

# 一种全向圆极化微带天线

张前悦, 王光明, 李兴成

(空军工程大学 导弹学院 陕西 三原 713800)

**摘 要:**介绍了一种平面结构的全向圆极化微带天线。天线由两个带有简并分离单元的矩形贴片组成, 两个贴片背靠背地分布在共面波导的上、下两面。天线基片宽度较窄, 导致天线在方位面内实现全向辐射。设计并实测了一个工作于 Ku 波段的天线, 实测的阻抗带宽达到 5.4%, 天线在方位面的圆极化轴比均小于 2.8 dB。该研究为下一步进行毫米波全向圆极化天线的研究奠定了基础。

**关键词:**圆极化; 全向天线; 共面波导; 微带天线

**中图分类号:** TN82

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1004-373X(2007)05-101-02

## Circularly Polarized Microstrip Antenna with an Omnidirectional Pattern

ZHANG Qianye, WANG Guangming, LI Xingcheng

(Missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan, 713800, China)

**Abstract:** A new configuration for a circularly polarized microstrip antenna with an omnidirectional pattern is proposed. This antenna consists of two rectangular patches with perturbation segments, which are arranged back-to-back relative to a Coplanar Waveguide (CPW) on a ground plane. The width of the substrates and ground plane is narrower than that of the conventional unidirectional rectangular patch, which makes this antenna radiate omnidirectional wave in azimuth plane. An antenna with proposed structure at Ku-band is designed. Measured results show that the proposed antenna can an input impedance bandwidth of 5.4% and axial ratio less than 2.8dB in azimuth plane. This design contributes great help to the next research on millimeter wave circularly polarized antenna with an omnidirectional pattern.

**Keywords:** circular polarization; omnidirectional antenna; coplanar waveguide; microstrip antenna

## 1 引言

与激光、红外等电子光学技术相比, 毫米波对烟、霾、雾、尘埃及其他有害环境具有更强的穿透能力, 因而毫米波系统受天气和战场条件的影响相对较小。圆极化波入射到对称目标(如平面、球面等)时旋向逆转, 圆极化天线应用于通信系统能抑制雨雾干扰和抗多径反射。因此毫米波圆极化通信方式是地面武器(如坦克、火炮)系统间通信的良好选择<sup>[1]</sup>。本文的研究是为下一步进行毫米波全向圆极化天线的研究奠定基础。

方位面全向天线根据其单元个数来分, 可由单个辐射单元(如单极子)形成, 也可通过多个单元在方位面上组阵来形成。对于全向辐射的单个单元来说, 一般只能辐射线极化波; 圆极化辐射单元通过在方位面上组阵, 也可以形成全向的圆极化辐射, 但是其馈电电路相对复杂, 损耗也较大, 特别是在毫米波频段。有文献指出, 背靠背的矩形贴片在其介质基片较窄时, 能在方位面上辐射全向线极化波<sup>[2,3]</sup>。通过改进, 在 L 波段实现了全向圆极化辐射<sup>[4,5]</sup>。

同时, 由于较低的辐射损耗和易于同微波集成电路串、并联而不需要在基片上打孔等特点, 共面波导馈电结构正在被许多天线设计人员所采用。

本文在 Ku 波段设计了一个平面全向圆极化微带天线, 天线的结构简单, 损耗小, 对下一步研制毫米波全向圆极化天线很有帮助。

## 2 天线结构

图 1 所示的是共面波导馈电的两个背靠背矩形贴片天线的结构图。天线结构中包含有两层相同的介质基片, 介质基片的厚度  $t=0.5\text{ mm}$ , 介电常数  $\epsilon_r=2.65$ 。50  $\Omega$  共面波导馈电结构位于两层基片中间的接地板上, 他的特性阻抗可通过软件仿真, 选取合适的中心导体宽度  $W_i$  和共面波导总宽度  $W$  的值来得到。两个矩形贴片 A、B 分别位于两层基片的两边, 简并分离单元  $\Delta$  分别位于矩形贴片的两个角上。矩形贴片的长度为  $L_p$ , 宽度为  $W_p$ ; 基片的长度为  $L_s$ , 宽度为  $W_s$ 。d 为矩形贴片的下边沿到共面波导开路终端的上沿的距离。

当矩形贴片附加简并分离单元以后, 贴片激励起来的极化正交简并模( $TM_{01}$  和  $TM_{10}$ )的谐振频率发生了分离。

工作频率选在两个谐振频率之间。当简并模分离单元大小 $\Delta$ 选择合适时,对工作频率而言,两个模的等效阻抗相角相差 $90^\circ$ ,这样就形成了圆极化辐射。如图1所示的天线辐射右旋圆极化波,如果将简并分离单元附加在矩形贴片的另一对角上,将能得到左旋圆极化天线。介绍的天线在方位面上能产生全向辐射的原因在于两个矩形贴片分别向 $z$ 轴的正、反两个方向上辐射能量,而在 $x$ 轴方向上,两个贴片辐射的能量是相互叠加的。由于其基片和接地板的宽度 $W_s$ 与一般单定向天线的相比要小得多,故他能够实现全向辐射。

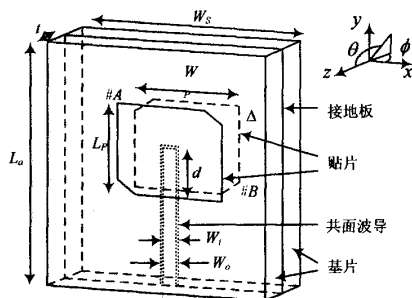


图1 两个背靠背矩形贴片天线结构图

### 3 实验结果

设计了一个工作于12.25 GHz的这种全向圆极化微带天线,在天线结构优化中,使用了商用软件HFSS 8。天线的各种参数分别是: $\epsilon_r = 2.65$ ,  $t = 0.5$  mm,  $L_p = W_p = 7.14$  mm,  $L_a = 25$  mm,  $W_s = 10.74$  mm,  $d = 3.67$  mm,  $W_i = 1.5$  mm,  $W_o = 1.7$  mm,  $\Delta = 0.872$  mm。

对设计的天线进行了测试。图2所示的是天线的实测回波损耗随频率变化曲线。可见,在回波损耗小于 $-10$  dB的情况下,天线的阻抗带宽达到 $0.65$  GHz或者 $5.4\%$ (相对于中心工作频率12.05 GHz)。天线具有两个谐振点,分别位于12.05 GHz和12.35 GHz处,这表明在矩形贴片中激励起了两个简并模式。

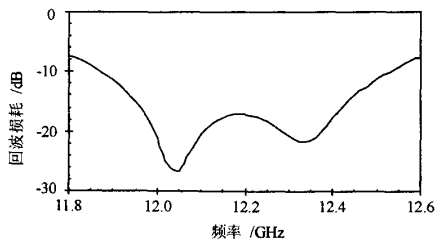


图2 实测回波损耗随频率变化曲线

图3所示的是在频率为12.25 GHz时 $x-z$ 面(即方

位面)的实测方向图,可见所设计的天线在方位面上的轴比均小于 $2.8$  dB;方位面全向度(即方位面上最大辐射方向与最小辐射方向的能量差值)为 $4$  dB。所设计的天线辐射右旋圆极化波。图4所示的是在频率为12.25 GHz时 $y-z$ 面(即俯仰面)的实测方向图,可见在 $\pm 60^\circ$ 范围内,轴比均小于 $3$  dB。

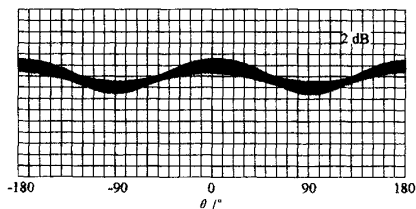


图3  $x-z$ 面实测方向图(12.25 GHz)

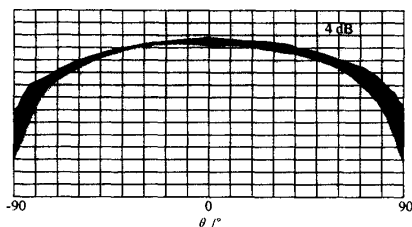


图4  $y-z$ 面实测方向图(12.25 GHz)

### 4 结语

本文介绍了一种平面结构的全向圆极化微带天线,实验结果表明,天线具有良好的全向圆极化辐射特性和阻抗特性。本文的研究为下一步进行毫米波全向圆极化天线的研究打下了良好的基础。

### 参考文献

- [1] 林昌禄. 天线工程手册[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [2] Chen I-Jen, Powen Hsu. Analysis of CPW-fed Back-to-back Patch Antenna on Finite-size Substrate. Antennas Propag. Society International Symposium, 2000, 3: 1 444 - 1 447.
- [3] Hisao Iwasaki. A Back-to-Back Rectangular-patch Antenna Fed by a CPW. IEEE Trans. Antennas Propagat., 1998, 46: 1 527 - 1 530.
- [4] Iwasaki H, Chiba N. Circularly Polarised Back-to-Back Microstrip Antenna with an Omni-directional Pattern. IEE Proc. - Microw. Antennas Propag., 1999, 146: 277 - 281.
- [5] Iwasaki H. Microstrip Antenna with Back-to-Back Configuration Relative to a Slot on a Ground Plane. Electronics Letters, 1998, 34: 1 373 - 1 374.

作者简介 张前悦 男, 1978年出生, 安徽六安人, 博士生。主要从事电磁辐射与散射研究。

王光明 男, 1964年出生, 安徽砀山人, 教授, 博士生导师。主要从事电磁辐射与散射和微波电路与系统研究。

李兴成 男, 1978年出生, 陕西三原人, 博士生。主要从事信号处理研究。

## 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>