

# 集成电路工程专业硕士研究生“四化四融入”校企协同育人模式研究

侯海良<sup>1</sup> 陈洁<sup>2\*</sup> 潘卓夫<sup>1</sup>

1.湖南工商大学微电子与物理学院 湖南长沙 410205; 2.湖南工商大学计算机学院 湖南长沙 410205

**摘要:** 集成电路工程专业硕士旨在培养具有多学科融合的宽广知识面、受到严格专业技能训练的高层次集成电路工程技术人才。依托国家级、省级产业学院,从培养方案、课程体系、综合实训和科研训练等方面对集成电路工程专业硕士培养进行改革探索,提出了以“四化四融入”为核心的校企协同育人模式。该模式通过校企合作实现优势互补、资源共享,提高研究生的培养质量和职业契合度,为专业硕士校企协同培养提供了可推广的模式。

**关键词:** 专业硕士; 四化四融入; 校企协同育人; 集成电路工程

## 一、引言

专业学位硕士研究生(简称专硕)教育是培养具有扎实专业理论和特定行业专业技能的应用型专门人才,专硕是国家经济转型和创新发展的的重要支撑<sup>[1]</sup>。我国的专业硕士研究生教育始于1990年的非全日制工商管理专硕,此后近二十年专硕培养一直处于摸索和缓慢发展中。2008年,教育部决定开设全日制专业硕士学位,专硕培养规模逐年增加<sup>[2]</sup>。2017年起,专硕招生规模超过学术学位硕士(简称学硕)。预计到2025年,专硕招生人数占硕士招生总人数的2/3,专硕已经成为高层次应用型人才培养的主阵地<sup>[2]</sup>。

专业硕士主要是培养高层次应用人才,学生需要经过系统的工程实践和专业技能训练<sup>[3]</sup>。集成电路工程实践要求高,实验所需要的软、硬件价格昂贵,普通高校很难有足够的资金建设完备的实验、实训条件。校企协同育人能够有效弥补这一不足,高校主要负责专业理论知识讲授,企业为学生提供实习实训、职业技能训练和岗位能力培养机会,从而实现理论与实践、技能培养和岗位需求的无缝衔接<sup>[4-5]</sup>。本文针对集成电路工程专业硕士校企协同育人存在的问题,提出构建“四化四融入”(“四化”即培养方案个性化、课程体系模块化、综合实训项目化和科研训练工程化;“四融入”即岗位要求融入课程标准、企业案例融入课程资源、企业骨干融入师资队伍、企业项目融入科研训练)为核心的校企协同育人新模式和实施路径,实现了校、企等主体协同培养学生创新能力。

## 二、校企协同育人存在的问题

工程实践能力和创新意识是集成电路工程专硕培养过

程中应重点关注的。但集成电路工程人才培养具有知识密集、技术密集和资产密集等特点,仅靠高校的力量培养高素质的集成电路工程专硕难度很大。因此,迫切需要以在校、企之间建立相互配合、相互支撑、相互促进的协作关系,共同推进人才的培养。但现有的校企协同育人还存在“校热企冷”、“合而不融”、“产教两张皮”等现象,归纳起来可以总结成以下几大问题<sup>[5-6]</sup>。

### 2.1 校热企冷: 校企资源整合不够。

从2008年国家大力实施专硕教育开始,校企协同培养专业硕士就引起了学校和企业关注。但十多年来,校企协同育人实施效果不尽如意,整体表现为“校热企冷”。主要原因是高校和企业对人才的认同不一致。高校以育人为目标,希望企业出人出资源共同培养人才。企业以盈利为目标,关注的是通过人才的发展实现企业盈利,对高校人才培养上热情不够。这导致尽管学校教学资源、实验资源丰富,企业的行业资源、实践资源丰富,但双方资源不能真正整合为人才培养服务。

### 2.2 合而不融: 多方利益共赢未达成。

长期以来,高校和企业都十分重视校企协同育人。但高校主要侧重于学术型人才培养,教师也大多经历学术型硕士及博士教育,这在一定程度上导致专业型研究生培养方案和实施过程不自觉地沿用了学术型研究生的培养模式与理念。公共课与领域主干课的教学内容偏重理论知识框架的构建,不能充分展现培养的实践导向。尽管专业技能课与专业拓展课旨在提升专业能力,但授课主力仍为校内教师,其实践教学

学效果难以保证,造成所培养人才与企业实际需求间存在偏差。由于企业自身面临激烈的市场竞争,难以深度介入教育规划与课程设置,多数企业仅限于提供一定的实习实训机会,未能全面参与人才培养流程,致使人才供给与企业需求脱节,校企合作难以达成真正的双赢局面。

### 2.3 产教两张皮:协同育人困难重重。

产教融合停留在表面,协同育人灵活不够,具体体现在:双师型师资队伍不稳定,校外实习实训基地与校内教学活动缺乏一体化设计;校企合作缺乏完善的管理制度;学校与企业之间的信息不对称,学校难以及时了解市场需求,企业也难以准确把握学生的培训需求;一些产教融合项目缺乏长期规划,忽视了长期的战略目标;课程考核仍然采用期末考试,无法衡量是否能达到实践能力培养目标;实践培养存在以科研项目替代实践,或者在企业从事简单的工作替代实践;培养上沿袭了学术型研究生以发表论文、申请专利等作为毕业条件,偏离了专业型研究生培养目标。

## 三、“四化四融合”研究生培养模式的构建

### 3.1 以“四化”为途径的人才培养模式构建。

面对研究生高质量培养的多元化需求,以多学科交叉融合为抓手,研究多样化、个性化、开放式的芯片人才培养方案,逐步形成以“培养方案个性化、课程体系模块化、综合实训项目化和科研训练工程化”为重点的集成电路专业“四化”培养模式。

(1) 探索培养方案个性化。创建集成电路智慧云平台,通过湖南省中小企业服务中心、湖南省中小企业管理服务平台等整合人才、岗位资源,推动企业需求与湖南省内高校人才培养过程的匹配性互动更新,打造人才培养核心数据资源;通过设置数字集成电路设计、高速低功耗集成电路设计、模拟集成电路设计、人工智能与机器学习、大数据管理方法与应用等专业方向课程,突出集成电路专业素质、数智化技术与工程创新能力的培养,实施多样化、个性化、开放式人才培养方案;以提高学生的综合素质为目标,集中资源为每一位学生提供交叉复合背景的个性化指导,激发学生的潜能和兴趣,注重培养学生独立思考和解决实际问题的能力。

(2) 打造模块化的课程体系。从专业能力、实践能力、创新能力和学习能力等“四种能力”出发,对接集成电路设计、制造、封装和测试“四类岗位”,构建专业基础素质课程模块、基础职业能力课程模块、职业核心能力课程模块、

职业拓展能力模块等“四大模块”,形成以“一技之长为主,兼顾多种能力发展”的课程体系。

专业基础素质课程模块为“四类”岗位奠基。该模块由公共学位课、专业学位课组成,突出集成电路设计能力、工程创新能力的培养,提高学生专业知识水平和素养,实现跨越提升提供基础条件。

职业核心能力课程模块为“四类”岗位增能。该模块是整个模块化课程体系的核心部分,是基于集成电路的实际需求,融合职业岗位能力要求,校企合作开发多个可供选择的专业技术技能课程。

职业拓展能力模块为“四类”岗位拓能。该模块以企业综合实践类选修课程为主,可采取课程实习、专业实践、毕业论文等形式,学生通过实践培养知识再迁移能力,以期满足实际工作岗位的要求。

(3) 探寻综合实训项目化<sup>[8]</sup>。重视与芯片行业企业的联系,利用产业学院、研究生拔尖基地汇集企业资源,让学生参与集成电路企业的产品研发、技术攻关。一是企业实践实训项目化。通过校企深入沟通,将研究生以2-3人一组编入企业技术中心完整的参与企业项目启动、规划、执行、控制到收尾的全过程。二是积极探索成立校企联合研究院,学生在研究院参与产品研发。充分利用长沙景嘉微电子、曙光信息、飞腾信息、新华三等数十家集成电路知名企业,成立联合研究院,开展校企合作项目研究,以项目为依托,在人才培养、师资队伍、科学研究等方面开展全方位合作。

### 3.2 以“四融合”为目标的协同育人路径研究

按照“需求牵引、校企联动、资源共享、互利互惠”的原则,构建以“岗位要求融入课程标准、企业案例融入课程资源、企业骨干融入师资队伍、企业项目融入科研训练”为特色的“四融合”育人路径。

(1) 岗位要求融入课程标准。深入的调研了解集成电路研究生主要就业岗位需求,包括专业技能、职业素养等方面;根据岗位要求,对课程标准进行修订和完善,明确列出与岗位要求相关的知识点、技能点和素质要求;要求结合岗位要求,整合相关课程资源,校企双方共同制定人才培养方案和教学计划,确保课程内容与行业需求紧密对接;引入行业专家和企业技术人员参与课程开发、教学实施、工学交替,确保课程内容的实用性和前瞻性;引入企业评价机制,对学生的实践能力、职业素养等方面进行全面评价。

(2) 企业案例融入课程资源。密切关注行业发展动态,将企业最新的案例作为教学案例,案例需要能够体现课程中的关键知识点和技能点、能够涵盖行业中的典型问题和解决方案;通过案例的分析和讨论,引导学生分析问题,提出解决方案,进行评估和优化;基于案例设计实践项目,让学生在实际操作中运用所学知识;邀请企业专家进课堂,分享行业经验和案例,共同开发案例教学资源;将企业中的先进技术、设备和方法引入课堂,作为案例教学的辅助手段。

(3) 企业骨干融入师资队伍。邀请企业专家来校进行讲座和交流,分享行业前沿技术和实践经验;聘请企业技术骨干或高管到学院担任兼职教授或研究生校外导师,明确他们的教学、科研或实践指导职责;派送学院骨干教师到企业实践,了解企业的实际运作和技术需求,提升骨干教师的实践教学能力和技术应用能力;以知名教授或者企业骨干为核心组建“1+1+N”型研究生导师团队,实行1个校内导师、一个校外导师和若干个校内校外人员组成的教学与实践指导教师队伍。

#### 四、结语

本文针对集成电路专业学位研究生校企协同育人问题,提出“四化四融入”校企协同育人模式研究。通过培养方案个性化、课程体系模块化、综合实训项目化和科研训练实战化等“四化”为途径的集成电路专业硕士校企协同教学模式,实施岗位要求融入课程标准、企业案例融入课程资源、企业骨干融入师资队伍、企业项目融入科研训练等“四融入”为目标的协同育人路径。通过该模式的实施,形成了。通过三年的实践证明,该模式的实施取得了显著的成效。学院不断扩大了集成电路领域的“朋友圈”,先后签署了35个校企合作协议,其中包括长沙景嘉微电子、新华三集团、曙光信息、飞腾信息等芯片行业的知名企业。研究生培养质量不断提高,2022级集成电路专业研究生获批国家发明专利12项,在IEEE TNNLS、中国科学等国内外知名刊物上发表论文8篇论文,参加研究生各类竞赛获得省级以上奖励8项。学院与企业签署合作协议28项,合同金额超过1000万,立项建设了工信部集成电路专精特新产业学院、湖南省集成电路现代产业学院、湖南省集成电路研究生拔尖人才培养基地、湖南省边缘智能计算芯片与系统工程技术研究生中心等省级平台,校企共建的集成电路产教融合中心智慧云平台上课程28门,

为兄弟院校人才培养和企业培训提供了丰富的课程资源。

#### 参考文献:

- [1] 李名梁. 理性看待高校延长专硕学制[N]. 中国教育报, 2022-09-23 (第2版).
  - [2] 国务院学位委员会, 教育部. 专业学位研究生教育发展方案(2020-2025)[S]. 2020-9-25, 学位[2020]20号.
  - [3] 陈斌, 王艳. 我国专业学位硕士研究生教育演进图景、现实境遇与优化路径[J]. 高校教育管理, 2023, 17(03): 76-87.
  - [4] 刘晓宁, 王新胜. 应用型人才培养背景下专业学位研究生校企联合培养模式实践研究[J]. 中国教育技术装备, 2017, (10): 91-92.
  - [5] 张林庆, 韩茜茜, 武志燕, 等. 新工科背景下集成电路方向专业型研究生培养模式探索[J]. 教育信息化论坛, 2024, (06): 90-92.
  - [6] 刘江坤, 何岩峰, 郭登峰. 协同创新战略背景下研究生协同培养长效机制研究与实践[J]. 学位与研究生教育, 2023, (11): 15-22.
  - [7] 刘航, 任屏源. 英国博士生协同培养的组织机制与基本模式研究——以牛津大学和剑桥大学为例[J]. 高等理科教育, 2024, (03): 88-97.
  - [8] 张静, 张蚌蚌, 布都会, 等. 涉农专业学位硕士研究生培养“项目制”改革探索与实践[J]. 学位与研究生教育, 2023, (10): 22-27.
- 基金项目: 湖南省教育科学“十四五”规划课题: 开放融合·创研共促: 新工科理念下产学研协同育人体系构建(XJK23CGD021); 湖南省普通高等学校教学改革研究重点项目: 共轭生态理论下集成电路产业学院“三链”协同育人机制研究(HNJG-20230774); 湖南省学位与研究生教育改革研究重点项目: 数智时代“四化四融合”集成电路研究生拔尖创新人才培养模式探析(2023JGZD065)。
- 第一作者简介: 侯海良(1980-), 男, 汉族, 湖南岳阳人, 博士, 教授, 院长, 研究方向: 集成电路设计, 大数据分析 with 深度学习。
- 通信作者: 陈洁(1981-), 女, 汉族, 湖南衡阳人, 博士, 副教授, 系主任, 研究方向: 复杂多智能体编队控制。