

“三协同、两融合”新工科人才培养机制与实践

王会娟^{1*}, 赵顺波^{1,2}, 张 昂¹, 王卫玲¹, 马晓芳¹

¹中原科技学院土木工程学院, 河南 许昌

²华北水利水电大学土木与交通学院, 河南 郑州

收稿日期: 2026年1月5日; 录用日期: 2026年2月5日; 发布日期: 2026年2月12日

摘要

在智慧赋能土建行业背景下, 对新工科高技能应用创新复合型人才的需求日益迫切, 对传统土建人才培养模式产生了颠覆性冲击。本文以系统育人观为指导, 构建“三协同、两融合”新工科人才培养机制。通过“教研协同”构建知识创新链, 实现教学内容前沿化与科研成果教学反哺; 通过“教赛协同”构建能力生成链, 推动课堂教学与竞赛实践双向驱动; 通过“赛研协同”构建创新实践链, 促进科研问题从竞赛中提炼、科研成果向竞赛转化。同时, 深化“产业发展与科学研究、专业建设与产业链”两融合, 建立“科研 - 技术 - 应用”校企联动创新机制, 以打通“课堂 - 企业 - 岗位”的育人通道, 实现了教育、人才、产业与创新的多链条精准对接。

关键词

新工科, 人才培养, 土建行业, 育人机制, 协同融合

Mechanism of Three Collaborations and Two Integrations for New Engineering Talent Cultivation and Its Practice

Huijuan Wang^{1*}, Shunbo Zhao^{1,2}, Ang Zhang¹, Weiling Wang¹, Xiaofang Ma¹

¹School of Civil Engineering, Zhongyuan Institute of Science and Technology, Xuchang Henan

²School of Civil Engineering and Transportation, North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou Henan

Received: January 5, 2026; accepted: February 5, 2026; published: February 12, 2026

*通讯作者。

Abstract

Under the background of intelligent empowerment for civil engineering industry, the demand is becoming urgent for compound talents having high-skilled, applied innovative ability in new engineering discipline, bring about a disruptive impact on the traditional talent cultivation model. Guided by the concept of systematic education, this paper constructs a new mechanism for engineering talent cultivation featuring three collaborations and two integrations. The teaching and research collaboration serves to build a knowledge innovation chain to achieve the frontiers in teaching content and feedback the scientific research achievements to teaching. The teaching-competition collaboration serves to build a capability generation chain to promote the two-way drive of classroom teaching and competition practice. The competition and research collaboration serves to build an innovation practice chain to promote the refinement of scientific research problems from competitions and transform the scientific research achievements into competitions. Meanwhile, the integrations of universities and enterprises, discipline construction and industrial chains are deepened to establish a university-enterprise linkage innovation mechanism of research, technology and application, and open up the education channel of classroom, enterprise and position, achieving precise multi-chain connection of education, talent, industry and innovation.

Keywords

New Engineering Discipline, Talent Cultivation, Civil Engineering Industry, Educational Mechanism, Collaboration and Integration

Copyright © 2026 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

当前,以人工智能、大数据、物联网为代表的第四次科技革命正深刻重塑全球产业格局,驱动建筑行业向数字化、智能化、绿色化深度转型[1]。这一变革对工程科技人才的知识结构、能力素质与创新精神提出了前所未有的要求,需具备跨学科、强实践、懂智能、能创新、重价值的复合型特征[2]。在此背景下,新工科建设作为我国高等工程教育主动应对产业变革的战略举措,核心在于培养能够适应并引领未来产业发展、具备可持续竞争力的卓越工程人才[1][3]。然而,传统的土建类专业人才培养体系,在目标定位、支撑体系与协同机制等方面,与快速迭代的行业需求之间存在显著脱节,存在着培养模式同质化、学科交叉融合浅表化、产教协同育人机制松散等问题,难以有效支撑行业的转型升级[2][4]。因此,探索并构建一种能够系统整合资源、深度促进融合、有效激发创新的新工科人才培养模式,成为了工程教育改革的重要课题。

新工科人才培养的突破,关键在于打破传统育人环节间的壁垒,实现知识传授、能力培养与价值塑造的有机统一。其中,“教研协同”是驱动教学内涵更新与学术创新能力提升的核心引擎。研究表明,将前沿科研成果反哺课堂教学,同时将教学实践中凝练的科学问题导向科研探索,能够构建“以教促研、以研哺教”的良性循环,有效提升课程的前沿性与教师的育人能力[5]。与此同时,“教赛协同”为将理论知识转化为解决复杂工程问题的实践能力提供了关键路径。通过将学科竞赛项目与课程教学内容深度融合,设计“以教助赛、以赛促学”的能力生成链,能够显著激发学生的学习主动性与创新潜能,实现从

知识接受到能力生成的有效跨越[6][7]。进一步地，“赛研协同”则搭建了连接创新实践与科研探索的桥梁。学科竞赛中涌现的现实问题可为科研提供命题思路，而成熟的科研成果又可赋能竞赛作品的技术深度，形成“以赛寻研、以研促赛”的创新增值效应[8]。因此，教学、科研、学科竞赛三要素并非孤立存在，其高效联动与协同共生，即教研赛协同，已被证明是培养新工科人才创新意识和实践能力的有效范式，能够形成资源共享、优势互补、螺旋上升的育人生态[9]。

然而，高校内部育人机制的优化，仍需置于更广阔的产教融合生态中方能释放最大效能。深化“校企融合”，是确保人才培养供给侧与产业需求侧紧密对接的根本保障[3][10]。这要求高校必须超越简单的实习基地合作，在课程体系开发、实践平台共建、师资队伍共享、技术攻关共研等方面与企业开展深层次、制度化的协作[11]。最终应落脚于“产业发展与科学研究、专业建设与产业链的融合”，即推动专业群结构、人才培养规格、教学内容与方法主动适应并适度引领区域产业链的发展需求，实现教育链、人才链与产业链、创新链的有机衔接[12]。目前，在协同育人或产教融合的某一维度已开展较多研究并取得成果，但在如何构建一个顶层设计系统、核心要素协同、内外机制贯通的一体化人才培养体系，特别是面向智慧赋能土建行业升级培养新工科人才方面，尚缺乏兼具理论与实操的整合性研究。

为此，本文聚焦于土建行业新工科人才培养中存在的体系性不足与协同性薄弱问题，提出并构建了“三协同、两融合”的系统性人才培养新机制，以期为破解传统工科专业转型升级过程中应用创新型人才培养的难题，提供一套可借鉴、可推广的理论框架与实践方案。

2. “三协同、两融合”新工科人才培养机制的构建

根据智慧赋能土建行业转型升级对新工科高技能应用创新复合型人才的需求，以系统育人观为指导，按照跨学科、强实践、懂智能、能创新、重价值的基本原则，力求克服传统土建类专业人才培养体系与行业需求匹配度不足、目标定位不清、体系支撑不足、协同机制缺失等问题，在整合平台资源、师资队伍、教学内容、环境手段、效果评价的“五维支撑”体系下[13]，将“教学、科研、学科竞赛”三方协同联动，建立成果互哺、能力互促、资源互联的协同转化机制；同时，深化：产业发展与科学研究、专业建设与产业链的双向融合，实现教育链、人才链、产业链、创新链的精准对接，为新工科人才培养构建真实场景。“三协同、两融合”新工科人才培养机制的架构见图1。

3. “教学、科研、学科竞赛”三元协同内涵分析

教学是知识传授的主形式，科研是创新思维培养的有力途径，学科竞赛是实践能力提升的有效途径，将教学、科研、学科竞赛协同融入人才培养，有助于实现教学创新、科研突破与学科竞赛成果的循环转化与综合提升，能够有效促进教学质量提升、科研成果转化及学生创新意识与实践能力的全面发展。

3.1. 以教促研、以研哺教，构建“教研协同”的知识创新链

教学与科研的协同发展是实现新工科人才培养内涵式提升的核心环节。“以教促研、以研哺教”的机制，有助于打通知识传播与知识创新的通道，形成教学内容更新与科研成果转化的良性循环。首先，以教促研体现了教师在教学中的科研驱动功能，教师在课堂教学中不仅传授基础理论和技术原理，更应根据行业需求、国家战略和工程发展趋势，主动将教学问题转化为科研问题，从教学中发现科研方向，从工程实践中凝练科学问题，以推动科研选题更加贴近行业实际、服务社会需求。其次，以研哺教强调科研成果对教学的反哺作用，将最新研究成果、行业标准、工程案例、技术突破等融入教学过程，实现课程内容的前沿化与实践化。例如，在《智能施工技术》《建筑信息模型应用》《建筑机器人原理》等课程中，教师可结合自身科研成果讲解AI施工调度算法、数字孪生工地系统、BIM参数化设计案例等，

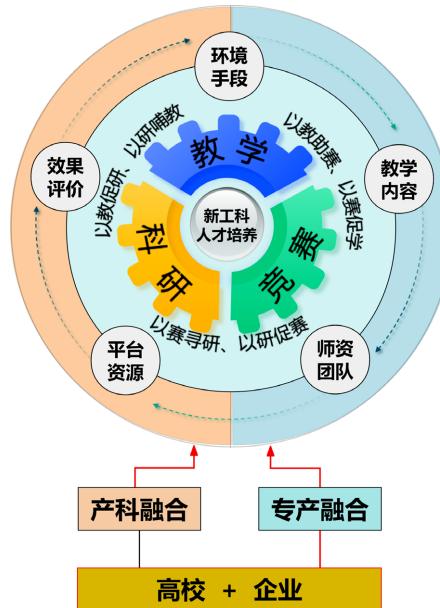


Figure 1. The framework of the “Three Synergies and Two Integrations” talent cultivation mechanism for new engineering under the “Five-Dimensional Support” system

图 1. “五维支撑”下“三协同、两融合”新工科人才培养机制架构图

使学生在课堂上即可接触到行业最前沿的知识与技术，提升课程的创新性与工程适应性。科研成果的融入，不仅丰富了教学内容，也促进了教学方法的革新，在这一过程中，科研不仅是知识创新的源泉，更是教学质量提升的重要驱动力。教师通过科研活动不断总结教学经验，反思教学方法，优化教学内容结构，形成科学研究反哺课堂教学的持续机制。最终，实现教师科研水平提升、教学质量提升与学生创新能力提升的三重共赢，构建起以知识创新驱动教学创新的智能建造教研协同机制。

3.2. 以教助赛、以赛促学，构建“教赛协同”的能力生成链

教赛协同是将课堂教学与学科竞赛深度融合的重要路径，是高技能应用创新型人才能力生成与综合素质提升的有效手段。以教助赛强调教学对竞赛的引领与支撑作用，教师在课程教学中，不仅传授理论知识，还以创新意识与工程思维培养为目标，为学生参与各类学科竞赛提供知识储备与方法指导。通过设置与竞赛内容相关的课程模块、实践课题和案例教学，如 BIM 建模、智慧工地管理、AI 施工优化、建筑机器人应用等，使学生在课堂中提前接触竞赛知识体系，积累应用经验，通过模拟竞赛等活动，让学生在学习过程中逐步适应竞赛思维和团队协作节奏，形成“教学引导、能力积累、竞赛突破”的递进路径。同时，学科竞赛是理论知识与工程实践的“交汇点”，学生在竞赛中不仅要理解原理、算法逻辑，更要面对实际问题并给出创新解决方案，从而驱动促使学生主动查阅文献、学习新技术、分析新问题、构建新模型，显著提高了其自主学习和创新研究的能力。竞赛过程中的实时反馈、结果展示与多方评审，也促使学生反思学习方法、完善技术方案、拓展专业视野，最终实现“以赛促学”的持续成长。通过“以教助赛、以赛促学”，教学成为竞赛的理论支撑，竞赛成为教学的能力延伸，形成了教学与竞赛相互促进、双向驱动的动态。

3.3. 以赛寻研、以研促赛，构建“赛研协同”的创新实践链

赛研协同是实现科技创新、教学创新与工程创新融合发展的关键机制。通过学科竞赛引导科研方向，以科研成果反哺竞赛训练，能够有效实现理论创新与技术创新的双向驱动。以赛寻研是科研选题与方向

创新的重要来源。近年来,教育部大力推动以学科竞赛促进新工科建设,全国大学生竞赛体系持续优化,新增的智能建造、数字孪生、建筑机器人、AI 算法、节能减排等领域赛事,为教师科研提供了丰富的现实问题与应用场景。这些竞赛题目往往源自行业痛点、工程难题和前沿技术需求,教师在指导学生竞赛的过程中,能够从实际案例中发现新的科研问题,凝练新的研究方向,实现“以赛寻研”。以研促赛强调科研成果对竞赛创新能力的支撑。教师可将科研成果转化成竞赛训练资源,将研究成果嵌入竞赛项目指导中,如将自主研发的智能建造算法平台、施工监测系统或 BIM 数据库作为学生竞赛工具,帮助学生在技术实现上取得优势。同时,科研活动中的研究思维、问题求解方法与创新实验成果,能提升学生的系统分析与创新设计能力,使竞赛作品更具技术深度与工程价值。通过科研资源对竞赛的支持,学生在竞赛中不仅“比技能”,更能“比创新”,实现从“赛中学习”到“赛中创新”的跃升。

4. “产业发展与科学研究、专业建设与产业链”两融合育人内涵分析

新一轮科技革命和智慧智能技术的迅速发展,促使行业头部企业直面技术创新并成为技术转移转化升级的主要载体,高校需要面对行业对高技能应用创新复合型人才的需求开展系统性培养方案的调整优化。因此,产业发展与科学研究、专业建设与产业链的深度融合成为必然趋势,也是推动新工科人才培养的关键动力。通过教学内容与产业需求对接、科研创新与企业实践对接、人才培养与岗位能力对接,打通教育链、产业链、人才链和创新链,可提升人才培养的针对性、实效性与创新性。

4.1. 对接产业需求,构建“产业导向、校企一体化”的教学课程体系

针对传统课程体系滞后于产业发展节奏的问题,以产业需求为导向动态调整培养方案和课程内容,可形成以产业为导向的教学体系。在课程体系建设阶段,引入行业标准、企业规范和工程案例,将 BIM 应用、数字孪生建造、建筑机器人、智慧工地管理、AI 施工调度等前沿内容嵌入教学模块,实现理论教学与产业技术同步升级。同时,企业专家深度参与课程目标制定、教学内容审定、课程设计及评价标准制定等,使教学真正贴近行业实际需求。在教学实施过程中,推行“项目驱动 + 情境模拟”教学模式,联合企业开发教学项目,将企业真实工程任务转化为教学案例。例如,将装配式建筑设计、施工组织模拟、智慧工地数据分析等企业项目引入课堂,使学生通过任务驱动掌握专业知识,培养系统思维与创新意识。通过这种模式,有效打破校内外的教学界限,使学生在学习过程中能够同步理解行业逻辑、掌握产业思维,真正实现学以致用、教产共振。

4.2. 对接企业实践,构建“科研 - 技术 - 应用”的科研创新联动机制

科研创新是推动企业发展的核心驱动力,高校借助企业的技术平台和工程资源,推动科研从理论研究向技术落地转化,或者通过共建联合实验室、技术创新中心、产学研基地等方式,将科研成果直接应用于企业项目中,实现技术创新的快速验证与优化。同时,企业则将行业痛点与前沿需求反馈给高校,促使科研团队开展针对性研究,形成“问题导向 - 科技攻关 - 成果转化”的闭环机制。在这个过程中,教师与企业人员通过共同承担科研项目、联合制定行业标准等,实现科研内容与产业发展的同频共振。这种校企科研对接不仅提高了科研成果的实用性和创新度,也让学生有机会在科研项目中直接参与企业实践,提前熟悉工程场景、理解产业逻辑,培养其科研创新与工程应用的综合能力,从而形成高校与企业“共建平台、共享资源、共育成果”的科研融合新格局,推动技术创新链与人才培养链的深度对接。

4.3. 对接岗位能力培养,打通“课堂 - 企业 - 岗位”育人通道

通过校企联合建立实习实训基地,使学生能够在真实项目中完成 BIM 建模、数据采集、现场监测、

施工调度等任务，锻炼其技术操作与问题解决能力，同时借助于企业导师的技术指导与能力评价，帮助学生形成符合岗位需求的职业素质。同时，将企业的岗位标准融入人才培养目标，将企业真实项目纳入毕业设计内容，通过“校内理论学习-企业实践锻炼-毕业联合培养”的共育模式，推动学生从课堂知识到岗位能力的跨越。这种模式让学生不再是被动接受教育的对象，而是成为创新工程实践的参与者、未来产业变革的推动者，真正实现学中做、做中创、创中学的能力生成路径。

5. 实践应用及成效

5.1. 实践应用案例

本案例以应对“双碳”目标与建筑业数字化转型的双重挑战为突破口，系统推进教学改革。学院依托河南科省技攻关项目《河南省被动式超低能耗建筑外围护体系技术路径研究》的前沿成果，着力破解传统教学与产业需求脱节的难题，具体如图2所示。首先，实施课程体系的重构，从培养方案顶层设计切入，新增《被动式超低能耗建筑》课程，并对《BIM技术及应用》课程内容进行战略性升级，显著强化BIM建模与绿色建筑性能分析等实训环节，旨在推动建筑方案设计与零碳建筑技术、数字化技术从简单叠加走向深度融合，实现理论教学与设计实践同向同行，初步奠定学生“绿色+智能”的创新设计理念。其次，创新教学过程与方法，依托项目成果构建“概念设计-数字建模-模拟分析-评价反馈-设计深化”的闭环设计流程，将具体科研成果与数字化工具深度结合，引导学生开展定量分析与性能优化，使设计决策兼具科学性与创造性，显著深化设计深度与研究属性。再者，深化“教、研、赛”协同机制，将“BIM毕业设计创新大赛”等高等级竞赛的评审标准与技术框架，系统性地分解、对标并融入日常教学与实训项目。学生课程作业直接孵化为竞赛作品雏形，教学训练有效提升了竞赛实战能力；同时，将科研中的创新点融入参赛方案，极大提升了作品的技术深度与独创性，形成了“教学支撑竞赛、竞赛反哺教学、科研赋能双方”的良性循环生态。教学实践表明，通过引入虚拟仿真、建筑环境模拟及参数化设计等数字化工具，成功将抽象的技术策略转化为可视、可交互、可验证的动态学习过程，极大激发了学生的自主探究兴趣，有效促成了所学知识与社会生产实践的紧密对接。

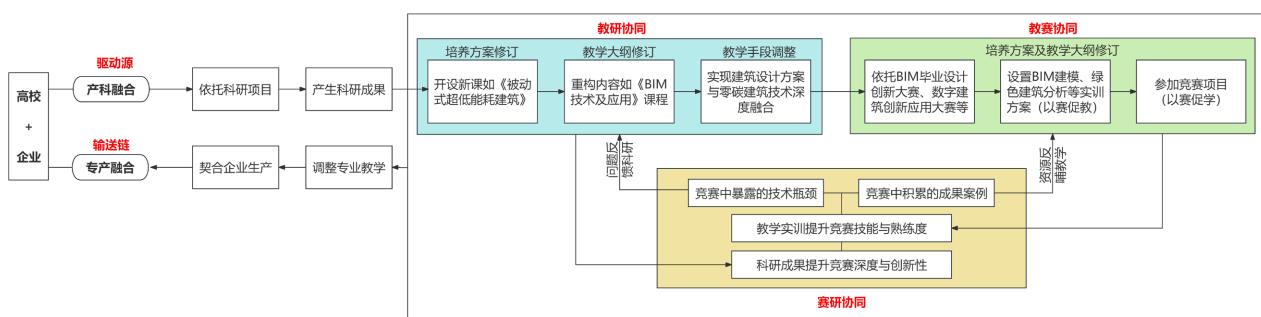


Figure 2. “Three Synergies and Two Integrations” practice application case
图2. “三协同、两融合”实践应用案例

5.2. 应用成效

“三协同、两融合”新工科人才培养机制的构建与实施，是顺应国家新工科教育改革、服务建筑业数字化转型的创新实践成果。研究团队通过三年的实践探索，逐步围绕“知识结构重塑、能力体系强化、创新生态构建”三大目标，通过教学创新、科研联动、产教融合与全过程评价，形成了多维协同、闭环驱动的人才培养新模式，显著提升了人才培养的质量与成效。

5.2.1. 教学质量显著提升

该机制实施后,教学体系实现了由“传统工科教学”向“新工科教育”的转型升级,课程体系得到了优化调整,教学内容得到了重构,教学手段实现了多样化,教学质量得到了充分提升。近三年,学院获得省级教学成果奖2项、省级教学竞赛奖6项、省级课程3门,获得校级教学比赛奖27项、课程建设项目17项、学生课堂学习满意度与课程达成度评估均超过95%,教学反馈显著改善。

5.2.2. 科研育人成效显著

在“教研协同”机制下,科研活动与教学过程深度融合,科研成果反哺课堂教学,学生科研参与率显著提高。教师在科研中聚焦行业痛点,聚合校企资源,承担多项科研课题,实现了“科研-教学-产业”的多向联动。近三年,获得市厅级以上科研奖励2项、市厅级及以上科研立项25项,出版著作9部,参编行业(团体)标准3项,发表SCI等高水平科研论文22篇,学生参与教师科研项目提高至21.6%,呈现出“科研强教、科研育人、科研促创新”的良性生态。

5.2.3. 实践与竞赛成果突出

在教赛研协同机制下,学生参与工程实践与学科竞赛积极性显著增长。通过课程与竞赛的有机衔接,建立了“课堂学习、项目实践、学科竞赛、科研创新”的人才培养通道。近三年,学生国际高校BIM毕业设计创新大赛、全国数字建筑创新应用大赛、一带一路暨金砖国家技能发展与创新大赛等各学科竞赛,累计获国家级奖项49项、省级奖项104项,形成了“学-赛-研-创”四位一体的能力生成体系。

5.2.4. 校企融合成效显著

在“两融合”机制的持续推动下,学校与企业在课程共建、实践共育、科研共创等方面实现了深层次、全方位的合作,产教融合的深度与实效显著提升。近三年,校企合作取得了丰硕成果,共同建设省级新工科大学生实践教育基地3个,联合编写教材7部,出版专著5部,共同编制技术规范3项,制定与完善实践基地管理制度11项,“双师型”专任教师比例达37.5%,逐步形成了制度化、规范化、可持续的融合运行机制。

6. 结语

本研究立足土建行业新工科建设理念,构建了“三协同、两融合”新工科人才培养机制,建立了涵盖理论教学、实验实训、科研创新与工程应用的多层支撑结构,为新工科人才培养提供了全方位基础保障,将教学、科研与学科竞赛协同运作,实现了知识、能力与创新的协同生成,真正实现了教育链、产业链、人才链与创新链的深度耦合,通过实践应用检验取得了显著成效。

致 谢

本研究及论文的完成,谨向以下各方致以诚挚谢意:感谢河南省高等教育教学改革研究与实践项目提供的资源与平台支持;感谢中原科技学院教务处在教学改革与管理协调中给予的宝贵指导;感谢土木工程学院领导、教研室主任及各专业教师在方案实施、课程建设与教学实践中的全力配合与智慧贡献;同时也衷心感谢华北水利水电大学、河南城建学院等高校,以及河南东方建筑工业科技集团有限公司等合作企业在教学、科研、产教融合、实践基地共建中提供的支持。

基金项目

河南省高等教育教学改革研究与实践项目“新工科智能建造专业应用创新型人才培养体系与路径研究”(编号2024SJGLX0621)。

参考文献

- [1] 刘同敬, 刘金菊, 江礼武, 等. 面向可持续竞争力的新工科人才培养模式改革与探索[J]. 高教探索, 2025(S1): 113-115.
- [2] 王桂林, 胡学刚. 基于工程教育认证的新工科人才培养模式探索[J]. 高等建筑教育, 2025, 34(4): 68-76.
- [3] 刘志刚, 田枫, 王梅, 等. 工程认证与产教融合双驱动的新工科人才培养探索[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(10): 167-172.
- [4] 王会娟, 马晓芳, 赵顺波. 智能建造专业应用创新型人才培养体系研究[J]. 智库时代, 2025(12): 82-84.
- [5] 郭星, 邹卓, 贾守梅, 等. 教研协同驱动, 多维交叉融合——信息技术与护理学交叉的新工科人才培养路径探索[J]. 高等工程教育研究, 2024(5): 15-20.
- [6] 叶秀芬, 赵新华, 王天, 等. 科研牵引, “双创”助力的产教研协同育人培养模式探究[J]. 创新创业理论研究与实践, 2023, 6(5): 119-122.
- [7] 吕琼帅, 杨雨, 巩跃洪, 褚龙现. 高敬礼. 基于“教赛协同”的数据挖掘课程教学改革研究[J]. 高教学刊, 2024, 10(10): 136-139.
- [8] 李俊峰. “产教深度融合, 团课赛研协同”——高职院校创新型高技能人才培养模式构建[J]. 前卫, 2022(12): 43-45.
- [9] 王会娟, 张昂, 王卫玲. “教研赛协同”创新助力新工科人才培养的模式探究[J]. 创新创业理论研究与实践, 2025, 8(20): 96-98.
- [10] 马军涛, 李伟华, 党钧陶. 新工科背景下智能建造专业创新型 复合人才培养体系构建研究[J]. 科教导刊, 2025(13): 79-81.
- [11] 周行, 陈静涛. 校企合作与产教融合在推动现代职业教育体系建设中的应用研究[J]. 职业教育发展, 2025, 14(1): 220-227.
- [12] 刘琳, 梁琼, 胡含笑. 产教融合视域下专业群与产业链协同发展的有效路径[J]. 大学, 2025(19): 41-44.
- [13] 王会娟, 赵顺波, 付国燕, 杨嫚嫚, 马晓芳. “五三二”体系赋能新工科应用创新人才培养[N]. 中国教师报, 2025-12-24(006).