

Research on the Construction of Virtual Simulation Experiment Teaching System and the Training Path of Talents Based on International Standards

Changkun Liu

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

Abstract

As a pivotal direction in the digital transformation of higher education, virtual simulation-based experimental teaching has become a cornerstone for reforming laboratory instruction and cultivating high-caliber professionals. The adoption of international standards provides institutional safeguards for standardizing, interoperating, and sustaining this pedagogical approach. This study explores the development of a virtual simulation experimental teaching framework through three dimensions—technical architecture, curriculum design, and assessment mechanisms—guided by ISO/IEC, IEEE, and SCORM standards. By establishing a globally compliant teaching model, it achieves unified resource sharing and learning experiences, thereby enhancing the openness and scalability of experimental education. The study indicates that the high-quality development of virtual simulation teaching requires reliance on standardized technical platforms, intelligent teaching resources, and interdisciplinary faculty teams. It also emphasizes the establishment of an application-oriented talent cultivation system through industry-academia-research collaboration mechanisms, providing reference pathways for the digital transformation and international development of higher education.

Keywords

virtual simulation; international standards; teaching system; educational informatization; talent cultivation

基于国际标准的虚拟仿真实验教学体系构建与人才培养路径研究

刘长坤

深圳大学化学与环境工程学院, 中国·广东·深圳 518055

摘要

虚拟仿真实验教学作为高等教育信息化发展的重要方向, 正成为高校实验教学改革与高水平人才培养的重要支撑。国际标准体系的引入为虚拟仿真教学的规范化、互操作性与可持续发展提供了制度保障。本文基于ISO/IEC、IEEE及SCORM等国际标准, 从技术框架、课程体系与教学评价三个维度探讨虚拟仿真实验教学体系的构建路径。通过构建符合国际标准的教学模型, 实现资源共享与学习体验统一化, 提升实验教学的开放性与可扩展性。研究指出, 虚拟仿真教学的高质量发展需依托标准化技术平台、智能化教学资源与复合型师资队伍, 并通过产学研协同机制构建应用导向的人才培养体系, 为高等教育数字化转型与国际化发展提供参考路径。

关键词

虚拟仿真; 国际标准; 教学体系; 教育信息化; 人才培养

【基金项目】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; 2025年深圳大学研究生“金课”建设项目(污染控制化学与工程)。

【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

在教育数字化转型的背景下, 虚拟仿真实验教学逐渐成为实验教学体系的重要组成部分。该模式以虚拟现实、仿真计算与交互技术为支撑, 通过沉浸式教学环境模拟真实实验过程, 突破传统实验受时间、空间与安全限制的局限。国际标准体系的引入为虚拟仿真教学的质量保障与体系化建设提供了技术基础与制度支撑。目前国内高校虽在虚拟仿真教学平台建设上取得初步成果, 但在标准化设计、资源互认与国际接轨等方面仍存在不足。构建基于国际标准的虚拟仿真实验教学体系, 不仅能提升教育质量与国际竞争力, 还可

推动创新型、复合型人才的培养。本文结合国际标准体系的最新进展,分析虚拟仿真教学的系统构建方法与人才培养路径,探讨其在高等教育体系中的应用价值与发展方向。

2 虚拟仿真实验教学的标准化发展基础

2.1 国际标准体系的框架与内涵

虚拟仿真教学的国际标准体系主要由技术标准、内容标准和管理标准三部分构成,三者共同保障教学的规范化与可持续发展。ISO/IEC 19796 系列标准强调学习过程的系统化与可追溯性,为虚拟仿真教学提供了全过程质量管理框架;IEEE 1484 学习对象元数据标准则规定了教学资源的结构化描述方法与互操作规则,使教学内容具备可移植性与可重用性;SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 标准进一步明确了教学内容的封装方式、通信协议与学习数据跟踪机制,确保不同平台之间的兼容性与互认性^[1]。上述标准体系的核心价值在于构建统一的技术语言与质量规范,通过标准化接口实现虚拟仿真资源在全球范围内的互通共享,促进教育资源配置的高效化与国际化,从而推动虚拟仿真教学由经验式建设迈向标准化管理与科学化运行的新阶段。

2.2 国内外虚拟仿真教学标准化进程比较

从国际视角看,欧美发达国家在虚拟仿真教育标准体系的构建上起步较早,形成了以 IEEE、IMS 和 ISO 标准为核心的多层次标准体系。美国、英国等国家高校通过标准化的教学资源平台实现课程模块共享与学分互认,教育体系的开放性与兼容性显著增强。相比之下,我国虚拟仿真教学仍处于体系化建设的阶段,虽然教育部已推动“虚拟仿真实验教学项目”建设并形成一定规模,但多数平台仍采用封闭式架构,数据接口与评价体系尚未与国际标准完全接轨。在教学内容规范、资源共享机制及质量评估指标上仍存在差距。引入国际标准可实现数据结构、接口协议与评价模型的统一,从而在资源管理、教学过程控制和效果评价等方面达到国际水平,为我国虚拟仿真教学体系的国际化发展提供路径指引。

2.3 标准化在教学体系构建中的作用

标准化不仅是技术规范的体现,更是教学体系高质量建设的重要支撑。国际标准体系通过统一的接口规范与数据格式,实现虚拟仿真教学资源在不同平台、不同学科间的互认与共享,促进教育资源的集约化利用。标准化建设有助于实现实验教学由“平台建设型”向“体系协同型”的转变,使教学内容开发、课程设计与教学评价在标准框架下形成有机衔接。对于教师而言,标准化提供了内容设计与教学评估的统一依据,促进教学活动的过程可控与结果可测;对于学生而言,标准化保障了学习资源的公平可得与学习成果的国际互认^[2]。

3 基于国际标准的虚拟仿真教学体系设计

3.1 技术架构与数据互操作标准设计

构建虚拟仿真实验教学体系需以标准化技术架构为核

心,实现平台的高效运行与数据的互联互通。整体体系可分为“平台—资源—数据—服务”四层结构。平台层基于云计算与虚拟化技术,支持跨终端、跨区域的统一接入与教学任务协同执行,确保系统的灵活性与可扩展性。资源层依托 IEEE LOM 与 SCORM 标准,实现教学内容的模块化、结构化与可复用化管理。数据层采用 ISO/IEC 2382 信息交换标准,保障不同系统间数据传输的安全性及兼容性;通过元数据描述与加密机制,确保教学数据的完整与隐私。服务层融合教学管理、学习分析与个性化推荐功能,构建智能化学习支持环境。

3.2 课程体系构建与教学内容标准化

课程体系的标准化是实现虚拟仿真教学国际接轨的关键环节。体系设计应以“标准引领、能力导向、模块融合”为原则,依据国际教育标准框架(如 ISO/IEC 19796 与 IMS Global 标准)将课程内容分为基础认知、过程仿真与创新实践三个层级。基础层着重理论知识与实验规范的标准化教学,过程层突出仿真操作的逻辑性与可评估性,创新层强调开放情境中的自主探索与跨学科创新能力培养。教学内容应符合 IMS 内容包装规范与教育元数据标准,实现课程在不同平台的可追踪、可共享与可移植。通过模块化设计与标准化资源封装,课程间可实现灵活组合与国际互认,促进教学内容的结构化管理与持续更新,从而构建符合国际标准、适应多样化教育需求的课程体系^[3]。

3.3 质量保障与标准化评估体系

国际标准体系为虚拟仿真教学质量保障提供了科学依据。应建立符合 ISO 9001 质量管理标准的教学质量评价体系,从教学过程、资源内容、学习体验与学习成效等维度开展多层次评估。通过学习分析技术与数据挖掘算法,对学生实验行为轨迹、交互频率、操作准确率及实验结果进行实时采集与统计,形成个性化学习分析模型,实现对教学过程的动态监控与持续优化。评估体系应具备自适应能力,能根据教学反馈动态调整指标权重,保证评估结果的科学性与客观性。同时,可引入第三方认证机制,实现与国际教育评估体系的互认。通过标准化评估与数据化反馈,教学质量实现由经验型向数据驱动型转变,为虚拟仿真教学体系的长期优化与国际化发展提供有力支撑。

4 虚拟仿真实验教学的人才培养机制

4.1 复合型师资队伍建设路径

高水平虚拟仿真教学体系的建设离不开复合型师资队伍的支持。教师队伍应实现“学科专家+技术工程师+教育设计师”的跨界融合,形成多角色协同的教学共同体。高校应建立系统化的教师技术培训与国际认证机制,鼓励教师参与 IEEE、ISO 等教育技术标准委员会的国际研讨,提高国际理解与应用能力。在政策层面,应推动“产教融合”机制落地,引进行业工程师、技术开发人员和企业专家参与课程共建,使教学内容与产业实践紧密结合,确保课程设计的实用性及前瞻性^[4]。通过完善教师绩效激励机制,将教学

设计创新、虚拟实验平台开发与科研成果转化纳入综合评价体系,鼓励教师在教学与科研中形成双向驱动,逐步构建具备国际视野、技术素养与教育创新能力的高水平师资队伍。

4.2 学生能力导向的人才培养模式

基于国际标准的虚拟仿真教学体系应以学习者为中心,突出能力导向的人才培养理念。应构建“认知—操作—创新”三维能力培养模型,其中认知层强调理论理解与标准认知,操作层注重实验技能、系统分析与数据处理能力,创新层则聚焦问题解决与跨学科综合创新能力的形成。教学过程应融入任务驱动与项目化学习模式,结合虚拟仿真平台的交互功能,实现学生在标准化环境下的自主探索与协作学习。国际标准的引入为课程考核与学分认证提供了可量化依据,使学生的学习成果具备跨院校、跨国界的可比性。

4.3 产学研协同创新培养机制

虚拟仿真教学的核心价值在于实现教育资源与产业技术的深度融合。高校应建立产学研协同创新平台,联合企业与科研机构共同开展标准共建、课程开发与技术验证。企业可利用虚拟仿真平台开展产品性能测试、操作培训及安全评估,而高校可借助企业案例优化课程体系,形成“教学—研究—应用”三位一体的良性循环。科研院所则可在标准制定与技术创新层面提供支撑,推动虚拟仿真教学成果的持续迭代。通过共建国际合作项目、双向实训基地与联合实验室,形成标准引领、产业驱动的协同育人机制。该模式不仅实现了资源共建共享,也为学生提供了从课堂到产业的贯通式成长路径,培养出兼具技术能力、标准意识与创新思维的应用型、国际化复合人才。

5 虚拟仿真教学体系的国际化应用与发展趋势

5.1 国际互认与标准接轨机制

实现虚拟仿真实验教学的国际互通与标准接轨,是推动教育全球化与标准化的重要环节。高校与科研机构应积极参与 ISO/IEC JTC1 SC36 教育技术标准化组织的工作,推动我国虚拟仿真教学成果纳入国际标准体系,提升标准制定的话语权与影响力。通过建立跨国课程认证与学分互认机制,使虚拟仿真课程具备国际通用性与互信度,为学生的跨国学习与学历认证提供制度保障。依托“一带一路”教育合作平台,可实现标准输出与技术交流的双向促进,推动中国虚拟仿真教育成果走向国际舞台。同时,应推动国内虚拟仿真平台与国外优质教育资源的互联互通,形成课程共建、资源共研的协作机制,从而构建全球协同创新的教育共同体,提升我国在国际教育标准体系中的参与度与影响力^[5]。

5.2 智能化技术驱动的教学革新

人工智能、虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术的快速发展,正在重塑虚拟仿真实验教学体系的结构与模式。AI算法通过学习分析与行为识别,可实现对学生学习路径

与操作行为的动态追踪,从而提供个性化教学推荐与自适应学习支持。虚拟现实技术使实验教学更加沉浸与具象,学生能够在虚拟空间中进行高风险或复杂实验操作,从而提升认知深度与操作技能。AI+VR融合技术为虚拟仿真教学提供了从“辅助教学”向“自主学习环境”的演进动力。未来,通过智能传感、语音识别与情境交互技术的融合,虚拟仿真平台将实现学习内容、学习者行为与教学评价的智能联动,构建人机协同、因材施教的智慧教学生态体系,为培养创新型人才提供技术支撑与方法创新。

5.3 开放共享与国际合作发展路径

虚拟仿真教学的国际化发展依赖于资源共享与制度合作。构建全球开放教学资源平台(Open Educational Resources, OER),可实现优质教育资源的跨校、跨国共建共享。高校应利用云计算与区块链技术构建可信的资源共享体系,确保教学内容的可追溯性与知识产权保护。通过国际教育联盟与专业组织的合作,推动标准互通、数据共享与技术协作,促进虚拟仿真资源的开放流通。未来,应建立以开放标准为核心的全球教育生态体系,推动教学内容、学习评价与学分体系的国际互认,提升教育公平性与全球教育资源的可达性。

6 结语

虚拟仿真实验教学体系的构建是教育信息化与国际化发展的关键环节。本文基于国际标准体系,提出了从技术架构、课程体系、师资建设到质量保障的系统性构建路径,形成了标准化、智能化与国际化融合的发展模式。实践表明,标准化不仅是技术手段,更是教育质量提升与国际合作的重要保障。未来,随着人工智能与虚拟现实技术的深入融合,虚拟仿真教学将成为培养创新型人才的重要途径。应持续推进国际标准本地化应用与国际协同机制建设,推动教育体系从“数字化教学”向“智慧化育人”转变,为全球教育创新与可持续发展贡献中国方案。

参考文献

- [1] 俞晋全.高中化学虚拟仿真实验教学的价值与策略研究[J].学周刊,2026,(06):22-24.
- [2] 王腾飞,毛康哲,汪晓赞,等.高校体育虚拟仿真实验教学:应用场景、现实困境与优化路径[J/OL].体育研究与教育,2026,(01):60-68[2026-02-02].
- [3] 刘禧萱,张琴,张磊.基于5E教学模式的MR虚拟仿真实验环境设计及教学应用研究——以牛顿环实验为例[J/OL].西北成人教育学院学报,2026,(02):58-66[2026-02-02].
- [4] 徐彤彤,王桂芳,王进仕,等.“双碳”目标下火电瞬态过程虚拟仿真实验设计与教学实践[J].中国现代教育装备,2026,(01):97-100.
- [5] 席剑辉,蒋丽英,刘洋,等.飞行控制虚拟仿真实验教学设计与实践[J].高教学刊,2026,12(02):114-117.