

应用于 UWB 的对踵 VIVALDI 天线设计

王昌弢 窦文斌

东南大学毫米波国家重点实验室 南京 210096 wang_wang21@sohu.com

摘要：本文设计可应用于 UWB 系统中的对踵 VIVALDI 天线，设计出的天线具有尺寸小、工艺简单等优点。仿真分析表明所设计的天线频带宽、交叉极化低。

关键词：UWB 系统 集成天线 对踵 VIVALDI 天线

Abstract: A small size antipodal Vivaldi antenna that can be used in UWB system is designed in this paper. Simulation show that the antenna proposed has performance of broadband, low cross-polarization level.

Key Words: UWB system integrated antenna antipodal Vivaldi antenna

1 引言

UWB 天线设计是 UWB 技术中的关键环节，它要求天线具有 GHz 量级带宽，且容易匹配连接。对踵 VIVALDI 天线（Antipodal Vivaldi Antenna）是一种新型端射行波天线，由 Ehud Gazi 于 1988 年提出。由于其带宽理论上只受天线尺寸限制，因此是一种十分理想的宽带天线结构^[1]。此外，文献[2]给出了 8GHz 至 50GHz 频率范围天线的仿真结果；文献[3]讨论了天线尺寸对天线性能的影响，但所给出的天线尺寸都比较大。

本文中天线与文献[3]相比，尺寸明显减小。贴片边缘为一组指数曲线，简化了制作工艺。由于考虑的信号源输出为双线结构，因此我们去掉了对踵 VIVALDI 天线原有的微带线—平行线转换部分。

2 天线结构

图 1 (a) 为去掉了微带线—平行线过渡部分的对踵 VIVALDI 天线结构。为了与信号源双线相连接，我们去掉了天线原有的微带线—平行线转换部分，将 50Ω 的平行线作为天线的端口，直接与馈电双线相连。介质板两侧金属贴片大小相同，走向相反，其内侧曲线和外侧曲线均为指数函数，只不过指数部分的系数不同。通过仿真对比，我们选定了图 1 (b) 中的两条曲线。

图 1 (b) 和图 1 (c) 分别为天线的顶视图和截面图。如图中所示，天线介质板近似为正方形。长和宽均为 55mm，介质板的材料为 Duroid 5880，相对介电常数 $\epsilon_r = 2.2$ ，介质板的厚度为 0.381mm。其他参数分别为：L=28mm、W=16.24mm。

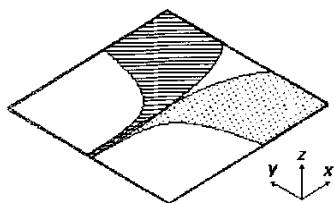


图 1 (a) 天线整体结构示意图

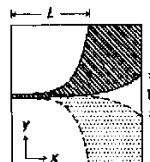


图 1 (b) 天线顶视图

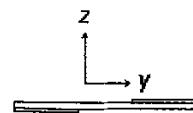


图 1 (c) 天线截面图

3 仿真结果

按以上参数在 HFSS 中建模并仿真，可得到 VSWR、输入阻抗、辐射方向图等。需要指出的是，HFSS 不方便直接画指数函数曲线，可借用 Ensemble 中的插件 PlotData 来简化这一过程，同时应设法避免折线过多所带来的巨大计算量。

图 2 为天线的 VSWR 曲线。在 3.1GHz~10.6GHz 频段内，天线的 VSWR 小于 2，满足设计要求。天线低频部分的 VSWR 可通过增大天线尺寸来进一步降低，然而更好的性能可能意味着天线尺寸的成倍扩大，不符合 UWB 系统小型化的要求。

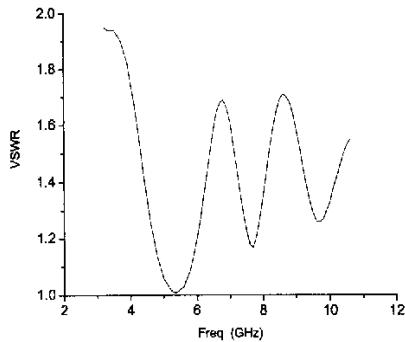


图 2 天线的 VSWR 曲线

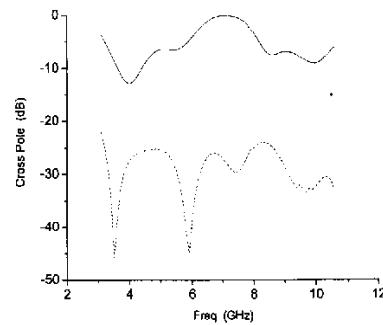
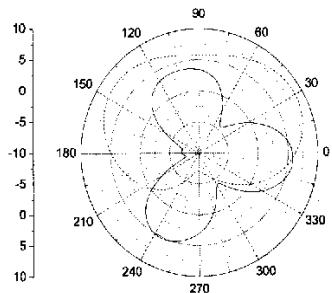
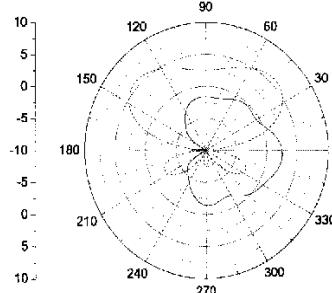


图 3 天线最大辐射方向的主极化与交叉极化

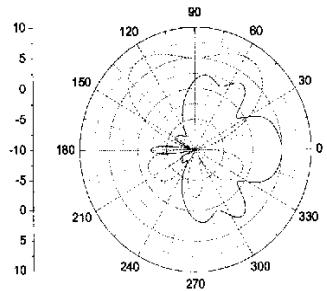
图 4 所示为 3.1GHz、5.6GHz、8.1GHz 和 10.6GHz 时，天线 E 面和 H 面辐射方向图，其中实线为 E 面辐射方向图，虚线为 H 面辐射方向图。天线主极化方向为 y 轴方向。



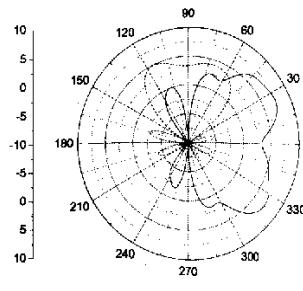
(a) $f = 3.1\text{GHz}$



(b) $f = 5.6\text{GHz}$



(c) $f = 8.1\text{GHz}$



(d) $f = 10.6\text{GHz}$

图 4 E 面和 H 面辐射方向图

图中可以看出，频率从 3.1GHz 到 10.6GHz 变化时，天线 E 面和 H 面辐射方向图有一定方向性，但一

致性较差。3.1GHz 时 E 面辐射方向图显示出三个波瓣，这是由于低频分量由天线末端辐射，而末端边缘处的不连续性会使电磁波衍射从而产生爬行波。这一现象在以后的研究中应设法消除。

4 结 论

对踵 VIVALDI 天线宽带性能优良，适于应用在 UWB 系统中。本文设计的天线，经过 HFSS 仿真，VSWR 具有宽频带性能，交叉极化低，当频率从 3.1GHz 到 10.6GHz 变化时，天线辐射方向图有一定方向性，但一致性较差，需要在以后的工作中加以改善。

参 考 文 献

- [1] GAZIT, E.: 'Improved design of the Vivaldi antenna', *IEE Proc. M.A.P.*, Vol. 135, Issue 2, pp. 89-92, Apr. 1988.
- [2] Sang-Gyu Kim, Kai Chang: 'Ultra wideband exponentially-tapered antipodal Vivaldi antennas', *IEEE Antennas and Propagation Society Symposium*, Vol. 3, pp. 2273-2276, June 2004.
- [3] FOURIKIS, N., LIOUTAS, N., SHULEY, N.V.: 'Parametric study of the co- and crosspolarisation characteristics of tapered planar and antipodal slotline antennas', *IEE Proc. M.A.P.*, Vol. 140, Issue 1, pp. 17-22, Feb. 1993.

作者简介：

王昌弢，男，1982 年生，现为东南大学无线电工程系电磁场与微波技术专业硕士研究生，主要从事 UWB 天线研究。

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>