

《化工热力学》相平衡教学中融入工程伦理与责任意识的情感引导

游奎一 赵方方 吴剑 陈真盘 易争明

湘潭大学化工学院

DOI:10.32629/mef.v9i2.19155

[摘要] 化工热力学相平衡教学为化工类专业核心内容,当前教学存在工程伦理与责任意识培养脱节、情感引导缺失等问题,制约学生综合工程素养提升。基于此,本文挖掘相平衡核心知识点与伦理教育的契合点,构建情境化教学场景、典型案例支撑及互动式教学路径,配套构建完善的教学内容体系、资源支撑平台、教师能力提升机制及过程性评价闭环,实现工程伦理与责任意识有效融入。融合路径可强化教学实效,为化工类专业课程思政建设提供实践参考。

[关键词] 化工热力学; 相平衡教学; 工程伦理; 情感引导; 课程融合

中图分类号: B82-09 **文献标识码:** A

Emotional Guidance of Engineering Ethics and Responsibility Awareness Integrated into the Teaching of Phase Equilibrium in Chemical Thermodynamics

Kuiyi You Fangfang Zhao Jian Wu Zhenpan Chen Zhengming Yi

College of Chemical Engineering, Xiangtan University

[Abstract] The teaching of chemical thermodynamic phase equilibrium is a core content for chemical-related majors. Currently, the teaching process suffers from issues such as the disconnection between engineering ethics and responsibility awareness cultivation, and the lack of emotional guidance, which hinders the improvement of students' comprehensive engineering literacy. By exploring the alignment between the core knowledge points of phase equilibrium and ethical education, constructing contextual teaching scenarios, typical case support, and interactive teaching paths, and comprehensively building a complete teaching content system, resource support platform, teacher capacity improvement mechanism, and process evaluation loop, the effective integration of engineering ethics and responsibility awareness can be achieved. This integrated approach can enhance teaching effectiveness and provide practical references for the ideological and political education of chemical-related courses.

[Key words] Chemical thermodynamics; Phase equilibrium teaching; Engineering ethics; Emotional guidance; Curriculum integration

引言

化工行业高质量发展对从业者工程伦理素养与责任意识提出更高要求,工程伦理教育已成为化工类专业人才培养的核心环节。化工热力学相平衡衔接理论知识与工程实践,其教学过程既是技术能力的培育过程,也是伦理责任的塑造过程。当前相平衡教学聚焦理论推导与技能训练,对工程伦理融入的关注度不足,情感引导机制缺失,无法实现技术素养与伦理素养的协同培育。探索相平衡教学中工程伦理与责任意识的情感引导路径,对完善化工类专业课程思政体系、提升人才培养质量具有重要

现实意义。

1 化工热力学相平衡教学中工程伦理与责任意识培养的现实困境

1.1 相平衡教学与工程伦理教育脱节的认知偏差

相平衡教学与工程伦理教育脱节的认知偏差,体现在教学目标设定单一,教学活动聚焦于相平衡方程推导、相图绘制解读等理论传授以及相平衡数据计算等技能训练,将工程伦理相关内容归为专业教学无关的附加模块。认知偏差导致教学过程忽略相平衡原理在化工生产实践中的伦理考量,精馏塔相平衡控

制与能耗优化、化工分离过程相平衡条件与污染物排放的关联未被纳入教学，理论知识与工程伦理要求的内在联系未能建立。教学评价体系侧重理论知识考核，缺少学生伦理认知水平评估维度，加剧两者脱节状态。

1.2 情感引导缺失导致责任意识培育流于形式

情感引导缺失使责任意识培育流于形式，教学中仅以理论讲解传递工程伦理规范，未通过情感触动让学生理解责任意识重要性^[1]。在相平衡教学中，对于化工装置因相平衡参数控制不当引发的安全事故、环境破坏等案例，仅简单陈述事实，未剖析事故背后伦理失范行为及相关人员责任，无法引发学生情感共鸣。学生在学习中难以将工程伦理要求内化为行为准则，使责任意识培育停留在被动接受层面，无法转化为主动践行动力。缺乏情感引导的教学模式，让责任意识培育成为形式化教学环节，难以真正发挥作用。

1.3 工程伦理案例与相平衡教学内容适配性不足

工程伦理案例与相平衡教学内容适配性不足，现有教学选用的工程伦理案例多为泛化化工行业案例，未紧密结合相平衡核心知识点。相平衡涵盖气-液、液-液、固-液等多相体系平衡状态，相平衡常数、亨利定律、拉乌尔定律等关键原理，现有案例未将这些原理与具体伦理问题结合。部分案例陈旧，无法反映当前化工行业相平衡应用中的新型伦理挑战，新能源材料制备过程中的相平衡调控与资源可持续利用的伦理冲突未被涵盖。案例呈现方式缺乏针对性，未从相平衡教学角度深度挖掘案例，导致案例教学无法有效衔接理论知识与伦理实践，难以助力学生掌握相平衡知识的同时提升伦理判断能力。

1.4 教师伦理教学能力与情感引导素养有待提升

教师伦理教学能力与情感引导素养不足，这是制约相平衡教学中工程伦理与责任意识培养的重要因素。部分教师对工程伦理内涵理解欠缺，缺乏将工程伦理知识与相平衡教学内容融合的能力，无法精准定位二者结合点^[2]。在情感引导方面，教师缺少对应的教学方法技巧，不擅创设教学情境、引导学生反思以激发情感体验。教学过程中，教师更侧重专业知识传授，忽视自身伦理示范作用，未能以自身伦理素养带动学生成长。高校针对教师开展的工程伦理培训、情感引导能力提升活动稀缺，教师缺少系统学习提升机会，难以满足相平衡教学融入工程伦理与责任意识培养的教学需求。

2 化工热力学相平衡教学融入工程伦理与责任意识的情感引导路径

2.1 立足相平衡核心知识点挖掘伦理教育切入点

要立足相平衡核心知识点挖掘伦理教育切入点，需深度拆解相平衡理论体系与工程伦理的内在逻辑关联。在气液平衡中拉乌尔定律、亨利定律的应用场景里，聚焦精馏分离工艺相平衡参数调控，分析参数优化对能耗降低、资源节约的作用，挖掘“技术经济性”与“环境伦理”的契合点；在液液平衡相图分析中，关联萃取分离过程溶剂选择的伦理考量，对比有毒溶剂与绿色溶剂在相平衡行为、环境影响方面的差异，明确技术选择背后的

责任导向；在固液平衡溶解度计算中，结合结晶工艺母液回收利用，剖析相平衡条件对资源循环利用的影响，凸显工程实践的可持续发展伦理要求。这种挖掘模式将抽象伦理规范转化为具象技术决策依据，夯实了相平衡理论应用的深度，赋予伦理教育明确的知识载体，为学科融合教学提供可复制的切入点和构建方法。

2.2 构建情境化教学场景触发情感共鸣

要构建情境化教学场景触发情感共鸣，需依托相平衡工程应用场景搭建沉浸式教学框架^[3]。依托化工精馏塔相平衡控制失效案例，还原塔内气液两相平衡状态破坏的技术过程，展现参数偏离对产品纯度、生产安全的连锁影响，引导学生感知工艺参数控制的责任价值；围绕盐湖提锂固液平衡调控场景，模拟不同相平衡条件下锂资源回收率与生态环境损耗的数据，直观呈现技术选择与生态保护的博弈关系，触发学生资源开发伦理的情感触动；针对超临界流体萃取相平衡体系，构建“技术优化-成本控制-环境影响”三维情境模型，展现相平衡参数调整对三者的协同影响，促使责任意识从被动认知转向主动共情。教学场景构建突破传统理论教学局限，以技术细节为支撑强化情感体验真实性，为情感引导教学提供可落地的场景设计范式。

2.3 依托典型工程案例强化伦理判断与责任认知

依托典型工程案例强化伦理判断与责任认知，建立“相平衡技术细节-伦理冲突-责任归因”三维分析模型。选取化工分离装置相平衡失控引发的环境污染案例，深度解析相平衡常数计算偏差、相图解读失误等技术问题与伦理失范的关联，明确工程技术人员在数据校核、工艺优化环节的责任边界；选取新能源电池材料制备的相平衡调控案例，对比不同相平衡条件下的材料性能与资源消耗，分析技术方案选择中的利益权衡与伦理取舍，培养基于技术本质的伦理判断能力；选取工业废水处理工艺的相平衡分离工艺，剖析相平衡条件对污染物去除效率的影响，明确工艺设计阶段的环保责任与社会效益的平衡逻辑。深度挖掘案例技术细节，将伦理判断建立在扎实的相平衡理论基础之上，避免伦理教育空泛化，为伦理案例教学提供标准化分析框架。见图1。

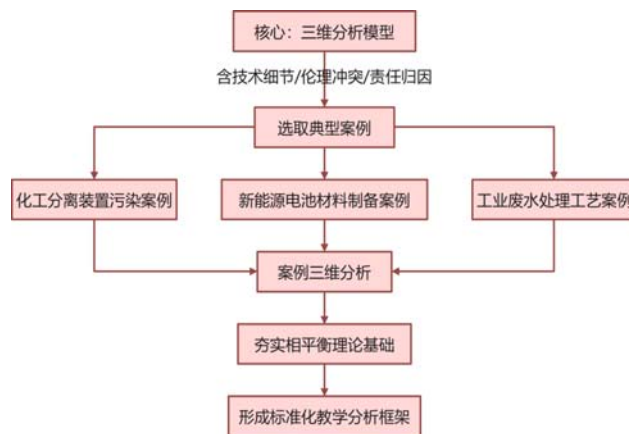


图1 化工热力学相平衡工程伦理案例教学三维分析框架流程图

2.4通过互动式教学深化情感体验与责任认同

互动式教学深化情感体验与责任认同,需设计基于相平衡知识的参与式教学环节。开展相平衡工艺方案伦理决策模拟活动,提供不同相平衡参数精馏分离方案,配套技术经济性、环境影响、安全风险等多维数据,引导自主完成方案比选与伦理论证,在决策过程中深化责任认知;组织相平衡理论与工程伦理辩论活动,聚焦“相平衡技术优化优先还是环境伦理优先”等议题,结合相图分析、参数计算等技术依据展开辩论,推动技术思维与伦理思维深度融合;搭建相平衡教学虚拟仿真互动平台,模拟不同伦理导向下相平衡工艺调控过程,实时反馈调控结果对生产、环境的影响,沉浸式互动中强化责任情感体验。互动式教学模式将学生从知识接收者转化为伦理决策参与者,以技术实践为纽带实现情感体验与责任认同深度绑定,为互动教学设计提供兼具学术性与实践性的实施路径。

3 化工热力学相平衡教学中工程伦理情感引导的实践落地保障

3.1完善相平衡与伦理融合的教学内容体系

完善相平衡与伦理融合的教学内容体系,以相平衡核心知识点为骨架,嵌入工程伦理核心要素,形成分层递进内容架构。气液平衡、液液平衡、固液平衡等不同体系,梳理各体系在化工分离、结晶、萃取等工艺的应用场景,对应植入资源节约、环境保护、安全生产等伦理维度内容。相平衡常数计算、相图绘制解读等技术内容,与工艺参数优化的伦理决策、污染物排放控制的责任要求结合,编制兼具技术性与伦理性的教学大纲与讲义。重构相平衡实验教学内容,在传统验证性实验中增设伦理考量模块,明确实验过程试剂回收、能耗控制的伦理规范,使教学内容体系既符合学科知识逻辑,又承载伦理教育功能,为学科融合教学提供系统化内容支撑。

3.2搭建多元化情感引导教学资源支撑平台

搭建多元化情感引导教学资源支撑平台,需整合数字化与实体化资源,形成多维度教学资源矩阵^[4]。开发相平衡与工程伦理融合的虚拟仿真教学模块,模拟精馏塔相平衡失控引发的安全事故、萃取工艺溶剂选择的环境影响等场景,动态可视化呈现技术决策与伦理后果的关联。建设工程伦理案例库,筛选与相平衡知识点高度适配的典型案列,涵盖资源循环利用、生态保护、安全生产等多个伦理领域,标注案例对应的相平衡原理与伦理冲突点。编制情感引导教学手册,提炼相平衡教学中激发责任情感的教学方法与实施路径,配套设计教学课件、讨论议题等辅助资源。搭建校企协同的实践教学资源平台,对接化工企业的相平衡应用生产线,获取真实的工程伦理实践场景数据,提升资源平台的实用性与针对性。

3.3建立教师伦理教学与情感引导能力提升机制

建立教师伦理教学与情感引导能力提升机制,从培训、教研、实践三维度构建系统化路径。构建分层分类培训体系,为相平衡授课教师开展工程伦理专题培训,解读行业规范与教学融合要点,开设情感引导教学方法培训,传授情境创设、情感共鸣激发等技巧。设立专项教研课题,组织集体备课、教学观摩、案例研讨等活动,协同攻克教学融合重难点,形成可推广模式。建立校企交流机制,安排教师在企业挂职,参与相平衡工艺实践积累伦理经验、提升教学真实性。建立评价激励机制,将相关能力纳入考核,表彰优秀成果,激发教师提升内生动力。

3.4构建过程性伦理素养评价与反馈闭环

构建过程性伦理素养评价与反馈闭环,需突破传统知识考核模式,建立多维度全过程评价体系。围绕伦理认知、伦理判断、责任情感核心维度,设计适配相平衡理论、实验、实践各教学环节的差异化评价指标。采用多元化评价方法,理论课堂依托伦理辩论、方案伦理论证开展形成性评价,实验教学依据伦理规范执行情况实施过程性评价,实践教学结合企业导师评价与报告伦理分析进行综合性评价。依托教学管理平台建立实时反馈机制,分析学生伦理素养发展状况并优化教学,畅通学生反馈渠道,形成“评价—分析—改进—再评价”闭环,保障伦理素养培育实效。

4 结语

化工热力学相平衡教学融入工程伦理与责任意识的情感引导,是落实课程思政、提升化工专业人才培养质量的重要实践。挖掘知识与伦理的契合点、构建情境化教学路径,配套完善的教学内容体系、资源支撑与评价闭环,有效破解教学脱节难题,实现技术培育与伦理塑造的协同推进。融合模式丰富相平衡教学内涵,为同类工程类课程的伦理教育提供可借鉴的实践范式。未来需持续深化教学探索,推动伦理素养培育常态化,助力培养兼具专业能力与责任担当的高素质化工人才。

[基金项目]

2022年度湖南省普通高等学校教学改革研究项目(项目编号:HNJG-2022-0078);(湘潭大学化工学院,湖南湘潭411105)。

[参考文献]

- [1] 勾明雷,蔡俊青,刘振.化工热力学中稳流系统能量分析的教学探讨[J].广州化工,2025,53(24):185-187.
- [2] 沙海涛,冯坤,陶能.化工热力学课程思政教学探索与实践[J].化工设计通讯,2025,51(11):74-76.
- [3] 万超,王嘉佩.化工热力学课程教学改革的探索与思考[J].安徽工业大学学报(社会科学版),2025,42(4):41-42+47.
- [4] 孙强,郭绪强.化工热力学课程案例式教学探索与实践[J].化工高等教育,2024,41(02):46-51.

作者简介:

游奎一(1979--),男,博士,教授,博导,研究方向: 化学工程。