

“微波技术与天线”教学:与工程应用相结合*

蒋铁珍 廖同庆

(安徽大学 安徽合肥 230601)

【摘要】“微波技术与天线”是电子、通信等专业的基础理论课程,又是应用广泛的课程。该课程理论性较强,涉及大量的理论和公式,学生普遍感觉难学。该课程具有大量的应用实例,如将课堂教学与工程应用相结合,让学生具体了解该课程讲授内容的实际物理意义及其工程实践的意义,那么将会对学生的理解起到不可估量的作用。

【关键词】微波技术与天线;基础理论;工程应用;学用结合

【中图分类号】 G642.0 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-6120(2014)06-0078-03

“微波技术与天线”课程,从狭义上讲主要是研究微波的传输方面的问题,包括一些常用的微波传输线和微波无源元件^{[1][2]}。这些内容一般作为电子信息工程、通信工程、电磁场与无线技术等专业的本科阶段微波技术课程所要讲述的内容,是研究其他微波技术问题的基础。“微波技术与天线”课程既是专业基础课,又是应用课,一般是大三下学期或大四上学期开设。从研究方法和理论来说,电子信息工程学院专业基础课和专业课可分为三方面:场、路和系统。“微波技术和天线”课程是对场、路和系统的补充,这门课程的理论性和实践性较强,并且由于该课程的实际应用很广,使得该课程的内容多、难度大,很多问题看似简单,实则复杂。该课程教学内容的特点是基本概念抽象、分析方法多样以及公式复杂等。单纯进行课堂教学,学生在课程结束后,依然不清楚为什么学习这门课,学习这门课究竟有什么用。因此,本文主要根据该课程的广泛工程应用实例,结合微波技术与天线课程的特点,探讨如何较好地将工程实例应用到该课程的课堂教学,加深学生的理解,从而提高学生的兴趣,发挥学生的积极性和能动性,达到学习的目的。

一、在绪论教学中与工程的结合

学生一般在每门课程的开始都充满了好奇和兴趣,教师精彩的“绪论”课能够激发学生的学习兴趣 and 求知欲望;反之,学生会在这门课失去兴趣,甚至会产生厌学情绪。因此,“绪论”课显得尤为重要。在微波技术与天线绪论中,除了向学生介绍“什么是微波技术”以及学习方法外,应重点列举一些学生熟

知的例子说明微波技术与天线的应用。随着近年科学技术的发展,射频、微波、天线技术的应用已经无处不在,渗透到电子、通信的各个领域。通过在绪论中引入这些微波技术应用典型实例,可以使学生对“微波技术与天线”课程将要学习的内容有一个大概的了解,也可以在一定程度上明白为什么必须学习这门课程,即体会到该课程的必要性和重要性。“微波技术与天线”课程主要学习的传输线和天线是典型的微波器件,在雷达系统和通信系统中都需要用到^{[2][3]}。学生对通信和雷达应该都比较感兴趣,下面给出雷达或通信的应用实例,加深学生的理解。图1是雷达主要组成部分示意图。

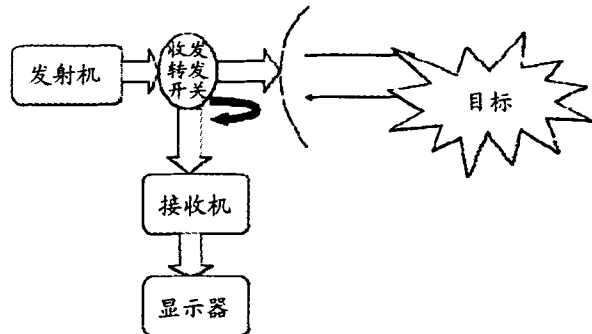


图1 雷达主要组成部分

雷达主要应用在军事方面,比如说预警机、神舟发射的测控等,如图2所示。学生可能在平时的新闻中都有接触,通过这样的介绍,让学生了解传输线主要用在雷达的哪些方面、天线又是如何发挥作用,从而使学生对“微波技术与天线”课程学习的主要内容有最直观的理解,并了解应用大概在何处。而通

【收稿日期】2013-11-20

*基金项目:教育部“高等学校博士学科点专项科研基金”项目“基于SAW技术的新型RFID系统研究”(20123401120008)。

【作者简介】蒋铁珍(1977—),女,安徽大学电子信息工程学院高级工程师,博士。研究方向:MIMO雷达系统及信号处理,新体制雷达。

信系统在我们平常生活中的典型应用实例就是手机,雷达与通信系统在使用频率等方面存在差异,但理论基础是一致的,都涉及到电路与系统、电磁场与微波技术、信号与信息处理、计算机应用等学科。电子系统大部分相似,都包括发射机、接收机,信号处理机等。



图 2 雷达某种应用

二、在传输线教学中与工程的结合

“微波技术与天线”教材中关于传输线有大量的内容,从传输线基本理论、波导到微波网络,基本上都是与传输线有关。在教学过程中,如果仅仅教授教材的内容,那将是大量的公式推导,学生很难理解其真正的意义。教学过程中,可以先列举传输线的实际应用,再利用微波 EDA 软件设计某种传输线,计算传输线教学内容涉及的各种参数,并与实际计算比较,让学生具体了解每个学习内容的物理意义,条件许可的话可以让学生结合学习内容具体参与到设计中,当然从最简单的设计开始。

微波射频领域主要的 EDA 工具首推 Agilent 公司的 ADS (Advanced Design System) 软件和 Ansoft 公司的 HFSS、Designer 软件以及 CST,其次是比较小型的如 Microwave Office, Ansoft Serenade, Zeland, XFDTD, Sonnet, FEKO 等电路设计软件。Agilent 公司的 ADS 软件是在 HP EESOF 系列 EDA 软件基础上发展完善起来的大型综合设计软件,该软件范围涵盖了小至元器件,大到系统级的设计和分析。本文主要列举利用 ADS 软件进行波导传输线设计参数仿真,并如何与教学工作相结合。

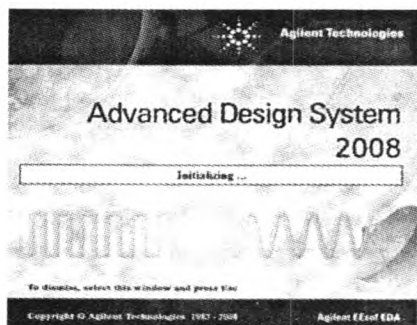


图 3 ADS 界面

图 3 是 ADS 软件初始化界面及电路图,通过 ADS 软件可以实现各种微波射频电路的仿真,与本课程相关的如 Smith 圆图、网络参数等,利用该软件激发学生的学习积极性,通过软件设计简单的电路,达到学习的目的^{[2][4]}。图 4 是微波网络中的 S 参数仿真。

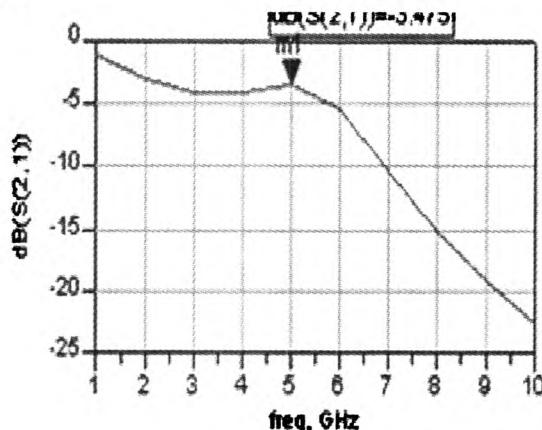
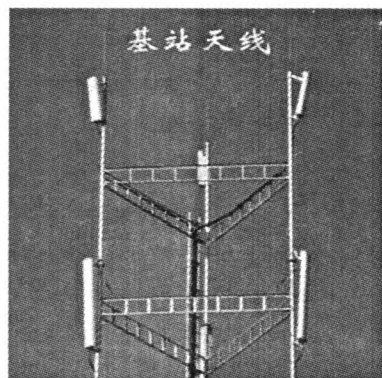


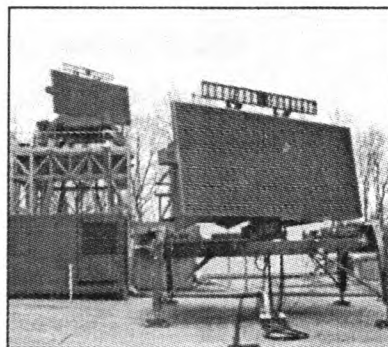
图 4 网络参数仿真

三、在天线章节教学中与工程的结合

通信系统和雷达系统都需要天线,现实生活中涉及到无线电传播信息的基本上都需要用到天线,在这里可以以手机通信、调频广播或雷达这些经常接触或听说的应用作为实例^{[1][5]}。图 5 给出了手机基站和雷达的天线示意图。



(a) 手机基站天线



(b) 雷达天线

图 5 天线示意图

天线的主要功能如下:

第一,天线是能量转换器。作为发射天线,它将发射机内的电磁波的能量转换成自由空间的电磁波的能量;反之,作为接收天线,它将自由空间的电磁波的能量转换到接收机内去。

第二,天线是定向辐射(接收)器。天线具有方向性,即发射天线在不同的方向上所辐射的能流密度不同;而对于不同方向上传来的等强度的电磁波,接收天线所接收的能量亦不相同,即在某个方向上辐射(或接收)最强,而在其他方向上则辐射(或接收)较弱甚至很弱。例如,雷达天线必须在目标方向辐射(或接收)最强,而通信基站或普通广播天线则须在所有方向辐射一样,以便周围听众都能接收到。

以某种雷达系统为例,雷达主要组成部分如图1所示。图1中概括性给出了雷达的结构,发射机包含功放、滤波器等,接收机包含混频、放大、滤波及信号处理等,本课程主要关注“发射机—天线—目标—天线—接收机”的传输关系,上节中介绍的各种传输线用于天线与发射机或接收机的连接,称之为天线馈线系统。在线部分,天线的各种参数是本章节的重点内容,比如说天线的方向图、效率、增益、频带宽度等,这些内容的讲解必须要结合实例,才能让学生有个直观的理解。以天线的方向图为例,在雷达系统中,无论是发射天线将电磁波辐射出去还是接收目标反射回来的电磁波,都与天线方向图密不可分,它的设计好坏直接影响雷达的工作性能。雷达天线如果在较宽的方向范围内辐射能量强,即雷达天线方向图波束较宽,雷达难以分辨目标,影响雷达的多目标检测。在具体的课堂教学中可以结合上节中介绍的软件进行天线各种参数仿真说明。

四、该课程教学与工程结合的实际效果

根据学生反映,无论是“电磁场工程”还是“微波技术与天线”课程,概念晦涩难懂,非常难学。因此,笔者在讲授该课程之前,首先给学生开设了两次学

术讲座,分别是与该课程应用相关的雷达和通信的基本介绍。目的在于让学生先对该课程的两大重点应用有个比较详细的了解,通过两次讲座后,学生对具体的应用非常感兴趣,提出了大量的问题。如雷达讲座后,某学生针对介绍的穿墙雷达提出,为什么雷达能够穿过墙却穿不过人呢。可以看出,这样就调动了学生的积极性,引导学生去思考具体问题。在后期的“微波技术与天线”各内容的讲授中,与雷达或通信应用密切结合后,由于学生已经对雷达有了了解,结合具体应用实例后,学生对所学内容更容易了解,调动了学生的学习积极性,更有意思的是激发了很多学生的军事兴趣。

课堂教学与生活或应用相贴近,与工程经验相结合,丰富了课堂内容,充分调动了教师的积极性和学生的学习热情,同时也为学生的学习和发展提供了新的学习环境。本文详细论述了微波技术与天线课堂教学几个重点内容如何与工程相结合,便于学生理解,将晦涩难懂的知识形象化、简单化,使理论知识具有了物理意义,说明课堂教学和工程结合在“微波技术与天线”课程教学中能收到不错的效果。

【参考文献】

- [1]王新稳,李延平,李 萍.微波技术与天线(第三版)[M].北京:电子工业出版社,2011.
- [2]全部辉.微波技术基础[M].北京:高等教育出版社,2011.
- [3]丁鹭飞.雷达原理[M].西安:西北电讯工程学院出版社,1984.
- [4]陈艳华,李朝辉,夏 玮.ADS应用详解——射频电路设计与仿真[M].北京:人民邮电出版社,2008.
- [5][美]克劳斯.天线[M].章文勋译.北京:电子工业出版社,2011.

(责任编辑:李文富)

Combination with Teaching and Engineering for “Microwave Technology and Antennae”

Jiang Tie - zhen Liao Tong - qing
(Anhui University, Hefei, Anhui, 230601, China)

Abstract: Microwave antenna technology is not only the basic courses for electronic, telecommunications and other majors, but also the application lessons. This course is very theoretical, which involves a large number of theories and formulas, so students generally feel difficult to learn. According to its large number of application examples, teachers can combine teaching and engineering application, allow students to understand the physical meaning of the teaching content and the meaning of engineering practice. It will be very helpful for the students to understand the teaching contents.

Key words: microwave technology and antennas; basic theory; engineering application; combination of learning and application

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>