

正多边形贴片圆极化微带天线

尹应增, 张卫东, 郑会利, 付光

(西安电子科技大学 天线与电磁散射研究所 陕西 西安 710071)

摘要: 对一种具有正多边形结构的圆极化微带贴片天线进行了研究, 利用寄生的调谐支节, 对设计结果进行了有益的补偿, 有效地消除了各种误差对设计结果的影响, 最后给出了实验调整方法及测量结果。

关键词: 微带天线 阻抗特性 圆极化

中图分类号: TN828.6 文献标识码: A 文章编号: 1001-2400(2000)02-0259-03

A circular polarization microstrip antenna with the shape of polygonal

YIN Ying-zeng, ZHANG Wei-dong, ZHENG Hui-li, FU Guang

(Research Inst. of Antenna and EM Scattering, Xidian Univ., Xi'an 710071, China)

Abstract: A circular polarization microstrip patch antenna is studied with the shape of polygonal. The design results are properly compensated by the adjusting turning stub, and the effect of various errors is eliminated. Finally, the adjusting method and experimental results are given.

Key Words: microstrip antenna; impedance characteristics; circular polarization

微带天线有低轮廓、小体积、易于集成及易于共形等令人瞩目的特点, 在移动卫星通信设计中得到广泛的应用。但是, 由于微带天线的分析中近似处理太多, 使得设计这种天线的准确性不太好, 尤其是对微带贴片天线阻抗特性的分析, 更难得到使人十分满意的效果^[1]。因此, 微带贴片天线馈电位置的确定往往需要实验调整的方法进行研究。另外一个值得重视的问题是由于圆极化微带天线的频带窄, 谐振频率设计的误差往往会造成天线频率的偏离, 使得天线的圆极化特性变差。对于实际工程而言, 由于介质基片的离散性, 也影响了谐振频率的准确性。基于以上的原因, 文中对单馈电结构的圆极化微带贴片天线提出了一种寄生加载的办法, 通过实验调整, 使得谐振频率能够准确地落在所给定的工作频率点上, 同时呈现良好的圆极化特性。文中给出了调整方法及实际实施效果, 这种方法对于设计微带贴片天线非常有用。文中对工作在 $f = 1.57$ GHz 频率点上的天线进行了设计, 结果证实了该方法的有效性。

1 分析方法

所研究的天线如图 1 所示, 其中 φ 是微带天线的直径, L_p 是微带贴片单元的边长, d_p 是八边形微带贴片单元对角线尺寸, L_d 和 h 是寄生调节支节长度和宽度尺寸。这是一种单馈电结构的圆极化微带天线, 利用两个辐射正交极化的简并模工作, 它所辐射的 TM_{01} 模和 TM_{10} 模在贴片法线方向的辐射形成两个正交分量, 相位相差 90°。当激励频率选择在 TM_{01} 模和 TM_{10} 模谐振点间某个适当频点时, 两个模的场同时被很强的激励, 可以得到一个圆极化辐射场, 选取恰当的馈电方式及馈电位置, 形成左旋或右旋圆极化辐射场^[2]。对这种微

带贴片天线的分析,可采用空腔模型理论分析^[3,4]。用模展开法求解空腔内场,得到内场 E_z 的解析表达式,然后即可得到 TM_{nm} 模的谐振频率,等效半径。利用纵向电场求得等效磁流密度,求解远区场点的电矢位,得到其 θ 和 φ 分量,进而求得 θ 和 φ 方向远场电场分量。利用求解得到的内场 E_z 可得到输入阻抗的表达式。详细的计算公式可参阅文献^[5]。

2 设计及实验结果

对图 1 所示的天线结构,选用现有的聚四氟乙烯板来实现,具体的尺寸可选取如下:

- (a) 天线选用正八边形结构 边长 $L_p \approx 13$ mm, $d_p \approx 34$ mm;
- (b) 寄生加载支节 $L_d \approx 6$ mm, $h = 5$ mm;
- (c) 介质参数 $\epsilon \approx 8.2$;
- (d) 地板尺寸 $\Phi = 45$ mm.

其中 L_d 供调整谐振频率及圆极化特性用。一般 L_d 的尺寸要稍微大一点,以便使得调整前的谐振频率落在所要求的工作频率以下,便于实验调整。 λ_g ($\lambda_g = \lambda_0 / (\epsilon_r)^{1/2}$) 表示介质中的波长, λ_0 为自由空间的波长。

利用以上的参数,设计并制作出实验模型,在介质厚度 h 及介电常数 ϵ_r 一定的条件下,调节加载支节的长度 L_d ,使得谐振频率落在工作频率点上。

实验调整:对于所设计的微带贴片天线,利用馈电点位置的选择,使得在两个正交方向上所激励的场分量的谐振频率并不完全落在同一个频率点上,但是应当具有良好的阻抗匹配特性,这就要求所选择的馈电点位置必须兼顾两个正交方向的场分量。由于采用单馈电点结构,两个正交方向场分量谐振频率又不一致,因此,在其中心频率点上容易形成两个场分量等幅,相位差 90° 的状态,实现圆极化。根据馈电位置的选择,在 $A-B$ 方向及 $C-D$ 方向上分别调整寄生加载段的长度,能够改变两个正交分量的谐振频率,使得馈电点的位置发生了相对性的改变。这样一方面调整了频率特性,另一方面改变了阻抗特性。如果同一方向上两个寄生加载段长度选择得好,就可以使谐振点落在所希望的频率点上,同时又能实现良好的匹配状态。可采用相同的方法来调整另一个正交方向上的两个寄生加载段。只不过要注意两个谐振点之间的频率分离要掌握得比较好,否则一方面极化特性不好,另一方面圆极化频率点上驻波特性也不好。对于微带贴片天线,在 $f = 1.575$ GHz 时,采用以上方法进行调整,得到了一组最佳参数,此时它的阻抗及驻波比曲线见图 2。

从图 2 中的阻抗曲线可以看出,在 $f = 1.575$ GHz 时,阻抗曲线上有一奇异点,这是单馈电结构的圆极化微带天线在阻抗曲线上的反映。在驻波曲线中,驻波比小于 2 的带宽是 50 MHz。

天线在 $f = 1.575$ GHz 中心频点时的方向图特性如图 3 所示。从方向图曲线可以看出,其 3 dB 波束宽度 $2\theta_{0.5}$ 大约在 110° 左右。

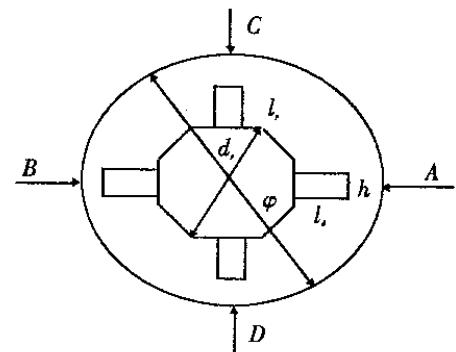


图 1 天线结构

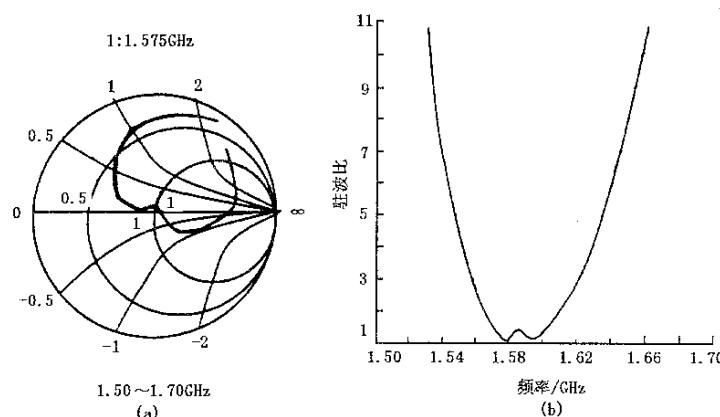


图 2 天线的阻抗及驻波比曲线

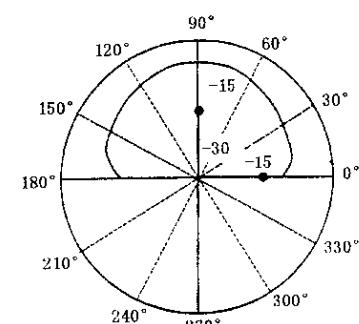


图 3 天线的方向图特性

以上结果是利用 HP8720 网络分析仪测量的,由于条件所限,测量结果有一定误差,该文所给的调整补偿方法已得到了验证.

3 结 论

文章探讨了一种利用寄生加载的方法来补偿微带贴片圆极化天线设计误差的问题.这种方法简单实用,能够使所设计的天线得到满意的效果.由于适当地引入了可调整因素使得具有最佳的性能参数成为可能,例如阻抗带宽调整到最佳状态.值得一提的是,这种方法用于对介质基片参数的离散性以及设计方法的不确定性进行补偿是十分有效的.该方法已应用于研制卫星通信用的圆极化微带贴片天线中,取得了很好的效果,提高了微带天线的成品率.

参考文献:

- [1] Yano S, Ishimaru A. A Theoretical Study of the Input Impedance of a Circular Microstrip Disk Antenna[J]. IEEE Trans on AP, 1981, 36(1): 77~83.
- [2] James J R. Microstrip Antenna Theory and Design[M]. Stevenage: Peter Peregrinus, 1981.
- [3] 付光, 郑会利. 一种用于移动卫星通信的新型多功能微带天线[J]. 西安电子科技大学学报, 1997, 24(3): 438~441.
- [4] 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.
- [5] Demergd A G. Analysis of the Microwave Disk Antenna Element[J]. IEEE Trans on AP, 1979, 27(9): 660~664.

(编辑: 齐淑娟)

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>