

Construction of virtual simulation experimental teaching system based on international standards-A practical study on cultivating multi-disciplinary technical talents with global vision

Changkun Liu Yuxin Yang Zilin Chen Tao Kan Yanfei Ya

College of Chemistry and Environmental Engineering, Shenzhen University, Shenzhen, Guangdong, 518055, China

Abstract

With the acceleration of digitalization, intelligentization, and globalization, virtual simulation experimental education has become a crucial pathway for driving engineering education reform and cultivating interdisciplinary technical talents. Currently, China's virtual simulation experimental systems face challenges such as inconsistent standards, monotonous content, and insufficient alignment with international norms. This paper systematically reviews global engineering education standards including ABET, CDIO, and EUR-ACE, analyzes the core competencies required for technical professionals, and explores the advantages of virtual simulation in facilitating multidisciplinary integration, innovative practices, and international collaboration. Through case studies and empirical analysis, this research proposes systematic design objectives, content methodologies, and evaluation mechanisms, emphasizing collaborative innovation in curriculum resources, platform technologies, faculty development, and international cooperation. The study demonstrates that virtual simulation experimental teaching systems built on international standards can enhance students' innovative practices and global competencies, thereby driving the digital transformation and internationalization of higher education in China.

Keywords

Virtual simulation; Experimental teaching system; International standards; Interdisciplinary technical talents; Global perspective; Engineering education

基于国际标准的虚拟仿真实验教学体系构建——以全球视野培养复合型技术人才的实践研究

刘长坤 杨雨欣 陈子霖 陶陶 牙燕飞

深圳大学化学与环境工程学院, 中国·广东 深圳 518055

摘要

随着数字化、智能化与全球化进程加快, 虚拟仿真实验教学成为推动工程教育变革与培养复合型技术人才的重要路径。当前国内虚拟仿真实验体系存在标准不一、内容单一、国际接轨不足等问题。本文对ABET、CDIO、EUR-ACE等国际工程教育标准进行梳理, 分析技术人才核心素养, 探讨虚拟仿真在多学科融合、创新实践与国际协同中的优势。通过案例研究与实证分析, 提出体系设计目标、内容方法与评价机制, 强调课程资源、平台技术、师资与国际合作的协同创新。研究表明, 基于国际标准构建的虚拟仿真实验教学体系, 有助于提升学生创新实践与全球胜任力, 推动我国高等教育数字化与国际化发展。

关键词

虚拟仿真; 实验教学体系; 国际标准; 复合型技术人才; 全球视野; 工程教育

【基金资助】2025年度国家教育部高等学校国际合作与交流专项课题(基于国际标准的虚拟仿真实验教学体系构建——以全球视野培养复合型技术人才的实践研究)(GJX25Z3055); 2023年度广东省本科高校教学质量与教学改革工程项目(环境工程虚拟仿真实验课程群虚拟教研室); 2023年度深圳大学虚拟教研室培育项目; 深圳大学优秀研究生导师团队培育项目(环境污染控制导师团队)(315-000066010909)。

【作者简介】刘长坤(1981—), 男, 中国河北承德人, 博士, 副教授, 博导, 从事环境工程领域的科研与教学研究。

1 引言

21世纪以来, 全球新一轮科技革命和产业变革持续推进, 工程技术领域对高素质、国际化、复合型人才的需求显著提升。随着人工智能、物联网、虚拟现实等技术的广泛应用, 虚拟仿真实验作为新型教育载体, 凭借高交互、强沉浸、跨学科和高效资源共享等特性, 成为工程教育和技术培训的重要创新路径。与此同时, 国际主流工程教育认证体系(如ABET、CDIO、EUR-ACE等)不断强调实验教学在能力结构、创新实践、国际视野等方面的核心作用, 推动各国高校将虚拟仿真资源建设与国际标准深度融合。然而, 国内高校在虚

拟仿真实验教学体系建设过程中,普遍存在课程资源分散、平台标准不一、内容深度不够、国际化水平偏低等问题,制约了人才培养质量和国际竞争力的提升^[1]。

在此背景下,基于国际标准的虚拟仿真实验教学体系构建,成为提升中国高等教育国际化水平、对接全球产业需求和培养复合型技术人才的必由之路。如何科学对标国际工程教育标准,构建多学科交叉、创新驱动、开放共享的虚拟仿真实验体系,实现理论教学与工程实践的深度融合,促进学生创新能力、跨文化协作能力和工程综合能力的全面提升,是当前高校教育改革的重大课题。本文围绕“基于国际标准的虚拟仿真实验教学体系构建”,系统梳理理论基础与发展现状,提出体系设计与创新实践路径,并以典型案例为支撑,分析体系运行成效,探讨未来优化方向,力求为中国高等教育数字化转型和复合型技术人才培养提供借鉴和参考。

2 国际标准对虚拟仿真实验教学体系的启示与要求

2.1 国际工程教育标准的内涵与发展趋势

全球工程教育标准化进程不断加快,ABET(美国工程技术认证委员会)、CDIO(工程教育创新模式)、EUR-ACE(欧洲工程教育认证体系)等国际主流标准,强调以学生为中心、成果导向和能力本位的教育理念。在实验教学方面,国际标准普遍要求课程设计注重理论与实践结合、知识与能力并重、创新与协作并举。具体表现为:一是强化实验与工程实践环节,将虚拟仿真与实体实验有机结合;二是鼓励多学科融合,提升解决复杂工程问题的能力;三是注重团队协作、跨文化交流和全球胜任力的培养;四是建立完善的课程评价与持续改进机制,确保人才培养目标的实现。

2.2 虚拟仿真实验教学的国际标准要求

国际标准下的虚拟仿真实验教学,不仅要求高度仿真与沉浸体验,还要注重开放性、交互性和系统性。以ABET为例,要求学生能够在仿真环境中完成实验设计、数据分析、系统集成和问题解决等全流程任务;CDIO模式强调“做中学”,主张通过虚拟仿真实验提升学生的创新意识和工程素养;EUR-ACE则重视虚拟仿真平台在多学科团队合作、国际协作和综合能力培养中的应用。虚拟仿真资源建设应满足多样化课程需求,支持跨专业、跨国界、跨平台协同,促进学生在虚拟实验环境下自主探究、创新实践和团队协作^[2]。

2.3 复合型技术人才能力结构的国际化要求

在全球化背景下,复合型技术人才不仅须具备扎实的学科基础与技术能力,更要拥有创新思维、跨学科整合、国际交流与协作、复杂系统工程分析等能力。国际标准普遍强调:一是“知识—能力—素养”三位一体的培养目标,要求学生具备跨领域知识整合和问题解决能力;二是重视沟通交流、团队合作与领导力;三是鼓励国际视野与全球责任感,推动学生参与国际项目、跨文化工程实践和全球产业协作。基于国际标准的虚拟仿真实验教学体系,正是实现这些能力培养的关键平台。

3 基于国际标准的虚拟仿真实验教学体系设计

3.1 体系构建目标与整体框架

虚拟仿真实验教学体系的构建目标,是以国际工程教育标准为引领,打造集多学科融合、创新实践、国际协同和数字化管理为一体的综合性教学平台。体系整体框架包括四大核心:课程资源开发、实验平台搭建、师资队伍建设和国际交流机制。课程资源以知识点、工程案例、综合项目和创新竞赛为单元,结合虚拟仿真技术实现动态交互与沉浸体验;平台搭建强调标准化、模块化和互操作性,支持多终端访问和开放式资源共享;师资队伍实行校企联合、国际双导师制,提升教师的国际化教学与项目指导能力;国际交流机制涵盖海外实习、联合实验、线上线下混合教学等,推动学生跨文化协作与全球胜任力提升。

3.2 课程内容开发与多学科交叉融合

体系建设应对接国际产业和学科发展前沿,科学设置多学科交叉的课程模块。具体包括:一是基础学科与工程应用的融合,如力学、材料、自动化与信息科学交叉课程;二是创新实践与工程设计模块,如虚拟工厂、数字孪生、复杂系统仿真等;三是国际工程项目案例库,选取全球典型案例与国际大赛项目,引导学生参与全流程设计、团队协作与工程创新。课程开发注重任务驱动与项目导向,围绕“问题提出—方案设计—仿真实验—结果分析—优化提升”全过程,实现知识、能力、素养一体化培养。

3.3 实验平台技术与开放共享机制

基于国际标准的虚拟仿真实验平台,应具备高仿真度、强交互性、开放兼容和智能管理等技术特性。平台建设包括:一是采用国际主流虚拟现实、增强现实和人工智能技术,实现三维可视化、实时交互与动态仿真;二是支持多语言、多终端、多角色协同,满足国际化课程与跨国团队的教学需求;三是建设开放资源库,整合全球优质实验资源,实现数据共享、成果互认和课程互选;四是引入学习分析与数据追踪技术,动态评估学生学习过程与能力成长,形成持续改进的教学管理机制。

4 虚拟仿真实验教学体系的实践路径与创新应用

4.1 多层次、多类型课程体系的建设

构建科学系统的虚拟仿真实验课程体系,是提升工程教育质量与学生综合能力的基础保障。应根据学生知识结构与能力发展路径,分层设立基础实验、综合实验、创新实验与国际协同实验四大类型,形成由易到难、由浅入深、由本土到国际的能力跃迁梯度。基础实验以核心学科知识点与基本技能训练为目标,帮助学生掌握虚拟仪器操作、实验流程规范及仿真工具基础使用,为后续课程打牢基础。综合实验强调学科交叉与系统集成,聚焦如“机电系统综合建模”“能控系统联动仿真”等项目,培养学生模块集成与系统优化能

力。创新实验则鼓励学生围绕工程难题进行自主立项、方案设计与仿真验证,提升其原创能力、逻辑思维和技术表达能力。而国际协同实验更侧重跨文化交流与全球项目参与,组织中外高校学生协同开发、远程协作与成果展示,提升其国际胜任力。通过上述多层次实验课程体系建设,不仅满足不同专业与年级阶段学生的成长需求,也为高水平工程人才培养奠定坚实基础^[3]。

4.2 项目驱动与创新实践模式

项目驱动教学模式是推动虚拟仿真实验体系深度应用与实效转化的重要策略。该模式以真实工程问题或产业发展需求为导向,设计具有跨学科、跨平台特征的项目任务,引导学生在问题解决过程中实现知识迁移与能力培养。项目选题可紧扣“智能制造系统设计”“绿色能源集成仿真”“智能交通信号建模与优化”等典型工程场景,融合机械、自动化、电子、信息等多领域知识,强化学生跨专业整合与工程系统思维。在项目实施过程中,注重过程性教学管理与成果性考核,鼓励学生通过任务分解、角色分工、过程文档记录与阶段汇报等方式,提升其团队协作、项目管理与沟通表达能力。同时,结合竞赛化、演示化的成果展示机制,如线上仿真竞赛、远程项目评比、团队案例演讲等,激发学生的参与热情与实践主动性。通过这一模式,学生不仅能够将理论知识转化为工程能力,也能在真实任务中提升其批判性思维、自主学习意识与全球适应力,从而实现工程教育“教—学—做”的有机融合。

4.3 国际协同与跨文化工程教育实践

在当前工程教育全球化背景下,国际协同实验教学已成为高等院校对接国际标准、拓展学生国际视野的重要路径。该实践体系应积极引入国际高校、跨国企业与行业协会等优质资源,构建以“线上+线下”混合式方式为主的跨校、跨国协同实验项目。项目内容可围绕全球性技术议题,如“碳中和能源系统仿真”“国际标准化智能制造平台”“‘一带一路’交通设施工程仿真”等,推动学生与国外同伴联合进行项目开发、仿真实验、数据建模与成果展示,全面锻炼学生的英语表达、技术文档撰写、国际沟通及文化适应能力。在协作过程中,学生将面对时间差异、思维方式与表达逻辑的多重挑战,有助于其提升跨文化解决问题的能力。与此同时,学校还应鼓励师生参与国际工程教育研讨会、仿真技术创新大赛、全球联合课程等活动,持续提升教学与实践的国际化水平。通过构建“本土实践—国际接轨—全球创新”三位一体的工程教育生态系统,全面提升学生的全球胜任力与未来就业竞争力,助力学校实现人才培养国际化与专业建设高质量发展目标^[4]。

5 虚拟仿真实验教学体系运行的保障机制与优化建议

5.1 师资队伍国际化与能力提升

高水平师资是体系建设的关键。应加强国际化师资引

进与培养,组建由本校教师、企业工程师、国际专家共同组成的双导师制团队。定期组织教师赴国际高校、企业研修与访学,提升前沿技术应用与国际项目管理能力。鼓励教师参与国际课程开发与虚拟仿真平台创新,形成持续改进与共同成长的教师团队生态。

5.2 资源共建共享与标准化平台建设

虚拟仿真资源共建共享是提升体系开放性和可持续性的基础。建议高校、科研院所、企业和国际组织联合开发实验案例库、仿真模型库和教学资源包,实现数据互认、课程互选、成果共用。建立虚拟仿真平台标准体系,明确接口规范、技术标准与成果评价,实现不同院校和国际机构间资源互通与标准对接。

5.3 持续评价与国际对标机制

体系建设需建立全过程、多维度的评价与改进机制。建议采用过程性评价、成果性评价和发展性评价相结合的模式,将学生实验能力、创新成果、国际项目参与、团队协作和跨文化沟通等纳入综合评价体系。定期开展国际对标评估,参照 ABET、CDIO 等标准,对实验课程、平台功能、师资能力和学生成长成效进行评估与优化,确保体系持续创新与国际接轨。通过持续评价和对标,推动虚拟仿真实验教学体系向高质量、高标准和高水平发展^[5]。

6 结语

基于国际标准的虚拟仿真实验教学体系,是培养全球视野下复合型技术人才的重要支撑。本文从国际工程教育标准出发,系统论述了体系构建的理论依据、设计目标、实践路径和保障机制,强调多学科交叉、项目驱动、国际协同和持续创新对提升工程教育质量的核心作用。实证研究与案例分析表明,该体系不仅能有效提升学生的创新实践、工程能力和全球胜任力,还能加速我国高等教育的数字化转型和国际化进程。未来,应持续深化资源共建、师资提升与标准对标,推动虚拟仿真实验教学与国际教育前沿深度融合,为中国乃至全球工程教育改革与复合型技术人才培养贡献智慧与力量。

参考文献

- [1] 朱相宇,郭飞,郭慧敏.我国经管类虚拟仿真实验教学的研究现状、热点与趋势:基于CiteSpace的知识图谱分析[J].财务管理研究,2025,(08):44-58.
- [2] 翁翔.虚拟仿真实验教学课程内容特征与发展趋势研究[J].无线互联科技,2025,22(14):124-128.
- [3] 焦朝霞,常虹,纪诗诺.数字经济时代经济类虚拟仿真实验教学平台建设与实践[J].对外经贸,2025,(04):127-129+141.
- [4] 张宏勋,王亚利,李国平,等.数字化时代高校虚拟仿真实验教学项目共建共享研究[J].教育与装备研究,2024,40(06):21-27.
- [5] 周照兴,宋湜芃.“一带一路”倡议背景下《国际贸易实务》课程虚拟仿真实验教学建设与探索[J].产业与科技论坛,2024,23(08):124-127.