

# 融入学科优势的“半导体物理与器件”课程教学模式探索\*

滕晓云 杨保柱 杨景发 苏亚 张建飞

(河北大学物理科学与技术学院 河北 保定 071002)

(收稿日期:2018-11-01)

**摘要:**结合“半导体物理与器件”的课程特点,以培养高素质创新型人才为目标,依托学校自身的学科特色和优势,围绕“半导体物理与器件”课程的内容设置及创新实践教学的具体实施进行探讨,以期有效提高教学效果,并为“半导体物理与器件”教学质量的提升和人才培养质量的提高提供了有价值的经验和参考。

**关键词:**半导体物理与器件 教学改革 学科优势

## 1 引言

新能源产业作为战略性新兴产业的代表,是低碳经济的发展方向,也是新一轮国际竞争的战略制高点,世界发达国家和地区都把发展新能源作为顺应科技潮流、推进产业结构调整的重要举措.产业的快速发展迫切需要具备更高的创新创业能力和跨界整合能力的新型工科人才支撑.

在新能源领域本科专业技术人才培养(人才素质与专业能力培养)中,课程体系起着基础性作用.多所高校新能源专业均将“半导体物理与器件”列为本专业重要的专业基础课程之一,“半导体物理与器件”课程最初开设于微电子学专业,伴随着新能源产业及半导体科学的迅猛发展,传统的教学模式已经不能适应创新型人才的培养和新能源产业的发展需求,教学模式的改变势在必行.河北大学物理学院具有很强的新型光电材料研究背景和科研创新能力,并拥有光学工程一级学科、光电信息材料省重点实验室及新能源光电器件国家与地方联合工程实验室,已经建立了新能源材料与器件领域的人才团队,在新能源材料方面的相关研究和开发已初具规模.

为了更好地发挥学科特色和优势,切实提高教学质量,培养创新性人才,本文结合河北大学新能源材料与器件专业培养目标及地方院校特色,围绕半导体物理与器件课程的设置及具体实施进行探讨.

## 2 “半导体物理与器件”的教学现状

“半导体物理与器件”课程分为半导体物理与半导体器件两部分<sup>[1]</sup>,半导体物理部分主要讲述半导体的一些基本物理概念、物理过程及其规律,如半导体材料基础、载流子模型、载流子输运等;半导体器件部分包括PN结二极管、金属半导体接触、双极型晶体管等几种核心半导体器件.本课程涉及的物理概念和基本原理较多,理论性强,推导过程繁琐复杂,对学生的物理基础要求较高.同时,从1947年12月23日第一块晶体管的诞生到现在短短70年的时间,半导体科技和产业的发展日新月异,新理论不断涌现,极大丰富了半导体物理的教学内容.而目前的教学还是以教师的主动讲授为主的传统教学,教学内容相对滞后,实行的是“填鸭式”的灌输教育,教学手段单一僵化,使得学生在学习过程中不主动、理论知识与实际应用之间衔接不上,很难取得预想的教学效果.

\* 河北省高等学校创新创业教育教学项目,项目编号:2017CXCXY007

作者简介:滕晓云(1976-),女,博士,副教授,主要从事半导体物理教学,研究方向为新型光电器件.

### 3 科研成果融入教学 充实教学内容

传统教育注重对知识的传授和记忆,学生学的越来越“规矩”,创新思维越来越“单薄”。而目前高等院校在培养新型工程应用型人才的重要目标是理论联系实际<sup>[2]</sup>,培养学生的动手能力和创新能力,教什么内容不是根本目的,学生达到什么能力才是关键。因此,在半导体物理与器件课程的授课过程中,从学生角度出发,依托学院在新能源方向的学科优势,将半导体材料生长、电极制作、器件组装及特性测试等这些教师的科研工作深入浅出地融入教学中,充分引导学生“做中学、研中创”,激发学生的创新思维 and 创新能力,构建学做合一、研创结合的创新人才培养模式。

目前,河北大学新能源材料与器件研究团队主要从事新型太阳能材料与器件应用基础研究,包括太阳能材料的制备与光电器件(染料敏化太阳能电池、量子点太阳能电池、钙钛矿太阳能电池)、新型复合光催化材料的制备(光分解水制氢)等研究<sup>[3]</sup>。太阳能电池的理论基础就是半导体物理学,所以半导体物理学课程的讲授不仅仅是让学生掌握半导体材料的基本规律,学会分析半导体物理现象的基本方法,也要能够向学生传递最新研究成果与教材上相关内容的关系以及最新研究成果在哪些方面具有突破性的进展。例如,讲授半导体材料电学参数特性时,增加学生采用四探针法来测量实际制备的半导体材料电阻率的实验,通过学生的实际操作,更加深入地了解温度、微量杂质等对半导体导电性能影响的内在本质;在“ $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_4$  太阳能电池的制备及界面电学特性研究”的项目中,采用磁控溅射技术制备 CZTSSe 吸收层,CZTSSe 薄膜的微观结构和光电特性都是由组成薄膜成分的化学计量学引起的不同本征缺陷决定的,课题组通过实验参量的调节,获得 CZTSSe 薄膜微观结构的调整规律,通过对太阳能电池载流子产生和传输特性的分析,理清 CZTSSe 薄膜微观结构与电池性能的关系,提高太阳能电池转换效率。载流子的产生、复合及其运动规

律是半导体物理教学的重点和难点,在实际教学中我们结合教师在研的项目,通过对器件光电转换特性提升因素的分析,让学生更深入地理解教学内容,有效激发学生的学习兴趣,促进学生对基础知识的掌握及科研创新能力的培养。

### 4 依托科研优势 构建实践教学

高水平科研实验室是大学的核心竞争力,大量的技术领先、装备先进的仪器设备,是不可多得的培养创新创业型人才的优质教学资源。科研项目是最好的实践教学内容的来源,教育部《关于全面提高高等教育质量的若干意见》中提到<sup>[4]</sup>,促进科研与教学互动,及时把科研成果转化为教学内容,重点实验室、研究基地等向学生开放。教师在授课的同时结合学科的研究方向,以科研与项目为载体,以学生课外科技活动、创新创业实践、学科竞赛等为手段,鼓励学生进入实验室,参加科研探索和各类创新性实践活动,培养学生的科研思维 and 创新能力。如:从教师正在承担纵向科研项目“掺饵纳米晶硅电致发光器件的制备及其发光特性研究”“高压条件下纳米晶硅的多激子产生特性研究”及“基于  $\text{CuInS}_2$  固态量子点敏化太阳能电池的构建及界面载流子动力学的研究”等中涉及的相关光电特性、激子产生、界面调控及载流子输运等部分内容作为学生的设计课题进行研究性创新性研究,学生在教师的指导下进行研究性创新实验项目研究,学习和锻炼科学研究思维和方法的综合训练,提高分析问题、解决问题和实际动手能力。

通过以科研项目为基础的研究性创新实践教学,很好地培养了学生的创新精神和实践能力。累计获国家级大学生创新创业训练项目 8 项、省级大学生创新创业训练计划项目 10 项,共参加大学生“挑战杯”学术科技/创业大赛、中国大学生计算机设计大赛、全国大学生电子设计竞赛等各类竞赛 20 余项,荣获国家级一等奖 2 项、国家级二等奖 3 项。

### 5 结论

“半导体物理与器件”是实现新能源利用及发

展新能源技术的核心课程,本文针对目前教学中存在的主要问题,结合河北大学新能源材料与器件专业培养目标及学科特色和优势,构建适应创新人才培养的教学-科研一体化教学思路,通过调整教学内容,创新实践教学,切实提高教学质量,提升学生的分析能力,培养具有自主学习能力和科研、实践能力的创新型人才,满足科学研究和社会生产的需求。

## 参考文献

- 1 Donald Neame. 半导体物理与器件. 北京:电子工业出版社,2011
- 2 尹选春. 新工科课程教学研究与实践. 新课程研究, 2018(2):74 ~ 76
- 3 滕晓云,杨景发,王淑芳. 基于实践能力培养的新能源材料与器件专业实验. 实验室科学,2017(3):78 ~ 80
- 4 教育部. 关于全面提高高等教育质量的若干意见. 北京:中国高等教育,2012. 20 ~ 24

# Teaching Reform Exploration of *Semiconductor Physics and Devices* Course by Utilizing Disciplines Advantages

Teng Xiaoyun Yang Baozhu Yang Jingfa Su Ya Zhang Jianfei

(College of Physics Science and Technology, Hebei University, Baoding, Hebei 071002)

**Abstract:** According to the present teaching situation and characteristics of the course "Semiconductor Physics and Devices", the classroom-teaching is reformed by relying on the key discipline, which adjust to the cultivation of innovation talents. This article discusses how to improve the teaching quality by renewing teaching content and developing innovation practice teaching, so as to provides valuable experience and reference for improving the quality of personnel training.

**Key words:** semiconductor physics and devices; education reform; disciplines advantages

(上接第 20 页)

知识、新技术、新成果、新发展的了解程度. 本课程考核改革的目的是通过过程性考核建立一套科学全面的电磁学课程考核评价体系,以考促学,全面提高教学水平. 过程性考核方式改变了学期末一次考试评定学生成绩的办法,这种考核办法得到了学生们的欢迎,同时也极大地激发了学生的学习兴趣<sup>[6]</sup>.

## 5 结论

综上所述,就是近年来结合我校物理学专业电磁学教学的实际情况,通过电磁学课程的教学改革,提出了适应我校物理学专业学生的教学方法,使学生在掌握基本物理学知识的基础上,提高自身分析问题、解决问题的综合实践能力,培养其创新能力,

成为满足社会需求的高素质人才.

## 参考文献

- 1 孟旭东,韩冰. 大学物理教学改革与实践. 才智, 2015(3):123
- 2 胡南,郑光平. 大学物理电磁学教学的思考与实践. 教育教学论坛,2016(23):194 ~ 195
- 3 朱家昆,蔡亚璇,陈勇,等. 类比法在大学物理电磁学教学中的运用. 教育教学论坛,2017(11):199 ~ 200
- 4 赵凯华,陈熙谋. 电磁学(第3版). 北京:高等教育出版社,2011
- 5 牟致栋. 《电磁学》研究性教学内容中课堂演示实验的设置. 教育现代化,2018(31):52 ~ 55
- 6 刘倩,宋明歆,殷景华,等. 过程性考核在《电磁学与电动力学》教学中的改革与实践. 物理通报,2016(11):32 ~ 34