

数字化转型视域下高能源动力类专业虚拟仿真技术应用的探索与实践

白桦

神木职业技术学院，陕西榆林，719300；

摘要：在数字经济深度融合的时代背景下，能源动力行业正加速向清洁低碳、智慧高效转型，亟需具备数字化素养的高技能人才。高能源动力类专业作为人才培养主阵地，传统教学模式面临设备成本高、实训风险大、场景覆盖不全等瓶颈。虚拟仿真技术以其沉浸式体验、可重复性操作、虚实融合特性，成为破解教学难题、推动专业数字化转型的核心支撑。本文基于职业教育数字化转型政策要求，分析虚拟仿真技术在高能源动力类专业的应用价值，结合典型实践案例，构建资源开发-教学实施-评价保障的全链条应用体系，为专业人才培养质量提升提供实践路径。

关键词：数字化转型；高职教育；能源动力类专业

DOI：10.64216/3080-1516.25.10.078

引言

能源动力产业作为国民经济的基础性产业，在数字化转型的时代浪潮中，正经历着从传统燃煤发电向风电、光伏、氢能等新能源领域拓展，以及从单一设备运行向智慧电厂系统管控升级的深刻变革。这一变革对从业人员的系统思维能力、应急处置能力以及数字化操作技能提出了全新的要求。

高能源动力类专业（如热能动力工程技术、发电运行技术、新能源发电技术等）长期存在三高三难的教学困境：一是高成本，大型机组设备单台造价超过千万元，院校难以进行批量配备；二是高风险，锅炉爆炸、高压触电等实训场景极易引发安全事故；三是高消耗，实训过程中燃料和水资源的消耗量较大。同时，还存在难观摩的问题，设备内部结构复杂，核心工艺流程肉眼难以观测；难操作，关键设备停机成本高昂，学生缺乏实际操作的机会；难再现，事故场景具有突发性和破坏性，无法进行重复演练。

虚拟仿真技术借助数字孪生、VR/AR、人工智能等技术手段，构建与真实场景高度契合的虚拟教学环境，为解决上述教学困境提供了有效的解决方案。因此，探索虚拟仿真技术在高能源动力类专业的应用路径，对于推动专业的数字化转型、培养符合产业需求的专业人才具有重要的现实意义。

1 虚拟仿真技术在高能源动力类专业的应用价值

虚拟仿真技术并非简单替代传统教学，而是通过以虚助实、虚实结合的方式，实现教学资源、教学模式和人才培养质量的系统性升级，其应用价值主要体现在以下三方面。

1.1 破解实训瓶颈，降低教学成本与风险

能源动力类专业核心实训依赖大型成套设备，如60MW超超临界机组、垃圾焚烧发电机组等，单套设备投资动辄数千万元，且日常维护成本高昂，多数高职院校难以承担。虚拟仿真技术通过1:1三维建模构建数字孪生平台，学生无需接触真实设备即可完成从设备认知到系统操控的全流程训练。以北京欧倍尔发电厂虚拟仿真软件为例，其覆盖火力、水力、光热等七大领域，包含200余个虚拟实验项目，可覆盖发电行业90%以上关键设备，一套软件即可替代多个实体实训基地的功能，大幅降低设备投入成本。

同时，虚拟场景可模拟高压操作、设备爆炸、管道泄漏等高危场景，学生在安全环境中反复演练应急处置流程，既避免了真实实训中的安全风险，又解决了事故场景难以再现的教学难题。某高职热能动力专业通过虚拟仿真平台开展汽轮机超速事故处置训练，学生操作失误率从传统实训的42%降至8%，应急反应时间平均缩短30秒。

1.2 重构教学场景，实现理论与实践深度融合

能源动力类专业课程中，锅炉燃烧机理、汽轮机做功原理等核心知识点抽象难懂，传统课堂依赖挂图、视

频等教学手段，学生难以建立系统认知。虚拟仿真技术通过动态数学模型实时还原工艺流程，学生可通过自由切换视角、拆解设备结构、调节运行参数等方式，直观理解理论与实践的内在联系。在山西大学采用的火力发电三维仿真系统中，学生可进入虚拟锅炉内部观察燃烧过程，通过调节给煤量、送风量等参数，实时观察炉膛温度、烟气成分的变化规律，将抽象理论转化为可视操作。

此外，虚拟仿真技术突破了时空限制，学生可通过PC端、移动端随时随地登录平台开展实训，将碎片化时间转化为有效学习时间。南京工程学院的储能电站仿真平台支持离线学习功能，学生课后可反复演练蓄电池充放电控制、PCS变流器调试等操作，大幅提升技能掌握熟练度。

1.3 对接产业需求，培养数字化核心能力

当前能源企业已普遍应用数字孪生、智慧管控等技术，对人才的数字化操作和系统分析能力需求迫切。虚拟仿真平台通过接入真实电厂运行数据、构建智慧电厂模型，使教学场景与产业实际无缝对接。某高职与电力企业合作开发的智慧电厂虚拟仿真系统，实时同步某300MW亚临界机组的运行参数，学生在监控虚拟厂区的同时，需分析设备振动、温度等数据，判断运行状态并制定优化方案，提前掌握企业所需的数字化管控技能。

针对新能源产业发展需求，虚拟仿真技术还能快速构建新兴技术教学场景。北京欧倍尔的氢能电站仿真平台可模拟兆瓦级电解水制氢系统运行，风电并网仿真平台则构建了海上风电场模型，帮助学生建立多能互补的认知框架，培养跨领域问题解决能力，适配能源转型对复合型人才的需求。

2 虚拟仿真技术在高能源动力类专业的应用实践路径

基于资源共建、教学创新、评价闭环的理念，高能源动力类专业应构建从虚拟资源开发到教学落地的全链条应用体系，实现技术价值向教学质量的有效转化。

2.1 校企协同开发，构建特色化虚拟资源体系

虚拟资源开发需紧扣产业需求与专业特色，避免重技术轻应用的误区。专业应联合能源企业、技术服务商组建开发团队，按照岗位能力→典型任务→教学模块的逻辑，构建分层分类的虚拟资源库。在资源类型上，可分为三个层级：一是基础认知类资源，如设备三维模型

库、工艺流程动画，帮助学生掌握设备结构与基础原理；二是操作技能类资源，如机组启停操作、参数调节仿真，训练标准化操作能力；三是综合应用类资源，如事故处置、系统优化仿真，培养综合决策能力。

某高职热能动力工程技术专业与当地电厂合作，基于真实生产场景开发了数字孪生实训平台，包含660MW超超临界机组、垃圾焚烧发电机组两大核心模块，功能上实现了巡检—运行—事故处理的分级递进，覆盖从基础技能到综合能力的培养需求。在开发过程中，企业工程师提供典型工作任务清单和设备运行数据，院校教师负责教学设计与知识点融入，技术服务商负责平台开发与迭代，确保资源的职业性与教学性相统一。

2.2 创新教学模式，推行虚实融合教学改革

结合能源动力类专业课程特点，可构建三种虚实融合教学模式，实现虚拟仿真与传统教学的优势互补。一是先虚后实模式，适用于高危、高成本实训项目。在锅炉运行与维护课程中，学生先通过虚拟平台掌握锅炉点火、升压等操作流程，在虚拟场景中完成10次以上规范操作后，再进入实体实训车间进行真机操作，将虚拟训练的熟练度转化为真实操作的安全性。某院校采用该模式后，锅炉实训的安全事故发生率降至零，操作规范率提升至95%。

二是以虚补实模式，适用于难以观察的核心知识点教学。在汽轮机原理与检修课程中，针对汽轮机内部叶片磨损检测等肉眼不可见的内容，学生通过AR技术将虚拟的叶片三维模型与实体设备叠加，直观观察磨损部位与故障原因，解决传统检修教学中看不到、摸不着的问题。三是虚实协同模式，适用于综合项目实训。在智慧电厂运行课程实训中，学生分为运行、检修、调度等不同角色，通过虚拟平台协同完成机组负荷调节、设备故障处置等综合任务，培养团队协作与系统思维能力。

2.3 构建智能评价体系，实现教学质量闭环管理

依托虚拟仿真平台的数据记录与分析功能，可构建过程+结果的多维度智能评价体系，替代传统的单一考核模式。在过程评价方面，平台实时捕捉学生操作步骤、反应时间、参数调节精度等数据，通过AI算法分析操作规范性与知识掌握盲点。例如，学生在虚拟机组事故处置训练中，平台可自动记录其故障判断时间、操作步骤准确性、参数恢复速度等指标，生成个性化评价报告，精准指出故障原因分析错误紧急停机操作顺序颠倒等问题。

在结果评价方面，结合职业技能等级标准（如发电集控值班员职业技能等级证书），设置标准化考核场景，学生在规定时间内完成机组启停、故障处理等任务后，平台自动对照考核标准给出量化分数。同时，将企业评价融入考核体系，邀请企业工程师通过平台查看学生实训数据，从岗位适配角度给出评价建议，实现教学考核—技能认证—企业需求的无缝衔接。某高职通过该评价体系，学生职业技能等级证书通过率从68%提升至89%，企业对毕业生的技能满意度提升23%。

3 虚拟仿真技术应用的保障机制

虚拟仿真技术的有效应用需依托政策、师资、技术等多方面保障，避免出现建用脱节资源闲置等问题。

3.1 完善政策支持，加大资源投入力度

院校应将虚拟仿真技术应用纳入专业数字化转型规划，争取国家职业教育产教融合专项基金、地方教育数字化建设资金等支持，保障虚拟资源开发与平台维护投入。同时，建立资源共享机制，联合区域内同类院校共建共享虚拟资源库，降低重复开发成本。例如，长三角地区部分高职院校组建的能源动力虚拟实训联盟，通过资源共享使各院校的虚拟实训项目覆盖率从平均52%提升至91%，有效提升了资源利用效率。

3.2 强化师资培养，打造双师型教学团队

教师的数字化教学能力是技术应用的核心保障。院校应建立校企互聘、专项培训的师资培养机制：一方面，选派专业教师到能源企业挂职锻炼，参与智慧电厂运维、虚拟资源开发等工作，提升产业实践能力；另一方面，邀请虚拟仿真技术服务商开展专项培训，提升教师的平台操作、资源开发与教学设计能力。某高职通过1+1+1师资培养模式（1名专业教师+1名企业工程师+1名技术专家），打造了12支数字化教学团队，教师开发虚拟教学案例的能力显著提升，年均开发特色实训项目15项以上。

3.3 建立迭代机制，实现资源与技术同步升级

能源技术与数字技术的发展日新月异，虚拟资源需建立动态迭代机制。院校应与企业、技术服务商签订长期合作协议，根据产业技术升级（如新型储能技术、智慧管控系统应用）和教学反馈，定期更新虚拟资源内容

与平台功能。北京欧倍尔的虚拟仿真软件每年更新2-3次，及时融入氢能发电、光热储一体化等新兴技术场景，确保教学内容与产业发展同频共振。同时，建立教学反馈通道，通过学生评价、教师建议、企业调研等方式收集需求，形成开发—应用—反馈—升级的闭环机制。

4 结论与展望

数字化转型为高能源动力类专业带来了人才培养模式变革的重大机遇，虚拟仿真技术作为连接教育与产业的核心纽带，有效破解了传统教学的诸多瓶颈，为专业高质量发展提供了有力支撑。实践表明，通过校企协同开发特色化虚拟资源、创新虚实融合教学模式、构建智能评价体系，能够显著提升学生的专业技能与数字化素养，增强人才培养与产业需求的适配性。随着人工智能、元宇宙等技术的发展，虚拟仿真技术将向更沉浸、更智能、更开放的方向演进。高能源动力类专业应进一步深化技术应用，探索AI+虚拟仿真的教学新形态，如通过AI导师实现个性化教学引导、利用元宇宙技术构建跨院校协同实训场景；同时，加强虚拟仿真技术与职业技能等级认证、1+X证书制度的融合，紧密对接《国家职业教育改革实施方案》《职业教育专业目录（2024年）》等政策要求，推动人才培养标准与产业岗位要求的深度对接，为能源动力产业数字化转型培养更多高素质技术技能人才。

参考文献

- [1]陈楠希.高端装备制造业数字化转型的路径及影响研究——以陕鼓动力为例[D].广东技术师范大学,2023.
- [2]程颖 朱炼 朱海婷."虚拟仿真技术在新能源汽车实训教学中的应用探索."(2024).
- [3]帅永,翟明,高建民,等.能源动力类专业虚拟仿真实验教学能力图谱构建研究[J].教育进展,2024,14(12):577-583.DOI:10.12677/ae.2024.14122308.

作者简介：白麟，男，汉族，1983年12月出生，陕西神木，硕士学位，副教授，质控办主任，动力工程、电站虚拟仿真技术领域。

陕西省职业技术教育学会2025年度职业教育教学改革研究课题 编号：2025SZX685