

# 一种用于 WLAN WIMA 三频段新型小型化微带天线

邓 辉 何 剑

(华东交通大学信息学院, 南昌 330013)

denghui168168@163.com

**摘 要:** 对现有小型化多频段微带天线结构比较复杂的情况下, 本文介绍了一种天线结构比较简单应用于无线局域网 (WLAN) 和全球微波互联接入 (WIMA) 三频段工作同轴背向馈电的圆形微带贴片天线。该天线采用了加载短路针和缺地结构。通过调整短路针的位置及大小, 使天线工作在 2.4G 的频段内的回波损耗小于一 10dB, 从而实现了天线的小型化。缺地结构使工作在 5.8G 的频段内的回波损耗小于一 10dB, 而且天线在 5.8G 的频段还有比较高的增益。实验结果表明, 该天线在其 3 个工作频段内的回波损耗都小于一 10dB, 实现了 2.4G 3.5G 5.8G 三频段同时工作。从而, 可以满足无线局域网 (WLAN) 和全球微波互联接入 (WIMA) 通信系统的要求。

**关键词:** 多频段天线, 小型化天线, 圆形微带贴片天线

## A Novel of Miniaturized Microstrip Antenna with Three Frequency Ranges in WLAN and WIMA

Deng Hui, He Jian

(Information College Eastchina Jiao Tong University, Nanchang 330013, China)

**Abstract:** For the situation that the existing miniaturization microstrip antenna with multi-frequency range has rather complicated structure, this paper introduces a kind of microstrip antenna strips which can be applied in WLAN and WIMA, which has three frequency ranges and feeds back the circular coaxial. The antenna adopts a structure of loading short circuit needle and lack of land structure. By adjusting the position and size of the short circuit needle, the antenna's return loss is less than minus 10 dB when it works in the frequency range of 2.4G, so as to realize the miniaturization of the antenna. Lack of land structure makes the return loss less than minus 10 dB when it works in the frequency range of 5.8G, in which high gain could be achieved further. The experimental results indicate that when the antenna is in these three frequency ranges, its return loss are all less than minus 10 dB, thus the three frequency range 2.4 G 3.5 G and 5.8 G could work together. Therefore, it can meet the requirement of WLAN and WIMA.

**Keywords:** Multi-band antenna; small antenna; circular microstrip patch antenna

## 1 引言

近年来, 随着移动终端的尺寸变得越来越小, 对其所用天线的要求也变得日趋突出。因此, 小型化、多频段的 antennas 的研究设计引起了更多的重视。带动了多频段小型化天线技术的发展。而微带天线

作为一种使用微带贴片作为辐射元的天线, 与普通天线相比, 具有剖面低、体积小、重量轻、能与载体共形, 制造简单, 成本低; 电气上的特点是能得到单方向的宽瓣方向图, 最大辐射方向在平面的法线方向易于和微带线路集成, 易于实现线极化或圆极化等优点。相同结构的微带天线可以组成微带天

线阵，以获得更高的增益和更大的带宽，因此在现代无线通信系统终端微带天线得到愈来愈广泛的重视。但是微带天线的窄频带性质是制约应用的一个瓶颈，近来对于微带天线的小型宽频带研究已成为热点，目前已经出现了很多关于宽频带小型化多频段的技术方法。

## 2 微带贴片天线小型化和多频段的理论方法

### 2.1 微带贴片天线小型化的理论方法

随着个人通信系统的发展，各种通信终端天线的需求持续增加。手机、蓝牙、无线局域网等终端对天线的小型化有了很高的要求。对小型化天线最重要的要求是移动工作方式的应用与终端有很好的共形等。在这些应用中，小型化的天线是十分必要的。小型化天线如何满足系统的性能以及用户的审美需求成为需要研究的一大热门。近年来，有不少学者对小型化微带天线进行了研究。微带贴片天线小型化主要有以下几种方法。

- (1) 加载短路针，使天线小型化。
- (2) 对天线弯折折叠使天线小型化。
- (3) 利用高介电常数的基片使天线小型化。
- (4) 在天线辐射单位上开槽使天线小型化。

### 2.2 微带贴片天线多频段的理论方法

从实现双频或多频段工作的贴片结构以及基板等物理结构上来分类，实现双频或者多频的基本方式主要有以下几种方法。

(1) 采用单一贴片，利用几种不同的自然模式（如矩形贴片的  $TM_0$  和  $TM_1$  模）来实现双频或者多频工作。

(2) 采用单一贴片，通过加载或者开槽的方法改变贴片各种自然模式的场分布，从而使谐振频率受到干扰，最终实现双频或者多频工作。

(3) 采用单层基板、多个贴片的结构。如采用谐振频率不同的贴片形成双谐振的特性；也可以采用多个辐射单元构成多频点谐振的微带天线等。

(4) 采用多层重叠贴片结构。如利用多层贴片结构形成多个谐振器，从而产生多频段工作特性；采用多层贴片重叠，各自馈电的圆形贴片结构得到具有双频段工作特性的微带天线等。

针对上面的微带贴片天线小型化和多频段的理论方法，本文采用单一贴片加载短路针使天线小型化多频段工作。

## 3 微贴片带天线的结构设计

设计天线结构如图 3 所示，整体尺寸为  $5\text{cm}$  ( $L$ )  $\times$   $5\text{cm}$  ( $W$ )  $\times$   $0.1\text{cm}$  ( $H$ )，天线以 FR4 为基材，为降低体积，采用  $0.1\text{cm}$  的厚度，天线结构主要由以下几个重要部分组成：(1) 圆形微带贴片，(2) 短路针，(3) 在接地面，采用半径为  $0.16\text{cm}$  的同轴线进行同轴背后馈电。为了使天线的抗阻和同轴馈电的抗阻匹配，特性阻抗为  $50$  欧同轴馈电的位置为  $y=1.2\text{cm}$ 。天线主要由圆形微带贴片进行副射，其大小半径  $R$  为  $2\text{cm}$ 。为了使天线小型化，在圆形微带贴片加一个半径为  $0.13\text{cm}$  的短路针。为了使天线能工作在多频段工作，在接地面挖三个三角形其大小如图 3 所示： $L_1=L_2=L_4=L_5=L_7=L_8=1.4\text{cm}$ ， $L_3=L_6=L_9=1.9\text{cm}$ 。用 HFSS 仿真软件进行设计仿真与验证，通过反复仿真分析比对与测试，最终确定天线结构如图 3 所示。

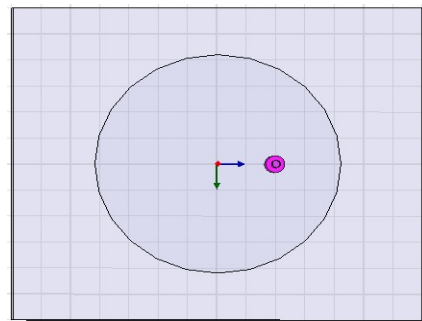


图 1

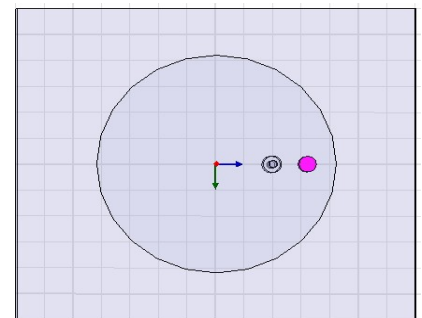


图 2

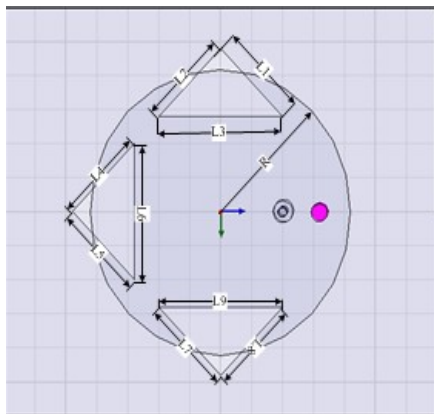


图 3

## 4 仿真与分析

借助于 HFSS 仿真软件对天线结构进行仿真分析，研究各部分对天线的谐振频率及带宽的影响。重点对以下几部分进行分析验证：(1) 加载短路针对天线的谐振频率及带宽的影响。(2) 在接地面挖三个三角形对天线的谐振频率及带宽的影响。通过 HFSS 软件对天线进行仿真，当天线只有圆形微带贴片时从图 4 可以看到天线只有一个工作频段 L1 曲线，在 3.35G-3.55G 左右工作。通过在圆形微带贴片天线加载短路针时，从图 4 曲线 L2 可以看到天线在 2.4G 左右的频段的回波损耗少于-10dB 而且还使天线工作在 3.5G 左右的频段带宽所增加。从而使天线能够工作在 2.4G, 3.5G 左右两个频段工作。当天线的接地面挖三个三角形时使天线缺陷地时，可以使天线工作在 5.8G 左右频段的回波损耗的少于-10dB 从 L3 曲线可知。而且还对 2.4G, 3.5G 的工作频段没有多大的影响。阻抗带宽只是衡量天线带宽特性的指标之一，但是还必须考察天线的是否具有稳定的方向图带宽。从图 5, 图 6, 图 7 的方向图可看到该天线有比较好的方向特性和比较高的增益。该天线在 2.4G, 3.5G, 5.8G 的工作频率时他们的方向图基本相同。说明了该天线具有稳定的方向图带宽。图 8 还给出了天线的整体的辐射方向图从图 8 可知天线的整体辐射特性也比较好。该天线工作在 2.15G-2.6G, 3.25G-3.8G, 5.3G-5.92G 频段，可以满足无线局域网 (WLAN) 和全球微波互联接入 (WIMA) 三个频段工作的通信要求。具有良好的应用价值。

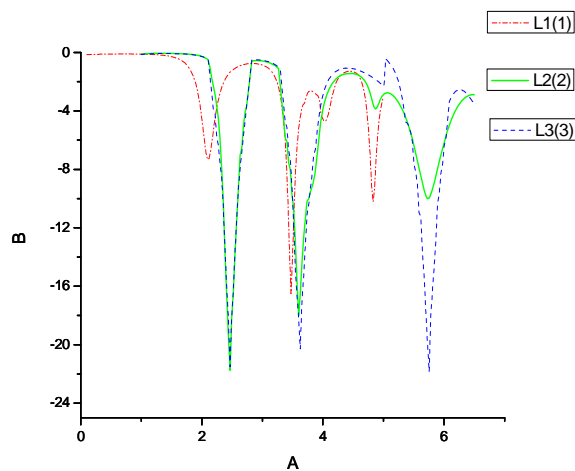


图 4 频率为 G, S11 为 dB

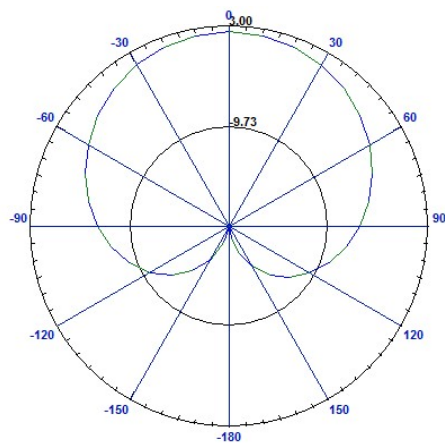


图 5 2.4G

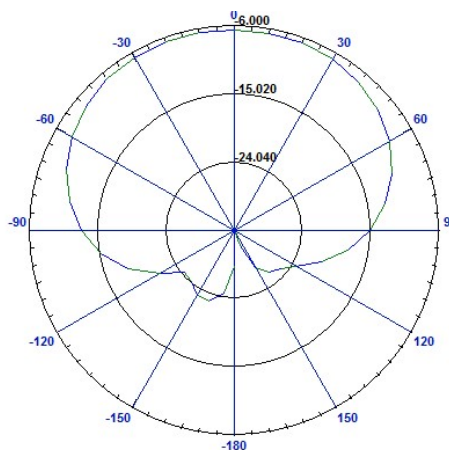


图 6 3.5G

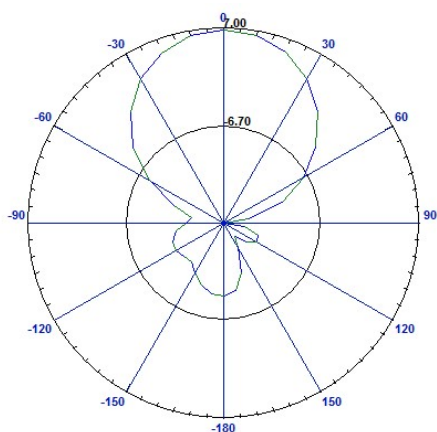


图7 5.8G

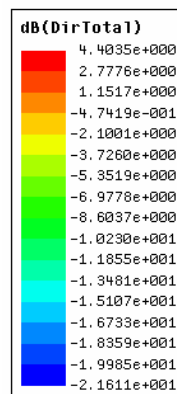


图8

## 5 结束语

本文提出一种天线结构比较简单应用于无线局域网 (WLAN) 和全球微波互联接入 (WIMA) 三频段工作同轴馈电的圆形微带贴片天线。该天线采用了加载短路针和在接地上挖出三个三角形的缺地结构。使天线可以工作在 2.15G-2.6G, 3.25G-

3.8G, 5.3G-5.92G 三个频段, 而且还有比较好的带宽和方向特性。很好的满足无线局域网 (WLAN) 和全球微波互联接入 (WIMA) 通信系统的要求。通过加载短路针, 实现了天线小型化设计。同时, 该天线可以采用印刷电路板技术制作, 可容易地与通信系统集成, 制造方便, 成本低廉。因此该天线可以在移动通信系统中广泛的应用。

### 参考文献

- [1] 李鑫,丁军, 吕晓德, 一种用于 WLAN 的 U 形槽加载的双频贴片微带天线。中国科学院研究生院学报 2007, 24 (3) .
- [2] 戚冬生, 黎滨洪, 刘海涛. 新型可用于移动手持设备的小型三频天线[J]. 上海交通大学学报, 2004, 38 (12): 1979-1985.
- [3] 牛凤, 李征帆. 一种新型缝隙加载三频平面倒 F 天线[J]. 上海交通大学学报, 2006.
- [4] 马汉清, 褚庆昕, 应用于 WLAN / WiMAX 的小型化全向三频天线华南理工大学学报 (自然科学版)。2009 年第 5 期.
- [5] Zhang Q Y;Chu Q X;Wang Y Compact Printed Dual-Band Dipole with Wideband Integrated Balun 2009 (24) .
- [6] Johanna M Steyn;Johan Joubert;Johann W Odendaal A Polarization Diverse Antenna for Dual-Band WLAN Applications 2009.
- [7] Yi Chieh Lee;Jwo Shium Sun;Min Hsiang Hsu A New Printed Slot Loop Antenna with Tunable Strips for 2.4-and 5-GHz Wireless Applications 2009.
- [8] 钟顺时, 微带天线理论与工程, 西安电子科技大学出版社, 1991.