

一种新型的超宽带天线

谢东宇 李增瑞 王 燕 李仲林

(中国传媒大学信息工程学院, 北京 100024)

Design and Analysis of a Novel Ultra-wideband Antenna

Xie Dongyu Li Zengrui Wang Yan Li Zhonglin

(School of Information Engineering, Communication

University of China, Beijing 100024, China)

摘 要: 本文采用时域有限差分方法 (FDTD) 设计了一种新型的超宽带天线。该天线为平面印刷结构, 采用微带线馈电。分析并仿真了超宽带天线的几何参数改变对其性能的影响。仿真结果表明该天线在 2.7 ~ 11.4GHz 范围内的 $|S_{11}| < -10\text{dB}$, 不仅具有小型化的优点, 同时具有相对稳定的辐射方向性和 H 面近似的全向特性。

关键词: FDTD; 天线; 宽频带; E 型宽缝

1 引言

随着室内高速无线数据接入技术的发展, 特别是 IEEE 802. 15. 3a 标准提出分配 3. 1 ~ 10. 6GHz 频段给超宽带通信使用后, 超宽带技术以其成本低廉、数据速率高、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研究热点。通常具有超宽带特性的天线往往具有较大的尺寸, 难以满足小型通信设备的要求。因此, UWB 天线的设计成为近年来的研究热点。常见的小型化 UWB 天线主要包括单极子天线与宽缝隙天线, 这两大类小型天线的共同特点是具有很宽的工作带宽和近似的全向辐射特性^[1]。

本文设计的天线是一种新型的宽缝隙天线^[2], 文中设计的贴片形状以及缝隙的形状减小了天线的尺寸, 并且展宽了天线的工作带宽。

2 天线结构

本文采用了一种类似 E 型的贴片作为激励单元, 并在地板上开了一个类似 E 型的宽缝, 该组合可以展宽天线的频带且具有良好的辐射特性。宽缝天线有不同的缝隙形状如矩形、圆形, 激励单元也有各种各样的形状如 T 型、双 T 型、蝴蝶结型等^[3]。天线的形状如图 1 所示。

印刷宽缝隙天线的介质板厚度为 1mm, 相对介电常数为 2. 2, 采用 50Ω 微带线在贴片中心位置馈电, 相应的馈线宽度为 3mm。在 E 型贴片上去掉了两个小矩形, 这样增加了电流的通过路径, 有效地改善了天线的频带特性。

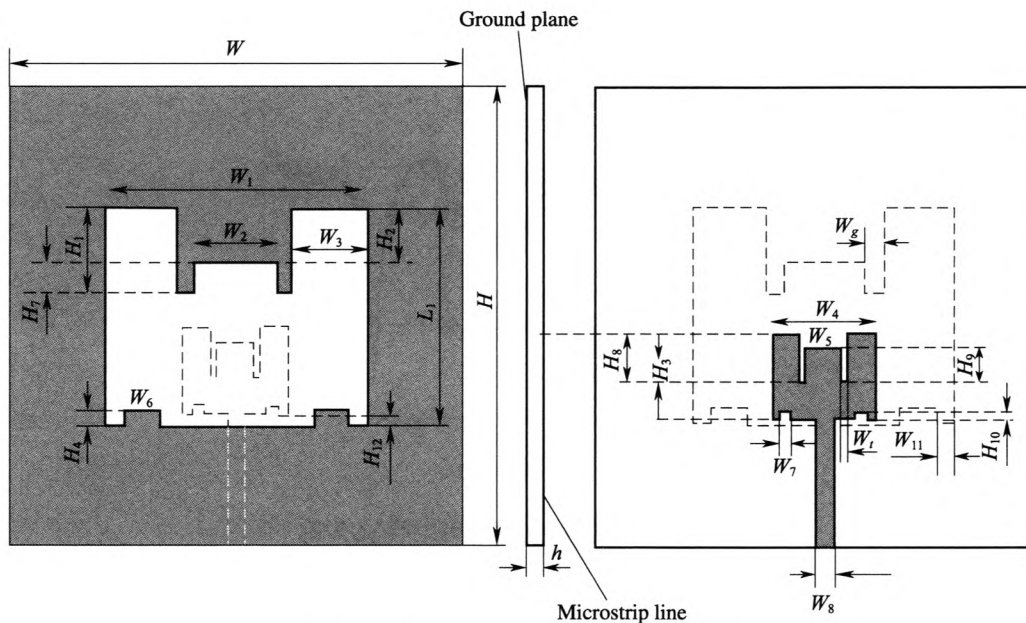
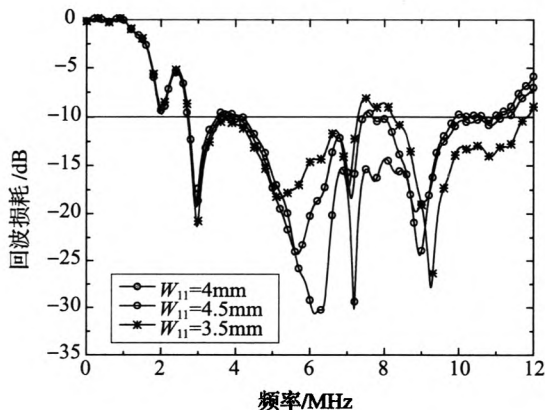


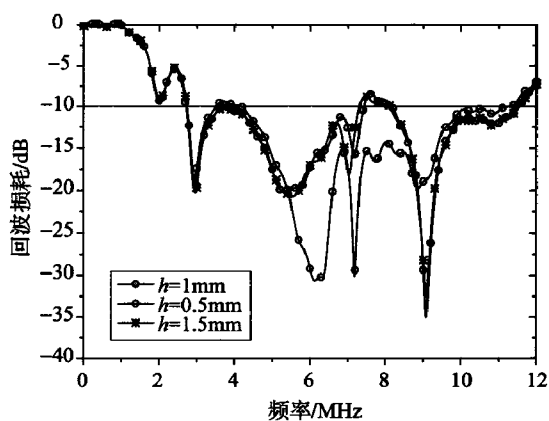
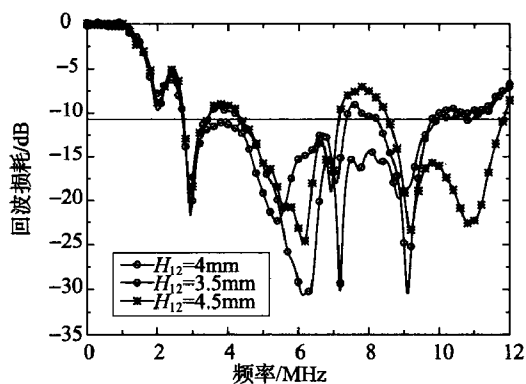
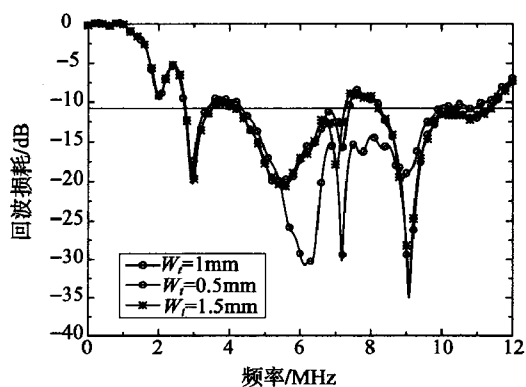
图1 天线的底视图、侧视图、俯视图

3 仿真结果及其分析

本文应用 FDTD 方法^[4]对天线进行研究,吸收边界条件为单轴各向异性的完全匹配层 (UPML),电压激励采用高斯脉冲函数。为了精确模拟天线结构,网格大小为 $\Delta x = 0.2\text{mm}$, $\Delta y = 0.25\text{mm}$, $\Delta z = 0.5\text{mm}$,总网格数为 $457 \times 36 \times 202$,时间步长为 $\Delta t = 4.47 \times 10^{-13}\text{s}$,总时间步数为 5000 步。

天线结构参数的变化会对频段位置及带宽有较大影响,图 2 至图 5 分别为 W_{11} 、 h 、 H_{12} 、 W_i 改变时对天线回波损耗的影响。 W_{11} 主要影响天线的高频部分以及 5 ~ 9GHz 频段范围内的回波损耗大小;改变介质厚度 h 时,主要影响 5 ~ 10GHz 频带内的回波损耗大小; H_{12} 对低频和高频以及 5 ~ 9GHz 频段范围内的回波损耗大小都有影响;当 W_i 发生改变时,只影响 5 ~ 9GHz 频段范围内的回波损耗大小。


 图2 W_{11} 对天线回波损耗的影响

图3 介质厚度 h 对天线回波损耗的影响图4 H_{12} 对天线的回波损耗的影响图5 W_f 对天线的回波损耗的影响

经过大量仿真，得到了优化后的天线参数，图6为天线优化后的回波损耗，表1是天线参量的具体尺寸。图7至图9为天线在3.5GHz、6GHz、9GHz时的仿真方向图。

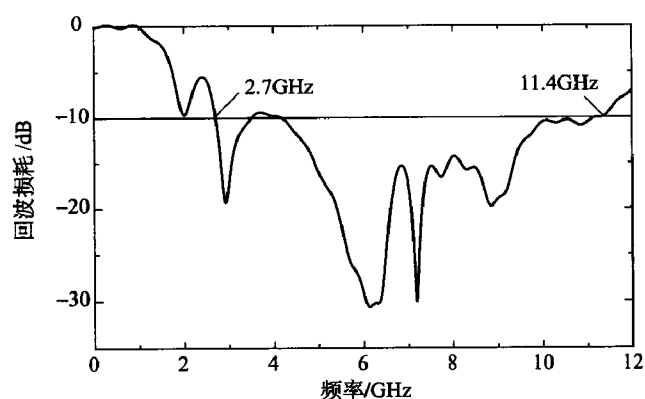


图6 优化后天线回波损耗的仿真结果

表1 天线各部分优化后的尺寸 (单位: mm)

符号	W	W_1	W_3	W_5	W_7	W_{11}	W_t
尺寸/mm	85	45	12.4	5.2	2	4	1
符号	H	H_1	H_4	H_8	H_{12}	L_1	h
尺寸/mm	85	15	3	9	1	40	1

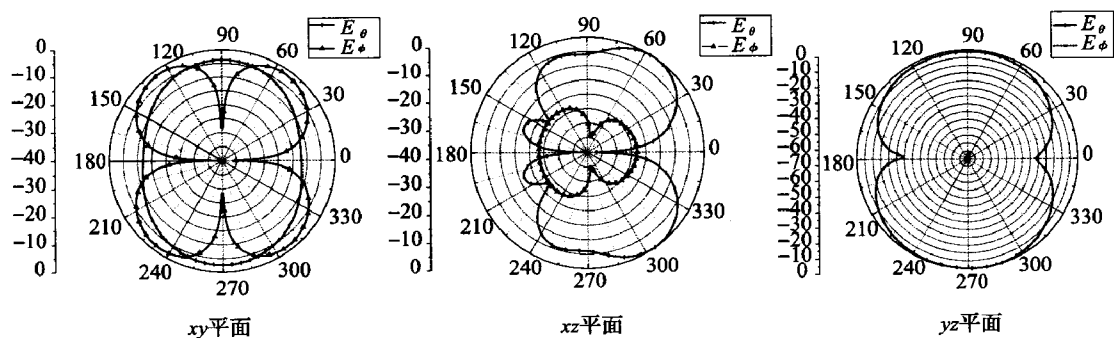


图7 3.5GHz 时天线的方向图

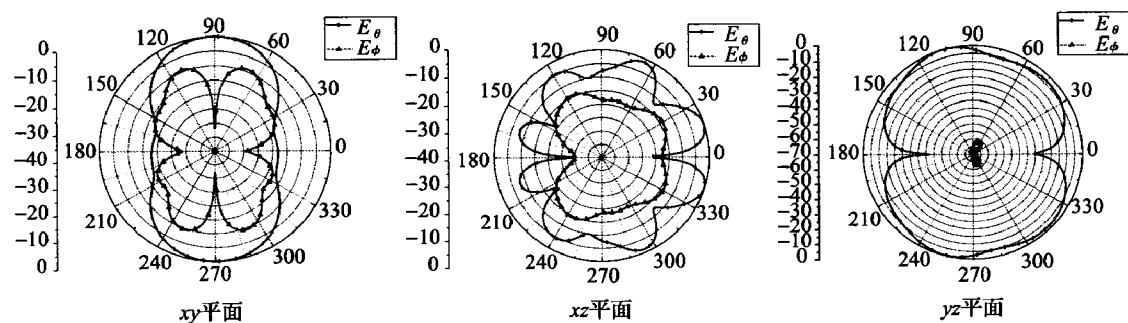


图8 6GHz 时天线的方向图

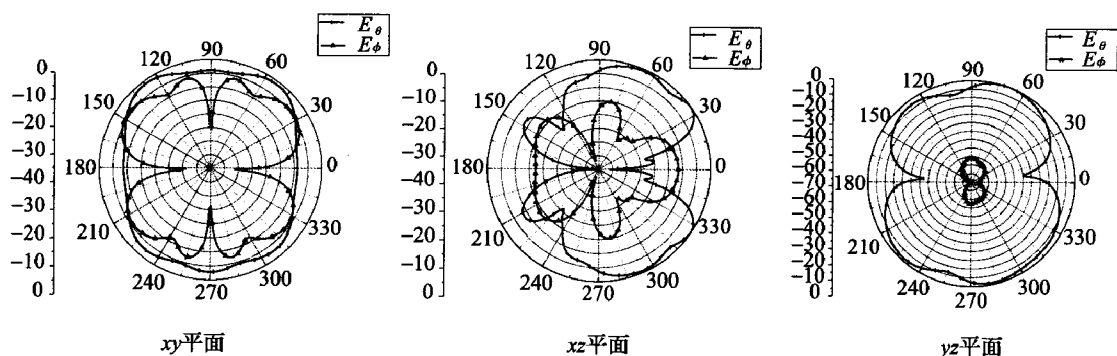


图9 9GHz 时天线的方向图

4 结论

本文提出了一种新型的超宽带缝隙天线,利用时域有限差分方法(FDTD)对天线进行仿真和优化,分析了天线相关参数对天线工作性能的影响,并计算了天线在3.5GHz、6GHz、9GHz时的方向图。该天线尺寸小,易于加工,工作频带宽,辐射方向性好,可满足UWB系统的工作要求。

参考文献

- [1] 吕扬准,王子华. 小型超宽带宽缝天线及其带阻功能设计[J]. 上海大学学报:自然科学报, 2008, 14 (6).
- [2] 张钧. 微带天线理论与工程[M]. 北京:国防工业出版社, 1988.
- [3] Aliakbar Dastranj, Ali Imani, Mohammad Naser. Moghaddasi printed wide-slot antenna for wideband applications [J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2008, 56 (10): 3097-3102.
- [4] 葛德彪, 闫玉波. 电磁场时域有限差分方法[M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 2002.

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)，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>