

doi:10.11835/j.issn.1000-582X.2014.08.018

“伞”型双阻带超宽带单极天线的设计

吕虹,夏新升,吴东升,平兰兰,于永林

(安徽建筑大学 电子与信息工程学院,合肥 230000)

摘要:为克服无线通信中系统间的相互干扰,基于天线频段抑制技术,设计一款具有双阻带特性的新型超宽带单极子天线。采用加载、开槽等技术,使其在 2.6~14.6 GHz 频带内回波损失小于 -10 dB。通过在接地板和辐射贴片上开槽,使其在 IEEE802.16 的 3.3~3.6 GHz、C 波卫星通信系统 3.7~4.2 GHz、IEEE802.11a 的 5.15~5.825 GHz 频段内驻波比大于 2。仿真与测试结果表明,该天线具有良好的抑制功能,并且结构简单,体积小。

关键词:双阻带;超宽带天线;开槽

中图分类号:TN820.8

文献标志码:A

文章编号:1000-582X(2014)08-127-05

Design of an ultra-wideband monopole antenna with dual band-notched function

LÜ Hong, XIA Xinsheng, WU Dongsheng, PING Lanlan, YU Yonglin

(Electronic and Information Engineering College, Anhui Jianzhu University, Hefei, Anhui 230000, China)

Abstract: In wireless communication systems, in order to overcome the mutual interference among systems, an UWB monopole antenna with dual band-notched characteristic is proposed using band-suppressed technology. Using the techniques of loading and slotting makes the returned loss of the antenna less than -10 dB in the band of 2.6~14.6 GHz. Through slotting on the ground plane and the radiating patch, VSWR is greater than 2 in the range of IEEE802.16 of 3.3~3.6 GHz, C-wave satellite communications system 3.7~4.2 GHz, and IEEE802.11a of 5.15~5.825 GHz frequency band. Results of simulation and test show that the antenna has good function of suppression, simple structure and small size.

Key words: dual band-notchs; ultra-wideband antenna; slotted

随着建筑智能化程度越来越高,智能家居、办公楼宇智能化、无线监控、3G 时代等步入人们的生活;其通信频段主要集中在美国联邦通信委员会(FCC)批的 3.1~10.6 GHz 超宽带频段内^[1-2]。然而 IEEE802.16 的 Wimax(3.3~3.6 GHz)、C 波卫星通信系统(3.7~4.2 GHz)、IEEE802.11a 的 WLAN(5.15~5.83 GHz)与 UBW 频段存在重叠,为了避免超宽带天线与 Wimax 等之间的电磁干扰,阻带天线研究与设计成为学者研究的关注点。

目前,阻带天线主要是针对 Wimax(3.3~3.6 GHz)或者 WLAN(5.15~5.83 GHz)一个频段进行抑制^[3-4]。阻带特性的实现有多种方法,最简单实用的方法是在贴片上开各种形状槽,也有一些学者研究设计了,具有双阻带特性的超宽带天线,但是结构复杂,体积比较大,生产加工困难^[5-7]。

收稿日期:2014-01-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61372094);国家自然科学基金资助项目(61071001)

作者简介:吕虹(1959-),女,安徽建筑大学教授,主要从事于信号检测技术、信号分析与处理技术研究,(Tel) 1385676011;(E-mail)xiaxinsheng319@163.com。

研究基于频带抑制技术,提出一种“伞”型双阻带超宽带天线;采用加载、开槽等技术,使其在 2.6~14.6 GHz 的频段回波损耗 <-10 dB。通过在辐射贴片和接地板上开对称槽,使该天线分别在 3.2~4.2 GHz 和 5.1~5.95 GHz 产生阻带。该天线体积比较小,结构简单,是一款实用的超宽带天线。

1 阻带天线结构

提出的双阻带超宽带天线结构如图 1,该天线印刷在尺寸为 35 mm×26 mm×0.8 mm、介电常数为 4.4 的 FR4-epoxy 介质基片上;介质基片的背面为 26 mm×9 mm 接地板,采用特性阻抗为 50 Ω 的微带线侧面馈电,馈电微带宽 1 mm,辐射贴片为一个半圆和倒置梯形的组合;经过仿真得到最优化尺寸在图 1 中已给出。

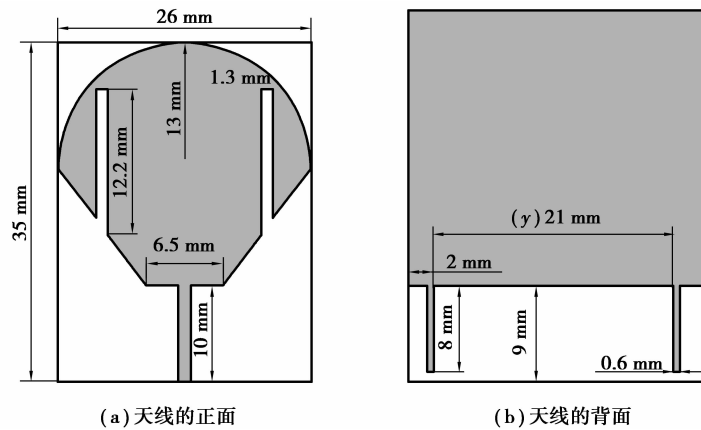


图 1 阻带天线的结构

2 阻带天线的原理分析及设计

2.1 频带抑制技术原理

在微带贴片上的不同位置处开不同形状的“窗口”可以等效于加载缝隙谐振器;在接地板的适当位置“开窗”可改变微带天线的辐射特性和阻抗特性^[8-10]。当开槽总长为特定频率处 1/2 个介质波长时,在开槽处会发生谐振,从而阻断天线辐射片表面电流的产生,实现天线带阻特性^[11],确定抑制阻带的开槽长度近似为

$$L_0 = \frac{C}{f_h + f_d} \times \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}, \quad (1)$$

式中: C 为光速; f_h 为抑制阻带的上限谐振频率; f_d 为抑制阻带的下限谐振频率; ϵ_r 为介质的相对介电常数。

根据式(1)可以计算出 $L_{(3.3\sim 4.2\text{ GHz})}$ 和 $L_{(5.15\sim 5.825\text{ GHz})}$ 的初始值分别为 24.4、16.6 mm。

2.2 接地板开槽对阻带的影响

根据公式(1)可以计算出 $L_{(5.15\sim 5.825\text{ GHz})}$ 的初始值为 16.6 mm,接地板只有 9 mm 宽,将开槽总长度平均为 2 段。2 条槽之间的距离(y)不一样,影响到接地板和辐射贴片的耦合,耦合会产生新的谐振点,在该谐振频点处辐射贴片将吸收电磁波,从而产生阻带效果。如图 2,当 2 条槽之间的距离不断增大至 11 mm 时,谐振频点逐渐往低频段移

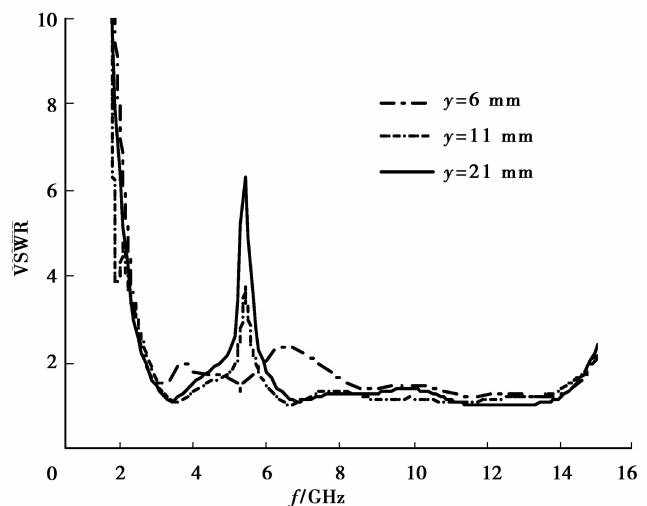


图 2 天线驻波比随 y 的变化

动。2条槽之间从 11 mm 增加至 21 mm 时阻带宽度增加,并且驻波比值也在不断增大,说明辐射贴片非常有效的吸收电磁波,产生阻带。

2.3 辐射贴片开槽对阻带的影响

由公式(1)计算的结果,在辐射贴片上开对称槽,相当于在阻带中心频率点处引入了半波长缝隙谐振器,使天线表面电流集中在弧形槽附近形成回流,此时辐射片整体等效于开路,天线不能产生辐射。开槽的宽度(c)影响辐射贴片的特征阻抗,如图 3,随着开槽的宽度增加,阻带中心频率点逐渐往高频段移动,驻波比值也在上升。通过调节开槽的宽度可以调节阻带的抑制频段。

经过 $hfss13.0$ 的仿真分析,综合阻带驻波比值和阻带抑制频段,选取两条槽之间的距离(y)为 21 mm、开槽的宽度(c)为 1.3 mm。

3 阻带天线特性分析

图 4 为阻带天线的阻抗曲线,从图中可知在 3.75 GHz 附近,天线阻抗实部和虚部绝对值之和近似为 0,整个天线等效于一个谐振回路,并且形成串联,不能产生辐射。在 5.65 GHz 附近,天线阻抗实部和虚部绝对值之和达到最大,开槽将产生强烈谐振,整个天线变成一 RLC 谐振回路,回路发生并联谐振,阻断辐射片表面电流产生。该天线在 3.75 GHz 和 5.65 GHz 左右阻抗不能匹配,形成阻带,产生抑制作用。

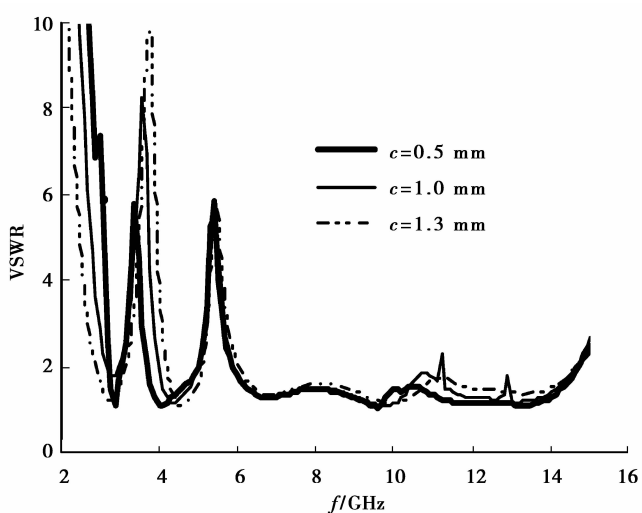


图 3 天线驻波比随 c 的变化

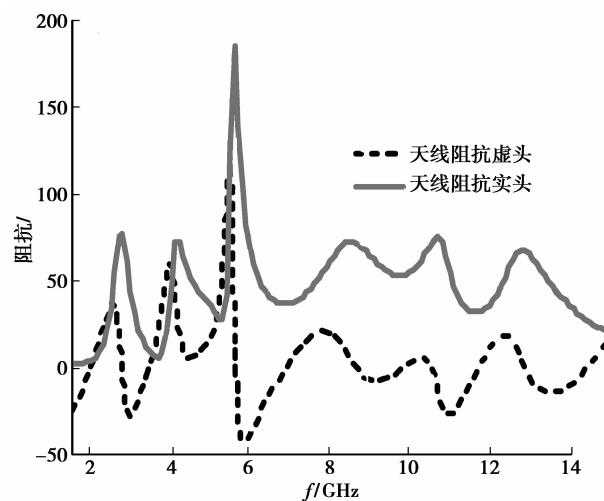


图 4 阻带天线的阻抗特性曲线

天线实物照片如图 5。天线的测试基于 Agilent N5230A 量网络分析仪其结果见图 6。分别实现了 3.2~

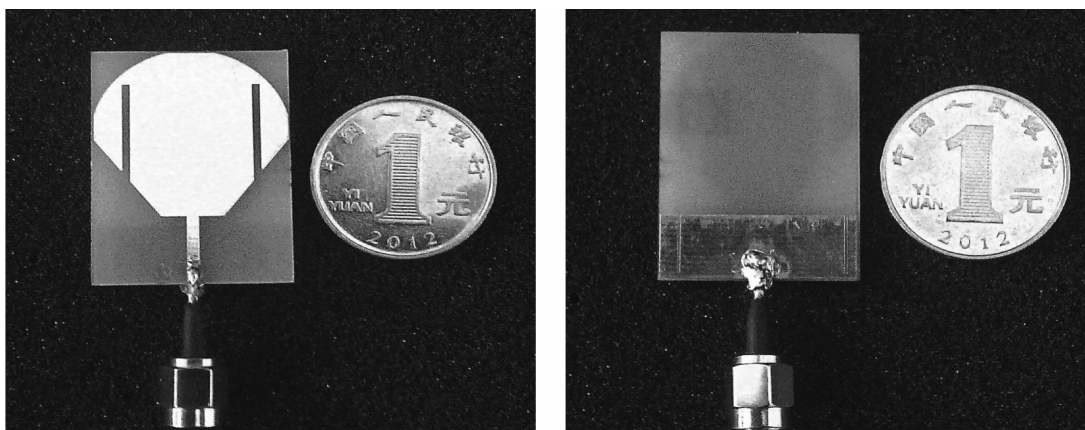


图 5 天线实物照片

4.2 GHz 和 5.1~5.95 GHz 2 个阻带特性,除去这 2 个阻带之外天线在 2.6~14.6 GHz 频段范围内电压驻波比都小于 2 并且跟仿真结果吻合很好,细微的差别可能是由加工误差、介质的介电损耗或者头的寄生效应所引起。

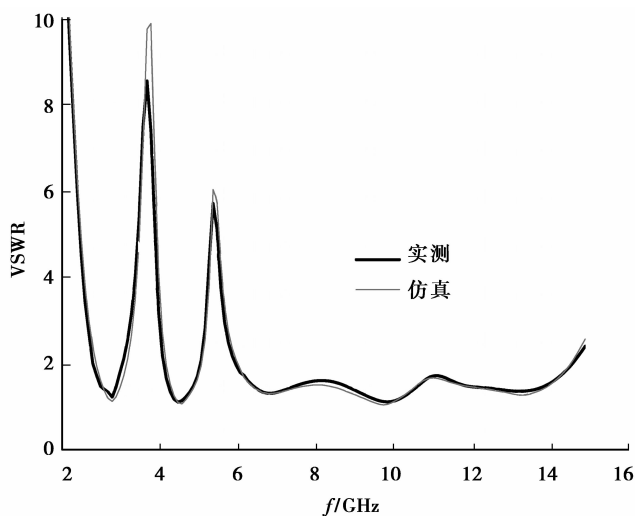


图 6 天线电压驻波比实测与仿真对比

要了解天线的性能还需要进一步的研究天线的 H 面和 E 面归一化方向图;选取 3、3.75、5.5、8 GHz 频率点对天线远场进行仿真,得到 H 面和 E 面归一化辐射方向图。从图 7 可知,天线在 3 GHz 和 8 GHz 频率点上辐射 H 面近似的全向性和对称性;辐射 E 面呈现出“8”字型,其辐射场类似于偶极子辐射场。说明该天线可以全向收发电磁波信号;在 3.75 GHz 和 5.5 GHz 天线辐射 H 面和 E 面发生变形,说明天线的辐射性受到破坏,从而限制了收发电磁波功能。

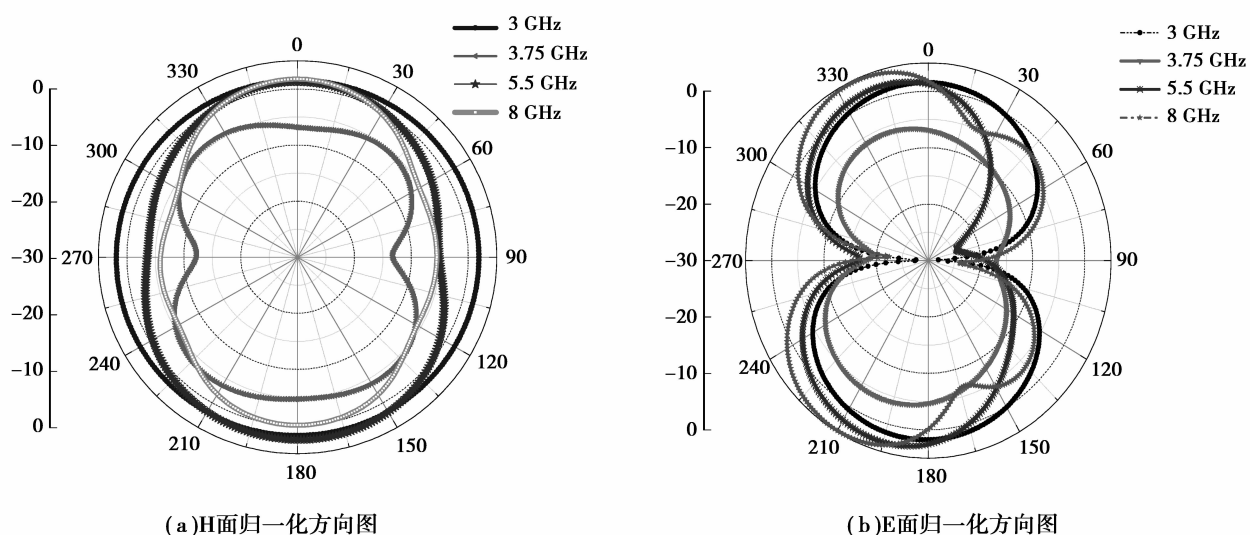


图 7 天线的 H 面和 E 面归一化方向图

4 结 论

研究设计了一种新型超宽带单极子天线,通过开槽技术,在 3.2~4.2 GHz 和 5.1~5.95 GHz 实现阻带特性。测量制作的实物天线,发现该天线在 2.6~14.6 GHz 内驻波比小于 2,天线尺寸结构比较小,开槽结构比较简单,便于制作,是一种性能良好、具有实用价值的双阻带超宽带天线。

参考文献:

- [1] FCC.ET Docket 98-153, Revision of Part 15 of the Commissions' Rules Regarding Ultra-Wideband Transmission Systems[S]. US: FCC First Report and Order,2002.
- [2] 钟顺时,梁仙灵,延晓荣.超宽带平面天线技术[J].电波科学学报,2007,22(2):308-315.
ZHONG Shunshi ,LIANG Xianling, YAN Xiaorong. Ultra-wideband planar antenna technology[J]. Chinese Journal of Radio Science,2007,22(2):308-315.
- [3] Neyestanak A A L, Kalteh A A. Band-notched elliptical slot UWB microstrip antenna with elliptical stub filled by the H-shaped slot[J]. Journal of Electromagnetic Waves Applications 2008,22(14-15):1993-2002.
- [4] Liu HW, Ku CH, Wang TS, et al. Compact monopole antenna with band-notched characteristic for UWB applications [J]. IEEE Antenna And Wireless Propagation Letters,2010,9: 397-400.
- [5] 吕金榜,赵慧玲,朱丽军等.一种具有双阻带特性的超宽带单极子天线设计[J].微波学报,2012,28(5):52-55.
LÜ Jinbang,ZHAO Huiling,ZHU Lijun, et al. Design of an Ultra-wideband monopole antenna with dual Band-Notched Function[J]. Journal of Microwaves,2012,28(5):52-55.
- [6] 高卫东,刘汉,孙荣辉.一种新型缺陷地结构的双陷波超宽带天线[J].上海交通大学学报,2013,47(7):1109-1113.
GAO Weidong,LIU Han,SUN Ronghui. A Double Band-notched UWB Antenna with Nove DGS[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University,2013,47(7):1109-1113.
- [7] 催恒荣,陆云龙,沈伟等.双阻带特性的超宽带单极子天线设计[J].电波科学学报,2013,(1):137-141.
CUI Hengrong, LU Yunlong, SHEN Wei, et al. Ultra-wideband monopole antenna with dual band-notche[J]. Chinese Journal of Radio Science,2013,(1):137-141.
- [8] 刘起坤,刑锋,张广求.一种新型双陷波超宽带天线设计[J].微波学报,2011,27(1):40-43.
LIU Qikun, XING Feng, ZHANG Guangqiu. Design of a novel planar Ultra-wideband antenna with dual Band-Notched characteristics[J]. Journal of Microwaves,2011,27(1):40-43.
- [9] 姜文,龚书喜,洪涛等.新型超宽带微带天线辐射和散射特性研究[J].电波科学学报,2010,25(2):289-392.
JIANG Wen, GONG Shuxi, HONG Tao, et, al. Radiation and scattering properties of a novel UWB microstrip antenna [J]. Chinese Journal of Radio Science,2010,25(2):289-392.
- [10] 张钧,刘克城,张贤锋,等.微带天线理论与工程[M].北京:国防工业出版社,1988.
- [11] Tharaka D, Karup E. Prediction of the notch frequency of slot loaded printed UWB antennas[J]. IEEE Transaction on Antennas and Propagation,2007,55(11):3220-3225.

(编辑 侯湘)