

课程思政视域下火电瞬态过程能耗特性仿真实验教学实践探索

徐彤彤 王桂芳 王进仕 陈娜娜 王朝阳

西安交通大学能动学院

DOI:10.32629/mef.v9i3.19519

[摘要] 针对传统实验教学中思政元素零散、与专业知识脱节的问题,以能源与动力工程专业核心实验“火电瞬态过程能耗特性仿真”为例,探索专业实践教学与思政教育深度融合的路径。构建了以“教学目标—教学内容—教学模式—教学评价”四位一体为核心的课程思政教学体系。通过整合“历史沿革与行业成就”“工程案例与伦理情境”等六个维度的思政资源库,设计覆盖“课前—课中—课后”全过程的混合教学模式,并建立“价值—知识—能力—行为”四维融合的多元评价体系,实现思政教育在实验教学中的系统化、隐性化融入。教学实践表明,该体系有效提升了学生的工程实践能力、创新意识与国家战略认同感,为工科专业课程思政建设提供了可借鉴的实践范式。

[关键词] 课程思政; 教学改革; 火电瞬态过程; 虚拟仿真

中图分类号: G424.31 文献标识码: A

Exploration on the Teaching Practice of Simulation Experiment for Energy Consumption Characteristics of Thermal Power Transient Process from the Perspective of Curriculum Ideological and Political Education

Tongtong Xu Guifang Wang Jinshi Wang Nana Chen Chaoyang Wang

Xi'an Jiaotong University

[Abstract] Aiming at the problems of scattered ideological and political elements and disconnection from professional knowledge in traditional experimental teaching, this paper takes the core experiment of Energy and Power Engineering major — Simulation of Energy Consumption Characteristics of Thermal Power Transient Process — as an example to explore the path of deep integration between professional practical teaching and ideological and political education. A curriculum ideological and political teaching system centered on the four-in-one framework of "teaching objectives, teaching content, teaching mode and teaching evaluation" is constructed. By integrating the ideological and political resource database covering six dimensions such as "historical evolution and industry achievements" and "engineering cases and ethical scenarios", a hybrid teaching mode covering the whole process of "pre-class, in-class and after-class" is designed, and a multi-dimensional evaluation system integrating "value, knowledge, ability and behavior" is established, so as to realize the systematic and implicit integration of ideological and political education in experimental teaching. Teaching practice shows that this system effectively improves students' engineering practical ability, innovative awareness and sense of identity with national strategies, and provides a reference practical paradigm for the construction of curriculum ideological and political education in engineering majors.

[Key words] Curriculum Ideological and Political Education; Teaching Reform; Thermal Power Transient Process; Virtual Simulation

引言

在“新工科”建设与“课程思政”协同育人理念的深入推进下,高等工程教育正面临着从单纯技术传授向“价值塑造、知识传授、能力培养”三位一体融合转变的时代要求^[1-3]。能源与动力工程专业,作为支撑国家能源安全与“碳达峰、碳中和”战

略的核心领域,其人才培养质量直接关系到国民经济命脉与生态文明建设。将思政教育有机融入专业课程,尤其是实践性极强的实验教学环节,引导学生深刻理解专业知识背后的国家战略、行业使命与工程伦理,是落实立德树人根本任务、培养担当民族复兴大任的卓越工程人才的必然路径^[4-6]。

火电瞬态过程能耗特性仿真实验，正是将学科前沿科研成果转化为高阶实践教学内容的一项典型设计。该实验体系由两大核心模块构成，形成了从基础认知到动态探究的完整教学链条：(1)火电厂热力系统VR认知实验：依托虚拟现实（VR）与三维仿真技术，高保真还原现代化火力发电厂的全貌，聚焦于生产流程、热力系统构成及主要设备工作原理的沉浸式学习。此模块旨在帮助学生跨越时空限制，建立对复杂工业系统的整体性、具象化认知。(2)瞬态过程能耗特性仿真实验：以动态分析与优化为核心，通过构建高精度的全厂仿真模型，使学生能够深入探究机组在启动、负荷变动等瞬态工况下的能量传递、转换与损耗规律。此模块侧重训练学生的动态系统分析、建模与优化能力。

作为能动专业一个重要的综合性实验，该课程在培养学生工程实践与创新能力方面作用关键。然而，传统教学模式下，实验内容与思政教育往往存在“两张皮”现象：思政元素挖掘零散、融入方式生硬，未能与专业知识学习及工程能力训练形成深层共鸣与合力^[7-9]。因此，探索如何在本实验教学中实现专业知识巩固、综合能力提升与价值素养塑造的有机统一与同频共振，成为一项具有重要现实意义的教学改革课题。

1 课程思政教学体系的概述

为解决上述问题，推动课程思政从“零星点缀”走向“系统化融入”，基于长期教学实践，系统构建了以“教学目标为引领、教学内容为载体、教学模式为路径、教学评价为反馈”的四位一体课程思政教学体系。该体系以培养“价值塑造、知识传授、能力培养”三位一体的创新型工程人才为核心目标，确保思政教育有机贯穿于实验教学的全过程与各环节，致力于实现潜移默化、润物无声的育人效果。

在具体建构中，教学目标进行了价值维度的强化与融合设计，形成知识、能力、价值三层递进的目标集群。教学内容围绕两大实验模块进行了系统性重构，深度挖掘并有机融入了六个维度的思政元素，形成专业线与育人线并行的双主线结构。教学模式突破了传统实验课的线性流程，创新设计了覆盖课前、课中、课后的三阶段混合式教学路径，将价值引导嵌入探究式学习的每一个环节。教学评价则建立了四维融合的多元评价体系，注重过程性与增值性评价，以评促学，以评促育，保障育人成效的可测性与可持续性。

2 课程思政视域下火电瞬态过程能耗特性仿真实验教学实践

2.1 教学目标优化

本实验的教学目标在传统知识能力目标基础上，进行了价值维度的强化与融合设计，具体分为三个层层递进的层次：

(1)知识传授目标：掌握火力发电厂热力系统的基本构成、工作流程与主要设备原理；深入理解机组瞬态运行过程（如变负荷）中能量传递、转换与耗散的基本规律与核心特性参数。

(2)能力培养目标：能够熟练运用VR环境及专业仿真软件进行系统认知与动态分析；具备对复杂热力系统瞬态过程进行建模、仿真、数据解读与能耗特性分析的能力；初步形成基于仿

真结果进行运行优化与节能诊断的系统工程思维和初步的探究创新意识。

(3)价值引领目标：通过沉浸式体验感受我国电力工业的巨大成就，树立科技报国的家国情怀与行业自信；在瞬态优化分析中深刻领会“节能减排”绿色发展理念的国家战略意义，强化建设生态文明的时代责任感；在仿真实验的严谨操作，培育精益求精的工匠精神、恪守规程的安全意识及坚守底线的工程伦理观。

2.2 思政教学内容设计

为实现“知识、能力、价值”三位一体的教学目标，对实验教学内容进行了系统性重构与深度设计。整个教学内容围绕“火电厂热力系统VR认知”与“瞬态过程能耗特性仿真”两大核心模块展开，遵循“从宏观到微观、从静态到动态、从认知到探究”的认知规律，并将课程思政元素以“盐溶于水”的方式有机嵌入各教学环节，形成专业知识线与思政育人线并行的双主线结构。

为支撑这一教学体系的实施，系统建设了立体化、可调用的“六维一体”课程思政元素资源库（见图1），作为教学内容深化与价值引领的素材基石^[10-12]。

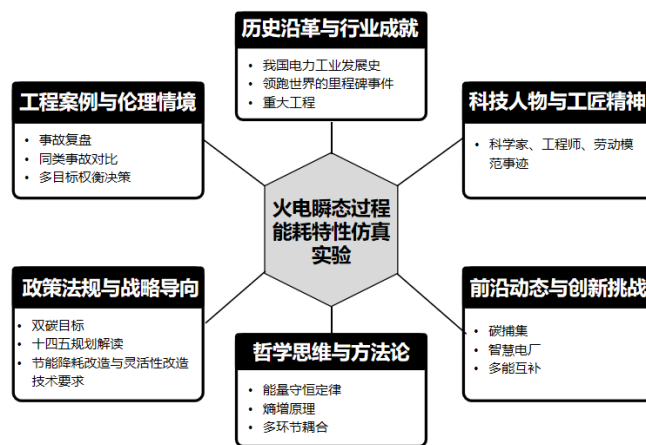


图1 课程思政元素资源库框架图

(1)历史沿革与行业成就维度：聚焦中国电力工业发展史。收集整理我国火力发电技术从中华人民共和国成立初期一穷二白，到引进消化、再到自主创新（如超超临界、二次再热技术）、乃至部分技术领跑世界的里程碑事件、关键数据对比、重大工程影像资料（如外高桥三期、泰州电厂等标杆电厂建设纪实）。旨在引导学生理解行业发展与国家命运的同频共振，感受“集中力量办大事”的制度优势，激发民族自豪感与行业认同感。

(2)工程案例与伦理情境维度：围绕热力系统设计、运行与故障处理中的经典与反面案例。例如，展示因一个阀门操作失误或监测疏忽导致机组非停，甚至安全事故的仿真复盘；探讨在设备选型中成本、效率、可靠性、环保性之间的多目标权衡决策；引入国外同类事故（如美加大停电的教训）进行对比反思。旨在具象化地传达“工程造福人类”的根本宗旨，以及“安全第一、质量至上、精益求精”的工程伦理准则和职业操守。

(3)科技人物与工匠精神维度：挖掘与火力发电技术相关的科学家、工程师、劳动模范事迹。如热工自动化专家、锅炉设

计大师、常年坚守运行一线的“金牌值班员”等。讲述他们攻坚克难、执着专注、追求极致的真实故事,特别是将个人理想融入国家需求的抉择。旨在树立可亲、可敬、可学的榜样,生动诠释“爱国、创新、求实、奉献、协同、育人”的科学家精神与“执着专注、精益求精、一丝不苟、追求卓越”的工匠精神。

(4)政策法规与战略导向维度:系统集成国家及行业层面与火力发电密切相关的政策文件、发展规划、技术路线图与标准规范。重点包括“碳达峰、碳中和”战略目标解读、《电力发展“十四五”规划》、燃煤电厂节能降耗改造与灵活性改造技术要求、超低排放标准等。旨在引导学生将具体的设备参数、运行指标与国家宏观战略、法律法规直接关联,树立起强烈的规则意识、大局观念和绿色发展的时代责任感。

(5)哲学思维与方法论维度:提炼热力系统中蕴含的普遍性哲学原理与思维方法。例如,运用“能量守恒”定律(热力学第一定律)培养学生的唯物主义世界观;利用“熵增原理”(热力学第二定律)阐释过程的不可逆性与能源利用的极限,引导学生思考有序与无序、效率与耗散的辩证关系;通过锅炉-汽轮机-发电机-回热系统等多环节耦合,训练学生的系统思维与整体优化观念;通过稳态与瞬态分析的对比,渗透“量变与质变”的辩证法思想。

(6)前沿动态与创新挑战维度:追踪火力发电技术前沿与未来发展趋势。介绍碳捕集、利用与封存(CCUS)、生物质耦合发电、智慧电厂、多能互补等新技术、新理念。探讨在能源转型背景下,传统火电的定位与挑战。旨在激发学生的好奇心与想象力,培养面向未来的创新意识、危机意识与开拓精神,理解“守正”与“创新”的辩证统一。

2.3 教学模式探索

为实现思政教育“润物细无声”地融入实验教学全过程,摒弃传统实验课“教师演示-学生操作-撰写报告”的单一线性模式,创新性地构建了覆盖课前启思、课中深研、课后拓能三个阶段的混合教学模式。该模式以学生为中心,以任务为驱动,将价值塑造有机嵌入知识探究与能力培养的每一个环节。

(1)课前阶段:情境导入与初步建构。课前阶段的教学设计致力于实现从传统“任务布置”向“情境创设与价值引导”的深刻转变。其核心目标是激活学生的既有认知,激发其对实验主题的专业兴趣与深层思考,并为课堂中的沉浸式探究与价值共鸣做好扎实的认知铺垫与情感预热。在这一阶段,教师的角色转变为学习情境的精心设计者和思维方向的启发者,旨在引导学生带着对行业背景、技术挑战与社会价值的初步思索进入实验室,而非一张等待填充的“技术白板”。

为实现上述目标,教学实践主要围绕两个关键环节展开:一是构建并推送融合性的“主题式”预习资料包,二是设计并实施“导向性”线上小任务。预习资料包超越了对教材内容的简单复制,是一个集技术认知与思政启迪于一体的“微型课程”,不仅包含基本原理动画、设备结构图等核心知识,更创新性地嵌入了“历史一页”、“新闻透视”与“问题导引”等思政融合模块,

以此展现技术发展的国家叙事、链接行业前沿的国家战略、并抛出引发思辨的开放性问题。随后,要求学生通过完成观看感悟、话题讨论或问题提出等形式的线上小任务,主动加工信息、表达初步观点。这一设计不仅促使学生提前接触与思考思政元素,更实现了教学前的双向反馈,使教师能够精准把握学生的兴趣焦点与思想动态,为课中的个性化引导与深度教学奠定基础。

(2)课中阶段:沉浸探究与协同建构。课中阶段的教学设计旨在通过层层深入的互动体验,引导学生完成从感性触动到理性思辨,再到价值内化的完整认知跃迁,从而实现专业知识、工程能力与价值素养的深度耦合与共鸣。

在第一环节“VR沉浸体验”中,教学充分利用虚拟现实的沉浸特性,致力于实现情感触动与价值认同的初步奠基。教师通过“大国工程”视角的宏观导览,将电厂布局的系统优化思想与国家工业建设能力相关联,激发学生的民族自豪感;通过“安全巡检员”等角色代入式任务,使学生在具身化的探索中自然强化安全与环保意识;借助关键设备的“时空对比”触发点,让学生直观感受技术飞跃与工匠精神的传承。此阶段的核心目标,在于将抽象的国家成就与工程伦理转化为可感知、可参与的情感体验,促成价值引领的“第一次共鸣”。

在第二环节“瞬态过程能耗特性仿真”中,首先引导学生利用仿真平台,实时观察机组在启动、负荷变动等典型瞬态过程中,主蒸汽参数、各级抽汽流量、煤耗率等关键参数的动态响应曲线。通过对比瞬态与稳态数据的差异,学生直观理解“过程能耗”的产生根源(如暖机消耗、蓄热变化、偏离最优工况点),并学习计算“附加煤耗”等评价指标。此阶段同步融入绿色发展理念的量化认知,使学生深刻体会优化瞬态操作对节能减排的现实意义,将宏观的“双碳”目标初步转化为具体的工程问题。

(3)课后阶段:反思延伸与行动转化。课后阶段是实验教学闭环的关键延伸,其核心目标在于促进学习成果的内化巩固、推动价值认知的升华迁移,并建立专业知识与长远职业发展的深刻连接。这一阶段超越了传统的数据复核,通过精心设计的反思性、实践性与持续性活动,引导学生在自主探索中实现从“知”到“信”再到“行”的转化。

教学实践主要从三个层面展开系统化设计。首先,改革实验报告范式,推行“反思-拓展”型报告。其结构突破单纯的数据罗列,强制要求学生完成“操作反思与改进设想”及“实验对职业认知的启发”等模块,旨在通过元认知写作,将课程中体验到的工程师社会责任、工匠精神与绿色发展理念,沉淀为个人化的深刻感悟与书面化的价值印记。其次,布置“开放式”延伸任务,例如“我为家乡电厂献一策”调研提案和“前沿技术追踪报告”。这些任务将学习场景从课堂延伸到社会现实与科技前沿,促使学生运用所学分析真实问题、展望行业未来,有效培养其家国情怀、社会参与意识、创新视野与终身学习能力。

2.4 评价体系

为科学评估课程思政的教学成效,并引导教学过程的持续改进,本研究突破传统实验课程单一注重操作与数据的评价局

限,创新构建了“价值塑造、知识获取、能力提升、行为表现”四维融合的全过程、多元化教学评价体系。该体系旨在对学生学习成果进行立体化、全景式的考核,确保育人目标的可测量、可评价。

在具体实施中,四个维度各有侧重且相互支撑。价值认知与情感态度维度,通过反思日志、课堂辩论表现等方式,显性化地考察学生对国家战略、工程伦理与职业精神的理解深度、情感认同及价值取向。知识理解与应用水平维度,则依托仿真操作准确性、实验报告的深度分析及随堂测验,重点评估学生对复杂工程原理的掌握程度与灵活运用能力。工程实践与创新能力维度,聚焦于综合性项目成果、仿真优化任务的完成质量及团队协作过程,重在评价学生解决复杂问题的系统思维、创新意识与合作效能。职业素养与行为规范维度,则从虚拟环境操作的规范性、实验习惯及学术诚信等细节入手,外化考察学生严谨、负责、诚信的职业品质。

该体系的核心创新在于贯彻“增值评价”理念,不仅关注学习的最终产出,更重视学生在整个实验过程中的成长与转变。最终成绩由四个维度按权重综合评定,并借助清晰的评价量规使标准透明化。这一设计将评价从单纯的“评分工具”转化为引导学生全面发展、明确努力方向的“导航仪”,有效实现了“以评促学、以评促育”的良性循环,为课程思政教学效果的落实提供了坚实可靠的保障机制。

3 总结

围绕“课程思政视域下火电瞬态过程能耗特性仿真实验教学”展开系统化改革探索:针对专业实验教学中思政教育与工程训练“两张皮”的突出问题,构建了以“四位一体”为核心的全链条育人体系:在教学目标上,融合知识、能力与价值引领;在教学内容上,依托“六维一体”思政资源库,将国家战略、工程伦理、工匠精神等元素有机嵌入实验环节;在教学模式上,创新“课前启思—课中深研—课后拓能”三阶段混合教学,推动学生在沉浸体验与动态仿真中实现价值内化;在评价体系上,建立四维融合的多元化评价机制,注重过程增值与行为表现。实践证明,该改革不仅强化了学生对“双碳”战略、绿色发展等国家议题的理解,也培养了其系统思维、创新精神与职业操守,实现了专业知识传授、综合能力提升与价值引领的同频共振,为工

科专业课程思政的深入实施提供了具象化、可操作的实践参考。

[参考文献]

- [1]赵晨,陶菲菲.物理化学实验课程思政教学探索[J].产业与科技论坛,2024,23(12):142-144.
- [2]关佳,方恺,倪晨,等.近代物理实验课程的思政教育探索[J].实验室研究与探索,2024,43(10):136-141.
- [3]王春燕,房芳.课程思政改革在高校化学实验教学中的探索[J].实验室研究与探索,2021.
- [4]陆志艳,廖丽芳,邱培培,等.“新工科”背景下能源与动力工程专业实验教学改革与实践[J].实验科学与技术,2025,23(1):61-66,73.
- [5]于贺伟,程岫,张兴宇,等.科教融合背景下专业综合实验教学改革——以能源与动力工程专业为例[J].高教学刊,2023,9(18):138-141.
- [6]孙柯,白书战,贾浩然,等.能源与动力工程专业实验教学体系分析与探索[J].高教学刊,2025,11(19):21-25.
- [7]林超,高妍,丁瑜,等.实验动物学课程思政的探索与实践[J].呼伦贝尔学院学报,2025,33(2):128-134.
- [8]谭立容,高燕,刘磊,等.天线仿真实验与课程思政的融合路径[J].电气电子教学学报,2025,47(1):199-202.
- [9]田福平,戴岳,黄斐斐,等.物理化学实验课程思政的建设与实践[J].大学化学,2025(6).
- [10]刘忠,邹淑云,喻哲钦.能源与动力工程专业实践教学课程思政实施策略研究与探索[J].创新教育研究,2025,13(4):593-598.
- [11]蔡佳佳,邹琳江,杨筱静,等.能源与动力工程专业课程思政元素教学资源库建设的思考——以安徽工业大学能源与动力工程专业思政教学为例[J].教育观察,2021,10(44):108-110.
- [12]辛凤,卿梦霞,赵斌.高校课程思政融入实践教育的探索与研究——以能源与动力工程专业为例[J].教育教学论坛,2023(26):104-107.

作者简介:

徐彤彤(1987--),女,汉族,山东泰安人,硕士研究生,西安交通大学能动学院,工程师,实验教学。