

桌面式天线虚拟实验系统

Desktop antenna virtual experiment system

(海军工程大学)张志刚 谢慧 屈晓旭
ZHANG ZHIGANG XIE HUI QU XIAOXU

摘要:将天线数值仿真技术与虚拟现实技术结合,构建一个桌面式天线虚拟实验系统,可以解决天线实验课开设成本高、场地受限等问题。

关键词:天线仿真;虚拟现实;桌面式虚拟实验系统

中图分类号:N33

文献标识码:A

Abstract:Combining the technology of antenna modeling with virtual reality, a desktop antenna virtual experiment system is introduced. The system can be used to solve the problems in traditional antenna experiment course, such as high cost, large test space requirement and so on.

Key words: antenna modeling, virtual reality, Desktop virtual experiment system

1 引言

天线课程抽象难懂,有必要开设一定的实验课以增强学生对天线辐射的理解,但天线实验课的开展需要专门的开阔的场地,加上射频测量设备价格昂贵,数量少难以满足大班次实验的需求,因此目前天线课程基本还是采用课堂讲授的方式,实验课较少,制约了教学效果。

2 桌面式虚拟实验系统

随着网络技术和多媒体技术的发展,各种崭新的教学手段和教学方法正向传统的教学模式发起冲击。本文构建一个桌面式虚拟天线实验系统,让学生通过计算机即可完成传统的天线实验项目,不再受到资金、仪器和场地的限制。

为代替传统的实验,桌面式虚拟天线实验系统必须满足以下要求:

- (1) 逼真性:能够真实再现实际实验环境,让学生有身临其境的效果。
- (2) 交互性:学生通过与计算机的交互能够完成各项实验步骤,虚拟设备的操作严格按照实际装备的操作流程进行。
- (3) 准确性:测试数据必须准确,能够反映实际情况。

2.1 虚拟现实技术

虚拟现实(简称 VR)又称灵境技术,是以沉浸感、交互性和构想为基本特征的计算机高级人机界面。使用 VRML 语言,用户只要有一台满足硬件要求的个人电脑,即可实现一个可编辑的三维空间,这种方法不仅成本低易于实现,而且形式活泼。

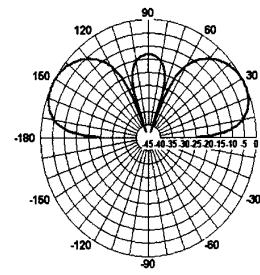
虚拟现实技术既可以虚拟实景,又可以虚拟虚景,以增强用户在现实中无法感知或不方便感知的感受,这一点对于天线教学是十分有利的。采用虚拟实景技术可以真实模拟实际的实验测试平台,仪器设备等,虚拟虚景可以将天线方向图、电流分布

等看不见的虚景以图形的方式显现出来,虚实结合,加深学生对概念的理解,提高教学效果。

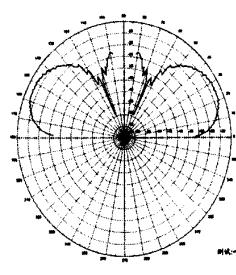
虚拟现实技术互动性强,完全可以满足真实性和交互性的要求,但是软件本身不具备计算功能,只能构建实验系统的“硬件”设施,而不能得到天线性能测试的具体数据。

2.2 天线仿真技术

求解天线性能参数的方法通常有两种:一种是解析法,一种是数值计算方法。解析法推导严格因而能够获得精确的计算结果,但适用面很窄,只有极少数几何形状非常简单的天线形式才能用解析方法求解,绝大部分的天线是很难严格求解的。随着计算机技术的迅速发展,计算电磁学为各种复杂电磁问题的解决开辟了新的途径。目前常用的数值计算方法有时域有限差分法(FDTD)、有限元法(FEM)、矩量法(MOM)、传输线法(TLM)等,在这些算法的基础上开发出很多相应的电磁计算软件,如 Ansys 的 FEKO, Remcom XFDTD, Flomerics 的 Micro-strips 等等,这些软件均可以用于计算天线增益、输入阻抗、方向图、耦合等信息。我们以 NEC2(算法为 MOM)软件为平台,对某短波天线进行仿真计算,同时对天线的方向图进行测试,以检验仿真结果的准确性。受测量场地限制,测试天线为 20:1 的模型天线,计算结果与测量结果对比如图 1 所示。对比可见,天线仿真计算结果与模型天线测试结果一致性非常好,证明了天线仿真计算方法的准确性。



(a) 12MHz 垂直面仿真计算结果



(b) 240MHz 垂直面模型测量结果

张志刚:硕士

基金项目:国防预研基金项目(编号不公开)

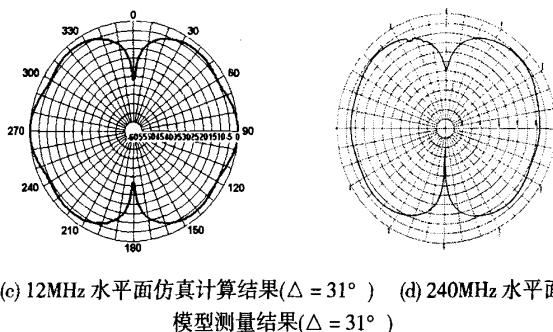
(c) 12MHz 水平面仿真计算结果($\Delta = 31^\circ$) (d) 240MHz 水平面模型测量结果($\Delta = 31^\circ$)

图 1 某短波天线方向图仿真结果与测试结果对比

2.3 桌面式天线虚拟实验系统

专业的电磁仿真软件虽然可以提供天线性能的准确计算结果,但其结果的显示往往依赖于软件本身提供的平台,而这类软件通常比较大,加上其专业性太强,使用复杂,仿真时需要耗费较长的时间,不适合于学生操作;虚拟现实技术互动性强,操作十分方便,生成的文件精炼,播放器很小,但是软件本身不具备计算功能,不能得到天线性能的具体数据。因此可以将两个软件结合起来,各取所长,构建一个可运行于普通台式电脑上的虚拟实验系统,系统包括五个部分:

(1) 测试平台:为测试目的搭建的平台,如转盘、支架、测试臂等。

(2) 虚拟仪器:虚拟仪器是计算机技术与电子仪器相结合而产生的一种新的仪器模式,它利用虚拟现实技术在屏幕上生成各种仪器面板,完成对数据的处理、表达、传送、存贮、显示等功能,仪器的主要功能由软件来体现。

(3) 控制设备:即学生与计算机交互的设备,简单的实验通过键盘、鼠标即可完成,复杂的实验,条件允许亦可配置头盔或传感器等装备。

(4) 测试天线:被测试的各类天线。

(5) 连接装置:连接天线与测试设备的连接线缆。

利用虚拟现实技术的可视化仿真和交互性强的特点,可以构建整个系统的“硬件部分”,

学生通过鼠标键盘即可完成相关的实验操作;所有实验的测试数据均由电磁仿真软件提供,计算结果根据 Vrml 语言的特点经转换后送给虚拟仪器,在仪器面板上显示,构成系统的“软件部分”,其流程图如下:

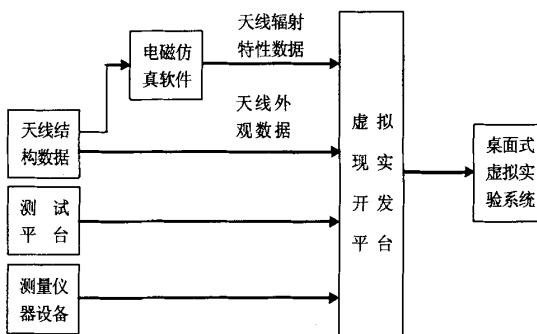


图 2 桌面式虚拟实验系统流程图

以天线立体方向图为例,NEC2 软件提供天线功率增益数据,格式如下:

ANGLES (DEGREES)		POWER GAINS (DB)		
THETA	PHI	VERT.	HOR.	TOTAL
0	270	-95.92	10.41	10.41
1	270	-95.9	10.41	10.41
2	270	-95.88	10.41	10.41
3	270	-95.86	10.41	10.41

VRML 提供最基本的几何元素:点、线、面,去构造精细逼真的形体。根据仿真软件提供的功率增益(POWER GAINS)数据的特点,可以直接用多点的形式绘制天线的方向图,各点的三维坐标可由仿真计算数据采用公式批量转换:

$$x = G \sin \theta \cos \varphi \quad y = G \sin \theta \sin \varphi \quad z = G \cos \theta$$

其中 $G \rightarrow \text{POWER GAINS}$ $\theta \rightarrow \text{THETA}$ $\varphi \rightarrow \text{PHI}$

3 仿真实例

近距离放置的天线之间会产生较强的耦合,从而改变天线原有的方向特性和阻抗特性,在很多场合下,对相邻放置的天线之间的耦合都有一定的要求,在设计中往往通过调整天线之间的距离、方位、角度来作优化设计。天线之间耦合度测量实验的开展对场地要求较高,特别是大型复杂天线,测量成本较高,有了桌面式虚拟实验系统,就可以在普通计算机上完成测量实验,实验步骤如下:

- 1) 选择被测试的天线类型。
- 2) 设置被测试的两个天线之间的相对距离、方位、角度,见图 3。
- 3) 设置虚拟网络分析仪的参数,包括测试起始频率,频率间隔等。
- 4) 连接两根测试电缆至网络分析仪的输入输出端口,并进行校准。
- 5) 分别将电缆连接两副测试天线进行测量,从虚拟网络分析仪读取测试结果,见图 4。
- 6) 调整天线之间的相对距离、方位和角度,重复以上测试。
- 7) 比较不同距离和角度对天线之间耦合的影响并进行分析。



图 3 天线耦合测量场地

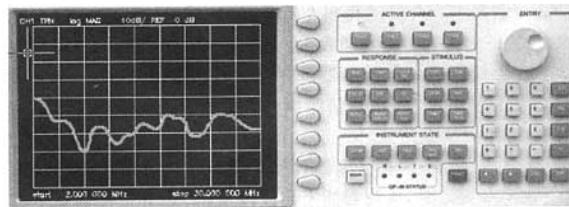


图 4 天线耦合测量曲线

为了让学生了解天线之间的相对距离、方位和角度对天线耦合大小的影响,在系统设计时,可根据工程实际计算多种情况以供学生选择以便比较,使得学生能够在各种要求下,选择合适的参数组合,以达到减小天线耦合的目的。

(下转第 268 页)

2) 检测器实测车速与检测车速数据对比

通过图3、图4曲线可见,所设计的车辆检测器具备很好的检测精度,完全满足精度要求。

6 结束语

本文设计了一种环形线圈车辆检测器,能够实时、准确的为城市交通管理系统提供交通数据,其高性能和低成本具有很大的优势。目前已逐步应用在门禁系统、高速收费系统、违章抓拍系统、停车场管理系统等各个方面,具有广阔的应用市场。

本文作者创新点:(1)设计了一种具有独立检测、数据处理、数据通讯的功能的环形线圈车辆检测器;(2)对环形线圈车辆检测器的原理和检测精度做了深入的分析,并采集实测数据进行了有效性验证。

参考文献

- [1]袁绍松.以长远的眼光看待车辆检测器市场[J].中国交通信息产业,2004(3): 74-75.
- [2]孙国栋,姜永林,梁起.智能环形线圈车辆检测器的设计与实现[J].微计算机信息,2003, 19(9): 54-57.
- [3]刘文智.视频车辆检测器在高速公路上的应用[J].公路交通科技,2003, 20(2): 88-91.
- [4]王长峰.微波车辆检测器在河南高速公路中的应用[J].中国交通信息产业,2005(2): 123-124.
- [5]李刚.被动式远红外检测器[J].中国交通信息产业,2004(3): 78-79.
- [6]何佩琨,李琴,朱军等.基于DSP的雷达车辆检测器的研制[J].北京理工大学学报,2004, 24(8): 727-730.
- [7]李春杰.高速公路车辆检测器的综合比选[J].中国交通信息产业,2006(2): 98-104.

作者简介:赵艳秋(1967-),女(满族),山东青岛人,青岛理工大学自动化工程学院,工程师,硕士,主要从事单片机开发、工程设计等。

Biography:Zhao Yanqiu (1967 -), Gender (Man ethnic), Shandong Province, Qingdao Technological University, Engineer, Research area is the development of the Single Chip Microcomputer, engineering design, and so on.

(266033 山东青岛 青岛理工大学自动化工程学院)赵艳秋
刘桂香 王广义

(School of Automation Engineering, Qingdao Technological University, Qingdao, 266033) Zhao Yanqiu Liu Guixiang Wang Guangyi

通讯地址:(266033 青岛 青岛理工大学自动化工程学院 255
信箱)赵艳秋

(收稿日期:2007.5.23)(修稿日期:2007.6.25)

(上接第 263 页)

[5]Landsburg, George; Micronix, Clare. OLED and cholesteric displays demand new driver - IC designs[J]. Electronic Design, 2001, 49(05): 81~84

[6]王单,李平.单片机控制的OLED全彩色静态和动态视频图像显示[J].微计算机信息,2005,21(11),9-11

[7]李会录,冯佳宁,马学军.有机电致发光显示技术[J].现代显示,2003,37(3):10-15

[8]宫莹光,高丽,张步新.OLED矩阵显示屏运动图像的一种实现方法[J].上海大学学报,2003,8(8):326-329

[9]蒋泉,成建波,林祖伦.OLED 驱动控制电路的研究[J].光电子技术,2003,23(4):257~260

作者简介:李震梅(1965-),女,汉,河南人 山东理工大学电气与电子工程学院副教授,硕士,研究方向:电子学与测控技术。魏佩瑜(1960-),女,汉,山东人,山东理工大学电气与电子工程学院副教授,研究方向:电子学与测控技术。柳宝虎(1974-),男,汉,山东人,山东理工大学电气与电子工程学院副教授,硕士,研究方向:电子学与测控技术。

Biography:Li Zhen-mei (1965 -), Female, Han nationality, Henan province, College of Electric and Electronic Engineering, Shandong University of Technology, Associate professor , Research area: Electronics and measurement and control. Wei Pei-yu(1960-), Female, Han nationality , Shandong province, College of Electric and Electronic Engineering, Shandong University of Technology, Associate professor ,Research area: Electronics and measurement and control. Liu Bao-hu (1974-), Male, Han nationality , Shandong province, College of Electric and Electronic Engineering, Shandong University of Technology, Associate professor ,Master, Research area: Electronics and measurement and control.

(255049 山东淄博 山东理工大学)李震梅 魏佩瑜 柳宝虎

通讯地址:(255049 山东理工 山东理工大学电气与电子工程学院)李震梅

(收稿日期:2007.5.23)(修稿日期:2007.6.25)

(上接第 265 页)

4 结束语

本文作者创新点:将电磁场数值仿真技术与虚拟现实技术结合,构建一个桌面式虚拟实验系统,该系统在计算机上即可完成天线阻抗、方向图、增益、耦合等项目的测试实验,不再受到资金、仪器和场地的限制。由于VRML是建立在因特网上的交互式三维多媒体技术,因此本文介绍的方法特别适合于大班次的网络教学和远程教学,具有制作方便、成本低廉的优点,其直观性、沉浸性和交互性将大大提高学生的学习兴趣和学习效率,改善教学效果。

参考文献

[1]李会,张劲松.虚拟现实技术在工业控制中的应用[J].微计算机信息,2006.09 :P74~ P75

[2]韦有双等.虚拟现实与系统仿真.国防工业出版社.2004.

[3]Chris Marrin, Bruce Campbell.21 天学通 VRML 2. 人民邮电出版社.2004.

[4]王秉中.计算电磁学.科学出版社.2005.

[5]吕英华.计算电磁学的数值方法.清华大学出版社.2006.

作者简介:张志刚(1977-),男,海军工程大学通信工程系,硕士,主要从事天线理论与设计研究。

Biography:Zhang ZhiGang (1977-), male, work in Dept. of Communication Engineering, Naval Univ. of Engineering ,research direction: Antenna Theory and Design.

(430033 武汉 海军工程大学)张志刚 谢慧 屈晓旭

通讯地址:(430033 武汉 武汉海军工程大学电子工程学院通信工程系)张志刚

(收稿日期:2007.5.23)(修稿日期:2007.6.25)

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,一直致力于专注于微波、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>