

“应用光学”课程教学模式的思考与建议

许嘉文, 程湘爱, 钟海荣

(国防科学技术大学 光电科学与工程学院, 湖南 长沙 410073)

摘要:“应用光学”作为光学工程专业的专业必修课程, 课程教学效果直接影响后续专业课程的学习。调研了国内外在光学工程教学和科研领域中处于一流地位的多所知名大学的具体教学模式, 立足于我院技术类军用光电工程专业的实际情况, 针对不足之处结合教学经验进行思考分析, 在教学内容、教学方法、考核方式提出了课程材料多样化、课程组织生动化、课程内容前沿化和课程考核均衡化等具体实践方案。

关键词: 教学模式; 应用光学; 教学方法; 教学实践

中图分类号: G642.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8874(2016)01-0115-06

Reflection and practice about Teaching Modes of Applied Optics Course

XU Jia-wen, CHENG Xiang-ai, ZHONG Hai-rong

(College of Opto-electronic Science and Engineering, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: As a compulsory course of the major of optical engineering, the teaching result of Applied Optics highly affect the following study of other curricula. In this paper, we have investigated the teaching modes of many well-known universities, which keep ahead in the teaching and research areas of optical engineering. Through learning from their rationally designed teaching methods of optical curricula and combining with our teaching situation, this paper proposed some practical advices on the course introduction, teaching materials, organization, content and assessments about the teaching of Applied Optics.

Key words: teaching mode; applied optics; teaching methods; teaching practices

一、引言

“应用光学”是光学工程专业的核心必修课, 为其他后续专业课程(如“军用光电技术”、“军用光电系统与装备”)的学习奠定必备的基础, 在培养学员工程素质方面发挥关键作用。因此, 保障和提高“应用光学”的教学质量在整个专业教学中具有重大意义。不同的教学理念、教学目标、

教学策略及教学活动, 构成了不同的教学模式。教学模式既是一种稳定且简明的教学结构理论框架, 又包含着具体可操作的教学活动方式, 指导人们从整体上探讨和加强教学设计、研究教学过程的优化组合^[1]。本文调研了国外在光学工程教学和科研领域中处于一流地位的多所大学的的教学模式, 具体有: 美国的普林斯顿大学(Princeton University)、斯坦福大学(Stanford University)、亚利桑那大学(University of Arizona)、罗切斯特大学

(University of Rochester), 英国的剑桥大学(Cambridge)、伦敦大学玛丽女王学院(Queen Mary University of London)、伦敦大学学院(University College London), 与国内大学(如浙江大学、华中科技大学等)的教学情况对比, 结合“应用光学”的课程特点和军校学生特色及培养目标, 思考国内大学教学模式中普遍存在的问题与不足, 进而在教学模式的三个主要环节: 教学内容、教学方法和教学评价方面, 提出具体可行的调整方案, 最终通过教学实践来检验教学效果。

二、国外教学模式主要特点

由于教学模式在课程教学中具有重要地位和作用, 有关教学模式的探索从未停止过。经过不断的改革和尝试, 目前, “应用光学”课程的教学形成了较成熟系统的教学模式, 国内外不同高校在有关教学内容的安排上和教学方法的运用上具有许多共同点, 如: 教学重点难点内容的把握、提倡研究型教学理念、利用多媒体网络等现代教学手段、理论学习与实践课程结合、采用翻转课堂授课等。但调研发现, 对比国内高校的教学情况, 国外大学的教学活动与其秉持的教学理念的结合更密切: 大学教育不是所选专业的技能培训, 而是在专业素养训练的基础上, 更注重接触多元思想、开拓个人视野和锻炼综合能力。在总体课程综合设置上, 重视学科交叉和跨学科思维启迪, 总体课程结构由通识课、专业预修课、专业核心课、自由选修课四部分组成, 通过在核心课程中嵌入高比例交叉学科课程和跨学科选修两种方式促进学科交叉^[2-3]。下面就教学资源、学生学业训练与要求这两方面, 具体介绍国外大学的资源优势 and 教学特点。

(一) 强调因材施教、提供充足教学辅导

必须承认, 国际一流大学具有得天独厚的师资力量: 以斯坦福大学为例^[4], 其师资队伍非常强大, 一流的科研工作者同时也承担各专业的教学任务, 老师授课按照自己的理解和研究经历展开, 教材仅作为帮助学生课后学习和消化课堂内容的工具, 每个章节都为学生提供大量参考文献和阅读材料; 学生还具有和诺贝尔奖获得者一起讨论问题的机会, 强大的教学团队为学生带来了不一样的视野。

学校特别重视为每位学生分配充足的资源,

按照精英教学理念, 根据学生个人特征提供最合适的平台。以普林斯顿大学为例^[5], 其师生比例达1:6; 坚持“小而精”办学理念实行小班制教学, 每班人数不多于20人, 再分为若干小组(一般4-5人一组)由研究生助研人员负责辅导教学; 助研人员每周单独为不同小组组织小班课来巩固和扩展大课堂上的内容, 小班课气氛轻松、重在讨论, 解决课堂和课下自学无法消化理解的问题; 每名学生接受具有学业辅导老师和课题指导老师双重管理, 每周定期交流并亲自督导学业。多重辅助教学为学生提供足以支撑起学业负担的帮助。

(二) 注重自主学习能力和科研创新训练

另一方面, 课堂教学容量大、难度高, 尤其注重详细深入的理论讲解, 目的是打破学生吸收学习的临界点, 迫使学生在课后查阅辅助材料, 与老师和同学探讨, 及时消化课堂内容。课后作业方面, 考察理论知识的习题力求精简典型, 题型和考察的知识点不重复出现; 对于应用类知识, 更多鼓励学生完成研究报告, 导师在过程中引导学生对报告进行讨论并解答学生疑问, 这些是为学生进一步参与更加系统化的课题项目作铺垫^[6]。学生的精力主要分配在各项科研训练中: 进入三年级后, 学生将完全自由的选择教授, 完成一到两个初级项目并撰写发表论文(junior papers), 四年级时进入长达一年的高级项目研究, 同样撰写论文(senior thesis)发表在较高水平刊物上; 寒暑假期间进入如谷歌、雅虎、思科等大公司实习, 工程类学生的编程技术水平较高, 同时也懂得电路设计与仪器控制, 在实习中, 能进一步积累经验提高个人综合能力。国内大学要求完成毕业设计和毕业论文, 开展各种学科竞赛, 也为学生提供不同的科研训练, 不足的是, 低年级的科研训练基础不扎实、毕业设计的要求标准和学科竞赛水平相对国外大学较低。

三、国内教学问题思考及相关建议

(一) 国内教学存在的问题与思考

总的来说, 国外教学模式采用的策略主要是为了改变教学过于注重知识传授的倾向, 强调形成积极主动的学习态度, 尊重学生主体地位, 同时提供科研训练、给予适当的压力、保障充足的教学辅导与帮助。对比国内教学情况, 以“应用

光学”课程的教学为例,通过自身经验、网络调研和与其他教学工作者沟通交流,笔者总结出国内“应用光学”课程教学实践中长期存在如下问题,难以得到有效解决:教学内容上,基础理论讲解不够深入,应用部分与研究前沿结合不足,实验课程不能取得良好实际效果;教学方法上,理论相关内容的教学形式单一,过于注重知识传授,理论与实践结合不足,学生创新意识和动手解决问题的能力不足;教学评价上,教学手段未能与评价机制紧密联系,实施效果欠佳,考核方式和评估手段较单一,对学生能力素质考察不足^[7-9]。

在教学资源方面,国内大学无法复制国外知名大学的师资力量和生源条件,但若能正确认识教学中存在的问题,合理利用现有教学力量、优化教学资源配、改进教学模式、发挥教学特色,调节使教学模式更适用于具体的课程教学情况,亦可极大的提高教学效果。

针对这些长期存在的问题和不足,结合我校学校办学理念、学生实际情况、教学师资条件和平台等客观因素,学习国外知名大学教学模式中可借鉴的部分,有选择、有创新的提出适用的教学模式调整建议,旨在使教学模式与学科特色、学生情况相适应,更好的实现培养学生自主学习和知识应用能力的初衷。主要归纳为教学内容、教学方法和教学评价三个方面:教学内容上,增加绪论介绍、科研前沿热点和专题讲座等内容,充分发挥网上资源共享优势,提供丰富教学材料;教学方法上,设置随堂问题讨论,使用 Zemax 软件动画演示,实物带入课堂,加大军事元素比例,利用翻转课堂教学法提高学生学习效率;教学评价上,采用多种考核评定方式、笔试与答辩结合考察。

(二) 相关建议

1. 关于教学内容

(1) 选用多种辅助教材

国外传统的光学课程体系侧重于几何光学,其教材以《Elements of modern optical design》、《Geometrical Optics》为代表,对象差理论与光学系统的叙述比较简单。近年来随着光电产业的发展,应用光学的体系结构也在发生变化,出现了以软件使用为主线编排的教材,如《Introduction to Lens Design》等,说明国际上同类课程也在向着工程应用方面发展。应用光学的现有的教材均不够成熟和

全面,难以反映现代光学的应用发展。建议以李林主编的《应用光学》和《Geometrical Optics》为基础,补充光学软件和数码电子光学器件的相关知识,其他教材为辅助资料供参考^[10]:中文教材如张以谟和胡玉禧主编的《应用光学》,国外经典教材如《Practical Optics》、《Geometrical Optics and Optical Design》、《Optical System Design》,帮助学生从不同角度理解和分析问题,熟悉关键概念和定理的原文表述,同时锻炼英语阅读能力。

(2) 丰富教学课件内容

教学课件是开展教学的第一手资料,调控整个课程教学的进行,授课老师应给予高度重视。科学的做法是自行编写教学课件,综合多方面教材资料,选取最适合的角度,按照最佳方式将教学内容呈现给学生,突出知识体系的重点和难点,而不是仅给学生提供书目列表。

首先,为帮助学生迅速了解课程结构和课程定位,明确“为何学,学什么,怎么学”。在课件中编设一节绪论课——“走进应用光学”,专门介绍课程背景及整体框架,穿插大量案例重点介绍相关应用。引入“应用光学”发展史资料,介绍光学人物和光学大事,使学习者了解一些光学史知识和光学在人类文明发展史上的作用,还原真实的科学探索道路,同时提升学生重视程度和学习兴趣。

其次,与光学类基础课程重复的非主体内容可以删减略去,将时间重点分配给横向拓展和纵向延伸:学习国外大学提高对基础理论的重视度,详尽细致讲解,夯实学生的理论基础;教学时间和主要精力放在前沿应用和实践上:一方面,结合人才市场和军事单位的需求,增加军事特色内容和实用技能训练,以提高知识的前沿性、实用性,突出军事应用。如:将军用炮对镜、观察镜、潜望镜和周视瞄准镜的光学总体设计列入教学内容;在讲解理想光学系统组合时,播放“鸚鵡螺”(MTHL)高能激光系统打靶试验视频,并阐明该系统中应用到的相关知识点,激发学生课程的兴趣^[11]。另一方面,重视学生反馈意见,根据每年教学情况调整课件内容和结构安排,接轨学术热点内容,将科研成果融入教学内容中,保证课程的前沿性。例如,讲解光学显微镜的专题时,补充介绍超分辨荧光显微技术(2014年诺贝尔化学奖),与学生共同研讨该项技术是如何突破了光波长二分之一的分辨率极限,将显微技术带入

“纳米”领域。让学生了解前沿,培养对前沿的敏感性,激励学生主动思考。

再者,充分利用多媒体工具的特点,将文本、图形、动画、影音添加到课件中;发挥网络资源的便捷性和共享性,将教学课件上传到课程教学网站和教指委光电资源共享平台;开展翻转课堂,针对特定问题,以短小精悍的教学视频讲解,视频后设置若干小问题,帮助学生巩固和检测知识掌握情况;建立课程微信平台,方便老师与学生随时互动交流。

2. 关于教学方法

“应用光学”对原理性知识介绍深入,对学生的数学技巧要求高。这不仅会增加课程学习和教学的难度,也容易使学生在晦涩烦琐的学习中丧失兴趣。另外,课程内容包含大量复杂光学系统和光学器件等,若想将抽象的光学规律及复杂的光学器件形象直观地展示给学生,就必须跳出传统的黑板加粉笔的授课模式,将传统模式与多媒体现代化教学、实物教学和网络平台辅助教学进行优势组合,具体归纳如下几个方面:

(1) 设置随堂问题讨论

设置“随堂问题讨论^[12]”环节,围绕课堂内容,由基础到综合提出对应的讨论题,基于问题讨论的方式进行协同学习,使学习过程做到有的放矢。如在介绍红外光学系统中,设置基本问题有:“红外光学系统具备哪些功能和特点”、“为何使用辅助光学系统”、“典型红外光学系统功能、结构与原理”,拓展问题有:“对比分析红外成像仪与微光夜视仪的工作原理与工作特性”。学期末要各组上交讨论记录,总结讨论结果,讨论部分的评分计入综合成绩。

(2) 实物教学与 Zemax 软件辅助“教”与“学”

学习美国亚利桑那大学采用的专业软件辅助教学,将国际通用的光学设计软件 Zemax 用于课堂和实践教学中^[13]。Zemax 软件是国际普及程度最高的综合性光学设计仿真软件,可以对所有光学系统进行设计、建模、优化、分析,且图形界面形象生动,操作界面简单易学。借助 Zemax 软件动态模拟复杂光学系统,制作成教学动画,帮助学生更直观理解一些较难想象的内容,如透镜成像、变焦系统的理想光学系统结构,经典光学系统的成像原理和光瞳匹配关系等。要求学生使用 Zemax 软件,选择感兴趣的内容制作对应

的光学模型,在设计过程中能真正了解相关原理和具体细节,同时也熟悉光学设计软件的使用,对学生未来的学习工作大有裨益。

因此,对于简单直观的实验等,如“红外成像”等,将实验仪器带入课堂,利用课间时间让学生现场操作;对于复杂光学系统,增加“应用光学综合设计”内容,课堂讲授光学系统基本内容和设计方法后,学生实践上机操作,运用 Zemax 软件完成初步光学设计,后期进行光学加工和装配,通过对色差的测量与分析等,完成设计报告和相关实验总结。这种实物教学与 Zemax 软件相结合,能很好地融合教学实践,增加课堂趣味,继而提高教学质量。

(3) 专题系列讲座与案例式教学

教学内容增加对科研重点研究方向的介绍,开展七大专题讲座,邀请相关研究领域的优秀科研工作者举行系列讲座,为学生提供了与科研工作者沟通对话的机会,这正是国内课程教学中普遍欠缺的。在每个专题讲座之后,抛出研讨问题,如:3D 电影技术分析、蓝光 LED 技术及其应用分析、传统光纤与光子晶体光纤的应用研究等。学生组成研讨小组,采用小组合作的方式,课外开展自主性、研究性学习,调研、分析和解决研讨问题,撰写总结论文。老师不断跟进各小组研讨进展,提供必要的指导和帮助。

案例式教学能引导学生从实际应用角度思考课堂知内容,考虑到军用光电工程专业的培养目标,学生所学知识技术应与部队需求紧密结合,在教学中就引入具有军事应用背景的案例^[14],引导学生举一反三,增加对实际应用与理论知识间联系的思考。案例介绍如:国外光学侦察卫星、预警卫星的典型光学结构及其应用、周视瞄准仪的工作原理与应用、高能光纤激光和大功率超连续谱光源的军事应用等。

(4) 加强实验管理、基地联训实践

实验教学部分是对理论教学至关重要的补充和拓展。通过实地动手操作,可以帮助学生巩固被动接收的课本知识,锻炼独立思考和动手能力。认识复杂的实际情况和不可避免的多种干扰因素,能有效减少眼高手低和技巧生疏等问题,有助于提高行动力、培养缜密的科学态度和对仪器的熟练使用。目前,国内大学对实践类课程的重视程度已有很大提高,但仍面临着实验完成度较低、学生动手能力差、积极性不高、不能有效运用被

动接受知识来解决问题。这种现象存在的原因主要有:实验教学内容更新较慢内容老套,指导材料为学生提供过于全面的细节和步骤,导致学生只是机械地重复指导步骤,与实验课程初衷相违。

针对这种现象,一方面需要调整实验内容,提供给学生必要的知识点,再设定思考问题给予提示和引导,留给学生部分疑难点,以此来还原实验课程的本质:是发现、探索、解决问题的过程而非结果。另一方面,提高对实验完成情况与质量的评价标准,记录学生在实验预习、实验操作和问题解答等多个环节中的表现情况;增加实验附加课,实验室提供场地、设备等硬件设施条件,老师和助研人员提供理论指导和技术保障,学生可以自己设计实验大胆尝试;考虑学校设施存在一定局限性,为方便学生开展更系统深入的研究,借鉴罗切斯特大学、普林斯顿大学^[15-16]等与当地公司联办设置工程实践,与国防、军队相关单位进行深度合作,加强实装现地教学力度,提升学生实践能力,有效避免学生走向工作岗位时出现“水土不服”的现象,为学生第一任职打下坚实的基础。

3. 关于教学评价

研究型教学要求对学生采取更全面均衡的教学评价体系^[17],综合考查学生的课堂研讨表现、课后练习、课程小论文、综合设计以及学期末的笔试成绩等方面,给出各项的权重因子,适当提高科研活动相关的权重,从评价机制上鼓励学生参与科研活动。采用多元化的考核方式和评估手段,更加客观、全面地评价学生的综合能力。开展“小论文答辩”拓展作业,根据“应用光学”中不同章节具体的知识点,拟定一些小论文答辩的参考课题,在讲述对应内章节时,引出相关问题启发学生思考;鼓励学生根据课堂所学内容和拓展阅读,自己拟定感兴趣的研究课题,也可以选用专题系列讲座中的研讨问题。“小论文答辩”能调动学生在学习中不断思考,锻炼学生发现问题、搜集资料、分析问题、逻辑思考和撰写论文的能力。学期末展开课堂小论文答辩式考核,全班同学参与投票,进行自评互评和点评,评委老师现场打分,再结合小论文得分,加权计算最终得分。全班共同参与的考核模式,不仅考察学生的写作能力,还锻炼其表达组织能力,真正做到与学以致用、发展综合素质的课程标准相符合。

教学模式需要与实践教学相结合,根据教学

当年的实际情况来开展实施,在师生共同研究学习的过程中,不断总结反思,调整教学方法,确保教学手段的有效执行,从而保障教学质量进一步的提高。本文结合实际教学效果,并学习借鉴国内外优秀教学模式,提出了一些具体思考与建议,还需要再应用到实践教学中去检验。“应用光学”课件荣获“第十三届全国多媒体课件大赛”高教理科组三等奖和国防科大多媒体课件比赛一等奖;学生在课堂学习中积极性更高,师生关系融洽、交流密切,学生亦能主动向授课老师咨询探讨问题,学生的反馈也有助于授课老师发现教材与课件中疏漏不足之处和教学的疏漏薄弱方面;专题讲座和研讨作业进一步激发引导学生对科研前沿相关内容的深入了解和思考,学生撰写的小论文质量和深度不乏可圈可点之处,少数优秀论文甚至与研究生课题方向挂钩,为学生下一阶段的学习或工作铺路,这是超乎预期的收获;增加军事元素、基地联训实践环节,学生懂得结合需求适应研究特点来看待思考问题;多种评价机制的应用,有效防止学生消极应试,发掘学生潜力和主动学习的积极性,是综合能力的锻炼和寓教于乐的双赢。

三、结束语

本文思考国内“应用光学”课程教学现状,通过学习借鉴多所大学优秀的教学模式和结合教学过程中遇到的实际问题,提出了关于教学内容、教学方法、教学评价三大方面具体的改进建议和方案,希望通过灵活多元的授课方式,调动学习积极性和实践动手能力,提升学生实践能力等,帮助学生从公共基础课程学习转向深层专业的技术锻炼,从单纯理论积累转向理论与实践相结合,培养自主学习、分析问题和解决问题的能力,能在今后工作中厚积薄发,游刃有余。

参考文献:

- [1] [美]乔伊斯.教学模式[M].7版.邢建华,译.北京:中国轻工业出版社,2009:5-8.
- [2] 杨天天,沈蕾娜.初探美国校外教育对中国的启示——基于中美比较的视角[J].首都师范大学学报:社会科学版,2012(1):72-75.
- [3] 胡燕海,叶飞帆.普林斯顿大学工程教育跨学科培养模式及其启示[J].宁波大学学报:教育科学版,2006

- (3):78-80.
- [4] 朱波. 普林斯顿大学导修制探微[J]. 江苏高教, 2010(3):147-149.
- [5] Undergraduate Announcement 2011-12 [EB/OL]. [2015-12-11] <http://www.princeton.edu/ua/archive/departmentsprograms/index-dyn.xml?dept=his&year=2011-12,2011-12/2015-12-11>.
- [6] 张建政. 牛津、剑桥大学学院制研究:1249年——1636年[D]. 保定:河北大学,2005:40.
- [7] 宋碧英. 对提高地方普通高校本科教学质量的思考[J]. 价值工程,2011(1):294-295.
- [8] 於康. 应用光学的教育发展现状分析及研究[J]. 电子世界,2014(7):183-184.
- [9] 马开剑. 传统课程与教学范式的缺陷探析与整体转向[J]. 当代教育科学,2004(15):22-25.
- [10] 岑兆丰,李晓彤,刘向东. 浙江大学应用光学课程的发展和改革[J]. 光学技术,2007(S1):268-269,271.
- [11] 陈道群,熊飞,熊少华,周向阳. 光学课堂教学的趣味化探索[J]. 中国教育技术装备,2010(27):39-40.
- [12] 刘浩. 基于问题式学习法理论的《应用光学》教学实践[J]. 陕西教育:高教,2009(2):54-54.
- [13] 孔梅梅,徐宁,万静,等. Zemax 软件在《应用光学》双语课程教学中的应用[J]. 科技创新导报,2011(1):185-185.
- [14] 王泽锋,程湘爱,王睿. 军校本科专业课程研究型教学模式初探[J]. 高等教育研究学报,2012(1):60-62.
- [15] 董泽芳,王晓辉. 普林斯顿大学本科人才培养模式的特点及启示[J]. 高教探索,2014(2):77-81.
- [16] 郭仁慧,高志山. 谈《应用光学》教学的改进方法[J]. 高教论坛,2009(1):90-92.
- [17] 施建华,王弘刚,梁永辉. 关于“光学工程”学科课程建设的几点思考[J]. 光学技术,2007(S1):309-310.

(责任编辑:胡志刚)

(上接第95页)

“信号与系统”课程是电子、通信等专业学历教育中承上启下的一门重要的专业基础课。课程组在长期的教学实践中,结合合训类学员的特点和培养目标不断探索,形成了以“了解知识结构、掌握基本思想、联系装备实例、提高工程素养”为核心的教学方法,在传授课程基本思想和基本方法的同时,引导学员提高技术底蕴和工程素养,为达到学历教育合训阶段的培养目标贡献力量。

参考文献:

- [1] 胡风阳,吕云峰,朱燕妮. 创新初级指挥军官“合训分流”培养模式的几点思考[J]. 高等教育研究学报,2013(2):11-13.
- [2] 赵荣,徐芳,黄春平. 学历教育院校提高“合训”学员培养质量的着力点分析[J]. 高等教育研究学报,2013(1):47-50.
- [3] 刁节涛,孙兆林,于红旗. 强化实践教学环节提高学员技术应用能力[J]. 高等教育研究学报,2014(2):110-112.
- [4] 吴京,王展,万建伟,等. “信号与系统分析”[M]. 2版. 长沙:国防科学技术大学出版社,2004.
- [5] 吴杰,姚羽. 美国西点军校工程教育的特色剖析及启示[J]. 高等教育研究学报,2013(1):54-67.
- [6] 郑君里,谷源涛. 信号与系统课程历史变革与进展[J]. 电气电子教学学报,2012(2):1-6.

(责任编辑:陈勇)