

“三新融入-三法一体-三观强化”培养新工科人才——以电子设计自动化技术课程为例

高家宝 张永辉 王咸鹏

(海南大学信息与通信工程学院, 海口 570228)

摘要 为了主动应对新一轮科技革命和产业变革, 探索适应于新工科人才培养的课程教学创新设计, 以电子信息类专业的电子设计自动化(EDA)技术课程为例, 提出“三新融入-三法一体-三观强化”教学改革方案。“三新融入”是在传统教学内容有机融入新 EDA 开发工具、新现场可编程门阵列(FPGA)器件和新的在线硬件调试方法; 结合讲授方法、工具平台协同教学方法和项目型驱动方法建立“三法一体”教学模式, 目的是让学生掌握理论知识, 提升学生的工程实践能力; “三观强化”实验设计, 培养学生针对实际工程问题进行系统级设计和创新设计的能力。通过该教学改革, 组织学生参加 2023 年全国大学生电子设计竞赛并获得了两项海南省赛区二等奖, 同年获批了一项基于该课程改革的校级教改项目。

关键词: 电子设计自动化(EDA)技术; 三新融入; 三法一体; 三观强化; 新工科人才

“Three new integration-three methods in one-three views strengthening” to cultivate new engineering talents —electronic design automation technology course

GAO Jiabao ZHANG Yonghui WANG Xianpeng

(School of Information and Communication Engineering, Hainan University, Haikou 570228)

Abstract In order to actively respond to the new round of scientific and technological revolution and industrial transformation, and explore the innovative teaching design of the curriculum suitable for the cultivation of new engineering talents, taking the electronic design automation (EDA) technology course of electronic information major as an example, this paper proposes a teaching reform plan of “three new integrations, three methods in one, and three views strengthening”. “Three new integrations” organically integrate new EDA development tools, new field programmable gate array (FPGA) devices and new online hardware debugging methods into the traditional teaching content. Combined with the teaching method, the collaborative teaching method of tool platform and the project-driven method, the “three methods in one” teaching mode is established, which not only allows students to master theoretical knowledge, but also helps to improve the practical engineering ability of students. The design of “three views strengthening” experiment cultivates the ability of students to carry out system-level design and innovative design for practical engineering problems. Through this teaching reform, students were organized to participate in the 2023 National College Student Electronic Design Competition and won two second prizes in the Hainan Provincial Division, and a school-level education reform project based on the curriculum reform was approved in the same year.

Keywords: electronic design automation (EDA) technology; three new integration; three methods in one; three views strengthening; new engineering talents

0 引言

近年来,现场可编程门阵列(field programmable gate array, FPGA)以其高度并行运算能力和灵活可编程的特点,在人工智能、通信和医疗等领域表现优异,取得了一系列成果^[1-4]。FPGA是电子设计自动化(electronic design automation, EDA)技术课程的硬件载体,以及作为芯片原型验证的重要硬件载体,培养学生利用EDA技术对FPGA进行设计与研发的能力十分重要^[5]。自新工科建设提出以来,各高校从未停止对新工科人才培养的思考与建设,积极应对新一轮科技革命与产业变革^[6-8]。在此背景下,高校对工科教育的改革与发展提出了新要求,更加重视培养人才的工程实践能力、系统级设计能力与创新能力^[9-11]。为此,高校工科专业课程必须顺应新兴产业技术的发展,对工科课程实施教学改革势在必行。

EDA技术课程内容主要划分为EDA工具、FPGA芯片及硬件开发平台和硬件描述语言理论知识。该课程不仅具有丰富的理论知识体系,而且具有较强的工程性。为了让学生能紧跟技术发展,应用新技术与新方法解决实际工程问题,以及具有创新观念,需要对现有的教学内容、教学方法和实验设计进行全方位的改革与优化。现有的EDA技术课程实验通常以独立且简单的逻辑功能要求为主,实际工程性较弱、系统性较差;教材内容更新难以紧跟EDA技术和半导体技术的迅速发展。部分高校已经结合新一代FPGA及其EDA设计环境做出了教学改革^[12-14],但这些改革仍无法充分满足培养新工科人才的要求。

1 教学现状分析

现有EDA技术课程在教学内容和单一实验内容设计方面,基本难以适应新工科人才的培养要求。要培养能够将新技术、新器件、新方法实际应用于综合工程设计的工科人才,现有的课程教学主要存在以下3个问题:

1) 学生学习的知识全“旧”无“新”。EDA技术课程包含开发工具、可编程逻辑芯片和开发语言方面的内容,由于EDA技术和微电子技术发展迅速,导致现有教材中关于开发工具和可编程逻辑芯片的内容全“旧”;若要求教材内容与最新发展同步,则要对大量的理论内容和实验内容进行调整。因此,

现有教材的理论教学基本全“旧”无“新”,而“旧”的理论教学内容难以满足学生的学习需求。

2) 学生对工具与平台的掌握不足。传统教学方式下,授课教师基本以讲解硬件、描述语言语法和展示代码仿真的讲授方式为主,大部分学生进行填鸭式的语言语法和代码学习,造成学生的学习兴趣不足,失去学习的内驱力,导致大部分学生基本停留在能看得懂代码和对代码仿真的阶段,对EDA工具如何将硬件代码映射至平台的过程完全不清楚,更不具备使用开发平台对硬件代码进行验证的工程能力。

3) 学生的工程观、系统观与创新观不足。该课程实验教学中,每次2个学时的实验是设计一个独立且简单的逻辑功能数字电路模块,实验内容较为单一,并且多次实验之间毫无关联,这让学生认为大规模可编程逻辑器件与单片机之类的微处理器没有差别,甚至认为单片机可以完全取代大规模可编程逻辑器件,导致学生对EDA技术课程的学习兴趣不足,而未能真正认识到该课程对系统性且工程性较强的数字系统设计的重要性。

2 教学改革设计

为了对推进新工科人才培养做出应有的贡献,针对课程教学存在的以上问题,课程团队进行教学创新设计,以“三新融入”机制每年动态更新教学内容,以“三法一体”建立培养能够熟练运用工具与平台的工程师的教学模式,以“三观强化”培养综合型人才,形成课程教学的新理论知识、新教学模式和新实验设计。

2.1 “三新融入”教学内容

针对学生学习需求难以满足的问题,团队将新工具、新器件、新方法“三新”教学内容无缝衔接地融入传统教学内容中,不仅保留了传统教学的精华,而且紧跟科技发展、与时俱进,使学生对EDA技术理论知识的学习不再枯燥无味,让学生自主学习新知识、新技术,培养新时代新工科人才终生学习新知识的能力。

1) 新工具:将新EDA开发工具Vivado融入第一章EDA技术概述教学内容,让学生熟悉新工具的界面和使用方法。

2) 新器件:将新FPGA器件结构融入教材FPGA器件结构内容中,并讲解新器件结构的优化或改进之处,让学生了解新型FPGA器件内部结构及其开

发平台。

3) 新方法: 将新的硬件在线调试方法融入仿真介绍教学内容部分, 在讲授实例代码仿真时自然地融入, 并对其与软件仿真方法进行对比分析, 让学生深刻理解新的硬件在线调试方法, 以及进行大规模数字系统代码仿真时的高效性。

为了学生更好地理解与掌握“三新融合”教学内容, 利用多媒体教学资源将“三新融合”教学内容引入传统教学内容中, 并在 Canvas 学习管理平台上分享多媒体课件和相关资料。

2.2 “三法一体”教学模式

针对学生对工具与平台掌握不足的问题, 团队构建讲授方法-工具平台协同教学方法-项目型驱动方法“三法一体”教学模式, 不仅让学生掌握理论知识, 而且有利于学生熟练掌握新工具与新平台, 培养学生的工程实践能力, 为培养新工科人才打下扎实的技术基础。类似 EDA 技术这种具有丰富理论知识和较强工程实践性的课程均可参考此教学模式。

1) 讲授方法。该教学方法是传授知识的常用方法, 在课程理论教学的讲解与分析中发挥着重要作用, 也是教学环节不可或缺的一部分。

2) 工具平台协同教学方法。在课堂教学过程中, 结合新 EDA 开发工具和新器件展示与分析教材中硬件代码实例的全过程, 让学生可以直观地观察每个环节的作用, 熟练掌握 EDA 工具的使用方法、代码映射机制和平台的测试与验证过程。

3) 项目型驱动方法。以项目型任务来激发学生的学习兴趣 and 动力, 为此, 每次作业是一个小项目, 所有实验合成一个大项目, 学生需要完成从代码设计至平台测试与验证的全开发过程。为了能够让每次作业和实验进展顺利, 从第一堂课课后, 每两位学生配备图 1 所示新型 ZYNQ—7000 系列 FPGA 芯片为核心的 PYNQ—Z2 开发平台, 让学生可以随时随

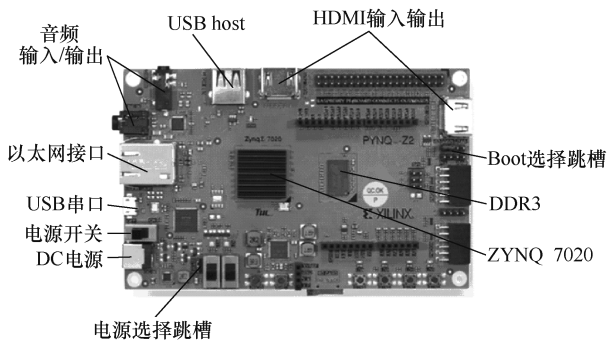


图 1 PYNQ—Z2 开发平台

地对自己设计的硬件代码进行平台测试与验证, 提升学生的工程实践能力。

2.3 “三观强化”实验设计

在 EDA 技术课程实验中, 针对实验内容单一、系统性与工程性不足的问题, 团队对实验内容进行改造, 构建了代码设计-工程案例设计-创新开发的梯度体系, 锻炼学生的代码设计能力, 并让学生通过代码设计解决工程任务, 再基于工程任务进行系统开发与创新, 培养学生的工程应用能力、系统级设计与创新设计能力, 强化学生的工程观、系统观和创新观, 达到“三观强化”实验设计的目的。为此, 团队设计了“软硬件协同设计的密码锁系统”综合性实验, 该实验贯穿所有实验学时, 要求学生利用软硬件协同设计方法完成系统的设计, 并在 PYNQ—Z2 开发平台进行测试验证。

融入“三新”教学内容的软硬件协同设计的密码锁系统综合性实验框架如图 2 所示。“三新融入”

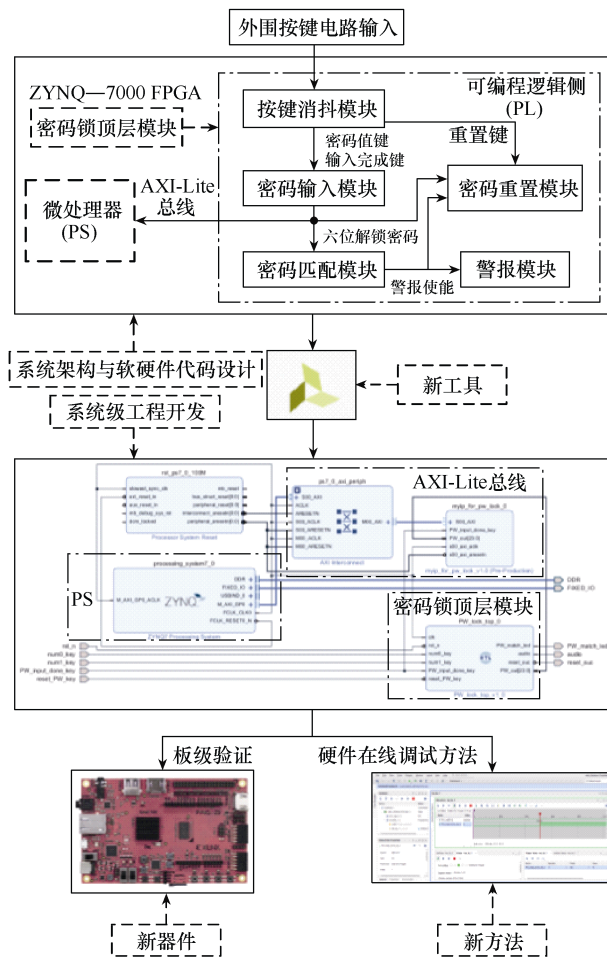


图 2 融入“三新”教学内容的软硬件协同设计的密码锁系统综合性实验框架

教学内容不仅无缝衔接地融入传统教学内容中,而且在该综合性实验中得到实践;“三法一体”教学模式让学生具备了使用 EDA 工具和平台设计综合性系统的能力。“三观强化”实验具体实施过程如下。

1) 系统架构与软硬件代码设计: 提前在 Canvas 系统上发布实验内容和要求, 学生在课前收集和查阅相关设计资料, 分析系统功能, 设计系统架构。其中, 密码锁顶层模块包含按键消抖模块、密码输入模块、密码匹配模块、密码重置模块和警报模块, 硬件代码设计工作量较大, 通过项目型驱动教学方法, 将部分模块设计为作业, 学生利用 EDA 工具仿真和硬件在线调试方法进行功能仿真。在完成硬件代码后, 学生继续利用高级语言编写微处理器端运行的软件程序, 实现对密码锁系统的正确开启, 以及输入密码的信息打印功能等。软硬件协同设计的综合性实验更好地培养了学生的工程观和系统观, 引导学生要充分利用处理器在复杂控制方面的优势和可编程逻辑器件在运算高并行方面的优势, 鼓励学生在硬件设计方面做出改进与创新, 比如加入指纹功能、人脸智能识别功能等。

2) 板级测试与验证: 学生在 PYNQ—Z2 开发平台对整个系统进行板级测试, 如果功能未达到要求, 就继续修改软硬件代码并重新调试, 直至设计目标达成, 确保系统稳定运行。

3) 撰写实验报告: 撰写报告并提交至 Canvas 学习管理平台, 就项目任务需求分析、技术方法、系统设计、板级验证与实验结果等内容进行阐述。

与 2020 学年相比, 在 2022 学年进行上述教学改革后, 该课程的成绩平均分由 73.5 提升至 75.8。近 4 年的课程平均成绩如图 3 所示。此外, 课程团队在 2023 年获批了一项基于该课程改革的校级教改项目“基于现代 FPGA 与新一代设计环境的 EDA 技术教学内容的优化与实践”, 同年组织学生参加 2023 年全国大学生电子设计竞赛并获得两项海南赛区“安诚迅飞杯”本科组二等奖, 获奖证书如图 4 所示。

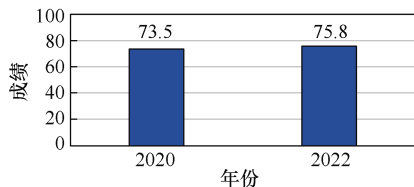


图 3 近 4 年的课程平均成绩



图 4 学生获奖证书

3 结论

围绕培养新工科人才这一目标, 以工科专业课程 EDA 技术为例, 本文提出了“三新融入-三法一体-三观强化”的教学改革, 旨在培养学生学习新知识的能力, 使用新工具与新平台的能力, 解决实际工程问题的能力, 以及系统级设计和创新设计的能力, 可以为类似工科专业课程提供一定的参考。

参考文献

- [1] 邓广雯, 梁娇娇, 张驾祥, 等. 基于现场可编程门阵列的可重构手势交互教学机器人设计[J]. 电气技术, 2023, 24(10): 8-16.
- [2] 瞿华镇, 杨明轩. 智能变电站网络通信测试方法研究[J]. 电气技术, 2023, 24(1): 44-49.
- [3] 黄湘松, 王振, 潘大鹏. 基于数据流架构的雷达信号调制方式识别加速[J]. 实验技术与管理, 2024, 41(5): 23-30.
- [4] 蔡建明, 包涵, 边逸轩, 等. 帕金森神经网络建模及核团数字电路设计[J]. 中国科学: 技术科学, 2024, 54(8): 1586-1600.
- [5] 张梅娟, 张明月, 杨楚玮, 等. SoC 芯片的 RomCode 设计与 FPGA 验证研究[J]. 电子设计工程, 2023, 31(21): 76-80, 86.
- [6] 朱娟娟, 贺王鹏, 郭宝龙. 新工科电气电子类课程改革与实践: 以“信号与系统”为例[J]. 电气技术, 2024, 25(10): 72-78.
- [7] 张蓉, 文劲宇, 李红斌, 等. 新工科背景下课程思政系统设计与实施[J]. 电工技术学报, 2023, 38(11): 3094-3100.
- [8] 林建新, 蓝丽金. 新工科背景下电气专业人才培养模式探索[J]. 电气电子教学学报, 2024, 46(1): 38-40.

(下转第 71 页)

- 例设计研究[J]. 工业和信息化教育, 2022(5): 57-60.
- [9] 杨勇, 张蓉, 贺恒鑫, 等. 工科专业基础课课程思政教学设计与实施: 以“电路理论”课程为例[J]. 课程思政教学研究, 2022, 2(1): 145-157.
- [10] 钱辰, 旷怡, 章兢. 基于前门调整法的“项目式学习”过程考核设计与课程质量评价[J]. 电气技术, 2022, 23(10): 74-79.
- [11] 朱娟娟, 贺王鹏, 郭宝龙. 新工科电气电子类课程改革与实践: 以“信号与系统”为例[J]. 电气技术, 2024, 25(10): 72-78.
- [12] 王媛, 李双江, 崔建升. 中外合作办学背景下课程思政融入专业课教学初探: 以生物多样性保护为例[J]. 现代职业教育, 2022(31): 49-51.
- [13] 钟志亲, 黄海猛, 李小红. 立德树人视角下课程思政建设的实践研究及成效: 以“半导体物理”课程为例[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2022(2): 64-66.
- [14] 贺贝若. 中外合作办学设计类专业课程实践教学探讨: 以“设计协作与表达”课程为例[J]. 纺织服装教育, 2020, 35(6): 544-548.
- [15] 杨勇, 李红斌, 文劲宇, 等. 新工科电气工程实践教学体系重构与实践[J]. 电工技术学报, 2022, 37(19): 5074-5080.
- [16] 贲彤, 陈龙. 融入课程思政理念的电工学教学改革探索与实践[J]. 电气技术, 2024, 25(1): 48-51.
- [17] 孔凡栋, 曹超婵. 服装设计专业中外合作办学项目思政教育研究: 以浙江理工大学中美项目为例[J]. 美术教育研究, 2022(18): 112-114.

收稿日期: 2024-12-23

修回日期: 2025-01-28

作者简介

吴彦锐(1981—), 女, 山西高平人, 博士, 副教授, 主要从事电工电子技术教学和科研工作。

(上接第 62 页)

- 教学改革探索与实践[J]. 电气技术, 2024, 25(10): 67-71.
- [5] 张蓉, 文劲宇, 李红斌, 等. 新工科背景下课程思政系统设计与实施[J]. 电工技术学报, 2023, 38(11): 3094-3100.
- [6] 牛富丽, 曾正, 王明渝, 等. 面向卓越工程师培养的电力电子教学实验平台设计[J]. 电气技术, 2024, 25(10): 79-84.
- [7] 吕念玲, 秦慧平, 殷瑞祥, 等. 在线教育在高等学校实验教学中的实现[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(7): 214-218, 222.
- [8] 聂文艳, 封居强, 韩芳, 等. 虚实融合的实时远程实验教学研究与实践[J]. 遵义师范学院学报, 2022, 24(1): 127-131.
- [9] 王富铮, 谢海鹤, 陈军, 等. 模拟电子电路实验课程在线实景实验改革与实践[J]. 科技视界, 2021(27): 143-145.
- [10] 汤雪娇, 郑磊, 胡仁杰, 等. 电工电子远程在线实物实验平台的建设与实践[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(12): 148-153.
- [11] 颜芳, 宋焱翼, 曾浩, 等. “电子线路”远程在线实验平台建设与实践[J]. 工业和信息化教育, 2023(3): 83-88, 94.

收稿日期: 2024-12-23

修回日期: 2025-01-20

作者简介

张林丽(1983—), 女, 湖南省张家界市人, 硕士, 主要从事电工电子实验教学与研究工作。

(上接第 66 页)

- [9] 周越. 新工科背景下“EDA技术”教学改革探索[J]. 电气电子教学学报, 2023, 45(4): 15-19.
- [10] 唐彦君, 牛广财, 李艳青, 等. 新工科背景下校企协同实践教学闭环体系的构建[J]. 农业科技与装备, 2020(2): 87-88.
- [11] 叶勇, 程鸿, 李坤. 基于 ZYNQ 开发板的 EDA 课程教学改革与实践[J]. 电气电子教学学报, 2023, 45(5): 19-23.
- [12] 贾绍芝, 陈阅海. 基于 Altera MAX10 的 FPGA 实验教学改革实践[J]. 工业和信息化教育, 2024(2): 76-81.
- [13] 王韦刚, 夏子山, 涂真珍. 基于 FPGA 的视频图像采集项目教学设计[J]. 实验科学与技术, 2023, 21(1): 114-118.
- [14] 张丽丽, 陈真, 刘雨轩, 等. 基于 ZYNQ 的 PCB 缺陷检测系统实验设计[J]. 实验技术与管理, 2023, 40(4): 96-102.

收稿日期: 2024-12-30

修回日期: 2025-02-01

作者简介

高家宝(1987—), 男, 海南乐东人, 博士, 主要从事 FPGA 应用加速与智能系统方面的研究工作。