

产教融合背景下《集成电路封装与测试》 课程教学改革探索

李婧, 聂海

成都信息工程大学通信工程学院(微电子学院), 四川 成都 610225

DOI: 10.61369/SDME.2026010039

摘 要 : 集成电路封装与测试作为芯片制造的“最后一公里”, 对保证芯片可靠性、性能优化和产品质量起着至关重要的作用。然而, 当前高校集成电路封装与测试课程体系在产教融合背景下存在课程内容与教学方法滞后、校企合作表面化、师资力量与教学资源短缺等突出问题。本文以成都信息工程大学为例, 提出“动态更新课程内容与教学方法体系—创新校企合作模式—加强教师队伍建设”三位一体改革方案。依托“先进集成电路与集成系统封装测试公共技术服务平台”, 构建“教室—虚拟平台—真实产线”三位一体教学环境, 有效解决课程内容滞后、实践环境缺失和师资力量薄弱的问题。

关 键 词 : 产教融合; 集成电路封装与测试; 课程改革

Exploration of Teaching Reform of the “Integrated Circuit Packaging and Testing” Course under the Background of Industry-Education Integration

Li Jing, Nie Hai

College of Communication Engineering (College of Microelectronics), Chengdu University of Information Technology,
Chengdu, Sichuan 610225

Abstract : As the 'last mile' of chip manufacturing, integrated circuit packaging and testing plays a crucial role in ensuring chip reliability, optimizing performance, and maintaining product quality. However, under the context of industry-education integration, the current curriculum system for integrated circuit packaging and testing in universities faces prominent issues such as outdated course content and teaching methods, superficial school-enterprise cooperation, and a shortage of faculty and teaching resources. Taking Chengdu University of Information Technology as an example, this paper proposes a trinity reform plan of 'dynamically updating the curriculum content and teaching methods system—innovating school-enterprise cooperation models—strengthening faculty development.' Relying on the 'Advanced Integrated Circuit and Integrated System Packaging and Testing Public Technology Service Platform,' a trinity teaching environment of 'classroom - virtual platform - real production line' is constructed, effectively addressing the problems of outdated course content, lack of practical environments, and weak faculty strength.

Keywords : integration of industry and education; integrated circuit packaging and testing; curriculum reform

引言

国务院印发的《国家集成电路产业发展推进纲要》指出, 集成电路是现代信息产业的基础和核心产业之一, 是支撑现代经济社会发展的战略性、基础性和先导性产业, 是引领新一轮科技革命和产业变革的关键力量。根据我国国民经济“八五”计划至“十五五”规划, 国家对集成电路行业的支持政策核心思路已从过去的“规模扩张”转向“高质量发展”和“全链条突破”的变化。目前, 在政府支持和市场的发展下, 我国集成电路产业的核心区域中, 集成电路设计已经具有一定的优势, 但是在高端封装领域仍然面临“卡脖子”的困境^[1]。集成电路封装与测试作为芯片制造的“最后一公里”, 是连接芯片设计与应用的关键环节, 对保证芯片的可靠性、性能优化和产品质量起着至关重要的作用^[2]。集成电路封装行业属于人才密集型行业, 高端人才是中国企业在全球市场能够持续保持足够竞争力的关键要素。构建产教融合下的课程体系是非常重要的, 可以精准对接产业岗位要求, 让学生在实践过程中, 加深对集成电路封装制造工艺和测试技术的了解, 减少企业的人才培养时间^[3]。

一、产教融合背景下集成电路封装与测试课程体系存在的问题

在半导体产业高速发展的背景下，产教融合已成为培养高素质集成电路人才的关键路径^[4]。然而，当前高校开设的集成电路封装与测试课程体系在实际运行中仍存在显著问题，主要包括课程内容与教学方法滞后、校企合作表面化、师资力量与教学资源短缺等。这些问题相互交织，共同制约了产教融合的实效性，亟需系统性解决。

（一）课程内容与教学方法滞后于行业发展

集成电路行业技术迭代迅速（如3D封装、异质集成技术、先进测试技术每1-2年就有重大突破），但是很多高校课程内容更新周期通常为3-5年^[5]。当前很多高校在集成电路封装课程中仍以双列直插封装、四方扁平封装等通孔插装型和传统表面贴装型封装，没有覆盖当前行业中主流的倒装芯片球栅阵列封装、系统级封装等已经在头部企业中规模化应用的先进封装技术。

课程中的理论内容主要通过传统的课堂讲授（PPT讲授、视频展示），实验环节受限于高成本设备，学生仅通过模拟软件进行操作，缺乏真实的项目经验。例如，测试环节的自动化工具（如Keysight的ATE系统），在课程中仅以概念介绍为主，学生无法操作真实设备。

（二）校企合作表面化

目前，高校与集成电路封装企业的合作模式单一，多为参观实习或者技术讲座的形式，缺乏系统性的产教融合规划。尽管国家鼓励企业参与职业教育，但企业对人才培养的投入回报周期长，与直接经济效益相比，参与人才培养的积极性不高^[6]。另外，企业因产品的封装工艺参数、测试参数等数据涉及商业机密，时间成本高（封装产线停机配合教学影响效率）以及风险顾虑（学生操作失误导致设备损坏）等原因，不愿意对学生开放真实的工艺环境。

（三）师资力量与教学资源短缺

工信部发布的《集成电路产业人才白皮书》显示，2025年集成电路产业人才缺口已突破30万人，且随着5G、人工智能、物联网等新兴技术与集成电路产业的深度融合，人才需求缺口仍在持续扩大。但是这种需求变化未能及时反映到高校课程体系中，导致人才培养与市场需求错位。目前高校集成电路专业教师普遍缺乏产业工作经验，主要从事理论研究，对产业实际生产流程、技术难题和岗位需求了解不足。高校教师队伍中具有产业背景的“双师型”教师比例不足20%，且这些教师多集中在一线城市高校^[7]。

许多高校因资金短缺无法配备与产业同步的实践教学设备，学生只能在模拟环境中进行简单的实验操作，难以接触到真实的产业生产场景。这种设备差距导致学生在就业时面临不会操作设备的尴尬局面。高校实验室设备更新周期长，与企业实际生产环境存在代际差距。虽然部分高校已引入虚拟仿真技术解决设备成本问题，但现有虚拟仿真平台与真实产线的融合度不足，在芯片封装测试等需要精密操作的环节，虚拟仿真仍无法完全替代真实设备操作体验^[8]。

二、产教融合背景下集成电路封装与测试课程的教学改革初探

（一）教学改革实施基础及保障条件

集成电路封装教学作为集成电路人才培养的重要环节，《集成电路封装与测试》课程具有明确的教学目标：掌握集成电路封装与测试所必需的基本理论和方法、理解封装测试技术和工艺流程，并了解先进的封装技术；熟悉集成电路封装测试技术在国内发展的社会背景，了解新的国际形势下芯片自主研发的紧迫性，树立工业强国，芯片技术强国的责任感。以成都信息工程大学为例，通过微电子IC制造技术虚拟培训平台让学生了解表面贴装技术、微电子组装技术以及微电子封装技术（器件三维叠层、系统立体封装）的原理，通过微电子虚拟制造工厂让学生掌握封装工艺的全流程，深化学生对封装工艺选择在提升芯片性能、功能集成等方面的理解^[9]。

成都信息工程大学是四川省唯一具有先进集成电路与集成系统封装测试公共技术服务平台的高校，平台则拥有大型精密仪器设备三十余套和其他中小型仪器设备，包括全自动（倒装）贴片机、半自动（倒装）贴片机、自动高速填充点胶机等先进封装设备以及用于集成电路。平台现建有200平方米1千级封装洁净间和200平方米1万级测试洁净间，满足航天级产品对环境的要求。这一平台分担了企业培养人才的时间与设备成本，可以为学生进行先进封装的实操提供保障^[10]。

（二）教学改革实施方案的探索

1. 构建动态更新课程内容与教学方法体系

学校通过邀请合作企业的技术专家参与到课程设计中，实现每学年更新课程内容，确保教学内容与产业技术同步更新。并且积极推广项目驱动的教学方法，在实验环节将企业的真实项目融入教学中，让学生参与装片、键合、塑封、测试等核心工艺，完成从知道到会做的能力跨越。

对于具有前沿性的先进封装技术发展虚拟仿真与真实环境结合的教学模式，既可以让学生掌握先进封装的基本理论和方法，了解封装的工艺流程，还能解决设备成本高、风险大的问题。

2. 创新校企合作模式

学校与企业共同构建“教室-虚拟平台-真实产线”三位一体的教学环境，让学生在不同的工艺步骤接触不同层次的实践环境。企业的技术专家可以提供真实的案例，学校建设的先进集成电路与集成系统封装测试公共技术服务平台可以为学生提供实践场地与真实的封装产线，实现教学与产业的全流程无缝对接，积累实战经验。

长期来看，学校应建立校企联合项目开发机制，以实际应用为目标，共同开展科研攻关和人才培养。与企业签订长期合作协议，明确双方责权，确保合作的持续性和稳定性。同时，高校应与企业共建技术开发平台，聚焦集成电路封装领域开展技术攻关、科技成果应用与推广、科技成果转化，让学生在真实项目中锻炼能力。

3. 加强教师队伍建设，整合企业资源提升教学水平

通过构建教师能力升级体系和企业资源转化机制，系统性的解决教学与产业脱节的问题。随着“产业导师+校内导师”双指导制度的落实，调动了高校老师参与企业实践的积极性。通过共同设计课程教学内容，让高校老师了解到真正的企业需求，可以更好的将科研成果融入到教学内容中，实现企业资源、科研成果与教学内容的融合。同时在校外导师主导的实践课程环节中，高校老师可以进行学习完成设备操作与具体案例分析，破除教师无企业经验的瓶颈，长期来看可以实现师资能力与产业需求同频。

三、结论

产教融合是破解集成电路人才培养困局的有效路径。本文以

《集成电路封装与测试》这门课程在成都信息工程大学的运行为样例，阐述了产教融合背景下对该课程教学改革的探索。通过实施“动态更新课程内容与教学方法体系”，邀请企业技术专家参与课程设计，实现每学年更新课程内容，确保教学内容与产业技术实时同步；通过创新“教室-虚拟平台-真实产线”三位一体教学环境，建立校企联合项目开发机制，实现教学与产业的全流程无缝对接，学生实践能力显著增强；通过实施“产业导师+校内导师”双指导制度，提升教师队伍的产业实践能力，解决师资“学术化”问题。未来，应进一步扩大产教融合范围，深化产教融合内涵，推动高校从“知识传授者”向“产业伙伴”转型。

参考文献

[1] 王芹生. 中国集成电路设计业40年——起步，创业，崛起 [J]. 中国集成电路，2025，34(12): 12-17.

[2] 张凤. 微电子封装产业的发展现状以及趋势分析 [J]. 集成电路应用，2024，41(05): 46-47.

[3] 马雨飞."卡脖子"技术突围视角下集成电路先进封装实验教学体系的构建与实践 [C]// 广东教育学会. 广东教育学会2025年度学术讨论会暨第二十届广东省中小学校长论坛论文集(二). 中山大学 ;2025:443-452.

[4] 韦方方. 职业教育转型背景下产教融合生态圈构建研究 [J]. 继续教育研究，2022，(05): 70-74.

[5] 王强，闻军，蔡雪原，et al. 集成电路封装课程的教学设计 [J]. 集成电路应用，2023，40(06): 154-155.

[6] 时绮晗，王瑾，邓建平. 集成电路产教融合生态体系问题分析与应对策略 [J]. 中国集成电路，2025，34(12): 26-31+95.

[7] 张东. 集成电路测试业发展模式的探索与实践 [J]. 集成电路应用，2002(1):3.D0I:CNKI:SUN:JCDL.0.2002-01-009.

[8] 任敏，高巍，李泽宏，等. 半导体封装测试与可靠性课程思政改革探索 [J]. 高教学刊，2023，9(2):178-181.

[9] 张艳，郝惠莲. 封装测试工艺与设备课程教学改革的探索 [J]. 求知导刊，2016(20):1.

[10] 王志功 景为平. 集成电路设计技术与工具 (附光盘) [M]. 东南大学出版社，2007.