

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2010.01.038

# 《光电子学中电磁场理论》研究生课程教学的思考<sup>\*</sup>

叶卫民, 朱志宏, 刘肯, 袁晓东

(国防科学技术大学 光电科学与工程学院, 湖南 长沙 410073)

**[摘要]** 研究生课程教学是研究生培养的重要环节。搞好研究生专业基础课程建设, 必须准确把握课程建设的目标和定位, 合理设置研究生专业基础课程教学内容, 并且注重在专业基础课程教学中培养研究生的创新思维和学术能力。

**[关键词]** 研究生教学; 课程建设; 光电子学中电磁场理论; 创新能力

**[中图分类号]** G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874 (2010) 01-0117-03

## Consideration of Teaching Postgraduate Course Electromagnetic Theory for Optoelectronics

YE Wei-min, ZHU Zhi-hong, LIU Ken, YUAN Xiao-dong

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

**Abstract** Postgraduate courses are essential in training postgraduate students. To improve the quality of major courses in graduate programs, we should stick to the following criteria: first, define a clear objective of postgraduate teaching and adopt suitable strategies; second, design a proper curriculum for postgraduate major subjects; third, while teaching major subjects, lay emphasis on encouraging the students to be creative and research-oriented.

**Key words:** graduate teaching; course construction; electromagnetic theory for optoelectronics; abilities for innovation

研究生课程教学是研究生培养的重要环节。研究生课程建设是提高研究生教学质量的重要途径。当前我国大部分高校都是按照一级学科授权、二级学科招生和制定培养计划、三级学科确定培养方向和研究领域的指导思想来进行研究生课程建设的, 研究生课程大多分为公共必修课程、专业基础课程、专业必修(选修)课程等三大类。其中专业基础课程最能反映出本学科领域的代表性、基础性知识体系结构, 其课程建设量大面广, 最应引起高度的重视。

我校光学工程是国家重点建设一级学科, 涉及光学、光电技术、光电信息技术、物理电子学、气动光学、等离子物理、水声工程等多个二级学科。随着半导体、纳米科技和光电子产业的发展, 光电子器件的尺度日益减小, 集成度不断提高, 波长尺度的微纳米光学逐渐成为光学研究的前沿。这就要求光学工程各专业的研究生——作为从事专业研究的高层次人才, 必须掌握电磁场的基本理论, 并具备应用电磁理论研究光学现象、设计光电器件的能力。为此, 我校将《光电子学中电磁场理论》列为光学工程专业研究生的一门重要专业基础课程, 并予以重点建设。本文结合作者近年来从事《光电子学中电磁场理论》课程建设和教学实践, 对如何搞好研究生专业基础课程建设, 提高研究生学术能力进行了探讨。

### 一、准确把握研究生专业基础课程建设的目标和定位

(一) 研究生专业基础课程建设的定位, 应该是沟通、连接本科基础课程和研究生专业课程之间的桥梁, 是通识教育向专业培养的深化和铺垫

作为一级学科的研究生专业基础课程, 不仅要为其下各二级学科和方向研究生专业课程的教学, 建立必要的、共同的物理和数学基础, 而且要成为广大研究生今后学习和工作的强有力的支撑。特别是在当今世界高等教育改革与发展的大背景下, 为适应国家对不同层次人才的需求, 我国高等学校本科教育正趋向于通才的培养(也称通识教育), 要求本科生具有相对较宽口径的基础知识和基本技能。因此, 本科阶段的专业设置不断被淡化, 一个本科专业通常对应一个大的学科如数学、物理、化学和生物等, 甚至还更宽泛。与之形成鲜明对比的是, 人们从事的学科专业划分趋向于越分越细, 专业性越来越强, 每个具体科学需要研究的深度也越来越增强。所以大学屈从于科学与技术进步的, 使作为高层次专门人才培养的研究生教育变得专业性越来越强。加之由于有限的本科和研究生课程学习时间限制, 形成了目前许多学生在本科阶段学的知识过于泛泛或分散, 不能满足专业确认, 难以直接用于专业学

\* [收稿日期] 2009-06-03

[作者简介] 叶卫民(1972-), 男, 江西南昌人, 国防科学技术大学光电科学与工程学院副教授, 博士。

习或研究。因而造成各个研究生专业课程均需耗费一定的课时来补充必要的基础知识的现象。在这种情况下,按一级学科开设研究生专业基础课程,便成为解决这个问题有效办法。

以我校光学工程各专业方向的研究生为例。他们主要来自物理和光学两个本科专业,所学与研究生阶段有关的课程是普通物理光学、电动力学和数理方程等。由于这些课程在本科阶段均为独立开设,通常本科毕业生难以自如地综合这些课程所学,尤其是运用电磁场理论分析和求解类似光纤、平板波导等光纤光学和集成光学中的简单问题。因此,在通常的光纤光学、集成光学、波导光学和光电子学等研究生专业课程教学中,均需要不同程度地重复介绍有关光电子学中电磁场理论的内容。鉴于此,我们集中开设《光电子学中电磁场理论》这门研究生的专业基础课程,它是普通物理光学、数理方程和电动力学本科课程的提升和应用,同时为集成光学、光纤光学和前沿的纳米光子学、光子晶体等研究生专业课程的学习,提供电磁场理论的物理基础和数学基础。

(二) 研究生专业基础课程教学的目标,应该是让研究生在重视和掌握本学科的基础理论和基本研究方法的同时,重点培养研究生的学习能力及专业素养,为进入专业领域的研究和创新能力的培养奠定基础

专业知识更新快和新型交叉学科、专业的不断涌现是当前研究生专业教育中的一个显著特点。这使得加强专业基础课的教学日益重要,因为扎实深厚的基础理论知识是从事专业前沿研究的必备条件。同时,由于研究生专业基础课程的教学内容比专业课程适用面广,不能直接面对专业前沿问题。因此,其教学目的不是简单的基本知识的储备,而应定位于学习能力和专业素养的培养,它将使研究生受益终身。

创新能力的培养主要在于培养研究生发现问题、分析问题和解决问题的能力,让研究生有较强的能力去应对多变的世界。而实现这一过程又要求具备相对坚实、完备的知识结构和专业技能,这在很大程度上依赖于专门化的研究生课程教学。当今社会,科学技术迅猛发展,知识更新不断加快,只有打下牢固的科学文化基础,才能自如地实现向新领域的转变,才具有可靠的应变能力和坚实后盾;只有在头脑中存储了大量的知识、事例和经验,才能运用它们来进行创造性思维。

具体到《光电子学中电磁场理论》课程,以为研究生建立宏观电磁场基本理论和求解电磁场方程的基本数学方法为基础,通过将它们用于介质波导模式、弱耦合系统和周期系统中电磁场的研究、讨论,着力训练、培养研究生应用宏观电磁场的理论和研究方法,分析、求解非均匀介质系统光学性质和研发集成光学器件与系统的能力。

## 二、合理设置研究生专业基础课程教学内容

合理设置教学内容,兼顾深度和广度两个方面,将研究生专业基础课程与专业课程明显区分,同时有效衔接,是搞好研究生专业基础课程建设与教学的核心,也是提高研究生专业基础课程教学效率与实现教学目标的关键。在《光电子学中电磁场理论》课程内容选择上,我们主要遵循

以下原则:

(一) 突出专业基础性,支撑一级学科的各方向专业课程

作为联系本科课程和研究生专业课程的纽带,研究生专业基础课程教学内容应该侧重于基本概念、基础理论和处理问题的基本思路与方法,深化并夯实研究生的理论基础,培养基本的专业素养,淡化各专业方向的特殊需求。基础理论具有相对稳定性和广泛的适应性,它是专门知识和技能的基础。加强基础理论知识再培养,使学生面临新事物不仅知其然,而且能探索其所以然,并且不断开阔视野和增强发现知识的才干。面对高新技术的不断发展,有了宽厚扎实的基础理论知识,就能做到以不变应万变,有利于培养研究生泛适应社会需要的能力。

根据这一原则,我们结合多年来电磁场理论教学经验和研究工作的体会,主要从国内影响较大、由清华大学张克潜与李德杰两位教授所著《微波与光电子学中的电磁场理论》和由 J. D. Jackson 所著公认的经典电动力学教材《经典电动力学》这两本教材中取材。综合和互补前者内容全面,但工科背景较重,物理分析、讨论略少;后者作为理科教学用书理论性、基础性强的优势和不足,通过理工结合,最后确定适合光学工程专业工科研究生的电磁场理论课程教学内容。

(二) 突出研究生专业基础理论的完整性和系统性

研究生专业基础课程理论性强、知识面广,并不等同于要求堆砌大量的理论和应用知识。精选完整的、系统的教学内容是提高教学效率的一个关键,这也有助于学生对基础理论和研究方法的掌握。因此,我们选择以基本概念与理论、数学工具、典型应用三方面为主线安排教学内容。对选择的应用例子,运用基本理论和数学工具,进行详细求解和细致的物理分析、讨论。以光学工程各专业课程的教学内容中经常涉及的弱耦合电磁系统为例,模式耦合理论是分析它的常用方法。但是,在研究生专业课程的教学中,通常只是唯象地给出理论模型,学生无从把握它的正确性。在《光电子学中电磁场理论》课程中,我们突出了这部分内容,详细讨论了由场的基本方程得到模式耦合理论方程的过程,让学生真正掌握和理解这一常用的理论方法。

(三) 将学科前沿进展引入专业基础课程教学,加大教学内容的深度,提高研究生学习基础理论的兴趣和对基础研究的关注度

基础课程涉及的内容主要是本学科相对基础的问题,在这些问题研究中的突破通常具有很大的学术和应用价值,甚至带来人们观念上和认识上的变化。因此,将本学科基础问题研究的热点或最新进展及时地引入专业基础课程的教学内容中,对提升研究生的学术水平、专业素质和激发他们对基础研究的兴趣都具有很大的帮助。

在《光电子学中电磁场理论》课程中,我们将近年来前沿研究的热点——左手电磁材料引入课堂。左手材料——源于上世纪60年代科学家的假想,直到本世纪以来,一种被称为“左手材料”的人工复合材料的出现,才使科学界谓之颠倒了物理学常规定律的左手材料在固体物理、材料科学、光学和应用电磁学领域内开始获得愈来愈广泛

的青睐,其研究不仅有重要的科学意义,而且对提升国防装备关键技术水平和我国信息产业的跨越式发展均具有重大战略意义。这让只知道或熟悉右手电磁材料的研究生们兴奋不已,他们应用已有的电磁场基础知识,分析左手电磁材料、左、右复合电磁材料的光学特性,并探讨它们的应用,取得了良好的教学效果。

### 三、注重在专业基础课程教学中培养研究生的学术能力

这里所说的学术能力,按照国内一些学者的认识,可以理解为学习专门系统知识的本领,即认知能力;探究学问、发展学问过程中所采取的科学方法,即科研能力;以及该过程中所具有的批判创新精神等,即我们所提倡的创新能力。在各项能力中,学术能力的培养是研究生教育的核心和关键。研究生的学术能力不仅直接影响我国学术发展的水平,而且是衡量我国研究生教育质量的一个重要指标。

课程教学与学生自学的最直接区别是老师的存在。成功的课程学习过程,应该是教师与学生、学生与学生相互传递知识和心灵沟通的过程,教师一般具有较高的学术水平和独特的思维方式,学生中也不乏思路敏捷、敢于创新的见解。如此多种学术观点和思想风格的渗透交融,必然使研究生获得更广阔的视野和丰硕的知识,以综合形成研究生自己的学术风格和创新能力。因此,合理设计并实施课堂教学,将对研究生学术能力的培养融入到研究生专业基础课程教学中,才能达到预期的教学目的。

(一) 注重讲述教学内容的物理思想、内在逻辑和内容引申,培养研究生理解问题、掌握和运用理论和方法的学习能力

对研究生而言,教材、讲稿、文献和学术报告类似,都是将已有的资源、发现的问题和研究结果呈现给他们,能否准确、迅速地掌握和运用它们直接反映了一个研究生的学习和领悟能力。而老师的学术起点通常比学生要高,因此在课堂教学中,我们强调教师根据自己的思路组织教学内容,给出严谨、清晰的数学推演和透彻的物理分析,尤其要注意物理概念的建立,使研究生既掌握物理问题的数学方法,又不要陷入数学中而忽视物理本质,并通过内容引申,增大课堂教学的信息量,让学生能真正做到“举一反三”。

(二) 通过学生参与的课堂教学,培养研究生提出或发现问题并解决问题的研究能力

老师的一堂按教材讲得非常细致、流畅,学生听后没有任何疑问的课,并不一定是一次优秀的课堂教学。因为课堂的主体是学生,老师只是一个组织者,没有学生参与的课堂教学不利于学生能力的培养。古人云:“为学患无疑,疑则有进。小疑则小进,大疑则大进。”

我们国内许多有过留学经历的人们,对世界一流大学的老师在研究生课程教学中注重对学生思维和创新能力的

培养,留有非常深刻的印象。有人说,那里的老师非常致力于启发学生思考,虽然老师们本身并不是所有的知识都精通,但他们总是给学生思考和讨论的机会,并具备引发我们思考的能力。还有人认为,老师在讲课时不断问问题,就是为了鼓励学生边听边思考。因此,我们在《光电子学中电磁场理论》课程的课堂教学中,常常采用提问或讨论的方式,让研究生们参与其中,将课堂讲述的问题分析透彻,或者激发研究生的研究兴趣,进而考虑更深层次的问题,以步入科学研究的前沿领域,培养自己的创新能力。

(三) 合理设置考核方式,准确反映和评价教学效果

课程考核是督促学生学习、同时检验教学效果的一个重要手段,是课程整个生命周期内不可缺少的一个环节。在一定意义上讲,它既是考核学生,也是考核老师。一个合理的考核方式,应能准确反映学生的能力和课程教学目标的实现情况。

有些考试往往按照课件内容复习就能对付,这样的考试实在没有什么用处。研究生专业基础课程的考核尤其不要成为老师强迫学生学习的指挥棒,也不要成为研究生混学分的工具。要突出考核的本质目的,使学生通过考核这种手段更好地掌握本研究领域的知识和技能。国内外许多一流大学的研究生课程考核制度非常严格,并且有很多好的做法。比如评价研究生一门课程的成绩取决于多方面的综合表现,每方面都占有一定的比例。这些因素包括:课堂上的参与程度、课后作业成绩、期中和期末考试成绩等,其中作业在总成绩中占的比例最大。

在《光电子学中电磁场理论》课程考核中,我们主要采用课堂回答问题和作业两种方式。前者反映学生对基本概念、理论和方法的掌握程度;后者通常是教材没提及的或前沿问题,难度相对较大,主要考核学生综合运用课程教学内容和处理问题的方法、解决问题的能力。实践表明,这两种考核方式的结合较为客观地反映了学生的能力。没有出现那种在该课程考核中成绩不好的学生却在与此课程相关的课题研究中做得非常出色的反常现象。

### [参考文献]

- [1] 陈花玲. 改革研究生课程体系 培养研究生创新能力[J]. 学位与研究生教育, 2005, (6).
- [2] 张克潜, 李德杰. 微波与光电子学中的电磁理论[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.
- [3] Jackson J. D. 经典电动力学(第三版影印)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [4] 翟亚军, 哈明虎. 我国研究生课程教学中存在的问题及对策研究[J]. 中国高教研究, 2004, (6).
- [5] 张三强. 美国研究生课程设置的特点及对我国研究生学术能力培养的启示[J]. 辽宁教育研究, 2006, (1).

(责任编辑: 卢绍华)