

面向航空发动机制造的高温合金材料课程教学创新：从理论到工艺实践

闫学伟¹ 李珊珊² 孙德建³ 赵钊¹ 文振华¹

1. 郑州航空工业管理学院航空发动机学院 河南省郑州市 450046

2. 郑州航空工业管理学院商学院 河南省郑州市 450046

3. 郑州航空工业管理学院材料学院 河南省郑州市 450046

摘 要：随着航空工业的飞速发展，航空发动机作为飞机的核心，对其性能的要求越来越高。高温合金材料因其优异的高温性能、耐腐蚀性和力学性能，成为航空发动机制造中的关键材料。本文探讨了面向航空发动机制造的高温合金材料课程的教学创新，旨在将理论知识与工艺实践紧密结合，培养学生的实际应用能力和创新思维。通过对课程内容、教学方法和实践环节的改革，提高学生对高温合金材料的理解和掌握，为航空发动机制造领域培养高素质的专业人才。

关键词：面向航空发动机制造的高温合金材料课程；教学创新；理论到工艺实践

我国在高温合金材料的研究与应用方面与发达国家相比仍存在一定差距。为提升我国航空发动机制造水平，培养具备实际应用能力和创新思维的高素质专业人才，有必要对高温合金材料课程进行教学创新。本文以面向航空发动机制造的高温合金材料课程为研究对象，通过对课程内容、教学方法和实践环节的改革，实现理论知识与工艺实践的紧密结合。

1. 课程教学方法的创新

1.1 多元化教学手段的应用

1.1.1 多媒体教学资源的整合与利用

为提高课程教学效果，我们将多媒体教学资源作为教学的重要辅助手段。通过整合国内外优质教育资源，构建包含文字、图片、视频、动画等多种形式的教学素材库。教师可以根据教学需求，灵活选择和运用这些资源，使教学内容更加生动形象，提高学生的学习兴趣 and 积极性。整理编写相关的高温合金材料教材，为学生提供理论知识的系统学习^[1]。收集和制作高温合金材料结构、性能、生产工艺等方面的图片，便于学生直观了解材料特性。制作高温合金材料生产、加工、检测等环节的视频，让学生了解实际生产过程。运用动画技术展示高温合金材料微观结构、性能变化等，增强学生的感性认识。

1.1.2 虚拟实验室和仿真软件的引入

为了让学生更好地理解和掌握高温合金材料的制造工艺，可以引入虚拟实验室和仿真软件。构建虚拟高温合金材料实验室，提供实验操作、数据采集、结果分析等功能。学生可以在线完成实验，提高实践操作能力。引入先进的仿真软件，如 ANSYS、COMSOL 等，模拟高温合金材料在高温、高压等极端条件下的性能表现。学生可以了解材料在不同工况下的行为，为后续研究和应用提供理论依据。

1.2 问题导向式教学法的实施

1.2.1 设计与实际工程问题相关的案例

为了提升学生对高温合金材料在航空发动机制造中的应用理解，课程教学中我们特别注重设计与实际工程问题相关的案例。这些案例来源于航空发动机制造中的真实场景，包括高温合金材料的选型、性能优化、工艺挑战等^[2]。案例的设计旨在使学生能够将理论知识与实际应用紧密结合，提高解决实际问题的能力。例如，某型航空发动机涡轮叶片的设计与高温合金材料选择；高温合金材料在发动机燃烧室部件中的应用及热处理工艺；高温合金材料的焊接技术与质量控制等案例。

1.2.2 引导学生通过自主探究和小组讨论解决问题

在实施问题导向式教学法的过程中，教师不再是知识

的灌输者,而是学生学习的引导者和促进者。教师根据案例,提出具有挑战性的问题,激发学生的求知欲和探索精神。学生根据问题,查阅资料、分析案例,尝试独立解决问题。教师将学生分组,就自主探究过程中遇到的问题进行讨论,分享各自的见解和思路。各小组汇报讨论成果,教师和学生共同评价,总结经验教训。将理论知识应用于实际操作,如高温合金材料的制备、性能测试等,巩固所学知识。

1.3 项目驱动式教学法的实践

1.3.1 以实际工程项目为背景,让学生参与项目的设计与实施

为了让学生更好地理解高温合金材料在航空发动机制造中的应用,教师可以选择一些具有代表性的实际工程项目作为教学案例。这些项目可以是国内外知名航空发动机制造商正在进行的研发项目,或者是我国航空发动机制造领域内的重点工程项目^[3]。在项目驱动式教学中,教师可以引导学生分组,每组负责一个具体的项目环节。学生需要根据项目需求,设计高温合金材料的相关方案,如材料选择、工艺参数设定等。同时,学生还需负责项目实施过程中的数据收集、分析及优化调整。

1.3.2 培养学生的团队协作能力和工程实践能力

项目驱动式教学要求学生分组合作,共同完成项目任务。在这个过程中,教师应引导学生学会沟通、协调、分工合作,培养他们的团队协作能力。教师可以定期组织小组讨论,让学生就项目进展、遇到的问题及解决方案进行交流;安排小组间互评,让学生学会从他人的角度审视问题,提高团队协作意识;鼓励学生主动承担责任,培养他们的责任感和担当精神。项目驱动式教学旨在让学生将理论知识与实际工程相结合,提高他们的工程实践能力。教师可以安排实地考察,让学生亲身感受高温合金材料在航空发动机制造中的应用;邀请行业专家进行讲座,分享实际工程经验,拓宽学生的视野;组织学生参与实验室实验,让他们亲手操作实验设备,掌握实验技能。

2. 工艺实践教学环节的设计

2.1 实验教学内容的优化

2.1.1 开设与高温合金材料性能测试和制备工艺相关的实验

通过实验,使学生掌握高温合金材料的力学性能、热性能、耐腐蚀性能等关键性能测试方法,如拉伸试验、

压缩试验、高温持久试验、高温疲劳试验、抗氧化试验等。通过实验,使学生了解和掌握高温合金材料的熔炼、铸造、热处理、焊接等关键制备工艺,如真空熔炼、真空铸造、热处理工艺、焊接工艺等。

2.1.2 增加综合性和设计性实验的比例

将多个实验环节整合,形成一个完整的实验项目,提高学生的实验技能和综合运用知识的能力。如高温合金材料制备工艺综合实验、高温合金材料性能测试综合实验等。引导学生根据实际需求,设计并完成一个高温合金材料相关实验项目。如设计一种新型高温合金材料的制备工艺、设计一种高温合金材料的性能测试方法等。

2.2 实践教学基地的建设

2.2.1 与航空发动机制造企业合作

我们积极与国内外知名航空发动机制造企业建立合作关系,共同推进高温合金材料课程的教学改革。通过合作,企业可以为实践教学提供先进的生产设备、技术支持和实践项目,实现资源共享,提高实践教学水平。合作企业可以为我校教师提供实践培训,提高教师的专业素养和教学能力。

2.2.2 完善校内实践教学设施

根据课程需求,建设高温合金材料实验室,配备先进的实验设备,如高温炉、金相显微镜、力学性能测试仪等。与校内其他学院或企业合作,建立航空发动机制造实践基地,为学生提供真实的生产环境。结合企业需求,开发一系列实践项目,如高温合金材料的制备、性能测试、工艺优化等,提高学生的实践能力。

2.3 实习与毕业设计的改革

2.3.1 实习环节改革

安排学生到企业进行实习,使学生深入了解实际生产过程。通过与生产一线的工程师和工人交流,学生可以掌握高温合金材料的制造工艺、质量控制、生产设备等方面的知识,为今后的工作打下坚实基础。实习期间,鼓励学生参与企业项目,解决实际问题。这有助于提高学生的实际操作能力和团队协作能力,同时也有助于他们更好地理解理论知识在实际生产中的应用。

2.3.2 毕业设计环节改革

毕业设计选题紧密结合航空发动机制造中的高温合金材料应用。学生可以针对航空发动机制造中的高温合金材

料需求,探索新型材料的研究与开发。针对现有加工工艺,研究提高加工效率和产品质量的方法。对航空发动机制造中高温合金材料的应用进行分析,评估其性能和可靠性。毕业设计过程中,鼓励学生开展创新性研究。通过查阅文献、实验验证、数据分析等方法,提出具有实际应用价值的创新点。学生需将研究成果与航空发动机制造中的高温合金材料应用相结合,为我国航空发动机产业提供有益借鉴。

3. 课程考核与评价体系的创新

3.1 考核方式多元化

平时表现评价占考核总成绩的 30%。通过课堂表现、课堂提问、课堂讨论等方式,评价学生在课堂上的积极参与度和思考深度。作业评价占考核总成绩的 20%。布置与课程内容相关的作业,要求学生独立完成,并按时提交。通过作业质量,评价学生的知识掌握程度和自主学习能力。实验报告评价占考核总成绩的 25%。要求学生在实验过程中认真记录实验数据,撰写实验报告。通过实验报告,评价学生的实验操作技能、数据分析能力和问题解决能力。考试评价占考核总成绩的 25%。采用闭卷或开卷考试形式,考察学生对课程知识的掌握程度。考试内容应包括理论知识、实际应用和创新能力等方面。

3.2 注重实践能力和创新思维的考核

实践能力考核占考核总成绩的 30%。通过实验、实习、课程设计等环节,评价学生的实践操作技能、团队协作能

力和工程应用能力。创新思维考核占考核总成绩的 20%。鼓励学生在课程学习中提出创新性观点,通过课堂讨论、课程论文等形式,评价学生的创新意识和创新能力。

4. 结论

高温合金材料在航空发动机制造中具有至关重要的作用,对其进行深入研究与教学创新具有重要意义。教学创新有助于提高学生对高温合金材料的理解和掌握,培养学生的实际应用能力和创新思维。教学创新能够促进航空发动机制造领域高素质专业人才的培养,为我国航空工业的发展提供有力支持。在今后的教学实践中,应继续深化教学创新,不断完善课程内容,提高教学质量,为我国航空发动机制造领域培养更多优秀人才。

参考文献:

- [1] 王海鹏,常健. 液态金属结构与性质教学中的课程思政[J]. 物理与工程,2022,32(06):183-188.
- [2] 褚旭阳. 高温合金切削加工工艺虚拟仿真实验教学探索[J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊),2022,(11):5-8.
- [3] 孙宇博,丁坤英,路学成. “航空材料学”课程思政教学设计与思考[J]. 广西物理,2022,43(02):257-260.

基金项目:

1. 郑州航院教育教学改革研究与实践项目(zhjy24-05)
2. 河南省高等教育教学改革研究与实践项目(研究生教育类)(2023SJGLX019Y)