

# 集成电路专业职教本科实践教学模式的探讨

陈 艳

深圳信息职业技术学院微电子学院, 广东 深圳

收稿日期: 2023年4月15日; 录用日期: 2023年5月15日; 发布日期: 2023年5月23日

## 摘 要

集成电路专业特点是实践性强, 应用性强。文章从人才培养观念的转变出发, 探索和研究将实践教学环节贯穿整个职教本科大学四年的实践教学模式, 构建一个基于产教研融合的“项目贯穿式”实践教学课程体系, 为粤港澳大湾区集成电路产业培育技能型、创新性人才。

## 关键词

实践教学模式, 集成电路, 职教本科, 产教研融合, 实践教学课程体系

# Discussion on Practical Teaching Mode for Vocational Education Undergraduate of Integrated Circuit Major

Yan Chen

College of Microelectronics, Shenzhen Institute of Information Technology, Shenzhen Guangdong

Received: Apr. 15<sup>th</sup>, 2023; accepted: May 15<sup>th</sup>, 2023; published: May 23<sup>rd</sup>, 2023

## Abstract

The major of integrated circuit is characterized by strong practicality and strong applicability. This paper discusses the transformation of the concept of talents cultivation for vocational education undergraduate of integrated circuit major, explores and studies the practical teaching mode of penetrating practical teaching throughout the four years of university, and constructs a practical curriculum system of “project penetration” based on the concept of combing production, teaching and research, so as to cultivate skilled and innovative talents for the integrated circuit industry in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area.

## Keywords

**Practical Teaching Mode, Integrated Circuit, Vocational Education Undergraduate, Combination of Production, Teaching and Research, Practical Teaching Curriculum System**

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

集成电路产业涉及制造、设计、封装、测试、应用和材料各个方向，集成电路人才需求结构复杂，复合型人才、骨干型人才和工程型人才的供给数量也不足，产教融合有待增强。随着粤港澳大湾区集成电路产业的加速发展，在集成电路设计、制造、封装、测试、应用等方面的人才需求将逐步增加，人才缺乏形势更加严峻[1] [2]。针对集成电路专业人才供给缺口严重以及集成电路产业链急需技术技能型人才的问题，我校集成电路专业以创新型、技能型人才为培养目标，即将试点集成电路专业本科层次的职业教育，以适应集成电路行业、企业对人才的需求，真正把学生培养成高素质、创新型、技术技能型的复合人才。本研究对基于产教融合的集成电路专业职教本科实践教学模式进行探讨，并从人才培养观念的转变、实践教学模式的探索与创新、产教融合的实践教学课程体系构建等几方面进行阐述。

## 2. 人才培养观念的转变

集成电路专业特点是实践性强、应用性强、实操任务多。集成电路产业链上的企业工作岗位涉及包括EDA软件的开发与测试、系统设计、算法设计、数字IC设计与验证、模拟IC设计、版图设计、工艺库开发、产品封装、芯片测试等，岗位能力要求更加注重实践性、应用性和技能性[3] [4] [5]。因此集成电路专业职教本科需要改变传统本科的“重知识、轻能力”的人才培养观念，以集成电路企业一线所需要的工程师为培养目标，与高职专科以初级工程师为人才培养目标，以及普通本科以高端学术人才为培养目标形成差异化。职教本科人才培养应当定位在“技能型”、“应用型”层次，真正按照就业导向思想培育高素质应用型集成电路人才，真正实现与普通本科、高职专科集成电路专业人才的分层次培养[6]。

通过转变集成电路专业职教本科人才培养观念，以就业为导向，将人才培养定位为“技术技能型”的复合人才，方可有效地进行集成电路专业职教本科实践教学模式的探索，构建产教融合的集成电路专业实践教学课程体系，为培养满足社会需求与创新型人才提供有效途径。

## 3. 集成电路专业职教本科实践教学模式的探索与创新

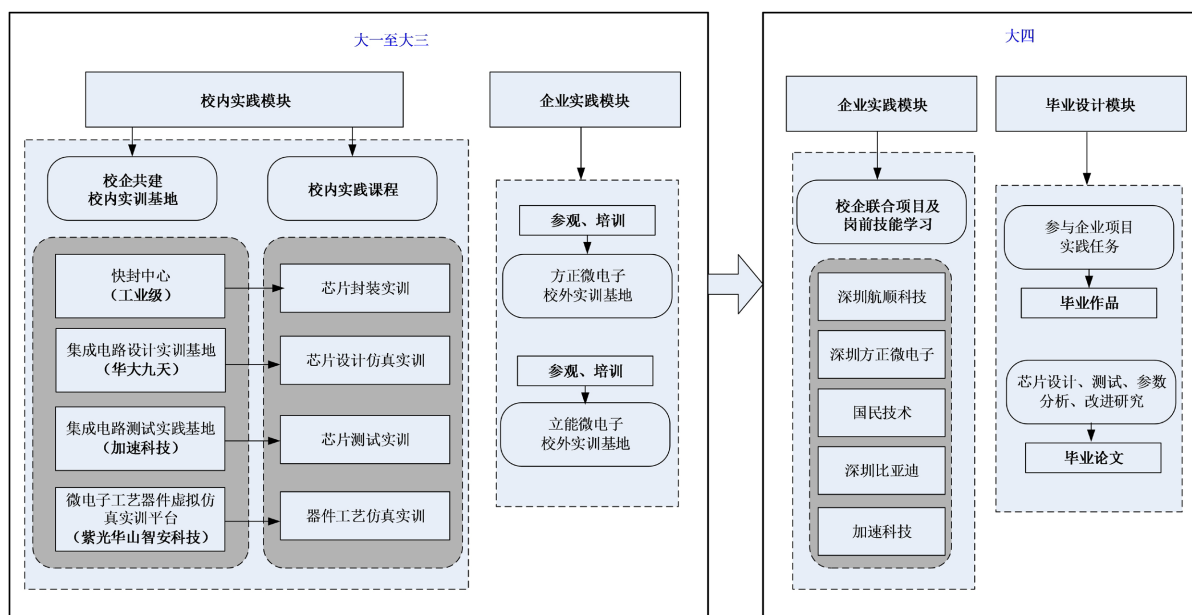
基于职教二十条和我国“产学研合作”的教育模式，本研究对集成电路专业职教本科实践教学模式进行探索，提出了“四年贯穿式实践教学”模式，从企业调研入手，根据集成电路产业链的就业岗位和企业人才需求确定实践教学模块，并与知名企业开展深度合作，共建产教融合实践基地，再根据不同的学习阶段，将实践教学模块分解到整个大学四年，并将校企合作引入整个四年实践教学环节，真正实现集成电路设计、制造、封装、测试等全产业链的人才培养“芯”高地，提高学生的设计、创新、应用及就业能力。下面将从4个方面阐述基于产教融合的“四年贯穿式实践教学”模式的内涵。

### 3.1. 实践教学贯穿大学四年

实践教学是创新型、应用型人才培养的重要手段。通过对企业调研发现，集成电路行业对人才的需

求集中在芯片设计、芯片验证、芯片应用、芯片封测、芯片制造等方向，因此实践教学需要设置相应的实训、实践课程，以满足集成电路岗位对人才的技能要求。我校集成电路专业与集成电路知名企业在校内共建了工业级的“快速封装基地”、“集成电路设计实训基地”、“集成电路测试实训基地”、“微电子工艺器件虚拟仿真实训平台”等校内实训基地，在校外共建了“方正微电子校外实训基地”、“立能微电子校外实训基地”等实训基地，同时还与知名企业共同开展设计、封装、测试等集成电路就业岗位学习培训工作。因此可以通过校内实训课程和校外公共实训基地实践教学课程相结合的方式，将实践教学贯穿大学四年，如图1所示，充分培养学生的动手能力、创新能力和解决问题的能力。

根据学生所处的学习阶段，将实践教学模块分解后设置于整个大学四年。其中校内实训基地可以满足学生前三年在校进行芯片封装、芯片设计仿真、芯片测试和器件工艺仿真等实训、实践训练。校外实训基地可以给大一至大三的学生提供企业实践的场地，让学生进行参观、培训，锻炼其实践、创新能力，提升其专业技能，让学生切身体验集成电路产业不同岗位的工作环境，了解职业需求，参与工作任务，提高其对集成电路专业课程学习的积极性，解决学生理论知识和实际应用相脱节的矛盾。第四年安排学生在合作企业进行相关岗位课程学习和培训，让学生参与教师与企业共建的校企联合项目，利用企业丰富的硬件、软件资源，完善的IC设计、制造及测试的环境及实验条件，进行芯片设计、测试、参数分析、改进研究，然后完成毕业作品和毕业论文。



**Figure 1.** Practical teaching mode of penetrating practical teaching throughout the four years of university for vocational undergraduate education of integrated circuit major

**图 1.** 集成电路专业职教本科四年贯穿式实践教学模式

### 3.2. 教学与产业和科研相融合

从集成电路就业岗位对人才能力的需求出发，构建一个将课堂教学、科研项目、校企联合项目、毕业设计等有机融合的实践教学模式，真正实现教学与产业和科研相融合[7] [8] [9]，解决学生职业技能、创新能力及就业能力难提升的问题。

我校集成电路专业通过与北京华大九天、深圳微纳研究院、杭州加速科技、深圳航顺科技有限公司、杭州朗讯科技等企业和研究机构合作，共同开展集成电路就业岗位技能培训，开拓学生的专业视野，提

高其专业课程的学习兴趣和积极性。还计划与比亚迪、ARM、国民技术等公司开展校企合作，共同推动人才培养、产业发展相互融合，构筑基于产教融合的集成电路专业职教本科实践教学新模式。

为深入实施产教融合的实践教学模式，教师将科研项目中先进的理念、方法和理论知识引入教学，将科研实践的最新成果、最新技术引入课堂教学，同时还鼓励学生参与教师的科研项目、教师与企业的联合项目，使学生逐步成长为具有创新型、技能型的应用型人才。

### 3.3. 线上线下混合式实践教学

集成电路专业的实践性强，理论知识抽象难懂，为提高实践教学质量，可采用“线上”“线下”相结合的混合教学模式。根据实践教学任务划分相应的微课知识点，并将枯燥难懂的理论知识和复杂的实践任务制作成线上动画资源、视频资源，从而提高学生学习的积极性，真正实现线上线下混合式实践教学。例如讲授集成电路生产工艺、芯片封装、测试等实践教学内容，可采用录制现场操作实践视频与教师讲解相结合的形式进行实践教学，也可采用虚拟教学平台让学生在计算机上完成模拟实操。又例如理论教学中讲授抽象难懂的概念如微电子制造工艺流程，版图设计中的天线效应、寄生效应、门锁效应、ESD 防护等，可采用动画视频方式将抽象的概念形象地展示给学生，提升学生的概念认知和理解能力。

### 3.4. 校企共建实践教学资源

首先，需要联合企业开发实践项目包，包含 IC 前端设计、后端设计、系统仿真与验证、封装设计、FPGA 开发等项目包，让学生根据相应的学习阶段选择不同的项目包，完成实践项目训练。

其次，要联合一线的集成电路企业共同开发集成电路专业职教本科项目化教材。教材建设是项目化实践教学资源的重要内容，职教本科教材核心定位职业岗位能力的培养和提升，兼含高职学生必修知识点与技能，又包含技术本科生深化知识与技能。教材需要讲授主流技术，涵盖集成电路设计、验证、版图设计、封装、测试等方面的内容，同时又汇集大量企业实战项目，注重实用性、实时性。让学生了解掌握芯片前端设计、后端版图、工艺、封装、测试等相关的基础知识，同时熟练掌握各类 EDA 软件的使用。教材中实践实训内容需要贴近集成电路业界实际需求，为培养适应于集成电路产业各工作岗位需求的应用型、技能型职教本科人才提供坚实保障。

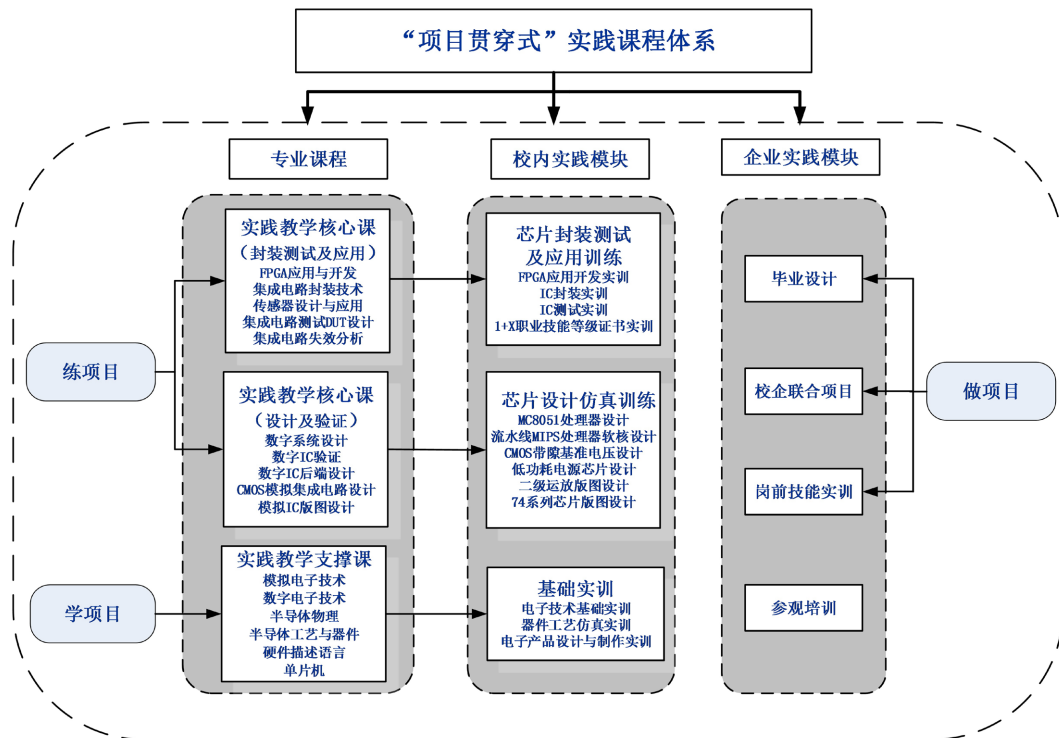
## 4. 产教融合的职教本科实践教学课程体系构建

为深入探索和践行产教融合的集成电路专业职教本科人才培养理念，我校集成电路专业联合深圳 IC 设计、制造、测试、销售等知名企业，基于工作过程系统化的方法对集成电路专业人才培养方案进行改革，建立以集成电路设计、集成电路验证、FPGA 应用开发、集成电路封装与测试为主线的人才培养方案。

本研究基于人才培养方案的四条主线，将大学四年的实践教学课程模块化，构建了如图 2 所示的“项目贯穿式”实践课程体系。通过校内实训和企业实践相结合的实践教学模式，实现支撑课程学项目，核心课程练项目、毕业实习做项目的目标。从而使集成电路专业的职教本科生能够在高职的基础上获得更深层次的技能锻炼，提升其解决问题的能力、软件应用的能力、版图设计的能力、集成电路验证的能力和后端设计的能力。

在实践教学支撑课程中，学生通过学习模拟电子技术、数字电子技术、半导体物理、半导体工艺与器件等课程内容，在校内教师指导下完成基础实训，包含电子技术基础实训、器件工艺仿真实训、电子产品设计与制作实训等校内实践项目，初步达到学项目的目的。

在实践教学核心课程中，学生完成包含芯片设计、芯片验证、芯片版图设计、芯片封装、芯片测试、芯片失效分析、芯片应用等相关的专业核心课程学习后，在企业一线技能工程师和校内专任教师共同



**Figure 2.** Practical curriculum system of “project penetration” based on the concept of combining production, teaching and research for vocational education undergraduate of integrated circuit major  
**图 2.** 产教融合的集成电路专业职教本科“项目贯穿式”实践课程体系

指导下，在校企共建的校内实训基地完成 8051 处理器设计、MIPS 处理器软核设计、CMOS 带隙基准电压设计、低功耗电源芯片设计、二级运放版图设计、IC 芯片封装实践、IC 芯片测试实践、FPGA 应用开发实践等项目的实训，达到利用集成电路专业核心课程练项目的目的。

在校外企业实践课程中，学生通过去企业参观培训、参与校企联合项目、参加岗前技能培训等方式，在实习企业的指导老师和校内教师共同指导下，完成校外实践课程、毕业作品和毕业设计，以达到毕业实习做项目的目的，从而真正实现“项目贯穿”整个大学四年的实践教学模式。

### 5. 结语

本研究基于产教融合的育人机制，并结合深圳集成电路产业优势，对集成电路专业职教本科实践教学模式进行探索与创新，以就业岗位为出发点，确定实践教学模块，将实践教学环节贯穿集成电路专业职教本科整个大学四年，形成一个“项目贯穿式”实践课程体系。并通过与企业共同开发实践教学资源(包含实践项目包、职教本科项目化教材等)、线上线下混合式实践教学、企业教师和校内教师共同实施实践课程教学的方式，真正实现产教融合的“四年贯穿式实践教学”。希望这种将校内实训、企业实践、科研项目、校企联合项目、毕业设计等有机融合的“四年贯穿式实践教学”能够为职教本科这种特殊的人才培养模式提供有效方法，从而为集成电路产业培育紧缺的应用型、技能型人才，并推动集成电路产业的升级和经济的发展。

### 基金项目

2021 年度深圳信息职业技术学院教育教学改革研究项目“粤港澳大湾区背景下基于产教融合的集成电路专业高职本科人才培养模式的研究”(项目编号: 2021dbpjgyb13); 2021 年度国家级职业教育教师



---

教学创新团队课题研究项目“集成电路技术专业创新团队建设的组织制度和运行机制研究”(项目编号: ZI2021120301)。

## 参考文献

- [1] 邵莉娜. 《中国集成电路产业人才发展报告(2020-2021年版)》发布[EB/OL]. [http://chisa.edu.cn/exclusive/202110/t20211022\\_2110738276.html](http://chisa.edu.cn/exclusive/202110/t20211022_2110738276.html), 2021-10-22.
- [2] 邵军. 芯片产业发展中的人才资源瓶颈与治理路径[J]. 人民论坛, 2022(22): 86-89.
- [3] 唐俊龙, 唐立军, 文勇军, 彭润伍. 完善集成电路设计应用型人才培养实践教学探讨[J]. 中国电力教育, 2011(34): 35-36.
- [4] 马胜, 沈力, 王勇军, 等. 新工科背景下集成电路设计人才培养的实践教学体系建设探索[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(1): 206-210.
- [5] 刘慧敏, 姜训勇, 苏林, 等. “三维度虚实结合”的集成电路专业实践教学研究[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(3): 193-197, 206.
- [6] 陈艳, 李世国, 张卫丰. “集成电路专业职教本科人才培养模式的探索”[J]. 职业教育, 2022, 11(6): 711-717.
- [7] 曹贝, 窦雁巍, 王超. 集成电路教学与科研相融合人才培养模式探究——以黑龙江大学为例[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2015(9): 76-77.
- [8] 林志坚, 程树英. 基于产教深度融合的集成电路创新人才培养模式探索研究[J]. 工业和信息化教育, 2022(9): 23-26, 30.
- [9] 赵宏亮. “新工科”背景下微电子专业集成电路实践教学改革探究[J]. 辽宁大学学报(自然科学版), 2022, 49(2): 189-192.