

高增益 Ku 波段双极化微带天线的研究

李银平¹ 吴迪¹ 渣尾和之²

(1. 南京邮电大学通信工程与信息学院, 江苏 南京 210003;
2. YUPITERU 株式会社 技术研究所, 日本 冈崎 444-2144)

摘要: 介绍了一种高增益 Ku 波段双极化微带天线的设计。天线采用微带线馈电, 通过探针将微带线的能量传输给天线辐射单元。馈线终端设有微带线调节枝节, 通过调整微带线调节枝节来实现天线输入端口的阻抗匹配和两个端口的高隔离度。利用仿真软件 CST MWStudio 对天线特性进行仿真计算, 计算结果表明, 天线具有良好的反射损耗特性及增益特性, 两个馈电端口具有较高的隔离度, 并且两个主极化都具有较低的交叉极化电平。

关键词: 微带天线; 双极化; 隔离度; 交叉极化

Study on a Ku Band Microstrip Antenna with Dual Polarization

Li Yingping¹ Wu Di¹ and KAZUYUKI Seo²

(1. College of Telecommunications and Information Engineering, Nanjing University of Posts & Telecommunications, Nanjing 210003, China; 2. R&D Center, Yupiteru Industries Co. Ltd, Okazaki 444-2144, Japan)

Abstract: In this paper, a novel Ku band microstrip antenna with dual polarization was studied. The antenna was fed by microstrip line, the power was delivered from microstrip line to the antenna by adopting a probe. The impedance match and the high isolation were realized by adding a parasitic stub in the feed line of the antenna element. The simulation results show that the antenna has a good return loss and high gain, and the two ports of the antenna have high isolation and low cross-polarization.

Keywords: microstrip antenna; dual-polarization; isolation; cross-polarization

0 引言

近年来, 机载或有源相控阵雷达系统中大量使用双极化技术, 使通信容量增加一倍, 提高了识别目标的准确度。移动通信中也采用双极化技术来扩充信息的容量, 更加有效地抑制由多径效应引起的干扰。方形微带天线具有良好的极化特性, 微带天线本身具有体积小、重量轻、低剖面、易于加工以及与有源器件及电路集成等诸多优点, 易满足新一代合成孔径雷达的多频多极化等的要求。目前在 Ku 波段卫星通信及散射通信系统中, 使用微带天线以取代

* 基金项目: 973 项目 (2007CB310607), 江苏省高校自然科学基础研究面上项目 (07KJB510080), 南京邮电大学科研基金项目 (NY207016)

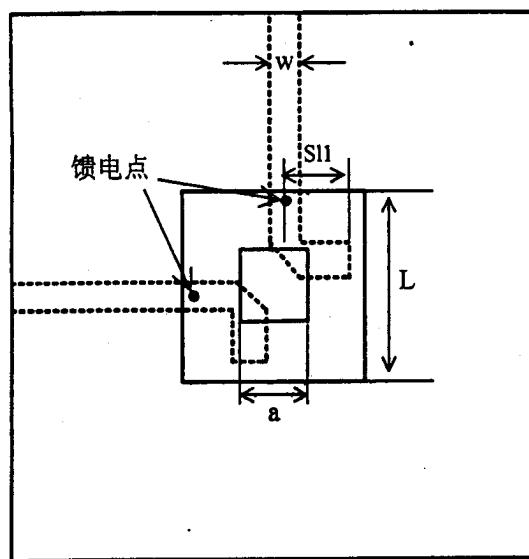
传统的抛物面天线和单层径向线缝隙平面天线，主要目的是减小天线在通信系统中所占有的体积，实现天线的小型化。因此，开展具有高辐射效率、高增益的新型平面天线的研究具有重要的应用价值。

目前双极化微带天线在国内已有了很大的发展，常采用正方形贴片并采用对称馈电，这样会给设计带来了很大的方便。通常认为只有当两个馈电分别位于两条垂直边的中点时，才能获得最大的双极化隔离度^[1]，但是隔离度一般只有 15~20dB。常用的馈电方式也有很多，有十字交叉馈电，角馈电^[2]，口径耦合馈电^{[3]~[8]}等，第一种需要用到网桥，实现比较困难；后两种应用比较广泛。

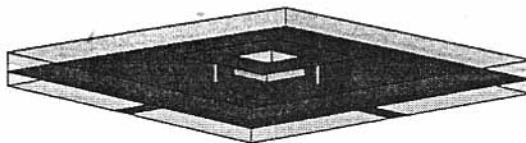
本文给出一种新型的用于 Ku 波段通信的双极化微带贴片天线的设计，采用了探针将微带线的能量传输给辐射单元的馈电方式。为防止两个端口微带线相交影响隔离度，两微带线馈线均偏离中心一定距离，并在馈线上增加微带线调节枝节来实现阻抗匹配和高隔离度。设计的双极化微带天线的工作频率为 13GHz，增益为 9.7dBi，输入端口的反射损耗大于 30dB，两端口的隔离度高于 30dB。

1 天线结构

该天线的结构如图 1 所示，其中 (a) 为天线的透视图，(b) 为天线的三维立体图。该微带天线由多层结构组成：第一层为正方环形辐射贴片，位于上层介质板上表面，该介质板的相对介电常数为 2.2，其厚度为 0.70mm；第二层是厚度为 0.56mm 的空气层，这相当于将上层介质板的厚度增加到原厚度与空气间隙的和，其效果是降低了微带天线的 Q 值，增加了天线频带宽度，同时也提高了天线的增益；第三层是采用相对介电常数为 4.4 的介质材料，其厚度为 0.91mm。该介质层上面有一接地板，接地板上开有两个小孔，介质层下面是微带馈线。馈线采用对称馈电，两金属探针通过接地板上的小孔，穿过上下两层介质层将微带线的能量传送到正方环形贴片上。另外上层介质层中间开一方形孔，一环形金属薄壁将正方环形贴片的内径和接地板连接起来，使贴片与接地板短接。



(a) 透视图



(b) 三维立体图

图 1 双极化微带天线结构图

2 仿真结果及分析

利用 CST MWStudio 软件进行仿真计算，最终得到一组比较理想的天线各部分尺寸： $L=10.60\text{mm}$, $w=1.70\text{mm}$, $a=3.92\text{mm}$, 调节枝节长 $S11=3.7\text{mm}$, 馈电点偏离天线中心的距离为 5.20mm 。微带天线两端口的反射损耗及隔离度如图 2 及图 3 所示。由于采用对称结构，所以两端口的反射损耗及隔离度均相同，且两端口在频率 13GHz 的反射损耗可达到 31dB ，隔离度可达到 33dB 。

天线的 E 面及 H 面远场方向图的仿真结果如图 4 所示，由图可以看出，天线的增益为 9.7dBi ，E 面方向图的交叉极化为 -28dB 以下，H 面方向图的交叉极化为 -15dB 以下。

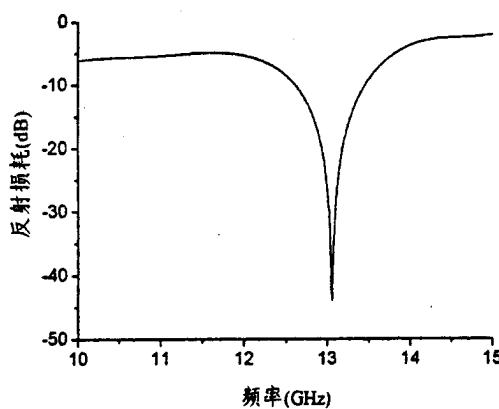


图 2 两端口的反射损耗

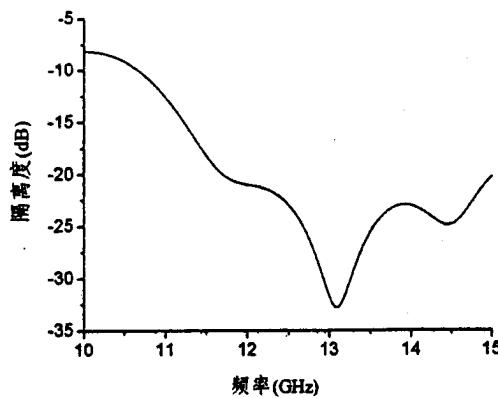
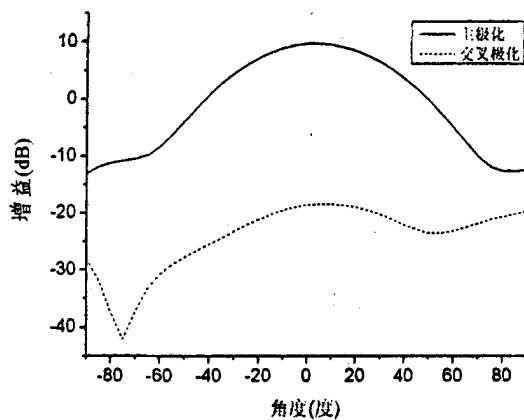
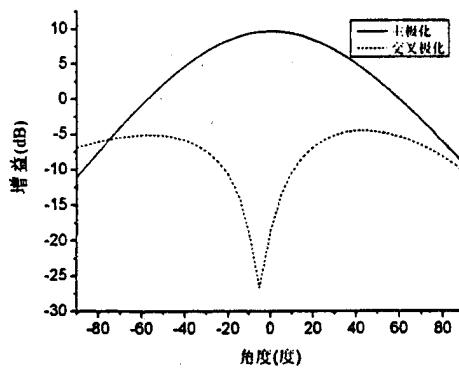


图 3 两端口的隔离度

天线两输入端口的反射损耗可以通过调节馈线枝节的长度进行调整，从而实现两端口的阻抗匹配。图 5 展示了天线输入端口的反射损耗随馈线枝节长度变化的情况。从图 5 可以看出，当馈线枝节长度为 3.7 时，13GHz 频率处的反射损耗可达到-31dB。



(a) E 面方向图



(b) H 面方向图

图 4 天线的 E 面和 H 面方向图

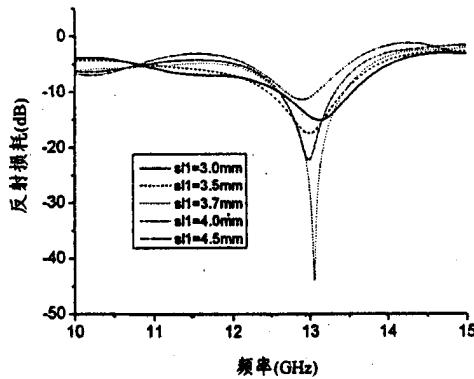


图 5 天线输入端口反射损耗随馈线枝节长度的变化特性

图 6 表示了天线两个输入端口的隔离度随馈线枝节长度不同的变化情况。从图 6 可以看出，当馈线枝节长度改变时，两端口的隔离度有明显的变化，但在 13GHz 频率处的隔离度均好于 30dB。

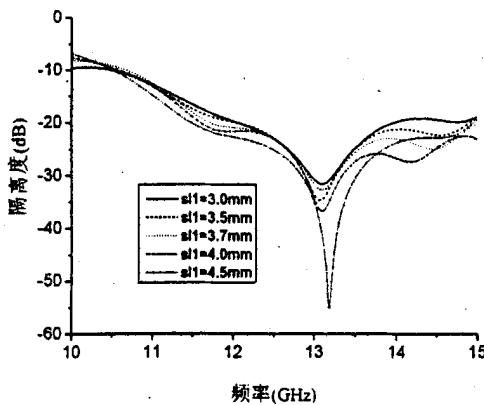


图 6 天线两输入端口隔离度随馈线枝节长度的变化特性

3 结论

本文设计了一个工作在 Ku 波段的双极化微带贴片天线，该天线为正方环形，其内径通过金属环形薄壁与接地板短路，采用微带线通过探针过渡馈电。仿真结果表明，天线在 13GHz 频率处的反射损耗大于 30dB，增益为 9.7dBi，在工作频率处两端口的隔离度高于 30dB，并且 E 面和 H 面远场方向图中的交叉极化电平要比主极化电平分别低 28dB 和 15dB。该天线可很好地运用到 Ku 波段的平面天线阵中。

参 考 文 献

- [1] 杨雪霞, 钟顺时. 双极化微带天线的阻抗特性. 电波科学学报, 2000, 15 (2): 199-203
- [2] 高式昌, 钟顺时. 一种高隔离度的双极化微带天线阵的理论和实验. 电子学报, 1999, 8: 64-68
- [3] S. K. Padhi, N. C. Karmakar, C. L. Law and S. Aditya. A dual polarized aperture coupled circular patch antenna using a C-shaped coupling slot. IEEE Trans. AP, 2003, 51 (12) :3295-3298
- [4] Tzung-Wern Chiou and Kin-Lu Wong. Broad-band dual-polarized single microstrip patch antenna with high isolation and low cross polarization." IEEE Trans. AP, 2002, 50 (3): 399~401
- [5] 黄盈春, 李倩, 吕晓德. 高隔离度双极化微带天线阵的设计. 电子测量技术, 2006, 29 (6) :29-31
- [6] 梁仙灵, 钟顺时, 汪伟. 高隔离度双极化微带贴片天线的设计. 电波科学学报, 2006, 21 (5) :731-755
- [7] 尹家贤, 谭怀英, 刘克成. 双极化口径耦合微带天线 FDTD 分析. 微波学报, 2001, 17 (1) :13-17
- [8] Kin-Lu Wong, Hao-chun Tung. Broadband dual-polarized aperture-coupled patch antennas with modified H-shaped coupling slots. IEEE Trans. AP, 2002, 50 (2) :188-191
- [9] Emilio Armieri, Luigi Boccia, Giandomenico Amendola and Giuseppe Di Massa. A compact high gain antenna for small satellite Applications. IEEE Trans. AP, 2007, 55 (2) :277-282

作者简介:

李银平 (1983-)，女，江苏人，南京邮电大学通信与信息工程学院 2006 级硕士研究生。2006 年毕业于南京师范大学物理科学与技术学院，获学士学位。主要研究方向为新型小天线及其阵列的研究。

吴迪 (1964-)，男，黑龙江人，南京邮电大学通信与信息工程学院，教授。1985 年、1988 年、2000 年分别获哈尔滨工业大学无线电工程系通信系统工程专业学士学位、中国空间技术研究院电磁场与微波技术专业硕士学位、日本名古屋工业大学电气情报工学专业博士学位。主要研究领域有基于矩量法的线状天线的数值解析法、小型高性能平面天线及其阵列、基于左手材料的新型多功能天线的研究。

濑尾和之 (1951-)，男，日本冈山县人，1975 年获日本冈山大学工学学士学位，1975~1985 年在日本株式会社 Sanoyas Hishino Meisho 任电装设计师。1985~2002 年任日本小岛综合研究所所长。现任日本 YUPITERU 株式会社技术研究所参事。主要从事小型天线的研究开发工作。IEEE 会员。

联系方法：

通信地址：南京邮电大学 280#信箱 邮政编码：210003

电子邮件：liyinping518@163.com 电话：13770682861

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>