

“校企共筑、协同育人” FPGA 课程思政的探索与实践^①

贺付亮¹, 聂秋玉¹, 曾纪国², 王世元¹, 樊利¹

1. 西南大学 电子信息工程学院, 重庆 400715; 2. 成都国科微电子有限公司, 成都 610093

摘要: 以现场可编程逻辑门阵列(field programmable gate array, FPGA)课程为依托, 通过分析当前教学实践中所遇到的问题, 提出了构建“校企共筑、协同育人”思政教育融入专业课教学的新形式, 为新工科理念下实现电子信息类专业课程的教学改革提供了启发. 实践表明, 该课程思政实施方案有利于推动学生建立知识、能力、情感等因素融合的综合素质, 进一步保障了培养卓越电子工程师的育人成效.

关键词: 课程思政; 校企协同育人; 现场可编程逻辑门阵列(FPGA); 教学改革

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2023)05-0095-07

“Co-Construction and Cooperative Education between University and Enterprise”Exploration and Practice of Ideological and Political Education in FPGA Course

HE Fuliang¹, NIE Qiuyu¹,
ZENG Jiguo², WANG Shiyuan¹, FAN li¹

1. School of Electronic and Information Engineering, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Subsidiary Offices in Chengdu, Goke Microelectronics Company Limited, Chengdu 610093, China

Abstract: Based on the current FPGA course, the teaching pattern of “Co-Construction and Cooperative Education between University and Enterprise” was employed to integrate ideological and political education in engineering courses by analyzing the difficulties of the current teaching practice, in order to provide much enlightenment and reference to the teaching reform of electronic information engineering courses in the concept of new engineering. The practice indicated that this teaching pattern could help students to build their comprehensive abilities that organically combine knowledge, ability and emotion, and further ensure the education quality of excellent electronic engineers.

Key words: ideological and political courses; cooperative education between university and enterprise; field programmable gate array(FPGA); teaching reform

课程建设是提升高等学校本科教学质量、推进教学改革工作的重要内容, 是实现“以本为本、四个回归”的重要抓手, 是建设高等教育强国战略目标的重要途径. 2019 年 10 月教育部发布的《教育部关于一流

① 收稿日期: 2022-09-16

基金项目: 重庆市高等教育教学改革研究项目(213061); 西南大学教学改革项目(2020JY007); 西南大学实验技术研究项目重点项目(SYJ2022002).

作者简介: 贺付亮, 副教授, 博士, 主要从事数字电路与 FPGA 技术等方面的教学和研究工作.

本科课程建设的实施意见》(教高[2019]8号)就明确指出要从深化本科课程建设、推进教育教学改革、以思想政治教育融入本科课堂为手段落实立德树人的根本任务等方面,全面推进一流本科课程建设,从而形成培养高水平人才的专业学科体系^[1].一流本科课程的建设,高质量教学的打造,是实现高水平人才培养的基础和保障,对教育强国战略有着极其重要的推动作用.以课程思政促进一流本科课程建设是淘汰高等学校本科教学中的“水课”,扭转高等学校本科教学效果停滞不前,解决专业课程与时代脱节问题的重要途径,也是锻造新时代“金课”,培养新工科、新医科、新农科、新文科(“四新”)人才,实现“为国育人、为党育才”的关键,更是解决好“培养什么人、怎样培养人、为谁培养人”这个根本问题的重要手段^[2-7].

现场可编程逻辑门阵列(field programmable gate array, FPGA)技术在面向“中国制造 2050”等国家重大战略需求中,在我国智能化、信息化产业发展中都起到了重要作用. FPGA 技术作为一种现代电子系统的重要实现方式,已经成为 21 世纪具有重大战略意义的集成电路技术,是当今电子工程师必须掌握的重要技能之一.目前,国内各大高校的电子信息类、集成电路类和人工智能类本科专业都开设了 FPGA 技术的相关课程,旨在让学生了解 FPGA 技术的基本概念和基本原理,认识 CPLD/FPGA 芯片的结构和原理,掌握 FPGA 设计的编程语言,建立基于 FPGA 技术的数字电路系统设计和调试能力^[8-10].从课程实施上看,国内高校所开设的 FPGA 课程,存在着片面强调学生专业技能的建立,而忽视学生世界观、价值观等综合素质的培养^[10-12]等现象,在课程教学中明显存在着如下问题:①教学内容过于传统,所讲授知识更新速度慢,与新时代高速发展的 FPGA 技术不相适应.学生难以把握时代发展潮流、认清行业发展脉络、明晰世界发展变局,因此很难从技术发展和社会需求的角度去构建个人的知识和能力体系.②教学手段单一,教学设计难以紧密贴合社会需求和行业发展,社会价值输送相对薄弱,与“新工科”建设要求和卓越工程师培养目标存在较大差距.学生难以把所学知识转化为内在的社会观、价值观,难以把课程学习融入到树立社会主义核心价值观和担当国家复兴大任的职业责任与荣誉感中去.

基于此,本研究以 FPGA 课程的教学改革为基础,探索以“校企共筑、协同育人”的形式,深度挖掘课程教学中的思政元素,研究校企联合开展课程思政建设、提升教学质量的途径和方法,从而解决传统的 FPGA 人才培养模式缺乏紧密贴合社会发展、行业发展的课程内容和教学手段,且与当前电子信息产业发展不相适应的问题,从而进一步建立在专业课程教学中实现本科学生工程能力、职业素养、科学精神和爱国情怀等素质融合发展的途径.

1 实施方略

1.1 课程建设历程

当前,数字芯片设计是衡量国家科技发展水平的核心竞争力之一,大力发展数字芯片产业,培养大批具有家国情怀、拥有社会责任感、专业基础雄厚、工程能力强且综合素质高的芯片人才是我国高校电子信息类专业本科教学的重要使命.西南大学电子信息工程学院秉承这一理念,紧扣当前蓬勃发展的人工智能、物联网和云计算行业对数字芯片人才的需求,创新“校企共筑、协同育人”的形式,联合中科微电子有限公司、英特尔 FPGA 中国创新中心等行业内领军企业,从培养卓越 FPGA 工程师出发,以 FPGA 原理及应用和 FPGA 实践训练课程为依托,深度挖掘课程内容与思政育人元素之间的结合点,并创造性地融入理论教学、行业讲座、实验竞赛、实践培训和专业实习等各个教学环节,在培养学生的课程认知和工程能力的同时,充分激发学生的责任意识和爱国情怀,从而达到建设“有温度、有思想”的 FPGA 课程.

西南大学电子信息工程学院对 FPGA 课程的建设历史悠久,且面向时代需求持续改进.早在 2003 年,学院就开设了可编程逻辑器件原理与应用课程,建设了 ZY13DSP12BD EDA 系列实验平台.2008 年,依托申报成功的校级实验教学示范中心,学院成立了 EDA 本科教学专业实验室.2014 年,为贯彻“卓越工程师教育培养计划”的国家工程教育战略,西南大学“数字电路-FPGA”课程组联合依元素科技有限公司建立了以 Anvyl FPGA 和 Xilinx ISE 为实验平台的“FPGA 本科教学实验室”,构建了面向电子信息类本科生的数字电子技术综合工程实践能力培养体系.2018 年,为了积极推进“新工科”建设,课程组进一步打造了理论教学与实验教学并重的 FPGA 原理及应用和 FPGA 实践训练配套课程,并依托产学研融合机制,联合阿吉毕科技有限公司建设了以 Basys 3 和 Vivado 为基础的 FPGA 实验平台.近两年来,为对标工程认证、建设一

流课程,提高学生的FPGA工程实践能力,课程组在“校企共筑、协同育人”的理念下,联合国科微电子有限公司、英特尔FPGA中国创新中心等行业内领军企业,对FPGA课程进行了全方位的教学设计和课程思政建设(图1)。



图1 西南大学和国科微电子有限公司、英特尔FPGA中国创新中心开展校企协同育人活动

1.2 总体目标

“校企共筑、协同育人”课程思政建设的总体目标包含了3个方面,即帮助学生达成知识目标、能力目标和情感目标。

1) 知识目标:以当前数字芯片行业为窗口,了解可编程逻辑器件的演进历程、硬件结构、行业市场和前沿技术;以行业标准和工程规范为基础,掌握硬件描述语言的语法规则和编程技术。

2) 能力目标:具备基于FPGA技术的数字芯片设计、仿真和调试能力;在专业竞赛和科学研究中培养构建复杂的、综合的数字电路系统的FPGA高级应用能力;面向人工智能、物联网和云计算等大型工程实践应用提供良好的FPGA知识和技能储备。

3) 情感目标:“愿得此身长报国”,帮助学生放眼世界,认清百年未有之大变局,从而建立课程学习的内生动力,将个人发展融入国家重大战略需求之中;“志之所趋,无远勿届”,帮助学生树立成为卓越工程师的远大目标,从而屏气凝神,实现自身工程能力和职业素养的“内涵式”发展;“业精于勤,行成于思”,帮助学生建立自主学习、合作学习和探究学习的能力,从而培养FPGA领域的学习型、创新型人才。

1.3 基本策略

1.3.1 产学一体,培养家国情怀

“以本为本”的教学,就是在教学的过程中首先要激发学生的内生动力,帮助学生弄懂基于专业知识背景下“为什么学”“学了有什么用”等关键问题。然而,在传统FPGA课堂上,师生共同缺乏行业企业背景,在课程教学上对当今社会需求和技术发展认识有限、理解不深,使得学生在大部分学习时间里只能面对脱节于社会需求、脱节于工程需要且生涩难懂的理论知识和电路代码,无法让学生产生自主研学的内生动力,更无法把自己当前的所学所得提升到行业需求和国家需要的高度。为此,在FPGA课程教学改革中,西南大学“数字电路-FPGA”课程组充分把握本科生的社会行业认知,从学生体验感的角度,把“家国情怀、社会责任感、国家使命感”的孕育通过“校企共筑、协同育人”的形式走进课堂。课程组在教学实践中设计了一些“校企协同”的环节,以期达到思政育人的目的:①邀请行业企业工程师和技术经理,开设宣讲课堂,把学生的学习目标对标国家需要、行业需求和企业聘任,让学生切身明白FPGA技术的学习意义;②邀请已参加工作的毕业生和已到企业实习的高年级学生,定期回校与正在上课的低年级学生开展课程沙龙,把家国情怀、职业发展和行业企业亲身经历落地到初学FPGA技术的学生上;③建设在线精品课程和校企交流群,重点解读课本以外、知识以外的工程背景,帮助学生理解生涩难懂的技术知识。

1.3.2 说古谈今,培养科学精神

在FPGA课程的理论教学上,课程组充分利用“校企共筑、协同育人”平台,从课程教学大纲的知识点出发,在工程实践中广泛收集FPGA技术发展、重要代表人物、工程问题解决方案和行业技术标准等4个方面的教学资料,深度挖掘思政元素,有机创作学科故事,让FPGA技术的学习更加兴趣化、工程化、发

展化. 通过学科故事, 让学生感受文化自信和民族自豪, 深刻认识科学技术的发展规律, 激发学生锐意创新、勇攀高峰的科学精神. 让学生从工程案例背后理解大国工匠精神, 明晰自我发展的卓越工程师目标, 激发学生艰苦奋斗、求实创新的科学精神.

1.3.3 工程实践, 培养兴趣能力

FPGA 课程作为电子信息类具有工程实践特色的专业课程, 动手操作无疑是增强学生体验感、激发学生兴趣度、提高学生对课程价值认识的关键途径. 课程组在本课程教学环节的规划上, 充分重视这一特性, 秉持“以学生为中心、理论与实验并举、教学和实践同行”的理念, 除了配套设置 FPGA 实践训练课程外, 还进一步利用“校企共筑、协同育人”机制, 从多角度、多层次打造实践环节, 让学生在工程实践体验中建立对 FPGA 技术的“相识、相知、相爱、相守”. 课程组与阿吉毕科技有限公司合作, 从学科竞赛出发, 打造支持学生参与全国大学生电子设计竞赛的 FPGA 核心板和 FPGA 竞赛培训课程, 让学生在学科竞赛中感受 FPGA 技术的魅力; 与英特尔 FPGA 中国创新中心合作, 建立学生校外专业实习基地, 让学生在行业导师的指导下、在工程实战的体验中提升职业发展的兴趣; 与国科微电子有限公司合作, 建立本科毕业生设计联合指导、工程硕士联合培养等机制, 让工程技术专家深度参与课程教学和指导, 让学生深度参与企业芯片设计和研发, 增强学生对 FPGA 技术的忠诚与热爱. 从而, 在工程实践和思政元素融合的角度上, 实现了人才培养的兴趣关爱、价值关爱和职业关爱, 让 FPGA 课堂成为了知识传授、能力培养和情感滋润的有机融合平台.

2 案例实践

从“校企共筑、协同育人”理念出发, 开展课程思政建设的关键是解决思政元素融入传统工科课程中出现的刻意、突兀等问题, 利用行业企业资源, 将贴近现实需求和工程应用的思想价值观贯穿于课程教学的各个环节之中, 使得工科的专业课教学也能“有血有肉”地贴近学生生活, 从而打造出“有温度、有思想”的 FPGA 课堂. 西南大学电子信息工程学院“数字电路-FPGA”课程组通过和国科微电子有限公司、英特尔 FPGA 中国创新中心等公司密切协作, 变革 FPGA 课程的教学大纲、教学内容、案例设计和工程实验等各个环节, 促进思政教育在 FPGA 课程教学中的有机融合, 以价值导向培育、职业发展指导为目的, 实现知识的显性教学和育人的隐性教育相统一, 进一步打造高质量的课程教学, 进一步推进“一流本科课程”的建设. 本文以课程教学中“序列检测器之状态机设计”一节为案例, 展示基于“校企共筑、协同育人”理念下思政教育融入 FPGA 课程教学的方法(图 2).

2.1 课程分析

根据课程教学大纲, “序列检测器之状态机设计”是 FPGA 原理及应用课程第六章“基本数字逻辑电路设计实例”第二节“时序逻辑电路 VHDL 描述”中的学习内容. 学生在掌握了 FPGA 技术中状态机的概念和特点, 理解了状态机编程包含的基本要素等知识后, 将进一步通过教学实例“序列检测器”, 来学习和实践基于状态机的 FPGA 设计方法. 目的是让学生在亲身分析和设计代码的过程中, 深刻理解和熟练掌握 FPGA 技术中状态机设计方法. 本节课的授课内容为后续基于 FPGA 的复杂时序逻辑电路分析与设计提供了理论基础和实践支撑. 因此, 本节课具有承前启后的作用, 是本章的重要内容之一.

本节课的教学重点是两进程的状态机描述方式, 教学难点是 FPGA 技术中利用状态机实现组合进程和时序进程的设计方法. 通过本节课的学习, 学生应该建立基于状态机的 FPGA 设计能力.

2.2 教学思路

为了更好地秉承“校企共筑、协同育人”理念, 实践现代工程教育的教学方法, 培养学生的工程实践能力和创新创造能力, 课程组确立了如图 2 所示的本节课教学思路.

1) 家国情怀的建立: 线上教学, 让企业人士谈行业现状, 让学生亲身了解社会需求, 培养其责任感与使命感. 企业技术经理讲述“序列检测器”在当今工业、军事等领域的工程应用、市场规模. 技术工程师举例讲解状态机设计方法在 FPGA 工程应用中的意义.

2) 科学精神的塑造: 课堂讲授, 利用所挖掘的科学故事等教学素材, 培养学生的价值观. 例如, 列举我国科研工作者为国家振兴而研制相控阵列雷达的故事, 来激励学生为国奋斗的学习热情. 课堂上开展研讨

式学习、相关知识点的学术论文剖析, 培养学生自主研学的习惯和方法。

3) 兴趣能力的培养: 动手实践, 学生在校企联合所建的 FPGA 专业实验室自主开展工程项目练习, 实践动手编程, 开展小组研讨, 切身体验所学状态机设计方法的优势和特点。授课教师和企业技术工程师在学生实验实践中, 利用线上线下沟通平台, 解读技术标准, 剖析关键代码, 布置课后任务, 让学生自主练习巩固。从而, 让学生在实践体验中建立对 FPGA 技术的兴趣, 切实增强 FPGA 技术的工程能力。



图 2 “序列检测器之状态机设计”一节的课程教学思路

2.3 教学方法

在“校企共筑、协同育人”教育理念指导下, 课程组规划了如表 1 所示的本节课的教学方法, 教师组织引导, 学生主动参与, 线上线下互动, 理论与实践并行, 从而构建起“以学生为中心、以思政教育为引导、价值理念与知识能力共育”的课程教学形式。

表 1 “序列检测器之状态机设计”一节的课程教学方法

步骤	教学方法	教学内容
1	产学育人、联系工程实践入题	引入授课内容
2	互动测试、复习总结	对学生前期知识水平的测试与巩固
3	产学育人、情景故事举例	介绍序列检测器的工程应用
4	学术论文研读、研学讨论	学习序列检测器基本原理
5	案例剖析、标准解读、研学讨论、重难点评析	FPGA 技术中状态机设计方法的课堂教学
6	自主实验、小组研讨、开展面向工程应用的实践	FPGA 技术中状态机设计方法的实验实践
7	利用线上资源开展课后练习	自主复习巩固课程内容

2.4 教学过程

按照上述的教学思路与方法, “序列检测器之状态机设计”一节的具体教学过程应该结合专业知识特点, 合理融入卓越工程师培养所需要的思政育人元素, 依托产学合作平台, 把价值引领、情感滋润有机地贯穿于课程教学的全过程之中, 形成如下的课程教学实践过程。

2.4.1 新课导入

当前 FPGA 技术的日新月异,是信息化工业发展推动的结果,是国家生产需求和社会生活需要的集中体现.利用校企合作,开发 FPGA 教学资源,以线上形式展示,向授课学生勾勒该技术发展的行业背景,从而引入新课.

所融入的思政元素:在新课的开启环节,引导学生从国家在信息化高新技术的行业竞争上,树立家国梦,认识到自己的社会责任和时代使命,激发科学报国的热情和信心.引导学生从 FPGA 技术的创新与发展历程,认识到科学的发展是一个曲折而艰辛的过程,技术的进步是具有反复性、无穷性的过程,从而帮助学生建立起正确的科学发展观和科学奋斗精神.

2.4.2 前期课程知识的测试与总结

课堂上现场测试前期课程所学内容:线下设问,线上作答,相关答卷现场展示和评析,以竞答方式调动学习兴趣.教师举例演绎学生熟知的“超级马里奥”角色如何开展状态机的设计方法,联系前期数字电路课程知识,复习总结状态机的概念以及状态机在时序逻辑电路设计上的优势.采用图表方式,分析归纳基于状态机描述的时序逻辑电路设计方法.设问展开小组课堂讨论,让学生在研讨中明晰:为什么两进程状态机和单进程状态机是当前最常用 FPGA 状态机设计方法.

所融入的思政元素:在前期所学知识的测试和复习环节中,利用案例引导和互动研学,启发学生对 FPGA 课程的兴趣,增强其学术志向.知识归纳总结的呈现和研学形式的开展,以实现学生的科学思维能力和自主学习能力的训练,培养学生的研学方法,倡导学生要善于总结和交流,在总结和交流中进行思考、优化、演变和创新.

2.4.3 序列检测器基本原理及工程应用介绍

利用校企合作开发的教学资源,以热点新闻“中美战机对抗”,引出序列检测器的工程应用场景,从而带领学生入题到本堂课的重点学习内容“序列检测器基本原理以及 FPGA 实现方法”.接下来,以学术论文为例,分析阐述序列检测器的基本原理.然后,再通过线上线下互动讨论的方式,和学生共同探讨利用 FPGA 状态机技术实现序列检测器的方法.

所融入的思政元素:展现当前复杂严峻的国际形势,用老一辈科研工作者为国家军事工业振兴而研制相控阵列雷达的故事来激励学生,号召学生勇于在电子信息领域攻坚克难、自强不息.以学术论文剖析介绍科学研究方法,激励学生在科研中精于观察、勤于思考、勇于创新.

2.4.4 FPGA 技术中状态机设计方法的课堂教学

这部分是课程的重难点内容,课程教学方式以学生为中心,以自主研学的体验式教学为主,让学生通过序列检测器实例的分析与设计,掌握 FPGA 技术中状态机的设计方法.首先,采用导读法,让学生通过自我阅读教材,小组相互研讨,共同思考、共同探讨利用 FPGA 两进程状态机描述方式实现序列检测器的设计方法.然后,教师对整体代码进行剖析,引入 HDL 语言描述的技术标准和行业规范,让学生对比自己的设计思路,理解所举例的标准代码.教师对 FPGA 技术中状态机设计方法的关键点、重难点逐个剖析,加深学生对该设计方法的理解.

所融入的思政元素:在此环节注重研学方法和研学态度的培养.在教师的指导下,帮助学生充分发挥主体作用,通过自我研学、相互交流、对比剖析来提高获取知识的学习能力,提高解决问题的创新能力,建立自主学习的态度和方法.将技术标准和行业规范引入课堂教学中,帮助学生建立职业修养观,培养学生的职业精神,逐渐形成自觉践行职业操守和行为规范的职业意识.

2.4.5 FPGA 技术中状态机设计方法的实验实践

西南大学“数字电路-FPGA”课程团队联合专业的 FPGA 公司编写了面向工程应用的“设计-实现”式《FPGA 实践训练实验指导书》.在教学实验室中,课程组已与阿吉毕科技有限公司等企业联合建设了以 Xilinx Basys3, Xilinx Nexys4, Xilinx Zynq7000 和清华紫光 Logos FPGA 等芯片为核心的多个系列 FPGA 硬件实验平台,形成了全方位、多层次满足课程实验实践的实验室条件.学生在本节课的课堂学习后,依托面向工程应用的、关于状态机编程的综合性设计实验,自主开展实践练习,利用小组研讨,在 FPGA 设计与调试中理解状态机设计方法,切身体验所讲状态机设计方法的优势和特点.

所融入的思政元素:通过理论知识的实验实践,培养学生的科学践行精神,建立学生理论联系实际的科学态度,建立学生知识联系实践的工程意识,让学生学会在工程实践中进行构思、设计和实现,并在实践中平衡、演化和创新。

2.4.6 课后练习,实现知识巩固与闭环教学

依托课程组联合FPGA公司在“超星学习通”线上平台所建设的FPGA原理及应用校级在线开放课程,布置课后任务,让学生通过线上自主练习,了解更多本节课所学知识涉及的工程问题案例和错误案例,从而深化巩固本节课所学到的FPGA技术中状态机设计方法的知识与技能。

所融入的思政元素:通过更多的线上资源,拓宽学生的行业眼界与工程经验,培养学生的科学发展观、社会主义核心价值观和职业精神。让学生认识所学知识和技能的社会应用和社会需求,激发科学报国的热情和信心,努力去付诸实践,同时将所建立的社会主义核心价值观外化于职业发展的自觉行动。另外,培养学生“终身学习”“自主学习”和“探究学习”的意识和能力,让学生在问题中思考,在讨论中学习,在自主实践中理解和掌握FPGA技术,从而建立起适应于现代工程实践理念的学习模式。

3 结论

在新工科理念下,开展一流本科课程的建设,就是要依托“校企共筑、协同育人”机制,将电子信息类专业本科人才的培养充分融入到国家发展、社会变革的潮流中去。西南大学“数字电路-FPGA”课程组在重庆市教育教学改革项目(课程思政专项)、西南大学教育教学改革项目等教改项目的支持下,以FPGA原理及应用等专业课程的思政教育改革为依托,探索“校企共筑、协同育人”的新形式,构建符合新工科理念的产学研合作共建课程,在“超星学习通”平台上建设了FPGA原理及应用西南大学在线开放课程,申报了线上线下混合式一流本科课程。FPGA课程改革的相关成果已经在西南大学2020级电子信息工程、通信工程专业本科教学中进行了实践和验证。从教务系统评教反馈的调研结果看,学生对课改后的FPGA课程平均满意度达到了94.29%,比往届课程评价提高7%。在今后的FPGA课程教学中,课程组将继续优化思政教育引导专业课教学的机制,凝练“校企共筑、协同育人”的实施方案,探索行业企业深度参与课程建设的方式,构建契合于工程专业思政教育的FPGA课程教学模式,并推广于其他工科专业的课程教学中,让广大工科学生受益。

参考文献:

- [1] 教育部. 教育部关于一流本科课程建设的实施意见 [EB/OL]. (2019-10-30)[2019-10-30]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191031_406269.html.
- [2] 人民日报评论员. 全力培养社会主义建设者和接班人——论学习贯彻习近平总书记全国教育大会重要讲话 [N]. 新华日报, 2018-09-15(3).
- [3] 冯建军. “培养什么人、怎样培养人、为谁培养人”的中国答案 [J]. 教育研究与实验, 2021(4): 1-10.
- [4] 马会, 康忠琳, 胡航. 意志力: 合作意识促进社会情感能力发展的关键 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2022, 44(6): 23-36.
- [5] 教育部等. 教育部等十部门关于印发《全面推进“大思政课”建设的工作方案》的通知 [EB/OL]. (2022-07-25)[2022-08-18]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A13/moe_772/202208/t20220818_653672.html.
- [6] 张俊忠, 韦维. 基于课程思政的高等代数教学研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2022, 47(10): 117-124.
- [7] 盛海林. 新工科背景下医药类院校高等数学教学模式的改革与实践 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2021, 46(8): 152-156.
- [8] 张智慧. “FPGA技术应用”课程的混合式教学实践研究 [J]. 工业和信息化教育, 2021(11): 28-31.
- [9] 刘涇, 朱玉玉, 韩宾, 等. “新工科”及工程教育专业认证背景下FPGA技术教学下移的研究与实践——以“数字电子技术基础”课程为例 [J]. 工业和信息化教育, 2020(8): 67-70, 74.
- [10] 徐锋, 龙惠民, 刘桂华. 基于CDIO工程教育理念的FPGA技术课程教学改革探索 [J]. 大学教育, 2018, 7(11): 64-66.
- [11] 梁焰. “课程思政”在理工科课程中的实践研究——以FPGA原理与应用设计课程为例 [J]. 教育现代化, 2019, 6(4): 159-161.
- [12] 王宁, 隋国荣, 贾宏志, 等. 思政元素在FPGA课程教学中的融合探索 [J]. 现代职业教育, 2022(25): 46-48.