

# 一种改进的杠铃形超宽带天线

袁海军, 马云辉

(电子科技大学 中山学院, 广东 中山 528402)

**摘要:** 为了优化超宽带天线的阻抗带宽, 提出了一种改进的杠铃形超宽带天线, 通过增加阶梯形缺口及采用部分接地面从而改善超宽带阻抗匹配。测量结果表明, 天线的输入阻抗带宽达 74.7% (3.45~7.56 GHz), 同时数值仿真表明在  $y-z$  和  $x-z$  平面方向图呈对称分布。

**关键词:** 超宽带天线; 杠铃形天线; 部分接地面; 数值仿真; 方向图

**中图分类号:** TN822-34

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-373X(2011)09-0057-03

## An Improved Barbell-shape UWB Antenna

YUAN Hai-jun, MA Yun-hui

(Zhongshan Institute, University of Electronic Science and Technology of China, Zhongshan 528402, China)

**Abstract:** In order to optimize the impedance bandwidth of ultra-wide band (UWB) antenna, a kind of improved barbell-shape UWB antenna is proposed. The impedance matching of UWB is improved by adding the stepped appearance gaps and adopting the partial ground plane. The measured results shows that input impedance bandwidth of the improved antenna is up to 74.7% (3.45~7.56 GHz). The symmetrical distribution in the  $y-z$  and  $x-z$  planes of radiation patterns are obtained by numerical simulation.

**Keywords:** UWB antenna; barbell-shape antenna; partial ground plane; numerical simulation; radiation pattern

## 0 引言

超宽带(UWB)技术作为一种无线通信技术, 在短距离室内高速无线通信方面也受到人们越来越多的关注。根据 FCC 规定, 将 3.1~10.6 GHz 之间的 7.5 GHz 频段分配给超宽带通信业务使用。在超宽带系统中, 超宽带天线是关键部件, 因此, 相当多的研究者致力于超宽带天线的发展, 以实现高的数据传输速率、低功耗、简单的硬件结构, 如射频识别、传感器网络、雷达、定位跟踪等<sup>[1]</sup>。

近来许多研究集中在分形天线, 分形天线的优点如尺寸小、重量轻、厚度薄正好满足手持设备的要求, 采用分形概念是天线原理与设计很有前景的研究方向之一<sup>[2]</sup>, 许多研究者对分形天线做出了积极的研究, 如带有分形双枝树缝隙的双波段开槽共面波导馈电天线<sup>[3]</sup>, 采用分形概念的树形超宽带天线<sup>[4,5]</sup>和超宽带杠铃形天线<sup>[6]</sup>, Sierpinski 分形天线<sup>[7-9]</sup>和 snowflake 分形天线<sup>[10]</sup>等。这些天线通过采用不同结构的分形特性, 能得到更好的阻抗匹配带宽和辐射方向图。

本文在超宽带杠铃形天线基础上, 提出了一种改进

措施, 从而获得更好的阻抗带宽, 天线采用部分接地技术<sup>[11]</sup>和分形概念。

## 1 天线结构设计

杠铃形及改进的杠铃形超宽带天线结构如图 1 和图 2 所示, 图中给出了天线的顶视和侧视图, 辐射单元长度为  $W_0$ , 宽度为  $L_0$ , 馈线宽度  $W_f$ , 长度为  $L_f$ , 辐射单元蚀刻在 FR4 基板上(厚度  $h = 1.5$  mm,  $\epsilon_r = 4.4$ ), 基板尺寸为  $L_{sub} \times W_{sub}$ , 天线背面有部分接地面, 尺寸为  $L_g \times W_{sub}$ 。改进的杠铃形超宽带天线是在图 1 结构基础上蚀刻出台阶形缺口, 对应缺口的尺寸为  $W_1, W_2, \dots, W_5$  和  $L_1, L_2, \dots, L_5$ , 天线辐射单元位于  $x-y$  平面, 辐射单元厚度方向对应  $x-z$  平面。

天线尺寸如下:  $W_0 = 16$  mm,  $L_0 = 21$  mm,  $W_f = 2.8$  mm,  $L_f = 16$  mm,  $L_{sub} = 70$  mm,  $W_{sub} = 40$  mm,  $L_g = 9$  mm。

对于图 2,  $W_1 = 10$  mm,  $W_2 = 8$  mm,  $W_3 = 6$  mm,  $\dots, W_5 = 2$  mm, 其依次按 2 mm 递减,  $L_1 = 5$  mm,  $L_2 = 4$  mm,  $L_3 = 3$  mm,  $\dots, L_5 = 1$  mm, 其依次按 1 mm 尺寸递减, 其他尺寸与图 1 相同。

## 2 天线仿真

按照图 1 和图 2 尺寸采用 HFSS 10.0 进行了仿

收稿日期: 2010-12-15

基金项目: 电子科技大学中山学院科研启动基金项目资助

真,回波损耗仿真结果如图3所示。可以看出图2的回波损耗低于图1,图2天线回波损耗小于 $-10$  dB带宽为 $72.6\%$ ( $3.48\sim 7.45$  GHz);按照图2结构加工出改进的杠铃形超宽带天线,馈电采用 $50\ \Omega$ 同轴侧馈,回波损耗实测结果如图3所示,回波损耗小于 $-10$  dB,带宽为 $74.7\%$ ( $3.45\sim 7.56$  GHz)。

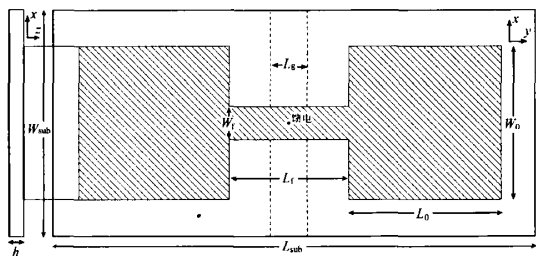


图1 杠铃形超宽带天线(结构1)

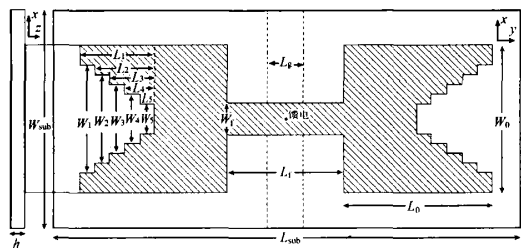


图2 改进的杠铃形超宽带天线(结构2)

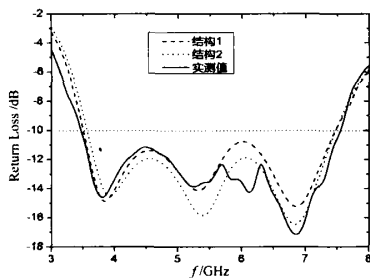


图3  $|S_{11}|$ 仿真与测量结果

图4和图5分别为图1,图2结构时天线在 $xz$ 、 $yz$ 平面方向图(对应频率4 GHz,5 GHz和6 GHz),可以看出两种结构的天线 $E_\theta$ 基本重合,而 $E_\phi$ 的大小在 $-20\sim -15$  dB以下,从图中可看出两种结构天线方向图基本一致。

从图4和图5方向图可以看出,在 $z$ 轴( $\theta=0^\circ$ )和 $-z$ 轴( $\theta=180^\circ$ )近似为零点,而最大辐射方向不在 $\theta=90^\circ$ 方向。

图6为对应频率 $f=4$  GHz,6 GHz时的三维方向图及加工的实物照片,频率为5 GHz及4 GHz时方向图相似,频率为4 GHz时,增益为3.47 dB,频率为6 GHz时,增益为3.15 dB。

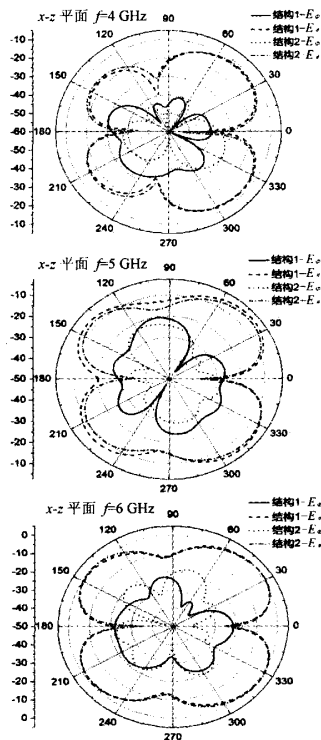


图4 两种结构天线在 $xz$ 平面方向图

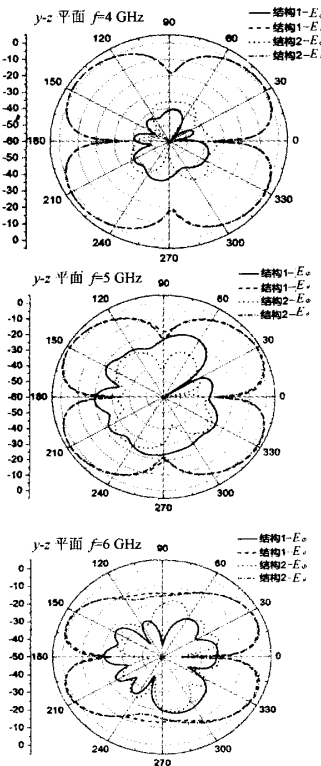


图5 两种结构天线 $yz$ 平面方向图

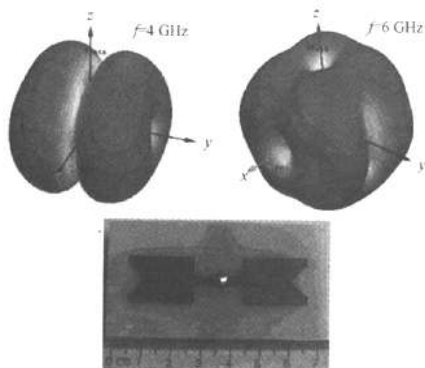


图6 三维方向图及实物照片

### 3 结论

提出了一种改进的杠铃形超宽带天线,通过在杠铃形天线上增加阶梯形缺口,使天线回波损耗更小,而天线方向图与原杠铃形天线基本一致,实测结果表明,改进的杠铃形超宽带天线回波损耗小于 $-10$  dB,带宽达 $74.7\%$ ( $3.45\sim 7.56$  GHz)。

### 参考文献

- [1] DENG Hong-wei, HE Xiao-xiang, YAO Bin-yan, et al. A compact square-ring printed monopole ultra wideband antenna [C]// Proceedings of ICMMT. [S. l.]: ICMMT, 2008:14-20.
- [2] WERNER D H, GANGULY S. An overview of fractal antenna engineering research [J]. Antennas Propag. Mag., 2003, 45: 38-57.
- [3] FALAHATI A, NAGHSHVARIAN-JAHROMI M, EDWARDS R M. Dual band-notch CPW-ground-fed UWB antenna by fractal binary tree slot [C]// Proceedings of 2009 Fifth International Conference on Wireless and Mobile Communication. [S. l.]: ICWMC, 2009: 385-390.
- [4] SONG Hyo-Won, AN Hee-Soon, LEE Jung-Nam. Design of the tree-shaped UWB antenna using fractal concept [C]// Proceedings of 2007 Microwave conference. Korea: KJMW, 2007: 73-76.
- [5] RMILI H, MRABET O E, ELOC'h J M, et al. Study of an electrochemically-deposited 3-D random fractal tree-monopole antenna [J]. IEEE Transactions on Antenna and Propagation, 2007, 55: 1045-1050.
- [6] WANG Peng, WANG An-guo, DONG Jia-wei. Design of the UWB antenna using fractal concept [C]// Proceedings of 2008 8th International Symposium on Antennas, Propagation and EM Theory. [S. l.]: ISAPEMT, 2008: 189-192.
- [7] HWANG K C. A Modified sierpinski fractal antenna for multiband application [J]. IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 2007, 6: 357-360.
- [8] KINGSLEY N, ANAGNOSTOU D E, TENTZERIS M, et al. RF MEMS sequentially reconfigurable sierpinski antenna on a flexible organic substrate with novel I C-biasing technique [J]. Microelectromechanical Systems, 2007, 16: 1185-1193.
- [9] VEMAGIRI J, BALACHANDRAN M, AGARWAL M, et al. Development of compact half- Sierpinski fractal antenna for RFID application [J]. Electronics Letters, 2007, 43 (22): 1168-1169.
- [10] MIRZAPOUR B, HASSANI H R. Size reduction and bandwidth enhancement of snowflake fractal antenna [J]. IET Microwaves, Antennas & Propagation, 2008, 2: 180-187.
- [11] CHOI S H, PARK J K, KIM S K, et al. A new ultra-wideband antenna for UWB applications [J]. Microwave and Optical Technology Letters, 2004, 40: 399-401.

作者简介:袁海军 男,1967年出生,博士,副教授。主要研究方向为天线及微波器件。

《物联网技术》月刊,国内统一连续出版物号 CN 61-1483/TP,国际标准连续出版物号 ISSN 2095-1302, 邮发代号:52-253,定价 10 元/期。

主要栏目:国际动态,国内动态,专题介绍,领军人物,学术研究,成功案例,产品展示,企业黄页,知识讲座。

发行对象:主要投放于政府机构、科研院所、大型企业单位的决策、产品设计、研发人员,各军兵种的高科技人员、高校师生和电子爱好者。

欢迎订阅,欢迎投稿,欢迎刊登广告! 欢迎参与战略合作!

发行信箱: pub@iotmag.com

网址: www.iotmag.com

联系人: 薛进良 029-85393376 13709217694 QQ:794604350

罗凡 029-85393376 18202967136 QQ:37962100

地址: 西安市雁塔西路 158 号双鱼花园广场 B 座 1406 室(邮编: 710061)

## 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](http://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](http://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](http://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>