

一种新型 UHF 频段印刷天线设计

张书俊¹, 张丽艳¹, 陈 斌²

(1. 杭州电子科技大学天线与微波技术研究所, 浙江 杭州 310018;

2. 菲力克斯电子有限公司研发技术部, 浙江 宁波 315400)

摘要:该文介绍了一种微带馈电的小型化折角形印刷天线, 天线工作在 UHF 频段, 使用对数周期天线结构模型, 通过优化比例因子和间隔因子使天线得到较高的增益, 采用顶部加载的方式减小天线的尺寸, 实现小型化的目的, 天线参数采用电磁仿真软件 IE3D 进行仿真和优化, 电压驻波比 < 1.8 整个工作波段内增益达 7dBi。该文制作了天线样品, 并进行了测试, 实测数据和仿真结果吻合良好。

关键词:印刷天线; 微带馈电; 超高频; 小型化

中图分类号: TN822+.8

文献标识码: A

文章编号: 1001-9146(2012)06-0013-04

0 引言

随着无线通信系统的迅速发展, 通信设备体积的不断减小, 通信频带不断向宽频带高频段发展, 天线的宽带化和小型化成为天线研究者比较迫切的任务。对数周期振子天线属于非频变天线, 它具有宽频特性, 且结构简单, 重量轻, 造价低, 带宽可达 10:1 而受到设计者青睐^[1,2]。众所周知, 天线的尺寸减小时, 天线的效率降低, 还会牺牲带宽, 这就要求在天线的尺寸和性能之间寻求一种折中。实现天线的小型化有很多种方法, 比如增加介质的介电常数, 也可通过负载匹配设法使天线产生自谐振, 即把器件加载到天线的结构之中, 比如有源器件加载和无源器件加载, 分布和集中加载, 电感、电阻、电容性加载。这些加载技术都可以改善天线的性能^[3]。文献 4 对振子采用 T 型电容性加载成功缩短了天线尺寸, 且电指标没有受到很大的影响。近年来, 随着计算机数据处理能力的不断提高, 天线数值计算技术和优化算法的发展, 大大缩短了天线开发的周期, 节约了成本。本文将采用 IE3D 电磁仿真软件结合以上部分天线加载技术实现天线的宽带化、小型化目标。设计的折角形印刷天线充分满足了小型化的要求, 相对带宽约为 58.6%, 无须匹配网络, 可直接与 50 Ω 的同轴线相连, 从而节省了因为匹配而增加的成本。

1 折角形印刷天线的设计

为了拓宽天线的频宽, 选择对数周期天线结构模型, 不需要额外的匹配就能实现宽频特性, 并通过光刻工艺把对数周期天线交叉馈电的振子印刷在同一块微带基板的两面^[5], 馈电点在天线的短振子端, 天线的结构如图 1 所示, 每个单元振子的顶部折角形加载是建立在对数周期天线结构的基础上的, 因此, 首先需对对数周期天线进行结构的设计。常规对数周期天线的 3 个核心参数为比例因子 τ , 间隔因子 σ 和夹角 α , 只要确定其中两个参数就能求解第 3 个参数。

收稿日期: 2012-09-25

作者简介: 张书俊(1986-), 男, 江西上饶人, 在读研究生, 天线设计。

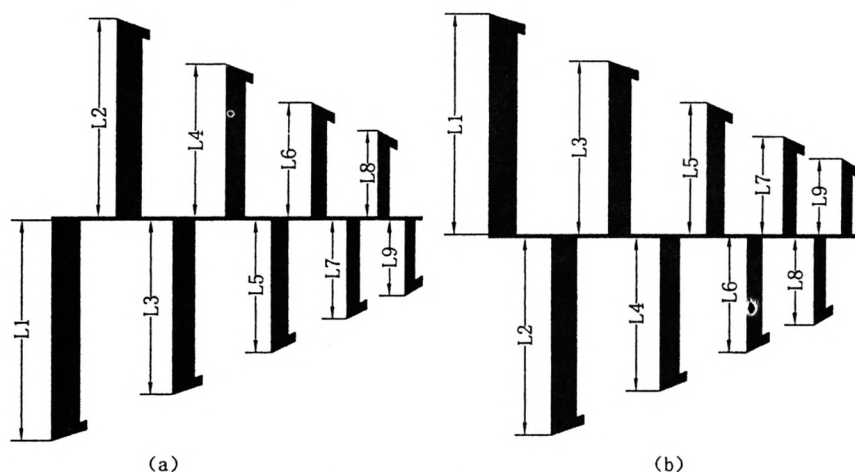


图1 天线的结构图

天线选取比例因子 $\tau=0.88$, 间隔因子 $\sigma=0.16$ 来建立对数周期天线的初始结构, 单元振子的长度为四分之一的波长, 相邻振子的长度和振子之间距离都满足比例关系, 然后, 确定对数周期天线结构的前提下对振子进行顶部加载, 本文使用电容性终端加载技术, 在天线性能仍能满足要求的情况下, 达到缩短天线尺寸的目的。折角形加载的尺寸是借助 IE3D 仿真软件进行仿真、优化并最终确定尺寸。天线最终尺寸为 $292\text{mm} \times 247\text{mm} \times 1.6\text{mm}$, 选用板材是 FR4, 介电常数为 4.6, 厚度为 1.6mm , $\tan\delta = 0.02$, 采用同轴线馈电的方式进行电信号传送, 常用同轴线特征阻抗大小为 50Ω , 而集合线的特征阻抗几乎决定了天线输入阻抗的大小, 且电容加载会使输入阻抗降低, 因此集合线的特征阻抗要稍大于 50Ω , 经过优化, 天线的集合线宽度为 2.1mm 。

2 天线加工和数据测试

通过 IE3D 12.0 软件对天线尺寸的仿真和优化, 确定了天线的最终尺寸, 并对所得到的天线模型进行加工和实验测试, 天线的加工实物如图 2 所示,

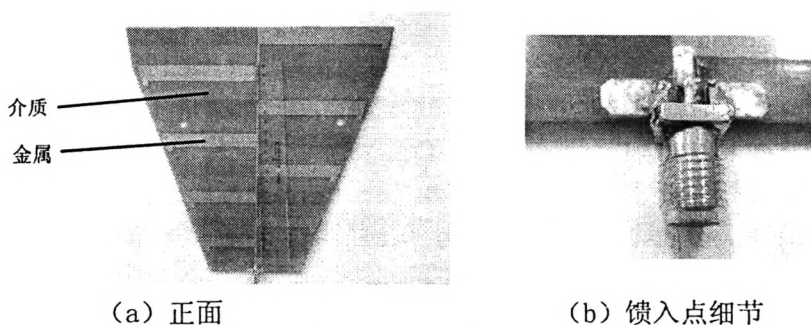


图2 为天线实物图

借助矢量网络分析仪 R/S 300kHz - 4GHz 测试天线的驻波比, 电压驻波比的仿真数据和实验测试数据如图 3 所示。

由图 3 可看出, 在微波暗室环境下测量的驻波特性与软件仿真计算结果基本吻合, 实测值与仿真值两者之间会存在一定的偏差, 主要是射频同轴连接器接头的焊接精度、天线尺寸的加工误差、介质板的介电常数及测量环境不稳定等等客观因素造成, 在工作波段内实测驻波比小于 1.8, 很好的满足所需参数指标。天线的辐射方向图如图 4-7 所示, 测试仪器包括 R/S 10MHz - 20GHz、三维转台及转盘控制设备。通过测试与理论仿真数据的对比, 两者吻合比较好, 存在一定偏差, 主要是在外场测试环境下得到的测试结果, 一些物体的反射会干扰测试的结果, 所以测试数据不能与仿真结果非常吻合。

天线增益仿真数据如图 8 所示,在整个工作频带内有稳定的增益达 7dBi,说明天线实现了较高的增益。因实验室测试环境有限(没有此频段的标准天线),无法给出具体的测试数据。

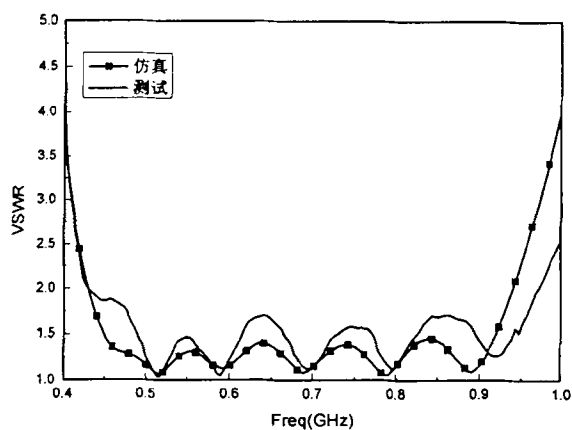


图3 天线驻波比仿真与实测曲线图

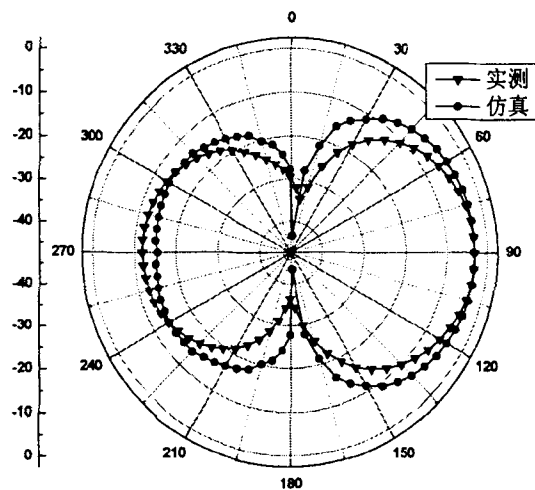


图4 频率为 470MHz 的 E 面方向图

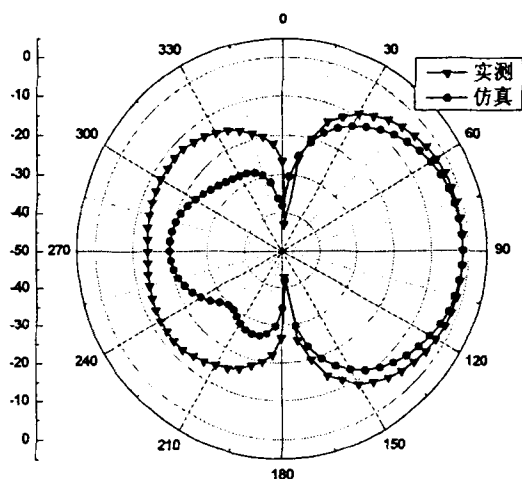


图5 频率为 550MHz 的 E 面方向图

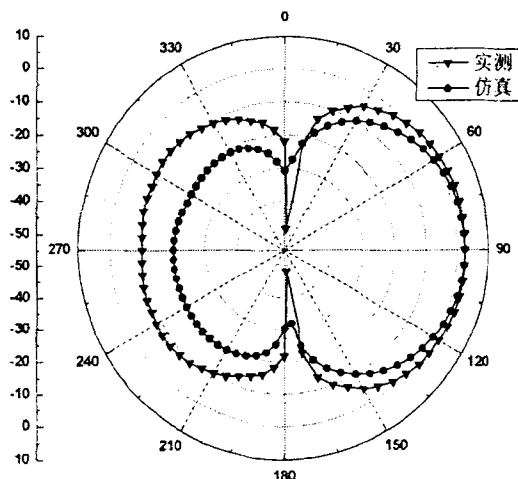


图6 频率为 765MHz 的 E 面方向图

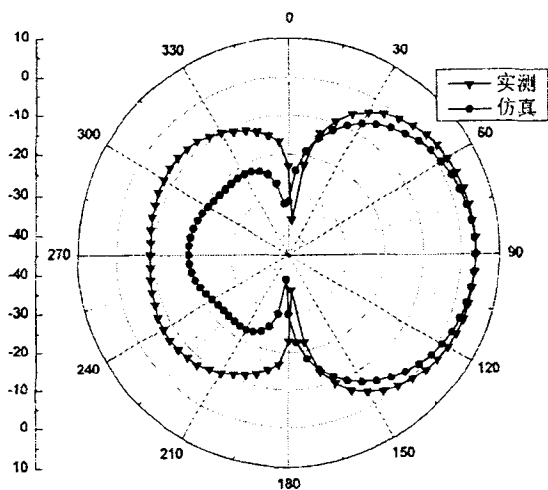


图7 频率为 862MHz 的 E 面方向图

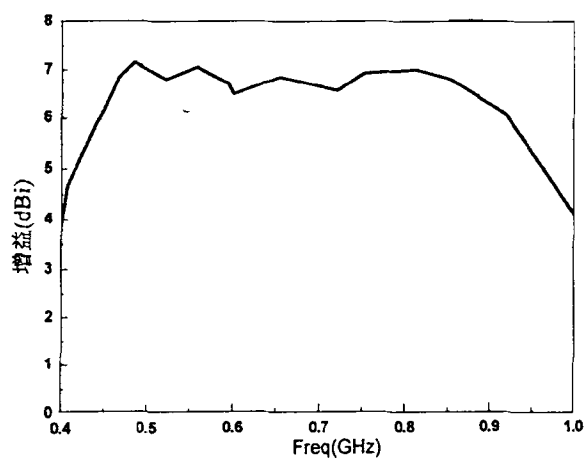


图8 天线的增益仿真曲线

3 结束语

本文设计并制作了一款 UHF 频段小型化折角形印刷天线,天线在工作频段 470 – 862MHz 内的电压驻波比测试数据小于 1.8,仿真增益达 7dBi,并且天线有很好的端射方向性。实验测试表明天线具有小型化,和宽带特性。同时还具有较高的增益。天线比较适合在广播电视中应用。

参考文献

- [1] 康行健. 天线原理与设计[M]. 北京:北京理工大学出版社,1995:229 – 238.
- [2] Vito G D, Stracca G B. Comments on the design of log-periodic dipole antenna[J]. IEEE Trans on Antenna and Propagation, 1973, 21(5): 303 – 308.
- [3] Kuo S C. Size-reduced log-periodic dipole array[C]. Hithcock; IEEE Group on Antennas and Propagation, 1970: 51 – 158.
- [4] 张福顺,王君,焦永昌. 双对数周期偶极天线扇形阵的研究[J]. 电波科学学报, 2007, 22(1): 104 – 107.
- [5] Bantincc Balmain K G. Study of compressed log-periodic dipole antennas[J]. IEEE Trans on Antenna and Propagation, 1970, 18(2): 195 – 203.
- [6] Campbell C K, Trabulay I, Suthers M S, et al. Design of a stripline log-periodic dipole antenna[J]. IEEE Trans on Antenna and Propagation, 1977, 25(5): 718:721.
- [7] Pantoja R R, Sapienza A R, medeiros F C. A Microwave Printed Planar Log-Periodic Dipole Array Antenna [J]. IEEE Trans on Antenna and Propagation, 1987, 35(10): 1 176 – 1 178.

Design of an UHF Band Printed Antenna

ZHANG Shu-jun¹, ZHANG Li-yan¹, CHEN Bin²

(1. Institute of Antenna and Microwave, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou Zhejiang 310018, China;

2. The Technical Department of Philex Electronic Co, Ltd, Ningbo Zhejiang 315400, China)

Abstract: This paper introduces a folded corner printed antenna of miniturization with microstrip feed. The antenna operates in the UHF band, using the log-periodic antenna structure model. By optimizing the scale factor the interval factor of the antenna to obtain a higher gain, using a manner of top loading to reduce the size of the antenna. To achieve the object of miniaturization, the antenna parameters can be simulated and optimized using IE3D for electromagnetic simulation software. The ration of voltage standing wave < 1.8, and the gain of entire working band come to 7dBi. The samples of antenna have been produced and tested, there have a good agreement with measured data and simulation results.

Key words: printed antenna; microstrip feed; ultra high frequency; miniaturization

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,一直致力和专注于微波、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>