

人工智能集成学习算法在集成电路测试中的应用研究

黄悦影

泉州轻工职业学院, 福建 泉州 362200

DOI: 10.61369/TACS.2025010016

摘要： 在集成电路产业快速发展的当下，集成电路测试课程教学创新显得尤为紧迫。传统教学模式以理论讲授为主，实践环节薄弱，难以满足行业对创新型、复合型人才的需求。基于此本文深入探究了集成电路测试课程教学的创新探究的策略，旨在通过课程内容、教学方法、产教融合和多元化的评价方式来更好地解决上述问题，提升学生的综合素质与创新能力，推动产业的持续发展。

关键词： 集成电路测试；课程教学；策略探究

Research on the Application of Artificial Intelligence Integrated Learning Algorithm in Integrated Circuit Testing

Huang Yueying

Quanzhou College of Technology, Quanzhou, Fujian 362200

Abstract： With the rapid development of the integrated circuit industry, innovation in the teaching of integrated circuit testing courses is particularly urgent. The traditional teaching mode mainly focuses on theoretical lectures, with weak practical links, making it difficult to meet the industry's demand for innovative and versatile talents. Based on this, this article deeply explores the innovative exploration strategies of integrated circuit testing course teaching, aiming to better solve the above problems through course content, teaching methods, industry education integration, and diversified evaluation methods, enhance students' comprehensive quality and innovation ability, and promote the sustainable development of the industry.

Keywords： integrated circuit testing; course teaching; strategic exploration

引言

国务院关于印发新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策的通知明确指出集成电路产业和软件产业是信息产业的核心，是引领新一轮科技革命和产业变革的关键力量。《国务院关于印发鼓励软件产业和集成电路产业发展若干政策的通知》（国发〔2000〕18号）、《国务院关于印发进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展若干政策的通知》（国发〔2011〕4号）印发以来，我国集成电路产业和软件产业快速发展，有力支撑了国家信息化建设，促进了国民经济和社会持续健康发展。为进一步优化集成电路产业和软件产业发展环境，深化产业国际合作，提升产业创新能力和发展质量^[1]。由此可见，国家对于该行业的重视程度，高职院校应该根据国家的政策性文件走符合国家发展的道路，这样才能够更好地进行人才的培养。

一、集成电路测试课程教学的创新探究的意义

（一）集成电路产业智能化转型

随着人工智能技术的发展，未来的集成电路设计和测试将更加自动化和智能化，人工智能集成学习算法将在这一过程中发挥关键作用。通过人工智能集成学习算法的应用，可以有效提升集成电路的质量和可靠性，同时降低测试和验证的成本和时间。人工智能技术的应用将推动集成电路产业的现代化转型，使得集成

电路测试更加灵活和高效^[2]。人工智能集成学习算法将帮助解决低产量、可靠性问题和高生产成本等挑战。人工智能与集成电路的结合将促进跨学科研究的深入，为解决集成电路测试、优化、故障诊断等问题提供新的思路和方法。

（二）高效测试与可靠性保障

集成电路（IC）的规模不断扩大和复杂性增加，传统的测试方法已经难以满足需求。人工智能集成学习算法能够自动产生测试用例，对集成电路进行全面的测试和验证。确保其在各种条件

下都能正常工作；通过集成学习算法，可以对测试数据进行深入分析，预测可能出现的问题，并及时进行调整，从而确保产品的良率和可靠性^[3]。

二、集成电路测试课程教学创新探究的问题

（一）课程内容

其一，课程内容综合性强、难度大，给教学与学习带来了双重的挑战。集成电路测试融合了电子学、计算机科学、材料科学等多领域知识，所以课程内容广泛且深入，具体包括电路理论、器件物理、版图设计、系统集成等多个层面的知识，这就使学生在学的过程中还需要具有跨专业的思维与综合应用的能力。其二，课程内容陈旧，缺乏与产业的紧密结合，使得教学与实际需求脱节。随着集成电路技术的快速发展，新材料、新工艺、新架构的不断涌现，企业对于人才的需求也在不断地发展变化^[4]。然而，部分高职院校在集成电路测试课程的教学内容上，仍停留在传统理论和技术层面，未能及时反映社会最新动态与前沿技术，这导致学生所学的知识与实际应用的知识存在一定差距，毕业后不能够适应社会的需求，甚至在求职过程中因缺乏实践经验与最新技术而处于劣势。

（二）教学模式与产教融合

教师在集成电路测试课程的教学中还采用传统讲授式的教学模式，使学生只是处于被动听课与完成作业的过程当中。在课堂上，教师往往侧重于理论推导与公式讲解，学生则忙于记录笔记，缺乏深入思考与互动交流的机会，导致知识理解浮于表面，难以形成深刻记忆与灵活运用。尤为关键的是，集成电路测试作为一门高度实践性的学科也面临着一定的挑战。一方面 因为没有充足的资金投入，使得很多高职院校没有充足且先进的集成电路测试实验平台，使学生难以接触到行业前沿的设计工具与流程，实践操作机会匮乏；另一方面，实践课程内容的设置与更新与产业发展不同步，也就是停留在基础验证性实验层面，缺乏综合性、设计性实验项目，无法更好地锻炼学生的系统设计能力与创新能力^[5]。

（三）评价方式

当前，大多数高职院校集成电路测试课程的考核方式仍以传统的笔试、实验报告及课程作业为主，这种单一的考核模式难以全面、客观地反映学生的学习过程与真实的能力水平。传统的笔试虽能检验学生对理论知识的掌握程度，但往往忽视了对学生实践能力、创新思维及团队协作能力的考察情况；实验报告与课程作业则多侧重于结果呈现，缺乏对学生设计思路、问题解决过程及学习态度的深入评估^[6]。具体来说：一是缺乏对学生个体差异的关注。未能根据学生的不同背景、兴趣及学习风格制定个性化的评估方案；二是评估内容单一。大多数评价方式侧重于理论知识的考核，而忽视了对学生实践能力、创新思维、沟通协作等方面的评估；三是评估方法陈旧。大多数高职院校多采用传统的评分制，缺乏对学生学习过程、进步程度及努力程度的动态评估；四是评估结果反馈不足。学生往往只能得到一个简单的分数或等

级，而无法获得具体的改进建议与指导，导致评估的激励与导向作用大打折扣^[7]。

三、集成电路测试课程教学创新探究的策略

（一）将前沿技术融入课程内容

随着集成电路技术的迅速发展，高职院校应该通过改变教学内容和教学课程的方式来更好地适应社会对人才的发展需求^[8]。首先，教师在集成电路测试课程当中，可将集成学习算法原理、流程、优劣势分析和数据集构建、集成学习模型等知识的学习纳入课程设计当中，使课程的设计更加的符合社会的发展需求。例如：教师可让学生学习关于基础的数据预处理和标注的知识，从而更好地使学生进行学习算法训练和验证数据集。其次，高职院校通过“企业导师+专家学者”的方式来引入企业的真实案例和专业的知识技能。例如：在讲授当中学生学习到3nm 制程技术是怎么样的，从而更好地理解背后的材料创新内容；学习到人工智能芯片独角兽企业的存算一体架构当中的跨学科认识；企业的真实案例能够让学生知道企业真正需要的人才是什么样的，从而动态地调整自己学习的内容^[9]。最后，高职院校可让学生参与到企业参观的实践项目当中，让学生形成技术与职业发展的双重发展。例如：高职院校在学生学完一定的理论基础之后，可让学生深入到企业当中来观察到真实的理论知识在实际当中的应用场景，从而避免出现理论与实践相脱节的现象^[10]。这种教学创新不仅提升了课程内容的时代性，更培养了学生的技术洞察力、创新实践能力与职业发展的能力。

（二）产教融合协同育人

企业与高职院校可一起建立符合学生发展需求的项目平台，这样才能够更好地让学生随时随地进行知识的学习。例如：学生在登录到平台之后会发现有一个需要完成的任务单，其中包括：系统了解芯片从设计到制造的全流程、运用课堂所学的数字/模拟电路知识、与小组进行合作来设计芯片优化方案、进入到测试平台当中进行验证；教师则在该平台中对学生完成的问题，通过线上线下的讨论方式来更好地了解学生知识的掌握情况，并进行适当的指导。高职院校还可邀请企业导师加入课程设计当中，从而使教师在学的过程当中，还能够举一些真实的教学活动^[11]。例如：企业导师提出在讲解技术原理知识的同时，还可以分享产业的案例；组织“技术盲盒”挑战赛的方式，让学生能够根据提供的残缺电路图，进行修复；分析芯片的物理图，培养逆向思维。这样的教学方式能够更好地让学生将理论知识应用到实际场景当中，从而在解决真实问题的过程中，掌握前沿技术工具的使用方法^[12]。

（三）创新授课与实践形式

1. 模块分层与问题驱动

集成电路测试课程因为具有理论性深、技术性强、知识细化的特点，所以使学生的掌握存在一定的挑战。教师在学的过程当中可采用模块化分层教学策略，也就是将集成电路的复杂知识转化为一个个简单容易理解的模块。例如：教师将“数字电路设

计”拆解为逻辑门电路、时序分析、可测性设计等模块后，并运用多媒体融合技术来展示 CMOS 晶体管的栅极电场分布与载流子迁移过程，从而使学生能够将抽象概念的知识转化为可交互的知识。此外，教师还可通过“问题驱动式”的教学活动，来深化学生对于理论知识的理解。例如：教师在讲解完集成电路的功耗优化理论后，引入人工智能集成学习算法的工程案例，并向学生进行提问“如何利用集成学习算法改进现有测试流程？”学生需通过分组并运用决策树的方式在仿真环境中验证不同测试向量对故障检出率的影响^[13]。教师在这个过程中会对学生进行指导，从而更好让学生知道自己不会的知识点在哪里，从而更好地进行改正。

2. 案例驱动、研讨仿真与算法融合教学

当前，集成电路测试课程实践教学处于薄弱的环节当中。教师针对这一问题可通过引入案例驱动式的教学方式来深化学生对于理论知识的理解。教师在课程的设计当中可选取具有代表性的芯片设计案例或行业竞赛获奖作品作为分析对象，引导学生围绕案例展开多角度的分析，这不仅能够强化学生的工程思维、创新能力和协作精神，还能够为我国集成电路产业输送一批高素质的人才。例如：教师可组织学生分析麒麟芯片的演变过程，从而更好地探讨优化和信号完整性设计方面的技术突破情况。除了案例分析的教学方法外，教师还可以设计结构化的研讨环节和虚拟仿真实验。教师在课堂研讨中会设置开放性议题，让学生分组用头脑风暴的方式来形成一个可以解决的方案；虚拟仿真环节是通过 Synopsys 软件实现锁相环电路的动态特性分析。以下为集成学习算法在集成电路测试中的应用示例：在芯片设计阶段，需在关键节点配置保护二极管。开短路测试基于四线制测量原理，通过向被测管脚注入测试电流并采集反馈电压，依据电压阈值判断管脚状态。集成学习中的 Boosting 算法通过迭代训练弱分类器，赋予错误样本本更高权重，构建强分类器组合^[14]。在开短路测试场

景中，该算法可对多组测试数据进行特征融合，动态调整分类阈值，有效降低故障误判率。

（四）多元化评价机制的构建

一方面，教师可通过过程性评价与终结性评价结合的方式来进行评估。过程性评价顾名思义是对学生的学习过程进行持续的关心，也就是将评价贯穿于课程教学的各个环节当中。例如：观察记录学生在课堂讨论中的参与度、提问的质量以及观点创新性；记录学生在集成电路测试复杂的电路搭建与调试的实践操作能力；学生在作业当中的完成情况（作业的准确性、作业的拓展性）；终结性评价则侧重于对学生整个学习阶段学习成果的总结性评估。例如：在集成电路测试课程中，教师会通过试卷考察的方式对学生核心概念、原理和方法的综合运用情况的掌握情况进行综合的评价^[15]。另一方面，教师可通过项目成果评价的方式来进行评估。在项目选题阶段，评价学生是否能够结合实际需求和课程内容，提出具有创新性和可行性的项目方案；在方案设计阶段，评价学生面对问题时的解决策略；在项目验收阶段，评价学生项目汇报、成果展示的程度。这种创新多方面结合的教学评价体系，既关注了学生的学习过程，又重视了学习成果，既注重了知识传授，又强调了能力培养，有助于培养出适应集成电路产业发展需求的高素质人才。

四、结束语

集成电路测试课程教学的创新是一项系统工程，需要教育者不断探索与实践。本文从案例驱动式教学、结构化研讨与虚拟仿真实验、集成学习算法应用等多个维度，提出了集成电路测试课程教学的创新策略，这不仅能够深化学生的理解，还能够改进教师的教学策略，更能够为相关的研究者提供一定的参考和借鉴。

参考文献

- [1] 尹航, 宋璇, 赵梦晗. 集成电路测试行业现状分析及建议 [J]. 高教学刊, 2024.013.038: 251-254.
- [2] 倪宋斌, 马美铭. 集成电路成品测试的常见问题分析 [J]. 1681-1070 (2023) 12-120104.
- [3] 吴琳. 集成电路芯片的成品测试方案研究 [J]. 1003-3297(2022)03-00029-07.
- [4] 汤思达, 韩基泰. 射频集成电路设计课程在本科生教学中的应用探讨——以无锡学院为例 [J]. 中州大学学报, 2024, 41(06): 97-101.
- [5] 李洪辰, 曹贝. 集成电路设计与集成系统专业课程思政融入与探索——以“SoC 设计”课程为例 [J]. 黑龙江教育 (理论与实践), 2024, (08): 94-96.
- [6] 刁统山, 严志国, 张迎春, 等. 科教融合背景下电气控制类课程教学改革 [J]. 中国现代教育装备, 2021, (17): 145-147.DOI:10.13492/j.cnki.cmee.2021.17.046.
- [7] 刘有耀, 杜慧敏, 张丽果. 集成电路设计与集成系统专业创新型人才培养的课程体系研究 [J]. 教育教学论坛, 2015, (35): 49-51.
- [8] 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, (08): 133-136.
- [9] 陈荣伶, 鄢秋荣, 龚黎华. 面向工程教育专业认证的 EDA 课程教学改革与实践 [J]. 计算机教育, 2020, (06): 164-168.DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2020.06.036.
- [10][11] 王雯, 杨紫怡, 张焱, 等. 以实际问题为导向的学科交叉人才培养模式探索——“环境工程基础”在信息学科的教学实践 [J]. 高等工程教育研究, 2023, (04): 165-170.
- [11] 王尚, 冯佳运, 张贺, 等. 集成电路学科建设背景下电子封装技术专业人才培养探索与实践 [J]. 电子与封装, 2023, 23(07): 37-43.DOI:10.16257/j.cnki.1681-1070.2023.0095.
- [12] 陈智, 梅美, 李莉, 等. 集成电路芯片设计与应用课程的教学设计 [J]. 集成电路应用, 2024, 41(02): 136-137.DOI:10.19339/j.issn.1674-2583.2024.02.057.
- [13] 庞伟, 靳祥鹏, 陈泽曼. 高校育人体系的五点延伸——基于高校育人与学生成长双周期视角 [J]. 黑龙江教育 (高教研究与评估), 2021, (11): 62-65.
- [14] 王月雅. 集成电路园区进入产业链服务竞争时代 [J]. 数码世界, 2007(08).
- [15] 袁军堂, 殷增斌. 课程思政建设的推进历程、目标任务与实施案例 [J]. 南京理工大学学报 (社会科学版), 2023, 36(4).