

Design of A Circularly Polarized Antenna for BD and GPS Applications

Author1 Name¹, Author2 Name²

1. Dept. name of organization, name of organization, acronyms acceptable, City, Country

2. Dept. name of organization, name of organization, acronyms acceptable, City, Country

1. e-mail address, 2. e-mail address

Abstract: A design of circularly polarized antenna for BD (Beidou) and GPS (Global Position System) applications is presented in the paper, The antenna adopts the method of feeding on center, opens slot in the center of the antenna patch to realize miniaturization, loads two slot microstrip line and adjusts the length of the microstrip line to realize the circular polarization, Then study the effect of slot shape of antenna patch on the antenna gain. The simulation results show that antenna standing wave ratio is less than 1.5, when axial ratio is less than 3dB, the bandwidth covers both working frequency of GPS and beidou B1. The antenna has compact structure, good Impedance matching characteristics, stable CP performance, easy to tune and has a promising application prospect.

Keywords: GPS Antenna; Miniaturization; Circularly Polarization; Microstrip antenna

一种圆极化北斗/GPS天线的设计

第一作者¹, 第二作者²

1. 单位, 城市, 国家, 邮编

2. 单位, 城市, 国家, 邮编

1. E-mail address, 2. E-mail address

【摘要】本文设计了一种应用于北斗/GPS导航终端的圆极化微带天线。天线采用中心同轴馈电, 在天线贴片中心开槽实现天线的小型化, 在槽内加载两条微带线和调节微带线长度实现天线的圆极化, 并研究了天线辐射贴片开槽的形状对天线增益的影响。仿真结果表明: 该天线驻波比小于1.5、轴比小于3dB的带宽覆盖了GPS和北斗B1工作频段; 在设计频带内, 天线结构紧凑, 阻抗匹配特性良好, 圆极化特性稳定且易于调谐, 具有良好的应用前景。

【关键词】GPS天线; 小型化; 圆极化; 微带天线

1 引言

随着全球定位系统(GPS)在中国各行业应用的快速发展, 人们对GPS天线的要求越来越高, 不仅要满足右旋圆极化特性, 对其集成度也进一步增高。微带天线以其低轮廓、可共形、易集成等优点在近年来天线开发应用中独占鳌头, 而高性能圆极化微带天线在当前的应用愈加广泛^[1]。圆极化天线可接收任意极化的来波, 且其辐射波也可由任意极化天线收到, 故电子侦察、干扰、通信和雷达等普遍采用圆极化天线^[2]。

任一圆极化波均可分解为两个在空间、时间上均正交等幅线极化波, 由此得到实现圆极化天线的基本原理: 天线激励产生两个空间正交的线极化波, 并使二者振幅相等(即简并模), 相位差90°, 尽管圆极化天线形式各异, 但产生机理是一样的。常见的实现圆极化方法大致分为三类, 分别是(1)切角;

(2)表面开槽; (3)表面开槽; (4)带有调谐枝节; (5)正交双馈, 曲线微带型, 行波阵圆极化节^[3-4]。

单馈电切角圆极化微带天线是GPS天线设计中最常见的结构。文献[5]对于该结构给出了详细的分析和讨论。为了减小天线的尺寸, 文献[6]通过在贴片中心开槽, 增大微带环表面电流路径的有效长度, 以降低天线的谐振频率, 从而实现小型化。一般而言, 单馈电圆极化微带天线轴比带宽较窄, 严格限制了天线的几何尺寸。为了减少微带天线制造公差对频率漂移的影响, 文献[7]提出了在辐射贴片四周加载两对缝隙的方法, 既能增大天线的圆极化带宽, 还能减小天线的尺寸。为了提高天线的增益和辐射效率, 加载的缝隙也可以开在接地板上^[8]。

本文设计了一种可应用于北斗B1/GPS频段的圆极化微带天线。采用正方形贴片作为辐射单元, 通过

在微带天线辐射贴片上开槽，并在槽内加载用于正交馈电的微带线来实现天线的性能指标，在此基础上，研究了槽的大小对天线增益的影响。

2 天线设计

2.1 天线结构

设计的天线结构如图1所示，天线印制在厚度为 h 、介电常数为2.2的Rogers RT/duroid 5880 (tm)介质基片上，基片尺寸为 $G \times G$ ；辐射贴片尺寸为 $L \times L$ ，通过在贴片中心开正方形槽 $c \times c$ 来缩减天线尺寸；天线馈电于贴片中心处，两个微带线分别连接正方形辐射单元，一微带线直接与辐射贴片相连，长为 $c/2$ ，宽度为 w ，另一微带线经过曲折延长后连接正方形辐射单元，两微带线连接位置与馈电中心的距离差近似 $\lambda_g/4$ （其中 λ_g 为介质基片中电磁波传播的波长）。

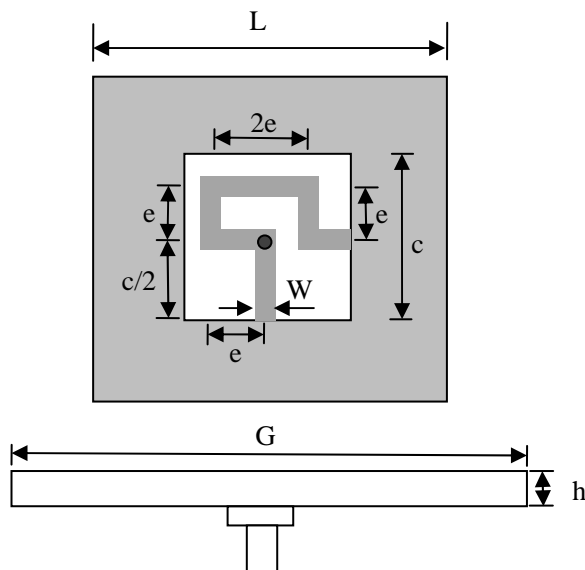


图 1.北斗/GPS 天线结构设计图

2.2 天线分析

根据微带天线的腔模理论，贴片尺寸通过下面公式(1)可初步设置，

$$l = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

其中 l 为正方形贴片的边长， f_r 为谐振频率点， ϵ_r 为基片介电常数， c 为自由空间中电磁波的传播速度。

利用电磁仿真软件建立微带天线电磁场仿真模型，分析本文提出微带天线各结构参数对天线性能的影响，实现对天线结构的优化设计。研究发现，中心凹槽的尺寸 c 、加载微带线宽度 w 、微带线长度都对匹

配特性有较大影响。通过调节加载微带连接线的长，使之相差约 $\lambda_g/4$ ，激励出两个幅度相等且相位相差 90° 的正交线极化波，实现圆极化特性。

经过反复仿真优化，最终选择正方形辐射贴片的大小为 $L=50\text{mm}$ ，较传统理论设计贴片面积减小了35%；其它天线结构优化参数分别为： $G=70\text{mm}$ ， $h=0.8\text{mm}$ ， $L=50\text{mm}$ ， $c=11.3\text{mm}$ ， $e=7\text{mm}$ 。

图2为天线 S_{11} 的电磁仿真曲线，结果表明天线 $S_{11}-10\text{dB}$ 带宽为 $1.502\text{GHz}-1.615\text{GHz}$ ，覆盖了北斗B1、GPS B1工作频段，其中北斗B1和GPS L1频率处的 S_{11} 分别为 -24dB 和 -21dB 。图3为 1.575GHz 频率附近最大辐射方向的轴比特性，带内轴比均小于 3.0dB ，很好满足了右旋圆极化特性，天线带宽较小，在B1频段轴比约为 3.4dB ，可应用于圆极化要求较低的场合。图4给出了该天线最大辐射方向上的增益曲线，增益达 4.2dB ，可见该天线有效频段具有一定的增益，满足大多数导航终端应用的要求。

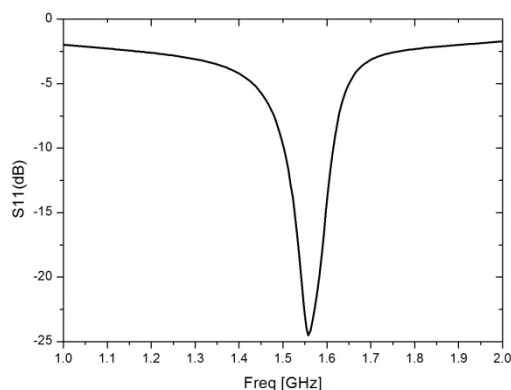


图 2.北斗/GPS天线的谐振特性

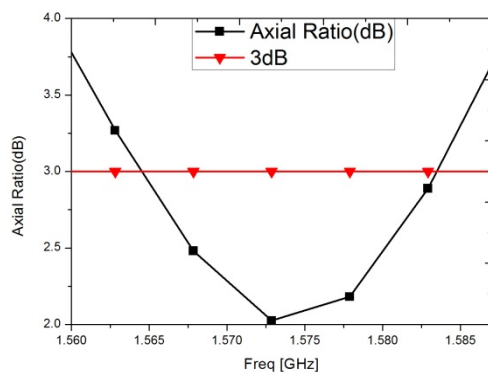


图 3.北斗/GPS天线的轴比特性

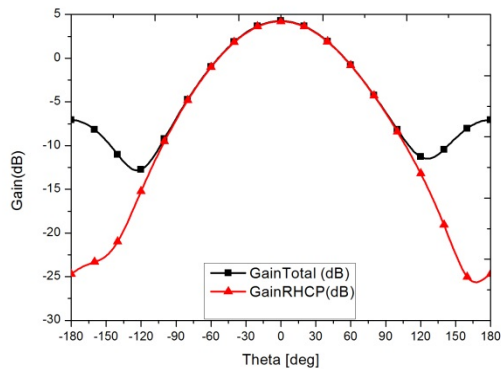


图 4.北斗/GPS天线的增益曲线

2.3 参数分析

经过优化设计获得了天线谐振频率后，利用同轴中心馈电，在中心开槽和加载微带线能实现阻抗匹配和右旋圆极化特性。开槽和加载的微带线对天线的轴比影响具有一定的规律性。改变两段微带线间的长度差，天线的轴比曲线会同时变化，如图5所示。因此在设计中心处的微带线时，兼顾中心开槽的边长，且要大致估算 90° 相位差相对应的尺寸差，有针对性的调整微带线的长度，调整后得到良好的匹配曲线和轴比特性。

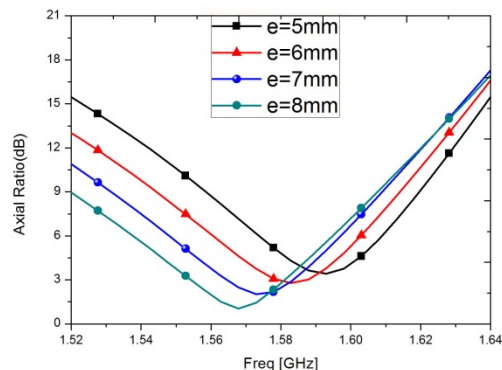


图 5. 轴比随参数e的变化曲线

图5给出了天线的法向轴比随参数e变化的仿真结果。仿真结果表明，当 $e=5\text{mm}$ 时，馈电点通过微带线到辐射单元的长度差较大，轴比特性较差，随着e值不断增加，两者间的差异逐渐缩小，当近似 $\lambda_g/4$ 时候，呈现良好的轴比特性。

3 开槽形状对天线增益的影响

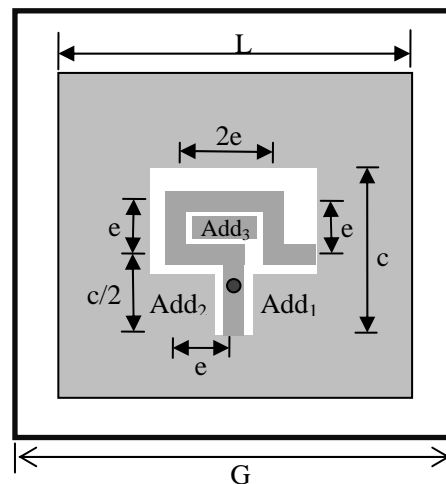


图 6.改进后北斗/GPS天线结构

根据前面对北斗/GPS 天线的研究设计经验，从中可发现，中心开槽的尺寸不能太大，否则会明显减小贴片天线的有效辐射面积，使天线的辐射效率变差，增益下降。为了更好的解决由辐射面积引起的增益问题，改变槽的大小和形状，以有效辐射面积为出发点，在中心开槽处填补空余区，如图6所示 Add1，Add2，Add3 均为填补区域。

图7给出了改进后天线与原天线轴向增益的仿真结果。仿真结果表明，改进后的天线有效辐射面积变大，天线的辐射效率得到改善，增益Gain2比原天线增益Gain1提高了0.4dB左右，在其他参数近似的情况下，改进后的天线整体性能更优。

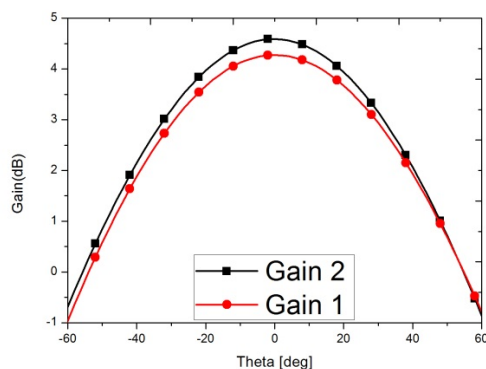


图 7.改进结构与原结构轴向增益图

4 结论

本文设计了一种圆极化北斗/GPS天线结构。该天线采用了中心开槽同轴馈电加载微带线技术，通过等幅相位差 90° 的微带线实现轴比特性和良好的阻抗匹配。采用了贴片表面开槽曲流技术实现了结构小型化，天线的带宽覆盖了GPS和北斗B1工作频段，频段内天

线的VSWR小于1.5, 轴比小于3 dB, 增益达到4.2 dB, 为了提高天线增益, 在天线中心开槽处填补空余区, 增加有效辐射面积, 改进后的天线轴向增益提高了0.4dB左右, 该天线结构简单, 易于加工, 天线性能良好, 具有一定的应用前景。

参考文献

- [1] Fu Shiqiang, Wang Qiang, Li Juan. Design of a new and easy tuning compact GPS microstrip antenna[J]. Application of Electronic Technique, 2012, 38(11).
傅世强, 王强, 李娟. 一种易调谐的小型GPS微带天线设计[J]. 电子技术应用, 2012, 38(11)
- [2] Wu Jianguo, Zhou Xiaoming. Design of high-gain dual-frequency antenna for GPS and WLAN applications[J]. Application of Electronic Technique, 2012, (7).
吴家国, 周晓明. 一种应用于GPS和WLAN的高增益双频天线的设计[J]. 电子技术应用, 2012, (7)
- [3] N. Nasimuddin, X. Qing, and Z. N. Chen. Symmetric-aperture antenna for broadband circular polarization[J]. IEEE Trans. Antennas Propag. 2011, 59(10):3932–3936.
- [4] H. Nakano, R. Satake, and J. Yamauchi. Extremely low-profile, single-arm, wideband spiral antenna radiating a circularly polarized wave[J]. IEEE Trans. Antennas Propag. 2010, 58(5):1511–1520.
- [5] Han Qingwen, Deng Song, Wang Tao. Design and Realization of Single Back-feed Circular Polarization Micro-strip Antenna[J]. JOURNAL OF CHONGQING UNIVERSITY, 2008, 31(1).
韩庆文, 邓松, 王韬. 单点背馈圆极化微带天线的设计与实现[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2008, 31(1)
- [6] Yan Shaomin, Xu Jiadong, Wei Gao. A Miniaturized Triband Printed Monopole Antenna for WLAN/WiMAX Application[J]. Journal of Microwaves. 2012, 28(4).
严少敏, 许家栋, 韦高. 一种用于WLAN/WiMAX的小型三频带印刷单极天线[J]. 微波学报, 2012, 28(4)
- [7] Yang Hong, Chen Chuanjiang. Design of a Multi-Band h-shaped Slot Microstrip Antenna[J]. Piezoelectrics & Acoustooptics. 2012, 34(6).
杨虹, 陈川江. 一种h形缝隙多频微带天线设计[J]. 压电与声光, 2012, 34(6)
- [8] SIM C Y D, HAN T Y. GPS antenna with slotted ground plane[J]. Microwave and Optical Technology Letters. 2008, 50(31):818-821.

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),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>