

# 一种新型高增益宽带圆极化天线阵列的设计

陶啸 高原 马凯 刘晓磊 杨林

(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)

**摘要:** 分析了一种具有高增益的宽带圆极化天线。每一个单元都是双面印刷偶极子, 为了展宽带宽, 采用了宽频带 90°巴伦作为馈电网络用于给偶极子阵列馈电。在此基础上, 制作了一个  $2 \times 3$  元小型圆极化平面阵, 为了压缩尺寸, 将馈电网络位于介质板的底层, 该天线最高增益可以达到 14.2dBi, 并可以获得  $64\%$  ( $VSWR < 2$ ) 的阻抗带宽和  $54.5\%$  ( $AR < 3$ ) 的轴比带宽。

**关键词:** 偶极子阵列; 圆极化; 高增益; 宽带

## A Novel Design of Wideband Circular Polarization Antenna Array with High Gain Characteristic

TAO Xiao, GAO Yuan, MA Kai, LIU Xiao-lei, YANG Lin

(National Key Laboratory of Antennas and Microwave Technology, Xidian University of China, Xian 710071)

**Abstract:** A broadband of circularly polarized (CP) patch antenna with high gain characteristic has been presented in this paper. Each element used is a double-side printed dipole. In order to improve axial ratio bandwidth, wideband 90° hybrids are used as feeding network. Then, a planer array with  $2 \times 3$  elements is fabricated. The feeding network is located on the lower side of the substrate for compacting the size. 6 array elements are used in a  $2 \times 3$  configuration to achieve a maximum gain target of 14 dBi. However, it will enlarge the overall size of the antenna. The feeding network is located on the lower side of the substrate for compacting the size. This antenna achieve a maximum gain of 14 dBi, and it can possesses an impedance ( $VSWR < 2$ ) bandwidth of 64%, and axial ratio ( $AR < 3$  dB) bandwidth of 54.5%.

**Key words:** Dipole array; circularly polarized; high gain; broadband.

## 引言

随着卫星通信、遥控、遥测技术的发展、雷达应用范围的扩大以及对告目标在各种极化方式和气候条件下跟踪测量需要, 单一极化方式的天线已不能满足要, 圆极化天线的应用越来越广泛。微带天线则由于具有尺寸小、成本低、重量轻、易于共性、便于获得圆极化等有点, 在移动通信和卫星导航等领域获得了广泛的应用。但是传统的圆极化微带天的阻抗带宽及轴比带宽较窄, 是其技术反战的一个主要瓶颈<sup>[1, 2]</sup>, 为了获得更宽的带宽, 双馈点法由于其简单的结构和可靠的性能得到越来越多的应用<sup>[3, 4]</sup>。

在本文中, 我们介绍了一种具有高增益特性的宽带圆极化贴片天线阵列。采取了一种新型的宽带功分器<sup>[5]</sup>来产生 90°的相位差。地板在介质基板的上层, 馈电网络则被印刷在介质基板的下层。这种结构不仅可以通过地板来分离馈电电流和贴片进而降低辐射体和馈电网络之间的干扰, 还能压缩天线阵列的整体尺寸。由于双面印刷偶极子可以很容易和馈电巴伦集成并且很容易制造, 所以我们选择它作为辐射体。

## 1 天线结构

图 1 显示了单个印刷对称阵子和馈电巴伦的基本结构, 采用双面印刷技术, 介质基板的介电常数选为 4.4, 厚度 2mm。 $L_d=36\text{mm}$ ,  $L_b=80\text{mm}$ ,  $L_g=42\text{mm}$ 。图 2 给出了馈电网络的结构, 地板在介质基板的上层, 馈电网络则被印刷在介质基板的下层, 介质基板的介电常数选为 4.4, 厚度为 2mm, 它包括了一个一分二的功分器, 两个一分三的功分器和 6 个具有 90°相差的宽带一分二功分器<sup>[5]</sup>。应用上述的天线单元和馈电网络, 我们设计并制造了一种  $2 \times 3$  元的圆极化平面阵。图 3 给出了整个天线阵列的结构。

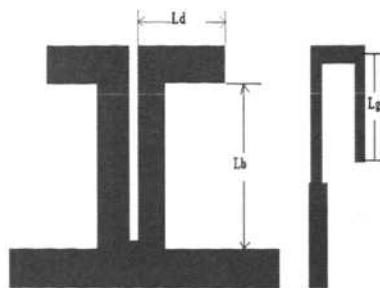


图 1 对称阵子的结构

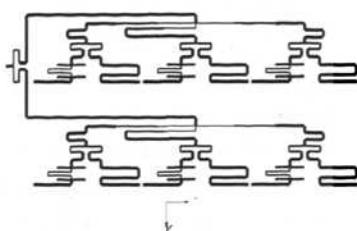


图 2 饲电网络结构

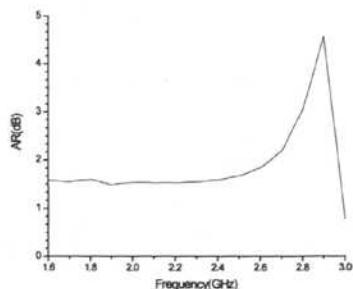


图 5 天线轴比仿真图

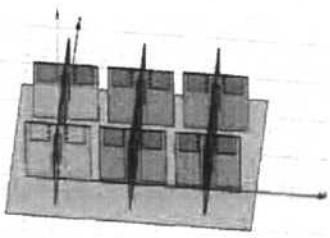


图 3 天线阵列结构图

## 2 实验结果和讨论

中心频率设置为 2.2GHz, 天线阵列用 HFSS 软件仿真, 仿真结果在图 4 中给出。可以看到在 1.8 到 3.5GHz 之间驻波均小于 2, 阻抗带宽可达到 64%。从图 5 中可以看出, 在 1.6 到 2.8GHz 之间, 轴比均小于 3dB, 轴比带宽可达到 54.5%。可以看出, 这种天线的阻抗带宽和轴比带宽比传统的宽带贴片天线<sup>[6,7]</sup>宽很多。图 6 分别给出了天线阵列在不同频率下在 x-z 和 y-z 平面的仿真方向图。增益在图 7 中给出, 可以看到在 2.4GHz 时天线的最大增益可达到 14.2dB。

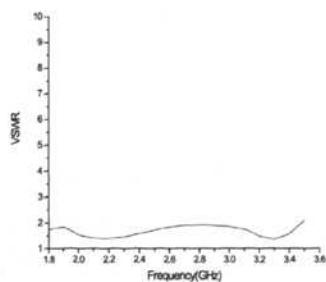
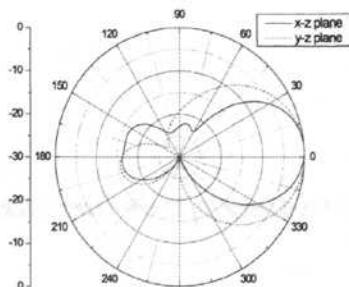
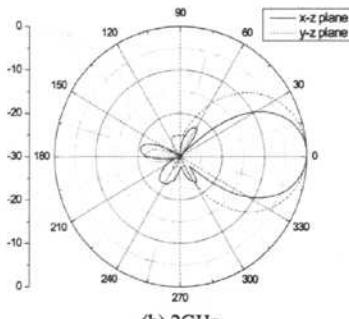


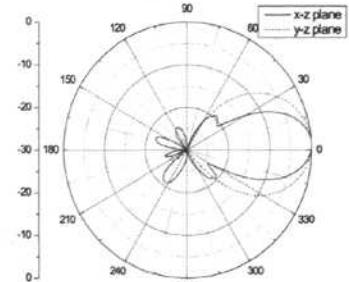
图 4 天线驻波仿真图



(a) 1.7 GHz



(b) 2 GHz



(c) 2.4 GHz

图 6 仿真方向图 (a) 1.7 GHz (b) 2 GHz (c) 2.4 GHz

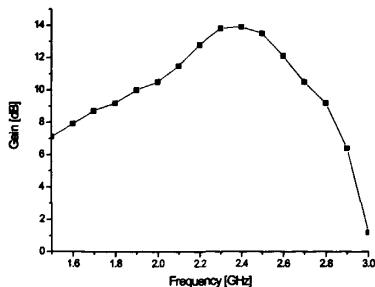


图 7 天线最大增益图

### 3 结论

本文介绍了一种通过新型功分网络进行馈电的宽带微带圆极化天线阵列。这种形式的天线结构具有较宽的轴比带宽和阻抗带宽，并且具有较高的增益。

#### 参 考 文 献

- [1] H. Lwasaki, A circularly polarized small-size microstrip antenna with a cross slot[J]. IEEE Trans. Antennas Propag., 1996, 44: 1399-1401.
- [2] F.S. Chang, K.L. Wong and T.W. Chiou, Low-cost broadband circularly polarized patch antenna[J]. IEEE Trans. Antennas Propag., 2003, 51: 3006-3009.
- [3] F. Ferrero, C. Luxey, G. Jacquemod and R. Staraj. Dual-band circularly polarized microstrip antenna for satellite applications[J]. IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., 2005, 4: 13-15.
- [4] S.K. Padhi, N.C. Karmakar, C.L. Law and S. Aditya. Dual polarized aperture coupled circular patch antenna using a C-shaped coupling slot[J]. IEEE Trans. Antennas Propag., 2003, 51: 3295-3298.
- [5] Z.Y. Zhang, Y.X. Guo, L.C. Ong and M.Y.W. C. A new wide-band planar balun on a single-layer PCB[J]. IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., 2005, 15: 416-418.
- [6] S.D. Targonski and D.M. Pozar. Design of wideband circularly polarized aperture-coupled microstrip antennas[J]. IEEE Trans. Antennas Propag., 1993, 41: 214-220.
- [7] Lau and K.M. Luk. A novel wide-band circularly polarized patch antenna based on L-probe and aperture-coupling techniques[J]. IEEE Trans. Antennas Propag., 2005, 53: 577-580.

陶 喉 男, 硕士生, 主要研究方向为圆极化天线及功分器的设计等;

E-mail: [taoxiao923@sina.com](mailto:taoxiao923@sina.com)

杨 林 男, 教授, 硕士生导师, 主要研究领域为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>