

文章编号:1007-9432(2009)06-0610-04

一种具有陷波特性的超宽带天线的研究

张可儿¹,屈瑞²,张安学²,蒋延生²

(1. 陇东学院 物理与电子工程学院,甘肃 庆阳 745000; 2. 西安交通大学 微波通信研究所,陕西 西安 710049)

摘要:提出了一种利用弧形开槽实现陷波特性的方法,设计了一种具有陷波特性、能够屏蔽空间手机信号干扰的超宽带天线,并利用 CST 仿真软件对陷波特性的变化规律做了深入探讨。该天线以普通的平面单极子天线为基础,在贴片中心加两条弧形开槽。通过调整弧形开槽的缝隙宽度、弧长、半径等参数,可以调整阻带中心频率及带宽。仿真结果表明,该天线的工作频率为 0.6~5 GHz,其中,在两个 GSM 频带范围内(0.88~0.96 GHz 和 1.71~1.88 GHz)具有陷波功能。

关键词:超宽带;陷波天线;驻波比

中图分类号:TN82

文献标识码:A

超宽带精确定位系统通过接收目标物体发送的脉冲信号,从该信号中提取有用信息进行处理,从而实现目标定位。超宽带天线是超宽带定位系统中的一个重要组成部分,根据脉冲信号和数据处理系统的不同,对接收天线有不同的要求。笔者提出的超宽带天线是一种室内超宽带精确定位系统的接收天线,该系统发出的脉冲信号能量集中在 0.6~5 GHz,所以要求该天线工作频带在这个范围内,同时,为防止手机信号干扰,需要在 0.88~0.96 GHz 和 1.71~1.88 GHz 处设置两个阻带,即实现陷波特性。

目前已经有一些实现陷波特性的方法,典型的如分形结构^[1-3]、在天线上做 U 形开槽^[4]等。但前者结构比较复杂,没有规律可循,不能推广使用。后者的阻带带宽太宽,不易控制。

针对以上研究背景,设计了一种具有陷波特性的超宽带天线,可以满足超宽带定位系统的要求。提出了一种利用弧形开槽实现陷波特性的方法,并对陷波特性的变化规律进行了深入地研究和总结。

1 陷波特性研究

以一般弧形缝隙模型为例,对模型参数(弧长、曲度、半径)作深入讨论,研究各参数与阻带特性之间关系的一般规律。下面将进行详细说明。

1.1 弧长对阻带特性的影响

两个因素决定弧长 L 的大小:半径,圆心角。

首先,保持半径不变,通过改变圆心角 θ 的大小改变弧长。如图 1 所示,使 $r=20$ mm,比较缝隙所对应的圆心角分别为 $\theta=270^\circ, 180^\circ, 90^\circ$ 时的驻波比(VSWR)曲线。

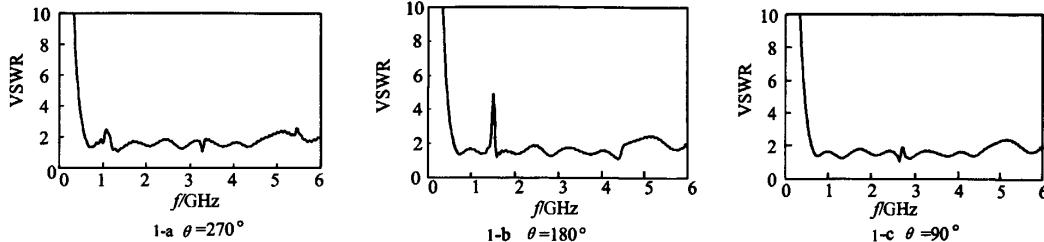


图 1 $r=20$ mm 不同圆心角时的电压驻波比

其次,保持圆心角 $\theta=180^\circ$ 不变,通过改变半径大小改变弧长。如图 2 所示,取不同半径的半圆,使

半径分别为 $r=28, 25, 20$ mm,比较驻波比曲线。

根据以上仿真结果,可以得出结论:阻带中心频

收稿日期:2009-04-28

基金项目:甘肃省高等学校研究生导师科研项目(0710-05)

作者简介:张可儿(1979—),女,甘肃人,讲师,硕士,主要从事无线通信研究,(E-mail)gszhangke@yahoo.com.cn

率 f_0 随着弧长的增大而减小,所对应的波长 λ_0 呈现 $\lambda_0 \approx 3L$ 的规律。

以半圆情况为例:当 $r=20$ mm 时,弧长 $L=62.8$ mm,阻带中心 $f_0=1.52$ GHz, $\lambda_0=197.4$ mm $\approx 3L$;当 $r=25$ mm 时,弧长 $L=78.5$ mm,阻带中

心 $f_0=1.22$ GHz, $\lambda_0=246$ mm $\approx 3 * L$;当 $r=28$ mm 时,弧长 $L=87.9$ mm,阻带中心 $f_0=1.06$ GHz, $\lambda_0=283$ mm $\approx 3L$ 。

在非半圆弧情况下,也呈现 $\lambda_0 \approx 3L$ 的规律。

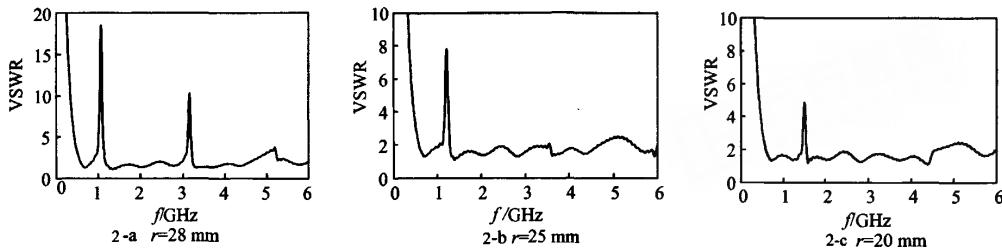


图 2 $\theta=180^\circ$ 不同半径的电压驻波比

1.2 圆弧曲度对阻带特性的影响

为避免圆弧高度和弧长的影响,在保持圆弧高度、长度不变的前提下,改变圆弧的圆心位置(即圆弧的曲度),比较其仿真结果。

模型一,取圆心在天线中心,半径 $r=26$ mm,弧长 $L=39.97$ mm。模型二,取圆心在天线中心向下 6 mm,半径 $r=20$ mm,弧长 $L=39.36$ mm。两者弧长基本相等,圆弧位置也相同。其驻波比如图 3 所示。

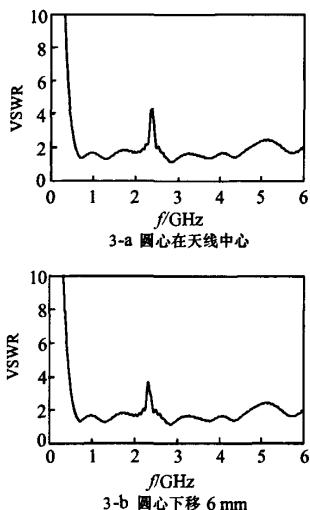


图 3 圆心位置变化时仿真曲线

根据以上仿真结果,可以得出结论:圆心在天线中心时(缝隙与贴片为同心圆),能够取得更大的阻带驻波比。

当 $r=26$ mm 时,圆心在天线中心,弧长 $L=39.97$ mm,阻带中心频率 $f_0=2.33$ GHz, $\lambda_0=128.8$ mm,驻波比峰值为 4.487;当 $r=20$ mm 时,圆心在天

线中心向下 6 mm 处,弧长 $L=39.36$ mm,阻带中心频率 $f_0=2.38$ GHz,驻波比峰值为 $R_V=3.506$ 。可以看到,两者阻带的中心频率相差不大,当圆心在天线中心时,阻带驻波比幅值较大。

同时,该例中 $\lambda_0=128.8$ mm, $L_0=39.97$ mm,满足 $\lambda_0 \approx 3L$ 。

1.3 圆弧半径对阻带特性的影响

使弧长 $L=78.5$ mm 保持不变,且圆心位于天线中心,比较弧形半径分别为 $r=22, 25, 28$ mm 时的驻波比。如图 4 所示。

根据以上仿真结果,可以得出结论:在圆心和弧长一定情况下,半径越大,阻带驻波比越大,阻带带宽越宽。

同时,半径的变化并未对阻带中心频率产生较大影响,仍满足 $\lambda_0 \approx 3L$ 。

1.4 缝隙宽度对阻带特性的影响

在弧长、曲度、半径等参数保持不变的情况下,考察缝隙宽度变化对阻带特性的影响。

取半径 $r=25$ mm 的半圆弧缝隙,分别使缝隙宽度 $t=0.4, 0.3, 0.2$ mm。比较驻波比,如图 5 所示。

根据以上仿真结果,可以得出结论:小的缝隙宽度,可以实现较窄的阻带,但同时驻波比随着降低。

1.5 弧形缝隙参数特性总结

1) 阻带中心频率与圆弧弧长有如下对应关系:
 $\lambda_0 \approx 3L$ 。

- 2) 圆弧圆心在天线中心时,阻带驻波比最大。
- 3) 圆弧半径越大时,阻带驻波比越大,同时带宽变宽。圆弧缝隙宽度越小,阻带越窄,同时阻带驻波比变小。这里要对窄带宽和高驻波比做一个平衡选择。

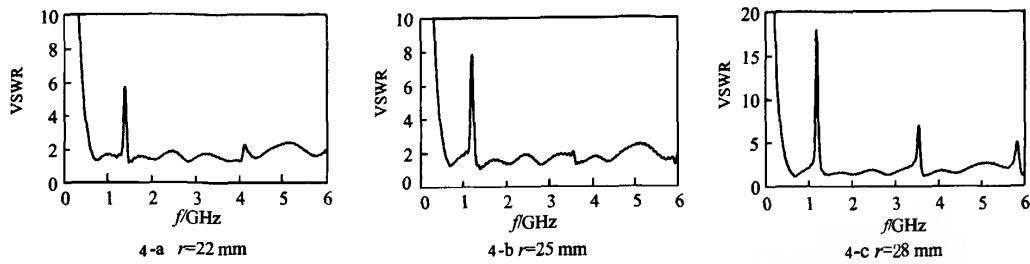


图4 等弧长不同半径的仿真结果

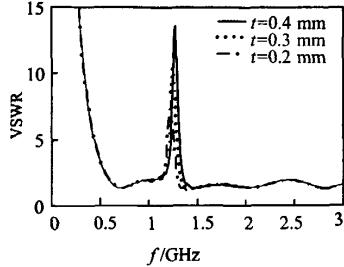


图5 不同缝隙宽度时的仿真结果

2 天线的结构

根据上述研究成果,设计了满足要求的天线,该天线是在一个普通的平面单极子天线 6-a 基础上,通过在贴片中心加两条弧形开槽,从而在工作频带内实现两个阻带,同时不影响其他频率点的响应。天线结构如图 6 所示。

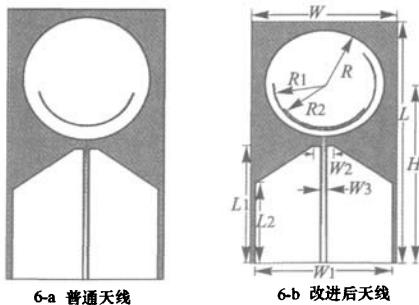


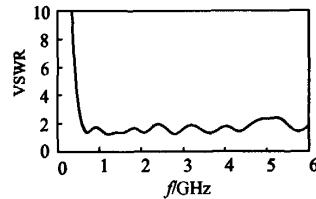
图6 天线结构示意图

天线所采用的介质板相对介电常数为 4.4, 厚度为 1.5 mm。天线尺寸为 $W = 74$ mm, $L = 135$ mm。圆形贴片半径 $R = 30.6$ mm, 位置 $H = 100.35$ mm, 接地板高度 $L_1 = 65.5$ mm, $L_2 = 45$ mm, 接地板宽度 $W_1 = 70$ mm, $W_2 = 10.5$ mm, $W_3 = 3$ mm。渐变馈线底端宽度为 2.5 mm, 顶端宽度为 0.7 mm。两个弧形开槽均为 0.2 mm 宽, 且与圆形贴片同心。其中, 内侧弧形开槽的半径 $R_2 = 25$ mm, 弧长

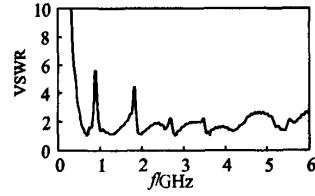
为 48.8 mm, 左右对称; 外侧弧形开槽的半径 $R_1 = 26$ mm, 弧长为 100.43 mm, 相对对称结构偏移 20° 。

该天线采用共面波导馈电, 接地板为梯形, 馈线为渐变的微带线, 实现 50Ω 的同轴线到 100Ω 圆面的阻抗变换。

图 7 所示为该天线加弧形开槽前后输入端口驻波比的仿真结果。可以看到, 加弧形缝隙之前, 在 $0.6\sim5$ GHz 频带内, 输入端口的驻波比均在 2 以下; 加了弧形缝隙后, 在 $1.58\sim1.92$ GHz 和 $0.83\sim$



7-a 原天线(不含弧形开槽)的驻波比



7-b 加弧形开槽后天线的驻波比

0.99 GHz 处出现两个阻带, 其余频率点的驻波比保持不变, 从而在保证天线超宽带特性的同时, 屏蔽了 $0.88\sim0.960$ GHz 和 $1.71\sim1.88$ GHz 处的手机信号。

3 结束语

笔者提出了一种通过弧形缝隙实现天线陷波特性的方法, 并对各个参数进行了具体分析, 得出了能够普遍应用的结论。通过仿真设计了一副天线, 结果表明该天线在所需频带范围内具有良好的陷波特性, 满足设计要求, 具有较大的实用价值。

参考文献:

- [1] Liu W J, Cheng C H, Cheng Y, et al. Frequency notched ultra-wideband microstrip slot antenna with a fractal tuning stub [J]. *Electronics*, 2005, 41(6): 294-296.
- [2] Seong-Youp Suh, Warren L Stutzman, William A Davis, et al. A UWB Antenna with a Stop-band Notch in the 5 GHz WLAN band[C]. *Wireless Communications and Applied Computational Electromagnetics, IEEE/ACES International Conference, Hawaii, 2005*: 203-207.
- [3] Chung K, Hong S, Choi J. Ultrawide-band printed monopole antenna with band-notch filter[J]. *Microwaves, Antennas & Propagation*, 2007, 1(2): 518-522.
- [4] Hany M Zamel, Ahmed M Attiya, Essam A Hashish. Design of a Compact UWB Planar Antenna with Band-Notch Characterization[C]. *Radio Science Conference, Cairo, Egypt, 2007*: 1-8.

Design and Investigation of a Compact UWB Antenna with Band-notch Characterization

ZHANG Ke-er¹, QU Rui², ZHANG An-xue², JIANG Yan-sheng²

(1. College of Physics and Electronic Engineering, Longdong University, Qingyang 745000, China;

2. Institute of Microwave and Optical Communication, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: A new type of UWB antenna with two stopbands was designed and the characteristic of the band-notched antenna was investigated. Based on a normal CPW-fed monopole antenna, it shows band-notch characteristic through two arc-shaped slot in order to reduce the interference of mobile signals. The frequency and bandwidth of the stopbands can be adjusted by changing the width, length and radius of the slot. Simulation indicates that the *s* parameter of the antenna stays below -10 dB between 0.6~5 GHz, except two stopbands in 0.88~0.96 GHz and 1.71~1.88 GHz.

Key words: ultra wideband; band-notch; VSWR

(编辑:贾丽红)

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>