

“1 + 3 + 2” 指导下化工专业课程 “四新” 生态的构建与实践

程俊霞, 姚颂东, 赖仕全, 朱亚明, 王翠苹

辽宁科技大学化学工程学院, 辽宁 鞍山

收稿日期: 2026年7月8日; 录用日期: 2026年8月14日; 发布日期: 2026年8月24日

摘 要

针对化工新工科建设中“四新”(新技术、新工艺、新材料、新业态)育人目标落地难的痛点, 辽宁科技大学基于应用型办学定位, 创新提出“1+3+2”教育教学理念(1个品德、3类知识、2种能力)。为解决教学改革维度界定模糊的问题, 本文将国家战略“四新”转化为教学实施层面的“新框架、新场景、新连接、新生态”四维路径, 并厘清了其与“1+3+2”的逻辑映射关系。通过重构“物理-实践-社会”立体框架、创设虚实共生教学场景、建立数据驱动精准连接、构筑非标考核生态, 实现了课程边界的拓展与育人效能的提升。实践表明, 该模式显著增强了学生的工程伦理认知(提升近50%)与自我效能感, 验证了“1+3+2”理念指导课程“四新”生态构建的可行性与有效性。

关键词

“1+3+2”育人理念, “四新”生态, 化工类专业课程, 应用型本科

Building and Implementing a “Four New” Ecology in Chemical Engineering Curricula under the Guidance of the “1 + 3 + 2” Framework

Junxia Cheng, Songdong Yao, Shiquan Lai, Yaming Zhu, Cuiping Wang

School of Chemical Engineering, University of Science and Technology Liaoning, Anshan Liaoning

Received: July 8, 2026; accepted: August 14, 2026; published: August 24, 2026

文章引用: 程俊霞, 姚颂东, 赖仕全, 朱亚明, 王翠苹. “1+3+2”指导下化工专业课程“四新”生态的构建与实践[J]. 职业教育发展, 2026, 15(8): 388-394. DOI: 10.12677/ve.2026.158353

Abstract

Addressing the challenge of implementing the educational objectives of the “Four New” (new technologies, new processes, new materials, and new business models) in the construction of chemical new engineering disciplines, the University of Science and Technology Liaoning, based on its application-oriented orientation, innovatively proposes the “1 + 3 + 2” educational philosophy (one core virtue, three categories of knowledge, and two types of capabilities). To resolve the ambiguity in defining dimensions of teaching reform, this study translates the national strategic “Four New” initiative into a four-dimensional instructional pathway at the implementation level: “new framework, new scenarios, new connections, and new ecology”. It further clarifies the logical mapping between these pathways and the “1 + 3 + 2” philosophy. By reconstructing a three-dimensional “physical-practical-social” framework, creating a virtual-real symbiotic teaching environment, establishing data-driven precision connections, and constructing a non-standardized assessment ecosystem, the curriculum boundaries have been expanded and educational efficacy enhanced. Practical results demonstrate that this model significantly improves students’ engineering ethics awareness (by nearly 50%) and self-efficacy, thereby validating the feasibility and effectiveness of guiding the construction of a “Four New” curricular ecology with the “1 + 3 + 2” philosophy.

Keywords

“1 + 3 + 2” Educational Philosophy, “Four New” Ecology, Chemical Engineering Curricula, Application-Oriented Undergraduate Education

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,新一轮科技革命和产业变革深入发展,新质生产力正成为推动经济社会高质量发展的核心动力。在这一宏观背景下,化工行业作为国民经济的支柱产业,正处于从传统要素驱动向创新驱动转型的关键期,绿色化、智能化已成为产业迭代的必然趋势。产业形态的跃迁对化工类人才的供给侧提出了严峻挑战:知识结构亟需从单一学科向多学科交叉复合转变,能力素养亟需从被动执行向主动创新升级[1]。应用型本科高校作为高层次技术技能人才输出的主阵地,承担着为新质生产力发展提供人力支撑的时代使命,其教育教学改革已迫在眉睫。然而,传统的“学科壁垒”与“静态课堂”难以承载上述新要求,亟需探索一种能够将产业需求转化为教学实效的系统化改革路径。

辽宁科技大学作为一所应用型本科高校,始终坚持“立足辽宁、面向全国、服务区域经济社会发展”的办学定位。针对传统工科教育中普遍存在的“学科壁垒森严、教学内容陈旧、学用脱节严重”等顽疾,学校创新性地提出了“1+3+2”教育教学体系。该体系以“1”个思想政治品德为根本,夯实“3”类知识(专业纵深知识、上下游拓展知识、跨学科复合知识),最终落脚于提升“2”种核心能力(终身学习能力、解决复杂工程问题的能力)[2]。

在工程教育领域,(OBE)已成为全球范围内工程人才培养的主流范式,强调以学生最终具备的能力产出反向设计课程体系;工程实践全过程 CDIO 模式则进一步将工程实践过程引入教学环节,突出构思、设计、实现与运行的一体化训练;近年来兴起的项目式学习(PBL)与虚实结合实验,有效提升了学生解决复杂工程问题的情境化能力。上述理论与模式在研究型大学拔尖创新人才培养中成效显著,但在应用型

本科高校,由于生源基础、产业对接方式与办学定位的差异,仍面临理念“落地难”、课程“碎片化”、评价“单一化”等现实瓶颈。基于此,本研究在继承 OBE 核心理念的基础上,结合区域化工产业转型升级需求,构建了面向应用型人才的“1+3+2”教育教学体系,旨在打通宏观教育理念向微观教学实践的转化通道。

需要指出的是,“1+3+2”并非对 OBE 或 CDIO 的简单替代,而是一种面向应用型本科高校的“理念操作化”框架。其中,“1”对应立德树人根本任务;“3”类知识对应新质生产力背景下化工人才的知识结构重构;“2”种能力则是对 OBE 能力产出的具体化与情境化。该体系通过明确的知识-能力映射机制,弥补了宏观新工科理念在课程层面的抽象性问题,实现了从“理念宣示”到“课堂落地”的可执行转化。

本研究在“1+3+2”理论的指导下提出的“四新”改革路径具有明显的差异化特征:其一,突破了单一技术应用的局限,构建了“新框架-新场景-新连接-新生态”四维联动的系统化生态;其二,将宏观的“1+3+2”办学理念具象化为微观的课堂操作指南,建立了明确的映射关系;其三,紧扣辽宁老工业基地振兴需求,探索出一条服务于新质生产力发展的应用型化工人才培养新路径,切实解决了宏观理念向微观实效转化的“最后一公里”问题。

2. 理论基础与现实困境

2.1. 理论基础

本研究的“四新”改革方案并非经验的简单堆砌,而是建立在坚实的教育理论基础之上。针对化工工艺流程晦涩难懂的痛点,体验式学习理论(Experiential Learning Theory)为“创设学习新场景”提供了逻辑遵循。该理论认为学习是“具体体验-反思观察-抽象概括-主动实验”的螺旋式上升过程。通过引入 VR/AR 虚拟仿真与企业实景教学,我们将不可见的分子反应转化为可视化的具体体验,引导学生完成从感性认知到理性逻辑的跃迁,有效破解了传统课堂的认知障碍。同时,面对新质生产力对数字素养的要求,分布式认知理论(Distributed Cognition)揭示了“构建数字新连接”的科学内涵。该理论强调认知活动分布于个体、工具及社会环境中。借助知识图谱、学情大数据及 AI 助教系统,我们将复杂的化工计算与决策压力由个体大脑向外分发至数字化环境,不仅拓展了学生的认知边界,更在人机协同中培养了其在智能化环境下的终身学习能力。综上所述,“1+3+2”体系正是上述理论的有机融合:以工程伦理(1个品德)为价值锚点,依托分布式认知环境夯实三类知识,通过体验式学习循环提升两种核心能力,实现了价值引领、知识建构与能力生成的辩证统一。

2.2. 化工类专业课程的教学现实困境

传统工科教育长期受困于学科壁垒、内容陈旧与模式单一的顽疾,导致知识碎片化与学用脱节,尤其“黑板+PPT”的单向灌输模式难以支撑复杂工程能力的培养。化工类课程在此背景下更显窘迫:一是内容滞后,教材更新缓慢,难以涵盖微通道反应器、AI 辅助设计等前沿技术,造成知识与产业脱节;二是认知受阻,单元操作过程不可见,学生难以跨越从理论公式到工业实景的认知鸿沟;三是评价失真,标准化考试无法甄别学生的工程实践能力与创新思维。这些结构性矛盾凸显了当前教学体系的内在缺陷,亟待通过系统性的生态重构予以破解。

3. “四新”驱动下的化工课程生态重构路径

针对传统化工课程教学中存在的边界固化、手段单一、互动滞后及评价僵化等问题,本研究将国家战略层面的“四新”(新技术、新工艺、新材料、新业态)建设要求,转化为课程教学层面的四项改革抓手。

为避免概念混淆,本文提出教学改革视域下的“四新”路径——即新框架、新场景、新连接新生态。这四个维度分别对应空间重构、方法革新、技术赋能与评价优化,共同服务于“1+3+2”课程生态模型的落地。

3.1. 新框架：多维空间拓展，打破单一教学边界

针对传统化工课程局限于物理空间的弊端[3],本改革首先重构“物理-实践-社会”三位一体的立体化新框架。该框架旨在打破校园围墙,为“新技术、新工艺”的融入提供物理承载与价值底座。

(1) 物理空间的资源聚合与优化

物理空间是教学实施的载体。针对化工设备庞大、昂贵、危险的特点,我们打破了校园围墙,构建了“智慧教室+校内科研平台+企业项目现场”的复合场域。利用智慧教室的交互功能,展示化工动态流程;开放校级科研平台,从大一开始,为本科生配备专业课的班导师,一方面班导师督促其学习,另一方面从一年级让他们接触专业,从而引导他们提前进入课题组,接触专业实验、专业技术以及高端分析仪器(如SEM、GC-MS)。从这些方面入手实现校内资源重组。同时积极开展与周边化工企业共建实践基地,将课堂搬进中控室和装置现场,让学生在真实的工业氛围中感受化工生产的复杂性,从而达到校外资源的高效引入。

(2) 实践空间的深度赋能与个性化

实践空间不仅是做实验的地方,更是解决工程问题的训练场。实验教学过程中摒弃照方抓药的验证性实验,以“苯加氢制环己烷工艺优化”、“含酚废水处理技术攻关”等真实行业难题为载体,开展项目式教学(PBL),让学生经历“文献调研-方案设计-实验验证-数据分析-报告撰写”的完整科研训练。结合社会热点(如“双碳”目标),设置“化工节能减排”主题实践周,鼓励学生自主设计低碳工艺路线,提供个性化的设备与试剂支持,开展主题式探究。

(3) 社会空间的价值塑造与情感共鸣

社会空间是课程思政的隐性场域。结合辽宁老工业基地振兴战略,融入地域文化,讲述辽科大校友在化工战线攻坚克难的故事,增强学生的职业认同感。在教学过程中,关注学生在面对失败实验时、学习成绩落后时、竞赛失利时的挫折感,从情感维度进行人文关怀;引导学生树立正确的工程伦理观,理解化工安全的重要性。

3.2. 新场景：角色翻转与虚实融合，高位赋能学习进化

在“新框架”的基础上,针对化工课程晦涩难懂的痛点,构建新场景以实现教学方法的根本性变革。本环节聚焦于通过“双师同堂”与“虚实融合”,将“1”中的伦理安全观与“3”中的专业知识,转化为可视、可感的具象体验。

(1) 话语权的转移：从“独角戏”到“群英会”

改变以往任课教师“一言堂”的局面[4],构建多元主体参与的教学场景。邀请企业总工进校园,与校内教师共同授课。企业专家讲解工艺流程中的故障排除与安全预案,校内教师讲解背后的反应机理,实现理论与实践的即时对接;同时转变教师角色[5],例如在化工分离工程等课程中,将“话语权”更多地留给学生。学生分组认领精馏、吸收、萃取等单元操作,通过仿真模拟结果进行方案竞赛,此时教师仅作为裁判和辅助者。

(2) 虚实融合：构建沉浸式工程场景

利用现代信息技术,构建“虚(仿真)-实(实操)-虚(反思)”的闭环场景。针对专业中化产回收这类危险化工工艺,利用校内虚拟仿真平台,让学生在虚拟场景中反复演练开停车、紧急泄压等操作,解决

“不敢做、不能做”的问题。利用 3D 动画和 VR 技术，将不可见的分子碰撞、催化剂表面反应、流体湍流状态具象化，降低认知负荷，提升教学的感染力。同时结合产教融合，在实习基地实地参与部分操作，做到“虚 + 实”的结合。最后，回到校内，结合相关理论知识、演示视频等进行反思总结，形成反馈。

3.3. 新连接：数字转型，实现教与学的双向互动

区别于传统教学的单向传递，本改革利用数字化手段建立新连接，旨在打通“教”与“学”的数据壁垒。这一路径对应“2 中能力”中的技术驱动，通过知识图谱与学情诊断，为“新生态”的形成提供数据支撑。

(1) 知识脉络的数字化连接

依托“学习通”、“雨课堂”等平台，建立化工课程知识图谱。针对化工设备结构复杂的问题，制作系列微课和 3D 拆解视频，学生扫码即可查看离心泵、换热器的内部结构。围绕“化工智能控制”、“催化动力学”等前沿主题，推送最新的 SCI 文献和行业报告，建立课堂教学与学术前沿的链接开展主题式研讨。

(2) 数据驱动的学情诊断与反馈

利用平台大数据，实现教学过程的透明化，实时记录学生观看微课时长、参与讨论频次、作业正确率等数据，实现全过程监测。通过分析错题数据，自动识别学生某些知识点上的薄弱环节，推送个性化的辅导资源，实现“千人千面”的差异化教学[6]。

3.4. 新生态：非标考核与自主创新，激活创新动能

作为“四新”路径的最终落脚点，新生态旨在通过评价体系的革新，形成鼓励创新、宽容失败的学习氛围。它整合了前述框架、场景与连接的成果，对应“2”中的方法驱动，确保“1 + 3 + 2”理念形成闭环。

Table 1. Mapping between the “1 + 3 + 2” training objectives and the “Four New” educational pathways

表 1. “1 + 3 + 2”培养目标与“四新”教学路径的映射关系

“1 + 3 + 2”	核心内涵	对应的“四新”教学路径	具体改革举措
1 个品德 (价值引领)	工程伦理家国情怀	新框架(社会空间维度)	辽科大校友攻坚故事；挫折教育与心理疏导；安全环保案例剖析
3 类知识 (知识体系)	基础理论	新框架(物理空间维度)	早进课题组(接触 SEM/GC-MS)；校企共建实践基地
	交叉学科前沿技术	新连接(数字赋能维度)	化工知识图谱；Python/Aspen 微课；前沿 SCI 文献推送
2 种能力 (能力产出)	终身学习能	新场景(方法革新维度)	双师同堂；学生方案竞赛；VR/AR 虚拟仿真操作
	解决问题能力	新生态(评价驱动维度)	非标准化作业(如乙醇管线选型)；分级资源库；师生平等对话机制

(1) 推行非标准化作业

打破标准答案的束缚，布置开放性、探究性作业。例如：在“化工原理”课程中，不再单纯计算泵的有效功率，而是要求学生“为某化工厂的乙醇输送管线选型，并论证选型的合理性”。此类作业没有唯一解，迫使学生查阅手册、咨询厂家、对比价格，综合考量技术、经济指标。

(2) 建立分级教学资源库

根据学生的学习能力差异, 组建基础级、进阶级、挑战级三级资源库。针对学困生, 基础及侧重基本概念和简单计算。而针对学优生, 挑战级引入 Aspen Plus 模拟、化工过程强化等高阶内容, 满足拔尖创新人才的需求。

(3) 师生平等的对话机制

在课程评价中, 改变教师单向打分的模式, 引入学生自评与互评。在实验设计环节, 教师与学生平等讨论方案的可行性, 尊重学生的奇思妙想, 营造敢于质疑、宽容失败的学术生态。

总之, 本研究的“四新”改革路径并非平行罗列(如表 1 所示), 而是围绕“1+3+2”人才培养目标进行的系统化设计。“新框架”主要承载品德塑造与知识输入, “新连接”侧重于知识的更新与拓展, “新场景”与“新生态”则聚焦于能力的转化与外显, 三者互为支撑, 共同构成闭环的课程生态系统。

4. 改革成效

基于“1+3+2”理念的“四新”改革经过近两学年的实践, 其成效在品德塑造、知识建构与能力培养三个层面得到了全面印证。

(1) 学生核心素养全面提升(对应“2”种能力)

“新场景”的角色翻转与“新生态”的非标考核, 极大地激发了学生的主观能动性, 促进了“2 种能力”的内化。近两届学生在辽宁省大学生化工设计竞赛中获奖等级和数量创历史新高, 尤其在解决“反应器飞温控制”、“分离塔能耗优化”等难题时, 展现出了极强的数据分析与方案论证能力。这充分证明, 基于项目式学习和虚实融合的训练, 有效提升了学生的终身学习能力和解决复杂工程问题的能力。

(2) 知识结构更加复合(对应“3”类知识)

得益于“新框架”的资源聚合与“新连接”的数字化赋能, 学生对基础理论、交叉学科及前沿技术的掌握更为扎实。在毕业设计环节, 学生不再局限于课本公式, 而是能够主动引入 Python 编程进行数据处理, 或结合机械制图知识改进设备设计。这种跨学科知识的深度融合, 验证了“3 类知识”重构的有效性, 也为解决复杂的“四新”产业问题奠定了理论基础。

(3) 职业素养显著增强(对应“1”个品德)

通过“新框架”中社会空间的浸润(如校友事迹、挫折教育)及全过程的课程思政, “1 个核心”——即工程伦理与家国情怀得以落地。企业实习反馈显示, 用人单位普遍认为我校学生“下得去、留得住、用得上”, 安全意识与环保素养明显优于往届。分别对改革前后相邻两届的大三学生进行了问卷调查, 调查结果(图 1)进一步佐证, 基于“1+3+2”理念的课程生态构建使上述四个维度的均值较改革前均有大幅跃升。非常值得关注的是学生在工程伦理与社会责任认知维度的得分提升幅度接近 50%, 位居各维度之首, 表明价值引领在课程生态中发挥了根本性的统摄作用。

(4) 未来研究重点

本研究发现, 工程伦理认知(对应“1 个品德”)的增幅远高于其他维度。这可能是因为: 相较于知识和技能(“3 类知识”), 价值观的重塑更容易通过特定的情境浸润(如安全案例、校友故事)在短期内产生显性变化; 而跨学科知识的深度融合与能力的迁移则需要更长的周期。这也提示我们, 在未来的教学中, 需进一步加强“3”与“2”的长效评价机制。

总之, 本研究提出的“1+3+2”体系虽在辽宁科技大学化工类专业取得初步成效, 但其理论内核是否具有较强迁移性, 未来还需要多方面的验证, 后续研究将进一步开展跨院校、跨专业的对比实证研究, 检验其在不同区域产业背景下的适应性与优化路径。

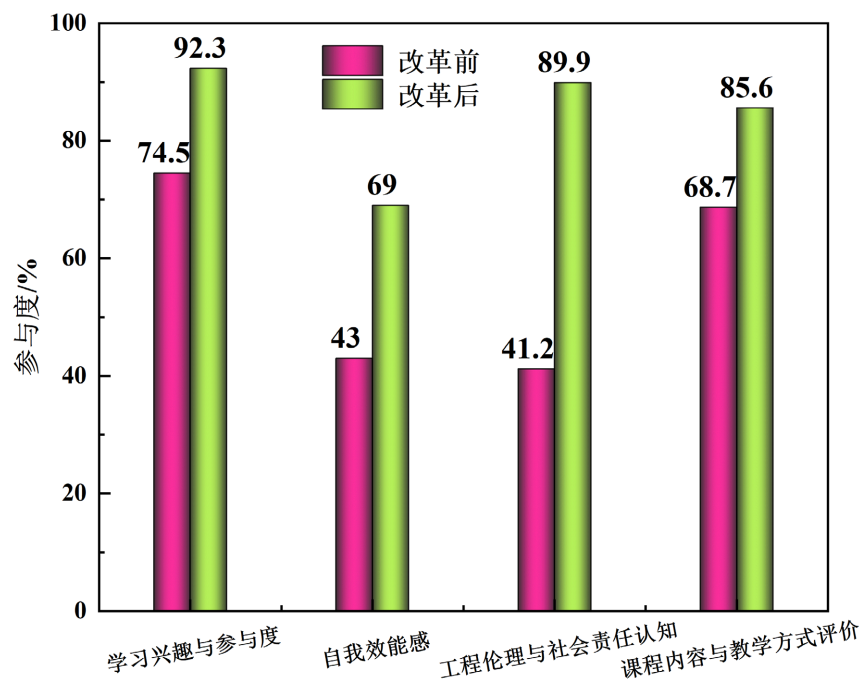


Figure 1. Comparison of outcomes before and after the reform
图 1. 改革前后效果对比

5. 结语

基于“1+3+2”理念的“四新”化工类专业课程生态构建，是对传统工科教学范式的深刻变革。它不仅解决了化工课程“晦涩难懂、物性不可见、学用脱节”的现实痛点，更重要的是，它通过空间重构、场景革命、数字连接和生态激活，将抽象的“新质生产力”要求具象化为每一堂课的教学活动。实践证明，只有将学校的顶层设计(“1+3+2”体系)与微观的课堂改革(四新建设)紧密结合，才能真正实现从“知识传授”向“能力产出”的转变。未来，我们将继续深化产教融合，紧跟绿色化工、智能化工的发展步伐，持续优化课程生态，为辽宁全面振兴及国家化工行业高质量发展输送更多高素质应用型人才。

基金项目

辽宁省研究生教育教学改革研究项目(LNYJG2024087); 辽宁科技大学本科教学改革项目(2025 年“数智”赋能“1+3+2”育人体系的人才培养模式探索与实践——以化工仪表课程为例)。

参考文献

[1] 李丹丹, 聂国兴, 王倩, 等. 现代产业学院发展瓶颈及“U-G-I”共担共享育人模式研究[J]. 南阳师范学院学报, 2026, 25(3): 89-94.

[2] 李雪, 夏垒, 井玉安, 等. “1+3+2”育人理念引领下材料成型过程传热学智慧教学系统建设与实践[J]. 高教学刊, 2026, 12(12): 20-23+28.

[3] 谭义秋. 新工科背景下递进式实践教学模式的构建与实践——以广西民族师范学院化学工程与工艺专业为例[J]. 科教文汇, 2026(11): 1-5.

[4] 蒋禄涛. 基于翻转课堂的工科专业课程教学改革研究——以“机电控制工程基础”课程为例[J]. 教育教学论坛, 2026(8): 80-84.

[5] 杜娟. 人工智能技术驱动高校课堂教学模式优化研究[J]. 中国战略新兴产业, 2026(17): 133-135.

[6] 孙艳梅. 高校人工智能通识课程差异化教学模式[J]. 中国信息界, 2026(4): 212-214.