

新工科背景下“通风安全”课程“2+2”教学体系构建与实践

刘虎华¹, 周珊珊², 韦笑³

宜宾学院, 四川 宜宾 644000

DOI: 10.61369/SDME.2025060038

摘 要 : 本研究聚焦新工科背景下安全工程专业核心课程“通风安全”的教学改革, 针对传统教学中存在的学生被动学习、理论实践脱节、实践条件不足及评价方式单一等系统性痛点, 创新性构建了“理论改革(情景化+案例教学)+实践改革(虚拟仿真+AI赋能)”的“2+2”教学体系。以OBE理念为统领, 通过情景化教学实现工业场景认知重构, 依托分级案例任务链(基础-综合-创新)强化工程思维训练; 结合虚拟仿真技术实现实践教学的系统性重构, 利用AI学情诊断生成个性化学习路径, 形成“教-学-做-评”动态闭环。有效解决了知识内化不足与能力培养脱节的问题, 为工程实践类课程改革提供了可复制范式。

关 键 词 : 新工科; 通风安全; 虚拟仿真; 人工智能

Construction and Practice of the “2+2” Teaching System for the “Ventilation Safety” Course in the Context of New Engineering Education

Liu Huhua¹, Zhou Shanshan², Wei Xiao³

Yibin University, Yibin, Sichuan 644000

Abstract : This study focuses on the teaching reform of the core course "Ventilation Safety" in the safety engineering major under the background of new engineering education. In response to the systematic pain points existing in traditional teaching, such as students' passive learning, the disconnection between theory and practice, insufficient practical conditions, and the single evaluation method, an innovative "2+2" teaching system of "theoretical reform (scenario-based + case teaching) + practical reform (virtual simulation + AI empowerment)" has been constructed. Guided by the OBE concept, scenario-based teaching is used to realize the reconstruction of industrial scene cognition, and the hierarchical case task chain (basic - comprehensive - innovative) is relied on to strengthen engineering thinking training; combined with virtual simulation technology, the systematic reconstruction of practical teaching is achieved, and personalized learning paths are generated by using AI learning situation diagnosis to form a "teaching - learning - doing - evaluation" dynamic closed loop. This effectively solves the problem of insufficient knowledge internalization and the disconnection between ability cultivation and knowledge acquisition, providing a replicable model for the reform of engineering practice courses.

Keywords : new engineering education; ventilation safety; virtual simulation; artificial intelligence

引言

在新工科建设和工程教育专业认证背景下,“通风安全”课程作为安全工程专业的核心必修课,在职业健康防护与工业安全生产领域具有不可替代的战略地位。随着“双碳”目标推进和产业转型升级,通风技术正从传统的环境控制向智能化、低碳化方向发展^[1-2],这对课程教学提出了更高要求。但传统课程教学面临双重困境:一是学生被动学习,知识理解程度不高^[3-4];二是理论教学内容与工程实践脱节,学生理论联系实际能力不强^[5-8]。

因此,本研究构建了“2+2”教学体系。理论层面通过“情景化+案例”教学法破解被动学习困境;实践层面借助“虚拟仿真+AI”技术突破实训壁垒^[9-13]。该体系将OBE理念贯穿教学全过程,形成“理论改革为基础、实践改革为重点”的双轮驱动模式,可为新工科专业课程改革提供可复制的实施路径^[14-15],对培养适应产业变革的高素质应用型安全工程人才具有重要实践意义。

基金项目:

四川省省级一流课程“食品质量安全管理学虚拟仿真实验”(SYLKC202314);

宜宾学院2024年教学改革项目重点专项“《统计质量控制》课程思政元素挖掘与教学实践”(XJGZ2024009);

宜宾学院教学改革项目青年教师专项“基于“四真三化”(FT)教学模式的校企共建课程研究与实践——以《食品质量安全管理学》为例”(409-XJGQ2024016)

作者简介:刘虎华(1987-),男,四川达县人,硕士,讲师,研究方向:安全科学与工程。

一、传统教学的“痛点”

通风安全课程作为安全工程专业的核心课程，具有理论体系复杂、实践性强的特点，涉及流体力学、热力学、传热学及建筑学等多学科交叉知识。当前教学过程中普遍存在学生理论知识理解不深、工程应用能力不足的问题。深入分析表明，这些问题主要源于教学方法、教学内容、实践条件和评价体系四个维度的系统性缺陷。

（一）教学方法简单，师生互动困难

当前课堂教学仍以单向灌输为主，教师采用“PPT+板书”的讲授模式占比较高，这种“填鸭式”教学导致师生互动匮乏，学生对抽象概念的理解停留在表面。传统教学模式下学生课堂参与度不高，师生互动的缺失直接影响了知识的内化效果。

（二）教学内容固化，未能与时俱进

随着我国工业的快速发展，人民物质生活水平快速提高，对于安全的要求也越来越高，通风安全相关工程应用日新月异，相关教材严重滞后于技术发展，教材中仍存在已被淘汰的旋风除尘技术等内容，而对半导体洁净厂房等新兴场景的通风要求涉及不足。在案例教学方面，大多数教师仍使用十年前的经典事故案例，未能融入锂电池生产等新兴产业风险。现有教学内容与“双碳”目标下的节能通风技术存在明显代际差，这种滞后性导致学生知识结构与行业需求脱节。

（三）实践条件匮乏，实践经验缺少

传统实验室仅能进行单台风机性能测试，无法模拟完整通风系统；生产企业又因安全与生产保密等问题，对学生实习申请接受率不高。实践条件匮乏造成了严重的能力断层。

（四）过程评价不足，个性化教育难以实施

现行评价体系存在“三重三轻”弊端：重期末轻过程、重结果轻能力、重统一轻个性。实际教学中，学生人数多、管控环节多而教师精力有限，导致教师教学只能“抓大放小”，难以关注个体差异，导致学情分析、过程性教学评价等环节难以深入有效落实。这种粗放式教学与评价掩盖了真实学习效果，出现“高分低能”现象。

二、“2+2”教学体系理论建构

针对传统教学模式存在的系统性缺陷，本研究创新性地构建了“理论改革（情景化+案例教学）+实践改革（虚拟仿真+AI赋能）”的“2+2”教学体系。该体系基于OBE教育理念，通过双轮驱动和双循环闭环设计，实现了知识传授与能力培养的有机统一。

（一）“2+2”教学体系框架设计

“2+2”体系的核心在于两个维度的协同创新：在理论教学维度，采用情景化教学激活学习动机，通过工程案例教学强化理论应用；在实践教学维度，借助虚拟仿真技术突破实训限制，利用AI技术实现精准赋能。

（二）双循环教学机制

1. 创新方法循环

基于新工科教育理念和工程教育认证要求，为实现知识传授

与能力培养的有机统一，构建了“理论情景化-案例任务驱动-虚拟验证-AI优化”的螺旋式上升机制。

在理论情景化阶段，采用“三维立体”教学设计策略：首先通过物理场景重构，将教学空间转化为具有真实工业特征的虚拟车间环境；其次运用增强现实技术构建数字化情景，动态呈现通风系统的运行参数；最后通过渐进式问题链引导学生进行工程决策。这种情景化教学方法显著提升了学生的参与度。案例任务驱动阶段采用“基础-综合-创新”三级递进设计。基础级任务着重训练学生的基础理论理解能力；进阶级任务引入多重约束条件，培养学生的系统思维和权衡决策能力；创新级任务直接对接企业实际项目，要求学生完成从方案设计到实施评估的全过程。

2. 教学过程循环

以成果导向教育（OBE）理念为指导，通过重构教学流程，建立了“教-学-做-评”教学全过程循环，形成了完整的教学质量保障体系。

在教学实施环节，采用混合式教学模式整合线上线下资源。课前通过微课视频引导学生预习关键概念；课中采用BOPPPS模型组织教学活动，确保每个教学单元都包含明确的学习目标和效果检验；课后布置具有工程背景的综合性作业，强化知识应用能力。实践环节采用“虚实结合”的双轨制。虚拟实践通过虚拟仿真等技术手段，让学生在安全环境中体验各类工程场景；实体实践则通过迷你教具和企业项目，培养学生的实操能力。评价环节建立了多元化的评估体系，包括过程性评价、成果评价和互评机制，全面反映学生的学习成效。持续改进机制是闭环系统的关键特征。通过AI学习分析技术，精准把握学生的学习进度和困难点，及时调整教学策略；定期更新教学案例库，确保教学内容与行业发展同步。

（三）情景化教学创新实践的系统化设计

情景化教学的特点是在教室环境中重构工业场景，通过沉浸式体验促进理论认知内化。其核心在于构建“角色扮演→场景模拟→工程实践”三阶场景体系。

角色扮演阶段将学生分组，分别赋予通风管理员、现场作业人员等不同企业角色身份，在虚拟重建的工业车间中协作完成风量计算任务。场景模拟阶段创设多因子耦合场景，要求学生组建工程管理团队，根据背景资料模拟生产车间，并同步协调工艺热源分布、自然通风窗口定位及机械通风系统布局，强化多学科知识融合能力。工程实践阶段通过产教融合，引导学生团队自主调查实际工程，在实践中发现通风问题，提出优化方案。

（四）工程案例教学体系的阶梯式构建

案例教学立足真实工程项目全流程，构建“典型→模拟→实践”三阶任务链：典型案例层依托经典的通风系统案例，让学生了解真实通风系统的构建过程与最终状态。模拟案例层由企业提供车间原始数据，要求学生计算风量并验证通风效率，利用虚拟仿真平台调试管道阻力系数，夯实工程计算规范。案例实践运用层对接企业真实需求，以产学研融合项目为依托，设定工艺防爆等级、能耗限额、噪声标准等多重约束，学生需完成从现场调查、系统设计、设备选型到系统集成的完整方案，企业工程师从

经济性、可靠性等维度评估方案价值。工程案例教学与情景化教学殊途同归，最后同时进行工程实践，切实提升学生应用能力。

三、“2+2”教学体系实践创新

（一）虚拟仿真实验重构实践教学流程

虚拟仿真实验体系通过“基础认知－工程分析－综合设计”三级模块化设计实现实践教学的系统性重构。

基础认知层依托开发的流体动力学可视化引擎，实现粉尘扩散轨迹的动态模拟。该系统采用粒子追踪算法，直观展示不同通风参数下的气流组织规律，使抽象的局部排风罩捕集效率原理具象化，有助于学生对理论知识的理解。工程分析层创新性地整合了CFD耦合算法，构建管网阻力热力图分析系统；学生通过参数优化完成生产企业通风设计任务，有助于学生工程应用能力的提升。综合设计层依托校企共建的虚拟仿真一流课程，形成“设计－验证－优化”闭环机制，有助于培养高素质应用型通风人才。

（二）人工智能赋能教学全流程

人工智能赋能教学全流程，构建数据驱动的教学闭环系统。在学情诊断维度，开发了知识图谱支撑的能力矩阵模型，通过分

析大量学生学习轨迹数据，建立包含16项核心能力的评价指标体系，动态生成个性化学习资源包。该模型能够针对学生的薄弱环节，有效提升其训练效率。教学过程管控采用行为分析算法，通过实时监测学生学习动态，当学生学习评价达到警戒值时自动触发预警，及时提醒学生查漏补缺。评价机制创新突破传统分数限制，建立多源数据融合的能力画像；该模型整合虚拟实验操作数据、理论考核成绩、团队协作评价等12类指标，生成知识掌握度、工程实践力、创新性三维雷达图。

四、结束语

实践证明，“2+2”体系不仅契合新工科建设对“创新型、复合型、应用型”安全工程人才的需求，也充分响应了工程教育认证“学生中心、产出导向、持续改进”的核心要求。其为破解工科实践类课程普遍存在的“重知识传授、轻能力培养”、“重教师主导、轻学生参与”等痼疾提供了一条清晰、系统且可复制推广的有效路径。尤其在当前安全工程加速向数字化、智能化（智慧安全）发展的背景下，该体系对推动安全工程专业教育模式转型升级、服务国家安全生产战略需求具有重要的示范意义。

参考文献

- [1] 张小良, 郭镕茜, 张军, 等. 产教融合背景下“通风除尘及净化”课程教学改革研究与实践 [J]. 中国安全科学学报, 2022, 32(S1): 1-6.
- [2] 庄加玮, 刘恩海, 刘建麟. “双碳”背景下“工业通风”课程案例式教学改革与实践 [J]. 黑龙江教育（高教研究与评估）, 2024(5): 71-73.
- [3] 刘虎华, 左德, 胡勇. 基于OBE的“通风安全”课程教学改革研究 [J]. 安全与环境工程, 2021, 28(3): 178-183.
- [4] 刘振峰, 郭为忠. 虚拟仿真实验教学课程资源设计及教学过程的改革与探索 [J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(9): 51-54.
- [5] 毕明华, 王斌武, 李泽芳, 等. 应用型本科工业通风与除尘课程教学改革探究 [J]. 西部素质教育, 2019, 5(11): 188-189.
- [6] 刘虎华, 张莉娟. 情境教学法在工程类课程教学中的应用探讨 [J]. 四川劳动保障, 2019, (12): 186-187.
- [7] 曹明, 张芸栗, 徐珊珊, 等. 基于以学生为中心理念的《通风工程》创新型课堂设计教学改革研究与实践 [J]. 高教学刊, 2023(S1): 110-114.
- [8] 刘燕, 刘虎华, 周岭, 等. 虚拟仿真实验在提升食品质量管理学课程实操性与应用价值中的实践研究 [J]. 食品工业科技, 2024, (6): 222-226.
- [9] 熊宏齐. 虚拟仿真实验教学助推理论教学与实验教学的融合改革与创新 [J]. 实验技术与管理, 2020, 37(5): 1-4.
- [10] 蔺智挺. 基于虚拟仿真实验的模拟集成电路实验教学 [J]. 实验技术与管理, 2016, 33(1): 122-126.
- [11] 马学条, 陈龙. 基于虚拟仿真技术的数字电路实验教学探索 [J]. 实验技术与管理, 2016, 33(10): 127-129.
- [12] 张立群. 人工智能赋能高等教育教学改革的中国范式构建 [J]. 中国高教研究, 2024(5): 12-18.
- [13] 马智会, 段征, 潘荣锟, 等. 新工科背景下“通风工程学”课程教学改革 [J]. 黑龙江高教研究, 2024(11): 171-174.
- [14] 田宏, 王天明. 基于OBE的《安全系统工程》课程教学改革及实践 [J]. 安全, 2021, 42(3): 61-64, 68.