

无机非金属材料工艺学数智课程建设初探

郝春来

营口理工学院，辽宁省营口市，115100；

摘要：数字智能时代对传统工科课程教学提出了新的要求。本文围绕《无机非金属材料工艺学》课程，研究其数智化建设的实施路径。课程通过重构教学内容体系，建立了理论教学+虚拟实训+产业案例的教学模式，并依托线上平台开展混合式教学。注重将地方产业特色融入教学实践，重点培养学生的工程思维和创新能力，为同类课程的数智化转型提供可借鉴的经验。

关键词：无机非金属材料；数智课程；教学创新；工程教育

DOI：10.64216/3080-1516.26.01.005

引言

在当前教育数字化战略行动背景下，工科课程教学正经历深刻变革。《无机非金属材料工艺学》作为材料领域的核心课程，其教学内容包含了多种材料的制备工艺与工程应用，过去教学方式很难充分展现工艺流程的复杂性和工程实践的综合性。如何通过数智化手段提升教学效果，培养学生的工程素养和实践能力，成为课程建设需要进一步解决的问题。笔者将根据自身的教学经验，探讨该课程数智化建设的实施方案与特色创新，以促进课程质量与教学效果的有效提升。

1 课程建设背景与现实需求

当前，无机非金属材料产业正面临转型升级的关键时期，生产工艺持续革新，产品性能要求日益提高，这对专业人才的知识结构和实践能力提出了更高标准。但过去的《无机非金属材料工艺学》课程教学却显现出一些不适应之处：教材内容更新速度难以跟上技术发展步伐，一些生产工艺的讲解方面还只是文字描述和静态图展示；课堂教学也是以理论讲授为主，学生对复杂的工艺流程、设备运行原理等抽象概念缺乏直观感受；实践教学环节因设备、场地和安全等因素限制，难以让学生充分动手操作和深入理解。特别是在呈现高温窑炉内部反应过程、材料微观结构演变等动态环节时，如果仅仅依靠教师的口头描述和二维图片，让学生很难建立清晰的认识。这在一定程度上影响了学生解决复杂工程问题能力的培养。

面对这些现实困境，推进课程的数智化转型成为必然选择。数智课程“是利用互联网、知识图谱、人工智能等新技术新手段，赋能课程建设与运行，细化知识颗粒度，具象知识网络，扩展资源手段，提高课程学习自适应性，融合形成的多路径、个性化、智能化新型课程

模式。通过引入数字化教学资源，构建虚拟仿真平台，能够将抽象的生产流程转化为可视化的动态模型，将难以实地观察的工艺环节通过模拟操作呈现，从而拓展教学维度，提升学生的认知深度与学习效能。

2 课程内容体系的重构与优化

本次改革旨在打破原有按教材章节平铺直叙的惯例，遵循“基础共通、特色突出、产教融合”的原则，建立一个层次分明、重点突出，且能有效支撑线上线下混合式教学的知识体系。

2.1 模块化知识体系

为了解决课程内容庞杂、学生难以构建系统认知的问题，我们将原本线性的知识结构打散重组，划分为三大教学模块，形成从基础到应用、从共性到特性的递进关系。

在基础理论模块中，教师可集中讲授“成分-组织结构-工艺-性能”这一材料学科核心关系主线，利用数字资源库中的微观结构动画、性能模拟软件，将抽象的理论具象化。通过动态演示晶粒生长与气孔变化对材料强度的影响，帮助学生建立统一的理论基础，理解后续不同材料工艺设计的底层逻辑。

工艺技术模块则以此为基础，按耐火材料、陶瓷、玻璃、水泥等材料类别展开。这个模块的教学重点在于揭示各类材料制备流程中的共性单元操作与个性技术关键。同时，为每种典型工艺配备了简短的实景拍摄视频或三维虚拟仿真，让学生能“进入”生产线，直观了解从原料准备到成品产出的完整链条，特别是那些在传统课堂上难以描述的高温、动态过程。

在应用拓展模块，老师们可推送最新的行业资讯、前沿论文精选以及企业真实的技术挑战案例，引导学生探讨如环保耐火材料、特种玻璃等新材料的研发动态。

该模块内容动态更新，鼓励学生利用所学基础与工艺知识进行分析，初步培养其面向未来的技术洞察与创新意识。

2.2 特色化内容设计

课程内容的普适性必须与地方人才培养的特殊性相结合。考虑到本地以镁资源为核心的耐火材料产业集群优势，课程在保证知识体系完整的前提下，对耐火材料部分进行了显著的特色化强化设计。在基础理论部分，会频繁以镁砂、铝矾土等本地常见原料为例，分析其矿物组成与烧结特性。在工艺技术模块，耐火材料的配料计算、压制成型、高温烧结等内容被作为典型工艺范本进行精讲，并配备了详细的虚拟仿真实训，学生可以反复调整工艺参数并观察其对产品性能的影响，深化对理论的理解。

同时，还专门开发了系列本土化教学案例，结合本地某耐火材料企业产品升级的实际项目，剖析其如何通过优化原料配比与烧成制度来提升产品抗侵蚀性。这种“身边的故事”极大地激发了学生的学习兴趣，使他们真切感受到所学知识的实用价值。通过这种深度设计与融合，课程不仅传授了通用知识，更精准地为地方产业输送了具备扎实专业基础和本土产业视角的预备人才。

3 数智化教学平台的构建与应用

数智课程的建设离不开底层平台的支撑。我们的目标不是追求技术的“高精尖”，而是致力于构建一个与重构后的教学内容紧密、能够更好的提升教与学效率的数字化环境。

3.1 立体化资源建设

教师不应该还像以前一样简单使用PPT和文献的做法，而应该重点去开发与课程核心知识点一一对应的、多形态的数字化资源，以解决工艺流程“看不见、进不去、动不了”的教学困境。

对于基础概念和关键原理，可以录制5-10分钟的短视频（微课程），由教师精炼讲解，方便学生课前预习与课后复习。针对如玻璃熔窑内的液流变化、陶瓷烧结过程中的微观结构演变等动态、抽象的过程，则专门设计制作了三维动画，将书本上静态的图片和文字转化为直观的视觉印象，极大地降低了学生的理解门槛。最具特色的是围绕耐火材料等核心模块开发的虚拟仿真实验。在“镁碳砖生产工艺”仿真中，学生可以自由调整骨料与基料的配比、选择结合剂种类、设置不同的烧结温度曲线，并立即在仿真系统中观察到这些参数变化

对成品体积密度、强度等关键性能指标的影响。这种“设计-验证-反馈”的模拟训练，虽不能完全替代亲手操作，但却是弥补了实践条件的限制，让学生在实际进入实验室或工厂前，就已对工艺参数间的复杂关联建立了深刻的感性认知。

3.2 智能化教学支持

平台的价值不仅在于资源的呈现，更在于对教学过程的赋能。我们利用主流智慧教学工具（如超星学习通、雨课堂等）搭建课程空间，其核心作用是让原本“黑箱”般的学习过程变得可见、可析、可管。

课程空间成为所有教学活动的枢纽。教师通过它发布学习任务、推送定制化资源；学生则在此提交作业、参与主题讨论。平台自动记录每位学生的视频观看时长、作业完成情况、章节测验成绩以及在讨论区的发言质量，并生成个性化的学习数据报告。对于教师而言，这些数据构成了教学决策的依据。比如系统显示某一章节的在线测验正确率普遍偏低，教师便可在下次课上对此进行集中讲解；发现某位学生多次未观看教学视频，则可以及时通过平台发送提醒或进行私下沟通，实现早期预警与干预。此外，平台内置的随堂测试、弹幕互动、投稿等功能，也有效活跃了课堂气氛，使教师能实时获取教学反馈。

4 教学方法的创新与实践

课程数智化建设的成效最终需要通过教学方法落地。在重构内容与搭建平台的基础上，我们需要着力推动教学策略的转型，以学生为中心、以能力培养为导向的多元化教学实践，确保改革理念真正惠及每一位学生。

4.1 混合式教学模式

混合式教学是对教学流程的重新设计。它的核心在于将基础性、事实性的“知识传授”环节前置到线上完成，从而释放宝贵的课堂时间用于深度学习和能力培养。

具体可要求学生在课前通过教学平台完成指定微视频的观看和基础性习题。这些线上任务构成了课堂教学的“知识脚手架”。在讲授“水泥煅烧工艺”前，学生已通过动画熟悉了回转窑的内部结构和工作流程。带着这些初步认知进入课堂后，教师不再重复基础知识，而是集中精力引导学生探讨“不同矿物组成对熟料形成的影响”、“如何通过参数优化降低能耗”等更具挑战性的问题。课堂变成了研讨室和工作坊，活动形式包括小组协作解决一个虚拟工厂的工艺故障、分组辩论不同工艺路线的优劣等。这种翻转使得学生的学习变成了

主动构建,而教师角色也发生了巨大改变,显著提升了教学深度与效率。

4.2 案例驱动教学

为了弥合理论与实践的鸿沟,我们可广泛采用案例驱动教学法,将真实的工程情境引入课堂,让学生在分析与解决复杂问题的过程中,锤炼工程思维。

首先,案例的选取至关重要。需要尤其注重挖掘和改编来自本地企业的真实技术难题或项目实例。在耐火材料模块,可引入一个关于“镁碳砖在使用过程中异常熔蚀、剥落”的典型案例。教学时,先向学生展示问题背景和部分数据,引导学生从原料选择、配料计算、混练均匀性、成型压力到烧结曲线,逐层排查可能的原因。学生以小组形式开展“技术会诊”,需要查阅资料、运用热力学和材料科学原理进行计算分析,并提出改进方案,最后与企业实际采用的解决方案进行对比。这个过程不再是寻找标准答案,而是模拟工程师解决真实问题的完整流程,极大地训练了学生的综合分析能力、决策能力和创新能力。

4.3 多元化考核评价

为了更加全面、公正地衡量学生的学习成效与能力发展,教师还需要构建贯穿教学全过程的多元化考核评价体系。该体系将学习评价视为一个持续的、形成性的过程。最终成绩由多个部分构成:线上学习(包括视频观看完成度、章节测验)占一定权重,以督促学生完成课前知识储备;课堂表现(包括提问、讨论、小组汇报)反映了学生的参与度和思维活跃度;虚拟仿真实验的操作记录与报告,则评估了其流程规范性和数据分析能力;期末考核在保留必要基础知识考查的同时,大幅增加综合性与案例型试题的比例。此外,对于在案例研讨或项目中提出创新见解的学生,还设有额外的奖励分值。这种评价方式不仅减轻了学生的期末应试压力,更重要的是,它引导学生的学习重心从死记硬背转向平时的持续投入和能力积累。

5 课程特色与创新成效

经过一轮完整的教学实践,本课程的数智化建设呈现出三个鲜明特色:

一是构建了与产业发展紧密衔接的内容体系。课程在保持知识系统性的同时,特别注重将本地支柱产业中的真实案例和生产难题转化为教学素材,让学生在掌握通用原理的基础上,能够深入了解特定材料的工艺特性,

实现了人才培养与产业需求的有效对接。

二是形成了线上线下有机融合的教学模式。通过精心设计的混合式教学安排,线上资源承担起基础知识传递的功能,而课堂时间则专注于工艺优化、故障排查等高阶能力训练。这不仅拓展了教学时空,更重要的是促使学生变成为主动探索者,显著提升了教学效果。

三是建立了多元立体的评价体系。该体系将线上学习、课堂互动、虚拟实验和项目成果全部纳入考核范围,解决了过去单一试卷考核的限制。以更全面地反映了学生的综合能力以及引导学生的学习重心从应试准备转向能力积累。

从实施效果来看,最明显的改变是学生学习状态的转变。在案例分析和虚拟实训的驱动下,学生表现出更强烈的学习主动性,能够自觉运用所学知识分析并尝试解决实际工艺问题。这种从理论到实践的持续循环,使他们对工艺流程的理解更加透彻,分析和解决工程问题的能力得到实质性提升。同时,教师在开发数字资源、设计教学活动的过程中,也深化了对课程内容的理解,实现了教学能力的自我更新,形成了师生共同成长的良好局面。

6 结语

《无机非金属材料工艺学》的数智化课程建设,是顺应教育数字化发展趋势的必然要求。通过系统化的课程设计、数字资源建设与教学方法创新,有效提升了课程教学质量与学习效果。今后,课程团队将持续完善数智教学体系,深化产教融合,优化教学策略,为培养高素质工程技术人才提供有力支撑。

参考文献

- [1]赵慧君,陈守辉,李福华,等.基于TRIZ理论的无机非金属材料工艺学课程教学改革与研究[J].创新创业理论研究与实践,2024,7(15):38-42.
- [2]林蔚,李晓生,蔡琪,等.无机非金属材料工艺学课程教学改革与实践[J].高师理科学刊,2023,43(04):103-106.
- [3]曹芳成,张德,陈庆洁,等.新工科视域下《无机非金属材料工艺学》课程教学改革初探[J].广州化工,2021,49(20):140-141+178.
- [4]张志洁.基于信息化教学的无机非金属材料工艺学课程教学改革探究[J].教育信息化论坛,2020,(08):3-4.