

阵元夹角对短波双层对数周期天线阵的影响

刘凯^①, 柳超^①, 张志刚^①, 曾言^②

(^①海军工程大学 电子工程学院, 湖北 武汉 430033;

^②中国人民解放军 92146 部队 70 分队, 广东 湛江 524000)

【摘要】采用矩量法分析了短波双层对数周期天线扇形阵的辐射特性, 研究了二元扇形阵辐射方向图与阵列单元之间夹角的关系, 计算了不同阵元个数的双层对数周期天线扇形阵的增益。研究表明, 当阵元夹角为单元对数周期天线的结构张角时, 二元扇形阵的辐射特性最好, 且二元扇形阵的增益高于三元和四元扇形阵的增益。

【关键词】双层对数周期天线; 阵元夹角; 方向图; 矩量法

【中图分类号】TN820.1+5

【文献标识码】A

【文章编号】1002-0802(2009)03-0022-03

Influence of Angle Between Elements on An Array Consisting of HF 2-level LPDAs

LIU Kai^①, LIU Chao^①, ZHANG Zhi-gang^①, Zeng Yan^②

(^①College of Electronic Engineering, Naval Univ. of Engineering, Wuhan Hebei 430033, China;

^②70th Division, PLA Unit 92146, Zhanjiang Guangdong 524000, China)

【Abstract】The radiation characteristic of fan-shaped array of HF 2-level LPDA are calculated by using the method of moment. The relation between the radiation pattern of the 2-element array and the angle between elements is analyzed. The gain of different arrays with various element number are calculated. The results indicate that radiation characteristic of the array is very good when the angle between elements equals to the LPDA apex angle. The gain of 2-element array is higher than the those of 3-element array and 4-element array.

【Key words】2-level LPDA; angle between elements; radiation pattern; method of moment

0 引言

对数周期天线是一种性能优良的非频变宽带天线^[1], 架设在良好高导电率地面上的短波对数周期天线的增益可达 8~12 dBi。用于短波远距离通信时, 可用组阵方式提高增益。在垂直面内排阵的双层对数周期天线已实际应用于远距离通信, 效果较好。为了实现更远距离的通信, 需达到更高的增益要求, 可将双层对数周期天线再在水平面内扇形排阵。在组建双层对数周期天线扇形阵时, 阵元夹角的变化对天线阵列的辐射特性影响重大。另外, 在提高天线阵列增益的同时, 如何保持对数周期天线的宽带特性也是一个值得注意的问题。文献[2]分析了张角变化对单个对数周期天线及其垂直极化扇形阵的特性的影响; 本文分析阵元夹角的变化对双层

对数周期天线水平扇形阵的辐射特性的影响。由于二元双层对数周期天线扇形阵的阵元为非相似阵元, 不能用方向图乘积定理来分析该阵列的辐射方向图, 因此, 本文采用矩量法^[3]对该阵列进行数值计算, 仿真了天线阵的辐射方向图, 并重点分析阵列单元之间的夹角对天线阵列辐射特性的影响。

1 天线阵列结构

研究近地架设的双层对数周期天线, 如下页图 1 所示, 其上、下两层天线的振子数 N 、比例因子 τ 和间隔因子 σ 相同, 且 $N=28$, $\tau=0.939$, $\sigma=0.089$, 结构张角为 20° 。以短波双层对数周期天线为例, 取最短振子长为 2.58 m, 最长振子长为 14.07 m, 架高 $H_1=43.32$ m, $H_2=37.31$ m,

收稿日期: 2008-07-08。

作者简介: 刘凯 (1984-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为天线研究; 柳超 (1963-), 男, 教授, 主要研究方向为潜艇通信、天线研究; 张志刚 (1977-), 男, 讲师, 主要研究方向为潜艇通信、天线研究。曾言 (1984-), 男, 助理工程师, 主要从事通信保障方面的研究工作。

$H_3=30.47\text{m}$, $H_4=29.04\text{ m}$, 天线阵长 $d=37.18\text{ m}$, 采用等幅同相激励馈电, 工作频段为 $10\sim30\text{ MHz}$ 。对近地对数周期天线阵进行理论分析时, 应考虑地面对天线的影响, 这里设地面的相对介电常数 $\varepsilon_r=15$, 电导率 $\sigma=0.005\text{ s/m}$ 。

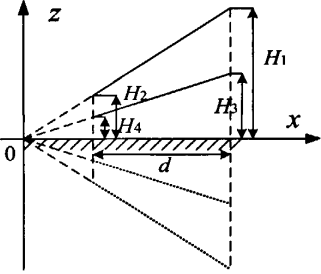


图1 近地双层对数周期天线截面示意

为了实现更高的增益, 将双层对数周期天线在水平面内扇形排阵。在组建扇形阵时, β 表示阵元夹角, 为了保证阵列辐射时将更多能量集中在主波束方向, 阵元夹角 β 的范围为 $0^\circ \leq \beta \leq 40^\circ$ 。

2 阵列的辐射特性分析

本文采用矩量法并结合文献[4]分析其二元扇形阵, 地面采用 Sommerfeld 法^[5]进行处理。在计算时对算法进行了简化^[6]。分别计算工作频段内不同阵元夹角时阵列的增益和辐射方向图(在水平面内排阵对阵列垂直面(H 面)方向图的影响不大, 所以只研究阵列水平面(E 面)的方向图)。

由表 1 可知, 二元双层对数周期天线扇形阵的增益比单元双层对数周期天线的增益可提高 2~3 dBi。当阵元夹角大于结构张角时, 随着阵元夹角的增大, 二元阵的增益逐渐减小; 当阵元夹角小于结构张角时, 随着阵元夹角的减小, 阵列的增益增大。当阵元夹角小于结构张角(图 2(a))时, 方向图出现副瓣, 且随着夹角的减小副瓣变大; 当阵元夹角大于结构张角(图 2(b))时, 方向图主瓣随着夹角的增大而变宽, 定向辐射的方向性变弱。分析原因, 主要是由于阵元夹角的变化引起阵列的空间排布发生了变化, 阵元的辐射场在空间中矢量合成时随角度的不同而改变。随着阵元夹角增大, 阵元的辐射场在矢量合成时, 在天线阵主波束方向的分量变小, 而垂直于主波束方向的分量变大, 此时阵列的增益减小, 主波束变宽。

表 1 阵列增益特性(dBi)与阵元夹角 β 的关系

阵元 夹角 β	10MHz	15 MHz	20 MHz	25 MHz	30 MHz
单个双 层 LPDA	15.38	17.40	17.86	18.17	18.53
0°	16.79	19.57	20.61	21.03	21.15
10°	17.03	19.12	20.16	20.93	21.24
20°	16.68	18.57	19.38	20.02	20.20
30°	16.53	18.46	19.17	19.51	19.04
40°	16.21	18.24	18.73	19.14	18.56

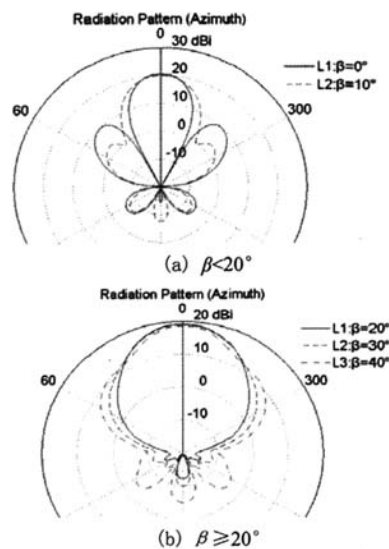


图 2 20MHz 时, 双层 LPDA 二元阵与单元天线最大辐射方向的 E 面方向

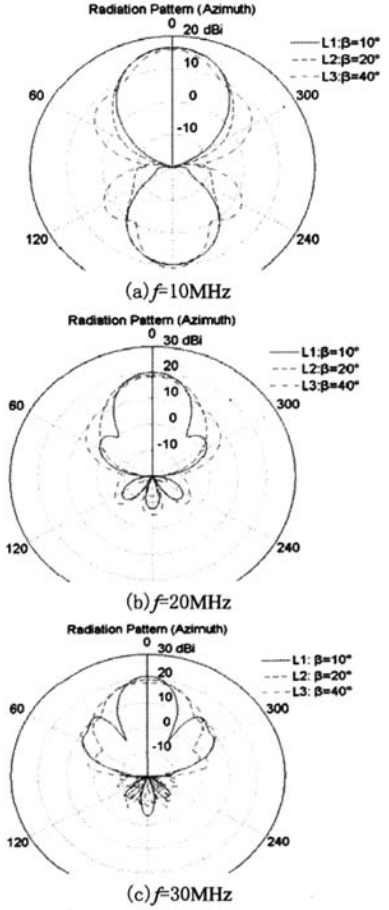


图 3 不同频率时阵列最大辐射方向的 E 面方向

由图 3 可见,当阵元夹角小于结构张角,阵列高频端的方向图受影响较为明显,出现较大的副瓣;阵元夹角大于结构张角时,低频端受影响较为严重,主瓣明显变宽。这是因为当阵元夹角小于结构张角时,两阵元相应长振子的间距较小,而相应短振子的间距较大,故高频时阵列出现较大的副瓣,阵列的辐射方向图宽带特性变差。当阵元夹角大于结构张角时,两阵元相应短振子的间距较小,相应长振子的间距,故低频时阵列的辐射方向图主瓣明显变宽,阵列的宽带特性变差。分析发现,阵元夹角等于结构张角时,二元双层对数周期天线扇形阵的辐射特性最好。

下面研究阵元个数的增加对天线阵列辐射特性的影响。从表 2 中可以看出,三元、四元阵的增益比二元阵的增益减

表 2 阵列增益特性 (dBi) 与阵元个数
(阵元夹角 $\beta=20^\circ$) 的关系

阵元个数	10MHz	15 MHz	20 MHz	25 MHz	30 MHz
二元阵	16.48	18.45	19.21	19.86	20.32
三元阵	16.01	17.14	17.62	18.33	17.58
四元阵	14.62	16.61	17.83	18.72	19.54

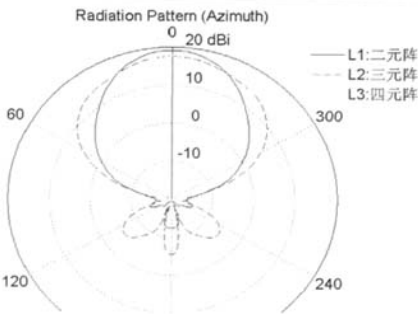


图 4 不同阵元个数的天线阵列最大辐射方向的 E 面方向

小了 1~2 dBi。图 4 给出了 $f=20$ MHz 时二元阵、三元阵和四元阵的 E 面方向图,可以看出随着阵元个数的增加阵列方向图的主波束越来越宽,定向辐射的方向性变弱。

3 结语

本文采用矩量法分析了双层对数周期天线扇形阵的辐射方向图,重点以二元阵为例研究了阵元夹角的大小变化对扇形阵的辐射特性的影响。在实际应用中,阵元夹角应取单个对数周期天线的结构张角,以达到最佳的效果。研究还发现增加阵元双层对数周期天线的个数不能提高天线阵列的增益,二元阵的增益高于三元和四元扇形阵的增益。

参考文献

[1] 周朝栋,王元坤,周良明. 天线理论与工程[M]. 西安: 电子科技大学出版社, 1998.

[2] 吴世龙,尹成友,许尤福. 张角变化对对数周期天线及其阵列特性的影响[J]. 装备指挥技术学院学报, 2003, 3(14): 61-64.

[3] 李世智. 电磁辐射与散射问题的矩量法[M]. 北京: 电子工业出版社, 1987.

[4] 袁伟良,梁吕洪,史小卫. 矩量法结合网络理论分析对数周期天线[J]. 微波学报, 2000, 16(2): 106-110.

[5] 吴世龙,尹成友,张克芳. 地面对对数周期天线阵列影响的近似镜像法分析[J]. 装备指挥技术学院学报, 2003, 14(6): 75-78.

[6] 丁晓磊,王建,郭宏,等. 对数周期天线扇形阵的分析[J]. 电波科学学报, 2003, 18(6): 655-658.

(上接第 9 页)

5 结语

本文在参考文献[1]的基础上,推导出无盲区数字信道化的多相结构,解决了文献[2]中信道化结构存在盲区的问题。仿真结果证明该结构的正确性。本文所推导出的数字信道化结构,已经应用于工程实践中。

参考文献

[1] 杨小牛,楼才义,徐建良. 软件无线电原理与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001: 69-74.

[2] 付永庆,李裕. 基于多相滤波器的信道化接收机及其应用研究[J]. 信号处理, 2004, 20(5): 517-520.

服务 3G 通信 科华 UPS 进驻厦门电信

日前,科华 300 多套中小功率 UPS 全面进驻新电信厦门分公司并正式投入使用,为厦门电信 CDMA 的信号射频拉远(RRU)设备提供稳定可靠的电力保障。

电信重组完成之后,新电信公司加大了对现有业务的新投入,3G 也将由概念走向实质。保障后台基站稳定运行成了焦点问题,通过产品品质、性能、技术、方案等多方面的综合评测,新电信厦门分公司最终选择了在国外有着丰富 3G 应用案例的科华 UPS 作为保障 3G 建设的电源供

应商。科华 UPS 解决方案满足了 3G 网络的应用需求,其绿色节能的特点也正是 3G 网络提倡的主题。

科华市场部负责人表示:“在 3G 牌照发放之初,科华即着手为 3G 网络量身定制解决方案,把在国外的成熟应用经验移植到国内,深入新移动、新电信、新联通的建设工作”,充足的准备和丰富的应用经验使科华在厦门电信采购中脱颖而出。此次成功服务厦门电信,为科华日后在 3G 通信领域的应用奠定了基础。

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>