

融入学科竞赛元素的“三融合”CDIO 创新人才培养改革与实践

刘新玉¹,王东云^{1*},高有堂²

(1.黄淮学院 智能制造学院,河南 驻马店 463000;2.黄淮学院 电子信息学院,河南 驻马店 463000)

摘 要:在中国制造业从低端模仿逐步升级迈向创新创造的时代背景下,培养下一代工程技术人才来应对越来越多的跨专业、跨学科问题已迫在眉睫。以新工科教育理念为指导,以学科竞赛为抓手,以创新人才培养为目标,针对学科竞赛如何融入新工科创新人才培养、新时代背景下如何培养新工科创新人才及新工科实践教学体系如何提升系统性等问题,构建以学科竞赛为抓手的人才培养新途径、创新“三融合”的CDIO工程教育新理念、建立“三层次六阶段”的螺旋式实践教学新模式,以期能为培养新工科创新人才提供参考和借鉴。

关键词:新工科;学科竞赛;CDIO工程教育;创新人才培养;实践教学

中图分类号:C961

文献标志码:A

文章编号:2096-000X(2023)S1-0139-05

Abstract: In the era of China's manufacturing industry upgrading from low-end imitation to innovation and creation, it is urgent to train the next generation of engineering and technical talents to cope with more and more interdisciplinary and interdisciplinary problems. The study is guided by the concept of emerging engineering education. We take discipline competition as the focus, and innovative talent training as the goal. The aim is to integrate discipline competition into the training of innovative talents in emerging engineering education, train innovative talents in emerging engineering education under the new era background, and improve the systematicness of the practical teaching system of emerging engineering education. We have constructed a new way of discipline competition to focus on talent training, innovated the new concept of "three integration" CDIO engineering education, and a new spiral practical teaching mode of "three levels and six stages" has been established, which has played an exemplary role in training innovative talents in new engineering disciplines.

Keywords: emerging engineering education; discipline competition; CDIO engineering education; innovative talent training; practical teaching

新工科创新人才培养是主动应对新一轮科技革命和产业变革的有力抓手,事关我国创新驱动发展战略大局。大力培育支撑中国制造、中国创造的创新人才队伍迫在眉睫。当前,我国正处在建设创新型国家的关键历史时期,培养大批具有创新精神的优秀人才,造就有利于人才辈出的良好环境,充分发挥科技人才的积极性、主动性、创造性,是建设创新型国家的战略举措。高等学校承担着人才培养、科学研究、社会服务和文化传承创新等任务,而其根本任务还在于人才培养,特别是创新人才培养,对于深入实施人才强国和创新驱动战略,加快经济文化强国建设具有重要意义。

利用学科竞赛推进新工科创新人才培养研究由来已久。但是学科竞赛目前的研究大多聚焦在竞赛活动类

别、区域覆盖影响力、层次级别的科学排序,以及竞赛活动本身的改善与评价上^[1-3],缺乏学科竞赛知识元素提炼、人才能力素质培养与课程模块的内涵联系。尽管也有越来越多的学者着重研究如何通过学科竞赛更好地促进创新人才的培养及其途径,如庞留勇等^[4]、王晓勇等^[5]、张占东等^[6]从通过修订创新人才培养方案、竞赛保障制度的制定、建设学科竞赛指导队伍等多种途径为学科竞赛搭建平台,促使学科竞赛成为高校创新人才培养的一条有效途径。但是如何进一步将竞赛涉及知识元素、能力培养、课程模块改革等融入人才培养方案和全过程育人还需深入探讨。

以新工科教育理念为指导,以学科竞赛为抓手,以创新人才培养为目标,在新工科创新人才培养中紧扣时

基金项目:河南省高等教育教学改革研究与实践项目“以学科竞赛为抓手推进创新型人才培养的改革与实践——以全国大学生电子设计竞赛为例”(2019SJGLX025)、“基于EIP-CDIO工程教育的电子信息硕士新工程师人才培养改革与实践”(2021SJGLX251Y);河南省本科高校研究性教学改革研究与实践项目“机器人课程‘五位一体’研究性教学模式的探索与实践”(2022SYJXLX109);河南省研究生教育改革与质量提升工程项目“控制工程实践”(YJS2022AL142)

第一作者简介:刘新玉(1987-),男,汉族,河南驻马店人,博士,副教授,硕士研究生导师。研究方向为自动化。

*通信作者:王东云(1964-),男,汉族,湖南津市人,博士,教授,副校长。研究方向为自动化。

代脉搏,解决学科竞赛如何融入新工科创新人才培养、新时代背景下如何培养新工科创新人才以及新工科实践教学体系如何提升系统性等问题。通过对46项学科竞赛主要涉及的知识能力元素列表进行梳理分析,构建了以学科竞赛为抓手的人才培养途径,创新了“三融合”的CDIO工程教育理念,建立了“三层次六阶段”的螺旋式实践教学模式,实施了融入学科竞赛元素的“三融合”CDIO创新人才培养教育教学改革,为培养新工科创新人才起到了示范作用。

一 新工科创新人才培养存在问题

大学生学科竞赛是检验学生运用所学知识,解决复杂工程问题能力的教学环节,也是提升学生协作精神与创新能力的很好的平台,因此受到了不同层次、不同类别院校的高度重视,在新工科创新人才培养中起到了重要作用。但是学科竞赛如何融入新工科创新人才培养、新时代背景下如何培养新工科创新人才、新工科实践教学体系如何提升系统性等问题的存在使学科竞赛难以融入到新工科创新人才培养中。

(一) 学科竞赛如何融入新工科创新人才培养的问题

随着大学生学科竞赛项目的增加,部分学科竞赛“表演化”趋势日渐呈现,不能凸显一个“教”字,不利于创新人才的培养,达不到“以赛促教、以赛促学、以赛促改、以赛促建”的目的,因此建立有效完善的学科竞赛质量评价体系 and 科学合理的奖励机制成为高校管理的迫切需求。

(二) 新时代背景下如何培养新工科创新人才的问题

工程项目的成功,不仅靠技术先进和管理卓越,还要依赖于对人性的理解,对美好的追求,艺术、美学也不可或缺^[7]。同时还需要考虑跨文化融合、价值观、环境等

因素。如何培养新一代新工科创新人才,应对跨专业、跨学科人才培养是新时代工程教育亟待解决的问题。

(三) 新工科实践教学体系如何提升系统性的问题

在新工科创新人才培养中,工程实践能力与创新能力的培养缺乏层次性、递进性与系统性。同时,现有的实践教学环节和内容与当前的科技、经济社会发展存在着脱节问题,不能很好地体现适应性。这些问题不利于学生工程意识、工程素养的培养,导致大学生工程实践能力不足,创新能力较弱。

二 新工科创新人才培养体系构建

针对新工科创新人才培养问题,定位国家创新人才需求战略找需求、梳理高校教育教学改革问题找痛点、理清创新人才培养理念模式找方法、开展高校学科竞赛水平评价找抓手和构建“三层次六阶段”实践教学找关键,构建了以学科竞赛为抓手的人才培养新途径,创新了“三融合”CDIO的工程教育新理念,建立了“三层次六阶段”螺旋式实践教学新模式,以期能够为培养新时代新工科创新人才提供参考和借鉴。图1为融入学科竞赛元素的“三融合”CDIO创新人才培养体系示意图。

(一) 将学科竞赛元素融入教育教学,解决学科竞赛如何融入新工科创新人才培养的问题

新工科创新人才是适应并满足未来新兴产业和新经济需要的,具有更强实践能力、创新能力、国际竞争力的高素质、复合型人才^[8],学科竞赛是锻炼人智力的、超出课本范畴的大学生创新实践能力提升的实践平台^[9]。学科竞赛拥有较强的实践锻炼能力,将会为新工科创新人才培养提供有力抓手,因此将学科竞赛元素融入教育教学将能有效解决学科竞赛如何融入新工科创新人才培养的问题。

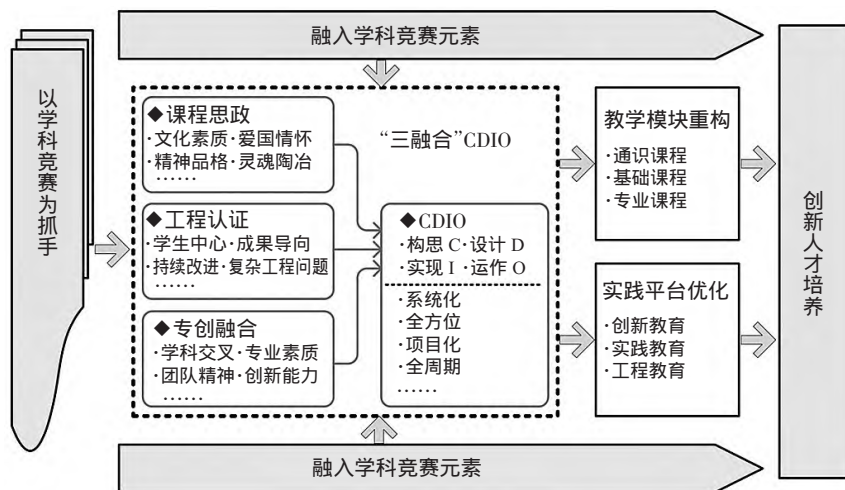


图1 融入学科竞赛元素的“三融合”CDIO创新人才培养体系示意图

实施“政府主办,学生主体,教师主导,社会参与”的高校学科竞赛“十六字”方针,重构学科竞赛的评价指标

体系,采用质量评价层次分析数学模型,运用聚类分析方法划分了学科竞赛等级,制定了科学合理的学科竞赛

奖励办法^[4]。通过对高校学科竞赛的评估与排名,推动高校实施高水平的学科竞赛,将学科竞赛的元素融入人才培养模式、教学方法、教学内容等的教育教学改革之中,让学科竞赛在创新人才培养中起到促进作用。图2为学科竞赛元素融入教学流程图。

通过梳理学科竞赛“拓宽视野、分析问题、独立思考、社会责任、激发兴趣、沟通协调、设计开发、创新创业、研判分析、创新规划、团队合作、前沿探索”12项元素,构建能力构成矩阵列表,得到竞赛元素对能力提升的贡献度和知识覆盖面,融入通识教学、基础教学、专业教学模块和实践教育、创新教育、工程教育平台,实现了课程体系重组重构^[10],构建出“梳理竞赛元素→构建能力矩阵→贡献度的计算→重构教学模块→优化实践平台→提升创新能力”以学科竞赛为抓手的人才培养新途径。

(二) 将“三融合”CDIO新理念融入工程教育,解决新时代背景下如何培养新工科创新人才的问题

CDIO工程教育模式是将构思(Conceive)、设计(De-

sign)、实现(Implement)和运作(Operate)融入到了工程创新人才培养中,以产品研发到产品运行的生命周期为载体,培养学生的“做中学”主动实践能力^[11]。当将CDIO工程教育模式引入到国内时,为了弥补CDIO理念在职业化和职业道德方面教育的欠缺,汕头大学提出将EIP,即道德(Ethics)、诚信(Integrity)、职业化(Professionalism)和CDIO相结合的EIP-CDIO培养新模式,在CDIO培养模式改革中,同时强调职业道德的重要性^[7]。

在CDIO工程教育模式与地方性应用型本科的融合实践中,尤其是与新工科、工程教育专业认证、课程思政及一流课程、一流专业建设等一系列新思想、新理念、新举措的碰撞中,逐渐形成“系统化教学、全方位培养、持续性改进”的“三融合”CDIO新理念。相比于CDIO理念,“三融合”CDIO新理念将课程思政、工程认证、专创融合融入传统的CDIO工程教育之中,以培养学生创新思维、创新实践能力、工程人文素养。图3为“三融合”CDIO工程教育示意图。

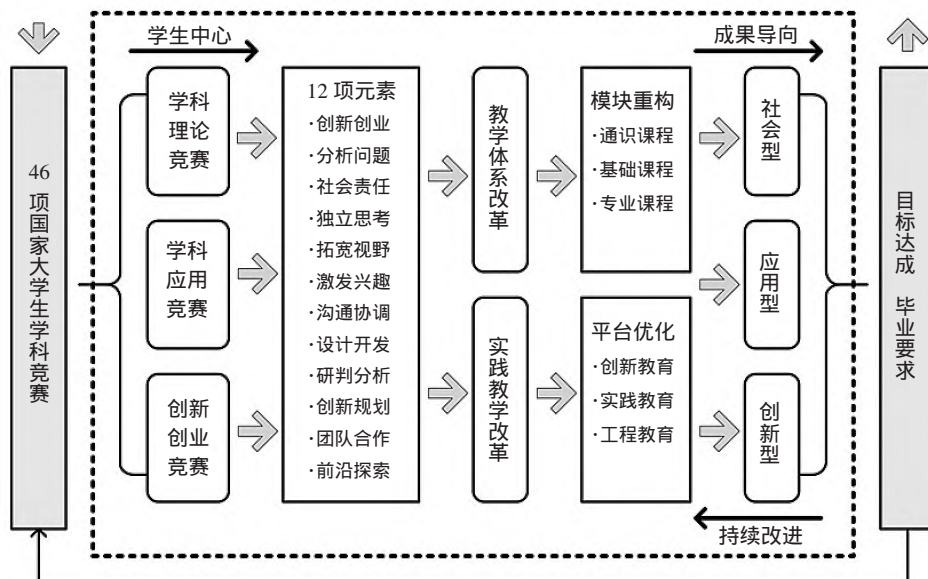


图2 学科竞赛元素融入教学流程图

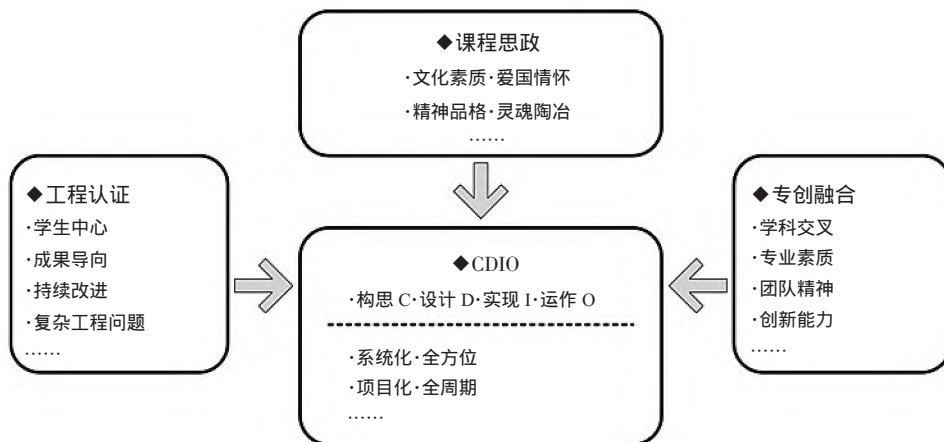


图3 “三融合”CDIO工程教育示意图

在“三融合”CDIO工程教育理念指导下,把课程思政、工程认证、专创融合的核心理念融入教育全过程,将复杂工程问题、工程伦理、思政元素、学科交叉和持续改进等因素与教学项目设计有机衔接,注重知识应用、突出工程能力、强化人文素养和增强创新意识培养。实施将技术、职业与人文等要素融入一个项目中交织进行训练的案例教学设计。在项目实施过程中,让学生基于项目、基于问题,通过案例进行主动探究式学习,解决新时代背景下如何培养新工科创新人才的问题。

(三) 构建“三层次六阶段”螺旋式实践教学模式,解决新工科实践教学体系如何提升系统性的问题

“多能引入、项目教学、能力提升”。通过学科竞赛活动不仅能看出大学生对理论基础知识的掌握,而且可以训练其实践创新能力。在平时教学过程中,通过课内课外实践活动或者实践工程项目,来检验学生运用所学知识解决工程和复杂实际问题的能力,同时其也是培养学生团队合作精神、创新能力的很好的平台,所以必须强化实践创新能力,加大实践教学模式改革。基于此,构建了基础训练、工程实训、学研创新三层次和基础实验、开放实验、高阶实训、学科竞赛、技能提升、学研开发六阶段的“三层次六阶段”实践教学模式,如图4所示。

把学科竞赛中梳理的项目设计元素融入实践模块,结合实践课程实训内容对实践教育平台课程及实践环节进行融合改造,实现培养学生综合分析能力、专业技能提升和团队协作的教学目的,利用学科竞赛、项目引领、综合设计等环节推进学生动手能力^[12]。整合校内外实验实践实训资源,通过基础训练、工程实训、学研创新三层次实践教学(简称“三层次”),开展基础实验、开放实验、高阶实训、学科竞赛、技能提升、学研开发六阶段螺旋式的教学进程(简称“六阶段”),搭建面向工程类专业“三层次六阶段”的实践教学新模式,提升实践教学体系的系统性。

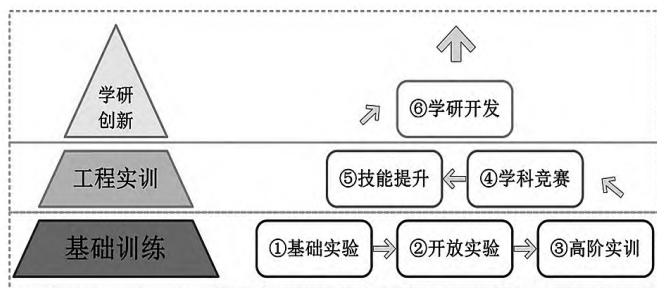


图4 “三层次六阶段”螺旋式实践教学模式

三 新工科创新人才培养改革成效

黄淮学院是国家应用型改革战略试点本科院校,在应用型人才培养与改革实践方面具有丰富经验与深厚基础。通过实施融入学科竞赛元素的“三融合”CDIO创

新人才培养改革与实践,学校在“互联网+”“挑战杯”、全国大学生电子设计竞赛和数学建模竞赛等学科竞赛、创新创业中取得了丰硕的成绩,涌现出了像邵帅、王健乐等优秀创新创业人才,其中邵帅入选2019年福布斯中国30位30岁以下精英榜。此外,黄淮学院连续承办了八届产教融合发展战略国际论坛,在大会上多次介绍了学校创新人才培养的先进经验,受到了与会专家和同行的广泛赞誉。更重要的是,依据该研究成果,河南省教育厅出台了《关于加强普通高等学校大学生学科竞赛工作的指导意见》文件;发布了《2021年度河南省普通高校大学生竞赛白皮书》;完成了“河南省学科竞赛信息化管理平台”的搭建和应用,规范和完善了全省学科竞赛的管理。

(一) 以“三融合”CDIO理念为指导推进教学课程组建设,创新教学组织形式

课程组负责制是围绕教学目标,以课程组负责人为主,形成教学梯队,均衡配置课程组成员的职称、年龄、教学经验的结构,协同开展和实施教学、教改等活动。课程组负责制可以弥补不同教师因教学风格、思维方式及知识结构存在差异而导致学生课程整体目标达成度不齐的问题。应用融入学科竞赛元素的“三融合”CDIO创新人才培养的研究成果,以学科竞赛为抓手,梳理了竞赛学科知识元素与人才培养能力要求的关系,重构了课程知识模块,在此科学研究基础上开展教学课程组建设,将课程组教师的能力特点对应到知识元素与能力矩阵关系中去。下面以黄淮学院“控制学科课程组”的工作为例加以说明。

该课程组改变传统的主讲教师责任制的课程教学与备课方式,实行课程组负责制,将原有自动控制原理、单片机与电机控制技术、PLC应用技术等控制学科课程体系的理论与实验教学内容重新规划,创新教学组织形式,加强了课程组教师教学方法相互了解与教学内容的互通,整合了学科现有优势教育资源,加快了学校优秀教师教学与资源的经验推广,缩短了青年教师培育时间,间接提高了学校人才培养质量,取得了自动控制原理省级混合式一流课程、电机与拖动省级线上一流课程、工业机器人工程应用省级虚拟仿真一流课程等诸多荣誉。在实际教学过程中,结合学科竞赛知识能力矩阵关系,实行课程组教学,丰富了教学形式,创新了以不同教师开展不同项目案例的模式。通过学科竞赛知识元素将课程进行能力培养模块化分类,如将自动控制原理分为自动控制原理基础知识教学模块、自动控制原理分析和设计方法教学模块、自动控制原理控制装置或控制器应用教学模块等,改变传统的自动控制原理课程教学以

单一教师讲解为主的理论教学模式,把控制类课程群的理论和实验教学进行重构,对实验教学采用“电子竞赛开发板+自动控制原理实验箱+MATLAB 仿真”相结合的方式,可以通过连接相应器件和执行机构,在可搭建模型基础上通过观察示波器等测量设备观测和记录实验效果,实现验证性、自主性、开放性和创新性的有机结合的实验教学模式,起到综合与创新的实验效果。

(二) 以“三融合”CDIO 理念为指导推进科研团队建设,丰富教学活动形式

在融入学科竞赛元素的“三融合”CDIO 理念指导下,以学科竞赛为载体,推进教学科研团队的创新组织建设是丰富教学活动形式与创新人才培养教学模式改革的又一项重要内容。以学科竞赛为抓手,推动专业教育和创新创业教育相融合,推动专业教师在教学过程中合理有序地将创新创业理念融入课程章节与知识点,以及创新创业教师在双创教学中融入专业元素,着力塑造学生专业思想与精神、创新创业意识与品质,将创新创业教育融入人才培养全过程。下面以黄淮学院智能脑机交互项目团队为例。

该团队以河南省智能脑机交互设备实验室为平台,团队成员包含2位教授、2位副教授、多位讲师,学生团队每年招入6~10名新生,最终形成包含24~40名实验室人员的项目团队。黄淮学院智能脑机交互项目团队建设的目的是围绕脑科学的研究成果提升学生创新实践能力,通过竞赛成果与科研学习提升学生科学研究素养与科研团队建设水平。另外,脑科学的研究成果方便引入课堂并实现快速高效学习,一方面使学生通过加入科研团队参与项目,学习专业领域知识;另一方面,通过脑科学的研究,使学生了解大脑生物学机理。最后,通过科研过程的积累与学习,开展多种形式的实践创新提升活动,当然包含学科竞赛等竞赛活动。在丰富教学活动促进教学改革上,采用课题组每周科研汇报,教学方法手段上以项目式教学手段为主。另外,从学科理论型竞赛梳理知识点,融入脑科学知识基础和专业理论教育模块,从创新实践型竞赛中梳理竞赛知识元素,融入专业系统开发能力模块、创新和实践教育平台,重构学科理论教学和项目实践教学体系,实现项目应用、创新和工程开发成效。在2018—2022年大学生学科竞赛中,该团队表现卓越,在各级各类学科竞赛中获奖60余次,先后获得“互联网+”国赛铜奖、全国大学生电子设计竞赛国赛二等奖、“蓝桥杯”国赛一等奖、全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛三等奖、全国大学生嵌入式芯片与系统设计竞赛三等奖、“挑战杯”省赛金奖、“互联网+”省

赛一等奖和省高等学校物联网设计大赛特等奖等,同时还入选了团中央“创青春”中国青年创新创业项目“攀登计划”等。

四 结束语

针对新工科创新人才培养中,学科竞赛如何融入新工科创新人才培养、新时代背景下如何培养新工科创新人才以及新工科实践教学体系如何提升系统性等问题,实施了融入学科竞赛元素的“三融合”CDIO 创新人才培养改革与实践。以新工科工程教育理念为指导、以学科竞赛为抓手、以创新人才培养为目标,聚焦新时代背景下新工科创新人才培养,从新工科创新人才培养存在的问题、新工科创新人才培养体系构建和新工科创新人才培养改革案例三个层次进行了探讨和论述,构建了以学科竞赛为抓手的人才培养新途径、创新了“三融合”CDIO 的工程教育新理念、建立了“多层次六阶段”螺旋式实践教学新模式,以期能为新工科创新人才培养提供有益借鉴。

参考文献:

- [1] 陆国栋, 吴英策, 陈临强, 等. 基于主客观综合的高校大学生竞赛质量评价探索——以44项全国高校大学生竞赛项目为例[J]. 中国高教研究, 2019(5): 76-81, 87.
- [2] 陆国栋, 陈临强, 何钦铭, 等. 高校学科竞赛评估: 思路、方法和探索[J]. 中国高教研究, 2018(2): 63, 68, 74.
- [3] 柏连阳, 蒋建初, 盛正发. 基于学科竞赛的新建本科院校技术创新人才培养探析[J]. 中国高教研究, 2010(8): 65-67.
- [4] 庞留勇, 王东云. 学科竞赛质量评价及开展水平方法的探索[J]. 高教学刊, 2021, 7(33): 19-22, 26.
- [5] 王晓勇, 俞松坤. 以学科竞赛引领创新人才培养[J]. 中国大学教学, 2007(12): 59-60.
- [6] 张占东, 高颜萌, 张楠, 等. 以学科竞赛推进地方高校“新工科”创新型人才培养的思考[J]. 大学教育, 2020(4): 148-150.
- [7] 卢莉蓉, 牛晓东, 陈俊梅. 新工科背景下基于EIP-CDIO模式的生物医学传感器课程教学探索与实践[J]. 高教学刊, 2022, 8(20): 112-115.
- [8] 王书亭, 谢远龙, 尹周平, 等. 面向新工科的智能制造创新人才培养体系构建与实践[J]. 高等工程教育研究, 2022(5): 12-18.
- [9] 王东云, 高有堂. 电子竞赛引领高校学科专业建设和教学改革的探索与实践[J]. 中国电化教育, 2021(10): 后插10.
- [10] 高有堂, 王东云, 薛冬梅, 等. 融入学科竞赛知识体系和元素的课程体系研究与重构[J]. 教育教学论坛, 2021(39): 5-11.
- [11] 康全礼, 丁飞己. 中国CDIO工程教育模式研究的回顾与反思[J]. 高等工程教育研究, 2016(4): 40-46.
- [12] 王东云, 张水潮, 高有堂, 等. 引入学科竞赛知识元素的教育教学改革研究与探索[J]. 高教学刊, 2021, 7(32): 1-7, 11.