

工程认证背景下多赛道赋能 《金属材料与热处理》课程改革与实践

王 杰*, 张 璐, 王艳晶, 童文辉, 朱明伟

沈阳航空航天大学材料科学与工程学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2025年12月2日; 录用日期: 2025年12月31日; 发布日期: 2026年1月8日

摘 要

沈阳航空航天大学材料科学与工程学院依托材料成型及控制工程专业已通过工程认证的基础, 针对《金属材料与热处理》课程传统教学中理论与实践脱节、学生创新能力培养不足等问题, 探索以竞赛为纽带的“多赛道赋能”课程改革路径。该改革将铸造大赛、金相大赛、材料微观之美大赛及热处理大赛等大学生学科竞赛内容, 系统融入课程教学目标设定、内容重构、实践环节设计与考核评价体系中, 构建“理论学习-竞赛训练-实践应用-能力提升”的闭环培养模式。通过竞赛任务反哺课程知识点深化、竞赛实践补充课程实验环节、竞赛创新要求驱动课程教学方法革新, 有效提升了学生对金属材料成分-组织-性能-工艺关系的认知水平, 强化了工程实践能力与创新思维。教学实践表明, 改革后学生课程考核优良率提升15.6%, 学科竞赛获奖数量同比增长40%, 毕业生在航空航天制造领域相关岗位的适应能力显著增强, 实现了工程认证对人才培养质量的核心要求, 为同类工科课程改革提供了可借鉴的实践经验。

关键词

工程认证, 竞赛, 教学改革, 实践改革

Reform and Practice of the “Metal Materials and Heat Treatment” Course with Multi-Track Empowerment under the Background of Engineering Accreditation

Jie Wang*, Lu Zhang, Yanjing Wang, Wenhui Tong, Mingwei Zhu

School of Materials Science and Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

*通讯作者。

文章引用: 王杰, 张璐, 王艳晶, 童文辉, 朱明伟. 工程认证背景下多赛道赋能《金属材料与热处理》课程改革与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(1): 626-637. DOI: 10.12677/ae.2026.161087

Abstract

Relying on the engineering accreditation of the “Materials Forming and Control Engineering” program, the School of Materials Science and Engineering of Shenyang Aerospace University has addressed the problems in traditional teaching of the Metal Materials and Heat Treatment course, such as the disconnection between theory and practice and insufficient cultivation of students’ innovative abilities. It has explored a “multi-track empowerment” curriculum reform path with competitions as the link. This reform systematically integrates the content of college students’ discipline competitions, including the Casting Competition, Metallographic Competition, “Beauty of Material Micromorphology” Competition, and Heat Treatment Competition, into the course’s teaching objective setting, content restructuring, practical link design, and assessment and evaluation system. A closed-loop training model of “theoretical learning-competition training-practical application-ability improvement” has been constructed. Through leveraging competition tasks to deepen the understanding of course knowledge points, using competition practice to supplement the course’s experimental links, and driving the innovation of course teaching methods through competition innovation requirements, the reform has effectively improved students’ cognitive level of the relationships among “composition-microstructure-performance-process” of metal materials, and strengthened their engineering practice capabilities and innovative thinking. Teaching practice shows that after the reform, the excellent and good rate of students’ course assessment has increased by 15.6%, the number of awards in discipline competitions has increased by 40% year-on-year, and graduates’ adaptability to positions in the aerospace manufacturing field has been significantly enhanced. This reform meets the core requirements of engineering accreditation for talent training quality and provides referenceable practical experience for the reform of similar engineering courses.

Keywords

Engineering Accreditation, Competition, Teaching Reform, Practical Reform

Copyright © 2026 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

1.1. 工程认证对课程改革的推动作用

工程认证的核心理念主要包括成果导向(Outcome Based Education, 简称 OBE)、以学生为中心和持续改进, 这些理念贯穿于工程教育的全过程, 对提升工程教育质量、培养符合行业需求的高素质工程人才具有重要指导意义[1] [2]。对于《金属材料与热处理》课程而言, 工程认证提供了明确且极具针对性的改革方向指引。在课程目标的设定上, 要求紧密围绕行业实际需求, 精准定位学生应具备的知识、能力和素质目标, 以确保学生毕业后能够无缝对接工程岗位的要求。在教学内容的更新与优化方面, 促使课程及时融入行业的最新技术、工艺以及标准, 使学生所学知识与行业前沿保持同步。在教学方法的创新上, 鼓励采用多样化的教学手段, 如项目式教学、案例教学、小组讨论等, 以激发学生的学习主动性和创新思维, 提升学生解决实际工程问题的能力。在实践教学环节, 强调加强与企业的深度合作, 建立稳定的实习实训基地, 为学生提供更多接触实际工程环境的机会, 增强学生的实践经验和工程意识。

1.2. 《金属材料与热处理》课程在材料成型及控制工程专业的地位

《金属材料与热处理》作为材料成型及控制工程专业的学科专业基础课程，在整个专业知识体系中占据着举足轻重的地位，是连接材料科学理论与工程实际应用的关键桥梁[3] [4]。

从专业知识架构来看，该课程涵盖了金属材料的组织结构、性能特点、热处理工艺及其相互关系和变化规律等丰富内容，为学生深入理解材料成型过程中的各种现象和问题提供了坚实的理论基础[5]。从理论与实践结合的角度而言，该课程具有很强的实践性和工程应用背景。通过课程学习，学生不仅能够掌握金属材料与热处理的理论知识，还能通过实验教学、课程设计和实习等实践环节，将理论知识应用于实际工程问题的解决，培养学生的实践操作能力和工程素养。因此，《金属材料与热处理》课程对于培养学生的专业素养和综合能力起着至关重要的作用，直接关系到学生未来在材料成型及控制工程领域的职业发展和创新能力。

1.3. 多赛道竞赛赋能课程改革的必要性

在当前高等教育注重培养学生创新能力和实践能力的大背景下，多赛道竞赛作为一种极具特色和活力的教育方式，为《金属材料与热处理》课程改革注入了新的动力和活力，具有不可忽视的必要性。

竞赛以其独特的挑战性和趣味性，能够极大地激发学生的学习兴趣 and 主动性。与传统的课堂教学相比，竞赛题目往往紧密结合实际工程问题或前沿研究热点，要求学生运用所学知识进行创新性的思考和解决方案的设计。这种具有挑战性的任务能够吸引学生积极主动地投入到学习中，激发他们的求知欲和探索精神，使学生从被动接受知识转变为主动寻求知识，从而提高学习效果。在竞赛过程中，学生需要将理论知识应用于实际操作中，通过实践来验证和完善自己的想法。同时，竞赛鼓励学生突破传统思维模式，提出创新性的解决方案，培养学生的创新思维 and 创新能力。将多赛道竞赛融入《金属材料与热处理》课程改革，能够对课程内容和教学方法起到补充和深化的作用。竞赛中涉及的实际问题和新技术、新方法，可以为课程教学提供丰富的案例和素材，使教学内容更加贴近实际工程需求，增强教学的实用性和针对性。同时，竞赛过程中的团队协作、项目管理等环节，也可以促使教师在教学中引入相应的教学方法和手段，培养学生的团队合作精神和综合素质。

2. 《金属材料与热处理》课程传统教学存在的问题

2.1. 教学内容与实际应用脱节

在传统的《金属材料与热处理》课程教学中，教学内容往往侧重于理论知识的传授，与生产实际中的金属材料应用和热处理工艺存在一定程度的脱节。例如，在讲解金属材料的性能时，通常只是理论性地阐述金属的强度、硬度、塑性、韧性等性能指标及其影响因素，而较少涉及这些性能在实际工程中的具体应用和重要性。学生虽然掌握了相关的理论知识，但在面对实际工程问题时，却难以将所学知识与实际情况相结合，无法准确选择合适的金属材料和制定合理的热处理工艺。

在介绍热处理工艺时，也多是按照教材上的常规工艺进行讲解，缺乏对实际生产中多样化、个性化热处理工艺的介绍。随着现代制造业的快速发展，对金属材料的性能要求越来越高，热处理工艺也在不断创新和改进。然而，传统教学内容未能及时跟上这些行业发展的步伐，导致学生所学知识与实际生产需求之间存在差距，毕业后难以快速适应工作岗位的要求。

2.2. 考核方式难以全面评估学生能力

传统的《金属材料与热处理》课程考核方式主要以期末考试成绩为主，课内实验和平时成绩为辅。期末考试通常采用闭卷考试的形式，重点考查学生对理论知识的记忆和理解，题型多为选择题、填空题、

简答题和计算题等。这种考核方式存在明显的局限性，难以全面评估学生的实践能力、创新思维、团队协作等综合素质。

在实际工程中，解决金属材料与热处理相关问题不仅需要扎实的理论知识，更需要具备较强的实践能力和创新思维。然而，传统考核方式对实践能力的考核相对较少，即使有实验课程，其考核也往往侧重于实验报告的撰写和实验操作的规范性，而对学生在实验过程中发现问题、解决问题的能力以及创新思维的考查不够充分。另外，传统考核方式多以个体为考核对象，忽视了对学生团队协作能力的考核。学生在学习过程中缺乏团队协作的训练和考核，毕业后在工作中可能难以适应团队合作的工作模式，影响工作效率和项目进展。

3. 基于多赛道竞赛的课程教学改革实践

3.1. 基于多赛道竞赛进行教学方法改革

3.1.1. 项目式教学在竞赛相关课程中的应用

在《金属材料与热处理》课程中，以竞赛项目为载体实施项目式教学，能够有效提升学生的学习积极性和实践能力。首先，教师详细介绍项目背景和要求，然后将学生分成若干小组，每个小组负责完成项目的各个环节。在这个过程中，学生需要自主查阅大量的文献资料，了解项目选用材料的特性，掌握各种工艺的优缺点和适用范围，运用所学的知识进行分析和判断。

在项目实施过程中，教师作为指导者，为学生提供必要的技术支持和指导。当学生在材料选择上遇到困难时，教师引导学生分析项目选用材料的力学性能、铸造性能以及成本等因素，帮助学生选择最适合的材料。在工艺方案制定阶段，教师鼓励学生提出多种方案，并通过模拟仿真软件对不同方案进行分析和比较，选择最优方案。通过这样的项目式教学，学生不仅能够深入理解和掌握金属材料与热处理相关的知识和技能，还能培养解决实际工程问题的能力、团队协作能力和创新思维。

3.1.2. 小组合作学习促进竞赛团队协作能力培养

为了培养学生在竞赛中的团队协作能力，在《金属材料与热处理》课程教学中积极组织学生进行小组合作学习。在涉及大赛相关内容教学时，教师根据学生的学习能力、性格特点和兴趣爱好等因素，将学生合理分组，每组 4~6 人。教师给定一个分析项目。每个小组的学生需要共同完成项目中的一系列任务。

在小组合作学习过程中，学生们明确各自的分工。学生们在小组内密切沟通和协作，共同解决遇到的问题。在项目实施过程中，学生们相互交流观察结果和分析思路。通过小组合作学习，学生们学会了倾听他人的意见和建议，学会了发挥自己的优势，弥补他人的不足，提高了团队协作能力、沟通交流能力和问题解决能力，为在竞赛中取得优异成绩奠定了坚实的基础。

3.1.3. 线上线下混合式教学助力竞赛知识学习

充分利用线上教学资源 and 线下课堂教学相结合的方式，为学生提供丰富的竞赛学习支持[6]。教师依托学校的在线课程平台，如超星学习通、雨课堂等，上传大量与竞赛相关的教学视频、期刊文献、课件、案例分析等学习资源。学生可以根据自己的学习进度和需求，在课余时间自主在线学习，查阅相关的文献资料，及时巩固所学知识。

在线下课堂教学中，教师针对学生在线学习过程中遇到的问题和难点进行集中讲解和答疑。组织学生进行小组讨论和案例分析，让学生运用所学知识进行原因分析和解决方案的制定。通过线上线下混合式教学，学生能够更加灵活地学习竞赛相关知识，提高学习效率，同时也能够培养学生的自主学习和解决实际问题的能力。

3.2. 实践教学环节创新

3.2.1. 建设与竞赛配套的实践教学平台

为了支持多赛道竞赛活动,学校在实验室设备更新和实训基地建设方面投入了大量资源,取得了显著的成果。在实验室建设方面,学校为《金属材料与热处理》课程实验室购置了一系列先进的实验设备,如高精度的扫描电子显微镜(SEM)、X射线衍射仪(XRD)、电子万能试验机、金相显微镜等。这些设备不仅能够满足学生在课程实验中的需求,还为学生参加竞赛提供了有力的技术支持。

学校积极加强与企业的合作,建立了多个稳定的实训基地。与某知名铸造企业合作建立了铸造实训基地,学生可以在该实训基地进行实际的铸造生产实习,了解铸造企业的生产流程、工艺控制和质量管理等方面的实际情况。与某材料检测机构合作建立了材料性能检测实训基地,学生可以在该基地学习和掌握各种材料性能检测方法和设备的使用,为参加热处理大赛和金相大赛等提供实践支持。通过这些实训基地的建设,学生能够更好地将理论知识与实践相结合,提高自己的工程实践能力和综合素质。

3.2.2. 开展基于竞赛的实践项目训练

紧密围绕各大赛的内容和要求,设计和开展丰富多样的实践项目训练,以提高学生的实践能力和竞赛水平。在铸造大赛方面,设计了“复杂结构铸件的铸造工艺优化”实践项目。学生以小组为单位,首先对复杂结构铸件的形状、尺寸、性能要求等进行详细分析,然后运用所学的铸造知识,制定多种铸造工艺方案,包括铸型材料选择、浇注系统设计、铸造工艺参数确定等。在制定方案的过程中,学生需要综合考虑各种因素,如铸件的质量、生产效率、成本等。制定好方案后,学生利用实验室的铸造设备进行实际的铸造操作,将理论方案转化为实际的铸件。

针对金相大赛,开展了“不同热处理工艺对金属材料金相组织的影响研究”实践项目。学生选择不同的金属材料,如碳钢、合金钢、铝合金等,对其进行不同的热处理工艺,如退火、正火、淬火、回火等。在热处理过程中,学生严格控制热处理工艺参数,确保实验的准确性和可重复性。热处理完成后,学生运用金相试样制备技术,制备出高质量的金相试样。然后,学生利用金相显微镜和其他分析仪器,对金相试样的组织进行观察和分析,记录不同热处理工艺下金属材料的金相组织特征和变化规律。通过这个实践项目训练,学生能够熟练掌握金相分析技术,为参加金相大赛奠定坚实的基础。

3.2.3. 引入企业导师参与实践教学指导

积极邀请企业专家参与《金属材料与热处理》课程的实践教学指导,为学生带来了丰富的行业实际经验和前沿技术知识。邀请校友铸造企业的高级工程师作为铸造大赛实践项目的指导教师。在实践项目开始前,企业导师首先为学生介绍了当前铸造行业的发展趋势和市场需求,让学生了解铸造技术在实际生产中的应用现状和发展方向。在项目实施过程中,企业导师针对学生遇到的实际问题,为学生提供了专业的指导和建议。企业导师还为学生讲解了企业中常用的铸造工艺和设备,以及质量控制和管理方法,使学生对铸造生产的实际流程和要求有了更深入的了解。

在热处理大赛实践项目中,邀请科研合作的热处理企业的技术骨干作为指导教师。企业导师为学生介绍了企业中先进的热处理工艺和设备,以及这些工艺在实际生产中的应用案例。在学生制定热处理工艺方案时,企业导师从实际生产的角度出发,为学生提供了工艺参数选择、设备操作注意事项等方面的指导,使学生的方案更加符合实际生产的要求。在学生进行热处理实验操作时,企业导师现场指导学生正确使用热处理设备,确保实验的安全和顺利进行。通过企业导师的参与,学生不仅能够学到实用的专业知识和技能,还能了解行业的实际需求和发展动态,为未来的职业发展做好充分准备。

3.3. 课程考核评价体系改革

3.3.1. 构建多元化的考核评价指标

为了全面评价学生在《金属材料与热处理》课程中的学习效果和能力，构建了多元化的考核评价指标体系，将竞赛成绩、实践操作、课堂表现、项目报告等纳入其中。

竞赛成绩在考核评价中占据重要比重，根据学生在竞赛中的表现进行评分。对于在竞赛中获得优异成绩的学生，给予较高的分数奖励，以鼓励学生积极参与竞赛，提高自己的实践能力和创新能力。实践操作能力是考核评价的重要内容之一。在课程实验教学和基于竞赛的实践项目训练中，全面考核学生的实验操作的规范性、熟练程度，仪器设备的使用能力，以及实验数据的处理和分析能力等。课堂表现也是考核评价的一部分，包括学生的课堂参与度、回答问题的积极性和准确性、小组讨论中的表现等。在课堂讨论中，积极参与讨论、提出有价值观点和建议的学生，将获得较高的课堂表现分数。项目报告是学生对实践项目或竞赛项目的总结和反思，通过项目报告可以考核学生的综合能力，包括对知识的运用能力、分析问题和解决问题的能力、文字表达能力等。要求学生在项目报告中详细阐述项目的背景、目标、实施过程、结果分析和结论等内容，同时对项目中遇到的问题和解决方法进行总结和反思。教师根据项目报告的内容完整性、科学性、逻辑性和创新性等方面进行评分。

3.3.2. 过程性评价在竞赛课程中的实施

在《金属材料与热处理》课程的竞赛相关教学中，实施过程性评价，注重对学生学习过程的监控和反馈，以提高学生的学习效果。定期布置作业，包括理论知识作业和实践作业。理论知识作业主要考查学生对课程知识点的理解和掌握程度，要求学生运用所学知识进行解答。实践作业则结合竞赛项目和实践教学内容，要求学生完成实验报告、工艺方案设计、数据分析报告等。教师及时批改作业，对学生的作业情况进行详细评价和反馈，指出学生存在的问题和不足之处，并提出改进建议。

组织学生进行小组讨论，在课堂教学和实践项目实施过程中，设置一些具有启发性和挑战性的问题，让学生分组进行讨论。在讨论过程中，学生们可以相互交流观点和想法，共同探讨问题的解决方案。教师参与到小组讨论中，观察学生的表现，引导学生进行深入思考，培养学生的团队协作能力和沟通能力。每次小组讨论后，要求小组提交讨论报告，总结讨论的内容和结果，教师根据讨论报告和学生在讨论中的表现进行评价。

3.3.3. 评价结果反馈与教学改进

根据考核评价结果，及时向学生反馈评价情况，让学生了解自己在学习过程中的优势和不足，促进学生的自我反思和改进。在竞赛成绩公布后，教师组织学生进行竞赛总结和反思，分析学生在竞赛中取得成绩和存在问题的原因，鼓励学生分享自己在竞赛中的经验和收获。在实践操作和项目报告评价方面，教师详细批改学生的实验报告和项目报告，在报告上标注出学生存在的问题和错误，并给出具体的修改建议。教师还会组织学生进行实验报告和项目报告的互评，让学生相互学习和借鉴，提高学生的报告撰写水平和分析问题的能力。通过互评，学生可以从不同的角度看待问题，拓宽自己的思路，同时也能培养学生的批判性思维和沟通能力。

根据考核评价结果，及时调整教学内容和教学方法，实现教学质量的持续改进。如果发现学生在某个知识点或技能方面存在普遍的问题，教师会在后续的教学加强相关内容的讲解和练习，增加案例分析和实践操作的环节，帮助学生加深对知识的理解和掌握。如果发现某种教学方法效果不佳，教师会及时调整教学策略，尝试采用其他更有效的教学方法，如采用项目式教学、小组合作学习、案例教学等，以提高教学效果。通过不断地根据评价结果进行教学改进，使《金属材料与热处理》课程的教学质量不断提升，更好地满足学生的学习需求和工程认证的要求。

4. 改革实践效果与分析

4.1. 学生学习效果提升

4.1.1. 学生竞赛成绩分析

在课程改革实施后，学生在铸造大赛、金相大赛、材料微观之美大赛和热处理大赛中的成绩取得了显著进步。以铸造大赛为例，改革前学生在国家级以上赛事中的获奖率较低，仅为 66.7%，且获奖等级多集中在三等奖。改革后，学生在国家级以上赛事中的获奖率提升至 100%，其中一等奖和二等奖的获奖比例也有明显增加(如图 1)。在金相大赛中，改革前学生在辽宁省金相大赛和全国大学生金相大赛上获奖较少，在省赛中进入决赛的人数有限。改革后，学生在金相试样制备的质量和金相组织分析的准确性方面都有了大幅提高，进入省赛和全国大学生金相大赛决赛的人数分别增长了 2 倍和 3.5 倍，获奖总人数数量也显著增加(如图 2)。

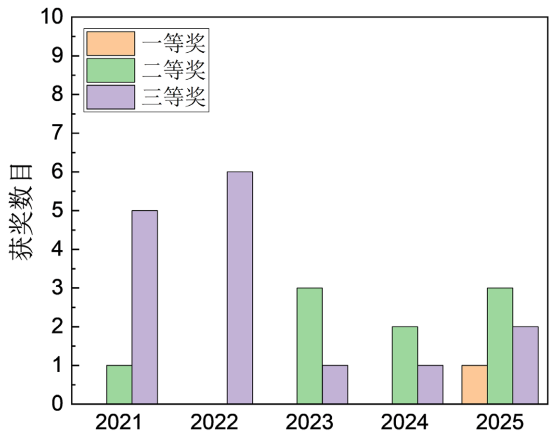


Figure 1. Statistical summary of awards from the national foundry process design competition over the years
图 1. 全国铸造工艺设计大赛历年获奖统计

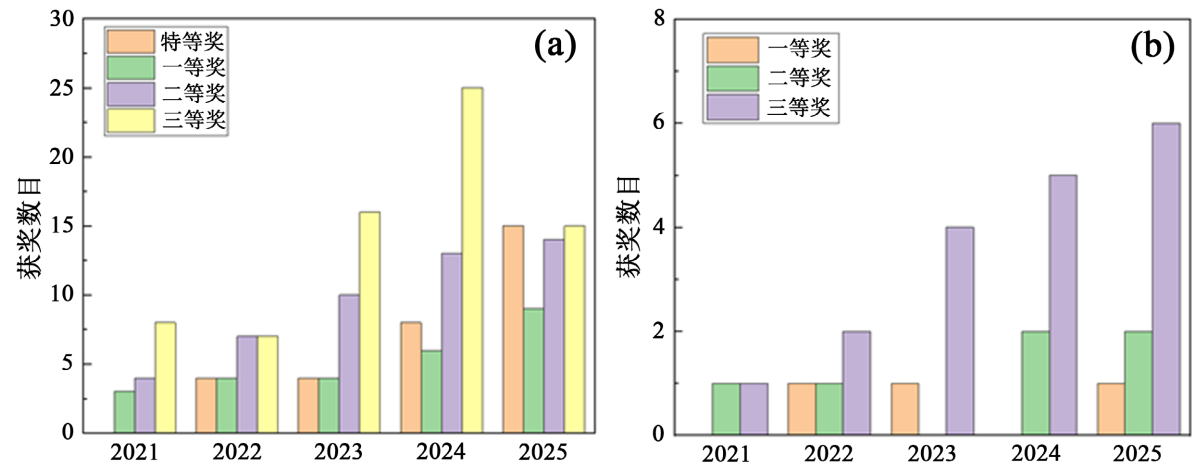


Figure 2. Statistical summary of awards from the metallographic competition over the years: (a) Statistical results of provincial competitions; (b) Statistical results of national competitions
图 2. 金相大赛历年获奖统计: (a) 省赛统计结果; (b) 全国比赛统计

材料微观之美大赛中，改革前学生的参赛作品在创新性和艺术性方面有所欠缺，获奖作品数量较少。改革后，学生充分发挥创新思维，将材料科学知识 with 艺术审美相结合，参赛作品的质量得到了评委的高

度认可，获奖数量大幅增加(如图 3 所示)。在热处理大赛中，改革前学生在制定热处理工艺方案和实际操作中存在较多问题，成绩不够理想。改革后，学生通过参与基于竞赛的实践项目训练，对热处理工艺的理解和掌握更加深入，在大赛中能够准确制定工艺方案，熟练操作热处理设备，成绩得到了明显提高，获奖率从改革前的 20% 提升至 60% (获奖统计如图 4 所示)。经过对学生参加各个赛道的比赛结果初步统计，学生参与专业相关的学科竞赛获奖数量同比增长 40%。

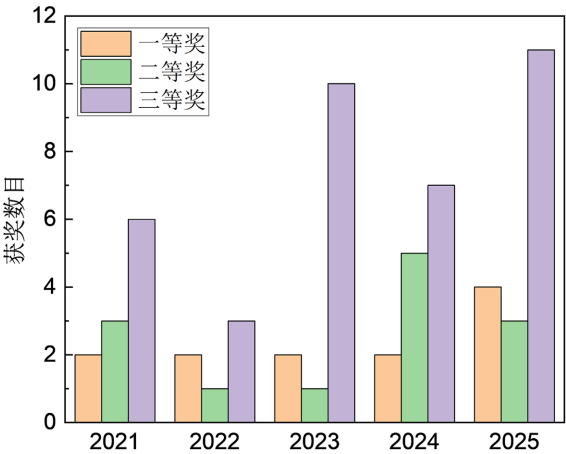


Figure 3. Statistical summary of awards from the material microcosmic beauty competition over the years
图 3. 材料微观之美大赛历年获奖统计

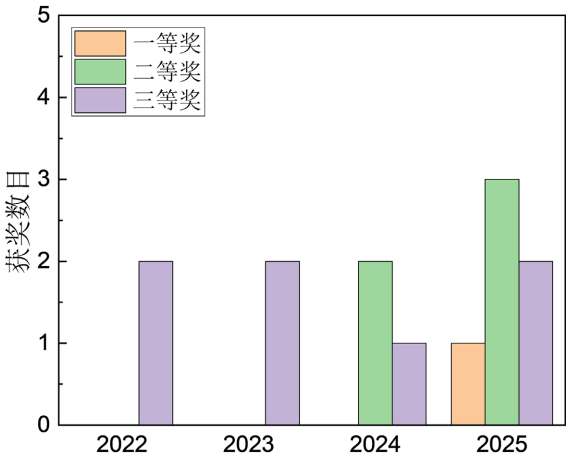


Figure 4. Statistical summary of awards from the heat treatment competition over the years
图 4. 热处理大赛历年获奖统计

4.1.2. 课程考试成绩对比

对比课程改革前后学生的《金属材料与热处理》课程考试成绩，发现改革后学生的平均成绩有了显著提高。改革前，学生的平均成绩为 71 分，其中优秀(90 分及以上)率为 6.1%，及格(60 分及以上)率为 75.1%。改革后，学生的平均成绩提升至 76.1 分，优秀率提高到 10.4%，及格率提升至 100%，如图 5 所示。从成绩分布来看，改革前成绩主要集中在 60~85 分区间，而改革后成绩在 70~89 分和 90 分以上区间的人数明显增加。在关于金属材料热处理工艺选择和分析题中，改革前学生的平均得分率仅 65%，改革后提高到了 80%，这说明学生能够更好地运用所学知识，根据具体的工程要求选择合适的热处理工艺，并对工艺的原理和影响进行深入分析。改革后，该课程学生考整体考核优良率提升 15.6%。

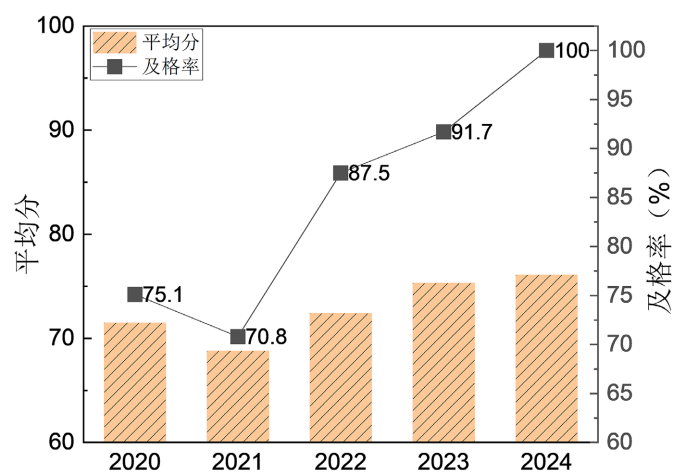


Figure 5. Statistical summary of academic performance in the course “metal materials and heat treatment” over the past five years

图 5. 《金属材料与热处理》课程近五年成绩统计

4.2. 毕业生岗位适应能力提升的实证分析

毕业生在航空航天制造领域相关岗位的适应能力增强，是本次课程改革的核心成果之一。为精准验证这一结论，课题通过毕业生跟踪调查、典型校友案例分析两种方式开展实证研究，收集有效数据与案例，形成多维度的论证支撑。

4.2.1. 毕业生跟踪调查数据

课题选取 2020 届(改革前)、2022 届(改革后首批完整受益)、2023 届(改革深化后)三届毕业生作为调查对象，每届抽取 50 名在航空航天制造企业(如沈阳飞机工业集团、中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司、航天科工集团某研究院等)从事材料成型、热处理工艺、质量检测等相关岗位的毕业生进行问卷与访谈调查，核心聚焦“岗位适应周期”“核心技能匹配度”“问题解决能力”三个关键指标，结果如表 1 所示：

Table 1. Data from graduate follow-up surveys

表 1. 毕业生跟踪调查数据

指标	2020 届(改革前)	2022 届(改革后)	2023 届(改革深化后)	提升幅度(2023 vs 2020)
岗位独立胜任周期	平均 3.8 个月	平均 2.1 个月	平均 1.7 个月	缩短 55.3%
核心技能匹配度	68%	85%	92%	提升 35.3%
复杂工程问题解决能力评分(10 分制)	6.2 分	7.9 分	8.6 分	提升 38.7%

此次调查中，89%的 2023 届毕业生反馈：“课程中基于竞赛的实践项目(如航空零件铸造工艺优化、热处理工艺参数调试)与当前岗位工作高度契合，入职后能快速上手核心任务”；76%的毕业生表示，竞赛中培养的“方案设计 - 实验验证 - 问题修正”闭环思维，使其在处理生产中的材料性能波动、工艺缺陷等问题时更具系统性。

4.2.2. 典型校友案例分析

- 案例 1：2022 届毕业生李某，现就职于某航空零部件制造企业，担任铸造工艺工程师。在校期间，

他参与铸造大赛时完成的“复杂航空支架铸件工艺优化”项目，与入职后负责的“发动机叶片毛坯铸造工艺改进”任务高度相关。他利用竞赛中掌握的“铸件缺陷模拟分析-工艺参数调整-实验验证”方法，成功解决了叶片毛坯铸造中的缩孔、砂眼问题，使产品合格率从 82% 提升至 95%。其主管评价：“他对铸造工艺的理解不仅停留在理论层面，更具备实际解决问题的能力，这种‘来之能战’的素质在行业内非常稀缺。”

- 案例 2：2023 届毕业生王某，现就职于某航天材料检测机构，从事金相分析工作。在校期间，她多次参与金相大赛，积累了丰富的金相试样制备、显微组织分析经验。入职后，她负责某新型航天合金材料的金相检测项目，面对复杂的合金组织形态，她快速运用在校期间掌握的分析方法，准确识别出组织中的第二相粒子分布特征，并结合热处理工艺分析其对材料力学性能的影响，为该材料的工程应用提供了关键数据支持。她反馈：“金相大赛的训练让我对不同热处理状态下材料的组织变化规律了如指掌，入职后面对陌生材料也能快速找到分析思路，这大大缩短了我的适应周期。”

上述实证数据与典型案例均表明，多赛道竞赛赋能的课程改革，通过强化理论与实践的深度融合、培养学生的工程思维与核心技能，显著提升了毕业生在航空航天制造领域相关岗位的适应能力，使毕业生能够快速对接岗位需求、独立解决实际工程问题，充分体现了工程认证“培养符合行业需求的高素质工程人才”的核心目标。

4.3. 教师教学能力与专业发展

4.3.1. 教师在竞赛指导中的能力提升

在指导学生参加竞赛的过程中，教师的专业知识得到了显著更新。随着竞赛内容不断融入新材料、新工艺、新技术，教师需要不断学习和研究，以更好地指导学生。通过学习和研究，教师不仅能够指导学生解决竞赛中的问题，还将这些新知识融入到课堂教学中，使教学内容更加丰富和前沿。教师的实践指导能力也得到了锻炼。在竞赛实践环节，教师需要现场指导学生操作设备、解决实际问题，这对教师的实践经验和操作技能提出了更高的要求。通过不断的实践指导，教师的实践能力得到了很大提升，能够更好地将理论知识与实践相结合，为学生提供更有效的指导。

4.3.2. 教师参与课程改革的成果与收获

在课程改革过程中，教师取得了一系列教学成果。在教学论文发表方面，教师结合课程改革的实践经验，撰写并发表了多篇教学研究论文。这些论文围绕多赛道竞赛赋能课程改革的实践与探索、教学方法创新、实践教学改革等主题展开，总结了课程改革的经验和教训，提出了一些具有创新性的教学理念和方法，为其他教师提供了参考和借鉴。在教学项目立项方面，教师积极申报与课程改革相关的教学项目，获得了多项校级和省级教学项目立项。通过参与课程改革，教师的教学水平和专业素养得到了显著提升，为学校的教学改革和人才培养做出了积极贡献。

5. 问题与展望

5.1. 进一步深化竞赛与课程的融合

为了进一步深化竞赛与课程的融合，应拓展竞赛项目与课程内容的融合深度和广度。在融合深度上，开发更多与竞赛相关的课程模块，将竞赛中的关键知识点和技能进行系统梳理和整合，形成专门的课程模块进行教学。在融合广度上，加强不同竞赛项目之间以及竞赛与其他专业课程之间的交叉融合。组织跨竞赛项目的综合实践活动，如将铸造大赛、热处理大赛和金相大赛的内容进行整合，开展“金属材料综合性能提升”实践活动，要求学生综合运用铸造、热处理和金相分析等知识，解决实际问题，培养学生的综合能力和跨学科思维。推动竞赛与其他专业课程融合，将《金属材料与热处理》课程与材料成

型原理、模具设计等课程相结合,开展综合性的项目实践,使学生能够从更全面的角度理解和应用专业知识,提高学生解决复杂工程问题的能力。

5.2. 加强与行业企业的合作,提升课程的实用性

进一步加强与行业企业的合作,引入企业实际项目和技术标准,是提升《金属材料与热处理》课程实用性的关键举措。学校应积极与材料成型及控制工程领域的企业建立长期稳定的合作关系,开展产学研合作项目。邀请企业技术人员参与课程教学,将企业实际生产中的项目和案例引入课堂,让学生了解行业的实际需求和发展动态。企业技术人员可以分享他们在金属材料应用和热处理工艺方面的实际经验,使学生能够接触到真实的工程场景和问题。

在课程内容中融入企业的技术标准和规范,使学生掌握行业认可的操作方法和质量要求,提高学生的职业素养和就业竞争力。学校还可以与企业共建实习实训基地,为学生提供更多的实践机会,让学生在企业实际生产环境中锻炼自己的实践能力,毕业后能够更快地适应工作岗位的要求。

5.3. 利用信息技术手段优化课程教学与竞赛指导

利用大数据、人工智能、虚拟现实等信息技术手段,能够有效改进课程教学方法和竞赛指导方式,提高教学效果和竞赛水平。在课程教学方面,借助大数据技术,收集和分析学生的学习行为数据,了解学生的学习习惯、知识掌握情况和学习需求,为教师提供个性化教学的依据。教师可以根据大数据分析结果,调整教学内容和教学方法,为不同学生提供针对性的学习建议和辅导。利用人工智能技术开发智能教学辅助系统,如智能答疑系统、智能作业批改系统等,提高教学效率和质量。通过虚拟现实技术,创建虚拟实验室和虚拟教学场景,让学生在虚拟环境中进行实验操作和实践学习。

在竞赛指导方面,利用信息技术手段为学生提供丰富的竞赛资源和在线指导平台。建立竞赛资源库,收集整理各类竞赛的历年优秀作品、技术资料等,供学生学习和参考。搭建在线指导平台,教师可以通过平台实时与学生进行沟通和交流,为学生提供竞赛指导和建议,解答学生在竞赛过程中遇到的问题。利用虚拟现实和增强现实技术,让学生在虚拟环境中进行竞赛模拟训练,提高学生的竞赛技能和应对能力。

6. 结语

本研究通过多赛道竞赛赋能《金属材料与热处理》课程改革,取得了一系列显著成果。在教学内容方面,根据铸造大赛、金相大赛、材料微观之美大赛和热处理大赛的需求,对课程内容进行了优化,使教学内容与实际应用紧密结合,提高了学生的学习兴趣和学习积极性。多赛道竞赛赋能的课程改革有效提升了学生对金属材料成分-组织-性能-工艺关系的认知水平,强化了工程实践能力与创新思维意识,提升了毕业生在航空航天制造领域相关岗位的适应能力,实现了工程认证对人才培养质量的核心要求。

未来将对参与课程改革的学生毕业后的职业发展进行长期跟踪,了解课程改革对学生未来发展的持续影响,为课程改革的进一步优化提供更全面、更准确的依据;深入探索竞赛与课程融合的机制和模式,不断创新教学方法和手段,充分发挥竞赛在培养学生创新能力和实践能力方面的作用,推动《金属材料与热处理》课程教学质量的持续提升,为培养更多适应新时代需求的高素质材料成型及控制工程专业人才做出更大贡献。

基金项目

沈阳航空航天大学本科教学改革研究项目(JG251101A3);辽宁省研究生教育教学改革研究项目(LNYIG2023071)。

参考文献

- [1] 万见峰. 工程教育质量认证对金属材料模块课程的规范化与牵引作用研究[J]. 教学学术, 2022(1): 48-63.
- [2] 包全合, 陈双双. 基于 OBE 理念的金属材料热处理课程教学改革[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2025, 42(3): 60-62.
- [3] 于景媛, 李强, 刘伟东, 等. 《金属学与热处理》课程教学改革初探[J]. 实验科学与技术, 2014, 12(4): 183-185.
- [4] 谢芋江, 周培山, 温飞娟, 等. 人工智能赋能“金属材料及热处理”课程教学改革初探[J]. 金属热处理, 2025, 50(3): 250-254.
- [5] 倪俊杰, 王文宏, 贾正锋, 等. “金属热处理原理与工艺”课程建设及教改实践[J]. 中国科教创新导刊, 2013(32): 38-39.
- [6] 熊峰, 周炜, 邓辉, 等. 基于超星学习通的混合教学模式在“金属热处理原理与工艺”课程的改革与实践[J]. 金属热处理, 2025, 50(8): 309-313.