

一种双频微带贴片天线的设计

赵文来, 杨俊秀, 李霖

(浙江理工大学信息学院, 杭州 310018)

摘要: 在矩形微带辐射贴片的设计基础上, 通过选择合适的 50Ω 同轴线的馈电位置, 设计了一个双频微带贴片天线, 工作于 1.3 GHz 及 1.8 GHz 频段。基于 ANSOFT 公司 HFSS 三维仿真软件, 对天线尺寸进行设计, 并通过合适的馈电位置实现与微带线之间的匹配, 降低天线的回波损耗。结果表明: 端口散射参数 S_{11} 表明天线在 1.3 GHz 及 1.8 GHz 表现小的回波损耗, 该方法可为实际双频天线的设计提供指导。

关键词: 微带线; 双频天线; 回波损耗

中图分类号: TN820 **文献标识码:** A

0 引言

随无线通信系统向大容量、多功能、多频段、超宽带方向发展, 系统天线在数量、重量上增加, 费用上升, 电磁复杂度高及耦合干扰严重情况下被提出。采用工作于两个或多个频段的的天线可以降低通信系统成本、小型化及实现良好的电磁兼容性, 最大限度地提高频谱效率及资源共享, 缩减无线通信系统整体成本, 减轻重量, 降低电磁耦合^[1-3]。

传统偶极子天线只有一个谐振频率, 天线要工作于两个或多个谐振频率需更改天线的结构, 其中微带天线由于重量轻、制作简单、易于与载体平台共形及适合组阵等优点得到广泛应用^[4-5]。矩形微带天线若在垂直或水平线上馈电, 只有一个谐振频率, 通过馈电点位置改变可获得新的谐振频率点。在矩形微带辐射贴片的基础上, 通过选择合适的馈电点, 设计了一款适用于 1.3 GHz 及 1.8 GHz 频段的双频微带天线; 并基于 ANSOFT 公司的 HFSS 三维仿真软件, 对天线尺寸进行设计和优化, 并对仿真结果进行了分析。

1 微带天线的设计

矩形微带贴片天线一般通过贴片四周和接地板间的缝隙向外辐射能量, 设计微带天线的第一步是

选择合适的介质基片, 假设介质的相对介电常数为 ϵ_r , 厚度为 H , 对于工作频率为 f 的矩形微带天线, 基于天线辐射理论, 参考文献[6-8]给出了辐射贴片的尺寸设计, 即:

$$W = \frac{c}{2f \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \quad (1)$$

式(1)中, c 为光速。辐射贴片的长度一般取半波波长即 $\frac{\lambda_e}{2}$; λ_e 为介质内的导波波长,

$$\lambda_e = \frac{c}{f \sqrt{\epsilon_e}} \quad (2)$$

考虑边缘缩短效应后, 实际辐射单元长度 L 为:

$$L = \frac{c}{2f \sqrt{\epsilon_e}} - 2\Delta L \quad (3)$$

式(3)中, ϵ_e 为有效介电常数, ΔL 为等效辐射缝隙长度, 分别用以下经验公式估算^[6-8]:

$$\epsilon_e = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{\sqrt{1 + 12 \frac{H}{W}}} \quad (4)$$

$$\Delta L = 0.412H \frac{(\epsilon_e + 0.3) \left(\frac{W}{H} + 0.264\right)}{(\epsilon_e - 0.258) \left(\frac{W}{H} + 0.8\right)} \quad (5)$$

50 Ω 同轴线的馈电位置估算为：

$$L_1 = \frac{L}{2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{\xi_{re}}} \right) \quad (6)$$

其中

$$\xi_{re}(L) = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{\sqrt{1 + 12 \frac{H}{L}}} \quad (7)$$

2 天线的结构及仿真结果

设计矩形微带贴片天线第一步是选择介质基板，常用厚度 $H = 1.6 \text{ mm}$ 的环氧树脂 FR4 Epoxy 作介质板，相对介电常数为 $\epsilon_r = 4.4$ ，要设计谐振频率分别为 1.3 GHz 及 1.8 GHz 的微带贴片天线，先设计满足天线对高频段，即 1.8 GHz 谐振，根据式 (1)~式(7)可求得天线辐射贴片宽度、长度、有效介电常数和等效缝隙宽度，50 Ω 同轴线的近似馈电位置初始参考值分别如下：

辐射贴片宽度： $W_0 = 50.7 \text{ mm}$ ；

有效介电常数： $\epsilon_e = 4.15$ ；

等效缝隙宽度： $\Delta L = 0.74 \text{ mm}$ ；

辐射贴片长度： $L_0 = 39.43 \text{ mm}$ ；

X 轴 50 Ω 同轴线的馈电位置： $L_1 = 9.97 \text{ mm}$ 。

以下基于 ANSOFT 公司 HFSS 三维仿真软件，对天线进行建模分析，验证估算公式的使用性及设计方案的可行性。根据以上尺寸，创建天线初始模型如图 1 所示。

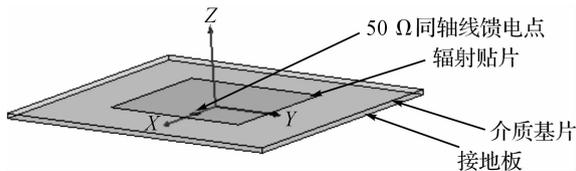


图 1 天线初始模型

设置好辐射边界、边界条件及辐射端口后，扫频得到的回波损耗与频率的变化曲线如图 2 所示。

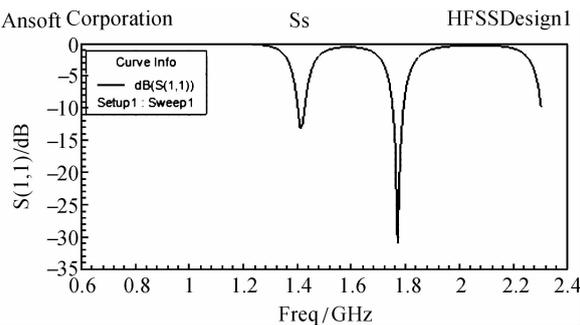


图 2 对应初始尺寸时的入射端口回波损耗 S_{11} 随频率变化曲线

由图 2 端口回波损耗 S_{11} 扫频的结果可知，采用同轴线馈电时，谐振频率在 1.41 GHz 和 1.77 GHz，对贴片长度 L_0 进行参数扫描，分析谐振频点对应的辐射贴片长度 L_0 ，结果如图 3 所示。

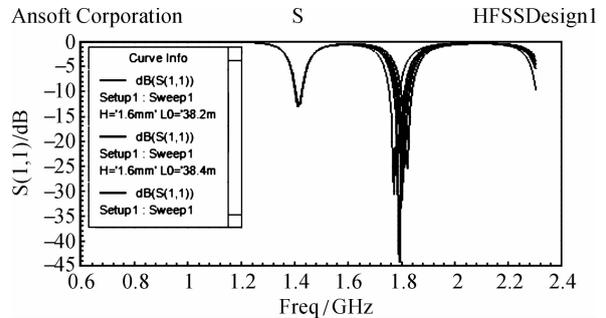


图 3 不同辐射贴片长度 L_0 对应的入射端口回波损耗 S_{11} 随频率变化曲线

由图 3 可看出，当辐射贴片长度 $L_0 = 38.4 \text{ mm}$ ，谐振频率在 1.8 GHz，修改初始设计 L_0 ，且由图 3 可知，天线谐振点在 1.8 GHz 处，此处的回波损耗值为 -32 dB 。

接着调整天线宽度及 50 Ω 同轴线的垂直方向 Y 向馈电位置，使得满足第二谐振频率为 1.3 GHz 且阻抗匹配。对 W_0 进行参数扫描分析第二谐振频点对应的辐射贴片尺寸，结果如图 4 所示。

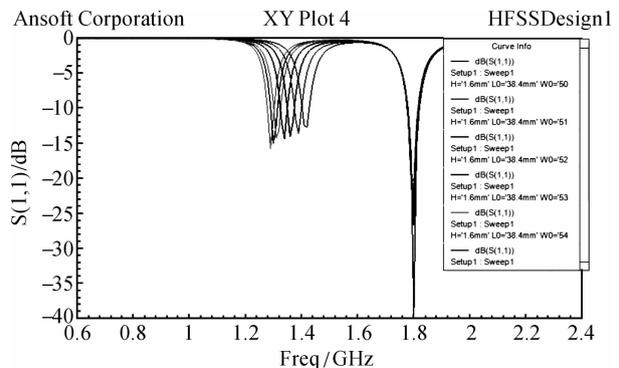
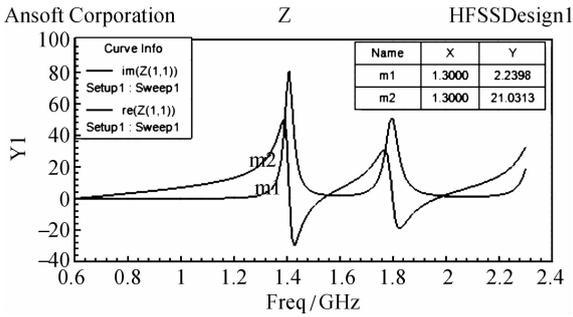
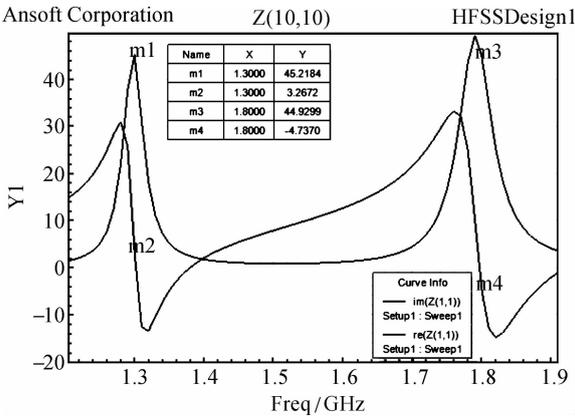


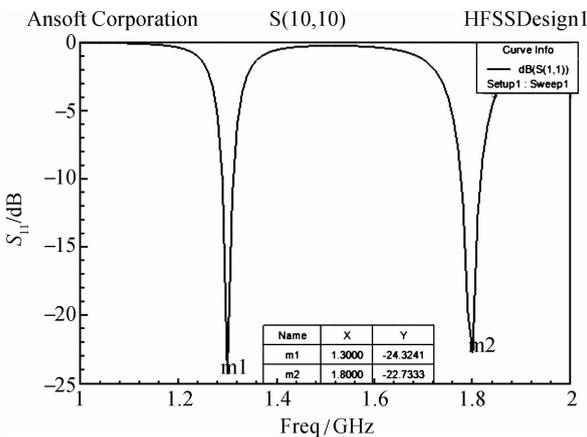
图 4 不同辐射贴片宽度 W_0 对应的入射端口回波损耗 S_{11} 随频率变化曲线

由图 4 可看出，当辐射贴片宽度 $W_0 = 54.5 \text{ mm}$ ，天线谐振点在 1.3 GHz 处，此处的回波损耗值为 -15 dB 。50 Ω 同轴线的垂直方向馈电位置 L_2 初始为 13 mm，入射端口阻抗随频率的变化曲线如图 5 所示。

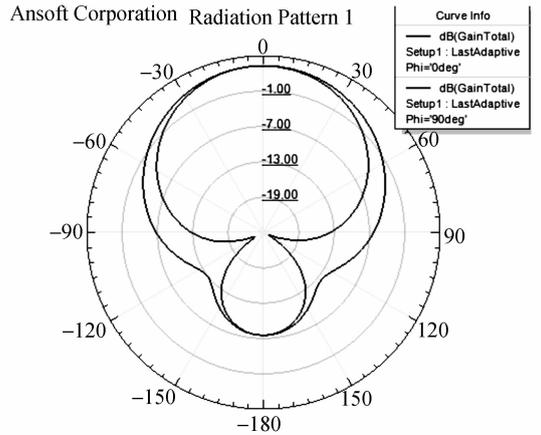
由图 5 可看出，在谐振点 1.3 GHz 处，此处的阻抗 $Z = 2.2398 + j21.0313$ ，与 50 Ω 同轴线不匹配，也造成此处回波损耗值不够小。选择合适的垂直方向馈电点位置 L_2 ，以馈电位置 L_2 进行参数扫描后，结果 $L_2 = 10 \text{ mm}$ 最接近匹配，修改 L_2 ，阻抗随频率关系如图 6 所示。

图5 入射端口阻抗 Z 随频率的变化曲线图6 馈电点阻抗 Z 随频率的变化曲线

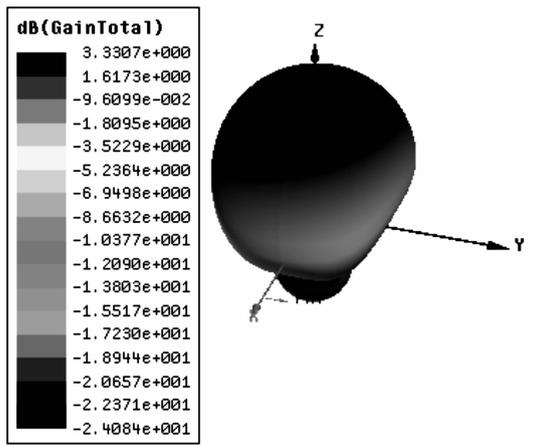
由图6知,在1.3 GHz处,此处的阻抗 $Z=45.2+j3.2$,1.8 GHz处阻抗 $Z=44.9-j4.7$,基本满足与 $50\ \Omega$ 同轴线匹配。修改初始 L_2 值后,得到新的 S_{11} 扫频的结果,如图7所示。

图7 最终 S_{11} 扫频结果

由图7可看出,天线谐振点在1.3 GHz处,此处的回波损耗值为 $-24.3\ \text{dB}$,天线谐振点在1.8 GHz处,此处的回波损耗值为 $-22.7\ \text{dB}$,实现了双频的设计初衷。此时1.8 GHz对应的EH平面增益方向图及三维增益辐射方向图分别如图8(a)、图8(b)所示(1.3 GHz增益方向图略),与工作于1.8 GHz的单频微带天线的增益方向图相似。



(a) EH平面增益方向



(b) 三维增益方向

图8 EH平面增益方向及三维增益方向

3 结语

在通信、信息技术飞速发展的今天,手机已经成为生活中的必需品,为尽可能增大手机通话频率,提高通信的稳定性,“双模双待”手机被提出并随之商用。目前手机实现双模双待靠两幅天线完成,每个模式对应一副天线,在手机有限的结构内设置两幅天线,GSM发射信号时会干扰CDMA接收机,CDMA发射信号又干扰GSM的接收机,信号隔离度不好,造成的通话质量差是目前存在的主要问题之一,若采用单个天线,分时隙工作于相应的两个或多个频段,则可避免信号间的相互耦合,节约成本又保证信号质量,双频天线可以满足此要求。

在矩形微带辐射贴片的基础上,设计并仿真了工作于1.3 GHz及1.8 GHz的双频微带天线,结果表明,该天线在1.3 GHz及1.8 GHz回波损耗小,设计思路及方法对微带天线的设计与实现有一定的参考意义。接下去将尝试设计工作于GSM 900M

及 DCS 1800M 的双频微带天线,到时可为双频手机单天线射频部分设计提供参考。

参考文献:

- [1] 王安国, 张佳杰. 可重构天线的研究现状与发展趋势[J]. 电波科学学报, 2008, 23(5): 997-1002.
- [2] 刘海强, 李 智. 一种双频 PIFA 手机天线的设计与仿真[J]. 舰船电子工程, 2011(12): 98-100.
- [3] 周 成, 王光明, 梁建刚. 新型 WLAN 双频天线的研究与设计[J]. 现代雷达, 2011, 33(10): 60-66.
- [4] Chung Y, Hang C Y, Shujun C, et al. AlGaIn/GaN HFET power amplifier integrated with microstrip anten-

na for RF front-end applications[J]. IEEE Transactions of Microwave Theory and Techniques, 2003, 51(2): 653-659.

- [5] Han S M, Park J Y, Itoh T. A self-Biased receiver system using the active Integrated antenna[J]. IEICE Transactions on Communications, 2006, 89(2): 570-575.
- [6] 李明洋, 刘 敏, 杨 放. HFSS 天线设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2011.
- [7] 李明洋. HFSS 电磁仿真设计应用详解[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.
- [8] 谢拥军, 刘 莹, 李 磊, 等. HFSS 原理与工程应用[M]. 北京: 科学出版社, 2011.

Design of a Dual-Frequency Microstrip Patch Antenna

ZHAO Wen-lai, YANG Jun-xiu, LI Lin

(School of Informatics, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: A dual-frequency microstrip patch antenna is proposed based on a rectangular microstrip patch with the appropriate selection of 50Ω coaxial feed locations. Frequencies of 1.3 and 1.8 GHz are applied. The size of the antenna is designed based on the simulation software HFSS from ANSOFT company. The antenna return loss is reduced by optimizing the size and completing the match between the patch and coax line. The simulation results show that the microstrip patch antenna with a small return loss on 1.3 and 1.8 GHz can provide guidance on the design of a dual-frequency antenna.

Key words: microstrip, dual-frequency, return loss

(责任编辑: 陈和榜)