

# 结构陶瓷前沿课程的“问题链 - 探究式”教学模式构建与实践研究

赵晓青, 王 斌\*, 刘振英, 胡 标, 王庆平

安徽理工大学材料科学与工程学院, 安徽 淮南

收稿日期: 2025年4月11日; 录用日期: 2025年6月2日; 发布日期: 2025年6月10日

## 摘 要

结构陶瓷作为国家战略性新材料, 在我国多个领域具有重要的应用价值。将前沿课程纳入学生培养体系完全符合国家重大战略需求, 更是培养新时代材料创新人才的重要举措。前沿课程的教学模式构建区别于专业核心课程, 更注重培养学生批判思维和科学素养。问题链 - 探究式教学模式相比其他传统教学模式具有显著优势。本文介绍了结构陶瓷课程系统化、层次化问题链的构建, 并结合案例分析、小组讨论、课程思政等举措丰富探究式教学过程。通过教师和学生效果评价反馈机制持续优化教学过程, 最终实现课程思政元素与专业教育的有机融合。

## 关键词

结构陶瓷, 前沿课程, 问题链, 探究式, 教学模式

# Construction and Practical Research on the “Question Chain-Inquiry” Teaching Model for Advanced Structural Ceramics Courses

Xiaoqing Zhao, Bin Wang\*, Zhenying Liu, Biao Hu, Qingping Wang

School of Materials Science and Engineering, Anhui University of Science & Technology, Huainan Anhui

Received: Apr. 11<sup>th</sup>, 2025; accepted: Jun. 2<sup>nd</sup>, 2025; published: Jun. 10<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

As a strategic material, structural ceramics play a vital role in various fields. Integrating frontier

\*通讯作者。

文章引用: 赵晓青, 王斌, 刘振英, 胡标, 王庆平. 结构陶瓷前沿课程的“问题链-探究式”教学模式构建与实践研究[J]. 创新教育研究, 2025, 13(6): 57-61. DOI: 10.12677/ces.2025.136411

courses into student education aligns with national strategic needs and fosters innovative talents in materials science. Unlike core courses, frontier courses emphasize critical thinking and scientific literacy, where the “Question Chain-Inquiry” teaching model shows clear advantages over traditional methods. This study presents systematic question-chain design for structural ceramics courses, enhanced by case studies, group discussions, and ideological-political education. Feedback from teachers and students further optimizes the approach, achieving seamless integration of ideological education with professional training.

## Keywords

Structural Ceramics, Advanced Curriculum, Question Chain, Inquiry-Based, Teaching Model

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

结构陶瓷在航空航天领域、新能源、半导体等领域具有重要的战略地位，全球结构陶瓷市场规模年增长率约为 6.6% [1]，新工科建设对材料类人才培养提出高要求。结构陶瓷相关前沿技术包括增材制造技术、高熵陶瓷设计、极端环境应用、绿色制造工艺、智能材料开发等[2]。传统教学模式与当前的产业需求和前沿研究脱节严重，教学内容滞后行业发展，学生对于前沿知识，以及行业发展现状知之甚少，学生的创新思维和工程实践能力欠缺。大部分学生内心希望能够在本科阶段较早地接触专业前沿知识和关键技术，便于后期职业和研究生阶段的发展。基于此，通过将结构陶瓷领域前沿进展融入专业课堂，以前沿技术映射教学，对于高校学生科研思维与创新能力培养具有重要作用，同时，高层次结构陶瓷领域人才的培养对服务于国家重大战略需求具有重要意义。

## 2. 现代教育教学模式的发展现状

目前，关于现代教育的教学模式有传统教学模式、新型教学模式以及特色教学模式[3]，如图 1 所示，传统教学模式也是大多数高等学校课堂常采用的教学模式，有传统 - 接受式和示范 - 模仿式两种，学生常处于被动学习状态，虽然教师能够在有限课时内高效率完成教学目标，但是学生的整体创新能力培养不足。示范模仿式可以在一定程度提升工科课程的实践效果，目前得到大多数高校教师的青睐。然而，在结构陶瓷前沿课程中，以上两种教学模式难以充分体现前沿课程对学生科学素养培养的独特优势。

近年来，教育信息化的快速发展和教学理念的不断革新，问题 - 探究式、混合教学、情景陶冶、项目式、理论 - 体验双课堂等多种新型教学模式成为教育教学改革的热点[4][5]。大量研究证实，以上教学模式在整合学习资源、激发学生学习积极性、培养学生综合能力以及促进基础理论知识向实践应用转化等方面展现出显著效果。针对工科专业强逻辑性特点设计的问题 - 探究式教学模式，通过建立真实工程问题情境、引导学生自主探究、强调对问题的多维度思考等关键环节，在培养学生批判性思维、科学素养能力以及解决工程复杂问题能力等方面具有独特优势，该模式不仅能够有效衔接理论知识与工程实践，更能促进学生形成系统化的科学研究思维和综合实践能力，为培养新时代特色创新人才提供有力的教学支撑。

问题链 - 探究式教学方式国内最早由何世英提出，教师以问题为导向的教学设计，包括导入型、消

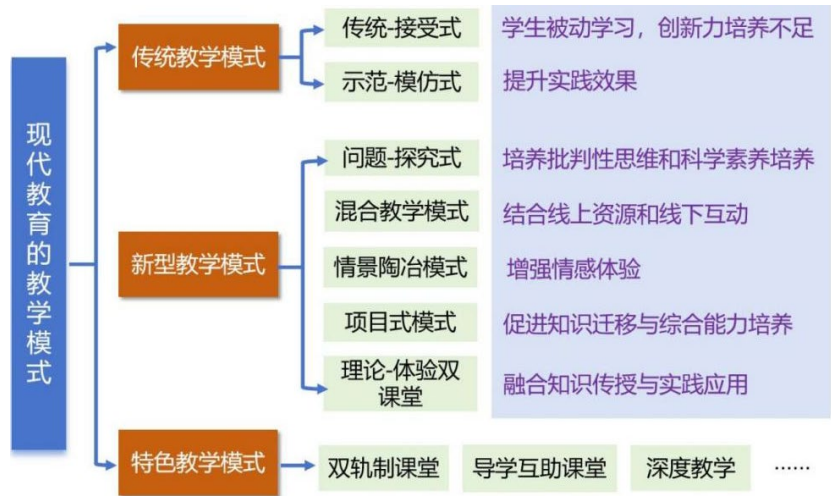


Figure 1. Classification and characteristics of modern education and teaching models  
图 1. 现代教育教学模式的分类及特点

化型、探究型和创造型四个层次的问题链[6]。经过三十余年的教育实践与理论创新，众多学者结合不同学科特点和教育目标，相继发展了多样化的递进式问题链设计方法。相比于其他教育教学模式，问题链-探究式通过系统建构知识，注重批判创新思维培养，强调协同探究的师生教学关系，特别适用于前沿科技领域的教学研究。在当前高等教育改革背景下，对于将前沿科研和关键技术有机融入大学生专业课程需确保专业基础知识和原理体系的完整性，而且能够在有限的课堂教学时间内实现知识传授、能力培养和价值塑造的培养目标[7]。这种平衡性要求对问题链-探究式新型教学模式的构建提出了更高的标准。

3. 结构陶瓷前沿课程的教学模式构建

对于结构陶瓷前沿课程而言，由于其理论体系的复杂性和关键技术的深奥性，传统的简单问题引导和基础探究式学习往往难以帮助学生真正掌握其核心知识脉络和技术原理，特别是在涉及陶瓷材料的多尺度结构设计、性能优化机制以及工程应用等不同知识模块时，学生普遍反映存在理解断层和认知障碍。因此，构建系统化、层次化的问题链显得尤为必要。

3.1. 问题链构建

问题链的构建方法可以根据结构陶瓷前沿课程的教学需要，采用多维度的设计策略，形成系统化的教学框架。借助矛盾激发法、溯源追问法以及多维验证法，使问题链更具针对性和深度，引导学生进行更深入的探究和批判性思考。可结合结构陶瓷领域的前沿热点问题，设计更具挑战性和创新性的问题链。几种典型的问题链构建模式可以运用于结构陶瓷前沿课程教学过程中。一是通过基础层-进阶层-创新层-拓展层不断进阶式构建教学问题链，结合对本专业行业痛点分析，逐层设计“卡脖子”技术攻关问题链。具体地从基础概念与原理、关键技术难点、解决方案设计到社会价值评估。二是通过产业需求-技术难点-伦理延伸构建教学问题链，融合国家政策热点，将政策导向与专业技术深度融合。三是通过现象层-机制层-应用层构建教学问题链，遵循观察现象，解析内在科学机理，逐步升级到工程应用价值。四是通过材料层-器件层-系统层构建教学问题链，从材料的研发到工程应用逐渐拓展，让学生实现从基础知识到实践应用的学习迁移和综合能力提升。

其次，可以借助人工智能技术将前沿科研瓶颈问题分解为可探究的教学问题。将实际生产中的工艺优化问题，有序编排实现教学案例化，将科研成果转化为教学案例，实现科研反哺教学的培养模式。

3.2. 探究式教学设计

探究式教学设计应注重学生学习过程的系统性、递进性和实践性，培养学生的自主探究能力和创新思维。前期的问题链构建完成后，便可进行分组或者线上探究式学习，增加学生的参与度。具体而言，系统梳理结构陶瓷领域的前沿研究方向，建立其与专业核心课程知识点的映射关系，进而构建面向工程教育的教学案例库。通过建设校企实践基地、企业参观、实验探索、文献调研方式引导学生由浅入深解决设计好的问题链。其次，在探究式教学中可以将课程内容章节化、模块化，围绕科技文化自信、工程伦理教育、工匠精神等实现课程思政融入策略。提出“内容导入、案例引入、主体讨论、作业落实”的思政举措，形成“章章有主题、节节有思政、课后有收获”的思政格局。

4. 结构陶瓷前沿课程的教学实践研究

为了落实和评估问题链-探究式教学模式，往往需要注重其教学实施过程和效果评价。如图2所示，在课前导学阶段，通过线上学习通等教学平台完成基础知识导入，引入前沿技术案例，安排学生进行文献调研，并对结构陶瓷行业通点进行初步分析。例如，在碳化硼陶瓷(B<sub>4</sub>C)的强韧化部分，在学习平台上发布最新文献前沿，调研该陶瓷的结构特点和应用领域，在强韧化性能方面的应用瓶颈和行业痛点。在课中探究阶段，采用问题链-探究式教学设计，以多种方式进行问题链引入，借助小组讨论和小组答辩的方式案例分析，以解决问题为任务完成教学目标。例如基础层问题：B<sub>4</sub>C 的晶体结构如何决定其高硬度和低韧性特点？如何通过微观结构设计优化 B<sub>4</sub>C 增韧效果？进阶层问题：计算不同化学计量比对点缺陷浓度的影响？创新层问题：如何借鉴贝壳珍珠层的“砖-泥”结构设计 B<sub>4</sub>C 层状复合材料？3D 打印定向孔道结构对裂纹扩展能的提升效果预测？拓展层问题：讨论强韧化工艺改进对军事与民用防弹领域应用的影响？在课后拓展阶段，通过科研竞赛、产学研合作项目、在线答疑和布置课后作业来进一步深化教学内容，激发学生对于结构陶瓷行业前沿的学习热情。



Figure 2. Implementation and effect evaluation of the teaching mode of structural ceramics frontier course  
图2. 结构陶瓷前沿课程教学模式的实施和效果评价

另外，通过系统化阶段课程思政设计，实现课程思政元素与专业教学的深度有机融合，贯穿教育教学全过程。深入挖掘结构陶瓷领域的历史发展、科技成就、科学家精神等，将其与专业知识有机结合，潜移默化地影响学生价值观。以 B<sub>4</sub>C 结构陶瓷教学为例，制作 B<sub>4</sub>C 陶瓷的发展历程，标注重大历史事件与科技突破的对应关系。在讲授 B<sub>4</sub>C 陶瓷本征性能时，通过剖析其在装甲应用领域所面临的脆性断裂技术困境，自然融入科技自立自强的国家战略意识，激发学生材料创新的使命担当。结合某科研团队通过

仿生层状设计将  $B_4C$  断裂韧性实现明显提升,设计“微观结构-宏观性能”关联探究项目,使学生在解决真实工程问题的过程中,既掌握跨尺度分析方法,又建立起对国产材料技术的专业自信。在装甲材料应用模块,通过讨论装甲材料在国际军事领域的重要性,培养学生树立责任伦理意识。这种“问题链-探究式”教学模式通过系统化的教学设计,能够对课程教学的基础知识学习、个人能力培养、情感态度价值观以及思政元素融入方面实现全面优化和精准调控。对于教学评价体系,引入多维度评价量表,即知识掌握度,包括随堂随练、课后作业、期末考试、实验报告。设计包括基础理论扎实程度、工程应用能力以及创新思维活跃度等科学的评价指标,收集学生学习成果数据,进行定量分析,以评估教学效果。同时,结合学生学习效果评价和教学工作过程评价动态反馈机制,进一步改进教学过程设计。

## 5. 结束语

“问题链-探究式”教学方式可以实现多维教育目标的系统整合,使得学生批判思维和科学素养的综合能力得到明显提升。这种问题链设计模式不仅适用于结构陶瓷前沿课程,也可其他工程类专业的教学改革提供参考,具有重要的推广价值。在实际应用中,建议根据具体课程内容和学生特点,灵活调整各层次问题链的难度和深度,以实现最佳的教学效果。未来可以进一步借助人工智能辅助教学系统开发,实现大量问题链和案例库建设。

## 基金项目

安徽省教育厅,新工科背景下无机非金属材料工程专业双创人才培养模式的探索与实践(2022sx027)。安徽省教育厅,“材料+X”多学科交叉融合的创新型研究生培养模式探索与实践(2023jy jxggy jY120)。

## 参考文献

- [1] 谢志鹏,秦笑威,安迪,等.我国先进结构陶瓷产业分布与发展及面临的问题与挑战[J].陶瓷学报,2019,40(1):1-13.
- [2] 王炫力,宋希文,卞刘振.结构陶瓷课程教学方法的探索与改进[J].中国现代教育装备,2023(11):154-155,159.
- [3] 林思杏.核心素养导向的“现代教育技术”课程混合式教学模式探索[J].广西教育学院学报,2024,39(3):141-146.
- [4] 何伟艳,滕英跃,王威,等.将科研成果融入课堂教学内容的设计——以纳米材料与纳米技术课程为例[J].当代教育实践与教学研究,2021(13):207-208.
- [5] 吴海迪.线上线下混合式教学模式构建与实践研究[J].中国新通信,2023,25(23):188-190.
- [6] 吕彩荣.基于问题链的教学设计研究[D]:[硕士学位论文].大连:辽宁师范大学,2017.
- [7] 李霞,徐冰,褚福浩,等.学科前沿进展融入天然药物化学课堂教学的思考[J].药学教育,2023,39(5):62-66.