

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2012.01.020

## 浅谈研究生课程《高等光电技术实验》 的教学体会

谭中奇, 姜广文, 谢文科, 张斌, 汪之国

(国防科学技术大学 光电科学与工程学院, 长沙, 410073)

**[摘要]** 实验技能是院校人才培养,特别是工科类研究生培养的重要内容,研究生实验技能的获得最为直接、最为主要的途径是实验课程教学。本文在分析光电类研究生实验课程特点的基础上,结合作者们在我校“十一五”重点建设课程《高等光电技术实验》中“激光技术实验”模块的教学体会,讨论了光电类研究生实验教学所涉及的一些基本问题及几点认识,包括课程内容设计和优化、教学组织方式及启发式教学的应用等方面。

**[关键词]** 研究生实验课程; 光学工程专业; 高等光电技术实验; 启发式教学

**[中图分类号]** G642.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2012)01-0068-03

### A Brief Discuss on the Teaching Experience in the Graduate Course “Higher Optoelectronics Technology Experiment”

TAN Zhong - qi, JIANG Guang - wen, XIE Wen - ke, ZHANG Bin, WANG Zhi - guo

(College of Optoelectronic Science and Engineering, National university of defense technology, Changsha 410073, China)

**Abstract:** Training experimental skill is important in the academy education, especially in the engineering graduate education. And the experimental course is the most direct and main approach to obtain the experimental skill for graduate students. Based on the analysis of the characteristics of optoelectronic graduate experiment course, some basic problems related to the teaching of experimental course and some experience obtained in the teaching of laser technique experiment module of “Higher Optoelectronics technology experiment” (which is one of the courses preferentially offered in the eleventh five - year - plan of our university) are analyzed and discussed, including the selection and optimization of experiment content, the way of teaching organization, the application of heuristic teaching and so on.

**Key words:** graduate experimental course; optics engineering; higher optoelectronic technology experiment; heuristic teaching

科学精神、创新思维和实验技能是院校人才培养,特别是工科类研究生培养的三大重要内容。然而遗憾的是,相对于前两大培养内容而言,在过去很长一段时期内实验技能的培养没有得到国内教育界足够的重视。近些年来,尤其是提倡素质教育的今天,实验技能的重要性已越来越受到肯定和关注。以国内工科类研究生培养为例,尽管有导师或导师组负责指导,但当前相当多数导师往往只给研究生提供研究思路和大致的技术路线,具体的实验设计和实验技术操作则必须由研究生自行完成,此时,研究生能否早出成果、出好成果,其实验技能高低将发挥关键性作用<sup>[1]</sup>。

在目前的教育模式下,实验课程是学员们获取实验技能最为直接、也是最为主要的途径。鉴于此,近些年来,国内各大高校越来越重视研究生阶段实验课程的作用,投入大量的人力和物力建设实验课程。以光学工程学科为例,

据调查发现,国内该学科排名较靠前的高校,如浙江大学、清华大学、天津大学及北京理工大学等,都在研究生阶段开设有光电类专业实验课程,以提高学员的实验技能,如《光电综合技术实验》、《光信息技术实验》和《光学检测实验》等。我校(国防科技大学)的光学工程学科是国家一级重点学科,具有很强的实力。在2006年全国光学工程学科综合排名中,我校排列全国第四,其中科学研究分项全国第一。针对我校光学工程一级学科的发展趋势和人才培养的战略需求,我院(光电科学与工程学院)以学科综合实践能力培养为核心、以创新能力和创新精神培养为宗旨,花大力气建设好我校“十一五”重点建设课程——《高等光电技术实验》。我们知道,研究生实验课程的建设是一个系统工程,涉及到方方面面的工作,如硬件环境、人才队伍、教育教学方式等。本文作者有幸参与了《高等光电技术实验》课程中激光技术实验模块的教学,在此,

**[收稿日期]** 2010-11-25

**[作者简介]** 谭中奇(1978-),男,湖南双峰人,国防科学技术大学光电科学与工程学院讲师,博士。

我们将在分析光电类研究生实验课程特点的基础上,结合本课程的建设(主要是教学实践),浅谈几点认识体会。

### 一、光电类研究所实验课程的特点

基于光学工程的学科特点及我院对光电类创新型人才的培养定位,可发现光电类实验课程相对于其它学科实验课程而言具有如下特点:(1)综合性强。光学工程是一门综合性很强的学科,它涉及激光技术、计算机技术、信息与通讯技术、物理电子学、微电子学等,与近代物理学、数学、机械工程、控制科学与工程、仪器科学与技术、信息与通信工程等学科关系密切。为支撑光学工程学科发展,光电类研究生实验课程同样具有很强的综合性,它能对研究生各方面的实践和创新能力进行锻炼和培养。通过该实验课程的教学,学员们不仅可锻炼他们在光学、电子及机械等方面的技能,还可加强他们在仪器操作、信号检测、数据分析等方面的能力。(2)投入大。实验课程的建设不仅包括硬件建设还包括软件建设。在硬件建设方面,由于光电类研究生实验课程所涉及的知识面广、层次要求高,这对实验设备及实验室其它硬件建设等方面都提出了较高的要求,使得成本较高。以《高等光电技术实验》中“激光技术实验”模块为例,该模块包括四个子实验,每个子实验设备投资都在数十万元以上。而且,实验设备中有很多光学镀膜器件,这对其使用、保存环境(如温度、湿度、洁净度等)都提出了苛刻的要求,使得课程建设成本进一步增大。在软件建设方面,主要是人力和精力方面的投入。光电类研究生实验课程对辅导教师的学历和素质提出了更高的要求,在《高等光电技术实验》中担任教学任务的教员基本都具有博士学位。同时,为提高教学质量以获得较好的教学效果,本课程的主管单位——光电技术综合实验中心投入了相当大的精力,多次组织辅导教员试讲和经验交流活动。(3)针对性强。光电类研究生实验课程主要是为光电类研究生工程实践能力和创新实践能力的培养提供支撑,因此具有很强的针对性。针对光学工程学科的发展趋势和国家、军队对光电类人才的需求,《高等光电技术实验》开设有“光学系统设计与分析实验”、“激光技术实验”等六大模块实验,各模块根据需求又开设不同的子实验。以其中的“激光技术实验”模块为例,其中包括法珀腔、氦氖气体激光器、半导体激光器、半导体激光器泵浦的固体激光器等多个子实验以及激光在惯性技术中的应用子实验。(4)支撑作用显著。在我校新一轮光学工程学科研究生培养方案中,《高等光学》、《光电子学》、《激光物理》、《光电系统设计与仿真》是必修基础课程。《高等光电技术实验》作为一门综合性实验课程,可为上述四门必修课程提供集中教学实践活动。以《激光物理》核心课程为例,“激光技术实验”模块中的无源谐振腔与氦氖激光器子实验可为其教学提供支撑。

### 二、实验内容的选取和优化

课程内容的选取是课程建设的重要环节,它直接关系到课程建设目标的实现。具体而言,课程内容的选取应取决于面向的专业、服务的对象以及需要实现的培养目标等。根据光电类研究生实验课程的特点,为实现研究生实践和

创新能力的锻炼和培养目标,并为新的培养方案四门核心基础课程提供支撑,《高等光电技术实验》对所设计的实验内容进行精心的挑选和优化。该实验开设有“光学系统设计与分析实验”、“激光技术实验”等六大模块,内容涉及光学系统设计、激光技术及应用、光纤传感技术及应用、光电检测技术和纳米光子技术等等。同时,各模块又根据具体情况分设不同的子实验。以其中“激光技术实验”模块为例,考虑到激光技术在光电技术中具有重要的地位,是其核心支撑技术,我们在实验课程中设置了一系列经典、前沿的实验,其中包括法珀腔干涉仪实验和氦氖激光器实验、半导体激光器综合实验、半导体激光器泵浦的固体激光器实验以及具有我校特色的激光在惯性技术中的应用实验等等。这使得研究生们可从各个方面全面了解激光技术以及激光技术在尖端科技中的应用情况。考虑到法珀腔干涉仪和氦氖激光器实验系统可归类为一类光学系统,即光学谐振腔系统(分别对应无源谐振腔系统和有源谐振腔系统),且他们有很多器件相同可共用,为此我们将这两套实验系统进行整合优化,这样不仅节省了系统成本,还使得该单元实验内容丰富饱满。利用该整合系统,研究生们可首先对无源谐振腔(法珀腔)系统的调节、参数测量、性能分析和工程应用等系列内容进行实验,为下一步光学有源腔(氦氖激光器)的调节和实验研究奠定基础,并加深对光学无源腔特性及其应用相关原理的认识和掌握。在随后的氦氖激光器实验中,我们结合学校所开设的理论课程,如《激光物理》<sup>[2]</sup>等课程中的知识点设置实验内容,具体包括激光器的饱和效应、模式特征及激光横、纵选模等内容的实验观察和分析研究。

### 三、实验教学活动的组织方式

课程教学的组织方式是决定授课效果的重要因素,究竟采取何种教学方式需综合考虑该课程内容和教学主体的实际情况。《高等光电技术实验》作为一门全新综合性实验课程,其教学活动方式进行了很大的创新,具体而言主要包括如下几方面:(1)课程管理。该课程实行三级管理,即课程设总负责人、各模块设分管老师、各子实验设专职教师。这种分层组织方式具有极大的优势,不仅能从总体把握课程,又能保证各具体实验的教学质量。具体而言,课程总负责人全面负责该课程各方面工作,模块负责老师主管该模块中各子实验的教学活动和协调工作,各子实验根据其实验内容选择在这方面具有一定研究基础的教员担任辅导工作,充分发挥其优势,实现人尽其才。(2)组织方式。研究生作为一类特殊的教育主体,具有较为扎实的理论基础和很强的自制力、主动性,其自由支配时间也较多。为此,《高等光电技术实验》采用集体授课、分组实验的方式组织教学活动。具体而言,各模块实验前,模块负责老师组织各子实验辅导员就各自子实验的实验目的、实验原理、实验内容及注意事项等给学员们进行集中讲授;随后,研究生们三人一组轮流进行各单元实验。教学活动中,本实验只限定实验时间段,具体时间各组可联系指导教师自行安排,给学员极大的自主选择权。实验开始前,要求学员参考实验讲义来设定实验方案,经指导老师批准后,方可进入实验室进行实验研究。同时,在实验中要求

各组根据实验内容进行分工,并要求学员就各自负责的部分实验内容进行现场分析和说明。(3)考核方式。本课程成绩的评定分为两部分,一部分为实验成绩,主要考察实验过程中实验者体现出的素质和创新意识,及学员发现问题、分析问题和解决问题的能力。另一部分为实验报告,主要考察学员学术报告的规范性和对某些科学问题的分析归纳能力。经过一个学期的教学实践,我们发现这样的教学活动发挥了很好的效益、取得了很好的教学效果,研究生们对此表示满意。

#### 四、教学活动中的启发式教学

“启发”一词,源于《论语·述而》的“不愤不启,不悱不发,举一隅不以三隅反,则不复也”,宋代理学家朱熹解释说:“启,谓开其意;发,谓达其辞”。可知,启发式教学要求我们采取多种方式来启发学生独立思考,调动他们的主动性和积极性<sup>[3]</sup>。在《高等光电技术实验》课程教学中,我们采用提问、讨论等方式来进行启发式教学,引导学员们观察现象、分析本质、得出结论及探索应用<sup>[4]</sup>。举例来说,在“激光技术实验模块”的子实验“无源谐振腔与氦氖激光器实验”中学员们会观察到一系列实验现象,如在对法珀腔的精细度进行测试时,在示波器上可观察到腔长调制器三角波驱动信号及法珀腔后放置的光电探测器测得的法珀腔透射光强信号。这个时候,我们首先组织学员进行讨论,研究这些波形有些什么特点?这些特点怎么产生的?这些特点包含有什么样的物理意义等等,通过这些讨论加深大家对法珀腔特性和应用原理的了解和掌握。又如,在氦氖激光器实验中有一个这样的实验环节,要求学员改变氦氖激光器的工作电流同时监测其输出光功率的大小,完成实验后,我们就会针对所测得的氦氖激光器工作电流和输出光功率的关系曲线组织大家进行分析,首先讨论这根曲线具有什么样的特点?这个特点是怎么来的?由此引导大家结合《激光物理》中所学习过的自治方程组对此进行解释,让学员自己明白这种现象就是所谓的自饱和现象,并鼓励学员从不同角度来分析问题。此外,在利用光学选择性损耗器件进行激光选模实验中,我们首先要

思考后,要求学员用自己的语言向其他两位同学阐述实验过程、实验现象并说明其原理。教学实践表明,通过类似的启发式教学方式,学员的积极性大为提高、对某些物理概念的理解和掌握也更深。同时,学员们发现现象、分析现象,进而得出其物理本质的兴趣增强,能力也得到了提高。

#### 五、结束语

基于光电类研究生实验课程的特点,本文作者们对教学中涉及到的一些问题进行了探讨,并结合在我校研究生实验课程《高等光电技术实验》中的教学实践浅谈了一些体会,内容涉及实验内容的选取和优化、实验教学的组织方式以及教学活动中启发式教学的应用和探索等。实际上,由于我们开设这门课的时间还不长,教学经验还比较缺乏,在今后的研究生实验课程教学活动中,还有很多问题有待大家去发现、分析和解决,这些问题包括如何更好地进行各子实验的时间安排和内容衔接、如何科学系统地评估实验课程的教学成效以及如何更好地调动研究生学员在实验过程中的创新意识和积极性等等。

(致谢:本文作者们诚挚感谢光电技术综合实验中心和梁永辉教授等为课程《高等光电技术实验》所付出的艰辛劳动,感谢他们为作者们提供了有一个很好的研究生实验课程的教学平台和实践机会。)

#### [参考文献]

- [1] 欧阳谦,常军武. 当前研究生实验技能培养的若干问题及其对策[J]. 广东教育学院学报,2006,26(3): 107
- [2] 萨普·斯考莱·兰姆. 激光物理学[M]. 北京:科学出版社,1982
- [3] 李志猛,祝江汉,邱涤珊,徐培德. 启发式教学在运筹学课程中的应用与实践[J]. 高等教育研究学报,2008,31(4): 58.
- [4] 袁杰,王飞,赵洪常,杨开勇,罗晖,张斌,许光明. 浅谈在本科生基础课程《激光原理》教学中的几点体会[J]. 中国科教创新导刊,2009(34): 94.

(责任编辑:范玉芳)