



DOI: 10.7512/j.issn.1001-2303.2025.08.14

国际焊接工程师培养为导向的实验教学改革与探索

李国超¹, 周培山¹, 何珊珊², 张岩², 邵辉²

1. 西南石油大学 新能源与材料学院, 四川 南充 637001
2. 机械工业哈尔滨焊接技术培训中心, 黑龙江 哈尔滨 150046

摘要: 随着全球制造业智能化转型与国际工程教育标准的深度融合, 焊接技术作为现代工业体系的关键支撑, 对工程人才的国际化素养提出了更高要求。国际焊接工程师(IWE)认证体系以其系统化的能力标准框架和工程化培养范式, 已成为全球公认的焊接专业人才能力评价基准。针对我国焊接工程教育中存在的课程体系与产业需求动态适配不足、国际标准融入教学的广度和深度有限、教学方法滞后于技术迭代、科研成果转化通道不畅及校企合作深度不足等结构性矛盾, 本研究构建了基于IWE认证标准的实验教学创新体系。该体系通过将IWE核心模块与《华盛顿协议》能力指标深度融合, 重构实验课程内容, 开发包含20余个国际标准案例的特色课程, 形成“理论-实践-国际标准”三位一体的培养模式; 创新“项目驱动+竞赛赋能”教学方法, 推动科研成果向实验教学转化; 依托校企协同平台打造产学研融合实践基地, 建立“学历学位教育+职业资格认证”双轨并行的培养机制。实践表明, 该体系有效提升了学生解决复杂工程问题的能力与国际竞争力, 为高素质应用型焊接人才培养提供了创新性解决方案。

关键词: 国际焊接工程师; 实验教学改革; 国际标准融合; 科教融合; 校企协同育人

中图分类号: G642; TG40 文献标识码: A 文章编号: 1001-2303(2025)08-0122-06

Reform and Exploration of Experimental Teaching Oriented toward International Welding Engineer (IWE) Training

LI Guochao¹, ZHOU Peishan¹, HE Shangshang², ZHANG Yan², SHAO Hui²

1. Southwest Petr Univ., Sch New Energy & Mat., Nanchong 637001, China
2. Mechanical Industry Harbin Welding Technology Training Center, Harbin 150046, China

Abstract: With the deep integration of the global manufacturing industry's intelligent transformation and international engineering education standards, welding technology, as a key support of the modern industrial system, has set higher requirements for the international literacy of engineering talents. The International Welding Engineer (IWE) certification system, with its systematic capability standard framework and engineering training paradigm, has become the globally recognized benchmark for the capability evaluation of welding professionals. In view of the structural contradictions existing in China's welding engineering education, such as the insufficient dynamic adaptation of the curriculum system to industrial needs, the limited breadth and depth of the integration of international standards into teaching, the lag of teaching methods behind technological iterations, the unsmooth channels for the transformation of scientific research achievements, and the insufficient

收稿日期: 2025-03-31 修回日期: 2025-05-02

基金项目: 四川省高等教育科学研究课题重点培育项目(GJXH2024ZDPY-018); 南充市校企合作项目(23XNSYSX0056)

作者简介: 李国超(1990—), 男, 硕士, 主要从事焊接技术工作。E-mail: 374397252@qq.com。

depth of school-enterprise cooperation, this study constructs an innovative experimental teaching system based on IWE certification standards. This system deeply integrates IWE core modules with the capabilities indicators of the Washington Agreement, reconstructs experimental course content, develops characteristic courses containing more than 20 international standard cases, and forms a "theory-practice-international standard" tripartite training model; innovates "project-driven+competition-enabled" teaching methods, promotes the transformation of scientific research achievements to experimental teaching; relies on the school-enterprise collaborative platform to create an integrated practice base for production, learning, and research, and establishes a "degree education+professional qualification certification" dual-track parallel training mechanism. Practice has shown that this system effectively enhances students' abilities to solve complex engineering problems and their international competitiveness, providing an innovative solution for the training of high-quality applied welding talents.

Keywords: international welding engineer; experimental teaching reform; integration of international standards; combination of science and education; collaborative education between schools and enterprises

引用格式:李国超,周培山,何珊珊,等.国际焊接工程师培养为导向的实验教学改革与探索[J].电焊机,2025,55(8):122-127.

Citation:LI Guochao, ZHOU Peishan, HE Shangshang, et al. Reform and Exploration of Experimental Teaching Oriented toward International Welding Engineer (IWE) Training[J]. Electric Welding Machine, 2025, 55(8): 122-127.

0 引言

在“一带一路”倡议与“中国制造2025”战略的推进下,全球工程建设项目的技术标准与实施规范正加速整合,焊接技术作为现代工业体系的核心支撑技术,其应用场景已全面纳入ISO、EN、ASME等国际标准化体系^[1-3]。这一变革对焊接工程技术人才提出了系统性能力要求,不仅需扎实掌握焊接冶金学、材料加工原理等专业核心知识,还必须具备国际焊接工程师(IWE)等权威职业资格认证所涵盖的国际标准应力能力与工程实践素养^[4-6]。

国际焊接工程师认证体系作为全球公认的焊接专业人才能力评价基准,其系统化的培养框架为解决我国焊接工程教育与产业需求脱节的问题提供了重要参考。国内首个通过IWE认证的培训机构——哈尔滨焊接技术培训中心,已突破传统教育模式的桎梏,研发出具有自主知识产权的模块化课程体系^[7]。该体系依托国际焊接学会(IIW)标准化体系,创造性构建了“三维融合”培养架构:在知识维度,实现ISO/EN/DIN/ASME国际标准体系与国内行业规范的有机整合;在能力维度,构建“基础理论-专业技能-工程实践”的递进式培养路径;在资源维度,打造“国际专家+行业导师+高校教授”的协同育人机制。

然而,当前高校焊接实验教学体系仍存在显著结构性矛盾,如课程内容与国际标准衔接不足、教

学方法滞后于产业技术迭代、科研成果转化机制不畅等,导致培养的人才难以快速适应国际工程需求。基于此,本文以IWE认证标准为核心导向,探索构建“学历学位教育+职业资格认证”双轨并行的培养模式,通过将IWE培训认证体系深度融入实验教学环节,实现专业教育与工程教育的深度融合,旨在培养具备扎实专业基础、复杂工程问题解决能力及工程创新素养的复合型焊接人才。

1 当前高校焊接实验教学体系的主要弊端

1.1 工程问题导向不足,理论与实践脱节

国内焊接教育体系存在深层次的结构性失衡,突出表现为课程体系与国际标准体系的衔接存在显著缺口。当前主流教材对ISO、AWS等国际标准化体系的覆盖率较低,教学内容呈现明显的理论偏向性——实验内容多局限于基础焊接理论验证与基本操作,对ISO 14731等国际焊接规范的覆盖不足,这种教学体系导致毕业生职业能力与企业认证要求之间存在显著落差,进入职场后需重新适应企业的国际化规范,难以快速胜任国际项目^[8]。目前教学内容的迭代周期显著滞后于产业技术更新速率。以全国统编教材《焊接冶金学》为例,其焊接热循环分析仍基于传统热电偶测温数据,而行业已普遍采用红外热成像技术实现非接触式动态热流监测。

在焊接热循环实验中,由于检测设备的代际差距,难以获取符合工程精度的热流密度分布数据,导致实验结论与实际工艺参数的偏差较大^[9]。这种知识体系的滞后严重削弱了学生解决复杂工程问题的能力。另外,实验教学模式存在系统性设计缺陷,现有课程呈现明显的碎片化特征,多聚焦单一焊接工艺的操作训练,缺乏复杂工程场景下的系统性能力培养。以航空航天领域的薄壁结构焊接为例,其完整流程涵盖焊接方法选择、焊前预处理、工艺参数优化、焊后变形校正与检测等多个环节,但传统实验多采用分环节独立教学模式,割裂了工艺链的关联性,导致学生难以形成系统性工程思维,无法满足实际工程对综合问题解决能力的要求。

1.2 教学方法落后,学生主动性受限

中国机械工程学会2024年《焊接工程教育白皮书》调研数据显示,高校实验教学存在明显的滞后性:部分高校焊接专业教师团队中,70%的教师近五年未参与行业技术培训,知识结构仍停留在2010左右的水平。例如,《焊接结构分析》课程中,部分高校教师仍沿用ANSYS 12.0软件开展有限元分析教学,而行业已普遍采用ABAQUS2023版本;《焊接检验》课程的射线检测教学多依据GB/T 3323—2005标准,与国际工程通用的ISO 17636-2标准存在明显脱节。硬件设备的技术代差进一步加剧了教学与产业的割裂。设备更新周期较产业技术迭代滞后5~8年,《弧焊电源》等核心课程仍以传统晶闸管焊机为教学载体,而行业主流已全面升级为数字化逆变焊机,形成两代技术差距。全国开设焊接专业的高校中,68%的实验室仍以焊条电弧焊、CO₂气体保护焊等传统工艺为主要教学内容,工业机器人焊接工作站配备率不足35%;部分高校焊接实验室至2025年仍在用早期购置的埋弧焊机,其控制系统无法兼容当前主流的通信协议,导致学生难以完成智能化焊接生产线的集成调试,严重制约了工程实践能力的提升。

1.3 科研成果向教学内容转化的通道梗阻

高校实验室设备与企业先进技术存在代差,科研项目成果未能有效反哺教学,金属3D打印、焊接机器人等前沿技术在实验课程中的覆盖度较低^[10]。例如,部分高校焊接实验室承担的国家重点研发计

划项目成果已应用于航天等多个领域,但《焊接方法与设备》课程仍以传统TIG焊为教学重点,科研项目的核心参与者多为教师及博/硕士研究生,研究成果极少下沉至本科实验教学。这种脱节直接造成教学内容与行业需求的错位——行业龙头企业招聘时明确要求掌握至少3种先进焊接工艺,而学生的技能体系仍局限于传统工艺范畴。

1.4 校企合作深度不足,工业实践场景缺失

中国高等教育学会2024年调研显示,73%的高校焊接专业校企合作停留在参观实习层面。某双一流高校与某汽车制造企业的合作,学生仅能参与每年2周的生产线观摩,无法接触车身激光焊接等核心工艺。企业反馈数据显示,毕业生在机器人焊接编程环节的平均适应周期长达6个月。尽管多数高校焊接实验室的设备资源与企业存在差距,但校企合作中未能有效利用企业资源服务教学,校企联合开发课程占比不足15%,且已开发的课程仍以校内教师主导,企业工程师主要是参与讲座,未能深入教学实施^[11]。这种浅层次合作导致学生难以在真实工业场景中积累实践经验,工程素养的培养缺乏关键支撑。

2 以IWE为导向的实验教学改革路径探索

2.1 对接国际标准,重构实验教学体系

针对传统课程体系与国际标准脱节的问题,通过重构实验教学体系实现教学质量的系统性提升^[12-14]。具体而言,将国际焊接工程师(IWE)认证标准与《华盛顿协议》能力指标深度融合,以案例化、工程化教学为指导,完善和改革焊接专业实验教学体系,将IWE培训的核心模块课程《焊接工艺与设备》《材料及材料的焊接行为》《焊接结构与设计》《焊接生产与应用》等嵌入实验课程,开发“焊接综合实验”“专业品牌活动”等特色课程。联合哈尔滨焊接技术培训中心组建教学改革小组,将ISO、AWS等国际标准转化为20余个实验教学案例,使学生在实际焊接项目中掌握国际标准的应用,真正实现“理论-实践-国际标准”三位一体的培养闭环。

通过将IWE培训纳入本科教学体系,构建“学历学位+职业资格证认”并行机制,就业率提升15%,同步建立毕业生能力跟踪反馈系统及6年毕业生职业发展数据库,动态优化实验教学方案。

对实验实践课程进行整合,特别是在《焊接综合实验》中增设了更多综合性、设计性和创新性实验项目,建立课程内容迭代机制,每学期更新15%~25%的教学案例,鼓励学生在实验手段、方法和结果中实现创新。实施过程中,遵循“兴趣导向、自主实施”原则,采用导师制模式,引导学生以个人或团队形式在导师指导下,独立完成项目选题与设计、方案论证与制定、研究条件准备与实施、报告撰写与成果汇报等工作,培养学生的创新思维,发现、分析和解决问题的能力,真正提高学生的实践、创新能力。在教学的过程中收集有代表性的工程案例,结合其具体材料、结构特点、工作环境、施工条件、质量等级、检验标准等进行焊接性综合分析,并最终形成能直接指导现场生产的焊接工艺方案,以此建立一定数量的工程应用案例库,在后期教学中使用,以此培养学生解决工程实际问题的能力。

2.2 项目驱动与竞赛结合,创新教学方法

项目驱动与竞赛结合的教学方式作为提升学生实践能力和创新意识的有效途径,已成为高校教育改革的重要方向^[15-17]。改革突破传统“讲授为主,验证实验为主”的教学方式,以项目为载体,竞赛项目为依托,实现科研反哺教学,达到“以赛促学,以教促赛”的协同效应。将课程实验、开放实验与全国大学生焊接创新大赛、金相技能大赛、材料热处理创新创业赛等学科竞赛深度结合,将竞赛成果纳入学习效果评价体系。教学过程中以学生为中心,在教师指导下重点培养学生的自主学习能力和团队协作能力。近年来,学生在各类竞赛中屡获佳绩,其专业能力获得行业认可,显著促进了专业学习与就业竞争力的提升。

2.3 科教融合,强化工程实践能力

将最新的科研理念、方法、技术和成果融入实验教学体系是培养创新型人才的有效途径^[18-19]。焊接专业构建“科研反哺教学”机制,将国家重点研发计划、南充市校企合作项目、专业相关横向项目等转化为实验模块,以真实问题和实际需求为载体,从

实际应用场景或科研问题出发,激发学生探索精神,引导学生自主探究,鼓励批判性精神和独特见解,培养学生创新精神和解决实际问题的能力。例如,将新能源汽车电池托盘轻量化技术研究项目转化为课程实验和课外开放实验,引入ABAQUS 2023软件开展镁合金焊接残余应力仿真,与《焊接结构学》课程实验完美契合,使学生掌握技术发展的方向,与行业需求接轨,帮助学生提前适应社会挑战。依托校企合作平台,引入压力容器、真空零部件制造等领域的真实工程案例。例如,结合锅炉压力容器焊接项目,要求学生完成从工艺设计到缺陷分析的全流程实践,鼓励学生参与教师科研项目,如激光焊接过程数值模拟、新型焊材开发等,将科研成果转化为实验教学资源。产教融合深入推进企业专家频繁入校讲座授课,学生也有大量机会进企业实操实习,这种深度合作模式让专业教育更具针对性与实用性,推动专业发展不断朝着符合时代要求的方向稳步前行。

2.4 校企协同,打造产学研深度融合的实验平台

校企合作形成科学高效的协同育人机制是解决高校人才培养与企业用人需求不匹配,知识技能经验难共享的有效途径^[20]。焊接专业先后与四川南充首创科技开发有限公司、四川川锅锅炉有限责任公司、中科九微科技有限公司等10余家制造企业签署产学研合作协议,共建3个联合实验室及10余个校外实习实训基地(含1个四川省大学生校外实践基地)。通过与企业联合开展科研项目及课程开发,校企合作单位累计为500余人次新生提供专业认知实习,为90余名学生提供毕业实习平台,为20多名毕业生提供就业岗位;每年有30余名学生跟随企业导师参与企业生产和科研项目,基本实现了对口就业与“零距离”上岗。与中科九微科技有限公司共建“成型与真空技术南充市重点实验室”,推行“订单式”“菜单式”培养模式,达成学校、企业、学生的“三方共赢”——学校按需培养人才、拓宽招生就业渠道,企业获取适配人才,学生明确职业方向并实现零距离就业(联合办学培训班中焊接技术与工程专业学生占比超50%)。近年来,焊接技术与工程专业毕业生就业率稳定在92%左右,专业对口率超85%。

3 结论

以国际焊接工程师(IWE)培养为导向,通过重构融合国际标准的实验教学体系、创新“项目驱动+竞赛赋能”教学方法、推动科教融合及深化校企协同等举措,有效解决了焊接工程教育中课程与产业脱节、教学方法滞后等问题,显著提升了学生的工程实践能力与国际竞争力。实践表明,该体系实现了“学历+认证”双轨培养,推动了人才培养与企业需求的精准匹配,为焊接领域高素质应用型人才培养提供了可推广方案。

未来需进一步强化国际标准对接与技术创新,拓展全球视野,为制造强国建设输送更多高素质焊接人才,并加强“一带一路”共建国家焊接教育合作,助力中国焊接标准国际化。

参考文献:

- [1] 吴颖峰. “一带一路”倡议下高职路桥工程国际化人才培养模式探索[J]. 现代职业教育, 2025(01): 49-52.
WU Y F. Exploration of the International Talent Training Model for Higher Vocational Road and Bridge Engineering under the "One Belt and One Road" Initiative [J]. Modern Vocational Education, 2025(01): 49-52.
- [2] 邓祥辉, 王睿, 丁潇, 等. “一带一路”背景下土木水利专业硕士实践创新人才培养模式探究——以西安工业大学为例[J]. 高教学刊, 2025, 11(05): 76-78+84.
DENG X H, WANG R, DING X, et al. Exploration of the Training Model for Master's Students in Civil Engineering and Water Resources with Practical Innovation under the Background of the 'Belt and Road' Initiative — Taking Xi'an University of Technology as an Example [J]. Journal of Higher Education, 2025, 11(05): 76-78+84.
- [3] 王雅祺, 满硕. 中国开展教育合作对经贸发展的作用分析——基于“一带一路”背景下[J]. 北方经贸, 2025(02): 40-43+98.
WANG Y Q, MAN S. Analysis of the Role of China's Educational Cooperation in Economic and Trade Development under the Background of the 'Belt and Road' Initiative [J]. Northern Business & Trade, 2025(02): 40-43+98.
- [4] 杨高, 陈大军, 陈宇, 等. 焊接企业国际认证高质量创建国际标准焊接工艺规程[J]. 电焊机, 2024, 54(S1): 54-58.
YANG G, CHEN D J, CHEN Y, et al. Creating High-Quality International Standard Welding Procedures for Welding Enterprises' International Certification [J]. Electric Welding Machine, 2024, 54(S1): 54-58.
- [5] 曹宇堃, 吕晓春, 杨玉亭. 基于国际标准化战略对我国焊接标准化发展的思考[J]. 中国标准化, 2024(21): 87-92.
CAO Y F, LV X C, YANG Y T. Reflections on the Development of Welding Standardization in China Based on International Standardization Strategy [J]. China Standardization, 2024(21): 87-92.
- [6] 陈宇, 陈大军, 杨高, 等. 国际焊接质量体系研究进展[J]. 电焊机, 2024, 54(01): 1-5.
CHEN Y, CHEN D J, YANG G, et al. Progress in the Study of International Welding Quality Systems [J]. Electric Welding Machine, 2024, 54(01): 1-5.
- [7] 景锋, 田忠利. 焊接体系认证助力唐车高质量稳定发展[J]. 电焊机, 2024, 54(S1): 65-70.
JING F, TIAN Z L. Welding System Certification Helps Tangche to Achieve High-Quality Stable Development [J]. Electric Welding Machine, 2024, 54(S1): 65-70.
- [8] 张岩, 冯剑鑫, 周辰琳. 国际焊接工程师(IWE)培训在我国“新工科”建设和“卓越工程师2.0计划”中的重要意义[J]. 电焊机, 2024, 54(S1): 44-49.
ZHANG Y, FENG J X, ZHOU C L. The Significance of International Welding Engineer (IWE) Training in the Construction of "New Engineering" and the "Outstanding Engineer 2.0 Plan" in China [J]. Electric Welding Machine, 2024, 54(S1): 44-49.
- [9] 杨淼森, 林晓辉, 于春洋, 等. 焊接技术与工程专业项目化改革教学的探索与实践[J]. 机械制造文摘(焊接分册), 2024(06): 21-24.
YANG M S, LIN X H, YU C Y, et al. Exploration and Practice of Project-Based Teaching Reform in Welding Technology and Engineering [J]. Machinery Manufacturing Abstracts (Welding Division), 2024(06): 21-24.
- [10] 张文钺. 焊接冶金学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [11] 王远立, 吴迪, 裴宏, 等. 院校科研成果向教学内容转化问题研究[J]. 科技信息, 2011(20): 536-537.
WANG Y L, WU D, PEI H, et al. Research on the Transformation of Academic Research Achievements into Teaching Content [J]. Science and Technology Information, 2011(20): 536-537.
- [12] 汪向欣, 李舟. 基于应用型专业人才培养视角的校企合作改革创新[J]. 南宁师范大学学报(自然科学版),

- 2025,42(1):25-30.
- WANG X X, LI Z. Innovation and Reform of School-Enterprise Cooperation from the Perspective of Training Applied Specialty Talents [J]. Journal of Nanning Normal University (Natural Science Edition), 2025, 42(1):25-30.
- [13] 彭世广. 新文科背景下“财政学”课程教学创新实践探索[J]. 科技风, 2025(05):90-92.
- PENG S G. Exploration of Innovative Teaching Practice of "Finance" Course under the Background of New Liberal Arts [J]. Science and Technology Wind, 2025(05):90-92.
- [14] 王书亭, 凌玲, 陈继勇, 等. 技术变革视角下机械设计理论与方法课程改革与实践[J]. 高等工程教育研究, 2025(01):34-39.
- WANG S T, LING L, CHEN J Y, et al. Curriculum Reform and Practice of Mechanical Design Theory and Methods from the Perspective of Technological Change [J]. Journal of Higher Engineering Education Research, 2025(01):34-39.
- [15] 张颖. 一流本科背景下中文类专业“七维一体”混合式教学体系构建——以西方文学课程为例[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2025(02):75-78.
- ZHANG Y. The Construction of a "Seven-Dimensional Integrated" Blended Teaching System for Chinese Language Majors within the Context of First-Class Undergraduate Education: Taking Western Literature Course as an Example [J]. Heilongjiang Education (Higher Education Research and Evaluation), 2025(02):75-78.
- [16] 张蕾, 王焱, 范钦满, 等. 数字化教育驱动下的本科高校汽车类专业创新创业能力培养路径探究[J]. 时代汽车, 2025(01):81-83.
- ZHANG L, WANG Y, FAN Q M, et al. Exploration of the Pathway to Cultivate Innovation and Entrepreneurship Abilities in Undergraduate Automotive Majors Driven by Digital Education [J]. Times Automobile, 2025(01):81-83.
- [17] 魏九妹. 智慧城轨背景下高职城市轨道交通专业教育与创新教育融合研究[J]. 时代汽车, 2025(04):28-30.
- WEI J M. Research on the Integration of Vocational Urban Rail Transit Education and Innovative Education under the Background of Smart Urban Railway [J]. Times Automobile, 2025(04):28-30.
- [18] 蔺国梁, 李岚, 张云. 校企合作背景下基于“竞赛+项目”双驱动的创新创业教育改革与实践[J]. 兰州文理学院学报(自然科学版), 2024, 38(03):119-123.
- LIAN G L, LI L, ZHANG Y. Reform and Practice of Innovation and Entrepreneurship Education Based on "Competition+Project" Dual Drive under the Background of School-Enterprise Cooperation [J]. Journal of Lanzhou University of Arts and Sciences (Natural Science Edition), 2024, 38(03):119-123.
- [19] 赵鹏, 樊晓琳. 新工科背景下的“五位一体”工程训练课程教学改革研究[J]. 广东技术师范大学学报, 2023, 44(03):95-100.
- ZHAO P, FAN X L. Research on the Teaching Reform of the "Five-in-One" Engineering Training Course under the Background of the New Engineering Disciplines [J]. Journal of Guangdong Polytechnic Normal University, 2023, 44(03):95-100.
- [20] 王磊磊, 占小红, 陶海军, 等. 科教融合式航空航天类激光焊接实验课程探究与实践[J]. 科教导刊, 2022(31):139-141.
- WANG L L, ZHAO X H, TAO H J, et al. Exploration and Practice of Laser Welding Experimental Courses for Aerospace Engineering with the Integration of Science and Education [J]. Journal of Science and Education, 2022(31):139-141.
- [21] 罗元元. “双高”建设背景下眼视光技术专业“双元三阶五德五维”校企协同育人机制的构建[J]. 中国眼镜科技杂志, 2025(02):105-108.
- LUO Y Y. The Construction of the "Dual-Element, Three-Stage, Five-Moral, Five-Dimensional" School-Enterprise Collaborative Education Mechanism for Optometry Technology Majors under the Background of "Double High" Initiative [J]. China Optometry Science and Technology Journal, 2025(02):105-108.