

VLSI物理设计技术课程 思政教改探索

田晓华, 李世国, 刘 明, 余柏林

深圳信息职业技术学院微电子学院, 广东 深圳

收稿日期: 2024年9月26日; 录用日期: 2024年11月8日; 发布日期: 2024年11月18日

摘 要

本文介绍了高职VLSI物理设计技术课程中融入课程思政的课程改革, 阐述了课程思政的建设目标、思政元素的选取提炼、思政教学的实践途径及校企协同建设模式。课程建设结合了产业需求, 引入企业真实项目案例, 在提升学生专业技能同时, 培养其质量意识、工匠精神、团队协作精神、创新精神和国家责任感, 为集成电路产业输送高素质人才。

关键词

课程思政, VLSI物理设计技术, 高素质人才

Exploration of Curriculum-Based Ideological and Political Education Reform in the Course of VLSI Physical Design Technology

Xiaohua Tian, Shiguo Li, Ming Liu, Bolin Yu

School of Microelectronics, Shenzhen Institute of Information Technology, Shenzhen Guangdong

Received: Sep. 26th, 2024; accepted: Nov. 8th, 2024; published: Nov. 18th, 2024

Abstract

This paper introduces curriculum reform of integrating ideological and political education into the course of VLSI physical design technology of vocational colleges. It elaborates on the construction goals of curriculum-based ideological and political education, the selection and refinement of ideological and political elements, practical approaches to curriculum-based ideological and political education teaching, and the collaborative construction model between schools and enterprises. The curriculum

development is aligned with industry needs, incorporating real project cases from companies. This not only enhances students' professional skills but also cultivates their quality awareness, craftsmanship spirit, teamwork spirit, innovative mindset, and sense of national responsibility, thereby contributing to the cultivation of high-quality talent for the integrated circuit industry.

Keywords

Curriculum-Based Ideological and Political Education, VLSI Physical Design Technology, High-Quality Talents

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,为了解决高校中专业教育与思想政治教育“两张皮”的现象,实现知识传授与价值引领的统一,国内本科和高职院校电子类专业课教学积极开展和推进课程思政实践,将思政教育融入到专业课程中,以实现立德树人的根本任务。各高校的课程实践中,电路原理课程[1]通过修订教学目标和建设课程思政点案例库,改进教学方法和有效评价思政教学成果,探索课程思政建设的有效路径;模拟电子技术[2]通过研究思政教育与专业教学的结合,探索在教学过程中如何将思政元素融入到专业知识中,以培养学生的职业道德和社会责任感;数电与FPGA(现场可编程门阵列)技术融合课程[3][4]探索了课程思政的融入方法,教学实践中专业知识与社会主义核心价值观并重;职业院校电子技术课程[5]尝试将思政教育与专业教学相结合,以提高学生的综合素质;在集成电路工艺基础课程中[6],教师在新时代背景下进行了思政内容创新与实施,专业知识教学结合创新精神和社会责任感的培养;微电子专业生产实习课程[7]通过实际的生产实习经历,让学生体会劳动价值和团队合作的重要性;本科微电子科学与工程专业课程[8]进行了课程思政改革初探,通过整合课程内容、创新教学方法,促进思政教育更有效融入专业教学;在片上系统(SoC)芯片设计本科课程中[9],教师探索了课程思政融入方式,通过实际案例让学生理解集成电路设计的重要性和国家战略需求。从这些探索实践可以看到国内高校在电子类专业的基础课到核心课程中融入课程思政教育方面都做出了积极努力,在培养学生专业技能的同时,也注重思想政治素质培养。

本文的课程思政课改以高职微电子技术专业的VLSI(超大规模集成电路)物理设计技术课程作为实践载体。VLSI物理设计技术的思政定位是将思政教育融入专业课程,根据国家集成电路产业发展需求,培养学生的职业素养和道德观念。课程不仅讲授数字芯片物理设计的专业知识与技能,更注重在教学过程中培养学生的爱国情怀、奉献精神、工匠精神、敬业精神、创新精神、团队协作能力及社会责任感。通过课程思政建设,引导学生将个人发展与国家需求相结合,为我国的集成电路产业突破重围、持续发展壮大贡献力量。

2. VLSI 物理设计技术课程介绍

微电子技术专业是深圳信息职业技术学院国家“双高计划”专业群建设重点专业之一,而VLSI物理设计技术课程是本校微电子技术专业核心课程,主要讲授数字集成电路物理设计实现相关技术,涉及数字芯片设计从逻辑综合、DFT(面向测试的设计)、布局布线、形式验证、物理验证、直至芯片版图输出的主要设计阶段,是微电子技术专业芯片设计方向重要课程。本课程与集成电路功能设计、验证、版图设计、可编程逻辑器件等课程衔接,并与芯片制造及封测课程紧密关联。本课程对标数字芯片设计岗位主要技能训练,为学生专业发展打下基础。VLSI物理设计技术课程由授课教师与企业共建,共同开发教学项目案例,

编写立体化教材，并完善了线上资源建设，已完成完整的知识点和技能实操微课、习题题库等线上学习资源。本课程内容专业性较强，与集成电路产业需求紧密关联，实践项目操作难度由浅入深。

我国集成电路产业当前面临诸多挑战，如国外技术封锁、国际竞争压力加剧、人才短缺等。同时，国家政策的持续扶持、市场需求的不断增长、技术创新的加速推进也带来巨大发展机遇。集成电路产业发展不仅需要具备深厚理论基础和专业技能的人才，还需要具备创新思维、团队协作能力和国际视野的复合型人才。在专业课中融入课程思政，对于全面培养集成电路技能人才以及推动我国集成电路产业的持续健康发展都具有重要意义。

3. 课程思政建设内容

3.1. 课程思政建设目标

结合本课程特点以及微电子技术专业岗位需求，VLSI 物理设计技术课程建设的育人目标包括：(1) 培养爱国情怀与使命感，以中华民族精神为切入点，通过课程思政建设，培养学生对国家集成电路产业的热爱，增强为国家科技自立自强贡献力量的使命感；(2) 强化集成电路职业素养，以服务集成电路产业作为人才培养定位，在课程教学中融入集成电路行业的职业标准和道德规范，提升学生的职业素养；(3) 采用企业真实案例促进理实结合，结合 VLSI 物理设计的实际操作，让学生在实践中强化理论知识，培养实践能力和创新精神；(4) 培养团队协作精神、沟通能力，通过小组合作、项目实践等方式，培养学生团队协作精神，提升沟通和协调能力；(5) 培养社会责任感，通过思政案例教学融入，引导学生关注科技发展对社会的影响，培养学生社会责任感。

3.2. 思政元素的选取与提炼

本课程建设的思政资源聚焦中华优秀传统文化中孕育的优秀精神品格和面向合格集成电路产业人才的职业素养培养。前者可以激发学子报效国家、投身产业的斗志；后者为提升技能人才综合素质奠定基础。通过将集成电路物理设计的专业知识点与国家战略、技术创新、质量意识、工匠精神等思政元素结合，旨在培养学生的国家安全意识、自主创新能力、科学精神和团队协作精神。

结合校企合作开发的立体化教材内容，在教材每章中选择最能触发学生思考和共鸣，与集成电路设计流程紧密相关的思政元素，如在介绍数字芯片设计基础时强调国家安全与战略意识，在逻辑综合章节激发学生的自主创新意识，在形式验证章节培育科学精神。通过这种课程设计，学生从专业知识学习感受到国家发展的需求，激发爱国情怀，增强社会责任感和历史使命感，为成为德才兼备的高素质专业人才打下坚实基础。表 1 列举了本课程主要思政元素与对应的章节和授课知识点。

Table 1. Knowledge points corresponding to course ideological and political elements

表 1. 课程思政元素与知识点对应关系

课程讲授的主要章	导入课程思政的知识点	融入的思政元素
第 1 章 数字芯片后端设计 基础	1.2. 数字芯片设计基础理论 CMOS 工艺和摩尔定律发展介绍，介绍中国与国外集成电路先进制造工艺的差距，以及美国等国家对我国先进集成电路制造的设备、材料的封锁。	国家安全与战略意识： 通过分析技术封锁对国家安全和经济发展的影响，培养学生的国家安全意识和战略思维。让学生认识到集成电路产业对国家发展的重要性，激励他们为国家的科技进步和产业发展贡献力量。
第 2 章 逻辑综合	2.1. 逻辑综合概念 介绍美国 EDA 公司的逻辑综合工具 DC 等全系列数字集成电路设计软件的垄断地位以及对华为等中国公司技术封锁。	自主创新意识： 强调在面对技术封锁和市场垄断时，培养学生的自主创新意识和能力。鼓励学生积极探索和研发自主可控的 EDA 工具，以减少对外部技术的依赖，增强国家的科技自立自强。

续表

第 3 章 形式验证	3.1. 理解什么是形式验证概念 对比功能验证的两种方式：形式验证和功能仿真，说明形式验证的高效性。	科学精神： 形式验证的数学基础和逻辑严密性体现了科学精神和理性思维。
第 4 章 可测试性设计	4.1. 扫描链插入及自动测试向量生成(ATPG) 介绍数字集成电路的可测试性设计 DFT 的原理，说明可测试性设计对于确保设计对于确保芯片的晶圆制造质量和可靠性、降低后期产品成本和提高市场竞争力都至关重要。	前瞻性与预防性： DFT 的目的之一是预防可能的问题，培养学生的前瞻性和预防性思维，让他们学会预见潜在问题并采取措施预防。
第 5 章 后端布局布线	5.2. 布图规划设计 芯片后端设计的布图规划阶段，工程师尝试不同的芯片布图规划方案，预判分析方案对后续设计阶段的性能影响，并选择最优方案。	全局思维： 在尝试不同的布图规划方案时，要考虑整个芯片的性能和功能要求，这体现了全局观念和系统思维的重要性。在课程中，可以强调在面对复杂问题时，要有全局的视角和系统的思维模式，以确保设计方案的全面性和协调性。
第 5 章 后端布局布线	5.6. 布线 后端布局布线在布线完成后，要与后续的物理验证和静态时序分析等设计阶段的多个设计工序协作，物理验证和静态时序分析的结果需要反馈给后端设计阶段，用于问题分析和修复。	团队协作能力： 数字集成电路设计涉及到较多的设计阶段，往往需要前端到后端、从设计到验证、多阶段不同工序之间的工程师合作，强调团队协作对确保设计产品质量的重要性。
第 5 章 后端布局布线	5.7. DFM(面向制造的设计) 后端设计的芯片收尾阶段，需要对布局布线后的芯片设计添加与功能无关的填充单元、冗余过孔、dummy 金属等，以提高芯片制造后的可靠性，改善良率。	质量意识： 强调设计对制造质量的影响，培养学生质量意识。让学生理解，高质量芯片物理设计是确保芯片成品可靠性和性能的关键。提高芯片质量，不但要确保设计指标达标，也要考虑到制造工艺缺陷的影响。 系统思维： DFM 要求工程师不仅要考虑电路的功能和性能，还要考虑制造过程中的各种因素，这需要系统思维，全面考虑设计的各个方面。
第 6 章 物理验证	6.3. LVS(原理图对比版图) 物理验证阶段，完成的数字芯片版图与 LVS 验证，确保了数字芯片后端输出的版图的逻辑功能正确。	规则规范意识： 物理验证遵循严格的工业标准和设计规则，强调了遵守规范和规则的重要性，培养学生的规则意识，确保设计结果符合晶圆厂的规范要求。
第 7 章 RC 参数提取	7.3. RC(寄生电阻电容)参数提取 项目实践 芯片设计的走线时序延迟数据需要通过电路 RC 寄生参数提取工具计算得到，以确定芯片的精确时序性能参数。	精细管理： 在讲解 RC 参数提取的过程中，可以强调精细管理的重要性，让学生了解在高科技领域中，对每一个细节的精确控制影响最终产品性能，从而培养学生的专注和精益求精的态度。

续表

第 8 章 静态时序分析	8.6. 静态时序分析案例 在静态时序分析案例中,执行的 PrimeTime 工具时序分析脚本采取了多拐角多模式(MCMM)分析法,除了考虑不同的 PVT 工艺角、RC 工艺角,还要考虑芯片应用的不同模式,如功能模式和测试模式,以更全面分析芯片性能,确保芯片在不同组合条件下时序性能达标。	全局思维: 通过考虑不同的 PVT(工艺电压温度)工艺角、RC 工艺角以及芯片应用的不同模式进行全面分析,这教导学生在解决问题时要有全局观念,不能片面地看待问题,不能以偏概全。在实际工作和生活中,也需要从多个角度去思考和处理问题,综合考虑各种因素的影响,做出更加合理和科学的决策。这种全面考虑问题的思维方式有助于学生培养良好的分析和解决问题的能力,为他们在未来面对复杂的社会问题时提供有效的方法和思路。
第 9 章 仿真验证	9.3. 时序仿真 基于用户测试向量的功能仿真是设计阶段保障芯片功能正确性的重要一环。版图完成后的功能仿真利用了 RC 参数提取的精确时序延迟数据,可以精确验证芯片设计在时序指标条件限制下的功能正确性。	工匠精神: 采用多种验证方式,尤其是利用 RC 参数提取后的精确时序延迟数据进行版图后仿真,精确验证芯片功能正确性。这反映了对品质的极致追求,如同工匠对即将完成的作品精细打磨。在学习和工作实践中也应追求卓越品质,不断提高自己的专业技能和水平,努力打造出高质量的成果。
第 10 章 芯片流片前签核	签核阶段包含多个步骤,如签核要点、检查清单、时序验证、物理验证、逻辑等效验证和数据交换检查等。签核阶段涉及多种 EDA 工具,需要多个设计和验证环节的人员协作。	严谨负责: 为确保流片成功,每一个检验步骤都需要认真对待,需要严谨负责的工作态度。 沟通协作: 数据交换及检查需要有效的沟通来确保信息的准确传递。这体现了团队协作和良好沟通的重要性。
第 11 章 数字芯片后端设计 全流程项目实践	企业工程真实的项目案例:包括模块级设计、芯片级设计,也包括纯数字逻辑模块设计以及数模混合芯片设计。学生通过项目实践,学习真实的芯片设计前端、后端设计及验证过程。 在项目中介绍我国半导体行业的发展历程,特别是近年来在高端芯片自主研发取得的重大突破,并介绍本项目案例源自合作企业自主研发的国产音频信号采集处理芯片。	爱国情怀与民族自豪感: 强调核心技术自主可控的重要性,激发学生的爱国情怀和民族自豪感,鼓励学生为国家的科技进步贡献力量。 团队协作: 设计案例涉及到数字芯片全流程多个工具及步骤,强调在复杂芯片设计项目中,团队协作的重要性。通过案例分析,展示不同团队(如数字设计团队、模拟设计团队、验证团队等)之间的紧密合作和高效沟通。鼓励学生勇于创新,敢于挑战技术难题;同时,培养学生的团队合作精神和沟通能力,为未来职业生涯打下坚实基础。

3.3. 课程思政的教学实践途径

VLSI 物理设计技术课程的思政元素在教学中可以结合知识点特点,采取不同的教学模式,如案例分析法、讨论式教学、启发式教学、实践操作法、团队合作法等。

国家安全与战略意识的强化可以采取案例分析法教学,通过展示美国对中兴、华为等公司的封锁、对我国芯片制造产业打压的短视频和新闻报道,分析我国集成电路发展差距和短板,引导学生思考国家安全和战略问题。自主创新意识的培养在教学中结合了晶圆制造材料、先进制程工艺设备、芯片设计与制造 EDA 软件、高端封装测试设备的自主可控以及国产芯片替代进口方案的介绍,课堂组织学生讨论技术封锁对我国自主创新的影响,鼓励学生结合自己未来职业发展,提出创新和发展的思路方法。在介绍形式验证概念时,教师通过提出问题,引导学生思考讨论形式验证的数学基础和逻辑严密性,激发学生的创新思维。全局思维通过项目导向法融入教学,指导学生完成后端布局布线项目,通过设计步骤的迭

代和反馈，强化学生的全局观念和不断优化性能指标的工匠精神。

在数字芯片后端设计全流程项目中，通过划分设计小组、团队合作的方法锻炼团队协作能力，通过完成芯片设计项目激发学生的爱国情怀与民族自豪感。学生在团队合作中完成设计任务，体验团队协作的重要性和挑战。项目任务实施前进行团队分工，让学生在设计公司模拟环境中担任项目经理、后端设计架构师、时序验证工程师、物理验证工程师等角色，从而更深入地理解不同岗位的职业素养要求和工作职责，增强学生的参与度，并实现对不同层次学生知识技能和职业素养的全面提升。

表 2 给出了本文的课程思政教学中结合知识点采取的思政元素融入方法。这些教学方法在教学中，根据具体的教学内容和学生课堂状态进行适当调整和组合，以实现最佳的教学效果。

Table 2. Methods of integrating ideological and political education elements into course
表 2. 课程思政元素融入方法

知识点	思政元素	思政融入教学方法
数字芯片设计基础理论	国家安全与战略意识	案例分析法
逻辑综合概念	自主创新意识	讨论式教学
形式验证概念	科学精神	启发式教学
可测试性设计	前瞻性与预防性	实践操作法
后端布局布线	全局思维	项目导向法
全流程项目实践	爱国情怀与民族自豪感、团队协作精神	团队合作法
面向制造的设计 DFM	质量意识	问题引导法
物理验证 LVS	规则规范意识	实践操作法
静态时序分析案例	全局思维	全面分析法

为确保思政资源的质量与实用性，开课专业开展教研室课程研讨会议，授课教师与本专业教师共同探讨了思政育人资源的选取与整合。为了达到更好的教学效果，本课程建设过程中对课程思政资源与原有课件和微课视频进行了整合设计和重新制作，保持课件等资源的知识点和思政元素的风格统一，并增加了醒目的课程思政资源标识。思政资源植入教学资源前，根据思政融入教学方法的不同，对教学内容进行针对性设计，生动展现思政元素，保证思政育人达到润物细无声的效果，提高学生的接受度。除课堂教学外，数字化资源与已有的教学电子资源进行了有机整合，建立了思政教育在线资源库，方便学生自主学习，并利用线上平台的便利性，数据化观测学生的学习状态和效果。

3.4. 校企协同的课程思政建设模式

在 VLSI 物理设计技术课程中，教师采用创新的校企共建课程思政育人模式。基于我校微电子学院校企共建的芯火产业学院，加大校企协同育人力度，通过合作开发教材并引入企业真实芯片项目案例，挖掘企业设计研发项目中的典型人物事迹，使思政案例融入课程项目，避免空洞说教。通过走访合作企业，与企业内部员工深入交流，了解企业对思政育人资源的需求，并借鉴企业员工素养培训资源，使课程思政资源更加贴近行业实际。

通过校企合作，课程构建了多元化的课程思政实践平台，提供了丰富的实践机会，促进学生与企业、学校与社会的紧密联系。授课教师与企业合作，共同开展实践实训项目，让学生有机会走入企业，参观了解岗位实际工作环境，现场体验企业设计项目，更直观地了解职业道德和行业规范要求。同时，邀请合作企业专家以兼职教师身份到校授课，讲解部分项目案例或进行专题讲座，分享实践经验，使学生在与专家交流互动中学习芯片设计工作流程、设计规范等。

4. 结语

本文探讨了高职微电子技术专业课程 VLSI 物理设计技术的课程思政教学改革。授课教师选取国家科技发展战略、芯片产业自主创新等思政元素融入到课程知识点讲授和技能训练中,在现有数字化线上教学平台基础上,打造有机融入课程思政资源素材的 VLSI 物理设计技术课程学习平台;优化了课程思政数字化教学资源,包括在线课程、教学视频、案例库等,以丰富多样的形式展现思政内容,确保所传授的知识点和价值观与时俱进,符合集成电路产业和国家的最新发展战略,更好地满足学生的学习需求和国家对集成电路人才的职业素养需求;提升课程思政的趣味性、生动性,提高了学生学习积极性,使思政教育能够有机融入课堂教学;通过校企合作共建模式,在课程中引入企业的真实芯片设计项目和集成电路企业对人才素质培养需求,培养学生的创新能力、实践能力、质量意识、工匠精神和团队协作意识等职业素养,引导学生将个人发展与国家需求相结合,形成正确的职业价值观。学生通过课程学习和项目实践,提升了专业技能,增强了爱国情怀和投身科技强国的使命感,激发了对中华民族自强不息的民族精神的认同和追求,提升了扎根基层、专精技能、服务产业的个人思政素养。

基金项目

本文的教研实践工作得到了深圳信息职业技术学院 2024 年校级课程思政示范计划项目(课程思政示范课程-数字 IC 后端设计)资助。

参考文献

- [1] 雷伏容,金玲,袁洪芳,等.新工科背景下电路原理课程思政建设与实践[J].中国教育技术装备,2024(14): 71-73+80.
- [2] 郭向伟,陈莉,陈岗,等.模拟电子技术课程思政教育研究[J].高教学刊,2024,10(26): 172-175.
- [3] 高翠芸,王鸿鹏,周彬,等.课程思政在数字逻辑设计课程教学中的实践与效果评估[J].高教学刊,2024,10(27): 49-52.
- [4] 成珏飞.数字电子与 FPGA 技术课程思政探索与实践[J].中国教育技术装备,2023(17): 73-75.
- [5] 张文蔚.职业院校“电子技术”课程思政的研究与探索[J].教育教学论坛,2024(20): 108-111.
- [6] 文毅,陈李胜.新时代下集成电路工艺基础课程思政内容的创新与实施[J].现代职业教育,2024(15): 97-100.
- [7] 兰馗博,谢生,秦国轩,等.微电子专业生产实习课程思政教学改革探索与实践[J].实验室科学,2024,27(2): 210-212+217.
- [8] 钱敏,陈蕾,周敏彤.微电子科学与工程专业“课程思政”改革初探[J].教书育人(高教论坛),2023(36): 74-77.
- [9] 李洪辰,曹贝.集成电路设计与集成系统专业课程思政融入与探索——以“SoC 设计”课程为例[J].黑龙江教育(理论与实践),2024(8): 94-96.