

《微波技术与天线》课程教学策略探讨与研究

党方超, 孙云飞, 袁成卫

国防科技大学前沿交叉学科学院, 湖南 长沙
Email: dangfangchao_nudt@163.com

收稿日期: 2021年8月10日; 录用日期: 2021年9月6日; 发布日期: 2021年9月13日

摘要

本文主要探讨了《微波技术与天线》本科生课程的教学策略, 主要包括注重物理概念讲解、实物案例讲解、仿真动画演示、基础物理与前沿科学相结合、线上线下混合式教学等教学策略。根据授课内容, 选择不同的教学策略, 或者采用多种策略相结合的教学方法, 一方面可以激发学生学习的兴趣与积极性, 使“让我学”变成“我要学”, 让学生深切感受到学有所用; 另一方面可以对抽象的物理概念与物理图像进行可视化, 使学生更好地理解微波技术与电波传输发射领域的专业知识。

关键词

教学策略, 仿真动画演示, 应用举例, 线上线下混合式教学, 《微波技术与天线》

Discussion and Research on Teaching Strategy of *Microwave Technology and Antenna* Course

Fangchao Dang, Yunfei Sun, Chengwei Yuan

College of Advanced Interdisciplinary Studies, National University of Defense Technology, Changsha Hunan
Email: dangfangchao_nudt@163.com

Received: Aug. 10th, 2021; accepted: Sep. 6th, 2021; published: Sep. 13th, 2021

Abstract

This paper mainly discusses the teaching strategies of the undergraduate course *Microwave Technology and Antenna*, which mainly includes teaching strategies focusing on physical concept explanation, physical case explanation, simulation animation demonstration, combination of basic

physics and frontier science, online and offline mixed teaching and so on. According to the teaching content, one can choose different teaching strategies, or select a combination of various strategies of teaching methods. In this way, it can stimulate the learning interest and enthusiasm of the students, and would change the situation from the "let me learn" to that "I want to learn". It would let students deeply feel that the learning is very useful. On the other hand, it can visualize the nonobjective physical concepts and physical images, so that the students can better understand the professional knowledge of the field of microwave technology and radio transmission and emission.

Keywords

Teaching Strategy, Simulation Animation Demonstration, Application Example, Blend of Online and Offline Teaching, *Microwave Technology and Antenna*

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

作为信息时代信息的主要载体——微波，不仅在雷达、卫星通讯、移动通信等学科领域得到广泛应用，而且已经深入到了各行各业，在人们的日常生活中扮演着非常重要的角色[1] [2]。《微波技术与天线》课程研究微波传输与发射的基本理论、基础知识与基本分析方法，是电子信息与通信工程专业不可或缺的基础课程，掌握微波技术与天线相关理论与知识对于日后从事微波复杂系统的分析与设计具有重要的意义。

然而，《微波技术与天线》课程涉及许多抽象的物理概念、公式推导、模式场型、场路等效等内容，学习过程中难免晦涩难懂，不仅降低了学生的学习兴趣与热情，而且难以达到较好的学习效果。为此，本文对《微波技术与天线》课程的教学策略与方法进行了探讨，主要包括注重物理概念讲解、实物案例讲解、仿真动画演示、基础物理与前沿科学相结合、线上线下混合式教学等策略，通过多种教学方法的交叉融合，提高学生的学习兴趣与积极性，使学生亲身体会到学有所用，同时建立起清晰的物理图像，真正理解所学知识，达到活学活用的学习效果。

2. 课程性质与目标

2.1. 性质与定位

微波技术与天线是一门重要的电子、光电、信息类专业本科生的基础课程，微波在日常生活、军事斗争准备、国民经济、国防现代化建设中重要的作用，在卫星通信、移动通信、雷达、微波遥感、高功率微波武器等方面得到了广泛的应用。对于电子信息与通信工程专业的本科生来讲，本课程有很强的实用性。

本课程的主要目的是使学员通过本课程的学习，并结合课内实践环节，掌握微波技术与天线的基本概念、基本理论和基本分析、设计方法。通过课程中采用的近似、等效、经验公式、仿真和实验等工程实践的处理手段，培养学员分析问题和解决实际问题的能力，为今后从事微波技术研究、微波通信工程设计、光电信息系统研究和应用等工作打下坚实的基础。

2.2. 课程目标

1) 课程知识目标:

知识目标主要包括以下主要的知识单元,即均匀传输线理论、微波传输系统、微波网络与微波器件、天线与电波传播的基本理论、工程中的常用天线,掌握“场”与“路”的基本理论与分析方法,掌握微波无源电路、天线辐射系统的工作原理与设计思想,构建微波系统的知识体系与结构框架。

2) 课程能力目标:

一是灵活运用微波技术知识理解、分析典型微波系统,二是培养严谨的科学思维与求真务实的探索精神。

3. 教学策略探讨

《微波技术天线》课程兼顾微波技术基础理论与微波工程应用,下面探讨了这门课程的教学策略。

3.1. 注重物理概念讲解

《微波技术与天线》课程中包含非常多的复杂公式推导,容易导致学生陷入推导公式的漩涡,而对物理概念的理解不够系统深入。为防止“会做题但不理解”的现象发生,需要在有限的课堂时间内,弱化复杂公式的推导过程,注重抽象模型的建立过程、物理公式的使用条件与推导思路、参量的物理含义、元器件工作原理、理论与应用之间的衔接等,帮助学生建立起清晰的物理图像,增强学生对微波技术物理框架的构建,具体要把握好以下三点:

1) 讲解物理背景:针对学习对象,在讲解新内容之前,做好新概念的引入与物理背景的讲解。根据已知概念和背景知识,层层递进,由浅入深,引入新的物理概念,同时,依据研究对象特点,说明新概念的使用条件与原则。

2) 揭露物理本质:对于新的物理概念,通过循序诱导方式,揭露其物理本质,为下一步建立方程与理论求解提供理论支撑。

3) 物理概念的融会贯通:在新概念讲解之后,通过逻辑图、流程图或者表格对比等方式,将新老物理概念融合,达到建立物理框架的目的。

例如,在均匀传输线理论章节中,主要采用“路”的理论与方法求解分析微波传输线,在物理背景讲解方面,可以从普通家用的电线引入微波传输线,两者具有相似的功能,其次,根据传输信号波长(或者频率)与传输线长度的对比引入“长线”的概念,然后,根据双导体传输 TEM 模式的电场分布与稳恒条件下的电场分布相同,提出可以采用“路”的理论分析双导体 TEM 波传输线,也就是该理论的适用条件。在物理本质揭露方面,求解电路的基本理论是基尔霍夫电压和电流方程,这是已知的物理基础,对于均匀传输线的“路”的理论,同样使用基尔霍夫电压和电流方程分析求解。在物理概念的融会贯通方面,可以建立如图 1 所示的逻辑图,使学生建立起 TEM 波传输线采用“路”分析求解的物理框架以及“场”与“路”分析方法之间的转换关系。

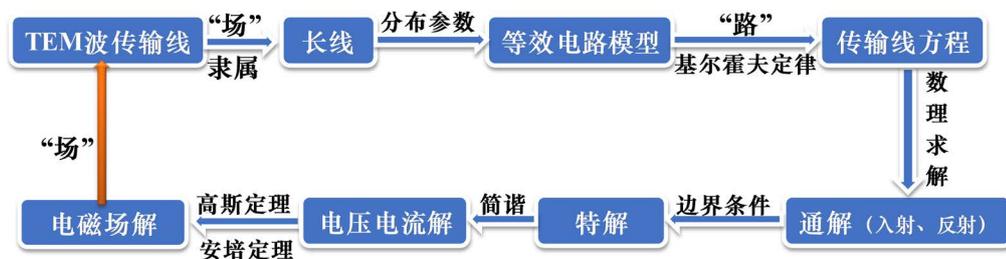


Figure 1. Physical idea of analyzing uniform microwave transmission line by using “circuit” theory

图 1. 应用“路”理论分析均匀微波传输线的物理思路

3.2. 仿真动画演示

《微波技术与天线》课程中涉及一个非常基本的问题——电磁场分布，对于规则结构，电磁场分布可以理论求解，对于不规则结构，电磁场分布很难理论求解，即使是规则结构，求解出来的电磁场分布仍然比较抽象，学生理解仍然存在困难。目前，基于有限元的电磁求解软件已经非常成熟，如 HFSS、CST、Ansys 等软件，假如可以将电磁场分布进行可视化，不仅可以帮助学生理解电磁场的时空分布，建立起清晰的物理图像，而且可以增加学习的乐趣与积极性。

例如，在圆金属波导章节中，可以将圆波导最常用的三种模式 TE_{11} 、 TM_{01} 与 TE_{01} 的场分布进行可视化(如图 2 所示)，帮助学生更好的理解三种模式的传输特点。

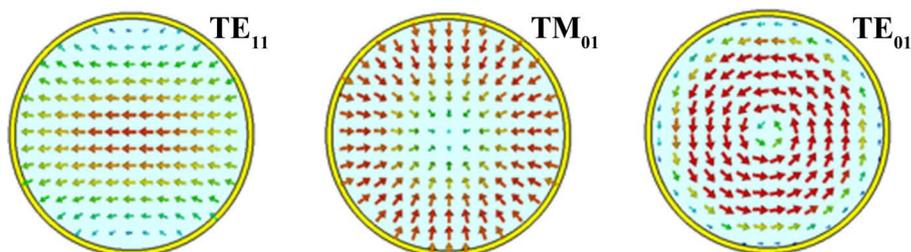


Figure 2. Filed distributions of TE_{11} , TM_{01} and TE_{01} modes in the circular waveguide by using CST software
图 2. 应用 CST 软件计算得到的圆波导 TE_{11} 、 TM_{01} 与 TE_{01} 的场分布

在例如，在圆锥喇叭天线章节中，可以将喇叭天线内部与辐射口面的场分布进行可视化，同时用三维显示天线在各个方位的增益分布(见图 3 所示)，清晰明了的理解喇叭天线的功能、定向发射的工作原理以及辐射增益的变化规律。

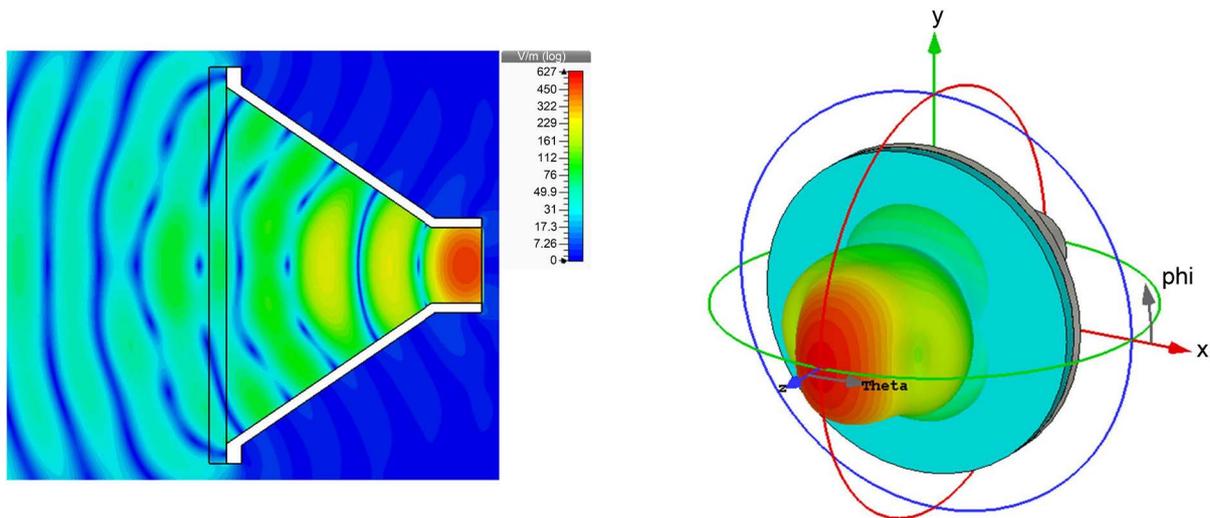


Figure 3. Field distribution and gain characteristics of conical horn antenna by using CST software
图 3. 应用 CST 软件计算得到的圆锥喇叭天线的场分布与增益特性

3.3. 实物案例讲解

微波技术目前已经广泛应用于人们的日常生活中，课程学习中的一些章节内容可以在课堂中直接进行简单的实验操作与验证，如果在讲解中，能够加入实物案例讲解，甚至让学生自己动手，可以收到事半功倍的效果。

例如,在微波元器件与微波网络的章节学习中,可以将定向耦合器、波导同轴转换器、衰减器、魔T等典型的微波元器件带入课堂,让学生亲眼观察这些元器件的结构与细节,同时,可以将矢量网络分析仪带入课堂,现场对元器件的散射矩阵S参数、驻波比等网络参数进行测量讲解,分析S参数、驻波比等参数所表达出来的物理意义。通过实物案例讲解使理论与实际应用相结合,培养学生运用理论知识分析微波系统的技能。

3.4. 基础物理与前沿科学相结合

《微波技术与天线》课程是一门将理论与应用结合较为紧密的课程,将所学的基础知识应用到前沿科学技术,将两者之间的结合讲授给学生,可以使学生真正感受到“学有所用”,而“学有所用”将是学生自觉学习的最大动力之一。

例如,在讲授有源相控阵天线章节中,首先讲授该天线的基本结构与工作原理,然后讲授该天线的辐射特性与波数扫描特性,对比该类天线与传统反射面等天线的特点与优势,最后,引出美军在韩国部署的“萨德末端反导武器”应用的就是有源相控阵天线,将“萨德”这个非常火热的军事应用与课程中的有源相控阵天线基础知识结合,不仅可以活跃课堂气氛,而且激励起学生的爱国情怀与学习积极性。

3.5. 线上线下混合式教学

随着线上慕课的快速的发展,学生不仅可以在课堂上学习微波技术知识,在课堂外,学生也可以在线上学习与微波技术与天线相关的慕课[3]。线上学习有以下两个优点:1)可以弥补课堂学习的知识漏点,课堂学习的时间毕竟有限,知识点难免有所侧重,不可能面面俱到,线上慕课学习可以学习其他不同老师的授课,恰好可以弥补课堂学习的不足;2)线上慕课学习的时间比较自由,许多慕课是按照知识点划分来授课,每个知识点时间不长[4],这样,学生可以利用自己的琐碎时间来加深对知识点的理解。

4. 总结

《微波技术与天线》课程是一门兼顾微波技术基础理论与微波工程应用的课程,是电子信息与通信工程专业不可或缺的基础课程,论文对该课程的教学策略进行了探讨研究,主要包括注重物理概念讲解、仿真动画演示、实物案例讲解、基础物理与前沿科学相结合、线上线下混合式教学等策略,具体实施中,可以根据不同章节内容与不同学习对象,合理采用一种或者多种教学策略相结合的方法,提高学生学习的热情、积极性与学习效率,使“让我学”变为“我要学”,更有效地掌握微波技术的基本理论、基础知识与基本分析方法。同时,实物案例讲解与基础物理与前沿科学相结合的教学策略可以培养起学生严谨的科学思维与求真务实的探索精神,为学生进一步科研深造奠定相关基础。

参考文献

- [1] 刘学观,郭辉萍.微波技术与天线[M].西安:西安电子科技大学出版社,2016:1-4.
- [2] 王文祥.微波工程技术[M].北京:国防工业出版社,2009:1-5.
- [3] 姜春林,万明秀,吴时兰.高校公共课线上线下同步教学模式的探索[J].高教学刊,2019(1):66-68.
- [4] 王新稳,李延平,李萍,等.中国大学MOOC,微波技术与天线[Z/OL].
<http://www.icourse163.org/course/XDU-1206399806?from=searchPage>, 2021.