

天馈伺系统

一种新型三线式宽频带短波基站天线*

屠 振,白贵芳,张广求,邢 锋

(解放军信息工程大学信息工程学院, 郑州 450002)

【摘要】 提出了一种新型三线式宽频带短波基站天线的详细设计过程,对天线进行了仿真分析和实际测试,该天线在 2 MHz~30 MHz 频带范围内满足电压驻波比小于 2.0,相对增益可达 3 dBi~5 dBi,比普通宽带短波基站天线工作频带宽、辐射效率高。而且适应于不同用途,三线式短波基站天线具有平拉和倒 V 两种架设方式。

【关键词】 三线天线; 平衡-不平衡阻抗变换器; 电压驻波比

中图分类号: TN822 文献标识码: A

A New Kind Three-line Wide Band HF Base-station Antenna

TU Zhen, BAI Gui-fang, ZHANG Guang-qiu, XING Feng

(Information Engineering College of Information Engineering University, PLA, Zhengzhou 450002, China)

【Abstract】 The design process of a new kind three-line wide band HF base-station antenna is proposed. And the antenna is simulated and practically measured. Its VSWR of the 2 MHz~30 MHz frequency band is below 2.0, and its relative gain can arrive at 3 dBi~5 dBi. So its bandwidth is wider than the traditional wide band HF station antenna, and its radiation efficiency is also higher than it. To be fit for difference usages, this antenna has two setting-up methods: horizontal and inverted V.

【Key words】 three-line antenna; balanced-unbalanced impedance transformer; VSWR

0 引言

天线是影响短波通信效果的主要因素之一,好天线可以使电台的有效辐射功率成倍甚至几倍增加。根据通信距离、方向(定向或全向)、承受功率的不同,短波天线品种有多种选择,大多数人通常使用宽带双极天线,如宽带偶极子天线、笼形天线。普通宽带双极天线具有结构简单、造价便宜、架设方便、不用天调、不接地线、频率范围宽等优点,但存在辐射效率低、通信效果差、质量粗糙、架设状态不稳等问题。

三线式天线采用独特的三线偶极结构,损耗小,辐射效率高,全频带内保持低驻波比,克服了普通宽带双极天线重心偏斜、随风摇摆、易损坏的缺点,保证通信效果的稳定,适应于不同用途。三线式短波基站天线具有平拉和倒 V 两种架设方式。实践证明:原来配用宽带双极天线的台站,换用三线天线后信号等级显著提升。

1 天线结构

图 1 给出了水平架设三线式短波基站天线平面结构示意图。天线结构类似于折合振子,两臂分别由两

条平行振子组成,在 $l/2$ 处折合成一根振子,折回后在中心处加载 R 。振子总长度 $l=30$ m,宽度 $w=1.5$ m,边缘宽度 $l_1=1.5$ m,中心架高 15 m。

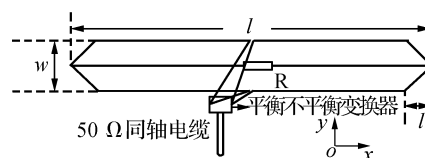


图 1 水平架设三线式短波基站天线结构示意图

通常双极天线采用平衡馈电,接收设备采用 50 同轴电缆,因此使用平衡-不平衡变换器馈电,变换器比值确定方法借鉴常用半波折合振子输入阻抗确定方法^[1],经分析为 1/6。为了兼顾低频段驻波特性,在三线天线折合振子末端加载电阻 R ,通过仿真分析 $R=300 \Omega$ 可在整个频带内获得较好的驻波特性^[2]。

图 2 给出了呈倒 V 架设的三线式短波基站天线结构示意图。天线呈倒 V 形架设,振子中央部位悬挂于支撑杆顶端,两边斜向拉直,振子对地夹角约 55° 。中心架高 15 m,两侧间距 18 m,两侧架高 2 m。天线的平衡馈电方式及中间折合振子加载电阻 R 同水平架设时一致。

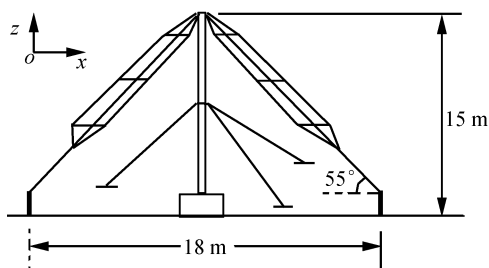


图 2 倒 V 架设三线式短波基站天线结构示意图

2 天线性能分析

2.1 1:6 平衡-不平衡阻抗变换器

图 3 给出了 1:6 平衡-不平衡阻抗变换器等效电路示意图。图中虚线部分为双绞线环绕铁氧体磁芯构造的 1:4 阻抗变换器, 5-6 段为获得 1:6 比值而紧绕在 1:4 变换器双绞线上的短三线, 长度 $l_3 = l \times \left(\sqrt{R_L/R_s} - 2 \right)$, l 为加第 3 根导线前双线传输线的长度, R_L 为负载阻抗, R_s 为信号源内阻。

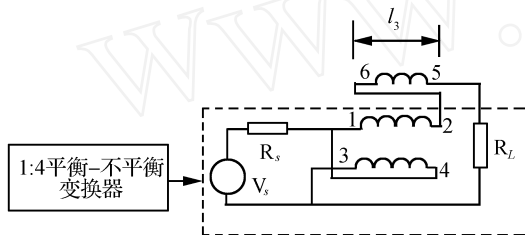


图 3 1:6 平衡-不平衡阻抗变换器等效电路

图 4 给出了该变换器接上 300 Ω 电阻后输入端 VSWR 的实测曲线图。从图中可以看出, 该变换器在整个 2 MHz~30 MHz 频带范围内电压驻波比小于 1.4, 达到了比较好的驻波效果。

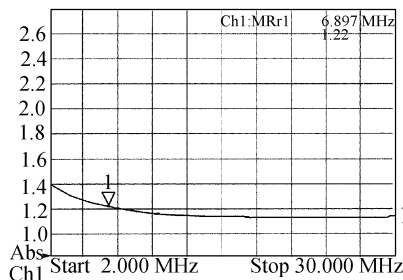


图 4 1:6 平衡-不平衡阻抗变换器 VSWR 实测曲线图

2.2 三线天线驻波特性分析

利用 CST Microwave Studio 软件对三线式短波基站天线进行了仿真分析, 并对图 1 所示水平架设的三线天线进行了实际制作、架设和测试。图 5 给出了该天线的 VSWR 仿真结果和实测结果的比较图。通过比较发现, 三线式短波基站天线 VSWR 的仿真结果与

实测结果显示了很好的一致性, 在整个工作频带内 VSWR 小于 2.0。在低频段 VSWR 的实测结果要稍大, 这主要是由于在低频段阻抗变换器的 VSWR 稍大的缘故。

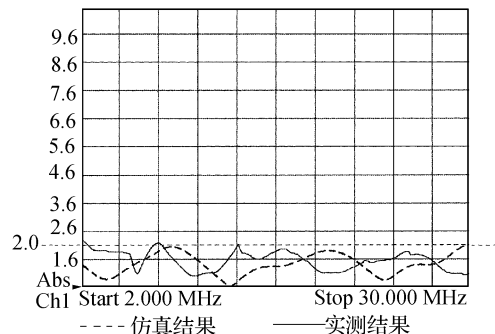


图 5 三线天线 VSWR 仿真结果与实测结果

2.3 三线天线辐射特性分析

短波天线方向图实际测试很困难, 因此利用 CST Microwave Studio 对天线方向图进行了仿真分析。图 6a、图 7 分别给出了在 10 MHz 下水平架设与倒 V 架设的三线式短波基站天线方向图。

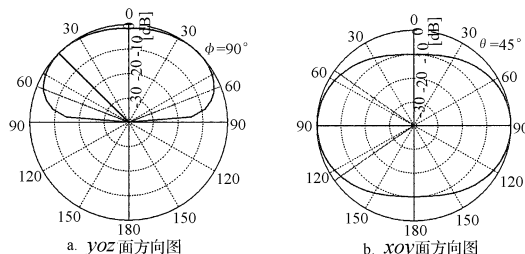


图 6 水平架设三线短波基站天线方向图

图 6a 为水平架设天线的 yo 面方向图, 天线在 45° 俯仰方向获得最大辐射; 图 6b 为 $\theta=45^\circ$ 的 xoy 面方向图, 天线宽边辐射明显强于窄边辐射。因此水平架设三线短波基站天线主要用于点对点定向通信, 或点对扇面的通信。

图 7a、图 7b 分别为倒 V 架设天线的 yo 面方向图和 $\theta=30^\circ$ 的 xoy 面方向图。图中三线天线在倒 V 架设情况下, 天线在较低频段将产生高仰角辐射方向图, 并且呈 360° 全向辐射, 适合于近距离 (覆盖盲区) 通信, 中远距离通信效果比较好。在高频段其垂直面内方向图有副瓣产生, 但水平面内仍保持 360° 全向辐射, 因此倒 V 架设的三线天线可以作为通信网的中心基站天线。

通过仿真分析, 三线天线在整个短波频带范围内能够保持 3 dB~5 dB 增益, 略高于普通的宽带双极天线。

(下转第 84 页)

机械耦合等方面的问题,因此,在系统设计时,必须要对以上问题兼顾分析,优化系统性能。

4 结束语

(1)选用非大气窗口毫米波雷达既能降低敌方的拦截概率,也减少了友方战场部署的多元通道干扰,具有十分重要的意义。

(2)微波毫米波单片集成电路技术的最新发展,使固态收发模块在探测系统中的应用达到了实用阶段,从而可以大大提高固态收发模块的技术性能,使成品的一致性良好,尺寸小,重量轻。

(3)利用 MMIC 技术设计的非大气窗口微小型探测系统,顺应了探测系统小型化的发展趋势,具有体积小、重量轻、费用低以及保密性和抗干扰性强的特点,在保密通信和近程探测中具有重要的实用价值。

参 考 文 献

- [1] 朱 丽, 姜国伟, 李兴国, 等. 55 GHz 毫米波传播特性及应用 [C]// 全国微波毫米波会议, 成都: 中国电子学会, 2001.
- [2] Ihara T, Fujimura K. Research and development trends of millimeter-wave short range application systems[J]. IECE Trans Commun, 1996, 16(12): 1741 - 1753.
- [3] Camiade M, Domnesque D, Alleaume P F. Fully MMIC

millimeter-wave front-end for a 76.5 GHz adaptive cruise control car radar[J]. IEEE MTT-S digest, 1999, 7(6): 1489 - 1492.

- [4] William H. Haydl M N, Ludger V, et al. Single-chip coplanar 94 GHz FMCW radar sensors[J]. IEEE microwave and guided wave letters, 1999, 9(2): 73 - 75.
- [5] 李兴国. 毫米波近感技术及其应用 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1991.
- [6] Welthof A, Siveris H J, Tischer H, et al. A 38/76 GHz automotive radar chip set fabricated by a low cost PHEMT technology [J]. IEEE MTT-S Int microwave symp dig, 2002, 19(2): 1855.
- [7] Belinda P, Kenjiro N. A compact and low-phase noise Ka-band PHEMT-based VCO [J]. IEEE Transactions on microwave theory and techniques, 2003, 51(3): 778.
- [8] 程知群, 车延锋, 孙晓玮. Ka 波段 PHEMT MMIC VCO 设计 [J]. 稀有金属, 2004, 28(3): 473 - 475.
- [9] Kunihiko S, Junshi U, Kazuoki M, et al. InP MMICs For V-band FMCW radar [J]. IEEE MTT-S digest, 1997, 9(2): 937 - 940.

张俊峰 男, 1979年生, 博士生。研究方向为毫米波近感技术及微小型探测系统。

(上接第 80 页)

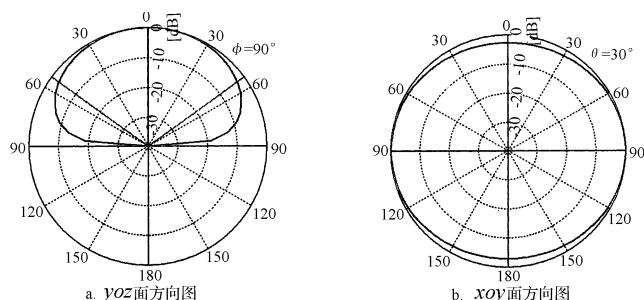


图 7 倒 V 架设三线短波基站天线方向图

3 结束语

本文提出了一种新型三线式宽频带短波基站天线的设计过程,详细给出了天线呈水平架设和倒 V 架设的设计参数。对天线的电压驻波比进行了仿真分析和实际测试,显示了很好的一致性。利用 CST Microwave Studio 对天线两种架设方式的方向图进行了仿真分

析: 平拉架设三线天线主要向宽边方向辐射,用于点对点定向通信,或点对扇面的通信;倒 V 架设三线天线产生 360 全向辐射,在较低频段能够产生高仰角辐射,同时兼顾近、中、远各种距离全向通信,因此能够胜任通信网的中心站天线。

作为一种短波基站天线,三线天线相比于传统的宽带双极天线显示了独特的优势,值得短波通信工作者借鉴。

参 考 文 献

- [1] 林昌禄. 天线工程手册 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [2] 蔡英仪. 短波天线工程建设与维护 [M]. 北京: 解放军出版社, 2003.

屠 振 男, 1979年生, 解放军信息工程大学信息工程学院通信工程系助教。研究方向为天线新技术。