

文章编号: 1672-2892(2011)01-0039-05

一种具有宽带宽角特性的改进型准八木天线

余川飞, 李彪

(中国工程物理研究院 电子工程研究所, 四川 绵阳 621900)

摘要: 准八木天线是由巴伦、辐射单元和引向器构成的一种微带天线, 文中提出了一种具有宽带、宽角特性的改进型准八木天线。通过 CST 仿真分析软件, 对振子双臂后折和利用矩形微带贴片对辐射单元进行改进的微带贴片式准八木天线进行仿真分析, 仿真和实测结果显示, 微带贴片式准八木天线在带宽达到 40% 频带内(8 GHz~12 GHz), 驻波比(VSWR)≤2, 3 dB 的波束宽度均能达到 120°以上。

关键词: 宽带; 宽角; 准八木天线; 微带贴片

中图分类号: TN82

文献标识码: A

A novel quasi-Yagi antenna with broad-band and broad-angle characteristics

SHE Chuan-fei, LI Biao

(Institute of Electronic Engineering, China Academy of Engineering Physics, Mianyang Sichuan 621900, China)

Abstract: A novel quasi-Yagi antenna was proposed with broad-band and broad-angle characteristics. CST microwave studio, high frequency structure simulation software based on Finite Integration Method(FIM), were used to analyze the antenna performances. Two methods to extend beam width were simulated, and the method of adding rectangle microstrip patches as radiating element was selected at last. After being optimized with simulation software, the results of the modified quasi-Yagi show more than 120° beam width both in E-and H-plane and a relative bandwidth about 40% for Voltage Standing Wave Ratio(VSWR) of less than 2.

Key words: broad-band; broad-angle; quasi-Yagi antenna; micro-strip patch

微波天线在雷达、侦察、导航及移动通信等领域应用广泛, 目前对天线的宽频、宽波束提出了更高要求。国内外的学者对宽频和宽波束天线做了大量的研究工作, 并提出了一些分析方法和天线形式, 但这些天线结构复杂, 成本高。随着科技的发展, 微带天线越来越表现出很强的应用价值, 但微带天线的带宽较窄, 因此, 人们对微带天线的带宽展开了研究。准八木天线^[1-4]也是一种微带天线, 它具有结构简单, 成本低的特点。Pei Y Qin^[5]等人设计了一种折合振子式微带八木天线, 它通过在折合振子中间加入 1 个变容二极管, 来实现天线工作频率的重构, 此天线工作频段为: 5.7 GHz~6.6 GHz 和 7.1 GHz~7.6 GHz。Anantapreecha W 等人^[6]设计的新型 E 型天线, 通过合理优化, 当 VSWR<2 时, 相对带宽可达到 57%。但这些文献主要考虑天线的阻抗带宽, 并对此做了大量的研究工作, 而对如何展宽波束宽度并未讨论。Kretly L C 等人^[7]设计的贴片结构准八木天线, 其相对带宽为 31%, 此天线具有宽波束的辐射特性, 但其工作频率为: 1.9 GHz~2.6 GHz。

本文的目标是利用常用的 FR4 板材的 PCB 板, 设计一款准八木天线, 实现在 X 波段(8 GHz~12 GHz), VSWR≤2, 波束宽度大于 120°的技术指标要求。

1 宽频、宽波束天线的分析与设计

准八木天线继承了八木天线的优点, 它由巴伦、辐射单元和引向器构成(如图 1 所示), 具有定向辐射的特点。它的带宽主要是由巴伦和振子的形式决定, 而波束宽度取决于振子的形式和馈电方式。现就这两方面的问题分别进行分析与讨论。

通过振子改善带宽,一般采用具有宽带特性的振子方法。因为,采用宽带的振子时,振子的输入阻抗可以在更宽的频带内较为平缓地变化,整个微带八木天线的频带得以展宽。如文献[5]给出的 E 型天线,其相对带宽可以达到 57%。而文献[8]是利用领结天线作为振子,其相对带宽可以达到 47.19%。

除了对振子结构形式改变外,实际上也可通过对巴伦的设计,展宽天线的工作带宽。在文献中,作者设计了除之前提过的微带——CPS 结构外的另外 3 种微带形式的巴伦。巴伦形式的不同将导致带宽的改变,其设计上的差异可导致相对带宽相差 10%。引向器和作为反射器的地板对天线的输入阻抗也有比较大的影响。另外,还可以考虑优化引向器的位置、宽窄和长度,地板的形状等来达到展宽带宽的目的。由于技术指标要求的带宽只要达到 40%即可,所以采用普通的巴伦结构就可以满足技术指标要求。

展宽波束宽度的参考文献公开发表的比较少。主要有减小天线尺寸,如用高介电常数,但天线效率和带宽受到较大的影响。而改变振子的形式也是一种有效展宽波束宽度的办法,如采用将振子双臂后折的方法进而使得辐射方向图展宽,如图 2 所示。但从后面的仿真结果看其展宽的效果并不显著,波束宽度达不到 120° 的要求,同时阻抗带宽还受到影响;另外,利用馈电方式来展宽波束宽度。矩形微带贴片天线是一种常用的微带天线形式,现将 2 个矩形微带天线对称摆放,并作为准八木天线的振子,构成准八木微带贴片天线(如图 3 所示)。从图 3 中可看出,它是利用微带贴片的摆放形式,使贴片的最大辐射方向在两边,进而展宽了波束宽度。同时为了使天线在满足带宽和波束宽度的要求下还要尽量提高天线的增益,又增加了引向器。为了达到技术指标要求,同时考虑成本,下面的分析与仿真中均采用常用的 FR4 板材,其介电常数为 4.4,厚度为 0.5 mm。

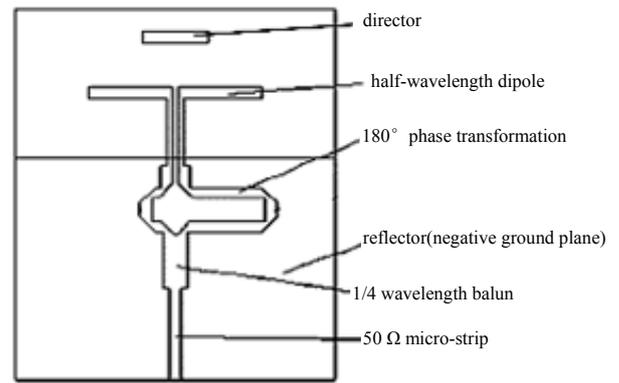


Fig.1 Schematic diagram of quasi-Yagi antenna

图 1 准八木天线示意图

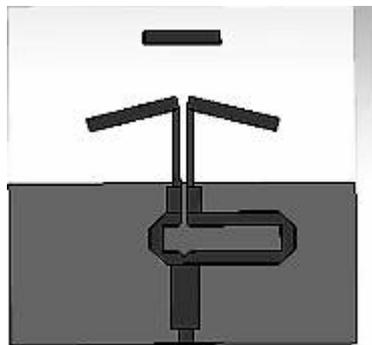


Fig.2 Schematic diagram of inclined dipole quasi-Yagi

图 2 振子双臂后折的准八木天线示意图

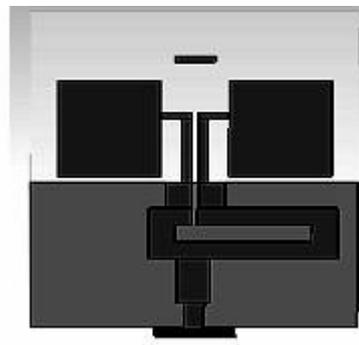


Fig.3 Schematic diagram of rectangle microstrip patches quasi-Yagi

图 3 微带贴片式准八木天线示意图

2 仿真分析与实测

利用商用 CST 软件分别对图 2 和图 3 的结构进行仿真与分析。首先对振子臂后折的方式仿真(如图 2 所示),图 4 是仿真结果。结果显示振子臂后折对波束宽度没有明显展宽效果,同时对匹配也有较大的影响, VSWR 只有在 10 GHz~12 GHz 时, $S_{11} < -10$ dB, 而波束宽度在 8 GHz 时达到 90° , 10 GHz 时达到 110° , 12 GHz 时达到 75° 。

对微带贴片准八木天线进行仿真优化(如图 3 所示),仿真结果如图 5 所示,从图 5(a)中可以看出频段在 8 GHz~12 GHz 时其 VSWR 均小于 2,而从仿真图 5(b)、(c)和(d)中和实测图 7(a)、(b)和(c)可看出其波束宽度均大于 120° ,天线的增益也都大于 2.2 dBi,达到技术指标要求。图 6 是对天线优化以后的示意图,它的具体尺寸为(单位: mm): $s_1=25, s_w=16, dir_1=2, S_{dir}=1.5, w=5, l=7.5, b_w=0.5, dip=1.5, b_1=4.5, S_{ref}=0.5, s_5=0.2, a_w3=1.3, a_l5=2, a_l3_2=4, a_l3=2.2, a_l4=7, a_w2=1, a_l2=3.5, a_w1=1, a_l1=2$ 。

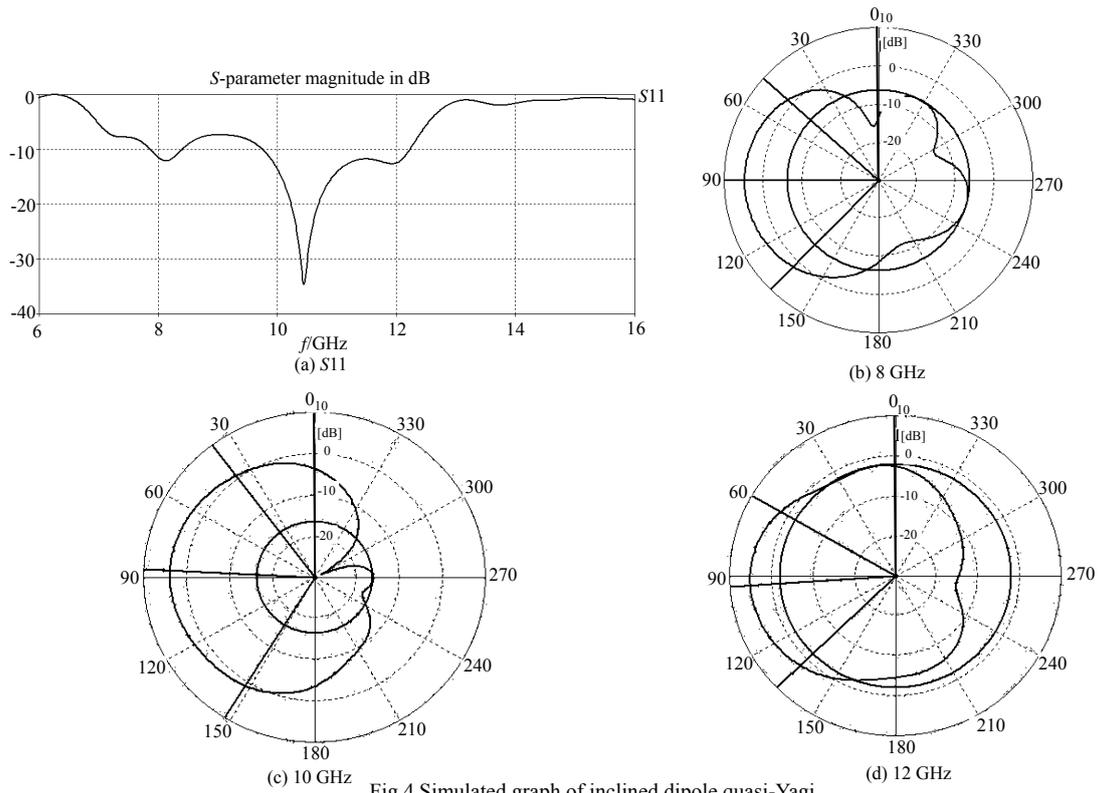


Fig.4 Simulated graph of inclined dipole quasi-Yagi

图 4 振子后折式准八木天线的仿真结果

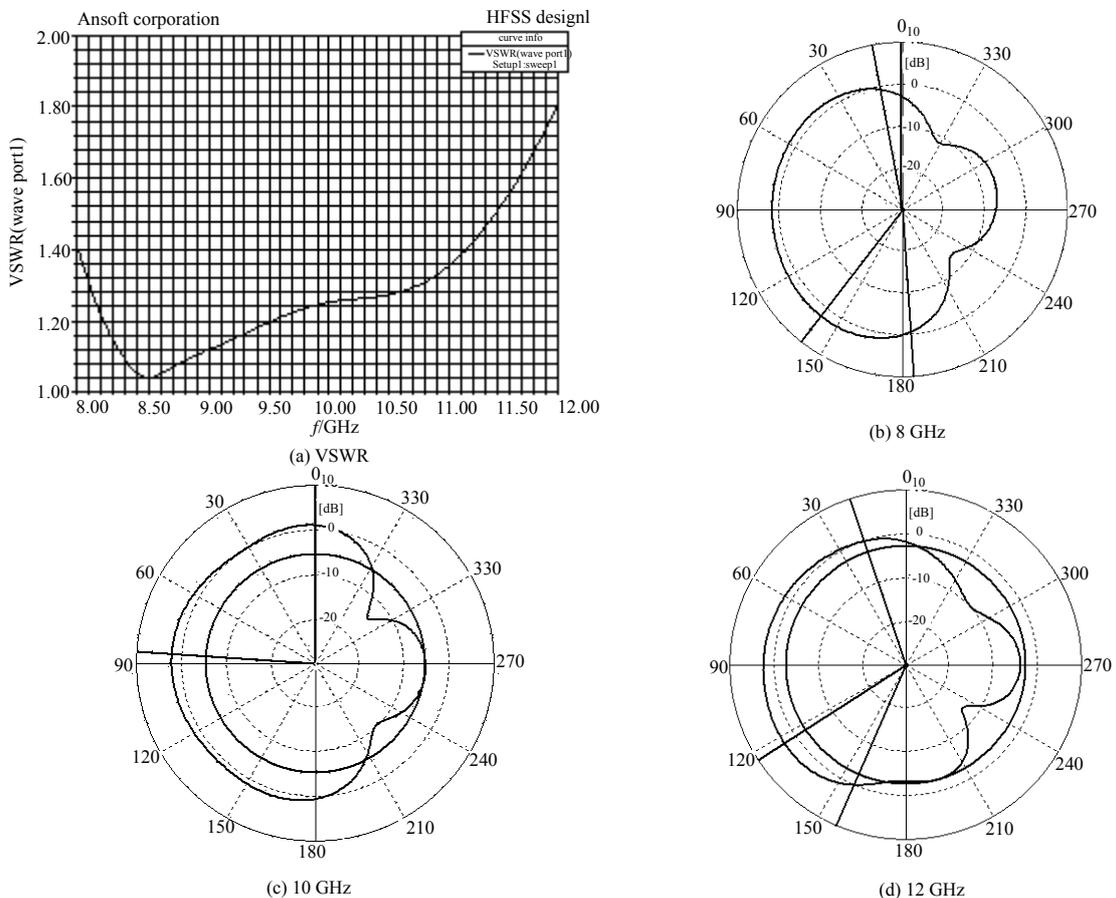


Fig.5 Simulated graph of rectangle microstrip patches quasi-Yagi

图 5 微带贴片准八木天线的仿真结果

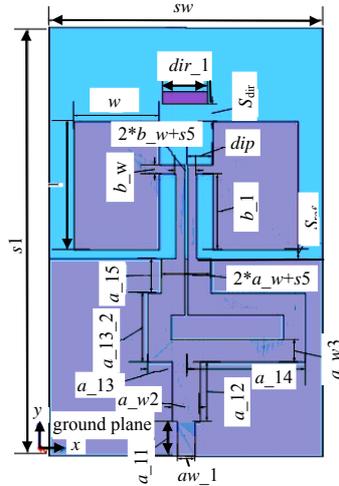


Fig.6 Structure diagram of rectangle microstrip patches quasi-Yagi
图 6 微带贴片准八木天线结构示意图

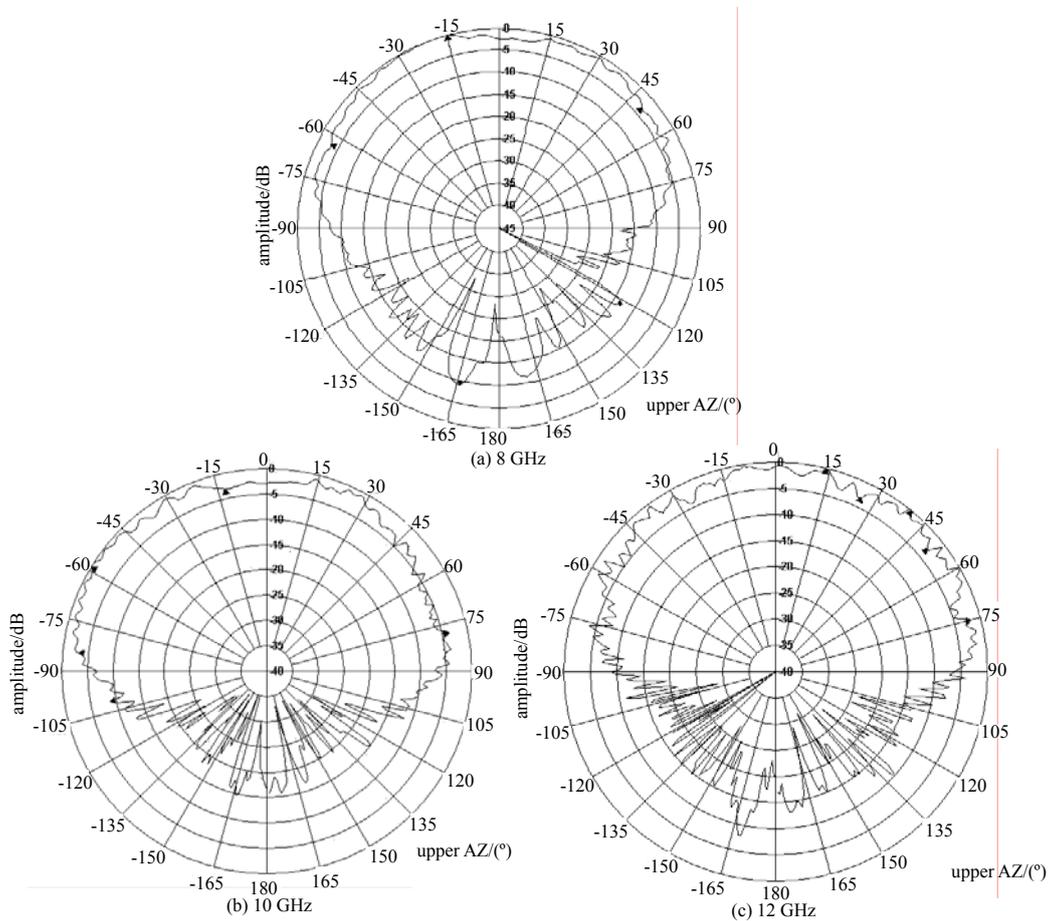


Fig.7 Rectangle microstrip patches quasi-Yagi test graph
图 7 微带贴片准八木天线的实测结果

3 结论

文中采用常用的 FR4 板材, 利用微带贴片作为有源振子, 并结合微带巴仑及引向器构成准八木天线, 通过微带贴片的合理摆放, 合理地设计巴仑和引向器, 可以在整个 X 频段(8 GHz~12 GHz) 工作带宽内均满足 $VSWR \leq 2$, 波束宽度 $\geq 120^\circ$ 指标要求。

参考文献：

- [1] Noriaki Kaneda,Deal W R,QianYongxi,et al. A broadband planar quasi-Yagi antenna[J]. Antennas and Propagation,IEEE Transactions, 2002,50(8):1158–1160.
- [2] Qian Y,Deal W R,Kaneda N,et al. Microstrip-fed quasi-Yagi antenna with broadband characteristics[J]. Electronics Letters, 1998:34(23):2194–2196.
- [3] Deal W R,Kaneda N,Sor J. A new quasi-Yagi antenna for planar active antenna arrays[J]. Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions, 2000,48(6):910–918.
- [4] Leong KMKH,Sor J,Deal W R. A broadband 64-element 2-D quasi-Yagi antenna array[C]// Radio and Wireless Conference, 2000.2000 IEEE,USA:[s.n.], 2000:67–70.
- [5] Pei Y Qin,Andrew R Weily,Guo I Y Jay. A Reconfigurable quasi-Yagi Folded Dipole[C]// Antennas and Propagation Society International Symposium. Charleston:[s.n.], 2009:1–4.
- [6] Anantapreecha W,Duangkha N,Patticharts,et al. Novel E-Shaped Driver based on the quasi-Yagi Antenna[C]// Advanced Communication Technology,the 9th international conference. Gangwon-Do:[s.n.], 2007:894–896.
- [7] Kretly L C,Capovilla C E. Patches Driver on the quasi-Yagi Antenna:Analyses of Bandwidth and Radiation Pattern[C]// Microwave and Optoelectronics conference. Brazil:[s.n.], 2003:313–316.
- [8] Costa F C,Fontgall G,Assunção A G D,et al. A New quasi-Yagi Bowtie Type Integrated Antenna Telecommunications Symposium[C]// Telecommunications Symposium, 2006 International. Ceara:[s.n.], 2006:468–471.

作者简介：



余川飞(1974–)，男，湖南人，高级工程师，硕士，现从事微波天线设计工作。email:scf171@126.com.

李 彪(1965–)，男，四川汶川人，研究员，现从事微波天线设计工作。

(上接第 32 页)

- [7] 张葛祥,金炜东,胡来招. 基于粗集理论的雷达辐射源信号识别[J]. 西安交通大学学报, 2005,39(8):872–875. (ZHANG Gexiang,JIN Weidong,HU Laizhao. Radar Emitter Signal Recognition Based on Rough Set Theory[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University, 2005,39(8):872–875.)
- [8] 陶荣辉,陈惠连. 一种雷达脉冲的去交错和识别新算法[J]. 信息与电子工程, 2005,3(1):21–25. (TAO Ronghui,CHEN Huilian. A New Algorithm for Radar Pulse Deinterleaving and Recognition[J]. Information and Electronic Engineering, 2005,3(1):21–25.)

作者简介：



张云雯(1983–)，男，长春市人，在读硕士研究生，主要研究方向为水面舰艇指挥自动化。email:apollo715136@sohu.com.

姚景顺(1957–)，男，浙江省兰溪市人，教授，硕士生导师，主要研究方向为水面舰艇指挥自动化。

沈振华(1985–)，男，在读硕士研究生，主要研究方向为水面舰艇指挥自动化。

陈晓曦(1987–)，男，在读硕士研究生，主要研究方向为水面舰艇指挥自动化。

