

HFSS 在电磁场与电磁波教学中的应用

王云秀

(西华师范大学物理与电子信息学院, 四川 南充 637009)

【摘要】电磁场与电磁波是电子信息工程专业一门重要的专业基础课程。文章介绍了在“电磁场与电磁波”的课程教学中引入电磁仿真软件 HFSS 的意义, 给出了在导行电磁波系统中的应用实例。实践证明, 该方法可以加深学生对导行电磁波系统的理论及实际应用的理解, 激发学生学习电磁场理论的热情, 培养其解决实际工程问题的能力。

【关键词】HFSS; 导行电磁波; 计算机辅助

【中图分类号】0441;G642.4

【文献标识码】A

【文章编号】1008-1151(2011)12-0199-02

The Application of HFSS in Electromagnetic Field and Electromagnetic Wave Teaching

Abstract: Electromagnetic Field and Electromagnetic Wave (EFEW) course is an important basic course in electronic information engineering major. In this paper, the significance of introducing electromagnetic simulation software HFSS in EFEW teaching is analyzed, in which an actual example is given in guided electromagnetic waves system. The teaching practice shows that these measures can enhance the students' comprehension on the electromagnetic field theory and application, initiate their study interests and improve their abilities to solve the practical problems.

Keywords: HFSS; guided electromagnetic waves; computer aided

早期人们解决微波工程中的设计与计算问题, 基本上都是通过数学方法求解麦克斯韦方程组, 但这种方法只能解决少数规则边界问题, 随着计算机技术的发展, 人们开始采用数值计算方法解决复杂边界问题。HFSS 是一种充分利用我们熟知的 windows 界面对任意 3D 设备建模并进行高性能的全波电磁场仿真软件, 它集可视化、实体建模、自动控制于一体, 可以快速、精确求解 3D 电磁问题, 是一种易于学习的开发设计环境。Ansoft HFSS 是采用有限元法开发的一种电磁仿真软件, 广泛应用于射频、无线通信、封装及光电子设计的任意三维电磁仿真, 方便查看所有的 3D 电磁问题。

1 Ansoft HFSS 软件应用实例选择

我们选用的教材是电子科技大学谢处方等编写的《电磁场与电磁波》第 4 版, 结合本人多年的科研和教学经验, 学生在导行电磁波这一章理解起来有些困难, 特别对 TE 模和 TM 模的各个模式的场分布、主模、截止频率、截止波长等概念缺乏直观感性的认识, 在整个课程的教学过程中是学生不易突破的一个难点。所以本人在讲授导行电磁波这一章时引入 HFSS 分析其场分布。常见的导波系统有规则金属波导(如矩形波导、圆波导)、传输线(如平行双线、同轴线)和表面波

导(如微带线、槽线等)。导波系统中电磁波的传输问题属于电磁场边值问题, 通过求解在给定边界条件下的电磁波动方程得到电磁场分布和传播特性。在求解过程中要利用复杂的数学物理方法, 特别当边界条件比较复杂时, 用这种方法得到精确的解析解相当困难。为此人们采用多种数值计算方法来求解, 比如时域有限差分法、有限元法、矩量法等。本文选取矩形波导为例具体讲解求解过程, 其他形式的波导可以以此类推。

2 HFSS 求解矩形波导

第一步, 首先根据矩形波导的实际尺寸建立模型, 如图 1 所示。第二步, 根据对应的边值问题设置边界条件, 场分布在波导的内部空间, 周围是理想金属导体 PEC, HFSS 默认边界条件就是 PEC。第三步, 设定波导两侧为 wave port (先在 object 上右键点出 select faces, 然后分别选择两个侧面, 之后在 HFSS 中的 Excitation 再选择 Assign 里边的 Wave port), 如图 2 所示。第四步, 设定求解的频率、迭代次数、收敛标准等(HFSS 菜单, 选择 Analysis setup 中的 Solution Setup)。第五步, 求解和后处理, 得到端口处 TE 各个模式的场分布, 如图 3 所示。当然, HFSS 也可以得到腔体内部的其

【收稿日期】2011-10-09

【基金项目】西华师范大学精品课程“电磁场与电磁波”(XJJPK0912)资助课题

【作者简介】王云秀, 女, 西华师范大学物理与电子信息学院副教授, 博士, 从事电磁场、微波电路的教学和科研工作。

它各个模式的场分布图。第六步，分析求解结果。

通过上面实例的引入，学生对学习电磁场与电磁波表现出极大的兴趣，通过学习，不仅可以形象地观察到腔内及端口面上电场和磁场的分布，也加深了对复杂的场分布公式的理解，更深刻体会到波导截止频率、截止波长、传播常数、TE 和 TM 模、波导波长、波阻抗等概念。

3 教学措施

为了使學生尽快掌握 HFSS 的使用，我们采取了课堂示范和学生自主探究相结合以及课堂辅导和学生实验相结合的方法。精心选取 2-3 基础实验题目，将实验要求、实验目的、实验步骤发布到网上，学生可以事先预习，学会软件的基本操作。选取 4-6 个提高性的设计题目，将学生分成几组，每组 10 人，定期向老师汇报设计进展。最后的成绩评定采取期末考试和平时的实验相结合的方式，期末考试占 70%，实验考核占 20%。

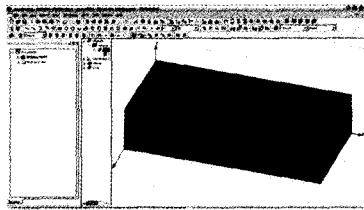


图 1 矩形波导模型

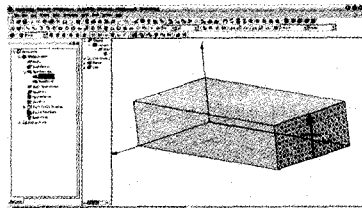


图 2 端口设置

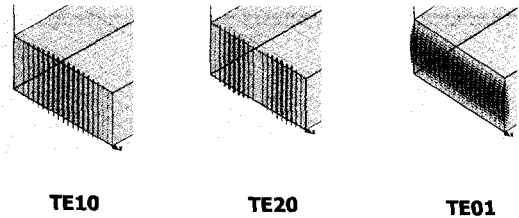


图 3 矩形波导端口 TE 模的场分布

4 结语

本文针对矩形波导利用 HFSS 软件工具对其进行了求解，给出了直观形象的仿真图形，丰富了教学内容，达到了一定的教学效果，为课程教学方法和手段的改革探索了新的思路。

【参考文献】

- [1] 谢处方,饶克瑾.电磁场与电磁波(第 4 版)[M].北京:高等教育出版社,2006
- [2] 吴明赞.工程电磁场课程研究式教学的实践[J].南京:电气电子教学报,2008,30(4):65-68.
- [3] 姚江宏,邓浩亮,等.电磁学教学改革的探索与实践[J].广州:高教探索,2008,9:135-136.
- [4] 赵莉,马继月.构建研究型大学本科人才培养模式探索[J].北京:高等工程教育研究,2007(6).

(上接第 254 页)

5.4 国际工业旅游市场的开发

东北地区与朝鲜、韩国、日本毗邻，是中国参与东北亚经济合作的桥头堡。在世界经济结构调整和国际产业转移中，具有优越的区位优势，成为承接国际产业转移的重要地区，有利于吸引外资尤其是日本、韩国的资金和技术，加强与日、韩等国在科技、能源、原材料、电子、机械制造等领域的合作，构筑对外开放的新格局。这为东北工业发展工业旅游资源提供了广阔的发展空间。

6 结语

工业旅游对于东北来说是一个新兴的产业，它不仅促进了第三产业的发展，与此同时也创造了大量的就业机会，创造就业的门槛也比较低，提供就业机会的数量多，将帮助工

人及其后代实现“重新在公园中就业”的梦想。同时对促进当地社会的稳定与和谐、繁荣和进步，具有广泛的意义。总之，从东北旅游到东北工业旅游，这不仅能拓展我们对旅游资源内涵的理解，丰富旅游产品体系，更能够凸显旅游业在东北经济转型和促进经济、社会和谐发展方面的良性作用，不失为东北旅游业在未来可以尝试的新思路。

【参考文献】

- [1] 应月芳.论工业产业旅游[J].北方经贸,2002(2).
- [2] 吕鸿,刘亮明.工业旅游潜力大[N].人民日报,2005-07-20.
- [3] 梁文生.我国工业旅游现状与发展[N].中国旅游报,2005-07-16.
- [4] 陈学清,郑岩.东北地区工业旅游发展条件分析与对策研究[J].经济研究,2005(2).

HFSS 视频培训课程推荐

HFSS 软件是当前最流行的微波无源器件和天线设计软件，易迪拓培训(www.edatop.com)是国内最专业的微波、射频和天线设计培训机构。

为帮助工程师能够更好、更快地学习掌握 HFSS 的设计应用，易迪拓培训特邀李明洋老师主讲了多套 HFSS 视频培训课程。李明洋老师具有丰富的工程设计经验，曾编著出版了《HFSS 电磁仿真设计应用详解》、《HFSS 天线设计》等多本 HFSS 专业图书。视频课程，专家讲解，直观易学，是您学习 HFSS 的最佳选择。



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程，是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装，可以帮助您从零开始，全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装，更可超值赠送 3 个月免费学习答疑，随时解答您学习过程中遇到的棘手问题，让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

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，可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>



更多 HFSS 视频培训课程:

● 两周学会 HFSS —— 中文视频培训课程

课程从零讲起，通过两周的课程学习，可以帮助您快速入门、自学掌握 HFSS，是 HFSS 初学者的最好课程，网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/1.html>

● HFSS 微波器件仿真设计实例 —— 中文视频教程

HFSS 进阶培训课程，通过十个 HFSS 仿真设计实例，带您更深入学习 HFSS 的实际应用，掌握 HFSS 高级设置和应用技巧，网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/3.html>

● HFSS 天线设计入门 —— 中文视频教程

HFSS 是天线设计的王者，该教程全面解析了天线的基础知识、HFSS 天线设计流程和详细操作设置，让 HFSS 天线设计不再难，网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/4.html>

● 更多 HFSS 培训课程，敬请浏览: <http://www.edatop.com/peixun/hfss>

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相关培训课程和 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讲授,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>