

一种实用的双频段基站天线单元

盛海强 焦永昌 陈胜兵 张福顺

(西安电子科技大学天线与电磁散射研究所, 西安 710071)

(ychjiao@xidian.edu.cn)

摘要: 本文针对我国现行使用的 GSM 和 CDMA 系统以及已规划的第三代移动通信系统的工作频段, 对一种双频带双边印刷振子基站天线单元进行了分析设计, 制作了天线实验模型, 并对天线反射损耗和方向图特性进行了仿真和实验测试, 两者吻合良好, 说明该天线具有满意的频带特性和方向图特性。

关键词: 基站天线 印刷振子 双频段

A Practical Antenna Element for Dual-Band Base Station Antennas

SHENG Hai-qiang, JIAO Yong-chang, CHEN Sheng-bing, ZHANG Fu-shun

(Institute of Antennas and EM Scattering, Xidian University, Xi'an 710071)

Abstract: A double-sided dual frequency printed dipole antenna is studied for the operational bands of the available GSM and CDMA and scheduled IMT-2000 mobile communication system. The dual-band antenna is analyzed and designed, and an experimental prototype is fabricated. The return loss and the pattern characteristic are simulated and measured. The simulated results are in good agreement with the measured results, and the satisfied impedance and pattern characteristics for interested bands are obtained.

Keywords: base station antennas, printed dipole, dual-band

1 引言

随着蜂窝移动通信在世界范围内的迅猛发展, 移动用户数量剧增, 要求移动通信系统的不断升级[1]。为增加通信容量和业务, 新频段的通信系统不断得到配置启用。多频段通信系统的发展要求适合新频段的基站天线, 这势必会增加天线的数目。研究多个系统共用的基站天线, 可以减少天线的数目从而降低天线间干扰以及天线成本, 而且可以共享原有的基站[2]。

本文在已有文献[3]的基础上, 对一种双频带双边印刷振子基站天线单元进行了设计, 使其能够覆盖我国现行使用的 GSM 和 CDMA 系统以及已规划的第三代移动通信系统的工作频段。天线由贴在介质板两边的两个不同长度、通过微带线连接的微带振子组成。这种双频天线具有结构简单, 加工方便, 成本较低等特点。同时为实现特定的 H 面方向图半功率波瓣宽度, 本文还将该天线单元置于赋形的反射板上, 对其电性能作了分析, 设计并制作了该双频段天线单元, 计算和测试结果吻合良好, 比较表明, 该天线具有满意的频带特性和方向图特性。

2 天线结构与电性能分析

基金项目: 国家自然科学基金项目 (60171045)

图 1(a)给出了双频带双边印刷振子的结构。天线辐射单元由贴在介质基片两边的臂长为 L_1 的长振子和臂长为 L_2 的短振子构成。长振子工作于 $f_{01} = 0.9GHz(\lambda_{01})$ ，短振子工作于 $f_{02} = 1.8GHz(\lambda_{02})$ 。两个振子通过长度为 d 的微带线连接。调整连接微带线的宽度，即改变微带线的特性阻抗，可以改变天线的阻抗特性。优化连接微带线的宽度，可以使天线在双频段达到阻抗匹配。当用于扇区基站天线时，为得到定向的辐射方向图，需要放置垂直于天线的反射板，印刷振子的长振子距离反射板约 $\lambda_{01}/4$ ，短振子距离反射板约 $\lambda_{02}/4$ 。

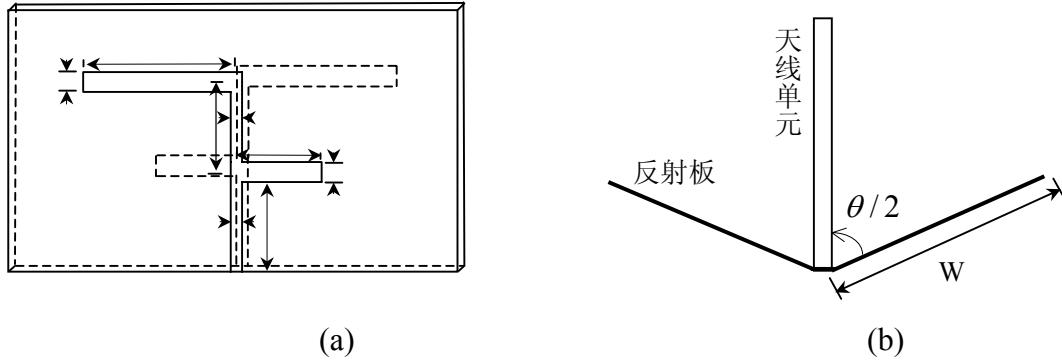


图 1(a) 双频带双边印刷振子 (b)印刷振子置于反射板上

天线用于扇形服务区时，H 面辐射方向图要满足特定的半功率波瓣宽度，需要对反射板进行赋形[4]。这里采用角形反射板。天线单元置于反射板上后，测量结果表明，对天线的驻波性能影响相对较小，但天线的两个谐振频率都略有降低，所以这里适当减小了长振子和短振子的臂长。

本文对天线的理论分析均采用了基于矩量法原理的商用软件 Zeland IE3D，该软件仿真结果的可靠性和精确性已经得到广泛的认可。

3 实验结果

我们实际制作了一副天线实验模型，其介质基片厚度 $h = 2mm$ ，相对介电常数 $\epsilon_r = 2.65$ 。振子宽 $w_1 = w_2 = 8.4mm$ ，长振子 $L_1 = 147mm$ ，短振子 $L_2 = 64.7mm$ 。连接微带线 $d = 41mm$ ， $w_3 = 3.6mm$ ， $Z_0 = 65\Omega$ 。馈线采用特性阻抗 50Ω 的微带线， $w_4 = 5.5mm$ ，长度 $l = 46.6mm$ 。图 2(a)给出了仿真和实测的反射损耗，仿真和实测结果吻合较好。在频段 $f = 0.81 \sim 1.01GHz$ 和 $f = 1.65 \sim 2.2GHz$ 均满足 $dB(S_{11}) < -10dB$ ，能够覆盖 GSM、CDMA 和第三代移动通信系统的工作频段。

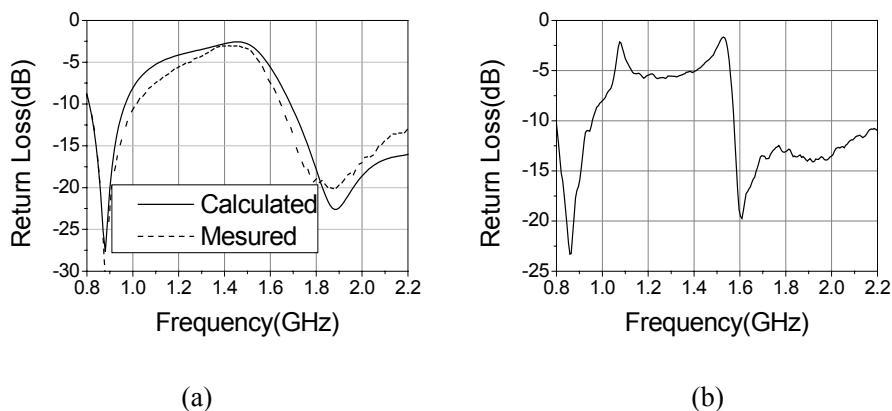
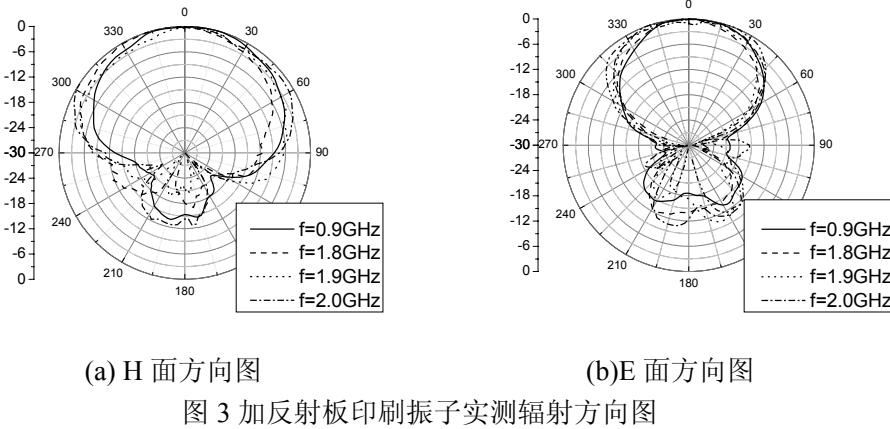


图 2(a) 印刷振子仿真和实测的反射损耗 (b)加反射板印刷振子实测反射损耗

为了得到 120° H 面半功率波瓣宽度，采用角形反射板，其结构如图 1(b)所示， $\theta = 140^\circ$ ， $W = 80\text{mm}$ ，图 2(b)、3 给出了带反射板时天线实测的反射损耗及其 H 面和 E 面辐射方向图。



4 结论

本文对一种双频段的基站天线单元进行分析设计，天线中的两个不同长度的微带振子对应于不同谐振频率，通过调节其连接微带线的宽度，可以实现天线的双频特性，其频带能够覆盖 GSM、CDMA 和第三代移动通信系统的工作频段。文中还对单元置于反射板上时的天线特性进行了研究，测量结果表明在要求的工作频带内，天线的 H 面方向图波瓣宽度满足三扇区蜂窝覆盖的要求。

参考文献：

- [1] K. Fujimoto and J. R. James. Mobile Antenna System Handbook[M]. Norwood, MA: Artech House, 2001.
- [2] 陈胜兵, 焦永昌, 张福顺, 刘其中. 蜂窝移动通信基站天线技术研究进展[J]. 西安电子科技大学学报, 2003, 30(6): 792-797.
- [3] F.Teflik, A broadband antenna of double-sided printed strip dipoles[C], International Symposium on Antennas and Propagation, Japan, pp.361-364,September 1996.
- [4] 陈胜兵, 盛海强, 焦永昌, 张福顺, 刘其中, 双频基站天线中的反射板形状设计, 电波科学学报, 已录用, 2004.

作者简介:盛海强, 男, 1980 年生, 于 2002 年获西安电子科技大学电磁场与微波技术学士学位, 现为该校硕士研究生, 研究方向为天线分析与设计。

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>