



DOI: 10.7512/j.issn.1001-2303.2025.07.15

融合国际化教学的“材料连接理论与技术”课程 改革与探索

王义朋, 李 红, 栗卓新

北京工业大学 材料科学与工程学院, 北京 100124

摘 要: 研究生教育国际化培养,是提高研究生跨文化学术交流能力、紧跟世界科技前沿成果的重要途径,不仅在高校“双一流”建设中发挥着重要的推动作用,还承担着为国家创新驱动发展战略注入驱动力的重要使命。本文针对加强研究生国际化培养的教学需求,以材料加工工程研究生专业学位选修课《材料连接理论与技术》为例,介绍了国际化培养在课程建设中的必要性和意义,对课程的国际化团队建设、教学内容、教学方式和考核办法等方面进行了系统阐述。该课程的国际化教学改革实践有效培养了学生运用外语获取学科知识的能力,拓宽了学生的国际化视野,提升了学生的专业能力和科研水平,取得了良好的实践效果。

关键词: 国际化教学; 材料加工工程; 研究生学位课程; 材料连接理论与技术

中图分类号: G423.07 文献标识码: A 文章编号: 1001-2303(2025)07-0130-05

Teaching Practice of the Internationalization of Postgraduate Degree Course "Fundamentals of Materials Joining and Technology"

WANG Yipeng, LI Hong, LI Zhuoxin

Beijing University of Technology, Beijing 100124, China

Abstract: Internationalization of graduate education is an important way to improve the cross-cultural academic communication ability of graduate students and keep up with the world's cutting-edge scientific and technological achievements. It not only plays an important role in promoting the construction of "Double First-Class" universities, but also undertakes the important mission of injecting driving force into the national innovation-driven development strategy. Aiming at the teaching needs of strengthening the internationalization of graduate education, this paper takes the elective course "fundamentals of materials joining and technology" for graduate professional degree in materials processing engineering as an example to introduce the necessity and significance of internationalization in curriculum construction, and systematically expounds on the internationalization team building, teaching content, teaching methods and assessment methods of the course. The internationalization teaching reform practice of this course has effectively cultivated students' ability to acquire subject knowledge in foreign languages, broadened students' international vision, improved students' professional ability and scientific research level, and achieved good practical results.

Keywords: international teaching; materials processing engineering; graduate degree courses; fundamentals of materials joining and technology

收稿日期: 2025-03-01 修回日期: 2025-05-25

基金项目: 北京工业大学研究生精品课程建设项目(CR201913);北京工业大学材料科学与工程学院2021研究生课程思政示范课程建设项目

作者简介: 王义朋,副研究员,主要从事电弧增材工艺及装备研究。E-mail: wyp@bjut.edu.cn。

引用格式:王义朋,李红,栗卓新. 融合国际化教学的“材料连接理论与技术”课程改革与探索[J]. 电焊机,2025,55(7):130-134.
Citation:WANG Yipeng, LI Hong, LI Zhuoxin. Teaching Practice of the Internationalization of Postgraduate Degree Course "Fundamentals of Materials Joining and Technology"[J]. Electric Welding Machine, 2025, 55(7): 130-134.

0 引言

研究生教育作为我国国民教育体系的重要组成部分,是国家和国际高水平人才竞争和科技创新竞争的核心要素,是实行创新驱动发展战略和建设双一流大学双一流专业的重要支柱。研究生的教育教学水平是衡量一所大学乃至一个国家的国民教育发展水平的主要指标之一^[1-3]。在该背景下,推动研究生培养模式进一步改革,提升研究生国际化水平,是现阶段我国高校和科研院所面临的重要任务。

研究生国际化培养是指在研究生专业课程教学、实习工作、撰写论文等研究培养过程中,用国际化教育教学理念和方法进行培养的一种方式,旨在培养具有国际化视野、通晓国际规则、具备在国际舞台上参与创新研究能力的高层次人才。在新工科建设背景下,材料加工工程专业(焊接方向)在高新制造领域具有重要的社会需求和前途,学生就业面广泛,但国内材料加工领域的国际科技创新型人才稀缺,国际化课程建设更是促进研究生了解世界科技最新成果和提高国际化能力的重要途径^[4-6]。

1 《材料连接理论与技术》课程国际化建设的必要性和意义

《材料连接理论与技术》是北京工业大学材料

科学与工程学院材料加工工程学科最为重要的专业学位选修课之一,该课程是本专业硕士研究生能否进一步系统、深入掌握材料连接及增材制造基本原理、研究方法和最新进展的关键,领会材料连接与增材制造的基本理论体系和知识结构,并能在实际的科研工作中将有关的原理和方法加以很好的应用,为材料加工学科学位型硕士生实验室论文阶段的工作提供专业基础理论和基本技能的支持和保障。

同时,材料连接与增材制造也是我校的优势学科,在国内外具有较大影响,学生就业面广泛,但目前国内材料加工领域国际科技创新型人才稀缺。为了适应大工程教育背景下研究生专业课程教学改革和发展的需要,从2008年起,在《材料连接理论与技术》课程的教学内容中引入了材料连接技术领域国际知名学者“工程大师论坛讲座”,逐步营造了中英双语课程教学环境,初步实现了研究生课程高水平国际化教学模式的改革。

研究生双语课程是提高研究生国际学术交流能力并增强了解世界科技最新成果的重要途径。目前国内焊接领域著名大学均在材料加工工程专业(焊接方向)开设了若干门主干研究生课程,详见表1。

目前国内大学(如哈工大、天大、上交大)材料加工工程专业(焊接方向)开展的主干研究生课程有《焊接工程学》《电弧焊基础》《焊接冶金学》《焊接

表 1 国内外焊接领域知名高校的研究生课程及其特点

Table 1 Postgraduate courses and their characteristics in welding from well-known universities at home and abroad

学校	课程	语言	学习内容
国内	天津大学	全中文授课	侧重焊接基础知识,课程体系与本科较一致,对国际前沿理论、技术、装备、发展前瞻等介绍较少,学术性和探究性不足
	哈尔滨工业大学		
	北京航空航天大学		
	清华大学		
国外	美国麻省理工学院	全英文授课	更注重课程内容横向关系和学科交叉融合,充分关注学科领域的国际动态和最新发展,强调学术性和探究性
	美国肯塔基大学		
	德国多特蒙德工大		
	美国科罗拉多矿业学院		

结构学》《焊接过程传感与计算机控制》《新材料焊接》《焊接质量检测与评价》等,课程体系与本科生课程较为一致,教学内容侧重于介绍焊接基础知识和国内焊接学科的研究成果,较少涉及国际材料连接及增材制造领域的最新动向和未来发展前瞻,学生对国际材料连接及增材制造领域新理论、新技术和新设备等缺乏认知和了解。

在课程体系上并未深入考虑学生研究型学习兴趣的培养和创新型科研能力的培养,并且均未系统进行双语教学,有些课程参考的原版教材在内容编排、专业前沿知识的广度和深度方面也不符合研究生教育的国际化要求。而国际知名大学如MIT、德国亚琛工业大学、德国多特蒙德工业大学、美国科罗拉多矿业学院等开设了《Materials Manufacturing and Joining (材料加工和连接)》《Advanced Brazing—Science, Technology and Applications (先进钎焊—科学、技术和应用)》《Advanced Materials and joining technology in Automotive Engineering (汽车工程中的先进材料和连接技术)》和《Advanced additive manufacturing technology (先进增材制造技术)》《Solid state joining technology (固态连接技术)》课程,在课程结构上更注重课程内容之间的横向关系和学科之间的交叉融合,在课程内容上更充分关注学科领域的最新发展,强调研究生学习的学术性和探究性。“他山之石,可以攻玉”,基于我校《材料连接理论与技术》原有内容相对陈旧,亟待构建新型课程体系的现状,通过中英文双语课程建设,科学融合中外教学精华,构建创新的《材料连接理论与技术》课程体系,在前沿性知识、理论研究方法和应用实践等方面与国际先进水平接轨,将专业教学与外语教学相结合,创造良好的双语环境,注重培养和提高学生专业外语水平和运用外语获取学科知识、进行课堂讨论及使用外语从事科学研究的能力。

2 《材料连接理论与技术》国际化课程团队建设情况

课程建设了一个具有国际背景的高水平教学团队,成员的年龄结构、学历结构及学缘结构较为

合理,且具有很好的互补性。

(1)学历结构:本校主讲教师4人,均具有博士学位并有海外留学经历,专业和英语口语水平较突出。

(2)年龄结构:课程教学团队既有长期讲授材料连接理论和技术专业课程的中老年教授,又有具有良好发展前景的青年副教授作为新生力量,积累了丰富的教学经验,能有效发挥传帮带作用,保证课程的可持续发展。

(3)学缘结构:课程教师团队以我国材料加工工程学科点培养的博士为主体,同时吸引材料连接和增材制造领域的国际知名学者,目前拥有较为稳定的外籍授课教师4人,美国科罗拉多矿业学院冶金工程系焊接、连接及涂层研究中心主任 Stephen Liu 教授、波兰华沙理工大学焊接系 Jacek Senkara 教授、美国伊利诺伊大学芝加哥分校矿物和材料工程系教授 J. Ernesto Indacochea 和斯洛伐克工业大学材料科学与技术学院焊接系 Erika Hodúlová 教授均为我校客座教授,能保证每年来校为研究生授课至少1次。

3 《材料连接理论与技术》国际化课程体系建设实践

主讲教师主要从课程大纲和教学内容、教材选择、时间安排、教学模式和考核方式等方面开展《材料连接理论与技术》国际化课程教学改革,以新颖的教学模式充分激发研究生学习主动性和积极性。

3.1 课程大纲和教学内容改革

不再沿袭传统的材料连接课程的教学体系,在本领域学科交叉融合背景下,以材料连接冶金基础理论为主线,以熔化焊和钎焊为重点,阐述材料连接基本原理、填充材料设计理论、界面物理/化学冶金过程及质量控制,充分展示材料连接领域最新材料、前沿工艺、最新颖的理念、最先进的设备,并侧重于体现绿色连接、智能制造与先进制造等创新技术在工业界的主要应用及潜力应用。通过课程学习要求学生较为系统地掌握材料连接的基本理论,并对先进连接技术的国内外发展动态有所了解。

具体方法:以专论的形式提炼和构建了新的课程教学体系,共计32学时,英文授课占50%以上,包括以下7个专题,详见表2。与此同时,课堂讲授采用了中英文双语的模式,作业和部分考核也使用了英文。

表2 主要教学内容设置

Table 2 Setting of main teaching contents

章节	主题	学时数	授课语言
第一讲	绪论	4	中文授课, 部分课件英文
第二讲	焊接材料与冶金原理	4	中文授课, 部分课件英文
第三讲	轻合金熔化焊技术及 组织性能调控	4	全英文授课
第四讲	激光连接和 电子束连接理论与技术	4	全英文授课
第五讲	材料连接界面行为 及其研究进展	4	中文授课, 部分课件英文
第六讲	纳米连接材料与 先进微纳连接技术	4	中文授课, 部分课件英文
第七讲	材料连接质量检测	4	全英文授课
第八讲	学习讨论和考核	4	中英文

3.2 教材选择

在参考材料连接领域经典国内教材的基础上,引进国外原版教材并注重教材的有机结合。综合引进国外2本经典原版英文教材:①K. Easlerling. Introduction to the physical metallurgy of welding, London press, 1981; ②Sindo Kou, Welding Metallurgy, 2nd edition, Wiley Interscience, 2012。并重点使用了2本主讲团队翻译的译著:①李红,叶雷,先进钎焊技术与应用,机械工业出版社,2018年12月; ②栗卓新,朱学军,不锈钢焊接冶金,化学工业出版社,2004年10月,部分教学内容从上述教材中综合选取。

3.3 时间安排

课程共计32学时,每周一次课(4学时)。此外,由于选课学生英语水平层次不齐,为保障学习效果,本课程在全英文授课课件中对部分专业词进行中文解释,提前发放讲义,让学生预习相关专业术语和概念。设置青年教师全程助课,并额外增加课后讨论和交流,使学生在短时间内熟悉并掌握专业英语,保障学生的学习效率。

3.4 教学模式

(1)中英双语和全英文教学模式:采用教学团队编写的中英文课程课件,通过英文(讲授理论)和中文(讲授案例)相结合的方式,增加专业英语词汇量,引导学生提前预习英文课件;并丰富课堂教学手段,增加了英语讨论互动和英语小测验环节,加强研讨式教学模式训练,让学生充分地融入课堂,增加学生参与讨论与提问的机会,课堂氛围轻松,更有利于学生对课程内容的掌握。

(2)教学环节分解和考核:将每一个教学专题分解为若干个子专题,设置情景、任务、资源、结论、讨论和考察等多项任务相结合的教学环节。通过让学生课后查阅英文文献,选择相关专题,每人撰写4、5页的英文专题综述1份。结合开卷考试成绩为依据,进行综合考核,逐步提高材料类学术型研究生教育的国际化水平。

3.5 考核方式

《材料连接理论与技术》的考核分为英文课堂小测验、英文专题综述作业和结课考试三个部分,其占总成绩比值分别为20%、40%和40%。英文课堂小测验旨在帮助学生通过现场测验巩固所学内容。英文专题综述作业通过某个具体的专题,要求学生通过查阅相关文献,实际解决某个工程问题,实现综合培养学生独立思考的能力,了解和掌握专业领域最新技术发展趋势。结课考试采用中文试题和开卷考试方式,旨在考查学生学习效果的同时,巩固学生的专业理论掌握程度。

4 教学效果

以2019-2021两学年上学期的教学实践为例,《材料连接理论与技术》选课人数为45人,最终学生成绩呈正态分布,其中优秀等级为22%、良好等级53%、中等级25%,说明教学效果基本达到了国际化目标。《材料连接理论与技术》成功地引进国外专家团队教学,推动了北京工业大学研究生学位课程教学国际化进程,同时也开拓了学生的国际化视野,促进了学科的学术交流。2019年7月选拔了1名我校材料加工工程专业的研究生赴斯洛伐克首都布拉迪斯拉发参加了代表国际焊接领域最高水平的

国际学术会议——“第72届国际焊接学会年会暨国际会议”，并做大会口头报告1次，专委会会议报告2次。学生不仅提高了学术报告能力，而且与专委会主席、参会专家、行业代表等进行了积极的交流，提升了专业知识水平，认识到了科研的严谨性，做科研工作者的诚信与坚持。《材料连接理论与技术》也成为研究生走向国际学术前沿的桥梁和纽带。此外，在课程学习过程中，主讲团队也与国外授课团队进行了深入的学术交流，共同申报了2项科技部国际合作项目(获批1项)，从而全方位推进了团队建设、学科发展和国际合作交流方面的发展，其成功的教学效果具有一定的示范性。

5 结束语

教学团队通过打造国际化师资队伍，融合中外教学精华，实施中英双语教学，构建创新课程体系，在教学内容、教学方法、知识前沿性、研究性与应用性等方面逐步与国际先进水平接轨。并通过加强学生对基本科学原理和技术的掌握程度，提高学生专业外语水平，拓宽国际视野，培养学生运用外语获取学科知识、进行课堂讨论及后续选题和科研工作的能力，从整体上提升了材料加工工程及相关专业研究生的基础理论水平、工程素养和创造性思维能力，为培养具有扎实材料加工专业知识并具有国际交流与竞争能力的人才，以及为建设北京市研究生精品课程做准备。

当然，在课程建设中也发现一些问题，虽然大部分研究生能系统深入掌握中、英两种语言下材料连接的理论专业知识，把握材料加工工程的理论体系和知识结构，了解材料连接学科发展的最新进展和最新成就。但在课程建设过程中，部分学生因为本科未系统学习过材料加工工程(焊接方向)的课程内容，或者基础理论知识不够扎实，英语听力和口语水平较差，也影响了课程的实施效果。我们采取的应对措施是在全英文授课课件中对部分专业词进行中文解释，并提前发放讲义，让学生预习相关专业术语和概念，提高学生理解和掌握能力。

期待进一步培养研究生对专业知识的渴求性和对科研工作的兴趣，激发创新思想与创新意识，使该课程成为研究生走向国际学术前沿的桥梁和纽带。

参考文献：

- [1] 刘丽霞,刘惠琴. 加强国际化培养提高研究生教育质量[J]. 学位与研究生教育,2010,(12):21-24.
LIU L X, LIU H Q. Strengthening internationalization training and improving the quality of graduate education [J]. Academic Degrees & Graduate Education, 2010, (12):21-24.
- [2] 邓斌,汤寒松,程永舟. 研究生学位课程国际化的教学过程初探—以《计算流体力学》课程为例[J]. 教育教学论坛,2018(49):133-134.
DENG B, TANG H S, CHENG Y Z. On the Teaching Process of the Internationalization of Postgraduate Degree Courses——Take the Course of "Computational Fluid Mechanics" as an Example [J]. Education And Teaching Forum, 2018(49):133-134.
- [3] 夏品奇,江驹,王严. 创新理念立足本土面向世界—南京航空航天大学研究生教育国际化探索[J]. 学位与研究生教育,2013(10):53-57.
XIA P Q, JIANG J, WANG Y. Innovative ideas based on local conditions and facing the world—Exploration of internationalization of graduate education at Nanjing University of Aeronautics and Astronautics [J]. Academic Degrees & Graduate Education, 2013(10):53-57.
- [4] 李延成. 高等教育课程的国际化:理念与实践[J]. 外国教育研究,2002,29(7):47-50.
LI Y C. Internationalization of Curriculum in Higher Education: Conceptions and Practice [J]. Studies in Foreign Education, 2002, 29(7):47-50.
- [5] 何波,叶长龙,王磊. 工科硕士研究生国际化培养模式分析[J]. 沈阳航空航天大学学报,2017(z1):125-128.
HE B, YE C L, WANG L. Analysis on internationalization of engineering postgraduate teaching and training mode [J]. Journal of Shenyang Aerospace University, 2017(Z1):125-128.
- [6] 刘正良. 发达国家国际化人才培养模式的改革与启示[J]. 现代教育科学高教研究,2009(1):18-22.
LIU Z L. Reform and Enlightenment of International Talent Training Model in Developed Countries [J]. Modern Education Science, 2009(1):18-22.