

中外合作办学背景下金属热处理课程改革探索

宋霖* 王军 杨烨 范晓丽

西北工业大学 伦敦玛丽女王大学工程学院, 陕西 西安 710072

[摘要]金属材料与热处理是金属材料专业的一门核心课程,在中外联合办学的全英文教学背景下,旨在使学生理解金属材料热处理工艺的基础与应用,拓展学生的国际化视野。该文探讨了金属材料及热处理全英文课程的教学现状与改革实践,针对本课程的教学现状与不足,回顾了教学设计过程中遇到的挑战、采用的教学策略以及课程实施后的效果与反馈。本研究可为工程类学科全英文教学的推广提供参考与借鉴。

[关键词]中外合作办学;金属材料及热处理;教学改革;思政教育;课程建设

DOI: 10.33142/fme.v6i7.17293

中图分类号: G642

文献标识码: A

Exploration on Curriculum Reform for Metal Heat Treatment under the Background of Sino-foreign Cooperative Education

SONG Lin*, WANG Jun, YANG Ye, FAN Xiaoli

Queen Mary University of London Engineering School, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi, 710072, China

Abstract: Metal Materials and Heat Treatment is a core course in the field of metal materials. In the context of an international joint program with full English instruction, it aims to help students understand the fundamentals and applications of heat treatment processes for metal materials and to broaden their international perspectives. This paper explores the current state and reform practices of the full English course on metal materials and heat treatment. It reviews the challenges encountered during the course design, the teaching strategies employed, and the effects and feedback after the course implementation. This research can provide references and insights for the promotion of full English instruction in engineering disciplines.

Keywords: sino-foreign cooperative education; metal materials and heat treatment; teaching reform; ideological and political education; curriculum development

引言

随着材料科学与工程领域国际化进程的加快,学生不仅需要掌握扎实的专业知识,还需具备较强的英语沟通与合作能力^[1]。作为材料科学与工程专业中的核心课程,“金属材料及热处理”在中外联合办学背景下,必须将中方对人才培养和毕业生未来就业的实践能力要求与外方的教学特点相结合。这种结合不仅能够提升毕业生的专业知识水平,还能培养学生的全球工作胜任力和在国外一流大学进一步深造所需的技术能力与语言能力,为他们进入全球化工程领域做好准备。因此,课程设计与教学内容应弥合传统教学方法与全球化工程环境需求之间的差距,这对授课教师提出了新的要求^[2-4]。

与非联合办学专业的培养方案不同,联合办学的学生培养方案通常与外方共同讨论制定。因此,联合办学的材料科学与工程专业在课程体系方面与国内培养方案有所不同。在笔者任教的西北工业大学伦敦玛丽女王大学工程学院,材料科学与工程专业的培养方案中,“金属材料及热处理”课程被命名为“金属 2: 合金与热处理”,而“金属 1”课程则主要讲授金属材料的形变与强化,为先修课程。在本专业中并未开设材料科学与工程专业通常设立

的“材料科学基础”课程。因此,在讲授“金属 2”课程时,学生在金属材料领域的知识体系尚未建立;同时,非母语教学的全英文授课对学生的理解能力提出了更高的要求。本文总结了“金属 2: 合金与热处理”课程的教学现状与不足,并提出了合理的改进方案,取得了较好的实践效果。

1 “金属 2: 合金与热处理”课程教学现状

1.1 课程内容与要求

“金属 2: 合金与热处理”课程是西北工业大学伦敦玛丽女王大学工程学院三年级本科生的专业核心课程。课程主要内容包括工程中使用的主要合金系统及其热处理工艺的原理。该课程向学生教授以下内容: 固态相变的基本概念、钢的热处理原理与工艺、有色金属的热处理原理与工艺、金属材料的强化机制、金属材料在加热和冷却过程中的组织转变,以及成分、组织、工艺与性能之间的关系及应用等。课程旨在培养学生利用所学材料热处理技术的方法和理论知识,分析和解决金属材料问题,共 56 学时。需要指出的是,在本课程中,黑色金属部分和有色金属部分的学时数接近,分别占 60%和 40%。这一安排与西北工业大学的学科特色密切相关。在航空航天领域,

钛合金、铝合金等有色金属被广泛应用，因此这些材料的热处理知识对未来从事航空航天金属材料工作的学生至关重要^[5-6]。同时，本课程也强调实验教学，共设置了 16 学时的实验课程，其中黑色金属和有色金属各占 8 学时，旨在提高学生在金相试样制备以及简单热处理方案设计与实际操作方面的能力。

从上述教学内容可以看出，本课程与非联合办学的“金属材料及热处理”课程存在差异。课程不仅涵盖了铁碳相图等重点知识，还结合了学校的办学特色，并突出英方办学对实践能力培养的要求。课程目标包括：掌握常用金属材料的组成、应用和选材的基本原理；理解铁合金和非铁合金相变及热处理的基本原理；了解不同金属材料在不同热处理工艺下的相变、结构和性能；掌握金属的强化机制和提高金属塑性及韧性的方法，并能够根据金属材料的组织和性能要求开发相应的热处理工艺。

1.2 课程意义与目标

“金属材料及热处理”是材料成型与控制专业的核心课程，在课程体系起到了承上启下的作用。它不仅涵盖了固态相变等基础理论知识，还教授学生如何根据具体要求设计和制定热处理方案，具有理论与实践相结合的鲜明特点。在联合办学的课程体系中，“金属 2：合金与热处理”是材料科学与工程专业学生的关键课程之一。然而，由于大类培养课程安排的限制，后期并未设置如“材料成型原理”“铸造工艺学”等更为专业的课程，因此本课程成为学生深入了解金属材料显微结构的唯一课程，对联合办学的学生尤为重要。通过本课程的学习，学生不仅掌握了金属材料的理论知识，还能够根据工件的性能要求进行材料选取和合理的热处理工艺设计，了解不同显微组织对材料性能的影响，从而为今后从事金属材料相关工作奠定基础。在全英文教学的环境中，课程还注重提升学生的英语口语表达能力、专业术语理解以及全球胜任力，以助力学生国际工程领域的发展。

2 课程建设过程中存在的主要问题

由于是中英双方联合办学，“金属 2：合金与热处理”课程需要用全英文授课。课程内容在材料科学与工程专业“金属材料及热处理”课程的基础上，由双方教研室共同讨论确定，以符合中英双方对人才培养的要求。因此，全英文授课的“金属 2：合金与热处理”课程在教学内容和方法上与传统的“金属材料及热处理”课程存不同。自联合办学以来，本课程已开设了五个学年。目前存在的主要问题可以归纳为以下几个方面：

2.1 教学内容较为陈旧，教材适用性不足

当今科技前沿发展日新月异，教材中的知识往往滞后于学术前沿，这在“金属材料及热处理”课程教学中也表现得尤为突出^[7-8]。目前，部分中文教材仍基于较为陈旧的知识体系。在联合办学的教学内容设置中，为了适应中

国学生毕业后从事的工作与科研需要，“金属 2：合金与热处理”课程的大部分内容依然基于这些中文教材，对课程的章节安排和学时设置与英方教研组进行了讨论。然而，即使是英方教研组参考的主要英文版教材，其版本也是相对较早的，这使得讲授过程中需要特别关注学术观点的更新。此外，虽然中英联合办学在国内已有较长时间的经验，有一定数量的办学机构，但在“金属材料及热处理”相关课程上，并未形成跨校的教学讨论与共享。这使得课程内容更新的速度和深度难以满足当前学术和工业界的最新要求。另一个重要的问题是，如果完全采用英方的教学参考书，这些书籍在文字篇幅和学术深度上对于非母语且大类培养的中国学生来说，存在较高的接受难度。因此，现有教材内容的陈旧以及缺乏适合联合办学培养模式的新教材，导致了学生参考资料与培养目标之间的适配性不足。为了提升课程质量，应考虑引入更新的教材和参考书，并结合中英双方的实际教学需求，制定适合联合办学的教材和教学方案。

2.2 联合办学教学方式与中国教师和学生的契合度有待提高

“金属材料及热处理”是一门理论性较强的课程，包含大量概念性知识，并对学生的逻辑思维能力提出了较高要求。在中文教学情境下，往往出现学生与教师互动较少或填鸭式教学的现象^[9]。中英联合办学的双语教育则强调互动式、小组研讨式以及翻转课堂等灵活多样的教学方式，因此如何在这种教学模式下有效讲授大量纯理论内容，成为教师需要认真考虑和积极实践的课题。在学生参与程度方面，中方学生在高中阶段经历了繁重的学业，这种经历使他们形成了独立解决问题的惯性思维，往往不主动与他人分享思考过程。同时，东方人较为内敛的性格也使得教师在调动学生参与讨论的积极性方面面临困难（英方教师也有同感）。这些问题在课堂教学的最初几个学时尤为明显。另一方面，全英文教学环境中，学生习惯通过将英文术语转化为中文含义后再进行理解，这可能导致术语理解上的偏差^[7]。例如，术语“aging”和“recrystallization”的含义分别为“时效”和“再结晶”，但部分学生可能误将其译为“老化”和“重结晶”。这种误解使得学生在课后需要阅读中文教材以加深对概念的理解。对于英文基础较弱的学生来说，这种学习过程尤其吃力。

2.3 实验课内容与考核方式上较为固化

“金属 2：合金与热处理”课程共 56 学时，其中 16 学时为实验课。在实验课中，学生主要使用 45#钢和铝合金作为材料，进行指定温度和时间下的热处理，并测试热处理后的材料硬度。当前的实验设置主要涵盖了热处理炉操作、金相试样制备以及显微硬度测试等方面的基本训练。然而，由于实验时间的限制，每种材料的实验总时长仅为 8 学时，这包括设备使用培训、样品热处理及后续工作，

这样的安排使得实验时间较为紧张,从而限制了学生根据个人想法设计实验方案的可能性。因此,目前实验课程在热处理方案的灵活性以及材料的多样性方面仍显不足^[10]。在考核方式方面,本课程的期末笔试成绩占总成绩的 70%,实验课的研究报告和课堂互动成绩分别占 20%和 10%。尽管这种成绩比例设置与大多数专业课程相似,且执行起来较为顺畅,但也带来了一些问题。例如,学生往往在期末阶段集中精力备考,实验课程的实践性和课堂互动则显得相对不足。尤其是在联合办学模式下,虽然教师与学生在课堂中的互动频繁,但较低的平时成绩权重难以有效激励学生积极参与互动,导致部分学生参与度不高。此外,由于课程采用全英文授课,学生对理论知识的理解深度不如母语教学,这使得考试更加侧重于概念和基本原理的考察。这一差异造成了联合办学学生在研究生入学考试时需要付出更多的精力来弥补与中文热处理课程内容之间的差距。

2.4 思政教育元素的融入存在挑战

近年来,绝大多数课程都要求在思政教育方面有所侧重。然而,由于全英文教学及课程的高度专业性等原因,“金属 2: 合金与热处理”课程中的思政元素相对欠缺。事实上,在联合办学的背景下,学生接受的是“中英结合”式的教育,课程思政的融入显得尤为重要。西北工业大学培养的学生未来大多数将从事与国防背景相关的工作。联合办学在这一方面肩负着双重使命:既要培养政治素质过硬、能够为国防和现代化建设服务的人才,又要培养能够坚定立场、在国外留学或交流中讲好中国故事的学生。因此,本课程作为一门重要的专业课,应增强思政教育的融入度,这对教师以英文讲授思政内容提出了新的要求。

3 联合办学背景下一流金属热处理课程建设的探索与实践

“金属材料及热处理”是一门具有长远历史的重要专业课程,在国内多年的教学中已形成了系统的课程知识体系,并已出版了许多相关教材与参考书。中外合作办学是近十年来兴起的新型办学模式,其中西北工业大学伦敦玛丽女王大学工程学院仅招收材料类专业,“金属 2: 合金与热处理”是材料科学与工程专业学生的必修课。在 5 年来的教学中,教研组主要在以下几个方面开展了探索与实践。

第一,根据办学联合特点调整教学内容,培养学生全球胜任力。由于联合办学课程设置中没有金属材料领域进一步深化的专业课程,“金属 2: 合金与热处理”课程就需要对金属材料领域中主要的概念进行普及性的介绍,讲授了较多需要了解的知识,而对菲克定律等较为抽象的理论知识仅作概念性讲述。同时,将本领域最新的科研成果适时代入课堂,让学生了解领域前沿动态,培养学生对现有知识的质疑精神。此外,根据西北工业大学鲜明的学科

特色,在钛合金、铝合金、高温合金等有色金属领域增加授课学时,着重讲述航空航天材料的性能需求与应用实例,使学生了解以应用为导向的材料研发过程。教师对世界各主要国家在高温合金、钛合金领域的研究特色简要介绍,提出未来的主要研究方向,提升学生对各研究领域的总体认识,激发学生在全球各名校深造的积极性。注重教学内容的广度,适当调整深度,结合联合办学学生善于利用课余时间开展小组讨论的情况,将不同合金系统的金相组织、各知识点的深化介绍以及所涉及材料的具体加工与应用情况的网络链接作为参考资料,鼓励学生课余时间进一步了解。在开放式的课堂教学中,为每一小组学生指定一种合金,学生在有限的时间内查阅文献资料,将合金的几种热处理工艺及其目的总结出来,进行口头汇报,从而提升了学生的协同工作和英语表达能力。

第二,优化教学思维与方法,提升教师与学生的互动交流度,发挥数字化教学优势。在联合办学教学中,特别注意对学生表达能力的培养。教师应改变以往持续站在讲台上讲授的方式,将以教师为中心的教学转变为以学生为中心的教学,走到各学生小组中间,以交流讨论的方式讲授。在上课的前一天将教学课件发布到课程群中,将重点讲授页面标记出来,并提醒学生将在部分页面设置讨论环节。以小组为单位,学生首先根据自己的理解讲述重点页面中的知识,教师根据学生难以理解之处作进一步解释。利用雨课堂平台,在每一堂课中适时发布若干小问题,学生以小组为单位提交答案,从而使教师掌握学生对本堂课知识的理解程度。在每一章讲授内容结束后,要求学生按照自己的理解设置“考试题目”,向全班同学发布,教师现场点评或解答。教师收集雨课堂的参与度、答题正确率、小组成绩等数据,为后续课程的优化提供参考。将平时成绩的考核由简单的出勤率改为课堂互动的参与度,要求组内每一位同学都要发言交流。在实验教学中,将设备的培训部分制作教学小视频,提前发布到课程群中,使学生遇到问题时可以反复观看。将实验方案设计为“规定动作”和“自选动作”,让学生在完成基本的热处理后,依据有限的时间自行设计实验方案以获得某种显微组织或某个硬度数值,提升实验课程的开放度。实验结果的考核除上交的实验报告外增加 3 分钟口头汇报考核,阐明所选实验方案的理论依据。上述改进措施显著提升了课堂教学的活跃度和学生的参与度,学生对知识点有了更好的把握,锻炼了学生的英语汇报能力。

第三,优化考核方式,将大国思政教育融入课堂,引领学生讲好中国材料故事。考试内容是学生学习的指挥棒,期末考试所占比过重会引导使学生依赖考前突击而忽略过程学习。为避免这一现象,教研组决定降低期末考试所占总成绩的比重至 60%,将课堂成绩与实验成绩的比重均设置为 20%。课堂考核包括与教师的互动交流参与

度、回答问题的准确性、小组讨论的积极性、开放性课程作业的完善性等内容,排除了对出勤率的考量。从而将学生的学习积极性平均到整个学期内。由此发现,学生的课堂活跃度和精力集中程度显著提高,考前突击的现象明显减少,对课堂作业的态度更加认真,学习效果明显提升。在国家一流课程建设的背景下,创新性人才培养对课程思政教育提出了更高的要求。针对学生对西北工业大学科研故事的浓厚兴趣,教师在讲授金属材料性能提升的过程中融入了老一辈科学家的研究历程,特别是单晶高温合金叶片研发中我国科学家突破国外封锁制备新材料的经典实例。这不仅让学生在了解材料研究的同时感悟科技自立自强的精神,也取得了良好的效果。教研组认为,由于联合办学的学生出国深造率较高,在全英文授课中,思政内容的融入不仅是可能的,更是必要的。在讲明我国与国外先进水平的差距的同时,强调我国的研究特色,引导学生树立报效祖国的理想和不盲从的创新精神,增强民族自豪感,使他们在出国深造后能够讲好中国故事,传递中国声音。这样一来,学生不仅能够培养批判性和创造性思维,还能形成正确的世界观和人生观。本课程的思政教育成果也成功进入了陕西省中外合作办学优秀课程思政示范项目名单,获得了认可。

4 结论

“金属材料及热处理”是金属材料学科的重要课程。西北工业大学与伦敦玛丽女王大学工程学院联合开设的全英文课程“金属 2: 合金与热处理”成功地将专业知识教育、语言表达和思政教育有机结合,为学生在全球化领域的发展奠定了坚实的基础。尽管在实施过程中面临了一些挑战,教研组在教学内容、教学方法、考核方式和思政融入方面进行了积极探索和实践。这些努力不仅展示了全英文课程在工程教育中的巨大潜力,也为未来类似课程的开发提供了宝贵的经验和借鉴。

基金项目: 国家自然科学基金“高铌 TiAl 合金

相的应力诱导析出机制及其协调变形行为研究”(52471145); 西北工业大学课程建设项目“金属 2: 合金与热处理”(XJKC2024116, KCJS23ZP083)。

[参考文献]

- [1]谭卓鹏,郑时有.材料科学与工程专业全英文教学的思考[J].教育教学论坛,2017(33):207-208.
- [2]陈孝文,张德芬,王书亮,等.信息化条件下“金属材料及热处理”一流课程建设的探索与实践[J].科技与创新,2022(21):143-149.
- [3]伊俊振,张占伟,王超,等.金属材料与热处理课程教学改革与实践[J].中国现代教育装备,2023(15):148-156.
- [4]李远,陈琼琼,彭凤琴.世界一流大学建设中全英文教学教师核心能力探究[J].现代英语,2023(16):24-27.
- [5]张献光,王福明,张家泉,等.科研前沿引入,批判性思维教学方法改革——以“金属材料及热处理——全英文”课程为例[J].科技视界,2024,14(26):1-3.
- [6]张剑平,徐吉林,黄俊,等.强化知识应用能力的教学探讨——以《热处理原理与工艺》课程为例[J].热处理技术与装备,2024,45(5):69-72.
- [7]汪志刚,齐亮,朱志云,等.“新工科”背景下《金属材料及热处理》课程改革探索[J].高教学刊,2018(10):121-123.
- [8]熊志平,王迎春,程兴旺.基于“新工科”的《热处理原理与工艺》类课程教学内容改革[J].金属热处理,2024,49(4):284-287.
- [9]孟祥林.师生分层以生为本:互动课堂的问题与对策[J].中国高等教育评估,2010(4):54-59.
- [10]蒋亮,刘贵群,李吉林,等.基于应用型人才培养的金属材料及热处理课程实验教学探究[J].教育教学论坛,2019(20):277-278.

作者简介: 宋霖(1988—),男,汉族,山东泰安人,博士,副教授,西北工业大学伦敦玛丽女王大学工程学院,研究方向:轻质金属结构材料。