

集成电路工程专业学位研究生的产教融合培养思考

罗伟 张红升 郝宏刚 尹波

重庆邮电大学电子科学与工程学院, 重庆, 400065;

摘要: 本文聚焦集成电路工程专业学位研究生产教融合培养, 该专业对工业升级与国防安全意义重大, 但当前产教融合存在合作浅、课程脱节、实训滞后等问题, 重庆邮电大学该专业亦面临培养同质化、实训适配低、校企合作长效机制缺失等困境。针对此, 提出工科专硕共性破局路径(重构实践培养体系、共建共享实训基地、建立协同机制)与重邮特色方案(定制培养、产业级基地、产学研闭环), 并通过协同创新中心、国家级案例体系、卓越工程师项目等实践验证, 为集成电路领域应用型人才培养提供参考。

关键词: 集成电路工程; 专业学位研究生; 产教融合人才培养

DOI: 10. 64216/3104-9702. 25. 02. 058

引言

集成电路工程专业建设及人才培养是支撑工业升级与国防安全的核心基石。《国家集成电路产业发展推进纲要》明确其为“支撑经济社会发展和保障国家安全的战略性、基础性和先导性产业”, 凸显其核心战略地位。在工业发展层面, 该专业培养的研究生聚焦芯片设计、制造及封装测试等关键环节, 契合“芯片-软件-整机-系统-信息服务”的产业链需求^[1]。教育部等七部门强调需培养“创新能力强的工程型人才”, 这类人才正是破解工业“卡脖子”难题的关键, 能推动信息技术产业从整机制造向价值链核心环节跃升, 助力产业利润率提升与高质量发展。

目前, 在《国家集成电路产业发展推进纲要》等政策推动下, 产教融合已初步布局。重庆各个相关高校组建产教联合体、现代产业学院, 通过“引企入校”建实训基地, 部分高校与企业共建课程、实施“双师共育”, 形成了协同育人雏形。但在深度产教融合方面仍然存在一些问题: 一是合作深度不足, 多为浅层交流, 企业核心资源开放有限, 真实项目实训匮乏; 二是课程与产业脱节, 技术迭代快导致教学内容滞后, 重设计轻制造问题明显; 三是实训条件滞后, 设备昂贵导致高校多以仿真代替实操, 学生动手能力薄弱; 四是师资实践能力不足, 企业参与动力欠缺, 形成融合“负循环”。

1 集成电路工程专业产教融合建设困境

经过多年的发展, 我国专业学位研究生教育取得了显著成绩, 专业学位类别不断丰富, 研究生培养规模不断扩大, 培养模式持续改进, 基本满足了社会主义现代化建设对高层次应用型专门人才的需要。但面对新时代

新要求, 专业学位研究生教育和行业产业需求在结构、质量、水平上还不能完全适应, 在专业学位研究生产教融合建设仍受限于以下困境^[2]。

专业学位研究生实践实训基地建设不足。专业学位研究生教育培养需符合其自身应用型和实践性的关键特点, 研究生实践能力和创新能力的培养也离不开高校与企业的深度合作。因此, 产学研联合培养基地是专业学位研究生实践训练的重要保证。虽然, 目前有不少高校与企业开展了校企合作、联合培养等模式, 但始终缺乏深入、持续的合作与共享机制, 对研究生培养流于形式, 而并未真正深入基地进行创新实践训练。

校企合作效果欠佳。教育实践基地建设的方向与使命, 就是确定高校专业学位研究生教育实践基地的目标和功能定位。基地建设与高校、企业两大主体的合作密不可分。但目前看来, 校企合作的经验、模式不够成熟, 并且缺乏共建、共治、共享的建设机制。根本问题在于参与主体缺乏足够的参与动力和意愿, 以及紧密合作的共同目标、教育资源整合有限等。

办学模式存在问题。目前, 专业学位研究生培养模式存在着培养机制不健全、办学模式不适用于专业学位研究生发展的问题, 与学术型研究生培养模式同质化现象也时有发生。随着专业学位研究生招生规模的迅速扩大, 尽管经过多年的改革和发展, 专业学位研究生教育已经取得了一定的成效, 但目前还存在着一些人才培养模式和机制上的问题。

重庆邮电大学开展集成电路工程专业研究生培养工作已达15年, 在取得一系列教育教学成果的同时, 发现仍存在以下人才培养问题。

1.1 培养模式同质化严重, 与学术型研究生区分度

不足

该专业硕士培养常沿用学术型课程体系,重芯片理论设计、轻产业级实操,如 EDA 工具高阶应用、晶圆制造工艺实训等课程占比不足 30%;双导师制中行业导师多仅参与开题答辩,未深度介入芯片项目研发指导;考核仍以学术论文为核心,忽视企业真实项目(如功率半导体器件优化)的成果认定,导致学生工程实践能力与产业需求脱节。

1.2 实践实训基地建设滞后且适配性低

集成电路领域核心设备(如光刻机、封装测试仪器)造价高昂,高校自建基地多仅配备仿真软件,缺乏 8 英寸/12 英寸晶圆产线等工业级实训条件;企业基地多为浅层合作,仅开放组装测试等非核心环节,拒绝学生接触芯片设计、流片等关键流程;基地管理制度缺失,未明确校企导师权责,也无芯片项目实践的量化考核标准,导致研究生年均实训时长不足 200 小时,难以形成完整工程能力。

1.3 校企合作深度不足,长效机制缺失

企业因芯片研发周期长、技术保密需求高,参与培养的积极性的低,仅部分合作企业愿提供真实研发项目;校企资源整合困难,企业最新工艺(如先进封装技术)、高校科研成果难以双向转化;缺乏共建共享机制,如企业未开放内部技术培训体系,高校也未针对企业需求定制课程,合作多停留在“企业参观+短期实习”层面,无法支撑芯片全链条工程人才培养。

2 产教融合的破局之道分析

专业学位研究生往往更侧重于具有较高专业素养的应用型人才培养模式。在产教融合背景下,专业学位研究生的培养使更多的关注目光投注于现行培养方案是否能够满足行业发展,是否能够与市场需求相匹配^{[3][4]}。随着技术融合的不断加深和研究生人群基数的壮大,传统单一学科的培养理念已经不能适应现行行业需求,而新兴学科的交叉研究能够更好地促进专业学位研究生提升个人综合素养,加强研究实践^[5]。对于电子信息类工科硕士研究生,产教融合培养应依从以下方案展开:

首先,重构实践导向培养体系,破除同质化壁垒。参照教育部分类发展意见,建立“课程-实践-评价”差异化体系。课程中增设产业实操模块,确保 70% 内容对接前沿技术;深化“双导师+导师组”制度,明确企业导师在项目研发、课程设计中的核心权责,要求其全程

参与培养过程;改革评价标准,将发明专利、工艺优化方案等实践成果纳入毕业依据,替代单一学术论文要求。

共建共享实训基地,破解适配性不足难题。构建“政府牵头、校企共建”的共享基地模式,整合高校科研资源与企业工业级设备。建立标准化管理制度,明确校企导师权责清单,制定实训时长、项目参与度等量化指标,将研究生年均实训时长提升至 600 小时以上,确保实践环节系统化。

建立长效协同机制,激活校企合作动力。搭建“利益共享-资源互通”合作生态,企业通过联合研发优先转化高校成果,高校依托企业解决实践教学缺口;推行“双向流动”机制,企业技术骨干获评“产业教授”授课,高校教师到企业挂职锻炼;争取政府专项支持,对参与培养的企业给予研发补贴、税收优惠,参照重庆对集成电路企业的流片补贴政策,降低企业参与成本。

考虑到集成电路工程专业的特色与重庆邮电大学在集成电路与微电子学研究领域的成果积累,需要从以下三个方面开展产教融合建设工作。

2.1 定制化培养体系,破解同质化难题

依托与微电子产业头部企业的合作基础,联合开发特色课程体系,将 EDA 工具实操、晶圆制造实训等课程占比大幅度提升。实施“双导师协同育人”,企业导师全程介入芯片项目研发,校内导师侧重理论支撑;建立“项目成果替代论文”机制,将功率器件优化、封装工艺改进等企业认可成果纳入毕业考核,呼应重庆定向培养试点要求。

2.2 打造产业级实训基地,提升适配性水平

联合西永微电园、联合微电子中心共建实训平台,接入重庆正在建设的 EDA 公共服务平台与 Mini-FAB 中试线,弥补工业级设备缺口。制定相关实训基地规范制度,明确校企导师“双岗双责”,设置“芯片全流程参与度”“工艺优化贡献率”等考核指标,增加研究生年均实训时长,确保覆盖设计、流片关键环节。

2.3 深化产学研闭环,健全长效机制

尝试牵头组建重庆市范围内的功率半导体产教创新联盟,联合本地龙头企业承接市级重大专项,推动高校科研成果与企业工艺需求双向转化。与企业联合建设“企业定制班”,针对汽车电子、通信芯片等重庆优势领域定向培养,形成企业开放内部培训体系,高校定制课程内容,将合作从“短期实习”升级为“深度协同”。

3 专业学位研究生产教融合实践

重庆邮电大学集成电路工程专业的发展,始于2001年光电工程学院成立,为后续集成电路领域办学奠定基础。2009年,经重庆市人民政府批准,重庆国际半导体学院成立,同年该专业开始招收硕士研究生,开启高层次人才培养。2014年,集成电路设计与集成系统本科专业正式招生,学科布局进一步完善。此后,专业逐步升级:相关学科先后成为重庆市重点学科,2019-2020年与中国科学院大学重庆学院、电子科技大学重庆微电子技术研究院开展联合培养,2022年获“集成电路科学与工程”一级学科硕士学位授权,2023年开始招收该学科硕士,并与5家企业签署产学研协议。此外还建成重庆市集成电路协同创新中心、现代产业学院,形成“产教研园”融合发展模式。在深度产教融合方面,具体的实践案例如下:

3.1 重庆市集成电路协同创新中心校企联合培养

该专业牵头联合重庆市西永微电园与华润微电子、华大九天等五家企业共建重庆市集成电路协同创新中心,创新“资源共享+定向培育”模式。华润微电子投入资金共享功率半导体实验室资源,首批9名研究生入驻企业开展专项研发。引入加速科技、飞腾公司等企业课程,开设“芯星计划”测试培训班等,累计培养师生二百余人。中心还完成华大九天软件调试,开发数字集成电路设计、微电子工艺等课程资源,构建起“企业需求-课程适配-实践落地”的闭环育人体系,获市级事业单位资质认证。

3.2 国家级产教融合案例体系构建

重庆邮电大学张红升教授牵头的“基于产教融合的集成电路人才工程能力培养体系构建”入选教育部学位中心案例库。该体系整合 Synopsys、国芯微电子等企业资源,开发“双师联合授课”模式,企业工程师参与实践课程教学。搭建“器件-设计-封测”全链条实践平台,引入企业真实项目作为毕业设计课题。体系实施以来,研究生参与企业横向课题比例提升至60%以上,相关成果被纳入国家级专业学位案例库,为全国高校提供可复制的融合范本。

3.3 校企共建卓越工程师项目

重庆邮电大学联合华润微电子(重庆)有限公司共建卓越工程师培养体系,于2023年签订校企联合培养

协议,并入选“国家工程硕博培养改革专项试点”核心合作项目。双方共建功率半导体联合实验室,华润投入专项经费共享晶圆教学产线资源,开放核心设备供研究生实操。课程体系融入企业技术标准,联合开发《功率半导体工艺与可靠性》等特色课程。实施“1+1+1”培养模式(1年校内基础+1年企业实践+1年项目攻关),近三年联合培养硕士研究生四十余人,其中三十余人进入华润微电子、中芯国际等企业核心技术岗位,相关合作模式获重庆市卓越工程师培养专项经费支持。

4 总结

本文分析集成电路工程专业学位研究生产教融合困境,结合重庆邮电大学多年培养经验,从工科共性与院校特色层面提出破局之道。该校通过校企联合培养、实训基地建设等实践,提升了研究生工程实践能力,部分成果入选国家级案例库。研究为解决集成电路领域人才供需错配问题提供可行路径,对推动专业学位教育与产业需求对接具有实践意义。

参考文献

- [1] 习近平. 扎实推动教育强国建设[J]. 求是, 2023(18).
- [2] 王贺元, 唐升, 黄晓燕, 等. 为什么企业没有积极性?——产教融合培养专业学位研究生的困境与突破[J]. 学位与研究生教育, 2023(8): 22-29.
- [3] 汪劲松, 张炜. 面向国家重大需求的高层次专业人才产教融合培养探索与实践[J]. 学位与研究生教育, 2022(8): 1-5.
- [4] 朱青霞. 应用型人才培养思路下专业学位研究生实践创新能力提升策略研究[J]. 北京城市学院学报, 2024(2): 97-101.
- [5] 白岩, 徐凯宏. 新一代电子信息工程专业学位研究生培养模式创新与实践[J]. 高教学刊, 2024(11): 53-57.

作者简介: 罗伟, 1984年出生, 男, 籍贯陕西省扶风县, 博士, 副教授, 硕士生导师, 长期从事电磁场与无线通信技术与教学工作。

资助项目信息: 重庆市研究生教育教学改革研究项目, 产教融合视角下专业学位研究生实践能力培养机制创新研究, 项目编号: yjg243075。