

基于课程教学的集成电路工程专业研究生科研实践能力培养方法探索

罗伟 王敏 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：在全球半导体产业竞争加剧与我国“芯片自主可控”战略推进背景下，重庆邮电大学集成电路工程专业虽有通信芯片特色，但《射频集成电路设计》课程存在理论与实践脱节、学生缺乏产业项目历练等问题。本文采用“文献梳理-现状调研-方案设计-实践验证-总结优化”闭环路径，以该专业2023-2025级研究生为对象，构建“课程实验-项目实训-企业实践”三级实践体系与“知识-能力-创新”三维评价指标，通过重构课程实践内容、搭建多层次平台、创新教学评价模式、强化“双师型”师资等措施，开展多轮实践验证。预期实现研究生核心实践能力阶梯式提升、课程教学质量优化及产学研协同生态完善，为专业学位研究生实践能力培养提供范式，助力西部芯片产业人才供给。

关键词：集成电路工程；专业学位研究生；科研实践能力；产学研融合

DOI：10.64216/3080-1494.26.01.021

引言

在全球半导体产业竞争加剧与我国芯片自主可控战略推进的双重背景下，集成电路工程专业学位研究生的科研实践能力成为衡量高校人才培养质量的核心指标^[1]。《射频集成电路设计》作为该专业的核心课程，兼具理论抽象性与工程实践性，其教学效果直接影响研究生对射频前端、毫米波电路等关键技术的掌握程度，而这类技术正是5G/6G通信、物联网、航空航天等战略领域的核心支撑^[2]。

当前重庆邮电大学集成电路工程专业虽已形成鲜明的通信芯片特色，但在课程教学与实践结合中仍存在痛点：传统教学多侧重理论推导，对先进工艺下的射频电路仿真、流片测试等实践环节覆盖不足；学生实践多局限于虚拟仿真，缺乏对接产业真实需求的项目历练，导致毕业时难以快速适配企业研发岗位。

本文以《射频集成电路设计》课程为切入点，探索“理论-仿真-实践-创新”一体化培养路径，其意义体现在三方面：一是填补课程教学与产业需求的鸿沟，强化重邮在通信射频芯片领域的人才培养优势；二是为专业学位研究生实践能力培养提供可复制的课程改革范式，助力解决行业“高端人才短缺”难题；三是推动高校与本地集成电路企业的深度合作，促进产学研用协同创新生态的构建，为重庆打造“西部芯片产业高地”提

供人才支撑。

1 研究方案

在新工科专业学位研究生专业课程建设中，创新和科研实践能力培养方面存在显著宏观问题^[3]。课程体系普遍呈现“重理论、轻实践”倾向，对新工科领域先进技术、工艺的实践环节覆盖不充分，导致学生缺乏对应技术场景下的工程实操能力；实践内容多局限于虚拟仿真或基础验证类任务，对接产业真实研发需求的科研项目占比低，难以激发学生创新思维与解决复杂工程问题的能力；“双师型”师资队伍建设滞后，校内教师工程实践经验不足，企业资深技术人员参与课程指导的深度和广度有限，无法有效衔接理论教学与科研实践；评价体系侧重知识掌握度考核，对实践操作水平、创新成果的评估权重较低，难以形成倒逼学生提升科研实践与创新能力的有效机制，最终造成人才培养与新工科产业对高端实践型、创新型人才的需求脱节^[4]。

本文采用“文献梳理-现状调研-方案设计-实践验证-总结优化”的闭环研究路径，以重庆邮电大学集成电路工程专业2023至2025级研究生为研究对象，结合《射频集成电路设计》课程特性与专业特色开展系统研究。具体研究方案逻辑如图1所示。

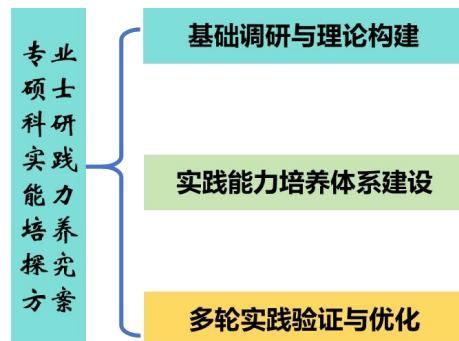


图1 研究方案逻辑框图

首先，开展基础调研与理论构建。通过梳理国内外顶尖高校（如清华大学、加州大学伯克利分校）同类课程教学方案，提取实践教学核心要素；走访重庆京东方、万国半导体等本地企业，明确射频集成电路设计岗位对研究生“仿真建模、版图设计、测试调试、问题解决”四项核心能力的需求标准；同时对本校该课程往届教学资料、学生实践报告及毕业反馈进行数据分析，精准定位“理论与实践脱节”“实践项目缺乏产业属性”等突出问题。

其次，构建实践能力培养体系框架。以“产业需求导向、能力分层培养”为原则，确立“课程实验-项目实训-企业实践”三级实践体系：课程实验聚焦基础能力，对应课程中的射频放大器、混频器等核心模块；项目实训侧重综合能力，依托学校通信芯片实验室开展小型系统设计；企业实践强化创新能力，对接企业真实研发项目。同时参考《集成电路工程领域专业学位研究生培养方案》，制定包含“知识掌握度、实践操作力、创新成果量”的三维评价指标。

最后，实施多轮实践验证与优化。选取2023级研究生作为试点，在《射频集成电路设计》课程中嵌入新设计的实践环节，通过中期仿真报告评审、期末项目答辩、企业导师点评等方式收集反馈；结合试点数据调整实践项目难度与时长，于2024级开展第二轮验证，最终形成适配重邮专业特色的实践能力培养方案。

2 具体措施

专业学位硕士研究生课程建设是衔接理论教学与工程实践的核心载体，对集成电路工程等专业而言至关重要^[5]。它能弥补传统教学中理论与产业需求的鸿沟，通过重构课程内容、嵌入实践环节，帮助研究生掌握射频IC设计等核心技术，提升科研实践能力以适配企业研发岗位。同时，优质课程建设是强化高校专业特色、推动“双师型”师资发展与产学研协同的基础，可解决行业高端人才短缺问题，为“芯片自主可控”战略及区

域产业发展提供人才支撑，是保障专业学位研究生培养质量的关键。根据本教研团队多年教学科研经验和深入讨论分析，以《射频集成电路设计》课程建设为例，给出以下四项针对性具体措施。

2.1 重构课程实践内容体系

基于网络公开的主流课程教学模块（如射频电路基础、非线性射频电路、射频系统集成等），结合重邮通信芯片特色增补实践内容。基础层增设“先进工艺射频器件建模”实验，采用 Cadence Virtuoso 平台对接 45nm/28nm 工艺 PDK，强化器件特性分析能力；综合层设计“5G 基站射频前端子系统”实训项目，涵盖放大器增益优化、混频器噪声抑制等关键任务；创新层设置“毫米波雷达收发机方案设计”课题，鼓励结合学校在通信领域的科研优势开展探索。同时编制《射频 IC 设计实验实践指导手册》用于实验实践课程内容教学，纳入企业真实案例与典型问题解决方案。

2.2 搭建多层次实践平台载体

校内升级“通信与信息系统国家级实验教学示范中心”，新增射频电路测试暗室与 6 英寸流片共享平台，保障从仿真到实测的全流程实践；校外拓展“校企联合实践基地”，与重庆邮电大学产业技术研究院合作，建立“企业导师驻校+学生进企业”双轨机制，企业定期提供基于实际产品的实训课题（如物联网终端射频芯片优化）。此外搭建线上实践资源库，整合 ADS 仿真教程、行业技术白皮书、往届优秀设计案例等资源，支持学生自主学习。

2.3 创新教学组织与评价模式

采用“理论授课+仿真演示+分组实践+交叉点评”的教学模式，每章节理论课后配套 2 学时仿真实践，由校内导师与企业导师联合指导。改革评价方式，将过程性评价占比提升至 60%，包括仿真日志、版图设计质量、中期汇报等；终结性评价采用“项目答辩+技术笔试”形式，答辩评委中企业导师占比不低于 40%，重点考察实践成果的工程应用价值。

2.4 强化实践师资队伍建设

实施“双师型”师资培养计划，每年选派 3-5 名校内教师到企业参与射频 IC 研发项目，积累工程经验；同时聘请 10 名以上企业资深工程师担任兼职导师，负责指导实践项目与讲授行业前沿课程。建立“师资-学

生-企业”三方交流机制，定期开展“射频技术沙龙”，邀请企业专家分享量产级芯片的设计与测试经验。

3 预期效果

3.1 学生实践能力显著提升

通过三级实践体系的培养，研究生在《射频集成电路设计》核心实践能力上将实现阶梯式成长：课程结束后，90%以上的学生能独立完成射频放大器、混频器等模块的仿真设计与版图绘制，较之前提升30%；80%的学生可参与完成小型射频子系统的方案设计与测试调试，具备初步工程实践能力；50%以上的能在企业实践中参与真实项目，形成可落地的技术优化方案。预期学生在全国集成电路设计竞赛等赛事中获奖数量年均增长2-3项，毕业时获得企业Offer的平均周期缩短40%，且岗位适配度显著提高。

3.2 课程教学质量全面优化

《射频集成电路设计》课程将形成“理论扎实、实践突出、对接产业”的鲜明特色，课程满意度调查得分预计从当前的82分提升至95分以上。构建的“三级实践内容体系”“双师联合指导模式”可作为模板向集成电路工程专业其他课程（如数字集成电路设计、模拟集成电路设计）推广，推动整个专业实践教学体系的升级。同时形成一批优质教学资源，包括2项线上教学课程、15个典型实训项目案例、30个仿真教学视频，为课程持续建设提供支撑。

3.3 产学研协同生态更加完善

预期与本地5家以上集成电路企业建立稳定的联合培养机制，企业每年提供不少于20个真实研发课题，接收30名以上研究生进企业实践。通过学生实践成果转化与教师联合研发，有望促成3-5项校企合作技术攻关项目，申请发明专利10-15项，强化重邮在通信射频芯片领域的科研与产业影响力。此外，研究形成的实践能力培养方案可为西部地区同类高校提供参考，助力提升我国集成电路工程专业学位研究生的整体培养水平，为半导体产业发展注入持续的人才动力。

4 结论

本研究围绕集成电路工程专业研究生科研实践能力培养，以《射频集成电路设计》核心课程为切入点，精准回应了产业需求与教学痛点。通过系统调研明确岗位核心能力需求，构建的“三级实践体系”（课程实验

筑基、项目实训提能、企业实践创新）与“三维评价指标”，实现了理论教学与工程实践的深度融合；配套的课程内容重构、平台搭建、教学评价创新及师资建设措施，形成了可操作、可落地的培养方案。多轮实践验证设计保障了方案的适配性与有效性，预期不仅能显著提升研究生在射频IC设计领域的实践与创新能力，优化课程教学质量，更能推动高校与本地企业的产学研协同，强化重邮通信芯片领域人才培养优势。此外，研究成果可为西部地区同类高校集成电路工程专业提供参考，为我国半导体产业“高端人才短缺”问题提供解决方案，为“芯片自主可控”战略落地提供人才支撑，具有重要的教学实践与产业服务价值。

参考文献

- [1] 郭三党, 李晔, 周方, 刘俊娟, 耿率帅, 赵新宇. 专业学位研究生教育综合改革研究与实践[J]. 高教学刊. 2025, 11(27): 130-133.
- [2] 邹雪, 张永锋, 丛国涛, 张晓旭. 产教融合背景下集成电路版图设计课程教学改革探索[J]. 中国集成电路, 2025, 34(6): 25-29.
- [3] 华春燕. 专业学位研究生教育高质量发展: 价值、隐忧与前瞻[J]. 国家教育行政学院学报, 2022(6): 28-35.
- [4] 杨晓慧. 高等教育“三全育人”: 理论意蕴、现实难题与实践路径[J]. 中国高等教育, 2018(18): 4-8.
- [5] 王琴, 李楠, 陈长林. 基于OBE理念的集成电路实践教学改革策略研究——以“微电子科学与工程专业设计”课程为例[J]. 教育教学论坛. 2025(01): 1-4.

作者简介：罗伟（1984年—），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研究与教学工作。

资助项目信息：

1. 重庆市研究生教育教学改革项目，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。
2. 重庆市高等教育教学改革项目，基于新工科的电子信息类专业人才培养能力研究，项目号：243125。
3. 重庆邮电大学教育教学改革项目“大思政”背景下课程思政教育机制建设研究与实践（立德树人专项），项目号：XJG23233。