

数字化赋能下“虚实融通，理实一体”教学模式重构

解维伟*, 黄 根, 李吉辉, 杨玉姣, 贺兰鸿

中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院, 北京

收稿日期: 2026年9月7日; 录用日期: 2026年10月8日; 发布日期: 2026年10月15日

摘 要

工程教育数字化转型的核心任务在于重构教学模式的认知逻辑。矿物加工工程等应用型专业长期面临理论教学与实践训练脱节、微观认知与宏观应用断裂的结构性矛盾。本文以具身认知理论和建构主义学习观为基础, 提出虚实融通、理实一体的教学模式, 阐释虚拟场景与实体实践的互补嵌套逻辑以及理论讲授与实践操作的交替迭代机制, 构建虚拟感知、理论推演、实验验证、工程应用的四阶递进教学框架。在此基础上提出以微观认知层为优先验证起点、智能设计层和工程映射层在条件成熟后逐步扩展的三级数字化支撑体系, 以及双向反馈、多维协同的实施保障机制。该模式弥合感官局限与知识需求之间的鸿沟, 贯通从分子机制到工业系统的跨尺度认知链条, 为工程教育数字化转型提供参考。

关键词

数字化赋能, 虚实融通, 理实一体, 教学模式重构

Reconstruction of the Teaching Model of “Virtual-Real Integration and Theory-Practice Unity” under Digital Empowerment

Weiwei Xie*, Gen Huang, Jihui Li, Yujiao Yang, Lanhong He

School of Chemical and Environmental Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing

*通讯作者。

文章引用: 解维伟, 黄根, 李吉辉, 杨玉姣, 贺兰鸿. 数字化赋能下“虚实融通，理实一体”教学模式重构[J]. 教育进展, 2026, 16(10): 510-518. DOI: 10.12677/ae.2026.16102138

Received: September 7, 2026; accepted: October 8, 2026; published: October 15, 2026

Abstract

The core task of the digital transformation of engineering education lies in reconstructing the cognitive logic of the teaching model. Applied majors such as mineral processing engineering have long faced structural contradictions between theoretical teaching and practical training, and between microscopic cognition and macroscopic application. Based on embodied cognition theory and constructivist learning theory, this paper proposes a teaching model of virtual-real integration and theory-practice unity, elaborates the complementary and nested logic between virtual scenarios and physical practice as well as the alternating iteration mechanism between theoretical lecturing and practical operation, and constructs a four-stage progressive teaching framework of virtual perception, theoretical deduction, experimental verification and engineering application. On this basis, a three-tier digital support system is proposed, with the microscopic cognition layer serving as the initial point for proof of concept and the intelligent design and engineering mapping layers introduced when conditions are ready, together with implementation and safeguard mechanisms featuring two-way feedback and multi-dimensional collaboration. This model bridges the gap between sensory limitations and knowledge demands, connects the cross-scale cognitive chain from molecular mechanisms to industrial systems, and provides a reference for the digital transformation of engineering education.

Keywords

Digital Empowerment, Virtual-Real Integration, Theory-Practice Unity, Teaching Model Reconstruction

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

教育数字化已成为高等教育改革的重要议题，围绕其理论框架的研究持续展开[1]。然而审视当前工程教育的数字化实践，一个深层问题逐渐显现：数字化技术多被用于传统课堂的信息化升级，PPT 替代板书、在线平台替代纸质作业、录播视频替代部分讲授，并未触及教学本身的认知逻辑。矿物加工工程专业为这一命题提供了典型的分析样本。其知识体系具有跨尺度、多模态特征：微观层面涉及煤大分子的结构化学与物理化学，介观层面涉及浮选药剂分子的构效关系与界面吸附热力学，宏观层面涉及大型工业系统的流场控制与智能决策。三个尺度间存在紧密的因果耦合，但传统教学将其分散于相互独立的课程之中，学生难以建立从分子到全局的完整认知链条。更关键的是，人类感官无法直接接触及微观尺度的核心过程——含氧官能团与水分子经氢键逐层锚定、不同碳链长度的烷烃分子在煤表面形成空间位阻效应等，课堂中往往只能借助文字与二维示意图间接传达。这种教学方式偏离了具身认知的基本规律：人类对事物的深度理解高度依赖感官层面的具身体验[2]。

近年来，虚拟仿真、人工智能、数字孪生等数字技术的集群式突破[3]，为解决上述尺度鸿沟提供了技术可能。在国家示范性虚拟仿真实验教学项目建设的持续推动下[4]，国内一批高校已在化工、机械、土木、船舶等工程专业中开展虚实结合的教学探索[5]-[7]，在商科等学科的共享实训基地建设中也出现了类似探索[8]。但多数探索仍停留在将虚拟仿真作为实验替代品或设备补充件的层面，尚未在认知逻辑上

形成虚与实有机嵌套的系统性教学框架。从虚实结合走向虚实融通，并非技术装备的升级，而是教学范式的一次跃迁。

从国内研究看，现有虚实结合教学大致形成三类路径：其一是以虚拟仿真实验项目补充高风险、高成本或难以重复的实验环节，重点解决实验资源与安全约束；其二是以项目制、课程融合或实验课程改革重组学习活动，重点改善课程之间的衔接；其三是通过共享实训平台汇聚设备、场地和数字资源，重点提升实践资源的可获得性[4]-[8]。这些研究为工程实践教学提供了重要基础，但多数仍以单门课程、单一平台或某类实训资源为主要组织对象，对虚拟场景与实体实践在认知过程中的差异化作用讨论相对有限。

从国外研究看，虚拟实验、远程实验与实体实验的比较和组合已成为较为成熟的讨论主题。相关研究关注不同实验形态对概念理解、实验操作和学习结果的支持，并指出虚拟实验的可重复、可视化与低风险特征，与实体实验中的真实操作、测量误差和情境约束具有互补关系[9]-[12]。不过，这类研究多聚焦于实验环节的组合作效果，较少将微观表征、理论推演、实体验证和工程决策置于同一跨尺度教学链条中讨论。

基于上述比较，本文的贡献主要体现在三个方面：在理念上，将虚拟场景与实体实践界定为认知功能互补的环节，而非简单的替代或叠加；在结构上，以“虚拟感知-理论推演-实验验证-工程应用”组织单元内迭代，缩短理论与实践之间的时序距离；在整合程度上，将微观认知、智能设计和工程映射纳入同一设计框架，同时明确以微观认知层优先验证、其余两层按条件扩展的实施顺序。本文因此提供的是面向跨尺度工程知识的教学设计框架，其效果仍有待后续实证研究检验。

若将三个尺度之间的耦合关系与各自的感官可及程度一并图示，学生认知链条的断裂位置便更为直观，如图1所示。

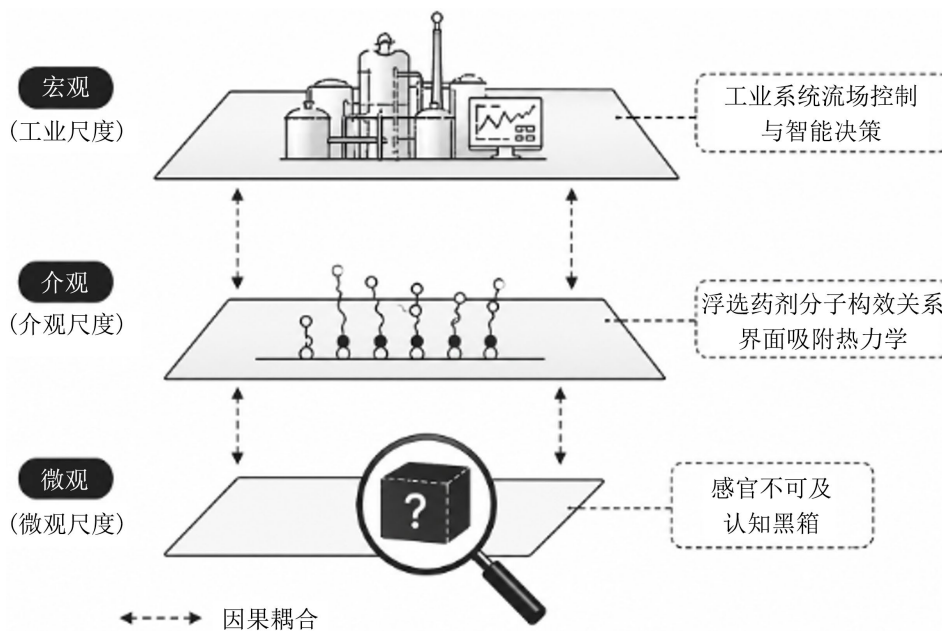


Figure 1. Cross-scale “micro-meso-macro” knowledge map and cognitive black box schematic diagram in mineral processing engineering

图 1. 矿物加工工程“微观-介观-宏观”跨尺度知识图谱与认知黑箱示意图

基于上述问题意识，本文以具身认知理论和建构主义学习观为学理基础，提出虚实融通、理实一体的教学模式，从理论层面阐释其内在逻辑，从实践层面构建教学框架与技术支撑体系，并探讨系统化实施的策略与保障机制[13]。

2. 传统工程教学模式的困局

2.1. 感官缺席：微观认知的不可及性

工程知识的深层理解往往以可见为前提。在矿物加工领域，一系列核心概念本质上是分子尺度的物理化学过程：煤表面极性官能团与水分子经氢键逐层锚定，形成厚度达数十纳米的致密水化膜屏障[14]；不同碳链长度的烷烃分子在煤表面的吸附构型差异，可导致浮选回收率发生量级变化[15]。这些过程既超出光学显微镜的分辨范围，也无法通过常规实验设备直接观测。教师通常只能提供二维示意图与公式推导，学生被迫在想象而非观察的基础上建立认知模型。这一困境并非矿物加工专业所特有，而是工程教育中普遍存在的认知黑箱问题。虚拟仿真技术的独特价值，正是为这些不可见的过程提供可观测、可交互的数字感官。

2.2. 安全约束：高危实验的可及性困境

工程教育区别于理科教育的核心特征在于“做”。学生必须在真实的物理约束中验证理论、积累经验。但许多工程领域的核心实验天然伴随安全风险。以矿物加工的深度提纯为例，从超细粉碎的粉尘爆炸风险，到高温高压水热反应的操作门槛，再到氢氟酸等强腐蚀性试剂的管控要求，均属高危操作序列。在本科教学的安全规范框架内，这些实验往往被大幅简化，甚至直接从培养方案中删去。最终使学生仅对完整提纯工艺路径保有概念性认识，却从未在操作层面体验从工艺设计到参数优化的完整决策过程。安全诉求与实践深度之间的两难，恰构成了虚拟仿真技术最具突破价值的应用场景：在数字空间中，学生可反复试错、探索极限参数，乃至制造事故并观察后果，而这些在真实实验室中均无法实现。

2.3. 逻辑割裂：分科教学与系统思维的冲突

传统课程体系遵循从基础理论到专业原理再到工程应用的分科递进逻辑，知识被切割为边界清晰的独立课程。但在真实的工程情境中，一个工艺优化问题的求解需要同步调用多个学科的知识：煤的显微组分特征决定其可浮性曲线，捕收剂的分子结构决定浮选效率，矿浆流场的动力学参数决定气泡与颗粒的碰撞概率，而经济性与环保性指标又对整个方案构成反馈约束。学生在分科体系下学完这些知识后，面对综合性工程问题仍往往无从下手，因其从未在教学中经历从分子机制推导到工艺决策的完整思维训练，难以形成处理复杂工程情境所需的系统分析和综合决策能力。破解这一困局，需要在教学模式的顶层设计中嵌入跨尺度、跨学科的认知整合机制。

上述三重困局并非彼此孤立，而是同一教学模式在认知、安全与组织三个侧面的不同投影。将传统模式与本文所提模式逐项对照，其差异集中于五个维度，如表 1 所示。

Table 1. Comparison between the traditional teaching model and the “virtual-real integration, theory-practice unity” model
表 1. 传统教学模式与“虚实融通、理实一体”模式对比

对比维度	传统教学模式	虚实融通、理实一体模式
感官可及性	依赖二维示意图与公式，微观过程不可见	虚拟仿真提供可观测、可交互的数字感官
实验安全性	高危实验被简化或删除	虚拟空间零风险反复试错、极限探索
知识组织	分科递进，知识割裂	跨尺度、跨学科认知整合
理实关系	先讲后做，时序割裂	同单元交替迭代(见、思、做、悟)
评价方式	终结性试卷 + 实验报告	双向反馈、过程性发展评价

3. 虚实融通、理实一体教学模式的理论建构

3.1. 学理基础：具身认知与建构主义的双重基础

本文所提教学模式建立在两个理论支柱之上。其一为具身认知理论。该理论认为认知并非脱离身体的抽象符号运算，而是根植于感官运动系统与物理环境的互动[2]；当学习者无法借助感官直接接触知识对象时，认知建构的效率将显著下降。这为引入虚拟仿真提供了学理依据：虚拟仿真本质上是一种数字感官，使学习者的感知域延伸至传统课堂无法触及的微观世界。其二为建构主义学习观，强调知识并非被动接收，而是学习者在与环境的积极互动中主动建构的产物[16]，数字时代的学习理论亦在此基础上强调知识的自主重组与意义建构[17]。其对教学的启示在于：教学设计的核心不在于如何将知识讲授清楚，而在于如何构建学习者能够主动建构理解的情境。综合两个理论视角可以得出一个基本判断：数字化教学设计的根本目标，是创造传统条件下难以实现的认知建构情境，而非单纯优化知识传递的效率。

3.2. 核心理念：从虚实结合到虚实融通

当前教育数字化实践中，虚实结合的典型做法是将虚拟仿真作为实体实验的补充或替代。这一思路缓解了实验资源不足的问题，但虚拟与实体之间是并列关系，二者在认知功能上没有形成互补。

提出虚实融通，即是对上述惯常思维的超越。其核心要义在于：虚拟场景与实体实践并非可相互替代的平行选项，而是同一认知建构链条中功能互补的有机环节。虚拟场景的独特价值主要体现在三个方面。一是尺度跨越，将纳米级的分子过程放大为可视化的动态场景；二是过程可逆，允许反复调整参数以观察系统响应；三是风险归零，使高危实验的完整操作训练成为可能。与之相对，实体实践亦具备虚拟环境难以替代的价值：在具身维度，学生需亲手操作仪器、感受设备运行状态、处置意料之外的异常现象，这些感官反馈恰是工程素养的核心成分；在约束维度，真实物理世界中的摩擦损耗与测量误差，恰恰是训练工程判断力的最佳素材；在责任维度，当学生意识到自身操作将产生真实的资源消耗与后果时，其决策的审慎程度将显著提升。

虚拟场景与实体实践在认知功能上的分工，可归纳为图 2 所示的互补结构。

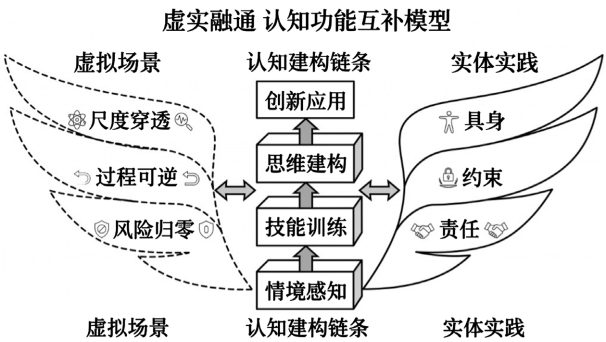


Figure 2. Complementary model of cognitive functions in virtual-real integration
图 2. 虚实融通知知功能互补模型

因此，虚实融通的实现路径不是在虚与实之间做数量或顺序上的安排，而是在每个教学环节中为二者分配不可替代的认知功能，使其在同一教学逻辑中相互支撑。

3.3. 理实一体：打破讲与练的时序隔阂

理实一体所回应的，是传统教学中理论讲授与实践操作在时序上人为割裂的问题。在先讲理论、后做实验的线性安排下，学生学理论时不知公式将用于何处，做实验时又遗忘背后原理，知识在时间轴上

的分离导致认知整合的失败。理实一体主张将讲授与操作置于同一教学单元中交替展开：观察到虚拟现象后立即转入理论追问，推导出理论预测后立即转入实验验证。这种短周期迭代循环使理论不再孤立于符号系统，实践也不再停留于机械的操作训练，二者在认知层面形成共振。

4. 递进式教学框架与数字化支撑体系

4.1. 四阶递进框架的设计逻辑

四阶框架是对一条完整认知建构路径的逻辑展开，各阶段承担不同的认知功能。

虚拟感知阶段旨在为学习者创设可观测的微观世界。以煤的界面化学教学为例，学生借助分子结构虚拟仿真平台，以三维可视化方式观察不同变质程度煤的分子拓扑差异、极性官能团的空间分布，以及水分子在官能团上逐层锚定的动态过程，构成后续理性思辨的感性认知锚点。正如物理教学以单摆演示简谐振动，虚拟仿真亦为化学热力学充当了同样直观的认知入口。

理论推演阶段要实现从“看到了什么”到“为什么会这样”的跃升。在获得直观认知之后，教学转向热力学与动力学的理论建构：从 Young 方程推导接触角与表面自由能的关系，从 DLVO 理论解释胶体颗粒间的稳定与聚并条件，从化学键能角度分析热处理过程中的键断裂如何驱动表面极性的转变。虚拟感知为这些抽象理论提供了具体参照，使学习者在面对热力学方程时不再空洞地记忆符号，而是将每一参数与虚拟场景中观察到的特征对应起来。

实验验证阶段侧重对理论推演的结论予以实证检验。学生带着前一阶段形成的具体假设进入实验室，通过接触角测量、微量热分析、浮选对比实验等手段逐一验证。当实验数据与理论预测出现偏离时，学生需回溯整条认知链条，重新审视虚拟感知中的观察是否全面、理论推导中的假设是否合理、实验操作中是否存在误差。这种以验证为驱动的实验模式，将实验课从标准操作流程训练提升为开放性的科学探究。

工程应用阶段追求认知的跨域迁移。学生将此前在可控环境中建立的认知框架，投射于信息不完备、约束多元、目标冲突的真实工程情境。该阶段借助数字孪生技术构建工程镜像空间[3]，基于真实工业系统的耦合模型，为学生呈现高度还原工业现场复杂度的虚拟决策环境。学习者的任务不再是验证单一假设，而是在多个目标之间进行系统权衡，于信息不完全的条件下作出具有鲁棒性的工艺决策，其评价口径可参照智能分选系统的相关标准[18]。来自真实工厂的工业物联网数据与学生的决策输出形成对照，完成虚拟决策、现实约束与反思修正的认知迭代。该阶段使学生在安全的失败中培养工程判断力，这是传统教学环境无法提供的训练维度。

4.2. 三层数字化支撑体系的架构

四阶框架的运行依赖于分层设计的数字化技术生态。第一层为微观认知层，由分子结构虚拟仿真平台承载，集成密度泛函理论计算结果与分子动力学模拟数据，为学习者提供观测纳米级界面过程的能力。第二层为智能设计层，以 AI 辅助药剂筛选与工艺优化平台为核心，部署集成学习模型与化学描述符数据库，使学习者在交互探索中理解构效关系的本质。第三层为工程映射层，以工业数字孪生平台为核心，通过工业物联网实现工厂数据与教学平台的双向贯通，构建物理工厂、数字镜像、决策反馈的闭环生态。三层平台在技术上分层、在数据流上贯通，共同构成从纳米到千米的完整认知基础设施。

5. 分阶段实施路径与保障机制

5.1. 实施挑战与前提条件

该模式的实施首先受到资源、技术与组织条件的约束。微观过程可视化所需的内容开发和平台维护

需要稳定经费；智能设计和工程映射则进一步依赖算法模型、数据接口及持续运维能力。平台建设还应关注模拟内容的科学准确性、不同系统的互操作性，以及学习数据和工业数据的访问权限与安全管理。

师资方面，单一教师通常难以同时承担专业内容建模、教学设计、实验组织与平台维护，应由专业教师、教育技术人员和实验教师协同分工。跨部门协作需要明确课程归属、经费来源、工作量认定和平台维护责任。涉及企业数据时，还应在数据授权、脱敏、保密、知识产权与安全责任明确后，再开展深度接入。

5.2. 分阶段实施路径

实施宜从开发门槛较低、教学目标清晰的微观认知层开始。准备阶段应选定一个核心知识点，梳理现有数字资源、实体实验条件和评价基线，形成可执行的教学单元设计。第一阶段围绕该知识点开展“虚拟感知－理论推演－实验验证”的概念验证，不以接入人工智能模型、企业数据或数字孪生系统为前提。

在完成首期教学单元并获得学习过程记录、实验作品和体验反馈后，可进入课程内整合阶段，将多个单元串联并完善课前探索、课堂研讨与实验反思。只有在数据资源、师资队伍、平台运维和安全机制具备条件时，才逐步扩展至智能设计层；工程映射层则以校企协议、数据脱敏、接口标准和安全机制落实为进入条件。各阶段均应以教学目标达成和实施条件满足作为下一阶段的判断依据。各阶段均应以教学目标达成和实施条件满足作为进入下一阶段的判断依据，具体实施顺序与保障要点如图 3 所示。



Figure 3. Comparison of representative virtual-real integrated teaching approaches and the proposed model
图 3. 代表性虚实结合教学路径与本文模型的比较

5.3. 课程组织与学习评价机制

虚实融通模式对教学组织提出了新的要求。本文提出的组织策略为模块化重组：将教学内容按认知目标拆分为若干个虚实耦合单元，每个单元以前半段的虚拟感知与理论推演、后半段的实验验证与应用研讨相衔接。在教学形式上，采用翻转前置与课堂深化的策略：将虚拟感知的交互探索前置至课前，使学生带着在虚拟场景中发现的认知困惑进入课堂，从而将有限的师生面对面时间聚焦于理论推演与深度研讨。

学习评价机制

新模式的评价体系须与认知目标相匹配。传统的期末试卷与实验报告组合适用于评估知识记忆与操作规范性，却难以捕捉虚实融通模式所培养的高阶能力。本文提出双向反馈评价机制。在教师评价维度，引入多元证据源，包括学生在虚拟平台上的探索路径与参数调节日志、理论推演的逻辑论证质量、实验设计中的变量控制意识与异常分析能力，以及工程应用情境中的方案决策合理性。在学习反馈维度，于每个教学模块结束后收集学生对虚与实衔接效果的体验评价，形成教学设计的持续优化闭环。

5.4. 持续保障机制

新模式的可持续运行需要在三个维度建立保障。在资源维度，虚拟仿真平台的开发与数字孪生系统

的维护需持续投入,建议纳入学校信息化建设的中长期规划,并探索校企共建模式,借助行业企业的工程数据资源降低平台构建成本。在制度维度,需将虚实融通的教学环节纳入课程标准与质量评价体系,为教学改革提供制度激励。在师资维度,数字化教学对教师提出了跨领域的能力要求,需通过学科教师、教育技术专家、行业工程师的协同弥补单一教师的能力缺口。此外,应推动校际虚拟仿真平台的共建共享,避免低水平重复建设。

6. 结语

教育数字化并非技术装备竞赛,而是对教学底层逻辑的重新审视。本文所提模式试图从三个层面为工程教育数字化转型提供可参照的路径:理论层面,论证数字化为何是认知基础设施而非教学装饰;模式层面,厘清虚拟场景与实体实践在认知功能上的互补逻辑;系统层面,构建四阶递进教学框架与三层数字化支撑体系,形成从学到方案的完整链条。

该模式的推广仍面临挑战。虚拟仿真内容的高质量开发需要跨学科团队的长期协作,数字孪生系统的工业数据接口标准化与安全机制尚未解决,虚实融通在不同学科中的适应性,仍需更多实证检验加以确认。后续研究将从两方面展开:开展跨校、跨专业的对比实验,积累模式迁移效果的实证证据;深化虚拟体验向真实工程能力转化的认知机制研究。

基金项目

中国矿业大学(北京)研究生教育教学改革项目资助(项目编号:YJG2026009)。

参考文献

- [1] 祝智庭,胡姣.教育数字化转型的理论框架[J].中国电化教育,2022(4):41-49.
- [2] Wilson, M. (2002) Six Views of Embodied Cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, **9**, 625-636.
<https://doi.org/10.3758/bf03196322>
- [3] 陶飞,刘蔚然,刘检华,等.数字孪生及其应用探索[J].计算机集成制造系统,2018,24(1):1-18.
- [4] 教育部办公厅关于2017-2020年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知[EB/OL].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7945/s7946/201707/t20170721_309819.html, 2017-07-13.
- [5] 艾丽,余德平,刘晓宇,等.贯通式项目制驱动下智能制造教育生态体系重构[J].高教学刊,2026,12(S2):5-8.
- [6] 姜来为,李晓文.基于目标问题导向的程序设计课程混合式教学探究[J].高教学刊,2026,12(S2):30-33.
- [7] 鞠晓群,吴健,何广华,等.船舶与海洋工程专业“三融一体”实验课程教学改革与实践[J].高教学刊,2026,12(S2):26-29.
- [8] 李翠,张光涛,郭雪梅.数智化背景下新商科共享实训基地建设研究[J].高教学刊,2026,12(S2):72-75.
- [9] de Jong, T., Linn, M.C. and Zacharia, Z.C. (2013) Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. *Science*, **340**, 305-308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- [10] Zacharia, Z.C. (2007) Comparing and Combining Real and Virtual Experimentation: An Effort to Enhance Students' Conceptual Understanding of Electric Circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*, **23**, 120-132.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00215.x>
- [11] Brinson, J.R. (2015) Learning Outcome Achievement in Non-Traditional (Virtual and Remote) versus Traditional (Hands-On) Laboratories: A Review of the Empirical Research. *Computers & Education*, **87**, 218-237.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.003>
- [12] Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V.M., et al. (2016) Virtual Laboratories for Education in Science, Technology, and Engineering: A Review. *Computers & Education*, **95**, 309-327.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
- [13] 贺占魁,黄涛.虚拟仿真实验教学项目建设探索[J].实验技术与管理,2018,35(2):108-111,116.
- [14] 屈进州,陶秀祥,唐龙飞,等.神东低阶煤浮选前后表面性质的表征研究[J].中国煤炭,2014,40(8):88-92.
- [15] 解维伟,王亚宁,张子洞,等.同碳数烷烃捕收剂的结构对浮选性能的影响[J].矿产综合利用,2026,47(1):89-96.

- [16] 何克抗. 建构主义——革新传统教学的理论基础(上) [J]. 电化教育研究, 1997(3): 3-9.
- [17] 王竹立. 新建构主义: 网络时代的学习理论[J]. 远程教育杂志, 2011, 29(2): 11-18.
- [18] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. GB/T 46427-2025. 选煤厂重介质分选系统智能化评定方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2025.