低频消磁环境下孔缝对电磁屏蔽效能影响的研究

周偲[1]，王哲楷[1]，蒋长军[2]

1.武汉纺织大学，微电子学院
2.兰州大学，物理与科学技术学院

*邮箱： 1010197828@qq.com

摘要

利用COMSOL仿真软件计算分析孔缝形状和屏蔽层参数对金属箱体几何中心点屏蔽效能的影响，以及孔缝对金属箱体内不同位置处屏蔽效能的影响，进而给出屏蔽层参数以及金属箱体孔缝对其内部电磁屏蔽效能影响的变化规律。结果表明，随着孔缝数量逐渐增加，屏蔽效能逐渐降低，尤其当增加4倍的孔缝数量，屏蔽效能最大降低3.5 dB。另外，屏蔽效能随着屏蔽层相对磁导率的变化急剧增加，随后趋于平稳；而且屏蔽层厚度的增加，加快屏蔽效能的变化；但电导率对外加磁场的脉冲阶段的屏蔽效能影响最大，这个过程中的屏蔽作用主要源于磁通分流效应。

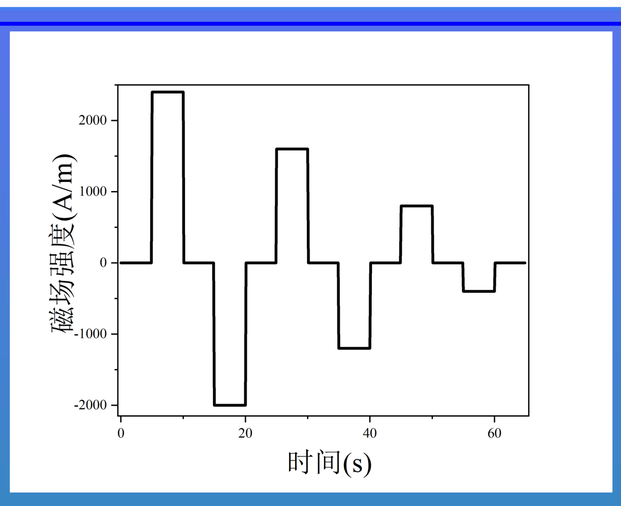


图1 消磁磁场波形

结果与讨论

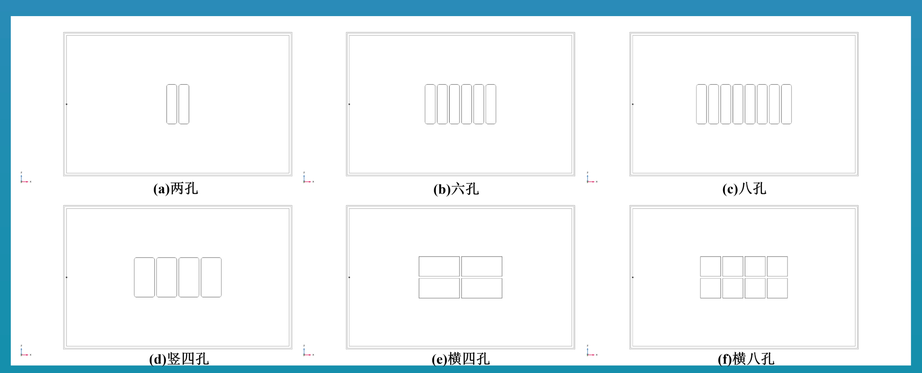


图2 孔缝的分布图

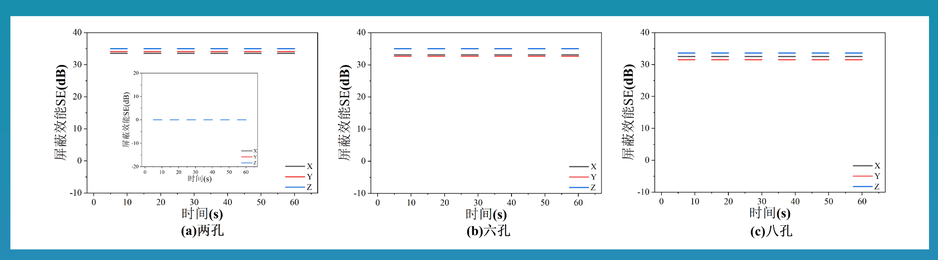


图3 图2中前三个孔缝分布情况下几何中心点处的屏蔽效能

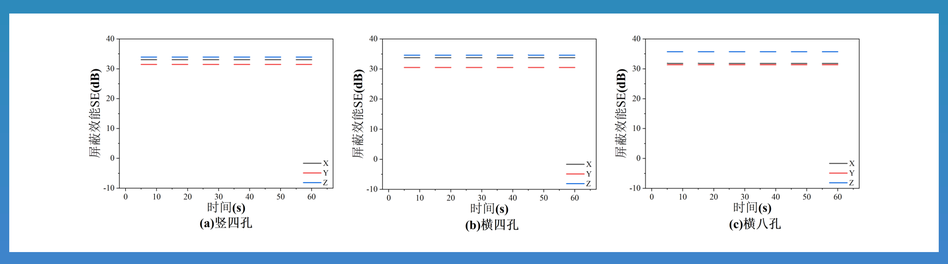


图4 图2中后三个孔缝分布情况下几何中心点处的屏蔽效能

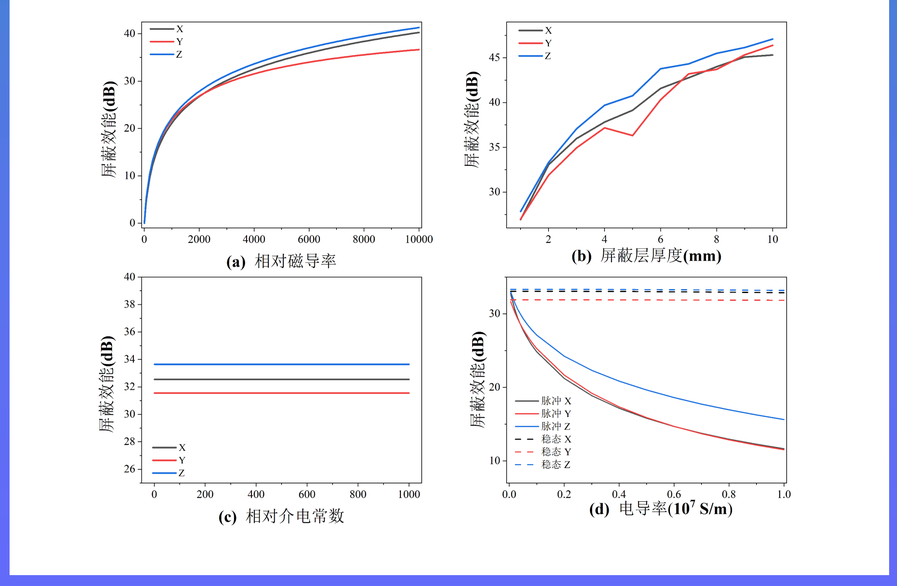


图5 屏蔽效能随着屏蔽层参数变化的曲线

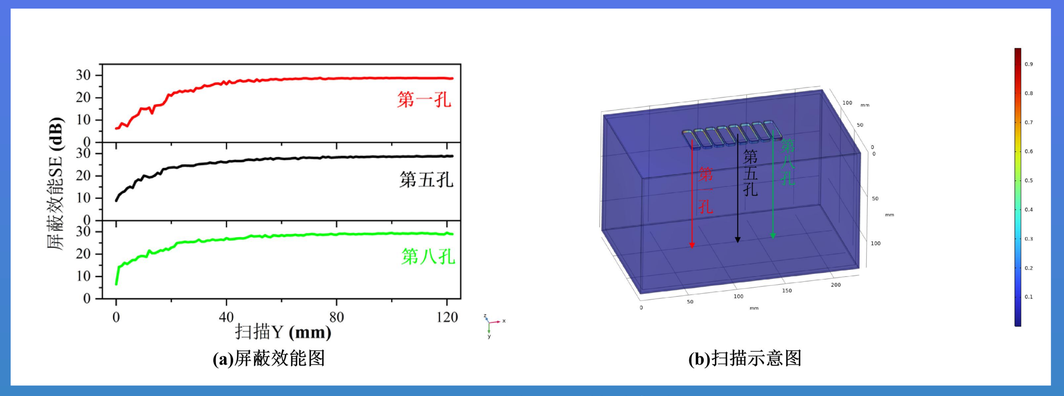


图6 沿Y方向的屏蔽效能图

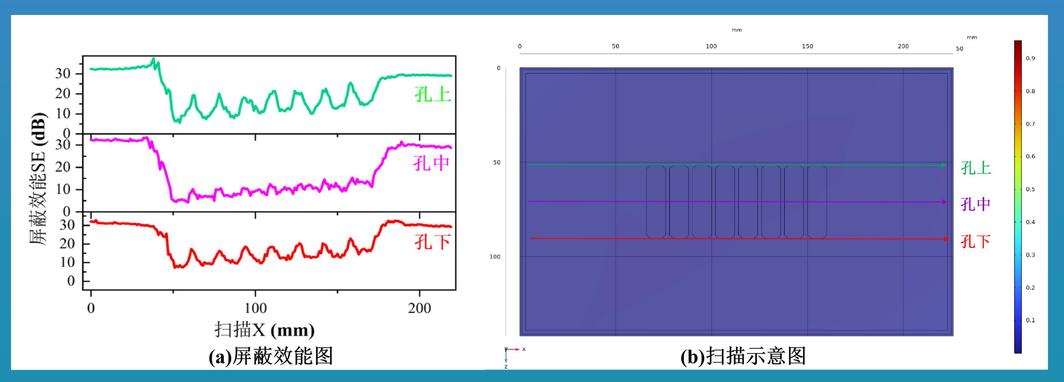


图7 沿X方向的屏蔽效能图

结论

利用COMSOL软件的仿真结果分析孔缝形状和屏蔽层参数对金属箱体几何中心点屏蔽效能的影响，以及孔缝对金属箱体内不同位置处屏蔽效能的影响，并讨论了孔缝的开孔情况对屏蔽效能的影响；铁基磁性材料作为一种高效的低频消磁材料，可使箱体内几何中心点处的屏蔽效能提升上百倍；铁基磁性材料的相对磁导率和厚度的变化对箱体内磁场的大小有明显影响。另外，箱体上的开孔越多，其内部几何中心点处的屏蔽效能越低。当总孔缝面积相同，开孔排布不同时，竖排孔比横排孔的屏蔽效能高。而且在箱体内部，越远离孔缝位置，屏蔽效能越高。这为低频磁场下孔缝对电磁屏蔽效能的影响提供了仿真基础和理论支持。

基金项目： 甘肃省重点研发计划项目(24YFGA006)

文献

[1]王禹华. 舰船消磁的现状及发展趋势[J]. 船电技术, 2023, 43(12): 8-10

[2]吴旭升, 何笠. 储能型舰船消磁主电源系统研究综述[J]. 中国舰船研究, 2023, 18(5): 216-223

[3]郑松, 傅鹏, 甘杰瑞, 等. 基于磁通分流机制的船用电动燃油泵低频电磁兼容技术应用研究[J]. 内燃机, 2026, 42(2): 38-44

[4]李国栋, 刘琪, 姜润翔. 铁磁性舰船壳体对低频磁场屏蔽作用研究[J]. 舰船科学技术, 2023, 45(20): 62-66