

doi:10.13582/j.cnki.1674-5884.2016.03.018

基于 OptiWave 光学模拟的光纤通信 课程教学模式探索

唐志军,胡仕刚,席在芳,吴笑峰,欧青立

(湖南科技大学 信息与电气工程学院,湖南 湘潭 411201)

摘要:针对光纤通信课程传统教学模式存在的不足,探索性地将 OptiWave 光学模拟方法引入到该课程的理论和实践教学中,并提出“数学推导+物理描述+光学模拟”的理论教学模式,以及“常规实验与光学模拟相结合”的实践教学模式。教学实践证明,将光学模拟方法引入到光纤通信课程教学中,能节约教学资源,激发学生学习兴趣,提高学生创新能力。

关键词:光纤通信;光学模拟;教学模式;能力培养

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2016)03-0054-03

为适应信息化时代的需求,国内高校通信类专业基本上开设了光纤通信这门主干专业课程。光纤通信课程涉及的知识面非常广,学习这门课程之前,需要先修电磁场与波、光学、半导体材料与物理、通信原理、计算机网络、电子技术等课程。因此,该课程具有理论深度大、概念抽象、数学推导复杂、不易理解等特点,这就给该课程教学带来许多困难^[1-3]。

目前,光纤通信课程教学主要采用“理论+实验”的教学模式。对于理论教学,通常是采取课堂讲授的传统教学方法,主要讲解光纤通信技术的原理、概念、方法以及相关的数学推导等,教学过程中通常只涉及到纯理论讲授,这使得学生学习起来感觉很枯燥,对理论知识理解不透彻,并逐渐失去学习兴趣,从而导致理论教学效果不佳。对于实验教学,除少部分条件好的高校外,大部分高校受经费限制,仅仅按照课程教材在定制的光纤实验箱上开设少许验证性实验,缺乏设计、应用和创新性等实践环节,这不利于培养学生专业技能。

基于此,本文探索性地将 OptiWave 的光学模拟软件引入到光纤通信课程的理论和实践教学中。在讲授理论知识的同时,利用 OptiWave 中的各种模拟仿真使复杂抽象的理论形象化、具体化,从而激发学生学习兴趣,帮助其理解和掌握光纤通信课程的相关理论知识;在实践环节教学中,利用 OptiWave 中的 OptiSystem 搭建各种光纤器件或系统,能有效地弥补固定实验箱或定制硬件实验中存在的不足,从而提高学生分析和解决问题的能力,进一步培养学生的实践创新能力。

1 OptiWave 光学模拟软件组成

OptiWave 光学模拟软件主要包括 OptiSystem(光通信系统与放大器设计软件)、OptiFiber(光纤设计软件)、OptiFDTD(时域光子学仿真软件)、OptiBPM(光学波导设计软件)、OptiGrating(集成光纤光栅设计软件)和 OptiSPICE(光电子线路设计软件)等。OptiWave 光学模拟软件最显著的特点是界面友好、操作方便、功能强大。用 OptiSystem 搭建的间接光调制激光器模型如图 1 所示。

收稿日期:20150716

基金项目:国家自然科学基金项目(61377024);湖南科技大学教学研究与改革一般项目(G31408,G31307);湖南省普通高等学校教学改革研究项目(湘教通[2013]223号,序号:251;湘教通[2014]247号,序号:282)

作者简介:唐志军(1974-),男,湖南邵阳人,副教授,博士,主要从事物联网 RFID、超宽带天线技术,光纤通信和计算机网络等研究。

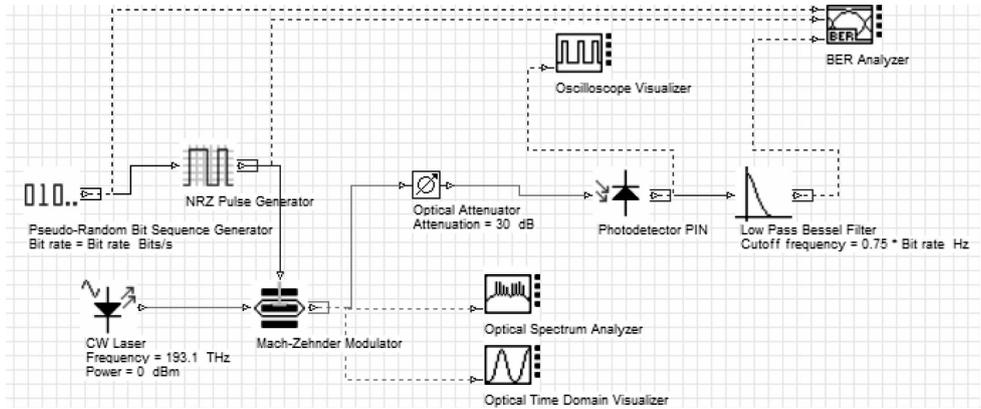


图1 间接调制激光器仿真模型图

2 理论教学模式

光纤通信课程理论教学内容主要涉及到光纤通信导论、光纤的结构与导波特性和光器件及光波系统互联技术、光端机、模拟光纤通信系统、数字光纤通信系统、光纤通信新技术和光纤通信网络等,知识面非常广泛,包含较深的理论基础,整个理论体系中的公式或定理伴随着复杂抽象的概念和严格的数学推导证明,这给课程教学带来许多困难。鉴于这种情况,可以将“光学模拟”教学方法引入到课程理论教学中来。也就是说,在课程理论教学中,除了强调数学推导和物理概念描述相结合之外,对于复杂、抽象、理解困难的理论知识,利用光学模拟方法进一步解读。简单起见,关于数学推导和物理概念相结合的教学方法不再赘述,下面主要针对理论教学中的若干难点来说明如何在光纤通信理论教学中引入光学模拟。

2.1 光器件模拟

在光纤通信理论教学中,无论是有源还是无源光器件,其宏观结构及原理不难讲解,学生也容易理解。然而,分析或测试光器件中的波传播、反射、散射、衍射、偏振以及非线性现象,将涉及非常复杂的数学推导和电磁场求解问题,如果仅仅通过理论讲解很难取得好的教学效果。对于这类问题,可以利用OptiWave的光学模拟软件OptiFDTD来加以解决。

2.2 光波导模拟

众所周知,光波导是光纤通信的理论基础。也就是说,要学好光纤通信,必须掌握并理解光波导理论。然而,光波导理论涉及到许多复杂问题,如光场沿波导截面的分布规律,光场沿波导的传播规律,信号沿光波导传播时的衰减、畸变,光波导模式间的耦合,光纤中的非线性效应,光场偏振态沿光波导的演变规律,以及复矢量法解模式问题等。在理论教学中,对于这些复杂的问题,通常采用的分析方法有几何光学法、本地平面波法和波动光学法,其中,几何光学法为近似分析法,比较容易理解,但后两种方法,特别是波动光学分析法非常复杂,难以理解和掌握。为了帮助学生更好地理解光波导理论和波动光学分析法,可以将OptiBPM光波导模拟引入理论教学中。理论教学中,可用OptiBPM来模拟复杂的光波导以及这些波导中的光信号定向、耦合、开关、分波和复用/解复用。

2.3 光纤和集成光栅模拟

光纤和集成光栅为光信号传输组件,是光纤通信系统组成的三大部分之一。从宏观角度,光纤的基本概念、结构及导光原理比较容易理解,但是,光纤的参数如截面尺寸、材料成分和折射率分布如何影响光纤的线性和非线性效应等光学性能问题则比较复杂,单纯从理论上讲解,学生难以理解透彻。对于光纤和集成光栅的理论教学,可以引入OptiFiber和OptiGrating来模拟,利用OptiFiber模拟各种常用光纤并分析其光学性能,利用OptiGrating来模拟复杂的集成光纤光栅或波导光栅。

2.4 光纤通信系统模拟

在光纤通信课程理论教学中,在讲授光纤通信系统时,通常按照“系统框架→系统模块→组件功能→光电子线路→光器件”这一线索进行讲解,基本上是通用光纤通信系统功能性描述,学生掌握系统及模块大体功能没有多大问题。然而,在系统规划、设计、应用及性能评估等方面的讲解,不能只依赖于理论讲授,还需要针对具体应用的光纤通信系统实例进行讲解。为解决这个困惑,可以引入OptiSystem帮

助学生模拟具体应用的光纤通信系统。

3 实践教学模式

专业主干课程的实践教学应是多层次实践教学,包括验证性实验、系统测试实验、综合性实验、自主开发研究性实验和应用性实验等。然而,在光纤通信课程实践教学过程中,由于受实验或实训条件的限制,国内大部分高校采用定制好的“光纤通信实验平台”或“光纤通信实验箱”进行实践教学。这种实践教学模式虽然能满足光纤通信基本原理的验证、部分光纤通信器件参数的测试和常规光纤通信系统的测试等,但对于复杂光器件测量、自主开发研究性和应用性等实验来说,这种教学模式就存在一定的缺陷。此外,采用定制的“光纤通信实验平台”或“光纤通信实验箱”,学生只需按照指导书的实验步骤简单操作,开发设计性环节非常有限,这很难激发学生做实验的兴趣,从而限制了学生创新能力的培养。为节省教学经费并弥补常规实验教学中的不足,可以将光学模拟实践方法引入到光纤通信课程实践教学中来,采用“常规实验+光学模拟”的实践教学模式。也就是说,对于原理性验证、简单参数测量等实验,在“光纤通信实验平台”或“光纤通信实验箱”上进行,而对于复杂光器件设计及测量、自主开发研究性和典型应用性等实验,采用 OptiSystem 软件进行模拟仿真。

常规性实验在此不再赘述,下面主要通过实例来说明如何使用 OptiSystem 搭建及模拟典型的光纤通信系统。图 2 为基于 OptiSystem 搭建的一个 10 G 单模光纤通信系统仿真模型。在搭建该模型时,首先要根据实验要求确定系统的功能框图,接着按照功能框图选取 OptiSystem 组件,如比特序列发生器、非归零脉冲发生器、直接调制激光器、复用器、光纤信道、掺铒光纤放大器(EDFA)、解复用器、光检测器和滤波器等,然后根据它们的关系将其关联起来,就可以完成仿真模型的搭建。接下来就是各个组件的参数设置→仿真执行→参数观测分析→参数调整→组件调整等,直到满足实验要求。限于篇幅,系统仿真结果不再给出。此外,在搭建系统模型过程中,当实验所需的组件在 OptiSystem 自带组件库里找不到时,可以用 Matlab 创建所需组件,然后进行 OptiSystem 与 Matlab 联合仿真。

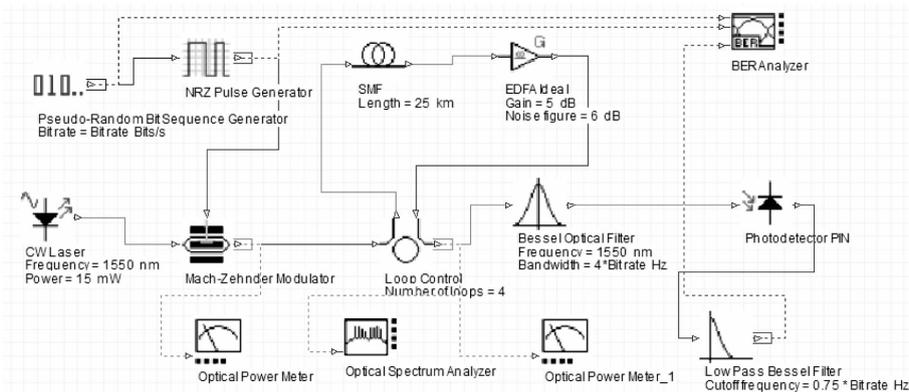


图 2 10 G 单模光纤通信系统仿真模型

4 结语

光纤通信是通信类专业的主干必修课程,其理论性和实践性都很强。在该课程教学过程中,既要注重理论教学方法,也要强调实践教学方法,也就是说要两者并重。本文针对光纤通信传统教学模式存在的缺陷,将光学模拟方法引入理论教学 and 实际教学中,能够进一步激发学生的学习兴趣,培养学生的实践和创新能力,取得较好的教学效果。当然,光纤通信课程教学模式的改革与探索是一个长期的过程,只有把提高教学效果和培养学生综合能力作为衡量课程改革和探索的标准,才能把握其正确方向。

参考文献:

- [1] 黄永清,陈雪,李蔚,等.“光纤通信”课程的教学改革[J]. 电气电子教学学报,2010,32(6):12-13.
- [2] 李永倩,张淑娥.“光纤通信原理”课程实验教学内容研究[J]. 中国电力教育,2010(6):129-130.
- [3] 焦学辉,陈丽茹.“光纤通信”课程教学模式改革的探索[J]. 中国电力教育,2011(26):105-106.