

“新工科+课程思政”背景下《模拟集成电路设计》专业课程 “三位一体”思政研究与实践

周前能 李红娟 王元发 罗家赛

重庆邮电大学 重庆 400065

【摘要】：集成电路（IC）产业已成为欧美对我国“卡脖子”的重点领域之一，模拟 IC 芯片是 IC 产业的重要产业之一。因而，本文以《模拟集成电路设计》课程为对象，从专业课程与思政教育融合的课程思政、学生创新精神和工匠精神融合的创新思政、“知识教育”和“思想引领”相互相成的导学思政等方面，开展专业课程“三位一体”的思政研究与实践，为专业课程的思政建设提供一种思路。

【关键词】：模拟 IC；三位一体；课程思政

DOI:10.12417/2982-3803.26.02.044

1 引言

教育部、工业和信息化部、工程院于 2018 年 9 月联合印发了《加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见》^[1]，加快新工科建设，打造一批与产业无缝衔接以及紧跟行业前沿技术的课程，提升高等院校人才培养能力，振兴高等教育。同时，习近平总书记于 2016 年 12 月在全国高校思想政治工作会议上强调，高等教育要坚持立德树人为中心，在各类专业课程教学过程中加强思政要素^[2]。2020 年 6 月教育部印发的《高等学校课程思政建设指导纲要》提出^[3]，在人才培养体系中全面实施思政教育，深挖工科专业课程的思政要素，加强工科专业课程的思政建设，夯实大国工匠精神，激发学生科技创新活力与科技报国情怀，提高人才培养质量。因而，在“新工科”建设大背景下，专业课程的整个教学过程中需同步加强思政教育。

同时，集成电路（IC）产业是衡量国家发展的战略性、基础性、先导性产业。随着我国 IC 产业快速发展，其对 IC 人才需求日益激增。当前，IC 产业已成为欧美对我国“卡脖子”的重点领域之一，进而突显我国 IC 专业人才匮乏问题。高校作为专业人才培养的重要基地，IC 相关专业培养的学生是国家芯片技术攻关、行业快速发展的主要生力军，其思政素质直接关系到 IC 行业和国家战略发展的未来，因而 IC 专业培养的学生应具有正确的人生价值观，具有科技报国情怀和使命担当。微电子科学与工程专业（简称“微电子专业”）是培养 IC 人才的重要本科专业，是新工科核心方向之一。重庆邮电大学（简称“重邮”）微电子专业是国家级特色专业、国家一流本科专业建设点。《模拟集成电路设计》课程是重邮微电子专业的核

心课程^[4-5]，其要求有扎实的数学、物理、IC 工艺、微电子器件、电路、信号处理等前期专业基础知识，具有前期专业基础多、理论公式多、电路复杂且结构多样、工程型强等特点，学生的学习激情不高。同时，《模拟集成电路设计》是为后续相关 IC 知识学习、从事 IC 芯片研发等提供必备 IC 设计知识的重要课程。因而，有必要将思政教育引入《模拟集成电路设计》课程教学过程中，培养学生能将所学模拟 IC 知识用于解决实际 IC 芯片设计的问题，进而培养学生的模拟 IC 芯片工匠精神以及科技报国情怀。基于此，本文借助 CDIO 工程教育模式和能力导向教育理念，以重邮微电子专业的《模拟集成电路设计》课程为对象，开展“专业课程与思政教育融合的课程思政、学生创新精神和工匠精神融合的创新思政、知识教育和思想引领相互相成的导学思政”一体（“三位一体”）思政探索。

2 深挖课程思政元素，构建融合思政的教学大纲，探索专业课程与思政融合的课程思政

教学大纲是组织整个课程教学活动的重要教学指导文件之一，也是衡量课程教学效果、检验课程教学质量等的重要依据。《模拟集成电路设计》课程是重邮微电子专业的专业核心课程，其的思政元素是连接 IC 领域工程伦理、“芯”工匠精神、“芯”家国情怀等培养与具体教学实践的桥梁。依据重邮微电子专业培养目标以及 IC 产业特点，借助构思 CDIO 工程教育模式和能力导向教育理念，以培养学生能将在《模拟集成电路设计》课程中所学到的专业知识用于解决实际模拟 IC 芯片问题为抓手。以具有正确人生价值观且能解决我国“芯”“瓶颈”问题及科技报国等人才培养为着力点，挖掘课程的思政元素。

基金项目：重庆市高等教育教学改革研究项目：新工科视域下集成电路拔尖人才培养专业课程“三位一体”思政研究与实践（编号：242045）；重庆市研究生教改项目：“产、学、研”深度融合的集成电路卓越工程师人才培养模式与实践（编号：yig250121）；重庆邮电大学 2025 年课程思政示范建设项目：集成电路可靠性技术（编号：XKCSZ2526）。

构建专业教育与思政教育有机融合的《模拟集成电路设计》教学大纲。基于此，以章节知识为着力点^[5]，挖掘课程思政元素，构建思政融合的《模拟集成电路设计》课程的教学大纲。其主要为：

(1) 第一部分，模拟集成电路设计绪论，主要包括 IC 重要性、模拟 IC 特性及设计技能等。事实上，IC 产业是信息技术产业的基石，是衡量一个国家的科技与经济产业发展的产业。我国 IC 起步较晚，欧美国对对我国 IC 及相关产业进行技术禁运，如 2018 年美国制裁中兴通讯事件。2019 年 5 月美国开始对华为制裁并陆续禁止向华为公司提供 IC 芯片代工，2023 年 10 月美国 BIS 发布限制 IC 芯片和半导体设备向中国出售；为使中国更难进口美国高端人工智能芯片，美国 BIS 于 2024 年 3 月又发布“实施额外出口管制”新措施，全面限制英伟达、超威半导体等企业向我国出售先进 IC 芯片及相关设备。基于此，在讨论模拟 IC 重要性相关内容中，分析国内外 IC 技术发展现状，引入“我国半导体之父”黄昆的爱国情怀与使命担当、严谨求真与勇于创新的精神，激励学生树立“芯”创新精神以及“芯”报国的家国情怀，瞄准国家“芯”需求，掌握扎实的模拟 IC 知识并具有解决实际“芯”设计问题的能力，进而勇攀“芯”科技高峰。

(2) 第二部分，MOSFET 物理基础，主要包括器件结构基础、基本工艺流程、I-V 特性、小信号模型及物理版图基础。MOSFET 是 CMOS 模拟 IC 的基本构成单元，物理版图设计与验证是“芯”设计关键步骤之一，IC 代工厂将设计好的物理版图进行制版及流片。在 IC 芯片整个制造流程中，光刻是关键工序之一，而光刻机是该工序的核心设备。国际光刻机市场主要由荷兰、日本和美国的企业主导，荷兰 ASML 公司是 EUV 光刻机的独家厂商，其垄断了全球高端光刻机市场。在此背景下，美国主导的对我国光刻机出口管制已从 EUV 光刻机延伸至主流 DUV 光刻设备，进而制约我国 IC 发展。面对欧美对我国技术禁运，引入华为三十年坚韧创新的造芯精神，激励学生在学习阶段打下扎实的 IC 基础，引导学生树立正确的科技创新的爱国“芯”事业情怀。

(3) 第三部分，基本单级放大器，主要包括 CS 放大器、CD 放大器、CB 放大器、基本差动放大器等单级放大器的基本电路结构、基本原理、直流参数以及交流参数的计算推导。放大器的相关参数公式推导繁杂且过程严格，其要求学生具有扎实的数理基础，从而学生在学习过程感觉吃力且无从着手。基于此，在教学过程中，将辩证唯物思政元素引入单级放大器学习过程中，激发学生对模拟 IC 的学习激情。将 IC 芯片工程项目中实际使用的单级放大器引入课程教学中，开展实现工程芯片电路案例教学，学生切身体验实际芯片电路的设计过程，实现理论教学与实际工程相结合，实现高校专业人才培养与实际芯片设计相关企业无缝衔接。同时，通过实际工程芯片案例电

路的分析、参数计算、电路优化以及验证分析，提升学生在 IC 芯片设计方面的创新能力，培养学生用基本单级放大器知识解决复杂 IC 芯片设计的相关问题，引导学生树立正确的、科技创新的、爱国的 IC 芯事业情怀。

(4) 第四部分，多级运算放大器，主要包括两级运算放大器基本原理及频率补偿技术。对于频率补偿技术，需推导放大器小信号传输函数，并根据传输函数来确定电路的零极点、相位裕度以及增益带宽积，进而确定电路器件参数，因而要求学生具有扎实的电路、信号处理、数理等基础知识。因而，在学习多级放大器相关知识时，学生学习激情不高。基于此，在教学过程中，将近年“全国大学生集成电路创新创业大赛”的“模拟与混合芯片设计、射频与高速电路芯片设计、半导体测试实践”等赛道有关集成多级运算放大器的实际案例引入课堂，通过传输函数推导以及器件参数计算，夯实模拟 IC 芯片设计能力，激发学生学习模拟 IC 激情，培养学生 IC 设计的科学严谨的创新精神。同时，模拟 IC 的性能参数满足八边形原则，所设计的电路需采用 IC 软件及工艺模型进行 corner 及匹配分析，整个过程复杂且严谨。基于此，在教学过程中引入马克思主义唯物辩证法以及科学家创新精神，培养学生团队协作精神，培养学生 IC 工程芯片的工匠精神，并将所学的模拟 IC 知识用于解决 IC 工程芯片设计的复杂问题。

3 加强专业竞赛、案例库和思政课融合，构建创新精神和工匠精神融合的创新思政

依托重邮所建的 IC 实践创新平台，借力模拟 IC 相关专业竞赛的实际题目，如大学生集成电路创新创业大赛、电子设计大赛等，构建模拟 IC 专业竞赛的案例库并引入《模拟集成电路设计》课堂，以竞赛促学习；借力于与西南集成电路公司、中电第 24 所、重庆吉芯公司、重庆中科芯亿达公司等公司、科研院所深度合作的实际 IC 芯片工程项目，构建基本单级放大器、偏置电路、单级差动放大器、多级放大器、带隙基准、电荷泵等模拟 IC 案例库并引入《模拟集成电路设计》课堂，以实际芯片项目驱动学生创新能力，提升学生解决实际 IC 芯片能力。同时，将国家战略需求为导向的集成电路科学家创新精神引入模拟 IC 案例库教学过程中，激励学生在学习阶段打下扎实的模拟 IC 基础，引导学生树立正确的、科技创新的、爱国“芯”事业情怀，培养学生 IC 设计的科学严谨的创新精神。

4 加强教师团队老师的专业创新能力和思政意识，夯实“知识教育”和“思想引领”相互相成的导学思政

课程思政实施的主体是教师，专业课程中融入思政元素，使学生树立正确的人生价值观，激发学生科技报国和使命担当的情怀，夯实学生专业课程知识。基于此，以国家级、重庆市市级等双一流本科课程建设为契机，打造《模拟集成电路设计》

课程的教学团队；教学团队定期组织老师对课程思政元素挖掘、教学过程的思政融合及其实施途径方法等内容进行研讨交流，动态修正章节思政内容，不定期组织团队老师到兄弟院校开展课程思政交流学习，走入学校资深思政老师课堂，提升教学团队老师在《模拟集成电路设计》课程教学过程中融入课程思政的专业素养；借力与重庆平伟实业股份有限公司、中电第24所、西南集成电路公司、北京智芯微电子科技有限公司、威科赛乐微电子股份有限公司电子、华润微电子(重庆)公司、重庆联合微电子中心等单位建立的重庆市专业学位研究生联合基地，不定期派课程教学团队到专业学位研究生联合基地参加实际 IC 芯片研发，提升教师团队工程实践及创新能力；不定期派教学团队老师参加 IC 行业论坛以及相关学术会议，追踪

IC 产业的最新发展动态、IC 前沿技术研究等，提升团队老师 IC 方面的创新能力。利用 QQ、超星学习通、中国大学 MOOC、学在重邮教学平台等平台，拓宽课程思政的渠道，加强师生互动，实现“知识教育”和“思想引领”相互相成，进而构建符合 IC 行业发展需求的专业课程的师生互动思政体系。

5 小结

本文以《模拟集成电路设计》课程为对象，探索了思政教育融入专业课程的课程思政、学生创新精神和工匠精神融合的创新思政以及知识教育和思想引领相互相成的导学思政，激发学生的“芯”工程伦理、“芯”工匠精神以及“芯”报国的家国情怀，实现思政教育深度融入专业课程整过教学过程中，期望为专业课程的思政建设提供一种思路。

参考文献：

- [1] 教育部、工业和信息化部、中国工程院:加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见[EB/OL].https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5443530.htm.
- [2] 习近平在全国高校思想政治工作会议上强调:把思想政治工作贯穿教育教学全过程开创我国高等教育事业发展新局面[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s6052/moe_838/201612/t20161208_291306.html.
- [3] 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html.
- [4] 周前能,李红娟,胡章芳.集成电路工程大类专业“模拟集成电路设计”课程案例教学探索[J].中文科技期刊数据库(全文版)教育科学,2021(1):292-293.
- [5] 周前能,李红娟.双万背景下《模拟 IC 设计》课程思政探索与实践[J].智库时代,2021,8:178-179.