

# 面向 RFID 应用的几种 2.45 GHz 微带天线的分析比较

夏文祥, 胡永忠

(电子科技大学 电子工程学院, 四川 成都 611731)

**摘要:** 随着 RFID 的广泛应用, 微带天线已经成为 RFID 中不可缺少的一部分, 常见的微带天线有单偶极子和双偶极子天线。根据目前 RFID 的应用, 提出了几种基于 2.45 GHz 的板载天线, 同时结合天线的基本理论对这几种结构进行了分析, 并通过 HFSS 软件进行仿真比较。通过对仿真结果的分析, 讨论了各种微带天线的优缺点, 为 RFID 的应用提供了参考。

**关键词:** 微带天线; 单偶极子天线; IFA 天线; 折合振子天线

中图分类号: TN925

文献标识码: A

文章编号: 1674-6236(2011)18-0116-03

## Analysis and comparison of microstrip antenna for 2.45GHz RFID applications

XIA Wen-xiang, HU Yong-zhong

(School of Electronic Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China)

**Abstract:** With the wide use of RFID, microstrip antenna has become the indispensable part in RFID, common microstrip antennas have single dipole and double dipole antennas. Based on the current application of RFID, some on-board antennas based on 2.45 GHz are put forward. The structures are analyzed combining with the the basic theory of antenna. This paper discusses the advantages and disadvantages of various microstrip antennas through the analysis of the simulation results which generated by using simulation software HFSS. It provides suggest for the application of RFID.

**Key words:** microstrip antenna; single dipole antenna; IFA antenna; folded dipole antenna

RFID 技术利用无线射频方式进行非接触双向通信, 可达到识别并交换数据的目的。与磁卡和 IC 卡等接触式识别技术不同, RFID 系统的电子标签和读写器之间无需物理接触就可以完成识别, 属于非接触式。RFID 技术具有一些独特的优点, 它可以更广泛地应用于交通运输、医疗和方位等领域中。

数据传输是 RFID 系统运行的一个重要环节。射频信号通过阅读器天线和标签天线的空间耦合实现数据传递, 因此, 天线在整个 RFID 系统中扮演着重要角色, 一方面天线的好坏决定了系统的通信质量, 另一方面天线决定了系统的距离。

天线是玩曾电磁波信号在空间的发射与接收的设备, 是任何无线电设备中都必不可少的。天线的理论分析师建立在电磁场理论分析基础上的, 计算过程是非常繁琐复杂的, 工程中一般采用数值分析软件进行辅助设计并通过大量实验测试来研制天线, 一般常用阻抗、增益、方向图、极化等几个主要特性指标来衡量天线的性能。根据工作频段不同, 在 RFID 产品中使用不同类型的天线, 可选择的天线种类很多。在选择的时候, 天线大小、成本、性能都是非常重要的因素。

本文将对 2.45 GHz 的几种板载天线进行分析比较, 为工程实际提供参考。

## 1 微带天线

微带天线<sup>[1]</sup>是在带有导体接地板的介质基片上贴加导体薄片而形成的天线。它利用微带线、同轴线等馈线馈电, 在导体贴片与接地板之间激励起射频电磁场, 并通过贴片四周与接地板间的缝隙向外辐射, 因此微带天线可看作是一种缝隙天线, 如图 1 所示。和常用的微波天线相比, 它有如下一些优点: 体积小, 重量轻, 成本低, 馈电网络可与天线结构一起制成, 适用于用印刷电路技术大批量生产, 能与有源器件和电路集成为单一的模块, 容易获得圆极化<sup>[2]</sup>, 容易实现双频、多频段<sup>[3-4]</sup>工作等。

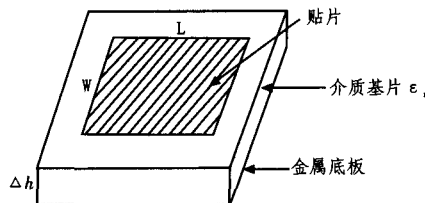


图 1 微带天线

Fig. 1 Microstrip antenna

根据天线辐射特性的需要, 可以设计贴片导体为各种形状。通常贴片天线的辐射导体与金属底板距离为几十分之一波长。假设辐射电场沿导体的横向与纵向两个方向没有变化, 仅沿约为半波长的导体长度方向变化, 则微带贴片天线

收稿日期: 2011-06-27

稿件编号: 201106137

作者简介: 夏文祥(1986—), 男, 江苏建湖人, 硕士研究生。研究方向: 射频电路。

-116-

万方数据

的辐射基本上是由贴片导体开路边沿的边缘场引起的,辐射方向基本确定。

微带天线利于选取合适的馈电位置使辐射元与馈线良好匹配,且体积小剖面低、电性能优良、实现了一维小型化。基于此小型化天线采用微带天线形式<sup>[9]</sup>。而微带天线实现圆极化的馈电方法主要有:双馈点馈电和单馈点馈电。其中每一种馈电方法又分别可采用直接馈电、缝隙耦合馈电、探针馈电等多种馈电方式。直接馈电的单馈点法不需设计任何复杂的移相网络和功率分配就可实现圆极化辐射,是实现圆极化的简易方法,所以一般采用单馈点直接馈电的方式馈电。

## 2 $\lambda/4$ 板载单偶极子天线

$\lambda/4$  板载单偶极子天线具有尺寸小、成本低、易于制造的特点,广泛应用于用于 2.45 GHz 低功率收发装置上,四分之一波长单偶极子天线设计简单,而且可以通过简单地改变长度来优化性能。如图 2 所示。

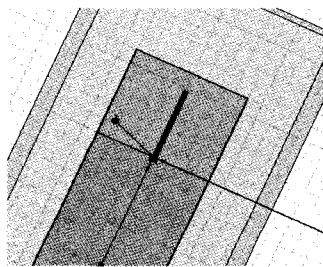


图 2  $\lambda/4$  板载单偶极子天线结构图  
Fig. 2 Structure of  $\lambda/4$  printed monopole antenna

$\lambda/4$  板载单偶极子天线在 PCB 板上的长度是由天线的共振频率决定的,但是为了满足宽频带增益的需求,天线的长度也不是那么绝对的。同时天线的性能还会受到环境、PCB 板材料,接地板的尺寸,到接地板的距离等多方面的影响。

图 3 是在 2.45 GHz 条件下  $\lambda/4$  板载单偶极子天线的 E 面和 H 面的方向图,从图中可以看出其具有良好的全方向性。图 4 为其反射系数图,在 2.45 GHz 的频率下 S11 达到 -20 dB 以下,能够满足设计要求。

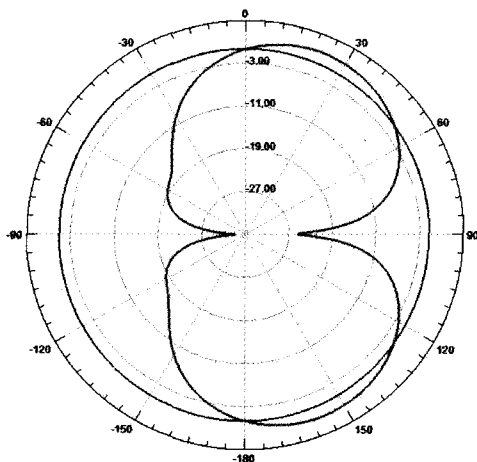


图 3 E 面和 H 面的方向图  
Fig. 3 Radiation pattern of E and H plane

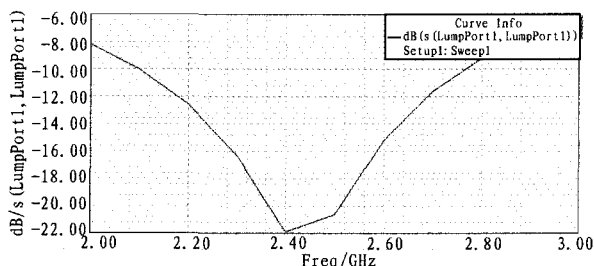


图 4  $\lambda/4$  板载单偶极子天线的 S 参数  
Fig. 4 Sparameter of  $\lambda/4$  printed monopole antenna

$\lambda/4$  板载单偶极子天线常用于中继等需要全向增益的场合,但是此天线的增益系数不高只能用于十几米近距离的通信。

## 3 IFA 天线

典型的倒 F 天线 (IFA) 是由一个放在地面上的矩形平面单元。一个与地平行的短路面或者短路针和一个馈电单元构成的,如图 5 所示。IFA 本质上是一个偶极子的变形,通过将偶极子的上面部分向下弯折到与地面平行,这样可以减小天线的高度。但是与地面平行的部分却对天线引入了容抗。因此,在天线结构中引入感性的短路面或者短路针来补偿这部分容性是必要的。IFA 天线的地面具有重要作用,因为当 IFA 贴片具有电流时,将引起地面电流的激励,最终的场是由 IFA 贴片电流和它在地面的镜像电流共同形成的。这就是 IFA 天线的工作原理。

IFA 天线结构紧凑,具有全方向的辐射方向图,效率高,结构简单,广泛应用于移动通信业务。

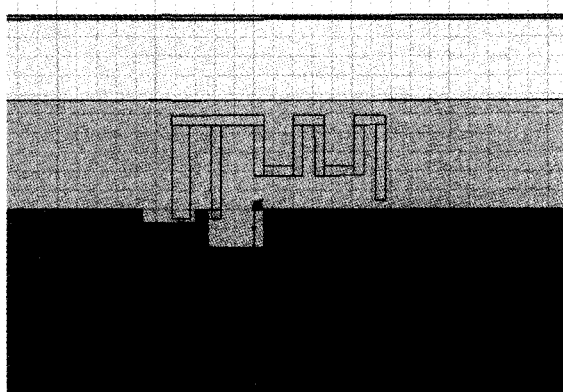


图 5 IFA 天线结构图  
Fig. 5 Structure of IFA antenna

IFA 天线可以适用于更远距离的通信传输,传输距离高达 240 m,图 6 是 IFA 天线在 E 方向和 H 方向的方向图,从图中可以看出 IFA 天线全向性没有  $\lambda/4$  板载单偶极子天线理想,在某些方向的衰减比较严重,但是基本满足传输需求,具有一定的增益和良好的辐射性,在 2.45 GHz S11 的值在 -20 dB 以下。如图 7 所示。

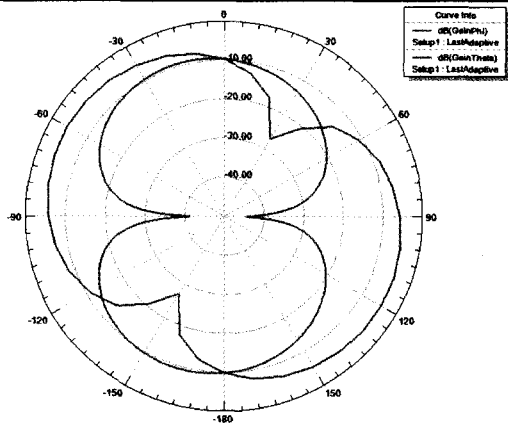


图6 IFA天线E面和H面的方向图

Fig. 6 Radiation pattern of E and H plane of IFA antenna

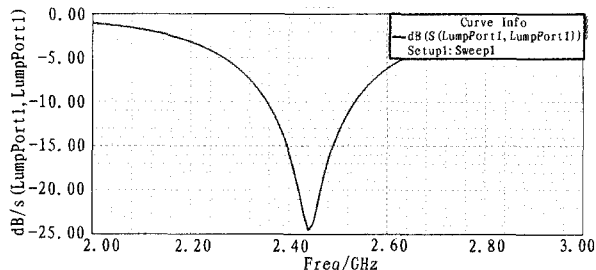


图7 IFA天线的S参数

Fig. 7 S parameter of IFA antenna

#### 4 折合振子天线

折合振子天线<sup>[6]</sup>就是将一根直线由中间截开,馈以一对平衡传输线,在ISM频段这根导线的长度为二分之一波长,即6 cm左右,在这个长度下,天线实现共振,反馈阻抗近似为一个73 Ω的电阻,我们可以通过改变馈线的宽度来实现阻抗的变换。如图8所示。

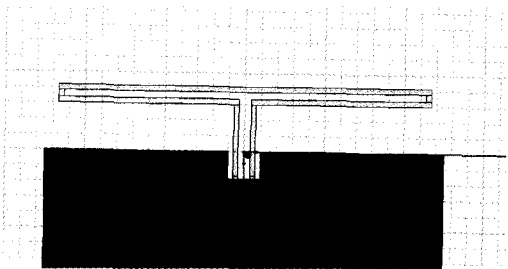


图8 折合振子天线结构图

Fig. 8 Structure of folded dipole antenna

折合振子天线的可视传输距离能够达到300 m,其全向性较好,如图9所示。在各个方向都有良好的辐射,增益比较高,同时S11在-12 dB以下。如图10所示。

#### 5 结论

通过以上比较可以看出不同类型的天线应用场合也会有所不同:λ/4板载单偶极子天线因为其良好的全向性可以用在对距离要求不高的中继设备上,它设计简单,易于制造,也便于调试。IFA天线因为传输的距离较远,可以用在长距离

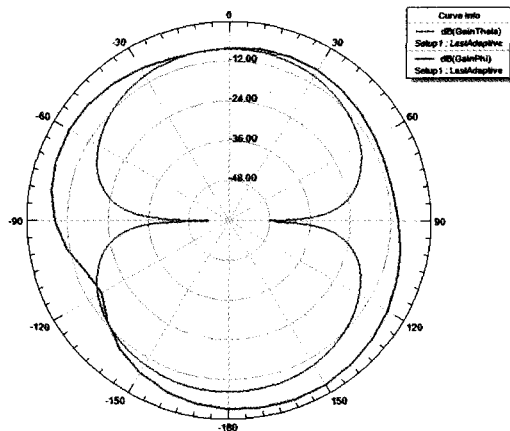


图9 折合振子天线E面和H面的方向图

Fig. 9 Radiation pattern of E and H plane of folded dipole antenna

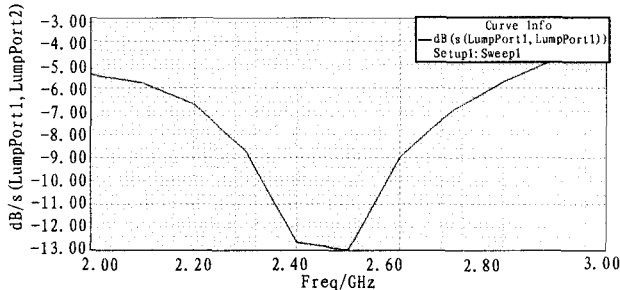


图10 折合振子天线S参数

Fig. 10 S parameter of folded dipole antenna

通信设备上,它的全向性相对弱于λ/4板载单偶极子天线,但是增益相对比较高,S11系数也比较理想,可以用于定向传输的设备。折合振子天线传输的距离最远,结构也相对IFA天线简单,可以通过改变馈线的宽度来实现阻抗的变换,进行匹配,全向性也非常好,在天线口需要的外围电路比较少,但是它的尺寸相对λ/4板载单偶极子天线和IFA天线比较大,会占用更多的PCB板的空间,使成本增加。

#### 参考文献:

- [1] IJ鲍尔.微带天线[M]. 梁联倬,译.北京:电子工业出版社,1987.
- [2] 贾登权,史志伟.一种新型超宽带微带天线[J]. 现代电子技术,2009,28(1):41-46.  
JIA Deng-quan,SHI Zhi-wei. A new type of ultra-wideband microstrip antenna[J]. Modern Electronic Technique,2009,28(1):41-46.
- [3] 尹静,王均宏.微带天线宽频带技术研究[D]. 北京:北京交通大学,2007.
- [4] 张钧,刘克诚.微带天线理论与工程[M]. 北京:国防工业出版社,1993.
- [5] 高红卫,焦永昌.用于MIMO系统的高性能天线设计[D]. 西安:西安电子科技大学,2006.
- [6] LI Bin,ZHOU Jian-hua,YOU Bai-qiang. A novel printed folded dipole antenna used for modern RFID system[J]. Communications and Networking in China,2008(8):774-778.

## 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](http://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](http://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](http://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>