

多维度贯通式测控专业创新创业人才培养体系研究

杨 丹*, 刘昌明, 余 震, 鲁光涛

武汉科技大学机械工程学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2026年7月23日; 录用日期: 2026年8月24日; 发布日期: 2026年8月31日

摘 要

近年来, 新工科改革的深入推进与产业结构的持续升级, 对测控技术与仪器专业的人才培养提出了更高标准, 尤其突出工程实践素养、创新意识以及成果转化能力的协同发展。然而, 当前该专业在创新创业教育融入培养主渠道方面仍面临融合层次不深、实践环节衔接不畅、项目孵化缺乏梯度支撑以及评价反馈机制不够健全等现实问题。针对上述不足, 本文构建了一套涵盖课程体系优化、实践平台搭建、三级孵化机制运行及综合素质考评反馈的闭环式培养体系。该体系将创新创业要素嵌入课程教学、工程实训、学科竞赛与项目培育各阶段, 借助递进式课程设计强化专业知识与工程方法的内化, 通过校内外平台联动与分层孵化机制引导学生项目持续成长, 并依托过程性数据实施动态评价与迭代改进。实践表明, 该体系在增强学生工程实践本领、丰富创新创业成果及提升社会认可度方面成效初显, 相较于CDIO等通用性工程教育改革框架, 本体系在专业适配性、三级孵化机制和闭环评价方面形成了差异化特色, 可为同类或相近工科专业的双创教育改革提供实践参照。

关键词

测控技术与仪器, 创新创业教育, 课程体系, 综合素质考评, 闭环反馈

Research on the Multi-Dimensional Integrated Measurement and Control Technology and Instrumentation Innovation and Entrepreneurship Talent Training System

Dan Yang*, Changming Liu, Zhen Yu, Guangtao Lu

*通讯作者。

文章引用: 杨丹, 刘昌明, 余震, 鲁光涛. 多维度贯通式测控专业创新创业人才培养体系研究[J]. 教育进展, 2026, 16(8): 2182-2189. DOI: 10.12677/ae.2026.1681865

Abstract

In recent years, the continuous advancement of the new engineering education reform and the continuous upgrading of the industrial structure have set higher standards for the cultivation of talents in the Measurement and Control Technology and Instrumentation major. In particular, it emphasizes the coordinated development of engineering practice literacy, innovation consciousness, and the ability to transform and apply results. However, at present, this major still faces practical problems in integrating innovation and entrepreneurship education into the main training channels, such as insufficient depth of integration, poor connection of practical links, lack of gradient support for project incubation, and an insufficiently sound evaluation and feedback mechanism. To address these shortcomings, this paper has constructed a closed-loop training system covering curriculum optimization, practice platform establishment, operation of a three-level incubation mechanism, and comprehensive quality assessment and feedback. This system embeds innovation and entrepreneurship elements into each stage of course teaching, engineering training, academic competitions, and project cultivation, uses progressive course design to strengthen the internalization of professional knowledge and engineering methods, leverages the linkage of internal and external platforms and the layered incubation mechanism to guide students' projects to continuously grow, and relies on process data to implement dynamic evaluation and iterative improvement. Practice has shown that this system has achieved initial success in enhancing students' engineering practice abilities, enriching innovation and entrepreneurship achievements, and improving social recognition. Compared with general engineering education reform frameworks such as CDIO, this system has developed distinctive features in terms of professional adaptability, the three-level incubation mechanism, and the closed-loop evaluation. It can provide practical references for the innovation and entrepreneurship education reform of similar or related engineering disciplines.

Keywords

Measurement and Control Technology and Instrumentation, Innovation and Entrepreneurship Education, Curriculum System, Comprehensive Quality Assessment, Closed-Loop Feedback

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

创新创业教育是高校服务创新驱动发展战略、助力教育强国建设及深化新工科改革的关键抓手。《教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）》¹强调提升人才自主培养质量，强化教育对国家战略的支撑效能[1]；国务院办公厅相关意见则要求将创新创业教育贯穿人才培养全过程，构建课堂教学、实践训练与指导帮扶协同的育人体系[2]。可见，工程类专业的创新创业教育已超越创业知识传授，更突出专业知识应用、复杂工程问题解决、项目培育与成果转化等综合能力培养。

测控技术与仪器专业光、机、电深度融合，在智能制造、智能仪器及状态检测等领域应用广泛，兼

¹https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_11846/202502/content_7002799.html

具工程实践根基与成果转化前景。新工科建设持续推进下，学科交叉、工程实践与创新意识已成为改革核心[3]。因此，测控专业需以课程体系与实践平台为支撑，衔接创新思维激发、技能训练与项目落地，构建贯穿学习与实战的培养链条，助学生在连续积累中形成面向工程需求的创新创业素养。

然而，当前部分高校创新创业教育仍存在专业融合不深、实践链条不连续、孵化机制不完善和评价反馈不足等问题[4]。课程学习中形成的方案与创意若缺乏稳定平台和培育机制支撑，难以持续转化为竞赛项目、创新训练或应用型成果。上述现实困境表明，测控专业创新创业教育改革亟需从零散的举措走向系统化的顶层设计。从理论层面审视，国际上围绕工程教育已形成若干具有广泛影响力的模型：CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate)工程教育模式以产品全生命周期为框架，强调“做中学”的系统化实施[5]；项目式学习(Project-Based Learning, PBL)作为以真实项目为载体的教学方法论，为工程实践训练提供了操作路径[6]。上述模型分别从教学框架和教学方法为改革提供了理论支撑。然而，现有模型多为普适性框架，面向测控专业深度融合的特殊性和我国新工科改革的现实需求，仍需构建一个融合课程、平台、孵化和评价于一体的闭环式培养体系。为此，本文围绕课程体系改革、实践平台建设、三级孵化机制、综合素质考评与闭环反馈展开探索，构建“课程学习 - 实践训练 - 项目孵化 - 评价改进”的连续培养路径，为测控及相关工程专业改革提供参考。

2. 创新创业能力培养体系总体设计

创新创业能力培养体系研究围绕三个核心目标即改革课程体系，构建实践平台，建立考评体系展开，这三个目标之间形成了一个完整的创新创业能力培养体系，并且相互促进，共同发展。

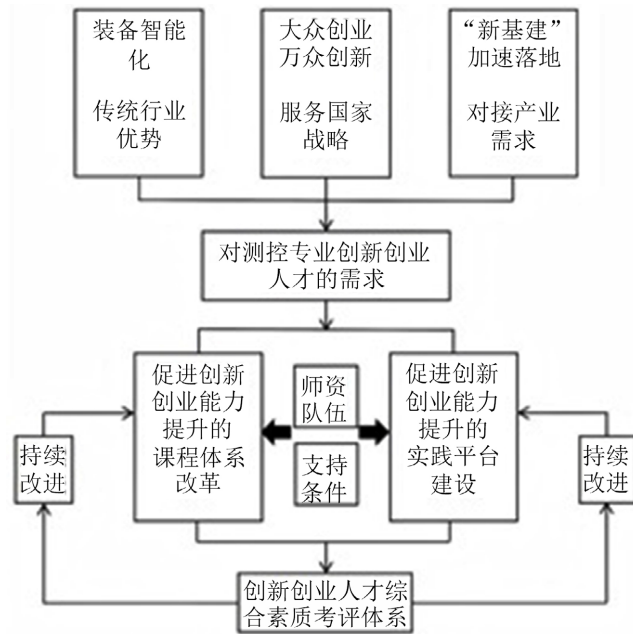


Figure 1. Overall framework of the talent cultivation system
图 1. 人才培养体系总体框架

如图 1 所示，该体系并非将课程、平台和评价作为彼此孤立的建设内容，而是强调三者之间的协同运行。课程体系为学生提供专业知识、工程方法和项目来源；实践平台将课程学习成果进一步转化为综合设计、竞赛项目、创新训练项目和毕业设计成果。其中，三级平台孵化机制作为实践平台建设的重要组成部分，按照院级培育、校级深化和基地孵化的路径，对有潜力的课程成果和竞赛项目进行分层支持，

推动项目持续迭代和成果外化。

综合考评体系在培养过程中承担质量监测和反馈改进功能。通过对课程表现、实践成果、竞赛项目、专利成果、就业质量和社会反馈等信息进行综合评价,可以发现课程内容、实践条件和项目指导中的薄弱环节,并进一步反馈至课程优化和平台建设。由此形成“课程支撑-实践训练-评价诊断-反馈改进”的闭环运行机制,推动学生创新创业能力持续提升。

CDIO 工程教育模式以产品全生命周期为核心脉络,遵循线性递进的实施逻辑:构思阶段完成创新概念凝练,设计阶段输出完整实施方案,实现阶段落地实物样机,运作阶段开展测试与迭代优化。该模式流程清晰、层级规整,但整体呈现由起点向终点单向推进的线性特征。与之不同,本文构建的综合考评体系打造出“课程支撑-实践训练-评价诊断-反馈改进”四维闭环运行架构,突破了传统单向线性培养模式的局限。

3. 促进创新创业能力提升的课程体系

课程体系是创新创业能力培养的基础,新工科背景下其建设需强化专业教育、实践教学与能力培养之间的衔接关系[7]。针对测控专业多学科交叉和工程应用性强的特点,本研究将创新创业教育系统地融入到教学的各个环节,覆盖创新创业类课程、专业基础课程、专业课程、实践类课程以及课外科技竞赛等方面。整体流程如图2所示。

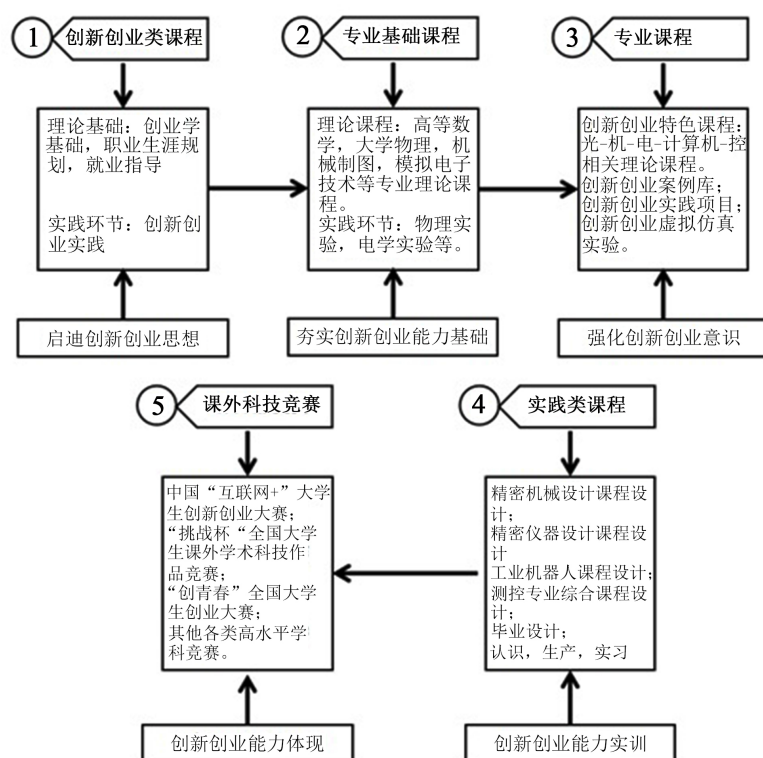


Figure 2. Curriculum system and progressive path of abilities

图2. 课程体系及能力递进路径

创新创业课程启迪学生创新创业思想,通过职业生涯规划、大学生创新创业基础等课程,引导学生理解创新创业与专业学习、职业发展的关系,初步形成问题意识和创新意识;专业基础课程夯实双创能力基础,依托数学、物理、电工电子、机械制图、工程力学及信号分析、传感检测、仪器设计等课程,夯

实工程实践与创新设计所需的基础知识与专业方法。专业课程强化创新意识,围绕测控专业特点,通过工程信号处理、光纤传感技术、工业过程检测、智能仪器开发等课程引入典型工程案例和开放性任务,引导学生开展方案构思、系统设计和结果表达,在专业情境中理解技术问题来源并形成可延伸的项目雏形。

实践课程对应能力实训,依托课程设计、综合实训、认识实习、生产实习和毕业设计等环节,将知识基础和项目设想转化为具体设计方案与实践成果,学生需完成问题分析、方案论证、系统实现、调试优化和答辩展示等任务,其设计书质量、实践表现和答辩结果可综合反映专业知识应用能力、创新思维和工程表达能力。课外科技竞赛体现双创能力,通过学科竞赛、创新创业训练计划和创新实践活动,将课程设计成果、教师科研项目和学生自主构想进一步转化为竞赛项目和创新训练项目,竞赛中形成的技术方案、项目经验和典型案例又可反向补充课程内容与教学资源,推动课程体系持续更新。由此,课程体系形成“创新认知-知识积累-应用训练-实践强化-成果延伸”的能力递进路径,为实践平台建设和项目培育提供稳定支撑。

4. 实践平台建设三级平台孵化机制

实践平台是课程体系向工程训练、项目培育和成果应用延伸的重要支撑。已有研究表明,面向新工科的工程实践与创新能力培养,需要依托实践平台、竞赛平台和项目训练环节形成协同支撑[8]。测控技术与仪器专业具有较强的系统集成和工程应用属性,学生创新创业能力的形成不仅依赖课堂知识学习,还需要在真实或接近真实的工程任务中完成方案设计、系统实现、调试验证和成果表达。基于此,本文构建由校内测控综合实践平台、工程训练与创新实践环节、校外创新创业实践基地共同组成的实践平台体系。CDIO 侧重于课程层面和教学层面的改革,其实施主要通过整合课程内容、设计项目载体和改革教学方法来实现,项目成果主要作为教学效果的佐证。本体系在课程改革之外,独立构建了“院级培育-校级深化-基地孵化”的三级孵化机制。

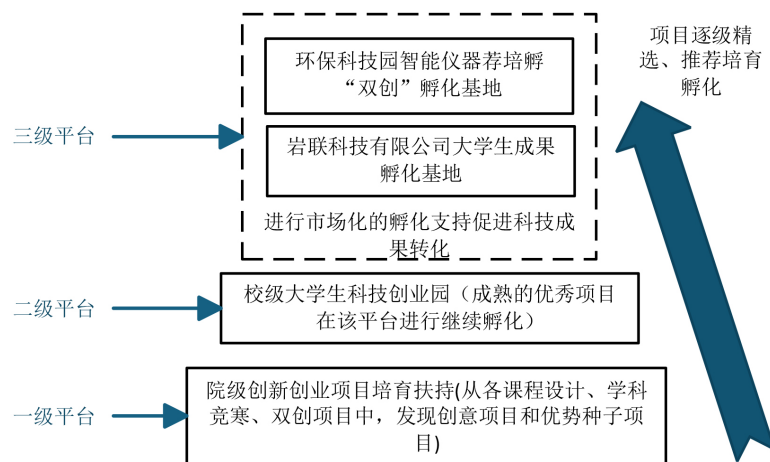


Figure 3. The three-level platform incubation mechanism

图 3. 三级平台孵化机制

校内测控综合实践平台依托硬件设备、虚拟仿真和课程实践资源,支撑学生开展信号采集、传感检测、嵌入式控制、机器人系统设计及智能仪器开发等训练,促进专业知识与方法向具体方案转化,同时为科研训练、学科竞赛和创新项目提供稳定的技术环境与持续推进条件。

校外创新创业实践基地侧重导入真实工程任务、对接产业资源并提供应用场景支持。借助孵化基地、

企业导师和产业资源，学生能在实际需求中理解技术指标、工况约束、产品完善与市场转化等问题，弥补校内实践在真实工况和产业认知方面的不足。校内平台提供技术训练基础，校外基地强化真实场景验证，二者互补，共同构成实践支撑体系。

在平台运行基础上，本文建立“三级平台、逐级精选、择优孵化”的项目培育机制，以课程设计成果、竞赛项目和学生自主构想为来源，通过分层筛选和持续支持推动项目由初步设想走向成熟。一级平台依托院系实践教学和课外科技活动，完成项目遴选、初步指导和基础支持，帮助学生明确问题与技术路线；二级平台依托学校创新创业训练计划、科技园和竞赛培育体系，开展技术深化、方案优化和竞赛培育，提升项目完整性与可展示性；三级平台依托校外基地和企业资源，重点支持样机完善、专利申报和应用验证，推动成果外化。三级平台孵化机制如图 3 所示。

课程体系、实践平台与项目培育通过上述机制形成连续衔接：课程体系提供知识基础和项目来源，校内外平台提供训练条件与真实场景，三级孵化机制提供分层指导和资源对接。其核心目的在于通过项目迭代提升学生的问题分析、工程设计、系统实现、团队协作和成果表达能力，使创新创业能力从认知形成逐步延伸至工程实践训练，并外化为竞赛成果、创新训练项目、专利及应用型成果。

5. 创新创业人才综合素质考评体系

课程体系改革与实践平台建设旨在持续提升学生的创新创业能力。已有研究指出，高校创新创业教育评价应兼顾多元维度，避免仅以单一结果性指标衡量培养成效[9]。为此，本文构建以过程数据为支撑的综合素质考评体系，从素养基础、思维激活、行动验证和影响反馈四个方面综合考察学生发展，既反映培养效果，也为课程优化、平台完善和孵化改进提供闭环依据。

Table 1. Comprehensive quality evaluation index system
表 1. 综合素质考评指标体系

评价维度	核心要素	观测重点	关键佐证材料
素养基础	跨学科知识整合度	专业主干课与双创通识课的融合学习成效	课程绩点分布、跨专业选修记录、学习方法论作业
	行业认知深度	对产业痛点与技术前沿的敏感度	行业调研报告、企业参访心得
思维激活	问题敏锐度	从日常场景中识别非显性需求的能力	问题清单、需求洞察记录、创意提案初稿
	批判与反思力	对自身方案进行否定和升级的主动性	修改记录、阶段复盘日志、导师反馈回应
行动验证	技术实现能力	将创意转化为可演示原型的水平	竞赛获奖证书、实物作品照片、专利
	科研规范训练	遵循科研流程进行数据采集、分析与结论输出的经验	参与课题任务书、实验数据原始记录、论文或发明专利申请稿
影响反馈	岗位胜任力	专业能力与职业岗位的实际匹配度和适应性	就业协议岗位描述、试用期考核表、直属上级评价
	外部认可度	社会机构对培养质量的正面评价	用人单位满意度问卷、毕业生访谈实录

素养基础和思维激活层面侧重学生在课程学习与实践训练中的能力形成，涵盖理论水平、专业知识、创新思维与意识等维度，除课程成绩和实践结果外，还纳入课堂参与、项目完成质量、设计书、答辩、方案修改及创新活动等过程性数据，以持续追踪学生的问题意识、专业分析、方案设计和创新表达能力，并据此反馈课程内容、案例教学与项目组织的有效性[10]。行动验证层面聚焦实践平台与项目培育中的成果外化，考察创新实践、创业实践和科研训练成果，包括学科竞赛、大创项目、技术作品、专利、创业计划及论文等，用于反馈平台开放程度、项目指导质量和孵化机制运行效果；影响反馈层面则从外部视角

衡量人才培养质量,关注就业情况和社会声誉,依据就业单位、岗位匹配度、职业发展、用人单位反馈及跟踪调查等,既评价培养结果,也反向检验课程体系、实践训练和孵化机制与行业需求的适应性。

综合素质考评体系的核心不在于对学生简单排序,而在于通过过程与结果数据识别培养薄弱环节并推动持续改进。经由“过程记录-评价诊断-反馈改进-能力提升”的循环路径,考评体系与课程体系、实践平台和孵化机制形成闭环联动,使创新创业教育从单一活动转变为贯穿人才培养全过程的持续改进机制。创新创业人才综合素质考评指标体系如表1所示。

为直观展示培养体系运行逻辑,本文以测控专业“复杂工况自主导航双臂协作机器人”学生项目为例,还原从课程创意到成果落地完整流程。项目灵感来自《智能仪器》多传感器时间同步课堂研讨,教师不直接提供滤波算法,指导学生结合《工程信号处理》小波变换搭建自适应加权融合方案,作为开放课后作业;教师从问题洞察和思辨能力两方面进行评分,优秀作品入库成为院级种子项目。团队在校内测控平台开发样机,师生先通过半实物仿真调试振动抑制PID参数,达标后再实物部署。进入孵化阶段后,专业教师协助团队完成原理样机的技术定型、成本核算与孵化申请报告;二级入选校级大创、入驻双创园区,搭载轻量化YOLO算法实现视觉识别,获校机器人大赛一等奖后进入三级;依托校外基地开展工厂实景测试,在外聘导师指导下完善多模态抗干扰策略。评价诊断报告推送至系课程组后,教师团队通过专题教研活动集体研讨,精准识别学生在工程实践环节的共性薄弱点,决定在下一学期强化实践能力并新增2个学时实训。针对多源传感器标定耗时长的问题,实践平台采纳反馈,购置了全自动六维联合标定台并面向全校开放预约,大幅提升了后续项目的前期效率。该团队最终获授权发明专利1项、发表EI会议论文1篇,核心成员被国内头部机器人公司录用。项目研发中的关键技术节点与故障分析解决方案被整理为教学案例,纳入后续课程教学案例库,实现单个项目带动课程迭代的育人链式效应。

该培养体系经过近四年的试点运行,已在多个方面取得阶段性成效。课程与实践教学质量明显提升,学生在知识应用、问题分析、方案设计及创新意识等方面均有改善;同时,学生屡获国家级和省级高层次竞赛奖项,多个项目入选国家级训练计划,并取得多项专利成果。社会评价方面,用人单位认可度高,毕业生满意度良好,专业素养与非专业素养达成率均较高,学生对专业建设及课程设置的满意度也持续向好。整体反馈表明,该体系在提升工程实践能力、职业适应性和社会认可度上成效显著,也为后续课程优化、平台完善及指导机制改进提供了有益参考。

6. 结语

本文围绕测控技术与仪器专业创新创业人才培养需求,构建了以课程体系改革为基础、实践平台建设为支撑、三级平台孵化机制为延伸、综合素质考评与闭环反馈为保障的基础培养体系。该体系将创新创业教育嵌入专业人才培养全过程,形成了由课程学习、实践训练、项目培育、评价诊断到反馈改进的连续育人路径。实践结果表明,该体系能够有效促进创新创业教育与测控专业教育的深度融合,显著提升学生在专业知识应用、工程系统设计、项目组织协调及创新成果转化等方面的综合能力,同时在学科竞赛获奖、创新训练项目立项、专利申请及高质量就业等维度取得了较为突出的阶段性成效,社会认可度稳步提高。

本体系的有效运行依赖于若干特定条件:其一,学校层面需有稳定的经费支持和政策倾斜;其二,需有一批愿意投入额外精力的核心教师团队;其三,所在区域需有较为丰富的产业资源和校企合作基础。这些条件并非所有院校都具备。推广至其他类型院校时,研究型大学与教学型大学的资源配置差异、不同区域产业支撑力度的不均衡、测控专业与其他工科专业在实践属性上的差异等都可能都会导致该体系产生不同的局限性。

该培养体系落地存在诸多问题:课堂理论难以适配项目实操难题;实验室与工业现场工况差距大,

学生缺少一线实操经验导致成果转化困难；且实训反馈滞后、教学改革周期偏长。后续将从提升课程教学内容与项目来源匹配度、提高实践平台开放共享灵活性、深化校企协同育人层次三方面完善课程项目与实践平台衔接机制，优化项目分级培育标准及动态进出管理流程，充分发挥校外实训基地在真实工况验证、技术成果转化方面的支撑作用，同时发挥综合素质考评的闭环反馈作用，依据考评结果动态更新课程内容、改善实践硬件条件、调整项目指导方案，持续迭代优化测控专业创新创业人才培养体系，为其他工科专业开展双创教育改革提供可落地、可借鉴的实践范例。

基金项目

本研究由湖北省教学改革研究项目(2021241)以及武汉科技大学研究生教育教学改革研究项目(Yjg202312)支持。

参考文献

- [1] 中共中央 国务院印发《教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）》[EB/OL]. https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_11846/202502/content_7002799.html, 2025-01-19.
- [2] 国务院办公厅关于进一步支持大学生创新创业的指导意见: 国办发〔2021〕35 号[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2021-10/12/content_5642037.htm, 2021-10-22.
- [3] 李佳. 新工科建设背景下行业高校创新创业教育的形势思考与实践探索[J]. 科技创业月刊, 2024, 37(11): 93-99.
- [4] 宋晓燕, 杨光, 崔光照. 新工科背景下地方高校创新创业教育发展现状与对策研究[J]. 中国教育技术装备, 2020(8): 10-13.
- [5] Crawley, E.F., Malmqvist, J., Östlund, S., *et al.* (2014) Rethinking Engineering Education. 2nd Edition, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05561-9>
- [6] Lavado-Anguera, S., Velasco-Quintana, P. and Terrón-López, M. (2024) Project-Based Learning (PBL) as an Experiential Pedagogical Methodology in Engineering Education: A Review of the Literature. *Education Sciences*, **14**, Article 617. <https://doi.org/10.3390/educsci14060617>
- [7] 曹昱亮, 徐季诺. 新工科背景下地方理工类院校创新创业课程体系建设[J]. 创新与创业教育, 2024(4): 133-140.
- [8] 王秀梅, 李先瑞, 王绚. 国家级创新创业教育实践基地建设特征探索——基于首批国家级双创基地建设内容的文本分析[J]. 实验技术与管理, 2024, 41(2): 1-8.
- [9] 孟越, 张昕. 多元价值诉求视角下高校创新创业教育的评价模型研究[J]. 创新教育研究, 2023, 11(5): 1165-1175.
- [10] 吴昊荣, 李晓晓, 杨颖, 等. 工科大学生创新创业能力评价体系设计[J]. 科技创业月刊, 2023, 36(5): 164-168.