

新工科背景下特种设备无损检测微专业 《渗透检测技术》课程教学改革 与思政融合探索

王 妍, 张 悅, 吴子尧

沈阳工业大学机械工程学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2025年11月1日; 录用日期: 2025年12月2日; 发布日期: 2025年12月10日

摘要

为契合特种设备无损检测微专业“精准培育行业急需技术人才”的定位,针对《渗透检测技术》课程开设初期所存在的教学内容与工业需求相脱节、实践环节实效性欠佳、思政教育融入程度浅表等问题,结合新工科“产教融合、能力本位、价值塑造”理念以及课程思政建设要求,开展系统性的教学革新。通过重构“理论-实践-思政”三位一体的课程内容体系,创新“数字化+场景化”的实践教学模式,构建“过程化+多维度”的评价机制,达成技术能力培养与价值引领的有机整合。教学实践显示,改革之后学生的特种设备渗透检测实操能力以及工程伦理认知水平显著提高,课程满意度大幅上扬,有效增强了课程育人的针对性与实效性,为特种设备领域培育“懂技术、有担当、守伦理”的高素质技术技能人才提供了可行的途径。

关键词

新工科, 特种设备无损检测, 微专业, 《渗透检测技术》, 教学改革, 课程思政

Exploration on Teaching Reform and Ideological and Political Integration of the Course “Penetrant Testing Technology” in the Micro-Major of Special Equipment Non-Destructive Testing under the Background of Emerging Engineering Education

文章引用: 王妍, 张悦, 吴子尧. 新工科背景下特种设备无损检测微专业《渗透检测技术》课程教学改革与思政融合探索[J]. 教育进展, 2025, 15(12): 463-469. DOI: 10.12677/ae.2025.15122302

Yan Wang, Yue Zhang, Ziyao Wu

School of Mechanical Engineering, Shenyang University of Technology, Shenyang Liaoning

Received: November 1, 2025; accepted: December 2, 2025; published: December 10, 2025

Abstract

To align with the orientation of the micro-major in special equipment non-destructive testing, which aims to “accurately cultivate technical talents urgently needed by the industry”, this study addresses the problems existing in the initial stage of the course “Penetrant Testing Technology”, such as the disconnection between teaching content and industrial needs, poor effectiveness of practical sessions, and superficial integration of ideological and political education. Combined with the concepts of “industry-education integration, competency-based education, and value shaping” in emerging engineering education and the requirements for ideological and political curriculum construction, a systematic teaching reform was carried out. By reconstructing a “theory-practice-ideological and political education” trinity curriculum content system, innovating a “digital + scenario-based” practical teaching model, and building a “process-oriented + multi-dimensional” evaluation mechanism, the organic integration of technical ability training and value guidance was achieved. Teaching practice shows that after the reform, students’ practical operation ability in special equipment penetrant testing and their cognitive level of engineering ethics have been significantly improved, and the course satisfaction has been greatly enhanced. This effectively strengthens the pertinence and effectiveness of the course in talent cultivation, and provides a feasible path for cultivating high-quality technical talents who “master technology, have a sense of responsibility, and abide by ethics” in the field of special equipment.

Keywords

Emerging Engineering Education, Special Equipment Non-Destructive Testing, Micro-Major, “Penetrant Testing Technology”, Teaching Reform, Curriculum Ideology and Politics

Copyright © 2025 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

(一) 课程开设背景

随着我国《“十四五”时期安全生产规划》对特种设备安全监管力度的不断强化[1], 压力容器、压力管道、电梯等特种设备的无损检测需求呈持续增长态势, 但具备专业检测能力的技术人才缺口却日益凸显。为弥补行业人才短板, 沈阳工业大学凭借机械工程学科优势, 开设特种设备无损检测微专业。《渗透检测技术》作为该专业的核心课程, 肩负着培养学生掌握表面缺陷检测核心技能、树立安全至上职业理念的重要使命。该课程以渗透检测原理为根基, 包含检测剂选用、工艺设计、缺陷评定等内容, 具有较强的实践性与工程应用价值, 其教学质量直接关乎学生的岗位适配性与职业发展潜力。

(二) 现存教学问题

通过首轮教学实践与行业调研可知, 课程存在三大显著问题: 其一, 教学内容与行业需求相脱节。传统教材着重于基础原理的阐释, 对于特种设备专用检测标准(例如 GB/T 18851.4-2005《无损检测 渗透

检测 第4部分：设备》[2]）、数字化检测设备（如荧光成像系统）应用等前沿内容的覆盖程度不足。学生普遍反馈课程内容与企业实际需求的契合度尚需提高。其二，实践教学的实效性欠佳。现有的实验多为按步骤验证的简易操作（如单一试件着色渗透检测），缺乏针对特种设备典型缺陷（如焊缝表面裂纹、法兰密封面损伤）的模拟情境，限制了学生解决复杂工程问题能力的培养，学生独立制定检测方案的能力不足。其三，思政教育融入浮于表面。仅通过课堂口头强调“安全重要性”，未构建与技术内容深度融合的思政体系，学生难以借助课程内容形成对工程伦理与职业责任的深刻认识。

（三）改革理论依据

1) 新工科理念核心要义

新工科教育秉持“以产业需求为导向，以能力培养为核心，以价值塑造为根本”的理念[3]，为课程改革提供了方向性指引。该核心理念与特种设备无损检测领域对复合型技术人才的需求具有高度的契合性：以产业需求为导向，要求课程密切追踪行业技术标准的迭代以及智能检测装备的发展趋势，推动教学内容由“理论主导型”向“应用驱动型”转变；以能力培养为核心，促使课程构建“基础原理-虚拟仿真-实景操作”的三级能力训练框架，通过引入数字化双胞胎技术模拟复杂工件的检测场景，增强学生解决实际问题的能力；更为关键的是，以价值塑造为根本，为课程思政提供了实施路径，通过将工程伦理案例（例如某企业因检测疏漏引发的安全事故）融入技术模块教学，使学生在掌握检测技能的同时，树立“精准检测、守护安全”的职业责任感。

2) 相关学术研究支撑

近年来，虚实结合教学模式在工程教育领域的应用成效已得到大量实证研究验证。李军等学者发现，虚拟仿真与实体实验的有机结合可使学生实践操作熟练度提升40%以上[4]。在项目驱动学习方面，张敏的研究表明以真实工程任务为载体的PBL教学能有效激发学生的主动探究意识[5]。在工程伦理教育领域，王磊指出将行业真实事故案例融入技术课程教学，能有效促进责任意识向行为转化[6]。课程思政方面，陈国庆等构建的“技术+思政”双主线融合模式，在无损检测课程中实践后，学生对职业责任的认同度从62%提升至89%[7]。这些研究成果为本课程改革提供了坚实的实证支撑。

3) 学习理论深度融合

本次改革将新工科理念与具体学习理论相结合，进一步夯实设计合理性。依托体验式学习理论，通过虚拟仿真场景中的高空检测、受限空间操作等沉浸式体验，让学生深化对检测规范的理解，契合工程实践类课程的学习规律[8]。借鉴认知学徒制理论，在项目驱动教学中，通过企业导师+校内教师的双导师指导，以及检测工程师等角色的沉浸式扮演，模拟真实职场环境中的技能传递过程，帮助学生逐步掌握专业技能与职业素养[9]。

2. 课程教学改革总体设计

（一）改革目标

首先在知识目标上，使学生系统掌握渗透检测毛细作用机制、检测剂分类及选用原则，熟练掌握GB/T 18851系列标准，熟悉荧光渗透、着色渗透在不同特种设备（压力容器/电梯/管道）中的适用场景，了解数字化渗透检测技术的发展趋势。其次在能力目标方面，培养学生独立完成预处理-渗透-显像-评定全流程操作的能力，具备针对特种设备典型构件（如锅炉焊缝、电梯导轨）制定检测方案的工程应用能力[10]，能使用数字化设备进行缺陷识别与数据记录。最后在思政目标上，厚植每一次检测都关乎生命安全的职业理念，强化数据真实、评定严谨的工程伦理，培育精益求精的工匠精神与国产设备自主创新的爱国情怀。

（二）设计思路

以特种设备行业需求为导向，构建“三融三促”改革思路。

第一,融入行业标准与企业案例:将GB/T 18851.4-2005、TSG Z8001《特种设备无损检测人员考核规则》等融入课程,促进教学内容与岗位需求精准对接。

第二,融入数字化实践手段:建设虚拟仿真平台与实体实验室,促进学生实践能力与创新思维双提升;融入真实检测场景与数字技术:搭建压力容器焊缝、电梯导轨等典型构件的虚拟仿真检测平台,结合AI缺陷识别系统开展实训,促进教学方式与行业技术迭代同步升级。

第三,融入思政教育元素:挖掘无损检测技术内容中的责任、伦理、精神元素,促进技术素养与价值理念深度融合,通过分析特种设备事故案例、邀请行业工匠开展讲座,将零缺陷“质量意识”、“毫米级”检测标准等职业要求融入教学环节,促进专业素养与思政教育的有机融合。

3. 教学改革具体实施路径

(一) 重构“模块化+递进式”课程内容体系

首先,进行理论内容模块化整合。打破传统章节式结构,将课程划分为三大模块,各模块嵌入思政元素。基础原理模块:聚焦渗透检测毛细作用、检测剂组成等核心理论,补充辩证看待检测方法局限性的哲学思维(如渗透检测无法检出内部缺陷),引导学生树立科学选择检测方法的理性认知。核心技术模块:按检测流程拆解为预处理、渗透、显像、评定四个子单元,嵌入GB/T 18851.4-2005标准条文解读,结合“某企业因未按标准操作导致检测漏判”的反面案例,强化规范意识。行业应用模块:针对压力容器、电梯导轨、压力管道三类典型特种设备,分析高温、低温、腐蚀等工况下的检测方案差异,引入我国自主研发的数字化渗透检测成像系统案例,增强民族自信。

其次,将实践内容递进式设计。参照基础-综合-创新三级实践体系,结合特种设备检测场景开展设计。在基础验证实验方面,侧重设备操作规范性训练,如荧光渗透检测中紫外灯安全防护、检测剂配比。在综合应用实验上,设置“压力容器焊缝缺陷检测”、“电梯导轨表面损伤评定”等场景,提供含标准缺陷的模拟试件,要求学生完成方案设计-操作实施-报告编制的全流程,教师通过提问引导融入思政。在创新设计实验方面,鼓励学生基于数字化平台,探索渗透检测-图像识别一体化方案,培养创新思维,结合国内AI检测算法研发案例,激发科技报国情怀。

(二) 创新“数字化+场景化”实践教学模式

第一,实践平台实现多维升级。构建虚实结合的实践教学平台,以解决特种设备试件稀缺以及高风险实验难以开展的问题。实体实验室进行升级:增设特种设备模拟试件库、数字化检测设备,并配备“特种设备检测操作规范”可视化看板,以强化操作安全性;开展虚拟仿真模块开发:借助三维建模搭建锅炉、压力管道等复杂构件的检测场景,学生能够模拟高空检测、受限空间操作等高危工况,系统可实时提示操作错误,达成虚拟预习-实体操作-数字分析的闭环训练。

第二,教学方法灵活创新。采用案例教学+项目驱动组合方法,增强教学互动性。在案例教学方面,理论课堂引入“某化工厂压力容器渗透检测漏判导致爆炸”、“某检测机构数据造假被吊销资质”等案例,组织缺陷误判的技术因素与责任归属讨论,强化质量责任意识;在项目驱动方面,实践环节以“特种设备构件缺陷检测”为项目载体,学生分组扮演检测工程师、技术审核员、报告编制员,完成从方案设计到结果提交的全流程,培养团队协作能力;在线上拓展环节,依托线上教学平台,发布新型渗透检测剂研发进展、行业大师事迹等资源,延伸学习维度。

(三) 构建“全流程+多维度”课程评价机制

构建覆盖“理论考核-实践操作-项目成果-思政表现”的全流程评价体系,理论考核采用线上题库随机组卷,实践操作设置“渗透检测工艺设计”、“缺陷识别准确率”等量化指标,项目成果从方案可行性、报告规范性、创新点三个维度评分,思政表现纳入质量责任意识、团队协作态度等软性指标。总

评成绩由过程表现(60%)与期末考核(40%)构成,既关注学习结果,也重视成长过程。

1) 过程性评价(60%)

实验操作(20%):从“规范性”(如设备校准步骤、检测剂配比精度)、“安全性”(如防护装备佩戴、紫外灯使用防护)、“效率性”(如检测流程耗时、操作流畅度)三方面评分,教师通过课堂观察、操作视频回放记录问题,实时反馈改进。

项目报告(20%):重点评估检测方案合理性、数据真实性、缺陷评定准确性,设置思政加分项——对提出检测流程优化建议、关注安全细节的报告额外加分,鼓励责任意识与创新思维。

课堂互动(10%):基于案例讨论、小组汇报的参与频次与观点深度评分,考察学生的主动学习态度与思辨能力。

思政表现(10%):结合日常操作规范性(如是否按标准执行安全防护)、团队协作表现(如是否主动帮助组员解决操作难题)、责任意识体现(如是否关注检测数据真实性)综合评分,将价值素养量化为可评估指标。

2) 期末考核(40%)

理论笔试(15%):题型涵盖选择、简答、案例分析,内容包括渗透检测核心原理、特种设备检测标准条文、工程伦理场景判断,全面考察理论基础与伦理认知。

实操考核(25%):设置压力容器焊缝缺陷检测真实任务,要求学生现场制定检测方案、完成操作并出具评定报告,教师从方案科学性、操作熟练度、结果准确性三方面综合评分,评估综合应用能力。

(四) 推行“精准化+场景化”课程思政融入

1) 思政元素的体系化挖掘

构建四维思政元素库,以确保思政内容与技术知识实现深度融合:在职业素养维度,选取“特种设备检测人员持证上岗制度”、“检测报告终身追责制”等内容,以强化学生的规则意识。在工程伦理维度,剖析“检测数据造假导致安全事故”、“为降低成本使用不合格检测剂”等典型案例,以树立学生的诚信理念。在工匠精神维度,讲述我国无损检测专家攻克“高端渗透检测剂国产化”、“数字化检测设备研发”等关键技术难题的事迹,以培育学生精益求精的精神。在爱国情怀维度,介绍国产渗透检测设备从依赖进口到国际领先的发展历程,以增强学生的民族自豪感。

2) 思政融入的场景化设计

运用“理论渗透、实践强化、评价固化”的融入模式,规避思想政治教育形式化问题。在理论教学阶段,于讲解渗透检测原理时,结合毛细作用的微观精准特性,引导学生领会细节决定成败的职业认知;解读GB/T 18851.4-2005时,对比我国标准与国际标准的差异,强调中国标准在国际上的话语权。在实践操作阶段,教师示范操作的规范流程,例如每次设备校准均需进行清晰记录,此乃对安全负责之体现;在荧光渗透检测实验中,要求学生严格遵循紫外灯安全防护规程,同时剖析实验室紫外灯灼伤事故案例,强化学生的安全责任观念。在考核评价阶段,将思想政治表现量化为具体评价指标,借助评价引导学生将责任意识内化为自觉行动。

4. 改革实施过程中的困难与解决方案

(一) 主要困难

1) 师资队伍能力适配难题

改革后新增的数字化教学、项目式教学等内容,对教师的行业实践经验与数字化技能提出更高要求。初期部分教师存在虚拟仿真平台操作不熟练、企业真实案例解读不深入等问题,影响教学效果。

2) 学生适应差异问题

部分基础薄弱学生对“递进式实践体系”的适应速度较慢，在综合实验中难以独立完成检测方案设计；同时，部分学生对思政元素融入存在抵触心理，认为“与专业学习无关”，参与案例讨论的积极性不高。

3) 设备维护与更新压力

虚拟仿真平台需定期更新特种设备检测场景与数据，实体实验室的数字化检测设备维护成本较高，且随着行业技术迭代，需持续投入资金进行设备升级，学校经费预算有限。

4) 产教协同对接不畅

行业专家参与教学的频次较低，受企业生产任务影响，难以保证稳定的授课时间；企业真实检测项目引入课堂时，存在技术保密、试件运输困难等问题，导致项目落地率不高。

(二) 解决方案

1) 强化师资队伍建设

制定师资能力提升计划，组织教师赴特种设备检测机构挂职锻炼，学习行业前沿技术与实践经验；与虚拟仿真平台开发企业合作，开展专项培训；邀请行业专家组建“教学指导委员会”，定期开展教学研讨与案例分享会。

2) 实施分层教学引导

针对不同基础学生制定差异化教学策略：对基础薄弱学生，在基础验证实验阶段，提供检测方案模板与操作步骤指引；对优秀学生，在创新设计实验中给予更多自主探索空间，鼓励参与科研项目。针对思政融入抵触问题，通过“事故案例警示 + 职业发展关联”方式，让学生认识到思政素养对职业成长的重要性。

3) 优化设备管理机制

建立校企共建共享设备维护模式，与合作企业签订设备维护协议，由企业提供技术支持，学校承担部分维护费用；申请省级虚拟仿真教学项目专项经费，保障平台场景更新与设备升级；建立设备使用登记制度，规范操作流程，降低故障发生率。

4) 深化产教融合机制

采用弹性授课模式，行业专家通过线上直播 + 线下集中授课相结合的方式参与教学；与企业协商建立教学专用试件库，确保教学与真实场景对接；共建联合实验室，将企业部分非涉密检测项目引入课堂，实现教学与生产双赢。

5. 改革成效

学生能力显著提升。改革后，学生在特种设备模拟构件检测实操考核中，工艺设计合格率与缺陷识别准确率大幅提高，部分学生在省级无损检测技能竞赛中获奖。问卷调查显示，学生普遍认为课程内容与行业需求贴合度提升、独立制定检测方案的能力增强。

思政育人成效凸显。通过案例教学与场景体验，学生的工程伦理认知明显增强，在检测数据处理专项测试中，诚信意识显著提升；课程思政满意度调查显示，学生对责任担当、工匠精神等思政元素的认同度较高，普遍表示更深刻理解了检测工作的安全意义，形成了规范操作、诚信检测的良好学风。

教学质量持续优化。课程评价分数大幅提高，改革经验在特种设备无损检测微专业《超声检测技术》《射线检测技术》等课程中推广应用，推动形成专业层面的思政育人协同机制；合作企业反馈，改革后毕业生岗位适应期缩短，责任意识更强。

6. 结论

《渗透检测技术》课程改革以特种设备行业需求为指引，借助“模块化内容重构”化解“教学与实

践脱节”难题，凭借“数字化场景创新”强化“实践能力培育”，通过“精准化思政融入”达成“育才与育人统一”。改革实践显示，将新工科理念与课程思政要求深度整合，可显著提高课程的育人成效，培育出既具备坚实技术技能，又怀有强烈责任意识的特种设备无损检测专业人才。后续需持续推进产教深度融合，优化思政融入途径，为特种设备安全领域的人才培养提供更为坚实的支撑，推动我国特种设备安全事业实现高质量发展。

参考文献

- [1] 中华人民共和国应急管理部. “十四五”时期安全生产规划[Z]. 2021.
- [2] 国家标准委. GB/T 18851.4-2005 无损检测 渗透检测 第4部分: 设备[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
- [3] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [4] 李军, 张颖. 虚实结合教学模式在工程实践课程中的应用研究[J]. 高等工程教育研究, 2020(4): 168-173.
- [5] 张敏, 刘伟. 项目驱动学习(PBL)在工科专业中的实践效果评估[J]. 中国高教研究, 2022(7): 94-99.
- [6] 王磊, 赵阳. 工程伦理教育融入技术课程的路径与成效研究[J]. 高等工程教育研究, 2021(5): 156-161.
- [7] 陈国庆, 王廷栋. 课程思政融入无损检测课程的教学路径研究[J]. 教育教学论坛, 2024(12): 89-92.
- [8] 李明, 王芳. 体验式学习理论在工程实践教学中的应用[J]. 教育与职业, 2020(11): 102-105.
- [9] 刘静, 孙强. 认知学徒制视角下工科人才培养模式改革[J]. 高等工程教育研究, 2023(2): 145-150.
- [10] 特种设备安全与节能技术委员会. 中国特种设备无损检测人才发展报告(2024) [R]. 2024.