

OBE 教育理念下研究生课程改革与实践 – 以《半导体物理与器件》为例

陈威威, 谭锐

重庆邮电大学 集成电路学院, 重庆 400065

DOI:10.61369/ECE.2026030031

摘 要 : 成果导向教育 (OBE) 是一种先进的教育理念, 其核心在于以学生最终获得的学习成果为中心, 反向设计课程体系并组织实施教学。本文针对研究生阶段《半导体物理与器件》课程存在的教学目标模糊、教学科研脱节、评价方式单一等问题, 系统构建了一套 OBE 导向的课程改革模型。

关 键 词 : 成果导向教育; 半导体物理与器件; 课程改革

Graduate Course Reform and Practice under the OBE Educational Philosophy - Taking "Semiconductor Physics and Devices" as an Example

Chen Weiwei, Tan Rui

College of Integrated Circuits, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065

Abstract : Outcome-Based Education (OBE) is an advanced educational philosophy centered on the ultimate learning outcomes achieved by students, with a reverse design of the curriculum system and the organization and implementation of teaching. This article systematically constructs an OBE-oriented curriculum reform model to address issues such as vague teaching objectives, disconnection between teaching and research, and singular evaluation methods in the graduate-level course "Semiconductor Physics and Devices".

Keywords : outcome-based education; semiconductor physics and devices; curriculum reform

引言

研究生教育是国家创新体系的关键支撑, 核心使命是培养具备独立科研能力、能解决复杂工程问题的高层次创新人才^[1]。《半导体物理与器件》作为微电子科学与工程、集成电路设计与系统、光电信息等专业的核心学位课程, 其教学质量直接影响我国半导体产业战略人才储备的创新能力与核心竞争力^[2-3]。传统课程教学模式多沿用本科思路, 与研究生培养目标存在明显差距, 《半导体物理与器件》课程改革迫在眉睫。本次改革立足内外需求, 以科研创新能力为核心学习成果, 反向构建“前沿动态 – 理论深究 – 仿真实战 – 项目研究”四位一体教学内容, 采用问题驱动、项目式学习等方法实施教学, 并建立“评价 – 反馈 – 改进”的闭环评价体系。改革后的课程显著提升了高阶性、创新性与挑战度, 有效保障了研究生科研创新能力培养, 同时为工程类硕士研究生课程改革提供了可借鉴的实践范式。

一、OBE 教育理念的核心及其在研究生教育中的适用性研究

OBE (Outcome-Based Education), 即成果导向教育, 是以学生最终学习成果为核心, 反向开展课程设计与教学实施与评价, 核心理念可概括为“以学生为中心、结果导向、持续改进”^[4-5]。其教学活动始终围绕“学生通过课程能达成什么”展开, 不仅关注知识掌握, 更注重能力、素养与态度的综合提升。研究生学习

的核心并非被动接受现成知识或单纯积累知识量, 而是在探究过程中逐步形成自主发现、精准界定、分析与解决问题的能力, 这正是科研创新所需的关键素养^[6-7]。OBE 模式为此提供了系统可行的实施路径, 既可有序培养学生相关能力, 又能构建科学合理的评价标准, 对培养成效进行有效检验。

(一) 传统研究生课程教学与 OBE 要求的偏离

目前国内不少高校研究生阶段的《半导体物理与器件》课程教学, 与 OBE 理念要求存在明显脱节, 主要表现在以下三方面:

项目信息: 重庆邮电大学校级教育教学改革项目 (XJG23231)。

作者简介:

陈威威 (1990—), 男, 重庆人, 重庆邮电大学集成电路学院副教授 (通讯作者), 研究方向: 半导体物理与器件;

谭锐 (2002—), 男, 重庆人, 重庆邮电大学硕士, 研究方向: 半导体物理与器件。

(1) 学习目标模糊。课程教学多以掌握基本原理、理解物理机理为目标,表述笼统且难以量化,无法明确体现对学生科研能力的具体要求,师生均缺乏可衡量、可评价的能力达成标准^[8]。

(2) 教学内容与培养目标脱节。教学多依教材章节线性展开,侧重构建知识体系框架,呈现明显“本科化”特征。这种“输入导向”模式忽视学生科研创新能力需求,难以基于预期成果逆向整合优化教学内容^[9]。同时课堂仍以教师讲授为主,学生被动接受知识,缺乏主动探究与批判性思考,导致教学实践与人才培养目标契合度不高。

(3) 评价方式单一、反馈滞后。传统课程多采用期末报告或闭卷考试等终结性考核方式,难以全面反映学生在学习过程中的能力提升轨迹,也无法及时为教学改进提供有效依据^[10]。现有评价指标侧重知识记忆与书面表达,忽视对学生探究能力、创新意识的考察,评价结果只能体现识记与写作水平,无法真实反映其科研潜力与创新素养。

(二) 构建 OBE 导向的课程改革闭环系统

本文构建了系统化 OBE 课程改革模式以明确预期学习成果为起点,反向设计课程内容与教学方法。通过阶梯式学习活动提供支撑,采用多元评价检验成效,并基于反馈持续改进,形成闭环质量保障机制^[11]。

二、OBE 模式下的课程顶层设计 – 定义预期学习成果

(一) 成果定义的核心依据

外部需求分析:通过调研国家半导体领域科技规划、产业技术路线及龙头企业人才需求可知,行业亟需的并非仅掌握理论知识的人才,而是能够应对技术难题、具备器件创新设计与性能优化能力的研发人员。

内部需求分析:对照学校研究生培养目标、微电子等学科学位授予标准,结合学位论文研究对课程知识的实际需求,明确本课程需为学生毕业论文研究提供必备的理论支撑、研究方法与前沿视野。

(二) 课程预期学习成果的具体表述

基于以上内外需求分析,本课程将预期学习成果明确为四项,均以“能够……”的行为动词表述。

成果一(知识整合能力):掌握半导体器件物理核心理论框架,包括载流子统计、输运特性分析、PN 结与 MOS 器件工作原理,并能探究经典理论在新型材料及纳米尺度器件中的适用性与局限性。

成果二(问题分析能力):能够运用前沿理论与工程方法,识别并提炼半导体器件性能及可靠性中的关键科学问题;结合物理机理构建理论模型或开发仿真手段,对器件现象本质与变化规律开展系统定性及半定量分析。

成果三(研究设计与执行能力):能够独立开展前沿领域批判性文献调研,基于调研结果设计可行的小型研究方案,并运用 TCAD 器件仿真或基础实验方法,对器件电学、光学特性进行模

拟、验证与优化。OBE 改革成效的关键,在于对预期学习成果做出清晰、具体、可衡量的界定,此类成果应源自对内外需求的深入分析,直接对标课程核心能力培养目标。

成果四(学术沟通能力):具备严谨逻辑与规范表达能力,可撰写合格的文献综述及研究方案报告;能清晰阐述专业问题,在学术答辩中准确回应质疑、妥善处理学术争议。

上述四项成果可作为研究生科研创新能力的核心评价依据,为后续教学规划提供明确的评价准则与实施路径。

三、教学内容与策略对预期成果的支撑

明确预期学习成果后,课程将遵循反向设计原则展开,确保各项教学内容与策略均直接对应成果达成,保障教学体系与培养目标高度契合^[12-13]。

(一) 教学内容的重构:从“知识覆盖”到“能力支撑”

为打破传统教材章节式线性结构,构建“四位一体”模块化教学内容体系^[14],我们对其预期学习成果的支撑关系进行重构(表1)。该模块化重构使各教学内容均具备明确的能力培养指向,有效剔除与培养目标无关的内容。

表1“四位一体”的模块化教学内容体系

教学内容模块	核心教学活动	主要支撑的成果	支撑逻辑简述
学科前沿动态评述	顶级期刊/会议论文导读,专家前沿讲座	成果一、成果四	立足前沿领域,明晰理论演进与瓶颈,在学术研讨中锤炼科研能力。
核心理论深度解构	针对关键问题(如短沟道效应、电导调制)的专题研讨	成果一、成果二	深挖理论内核,培养物理直觉,为复杂器件问题分析夯实理论基础。
TCAD/第一性原理仿真实战	从器件建模、参数设置到结果分析与对比的完整上机实践	成果二、成果三	将理论模型转化为可视化工具,直接训练问题建模与研究执行能力。
贯穿课程的微型科研项目	小组形式,完成从选题、调研、设计、仿真到报告答辩的全过程	成果一、二、三、四	综合集成平台,全方位演练和评估所有四项预期学习成果。

(二) 教学策略的实施:从“教师讲授”到“学生中心”

为保障学习成果达成,教学模式由“教师讲授”转向“学生主动研学”,采用多种以学生为中心的教学方法。

问题驱动与案例教学:围绕抑制晶体管短沟道效应等工程实际问题开展教学,使学生在问题分析与求解中构建知识体系,针对性锻炼第二项能力。

项目式学习:以微型科研项目为主线,让学生完整参与研究流程,作为达成第三项成果的核心途径,同时融合其他成果训练。

翻转课堂与学术研讨^[15]:学生课前精读文献,课堂进行报告与辩论,教师仅负责引导点评,有效强化第四项成果并深化第一

项成果（见图1）。

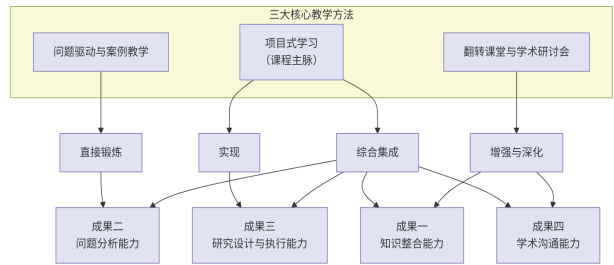


图1 教学方法流程图

四、OBE 导向的教学活动与实践

科学的课程设计需依托高效实施落地，通过精细化教学活动，为学生达成学习成果搭建支撑体系。

（一）阶梯式任务设计

学习过程按能力阶梯分层推进：第一阶段通过文献批判报告训练成果一和四；第二阶段依托仿真项目重点培养成果二和三；第三阶段开展综合微型科研项目，综合运用四项成果。该设计避免能力培养跨度过大，确保学生在逐步支撑下稳步达到课程能力要求。

（二）过程性指导与反馈机制

为保障项目式学习质量，实行导师制全程指导。教师在开题、中期、结题三个关键节点组织小组研讨，审阅研究方案并提供形成性反馈，通过及时诊断式指导把控学习进程、助力攻克研究难题，确保成果质量。

（三）开放性的学习资源与环境

搭建专用线上教学平台，整合 TCAD 仿真教程、权威文献检索渠道、学术写作规范及优秀实验案例等资源，为学生自主探究与个性化学习提供开放环境，保障研究所需工具与信息支撑。

五、结论

本研究将 OBE 理念系统应用于研究生《半导体物理与器件》课程改革，构建了成果导向、反向设计、多元支撑、持续改进的闭环教学体系。OBE 不仅是课程设计方法，更是以学生发展为核心的高质量教学理念。实践表明，该模式有效提升了研究生课程的高阶性、创新性与挑战度，对培养面向产业需求、具备原始创新能力的半导体高层次人才具有重要理论与实践价值，可为同类工科研究生课程改革提供可推广的范式。

参考文献

- [1] 罗中华, 巴亚辉. 研究生教育“三全育人”体系建设研究[J]. 高教学刊. 2026, 12: 100-103.
- [2] 雷冰洁, 耿莉. “半导体物理”理论与实践课程思政教学改革探索[J]. 物理通报. 2026, 03: 65-69.
- [3] 裴俊翔, 王婧莹, 李皓峰. 新工科背景下“微电子器件及工艺”教学模式创新与实践[J]. 办公自动化. 2025, 30: 44-46.
- [4] 李严, 殷树娟, 李涵, 邓伟. 半导体物理课程的 OBE 混合式教学实践[J]. 集成电路应用. 2024, 41(05): 76-77.
- [5] 杨廷来. 基于 OBE 的数字电路与逻辑设计教学改革与实践[J]. 中国信息界. 2026, 02: 229-231.
- [6] 陈兴文, 刘燕. 新时代专业学位研究生教育质量保障体系构建研究[J]. 高教学刊. 2026, 12: 97-100.
- [7] 邱志斌. 电气工程类研究生创新实践能力培养模式探索[J]. 高教学刊. 2026, 12: 79-82.
- [8] 面向产业发展的半导体物理教学改革探索[J]. 大学. 2024, 35: 155-158.
- [9] 唐婷范, 秦利平, 黄文艺, 田艳, 程昊. “六位一体”研究生实践创新能力培养模式构建与实施[J]. 科技风. 2026, 09: 108-110.
- [10] 陈杰, 张妍, 杨超. 面向新工科的计算化学工程研究生课程教学改革与实践[J]. 化工高等教育. 2026, 43: 53-59.
- [11] 武秀琪. 基于 OBE 的“电子技术基础”混合式“金课”建设与实践[J]. 南方金属. 2026, 01: 245-248.
- [12] 李严, 殷树娟, 李涵. OBE 导向的微电子类课程教学策略分析[J]. 集成电路应用. 2024, 41: 72-73.
- [13] 谢红云, 张万荣, 金冬月, 崔碧峰. 基于 OBE 理念的开放交互实时地微电子工艺教学改进[J]. 电子世界. 2018, 21: 65-66.
- [14] 冯新刚, 谭卢敏. “四位一体”电子技术基础课程教学改革探索[J]. 实验室研究与探索. 2019, 38: 204-206.
- [15] 朱桂萍. “电路原理”完全翻转课堂改革回顾与展望[J]. 电气电子教学学报. 2025, 47: 1-5.