

# 科研反哺教学在《工程材料》课程教学中的实践

秦颐鸣<sup>1,2</sup>, 范毅<sup>1</sup>, 傅汉华<sup>3</sup>, 李仁焕<sup>3\*</sup>, 韩义勇<sup>1</sup>, 梁巍<sup>1</sup>, 师维涛<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>南宁学院交通运输学院, 广西 南宁

<sup>2</sup>交通新技术及材料应用广西高校工程研究中心, 广西 南宁

<sup>3</sup>南宁市第四十七中学, 广西 南宁

收稿日期: 2024年12月6日; 录用日期: 2025年1月14日; 发布日期: 2025年1月22日

## 摘要

通过将铝合金材料研发等科研项目的实践案例融入《工程材料》课程教学, 将铝合金的力学性能、相图计算以及金相组织检测分析等科研案例与实践活动引入课堂实践教学, 通过理论与实践相结合的教学方式, 使学生深刻理解了工程材料的基本理论, 掌握了材料的制备、加工、组织、结构与性能之间的关系, 是科研反哺教学案例的重要实践, 对于推动工程材料科学研究和人才培养深度融合具有重要意义。

## 关键词

科研反哺教学, 《工程材料》, 实践教学, 人才培养

# The Practice of Scientific Research Back Feeding Teaching in the Course of "Engineering Materials" Teaching

Yiming Qin<sup>1,2</sup>, Yi Fan<sup>1</sup>, Hanhua Fu<sup>3</sup>, Renhuan Li<sup>3\*</sup>, Yiyong Han<sup>1</sup>, Wei Liang<sup>1</sup>, Weitao Shi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>College of Traffic and Transportation, Nanning University, Nanning Guangxi

<sup>2</sup>Engineering Research Center of Advanced Technologies and Materials Applied in Transportation, University of Guangxi, Nanning Guangxi

<sup>3</sup>Nanning No. 47 Middle School, Nanning Guangxi

Received: Dec. 6<sup>th</sup>, 2024; accepted: Jan. 14<sup>th</sup>, 2025; published: Jan. 22<sup>nd</sup>, 2025

\*通讯作者。

文章引用: 秦颐鸣, 范毅, 傅汉华, 李仁焕, 韩义勇, 梁巍, 师维涛. 科研反哺教学在《工程材料》课程教学中的实践[J]. 创新教育研究, 2025, 13(1): 403-408. DOI: 10.12677/ces.2025.131054

## Abstract

By integrating practical cases of scientific research projects such as research and development of aluminum alloy materials into the teaching of Engineering Materials, scientific research activities such as mechanical properties and corrosion resistance of aluminum alloy, phase diagram calculation and metallographic organization detection and analysis are introduced into classroom teaching. Through the teaching method combining theory and practice, students have a deep understanding of the basic theory of engineering materials. Mastering the relationship between the preparation, processing, organization, structure and properties of materials is an important practice for scientific research to feed teaching cases, and is of great significance for promoting the deep integration of engineering material science research and talent training.

## Keywords

Scientific Research Back Feeding Teaching, "Engineering Materials", Practical Teaching, Cultivate Talents

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

科研反哺教学是指将科研成果、科技应用、学术理论等科研成果及其应用推广到教学中,通过科研活动促进教学的进步和发展,可克服教学、科研分立的情况,让两者能相互促进、支撑。《工程材料》是工科院校机械类或汽车类专业必修的专业基础课。本课程从机械工程的应用角度出发,介绍常用金属、无机、高分子工程材料的基本原理、基本知识及工程应用,使学生了解工程材料的基本理论,以及材料的成分、加工工艺、组织、结构与性能之间的关系,能够分析材料的失效方式来判断失效原因,进而能够应用工程材料及其应用的基本知识选择材料,为后续各类专业基础课和专业课程的学习奠定坚实的基础[1]-[4]。

随着工程材料的日新月异,科研反哺教学对于《工程材料》课程教学尤为重要,一方面通过引入最新的科研成果和应用实例,激发学生的学习兴趣,拓宽学生的认知领域和思维空间,另一方面科研活动为教师和学生提供了实践机会,有助于培养师生的工程素质和创新能力[4]-[9]。因此,笔者从自身教学实践出发,针对《工程材料》课程教学中出现的问题,探索科研反哺教学在《工程材料》课程教学中的实践,以提高学生的学习效果,培养学生的科研精神和创新精神。

## 2. 《工程材料》课程教学内容以及存在问题

《工程材料》课程是机械类或汽车类专业必修的专业基础课,对丰富学生专业知识至关重要,其教学内容设计涵盖以下几个方面:1) 工程材料的基本理论与分类:介绍工程材料的基本概念、分类及发展趋势。包括金属、无机非金属材料、高分子及复合材料等几大类工程材料的基本特点、制备工艺及性能参数;2) 材料的结构与性能:详细讲解材料的微观结构(如晶体结构、相结构等)与宏观性能(如物理性能、化学性能、力学性能等)之间的关系,以及如何通过调整材料的结构来改善其性能;3) 材料的制备与加工:介绍各类工程材料的制备方法,包括铸造、锻造、焊接、热处理等工艺,以及这些工艺对材料性能的影响;4) 材料的选择与应用:讲解如何根据工程需求选择合适的材料,包括考虑材料的成本、加工性能、使用

寿命等因素。同时,通过案例分析,展示不同工程领域中材料的应用实例;5) 新型工程材料:介绍近年来发展的新型工程材料,如纳米材料、智能材料、生物医用材料等,以及这些材料在高科技领域中的应用前景。

从以上教学内容设计可以看出,《工程材料》课程设计材料相关理论、概念、材料种类较多,陈述式教学容易导致教学效果不佳,同时教学反馈、同行评价表明《工程材料》课程教学难以实现基于 OBE 教学理念设定的教学目标,随着课堂教学理论教学深入学生对《工程材料》的学习兴趣表现出逐渐下降的趋势[3]-[5]。《工程材料》课程教学存在的主要问题有:1) 课本涉及的内容落后:随着材料科技的飞速发展,工程材料领域的新技术、新材料层出不穷,然而部分课本内容更新不及时,导致教学内容与实际需求脱节,这会影响到学生对最新工程材料知识的了解和掌握,限制他们在实际工程中的应用能力;2) 教学方式单一:传统的陈述式教学方式往往侧重于理论讲授,缺乏足够的互动和实践环节,这种单一的教学方式可能导致学生缺乏学习兴趣,难以深入理解课程内容,此外缺乏实践环节的教学也不利于培养学生的动手能力和解决实际问题的能力;3) 实践教学资源有限:实践教学是《工程材料》课程的重要组成部分,但由于实验设备、实验场地等实践教学资源的限制,学生可能难以获得足够的实践机会。这会影响到学生实践能力的培养,降低教学效果[5]-[10]。

### 3. 教学内容与研究课题的相关性

对于《工程材料》课程教学,材料的微观结构(如晶体结构、相结构、成分等)与宏观性能(如物理性能、化学性能、力学性能等)之间的关系是一个重要的知识点,铝合金材料可以作为典型案例进行讲解,《工程材料》课程中的合金化及热处理知识点也与铝合金材料的研发密切相关。笔者承担的多个科研项目均与新型铝合金材料开发与应用密切相关,将铝合金材料研发过程融入该课程教学中,不仅能够增强学生对理论知识的理解和应用能力,还能激发学生的创新思维 and 实践能力[9]。

在课程内容设计上,可以将科研项目开发的铝合金材料作为案例,贯穿整个《工程材料》的教学过程[10][11]。从铝合金的基本性质出发,逐步深入到其组织结构、制备工艺、性能评估及优化等方面。通过具体的铝合金材料研发案例,使学生了解材料研发的全过程,包括研发背景分析、合金成分设计、制备工艺选择、性能测试与优化等关键环节。在实验与实践环节,可以设计一系列与铝合金材料研发相关的实验项目。例如,铝合金的熔炼与铸造、热处理工艺实验、力学性能测试实验等。通过这些实验项目,学生不仅能够亲手操作,加深对理论知识的理解,还能在实践中发现问题、解决问题,培养创新思维和实践能力。在与企业和科研机构建立紧密的产学研合作关系方面,通过科研项目实施,邀请具有丰富铝合金材料研发经验的专家进行讲座或指导实践课程,通过专家的讲解和示范,学生可以了解到铝合金材料研发的前沿技术和最新进展,拓宽视野,激发学习兴趣[12][13]。

## 4. 科研反哺教学在《工程材料》课程教学中的实践

### 4.1. 工程材料性能测试

在《工程材料》课程教学中,引入铝合金的力学性能、耐腐蚀性能等性能测试,是深化学生理论知识、提升实践技能的重要途径。在课程材料力学性能测试教学过程中,引入笔者承担的广西科技重大专项《城市轨道交通隧道管片高效安全加固修复创新技术研发及应用》(桂科 AA24263002)在研的 7003-T6 铝合金型材的拉伸测试,在讲解项目背景、制样过程以及样品性能要求之后,笔者将样品带进实践课堂,分组指导学生进行拉伸性能测试、分析数据、出具实验研究报告,以此提升科研能力和学术素养[4][10]。相关的实施方案、操作步骤、考核方式如下:

#### 1) 实施方案

通过实践操作，让学生掌握金属材料拉伸测试的基本原理、方法和步骤，提高学生的动手能力和解决问题的能力，包括拉伸试验机的使用、试样的制备、拉伸测试的操作步骤和数据分析处理等。

### 2) 操作步骤

在讲解科研项目背景、制样过程以及样品性能要求之后，对学生进行分组，然后每组学生按照以下步骤开展材料拉伸性能测试，在所有学生完成单个步骤环节后再开始下一个实践环节，教师在此期间指导学生开展实践。金属材料拉伸测试的实践步骤包括：1) 准备试件：学生根据标准自行制备试样，并测量试样的尺寸。2) 调整试验机：在教师指导下，学生调整拉伸试验机，确保试验设备处于良好状态。3) 装夹试件：学生自行装夹试样，并检查装夹是否牢固。4) 进行试验：学生操作试验机进行拉伸测试，观察并记录试验数据。5) 数据处理：学生根据试验数据，计算金属材料的强度、塑性等性能指标。

### 3) 考核方式

考核方式包括，过程考核和结果考核。其中过程考核由教师根据学生的实验准备、操作规范、数据记录等方面对该组学生进行综合评分。结果考核是将学生提交的试验报告和数据处理结果作为重要的考核依据。

## 4.2. 工程材料相图计算

在《工程材料》课程教学中，相图计算是理解合金相变、优化合金成分设计的重要工具，笔者选择与企业联合开发的汽车用免热处理一体化压铸 AlSi10MnMg 铝合金相图计算作为典型案例进行讲解。

### 1) 实施方案

本课程旨在通过教授如何利用 Factsage 软件计算 AlSi10MnMg 铝合金相图，提升学生的材料科学计算与分析能力，采用理论与实践相结合的教学模式。

### 2) 操作步骤

实践操作之前，教师应详细介绍铝合金相图的基本原理和计算方法，如杠杆定律、热力学计算等，同时展示典型铝合金的相图。首先是软件介绍与基础操作：教师首先介绍 Factsage 软件的基本界面、功能模块及数据库，并演示如何创建新项目、导入铝合金成分等基础操作。学生需跟随演示进行实操，熟悉软件环境。然后，针对 AlSi10MnMg 铝合金成分进行相图计算设置：教师讲解如何设置相图计算的条件，包括温度范围、成分比例等，并演示如何在 Factsage 中选择合适的数据库和计算模式，学生需根据 AlSi10MnMg 铝合金的成分进行相应设置。最后，执行计算与结果分析，学生自行执行相图计算，观察计算结果，并学习如何解读相图，分析铝合金在不同温度下的相组成及相变规律，教师在实践课堂中提供必要的指导，鼓励学生提出问题并共同探讨。

### 3) 考核方式

学生需提交一份课程报告，总结学习心得、相图计算结果及分析结果，AlSi10MnMg 铝合金相图计算报告将作为课程成绩的重要组成部分。

## 4.3. 工程材料金相组织检测分析

金相组织检测分析是材料开发的常规检测项目，是分析合金微观结构、优化合金性能的重要途径，金相组织检测分析所需实践教学设备简单、流程短等特点，适合开展实践教学[4]。笔者选择与企业联合开发的汽车用免热处理一体化压铸 AlSi10MnMg 铝合金材料作为金相组织检测分析实践案例，与上一小节的铝合金相图计算课程正好呼应，加深学生对合金相图与金相样品分析检测的理解。

### 1) 实施方案

本课程旨在通过教授学生金相样品的制备、检测与分析方法,提升学生的材料科学实验技能和数据分析能力,采用项目式教学法,让学生在实践中学习和掌握专业知识。

### 2) 操作步骤

首先是样品制备教学,对学生进行分组,每组学生从取样、切割、磨削、抛光到镶嵌,每一步都需亲手操作,教师提供必要的指导和示范,确保学生掌握正确的制备技巧。然后是样品检测,使用金相显微镜对制备好的样品进行检测,观察样品的微观组织结构,学生需学会如何调整显微镜参数,以获得清晰的图像。最后是数据分析,利用软件对显微照片进行图像分析,测量晶粒尺寸、相区面积比等参数,学生需自行解读分析结果,并撰写检测报告。

### 3) 考核方式

根据学生的样品制备和检测操作表现进行评分,包括制备过程的规范性、检测结果的准确性等。学生需提交一份详细的检测报告,包括样品制备过程、检测结果、数据分析及结论等。报告将作为课程成绩的重要组成部分。鼓励学生积极参与课堂讨论,提出问题和见解。课堂互动表现将作为课程成绩的参考依据,以激励学生主动思考和交流。

## 5. 结语

通过将铝合金材料研发等科研项目的实践案例融入《工程材料》课程教学,能够激发学生的学习兴趣,拓宽认知领域,并培养师生的工程素质和创新能力。在具体实践中,将铝合金的力学性能、耐腐蚀性能等性能测试,相图计算以及金相组织检测分析等科研活动引入课堂,通过理论与实践并重的教学设计、实验课程设计与实施以及虚拟仿真技术的应用,加深学生对理论知识的理解,提升实践技能。这些科研反哺教学的实践不仅有助于将理论知识应用于实际问题,还能增强学生的理论素养和实践能力,为未来的材料科学研究和技术创新打下坚实基础。

## 基金项目

广西高等教育本科教学改革工程项目《产业学院背景下工科类学科基础课促进学生工程应用能力研究与实践》(2023JGA388)、广西科技重大专项《城市轨道交通隧道管片高效安全加固修复创新技术研发及应用》(桂科 AA24263002)。

## 参考文献

- [1] 侯廷平,李钰,李新,等.“双一流”背景下材料研究方法II课程教学改革初探[J].科教文汇,2022(17):69-72.
- [2] 周建华,苗蕾.科研项目驱动的功能材料器件基础课程教学探索[J].科技视界,2022(4):67-69.
- [3] 陈佰满,林有胜,何清,等.高校科研反哺教学的路径探索与分析[J].创新创业理论与实践,2021,4(3):114-117.
- [4] 耿浩,王国庆,何璐瑶.科研反哺教学的“管道无损检测技术”课程教学模式改革[J].教育教学论坛,2024(22):61-64.
- [5] 赵玲,许志美,曹发海,等.科研提高教学品质——科研成果在化学反应工程课程建设中的“四进”[J].化工高等教育,2008(4):43-45.
- [6] 李洪亮,郭艳青,黄锐,等.地方院校材料化学类专业科研反哺研究[J].广东化工,2021,48(10):291-292.
- [7] 翟天亮,韦良强,吴珊,等.基于科研反哺教学的《材料综合实验》教学改革[J].广州化工,2022,50(18):245-247.
- [8] 张研研.教学与科研的深度融合——以《光伏物理与太阳能电池》课程为例[J].渤海大学学报(自然科学版),2022,43(3):253-257.
- [9] 薛兵,李芳菲,苗世顶.科研反哺教学在《复合材料学》课程改革中的实践[J].教育教学论坛,2019(47):95-96.
- [10] 刘品.科研反哺教学在建筑材料实验课程中的实践[J].山西建筑,2023,49(20):100-103.

- [11] 李志军, 孙世坤, 胡笑涛. 科研试验平台反哺教学的实践与探索[J]. 黑龙江教育, 2024(7): 26-28.
- [12] 阎臻, 杨健, 熊莉, 等. 科研项目成果在通识课程中的教学实践与探索[J]. 生物学杂志, 2024, 41(2): 126-130.
- [13] 李佳, 陈彦凤, 苗萌, 等. PBL 教学法在生物材料检验课程思政教学中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2024, 16(19): 83-86.