

模拟集成电路设计课程“四位一体”教学模式探索

陈威威^{*}, 周子涵, 黄义, 王小发
重庆邮电大学 集成电路学院, 重庆 400065
DOI: 10.61369/VDE.2026050031

摘 要 : 模拟集成电路设计是电子科学与技术类、微电子科学与工程类、集成电路设计与系统类等专业的核心课程, 其教学模式革新直接关系到人才培养质量。本文针对现今模拟集成电路设计课程所存在的问题, 提出结合课堂理论教学, 仿真实验教学, 自主研学, 实践实施教学四位一体的教学模式, 为模拟集成电路设计课程教学改革做出探索。

关 键 词 : 模拟集成电路设计; 四位一体; 教学模式

Exploration of the "Four-in-One" Teaching Mode for Analog Integrated Circuit Design Course

Chen Weiwei^{*}, Zhou Zihan, Huang Yi, Wang Xiaofa

College of Integrated Circuits, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065

Abstract : Analog integrated circuit design is a core course in majors such as Electronic Science and Technology, Microelectronics Science and Engineering, and Integrated Circuit Design and Systems. The innovation of its teaching mode is directly related to the quality of talent cultivation. This article proposes a four-in-one teaching mode combining classroom theoretical teaching, simulation experimental teaching, independent research, and practical implementation teaching, addressing the existing problems in analog integrated circuit design courses. It aims to explore the teaching reform of analog integrated circuit design courses.

Keywords : analog integrated circuit design; four-in-one; teaching model

引言

新一轮科技革命与产业变革加速演进, 教育改革已成全球高校共识。作为国民经济与社会发展的战略性支柱, 集成电路产业对国家发展、经济建设及国家安全至关重要, 高校亟需培养大批专业人才以满足国家战略需求^[1-2]。模拟集成电路设计是电子类专业核心课程。随着集成电路与数字信号处理技术的发展, 课程内容已从双极型电路逐步转向 CMOS 电路, 由纯模拟技术向数模混合技术演进^[3]。模拟集成电路设计课程涉及到许多复杂的理论知识, 包括 MOS 器件物理基础知识、放大器设计、频率特性、反馈系统, 要求学生掌握放大器的设计方法^[4]。但模拟集成电路设计与调试对实验技能和工程经验要求较高, 学生往往难以熟练掌握并灵活运用相关知识。传统教学模式存在明显不足: 教学以课堂理论讲授为主、仿真实验为辅, 形式单一, 缺乏学科交叉与应用性内容; 教学方式缺乏针对性, 学生学习负担较重, 知识转化应用不足; 同时考核过度依赖期末考试, 忽视对学生综合能力与实践能力的评估, 导致学生创新意识薄弱^[5]。

一、现今模拟集成电路设计课程存在的问题

(一) 教学方式保守, 课堂缺乏吸引力

目前课堂教学依然是以教师讲, 学生听为主的教学方法。该

方法通常侧重于灌输知识, 让学生掌握书本中的概念和理论, 但却忽略了这些知识的实际应用和运用^[6]。这种偏向理论的教学方式易导致学生缺乏实践能力和创新思维, 无法将所学知识转化为实际技能和应用能力。在课堂中学生积极性较差, 课程难度较大、

基金项目: 重庆邮电大学校级教育教学改革项目 (XJG23231, XJG22111), 重庆市教育教学改革项目 (233203), 重庆市研究生教育教学改革项目 (yjg213081)。

作者简介:

周子涵 (2001-), 男, 重庆人, 重庆邮电大学硕士, 研究方向: 半导体物理与器件;

黄义 (1988-), 重庆邮电大学集成电路学院教授, 研究方向: 半导体物理与器件;

王小发 (1978-), 男, 重庆人, 重庆邮电大学电子工程学院教授, 研究方向: 光电子信息科学与工程。

通讯作者: 陈威威 (1990-), 男, 重庆人, 重庆邮电大学集成电路学院副教授, 研究方向: 半导体物理与器件。

知识点需要复杂的推导过程，学生很难理解其中的逻辑关系，只能机械地记忆知识点。在此情形下，学生或许不能充分把握课程的精髓与细节，进而致使学习热情减退，动力不足^[7]。

（二）实验教学单一，理论运用较差

在仿真实验存在两大短板：一是课时分配不足使得学生软件操作与仿真知识难以扎实掌握，制约后续模电仿真学习；二是实验内容陈旧，与当前集成电路技术发展脱节，无法实现技术融合，最终造成理论实践脱节，导致学生无法构建系统认知。不仅阻碍了理论知识的实践转化，更对其未来就业与职业能力提升造成不利影响^[8]。

（三）教学中难以照顾学生课下学习内容

现今的教学模式仍以课堂讲授为主，课后仅依靠作业巩固，缺乏对学生自主学习的针对性指导。学生自学能力有限，课堂知识点难以有效回顾，教材内容又较为枯燥，导致课后无法系统梳理知识、形成整体认知。这既影响知识的深度掌握，也不利于新课预习，使学生学习效率低下，易产生挫败感与焦虑情绪，进而丧失学习积极性与持续动力^[9]。

（四）教学中缺乏工程实践项目

当前集成电路设计课程教学仅包含理论讲授与基础实验，缺乏工程实践环节。工程实践本是理论联系实际的重要延伸，而现有模式割裂了学习与产业实际的联系，导致学生难以将课堂知识应用于真实课题与工程项目，不利于提升学生的毕业就业竞争力。

二、四位一体融入教学的必要性

表1 四位一体教学模式

阶段	教学方法	教学内容
一	课堂教学	掌握 MOS 器件的基本物理特性。
		掌握共源级、共漏级、共栅级、共源共栅级等单级放大器的基本原理
		熟悉差分放大器的基本原理
		掌握运算放大器的结构及原理，并能用于模拟集成电路系统的工程分析中
	仿真实验教学	Cadence 软件建模教学
二	引导学生自主学习	课堂知识巩固
		Cadence 自主实验
三	工程实践	课题设计、毕业设计或者校外实习进行实训培养

教育旨在促进学生全面发展，而本文提出的四位一体教学是融合理论教学，仿真实验教学，引导学生自主研学和工程实践实践教学的教学理念（表1）。依托多元教学手段，推动学生在认知、情感与技能等方面协同提升。相较于单一枯燥的传统理论教学，多环节结合可有效激发学习兴趣、增强学习主动性，让学生在实践操作中深化知识理解与吸收，提升灵活应用能力^[10]。该模式不仅能强化学生逻辑思维与创新意识，提高问题发现、分析与解决能力，还能打破学科界限，促进跨学科学习交流，全面提升

学生综合素养，拓展教育的深度与广度。

三、四位一体教学模式实施

（一）创新教学方法，激发学生动力

基础课堂可采用线下教学与雨课堂线上平台相结合的混合教学模式^[11]。教师在雨课堂同步课堂内容、上传板书资料，便于学生课后复习巩固；对关键推导过程进行标注，助力学生理解消化知识点。同时，借助雨课堂及线上交流渠道强化师生互动，学生可及时反馈学习问题，教师据此实时掌握学习进度，精准定位薄弱环节并开展针对性教学，实现高效双向互动。

（二）调整实验课内容，增加实践与知识的联系

教师可结合当前行业发展趋势设计仿真实验内容，将理论知识与实际应用紧密结合，帮助学生深化课程理解，把所学内容与行业需求对接，从而更好地掌握理论并提升实践能力。仿真教学分为三个层次，（1）引导学生熟悉 Linux 和虚拟机的使用方法，以及相关操作常用指令。（2）培养学生使用 Cadence 进行模拟电路设计，比如，熟悉仿真环境、Library 创建、原理图编辑、常用菜单指令。（3）能够合理提取模拟电路的相关参数，比如增益、摆幅、GBW 等，引导学生分析电阻、电容、MOS 管的尺寸对上述参数的影响^[12]。教师可在实验课中融入行业前沿动态，引导学生关注社会发展与产业需求，强化实践意识与创新思维。通过跟踪行业趋势、实时更新教学内容，确保所学知识与岗位需求接轨，有效提升学生的就业竞争力与职业适应能力^[13]。

（三）引导学生自主研学，建立学生自主学习能力

本阶段旨在进一步深化与拓展课堂学习成效。教师可引导学生充分利用雨课堂留存的授课视频资源，其中完整记录了教学过程、核心知识点与关键技巧，为学生课后复习巩固提供有力支撑；结合课堂板书内容，帮助学生系统梳理知识体系。在自主研学环节，学生可依托课堂所学基础，开展更深入的自主探究学习。

（四）建立工程实践环节，进一步提高学生能力

工程实践作为模拟 CMOS 集成电路设计课程的最终环节，是在学生完成系统理论学习与专业技能训练的基础上开展的。该环节旨在推动学生将理论知识转化为实践应用，全面提升综合能力。教师可布置包含复杂工程问题的科研课题，引导学生运用所学知识制定可行方案，并综合考量社会、健康、安全、法律、文化与环境等因素，保障设计的可行性与可持续性。这一模式既实现教研深度融合，也有效锻炼了学生解决实际问题的能力。

教师可深化与校外企业的合作，通过实习实践、项目协同等方式，让学生接触行业前沿技术与真实市场环境。产教融合模式能推动学生将专业知识与生产实际紧密结合，精准把握行业动态与技术趋势。在参与真实工程项目的过程中，学生直面并解决问题，有效提升创新意识与实践能力^[14-15]。这种协同育人模式，也有利于培养兼具创新思维与工程经验的复合型专业人才。

四、结语

模拟集成电路设计是集成电路工程专业的核心基础课。针对传统课堂存在的问题,本文构建了理论教学、仿真实验、自主学习与工程实践相融合的“四位一体”教学模式。该模式注重理实

结合,通过仿真与实践训练,推动学生将知识应用于实际,深化理论理解;同时引导学生自主探究,激发学习热情与主动性。在教师指导下,学生自主选题、设计方案并完成实验,在实践中发现与解决问题,有效提升自学能力与创新思维,成长为具备工程实践能力的复合型人才。

参考文献

- [1] 邵琳,张悦.产教融合背景下集成电路专业卓越工程师培养模式研究[J].北京交通大学学报(社会科学版),2025,24(2):145-153.DOI:10.16797/j.cnki.11-5224/c.20250426.001.
- [2] 黄海,于斌,张淑丽,等.集成电路工程卓越工程师培养模式的探索与实践[J].大学教育,2025,(16):105-108.
- [3] 曹超,王永,郭海君."模拟集成电路设计"案例教学研究与实践-基于国产EDA工具[J].2024,33,63-66.
- [4] 廖午阳.模拟集成电路设计教学探讨:实例项目方法总述[J].科技视界,2015(25):155.
- [5] 杨艳军,钟福如,黄成强,金星.基于POT的模拟集成电路设计课程教学设计[J].电子技术,2025,54:401-403.
- [6] 贾绍芝,周群,冷敏瑞.数字化背景下"模拟电子技术基础"课程混合式教学的改革与实践[J].工业和信息化教育,2025,10:25-30.
- [7] 叶楠.基于x-BL的"模拟电子技术基础"课程改革与实践[J].电气电子教学学报,2025,47:63-66.
- [8] 贾绍芝,王康宁.基于非线性失真装置研究的"模拟电子技术基础"实验教学改革探讨[J].工业和信息化教育,2023,06:55-60.
- [9] 马驰远,陈海燕,刘胜.数字集成电路课程案例教学模式的探索与实践[J].电气电子教学学报,2020,42:44-47.
- [10] 许佳雄,刘振.基于OBE的模拟集成电路设计课程教学改革探索[J].高教学刊,2023,9:134-137.
- [11] 吴艳丽.基于雨课堂的电子制版课程混合式教学实践研究[J].电子元器件与信息技术,2025,9:252-255.
- [12] 吴屏,李苑青,王丹丹,杨轶.Cadence在电子工艺实习教学案例中的应用[J].电气电子教学学报,2020,42:120-124+166.
- [13] 张林丽,吕念玲.电子电路实验教学数字化的探索与实践[J].实验室科学,2025,28:68-73+79.
- [14] 刘冬,朱辰,杨斯元,高大为,程然.产教融合下的集成电路制造实践教学模式探索-以"试验设计"为例[J].实验室研究与探索,2025,44:192-197.
- [15] 郭小青,胡菊芳,冯仪.新工科背景下电路分析实验课程教学改革研究[J].大学教育,2025,10:48-52.