

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2012.01.014

· 教学研究 ·

编者按:为进一步落实校党委人才培养的目标要求,深化教育教学改革,切实把学院人才培养质量提高到与科学研究相适应的水平上,国防科学技术大学光电科学与工程学院在首届“教学月活动”中,以“推动教育教学改革创新、整体提升课堂教学水平”为主题开展了一系列丰富多彩的教学研究活动,广大一线教员和管理干部围绕教育教学改革、学员创新实践能力培养、课程体系建设等进行了深入的探索,取得了许多高质量的实践与理论研究成果,具有一定的借鉴价值。本刊以“军用光电类课程教学研究与人才培养”为主题,全栏刊登该院部分研究成果,以资交流。

光纤信息技术本硕博系列课程体系研究与实践探索

孟洲,姚琼,曹春燕,梁迅,张学亮

(国防科学技术大学 光电科学与工程学院,湖南 长沙 410073)

[摘要] 光纤信息技术是光学工程一级学科下最具生命力的学科方向之一,也是我校根据军队信息化建设对专业技术人才的急需而设立的具有本科、硕士和博士三层次人才培养的重要学科专业。论文阐述了在国内首次建立并实施光纤信息技术分层次一体化系列课程体系的必要性及其结构,探讨了课程体系的建设内容及教学方法的改革,介绍了实施课程体系取得的初步成果。

[关键词] 光纤信息技术;本硕博课程体系;建设与实施

[中图分类号] G643 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2012)01-0050-04

The System Construction and Its Application of the Bachelor - Master - Doctor Course Series in Fiber Information Technology

MENG Zhou, YAO Qiong, CAO Chun - yan, LIANG Xun, ZHANG Xue - liang

(College of Optoelectronic Science and Engineering, NUDT, Changsha 410073, China)

Abstract: Fiber information technology is one of the most vital subjects in the first - class subject of optical engineering. It is also an important subject set up by our university according to the urgent need for the professionals in the military information construction, which has a three - level training including bachelor, master and doctor. This paper analyzes the necessity and structure of establishing and applying various - level incorporate course series in the fiber information technology for the first time. This paper also discusses the content of the course system as well as the reform in teaching methods, and introduces the preliminary achievements in applying the course system.

Key words: fiber information technology; bachelor - master - doctor course system; construction and application

为满足我军信息化建设、打赢信息化战争对军用光电类人才培养的数量和质量要求,2004年我校光电科学与工程学院在原有军用光电工程本科专业的基础上新增了光信息科学与技术本科专业(技术类)^[1]。通过广泛调研军队需求及国内知名大学光信息科学与技术专业方向的培养方案,我们在国内首次建立并实施了光纤信息技术本科、硕士和博士分层次一体化系列课程体系。

一、课程体系建立的必要性

光纤信息技术是光信息技术中的重要研究方向,在军事和民用领域均有重要的应用。无论是光信息科学与技术专业的本科学员,还是光学工程专业的研究生学员,均需要进行光纤信息技术相关知识的学习。我校于上世纪90年代即在硕士研究生课程中开设了《光纤光学》和《光纤传感技术》两门课程,基本内容涵盖了光纤传感技术的基础

[收稿日期] 2011-02-16

[基金项目] 国防科学技术大学“十一五”研究生重点课程建设项目(1151A010)

[作者简介] 孟洲(1968-),女,湖南株洲人,国防科学技术大学光电科学与工程学院教授,博士,博士生导师。

知识,成为了光纤信息技术专业方向硕士研究生的必修专业基础课。

随着光纤技术的迅速发展和军队信息化人才培养的迫切需要,上述仅由两门相关课程构成的课程体系已经不能满足我校光电信息类人才培养的现实要求。主要体现在三个方面:(1)针对我校新增的光信息科学与技术专业(技术类),制定了集科学性、系统性和先进性于一体的光电专业课程计划,内容涉及激光原理、激光技术、应用光学、光电技术、光纤通信、军用光电系统等,光纤通信作为光通信技术中一种最为重要的技术手段,必须将其纳入本科课程体系,开设相应的课程。(2)近二十年光纤技术飞速发展,作为研究生教学的更高层次,有必要在博士研究生教学内容中反映出前沿技术的发展动向,同时培养博士研究生新技术敏感性和创新思维能力。(3)光纤信息技术是实践性很强的综合性学科,具有理论与实践紧密结合、基础理论与前沿研究方向紧密结合的特点,以往的课程主要采用课堂教学,没有设置实践性教学环节,学员在将课堂上学到的理论知识应用于实际研究工作时存在一定困难。

二、课程体系结构

针对上述存在的问题,我们以现代光纤信息技术为主线,以“厚基础、重实践、强能力”为重点,创新、科学地构建了光纤信息技术本科、硕士和博士分层次一体化课程体系。设置《光纤通信》、《光纤传感技术》两门本科课程,《光电子学》、《光纤光学》、《光纤传感系统》三门硕士研究生课程,《光纤前沿技术》博士研究生课程,并新建本科生光电信息技术综合实验,在研究生高等光电技术实验中设置两个光纤信息技术综合性实验。构建的课程体系结构如图1所示,其中《光纤通信》和《光电子学》采用双语教学。

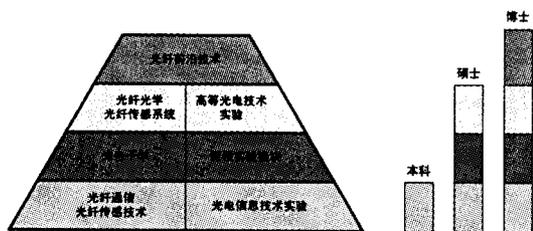


图1 光纤信息技术本科、硕士和博士分层次一体化课程体系示意图

(一) 本科课程体系

新增《光纤通信》和《光纤传感技术》两门课程,分别针对光纤通信和传感两大应用领域,介绍了光纤的基本理论、各类光纤器件、光通信系统的基本原理和关键技术、光纤传感器的基本原理、信号处理技术及应用。通过这两门课程的学习,学生可了解光通信和光纤传感技术的前沿,掌握光纤的基本知识和光纤的基本实验技术,进行简单的通信和传感系统的设计和应用。

(二) 硕士研究生课程体系

开设《光电子学》、《光纤光学》和《光纤传感系统》三门课程^[2],《光电子学》是研究生核心课程,主要研究光辐射产生、传播、调制、光电转换等过程的基本原理,是学员进一步学习光纤光学、光纤传感等课程的基础;《光

纤光学》和《光纤传感技术》是光纤信息技术的专业课程,使学生了解和掌握光在光纤中的传输规律,光纤器件和光纤实验方法,以及光纤应用的基础知识,为开展该领域的研究及应用奠定基础。三门课程在内容安排上循序渐进,既注重知识的连贯性又注意避免内容重复。

(三) 博士研究生课程体系

新增《光纤前沿技术》课程。该课程针对高层次的博士研究生在已掌握光纤信息技术基础知识、熟悉光纤信息系统的基础上,从光纤及其系统的技术发展脉络出发,介绍光纤发展的前沿技术,不仅使学员了解前沿发展状况,更重要的是深入分析光纤新技术发展对光纤通信和光纤传感领域带来的革命性变化及其产生的原因,为后续课题研究的选题和创新性思维的培养奠定基础。

(四) 支撑课程体系的实验教学环节

按照“立足基础、深化内涵、突出军用、注重创新”的建设思路,新建了本科生光电信息技术综合实验室,开设《光电信息技术综合实验》课程,用于支撑《光纤通信》、《光纤传感技术》等专业课程。实验内容包括“光纤结构与传输特性”、“光无源器”、“光纤通信综合实验”和“波分复用及EDFA光放大通信”四个实验。这些实验的设计采用循序渐进的方法,前两个实验为光纤和光纤器件的基础学习;实验三在此基础上进行光纤通信的基础实验;实验四为综合实验,学员结合前面的实验知识,自己动手设计搭建光纤波分复用和掺铒光纤放大器的光通信实验。通过这些实验可以帮助学生加深理论知识的理解,提高学生独立分析问题、动手解决问题的能力,同时培养学生进行综合设计和创新的能力。

在研究生阶段,学员通过《光电子学》、《光纤光学》和《光纤传感技术》课程的学习,对光纤和光纤传感有了更深入的认识。结合“十一五”研究生实验室建设项目新建了研究生综合实验中心,开设的研究生《高等光电技术实验》课程中可提供多个基础实验模块和综合实验,每个基础实验模块中包含有三到五个相关实验,基本覆盖了本学科的知识面,如其中光波的电光与声光调制实验、半导体激光器工作特性研究、光电探测器件特性测量、光电转换电路设计与性能分析等实验即紧密结合《光电子学》课程内容^[3];正在建设“光纤光栅传感实验”和“光纤传感阵列波分复用技术”两门实验将使学员充分接触到光纤传感新技术的发展,进一步拓展视野。这些综合实验的设置体现了鲜明的军事应用特色,不仅加强了学员的实验动手能力培养,更增强了他们对现代光电武器装备的认知能力。

(五) 依据各门课程的内涵,注重和强调本硕博学员掌握光纤信息技术知识的连贯性和不同层次的要求

本科生的《光纤传感技术》和研究生的《光纤传感系统》两门课程名称相近,但两课程在教学目的和教学内容上却各有侧重。《光纤传感技术》的教学内容为光纤传感的基本原理、基本光纤器件以及光纤传感器的应用,学生通过课程的学习可以掌握光纤的基本知识和基本实验技术,进行简单传感系统的应用,重点在“应用”;《光纤传感系统》是针对研究生的课程,研究生是未来的科研主力军,他们通过本科学习已经掌握了光纤传感的基本知识,这时的教学目标应定位在使学生掌握进行光纤传感系统的设计、

开发的基本方法,重点在“设计”,因此在课程内容上加强了典型的光纤传感系统的设计方法、关键技术、性能测试等内容,将大量的科研最新成果和专业发展动向,如光纤陀螺和超窄线宽光纤激光器等前沿的科研成果引入课堂,并增加了对光纤实验室、光纤试验外场的参观,使学生的知识不仅仅停留在书本上,而是通过课程学习对实际的科研工作产生更多的感性认识,为后续的课题研究工作打下良好的基础。

三、课程体系的实施

通过完善教学内容体系,推进教学方法手段的研究和改革,建设精品双语课程,高质量完成了光纤信息技术系列课程建设。

(一) 新编教学大纲,完善教学内容,建立经典性和现代性结合、基础理论和应用实践结合的课程内容体系

在对课程准确定位的基础上,根据我校光学工程学科特色及光纤信息类课程体系的设置情况,广泛调研了国内外知名大学的相应课程教学大纲和教学内容,调整了课程教学内容,新编了6门课程的教学大纲,力图在教学内容与体系方面体现出经典性与现代性、基础理论和应用实践的有效结合。同时,利用科研一线获得的光纤技术的先进方法、现代技术手段以及遇到的问题,充实课堂教学实现课程内容现代化,保证了光纤技术课程教学内容与当今科技的同步发展,收到良好教学的效果。

以研究生核心课程《光电子学》为例,在课程内容调整中,我们着重考虑了核心课程、基础理论、系统全面、先进现代等几个关键。光电子学课程体系中包含了两大理论体系——光电磁理论和光量子理论。在光辐射的传播和调制中,光波主要表现为其波动特性,其特性由电磁理论描述;而在光辐射的产生和探测中,其特性主要表现为其粒子特性,由光量子理论描述。我们在安排课程内容时,考虑到这一课程特点,适当调整了教学顺序,先采用电磁理论介绍光辐射的传播和调制,而将光辐射的产生和探测结合起来学习,两个部分相辅相成,使学员对光的波粒二向性的本质和《光电子学》课程的理论体系有更全面清晰的认识^[4]。同时,为了体现课程的现代性和先进性,反映光电子领域最新的研究现状,在课程内容上,我们注意增加了对光电子领域的发展现状及新技术等方面的介绍,并注重将光电子技术的基本知识点与军事斗争的需求有机地结合,使学员不仅能掌握光电子学科的基础理论,又有较宽广的知识面,对光电子领域有更全面的了解,并激发学员深入学习研究的兴趣。

(二) 科学运用现代信息化教学手段,合理使用教学方法,不断提高教学质量

光纤信息技术是既包含基础理论又有丰富的实践应用的专业方向,相应的课程中有的(如《光电子学》、《光纤光学》)的课程内容偏重于基础理论,而有的课程内容(如《光纤通信》、《光纤传感系统》)偏重于应用技术,针对不同的课程内容,需要采用不同的教学方法。

对于基础理论型课程,往往有较多的理论公式,若直接在课堂中进行较多的公式推导,不仅会使课堂内容十分枯燥,反而会使学员对公式真正的物理意义缺乏理解。因

此在课堂教学中,我们特别注重讲授思路清晰,注重理论公式物理意义的阐述,使学员能从更高的层次理解课程理论体系、基本概念、解决问题的基本方法和思路。并且在课件中采用丰富的形式,绘制了形象图表,采用了实验和实物照片,增强抽象物理概念的表现力,帮助学员对课程内容的理解。

对于实践应用型课程,课程内容的信息量、前沿性和实践性是关键,因此在课件内容上,我们注意内容新颖、信息量大,对于一些具体的光学器件结构、光纤传感系统原理和应用的讲解,形象生动地使用图片和动画讲述,使学生印象深刻;并且根据课程与工程应用和前沿研究紧密结合的特点,注意结合科研工作,适当增加一些系统应用实例和前沿研究方向介绍,并将相关领域最新发展成果引入课程教学。

(三) 探索参与式教学、专题研讨式教学等多种教学方法

光纤信息技术专业课程的教学目的不仅仅是对课程知识的学习,还要能体现对学生科学研究综合能力的培养,为其今后的科研工作打下良好的基础。因此,在传统教学方式的基础上,我们进一步增加了参与式教学、专题研讨式教学等多种灵活的教学方式,实现对学生综合能力的培养。

参与式教学是指,针对课程教学中比较偏重于技术应用的内容,布置撰写小型研究论文,在教师的引导下通过学员自主学习、自主调研资料、自主完成论文撰写、自由进行课堂研讨交流的形式,提高了学员进行自主研究性学习的能力。如在《光纤光学》教学中,安排了光的连接耦合、偏振光的保持和控制、光的分束合束、波长选择和多波长复用、光能量变换和补偿五个专题,要求学生完成30分钟的课堂报告,并组织10分钟的课堂讨论。通过这种参与式教学,学生不但可以充分了解光纤技术的进展和应用情况,还能够在科研资料调研、研究报告撰写和汇报答辩等多方面能力得到培养,还使之能积极主动参与课堂教学,促进了教与学的双边互动。

专题研讨式教学是指,选取课程中与前沿技术结合紧密的内容,邀请相关领域的专家教授做专题性的学术报告,丰富教学信息量,提高教学内容的先进性和前沿性。如在《光电子学》教学中,光纤是一类非常重要和应用广泛的光波导材料,但是由于课时限制以及已开设相关专业课程,课堂中不可能对其进行详细的学习,因此,我们精选了光纤的基本原理和发展现状、光纤激光器两个专题,邀请课题组长期从事光纤课程教学和光纤技术研究的专家作专题学术报告,大大开阔学生眼界,并引起学生对后续相关课程的学习兴趣。

通过这些多样化教学手段的采用,使得不仅提高了课程教学效果,还达到了多方面培养学生综合素质的目的。

(四) 改革课程考核评价方式,实现对学员素质的综合考核评价

以往的课程考核方式主要是以闭卷考试为主,不能适应对学员综合素质进行培养的教学要求。为此,我们进行了力图全面反映学生学习效果和综合素质的课程考核方式的探索。例如,《光纤通信》课程在闭卷考试为主的基础

上, 辅以作业成绩、课堂教学实践等, 积极考察学员的平时课堂表现, 并通过参与式的教学环节, 充分评估学员的知识掌握情况、资料收集调查能力、报告撰写水平和语言表达能力; 在《光电子学》、《光纤通信》课程中, 课程考试采用英语试卷、英语作答的方式, 考察学生专业英语阅读和表达能力; 在《光纤光学》课程考核中, 创新性地采用口试考核方式, 每两位学生为一组, 针对一个问题进行讨论式作答, 教员根据学员对基本概念的理解程度、分析问题的能力以及口头语言表达能力给出成绩。这些新的课程考核评价方式, 不仅能全面反映学员的学习效果和学习态度, 还能从考核方式上促进学生综合能力的提高。

(五) 努力建设双语课程, 引进国际先进教学理念, 反映国际最新技术发展, 提高学生专业英语水平

通过借鉴国际最新教学研究成果, 我们组织和实施了光信息技术本科学员《光纤通信》和光学工程硕士学员《光电子学》两门双语课程的教学工作。双语教学是一项系统工程, 涉及到教材引进消化、课堂讲授、互动交流和知识考核等多个环节。

建立完善的双语教学体系, 需要有系统的英文原版教材和教学参考书。一方面要求原版教材难度适中, 保证学生对课程内容有良好的接受能力; 另一方面能反映专业领域最新的理论体系和发展趋势, 能代表国际先进的教学理念。如在《光电子学》双语课程中, 通过对国外 10 余本教材的广泛调研, 我们选择了美国加州大学《Photonic Devices》作为课程英文教材, 该教材内容全面系统, 反映了光电子领域的最新进展, 涵盖国外优秀大学的教学理论体系和教学成果, 是一本优秀的双语教材。

为了克服双语教学的限制因素, 提高学生兴趣, 加强对专业课的理解, 促进教学质量的提高, 灵活的双语课堂教学模式和方法显得尤为重要。在教学课程中, 我们采用了循序渐进的教学方法, 根据学生的英语水平和理解能力不断调整进度和中英文比例。采用从“渗透型”到“交替型”再到“示范型”的教学模式, 调动学生的积极性和主动性。中英文比例最初采用中文多英文少, 逐渐增加英文比例, 当学生习惯双语教学环境并对大部分课程专业名词熟悉之后再逐步过渡到中英文对半。对于难点和重点问题, 则仍以中文讲解为主。通过这种循序渐进的过程, 弱化学生对英语的恐惧, 使学生从心理上适应本专业课程的“双语教学”形式, 激发他们对专业知识的求知欲望。

充分利用多媒体教学手段。《光纤通信》课程信息量大, 内容全面, 同时前沿知识的更新也比较快, 因此将多媒体技术引入课堂教学, 采用素材丰富的多媒体课件, 即动画、图片、图形和文字相结合的课件, 以增加课程的信息量, 提高授课效率。通过多媒体教学可以将讲课内容的提纲和重点部分以文字的形式呈现给学生, 弥补了学生由于听力、词汇量不过关造成的困难, 并通过播放国外的相关专业知识短片, 增加学生兴趣。

通过以上措施不断提高双语课程的教学质量, 取得了很好的教学效果。两门课程多次获得学院和学校的教学优

秀评价。

(六) 充分发挥科研优势, 积极反哺教学

专业课程与科学研究密切相关。多年来我们承担了国家自然科学基金、863 等高水平的科研任务。优势的科研资源为教学提供了充足的资源保障, 科研优势反哺教学大力推进了教学水平的提高和教学条件的优化改善。

首先, 通过重大科研项目的历练, 教员的学术水平得到很大的提高, 教员接触了学术前沿, 开拓了学术视野, 经历了科研实践, 在课堂教学中自然会将科研最新成果、专业发展动向带进课堂。光纤陀螺和超窄线宽光纤激光器等前沿的科研成果正式进入课堂教学, 编入教材。

其次, 丰富的科研课题为学员的毕业论文选题和研究提供了有力的支持。同时, 科研场地、仪器设备、学术资源、科研经费都为学员开展毕业设计提供了充分保障。

再次, 光纤传感技术创新实验室向本科和研究生学员开放, 光纤试验外场为学员的专业实习提供了很好的条件。这些依托科研建立的创新和实习基地建设为学员开展接触学科前沿的创新研究提供了强有力的支撑。

四、取得的初步成果

通过光纤信息技术本科、硕士和博士分层次一体化系列完备课程体系的学习, 学员的理论知识系统扎实, 实践动手能力大大增强, 视野开拓, 创新能力得到提高。近年来, 本科生学员设计制作了一批高水平的课外科技创新作品, 获湖南省“挑战杯”大学生创新竞赛二等奖 1 项, 获学校“保利-创新杯”学员科技竞赛二等奖 1 项, 获学校科技竞赛一等奖 1 项, 获长沙市大学生科技创新创业大赛三等奖 1 项。研究生学员也取得了大量学术成果, 近年来在 Optics Letters 等国内外期刊上发表高水平论文 100 多篇, 其中 SCI 检索 24 篇, EI 检索 64 篇; 学员的学位论文水平大大提高, 获湖南省优秀博士论文 2 篇, 湖南省优秀硕士论文 1 篇, 全国百篇优秀博士论文提名 1 篇。

[参考文献]

- [1] 训练部. 国防科学技术大学本科人才培养方案[Z]. 国防科学技术大学, 2009.
- [2] 研究生院. 国防科学技术大学研究生 2009 培养方案[Z]. 国防科学技术大学, 2009.
- [3] 曹春燕, 姚琼, 等. 《光电子学》基础理论课程与实践结合的方法探索[J]. 山西农业大学学报(社会科学版), 2011, 10(2): 1-3.
- [4] 姚琼, 孟洲, 等. 《光电子学》课程建设实践与思考[J]. 高等教育研究学报, 2009, 32(3): 91-92.
- [5] Brian Culshaw, J. Dakin. Optical Fiber Sensors [J]. United Kingdom, Artech House, 1998(1-4).
- [6] 孟洲, 胡永明, 等. 《光纤传感技术》研究生课程教学改革探讨[J]. 中北大学学报(社会科学版), 2007, 23(2): 98-100.

(责任编辑: 林聪榕)