

机械类专业《工程材料》教学研究与实践

呼陟宇¹, 孙昊¹, 李瑞红¹, 赵莉萍¹, 杨礼林¹, 孙文彬²

¹内蒙古科技大学材料与冶金学院, 内蒙古 包头

²内蒙古科技大学理学院, 内蒙古 包头

收稿日期: 2023年12月25日; 录用日期: 2024年1月31日; 发布日期: 2024年2月7日

摘要

本文以成果导向(OBE)为教育理念, 对机械类专业《工程材料》课程的教学模式进行研究与实践。以学生学习为主导, 学生参与到整个教学过程, 由学生来总结重点和难点, 教师由此来判断学生对于相关内容的掌握程度并及时调整教学。学生根据授课内容提出问题并设计实验, 在自主思考的同时, 也可协助教师更新教学资源库, 从而建立师生之间共同进步的良性循环。教学实践表明, 该教学模式促进教学良性开展, 为高校机械专业相关课程建设提供参考。

关键词

工程材料, 教学资源库, 新工科

Research and Practice on Engineering Materials for Mechanical Majors

Zhiyu Hu¹, Hao Sun¹, Ruihong Li¹, Liping Zhao¹, Lilin Yang¹, Wenbin Sun²

¹School of Materials and Metallurgy, Inner Mongolia University of Science & Technology, Baotou Inner Mongolia

²School of Science, Inner Mongolia University of Science & Technology, Baotou Inner Mongolia

Received: Dec. 25th, 2023; accepted: Jan. 31st, 2024; published: Feb. 7th, 2024

Abstract

Based on the outcomes-based education (OBE) concept, this paper aims to improve the teaching mode of the Engineering Materials course for mechanical majors. Led by student learning, students participate in the entire teaching process and summarize the key points and difficulties. Teachers judge the mastery of the course and adjust teaching in a timely manner. By asking questions and

designing experiments based on the teaching content, they can also help to update the teaching resource database. A virtuous circle of common progress between teachers and students has been established. The teaching practice shows that the teaching mode promotes the healthy development of teaching, and provides reference for the construction for mechanical majors in universities.

Keywords

Engineering Materials, Teaching Resource Database, Emerging Engineering

Copyright © 2024 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

高校传统工科专业的新工科建设目标是为新技术和新产业的发展,培养工程实践能力强、创新能力强和具备国际竞争力的复合型人才[1]。《工程材料》课程是机械类专业的学科基础课,旨在为学生建立分析和解决问题的知识和思维基础。本课程共 32 个学时,其中理论教学 28 学时,实验教学 4 学时。理论教学内容分为金属材料基础知识、铁碳合金相图和结构、热处理工艺及合金化对钢组织结构和性能的影响等几大部分。本课程教学目标的设定要基于整个学生的毕业要求,将本课程的教学融入到学生整个大学教育中,为后续课程的学习做好铺垫。本课程中相关基础理论和实验教学进行有机融合,使学生掌握工程材料的基本概念,建立分析“材料微观结构-加工工艺-宏观性能”交互影响的思维方式,初步具备合理选用材料的能力,并具备一定的分析和解决工程实践问题的能力,为今后从事机械设计制造、科学研究等工作奠定必要的专业理论与实践基础。基于以上要求,本课程理论知识既包括了金属材料结构和结晶的基础知识、塑性变形、铁碳合金相图、热处理方法和钢的合金化,又包含了工业用钢的牌号、应用场景和对应的热处理工艺。

2. 存在的主要问题

通过对课程教学状态的调研及分析得出,目前主要存在以下 4 个问题:

(1) 教学过程中主要是理论讲解知识点,实际教学过程中案例分析手段仅仅是为了引出相关知识点,并没有将实际案例进行体系讲解。

(2) 教学方法多采用传统教学模式,学生自主创新能力的发展存在局限性。单纯靠教师讲授、学生倾听的教学方式,会使学生将学习重心偏向于教师和教材[2],无法挖掘学生个体蕴含的内在学习潜能,降低教学目标达成效果,也不益于学生综合素质的提升。课程中所包含的实验教学过程以教师设计式实验为主[3],学生不能自行设计实验,甚至不能改变材料参数,不利于开发学生自主解决问题的能力,与新工科理念中启发学生创新思维、提升科研素养的初衷不相符。

(3) 缺少对课程思政内容的凝练和总结。本课程虽然加入了社会、健康、安全、法律、文化及环境方面的相关内容,但对课程思政内容的凝练和总结还不够。“课程思政”作为一种教育理念,需要在教学过程中实现塑造教学价值、传授知识和培养能力“三位一体”的课程融合[4]。因此,在目前新工科背景下,探索课程思政建设显得尤为重要。

(4) 教学评价方式不够完善。目前,本课程仅仅设置过程考核和期末考试成绩,两者占比为 30%和

70%，其中占比很大的期末考试成绩为闭卷考试。这种教学评价不够完善，权重很大的单独一次期末考试无法全面客观地反映学生的整个学习过程，无法让学生参与到整个教学环节中，相对的也会弱化学生的自主学习与实践能力，同时绝大部分作业网上已经有了解析，很难杜绝学生抄袭。

针对上述问题，按照新工科建设要求，我们通过强化实际案例、改变教学模式、实施课程思政内容和完善教学评价方式四个方面开展了创新教学研究和实践。

3. 强化实际案例

当前科技产业革命和工程领域的新需求，要求学生具有综合、有效运用基础理论、实践技能的能力，同时也应该具有突破新时代工程问题、胜任工程创新的水平[5]。本课程是典型的“理论知识 + 工程实践”结合的高等教育课程。要在有效教学时间内达成教学目标，需要对整体的课程内容进行重构。

为了与生产实际相结合，增加第 8 章机械零件的选材及工程材料的应用，系统的对实际案例进行分析，使学生建立零件的选材和工艺路线设计的正确思维方式及创新意识。同时，在明晰一些必要知识点的前提下，我们精简了传统内容，强化了金属材料选材的方法，力求使学生建立“材料微观结构 - 加工工艺 - 宏观性能”交互影响的思维方式。将教师的科研案例及成果与课堂内容相结合，将教师对于相关问题的思索及研究过程融入教学，引导学生设计实验，一步步培养学生解决问题的能力。学生在与教师交流的同时，教师的科研也容易受到启发，从而实现教学“反哺”科研。

4. 改变教学模式

增加实际案例的同时，需要对课程教学模式进行改变。单纯的课堂教师讲授，难以激发学生的兴趣和主动性，学习效果仅仅停留在知识的理解和掌握，而分析解决问题能力和创新能力的培养严重不足。因此，本文基于 OBE 教育理念，构建学生主体、教师主导的教学模式，从而激发学生主观设计的能力，创新《工程材料》课程的教学框架。新教学模式分为课前引导、课中思维方式的建立、课后能力训练三个部分。

(1) 课前引导：根据课程目标设计预习内容和思考问题。利用慕课、“雨课堂平台”和“国家虚拟仿真实验教学课程共享平台”上的资源，提供学生自主学习空间，教师课前在相关教学软件上发布课程知识点，并通过慕课、课件及自测题等引导学生预习，收集预习数据及学生的疑难点。更重要的一点，学生也可自行就相关知识点通过互联网收集相关视频资源。现在的网络如此发达，如果仅依靠教师来更新资源是远远不够的，OBE 理念是以学生为主体，学生在自主学习的同时，也可以不断协助教师更新教学视频库，同时这也进一步强化了学生数据挖掘的能力，提高学习主动性。

(2) 课中思维方式的建立：在授课过程中，教师把握知识架构，让学生自主学习，结合“雨课堂”等智慧课堂软件，对预习疑难点讨论并深入讲解，灵活运用“雨课堂”进行随堂测试，以此作为过程考核，并根据学生答题情况进行讲解。在教学过程中主要是讲思路和方法，理论联系实际。对于相似的知识点或案例，调整课时无需重复讲授，可通过相似案例引导学生举一反三，按照材料学思路进行分组讨论和汇报分析。

(3) 课后能力训练：结合课程教学目标，设计课后作业、能力训练项目。针对所学知识点，每节课后要求学生总结授课重点及难点，授课教师对学生反馈情况进行分析。一方面可以掌握学生对于重点知识的把握程度，一方面可以协助教师换位思考，了解学生视角的难点在哪里，通过解决学生所提问题调动学生主观能动性，同时也能不断促使教师逐步提升教学知识点的凝练和总结，评价授课效果，形成相互促进的良性循环。

在教师发布一些经典作业后，也可要求学生就相关内容主动创新构思问题，这种方法可以充分激发

学生的求知欲,同时也进一步培养学生从具象到抽象的创新思维,而且也有助于本学科专业题库的不断积累。课后学生可以借助虚拟实验平台自行设计实验,实现知识的综合灵活应用,从而发现创新创业突破点,在培养学生创新意识的同时也可以启发教师的科研。

用一种动态、不断完善的教学方式,让学生充分的参与到整个学习体系中,做到教学方式客观、全面、多样化的同时,也关注其发展性。在这个过程中要突出学生的主体意识和创新精神。从而做到以人为本,使得整个教学过程兼顾科学性和规范性,着眼于不同学生间的差异发展,将标准化教学与个性化教学结合起来。

5. 实施课程思政内容

在对课程教学模式改变的同时,也应该加入相关课程思政内容。本课程以“立德树人”为己任,以“践行社会主义核心价值观,传承工匠精神”为思政核心任务,落实三全育人。从材料发展观、材料强化观、工艺选择观三个专业维度上,深度挖掘专业知识、教学方法和师生教学互动中蕴含的思政元素,并在具体教学章节中落实,使专业理论和课程思政有机融合。建立如下课程思政目标。

目标 1: 在课程初期讲解我国古代不同时期金属材料冶金技术的发展特点,理解金属材料的产生、发展和应用对推动我国古代文明发展的重要意义,传承中华优秀传统文化,从而增强当代大学生的使命感(第 1 章)。

目标 2: 引导学生了解不同工程材料在国防建设中的重要作用,激发学生爱国热情,使学生具备家国情怀。同时也要使学生意识到解决我国重大工程领域“卡脖子”问题的使命感和紧迫性,培养投身祖国建设的强大责任感(第 2、3、4 章)。

目标 3: 利用金属的结晶与相图的应用原理介绍塑性韧性与强度的辩证关系,引导学生理解辩证唯物主义思想、量变质变转换的哲学思维(第 5、6 章)。

目标 4: 由长征火箭“心脏”焊接人高凤林用“工匠精神”锻造了“中国品质”及零件失效引发事故的思考,培养学生在后续零件研发和制造过程中自力更生、勇于探索和精益求精的敬业风气,弘扬大国工匠精神(第 7 章)。

目标 5: 引导学生了解不同的国家标准和环保要求,以此思考问题和设计相关实验方案,培养学生的工程师职业素养(第 8 章)。

课程思政的实施在具体章节落实的同时,也应该在平时的教学过程中体现,让学生在学习过程中潜移默化的学习课程思政,达到“润物细无声”的效果。

6. 完善教学评价方式

课堂效果得以保证后,为有效评价课程目标的达成情况,需要针对课程教学目标设计考核方式、考核内容及评价标准。在课程考核评价过程强调考核内容的针对性、考核方式的合理性,保证课程评价的有效性。

在考核评价中,对于学生的成绩,在通过最终的期末考试进行总结性评价的前提下,还需要进一步加强课程过程中的过程性考核评价。在对学生进行综合式的评价方法,来尽可能全面评价学生的学习效果,为后续的教学改进奠定基础,同时也可以不断提高学生的积极性,让学生充分参与到课堂的教学中来。

适当降低期末考试成绩比重,更为关注过程考核成绩。总评成绩由期末考试成绩和过程考核成绩组成,比例为 60%和 40%。具体的课程目标达成考核与评价方式及成绩评定见表 1。

利用课堂观察等定性分析手段和雨课堂及考试成绩等定量分析手段,及时收集学生反馈信息,将教

育的整个过程进行监督，以此来提升教育教学质量。同时，为了进一步推进教学方法的完善，在评价体系全面客观的同时，也要同样关注其发展性。《工程材料》是一门综合类课程，结课考试对于反映学生综合能力的程度毕竟有限，在后续的发展中，可以进一步降低结课考试的比例，更多的通过过程考核的形式来评价。通过专业知识题库、相关教学资料和学生自主创新实验不断积累，可以在整个过程中更加突出评价对象的主体意识、创新精神。当相关资料积累到一定程度后，有望将标准化评价与个性化评价结合起来，进一步实现学生的差异发展。

Table 1. Assessment and evaluation methods for achieving course objectives

表 1. 课程目标达成考核与评价方式及成绩评定

课程目标	支撑毕业要求	考核与评价方式及成绩比例 (%)					成绩比例 (%)
		平时表现	课程实验	课后作业	分组讨论	课程考试	
课程目标 1	支撑毕业要求 1.3	1		3		10	14
课程目标 2	支撑毕业要求 3.4	1		3	5	15	24
课程目标 3	支撑毕业要求 4.1	1		3	5	20	29
课程目标 4	支撑毕业要求 7.1	1		3		15	19
课程目标 5	支撑毕业要求 9.1	1	10	3		0	14
合计		5	10	15	10	60	100

*注：该表格中比例为课程整体成绩比例。

7. 结束语

教学实践表明，经过改进后的教学模式落实了 OBE 的教学理念，能激发学生潜在探索兴趣，增加教师与学生的沟通交流互动，稳中求进地引导学生主观构建理论体系，在学生进步的同时也进一步精进教学内容，促进师生互动教学良性开展。专业知识题库、相关教学资料和学生自主创新实验不断积累。动态的教学评价过程能够不断完善教学改革模式，科学直观地反应教学效果。实施范围是机械工程类专业全体学生，同时，也为高校理工科专业开展相关课程教学建设提供参考。

致 谢

感谢下列基金的支持：2022 年自治区规划课题“基于新工科背景下材料专业课程思政有效融入课堂的探索研究”(NGJGH2022372)，2022 年内蒙古科技大学虚拟教研室建设项目“面向人工智能时代的金属材料工程专业虚拟教研室”，2021 年内蒙古科技大学教改项目“新工科背景下材料专业课程思政有效融入课堂的探索”(JY2021008)。

参考文献

- [1] 王世斌, 顾雨竹, 邴海霞. 面向 2035 的新工科人才核心素养结构研究[J]. 高等工程教育研究, 2020(4): 54-60.
- [2] 陈娇娇, 王娜, 刘雅静, 等. “双一流”背景下工程材料实验教学改革与实践[J]. 广州化工, 2021, 49(18): 109-111+153.
- [3] 黎雨, 徐春. 新工科背景下《工程材料学》线上教学改革与虚拟实验方案的探索[J]. 产业与科技论坛, 2022(21): 151-153.
- [4] 丰崇友, 唐普洪, 王进满, 等. 思政元素融入《工程材料基础》课程的教学改革探析[J]. 时代汽车, 2022(9): 114-116.
- [5] 刘玮, 熊永华, 王广君. 新工科背景下工科课程高阶学习教学模式探讨与实践[J]. 高等工程教育研究, 2021(9): 163-168.