

用于单兵手持式终端的平面化四天线系统设计

周文辉

(91404 部队 43 分队, 河北 秦皇岛 066000)

摘要: 以目前单兵手持终端的小型化、高集成度需求为应用牵引, 围绕基于单兵手持终端天线系统的平面化集成设计展开研究。针对目前单兵手持终端天线系统独立封装、集成度低的问题, 研制了包含收发自组网、卫星导航及卫星通信四个天线的平面化天线系统, 采用平面印刷单极子代替具有三维结构的收发自组网天线, 采用线极化的水平偶极子替代常用的三维圆极化螺旋天线。仿真和实测结果表明, 该平面化四天线系统可以实现自组网频段内的水平全向的覆盖, 在卫星导航及通信频段内可以覆盖上半空间, 可被用于单兵手持终端设备中以提高设备的集成度。

关键词: 手持式终端; 四天线系统; 平面化; 高集成度

中图分类号: TN82

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.200672

中文引用格式: 周文辉. 用于单兵手持式终端的平面化四天线系统设计[J]. 电子技术应用, 2021, 47(2): 89-91, 96.

英文引用格式: Zhou Wenhui. Design of planar four-antenna system for single soldier handheld terminal[J]. Application of Electronic Technique, 2021, 47(2): 89-91, 96.

Design of planar four-antenna system for single soldier handheld terminal

Zhou Wenhui

(Unit 43, No. 91404 Troops of PLA, Qinhuangdao 066000, China)

Abstract: The planar integration design of the antenna system for soldier terminals is presented in this paper based on the requirements of the miniaturization and high integration. A four-antenna system including receiving and transmitting Ad-Hoc network antennas, satellite navigation and communication antennas is proposed to solve the 3D packaging and low-integration problems. The conventional 3D Ad-Hoc network antennas and circular polarized helix antennas are replaced by planar printed monopoles and horizontal dipoles with linear polarization, respectively. Simulated and Measured results show that the planar four-antenna system realizes omnidirectional radiation in horizontal plane in Ad-Hoc network frequency band and upper space coverage in satellite navigation and communication band. This antenna system can be applied in soldier terminals to improve its integration.

Key words: handheld terminal; four-antenna system; planar; high integration

0 引言

为适应未来战争的需要, 越来越多的高新技术已经被应用于新型单兵作战系统当中。由于先进高科技装备的配备, 军队的单兵作战能力被大大提高。手持式终端同时具备定位、导航、通信以及信息共享等功能, 是众多武器装备中最为重要的设备之一, 在现代战场中发挥着至关重要的作用^[1-2]。手持式终端除了能够实现精准导航定位、即时通信等功能, 其尺寸和重量也是一个十分重要的指标。天线作为手持式终端设备中实现信息输入和输出的关键器件, 其小型化、轻量化及高集成度的实现可以进一步提高终端设备的便携性, 从而提高单兵作战的灵活性和高效性。

本文提出了一种用于手持式终端的平面化多天线系统, 将天线系统集成在设备的保护盖板中, 进一步提升手持式终端的集成度。

1 问题提出

军队使用手持式终端与工业类和消费类手持终端有所不同, 除了防水、防摔、防震、防尘等严格的技术标准和内部架构之外, 卫星导航、卫星定位以及自组网也是一般军用手持式平板终端中的基本功能要求^[3]。

宽带自组网技术具有很强的灵活性和抗毁性, 是建立完善的单兵通信系统的核心技术, 被各个国家广泛地应用于战略和战术综合通信之中^[4]。传统设计中, 自组网天线一般采用水平全向辐射的单极子来实现, 并通过外加套筒来增加天线的带宽^[5], 然而这种天线的长度远远大于设备的边长, 不利于设备的进一步小型化。而卫星导航和通信天线一般采用螺旋天线实现上半空间的圆极化覆盖^[6], 虽然导航和通信频段较高, 天线尺寸大大小于自组网天线, 但是螺旋天线的带宽一般较窄, 难以被拓宽, 而且都是三维结构且独立封装, 不利于设备

集成度的提高。

2 平面化四天线系统设计

考虑到上述提到的收发自组网、卫星导航及卫星通信天线集成度问题,主要设计了一套平面化四天线系统,图1给出了所提出的平面化四天线系统的结构示意图。

该四天线系统中采用的介质基板为相对介电常数为4.4的FR4基板,尺寸为220 mm×135 mm×0.8 mm。为保证两天线之间的隔离度尽量低,收发自组网天线由位于基板正面两侧边缘的弯折的印刷单极子实现,通过两根金属线连接到金属转轴上,转轴通过一侧的金属线连接到转接腔的内部导电区域。单极子的馈电部分包括一个串联的8.2 nH电感以及一个并联2.2 pF的电容,可以用来进一步提升自组网天线的端口阻抗匹配。

由文献[7]可知,线极化天线可以被用于郊区作业手持终端设备中更好地实现卫星导航和通信的功能,因此,本设计中采用位于基板垂直对称线上的水平极化印刷偶极子实现卫星天线。其中,卫星通信天线位于卫星导航天线的上方,两个引向器在调节偶极子阻抗匹配的同时有助于增强其上半空间的辐射。导航天线由一个加激励的蝶形偶极子和两个寄生金属条组成,寄生金属条也可以起到阻抗匹配和方向图调节的作用。而偶极子本身也可以作为卫星通信天线的反射器起到反射作用。

考虑实际使用情况,仿真模型中加入了介电常数为2.9的天线罩。由于主板地板的尺寸与自组网天线工作频段的波长可以比拟,会影响单极子的阻抗匹配,因此,实际仿真中需加入主板地板进行整体优化。

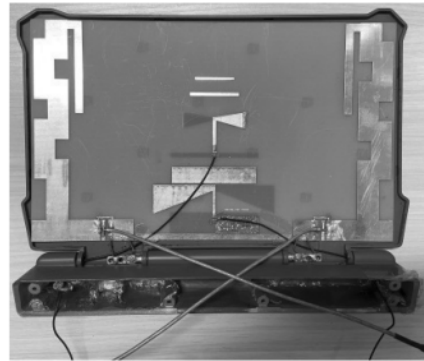


图2 平面化四天线系统的加工实物图

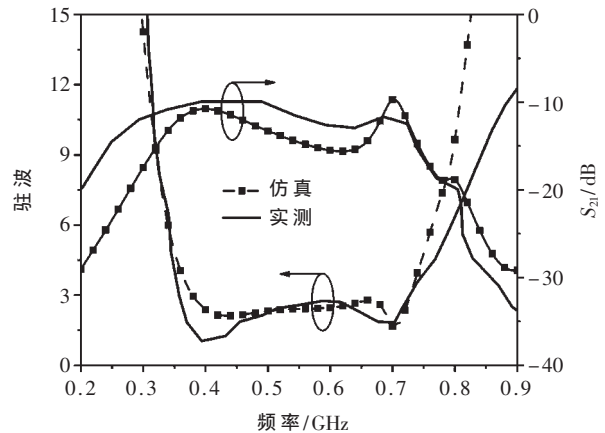


图3 左侧自组网天线的驻波仿真及测试结果对比图

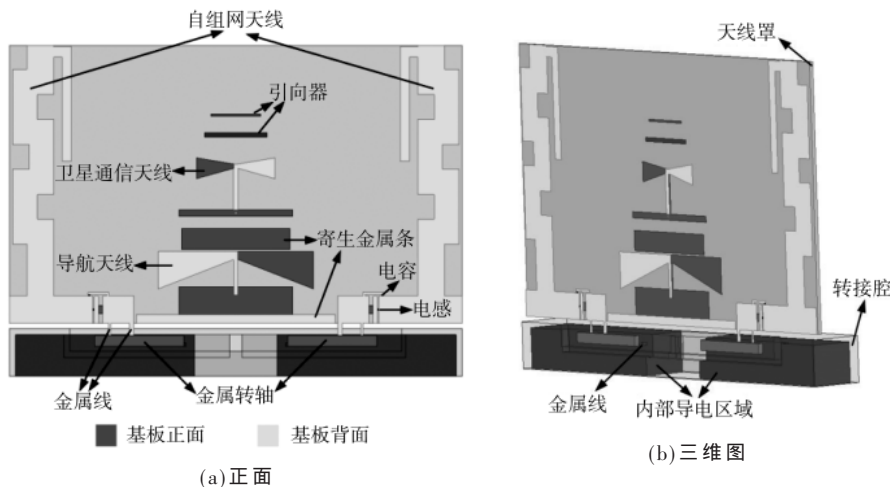


图1 平面化四天线系统仿真结构示意图

3 仿真和实测结果

对以上提出的平面四天线系统进行了加工及测试,图2给出了天线的实物照片。

图3和图4给出了各天线的驻波测试与仿真结果的对比,对比结果显示,两者较为吻合。

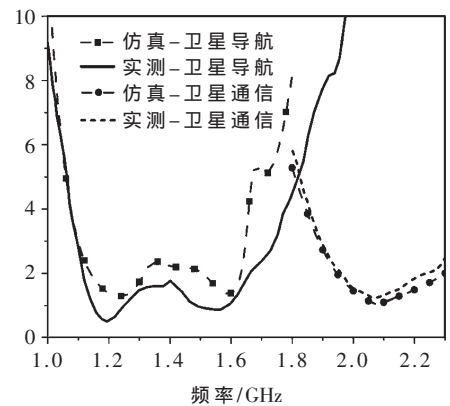


图4 卫星导航和通信天线的驻波仿真与测试对比图

测试结果表明,自组网天线可以覆盖360~725 MHz,带内隔离度为10 dB以上。卫星导航天线可以覆盖1.11~1.65 GHz,可以覆盖四大导航系统的大部分工作频段。卫星通信天线的工作频段为1.95~2.25 GHz,可以覆盖S波段卫星通信的上下行频段。

天线的远场测试结果显示,自组网天线方向图略有倾斜,但水平方向的平均增益在大部分带内大于0 dB(见表1)。卫星导航和通信天线均为上半空间辐射,如图5所示。

表 1 自组网天线水平方向平均增益的仿真和实测结果

频率/MHz	水平方向平均增益/dB	
	仿真	实测
400	0.64	0.49
500	1.3	1.2
600	1.5	1.3
700	-0.9	-1

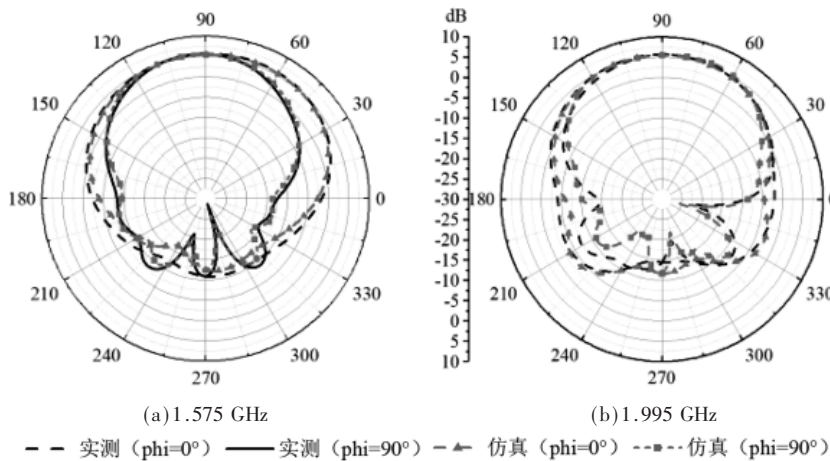


图 5 卫星导航及通信频段代表频点方向图

4 结论

传统手持式终端设备的天线设计中,自组网、卫星

导航及卫星通信天线大部分是呈柱状且独立封装,一定程度上限制了设备的集成度的提高及重量的减轻。本文提出将天线平面化设计并将其集成到设备的保护盖板中,实验结果表明,该平面化四天线系统可以完全覆盖自组网、卫星导航及通信频段,并在对应频段实现需要的辐射性能。未来需要进一步解决的是自组网收发天线之间隔离度的提高。

参考文献

- [1] 郭泓宇.单兵作战手持终端设备的设计[D].哈尔滨:哈尔滨理工大学,2010.
- [2] 刘晓鹏.基于数据装定的单兵手持终端系统设计[D].南京:南京理工大学,2018.
- [3] 巴新锋.基于 BDS 的士兵状态监视与指挥控制系统设计[D].成都:西华大学,2013.
- [4] 周晓东.无线 Ad Hoc 网络关键技术的研究[D].西安:西安电子科技大学,2006.
- [5] 王忍,俞钰峰,冯建杰.一种宽带高增益双套筒单极子天线[J].通信对抗,2013,32(4):43-46.
- [6] BYUN G, CHOO H, KIM S. Design of a dual-band quadrifilar helix antenna using stepped-width arms[J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2015, 63(4): 1858-1862.

(下转第 96 页)

(上接第 80 页)

- [2] 王丛.自动图像白平衡技术的研究[D].北京:北京工业大学,2012.
- [3] 李晓川,黄成强,祝永新,等.基于暗通道先验和灰度世界的自动白平衡算法改进[J].工业控制计算机,2018,31(11):90-92.
- [4] 董国伟,侯作勋,王震,等.CMOS 图像传感器自动白平衡算法及其 FPGA 实现[J].航天返回与遥感,2016,37(3):82-90.
- [5] NAZMA N, SEAL A, KHANNA P, et al. A FPGA based implementation of Sobel edge detection[J]. Microprocessors Microsystems, 2018, 56: 84-91.
- [6] 魏超,贺光辉.基于直方图的白平衡算法的研究[J].微电子学与计算机,2018,35(6):75-78.
- [7] 陈光化,张犁.夜间图像的白平衡算法研究与实现[J].微电子学与计算机,2018,35(3):33-36,41.
- [8] BARRON J T. Convolutional color constancy[C]. Proceedings of 2015 IEEE International Conference on Computer Vision, 2015: 379-387.
- [9] HE K, SUN J, TANG X. Single image haze removal using dark channel prior[C]. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2009. IEEE, 2009: 1956-1963.

- [10] 王飞,王伟.一种暗通道优先的快速自动白平衡算法[J].光电工程,2018,45(1):76-82.
- [11] 戴爱霞.用于图像处理的自动白平衡算法的研究及实现[D].苏州:苏州大学,2019.
- [12] WEST G, BRILL M H. Necessary and sufficient conditions for Von Kries chromatic adaptation to give color constancy[J]. Journal of Mathematical Biology, 1982, 15(2): 249-258.
- [13] 叶惠娇,冉全,成果.FPGA 图像边缘检测系统的设计与实现[J].计算机应用与软件,2018,35(12):237-240.
- [14] Wang Jianhua, Liu Chanlao, Chen Dachuan, et, al. Design of real-time video processing system based on DSP+ FPGA[J]. Foreign Electron. Meas. Technol, 2007, 26(9): 42-44.
- [15] BARRON J T. Convolutional color constancy[C]. Proceedings of 2015 IEEE International Conference on Computer Vision, 2015: 379-387.

(收稿日期:2020-08-07)

作者简介:

王超(1995-),男,硕士,主要研究方向:FPGA 图像处理。
甄国涌(1971-),男,博士,教授,主要研究方向:测试集成技术与应用软件。
单彦虎(1985-),男,博士,讲师,主要研究方向:微系统及集成技术、动态测试。

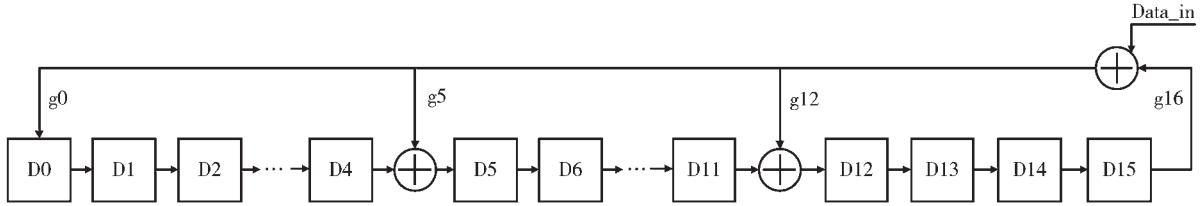


图 10 CRC 电路结构图

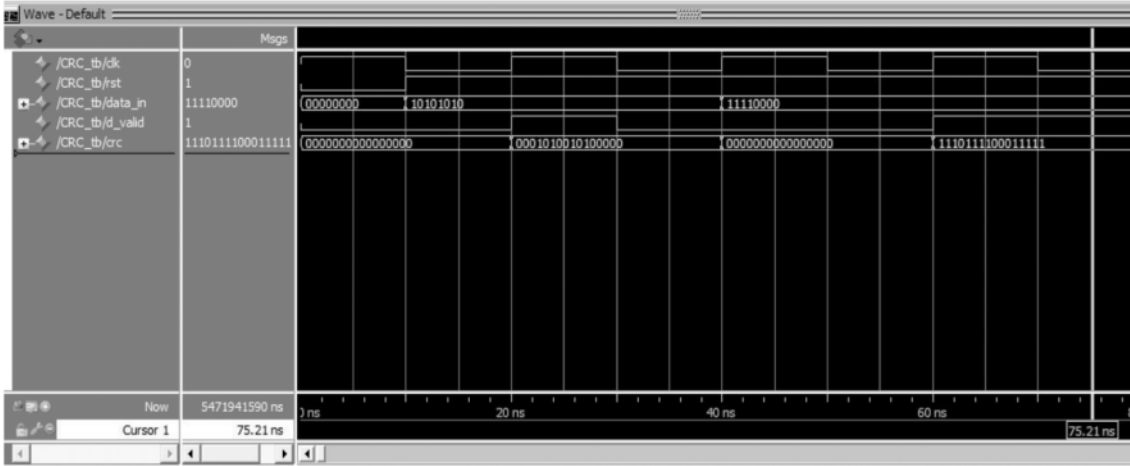


图 11 CRC 码生成器仿真图

的可靠性。

实际应用中与仿真必定会有偏差,在后续实用化中还需要对其进行完善与改进。

参考文献

[1] 王明军,王大伟,崔博.风电机组齿轮箱损坏及防护措施[J].风能产业,2014(4):26-29.

[2] 何攀,李晓毅,侯倩,等.基于 FPGA 的 PPM 调制解调系统设计[J].现代电子技术,2010,33(9):52-54.

[3] 陈铁.基于 FPGA 无线光通信 PPM 调制解调的设计[J].信息技术,2015(2):151-154.

[4] 方俊,吕杨.基于纠错码的红外数据传输[J].云南大学学报(自然科学版),2009(S1):88-90.

[5] 朱乐君,张江鑫.基于 FPGA 的无线光通信 PPM 调制系统的设计[J].光通信技术,2006(12):59-61.

[6] 李一兵,雷洪玉,殷潜.基于 CPLD 的 PPM 调制与解调系统设计[J].信息技术,2004(1):71-72.

[7] 蒋冠宇,蒋泰,邓家明.一种超高频 RFID 读写器的设计与实现[J].大众科技,2015(2):6-9.

[8] 隆志远,陈仁文,朱莉娅.一种基于 FPGA 的旋转机械非接触双向红外信号传输系统的实现[J].传感技术学报,2011,24(4):559-563.

[9] 丁德强,柯熙政.大气激光通信 PPM 调制解调系统设计与仿真研究[J].光通信技术,2005(1):50-52.

[10] 仵宗钦,刘鹏.基于 FPGA 的高速脉冲位置调制激光通信系统设计[J].激光杂志,2015(8):124-127.

(收稿日期:2020-10-09)

作者简介:

侯欢(1994-),女,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式技术、无线数据测试及传输、风电机齿轮箱应力测试。

施洪生(1975-),男,博士,副教授,主要研究方向:油液磨粒在线测试技术开发、风机齿轮箱应力测试与寿命评估等。

(上接第 91 页)

[7] REHMAN M U, CHEN X, PARINI C G, et al. Evaluation of a statistical model for the characterization of multipath affecting mobile terminal GPS antennas in sub-urban areas[J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2011, 60

(2): 1084-1094.

(收稿日期:2020-07-07)

作者简介:

周文辉(1982-),男,硕士,工程师,主要研究方向:电子对抗试验。

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所