

文章编号:1001-893X(2010)01-0107-04

新型小型化 GPS 天线设计^{*}

赵红梅¹,牛艳娟¹,刘藤²

(1. 郑州轻工业学院,郑州 450002;2. 电子科技大学 物理电子学院,成都 610054)

摘要:设计了一种用于通信、导航、定位等领域的微型 GPS 微带天线。采用了椭圆贴片辐射单元及接地板开槽技术,通过接地板开槽引入微扰,在实现圆极化的同时,减小了天线尺寸,实现了小型化:比同频率下传统圆极化微带天线尺寸减小 32%,比同结构矩形贴片增益高 35%,且频带宽度和轴比带宽都有所提高。

关键词:GPS 天线;微带天线;接地板开槽;椭圆贴片;小型化

中图分类号:TN92;TN823 **文献标识码:**A doi:10.3969/j.issn.1001-893x.2010.01.021

A Novel Compact GPS Antenna

ZHAO Hong-mei¹, NIU Yan-juan¹, LIU Teng²

(1. Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China; 2. School of Physical Electronics, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China)

Abstract: A compact GPS microstrip antenna is designed, which can be applied in communications, navigation, positioning and other areas. With the radiation element of the oval patch and the slotted ground plane adopted, the ground plane embedded slots can excite circular polarised (CP) radiation, at the same time, it has achieved compact size. Compared with the traditional CP microstrip antenna, the patch size is reduced up to around 32% at the same frequency; while its gain is 35% higher than that of the similar structure of the rectangular patch, and the bandwidth and axial ratio bandwidth are improved.

Key words: GPS antenna; microstrip antenna; slotted ground plane; oval patch; compact

1 引言

随着全球定位系统(GPS)在全球的快速发展,对 GPS 天线要求越来越高,不仅要满足其圆极化的特性,对其外观及与系统集成度方面的要求也进一步增多,特别是对小型化的研究,显得越来越重要。

微带天线由于其具有剖面薄、体积小、重量轻、便于获得圆极化且易制成与卫星等载体表面相共形的结构等优点,在许多实际应用中常被采用。而表面开槽(曲流技术)是微带天线小型化的一种重要

方式,其体积小、易于加工等优点在微带天线的工程应用中有一定的潜力^[1~4]。文献[5]提出了一种实现小型化的设计方案,采用矩形贴片,在接地板开出两对长短不同的长方形槽,引导贴片中的电流,从而增大电流路径的有效长度,降低天线的谐振频率,实现了天线的小型化。

但是,文献[5]在实现小型化的同时,使天线的增益、轴比带宽、频带宽度以及效率等参数指标降低,所以必须恰当地设计才能获得良好的性能。本文结合实际需求,设计了一种基于椭圆辐射贴片及

* 收稿日期:2009-11-03;修回日期:2009-12-09

基金项目:郑州轻工业学院博士科研基金资助项目

Foundation Item: The Doctor Research Foundation of Zhengzhou University of Light Industry

接地板开槽的小型圆极化微带天线，并进行了实验测试。

2 天线结构及性能指标

天线结构如图 1 所示。

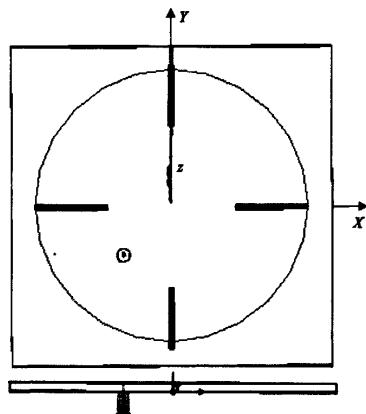


图 1 天线结构示意图

Fig. 1 Geometry of the proposed antenna

本天线采用厚度为 1.6 mm、介电常数为 4.4 的介质基片，接地板大小为 60 mm × 60 mm；采用接近于圆形的椭圆形辐射贴片及同轴线馈电。

采用接地板开槽技术，在接地板上开出两对不等长的槽，在贴片下的空腔区域形成一对辐射正交的模，当两者辐射长之比为 $\pm j$ 时，形成圆极化辐射；同时，接地板上开槽可以引导贴片中的电流发生弯曲，从而增大电流路径的有效长度，降低天线的谐振频率，进而达到小型化的目的。这种小型化的方法具有结构简单、易加工等优点。椭圆形贴片基本接近圆形，由于工作于 TM_{11} 模，则有公式

$$f_{nm} = \frac{\omega'_{nm}}{2\pi a \sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

式中， a 是计人边缘效应后的等效半径； ϵ_r 是介质基片的介电常数。因为工作于 TM_{11} 模，取 $\chi_{11} = 1.841$ ； $c = 3 \times 10^8$ m/s； $f_{11} = 1.575$ GHz，求得 a 大约 25.5 mm。

在三维电磁仿真软件 HFSS 辅助下，经过各个参数反复优化设计，最终得到天线结构参数：椭圆形贴片长轴为 25.5 mm，长短轴之比为 1.003 8。

采用单馈法且引入几何微扰实现圆极化，由圆极化条件可知，一般情况下，辐射左旋或右旋圆极化波的馈电轨迹各有两条，通过计算及软件优化可找出恰当的馈点，通过调节馈点的位置可以很容易地

实现输入阻抗的匹配，获得右旋圆极化辐射，最后得出馈电点为 (-9, -9) mm。单馈法圆极化微带天线无需任何外加的相移网络和功率分配器就能实现圆极化辐射，结构简单，成本低，适合小型化。

3 数值分析与实验结果

本文使用软件 Ansoft HFSS 进行仿真，通过仿真分析及优化，设计了一种工作于 1.575 GHz 的右旋圆极化天线。天线在要求频率处的驻波比 VSWR ≤ 1.10 (即 $S_{11} < -26$ dB)，如图 2 所示。图 4 中，由天线在中心工作频率点右旋圆极化轴比空域分布特性可知，在主辐射方向上，天线轴比为 0.35 dB，轴比小于 3 dB 覆盖空域达 140°；同时，如图 3 所示，轴比 $AR \leq 3$ dB 的圆极化带宽达 19.2 MHz。图 5 为天线方向图特性。图 6 展示了天线 E 面和 H 面的方向图，该天线增益可达 2.42 dB，3 dB 波束宽度约为 106°，而且在波束范围内都有很好的圆极化特性。

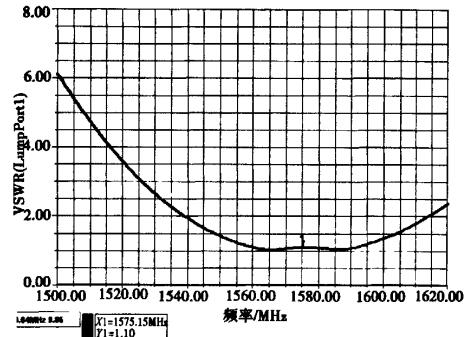


图 2 天线驻波比仿真结果

Fig. 2 Simulated VSWR of the proposed antenna

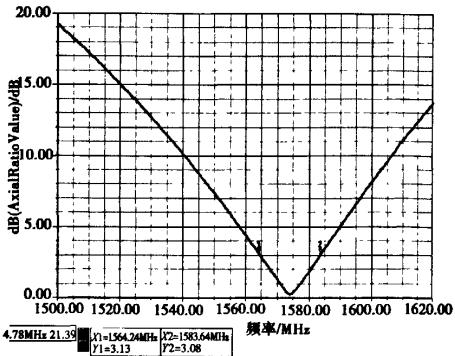


图 3 天线轴比仿真结果

Fig. 3 Simulated axial ratio of the proposed antenna

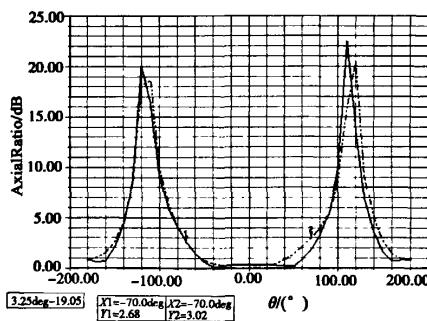


图4 天线在工作频段轴比空域分布特性

Fig.4 The airspace distribution characteristics of the axial ratio in the working frequency band of the proposed antenna

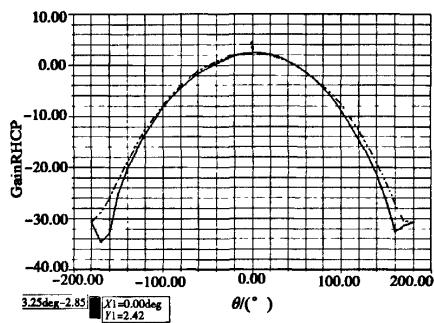


图5 天线方向图特性

Fig.5 The radiation pattern characteristic of the proposed antenna

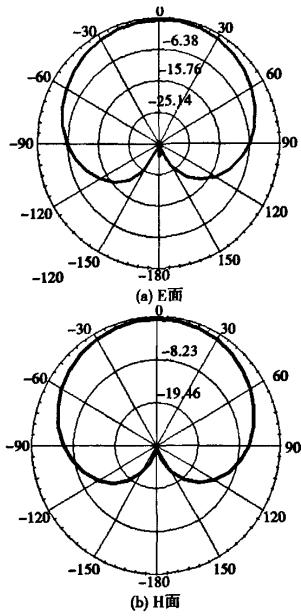


图6 天线E面和H面方向图仿真结果

Fig.6 The E-plane and H-plane radiation pattern characteristic of the proposed antenna

接地板开槽可以改变天线的辐射特性,与普通天线远场方向图相比,方向图的后瓣稍有增加,但是由图5可以看出,接地板开槽天线较好地保持了原天线的辐射特性,前后比可通过增加金属背腔进一步减小背向辐射,提高天线增益。由E面和H面方向图一致性可知,该天线具有良好的旋转对称辐射特性。

此天线与传统圆极化微带天线相比,尺寸减小32%,可以实现小型化的目的。并且,椭圆辐射贴片与同结构矩形贴片^[5]相比,其增益高35%,轴比带宽高出3.4 MHz,频带宽度高出15.8 MHz,具有更好的性能指标。结果比较如表1所示。

表1 两种不同形状贴片的仿真结果比较

Table 1 The detailed comparison of the simulated results for two different patch shapes

贴片类型	频带宽度 /MHz	轴比带宽 /MHz	增益 /dB	波束宽度 /(°)
矩形贴片	40	15.8	1.97	106
椭圆形贴片	55.8	19.2	2.42	106

4 结论

本文使用HFSS电磁仿真软件,采用单层椭圆贴片辐射单元及接地板开槽技术,实现了GPS天线的小型化。同时,仿真结果表明,该天线的增益、轴比带宽和频带宽度均优于同结构的矩形贴片,完全满足GPS天线的性能要求,天线还具有结构简单、体积小、易于加工等诸多优点。将天线小型化与多频段、抗干扰等技术有效结合起来是未来天线设计的趋势,这有待进一步的研究,相信它将会具有更广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 薛睿峰,钟顺时.微带天线小型化技术[J].电子技术,2003(3):62-64.
XUE Rui-feng, ZHONG Shun-shi. Microstrip antenna miniaturization technology [J]. Electronics Technology, 2003(3):62-64. (in Chinese)
- [2] 鲍尔I J,布哈蒂亚P.微带天线[M].北京:电子工业出版社,1984.
Powell I J, Buhadiya P. Microstrip antenna [M]. Beijing: Publishing House of Electronic Industry, 1984. (in Chinese)
- [3] 钟顺时.微带天线理论与应用[M].西安:西安电子科

技大学出版社,1991.

ZHONG Shun - shi. Microstrip Antenna Theory and Applications[M]. Xi'an: Xidian University Press, 1991. (in Chinese)

- [4] 张明旭,龚书喜,刘英.利用接地板开槽减缩微带贴片的 RCS[J].电子与信息学报,2008,30(2):498-500.
ZHANG Ming - xu, GONG Shu - xi, LIU Ying. Reducing the RCS of microstrip patch by cutting slots on the groundplane [J]. Journal of Electronics & Information Technology, 2008, 30(2):498-500. (in Chinese)
- [5] Chow Yen - Desmond Sim, Tuan - Yung Han. GPS antenna with slotted ground plane[J]. Microwave and Optical Technology Letters, 2008, 50(3):818-821.
- [6] Baik J W, Kim S J, Kim Y S. Circularly polarized microstrip antenna using asymmetrical ring sector slots embedded on the ground plane[J]. Microwave Opt Technology Letters, 2007, 49(3):602-604.

作者简介:

赵红梅(1976-),女,河南辉县人,博士,主要研究方向为星载天线技术、阵列信号处理及微波射频电路设计;

ZHAO Hong - mei (female) was born in Huixian, Henan Province, in 1976. She received the Ph. D. in 2007. Her research interests include satellite antenna technology, array signal processing and microwave RF circuit design.

牛艳娟((1986-),女,河南安阳人,硕士研究生;

NIU Yan - juan (male) was born in Anyang, Henan Province, in 1986. She is now a graduate student.

Email: niujuan112@163.com

刘 薩((1984-),男,陕西西安人,硕士研究生。

LIU Teng (male) was born in Xi'an, Shaanxi Province, in 1984. He is now a graduate student.

《电讯技术》2007 年高贡献论文

第一作者	题名	年	期	被引次数
李元忠	射频识别技术及其在交通领域的应用	2002	05	8
肖汉波	一种基于 DDS 芯片 AD9850 的信号源	2003	02	6
王 韶	基于 MPC860 和 VxWorks 的嵌入式中断处理设计	2005	01	5
杨彩虹	GSM 的数据业务和承载能力	2002	01	4
韩 纶	FPGA 实现高速 FFT 处理器的设计	2003	02	4
陈贵强	功率放大器的自适应预失真线性化技术	2003	04	4
生建友	机械创新设计在军用电子设备结构设计中的应用	2003	06	4
微 丹	无线网格网关键技术及其应用	2005	02	3
王援朝	充气天线结构技术概述	2003	02	3
张 曼	利用 Hilbert 变换提取信号瞬时特征参数的问题研究	2003	04	3
汪晓燕	单通道单脉冲角跟踪系统的研究	2005	03	3
雷 厉	空间信息系统安全与防护技术	2003	01	3
常 军	机载雷达目标的大地坐标定位	2003	02	3
李 峰	遗传算法在阵列天线方向图综合中的应用	2002	02	3
李 剑	移动宽带无线城域网关键技术及其展望	2006	04	3

注:来源于中国科技信息研究所信息资源中心(www.istic.ac.cn)。

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>