

# 一种以空气为基板的圆极化微带天线的设计

张 昕, 杨霁宁, 崔 闻, 曹 磊

(哈尔滨工程大学 信息与通信工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

**摘 要:**设计了一种以空气为基板的超高频(UHF)圆极化矩形微带天线。该天线通过在微带贴片四周与中心开槽,减小了天线尺寸,实现天线圆极化的性能。进一步研究了天线的参数对圆极化性能的影响,通过天线参数的优化,使天线达到了良好的圆极化性能。

**关键词:**微带天线;圆极化;超高频;缝隙天线

**中图分类号:** TN82-34

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-373X(2011)07-0104-03

## Research of Circularly Polarized Microstrip Antenna on Air Substrate

ZHANG Xin, YANG Ai-ning, CUI Wen, CAO Lei

(College of Information and Communication Engineering, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

**Abstract:** An ultra-high frequency circularly polarized(CP)rectangular microstrip antenna on air substrate was designed. The antenna inserted four same slots on the microstrip patch and a small slot on the center of the patch, which could reduce the size of the patch and achieve the circular polarization operation. The impact of antenna parameters on its circularly polarized performance is introduced. Through optimizing the antenna parameters, experimental results show that a good CP radiation performance can be gained.

**Keywords:** microstrip antenna; circular polarization; UHF; slot antenna

## 0 引 言

微带天线由于独特的结构和多样化的性能,在各种无线电设备上得到了广泛的应用。和常用的微波天线相比,微带天线具有体积小、重量轻、低剖面、能与载体(如飞行器)共形等优点。其中圆极化微带天线,由于它能够接收任意极化的来波,并且其产生的圆极化辐射波可以被任意极化的天线所接收,从而越来越受到人们的关注。用微带天线产生圆极化辐射波的关键是产生两个极化方向正交的、幅度相等的、相位相差 $90^\circ$ 的线极化波<sup>[1-2]</sup>。

本文研究了一种中心开槽的圆极化缝隙微带天线,并用 Ansoft HFSS 软件对天线性能进行分析,设计了一种超高频圆极化微带天线。

## 1 天线理论分析与设计

### 1.1 圆极化理论

根据腔模理论可知,一个形状规则的单片微带天线由一点馈电可产生极化正交、幅度相等的两个简并模,但不能形成 $90^\circ$ 相位差。为了在简并模之间形成 $90^\circ$ 相

位差,需在规则形状的单片微带天线上附加一简并模分离单元。当简并模分离单元大小选择合适时,对工作频率而言,一个模的等效阻抗相角超前 $45^\circ$ ,而另一个模的等效阻抗相角滞后 $45^\circ$ ,这样就形成了圆极化辐射。选择合适的模分离单元的大小和位置以及恰当的馈电位置是设计这种圆极化微带天线的主要内容。

如图 1 所示,图 1(a)表示矩形微带天线的坐标位置;图 1(b)表示附加简并分离单元 $\Delta s$ 的矩形微带天线,其中馈电点在 $x$ 轴或 $y$ 轴上的矩形微带天线称为 A 型;馈电点在对角线上的矩形微带天线称为 B 型。

对于 B 型一点馈电的矩形圆极化微带天线来说,产生圆极化的简并分离单元 $\Delta s$ 的大小为:

$$|\Delta s/s|Q_0 = 1 \quad (1)$$

式中: $s$ 为微带贴片的面积; $Q_0$ 为天线总的品质因数。

### 1.2 天线的设计

利用 HFSS 软件对天线进行建模,其模型如图 2 所示。天线采用介电常数约为 1 的空气作为基板。同时要折中考虑微带天线的带宽与效率,最后选择介质的厚度<sup>[3]</sup>为 $h=4\text{ mm}$ 。贴片四周各开四个长度相等的槽,改变了贴片表面电流的分布,从而增加了天线的等效长度,降低了天线的谐振频率,达到了减小天线尺寸的目的<sup>[4]</sup>。同时,由于表面开槽使天线馈源激励的表面电流

集中于天线贴片的中心<sup>[5]</sup>，此时在天线贴片中心引入一个尺寸很小的槽来实现天线的圆极化性能<sup>[6]</sup>。

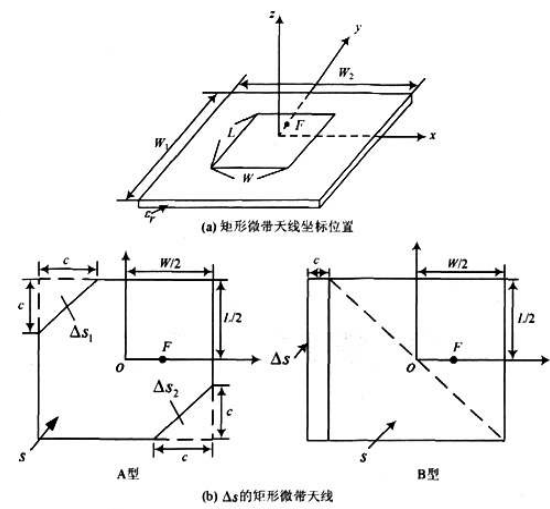


图 1 一点馈电矩形圆极化微带天线

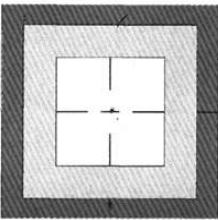


图 2 表面开槽的圆极化矩形微带天线

微带天线槽的宽度对谐振频率的影响很小，因此该天线的槽宽均为 1 mm。

2 仿真结果

2.1 天线参数分析

根据上面设计的天线，改变微带贴片的长度，使其长度分别为 120.2 mm, 124.2 mm, 128.2 mm 时，谐振频率与轴比带宽的曲线如图 3, 图 4 所示。由这两组曲线可知，谐振频率与轴比带宽均随着天线尺寸的增大而减小，并对最小轴比有一定的影响。

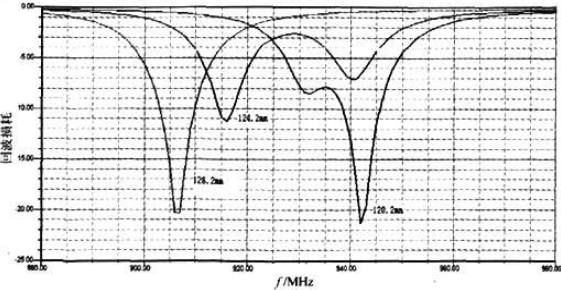


图 3 不同天线尺寸的谐振频率曲线

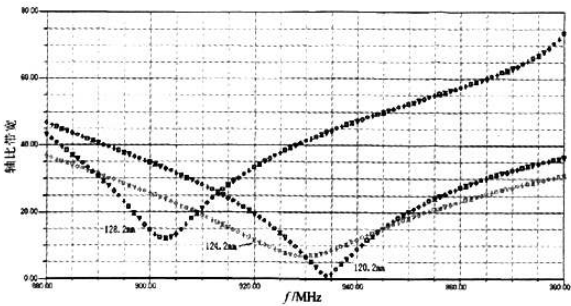


图 4 不同天线尺寸的轴比带宽曲线

保持天线其他参数不变，改变中心槽的大小，使其分别为 18.2 mm, 22.2 mm, 26.2 mm 时，得到图 5, 图 6 所示的两组曲线。由图 5 可知，槽长对最低谐振频率的影响极小，这一特性极利于天线频率的调谐。而从图 6 中可以知道，随着中心槽长度的增加，最小轴比向左发生偏移。

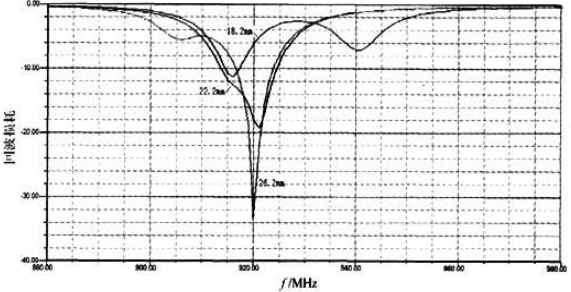


图 5 不同长度中心槽的谐振频率曲线

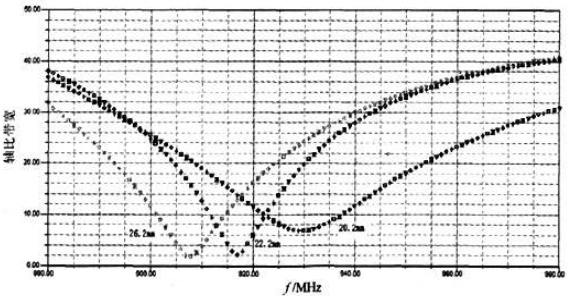


图 6 不同长度中心槽的轴比带宽曲线

2.2 天线仿真结果

根据微带天线的设计理论和数值分析，经过 HFSS 的优化后得到该微带天线尺寸为  $W=L=124.2$  mm，边槽长  $l_s=36.5$  mm，利用式(1)可以得出中心槽长为  $l_p=22.8$  mm。对中心槽的长度和宽度做适当调整，并选择适当的馈电位置<sup>[7-8]</sup>，最后得到较为理想的圆极化天线。如图 7~图 9 所示，该天线中心频率在 926 MHz，带宽达到 14 dB。最小轴比达到 0.8 左右，在较宽的频带范围实现天线的圆极化。

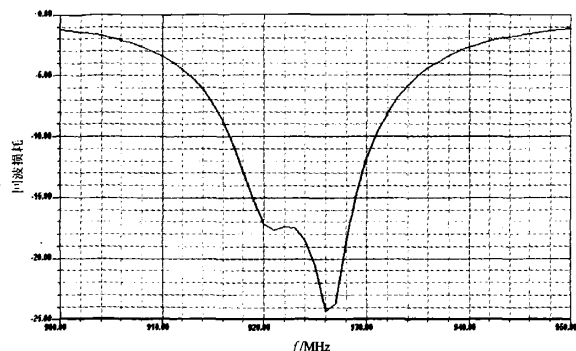


图7 回波损耗

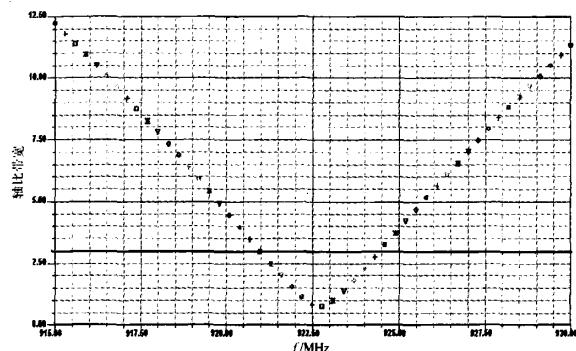


图8 轴比带宽

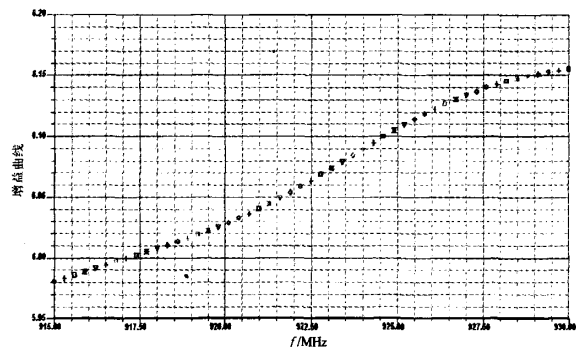


图9 天线增益

### 3 结论

在微带天线上加载缝隙,虽然可以减小天线尺寸,但同时也会减小天线的带宽、降低天线效率。这就需要设计人员折中考虑两者之间的矛盾。以介电常数很小的空气作为微带天线的基底,减小了缝隙对天线带宽的影响,得到了性能较为良好的天线。

### 参考文献

- [1] 张钧,刘克诚,张贤铎,等.微带天线理论与工程[M].北京:国防工业出版社,1998.
- [2] YANG Fan, RAHMAT-SAMII Yahya. Patch antennas with switchable slots (PASS) in wireless communications: concepts, designs, and applications [J]. IEEE Antennas and Propagation Magazine, 2005, 47(2): 13-29.
- [3] 李磊,张昕,李迎松.超高频 RFID 读写器天线的设计与仿真[J].应用科技,2010,37(4):61-64.
- [4] BUERKLE Amelia, SARABANDI Kamal. A wideband, circularly polarized, magnetodielectric resonator antenna [J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2005, 53(11): 3436-3442.
- [5] HUANG John. Miniaturized UHF microstrip antenna for a mars mission [C]// IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium. Boston, MA, USA: IEEE, 2001, 4: 486-489.
- [6] 薛睿峰,钟顺时.表面开槽有机磁性圆极化微带天线[J].上海大学学报:自然科学版,2002(3):189-192.
- [7] 宋旭亮,朱义胜.微带天线的设计和阻抗匹配[J].现代电子技术,2008,31(1):73-75.
- [8] BASILIO L I. The dependence of the input impedance on feed position of probe and microstrip line-fed patch antennas [J]. IEEE Trans. on Antennas Propagation, 2001, 49: 45-47.
- [9] 朱莉,高向军,梁建刚.宽带圆极化微带天线的几种实现方法[J].现代电子技术,2007,30(23):82-84.
- [10] BOO Yan Shan. Broadband circularly polarized microstrip antenna for RFID reader applications [C]// [S.I.]: IEEE, 2009: 625-628.

(上接第103页)

- [3] 姚天任.数字语音处理[M].武汉:华中科技大学出版社,2003.
- [4] 周杨,黄元峰.自适应均衡技术的研究[J].国外电子元件,2008(11):72-74.
- [5] 陈怀深.数字信号处理教程:Matlab 释义与实现[M].北京:电子工业出版社,2004.
- [6] 陈怀深,吴大正,高西全. Matlab 及在电子信息课程中的应用[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [7] 王正林,刘明.精通 Matlab 7[M].北京:电子工业出版社,2006.
- [8] 刘树棠.数字信号处理:使用 Matlab[M].西安:西安交通大学出版社,2004.
- [9] 张登奇,蒋敏.基于 Matlab 的音频信号处理技术实现[J].电脑知识与技术,2009,5(5):1211-1213.
- [10] 徐靖涛,王金根.基于 Matlab 的语音信号分析和处理[J].重庆科技学院学报:自然科学版,2008,10(1):132-136.

作者简介:彭仕玉 女,1971年出生,湖南岳阳人,硕士,副教授。主要研究方向为现代信号处理理论及应用。

## 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>