

改善天线近场的加载理论研究

刘新安

(武汉船舶通信研究所, 武汉 430079)

摘要: 机动作战平台上天线的近场太强会造成严重影响。这是电磁场分布研究和电磁兼容设计的科研人员必须关注的问题。本文提出通过天线加载, 改善天线近场分布的方法。通过仿真研究得出定量分析结论。

关键词: 天线, 加载, 近场

Research to Improve near Field Distributing by Load Antenna

LIU xinan

(WuHan Maritime Communication Research Institute, China, Wuhan, 430079)

Abstract: It will beget baleful effect that strong near field on the vehicles. The researchers of the electromagnetism and EMC must interest for this. The method to improve near field distributing by the load antenna is presented. The numerical result is obtained via simulation.

Keywords: Antenna; Load; Near field

1 引言

早在上世纪 80 年代初期, 前苏联海军高级将领就在一次国际会议上呼吁, 应将舰船上的电磁场分布研究和电磁兼容设计放在总体设计的前面。人类在 21 世纪正步入信息时代, 未来战争将以信息战为主导。在陆地、在空中、在机动载体上架设的天线越来越多, 特别是舰船、飞机、战车等机动平台上空间狭窄, 布置着导弹、火炮等。在这些武器附近架设天线后, 如果天线近场(菲涅耳区电磁场)太强, 加之天线位置选择不当, 严重之时, 会引爆导弹或炮弹, 导致无可挽回的重大损失; 还会影响制导系统偏离航向, 击敌不中; 还会导致某些操作系统失稳显示错误等。人员靠近天线时, 由于近场功率大也可能造成灼伤、触电等伤亡事故; 还会产生高频生物热效应, 导致生理和心理疾病。近场功率大也会散射到电子系统和设备中, 扰乱它们的正常工作。因而, 对于总体电磁兼容设计人员、电子系统设计人员、天线设计人员都应该考虑天线的电磁干扰问题。使得尽量不影响天线电气特性的前提下, 尽量减少天线的近场场强, 从而规避重大事故的发

生, 保证人员、武器和整个平台的安全, 也可改善整个平台上的电磁兼容特性。本文提出通过对天线加载, 改善近场分布的有效方法, 并通过仿真研究得出定量分析结论。为总体电磁兼容设计人员、电子系统设计人员、天线设计人员提供各平台上电磁场分布研究和电磁兼容设计的一个思路。

2 天线近场计算理论概述

天线近场的分析计算课题是电磁场的边值问题。可以先通过求解天线及其周围物体表面电磁流密度的积分微分方程, 由这些电磁流密度计算天线的近场分布。求解天线及其周围物体表面电磁流密度的积分微分方程时, 采用矩量法: 将细线分成若干段, 将物体表面分成若干四边形面片, 选用高阶多项式作为基函数。这种算法的优点是在非敏感区可以划分较大的网格, 从而保证在计算精度的前提下, 大大节省机器内存, 大大减少计算时间。

以对角线为 24m 的八边形理想导电地面中心架设 6m 鞭天线(单极子)为例, 如图 1 所示。用 HF 单位电压激励计算得到的近场分布剖面图如图 2 所

示。图中剖面离地面高度为 $z=0.3\text{m}$ ；剖面大小为 $x=12\text{m}$, $y=24\text{m}$ 。图 2 (1)、图 2 (2)、图 2 (3) 分别表示不同频率的近场分布。从图 2 中可以看出，越靠近单极子的场强越强，越远离单极子的场强越弱；在 1m 距离内场强急剧衰减；随着距离的增大呈现波浪式减小；随着频率变化也产生变化。

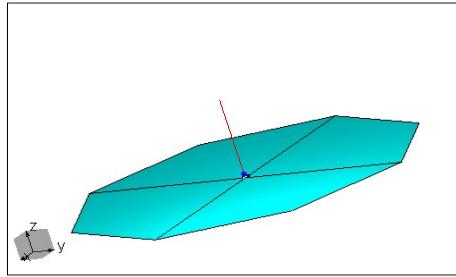


图 1 单极子结构示意图

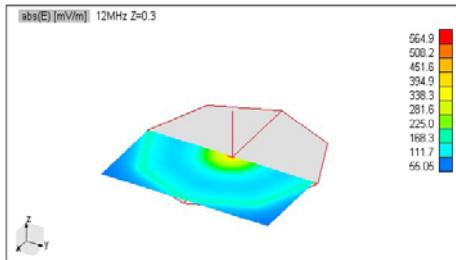


图 2 (1) 近场分布剖面图 ($f=12\text{MHz}$)

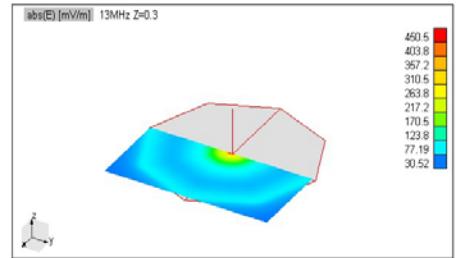


图 2 (2) 近场分布剖面图 ($f=13\text{MHz}$)

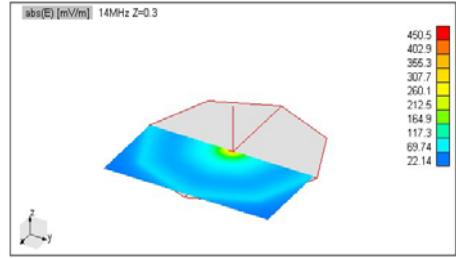


图 2 (3) 近场分布剖面图 ($f=14\text{MHz}$)

线，分析这种天线也比较简单。我们应当从最简单的问题出发，找到规律性后就易于解决复杂工程问题。在图 1 的实例中，我们研究发现在天线的中上部用集总加载的方式可以使其 10MHz 至 14MHz 近场得到明显改善，如图 3 所示。图 3 表示了 3MHz 至 15MHz 不同频率点，从 $x=0.3\text{m}$ 至 $x=11.7\text{m}$ 的不同距离上近场变化规律曲线。图中横坐标表示距离 (x)，纵坐标表示电场幅度。离地面高度与图 2 相同。

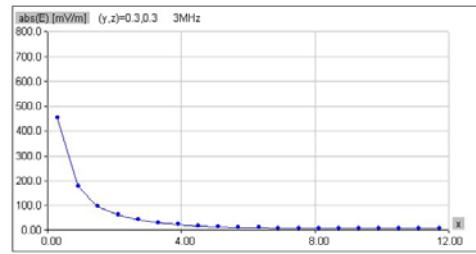


图 3 (1-a) 单极子近场分布图 ($f=3\text{MHz}$)

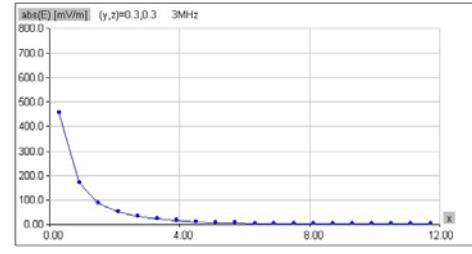


图 3 (1-b) 加载单极子近场分布图 ($f=3\text{MHz}$)

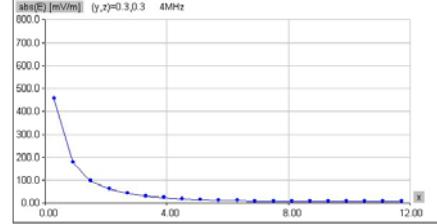


图 3 (2-a) 单极子近场分布图 ($f=4\text{MHz}$)

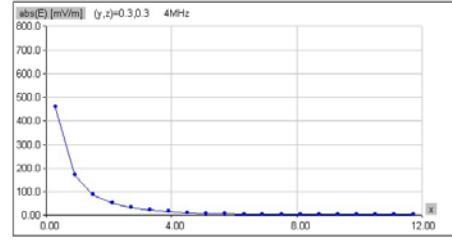


图 3 (2-b) 加载单极子近场分布图 ($f=4\text{MHz}$)

3 仿真结果及分析

在机动平台上的鞭天线是一种很有代表性的天

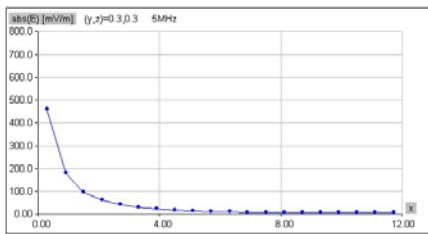


图 3 (3-a) 单极子近场分布图 (f=5MHz)

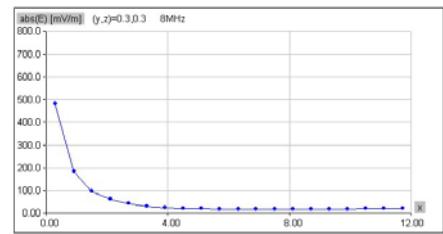


图 3 (6-a) 单极子近场分布图 (f=8MHz)

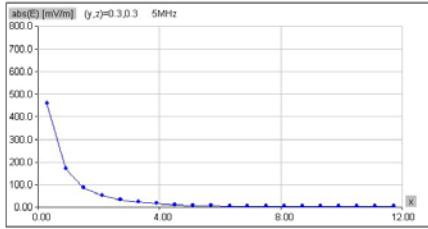


图 3 (3-b) 加载单极子近场分布图 (f=5MHz)

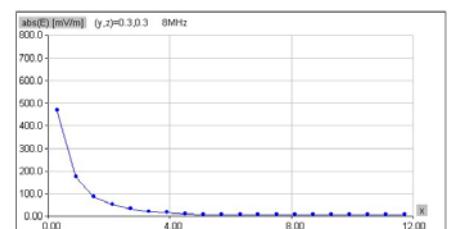


图 3 (6-b) 加载单极子近场分布图 (f=8MHz)

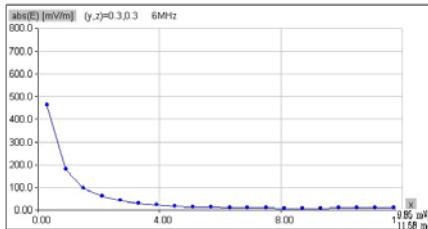


图 3 (4-a) 单极子近场分布图 (f=6MHz)

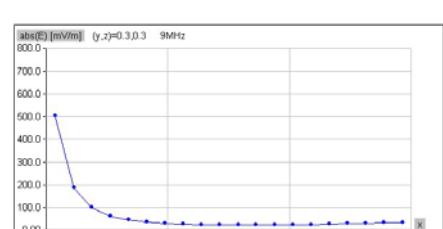


图 3 (7-a) 单极子近场分布图 (f=9MHz)

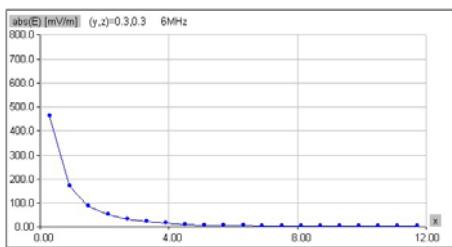


图 3 (4-b) 加载单极子近场分布图 (f=6MHz)

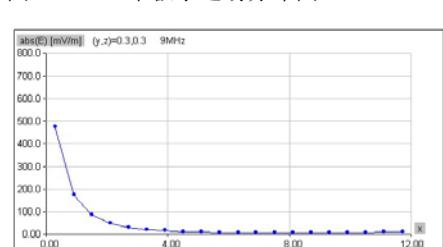


图 3 (7-b) 加载单极子近场分布图 (f=9MHz)

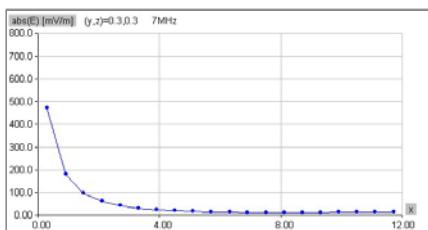


图 3 (5-a) 单极子近场分布图 (f=7MHz)

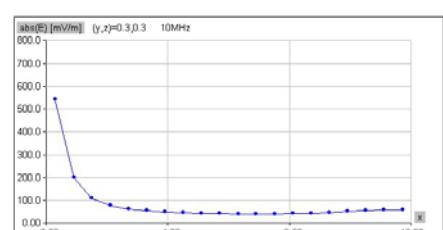


图 3 (8-a) 单极子近场分布图 (f=10MHz)

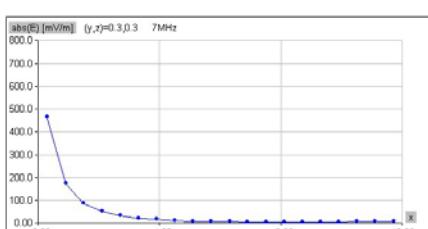


图 3 (5-b) 加载单极子近场分布图 (f=7MHz)

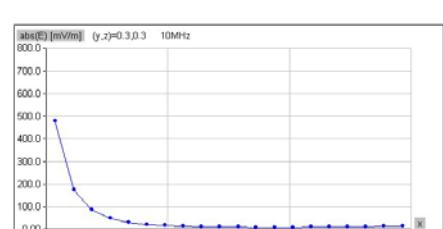


图 3 (8-b) 加载单极子近场分布图 (f=10MHz)

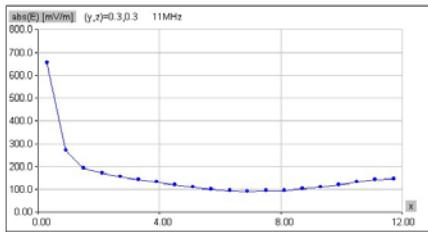


图 3 (9-a) 单极子近场分布图 (f=11MHz)

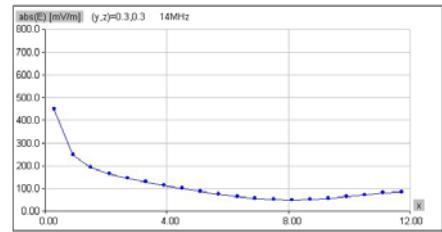


图 3 (12-a) 单极子近场分布图 (f=14MHz)

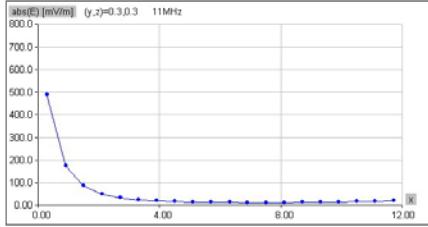


图 3 (9-b) 加载单极子近场分布图 (f=11MHz)

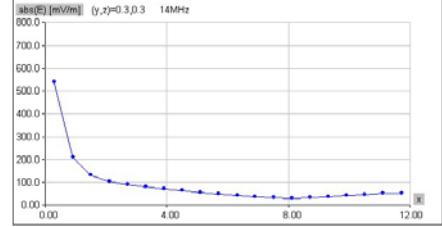


图 3 (12-b) 加载单极子近场分布图 (f=14MHz)

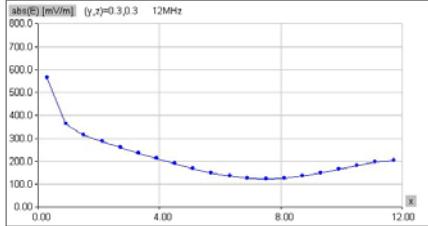


图 3 (10-a) 单极子近场分布图 (f=12MHz)

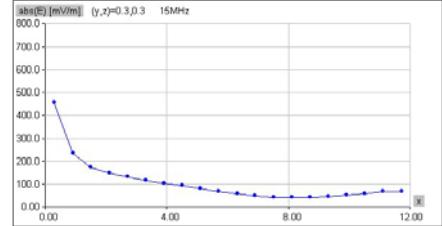


图 3 (13-a) 单极子近场分布图 (f=15MHz)

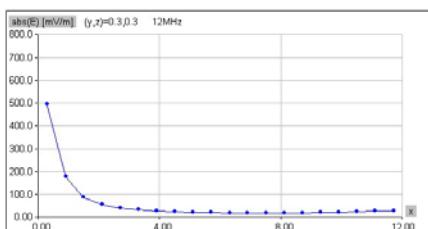


图 3 (10-b) 加载单极子近场分布图 (f=12MHz)

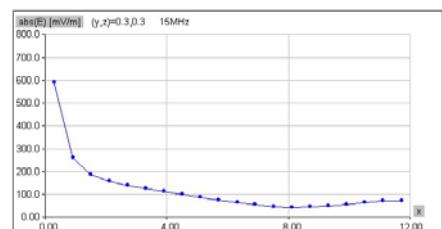


图 3 (13-b) 加载单极子近场分布图 (f=15MHz)

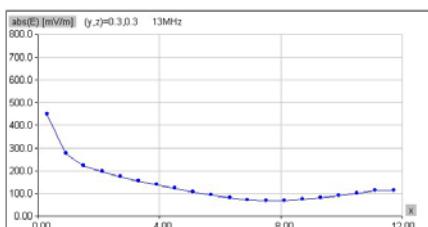


图 3 (11-a) 单极子近场分布图 (f=13MHz)

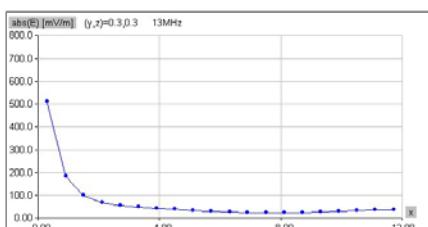


图 3 (11-b) 加载单极子近场分布图 (f=13MHz)

从图 3 中可以看出,对于 3MHz 至 9MHz 的不同频率点,在 4m 至 11.7m 的不同距离上,场强都很小,加载单极子近场分布与未加载的相比,有所减少。而对于 10MHz 至 14MHz 中的各个频率点,加载单极子近场分布与未加载的相比,减少就相当明显了。减小幅度最优时达 18dB。这就意味着当鞭天线近场功率密度为 1000W/m^2 时,通过加载可使功率密度减少到 16W/m^2 。

通过对以上的加载与不加载鞭天线远场仿真分析可知:其增益和方向图在整个频率范围内变化极小,在工程上可以认为数值不变。因此,可以认为通过对天线加载设计是改善近场分布和电磁兼容特性的一条有效途径。

4 结束语

理论分析表明文中提出的天线加载改善电磁近场分布的方法是有效的和可行的。下一步准备开展

实验研究。还准备继续研究其他具体课题，包括不同天线问题、复杂结构问题、改善电磁近场分布的同时改善其他特性的课题。

参 考 文 献

- [1] J. D.Kraus, etc., 天线（第三版），章文勋译，电子工业出版社，2004.
- [2] 叶渭川等，电子设备抗恶劣环境设计基础，中国电子学会电子机械工程分会，2005.5
- [3] Zhang wen-xun, Engineering Electromagnetism: Functional Methods, Ellis Horwood 1991
- [4] B.D.波波维奇，金属天线与散射体分析，邱景辉等译，哈尔滨工业大学出版社，1999

作者简介：

刘新安，男，高级工程师，中国电子学会高级会员，中国通信学会会员，中国电子学会天线分会委员，主要研究方向为天线和通信。

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深，让许多工程师望而却步，然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上，我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识，借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养，推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程，化繁为简，直观易学，可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛，让天线设计不再难…



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程，由经验丰富的专家授课，旨在帮助您从零开始，全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程，边操作边讲解，直观易学；购买套装同时赠送 3 个月在线答疑，帮您解答学习中遇到的问题，让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,一直致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 **ADS**、**HFSS** 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养, 更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果, 又能免除您舟车劳顿的辛苦, 学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲, 结合实际工程案例, 直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>