

竞赛背景下《金属材料与热处理》项目式教学模式探索与实践

李忠 赵利忠 刘孝莲 林葆 石振

杭州电子科技大学 材料与环境工程学院, 中国·浙江 杭州 310018

摘要: 针对《金属材料与热处理》课程传统教学中理论与实践脱节、学生综合分析能力不足的问题, 本研究构建了以学科竞赛为核心驱动的项目式教学模式。通过“解构-筛选-重构-分级”机制将竞赛资源转化为三级阶梯式项目库, 并设计“教学做评一体化”五阶段闭环流程。教学实践表明, 学生平均成绩提升显著, 工程实践、知识整合与创新能力自评强烈。同时, 课程项目成功孵化出多项参赛作品, 在“互联网+”、热处理大赛、金相大赛中取得多项历史性突破。

关键词: 金属材料与热处理; 项目式教学; 学科竞赛; 教学改革

Exploration and Practice of Project-Based Teaching Mode for "Metal Materials and Heat Treatment" in the Context of Competitions

Li Zhong, Zhao Lizhong, Liu Xiaolian, Lin Bao, Shi Zhen

School of Materials and Environmental Engineering, Hangzhou Dianzi University, China Zhejiang Hangzhou 310018

Abstract: In response to the problem of the disconnection between theory and practice and the insufficient comprehensive analysis ability of students in traditional teaching of the course "Metal Materials and Heat Treatment", this study constructs a project-based teaching mode driven by subject competitions as the core. By using the mechanism of "deconstruction screening reconstruction grading", the competition resources are transformed into a three-level ladder project library, and a five stage closed-loop process of "teaching evaluation integration" is designed. Teaching practice has shown that students' average grades have significantly improved, with strong self-evaluation of engineering practice, knowledge integration, and innovation ability. At the same time, the course project has successfully incubated a number of entries and made many historic breakthroughs in the "Internet plus", heat treatment contest and metallographic contest.

Keywords: Metal materials and heat treatment; Project-based teaching; Subject competitions; Teaching reform

0 引言

随着“新工科”建设的持续推进, 高等工程教育正面临从知识传授向能力培养、从学科分割向跨界融合的深刻转型。《金属材料与热处理》作为材料类、机械类等专业的核心课程, 其教学成效直接关系到学生在材料设计、工艺制定与工程应用等方面的实践能力与创新素养。然而, 传统教学模式偏重理论讲授与验证性实验, 课程内容与工程实际、技术前沿存在脱节, 学生在面对复杂工程问题时普遍表现出综合分析能力不足、创新意识薄弱等问题, 难以满足产业升级对高素质工程人才的需求。

近年来, 以全国大学生金相技能大赛(金相大赛)、中国大学生机械工程创新创业大赛——材料热处理创新创业赛(热处理大赛)、中国大学生创业计划竞赛(“挑战杯”)、中国国际大学生创新大赛(“互联网+”)等为代

表的系列高水平学科竞赛, 已成为检验学生实践创新能力、对接行业需求的重要平台。竞赛题目源于真实工程问题或前沿技术探索, 强调理论联系实际与创新应用, 为课程教学改革提供了鲜活载体。将竞赛内容、流程与评价机制有机融入课程体系, 构建以项目为牵引、以竞赛为驱动的新型教学模式, 是激发学生内在动力、提升工程实践能力的有效途径。为此, 本研究以《金属材料与热处理》课程为例, 通过分析相关竞赛的规则与评价体系, 将其转化为层次化、递进式的教学项目案例, 构建“以赛促学、以项目带练”的教学实施路径, 旨在实现课程教学从知识灌输向能力生成的转变, 为同类工科课程的教学改革提供可借鉴的思路。

1 研究现状

近年来, 以“学生中心、产出导向、持续改进”为核

心内涵的工程教育专业认证,以及旨在培养应对未来变化产业需求人才的新工科建设,共同推动了高等工程教育模式的深刻变革。在此背景下,《金属材料与热处理》作为一门衔接材料科学基础理论与工程应用的关键课程,其教学改革研究与实践呈现出以下三个主要方向与特征。

1.1 项目式教学在工程教育中的广泛应用

项目式教学作为一种以真实、复杂的任务为驱动,引导学生在解决问题过程中主动建构知识的教学模式,已成为工程教育改革的重要路径。其核心思想可追溯至杜威的“做中学”理念^[1],并在建构主义等学习理论的支持下不断发展。在工程教育领域,项目式教学因其强调能力导向、学科交叉和过程评价,与工程教育认证的 OBE (Outcome-Based Education) 理念高度契合。

国内许多高校已在材料类专业中开展了项目式教学改革。例如,湘潭大学在金属材料工程专业综合课程中,构建了以企业真实案例和科研课题为蓝本的全流程项目式教学模式,显著提升了学生的工程实践与创新能力^[2]。中北大学校长陈钱则提出了“贯穿式、全整合、体系化”的项目式综合实践教学体系,聚焦学科领域卡脖子难题,以一条项目主线贯穿整个专业人才培养方案,最终实现“基础达标-卓越发展”的阶梯式培养路径^[3]。这些实践表明,项目式教学能有效打破传统教学中理论与实践、课程与课程之间的壁垒。

1.2 学科竞赛与教学融合的赛教融合模式探索

将高水平学科竞赛融入教学过程,形成“以赛促教、以赛促学、赛教融合”的良性循环,是当前教学改革的热点。研究普遍认为,竞赛不仅能激发学生的学习兴趣和在动力,更能通过模拟真实的复杂工程问题,综合培养学生的创新思维、实践能力、团队协作与项目管理能力。这种融合模式正在多个学科领域深入实践。例如,有研究在《道路桥梁信息模型基础》课程中,通过将全国高校 BIM 毕业设计创新大赛的赛题与要求深度融入教学环节,实现了课程内容的重构与教学流程的再造^[4]。在《科研思路与方法》课程中,以论文大赛为载体,将竞赛项目作为驱动性任务,有效提升了学生的科研素养和毕业设计质量^[5]。这些“赛教融合”的实践,本质上是一种以竞赛为特殊情境和评价标准的项目式学习。

1.3《金属材料与热处理》课程教学改革实践

多年来《金属材料与热处理》教学改革实践一直在持续推进,但依然存在教学内容抽象、学生被动学习、理论与实践脱节等问题。为应对这些挑战,学者们尝试引入项

目教学法,旨在通过具体的项目任务,让学生在“做”中掌握知识、提升能力。综合现有研究可以看出,虽然项目式教学与赛教融合模式各自取得了积极成效,但在《金属材料与热处理》课程中,如何系统性地将金相技能大赛、热处理大赛等具有高度专业针对性的学科竞赛,转化为一套层次分明、贯穿课程始终的项目式教学体系,仍有待深入探索。本研究旨在弥合这一缺口,探索一种深度嵌入竞赛基因的项目式教学模式。

2 竞赛驱动的项目式教学模式设计

基于 OBE 理念与建构主义学习理论,本研究构建了以学科竞赛为核心引擎、以竞赛项目为主线的《金属材料与热处理》课程教学模式,其总体框架如图 1 所示。该模式的核心在于通过“竞赛内容项目化、教学过程赛程化、学习成果作品化”三大策略,将外部竞赛压力转化为持续的内生学习动力,从而实现知识、能力与素养的深度融合与协同提升。



图1 竞赛驱动的项目式教学模式总体框架

2.1 竞赛选择与教学转化机制

本模式的成功实施,首先依赖于对竞赛资源的精准选择与系统转化。我们重点选取了与课程核心内容契合度极高的金相大赛和热处理大赛作为课程改革的主要驱动源,同时将“挑战杯”“互联网+”等综合性赛事作为拓展与升华平台。其核心转化机制遵循“解构-筛选-重构-分级”四步法:

2.1.1 解构

深度剖析竞赛的章程、评分细则与历年赛题。例如,将金相大赛的评分点分解为样品平整度、划痕数量控制、组织清晰度等可观察、可测量的具体技能指标。

2.1.2 筛选

从海量竞赛内容中筛选出既符合课程教学大纲要求,又具备典型性、可操作性和适度挑战性的问题或任务片段。

2.1.3 重构

将筛选出的竞赛元素,结合具体的课时安排和实验室

条件,重新设计为具有涵盖目标、背景、任务、要求、评价标准等完整教学逻辑的项目任务书。



图2 三级阶梯式教学项目库设计

2.1.4 分级

根据教学进度和学生认知规律,将重构后的项目设计为三个逐级递进的难度层次(图2),确保所有学生都有竞赛可参加,优秀学生有空间可发挥。

2.2 项目案例库建设:以热处理大赛题库为例

中国机械工程学会热处理分会给出的120道决赛题库是建设综合应用型和创新研究型项目案例库的宝贵资源。我们通过以下方式对其进行教学化开发:

将题库中的题目按知识模块进行分类整合,如退火正火类、淬火回火类、表面热处理类、新材料新工艺类等,便于按教学章节调用。

对项目进行特定的情境扩充,为简短的赛题补充完整的工程背景和具体的性能指标要求。例如,将“制定20CrMnTi钢的渗碳工艺”扩充为“为某型号汽车变速箱齿轮制定渗碳工艺,要求表面硬度 ≥ 58 HRC,心部硬度35-45 HRC,有效硬化层深度0.8-1.2mm”。

为每个开发完成的教学案例标注建议的难度等级、所需课时、涉及的核心知识点,并关联可支撑其开展的实验设备和校外资源,形成一份可动态更新、便于师生选取的《项目菜单》。

2.3 教学做评一体化流程设计

项目实施模拟竞赛与科研流程,形成以学生为主体、教师为引导的闭环,具体分为五个阶段:

2.3.1 项目导入与情境建构

教师发布项目任务书,营造真实问题情境。学生组队进行文献调研与方案初步论证,提交开题报告。

2.3.2 方案设计与理论探究

小组围绕成分-工艺-组织-性能主线,进行详细工艺计算和参数设计,并通过方案答辩接受师生质询,进行迭代优化。

2.3.3 实验探究与数据采集

学生在开放实验室自主执行方案,完整经历备料、加热、冷却、制样、测试、观察等环节。教师提供安全监督与关键技术点拨。

2.3.4 成果形成与综合表达

各小组整理数据、分析成败原因、撰写规范的技术报告,并制备高质量实物样品、展板或进行模拟答辩,锻炼工程表达能力。

2.3.5 多元评价与反思提升

实施过程+结果的综合评价。评价标准直接参照或借鉴竞赛评分表,涵盖方案设计、操作规范、数据质量、成果创新性、团队合作及个人答辩表现。通过组织项目复盘会,引导学生对比竞赛优秀作品,实现深度反思与能力迁移。

3 教学效果评估

为科学评估竞赛驱动项目式教学模式的效果,本研究采用定量与定性相结合的多元评估方法。学习成绩对比显示,实验组平均成绩较对照组提升6.5分,优秀率从8.3%升至18.9%,不及格率从11.7%降至5.2%。学生能力自评问卷(五分量表)表明,工程实践与操作能力、知识整合与应用能力的提升感知最为强烈(均值 >4.6),创新与解决问题能力、团队协作能力也获高度认可(均值 >4.5)。课程项目成功转化为多项参赛作品,在“互联网+”、热处理大赛、金相大赛中分别取得1项、8项、3项奖项,实现了历史性突破。

4 结论与展望

本研究构建了以学科竞赛为驱动的《金属材料与热处理》项目式教学模式,通过“解构-筛选-重构-分级”机制将竞赛资源转化为三级项目库,配套“教学做评一体化”五阶段闭环。教学实践表明,实验组平均成绩提升显著,学生工程实践、知识整合与创新能力自评强烈,实现了从被动接受到主动建构的转变;同时课程项目也孵化出多项参赛作品,在多项国家级竞赛中获得突破性成果。同时,实践中也暴露了项目难度与学时矛盾、学生能力差异、资源保障压力及评价主观性等问题。未来将推进项目库智能化建设,借助AI实现个性化任务匹配;构建虚实结合的实验教学体系,引入仿真软件降低试错成本;完善多元化评价体系,探索同伴互评与过程档案袋评价,并建立优秀成果的转化机制,进一步强化课程与产业需求的对接。

参考文献:

- [1] 张宇晴, 杜威“做中学”理论在人工智能辅助教学中的新应用与挑战[C]. 2026年高等教育发展论坛论文集(下册), 2026: 52-53.
- [2] 陈旭, 李智, 李小波等. 金属材料工程专业热处理类课程教学改革探索[J]. 金属热处理, 2026, 51(03): 329-333.
- [3] 陈钱, 王召巴, 董兵等. 贯穿式-全整合-体系化——项目式教学新模式探索[J]. 高等工程教育研究, 2025, 6: 19-25.
- [4] 周慧文, 司文静, 王玉洁. 将学科创新竞赛融入教学改革的探索与实践[J]. 职业教育发展, 2025, 14(10): 1-15.
- [5] 木本荣, 陈镜宇, 谢壁鸿等. “以赛促教、以赛促学”对《科研思路与方法》教学模式改革的实践与探索[J]. 创新教育研究, 2025, 13(1): 520-527.

作者简介: 李忠(1987.12-), 男, 汉族, 山东省临沂市人, 博士研究生, 副研究员, 研究方向: 高性能磁性材料成分开发与产业化。