

基于产教融合协同育人的集成电路实验教学改革研究

陈楠¹, 杜永乾², 李祯³

1 西北工业大学微电子学院, 陕西 西安 710129

2 西北工业大学电子信息学院, 陕西 西安 710129

3 西北工业大学材料学院, 陕西 西安 710129

DOI: 10.61369/ETR.2025450033

摘 要 : 近两年, 伴随着我国集成电路产业的迅猛发展, 行业企业对集成电路人才的要求逐渐向“复合型”“应用型”方向转变, 这意味着集成电路实验教学改革应提上日程并有序推进。研究表明, 高校集成电路实验课程体系建设滞后于产业技术发展, 这可能导致培养出的人才无法满足集成电路产业需求, 继而制约着我国集成电路产业的高质量、可持续发展。而产教融合协同育人机制对培养集成电路产业发展所需的复合型、实践型人才发挥着积极作用。为此, 本文将研究目光聚焦于高校集成电路实验课程, 立足产教融合协同育人背景, 重点探讨集成电路实验教学改革的有效策略, 希望能在全面提升集成电路实验教学质量的同时为我国集成电路产业发展提供强劲的人才支撑, 保障该产业实现可持续发展。

关 键 词 : 产教融合; 协同育人; 集成电路专业; 实验教学; 改革策略

Research on the Reform of Integrated Circuit Experimental Teaching Based on Industry-Education Integration and Collaborative Talent Cultivation

Chen Nan¹, Du Yongqian², Li Zhen³

1.School of Microelectronics, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi 710129

2.School of Electronics and Information, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi 710129

3.School of Materials Science and Engineering, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi 710129

Abstract : In the past two years, with the rapid development of China's integrated circuit industry, the requirements of industry enterprises for integrated circuit talents have gradually shifted towards "interdisciplinary" and "application-oriented". This means that the reform of integrated circuit experimental teaching should be put on the agenda and advanced in an orderly manner. Studies have shown that the construction of the integrated circuit experimental curriculum system in colleges and universities lags behind the development of industrial technology, which may result in the talents cultivated failing to meet the needs of the integrated circuit industry, thereby restricting the high-quality and sustainable development of China's integrated circuit industry. However, the industry-education integration and collaborative talent cultivation mechanism plays a positive role in cultivating interdisciplinary and practical talents required for the development of the integrated circuit industry. Therefore, this paper focuses on the integrated circuit experimental courses in colleges and universities, based on the background of industry-education integration and collaborative talent cultivation, and focuses on exploring effective strategies for the reform of integrated circuit experimental teaching. It is hoped that while comprehensively improving the quality of integrated circuit experimental teaching, it can provide strong talent support for the development of China's integrated circuit industry and ensure the sustainable development of this industry.

Keywords : industry-education integration; collaborative talent cultivation; integrated circuit major; experimental teaching; reform strategies

引言

集成电路, 作为国民经济的支柱型产业以及我国高新技术产业的重要组成部分, 与社会进步、国家安全息息相关。研究表明, 集成电路人才短缺是制约我国集成电路产业发展的关键因素, 尤其是卓越工程技术人才。集成电路专业实验教学环节是培养学生实践能力与工程素养的关键。为破解人才短缺难题, 高校应深入推进产教融合协同育人机制, 这切实为卓越集成电路人才培养提供了有效路径, 同时, 还能加速集成电路实验教学改革步伐, 一举两得。由此看来, 本文围绕基于产教融合协同育人的集成电路实验教学改革展开研究, 具有重要的现实意义。

一、“产教融合、协同育人”概述

“产教融合、协同育人”作为近年来教育研究的重要内容，引领着高等教育改革的方向，对优化教育体系以及培养符合经济社会发展需求的现代化人才具有重要的战略意义。更具体地来讲，前者“产教融合”着重强调教育与产业的无缝对接与深度融合，通过资源共享、过程交融、平台共建等举措，旨在将产业对人才的真实需求融入人才培养全过程，以此来缩小教育供给与行业需求之间的结构性差距^[1]。后者“协同育人”提倡丰富育人主体并拓宽育人维度，通过在学校、企业、学生、行业协会等主体之间搭建桥梁，促进力量凝聚与资源融合，让每个主体均有机会参与人才培养目标制定、教学项目实施、实践训练等多个环节，以此来全面提升学生的实践能力，培养他们良好的职业素养与创新精神。

影响产教融合实施成效的关键在于是否能深入了解企业需求，是否能紧跟行业发展趋势，是否能及时将新技术、新工艺、新规范融入教学全过程。不仅如此，产教融合还强调理论与实践的无缝衔接，通过项目化学习、企业实习等多种举措，深化学生对理论的认知并促使他们及时将理论认知转化为综合能力。“协同育人”主张构建校企合作共同体，通过学校、企业、学生乃至行业协会之间的深度合作，打造多方协同、过程共管、成果共享的育人新生态^[2-3]。

二、高校集成电路实验教学现存的主要问题

第1，理论教学与实践环节失衡的问题。作为一门理论深度与实践要求并重的应用型学科，集成电路专业教学应将理论与实践放在同等重要的环节，而非孤立。但是，目前多数教师在实际教学过程中存在“重理论，轻实践”的问题。换句话说讲，大部分教师将重心放在数学推导与原理讲解层面，而忽视了引导学生实践应用，这可能会导致类似的现象：学生尽管能基本掌握抽象理论，但是无法将其与实际应用紧密结合起来，这在无形中可能制约学生实践能力与解决问题能力的提升。长久下去，学生很容易形成“理论优先”的认知偏差，认为只要掌握理论知识就足够了，而忽视实践能力的培养^[4]。这可能会引发“高分低能”的现象，难以满足集成电路产业对复合型、应用型人才的迫切需求。

第2，企业参与育人程度不足的问题。众所周知，集成电路专业涵盖半导体器件、芯片设计与系统集成等前沿技术，涉及单晶制备、芯片制造、封装测试等关键产业链环节。该专业不仅技术集成度高，而且还具有极强的工程性。截至目前，我国基本形成较为完善的集成电路产业体系，但高校集成电路实验教学无法为产业发展提供源源不断的人才支持，这直接制约着我国集成电路产业的可持续发展。更具体地来讲，高校在组织生产实习等实践教学环节的时候通常不重视学生完整生产流程的参与。站在学生的角度，他们只能接触某一局部环节，而无法建立对系统的完整认知^[5]。究其根本原因，学校与企业并未建立稳定且深入的合作关系，即使建立了，也难以充分调动企业参与集成电路实验教学的

积极主动性，这可能会限制实验教学与产业实际的对接程度，导致教学效果不尽如人意。

三、基于产教融合协同育人的集成电路实验教学改革策略

（1）重构教学体系，推动产教深度融合

重构教学体系的前提为清晰且全面地了解产业需求。因而，高校应以培养国家急需的卓越工程技术人才为导向，运用实地调研、问卷调查、深度访谈等多种方法多渠道搜集并整理集成电路产业当前及未来对相关人才的具体要求，形成调研分析报告，切实为集成电路实验教学改革提供科学的依据。为此，高校应积极主动邀请产业界资深专家与学术委员会成员共同研判集成电路技术发展趋势，系统论证人才培养方向，合力构建起紧密对接集成电路产业发展需求的本科实验教学体系。

产教深度融合的集成电路专业特色实验教学体系遵循继承与创新并重的原则，一方面，充实基础实验内容，另一方面，以创新思维为导向精心设计企业深度参与的技术贯通型实验与行业应用型实验，以此形成“基础实验—技术贯通—行业应用”三级递进的校企协同育人实验教学体系。其中，基础实验作为技术贯通型实验与行业应用型实验的根基，侧重于打牢学生的专业基础，以公共基础实验、电子线路与集成设计实验、半导体物理实验、半导体器件物理为主；技术贯通型实验致力于紧密对接产业前沿，强调实验教学与行业技术的无缝衔接，主要涉及的内容有数字集成电路、模拟集成电路、集成电路设计、集成电路制造技术等；行业应用型实验着力培养学生的行业应用能力，能为人才培养与产业需求的深度融合提供坚实的支撑，主要涉及的内容有集成电路工艺实习、集成电路制造、企业流片等，旨在通过校企科研项目、工艺实习等实践环节，促进专业知识的内化与应用^[6]。

（2）引入企入教实践，共建双师指导团队

为切实强化学生的工程实践能力，高校应积极引入企业导师共同承担继承电路实验课程教学任务。企业导师的产业实践经验丰富，能有效弥补校内集成电路师资队伍团队的不足，能为学生岗位技能训练提供专业指导与有效帮助，在提升其解决复杂工程问题的综合能力中扮演着不可替代的角色。因而，高校应主动积极地与企业建立密切且深入的合作关系，邀请企业工程师、技术能人等参与“混合信号 IC 测试”“RFIC 测试”“集成电路测试技术实践”等一系列创新实验课程开发与与设计^[7]。不仅如此，高校还应与企业联合开发兼具实践性与综合性的实践课程体系并将集成电路产业新型材料与器件等内容融入其中，比如光电材料、第三代半导体材料以及新型晶体管、存储器等，同时，尽可能涵盖晶圆级参数测试、可靠性测试、功能测试等关键技术环节，确保课程内容与产业前沿保持同步。依托校企协同、产教融合，高校应主动争取企业对优秀学生设计方案的大力支持并围绕方案实施联合教学。企业导师应直接参与集成电路实验授课并将典型的集成电路设计与测试的实际工程案例带进课堂，与学生分享、讨论。研究表明，产教融合实验课程体系的开发与实施能逐步引导学生由浅

层理解过渡为深度思考，有助于针对性培养他们的实验操作能力与真实工程问题解决能力^[8]。

（三）整合平台资源，打造协同创新载体

第一，共建联合实验室。实验室作为集成电路实验教学开展的主要场所，应不断进行升级。校企共建联合实验室，除了能确保校企资源实现优化整合外，更重要的是能推进校企深度融合，让实验教学效果事半功倍。因而，高校可以与国内外优秀集成电路企业建立密切的合作关系，通过共同建设联合创新实验室，比如“xx 集成电路设计联合实验室”“xx 微电子测试国际合作联合实验室”“xx 联合众创空间”等，真正为集成电路设计、测试与仿真提供一体化工程实践平台，为集成电路实验教学提供重要场所，助力创新实验室建设目标尽早达成^[9]。以联合实验室为基础，校企共建集成电路实验平台，并建立企业导师常态化授课机制，同时，积极承办校级、区域级等各级集成电路学科竞赛，让校企合作更好地服务于集成电路实验教学创新项目，凝聚合力，提升学生的工程实践能力，建立健全校企协同育人机制。

第二，共享实训基地。高校应积极与合作企业共建、共享实训基地。在组织开展行业应用型实验阶段，学校可以选派学生深入企业参与科研实训，或者带领他们实地参观集成电路关键工艺

环节，也可以安排毕业生去到企业完成毕业设计并参与相关项目。校企实训基地除了能确保集成电路实验教学的有序开展外，还能反向赋能企业人才培养，比如由校内教师向企业员工教授有关集成电路可靠性的相关内容并提供 EDA 工具及制造工艺等专业培训，通过人才的双向流通，形成资源共享、双向服务的深度协同格局^[10]。

四、结语

上文首先对“产教融合、协同育人”的概念内涵进行了简要阐述；接着，分析了当前高校集成电路实验教学普遍存在的两大问题，分别为理论教学与实践环节失衡的问题以及企业参与育人程度不足的问题；最后，为了针对性解决问题，总结提出切实可行的解决对策，具体包括重构教学体系，推动产教深度融合；引企入教实践，共建双师指导团队；整合平台资源，打造协同创新载体，希望能真正培养出越来越多具备扎实理论基础且具有高水平实践能力的集成电路人才，打造一流高校，助力集成电路产业实现自主创新与可持续发展。

参考文献

- [1] 冯晓丽, 康海燕, 孙立锐. 产教融合协同育人机制下的集成电路实验教学改革与实践——以西安电子科技大学为例 [J]. 大学, 2022(8): 133-136.
- [2] 邓秋群, 陶华敏, 肖山竹, 等. 科教融合的数字集成电路实验教学改革 [J]. 电气电子教学学报, 2025, 47(1): 226-229.
- [3] 陈宏, 郭清, 刘立, 等. 基于 CMOS 工艺的集成电路实验教学探索 [J]. 无线互联科技, 2020, 17(21): 164-166.
- [4] 陈宏, 郭清, 刘立, 等. PBL 模式在集成电路实验教学中的研究探索 [J]. 电子测试, 2020(23): 131-132.
- [5] 李祺, 师建英, 闫小兵. 电子科学与技术专业集成电路实验教学改革 [J]. 中国教育技术装备, 2019(8): 119-120, 126.
- [6] 朱俊, 樊国梁, 王延来, 等. 集成电路虚拟仿真实验教学平台的设计 [J]. 集成电路应用, 2024, 41(7): 54-57.
- [7] 殷树娟. 基于 "5E" 的集成电路设计实验教学探索 [J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(11): 153-157.
- [8] 刘海涛, 唐枋, 甘平, 等. "模拟集成电路"课程实验教学改革与实践 [J]. 教育教学论坛, 2022(12): 67-70.
- [9] 于志鹏, 艾春鹏. 基于翻转课堂的数字集成电路设计实验教学方法研究——以黑龙江大学为例 [J]. 黑龙江科学, 2021, 12(13): 58-59.
- [10] 兰旭博, 梁继然, 谢生, 等. 集成电路专业项目式实验教学改革与实践 [J]. 电气电子教学学报, 2024, 46(3): 190-192.