

# 改进型套简单极子天线的设计

张健鑫 傅光

(西安电子科技大学天线与微波技术国家级重点实验室, 西安 710071)

**摘要:** 本文提出了一种适用于机载环境的改进型套简单极子天线。天线工作于超短波波段, 新型结构具有较细的直径, 能有效减少地面对天线阻抗性能的影响, 且在 2.4: 1 的倍频范围内, 具有良好的辐射特性和电压驻波比 (VSWR)。

**关键词:** 套筒天线, 宽带, 增益

## A Design of Modified Sleeve Antenna

ZHANG jianxin, FU guang

(National key Laboratory of Antenna and Microwave Technology, XiDian University of China, Xi'an 710071)<sup>1</sup>

**Abstract:** In this paper, a modified monopole sleeve antenna which is adapted to the airborne environment is presented. The antenna operates over VHF/UHF spectrum. The novel configuration of the antenna has a small diameter and can reduce the influence of the ground plane. The antenna has good characteristics within a bandwidth of 2.4:1, including radiation patterns and voltage standing-wave radio(VSWR).

**Keywords:** Sleeve antenna; Wide bandwidth; Gain

## 1 引言

在宽带通信中, 套简单极子天线是很好的选择, 但天线的设计不仅要求天线的电性能良好, 而且要适应工程中的应用环境, 如机载天线要求具有较小的空气阻力和较轻的重量。

地板的大小往往会对天线的阻抗特性能产生很大的影响, 在文献<sup>[2,3,4]</sup>中, 分别对有限大和无限大地板对套筒天线的影响进行了研究。在机载环境下套筒天线需要建立无地板模型, 且天线的直径受到限制, 这就要求天线具有新型的结构, 来减小天线对实际安装环境的依赖, 同时做到宽频带。文献<sup>[1,2]</sup>也在超短波波段内基于传统套筒天线形式对此种天线进行了设计, 但由于套筒直径较大, 且需要地板, 均不适合于特殊的使用环境。

## 2 天线设计

传统的套简单极子天线, 如图 1 所示, 其辐射

与阻抗特性主要取决于  $l/S$ ,  $D/d$ ,  $l_1/l_2$ 。 $l/S$  对天线的辐射性能起到很大的作用, 一般认为  $D/d$  的最佳取值在 3。若天线的安装环境没有特殊要求, 套筒直径  $D$  的取值可以是很大的, 但当  $D$  的取值很小时, 天线阻抗特性受到的影响是很明显的。

在传统的套简单极子天线辐射振子外加共轴套筒可以得到双套筒结构<sup>[5]</sup>, 或者直接加粗辐射振子<sup>[6]</sup>, 这两种结构都可以有效的展宽阻抗带宽。地板的大小会对天线的辐射特性和阻抗特性产生影响, 传统的套筒天线要选择适当大小的地板<sup>[2]</sup>。在机载环境下, 天线的模型是无地板的, 可以在天线的底部增加扼流套, 来减少天线对地板的依赖程度。

具体的实现方法为套简单极子天线的导电地面上用一个与套筒粗细相同的金属管来代替<sup>[7]</sup>, 即图 2 所示同轴线外导体与套筒 2 之间的金属短路。在金属短路下方加上套筒 3, 作为扼流套。套筒 2 和套筒 3 相当于两个扼流套, 一方面它们相互作用, 使得在套筒 2 和套筒 3 之间产生了一个分布电容; 另一方面, 在两个扼流套的共同作用下对天线表面的电流

分布产生影响，从而改变了天线的辐射特性。并且套筒 3 的加入可产生第三谐振点，有效减小了带宽内高频端的驻波比。

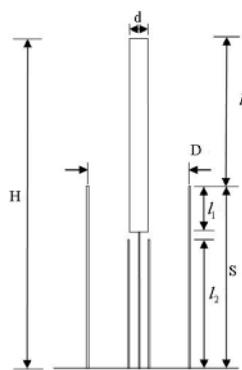


图 1 传统的套简单极子天线的结构示意图

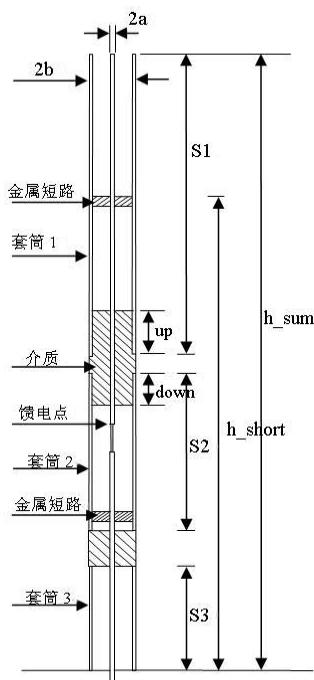


图 2 改进型套简单极子天线的结构示意图

为了降低驻波比，有效的方法是在套筒中加入介质材料，通过调节介质的厚度可以减小驻波比。

通过调节馈电点的高度也可以有效的改善天线的阻抗特性，降低馈线上的驻波比。

基于以上的分析，设计了一副工作在超短波波段，电压驻波比小于 3.0 的套简单极子天线。天线的介质材料选择为环氧玻璃。天线的半径  $b=10\text{mm}$ ，辐射振子半径  $a=2\text{mm}$ 。通过仿真计算可得到天线的尺寸  $h_{\text{sum}}=0.65\lambda$ ， $h_{\text{short}}=0.39\lambda$ ， $S_1=0.37\lambda$ ， $S_3=0.1\lambda$ 。

$S_3=0.1\lambda$ 。

### 3 仿真计算结果

对模型进行了仿真计算，给出改进型套简单极子天线的计算结果。图 3 给出了天线的驻波曲线，在 210~520MHz 频带内  $\text{VSWR}<3$ 。图 4 给出了改进型套筒天线的水平增益曲线，在整个频段内增益基本在 2.0dB 以上。图 5 给出了在相同指标下基于传统形式设计的套简单极子天线水平增益曲线。计算结果表明这种改进型套简单极子天线可以有效改善基于传统形式设计的天线水平增益的不足。

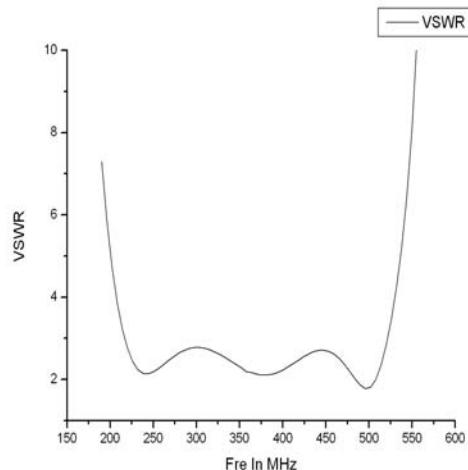


图 3 VSWR 随频率的变化曲线

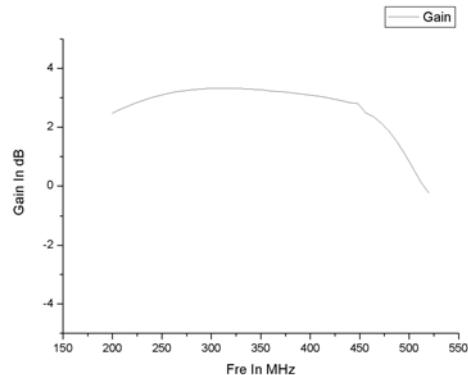


图 4 改进型套筒天线水平增益曲线

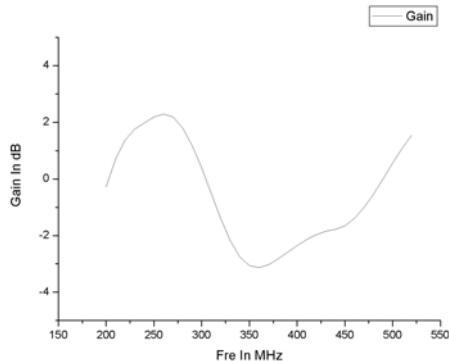


图 5 基于传统形式套筒天线水平增益曲线

图 6 和图 7 分别给出了天线的 E 面归一化方向图和 H 面归一化方向图, 可以看出, 低频端天线的方向图未发生上翘, 在高频端, 天线由于受到反向电流影响, 方向图发生上翘, 水平增益降低, 但依然在 0dB 以上。

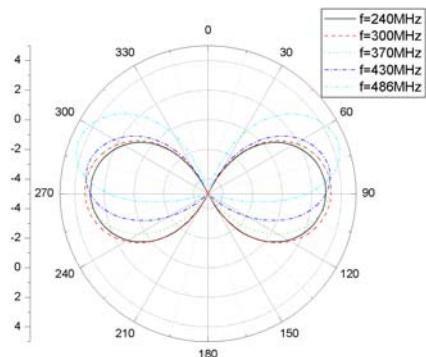


图 6 E 面归一化方向图

## 4 结论

此种改进型套筒简单极子天线可适用于特殊安装环境。在此环境下, 为了减小天线对飞机气动性能的影响, 其直径越细越好,

而单极子天线的特性阻抗与其直径相关, 直径越小, 其带宽越窄。改进型套筒简单极子天线具有较细的直径, 在 2.4: 1 的倍频范围内  $VSWR < 3$ , 且水平增益在 2.0dB 以上, 有效改善了曾用于实际工程中传统形式套筒简单极子天线水平增益的不足。同时, 扼流套的加入可以使此套筒天线适用于机载环境。

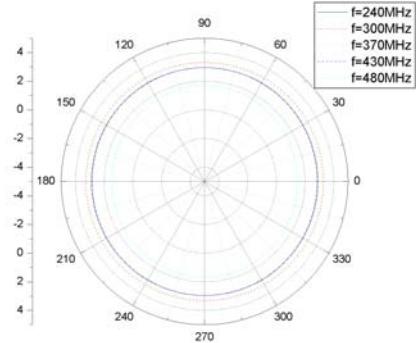


图 7 H 面归一化方向图

## 参 考 文 献

- [1] 周斌, 刘其中, 纪奕才, 郭景丽. 新型套筒天线的研究与应用, 电波科学学报, Oct. 2006
- [2] 郭景丽, 贺秀莲, 刘其中. 有限圆盘地面上套筒简单极子天线, 西安电子科技大学学报, Jun. 2004
- [3] Jingli Guo, Yicai Ji, Qizhong Liu. Sleeve monopole antennas at the center of a circular ground plane[J]. Microwave and Optical Technology Letters, 2000
- [4] Z Shen and R H M acPhie. Rigorous evaluation of the input impedance of a sleeve monopole by modal-expansion method[J]. IEEE Trans Antennas Propagat, 1996
- [5] K.GeorgeThomas, N.Lenin, M.Sreenivasan.
- [6] Wide-Band Dual Sleeve Antenna, IEEE Trans. On AP, Mar. 2006
- [7] 卢昭, 傅光. 一种改进型套筒简单极子天线的研究, 电子科技, 2007
- [8] 周良明. 一种新型的宽带直立天线, 现代电子技术, 1994

### 作者简介:

张健鑫, 男, 西安电子科技大学在读硕士研究生, 主要从事全向天线的研究; 傅光, 男, 教授、硕士生导师, 主要研究领域天线工程。

## 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](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>