

工程认证下非材料专业工程材料课程教改探索

邹乃夫, 刘红, 高恩志, 宋广胜

沈阳航空航天大学材料科学与工程学院, 材料成型及控制工程系, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2024年4月17日; 录用日期: 2024年5月15日; 发布日期: 2024年5月23日

摘要

工程材料课程具有较强的综合性和工程应用性, 旨在引导非材料专业本科生掌握材料科学领域基础理论知识, 为他们在面对各自专业领域实际工程问题时提供更多的角度和更宽的视野。当前工程教育专业认证的推行更要求我们重视培养学生利用材料学知识解决实际工程问题的能力。鉴于此, 本文分析了工程材料课程在当前教学中需要改进之处, 基于“学生中心、产出导向、持续改进”的基本理念, 提出通过优化课程体系配置、建设教学交叉融合平台、教学对接科研项目、补全教学评价和反馈机制, 最终实现高水平工程应用型人才的有效培养。

关键词

工程认证, 工程材料, 实践教学, 教学改革

Exploration on Teaching Reform of Engineering Materials Course for Non-Materials Majors under the Engineering Certification

Naifu Zou, Hong Liu, Enzhi Gao, Guangsheng Song

Department of Materials Forming and Control Engineering, Institute of Materials Science and Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: Apr. 17th, 2024; accepted: May 15th, 2024; published: May 23rd, 2024

Abstract

The engineering materials course has strong comprehensiveness and engineering applicability, aiming to guide non-materials major undergraduate students to master the basic theoretical

knowledge of materials science, and provide them with more perspectives and broader perspectives when facing practical engineering problems in their respective professional fields. The current implementation of engineering education professional certification requires us to pay more attention to cultivating students' ability to use materials science knowledge to solve practical engineering problems. In view of this, this article analyzes the areas that need improvement in the current teaching of engineering materials courses. Based on the basic concept of "student-centered, output oriented, and continuous improvement", it proposes to optimize the course system configuration, build a teaching cross integration platform, connect teaching with scientific research projects, and complete teaching evaluation and feedback mechanisms, ultimately achieving the effective cultivation of high-level engineering applied talents.

Keywords

Engineering Certification, Engineering Materials, Practical Teaching, Teaching Reform

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

人们从未停止对于未知事物的探索，材料领域的发展为探索路程提供了物质基础和条件保障。尤其是在科学技术飞速发展的今天，材料作为实现设备、工件的结构和性能的载体，必须紧跟时代的飞速发展才能满足各种需求。想要研发成本低廉、性能优异的新材料，要求我们对材料科学有足够深刻的认识和理解。材料科学主要研究材料的组织结构、性质、加工过程和使用效能以及它们之间的相互关系，是一门集物理学、化学、冶金学等于一体的多领域交叉型学科，同时也是一门与工程技术密不可分的应用科学。从早期人们的打猎、畜牧，到后来社会的工业和经济发展，再到今天的航空航天事业等高端领域，人类社会在工程技术上的进步同样伴随着材料从最原始的石器、木头、布料，发展到以铝、钢为代表的传统结构金属材料，再发展到现如今以钛合金、复合材料等新型材料。正是有了材料科学的发展和进步，人们才能在工程技术的各个领域获得结构和性能上足够的支撑。

《工程材料》课程是一门学习材料的成分、组织结构、加工工艺和性能之间关系并基于此锻炼学生解决实际工程问题的能力的课程[1]。该课程在我校是面向非材料专业本科生的专业限选课，主要为机械、航空发动机、飞行器制造等专业的本科生讲授材料方面的基础理论和知识。考虑到非材料专业的学生前置知识基础较为薄弱，如何帮助学生无障碍地、高效地从《工程材料》课程中学到材料科学知识，并将其用于解决各自专业领域中的各类实际工程问题，是授课过程中需要时刻贯彻执行的核心理念，也是培养高水平工程技术人才的关键所在。

自2016年我国正式加入《华盛顿协议》组织以来，工程教育专业认证开始成为我国本科教育工程技术类专业发展的导向，同时也标志着我国工程技术人才的培养迈向了国际领域。工程教育专业认证基于“学生中心、产出导向、持续改进”的基本理念，通过建立工程教育质量监控体系，大力推进本科生教育改革，提高工程专业技术人才培养的质量。在此背景下，我国遵循工程教育认证所倡导的成果导向教育(OBE)理念[2]，坚持以“以本为本”“四个回归”作为思想指导，督促地方高校注重培养应用型人才将理论知识转化为解决实际问题的能力，不仅为学生毕业后顺利进入社会提供必要支持，同时也为社会提供急需的工程技术人才。

工程教育认证通用标准中格外注重学生解决复杂工程问题能力,即实践能力的培养[3][4]。为保证学生实践能力的培养质量,不仅要求培养体系中包含完善的理论教学环节,更强调实践教学环节的系统性和完整性。在“学生中心、产出导向、持续改进”的基本理念[5]指引下,通过对人才培养目标、课程体系、师资队伍等环节的深入设计与构思,实践教学环节能显著提高学生解决复杂工程问题的能力。笔者所在沈阳航空航天大学材料成型及控制工程专业建立于2004年。作为材料科学与工程学科下的铸造、锻压、焊接等热加工专业基础上组建的新专业,材料成型及控制工程专业隶属于机械类专业,是材料科学、成型工艺与自动控制技术综合和交叉的专业,具有较强的工程技术背景[6]。对于该专业而言,实践教学环节是培养具有创新精神应用型工程技术人才的关键节点,是帮助学生将理论知识和生产实际相关联的重要桥梁。

2. 我校工程材料课程教学现状分析

在当前新背景下,本专业努力探寻符合自身特点的发展契机,通过参考一些知名院校的相关专业,并结合自身的航空航天特色,开展了以工程教育认证为目标的一系列人才培养方案研究和制定工作,并于2022年7月顺利通过了中国工程教育认证。在中国工程教育认证标准要求下,本专业应发挥自身特色,培养具有过硬专业实践能力的应用型人才。

《工程材料》课程从材料的性能着手,依次讲授材料的微观组织结构、变形、热处理和成形加工工艺,之后由理论知识过渡到常用材料如钢铁、有色金属等的相关知识,并补充当前较为先进的新材料与新工艺内容,最后将之前所学内容加以精炼运用在工程技术中经常遇到的问题——零件的失效与选材上。该门课程以人们关注的材料性能引发学生兴趣,之后从微观到宏观讲解材料科学方面的知识,最后回归到对材料的使用上,知识体系较为全面、合理,重视培养学生学习知识并运用所学知识分析、解决实际问题的实践能力,不论是对机械或是航宇专业的学生来说,都能够极大地拓展他们在各自行业领域中的眼界和发展潜力。结合我校航空航天类特色,机械、航宇等相关专业的学生掌握《工程材料》课程知识能为他们工程实践能力的培养打下良好的知识理论基础,对培养契合行业、国家发展的高素质人才有着不言而喻的意义。笔者在本文中分析了我校《工程材料》课程现阶段实践教学存在的问题,并基于此初步探索了面向非材料专业学生课程在实践能力培养方面的教学改革设想。

2.1. 课程体系设置不合理

实践教学环节通常具有较强的综合性和工程应用背景,涉及的理论知识范围较广,要求灵活运用所学知识解决实际问题,需要足够的课时数保证教学质量,但目前专业课程的总课时数相对偏少。特别是如工程材料课等面向非材料专业学生的课程,由于学生没有材料方向专业基础课做铺垫,缺少材料科学相关的理论知识基础,需要将材料学知识与学生专业相关联并循序渐进地进行讲授,这就意味着需要有足够的学时支撑。此外,工程材料是一门系统性很强的课程,从理解工程材料的理论基础到熟悉热处理与表面工程技术,再到认识常用工程材料,最终到合理选择工程材料,分四个层面十个章节对工程材料的分类、发展、在现代工业领域的地位和作用进行介绍,帮助学生理解材料成分、组织结构、加工工艺与性能的关系,培养学生初步具备综合分析工程问题的能力,能够根据零件使用要求正确选取材料并合理安排工艺路线。想要实现如此系统性的教学,需要保证充分的课时数以支撑理论系统中每一个知识节点的巩固,尤其是以课内实验为代表的实践教学环节,不仅要求有足够充实的内容,更需要与理论教学进度相匹配才能实现理想的教学效果,而当前课程学时数不够充裕、理论和实践教学环节匹配不够连贯等课程体系设置不合理方面的问题制约了科学教学的有效开展。

2.2. 实践教学手段较为单调

实践教学环节是锻炼学生利用抽象的知识解决实际的问题,而基于理论知识的实际问题具有复

杂性和灵活性，需要借助丰富的教学手段实现有效教学。工程材料课程中的课内实验固然是锻炼学生实践动手能力的有效途径，但仅靠三个实验将课程的十个章节贯穿起来难度较大。目前三个课内实验分别是硬度实验、金相实验和热处理实验，分别涵盖了金属材料的性能、金属与合金的晶体结构以及钢的热处理等相关内容，虽然能够贴切地将理论知识转化成现实的实践操作，但也存在一定的限制。首先，三个实验对课程知识体系的覆盖面积有限，虽然与多个章节的知识体系有所关联，但无法系统、全面地串联课程的全部内容；其次，虽然硬度、金相和热处理实验将书本中相应的知识付诸实物，但也只是把课堂所学知识按照“模板”演示执行一遍，究其知识层面并不深入；最后，由于教学手段十分有限，三个课内实验的本质仍然是“材料”学科实验，在面向非材料专业学生教学时欠缺了一些专业匹配性，使学生难以将这种实践活动与自身专业中的实际问题相关联。此外，目前工程材料课程课堂上的实践教学手段也依然以案例、视频以及教师的口述为主，在互动性和反馈性上存在一些不足之处。

2.3. 实践教学背景缺乏共鸣性

在目前的课程教学中，不管是课堂上的案例分析、随堂练习，还是课内实验中的操作流程、数据结论，都是按照实现规划好的“固定发展模式”进行的，这种实践教学方式虽然能够保证理论知识传授的效率和准确性，但是受限于展示在学生眼前的实践教学背景缺乏真实性和具体性，学生无法产生足够的代入感，难以全身心投入到实践能力的锻炼中，同时也容易导致理论教学与实践教学脱节。以课内实验为例，硬度实验将金属材料的性能中力学性能部分的硬度知识付诸于实践，给学生提供亲身操作测试的机会，能够帮助学生巩固课堂所学知识，使学生更好地理解硬度性能指标的实际意义。然而，学生结合课堂所授内容以及一定的预习，能够大致预见实验的内容和过程，如果不适当地丰富实践教学背景，那么课内实验对学生来说只是理论知识“硬度”的一种具象体现，依旧是自己不熟悉且看似与自身专业关联不大的材料科学领域的内容。这种“事不关己”的感受会降低学生学习的主动性，让学生对于材料学知识保持一种“点到即止”的态度，缺少深入学习将其作为解决自身专业实际问题助力的热情。课堂上理论授课过程中的案例分析等同样如此，如果不能紧密联系学生的专业特色背景，将大大限制知识传授的效率。

2.4. 实践教学评价与反馈机制不够全面

目前实践教学环节中评价与反馈机制仍然以作业、试卷和图纸等常规的书面形式为主，关注的重心集中在课程最后的结果上，对于学习过程中的评价和反馈缺少及时性和代表性。同样以课内实验为例：开始前，学生基于课堂上所学理论知识，通过自身的预习对实验内容形成一定的初步认知；过程中，结合老师的讲解，学生充分了解实验内容并按照安排完成实验；完成后，学生根据实验结果以及自身收获撰写实验报告。纵观整个课内实践教学过程，对于实践教学的评价与反馈主要来源于学生最后撰写的实验报告，但报告更倾向于反馈实验的结果和完成情况，而非学生对所学知识在解决实际问题中的使用能力。虽然在过程中学生进行实验的态度、操作和完成度也对实践教学有一定的评价和反馈，但是这种反馈具有很强的局限性。首先，受实践教学学时所限，课内实验需要学生在规定时间内完成规定内容，因此实验中的每个步骤留给思考的额外时间较少，评价和反馈信息的来源都是基于实验过程而“预料之中”的；其次，实验过程是教师与学生之间的一对多教学，教师在实践教学过程中需要同时指导二三十名学生完成实验，因此难以分出额外的精力去观察、分析每个学生进行实验的情况；最后，对于实践教学过程中学生的表现缺少系统的、量化的评价标准，即使学生在实验过程中表现优劣有所差异，这种差异也很难形成客观的、有可比性的评价与反馈。

3. 突出实践能力培养的教学改革探索

工程材料课程面向非材料专业学生，将材料科学知识融入到其它专业领域中，知识覆盖面广、综合性强，尤为注重学生实践能力的锻炼，对培养航空航天特色高校工程应用型人才有着不可取代的意义。工程材料课程不仅能够为非材料专业学生提供材料领域的相关知识，帮助他们更好地解决自身专业领域的实际问题，同时还能培养学生从材料科学的角度出发思考问题，扩展他们的思维广度。从工程教育认证的核心理念“以学生为中心”出发，教学过程应围绕学生展开，教学内容应聚焦培养学生实践能力，教学手段应足以引导学生积极性，教学背景应覆盖工程技术领域。鉴于此，本校面向非材料专业学生的工程材料课程应着手从以下方面进行改进：

3.1. 调整、优化课程体系配置

对于教学中理论课时数与实践课时数配置不合理的问题，应遵循“以学生为中心”的原则，根据学生的专业方向、课程所在学期的教学安排以及前置课程情况等进行调整，优化课程体系设置，即在保证理论教学质量的前提下将课时数向实践环节适当倾斜。非材料专业学生在学习工程材料课程之前，虽然未曾学习过材料专业课程，但是通过学习大学物理等课程，对工程材料课程涉及到的相关原理有一定的理论基础。因此，理论教学的主要任务是引导学生如何在掌握理论基础的前提下将知识和理论拓展和关联最终演化成材料科学领域的理解并用于解决本专业实际问题。在此基础上，应把注意力更多地集中在学生实践能力的培养上，保证实践教学环节课时数充足，使学生在每学习完一部分知识后都有学以致用的机会。此外，保证实践学时数充足只是满足了前提条件，为了进一步提升教学质量保证实践能力的培养效果，需要对实践课时的分布和衔接进行合理的安排和分配。通常情况下，理论教学环节全部结束之后再进行实践教学环节的确可以保证两部分各自的完整性和连贯性，但对于工程实用性较强的工程材料课程来说，理论和实践教学的无缝衔接有利于学生更好地理解 and 拓印知识，将两者各自独立无疑会降低教学效果，使学生产生“知识会了但没机会用”或是“有机会用但知识记不清了”的失落感。因此，应在理论教学每学习完一个关键知识点后安排相应内容的实践教学，既能帮助学生通过以用促学的方式巩固课堂所学知识，又能使学生认识到所学知识在实际生活生产中是有用武之地的，培养学生的自信和对专业的认同感。

3.2. 建设实践教学交叉融合平台

课程教学手段是否丰富很大程度上决定了能否激发学生的兴趣和热情并影响到最终的教学效果，对于实践教学更是如此。结合多种实践教学手段，打破实践教学的“固定发展模式”，对实现学生实践能力的有效培养大有裨益。构建线下 + 线上混合实践教学平台能够有力推动学生将工程材料所学知识应用在各自专业领域中，为他们在解决工程实际问题时提供新的思路和见解，因而更加真切地感受到课程的重要魅力所在。值得注意的是，实践教学平台的建设不应是“一课一平台”，为了充分、有效利用教学资源，实践教学平台应具有多方向交叉、多领域融合的特点，能够满足工程材料课程相关多个专业的实践教学需求。线下实践教学平台的构建主要通过将现有教学仪器和设备进行分类和整合，并补充购置实践教学环节所需仪器和设备，根据教学授课内容设计实践教学环节，使学生在课堂上学到的理论知识有用武之地，硬件条件不局限于教学用仪器和设备，在科研项目的支持下，也可以加入科研设备增强实践教学的目标性；线上实践教学平台结合网上共享课程资源、国内外学术交流论坛和线上共享模拟计算软件进行搭建。为了实现多种实践教学手段相结合有效培养学生的实践能力，除室内实践教学环节外，还可以指导学生对各自专业领域中材料的应用进行调研，从而了解相关领域的背景和发展现状；此外，还可以带领学生到车辆、新能源和航空航天相关企业参观、实习，体会本专业在相关行业中的重要地位

和作用,熟悉企业对于该领域专业人才的需求作为毕业后选择就业方向的参考。

3.3. 实践教学环节对接科研项目

在保证实践教学学时且学时分布合理的前提下,配合丰富的实践教学手段,可以基本实现学生实践能力的有效培养,但承载实践能力的范围不够具体,方向性不够明确。对于面向非材料专业的工程材料课程来说,提高实践教学质量的关键在于如何把学生专业实践能力的锻炼具体落实到车辆、新能源、航空航天等工程技术领域上,这也是工程教育认证中“产出导向”所倡导的。具体来说,就是要在实践教学环节中增强学生的代入感,只有学生相信所学知识确实是对未来工作有帮助的,在面对实际问题时才会主动去观察、去思考,才能真正灵活调用所学知识解决实际问题。为了在实践教学环节中增强学生的代入感和对专业的认同感,鼓励学生面对具体问题主动去观察、去思考,可以将实践教学环节与专业教师的横向或纵向科研项目进行对接。科研项目通常具有比较具体的应用背景、较强的创新前沿性,融入实践教学环节中能够帮助学生拓展视野,同时营造出真实可信的教学背景,引导学生将所学知识从脑海中的抽象形式转变为手上可以解决实际问题的工具。此外,还可以就相关领域科研项目为主体发起专业调研活动,或是寻求项目相关企业合作共同举办实践技能竞赛,使实践教学环节的背景和意义更充实、更饱满。

3.4. 补全实践教学评价和反馈机制

在工程教育认证“持续改进”的要求下,获取实践教学反馈的信息可以正确评估教学效果,在此基础上对实践教学环节进行优化和改进。但目前实践教学环节的评价和反馈机制主要集中在教学结束时和一些特定节点上,评估缺乏动态性,导致收集到的信息是“学生想让老师看到的”,不够及时、覆盖面不够广。因此,需要在实践教学环节中增加具有随机性和动态性的评价和反馈机制,把握学生在实践学习过程中最具代表性的情况。例如在课内实验中,除上交实验报告之外,可以增加过程随机动态考核,监测学生对实验内容的掌握和应用领域的认知,了解学生的进展和遇到的问题,有助于更准确地掌握存在的问题,从而进行改进和优化,实现精准教学。为提高实践教学环节评价与反馈的及时性和代表性,实现工程教育认证标准下的教学持续改进,需要对实践教学的过程化管理进行完善。教学过程的评价与反馈不应只局限于教学结果和固定时间节点,应该在实践教学环节中进行动态、随机地评价。对于周期较短、流程较简单的实践教学环节,应增添教学过程常态反馈,在注重结果产出导向的基础上,对学习过程进行具有统计性的评价和反馈。

4. 结语

综上所述,作为面向非材料专业本科生的材料领域课程,工程材料旨在为学生打下材料学知识基础,并与其专业进行关联和对接,进而培养学生利用所学材料知识更好地解决专业领域实际问题的能力,加强学生在解决工程实际问题时思维的广度和深度,因此需要根据学生的专业特色、未来就业方向等调整和优化课程。通过调整、优化教学体系,建设实践教学交叉融合平台,将实践教学环节与科研项目对接,健全实践教学评价和反馈机制,促进工程材料课程的实践教学环节向真正动手运用技术解决实际问题的层面上发展,加强教学过程中理论和实践的关联度,以学生为中心,以培养实践能力为目标,增强学生毕业后步入社会的行业竞争力,为社会输送高水平工程应用型人才。

基金项目

2024年沈阳航空航天大学本科教学改革研究项目以工程教育专业认证为牵引的材料成型及控制工程专业学生实践能力培养研究与探索(JG241105A3)。

参考文献

- [1] 胡一丹, 李爱社, 江帆. 基于工程案例的工程材料教学改革[J]. 科技视界, 2018(10): 136-137.
- [2] 周红坊, 朱正伟, 李茂国. 工程教育认证的发展与创新及其对我国工程教育的启示——2016 年工程教育认证国际研讨会综述[J]. 中国大学教育, 2017(1): 88-95.
- [3] 田立江, 张洁, 王丽萍. 以专业认证为导向的实践教学内容对标与体系优化[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2018(12): 44-46.
- [4] 岑耀东, 李振亮, 陈林, 等. 工程教育专业认证下材料成型专业理论教学与实践教学深度融合的改革探索[J]. 中国现代教育装备, 2022(17): 75-77.
- [5] 荣辉桂, 边耐政, 欧阳柳波, 等. 面向产出的课程目标达成评价机制与持续改进研究[J]. 计算机教育, 2021(7): 107-111.
- [6] 中华人民共和国教育部高等教育司, 编. 普通高等学校本科专业目录和专业介绍[M]. 北京: 高等教育出版社, 2012.