

新兴技术范式下的冶金工程专业虚拟仿真实验教学方法创新与实践

阳 辉^{1, 2} 陈朝轶^{1, 2} 李长荣^{1, 2} 庄昌凌^{1, 2} 金会心^{1, 2} 王 劼³ 魏福龙³

1. 贵州大学材料与冶金学院 贵州贵阳 550025;
2. 贵州省冶金工程与过程节能重点实验室 贵州贵阳 550025;
3. 首钢水城钢铁(集团)有限责任公司 贵州水城 553600

摘 要: 当前, 冶金工程实验教学面临诸多挑战。一方面, 设备资源有限, 难以满足大规模教学的需求, 且运维成本高, 限制了实训课程的普及。另一方面, 传统实验教学多依赖现场观摩, 学生难以深入参与操作, 对复杂工艺的理解停留在表面。此外, 实习场地难落实、经费短缺及指导教师实践能力不足等问题也加剧了教学困境。新兴技术范式的出现, 为破解这些难题提供了新机遇, 虚拟仿真实验教学应运而生, 成为创新与实践的重要方向。

关键词: 新兴技术, 虚拟仿真实验, 教学方法创新

Innovation and Practice of Virtual Simulation Experiment Teaching Method in Metallurgical
Engineering under Emerging Technology Paradigm

Yang Hui^{1, 2} Chen Chaoyi^{1, 2} Li Changrong^{1, 2} Zhuang Changling^{1, 2} Jin Huixin^{1, 2} Wang Jie³ Wei Fulong³

1.College of Materials and Metallurgy, Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China 2.Guizhou Province Key Laboratory for Metallurgical Engineering and Process Energy Saving, Guiyang 550025, Guizhou, China 3.Shougang Shuicheng Iron and Steel (Group) Co. Shuicheng 553600, Guizhou, China

Abstract: Currently, metallurgical engineering experimental teaching faces many challenges. On the one hand, limited equipment resources make it difficult to meet the needs of large-scale teaching, and the high operation and maintenance costs limit the popularity of practical training courses. On the other hand, traditional experimental teaching relies heavily on on-site observation, making it difficult for students to participate deeply in the operation, and their understanding of complex processes remains superficial. In addition, difficulties in implementing internship venues, funding shortages, and inadequate practical abilities of guidance teachers have also exacerbated teaching difficulties. The emergence of new technology paradigm provides a new opportunity to solve these problems, and virtual simulation experiment teaching has emerged as the times require and become an important direction of innovation and practice.

Keywords: emerging technologies, virtual simulation experiments, innovative teaching methods

在冶金工程实验教学中, 虚拟仿真技术成为创新与实践的重要工具。该技术通过构建高度仿真的虚拟实验环境, 使学生能够在无风险、低成本的条件下进行实验操作。这不仅解决了传统实验室资源有限、操作危险等问题, 还极大地提升了学生的学习兴趣 and 参与度。通过虚拟仿真, 学生能够深入理解冶金工艺流程, 掌握设备操作, 并在反复实践中培养创新思维 and 实践能力, 为未来的工程实践奠定坚实基础^[1-2]。

一、冶金工程虚拟仿真实验教学概述

1. 冶金工程虚拟仿真实验教学的意义

冶金工程虚拟仿真实验教学, 作为新兴技术范式下的教

学创新, 其意义深远。它不仅打破了传统实验教学的时空限制, 降低了高成本、高风险实验的操作门槛, 还极大地丰富了教学资源, 提高了实验教学的灵活性与安全性。通过模拟真实生产环境, 学生能在无风险条件下反复实践, 加深对冶金工艺原理的理解与掌握, 培养创新思维与解决实际问题的能力, 为冶金行业培养更多高素质、技能型专业人才。

2. 国内外虚拟仿真实验教学案例分析

国内外冶金工程领域虚拟仿真实验教学案例丰富多样。以贵州大学为例, 该校依托冶金工程实验教学中心, 建立了冶金工程虚拟仿真实验室, 实现了冶金生产全过程的虚拟

化、可视化,极大地提升了学生的工程实践能力和创新能力。国际上,类似技术也被广泛应用,如通过 VR 虚拟现实技术模拟真实钢铁作业流程,提供低风险、高效率的培训环境,不仅丰富了教学手段,还显著提高了教学质量与效果。这些案例表明,虚拟仿真实验教学已成为冶金工程专业教育的重要趋势。

二、新兴技术范式与冶金工程实验教学融合

1. 虚拟现实技术在冶金实验教学中的应用

虚拟现实技术 (VR) 在冶金工程实验教学中展现出巨大潜力。该技术通过构建三维虚拟环境,模拟真实冶金生产场景与设备操作,有效解决了传统实验教学中资源不足、操作风险高及时间空间限制等问题。学生能在虚拟环境中进行沉浸式学习与操作,提升实践能力与创新能力,同时降低实验成本,保障教学安全。这一新兴技术范式的应用,为冶金工程实验教学带来了革命性的变革^[3]。

2. 增强现实技术在冶金实验教学中的应用

在新兴技术范式下,增强现实技术 (AR) 为冶金工程实验教学带来了革命性变革。通过 AR 技术,学生能够在真实环境中叠加虚拟信息,实现虚实交融的互动学习。在冶金实验中,AR 不仅展示了复杂设备的内部结构和工作原理,还模拟了高温、高压等危险环境下的操作过程,使学生在安全条件下掌握关键技能。这一技术的应用极大地提升了实验的沉浸感和教学效果,为培养高素质冶金工程人才提供了有力支持。



图 1 转炉炼钢虚拟仿真平台—认识实习系统

3. 大数据与人工智能在冶金实验教学中的应用

大数据与人工智能技术的融合,为冶金工程实验教学带来了革命性变革。通过收集并分析实验过程中的海量数据,大数据技术能够精准描绘实验现象,揭示隐藏规律。而人工智能则以其强大的计算与学习能力,实现了实验条件的智能优化与预测,提高了实验效率与准确性。在虚拟仿真实验教

学中,这两项技术更是相辅相成,共同构建了智能化、精准化的实验教学平台,为冶金工程专业人才培养注入了新的活力。

4. 云计算与远程实验平台的建设

在新兴技术范式下,冶金工程专业积极融合云计算技术,构建远程实验平台。该平台依托云计算的强大计算能力与虚拟化技术,实现实验资源的远程共享与高效利用。学生无论身处何地,均可通过互联网接入平台,进行冶金工程实验的模拟与操作。这一创新不仅突破了传统实验教学的时空限制,还显著提升了实验教学的灵活性与覆盖面,为冶金工程专业的实践教学开辟了新路径。

三、冶金工程专业虚拟仿真实验教学方法创新

1. 传统实验教学方法的局限性分析

传统冶金工程实验教学受限于场地、设备成本高昂及资源消耗大,学生难以频繁操作大型冶炼设备,导致实践经验不足。此外,实验过程往往伴随安全风险,难以全面暴露学生于真实生产环境中的问题处理。教学模式偏向理论讲授,缺乏互动与自主探索,难以激发学生学习兴趣与创新思维。随着新兴技术的发展,这些局限性愈发凸显,呼唤着教学方法的革新^[4]。

2. 虚拟仿真实验教学方法的设计与实施

冶金工程专业虚拟仿真实验教学的精细化设计与高效实施过程中,我们构建了多层次虚拟实验平台,融合 3D 建模、动态模拟与大数据分析技术,模拟真实冶金流程。教学方法上,采用任务驱动法引导学生自主探索,结合线上线下混合式教学,强化理论与实践结合。实施中,注重师生互动,及时反馈学习成效,不断调整优化教学内容与流程,确保教学质量与效率双提升。

3. 学生自主学习与协作学习模式的构建

通过集成智能化学习路径规划与个性化资源推送,激发学生自主学习兴趣。同时,构建虚拟团队项目,模拟真实冶金流程,强化学生间协作交流,共同解决复杂工程问题,促进知识共享与技能互补。此模式不仅提升了学习效率,还培养了学生的团队协作与创新能力,为冶金行业培养未来复合型人才奠定坚实基础。

4. 教师角色转变与实验教学能力提升

在新兴技术范式下,冶金工程专业的虚拟仿真实验教学促使教师角色发生深刻转变。教师由传统知识的传授者转变为学习过程的引导者与促进者,需熟练掌握虚拟仿真技术,设计高质量的教学案例与互动环节。同时,教师需持续提升

实验教学能力,包括技术操作能力、课程设计创新能力及对学生学习效果的评价与反馈能力,以适应虚拟仿真教学的新要求,促进学生实践与创新能力的全面发展。

四、冶金工程专业虚拟仿真实验教学实践案例

1. 铁矿石还原虚拟仿真实验教学案例

在冶金工程专业虚拟仿真实验教学实践中,铁矿石还原虚拟仿真实验成为一大亮点。通过构建高度仿真的实验环境,学生能够在虚拟平台上模拟铁矿石还原的全过程,从原料准备到反应条件控制,再到产物分析,全程参与与体验。该实验不仅帮助学生深刻理解铁矿石还原的复杂机理,还通

过互动操作提升其实践能力和问题解决能力,为未来的冶金工程实践奠定坚实基础。

2. 钢铁冶炼过程虚拟仿真实验教学案例

在冶金工程专业的教学实践中,钢铁冶炼过程的虚拟仿真实验成为创新教学的重要手段。通过构建高度仿真的冶炼环境,学生能够在虚拟环境中完成从原料准备到成品钢水的全过程操作。该案例不仅涵盖了炼铁、炼钢等关键工序,还融入了最新的冶金工艺技术和设备模型。学生在模拟实验中,能够深入理解冶炼原理,掌握设备操作,提高解决实际工程问题的能力,为未来的职业生涯奠定坚实基础^[5-6]。

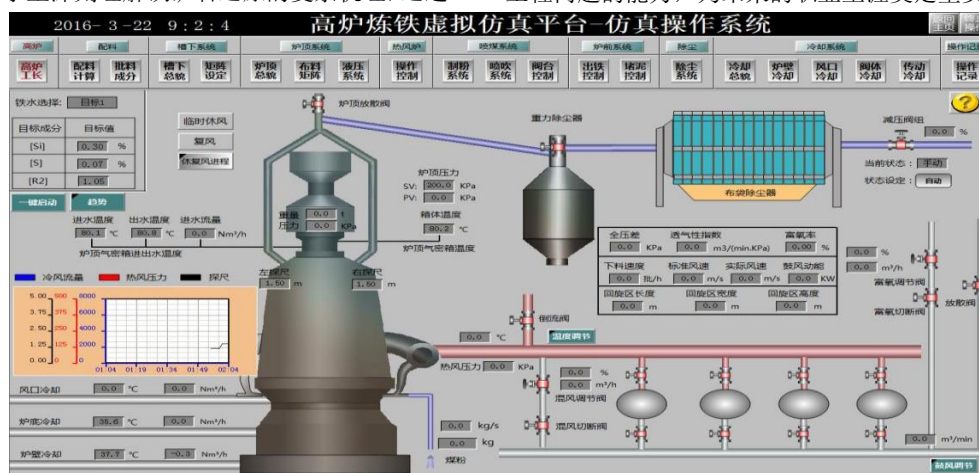


图2 高炉炼铁虚拟仿真平台—仿真操作系统

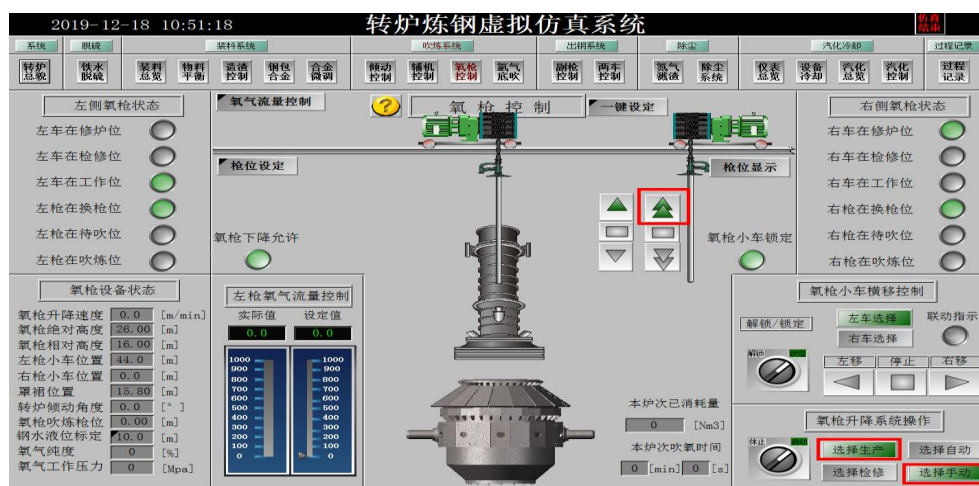


图3 转炉炼钢虚拟仿真平台—仿真操作系统

3. 有色金属冶炼虚拟仿真实验教学案例

以铝镁合金冶炼为例,展示了虚拟仿真技术在冶金工程专业教学中的应用。通过 Procast、Deform 等仿真平台,学生可模拟铝镁合金从冶炼到浇铸、轧制、退火的全过程。此

案例不仅加深了学生对有色金属冶炼工艺的理解,还锻炼了其编程与数据分析能力,如使用 Python 和 MatLab 处理仿真数据。虚拟仿真实验极大地降低了实际操作成本,提高了教学效率和安全性,是冶金工程专业教学方法的一大创新^[7-8]。



图4 电解铝虚拟仿真平台—仿真操作系统

4. 实验教学效果评估与反馈机制建立

通过学生操作成绩、实验报告质量及创新能力展示等多维度评价，结合同行评审与专家指导，构建全面的效果评估体系。同时，建立即时反馈渠道，鼓励学生反

馈实验体验与改进建议，教师团队迅速响应，持续优化教学内容与仿真平台功能，形成闭环优化机制，确保虚拟仿真实验教学紧贴行业前沿，有效促进学生实践技能与创新能力提升。

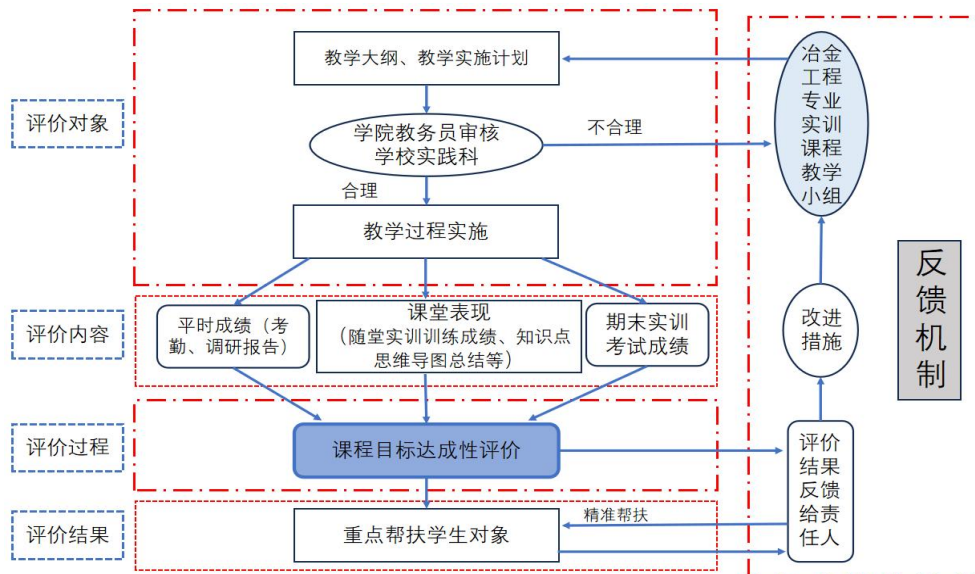


图5 《冶金工程专业实训》课程评价体系

五、冶金工程专业虚拟仿真实验教学资源建设

1. 虚拟仿真实验教学资源库建设

在冶金专业中，虚拟仿真实验教学资源库的建设是提升教学质量的关键。我们整合了多学科的虚拟仿真资源，构建了包含冶金工艺、设备操作、生产流程等全面内容的资源库。通过引入虚拟现实（VR）技术，学生可身临其境地模拟实验过程，增强实践能力。同时，资源库还融合了在线学习平台，提供丰富的教学视频、案例分析和交互操作，确保学生随时随地进行高效学习。这一创新实践为冶金工程专业教学注入了新的活力。

2. 实验教学平台与工具的选择与优化

在冶金专业虚拟仿真实验教学资源建设中，实验教学平台与工具的选择至关重要。我们优选集成度高、交互性强、贴近工业实际的虚拟仿真平台，如基于 Unity 3D 或 VR 技术的平台，确保学生能够沉浸式体验冶金流程。同时，针对不同实验需求，精细筛选或定制开发专业仿真工具，如高炉冶炼模拟软件、连铸过程优化器等，以优化教学效果，提升实践操作的精准度与安全性。通过持续迭代升级平台与工具，保持教学内容的前沿性与实用性。

3. 校企合作与资源共享机制探索

在冶金工程专业虚拟仿真实验教学资源建设中,深化校企合作成为关键一环。通过构建产学研深度融合平台,引入企业真实案例与先进技术,共同开发贴近生产实际的虚拟仿真项目。同时,建立资源共享机制,促进校内外优质教学资源的互通有无,既丰富了教学内容,又提升了学生解决实际问题的能力。校企合作不仅拓宽了教学资源渠道,还为学生搭建了从校园到企业的桥梁,加速了人才培养与行业需求的无缝对接。

4. 实验教学资源更新与维护策略

为确保冶金工程专业虚拟仿真实验教学资源的前沿性与实效性,需建立定期更新与维护机制。一方面,紧跟行业技术发展动态,定期引入新设备、新工艺的虚拟模型,保持教学内容的先进性;另一方面,设立专业团队负责资源维护与优化,确保系统稳定运行,及时修复漏洞,提升用户体验。同时,建立用户反馈机制,根据学生及教师使用反馈,不断调整完善资源内容,形成资源建设的良性循环。

六、冶金工程专业虚拟仿真实验教学未来发展

1. 技术创新与实验教学深度融合趋势

随着新兴技术的迅猛发展,技术创新与冶金工程专业虚拟仿真实验教学的深度融合成为必然趋势。通过引入先进的计算机仿真、三维建模及数字孪生技术,虚拟实验平台将更加逼真地模拟实际生产环境,为学生提供沉浸式学习体验。同时,这种融合不仅优化了教学资源配置,还显著提升了实验教学的灵活性和安全性,为培养高素质冶金工程人才奠定了坚实基础。

2. 实验教学课程体系改革方向预测

未来,冶金工程专业虚拟仿真实验教学课程体系将向深度融合与个性化定制两大方向迈进。一方面,强化虚拟仿真技术与传统实验教学的深度融合,构建多层次、立体化的实验教学体系,实现从理论到实践的无缝衔接。另一方面,根据学生兴趣与职业发展规划,开发模块化、可定制的虚拟实验课程,满足个性化学习需求,促进创新能力与解决复杂工程问题能力的培养。

3. 教师队伍培训与专业化发展路径

面对新兴技术范式的挑战,冶金工程专业虚拟仿真实验教学教师队伍的培训与专业化发展至关重要。应构建多层次、系统化的培训体系,涵盖虚拟仿真技术、教学理论及冶金工程前沿知识,通过工作坊、在线课程、校企合作等方式,提升教师技术应用与教学创新能力。同时,鼓励教师参与科

研项目,将科研成果转化为教学案例,促进教学与科研相长,形成一支既懂技术又擅教学的专业化师资队伍。

4. 冶金工程虚拟仿真实验教学国际交流与合作

随着全球教育科技的飞速发展,冶金工程虚拟仿真实验教学领域的国际交流与合作日益频繁。未来,我们将积极拓展国际合作渠道,与国际知名高校及科研机构建立紧密的合作关系,共同研发先进的虚拟仿真教学平台,共享优质教育资源。通过参与国际学术会议、合作项目与师资互访,不断提升我国冶金工程虚拟仿真实验教学的国际化水平,培养具有国际视野和竞争力的专业人才。

参考文献:

- [1]许美贤,高志强,王晓敏.浅析冶金工程专业虚拟仿真实验教学平台的构建[J].科技与创新,2021(19):152-154;
- [2]高志强,王晓敏,闫晋文等.我国虚拟仿真实验教学项目建设的现状与挑战[J].实验技术与管理,2020,37(07):5-9+14;
- [3]魏丽艳,宋晓宁.基于智慧冶金虚拟仿真实训基地实施“产教五融合”的专业改革研究[J].中国金属通报,2024(01):126-128;
- [4]李义兵,孟征兵,肖超等.冶金工程虚拟仿真教学实训平台建设[J].中国冶金教育,2018(06):63-64+68.
- [5]赵明,李春福,林春丽.钢铁冶金实践教学虚拟仿真实验教学平台建设[J].中国冶金教育,2019(01):80-82;
- [6]余东先,赵建峰,王晓燕.产教融合下高职院校虚拟仿真实训基地建设研究[J].电子元器件与信息技术,2022(09):248-251+256;
- [7]杨文强,夏文堂,尹建国等.虚拟仿真在有色金属冶金方向实践教学中的应用[J].中国冶金教育,2021(02):83-84+88;
- [8]肖燕飞,刘松彬,杨凤丽等.面向有色金属产业的冶金工程实践教学体系构建[J].中国冶金教育,2024(01):55-60.

基金项目:贵州大学2023年度校级课程思政示范项目(kcsz2023002);2023年贵州省“金课”-冶金工程专业实训-(2023058);贵州大学校级本科教学内容和课程体系改革项目(XJG2023046)资助。

作者简介:阳辉,男,博士,校聘副教授,研究方向:钢铁冶金。