

新时代背景下《材料热力学》课程教学改革与实践

刘世凯^{1*}, 郑新华¹, 郭丽萍², 刘 萌¹

¹河南工业大学材料科学与工程学院, 河南 郑州

²河南工业大学外语学院, 河南 郑州

收稿日期: 2025年3月11日; 录用日期: 2025年4月7日; 发布日期: 2025年4月15日

摘 要

本文聚焦新时代背景下国家对加快培养创新型人才的迫切需求, 系统探讨《材料热力学》课程的教学改革路径与实践成效。通过剖析传统教学模式在教学内容、方法及评价体系中的不足, 提出以学生为中心的多维改革策略: 整合前沿科研成果优化课程内容, 创新教学方法、构建多元化过程性评价体系, 并强化师资队伍建设和实践环节。实践表明, 改革后的课程在学生学习效果、教师教学水平和课程影响力等方面均取得了显著成效。本研究为材料类研究生课程改革提供了有益参考, 对于提升高层次人才培养质量具有重要意义。

关键词

新时代教育, 研究生教学, 材料热力学, 教学改革, 高层次人才培养

Teaching Innovation and Practice of *Thermodynamics of Materials* Course in the New Era Context

Shikai Liu^{1*}, Xinhua Zheng¹, Liping Guo², Meng Liu¹

¹School of Material Science and Engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou Henan

²School of Foreign Languages, Henan University of Technology, Zhengzhou Henan

Received: Mar. 11th, 2025; accepted: Apr. 7th, 2025; published: Apr. 15th, 2025

Abstract

This study addresses the urgent national demand for cultivating innovative talents in the new era,

*通讯作者。

文章引用: 刘世凯, 郑新华, 郭丽萍, 刘萌. 新时代背景下《材料热力学》课程教学改革与实践[J]. 职业教育发展, 2025, 14(4): 104-109. DOI: 10.12677/ve.2025.144161

systematically exploring the reform pathways and practical outcomes of the “*Thermodynamics of Materials*” course. By analyzing the deficiencies of traditional teaching models in course content, instructional methods, and evaluation systems, this research proposes a student-centered multidimensional reform strategy: integrating cutting-edge research achievements to optimize curriculum content, innovating teaching methodologies, constructing a diversified process-oriented evaluation system, and strengthening faculty development. The practice demonstrates that the reformed course has achieved remarkable results in student learning outcomes, teaching quality, and course influence. This study provides valuable references for the reform of materials-related graduate courses and holds significant implications for enhancing the quality of high-level talent cultivation.

Keywords

New Era Education, Graduate Teaching, Thermodynamics of Materials, Teaching Innovation, High-Level Talent Cultivation

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在新时代高等教育内涵式发展的战略背景下，培养具有创新能力、实践能力和国际视野的高层次人才已成为教育教学改革的核心目标[1]。材料科学与工程学科作为支撑国家战略性新兴产业发展的关键领域，其研究生培养面临着前所未有的机遇与挑战。特别是在新能源材料、量子材料、智能材料等前沿领域快速发展的推动下，学科对研究生的知识结构和能力素养提出了更高要求：不仅需要构建扎实的理论基础，更要具备跨学科知识整合能力、科研创新意识以及解决复杂工程问题的实践能力[2][3]。在此背景下，《材料热力学》作为材料类研究生课程体系中的核心基础课程，其教学改革既是适应学科发展的必然要求，也是实现新时代研究生培养目标的关键环节。

从高等教育的发展趋势来看，新时代要求课程教学实现“三个转变”：从知识灌输向能力培养转变、从单一学科向跨学科融合转变、从传统课堂向信息化与智能化教学转变[4]。这一转型方向与建构主义学习理论的核心主张高度契合——强调学习者在真实情境中通过主动探索实现知识建构[5]。在此理论框架下，具体到材料热力学课程，其改革路径主要体现在：教学内容需突破经典理论框架，有机融入材料设计与计算、纳米材料热力学等前沿成果；教学方法需从单向讲授转向案例驱动、项目实践等多元化模式；评价体系需从单一考试转向过程性与能力导向的综合考核[6]。然而，当前教学实践仍面临多重挑战：教学内容更新滞后于学科前沿发展、传统教学方法抑制学生主体性和创造性等，这些问题严重制约了研究生创新能力的培养[7]。

课程教学在研究生培养中的基础性地位不容忽视。材料热力学作为连接材料微观结构与宏观性能的核心理论工具，其教学效果直接影响学生科研能力的深度与广度。具体而言，相平衡理论为材料设计与工艺优化提供了基础支撑，而热力学第二定律则为新能源材料的能量转换效率等领域研究提供了理论依据。若课程内容与学科前沿脱节，学生将难以在科研中有效运用理论解决实际问题；若教学方法僵化，则无法激发其探索热情与创新思维。因此，课程改革不仅是提升教学质量的重要途径，更是实现“立德树人”根本任务、服务国家材料科技发展战略的关键举措[8][9]。

基于上述认识，本研究以新时代高等教育改革为导向，以能力本位教育理论为顶层设计框架[10]，结

合材料科学与工程和材料与化工两个专业的共性与差异化需求，系统推进《材料热力学》课程的教学改革。通过整合前沿内容、创新教学方法、构建多元化评价体系，着力培养材料领域兼具理论素养与实践能力的高层次人才，为我国材料科学与工程学科的高质量发展提供支持。

2. 材料热力学教学现状分析

2.1. 教学内容滞后于学科发展

1) 传统理论主导，前沿融合不足

当前《材料热力学》课程内容仍以经典热力学理论为主，如热力学三大定律、相平衡理论等，缺乏对新兴材料领域(如新能源材料、智能材料、量子材料)的热力学分析。例如，机器学习在材料热力学性能预测中的应用、纳米材料尺寸效应、量子材料相变机制等前沿研究成果未及时纳入教学内容。这种滞后性导致学生难以接触到学科前沿，限制了其科研视野和创新能力的培养。

2) 专业特色适配性弱

课程未针对材料科学与工程和材料与化工专业的不同需求进行差异化设计。学硕侧重于科研能力培养，需强化热力学与材料微观结构、性能的关联；而专硕更注重工程实践能力，需侧重材料制备与加工过程中的热力学控制。然而，传统教学采用统一的教学大纲，缺乏针对性的模块设计，难以满足不同专业方向的研究生培养需求。

2.2. 教学方法与能力培养脱节

传统教学模式以教师讲授为主，学生被动接受知识，导致研究生参与度较低，缺乏主动思考和探索的机会。课堂互动较少，难以激发研究生的学习兴趣和创新思维。对研究生自主学习能力和团队协作能力的培养重视不足。例如，在讲解熵、化学势等抽象概念时，学生难以通过单向讲授深入理解其物理意义和应用场景。这种教学模式不仅降低了学生的学习兴趣，还限制了其主动思考和探索的能力。

2.3. 评价体系单一化

1) 重知识记忆轻能力考核

现有考核方式以期末考试为主，占比超 50%，试题忽视了对学生科研能力、创新能力和实践能力的深度考核。例如，学硕学生的科研潜力无法通过传统考试体现，而专硕学生的工程实践能力也缺乏有效评估。

2) 缺乏创新能力评估

传统考核方式无法全面反映学生的学习过程和学习态度。例如，学生在科研项目中的表现、实验设计能力、团队协作能力等均未纳入考核范围，导致学生倾向于突击应试，忽视能力培养。

3. 材料热力学教学改革举措

3.1. 优化课程内容体系

1) 模块化整合与前沿融入

打破传统章节限制，构建“热力学定律 - 相平衡 - 前沿应用”三大模块。针对学硕学生，增设“机器学习在材料热力学中的应用”专题，介绍如何利用人工智能算法预测材料相图；针对专硕学生，增加“材料加工过程中的热力学控制”模块，嵌入锂离子电池材料合成、3D 打印材料成型等工程案例。

2) 专业差异化设计

针对学硕材料科学与工程专业，强化热力学与材料微观结构、性能的关联，如引入量子材料热力学

特性研究案例；针对专硕材料与化工专业，侧重材料制备与加工过程中的热力学控制，如材料热处理工艺优化、材料成型热力学分析、先进磨具与磨削工艺中的热力学分析等。

3.2. 创新教学方法与手段

3.2.1. 多元化教学模式

1) 案例教学法

案例教学法通过引入实际工程和科研案例，帮助学生将抽象的理论知识与实际应用相结合。例如，在讲解相平衡理论时，引入金刚石高温高压(HPHT)合成工艺优化案例，学生通过分析不同温度、压力条件下材料的相变行为，设计优化方案。针对学硕学生，案例可侧重于科研前沿，如量子材料相变机制；针对专硕学生，案例可聚焦于工程实践，如锂离子电池材料的热力学性能优化等。

2) 项目驱动教学法

项目驱动教学法将课程内容分解为若干项目任务，学生以小组形式完成。例如，学硕学生可开展“新型功能材料热力学性能优化”项目，涵盖文献调研、实验方案设计、数据模拟分析和规律演化总结等环节；专硕学生可参与具体的工程项目，如“3D 打印材料成型热力学分析”。通过项目实践，学生不仅掌握了理论知识，还培养了团队协作能力和解决复杂问题的能力。

3) 问题导向教学法

问题导向教学法以问题为核心，引导学生主动思考和探索。例如，在讲解热力学第二定律时，提出“如何通过热力学原理优化新能源材料的能量转换效率？”学生通过查阅文献、分析数据，提出解决方案，并在课堂上进行汇报和讨论。这种方法激发了学生的学习兴趣，培养了其创新思维和科研能力。

4) 互动式教学

以学生为中心，大力推进课堂教授方式改革。一方面，积极开展小组合作学习活动；将学生分成小组，共同完成学习任务。例如，学硕学生可合作完成“新型储能材料热力学性能研究”项目；专硕学生可合作解决企业实际工程问题。通过小组合作，学生培养了团队协作能力和沟通能力。另一方面，组织好课堂研讨与汇报活动。组织课堂讨论，针对课程中的重点和难点问题，引导学生发表见解。例如，在讲解热力学第一定律时，提出“如何通过能量守恒原理优化材料制备工艺？”学生分组讨论并汇报解决方案等。

3.2.2. 信息化辅助教学

建构 SPOC 在线课程平台，提供教学视频、课件、习题库等资源，支持学生自主学习。平台还设有讨论区和答疑区，学生可随时提问，教师及时解答等。例如，针对学硕学生，专门提供相关前沿文献，拓展学术视野；针对专硕学生，平台可嵌入实际工程案例，帮助其理解工程应用场景等。

同时，推荐和鼓励学硕学生利用虚拟仿真技术，在安全、便捷的环境中进行复杂、难实现实验的模拟等。例如，通过 Materials Studio 软件模拟材料的相变过程，学生可直观观察材料在不同温度、压力条件下的微观结构变化等。

3.3. 构建多元化评价体系

3.3.1. 强化全过程的过程性评价

依托超星 SPOC 课程平台，通过课程任务点设置、课堂讨论、提问、小组合作等方式，评估学生的参与度和贡献度。例如，学硕学生在课堂讨论中提出创新性观点，可获得额外加分；专硕学生在小组合作中解决实际工程问题，可获得相应课堂表现加分等。将考核贯穿课程学习的全过程，其成绩占总成绩的比例不低于 40%。

3.3.2. 坚持能力导向的终结性评价

终结性评价坚持能力导向，采取开卷考试的形式进行。开卷考试侧重综合性论述题，考查学生运用理论知识解决复杂问题的能力。另外，根据课程实际进行学术汇报和研究报告考核，评估学生的基于课程知识体系的表达能力和科研素养情况等。其中，学术汇报环节，学硕学生需汇报材料热力学相关科研(调研)成果；专硕学生需汇报课程相关工程案例等。研究报告则主要考查学生的研究能力和创新思维等。该部分占总成绩的比例不高于 60%。

3.3.3. 动态反馈机制

建立动态反馈机制，要力求实现对学生学习成效的实时评价与反馈和及时的个性化指导等。其中：实时评价与反馈主要通过在线平台实时记录学生的学习行为和数据，如学习时长、作业完成情况、讨论参与度等，及时反馈给学生，帮助学生调整学习策略等；个性化指导则是根据学生的学习数据，提供个性化指导。例如，针对学硕学生，推荐前沿文献和研究方向；针对专硕学生，提供相关工程案例等。

3.4. 强化师资队伍建设

在新时代高等教育内涵式发展的背景下，师资队伍建设应以“为党育人、为国育才”为根本遵循，系统构建教师发展体系。通过建立“教学－科研”双轨互哺机制，鼓励教师将科研成果转化为教学案例和知识模块；构建“双师型”教师培养体系，通过校企联合培养、青年教师导师制等举措，提升教师工程实践能力；推进跨学科教学团队建设，建立“传帮带”机制，促进教学资源共享，全面提升教师队伍的政治素质、业务能力和育人水平。

4. 教学改革成效

4.1. 学生学习效果显著提升

1) 知识掌握程度显著提高

基于改革前后研究生课程考试成绩的纵向对比分析，研究生的平均成绩提升了 5.8 个百分点，表明整体学习效果得到显著改善。通过对课程试卷和过程成绩的系统评估发现，研究生对材料热力学核心原理的理解深度显著提升；特别是在解决复杂工程问题方面表现出更强的理论联系实际能力。

2) 综合能力培养成效显著

教学改革实施后，研究生的创新能力、实践能力和科研能力得到了较明显的系统性提升。研究生发表的学术论文中利用材料热力学原理进行相关机理(机制)分析与讨论的比例达到 70%以上；在具体的科研选题和研究攻关中，绝大多数研究生能够独立承担部分研究任务，提出创新性的研究思路和方法。此外，更多的研究生在跨学科(领域)合作中展现出更强的团队协作能力等。

4.2. 教学满意度与影响力扩大

教学改革实施后学生的课程满意度显著提升，总体满意度保持在 95%以上。针对课程教学内容的反馈，超过 93%的研究生认为教学内容更新及时，与实际应用和前沿研究结合紧密；在教学资源方面，100%的研究生认为教学资源丰富，方便了他们的自主学习；在教学方法方面，98%的研究生认为多元化的教学方法提高了他们的学习兴趣和参与度；96%的同学认为经过课程学习加深了对抽象概念的理解，提升了自身的专业基础素养等。

同时，课程建设也取得了一些成绩，入选 2022 年校级优质课程，获批河南省 2025 年河南省研究生教育改革与质量提升工程项目等，课程的影响力和辐射范围不断扩大。

4.3. 教师教学体验持续改善

推行教学改革后,教师深刻感受到研究生学习积极性和主动性的提高。通过多元化的教学方法和互动式教学,教师与研究生之间的交流更加频繁,教学氛围更加活跃。同时,通过实施案例教学和项目驱动式教学,教师的教学设计能力和课堂组织效率等均显著提升;并且,教师在科研反哺教学的过程中,实现了专业知识体系的更新与重构等。

5. 总结与展望

本研究通过系统分析《材料热力学》课程教学现状,提出了针对性的改革举措,并取得了显著成效。通过优化课程内容体系、创新教学方法与手段,以及构建多元化评价体系,《材料热力学》课程实现了从“知识传授”到“能力培养”的转变。学硕学生在科研能力、创新思维方面得到显著提升;专硕学生在工程实践能力、解决实际问题能力方面取得长足进步。

未来需在以下方面持续优化:首先,加强课程内容的动态更新,及时反映材料科学领域的最新进展;其次,深化信息技术与教学的融合,探索更多创新性的教学方法;再次,完善评价体系,建立更加科学全面的考核机制;最后,加强交流与合作,借鉴先进的教学理念和经验,不断推进课程迭代升级等。

《材料热力学》课程教学改革应始终以“立德树人”为根本,以科技创新需求为导向,继续坚持以学生为中心,以培养创新型人才为目标,不断优化课程体系,创新教学方法,完善评价机制,为材料科学与工程领域培养更多“厚基础、强实践、善创新”的高素质人才。

基金项目

河南省研究生教育改革与质量提升工程项目(YJS2025AL42);河南工业大学研究生优质课程项目(HAUTYJS2022KC02);河南工业大学专创融合特色课程项目(2024ZCRH-10)。

参考文献

- [1] 教育部,国家发展改革委,财政部. 关于加快新时代研究生教育发展的意见[EB/OL]. 2020-09-21. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/202009/t20200921_489271.html, 2025-03-21.
- [2] 刘世凯. OBE 理念下无机非金属材料工程专业课程的教学改革探索[J]. 社会科学前沿, 2022, 11(11): 4575-4579.
- [3] 靳涛,韩明臣. 加强材料热力学理论——促进创新能力提高的教学实践[J]. 教育现代化, 2020, 7(24): 16-19, 55.
- [4] 孙立红,吴云鹏,刘宝良. 深化材料力学教学改革 提升学生专业素养[J]. 高等教育研究(成都), 2008, 25(3): 54-55.
- [5] Vygotsky, L.S., et al. (1978) *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- [6] 刘小林,李丹,李之锋,等. 《材料热力学》实践教学课程教学改革研究初探[J]. 课程教育研究, 2015(27): 56-57.
- [7] 刘敬福,李赫亮,庄伟彬,等. 材料热力学与动力学沉浸式教学模式研究与实践[J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(1): 110-112, 167.
- [8] 刘世凯,郭丽萍,郑新华. “立德树人”视角下工科专业课程思政教学实施路径研究[J]. 教育进展, 2024, 14(5): 1556-1564.
- [9] 陶绍虎,柳泉,曲柳,等. 新工科、重特色、强实践、育创新“四位一体”下《材料热力学与动力学》的“学与教+”改革路径[J]. 万象, 2023(26): 175-177, 147.
- [10] Spady, W.G. (1994) *Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers*. American Association of School Administrators.