

# 一种新型超宽带微带线馈电的宽缝隙天线

高旭 张士选 赵钢 史宝科

(西安电子科技大学天线与微波技术国家重点实验室, 西安 710071)

**摘要** 提出了一种新型超宽带微带线馈电的反拱形缝隙内有圆形贴片的印制宽缝隙天线。研究了阻抗带宽和馈线间隙之间的关系, 即馈线和缝隙的耦合间隙为最优值时, 可以获得一个最佳的阻抗带宽。本文的天线  $S_{11} \leq -10\text{dB}$  的阻抗带宽提高到146%以上。并且给出3.69GHz时的辐射方向图。本天线可适用于超宽带无线通信系统。

**关键词** 宽缝隙天线, 阻抗带宽, 馈线间隙, 超宽带

## 1 引言

无线通信技术的迅速发展, 对于超宽带天线的需求越来越大。随着超宽带无线接入技术进一步得到规范化, 超宽带技术以其成本低廉、数据传输速率高、具有穿透性、发射功率低等优点而备受重视, 成为目前无线通信的一大研究热点。与以往的天线设计要求相比, 超宽带通信系统的天线必须具有体积小、带宽宽、一定的辐射效率和全向覆盖等特点。常见的小型化超宽带天线主要包括宽缝隙天线和单极子天线。前者为了获得超宽带的工作特性, 可通过调节宽缝隙天线支节的尺寸参数或者形状来实现。

常用的微带宽缝隙天线是在一个薄介质基片上, 一面附上金属薄层作为接地板, 把接地板刻出窗口即缝隙, 缝隙的形状是多种多样的; 另一面用光刻腐蚀等方法做成一定形状的金属贴片, 用微带线或者同轴线对缝隙馈电。宽缝隙天线具有带宽宽, 尺寸小, 易于加工, 低费用和与射频前端有良好兼容性的优势。天线的缝隙越宽, 它的带宽也就越宽<sup>[1]</sup>。然而, 增加缝隙宽度使天线的阻抗带宽增大, 同时也增大了天线的尺寸从而改变了天线的辐射方向图。一种增加天线阻抗带宽的有效方法是改变馈线形状。在文献[2]~[5]中介绍了具有不同形状微带馈电线和矩形宽缝隙的天线有很大的阻抗带宽。它们的阻抗带宽通过使用不同馈线和缝隙的结合迅速的从58%展宽到130%。

从上述研究背景出发, 提出了具有圆形贴片和倒拱形缝隙的印制宽缝隙天线。该天线类似于<sup>[2]</sup>

和<sup>[6]</sup>中的宽缝隙天线。通过微带线馈电的天线有从2.8~18GHz以上的阻抗带宽, 回波损耗  $S_{11} \leq -10\text{dB}$ , 它与<sup>[2]</sup>中给出的带宽从1.82~7.23GHz的天线相比较, 低频段x-z平面的辐射方向图有较好的全向性。

## 2 天线设计

提出的宽缝隙天线制作在厚0.8mm、相对介电常数为4.4的FR-4的介质板上, 如图1所示。天线具有倒拱形缝隙, 半圆的半径和文献[2]中的天线具有相同的尺寸, 均为26.85mm, 有关结构参数在图1中给出。

馈线形状严重的影响宽缝隙天线的性能。之前的天线使用了不同形状的馈线, 例如: T形, 十字形, 叉形和正方形贴片<sup>[2]</sup>。本文使用了一个半径为7.5mm的圆形贴片, 微带线的特性阻抗为50Ω。图1中  $W_f=1.5\text{mm}$ ,  $L=W=53.7\text{mm}$ ,  $R_p=15\text{mm}$ ,  $h=0.8\text{mm}$ 。

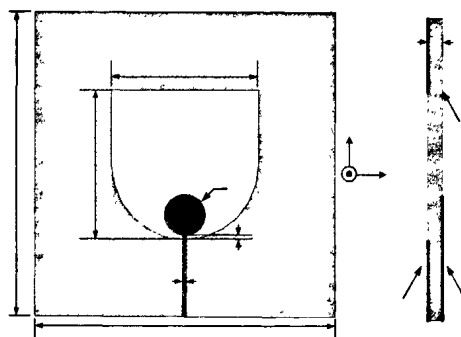


图1 50Ω微带线馈电倒拱形缝隙天线结构图(a)俯视图, (b)侧视图。

图2为回波损耗的仿真结果, 经过分析优化当  $h=0.8\text{mm}$  时, 天线带宽( $S_{11} \leq -10\text{dB}$ )为2.8~18GHz,

超过 146%。比<sup>[2]</sup>中的天线带宽(1.82–7.23GHz)更宽。与文献[6]中天线(1.91–16.25GHz)相比较,带宽展宽了接近 1GHz。

图 3 给出了 3, 6, 9GHz 时  $E$  面和  $H$  面归一化辐射方向图。理论上该天线在  $H$  面应为全向方向图,  $E$  面为“ $\infty$ ”形方向图。从图中可看出在低频端(3、6GHz)  $E$  面、 $H$  面方向图基本为“ $\infty$ ”形和全向方向图。而在高频端 9GHz, 其  $E$  面和  $H$  面方向图没有出现恶化情况。与文献[6]中天线的相同频段比较, 辐射方向图没有明显的变化。

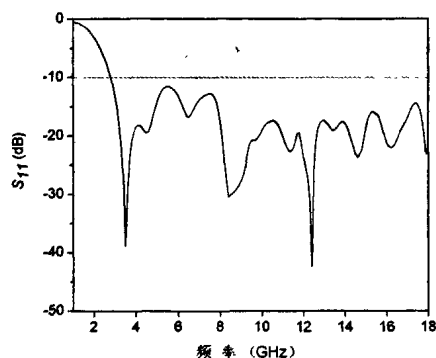


图 2 回波损耗与频率关系曲线

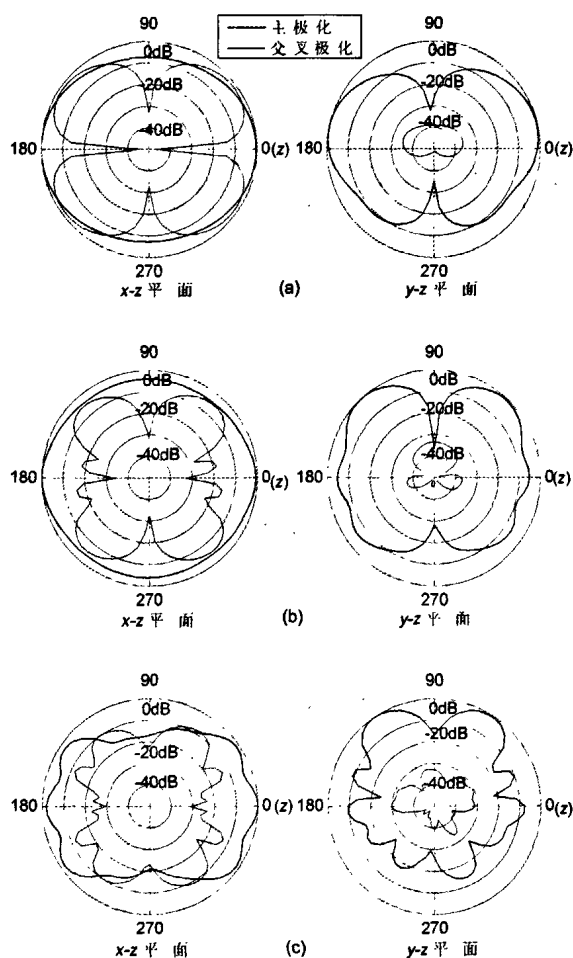


图 3 天线的辐射方向图

(a)  $f=3\text{GHz}$ ; (b)  $f=6\text{GHz}$ ; (c)  $f=9\text{GHz}$

### 3 讨论

圆形贴片与文献<sup>[2]</sup>中的方形贴片相比较, 改变了接地平面和馈线上的电流分布和缝隙上的电场。加之拱形缝隙的倒置, 使得<sup>[2]</sup>中的馈线与地板缝隙构成渐变结构, 这在很大程度上改善了阻抗带宽, 146%的阻抗带宽优于<sup>[2]</sup>中正拱形缝隙天线的带宽, 也优于<sup>[3]</sup>中圆形缝隙天线的带宽, 还优于<sup>[4]</sup>中椭圆形缝隙天线的带宽。此外, 提出的天线馈线形状如果相似于地板缝隙形状, 就有利于获得最优的阻抗匹配和更好的辐射方向图。然而, 因为宽缝隙上谐振于高频段的高次模的相位和幅度分布的严重不平衡性本质上没有得到改善, 辐射方向图不能得到明显的改变。

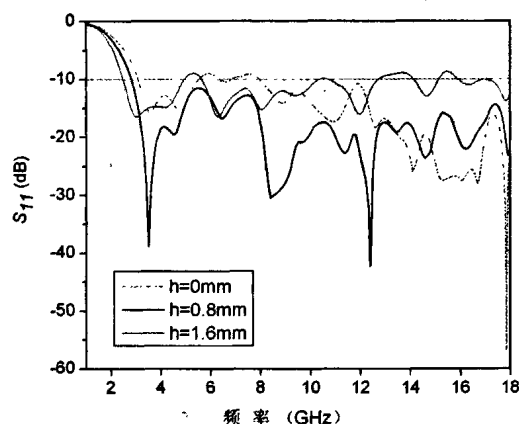


图 4 不同馈线间隙天线的回波损耗与频率关系曲线

图 4 给出了天线在馈线间隙为 0.8 和 1.6mm 时的仿真回波损耗, 可以发现高频段的阻抗特性对于馈线间隙  $h$  的变化非常敏感。通过提高馈线和缝隙的耦合可以获得好的阻抗匹配。当耦合间隙增加到一定程度, 可以获得一个最佳的阻抗带宽。如果耦合间隙进一步增加, 阻抗特性将会变坏。同样, 过小的耦合间隙也会影响阻抗匹配性能。图 2 的天线是经过分析优化后得出的,  $h=0.8\text{mm}$  为最佳的耦合间隙, 此时可以获得最好的阻抗匹配带宽。

### 4 结论

提出了一种新型微带线馈电圆形贴片的倒拱形宽缝隙天线结构, 研究了此种天线的特性。通过优化馈线间隙  $h$ , 天线的阻抗带宽可以达到 146% 以上, 同时与文献[6]中提出的天线相比较, 辐射方向图没有明显变化。故还需进一步研究, 将低频端阻抗特性降至 2.8GHz 以下, 并进一步改善其辐射特性。

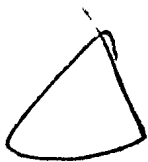
## 参考文献

- [1] M. K. Kim, K. Kim, Y. H. Suh, and I. Park. A T-shaped microstripline-fed wide-slot antenna[J]. IEEE Antennas Propag. Soc., 2000, 3: 1500–1503.
- [2] Y. Liu, K. L. Lau, Q. Xue, and C. H. Chan. Experimental studies of printed wide-slot antenna for wide-band applications[J]. IEEE Antennas and Wireless Propag. Lett., 2004, 3: 273–275.
- [3] G. Sorbello, F. Consoli, and S. Barbarino. Numerical and experiment alanalysis of a circular slot antenna for UWB communications[J]. Microw. Opt. Technol. Lett., 2005, 44: 465–470.
- [4] P. Li, J. Liang, and X. Chen. Ultra-wideband elliptical slot antenna fed by tapered microstrip line with U-shaped tuning stub[J]. Microw. Opt. Technol. Lett., 2005, 47: 140–143.
- [5] J. -Y. Sze and K. -L. Wong. Bandwidth enhancement of a microstripline-fed printed wide-slot antenna[J]. IEEE Trans. Antennas Propag., 2001, 49: 1020–1024.
- [6] Shi-Wei Qu, Chengli Ruan, Member, IEEE, and Bing-Zhong Wang. Bandwidth Enhancement of Wide-Slot Antenna Fed by CPW and Microstrip Line[J]. IEEE Antennas and Wireless Propag. Lett., 2006 5.

高 旭 (1979–), 男, 陕西人, 西安电子科技大学硕士研究生, 研究方向为天线近场测量和宽带天线分析与设计。

张士选 (1948–), 男, 陕西人, 西安电子科技大学教授, 硕士生导师, 研究方向为近场测量技术与系统, 数据分析与图象处理。

赵 钢 (1982–), 男, 山西人, 西安电子科技大学硕士研究生, 研究方向为新型天线, 小型化天线分析与设计。



## 背腔双负微带天线的仿真与实验研究

沈 静 万国宾 万 伟 王振宇 马凤军

(西北工业大学电子信息学院, 陕西 西安 710072)

**摘 要** 研究了以双负材料为衬底的背腔微带天线的电磁特性。采用  $S$  参数法提取双负材料异质填充结构的本构参数, 运用腔模理论设计并加工制作了背腔双负微带天线。文中给出了双负材料电磁特性参数的提取结果、背腔双负微带天线的辐射方向图、端口  $S$  参数的计算机仿真与实测结果, 以及背腔双负微带天线的单站 RCS 曲线。结果表明: 背腔双负微带天线较普通微带天线具有更好的带宽特性和散射特性。

**关键词** 双负材料, 背腔微带天线, 带宽, RCS

沈 静 (1983—), 女, 江苏人, 西北工业大学硕士, 研究方向为双负材料电磁参数提取, 双负微带阵列散射特性的研究。电子邮箱: charlbrown1025@yahoo.com.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](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>