

# 一种新型紧凑超宽带槽天线

张卫兵<sup>1</sup> 焦永昌<sup>2</sup> 陈川<sup>3</sup>

(西安电子科技大学天线与微波技术国家重点实验室, 西安 710071)<sup>1, 2, 3</sup>

**摘要:** 本文提出了一种新型的紧凑超宽带 (UWB) 印制槽天线。该天线尺寸仅为  $22 \times 27 \text{ mm}^2$ , 由喇叭形槽组成, 通过微带线馈电, 具有较大的带宽 (3~12GHz), 并且在 UWB 频带 (3.1~10.6GHz) 内具有全向特性。通过仿真设计和实际测量, 证明该天线适合于 UWB 应用。

**关键词:** 超宽带天线, 槽天线, 全向特性

## A Novel Compact Slot Antenna for UWB Applications

Zhang Weibing<sup>1</sup> Jiao Yongchang<sup>2</sup> Chen Chuan<sup>3</sup>

(National Key Laboratory of Antennas and Microwave Technology, Xidian University of China, Xian 710071)<sup>1, 2, 3</sup>

**Abstract:** In this paper, a novel compact ultra-wideband (UWB) printed slot antenna is presented. The design comprises a horn shape slot fed by microstrip and has a small size of  $22 \times 27 \text{ mm}^2$ . The proposed antenna has a large bandwidth (3~12 GHz), covering 3.1~10.6 GHz UWB band, and omnidirectional patterns. Simulated and measured results demonstrate that the design is suitable for UWB applications.

**Keywords:** Ultra-wideband antenna; Slot antenna; Omnidirectional radiation

## 1 引言

近年来, 超宽带 (UWB) 技术以其宽带宽、高传输速率等优点, 越来越引起人们的关注。尤其是在无线通信及传感领域, 从移动通信, 到网络接入, 均引入该技术以达到更高的传输速率和更可靠的传输质量。

UWB 于 2002 年由美国通信委员会制定, 其频带为 3.1~10.6GHz, 并且具有所需辐射功率密度较低的特性。而作为 UWB 系统发射和接收组件的 UWB 天线, 在整个系统中举足轻重, 要求具备带宽覆盖整个 UWB 频段、尺寸小、结构简单、易于集成、远场辐射方向图全向性等特性, 其性能好坏直接影响整个系统的功能<sup>[1]</sup>。到目前为止, 已经出现了很多宽带宽、全向并且结构简单的平面 UWB 天线<sup>[2, 3, 4]</sup>。

本文基于宽槽辐射理论<sup>[5, 6]</sup>, 提出了一种结构简单、紧凑的新型宽槽天线, 其 10dB 阻抗带宽为 3~12GHz, 并且在整个频段内远场辐射方向图具有较好的全向性, 达到了 UWB 系统的要求。

## 2 天线设计

所设计天线的结构如图 1 所示, 其尺寸由 Ansoft HFSS 仿真优化, 并最终由实测确定。该天线尺寸为  $22 \times 27 \text{ mm}^2$ , 较为紧凑。其介质基片厚度为 1mm, 相对介电常数为 4.4。由 50 欧姆微带线馈电, 自 d 起微带线采用渐变线形式, 并在终端加载调节贴片, 使得馈电微带线在较宽的频带内达到阻抗匹配, 以使喇叭形槽获得较大的有效激励。贴片尺寸为  $L1 \times L2$ , 通过仿真优化, 当  $L1$  为  $L2$  的 1.7~1.8 倍时, 达到最佳。辐射体为地板上的喇叭形槽, 其尺寸由  $Ly$ ,  $d1$ ,  $d2$ ,  $d3$ ,  $d4$  决定, 而后四个参数对天线性能影响比较明显。通过优化设计, 得到了具有良好性能的 UWB 天线。

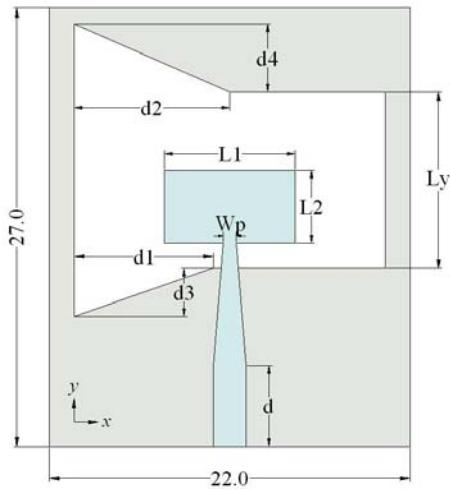


图 1 天线结构 (单位: mm)

### 3 设计结果及分析

通过 HFSS 的优化设计, 当  $d=5\text{mm}$ ,  $W_p=0.8\text{mm}$ ,  $L_1=8\text{mm}$ ,  $L_2=4.5\text{mm}$ ,  $Ly=10.8\text{mm}$ ,  $d_1=8.5\text{mm}$ ,  $d_2=9.5\text{mm}$ ,  $d_3=3\text{mm}$ ,  $d_4=4.2\text{mm}$  时, 天线阻抗带宽最宽。图 2 为所设计天线的实物照片。天线驻波比的仿真和测量结果如图 3 所示, 由图可知, 该天线的阻抗带宽 (VSWR< 2) 为 3~12GHz, 覆盖了整个 UWB 频段。使用 HFSS 分别仿真了在 4.5GHz, 7GHz 和 9GHz 频点处天线在 x-z、x-y、y-z 平面的远场辐射方向图, 如图 4 所示。由图可知, 所提出的天线在 x-z 平面具有很好的全向性, 而在 y-z 平面则类似传统偶极子的辐射方向图。图 5 为所提出天线的仿真增益峰值曲线, 由图可知, 该天线具有较高的增益, 并且在 UWB 频段内基本稳定在 2.8~5.0dBi 范围内。

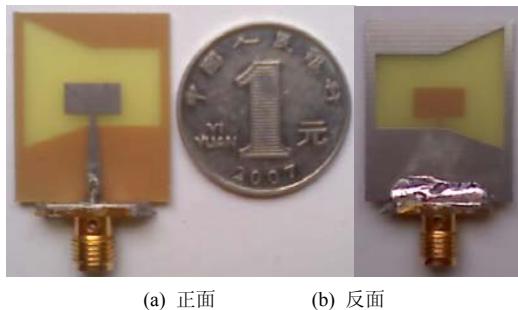


图 2 天线实物照片

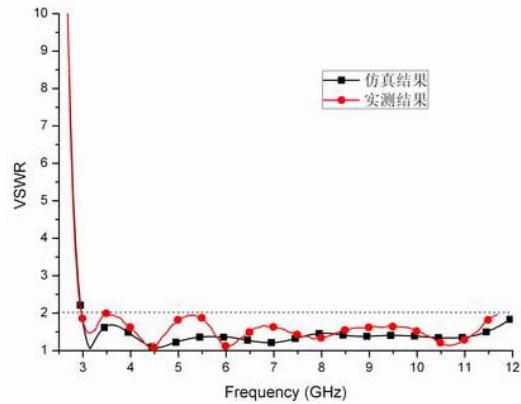


图 3 天线驻波比仿真和测量图

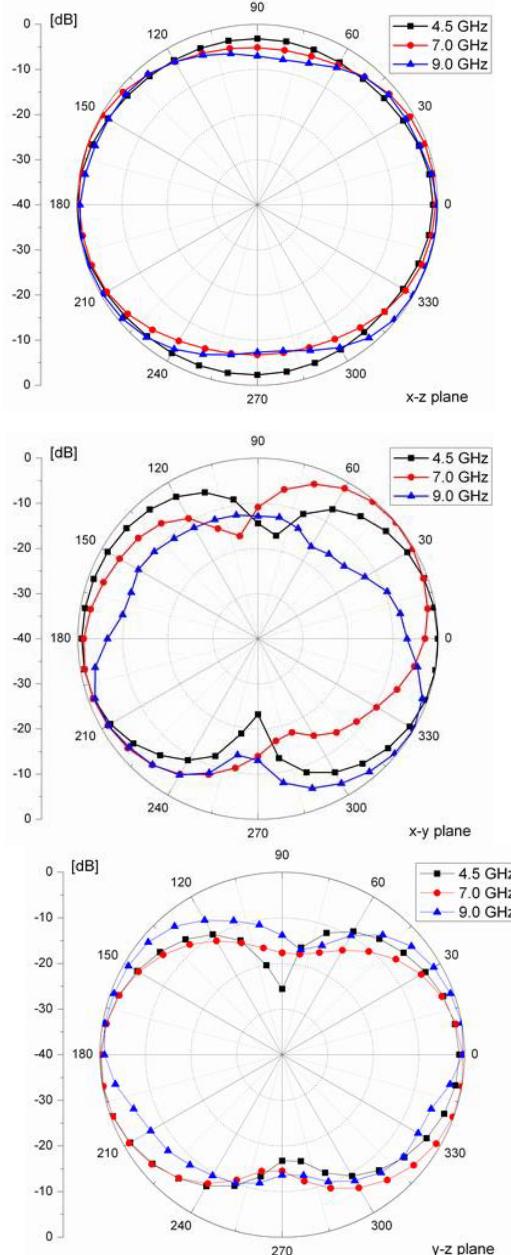
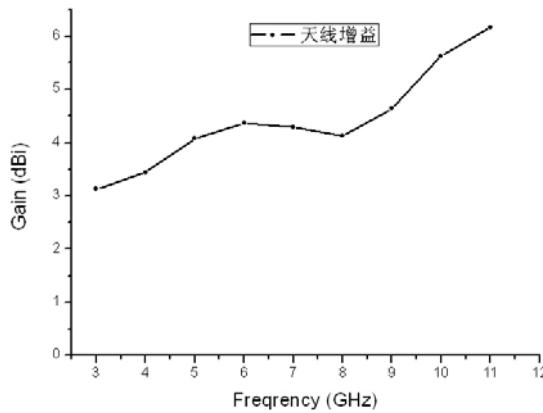


图 4 x-z、x-y、y-z 平面上不同频率点的仿真方向图



## 4 结论

本文提出了一种新型紧凑超宽带槽天线，通过微带馈电、喇叭形宽槽辐射，具有3~12GHz(120%)的带宽(10dB)，覆盖了整个UWB频带，并且远场辐射方向图具有全向性。此外，该天线还有尺寸小、结构简单和制作容易的优点。综合以上特点，该天线适合UWB应用。

图5 天线增益仿真曲线

## 参 考 文 献

- [1] Dau-Chyrh Chang, UWB antennas and their applications, iWAT 2008 International Workshop, pp. 14-19, Mar. 2008
- [2] Su, S. W., K. L. Wong, and F. S. Chang, Compact printed ultra-wideband slot antenna with a band-notched operation, *Microwave Opt. Technol. Lett.*, Vol. 45, No. 2, 2005
- [3] Eldek, A. A., Numerical analysis of a small ultra-wideband microstrip-fed tap monopole antenna, *Progress In Electromagnetics Research, PIER* 66, pp. 199-212, 2006
- [4] S. Sadat, et al., A compact microstrip square-ring slot antenna for UWB applications, *IEEE AP-S*, pp. 4629-4632, Jul. 2006
- [5] Jia-Yi Sze, Kin-Lu Wong, Bandwidth enhancement of a microstrip-line-fed printed wide-slot antenna, *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. 49, pp.1020-1024, Jul. 2001
- [6] Horng-Dean Chen, Broadband CPW-fed square slot antennas with a widened tuning stub, *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. 51, pp. 1982-1986, Aug. 2003

作者简介：

张卫兵，男，硕士，主要研究领域为功分器和超宽带/多频带天线等；

焦永昌，男，教授、博士生导师，主要研究领域为进化算法及应用、高性能天线设计技术、天线数值分析和天线测量技术等。

## 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](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>