

新工科背景下基于产学研的活页教材设计思路

——以《先进陶瓷与功能玻璃》教材为例

张欢 郝洪顺 闫爽 张晶晶 刘贵山 刘敬肖 史非
大连工业大学纺织与材料工程学院, 辽宁 大连 116034

[摘要]新工科建设对“先进陶瓷与功能玻璃”课程提出更高要求,针对传统教材内容滞后、理论与实践脱节等困境,文中以大连工业大学无机非金属材料工程专业为依托,探讨“先进陶瓷与功能玻璃”课程活页式教材的建设路径。该教材以模块化组织、动态化更新、任务化导向为核心,构建“基础-工艺-应用”三层递进内容体系,通过产教融合、科研成果转化、数智资源整合等机制,实现教材与产业、科研的同步更新。该活页式教材为破解新工科教材改革难题提供了可行方案。

[关键词]新工科;活页式教材;先进陶瓷与功能玻璃;产教融合;模块化教学

DOI: 10.33142/fme.v7i2.19289

中图分类号: G641

文献标识码: A

Design Ideas for Loose Leaf Textbooks Based on Industry University Research in the Context of Emerging Engineering Education Disciplines: Taking the Textbook "Advanced Ceramics and Functional Glass" as an Example

ZHANG Huan, HAO Hongshun, YAN Shuang, ZHANG Jingjing, LIU Guishan, LIU Jingxiao, SHI Fei

College of Textile and Materials Engineering, Dalian Polytechnic University, Dalian, Liaoning, 116034, China

Abstract: The construction of emerging engineering education disciplines has put forward higher requirements for the course of "Advanced Ceramics and Functional Glass". In response to the difficulties of outdated content and disconnection between theory and practice in traditional textbooks, this article explores the construction path of a loose leaf textbook for the course of "Advanced Ceramics and Functional Glass" based on the Inorganic Non Metallic Materials Engineering major at Dalian University of Technology. The textbook is centered around modular organization, dynamic updates, and task-based orientation, constructing a three-layer progressive content system of "foundation - process - application". Through mechanisms such as industry education integration, scientific research achievement transformation, and integration of digital and intellectual resources, the textbook is updated synchronously with industry and scientific research. This loose leaf textbook provides a feasible solution to solve the difficulties in the reform of emerging engineering education textbooks.

Keywords: emerging engineering education; loose leaf teaching materials; advanced ceramics and functional glass; integration of industry and education; modular teaching

引言

新工科建设对高等工程教育提出“应对变化、塑造未来”的时代要求,强调培养学生工程实践能力与创新思维,推动学科交叉与产教融合^[1]。“先进陶瓷与功能玻璃”作为无机非金属材料工程专业的核心课程,涵盖精细陶瓷、功能玻璃等前沿领域,具有知识更新快、学科交叉强、产业关联紧的显著特点。

大连工业大学无机非金属材料工程专业始建于 1958 年(原硅酸盐工程专业),是学校最早创建的专业之一,

秉承玻璃与陶瓷材料的传统特色,培养面向东北、辐射全国的无机材料行业高级技术人才。课程内容涉及先进结构陶瓷、功能陶瓷、特种玻璃等,要求学生掌握“制备工艺-微观结构-宏观性能-工程应用”的主线逻辑,并具备解决复杂工程问题的能力^[2,3]。

活页式教材作为一种新型教材形态,以其模块化组织、动态化更新、任务化导向的独特优势,为破解上述困境提供了可行路径^[4,5]。本文以“先进陶瓷与功能玻璃”课程为例,探讨新工科背景下活页式教材的建设理念、开发思

路与实践路径,以期材料类专业课程教材改革提供参考。

1 陶瓷与玻璃方向的教材现状

1.1 传统纸质教材的主要问题

当前“先进陶瓷与功能玻璃”课程使用的传统纸质教材主要存在以下问题:①内容更新滞后:陶瓷与玻璃领域研究进展迅速,如透明陶瓷、高熵陶瓷、柔性玻璃、量子点玻璃等新兴方向不断涌现,而传统教材编写周期长达3~5年,出版时内容已显陈旧^[6]。②知识结构封闭:教材采用线性章节结构,无法根据教学需要灵活重组,难以实现差异化选择和分层教学^[2]。③理论与实践割裂:多数教材以学科知识体系为主线,缺乏典型工作任务引导,学生难以将理论知识应用于实际问题解决。④形式单一,资源孤立:纸质教材缺乏与数字化资源的有效链接,难以适应混合式教学需求。

1.2 电子教材的局限性

电子教材以其容量大、更新快、多媒体融合等优势获得关注,但在理论与实践并重的课程中,存在以下局限:①认知体验的差异:纸质阅读能够形成“空间记忆”,陶瓷材料学习中需要反复查阅相图、工艺参数等复杂图表,纸质页面的空间定位优势明显^[7]。②深度加工的障碍:学生在纸质教材上的划线、圈点、旁注等批注行为,是思维外化和知识建构的重要方式,电子批注难以替代。③课堂互动的局限:纸质教材可作为师生互动的实体媒介,基于物理实体的即时互动流畅自然。④过程记录的缺失:纸质教材上的笔记使学习过程“可见”,便于教师精准指导。

2 专业积淀与改革机遇

大连工业大学无机非金属材料工程专业拥有深厚的

历史积淀。在王承遇教授等国家级突出贡献专家的带领下,专业1979年开始招收硕士生,1986年获得材料学硕士学位授予权,成为学校首个硕士学位授予学科。专业现为省级一流本科教育示范专业,拥有省级教学团队、省级实验教学示范中心,主干课程《无机材料科学基础》被评为省级精品教材^[8]。依托辽宁省新材料与材料改性高校重点实验室、省级“兴辽未来工匠”培育基地,专业在玻璃及玻璃表面工程、高性能陶瓷、新能源材料等方向形成了鲜明特色。这些积淀为活页式教材建设提供了坚实的学科基础与资源支撑。

3 活页式教材开发思路

《先进陶瓷与功能玻璃》活页式教材的开发思路如图1所示。该教材建设方案以能力本位、动态更新、数智融合为核心理念,紧密对接新工科人才培养目标。教材开发遵循模块化与系统性相统一、稳定性与动态性相协调、理论与实践相融合、普适性与特色化相结合的原则,确保知识体系的科学性与灵活性。内容体系采用“基础-工艺-应用”三层递进结构,划分为三大模块九个单元(见表1),紧密结合大连工业大学在玻璃及玻璃表面工程、高性能陶瓷、新能源材料等领域的专业优势,融入特种玻璃、微晶玻璃、固体电解质等特色内容。通过氧化铝陶瓷基片制备、透明陶瓷工艺设计、功能玻璃配方调控、失效案例分析等典型任务,实现理论与实践的深度融合。课程思政贯穿始终,传承王承遇教授等老一辈学者的科学精神,结合中国古代陶瓷文明与当代自主创新成就,对接“兴辽未来工匠”培育目标,培养精益求精的工匠精神和技能报国的使命担当^[9]。

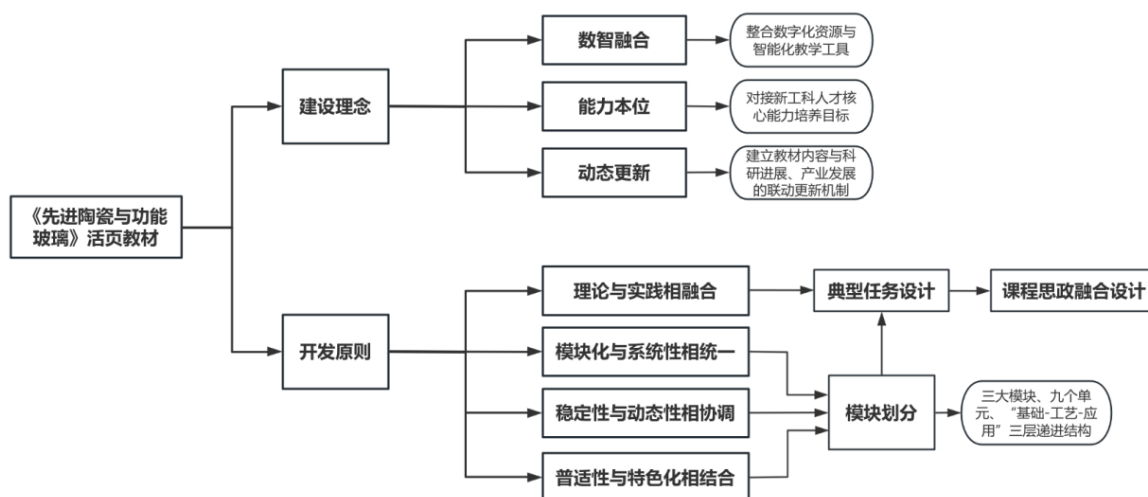


图1 《先进陶瓷与功能玻璃》活页教材的开发思路

表 1 基于三层递进结构的模块化设计内容

模块	单元名称	主要内容	活页更新方向
基础理论模块	陶瓷材料结构基础	晶体结构、相图、熔体与玻璃体	新型晶体结构
基础理论模块	扩散与相变理论	固体扩散、相变机制、固相反应	先进表征技术
制备工艺模块	粉体与成型工艺	粉体制备、成型技术、悬浮系统	增材制造技术
制备工艺模块	烧结与热处理	烧结机制、致密化、玻璃退火	先进烧结技术
制备工艺模块	性能测试与表征	力学、热学、电学、光学性能测试	原位表征技术
应用与前沿模块	先进结构陶瓷	高强高韧陶瓷、超高温陶瓷	陶瓷基复合材料
应用与前沿模块	功能陶瓷材料	压电陶瓷、透明陶瓷、固体电解质	多层陶瓷电容器
应用与前沿模块	特种功能玻璃	激光玻璃、微晶玻璃、光功能玻璃	柔性玻璃、量子点玻璃
应用与前沿模块	产业应用案例	电子信息、能源环保、生物医药	区域产业特色案例

4 活页式教材建设路径

4.1 产教融合的内容更新机制

建立“校企双元”开发团队，吸纳行业龙头企业技术人员参与教材编写^[10,11]。大连工业大学无机非金属材料工程专业已与河北南玻玻璃有限公司等企业建立深度合作关系，相关案例入选中国高等教育学会“校企合作 双百计划”典型案例。依托“兴辽未来工匠”培育基地，设置“产业前沿”活页专栏，每学期邀请企业专家提供最新技术进展与典型案例^[12]。结合辽宁及东北地区产业优势，开发浮法玻璃、汽车玻璃、陶瓷传感器等特色内容模块。建

立企业案例库，将真实生产数据、工艺文件、质量问题案例转化为教学资源。具体实施步骤如图 2 所示。

4.2 科研成果的教材转化路径

建立科研成果反哺教学的长效机制，将教师科研项目成果转化为活页教材的前沿内容。大连工业大学无机非金属材料专业近五年承担国家自然科学基金等国家级项目 5 项，省级项目 25 项，与企业合作项目 30 项，发表 SCI 收录论文 100 余篇。主要研究方向包括玻璃及玻璃表面工程、高性能陶瓷、新能源材料、生物及环境多孔材料等。科研成果可按照以下路径转化：基础研究（新理论、新机制）转化为“研究前沿”拓展活页；应用研究（新材料、新工艺）转化为专题案例活页；技术开发（新方法、新设备）转化为实验拓展活页。建立“科研-教学”双向互动机制，教师将最新研究成果整理为“研究简报”活页，学生在学习过程中提出的创新想法转化为“学生研究提案”活页。

4.3 数智化的资源整合策略

构建“一核三翼”的资源体系：以活页教材为核心，配套数字化教学资源库（微课视频、虚拟仿真实验、电子课件）、企业案例库（典型产品工艺、失效案例）、在线学习平台（测试题库、互动社区）^[13]。每个活页单元设置二维码入口，链接相关数字资源。大连工业大学无机非金属材料工程专业实验室现有面积 2040m²，设备总值 1536 万元，拥有省级重点实验室和中央与地方共建基金支持，可将大型仪器设备操作视频、虚拟仿真实验资源纳入教材配套体系^[14]。在“陶瓷增材制造”等前沿单元，扫描二维码可观看动画演示、企业生产线实景视频、最新研究综述全文。

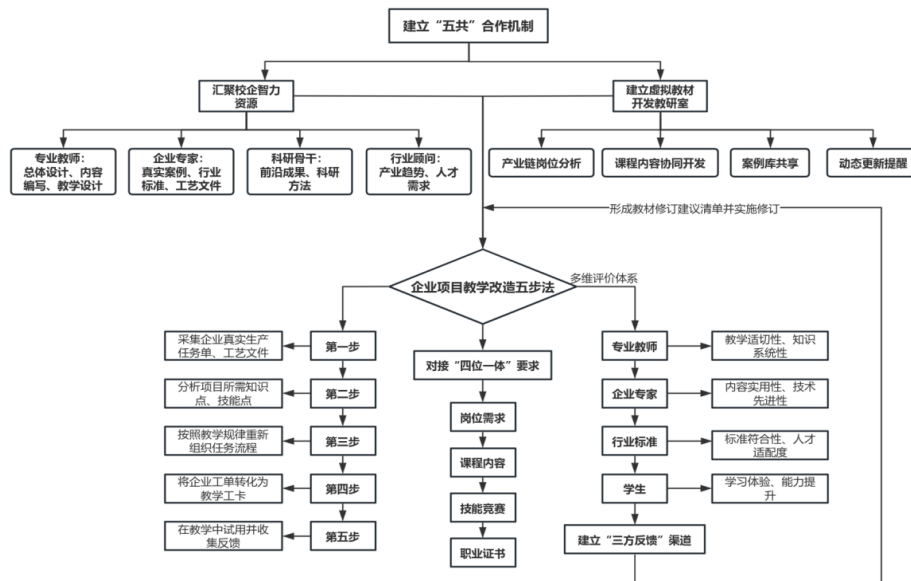


图 2 产学研协同的活页式教材建设实施步骤

4.4 任务驱动的体例格式创新

每单元采用“任务描述-知识准备-任务实施-评价反馈”的体例格式。设置“学习导图”引导知识建构，“技术前沿”拓展学术视野，“企业之声”引入产业视角，“反思笔记”促进学生深度思考。预留大量空白区域供学生记录实验数据、课堂笔记、学习反思，将教材转化为个性化的学习档案。

4.5 教学模式变革与应用场景

活页式教材支撑“翻转课堂+项目制”教学模式改革，在以下教学场景中发挥独特作用：(1)课前预习场景；(2)课堂教学场景（如压电陶瓷课堂小组设计配方）；(3)实验教学场景（实验指导活页化，边实验边记录）；(4)项目实践场景（项目式学习全过程记录）；(5)课后复习与拓展场景；(6)线上线下混合场景；(7)校企协同场景。依托“兴辽未来工匠”培育基地，学生在企业实习期间使用活页记录岗位任务、工艺观察、问题发现和改进建议，实习结束后整理装订形成实习报告。

4.6 多元评价机制构建

建立过程性评价与终结性评价相结合的多元评价机制。每个单元设置“任务完成度”“知识掌握度”“能力达成度”三维评价指标。过程性评价占比可达60%，依据包括预习活页完成质量、课堂活动参与记录、实验操作规范性记录、项目活页完整性、学习反思深度等。引入企业标准评价实践成果，建立“使用-反馈-修订”的教材持续改进机制。

5 结语

新工科建设为“先进陶瓷与功能玻璃”课程改革提供了时代机遇。大连工业大学无机非金属材料工程专业拥有66年的办学积淀，在玻璃与陶瓷材料领域形成了鲜明特色，具备开展活页式教材改革的良好基础。活页式教材以其模块化、动态化、任务化、立体化的独特优势，为破解传统教材内容滞后、结构封闭、形式单一的困境提供了可行路径。本文提出的“能力本位、动态更新、数智融合”建设理念，以及“基础-工艺-应用”三层递进的内容体系、产教融合的更新机制、科研成果转化路径、纸数融合的资源策略、任务驱动的体例创新、多元场景的应用设计，旨在构建一种兼具纸质教材认知优势与数字资源动态优势的新型教材形态，支撑新工科人才培养目标的实现。

依托“兴辽未来工匠”培育基地和“王承遇-陶瑛奖教奖学金”的激励作用，未来需进一步探索活页式教材与虚拟教研室、知识图谱、生成式人工智能等新技术的深度

融合，在持续迭代中不断完善教材建设方案，为材料类专业课程改革提供更丰富的理论与实践支撑，为辽宁及全国无机材料行业培养更多高素质应用型人才。

基金项目：辽宁省教育科学“十四五”规划课题（JG25DB038）；辽宁省高校党建研究课题（2025GXDJ-YB051）。

[参考文献]

- [1]胡炜.新工科背景下高校专业类新形态教材建设路径与方法[J].传播与版权,2024(11):36-39.
- [2]郝洪顺,闫爽,洪峰,等.《创新实验》课程教学新模式的实践策略[J].教育,2024(11):64-67.
- [3]郝洪顺,闫爽,尹娜,等.“五育并举”协同育人在《陶瓷工艺学》中的探索与实践[J].教育科学,2024(10):66-69.
- [4]虞韵涵.校企合作数字化活页教材开发——以服装材料教材为例[J].化纤与纺织技术,2022,51(10):243-245.
- [5]卢志宏,张志敏,李丹.基于线上线下混合教学模式的《工程材料》活页式教材的开发与实践[J].广东交通职业技术学院学报,2023,22(2):64-76.
- [6]徐静安.功能玻璃[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [7]崇琳.相图理论及其应用[M].北京:高等教育出版社,2023.
- [8]刘敬肖,王晴.无机材料科学基础[M].北京:中国建材工业出版社,2024.
- [9]王承遇,陶瑛,郑闻卿.琉璃的制造[M].北京:国防工业出版社,2017.
- [10]李森浩,王振,刘润秋,等.校企双元合作模式下药学专业《药物分析》教材的开发与实践[J].菏泽医学专科学校学报,2025,37(4):77-80.
- [11]张辉,刘红梅,杜雪丽.校企双元视域下新能源汽车活页式教材开发路径研究——以《新能源汽车底盘技术》为例[J].产业与科技论坛,2025,24(10):146-148.
- [12]辽宁省教育厅.辽宁省“兴辽未来工匠”培育基地建设方案[Z].2023.
- [13]曹政才,林诚然,居仁杰.“一轴两翼三驱动”的新形态《自动控制原理》教材建设新模式探索[J].电气电子教学学报,2025,47(5):143-147.
- [14]大连工业大学.无机非金属材料工程专业人才培养方案[Z].2024.

作者简介：张欢（1981—），辽宁鞍山人，副教授，研究方向主要为无机功能材料