

# 三角形圆极化微带天线的设计与研究

邱继刚，车仁信

(大连交通大学 电气信息学院, 大连 116028)

**摘要:**设计了一种加载同轴探针的三角形贴片的圆极化微带天线。采用时域有限差分法做了理论分析和仿真,通过改变同轴探针的位置来改善贴片天线的指标,仿真结果表明,当中心频率在12GHz时,相对带宽为7.6% ( $VSWR \leq 2$ ),增益达到了9dB,说明天线具有较好的辐射特性和阻抗特性。

**关键词:**微带天线;圆极化;三角形

中图分类号:TN820.1 + 1 文献标识码:A 文章编号:1003-8329(2010)02-0045-03

## Research & Design of Circular Polarized Microstrip Antenna Based on Triangle

QIU Ji-gang, CHE Ren-xin

(School of Electrical & Information Engineering, Dalian Jiaotong University, Dalian 116028, China)

**Abstract:** Design of circular polarized microstrip antenna which loaded coaxial probe based on triangle. The method of FTDT used to do a theoretical analysis and simulation, by changing the location of coaxial probe to improve the indicators of the patch antenna. The simulation result shows that relative bandwidth is about 7.6 % ( $VSWR \leq 2$ ) and the gain is about 9dB when the center frequency is 12GHz, so this antenna has good radiation characteristics and impedance characteristics.

**Key words:** microstrip antenna; circular polarization; triangle

## 1 引言

微带贴片天线由介质基片、在基片一面上有任意平面几何形状的导电贴片和基片另一面上的地板所构成<sup>[1]</sup>,它有体积小、重量轻、剖面低、制作简单等优点,使得微带天线在工程实际中得到了广泛的应用<sup>[2]</sup>,现代无线通信迫切需要重量轻、体积小而又成本低的天线,而圆极化微带天线恰好能满足这些要求。微带天线圆极化的方法<sup>[3]</sup>分别为:(a)切角;(b)准方形,近圆形,近等边三角形;(c)表面开

槽;(d)带有调谐枝节;(e)正交双馈,曲线微带型,行波阵圆极化节。文献[4]提出:插入短路针可以减小微带天线的尺寸,并且通过插入合理的位置可以增大微带天线的阻抗带宽,改善天线的设计指标,提高辐射效率。

本文采用近似等边三角形贴片,馈电方式采用 $50\Omega$ 同轴线馈电,加载同轴探针来优化天线的设计指标,仿真结果表明,在中心频率为12GHz时,工作频段为11.76~12.67GHz,相对带宽为7.6% ( $VSWR \leq 2$ ),增益可达到9dB,方向图说明具有很好的辐射特性。

\* 基金项目:辽宁省教育厅科学研究计划资助项目(编号2004D024)和辽宁省教育厅科学技术研究项目(编号2008109)。

作者简介:邱继刚,男,1985年1月生,大连交通大学硕士研究生,研究方向:微带天线的数值计算及工程应用。

## 2 天线结构与设计

### 2.1 天线结构

三角形微带贴片天线与矩形微带天线具有类似的场结构和谐振频率,可三角形贴片的面积却相对要比矩形小,实际应用中可以满足天线贴片小型化等某些特殊的性能要求,因此在一些对天线安装场合有严格限制的地方有其优势。要求天线的谐振频率为12GHz,文献[5]基于腔模理论给出等边三角形微带天线的计算公式:

$$k_{mn} = \frac{4\pi}{3a} \sqrt{m^2 + mn + n^2} \quad (1)$$

$$f_{mn} = \frac{ck_{mn}}{2\pi\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}} \times \sqrt{m^2 + mn + n^2} \quad (2)$$

$$\epsilon_e = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{4} \left(1 + \frac{12h}{a}\right)^{-1/2} \quad (3)$$

$$\alpha_{eff} = a + \frac{h}{\sqrt{\epsilon_e}} \quad (4)$$

式中  $a$  为边长,  $f_{mn}$  为各个模式的谐振频率,  $\epsilon_r$  为相对介电常数,  $\epsilon_e$  为有效介电常数,  $k_{mn}$  为谐振波数, 用  $\alpha_{eff}$  代替  $a$  可以有效的算出谐振频率, 天线基本结构如图1所示。

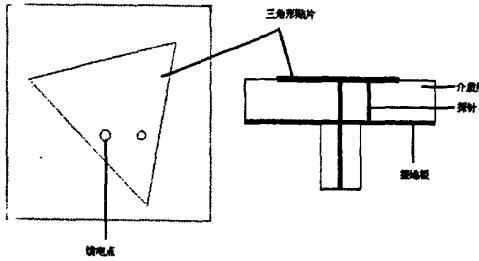


图1 天线结构图

### 2.2 天线设计及优化

在仿真软件中按照上述尺寸进行优化并仿真得到本设计如图1所示,其中介质层厚度为1mm,贴片厚度为0.035mm,接地板厚度为0.035mm,介电常数  $\epsilon_r = 2.44$ ,探针半径为0.1mm,其位置为(6.8mm,4.05mm),三角形贴片的边长为8mm,接地板大小为  $1 \times 1 \text{cm}^2$ ,馈电点位置为(5mm,4.05mm)使之与  $50\Omega$  同轴线相匹配。

表1 同轴探针的位置对仿真结果的影响

探针位置 (mm)	谐振频率 (GHz)	增益 (dB)	回波损耗 (dB)	极化状态
(6600,4050)	12	8	25.48	线极化
(6700,4050)	12.07	8	27.75	线极化
(6800,4050)	12	9	41	圆极化
(6900,4050)	12	9	42	圆极化(简并模分离不理想)
(7000,4050)	12.49	8	25.25	线极化

由表1可知,当其它参数不变的情况下,探针位置的选择对天线的性能有很大的影响,由其确定了探针的位置,得到了较好的阻抗特性和辐射特性。

## 3 仿真与分析

### 3.1 仿真

本文使用时域有限差分法(FDTD)进行数值计算,计算空间的吸收边界采用理想匹配层吸收边界(PML),分为四层。采用Gauss脉冲作为激励源,运行仿真程序可以得到图2所示的天线的回波损耗曲线和图3的史密斯参数图。

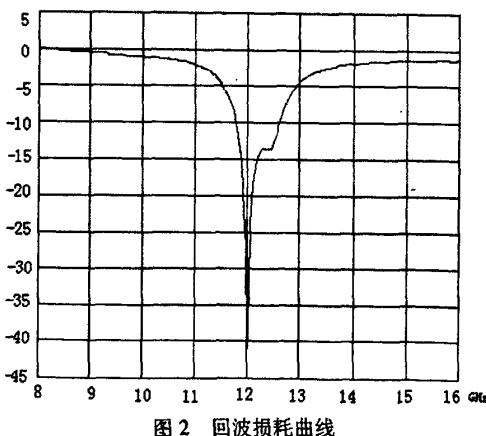


图2 回波损耗曲线

### 3.2 分析

图2为  $S_{11}$  回波损耗曲线。从  $S_{11}$  曲线可以看出,当  $S_{11} \leq -10 \text{ dB}$  ( $VSWR \leq 2$ ) 时,天线的工作频段是  $11.76 \sim 12.67 \text{ GHz}$ , 相对带宽为  $7.3\%$ , 最大衰减达到了  $41 \text{ dB}$ , 天线的谐振频率是  $12 \text{ GHz}$ , 说明此天线有良好的工作效率。

图3为史密斯参数图,从图中可以看出,  $12 \text{ GHz}$

频点很靠近史密斯圆图的匹配点,匹配效果良好。

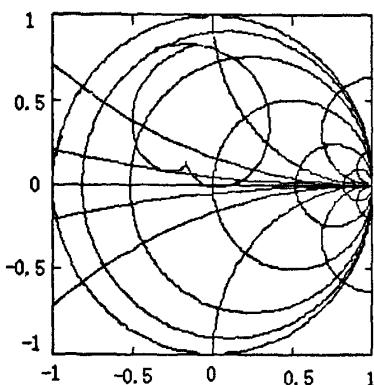


图 3 史密斯参数图

图 4 和图 5 分别是天线在极坐标下的 E 面和 H 面的方向图,从图可以看出,增益大约为 9 dB,说明天线具有良好的辐射特性,主辐射方向垂直于天线表面。

由图 6 天线的方向图可知,天线的极化状态是圆极化,最大增益为 9dB,辐射方向较好。

#### 4 结束语

随着微带天线技术的发展,新形式和新性能的微带天线不断涌现,如何实现天线的圆极化就成为一个研究的热点问题。无线通信迫切需要重量轻、体积小而又成本低的圆极化微带天线,本文提出了一种三角形加载同轴探针实现圆极化的方法,通过

改变短路针的位置可以使天线的增益达到 9dB,带宽约为 1GHz,具有很好的辐射特性和阻抗特性,研究结果可应用于工程实际,且具有很高的推广价值。

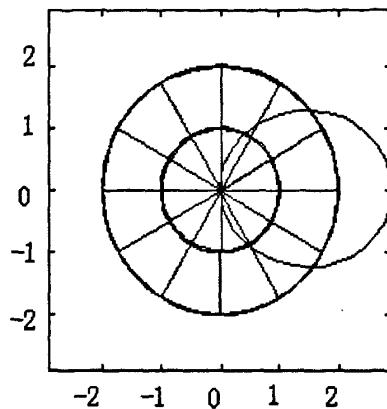


图 4 E 面的方向图

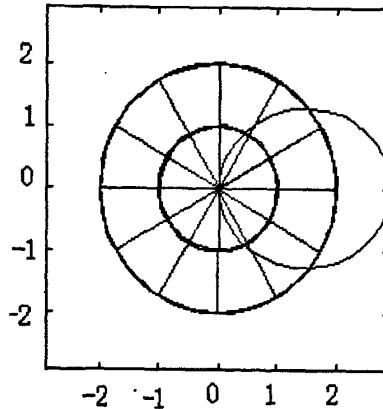


图 5 H 面的方向图

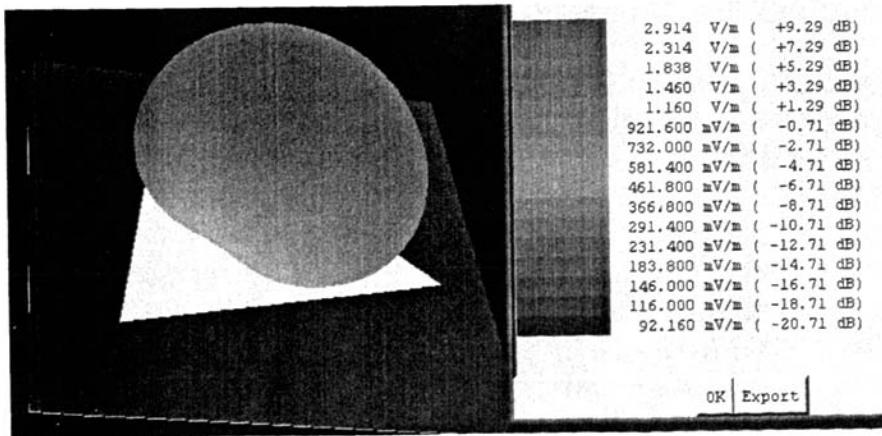


图 6 3D 方向图

(下转第 51 页)

采样软件互联,从而达到了较好的兼容性和可移植性,同时还能实现非常高的数据吞吐率。软件无线电系统还可以直接应用多种总线(如VME、PCI等)标准。目前,国内外的一些科研机构,正在研究、完善具备上述特点的、基于通用硬件平台的软件互联结构。

#### ⑥ 软件协议和标准

在用软件无线电实现多模互联时,必须实现通用信令处理。这就需要在现有的各种无线信令的基础上,按照软件无线电系统结构的要求,制定、开发出标准的信令模块和通用信令框架。从上世纪90年代中、后期开始,国外研究机构就提出了基于JAVA/CORBA的软件协议和标准<sup>[2]</sup>,研究开发能实现软件即插即用(Plug & Play)的开放系统。这种基于“软件总线”的设计思想,就是要建立一个标准、兼容、开放的体系结构。而所谓的“软件总线”与传统的“硬件总线”相似,就是把各通用模块按标准做成总线,各应用模块一旦插入总线,就可实现组合式运行,以实现支持分布式计算环境的功能。

#### ⑦ SDR实用化的主要问题

长期以来,软件无线电系统的功耗、体积和成本,一直是软件无线电实用化、商业化推广的主要问题,而这一问题的解决,在很大程度上取决于微电子技术及硬件电路设计水平的进一步提高。

## 4 结束语

本文对软件无线电的概念以及当前的研究现

状,SDR的关键技术及对策进行了归纳总结,SDR的产生与发展,体现了无线通信技术从硬件到软件跨越的技术性革命。它在军事和商业性通信中的应用,越来越成为研究的热点。但其相关技术,仍处于研发阶段,相信随着硬件技术和编程技术的开发和推进,SDR一定会成为无线通信领域的核心技术。然而就目前的软件无线电技术状况,我国与国际先进水平的差距并不大,及时开展这项前沿技术的研究,对我国的无线通信技术的发展,有着重大和深远意义。

## 参考文献

- [1] 李琳,张尔扬. 软件无线电中的关键技术[J]. 电声技术, 1999(3):52~54.
- [2] 许爱装. 软件无线电全球化的发展[J]. 电信快报, 2000(2):12~14.
- [3] 金钊,陈维,陈建光. 软件无线电的关键技术及发展趋势[J]. 中国无线电, 2004(9):28~30.
- [4] 胡礼勇,丛冬栋,黄仕家. 软件无线电的关键技术与发展动态[J]. 长沙航空职业技术学院学报, 2003,3(3):36~39.
- [5] 刘伟. 浅谈软件无线电原理及其关键技术[J]. 电信快报, 2001(4):22~23.

(收稿日期:2010-02-25)

(上接第47页)

## 参考文献

- [1] 李中,王光明. 超宽频带圆极化微带天线阵列的设计[J]. 现代雷达, 2009, 31(1):66~68.
- [2] Narendra Chauhan, Ankush Mittal. Support Vector Driven Genetic Algorithm for the Design of Circular Polarized microstrip antenna [J]. International Journal of Infrared and Millimeter Waves, 2008, 29(6):558~569.

- [3] 薛睿峰,钟顺时. 微带天线圆极化技术概述与进展[J]. 电波科学学报, 2002, 17(4):331~336.
- [4] S. D. Targonski, D. M. Kokotoff. Design and Performance of Small Printed Antennas[J]. IEEE Trans. Antennas Propagat., 1998, 46(11):1629~1633.
- [5] 宋海,华光,洪伟. 一种基于DGS的宽带双极化三角元微带天线[J]. 微波学报, 2005, 21(4):27~30.

(收稿日期:2009-12-30)

## 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>