

# 《先进计算固体力学》教学改革探索与创新实践

周立明<sup>1</sup>, 李 锋<sup>1</sup>, 李霄琳<sup>2</sup>, 王彦哲<sup>1</sup>

<sup>1</sup>吉林大学机械与航空航天工程学院, 吉林 长春

<sup>2</sup>吉林大学建设工程学院, 吉林 长春

收稿日期: 2025年2月21日; 录用日期: 2025年4月15日; 发布日期: 2025年4月23日

## 摘 要

《先进计算固体力学》是我校力学专业研究生的一门核心学科专业课程。本文分析了该课程的教学现状及目前教学中存在的问题与不足, 通过课程内容的重塑、教学方法的创新、课程思政元素的挖掘、工程案例库的建设、考核评价机制的改革等方面改革探索, 构建了“基础理论精讲 - 先进方法串讲 - 前沿科技解读 - 思政教育融入”的四位一体课程内容, 形成了“理论知识 + 方法训练 + 能力拓展 + 实践创新 + 课程思政”相结合的宽基础、多视角的教学模式, 为培养高质量创新人才提供了一些参考价值。

## 关键词

先进计算固体力学, 教学改革, 课程思政

# Exploration and Innovative Practice of Teaching Reform in “Advanced Computational Solid Mechanics”

Liming Zhou<sup>1</sup>, Feng Li<sup>1</sup>, Xiaolin Li<sup>2</sup>, Yanzhe Wang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Mechanical and Aerospace Engineering, Jilin University, Changchun Jilin

<sup>2</sup>College of Construction Engineering, Jilin University, Changchun Jilin

Received: Feb. 21<sup>st</sup>, 2025; accepted: Apr. 15<sup>th</sup>, 2025; published: Apr. 23<sup>rd</sup>, 2025

## Abstract

“Advanced Computational Solid Mechanics” is one of the core courses for graduate students majoring in mechanics at our university. This paper analyzes the teaching status quo of this course, and the problems and deficiencies existing in the current teaching process. And explores the reform by

文章引用: 周立明, 李锋, 李霄琳, 王彦哲. 《先进计算固体力学》教学改革探索与创新实践[J]. 创新教育研究, 2025, 13(4): 421-426. DOI: 10.12677/ces.2025.134263

reshaping the course content, innovating the teaching method, mining the ideological and political elements of the course, constructing the engineering case base, reforming the assessment and evaluation mechanism, etc. The four-part curriculum content of “basic theory elaboration-advanced methods in series-frontier science and technology interpretation-ideological and political education integration” has been constructed, forming a broad foundation and multi-perspective teaching model combining “theoretical knowledge + method training + ability expansion + practice innovation + curriculum ideological and political”, which provides some reference value for training high-quality innovative talents.

## Keywords

Advanced Computational Solid Mechanics, Teaching Reform, Curriculum Ideology and Politics

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

力学为人类认识自然现象、解决实际工程和技术问题提供理论基础与分析方法，对科学的众多分支学科发展起到支撑、引领与推动作用[1]。21 世纪以来，在科技前沿和国家需求的双重驱动下，结合计算机技术和计算数学的快速发展，计算力学已成为与理论分析和试验测试并重的学科[2][3]。计算力学横贯力学的各个分支，在航天、航空、船舶、机械、材料、土木、生命、医学等工程领域有重要应用，也是与人工智能、大数据、量子、生命等新兴学科交叉的有力工具[4][5]。

计算固体力学是计算力学下的固体力学研究分支，利用先进数值方法，研究固体材料与结构的力学行为，并解决相关工程问题，是支撑重大装备与结构自主创新设计的关键技术，一直受到学术界和工业界的高度关注。随着数字化、信息化、智能化时代的到来，计算固体力学的先进理论、方法及相关数值仿真技术和软件不仅成为解决众多基础力学问题的重要手段，同时也是支撑高端装备研制、基础设施建设的结构力学分析与创新设计核心工具[1]。

《先进计算固体力学》是我校力学专业研究生的一门核心学科专业课程，自 2018 年本学科获得“力学”一级学科博士、硕士学位授予权后，即开设该课程(32 学时)。为关注科技前沿和关键领域，适应科技进步和经济社会发展对人才的需要，根据本校的办学目标、定位和特色，提高研究生人才培养质量的驱动下，结合用人单位反馈和毕业生质量调查，进行该课程的教学改革探索与课程思政教育的创新实践已迫在眉睫。

当前计算固体力学已发展出了有限差分法、有限体积法、有限单元法、边界元方法、Enriched 有限元法和离散单元法等多种计算力学方法[6][7]。这些计算力学方法各有特点，内容浩瀚，发展迅速[8][9]。如何聚焦吉林特色优势产业，结合本力学学科特点，优化核心和重点教学内容，从课程思政元素的挖掘和教学实践的维度探索教学效果，找到合适的教学方法与手段[10]，重塑《先进计算固体力学》课程内容，在有限的时间内取得教学效益的最大化，成为本课程教学亟需解决的突出问题。

## 2. 目前存在的问题

《先进计算固体力学》课程教学以理论教学为主，有关于类似课程教学的研究相对匮乏，缺乏具有代表性的成果。但从实际教学过程中的反馈来看，课程建设主要面临的问题包括以下几个方面：

(1) 教学内容

计算固体力学是一个迅速发展的领域，为了保证知识的时效性，需要及时更新授课内容，跟进最新研究进展。目前课程教材缺少有关于最新研究成果的内容，因此需要根据目前的实际需求，结合吉林大学工科特色，重塑课程内容。同时，计算固体力学是一个多学科融合的领域，跨学科知识的融合至关重要。传统的课程设置往往以力学知识为主，缺乏交叉学科领域知识，如数学、计算机、材料等领域的补充，这种方式忽视了学生视野和创新能力的培养，与新工科的要求不符。目前课程内容的设置大都以理论知识为主，与工业需求存在脱节，缺乏对于行业应用的实例讲解，尤其是在航空工业迅速发展的当下。课程内容应当适应科技的发展和转变，为学生未来的职业发展赋能。

(2) 教学方法

目前课程讲授方式以传统的课堂讲授为主，缺乏教学多样性与互动性。且该门课程需要学生具有丰富的力学知识和数值计算知识，理论难度大，知识抽象。作为一门以工业实际需求为导向的专业课程，如果不能调动起学生的课堂积极性，会严重影响学生的接受程度和学习效果，无法理解先进计算固体力学的内涵和逻辑。

(3) 课程实践

《先进计算固体力学》课堂上能够讲授的知识有限，大都以基本原理为主。对于学生能否灵活运用方法解决实际问题的能力、计算思维的培养、计算编程能力的构筑关注较少。在现有的课程体系下，需要加入工程案例、计算项目模拟等内容，培养学生动手实践、理论应用于工程实际的能力。

(4) 课程思政

将思政教育内容与专业知识有效结合是一大挑战，目前还处于摸索阶段。如何保证两者既有紧密联系又保持各自特色，避免存在内容不协调或强行融合等问题仍然需要进一步探索。同时，实施课程思政教育所需要的必要的资源和支持，包括教学素材、思政元素等还需不断探索和优化，以更好地实现其教育目标。

(5) 课程考核

课程考核是教学体系的重要环节，对于评估学生对于课程内容的掌握情况具有重要意义。传统的课程考核仍然是以闭卷考试/书面报告为主，无法真实评估学生对于《先进计算固体力学》知识的掌握情况，亦无法考察学生的实际工程技能 and 创新能力。

因此，对于《先进计算固体力学》的教学改革探索与课程思政教育的创新实践，不仅能够使课程内容更加紧跟技术发展的最新趋势，还能通过增加实践和实验环节来加强理论与实际应用之间的联系，从而更有效地适应新工科建设的要求和课程思政建设要求。

3. 教学改革的举措

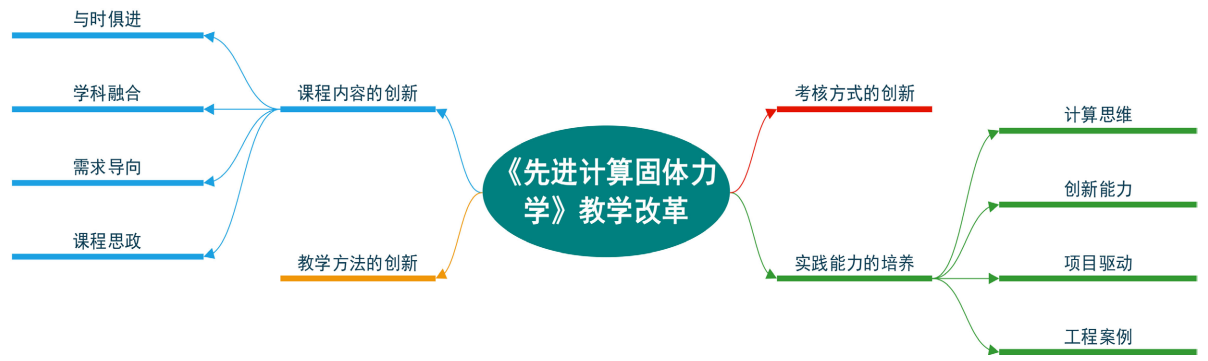


Figure 1. The concept of curriculum reform  
图 1. 课程改革的思路

我校拥有力学一级学科博士点、硕士点和博士后流动站，具有一支学历层次高、科研能力强、年龄梯度合理的教学和科研队伍，形成了完善的力学专业高层次人才培养体系。根据新的培养方案和教学大纲，以培养高层次创新型人才为总目标，掌握本学科坚实宽广的理论基础和系统深入的专门知识，具有独立从事科学研究工作能力的总要求，结合计算力学学科的认知规律、课程体系以及教学实践经验，拟从课程内容的重塑、教学方法的研究创新、课程思政元素的挖掘、工程案例教学库的建设、考核评价机制的改革等方面对课程教学进行教学改革探索与课程思政教育的创新实践，见图 1。

(1) 课程内容的重塑

坚持以立德树人为根本任务，以知识生产为导向，依据培养高层次创新型人才为总目标，结合计算力学学科的认知规律、结构体系和学习范式，将《先进计算固体力学》课程模块化，课程内容分为基本部分和提升部分，基础部分包含有限差分法、有限元单元法和有限体积法等 3 个专题，提升部分包含无网格法、扩展有限元方法、边界元方法、光滑有限元方法、等几何分析方法、Overlapping 有限元法等 6 个专题。重点讲授先进计算固体力学的内涵、范畴与特点，突出各方法之间的联系与差异，注重基本理论与功能提升，辅以工程案例的编程实践，构建“基础理论精讲 - 先进方法串讲 - 前沿科技解读 - 思政教育融入”的四位一体课程内容，形成了“理论知识 + 方法训练 + 能力拓展 + 实践创新 + 课程思政”相结合的宽基础、多视角的教学模式，见图 2。



Figure 2. Teaching model reform  
图 2. 教学模式改革

(2) 教学方法的创新

在教学方法手段上，以建构主义理论为基础，强调学生并非被动地接受知识，而是基于自身先前的经验，通过与周围环境的互动来主动构建知识体系。注重新媒体资源和传统授课方式的有机融合，创建 AI 赋能的知识图谱，推行“启发式”、“研讨式”和“任务式”等翻转课堂形式，形成“板书 - 课件 - 研讨 - 实践 - 思政”交叉渗透式的教学方法。具体内容概括为：① 板书讲授；② 多媒体课件讲授；③ 启发式教学；④ 研讨式教学；⑤ 思政教育融合；⑥ 编程实践；⑦ 工程案例实操；⑧ AI 赋能。注重课下查资料，问题启发，课上研讨，程序实践的方法。精选来自工程实际的案例，通过师生研究、讨论的模式进行问题的简化、建模，然后编程求解，继而讨论分析诸多的影响参数，在开阔学生思维宽度和广度的同时，使所学的知识融会贯通，进而提高建模、编程以及分析、解决具体问题的能力，结合 AI 赋能提升学生纵向和横向二维度的自主学习能力、知识管理能力和知识更新能力。

(3) 课程思政元素的挖掘

综合考量专业需求、学生发展，从知识、能力、情感价值观三个维度入手设定课程目标，将思政教

育融入课程。通过课堂讲授、师生研讨、学生习作、课外实践等方式,“润物细无声”的实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。充分利用现代化教学手段,创新课程教学方式,结合先进教学工具开展力学相关领域人物事迹、重大工程、典型事故、科学创新等专题讨论,充分利用课堂主讲、现场回答、翻转课堂、第二课堂等方式,把“知识传授、能力提升和价值观塑造”融入到课程教学的全过程。形成力学红色资源与力学发展史-力学中的美学与哲学-力学计算分析标志性工程应用案例-思想认知和价值培育的升华的融合模式,实现课内以知识点概念的知识目标-以行业标志性工程应用案例分析的能力目标-以创新人才使命责任与专业智慧支撑行业和国家发展的价值目标的课程思政方法路径。

#### (4) 工程案例库的建设

工程案例教学是以学生为中心,依靠本区域汽车、精密仪器行业特色,以实际案例(车架和车身的强度和刚度分析、汽车转向器齿轮强度分析、基于悬臂梁的多用途生物 MEMS 传感器力学响应分析、压电风扇谐振响应分析等)为基础,通过呈现案例情境,促进科研、教学与实践有机融合,将理论与实践紧密结合,引导学生发现问题、分析问题、解决问题,加强授课教师与学生的双向交流,引导学生独立思考、主动参与、团队合作,建立以学生为中心的教学模式,从而提高和强化学生掌握理论、形成观点和创新的能力。例如:引导同学以小组形式查阅 MEMS 传感器力学响应数值求解的相关资料,并在课上进行汇报,小组讨论各种算法的优点与不足,在此基础上介绍了本团队的最新相关研究成果,显著提高了学生的学习主动性和知识获取的有效性。并推出案例视频课,帮助学生更新学习观念,掌握案例教学的内涵实质,并根据实际需要,积极引进了国外高质量教学案例,加以学习和借鉴,逐步建立起具有我校特色、与国际接轨的《先进计算固体力学》工程案例库。

#### (5) 考核评价机制的改革

由于改革后的课程既有专业内容,又兼具思政属性,因此课程的考核方式也应契合教学内容的双体系架构,分为专业部分和思政部分同时进行。针对专业知识,考虑到本课程的授课对象为研究生,且课程讲解的内容与计算力学的研究进展紧密相关,因此,课程考核采用开放式大作业形式,即学生从几个开放性试题中,选取自己感兴趣的一个问题,采用资料查询、编程计算、撰写报告的方法,提交一份较为完整的学术报告,包括问题的描述、采用的方法、计算的过程、结果的探讨等。在此过程中,教师和学生之间需要进行交互式的探讨和学习,充分挖掘和调动学生的主动性、积极性和创新意识。针对思政部分,将考核贯穿整个学习历程,同时在研讨及最终报告的写作内容上,需要体现课程思政三个目标。并鼓励学生进行演讲,依据现场表现打分,占总成绩的 10%。

## 4. 结束语

《先进计算固体力学》是一门研究生必修课程,具有内容抽象、理论枯燥、教学难度大等特点。通过课程内容的重塑、教学方法的研究创新、课程思政元素的挖掘、工程案例教学库的建设、考核评价机制的改革等方面改革探索,旨在坚持以立德树人为根本任务,以知识生产为导向,依据培养高层次创新型人才为总目标,构建“基础理论精讲-先进方法串讲-前沿科技解读-思政教育融入”的四位一体课程内容,形成了“理论知识+方法训练+能力拓展+实践创新+课程思政”相结合的宽基础、多视角的课程体系,进一步支撑高端装备研制、基础设施建设的结构力学分析与创新设计核心方法,提升课程改革的理论高度,达到培养高质量创新人才的目的。

## 基金项目

吉林大学研究生教育教学改革研究项目:多学科交叉融合的《先进计算固体力学》课程体系建设研究与实践(2024JGY023);吉林大学研究生课程思政示范课项目:先进计算固体力学(2024KCSZ15);吉林

省高等教育教学改革研究课题重点支持项目：面向新工科的土木类专业力学系列课程建设的探索与实践(JLJY202218230173)；吉林大学本科教学改革研究重点项目：面向新工科建设“多维并举”的“弹性力学”课程建设与教学改革研究(2023XZD072)。

## 参考文献

- [1] “中国学科及前沿领域发展战略研究(2021-2035)”项目组. 中国力学 2035 发展战略[M]. 北京: 科学出版社, 2023: 5.
- [2] 孙振生, 强洪夫, 胡宇, 王哲君. 《高等计算力学》课程体系建设与教学改革研究[J]. 教育现代化, 2020, 7(33): 36-39.
- [3] 杨扬, 张萌, 徐绯. 理工科计算方法类课程建设思路探讨——以力学仿真分析中的多尺度计算方法课程为例[J]. 大学教育, 2024(5): 36-39.
- [4] 马宗民, 王珍, 李淑娴. 基于科研需求的研究生课程“机械结构有限元分析”教学改革探讨[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2022(4): 60-61.
- [5] 章丽萍, 赵张耀, 徐敏娜, 等. 研究生课程体系的重塑与优化——浙江大学研究生课程建设的思考与实践[J]. 学位与研究生教育, 2013(6): 38-41.
- [6] 杨庆生, 龙连春, 刘赵淼, 等. 力学专业研究生计算力学能力培养及其课程体系建设[J]. 力学与实践, 2012, 34(4): 66-69.
- [7] 庄茁, 严子铭, 姚凯丽, 等. 固体力学跨尺度计算若干问题研究[J]. 计算力学学报, 2024, 41(1): 40-46.
- [8] 韩宪军, 王立平. 地下工程结构案例库教学改革与实践[J]. 大学教育, 2021(4): 52-54.
- [9] 邱月, 杨坤, 谭涛, 房凯. 基于工程案例库的有限元方法课程教学改革探索与实践[J]. 创新创业理论研究与实践, 2023, 5(12): 162-164.
- [10] 张有宏, 常新龙, 张青, 等. 基于“理论引领、应用并行、案例示范”理念的有限元方法教学改革与实践[J]. 教育教学论坛, 2020(6): 127-128.