

文章编号:1008-8652(2009)02-039-02

椭圆极化天线增益的测试方法

王果宏 傅 原 冯 涛

(西安电子工程研究所 西安 710100)

【摘要】从比较法测量天线增益的基本原理及极化椭圆方程出发,经过理论推导及分析,得到一种在现有测试条件下简单准确的测试椭圆极化天线增益的方法,并通过对椭圆极化的特例(线极化和圆极化)的分析验证了这种方法的正确性。

关键词:椭圆极化;增益

中图分类号:TN821⁺.8

文献标识码:A

A Method for Measuring the Gain of Elliptical Polarization Antenna

Wang Guohong, Fu Yuan, Feng Tao

(Xi'an Electronic Engineering Research Institute, Xi'an 710100)

Abstract: On basis of the basic principle of using comparison to measure the antenna gain and the polarization ellipse equation, a method used to measure elliptical polarization antenna gain simply and accurately under the existing condition is obtained through theory deduction and analysis. The correctness of this method is verified by analyzing the special case (linear polarization and circular polarization) of the elliptical polarization.

Keywords: elliptical polarization; gain

1 引言

天线增益是天线的一个非常重要的指标,在天线测试过程中也是重点测试项目。天线增益是以理想点源天线的辐射为参考的,但辐射球状方向图的标准点源天线实际上难以实现。因此,测量时,通常是用有方向特性的天线作比较标准,采用比较法测试天线增益。

在对椭圆天线增益的测试时,也是采用比较法测试的。但由于无法找到一个各向均匀辐射的圆极化天线作标准,做一副纯圆极化标准增益天线没有必要,一般仍采用线极化天线作为发射天线和标准增益天线。由于采用线极化天线作为发射天线,在对椭圆极化天线测试时只能得到天线的线极化能量,要得到椭圆极化天线的总能量,必需通过椭圆极化特性予以修正。其它书中的修正方法基本上都需要得到椭圆极化天线的轴比,即

需要天线极化椭圆的长轴和短轴比,但是天线极化椭圆长轴和短轴的测试比较复杂。本文通过理论分析,证明在用线极化天线作为发射天线和标准增益天线的测试条件下,只要得到椭圆极化天线任两个正交面上线极化分量的能量,就可以计算出椭圆极化天线的增益。

2 比较法测试天线增益的基本方法

比较法的实质是把待测天线的增益与一已知增益的标准天线的增益进行比较而得出待测天线的增益。用比较法测试天线增益的测试原理如图1所示,测试过程为:先后连接待测天线和标准增益天线,得到最大接收能量 G_A 和 G_N ,两者之间的差值为 ΔG ,再读出标准增益天线的增益值为 $G_{\text{标}}$,则待测天线的增益为:

$$G = \Delta G + G_{\text{标}}$$

收稿日期:2008-11-05

作者简介:王果宏,男,1976年生,工程师(硕士)。研究方向为相控阵天线技术。

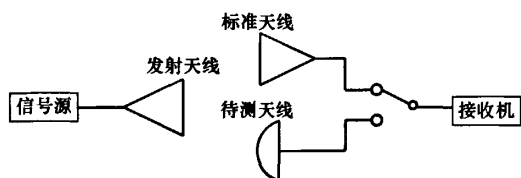


图1 测试原理图

3 椭圆极化天线接收能量的测试

由椭圆极化的定义可知,椭圆极化波可以用两个极化方向相互正交的线极化波叠加而成。从能量的观点看,这种正交性表现在两个方面,一是整个所载能量是正交场各线极化分量对应的能量之和;二是正交场之间没有能量耦合。因此,椭圆极化天线接收到的能量可以用两正交面的线极化能量和来表示。

在实际测试过程中,用线极化天线作为发射天线,椭圆极化天线作为接收天线。固定发射天线不动,先测试椭圆极化天线一个面的线极化能量,再把天线绕天线电轴旋转 90° ,测试此时线极化能量。下面通过推导来证明椭圆极化天线接收到的任意两正交面的线极化能量之和为一常数,这个常数就是椭圆极化天线接收到的能量。

$$E_\theta = \sqrt{\frac{1}{2} [E_1^2 + E_2^2 + (E_1^2 - E_2^2) \cos(2\theta) + 2E_1 E_2 \cos(\delta) \sin(2\theta)]}$$

由于能量与场强的平方成正比,因此在方向 θ_1 和 θ_2 上,其接收的线极化能量分别为:

$$E_{\theta_1}^2 = \frac{1}{2} [E_1^2 + E_2^2 + (E_1^2 - E_2^2) \cos(2\theta_1) + 2E_1 E_2 \cos(\delta) \sin(2\theta_1)]$$

$$E_{\theta_2}^2 = \frac{1}{2} [E_1^2 + E_2^2 + (E_1^2 - E_2^2) \cos(2\theta_2) + 2E_1 E_2 \cos(\delta) \sin(2\theta_2)]$$

考虑到 $\theta_2 = 90^\circ - \theta_1$,则椭圆极化天线正交场各线极化分量对应的能量之和为:

$$E_{\theta_1}^2 + E_{\theta_2}^2 = E_1^2 + E_2^2 = \text{con}$$

由于椭圆极化天线接收到的能量是正交场各线极化分量对应的能量之和,因此可以通过测试任两正交场的线极化能量来得到椭圆极化天线接收到的能量。

4 椭圆极化天线增益的计算

假设椭圆极化天线接收到两正交面的线极化能量分别为 a_1 和 a_2 ,转换成 dB 分别为 A_1 和 A_2 ,则

不失一般性,定义极化椭圆方程为:

$$\frac{E_x^2}{E_1^2} - \frac{2E_x E_y \cos(\delta)}{E_1 E_2} + \frac{E_y^2}{E_2^2} = \sin(\delta)^2$$

其中: E_1, E_2 分别为水平极化波和垂直极化波的振幅, δ 是 E_y 超前 E_x 的相角

极化椭圆及其对应的极化图如图2所示,图中给出了任两个测试面,其与 x 轴的夹角分别为 θ_1 和 θ_2 ,这两个面相互正交,即 $\theta_2 = 90^\circ - \theta_1$ 。

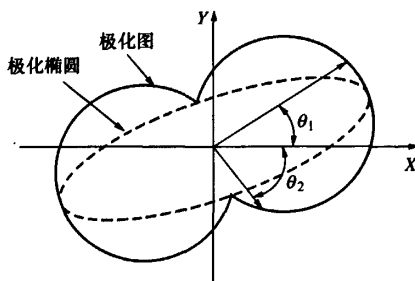


图2 极化椭圆及对应的极化图

由极化图的定义,线极化天线对椭圆极化天线在任意 θ 方向的场强响应为:

有: $a_1 = 10^{\frac{A_1}{10}}, a_2 = 10^{\frac{A_2}{10}}$ 。椭圆极化天线的接收的总能量为:

$$\sum a = a_1 + a_2 = 10^{\frac{A_1}{10}} + 10^{\frac{A_2}{10}} = 10^{\frac{A_1}{10}} (1 + 10^{\frac{A_2 - A_1}{10}})$$

则转换成 dB 为:

$$A = 10 \log(\sum a) = A_1 + 10 \log(1 + 10^{\frac{A_2 - A_1}{10}})$$

再测出标准增益天线的最大接收能量 G_H ,两者之间的差值为 $\Delta G = A_1 - G_H$,再读出标准增益天线的增益值为 $G_{\text{标}}$,则椭圆极化天线的增益为 $G = \Delta G + G_{\text{标}} + \Delta A$ 。

(下转第59页)

| Type | Alias | Name | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------|-------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | RX | 174 | 185 | 850 | 380 | 174 | 185 | 850 |
| | | RX_OUT | 174 | 185 | 850 | 380 | 174 | 185 | 850 |

图 14 FPGA2 接收的 10 位并行数据

b. 当采用 D 工作方式时, FPGA1 发送的 10 位并行数据如图 13 所示。

FPGA2 接收的 10 位并行数据如图 14 所示。

由图可以看出, 发送数据为 380、380、185、174、850、185、174、850, 接收到的数据为 380、174、185、850, 这是因为采样用的是从串并芯片出来的随路时钟, 该时钟是 125 MHz, 输出数据是 250 MHz, 即在时钟的上升沿和下降沿均送数, 而在 FPGA 内部逻辑分析仪的采样时钟就是该时钟, 若用它的反相时钟采样结果为 380、185、850、174, 所以发送与接收的数据一致。

5 总结

本文所设计的数据采集板不仅具有较高的采集性能, 而且具有较高的信息传输带宽, 带宽可达到 2.5 Gb/s 以上。信息传输的质量以及环境适应性都得到了很大的改善。通过对系统的测试结果可以看出, 该设计达到了预期的设计目标。

参考文献:

- [1] 涂维政、刘书明. 一种基于 FPGA 的数字下变频方法[J]. 火控雷达技术, 2007, 37(2).
- [2] 李宥谋. 8B/10B 编码器的设计及实现[J]. 电视技术, 2005, (6).
- [3] 盛志伟. 超高速时钟恢复电路电路设计[D]. 东南大学, 2004 年.
- [4] J. D. H. Alexander. Clock Recovery from Random Binary Data[J]. Elect. Lett., 1975, 11: 541-542.
- [5] <http://www.altera.com.cn/literature/lit-s2gx.jsp?f=s2gxft&k=g3>; Stratix II GX Device Handbook.
- [6] HECHTJ. 光纤光学[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- [7] 张玉富, 谭笑, 蒋慧娟. 光纤通信系统原理与实验教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [8] Agilent HDMP-2634 2.5/1.25 GBd Serdes Circuit Data Sheet [Z].

(上接第 40 页)

ΔA 为仅用两个正交极化测试椭圆极化天线增益使得修正因子, 其值为:

$$\Delta A = 10 \log(1 + 10^{\frac{A_2 - A_1}{10}})$$

如果一个当椭圆极化的长轴和短轴相等时, 椭圆极化就成为圆极化, 此时 $A_1 = A_2$, 则修正因子 $\Delta A = 3$ dB, 即圆极化的增益等于线极化增益加上 3 dB; 当椭圆极化的短轴等于零时, 椭圆极化就成为线极化, 此时设 A_1 为主极化, A_2 为交叉极化。短轴等于零也就相当于 $A_2 \rightarrow -\infty$, 此时, 修正因子 $\Delta A = 0$ dB, 即线极化增益等于主极化增益。可以看出, 通过上面推导得到的公式分析椭圆极化的两个特例——线极化和圆极化, 所得结果是正确的。

5 结论

本文从天线增益测试的基本方法和极化椭圆方程出发, 给出了一种测试椭圆极化天线增益的简单方法。为椭圆极化天线增益的测试方法提供理论支持。

参考文献:

- [1] 牛中奇. 电磁场与电磁波简明教程[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1998.
- [2] 林昌禄. 天线测量[M]. 北京: 国防工业出版社, 1981.
- [3] 毛乃宏. 天线测量手册[M]. 北京: 国防工业出版社, 1987.

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>