

研究生专业课多元化教学模式的探索与实践

杨俊涛, 王鸿基, 黄海铭, 熊永臣, 罗时军

湖北汽车工业学院数理与光电工程学院, 湖北 十堰

收稿日期: 2023年4月8日; 录用日期: 2023年5月9日; 发布日期: 2023年5月17日

摘要

近些年来我国研究生教育事业高速发展, 地方普通院校的研究生培养规模也逐渐扩大; 如何提升研究生的教学质量, 推动研究生教育水平的高质量发展, 成了地方院校一项重要而艰巨的任务。本文以湖北汽车工业学院“光学工程”硕士点的《光电材料模拟与仿真》课程为例, 对研究生专业教学的课程内容, 课堂教学和结果考核等进行了多元化模式的探索和实践。该教学模式充分调动了学生课堂参与度, 夯实了学生的理论基础, 提升了学生学术科研能力, 对研究生的培养产生了积极的作用和意义, 值得借鉴和推广。

关键词

研究生教育, 课程教学, 多元化模式, 地方高校

Exploration and Practice of Diversified Teaching Mode of Major Courses for Master Students

Juntao Yang, Hongji Wang, Haiming Huang, Yongchen Xiong, Shijun Luo

School of Mathematics, Physics and Optoelectronic Engineering, Hubei University of Automotive Technology, Shiyan Hubei

Received: Apr. 8th, 2023; accepted: May 9th, 2023; published: May 17th, 2023

Abstract

The scale of postgraduate training in local colleges has gradually expanded with the rapid development of postgraduate education in recent years. How to improve the teaching quality of post-

graduates and promote the high-quality development of postgraduate education is an important and arduous task for local colleges. Taking the course of Simulation and Simulation of Photoelectric Materials in the master's degree of "Optical Engineering" of Hubei University of Automotive Technology for instance, this work explores and practices the diversified mode of curriculum content, classroom teaching and result assessment of postgraduate professional teaching. This teaching mode fully mobilizes classroom participation, consolidates theoretical basis, improves academic research ability for the postgraduate student. As a result, our diversified teaching mode, which has a positive effect on the cultivation of postgraduates, is worth learning and promoting.

Keywords

Postgraduate Education, Course Teaching, Diversified Teaching Mode, Local Colleges and Universities

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 我国研究生教育现状

当前我国社会正处于高速发展转型的关键时期，研究生教育的规模和水平在不断上升，这既是我国高等教育蓬勃发展的体现，也是社会经济转型高质量发展的内在需求。随着在校学生数量的不断增长，研究生教育也迎来了新的机遇和挑战。习近平总书记在历年的全国工作会议上一再指示：要着力发展支撑引领国家战略实施的高等教育[1]；2021年3月“两会”发布的《国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲》中指出“增强高校学科设置针对性，推进基础学科高层次人才培养模式改革”，“加强研究生培养管理，提升研究生教育质量”[2]，这些重要的指示和规划从战略高度对高校研究生培养工作提出了新的目标和要求。如何不断提高研究生的学术水平和创新素养，成为各层次高校和科研机构需要研究和实践的课题；而研究生课程教学作为研究生教育体系的第一个环节，也应当在提高研究生培养质量中发挥桥头堡作用。我们需要不断地完善和优化研究生教育的课程模式和教学模式，培养具有创新精神和科研能力的高素质研究生，以更好地满足国家和社会对高质量人才的需求，促进我国高等教育和科技事业的发展和进步。

近些年来，我国研究生招录人数逐年上升，由2018年的76.25万人增加到2022年的110.7万人，五年时间总量几乎翻倍。随着研究生招生规模的扩大，各省市地方普通高校的硕士点数量逐渐增加，在校研究生数量也不断上升，地方高校也承担起了研究生培养的重任，发挥出愈来愈重的角色。然而，地方本科院校却面临着研究生招生和培养的双重困境。一方面，由于地方高校的学科建设水平相对重点大学处于劣势以及地理位置不优越，研究生报考时第一志愿考生严重不足，导致招录了较多的跨专业调剂考生。另一方面，虽然地方高校的科研学术整体实力和水平在不断提高，但是由于教学经费投入不足，科研条件仍然较大程度地落后于重点高校，以至于研究生培养的土壤相对较为“贫瘠”。不积硅步，无以至千里，面对当前的困境，课堂教学质量的则成为了地方高校培养研究生的专业能力的关键环节。

在此背景下，湖北汽车工业学院(下文称“我校”)“光学工程”硕士点研究生教学团队对研究生专业课多元化教学模式进行了探索，并取得了较好的教学效果。本文以“光电材料模拟与仿真”课程为例进行探讨。

2. 我校研究生教育现状

我校高度重视研究生教育建设工作,2019年以来研究生教育取得了长足的进步,学校现有“车辆工程”、“材料科学与工程”和“光学工程”等十二个硕士点,在校研究生总数即将突破千人。数理与光电工程学院一级学科硕士点“光学工程”主要围绕光电功能材料及器件、储能与电池材料、先进光学技术及其应用、智能网联汽车技术四个主要研究方向,以功能材料设计、车用光学测量技术、智能网联汽车关键技术为研究重点,培养专业基础扎实、工程实践能力强,富有创新谨慎的专业型研究生。光学工程硕士点于2020年开始招生,历年招生人数、课题类别和课题方向人数比例见图1所示。从图中可以看出,学生的课题主要分为理论模拟和工程实验两大类,总体上人数相互持平,且学生的课题方向各具特色。从招生情况来看,学生本科背景复杂多样,其中电气,电信和机械类占据较大比例,具有物理学或材料学专业背景的学生不多。因此照顾学生不同方向课题的需求,夯实学科理论基础,提升学术科研能力是课程教学中需要解决的重要问题。

材料的模拟与仿真是结合材料科学技术、物理学基本原理以及计算机程序设计的新兴学科,在新型材料的研究方面可极大地缩短研发周期和降低研发成本,对推动科学技术的发展起了至关重要的作用[3]。鉴于其学科前沿性和交叉性,《光电材料模拟与仿真》课程是“光学工程”学术型硕士培养方案中的重要专业课之一,该课程教学目标是让学生在掌握材料科学的相关理论基础上,学会运用计算机模拟材料的性能和演变规律,并尝试对材料的性能进行改善设计[4]。同时,该课程的内容结构基础性,知识体系覆盖面广,并具备便利的可实践性,能够满足不同研究方向和专业背景的学生需求。因此,建设好《光电材料模拟与仿真》课程,开展多元化教学的探索和实践,有助于研究生培养体系的建设以及研究生的学术素质的培养,为研究生从事进一步的科学研究打好良好的基础。

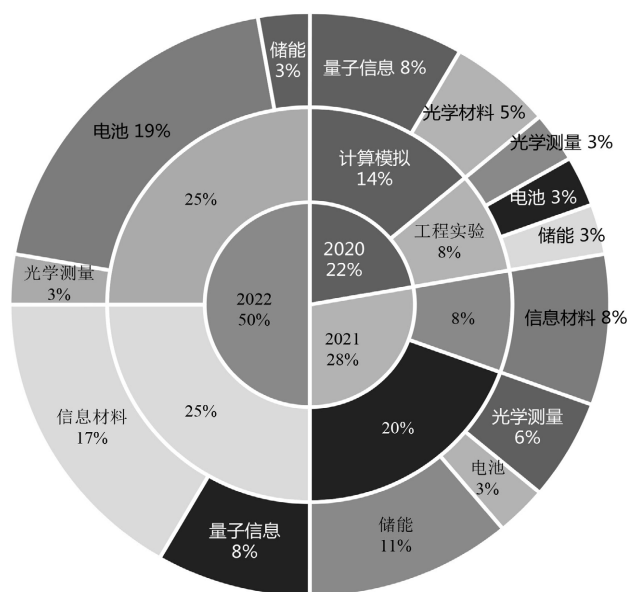


Figure 1. Recruitment of graduate students in the academy of Mathematical Physics and Optical Engineering in the past three years

图 1. 数理与光电工程学院近三年招收研究生状况

3. 多元化教学模式的探索与实践

围绕课程建设的目的实施教学的多元化教学模式,注重学术创新以及科学研究能力的提升,着力培

养学生的实践能力和创新精神[5][6]。对学生而言,如何在多元化教学模式下牢固掌握更多的课程内容至关重要。对教师而言,如何在教学中实施多元化模式,制定多元化考核方案,是最具挑战性的环节。因此,首先要因材施教合理安排课程内容,根据学生的专业背景和课题方向,对专业知识做好查漏补缺,并进一步地夯实理论基础;其次要采用合理的教学手段,调动学生的课堂内外的学习的积极性,以激发学生的分析归纳的学术能力;最后要安排公平且具有竞争性的考核方式,激励学生学习的主动性,提高科学研究的能力和水平。

3.1. 课程内容

《光电材料模拟与仿真》课程开设目的是让学生理解并掌握材料性能纳米尺度的计算模拟的方法和手段[7][8],课程内容主要分为基础理论、相关程序软件介绍及案例专项实践三部分。基础理论着重阐述材料科学的基础理论及其应用,主要包括“固体理论”,“密度泛函理论”,“分子动力学”和“蒙特卡洛模拟”等相关内容,以帮助学生正确认识晶体特征并学会晶体结构建模,掌握材料性质模拟计算的一整套方法体系[9]。如今众多的优秀程序软件,例如 VASP、MATLAB 和 Nanodcal 等已被广泛应用于材料性能模拟计算中,在基础理论讲解过程中就及时地介绍相关软件的操作方法,比如引入晶体结构可视化、材料的性质计算数据分析等,从而更好地讲解理论基础,并尽快让学生理解相关知识并掌握应用技能;同时结合材料性质,物理理论和程序算法自编一些计算脚本,让学生认识和领悟材料、理论和计算三者之间的建模过程和逻辑关系。在实践教学,让学生选择合理的软件工具对与自己研究方向有关的典型材料的关键性质进行计算模拟,并提交完整的课程报告,这样既帮助学生尽快地熟悉自己的课题,也能保证教学内容的全面性和深入性。

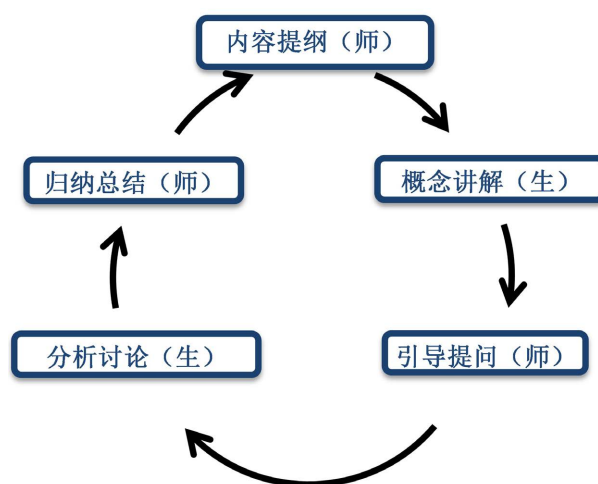


Figure 2. Progressive iterative teaching flowchart
图 2. 递进循环教学流程图

3.2. 教学手段

如何在短期内让学生高效系统地建立理论框架十分依赖教学手段的合理运用,通过案例引导来讲解和讨论关键知识点的是一种积极有效的方法。比如讲解晶体结构时,引导大家讨论为什么要讲解晶体结构,晶体结构有什么特征,如何在实验上分析晶体结构,又如何数字化表示晶体结构等;同时有效地借助专业软件的演示和讲解,可以让学生尽快地理解晶体结构的表示并学会相关软件的初步应用。而讲解材料电子结构时,则从典型的二维材料石墨烯的晶体结构出发,建立紧束缚模型,向学生展示电子能带

的计算过程和框架,并编写简单脚本进行能带的图像绘制,让学生理解计算模拟的基本建模和逻辑。

由于研究生教学安排小容量长课时的灵活性,提高学生的课堂参与度则成为一个切实可行的教学手段。学生参与课堂教学不能让学生单独占用宝贵的课时泛泛地讲解内容概念,而需要师生高效积极地展开互动,如图 2 展示的递进循环式的教学模式。首先教师提前列出内容提纲让学生课前学习并做好讲解准备,课堂上随机抽点学生上台分别讲解相关知识点;然后教师根据学生的讲解情况引导大家提问讨论,以加深学生多知识体系的理解;最后由老师对课程内容进行归纳和总结,引导学生梳理学科理论内在的逻辑关系;最后布置后续环节的教学内容。在整个教学周期,可以采用 2~3 次的递进循环式的教学过程,以帮助学生深入系统地掌握学科理论基础。

材料的模拟与仿真的学科交叉性强和实践操作自由度大使得专项训练可有效地实施开展。在教师讲解相关专业软件的特点和使用并系统地完成 2~3 中材料特性的计算模拟的操作关键和数据分析后,可以让学生组建 3~5 个合作小组完成典型案例的专项训练,每个组员内部自行分工合作。比如电池材料课题方向的专项小组可以对磷酸铁锂(LiFePO₄)电子结构进行计算,合作小组成员分别完成文献综述和数据收集,计算测试和执行、数据分析和专项汇报等工作。这一环节给予学生充分的自由度,既训练了相关课题的研究能力,又培养了团队合作精神,极大提升学生的学术水平和综合素质。

Table 1. Special subject defense contents for each grade

表 1. 各年级专题答辩内容

年级	选题类别	考核内容	学生课题方向
2020	章节内容	分子与固体的振动	材料的热电性能
		蒙特卡洛方法的应用	量子点相变与运输
		光电子能谱 ARPES 的原理	光谱分析与测量
2021	文献综述	二维 Janus 材料发展综述	二维磁性材料
		密度泛函理论在电池材料中的应用	电池储能
		掺杂石墨烯对提高 ORR 性能的协同作用	电池材料的催化
		二硫化钼的光学性质研究	激光与精密测量
2022	专题计算	石墨烯的紧束缚能带	多铁耦合材料
		磁性相变的蒙特卡洛模拟	量子点相变性质
		晶体硅的声子谱和导热性能	热电材料
		金刚石中 NV 色心能带	量子信息

3.3. 课程考核

研究生考核方式也有很大的自由度,采用较多的模式是卷面考试或课程报告对学生成绩进行评定,但这些方式都存在一定的不足;卷面考试不能全面评估学生的综合能力水平,而课程报告的准确性和真实性有待商榷。为了更全面地反映学生的学习情况和研究能力,除了注重平时考核(成绩约占总评的 50%)之外,《光电材料模拟与仿真》课程主要采用专题答辩形式进行考核。考虑到教学内容,选课人数和研究课题方向等各方面因素,每年考核内容在不断的调整并各有侧重,具体情况详见表 1。2020 级是命题报告,以《Materials Modelling using Density Functional Theory》[10],《材料学的纳米尺度计算模拟:从基本原理到算法实现》[11]和《第一性原理材料计算基础》[12]等专业参考书为蓝本,根据学生课题方向指定相关章节进行选讲。2022 级学生是半开放式选题,要求学生根据课题方向查阅 5 篇以上的高水平文

献进行综述汇报。由于办学资源的增加和科研条件的提升,2022级考核则是开放式的专项训练,让学生根据自己的兴趣选择相关材料进行计算和分析,提交课程报告并进行课程答辩。值得注意的是,答辩评审人则邀请三名教师和四名高年级学生组成答辩小组,同时遵循课题组内的师生回避制度,以保证成绩评定的公平公正。专项答辩模式除了能对学生的学习效果和个人能力进行较为全面的考察之外,也可让学生为后续的开题答辩,中期汇报乃至毕业答辩等过程做初步演练,提高了学生的综合素质。

3.4. 教学效果

大力发展研究生教育的目的是培养高水平高素质的专业人才,引领和支撑国家战略计划的实施和推进。近年来数理与光电工程学院研究生培养的取得了较为优异的成绩如表2所示,研究生基本能如期毕业,人均发表高水平论文数能够保持在2篇左右(截至2023年3月),斩获研究生国奖的人数和继续攻读博士学位的人数也保持恒定,毕业生受到用人单位的高度评价。这些成绩一方面是学生和导师共同努力的结果,同时表明研究生多元化教学模式的实践取得了一定的成效,整体上反应了“光学工程”硕士点建设和研究生培养卓有成效。

Table 2. Number of postgraduate students from the School of Mathematical and Photonic Engineering who have published papers, won national awards, pursued PhD degrees, and graduated on schedule

表 2. 数理与光电工程学院研究生发表论文、国奖,读博和如期毕业人数

年级	人数	论文(篇)	国奖(人次)	读博(人)	毕业(人)
2019	4	9	2	2	4
2020	8	18	2	1~2 (预计)	8 (预计)
2021	10	5	1	2~3 (预计)	—
2022	18	0	0	—	—

4. 总结

根据社会发展的需要,学校发展现状以及招录学生的情况,在相关政策的指引下,湖北汽车工业学院“光学工程”硕士点的研究生课程教学采用了多元化的教学模式,该方法是一种有效的教学策略,能够满足不同学科和学生的需求,调动学生的学习兴趣和积极性;多元化教学为学生提供了广阔的学习和训练空间,促进了学生综合素质的全面发展,并在研究领域中取得良好的科研成果;多元化的教学模式为其他课程和专业提供了改进的思路和方向,可以促进学科建设的发展和研究生培养水平的提升,为研究生教育事业的高质量发展提供了良好的参考模板。

基金项目

本文受到湖北汽车工业学院研究生教育质量工程项目(Y202102)和课程思政专项课题(JY2021042)的资助。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 加快建设高质量教育体系办好人民满意的教育[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/moe_1485/202301/t20230112_1039188.html, 2023-01-12.
- [2] 新华社. (两会授权发布)中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》[EB/OL]. http://www.xinhuanet.com/politics/2022-03/13/c_1128466666.htm, 2021-03-3.
- [3] 刘利民. 材料基因工程: 材料设计与模拟[J]. 新型工业化, 2015, 5(12): 71-88.

-
- [4] 万勇, 冯瑞华, 王桂芳. 美欧材料基因工程技术政策对比及其启示[J]. 科技管理研究, 2014(23): 69-92.
- [5] 沈洪涛, 白静, 曹金娜. 计算材料学课程教学改革实践[J]. 中国冶金教育, 2018(3): 20-21.
- [6] 蒋绍周, 林达斌, 梁先庆, 吕静, 等. 《计算物理基础》的基本教学内容[J]. 广西物理, 2016(1): 46-48.
- [7] 陈刚, 管洪涛, 董成军, 黄强, 等. 浅谈计算材料学实验的教学设计与实施[J]. 实验科学与技术, 2016, 14(1): 128-131.
- [8] 李敏, 郭永彩, 邹建. 光电信息专业实践教学改革与创新人才培养[J]. 实验科学与技术, 2014, 12(5): 175-177.
- [9] 江文杰, 谢文科, 施建华, 等. 光电类课程综合设计的教学研究与实践[J]. 高等教育研究学报, 2014, 37(2): 105-109.
- [10] Giustino, F. (2014) *Materials Modelling Using Density Functional Theory*. Oxford University Press, New York.
- [11] 单斌, 陈征征, 陈蓉. 材料学的纳米尺度计算模拟: 从基本原理到算法实现[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2016.
- [12] 周健, 梁奇锋. 第一性原理材料计算基础[M]. 北京: 科学出版社, 2019.