

泛在学习下研究性实验教学模式探索与实践

孙树祥,梅红樱,文 桦
(黄淮学院,河南驻马店 463000)

[摘要]研究性实验教学模式作为一种创新教学方式,在激发学生学习兴趣、提升学生综合素养方面具有显著优势。本文通过研究性教学模式重构《微电子技术实验》课程教学内容,将教师的科研项目与课程内容进行融合,设计建立动态实践教学项目库;搭建虚拟仿真实实践教学平台,满足泛在学习下学生的学习需求,实现全时的课程教学的教与学;建设研究性教学教师团队,采用“导师制+项目式+科研产出”教学方法,达到增强学生的实践动手能力、研究探究能力、创新创业能力的培养目标;制定科学合理的课程考评标准,综合全面地检验评价学生的学习成效,从而提高学生学习兴趣和知识接受程度,为高水平、高素质、强能力的微电子人才培养奠定良好基础。

[关键词]研究性实验教学;泛在学习;项目式;创新能力

[中图分类号] G642.0; G434

[文献标识码] A

[文章编号] 2096-711X(2026)01-0178-03

doi:10.3969/j.issn.2096-711X.2026.01.060

[本刊网址] http://www.hbxb.net

目前我国已经步入创造型国家行列,急需一大批具有创新创造能力的人才。因此,各大高校,尤其是应用型本科高校都将培养具有创新创造能力、高素质复合型人才作为人才培养的目标。同时,随着互联网+与大数据时代的到来,信息技术对教育产生了重大影响,学生的学习方式也从数字化学习过渡到移动学习再到泛在学习。在新的学习范式下,教学模式和方法如何创新变革成为教育工作者研究的热门课题。

研究性教学以问题为引导,采用课题研究或项目设计的方式,把传授知识的过程创建成为一种对“问题”的分析、对“方案”的构建和对“求解”的研究过程。在这个过程中,学生将会经历问题发现、问题梳理和问题提炼等类似科研的情景或途径,让学生在课题研究中提升自主学习能力和创新创造能力。由此可见,将研究性教学模式引入本科高校的实验教学中,改变目前学生机械重复验证的实验教学模式,不仅可以激发学生研究、探索、创新的欲望,而且可以达到提高学生分析问题,解决问题的能力。

此外,随着5G通信技术的快速发展导致大学生的学习场地也开始从传统的教室学习转向多元化的学习场地,因此泛在学习成为广泛采用的学习模式。泛在学习模式下,学生可以在任何学习场地根据个人的需要通过不同的方法来获取学习资料,从而打破了传统固定的课堂学习模式,有助于构筑以学生为主体的学习环境,极大地提升了学生自主学习的内在动力。通过将互联网、大数据、物联网等相关的技术经过整合构建成为泛在化的实践环境,使学生实现泛在实践学习,因此是未来实践教学的最佳手段之一。

自20世纪90年代以来,美国、德国、日本和法国等国都把教学与学习方式的转变视为教育教学改革的重要切入点,倡导研究性教学。在我国自20世纪90年代初推出“211工程”建设以来,就把科学研究引入教学过程,倡导探究式自主学习。但范围较局限,仅限于一些重点大学,其中清华大学起步最早。随着科学技术的发展和社会发展需求的改变,国

内的教育者对于研究性教学模式在本科学生教学活动中的应用越来越重视。通过文献分析发现,应用型本科高校在研究性教学模式应用方面案例较少,尤其是实验教学中的应用研究成果更少,还处于起步阶段。

基于此背景,本文在微电子技术实验课程教学中引入研究性教学模式,并探索泛在学习下研究性教学模式在实验课程的建设途径与方法,以期对应用型本科高校研究性教学模式在实验教学中的应用提供借鉴。

一、“微电子技术基础”课程实验教学的现状

传统的“微电子技术基础”实验课程教学模式在教学理念、教学方法、教学内容和教学评价等多个关键方面存在着显著不足,难以满足当前人才培养的需求,亟待改革。

在教学理念上,存在“重理论轻实践”的倾向,在教学过程中过于强调理论知识的传授,而对实践教学的重视程度不够。在课程设置上,理论课程的学时占比较大,而实验课程的学时相对较少,导致学生缺乏足够的时间进行实践操作。实践教学往往被视为理论教学的附属环节,仅用于验证理论知识,未能充分发挥实践教学在培养学生动手能力、创新思维和解决实际问题能力方面的重要作用。

在教学方法上,传统教学多采用“填鸭式”教学模式,学生处于被动接受知识的状态。在实验课上,教师通常会在课堂开始时花费大量时间详细讲解实验原理、步骤和注意事项,然后学生按照教师的指导进行机械性的操作。这种教学方法虽然能够保证学生对实验内容有基本的了解,但却极大地限制了学生的思维和创造力。以半导体器件特性测试实验为例,教师在讲解完实验步骤后,学生只是按照既定的步骤进行操作,很少有机会去思考实验背后的原理以及可能出现的问题,无法充分调动学生的积极性和主动性,导致学生的实践经历不够充分,实践教学效果不佳。

在教学内容方面,存在着内容陈旧、与科技发展脱节的问题。微电子技术作为一门快速发展的学科,技术更新换代

收稿日期:2025-6-6

基金项目:本文系2021年度河南省高等教育教学改革研究与实践项目资助课题“应用型本科高校电子信息类专业‘三育融合’课程建设研究与实践”(项目编号:2021SJGLX533);河南省青年骨干教师培养计划项目(项目编号:2024GGJS128);黄淮学院研究性教学改革研究与实践项目“泛在学习下研究性实验教学模式探索与实践——以《微电子技术实验》课程为例”(项目编号:2022XJGYLX03)阶段性成果。

作者简介:孙树祥(1990—),男,河北承德人,黄淮学院副教授,主要从事半导体器件可靠性研究。

日新月异。然而,当前的实验教学内容在某些方面仍停留在过去的水平,未能及时跟上技术发展的步伐。部分实验项目所使用的实验仪器和测试方法已经过时,无法满足当前微电子行业的实际需求。此外,教学内容与实际应用和科研前沿的联系不够紧密,学生在实验中接触到的往往是一些理想化的案例,缺乏对实际工程问题的解决能力的培养。

教学评价体系也存在一定的局限性。传统的教学评价主要以实验报告课堂表现成绩为依据,评价方式单一,无法全面、客观地反映学生的学习成果和综合素质。实验报告的评价往往侧重于实验数据的准确性和实验报告的规范性,而对学生在实验过程中的操作技能、创新能力、团队协作能力等方面的评价不够重视。

二、泛在学习下研究性实验教学模式探索与实践

依托学院科研团队师资力量和半导体集成电路科研平台,在团队半导体工艺加工、器件模拟仿真和集成电路设计研究的经验基础上,课题组开展研究性教学模式下微电子技术实验课程教学,探索泛在学习和研究性教学模式在实验课程教学的有机结合的方法。

(一) 重构《微电子技术实验》课程教学内容

研究性模式下实验课程教学实施的关键点主要在于教学内容的设计,并将教师的科研项目有机融入到教学内容中,因为有些研究难度过于大的科研项目研究内容,并不适合对学生进行研究性教学。因此,课题组以培养高素质的研究型创新人才为目标,采用研究性教学模式重构《微电子技术实验》课程教学内容,将教师的科研项目与课程内容进行融合,设计建立动态实践教学项目库。构建研究性实验项目的总体思路为:以科研项目的相关研究内容为牵引,设置实验项目的任务,每个实验项目分别考虑到理论、实践和创新三方面的内容,学生通过发现问题、提出解决问题的方案、优化方案,最终实现对学生研究性创新能力的培养。

“微电子技术基础”实验课程涉及能带、载流子输运等微观抽象知识点晦涩难懂,传统实验教学难以激发学生学习兴趣。此外,半导体器件制造工艺过程可能涉及分子束外延(MBE)制备外延片、电子束光刻(EBL)纳米量级细栅等工序,真实实验成本昂贵、周期冗长。因此,重构的实验项目主要以具有研究性的仿真实验项目为主。表1给出了重构前实验教学项目。考虑到实验平台和集中实验的问题,重构前主要依托学院的光电综合测试平台设置了以验证性为主的实验教学项目。

表1 重构前实验教学项目

序号	项目名称	项目类型
1	LED 特性测试实验	验证
2	OLED 特性测试实验	验证
3	光敏电阻特性测试实验	验证
4	硅光电池特性测试实验	验证

表2给出了重构后的实验教学项目。重构的4个实验项目分别来自教师不同的科研项目,每个项目都具有高度的创新性并且实验项目中包含了多个小的研究内容供学生自行选择进行研究。基于这些研究性实验项目,2020级毕业生自主设计了6个毕业设计题目,并获得十分好的研究结果。其中一名同学毕业论文所研究的“InP基HEMT单粒子瞬态效应的研究”被中文核心期刊《微电子学》发表。通过这些实验

项目的实施极大地提升了学生的自主研究能力。

表2 重构后实验教学项目

序号	项目名称	项目类型	项目来源
1	InP基HEMT重离子辐照仿真实验	研究性 创新性	河南省高等学校重点科研项目
2	InP基HEMT单粒子效应仿真实验	研究性 创新性	河南省科技攻关项目
3	GaN HEMT击穿特性仿真实验	研究性 创新性	驻马店青年科技创新专项项目
4	GaN HEMT抗单粒子效应仿真实验	研究性 创新性	驻马店青年科技创新专项项目

(二) 搭建虚拟仿真实实践教学平台,满足泛在学习下学生的学习需求

课题组通过科研项目搭建的相关科研平台的基础上,构建了以半导体器件仿真软件Sentaurus-TCAD为依托的全时的《微电子技术实验》课程教学平台,给导师和学生营造不受时间和空间限制的实验环境,使学生能够不受时间和空间限制的自主进行自主学习。学生通过“器件工艺制造”“性能测试”“器件设计”模块进行虚拟仿真演练,夯实半导体物理理论、器件物理基础、半导体加工技术和微纳电子系统相关专业基础知识,形成系统的专业知识体系架构。

此外,依托该平台的实验项目与科学研究前沿紧密结合,进行新结构、新材料的半导体器件研究,将科学研究理念、方法、成果融入学生实验教学,还可吸引学生利用平台进行科学研究,提高学生科学创新意识和能力,从而有效促进微电子方向教学质量和学生综合素质的全面提升,对国家集成电路建设提供有力的人才支撑。

(三) 建设研究性教学教师团队

研究性实践教学的主体为学生,在整个教学过程中,教师的角色发生了重大的转变。教师不再是将实验原理、实验过程和相应可能产生的实验结果讲述给学生。在整个研究性实验教学的过程中,教师在引导学生自主调查研究、自主设计实验、自主对结果分析并修正过程中起到引导者和推动者的作用,使学生的研究能力和创新能力得到很好的训练,以培养学生的创新思维。因此,建设研究性实验教学团队是极其重要的。课题组通过组建高水平的专业的研究性教师团队,并采用“导师制+项目式+科研产出”教学方法实现对学生实践动手能力、研究探究能力和创新创业能力培养。

在课题组学业导师制建设的基础上,深挖导师制、项目式和科研产出有机融合下的研究性教学模式的实施要素,结合导师的专长和科研项目情况,设置适当的研究性实验项目,然后学生自主对项目展开研究。导师制贯穿于学生自主研究的整个过程,如对开题报告、文献查阅、实验设计、方案可行性等内容进行指导和讨论。最后对实验结果进行总结并形成学术论文。经过项目的实施,有效提升了学生的科研及创新能力。在项目实施期间,学生共撰写论文三篇,其中SCI期刊两篇,中文核心1篇。同时获批河南省大学是创新训练计划项目1项。

(四) 制定科学合理的课程考评标准

教学理念、教学手段及方法进行了改革,改革的效果如何?教学评价与反馈就可以体现其改革成效。应用型人才的显著特点是具备较强的技术应用能力和工程实践能力,基

于一张试卷和作业加考勤的传统评价方式不能全面综合地评价学生综合性、系统性解决问题的能力,忽视了学生探究、合作与创新等能力的评价。因此,应改变传统的评价方法,采用多维度、多种形式进行综合评价,并将评价贯穿于整个实验项目的研究过程中。

“微电子技术基础”实验课程教师通过改革课程评价方式,以团队为基本单元,分配不同学习和设计项目任务,由团队学生进行调研拆分项目学习任务。定期组织团队会议,进行阶段性学习汇报和过程考核,包括:PPT制作和汇报情况,学习完成度和深度等。期末进行项目结项考核,主要考察项目的科研产出情况、团队成员对整个项目的掌握程度、结项报告情况等。团队考核制以项目进展为依据,考察学生学习能力、对知识应用能力、PPT制作能力和语言组织表达能力,更重要的是通过团队考核和科研产出考核提高学生互帮互助、团结协作、创新的能力和意识。

三、结语

本文聚焦于泛在学习下的研究性实验教学模式在“微电子技术基础”实验课程中的探索与实践。通过全方位革新教学内容、搭建前沿虚拟平台、锻造专业教师团队以及构建科学考评体系,成功激发了学生的自主研究热情,显著提升了他们的科研与创新能力。这一模式不仅为微电子专业人才培养注入了新活力,也为应用型本科高校实验教学改革提供了切实可行的范例。

参考文献:

[1] 张飞鹏. 基于学习通的半导体物理与器件课程线上线下融合教学研究[J]. 广西民族师范学院学报, 2023, 40(4):

110-114.

[2] 贾扬蕾. 泛在学习视角下大学生创新创业能力评价研究[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2024(8): 44-48.

[3] 唐芳. 地方应用型高校研究性教学模式构建研究[J]. 信阳农林学院学报, 2024, 34(1): 157-160.

[4] 马世榜, 秦怡, 卢志文, 等. 地方应用型高校机电类新工科专业研究性教学探索与实践[J]. 南阳师范学院学报, 2024, 23(1): 79-82.

[5] 魏钦冰. 基于研究性教学的高校计算机公共基础课程的探索[J]. 菏泽学院学报, 2023, 45(5): 115-117.

[6] 袁义, 唐黎黎, 陶立新. 泛在学习环境下计算机专业学生创新意识与创新能力培养探讨[J]. 创新创业理论与实践, 2022, 5(23): 120-122.

[7] 王运武, 黄荣怀, 焦艳丽. 数字化转型视域中的智慧学习环境理论演进[J]. 黑龙江高教研究, 2024(3): 154-160.

[8] 鲁麟, 吕琛, 代广珍. 核心素养下的高校半导体物理教学改革路径研究[J]. 山东农业工程学院学报, 2018, 35(5): 182-185.

[9] 彭守仲, 张婕, 张昆, 等. 基于自主实验设计的本科开放创新能力培养研究——以“微电子器件实验”课程建设为例[J]. 工业和信息化教育, 2021(12): 70-73.

[10] 康海燕, 冯晓丽, 樊永祥. 基于工程实践能力培养的实验教学改革实践——以“半导体物理实验”课程为例[J]. 大学, 2023(14): 188-192.

[11] 李安明, 张红卫, 王俊利, 等. “新工科”背景下地方应用型高校“半导体物理”课程教学改革研究[J]. 工业和信息化教育, 2024(11): 11-15.

Exploration and Practice of Research-oriented Experimental Teaching Mode in Ubiquitous Learning

SUN Shu-xiang, MEI Hong-ying, WEN Hua
(Huanghuai University, Zhumadian Henan 463000, China)

Abstract: As an innovative teaching approach, the research-oriented experimental teaching mode has significant advantages in stimulating students' interest in learning and enhancing their comprehensive qualities. This paper reconstructs the teaching content of the "Microelectronics Technology Experiment" course through the research-oriented teaching mode, integrates the teachers' scientific research projects with the course content, and designs and establishes a dynamic practical teaching project library. It builds a virtual simulation practical teaching platform to meet the learning needs of students under ubiquitous learning and achieve full-time teaching and learning of the course. It also builds a research-oriented teaching team and adopts the "mentorship + project-based + research output" teaching method to achieve the goal of enhancing students' practical skills, research and exploration abilities, and innovation and entrepreneurship capabilities. It formulates scientific and reasonable course assessment standards to comprehensively evaluate students' learning outcomes, thereby increasing students' interest in learning and their acceptance of knowledge, laying a solid foundation for the cultivation of high-level, high-quality, and strong-capability microelectronics talents.

Key words: research-oriented experimental teaching; ubiquitous learning; project-based learning; innovation ability

(责任编辑:陈思婷)