

# 材料力学性能知识体系优化和教学组织方式改进

李 晖, 黄福祥, 杨栋华, 张小彬

重庆理工大学材料科学与工程学院, 重庆

收稿日期: 2021年11月23日; 录用日期: 2021年12月16日; 发布日期: 2021年12月23日

---

## 摘 要

课程建设是提高专业学位研究生培养效果的重要环节, 探索课程的理论知识体系优化和教学思路实施途径是提高课程教学水平的重要改革措施。本文围绕材料力学性能专业学位研究生学位课程建设, 提出课程知识体系优化和模块化的建设思路, 梳理课程知识点的脉络, 探索案例教学的教学组织实施途径。从理论知识学习和实践能力培养两个方面, 促进专业学位研究生专业水平和应用能力的提高。

## 关键词

材料力学性能, 知识体系, 知识脉络, 教学实施途径

---

# Optimization of Knowledge System and Improvement of Teaching Organization of Mechanical Properties of Materials

Hui Li, Fuxiang Huang, Donghua Yang, Xiaobin Zhang

College of Material Science and Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing

Received: Nov. 23<sup>rd</sup>, 2021; accepted: Dec. 16<sup>th</sup>, 2021; published: Dec. 23<sup>rd</sup>, 2021

---

## Abstract

Curriculum construction is an important way to improve the training effect of professional degree postgraduates, and exploration of optimization of curriculum theoretical knowledge system and implementation of teaching ideas is an important reform measure to improve the level of curriculum teaching. Around curriculum construction of professional degree graduate course mechanical

properties, ideas of curriculum knowledge system optimization and modularization, combing the context of curriculum knowledge, and the way of organizing and implementing the teaching process by using case teaching were proposed. From the theoretical and practical trainings, the above measures promote the improvement of professional level and application ability of professional degree postgraduates.

## Keywords

Mechanical Properties of Materials, Knowledge System, Context of Knowledge, Teaching Approach

Copyright © 2021 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

招收专业学位研究生是我国高等教育领域内培养高层次人才的重要改革措施,旨在重点培养能够熟练运用专业领域基础知识和专业知识解决研发过程或工程实践中的实际问题、承担管理或专业技术工作的创新性人才[1]。相比于学术学位,专业学位研究生教育是以专业实践和职业能力为导向,通过应用科学研究,培养研究生在实践中探索、研究并解决社会实际问题的能力,成为社会需要的高层次应用型人才,因此专业学位学生培养过程中,除了实践环节之外,课程教育是保证研究生培养质量的必备环节[2]。专业学位研究生教育注重学术与工程能力的统一,对学生提出实践能力和创新能力复合的高素质要求,因此对于专业学位研究生课程提出了更高的要求。

材料力学性能是材料科学与工程专业的重要专业基础课程之一,该课程的内容是材料科学与工程四要素的重要组成部分。长期以来,本科毕业生学习本课程之后依然存在基础知识不扎实、工程实践能力较差以及对材料学的各学科知识缺少融会贯通能力等问题。普通高校材料专业存在大量的调剂专业研究生,这一问题更加突出,因此我校在专业学位研究生的培养上,立足学生现状,根据专业硕士的培养目标,开设材料力学性能课程,通过不断的教学改革,探索适合我校材料工程专业硕士的课程教学和建设途径。

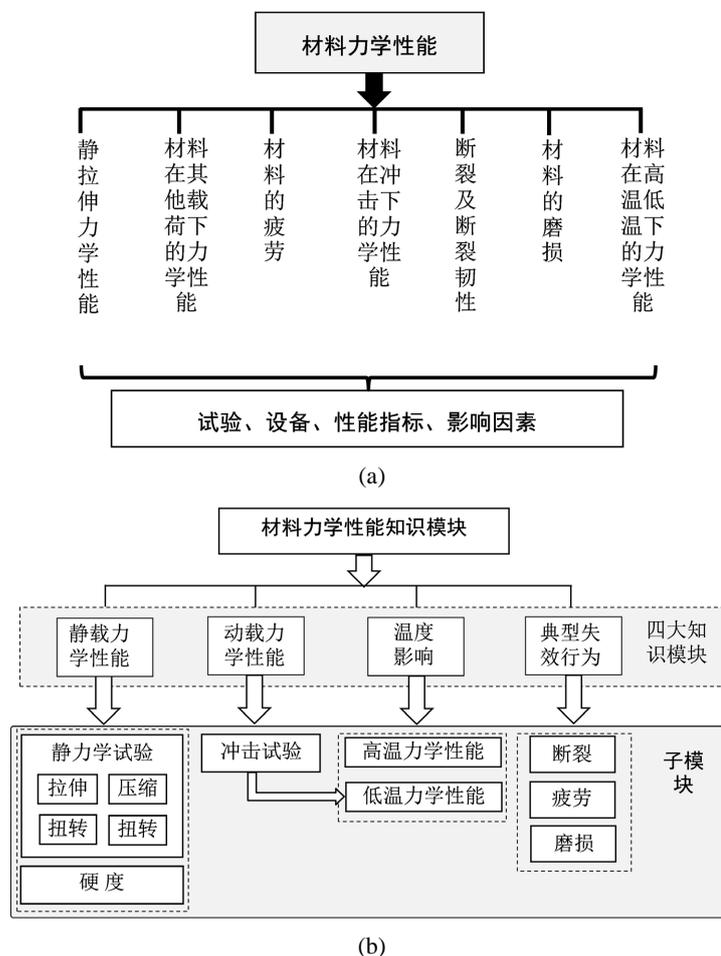
## 2. 课程理论教学内容体系建设

知识体系根据其目的可以分为以理论为中心的知识体系和以应用为中心的知识体系。理论的知识体系是主要目的在于促进学生快速理解和掌握基础知识和理论知识[3]。理论是实践的基础,课程的教学过程中首先在于学生掌握和理解基本理论和基础知识,然后培养学生运用知识分析、解决问题的能力。

材料力学性能的理论知识点较多,涉及的试验类型和相关性能知识点多、覆盖面广,因此在看似杂乱无章的知识点中通过归纳和总结,形成系统理论知识体系,能够对教学效果起到事半功倍的效果。

在课程教学内容上,系统的总结载荷、温度等外因对材料造成的变形和破坏的特点,将知识模块梳理为静载、动载、材料的失效、温度因素影响的四大典型知识模块,通过共性知识的总结并结合各种具体案例,明确各种力学性能的影响因素的对材料行为产生作用的基本规律,逐渐形成模块的教学内容体系。课程内容体系改进先后的对比如图1所示,通过对比图1(a)和图1(b)可以看出,对目前主流教材的章节内容经过分析后,将同一性能范畴领域的相关内容经过分类、梳理,课程的整体内容模块清晰,教

材中各个章节的内容之间的联系也可以一目了然, 便于学生从大处着眼, 总体把握课程的知识体系和各个知识模块, 在后续的课程中体会不同知识点之间的联系, 分析比较材料不同特性的差异和内在关系, 从而为深入的理解课程的内容打下基础。



**Figure 1.** Knowledge system of course of mechanical properties of materials. (a) Previous curriculum system and contents of each chapter; (b) Current curriculum optimized knowledge system

**图 1.** 材料力学性能课程体系。(a) 原课程体系和各章节内容; (b) 课程优化后的知识体系

### 3. 知识脉络的梳理

知识脉络知识模块内部知识点之间相互关系的清晰结构, 通过知识脉络将知识模块中的知识点构成有机的整体, 特别是对于材料性能这种涵盖材料类型多、材料知识点多, 各个知识点之间看似互不相连的情况。

课程中最基本的原理就是材料在受力条件下的变形和破坏行为, 基于这一本质特征, 将各个知识点有机的串联起来, 能够促进学生顺藤摸瓜, 梳理各个知识模块的知识链条, 从知识层面上构建出知识脉络, 能够更好的促进加强对概念的理解, 提高理论学习的效率[4]。

以材料的静载力学性能为例, 该知识模块的内核是介绍在不同载荷特征下材料在缓慢加载时出现的变形和破坏规律的基础知识, 变形和破坏的分类众多, 知识点呈碎片状。教学中有意识引导学生根据课

程中这一模块内容梳理知识点的脉络结构,形成的知识脉络如图2所示。通过有意识的梳理知识点的分布和联系,能够引导学生理解知识脉络,进而从概念、机理、模型、指标、因素等方面依次介绍相关知识,促使学生把握知识的完整性、连续性和规律性。

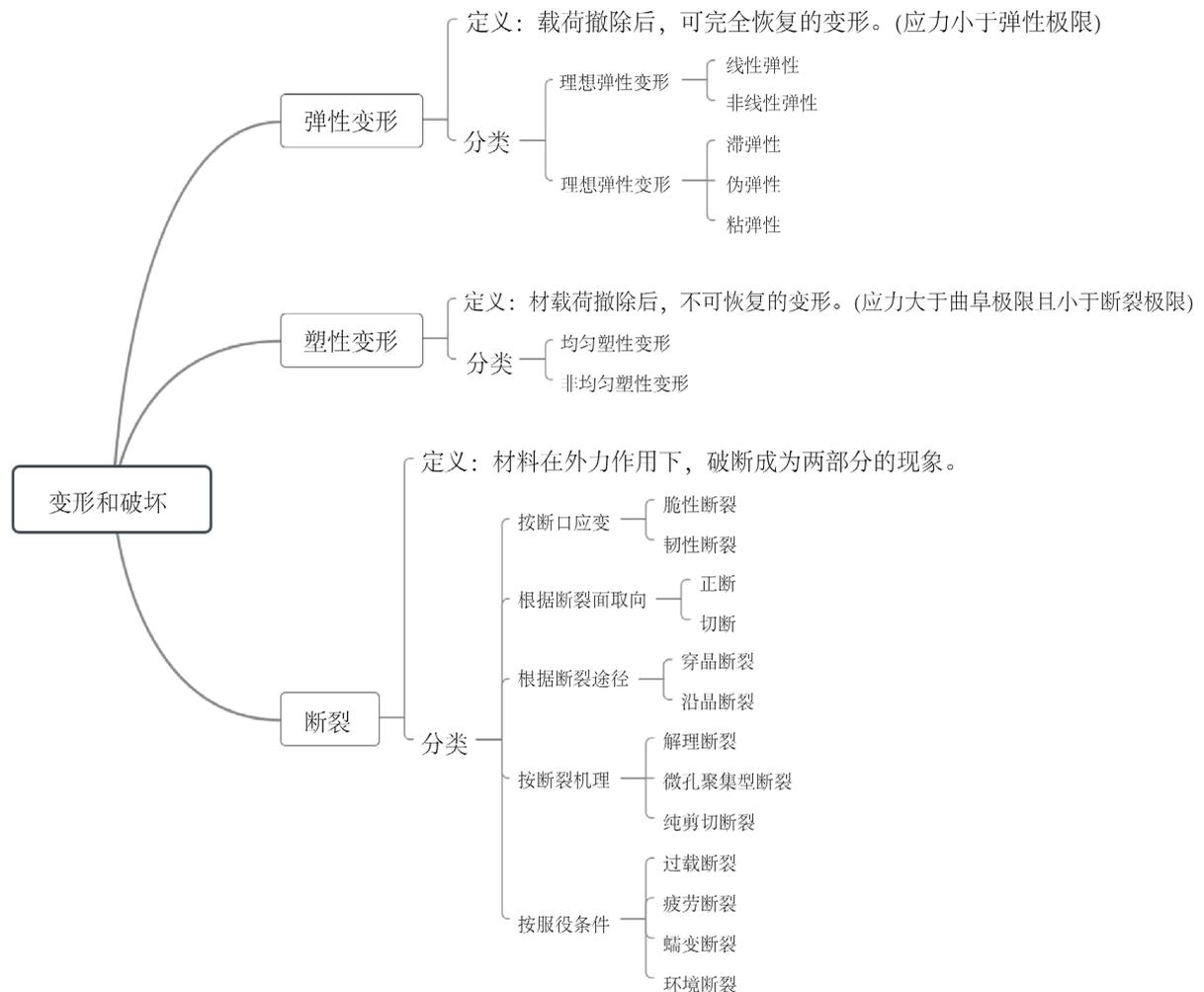


Figure 2. Knowledge context of static tension module

图2. 静拉伸模块的知识脉络

#### 4. 多种教学方法和思路的探索

通过课程知识体系的优化和知识脉络的梳理,能够形成清晰的、层次分明、逻辑性强的理论教学知识体系,解决如何让学生更好的理解知识的问题,即促进科学知识的系统化和理解。除此之外,教学组织实施过程也是对教学效果产生重要影响的因素。专业学位研究生还需要提高工程的能力,即根据工程问题,融合专业知识进行深入和准确的分析,既要掌握理论知识,又要培养运用知识分析、解决问题的能力。本课程基于以上要求,采用多种教学方法或思路进行教学。

##### 1) 采用工程研发案例开展教学的探索

案例教学是一种启发学生研究实际问题、培养学生独立研修能力的现代教学法[5]。在课程的学时有限、无法开展实践教学的限制下,课堂教学中引入案例,借助于案例引入理论知识(包括基本理论、模型、

工具)并穿插明确的知识要求和素质要求,并通过案例探讨工程问题的思维方式和解决问题的基本思路,如图3所示。

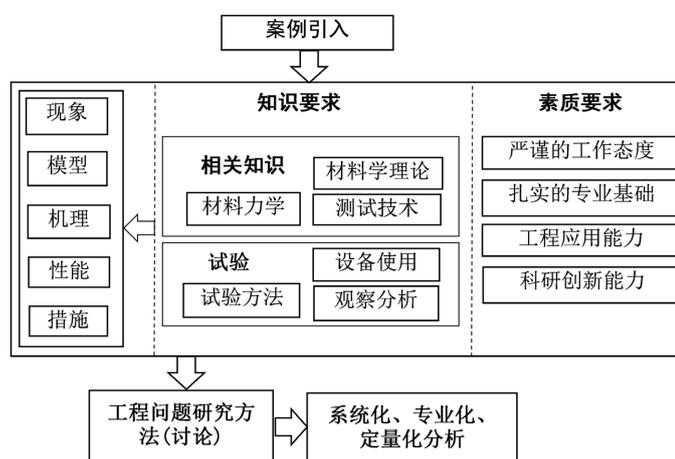


Figure 3. Structure of curriculum teaching organization  
图3. 课程教学组织的结构

如以某企业的新型材料的研发需求,首先从研发的需求和性能指标入手,明确工程中的问题导向和指标导向;然后根据案例涉及的课程知识点,依次介绍所涉及的相关专业知识,最后介绍性能的评价方法、指标和应用。内容就基本涵盖了材料研发中较为完整的设计→制备→评价→反馈→改进→评价→完善的实践过程,在这一过程中所需要的相关专业知识和对技术人员要求的科研、工程能力和工作态度潜移默化的引入,提高了专业学位研究生通过课程学习理论知识、间接获取工程经验、提高专业素质和培养职业素养效果。

### 2) 从常见的现象出发,采用类比法由浅及深开展教学

采用学生熟知的常识性的现象进行课堂演示,逐步引入课程的知识 and 理论,增强学生对力学现象的本质理解和认识。

以断裂部分的内容为例,课堂教学中教师分别用常见的橡皮和粉笔作为对象,从一定的高度落下,引导学生观察两种材料发生的变化。通过将粉笔断裂的几个部分进行拼接,观察拼接后的形状变化,引导学生思考脆性断裂、韧性断裂与断后的形状的关系,从而引入脆性断裂和韧性断裂的宏观观察方法和不同材料的断裂特征。从粉笔脆断后的受力方式和断口的关系,引导学生理解断裂的分类;从分别断口面的平直特征,引导学生区分“平坦”、“平面”的特点;从断口面的实际面积与投影面积对比,引入裂纹扩展的能量分析法知识,理解表面对裂纹扩展的阻碍;进而提出抗断裂和止裂的组织、结构设计思路,并思考陶瓷材料增韧的途径及实现方法。这样层层递进,逐级从现象到理论,从直观到抽象,加深了工程中对于断裂进行失效分析方法和改善材料断裂韧性的认识。起到化抽象为具体、化枯燥为生动的效果。

### 3) 结合学生的专业背景,引导学生理论联系实际

由教师主导学生根据自身的实践经验采用讨论等多种方式授课,营造生动的课堂氛围,提高学习效果。教学改革前课堂气氛不生动,学生的参与积极性不高,主动性较差,即使教师采用一些工程案例教学,但是由于学生没有感性认识,对与知识的理解不深刻,往往面对实际问题无从下手。

根据当前专业学位中机械、车辆、化工等专业的学生的专业背景,对这一部分学生,引导其从自身

熟知的材料出发,并根据学生参与的科研和工程实践经验,布置任务并安排课堂讨论,提高学生参与度,将自身参与该课题的经验与本课程中材料的变形、破坏以及静载、疲劳试验方法融合在一起,起到了良好的教学示范效果。如车辆工程专业的学生,对于汽车的车身、框架结构较为熟悉,当前从汽车轻量化的角度出发,为了满足汽车的安全性要求,对于减重后使用的材料性能提出更高的要求。从这一问题出发,结合材料的力学性能如强度和冲击韧性阐述汽车钢板厚度降低到不足 1 mm 时,如何改善和提高钢板的力学性能,满足汽车工业的需要。这样做到了课程的知识及融入工程背景,又兼顾学生的专业背景,能够加深学生对理论知识的认识和理解。“类比法”的引入,能有效提升教学质量,而且有利于培养学生科学思维方法以及独立思考的能力[6]。

## 5. 结束语

建设专业学位研究生优质课程是提高培养效果的重要环节,课程建设的核心问题是教与学,提高课程的教学水平是课程建设的重要方面。材料力学性能课程是以试验为基础的理论课程,通过课程内容体系的模块建设和优化、知识脉络的梳理和串联,以及采用案例进行教学的组织实施,能够有效降低课程的学习难度和复杂性,促进学生对实践能力的提高和工程思维的建立。基于培养目标开展针对实践能力培养的课程改革和建设,是不断提高专业学位研究生的能力的重要方向。

## 项目支持

重庆市研究生教育优质课程建设计划项目(编号 2019.89)。

## 参考文献

- [1] 汪朝晖,范勤,蒋国璋,等. 面向“中国制造 2025”的机械类专业学位研究生培养新模式[J]. 教育教学论坛, 2020(1): 61-63.
- [2] 刘红. 专业学位研究生课程建设: 知识生产新模式的视角[J]. 中国高教研究, 2015(3): 36-40.
- [3] 冯俊军,丁厚成,黄琪,等. 新工科下热工学课程知识体系构建与教学应用[J]. 黑龙江工业学院学报(综合版), 2019, 19(3): 9-12.
- [4] 刘仁植. 构建知识脉络,促进知识系统化——以化学热力学为例[J]. 广东化工, 2015, 42(16): 248-249.
- [5] 周君华,宫照玮. 案例、案例库、案例教学再认识[J]. 中国成人教育, 2021(2): 37.
- [6] 鲍文佳. 类比法在金属性质教学中的课题实践及效果分析[J]. 化工管理, 2021(32): 54-55.