

面向工程教育认证的《焊接检验》课程教学改革与实践

刘占起¹ 尹桂丽¹ 胡兵¹ 朱晓欧¹ 王玉坤²

1.辽宁工业大学 材料科学与工程学院 辽宁 锦州 121001

2.大连船舶重工集团舾装有限公司 辽宁 大连 116000

【摘要】：工程教育认证强调产出导向，重视工程实践与复杂问题解决能力。《焊接检验》为焊接技术与工程专业及国际焊接工程师、国际质检师必修课，兼具多科性、实践性与实用性。针对传统教学理论抽象、原理难懂、理论与工程脱节、重识记轻应用、考核单一等问题，以认证标准为指引，确立“理论—实践—工程应用”三位一体思路，通过重构内容、多层次实践、课程思政、多元考核与案例改革。实践表明，学生更透彻理解无损检测原理与适用场景，工程分析与实操能力提升，可供焊接类专业课程改革参考。

【关键词】：工程教育认证；焊接检验；教学改革；无损检测；实践教学

DOI:10.12417/2705-1358.26.15.086

1 引言

智能制造快速发展，锅炉压力容器、海洋工程、航空航天等领域对焊接质量控制要求提高，急需掌握无损检测理论、具备现场实操与缺陷评判能力的复合型焊接人才^[1]。《焊接检验》是焊接技术与工程专业核心必修课，32学时，讲授RT、UT、MT、PT等，要求学生掌握基础理论、设备选用、工艺拟定、缺陷识别与质量评定。课程跨物理学、材料学、焊接冶金、质量管理等学科，原理抽象、实践依赖强。传统教学偏理论^[2,3]，对方法适用边界和现场工艺选择讲解不足，实践训练有限，考核依赖期末笔试，学生易死记概念，面对实际焊件不会选方法、做工艺设计，难以满足工程教育认证对解决复杂工程问题能力的培养要求^[4,5]。为此，对标认证要求开展教学改革，平衡理论、实践与工程应用，提升教学质量。

2 课程传统教学存在的主要问题

2.1 理论教学抽象难懂，理论与工程实际脱节

无损检测原理涉及光电效应、康普顿效应、超声波传播、漏磁场等，概念抽象。传统教学按章节讲方法、偏公式推导，缺工程案例。案例1：射线衰减定律只推导 $I\delta = I_0 \cdot e^{-\mu\delta}$ ，学生能背，却无法预判“钢板焊缝内部平面型裂纹、裂纹面垂直射线透照方向”会漏检，也不知改用超声波；虽记住公式和超声波特点，却难理解各方法适用条件，分不清缺陷该选何种探伤手段。课堂缺真实缺陷案例，难建立“焊接缺陷特征—检测方法选择—质量评判”的工程思维。

2.2 实践教学深度不足，对实操能力培养有限

课程实践性强，质检人员依赖实操经验，须经大量实践。传统实践多为演示性实验，学生观摩多、动手少。案例2：射线照相实验中，教师演示象质计摆放与曝光参数，学生仅观察底片，无机会调焦距、摆象质计；实验多为验证课本现象，缺综合项目，学生缺乏从对象分析、参数设置、透照/检测操作到缺陷判读、出具报告的完整流程训练。结果学生只记仪器部件名称，面对真实焊缝不会按材质、厚度、缺陷类型调整工艺参数，动手能力不达行业岗位需求。

2.3 课程思政融入不足，育人目标体现薄弱

传统教学重无损检测知识、原理与设备操作，轻质量意识与工程责任引领。无损检测关乎装备安全，漏检重要缺陷可致设备失效甚至灾难。案例3：讲焊接裂纹仅述分类与机理，未引入压力容器裂纹漏检失效案例，学生难体会质检安全责任；课堂少结合事故案例讲责任使命，缺严谨求实职业素养引导，未融入质量安全、工匠精神与职业伦理。

2.4 考核评价方式较为单一，难以综合衡量能力

传统考核以期末笔试为主、权重高，侧重概念记忆与原理公式，难考核仪器操作、工艺设计、缺陷判读等实践能力。案例4：学生能背磁粉、渗透检测适用范围，卷面分高，但面对表面裂纹焊接试板，分不清该选磁粉还是渗透，也不会检测前预处理；靠考前背诵可得高分，实操却差。考试结果还缺教学反馈，教师难发现工程应用短板，教学改进缺依据，不利于持续达成毕业能力要求。

作者简介：刘占起，1990年4月，男，汉族，博士，辽宁朝阳，副教授，激光增材制造技术。

项目资助：辽宁省普通高等教育本科教学改革研究项目（编号：2025YBXM0400）。

3 课程教学改革具体实施方案

围绕工程教育认证产出导向理念,构建“理论—实践—工程应用”三位一体教学模式,从教学内容重构、多层次实践体系建设、课程思政融入、多元考核评价改革四个方面落实改革举措。

3.1 重构课程教学内容,强化工程应用导向

以“缺陷识别—方法选型—工艺制定—质量评定”为主线,先讲裂纹、未熔合、未焊透、气孔、夹杂等缺陷分类、危害及应力位置/走向影响,再讲 RT、UT、MT、PT 的适用对象与局限;案例 5 针对 20mm 厚压力容器对接焊缝可能同时存在气孔(体积型)和内部裂纹(面积型),引导学生依据 RT 对平行射线面裂纹敏感、UT 对面积型缺陷检出优势,得出“RT 检气孔、UT 筛查裂纹,二者互补”,建立多方法配合思维;案例 6 以 12mm 厚 T 形接头焊缝底片黑度难达标为任务,设问易产生缺陷、改善黑度、象质计摆放,学生答用补偿块调节透射强度,象质计置射线源侧工件表面、跨焊缝、细丝朝外,串联相关知识,并给定工况、材质、厚度要求完成检测方案初步设计,锻炼知识迁移能力。

3.2 构建“基础验证—综合实践”分层递进式实践教学体系

依托实验室仪器,搭建“基础验证—综合实践”两层实践体系,增加动手操作,改变演示为主模式:基础实验保证人人独立操作,开展射线、超声、磁粉、渗透检测,案例 7 以 15mm 碳钢试板让学生独立完成射线照相全流程(选胶片、定参数、摆象质计、透照、暗室处理、底片评价)并分析灰雾度等问题,训练工艺排查能力;综合实践以小组为单位,案例 8 发放带根部未焊透、表面咬边的碳钢对接试板,模拟企业质检工单,完成工艺设计、检测实施、缺陷识别、质量评级及报告提交,组内采用 RT+MT,共同判读底片和磁痕、对照标准分级并撰写报告,模拟质检全流程,锻炼团队协作与报告能力,同时开放实验室,鼓励拓展实验、对比工艺参数,激发自主探究。

3.3 价值维度:有机融入课程思政,塑造职业素养

结合课程自然融入思政,避免生硬说教。案例 9:在“无

损检测意义”中引入压力容器焊缝裂纹漏检致设备失效案例,分析检测人员未识别疲劳裂纹、未合理选用检测手段。组织讨论,引导学生认识质检责任重大,树立严谨细致、敬畏质量意识;明确裂纹类缺陷不允许存在,漏检隐患重大;结合资格考核说明合格质检师须经严格培训与长期实践,培养工匠精神与精益求精;结合标准规范强化规范意识。

3.4 评价维度:建立多元化课程考核评价体系

改变期末笔试一考定成绩,建立过程性与终结性结合的多元评价,综合考察理论、实操与工程应用。总成绩由平时、实践项目、期末笔试构成:平时重课堂投入与知识应用;实践项目重操作规范、工艺合理、判读准确,报告模拟企业逻辑,关注方法选型、象质计摆放、补偿块选用与缺陷评级;期末笔试降占比,减机械记忆,增工程案例,考方法选择、参数选取与缺陷危害分析。考核结果反哺教学,汇总共性问题,复盘薄弱环节,动态调整重点,持续改进。

4 改革效果与思考

改革实践表明:学生案例讨论积极性提高,能区分 RT、UT、MT、PT 适用场景,独立完成简单构件初步检测工艺设计。案例 5 中,改革前约 40%学生说不清方法互补关系,改革后超 80%能分析优缺点并给出合理组合。实践操作增加,仪器熟练度和缺陷判读能力提升,报告体现工程思维,初步达成解决复杂工程问题的培养目标。但仍存在试样类型有限、复杂异形焊件不足,综合项目耗时长、课堂学时有限、开放管理要求高等问题。后续将丰富缺陷试样库,挖掘企业案例,推进产教教材融入课堂。

5 结语

《焊接检验》是焊接专业培养质量控制人才的重要载体。课程对标工程教育认证目标,针对理论抽象、实践薄弱、评价单一等问题,重构教学内容,结合课堂、实验、考核案例,构建分层递进实践教学,融入课程思政,建立多元考核,推动教学从知识记忆转向工程实践能力培养。无损检测技术持续发展,后续需结合行业技术更新教学案例与实践项目,优化教学环节,满足焊接质检人才培养需求。

参考文献:

- [1] 樊巧芳,吉强.“双高计划”背景下“三教”改革路径探索——以“焊接技术与自动化专业”为例[J].现代职业教育,2021,(10):34-35.
- [2] 魏巍,陈明华,张越,等.应用型本科“焊接结构学”课程教改方法探索与实践——以“焊接结构学”与“焊接数值模拟”课程融合为例[J].焊接技术,2025,54(10):137-141.
- [3] 李翔,李娟,龙潇,等.焊接专业课程焊接制造技术与装备课程思政教改探索[J].现代商贸工业,2023,44(23):252-254.
- [4] 杨振文,韩雅静,王颖,等.新工科背景下焊接学科的《材料测试分析方法》课程改革与实践——以天津大学材料成型及控制工程专业为例[J].天津大学学报(社会科学版),2021,23(5):385-389.
- [5] 高觉寻,姚启明,彭世广,等.焊接实践教学改革的实施路径探析[J].湖北理工学院学报,2021,37(4):65-68.