应电流会产生像漩涡一样的闭合曲线,这就叫涡电流。涡电流感应到屏蔽门四角的簧片处,门角处就会产生电磁涡流。电磁涡流会降低磁通量,相当于增加了磁导体的磁阻,这种相同

于电流涡流的变化对磁场的物体有拖拽作用。这样,不仅会影响电磁屏蔽效果,更由于屏蔽门是经常开闭并且是大开口的部件,极易造成外来电磁信号的干扰和屏蔽体内部信号的外泄甚至被偷窃。

环境对屏蔽体的影响是异常敏感的。不要说是频繁开闭的大开口的屏蔽门,就是一个小小的电火花,一处电子噪音都可能造成对屏蔽体的干扰。^[1]

2020年,国家屏蔽室建设甲级资质企业陕西广天科技有限公司的专家对电磁屏蔽门的低频屏蔽效能进行了认真的研究,作为我国老牌长期承接电磁屏蔽体工程和制作电磁屏蔽门的企业,对制作电磁屏蔽门有丰富的经验。企业的专家这次提出了电磁屏蔽门的四个拐角处的电磁屏蔽效能问题,专家们有一个思路。把电磁屏蔽门的四个拐角由直角变为圆形角,制作出一个新的结构圆角电磁屏蔽门。

陈穷主编国防工业出版社出版的《电磁兼容性工程设计手册》中,对获得有效电屏蔽提出了“屏蔽体良好接地”、“合理设计屏蔽体形状”、“选择良导体材料”等要素。^[2]专家这次对屏蔽门的改进设想,就是基于其中“合理设计屏蔽体形状”的要素。

基于电磁屏蔽体属于高新技术,电磁屏蔽体的任何部件都造价昂贵,所以对电磁屏蔽设备的任何改进和创新都必须考虑成本的因素。设想中的圆角电磁屏蔽门在生产制作工艺上不存在任何技术难点,原来角部的两个簧片呈上下垂直的90°,刀片插入后会产生空隙,正是这个空隙产生了磁阻传导空间。现在只要把角部簧片做成弧形,一扇门的门槽内只在角部安装四对90°弧度对应的弧形簧片就可以了。弧形簧片对刀口的抗切性能有所提高,使用寿命比直角簧片更长。当然,门扇上的刀口角部也要做成相应的弧形,这样,刀口插入簧片时就可以避免角部空隙的形成。如果技术成熟并批量生产,圆角电磁屏蔽门部件所增加的成本可以忽略不计。

圆角电磁屏蔽门的最大效能就是门角处的磁力线变成了光滑的弧形磁力线,降低了原来直角处磁力线的磁阻,优化了电磁屏蔽门磁场传导的效果。电磁屏蔽门闭合后,屏蔽室内电磁波信号的衰减明显改良,更好地起到了电磁屏蔽效果。专家用频谱仪对屏蔽门的角部认真进行了测量,从频谱仪显示的波形和曲线的变化来看,证实了专家们的分析。

除了广天等二十年以上的老牌企业外,电磁屏蔽门生产厂家并不多,主要分布在江浙一带,大约只有十几家企业,并且多数为私企。诺大一个中国,这样的分布显然不合理。当今国际形势的特点和我国科技水平的不断提高,国内对于电磁屏蔽体的需求量越来越大。特别是2020年我国控制了新冠疫情后,电磁屏蔽体的需求出现了井喷的趋势,由此也可以看到我国现代化建设的飞速发展。面积广袤的国内中西部地区,是中国能源的基地,也是中国科技发展和新技术开发的地区,这其中,少不了电磁屏蔽体的需求和屏蔽新技术的开发,这无疑是一个极具潜力的商机。

参考文献

- [1] 将全兴,吕仁清.屏蔽.电磁兼容性工程设计手册.
- [2] 李坚.电磁干扰与敏感性.电磁兼容性工程设计手册.
- [3] 陈穷.电磁兼容性工程设计手册.