

地方院校研究生课程《半导体物理》教学中的问题及应对策略

马丽, 张琳

西安理工大学理学院应用物理系, 陕西 西安 710054

DOI: 10.61369/SDME.2025050016

摘要 : 《半导体物理》这门课程公式推导复杂, 概念抽象, 与固体物理、量子力学等课程关联度高, 而地方院校研究生生源差异较大, 调剂学生多, 部分学生不具备学习半导体物理的先修知识, 学习该课程存在较大的难度。针对教学中存在的以上问题, 本文给出了一些应对策略, 通过补充半导体物理的前导知识, 以学位论文或期刊论文为切入点, 引入相关工具软件或专业软件解决半导体物理的一些问题, 将教学与科研有效结合, 提高学习内容的广度与深度, 提高学生的科研能力, 为后续研究生阶段的学习和科学研究打下良好基础。

关键词 : 半导体物理; 教学问题; 应对策略

Problems and Countermeasures in the Teaching of "Semiconductor Physics" for Postgraduates in Local Universities

Ma Li, Zhang Lin

Department of Applied Physics, School of Science, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710054

Abstract : The course "Semiconductor Physics" involves complex formula derivations and abstract concepts, and has a high degree of correlation with courses such as solid-state physics and quantum mechanics. However, the student sources in local universities vary greatly, with many students being transferred, and some students lack the prerequisite knowledge for learning semiconductor physics, making it difficult for them to study this course. In response to the above problems in teaching, this paper presents some countermeasures. By supplementing the prerequisite knowledge of semiconductor physics, using degree theses or journal papers as entry points, introducing relevant tool software or professional software to solve some problems in semiconductor physics, and effectively combining teaching with research, the breadth and depth of the learning content can be enhanced, and students' research capabilities can be improved, laying a solid foundation for their subsequent postgraduate studies and scientific research.

Keywords : semiconductor physics; teaching problems; countermeasures

一、传统半导体物理教学中存在的问题及分析

《半导体物理》作为半导体领域的核心基础课程, 揭示半导体材料的物理本质, 为芯片设计、制造及器件研发提供底层理论支撑。结合我校物理电子学专业研究生学位课《半导体物理》的教学情况, 发现在目前的教学中主要存在以下一些问题。

(一) 教学内容多而繁杂, 学生基础差异大

《半导体物理》涉及的知识点多, 概念抽象、理论推导复杂, 该课程承上启下连接基础学科(如量子力学、固体物理)与应用课程(如半导体器件物理、集成电路设计), 是专业知识网络的关键节点, 学生学起来感觉繁琐, 抓不住重点^[1]。其次, 教材内容无法追踪科技前沿, 现代半导体技术研究领域不断拓展, 新的理论不断涌现, 极大地丰富了半导体物理的教学内容。而半导体物理教材内容的更新相对较慢, 对半导体物理前沿的新动态

以及新的科研成果介绍得不够, 跟不上半导体科学的快速发展。另一方, 以作者所在学校所在学科物理电子学为例, 该专业的研究生生源差异很大, 大部分都是调剂到本专业的。本科专业也是五花八门。个别学生已经在本科阶段学习过《半导体物理》, 还有部分学生与录取专业差距较大, 很多学生不具备学习半导体物理的前导知识, 而研究生教学课时比本科生少得多, 加大了教师教学和学生学习的难度^[2]。尤其半导体物理课程阐述的大部分内容涉及到微观物理结构与现象, 知识点较为枯燥抽象, 学生理解起来较为困难。如果仍采用本科生上课模式, 不利于学生创新能力的培养, 无形中增加了学生的学习的难度。

(二) 课堂学习与科研诉求脱节

首次全国硕士研究生教育会议明确指出, 研究生教育需以研究实践为导向, 在硕士阶段教学中应推行研究型学习模式, 实现教学与科研的双向赋能、协同发展; 导师需将自身研究课题与

学科基础深度融合,积极带动学生参与科研实践工作^[3]。传统的《半导体物理》课程教学往往侧重理论知识传授,却忽视了实践应用能力的培养。学生在学习过程中虽接收了大量物理概念、理论体系及公式推导,但难以将其与工程实际建立有效关联^[4]。

我国研究生教学改革实践往往关注更多的是研究生课程建设和教学方法的创新,而忽视了研究生自身科研创新能力的培养,研究生教学应充分体现研究性。课程教学与科研的有机结合是我国研究生教学改革的重要方向,不仅创新了研究生教学方法,保障了研究生教学过程的研究性,能够将教学与科研有机结合起来。

二、教学应对策略探讨

《半导体物理》理论性强、概念抽象,是一门与实际应用结合较紧密的课程。如果仍采用本科教学模式,不利于学生创新能力的培养。针对上述研究生《半导体物理》教学中存在的这些问题,提出以下应对策略。

(一) 教学内容的重新梳理与整合

在课堂教学过程中,需对课程知识体系进行梳理,提炼出一条简明扼要的核心主线。以该主线知识为脉络,针对选课学生补充学习课程内容所必需的前置知识,从而帮助学生从宏观层面清晰把握课程的整体知识架构^[5]。

根据选课学生的本科专业背景和知识基础定制合理的教案,首先要做好先修知识的补充,主要补充跟半导体物理紧密相关的固体物理、量子物理相关知识。其次要对半导体物理中重要的知识点进行详细讲解。另外可以对半导体产业最新发展情况进行扩展,提升课程的广度与深度,从而实现前导知识的补充、重点内容的详解到前沿科技介绍建立一条简明清晰的脉络。

(二) 以文献为切入点,将教学与科研有效结合

半导体物理这门课内容本身非常抽象晦涩难懂,如果再没有前导知识基础,采用传统填鸭式教学模式不利于知识的掌握,更不利于带动学生的探索精神。在实际教学中可以以学位论文或期刊论文为切入点进行教学,将教学与科研有效的结合。本学科领域的学位论文或期刊论文是研究生课堂教学内容之外最好的教辅材料,在授课过程中,注重引导培养学生文献调研的能力,通过阅读相关文献,加深对半导体物理概念、知识点的理解,能够将文献内容与课本知识做到融会贯通知识的基础上,提高课程的深

度。在具体的教学实施中,可根据不同知识点的特点,布置学生在课后开展针对性的文献调研与归纳工作,并要求以 PPT 或 word 形式完成精炼的文献汇报。有利于学生更快更好地进入课题研究工作,早日适应研究生的科研工作。

(三) 引导学生使用相关软件处理半导体物理中的一些问题

在半导体物理的学习中融入相关软件的使用,对于学生的专业能力与科研素质的提高大有益处。引导学生学习、使用 Matlab、半导体器件和工艺仿真软件 Sentaurus、Silvaco, 第一性原理计算软件 Vasp 等相关软件处理半导体物理中的问题,实现理论知识与科研实践的有效结合,培养具有创新实践能力的半导体产业的后备人才。通过软件将枯燥的半导体公式变成有趣的图形展示出来,大大提升了学生对课程知识吸收,激发了学习兴趣^[6]。根据研究生所在课题组的需求学习相关软件,布置大作业时考虑研究方向的差异,每次大作业题目不唯一,可根据学生研究方向选取合适题目,选用相关软件做到有的放矢。

本学科物理类研究生很大一部分学生研究课题方向为半导体材料的第一性原理计算,在半导体物理教学中,可引入 Materials Studio 或 Vasp 等材料计算软件,用于探究半导体材料的多种特性,诸如能带结构、电学与光学性能、缺陷构造等。学生可以通过软件对可以针对材料深入开展光、电、磁学等性质预测,研究材料缺陷和掺杂的性质等^[7-9]。学生们根据这些计算结果,可以与教科或文献上的数据进行对比,并以此为根据,采用同样的计算方法,尝试设计更多的新型材料进行计算,激发学生的学习兴趣,培养学生的创新实践能力,有效调动了学生学习的主动性,为半导体产业培养创新型人才提供了一种新的思路和方法^[10]。

三、结束语

研究生教育目标是培养创新人才,研究能力培养是最基本的,也是最核心的任务。高质量的研究生课堂教学应该是研究型的,而不仅仅是知识的传授。只有将教学与研究完全融为一体,才能体现研究型课堂教学的本质。通过本文提出的一些教学改革措施及方案,可以针对不同基础的学生进行因地制宜分层教学,帮助没有前导知识基础的学生补齐短板,加强基础知识的掌握,对有半导体物理基础的同学可以提高课程的深度和广度,提升自身科研能力与素质,为后续研究生课题的开展奠定扎实的基础。

参考文献

- [1] 连晓娟. “半导体物理”教学改革与实践初探 [J]. 教育现代化, 2019 (18): 49-50.
- [2] 俞健, 陈涛, 马广兴. 固体与半导体物理教学改革及课程思政探讨 [J]. 教育教学论坛, 2020 (08): 289-290.
- [3] 邵艳秋, 贾林艳, 付大同. 地方高校专业硕士研究生教学质量问题及有效评控 [J]. 教育教学论坛, 2023(17): 77-80
- [4] 赵江. 科研为导向反哺教学的教育模式用于半导体物理课程的教学改革 [J]. 物理与工程, 2024, 34(1): 67-72
- [5] 张华, 李蛟, 王卫伟, 李秋红. 研究生课程《半导体物理》教学方法和策略的探讨 [J]. 山东化工, 2019(48): 214-215.
- [6] 于文娟, 董可秀, 王炳庭, 周昌海, 付翔, 胡毅. Silvaco TCAD 仿真在《微电子工艺》实验教学中的应用 [J]. 廊坊师范学院学报(自然科学版), 2022, 22(4): 118-121
- [7] 杨金, 樊敏, 鲁世斌, 汪海波. 多教学方法的有效融合在微电子专业的应用探究 [J]. 合肥师范学院学报, 2019, 11(6): 78-80.
- [8] 许真铭, 刘庆生, 陈江安. Materials Studio 软件在计算化学和计算材料学课程教学中的应用 [J]. 大学化学, 2024, 39 (1): 332-339
- [9] 杨超越. 基于新一代神威超算的第一性原理软件 VASP 优化研究 [D]. 齐鲁工业大学, 2023
- [10] 王生钊, 黄大勇, 南春娟, 等. 材料模拟软件在半导体物理教学中的应用研究 [J]. 教育教学论坛, 2019 (10): 185-186