

一种新式宽频带宽波束圆极化 微带导航终端天线设计

董涛

(中国空间技术研究院第 503 所, 北京 100086)

dongtaoandy@sohu.com

摘要:本文设计了一种新式宽频带、圆极化、宽波束微带天线,由于采用了 L 型探针馈电技术,该天线的实测阻抗带宽为 44.3%,覆盖了 GPS, Galileo, GLONASS 等卫星导航系统的所有频段。该设计摒弃了传统微带天线制作的印刷电路工艺,采用了机械加工的方法将金属贴片嵌套与支撑介质内部,因而具有良好的温度特性和机械特性,能够应用机载和星载等场合。
关键词:圆极化, 宽频带, 宽波束, 微带天线

A Novel Circularly Polarized, Broad Band, Wide Beam Microstrip Patch Antenna for Airborne Navigation Terminal Applications

Dong Tao

(Institute 503, China Academy of Space Technology, Beijing 100086)

ABSTRACT: A novel circularly polarized, broad band, wide beam microstrip patch antenna is presented in this paper. The measured impedance bandwidth is 44.3% by using L-shaped probe-fed technique. This bandwidth can cover GPS, Galileo, and GLONASS satellite navigation frequency band. The traditional printed circuit techniques are abandoned in this design, and the novel design of radiating metallic aluminium patch embedded in the dielectric holder is introduced in this work. Therefore the reliability of this antenna has been improved and it can be used for airborne navigation terminal with better environmental and mechanical performance.

Key words: circularly polarized, broad band, wide beam, microstrip antenna

1 引言

卫星导航近年得到了越来越广泛的应用,从而带动了导航终端天线的迅速发展。目前得到广泛应用的是GPS (Global Position System) 系统和GLONASS系统,正在建设中的Galileo系统也是一个全球导航定位系统。这些全球定位系统的频段各不相同,比如GPS的频带为 $1575.42 \pm 2.046\text{MHz}$, $1227.60 \pm 2.046\text{MHz}$;Galileo的频带为 $1164\sim1215\text{MHz}$, $1260\sim1300\text{MHz}$ 和 $1559\sim1592\text{MHz}$ 。虽然这些导航系统所采用的频率不尽相同,但频率范围都在 $1164\sim1600\text{MHz}$ 之间,只要能设计一种宽频带天线覆盖这个频带,则该天线具有良好的通用性和兼容性,可以应用于不同的导航系统。

由于需要接收多颗导航卫星的信号才可以进行导航和定位的结算,所以终端天线需要具有宽波束;同时由于导航卫星发射右旋圆极化的导航信号,要求导航终端天线具有良好的右旋圆极化特性。

用于导航终端的天线有诸多文献报道,但基本上都是针对GPS系统,天线形式多为单频、双频、三频的微带天线^[1];有的是不具备低剖面特点的四臂螺旋天线^[2];这些天线的缺点是难以实现宽频段,不能完全覆盖所有卫星导航系统的频段,对于不同系统的导航的接收系统不具备兼容性。

本文提出一种微带天线,它采用L型探针馈电来展宽天线频带,采用四点馈电技术来实现圆极化,采用天线罩和天线一体化设计来保证天线具有良好的环境特性和机械

特性。测试结果表明该天线的阻抗带宽达到

44.3%，能够覆盖现有主要导航系统的所有工作频段，且具有良好的宽波束特性和圆极化特性，能够用于机载、星载和地面等场合。

2 天线结构

天线在HFSS中建立的模型如图1所示，金属辐射贴片直径D为56mm，厚度为1mm；天线地板为方形，边长L为80mm；天线支撑介质为方形，边长L

为80mm，支撑介质的厚度H为19mm，该介质的介电常数为3.15；天线和天线罩一体化设计，天线罩和天线支撑介质为相同的介质材料，辐射贴片嵌入该介质中，天线罩的厚度H1为3mm；L型馈电探针的馈电点距天线几何中心的距离F为32mm，L型探针的高度H2为12mm，长度L1为17.4mm。

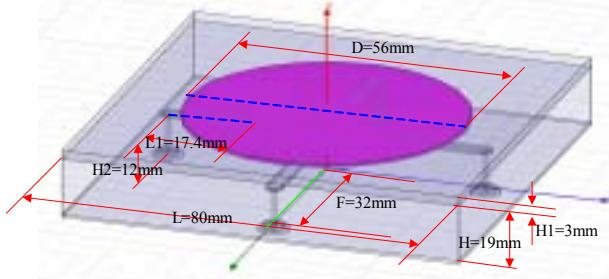


图1 天线结构

3 天线测试结果

天线实物和馈电网络照片如图2所示。天线回波损耗测试采用了Agilent 8362B矢量网络分析仪，测试结果如图3所示，可以看出回波损耗小于-10dB的频率范围为1.16GHz到1.82GHz，阻抗带宽为44.3%，覆盖了几种主流全球卫星导航系统的所有频段，具有良好的兼容性和通用性。

天线方向图和增益在微波暗室中进行测试。天线在1.227GHz所测得的E面方向图如图4所示，可以看出天线的最大增益为4.0dBi，3dB波束宽度为72°，天线在±30°、±50°、±70°、±80°的增益分别为1.04 dBi、-0.79 dBi、-3.72 dBi、-6.51 dBi。天线在1.575GHz所测得的E面方向图如图5所示，可以看出

天线的最大增益为4.87dBi，3dB波束宽度为83°，天线在±30°、±50°、±70°、±80°的增益分别为3.7 dBi、-0.01 dBi、-3.68 dBi、-5.11 dBi。

天线轴比方向图也在微波暗室中进行测试。测试采用旋转线源法，即将发射线极化脊喇叭天线按照一定的速度（一般是被测天线转速的20倍）旋转，待测天线接收到信号上下包络的差值即为天线的轴比。天线在1.227GHz所测得的E面轴比方向图如图6所示，可以看出，在±10°角域AR<3dB，在±60°角域AR<6dB。天线在1.575GHz所测得的E面轴比方向图如图7所示，可以看出，在±50°角域AR<3dB。

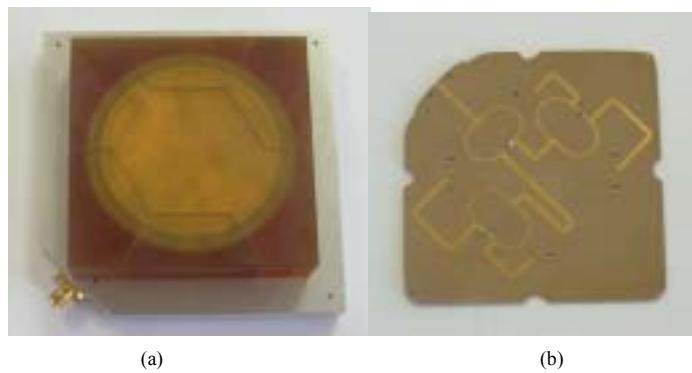


图2 (a)天线照片 (b) 馈电网络照片

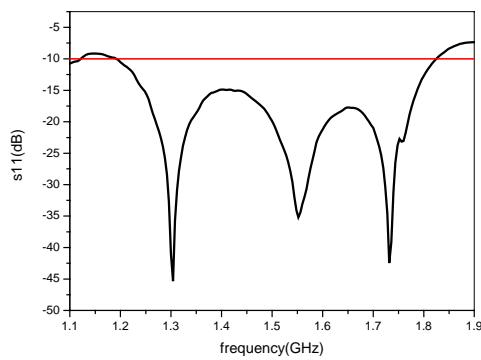


图 3 实测驻波比

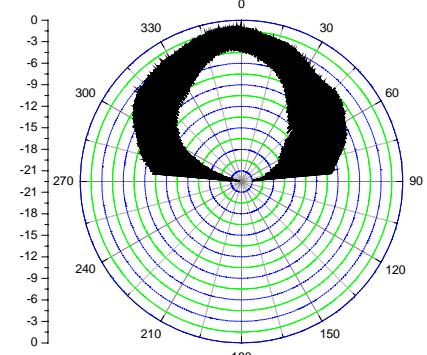


图 6 1.227GHz 主平面实测轴比方向图

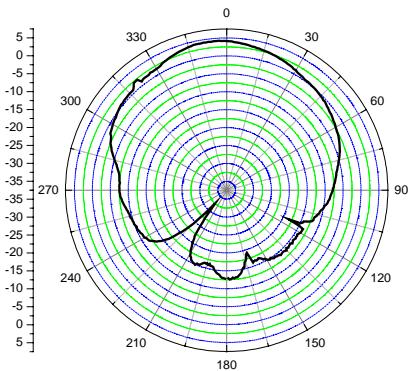


图 4 1.227GHz 主平面实测方向图

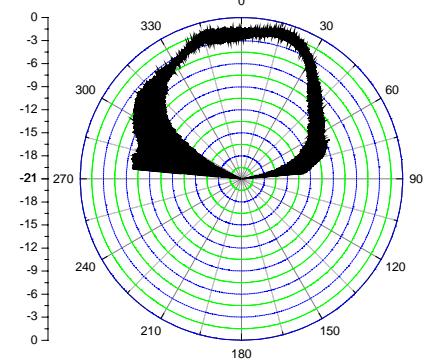


图 7 1.575GHz 主平面实测轴比方向图

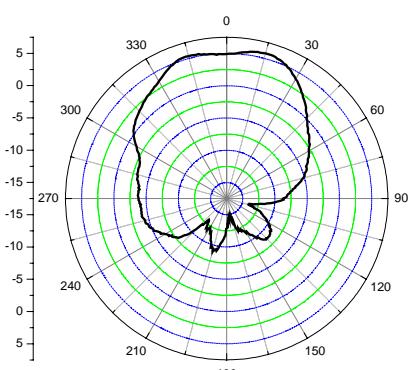


图 5 1.575GHz 主平面实测方向图

4 结论

本文提出了一种新颖的圆极化、宽频带、宽波束微带天线，天线实测阻抗带宽达到44.3%。由于采用了纯机械加工的实现方法，天线具有良好的机械特性，能够满足苛刻的振动和冲击试验要求；能够满足温度变化对天线电性能影响的要求，而传统采用印制工艺的微带天线在温度剧变的条件下覆铜金属会剥落，天线会被损毁。该天线采用能够满足航空或者航天要求的介质支撑材料，可以广泛应用与机载和星载等卫星导航终端等场合。

参考文献

- [1] Yijun Zhou, Chi-Chih Chen, and John L. Volakis, Dual Band Proximity-Fed Stacked Patch Antenna for Tri-Band GPS Applications. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* , 2007,55(1): 220-223.
- [2] Leisten,O.,Vardaxoglou,J.C.McEvoy,P.Seager,R.,Wingfield, A.,Miniaturised dielectrically-loaded quadrifilar antenna for global positioning system, *Electronics Letters*, 2001,37(22):1321-1322.

作者简介：董涛，男，博士，高级工程师，主要研究领域为天线理论与技术、无线通信系统等。算机图形学等

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>