

doi:10.16652/j.issn.1004-373x.2015.21.021

# 一种用于WLAN/WiMAX的宽带双频天线

龚龙艳<sup>1</sup>, 张 阳<sup>2</sup>, 赵广雷<sup>1</sup>

(1.四川大学 电子信息学院, 四川 成都 610065; 2.三峡水力发电厂, 湖北 宜昌 443002)

**摘 要:** 提出一种新型的适用于WLAN/WiMAX的宽带双频天线。通过在矩形辐射贴片上开对称的倒F型槽以及在背面接地板上开对称的L型槽的方式,该天线具有较好的宽带双频特性。实测天线的阻抗带宽为700 MHz(3.2~3.9 GHz)和1.5 GHz(4.8~6.3 GHz),可以同时覆盖3.5 GHz WiMAX和5.2/5.8 GHz WLAN频带。该天线在双频工作点上的最大增益分别为2.508 dBi和3.645 dBi,且具有较好的全向辐射特性,结果表明该设计方法的有效性。

**关键词:** 宽带双频; 全向天线; WLAN; WiMAX

**中图分类号:** TN82-34

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-373X(2015)21-0080-03

## Dual-frequency broadband antenna applied to WLAN/WiMAX

GONG Longyan<sup>1</sup>, ZHANG Yang<sup>2</sup>, ZHAO Guanglei<sup>1</sup>

(1. College of Electronics and Information Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China; 2. Three Gorges Hydropower Plant, Yichang 443002, China)

**Abstract:** A new dual-frequency broadband antenna applied to WLAN/WiMAX is proposed. By using the ways of slotting symmetrical inverted F-shape notch in the rectangle radiation patch and symmetrical L-shape notch on the reverse-side earth plate, this antenna has better dual-frequency broadband characteristics. The impedance bandwidth of the actual measurement antenna are 700 MHz (3.2~3.9 GHz) and 1.5 GHz (4.8~6.3 GHz), and can cover the bands of 3.5 GHz WiMAX and 5.2/5.8 GHz WLAN. The maximum gain of the antenna at the dual-frequency working point are 2.508 dBi and 3.645 dBi respectively. This antenna has good omnidirectional radiation characteristics. The test results show that the design method is valid.

**Keywords:** dual-frequency broadband; omnidirectional antenna; WLAN; WiMAX

## 0 引言

近年来,随着现代通信技术的快速发展,无线通信设备越来越小型化,处理信息的能力也日益智能化、宽带化,多频带和宽频带天线越来越受到人们的广泛关注。现今通信发展的基本矛盾是有限的频谱资源与日益增长的用户需求之间的矛盾。为了有效利用频谱资源,满足各种不同的无线通信需要,同时保持无线通信设备的小型化,使得结构紧凑,设计费用低,并能够同时工作在多个频段内的天线越来越受到设计者们的青睐。各式各样的双频带和多频带天线结构已经被设计出来。共面波导馈电双频天线<sup>[1-2]</sup>,圆极化缝隙天线<sup>[3]</sup>,带有匹配网络的倒F型天线<sup>[4]</sup>,这些天线尺寸较大。螺旋形天线<sup>[5-6]</sup>,圆形过孔结构天线<sup>[7-8]</sup>,圆环形缝隙结构天线<sup>[9]</sup>,这些天线结构复杂,而且通过过孔馈电给工艺的实现造成了极大的不便,同时也增加了天线的制造成本。土字形结构天线<sup>[10]</sup>,虽然实现了天线的小型化优势,但是它只能用于WLAN通信系统,工作带宽也较窄。

本文设计制作了一种尺寸较小,结构简单,具有宽带双频工作特性的单极子天线。通过在天线辐射贴片和背面接地板上开缝,获得天线的阻抗带宽为3.2~3.9 GHz和4.7~6.3 GHz,可以同时覆盖3.5 GHz WiMAX和5.2/5.8 GHz WLAN频带,能够很好地满足WiMAX和WLAN的通信要求。

## 1 天线结构的设计

图1和图2分别给出了该双频带天线的结构示意图和实物图。天线的整体尺寸为30 mm×21.5 mm,介质基板的相对介电常数 $\epsilon_r$ 为4.4,介质基板厚度为1 mm,馈线部分为50  $\Omega$ 的微带线,线宽为1.8 mm。为了获得宽带双频特性,天线的设计思路首先设计一款3.3~9 GHz的UWB天线,天线的辐射贴片使用阶梯型结构,有效拓展了天线的阻抗带宽。为了避免通信系统之间的相互干扰以及获得宽频带特性,分别在辐射贴片上开倒F型槽和在背面接地板上开L型槽。使得在3.9~4.8 GHz以及在6.3~9 GHz频带上形成带阻特性。这两组槽长度总和均约为期望阻带中心频率对应波长的1/4,式(1)引

收稿日期:2015-05-01

出了谐振结构(缝隙或者金属条带)长度  $L_n$  与陷波中心频率的关系经验公式:

$$L_n = c / (4f_n \sqrt{\epsilon_r}) \quad (1)$$

式中:  $c$  为光速;  $f_n$  为带阻结构的谐振频率;  $\epsilon_r$  为介质的相对介电常数。其基本原理是在辐射贴片上引入需要抑制的频率的“LC 谐振回路”, 改变谐振结构在贴片上的位置和尺寸, 相当于改变构成回路的 LC 值, 从而影响了需要抑制的中心频率和相应的阻抗频率带宽。使得天线在 3.9~4.8 GHz 以及在 6.3~9 GHz 频带上形成带阻效应, 消除了其他通信系统对 WLAN 和 WiMAX 使用造成的干扰, 实现了宽频双频带天线的设计目标。最终获得天线的阻抗带宽为 700 MHz (3.2~3.9 GHz) 和 1.6 GHz (4.7~6.3 GHz), 可以同时覆盖 3.5 GHz WiMAX 和 5.2/5.8 GHz WLAN 频带。

采用电磁仿真软件对天线进行建模仿真, 并对贴片和馈线等各部分尺寸进行优化仿真, 得到的具体尺寸如下:  $L = 30$  mm,  $W = 21.5$  mm,  $L_1 = 15.9$  mm,  $W_1 = 18.8$  mm,  $L_1 = 1.8$  mm,  $L_2 = 3.7$  mm,  $L_3 = 0.6$  mm,  $L_4 = 1.4$  mm,  $L_5 = 4.2$  mm,  $L_6 = 3$  mm,  $L_7 = 6.7$  mm,  $L_8 = 3.7$  mm,  $L_9 = 2.8$  mm,  $L_k = 10$  mm,  $W_k = 1.8$  mm,  $W_1 = 0.3$  mm,  $L_g = 9$  mm,  $H_1 = 4$  mm,  $W_1 = 0.3$  mm,  $W_2 = 1.3$  mm,  $W_3 = 0.45$  mm,  $W_L = 1$  mm。

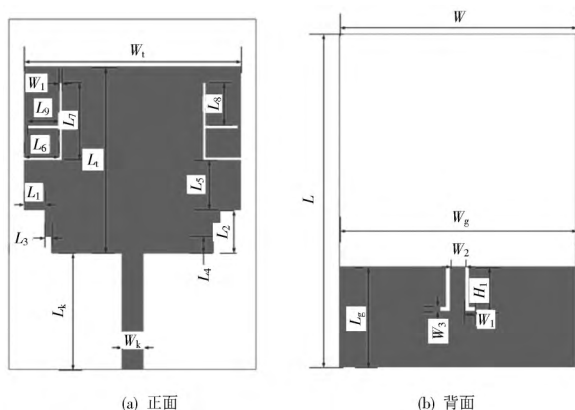


图1 天线结构示意图



图2 天线实物图

## 2 仿真和测试结果分析

图3所示为天线的回波损耗  $S_{11}$  仿真和测试曲线,

从结果分析可知两者吻合较好, 产生误差的原因可能是由天线制造或是测试环境引起。可以看出在 3.2~3.9 GHz 及 4.8~6.3 GHz 频带范围内, 回波损耗  $S_{11} < -10$  dB, 在 3.9~4.8 GHz 以及在 6.3~9 GHz 频带范围内, 回波损耗  $S_{11} > -10$  dB, 很好地覆盖了 WiMAX 和 WLAN 的工作频段, 达到了设计的目的。

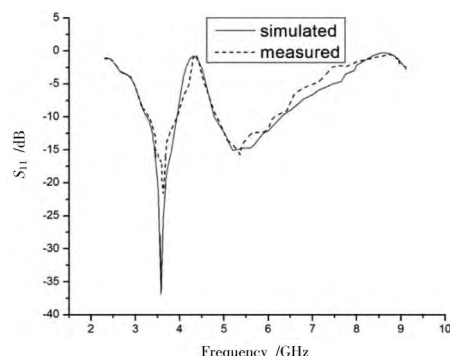


图3 天线的仿真和测试回波损耗

图4所示为未开槽前的UWB天线与开槽后的双频天线的回波损耗曲线。由图分析可知, UWB天线在 3.3~9 GHz 上回波损耗  $S_{11} > -10$  dB, 开槽后, 天线的阻抗带宽为 3.2~3.9 GHz 及 4.8~6.3 GHz, 说明开槽对于 WLAN/WiMAX 工作频率以外的带宽具有较好的抑制作用, 表明天线设计方法的有效性。

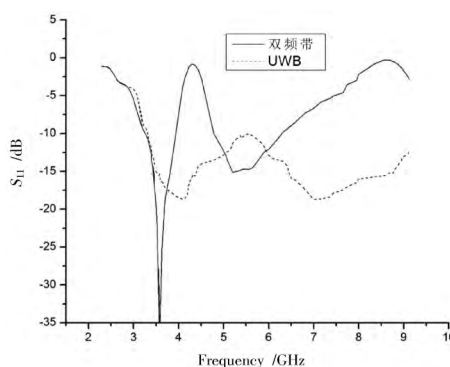


图4 UWB天线与双频天线回波损耗曲线

图5~图7分别为频率为 3.5 GHz、5.2 GHz 和 5.8 GHz 时天线的 E 面和 H 面的辐射方向图。

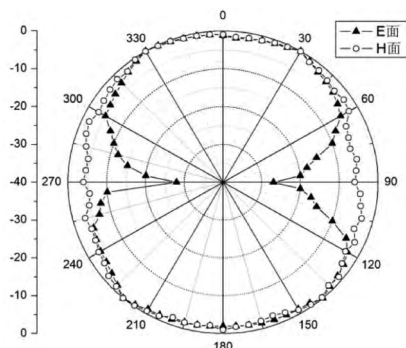


图5 天线在 3.5 GHz 的增益图

由图可知,E面方向图呈现出偶极子哑铃型,H面辐射方向图是全向辐射,在不同频率处基本保持一致。天线在3.5 GHz频段最大增益为2.508 dBi,在5.8 GHz频段最大增益为3.645 dBi。

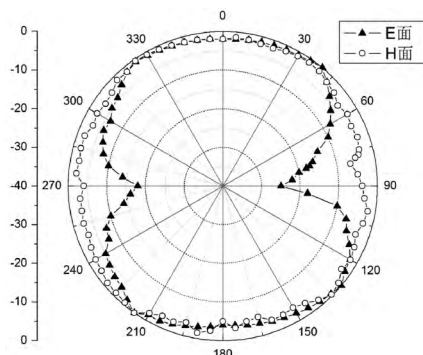


图6 天线在5.2 GHz的增益图

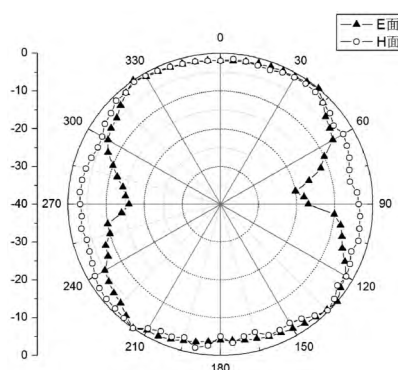


图7 天线在5.8 GHz的增益图

### 3 结 语

本文设计了一款应用于WiMAX/WLAN的宽频双频带天线,通过在天线贴片和背面接地板上开槽,有效避免了来自其他通信系统的干扰。天线的阻抗带宽为700 MHz (3.2~3.9 GHz)和1.5 GHz(4.8~6.3 GHz),在通带内具有

良好的全向辐射特性,天线尺寸小,便于集成,具有一定的使用价值。

### 参 考 文 献

- [1] THOMAS K G, SREENIVASAN M. Compact CPW-fed dual-band antenna [J]. Electronics Letters, 2010, 46(1): 291-293.
- [2] HU L, HUA W. Wide dual-band CPW-fed slot antenna [J]. Electronics Letters, 2011, 47(14): 789-790.
- [3] ROW J S, WU S W. Circularly-polarized wide slot antenna loaded with a parasitic patch [J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2008, 56(9): 2826-2832.
- [4] LU Ping, YANG Xuesong, LI Jianglin, et al. A dual-frequency quasi-PIFA rectenna with a robust voltage doubler for 2.45 and 5.8 GHz wireless power transmission [J]. Microwave and Optical Technology Letters, 2015, 57(2): 319-322.
- [5] BAO X L, AMMANN M J. Monofilar spiral slot antenna for dual-frequency dual-sense circular polarization [J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2011, 59(8): 3061-3065.
- [6] ROW J S, CHEN Liting. Design of spiral slot antennas with dual-frequency operation [J]. Microwave and Optical Technology Letters, 2014, 56(10): 2294-2297.
- [7] THOMAS K G, SREENIVASAN M. A novel triple band printed antenna for WLAN/WiMAX applications [J]. Microwave and Optical Technology Letters, 2009, 51(10): 2481-2485.
- [8] BAO X L, AMMANN M J. Dual-frequency circularly-polarized patch antenna with compact size and small frequency ratio [J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2007, 55(7): 2104-2107.
- [9] WANG Xiaoyi, YANG Guomin. Dual frequency and dual circular polarization slot antenna for BeiDou navigation satellite system applications [J]. Microwave and Optical Technology Letters, 2014, 56(10): 2222-2225.
- [10] 赵凤, 华伟, 程小双. 一种用于WLAN的双频紧凑型天线[J]. 四川大学学报:自然科学版, 2013, 50(4): 787-790.

作者简介: 龚龙艳(1989—), 女, 湖北随州人, 硕士研究生。研究方向为宽带多频天线。

**《现代电子技术》主要栏目:**军事通信、无线通信、信号与图像处理、通信设备、信息安全、自动化技术、测控技术、电子技术、汽车电子、智能交通与导航、工控技术、节能减排技术;嵌入式技术、科学计算及信息处理、计算机控制与仿真、计算机软/硬件与数据总线、模式识别与人工智能、航空航天技术、新型电子材料、电子与信息器件、传感器技术、虚拟仪器与应用、新型智能器件、电源技术、激光与红外技术等。

本刊为半月刊,大16开本,国内外公开发售。国内统一刊号CN 61-1224/TN,国际标准刊号ISSN 1004-373X;国内邮发代号52-126,国际发行代号M3262。

欢迎广大作者积极撰写论文,踊跃投稿!

投稿网址: <http://www.xddz.com.cn>

联系电话: 029-83229007

地 址: 西安市金花北路176号 陕西省电子技术研究所科研生产大楼六层(邮编:710032)