

知识图谱驱动下无机化学混合式教学的智慧化重构与实践

樊 婷¹ 吕健滔² 曾新娟¹

1. 佛山大学 材料与能源学院, 广东 佛山 528000

2. 佛山大学 物理与光电工程学院, 广东 佛山 528000

[摘要]聚焦材料化学、新能源材料与器件专业的教学改革实际, 深化无机化学课程体系建设, 深度融入佛山“中国新能源产业之都”的地域优势, 关联本地光伏、锂电池、陶瓷材料等产业发展需求。以知识图谱技术为核心支撑, 打通“知识关联-教学应用-数据反馈”的完整链路, 改革方向明确为构建“线上知识图谱导学+线下场景化实践”的混合式教学模式, 以及重构“数据驱动+精准施策”的智慧化教学体系, 最终解决当前教学中的突出痛点, 培养符合产业需求的“产业适配型”人才, 服务专业建设与地域产业协同发展。

[关键词]混合式教学; 知识图谱; 智慧化重构

DOI: 10.33142/fme.v7i9.20590

中图分类号: G64

文献标识码: A

Intelligent Reconstruction and Practice of Inorganic Chemistry Blended Teaching Driven by Knowledge Graph

FAN Ting¹, LYU Jiantao², ZENG Xinjuan¹

1. School of Materials and Energy, Foshan University, Foshan, Guangdong, 528000, China

2. School of Physics and Optoelectronic Engineering, Foshan University, Foshan, Guangdong, 528000, China

Abstract: Focusing on the practical teaching reform of materials chemistry, new energy materials and devices majors, deepening the construction of inorganic chemistry curriculum system, deeply integrating into the regional advantages of Foshan as the "capital of China's new energy industry", and related to the development needs of local industries such as photovoltaics, lithium batteries, and ceramic materials. With knowledge graph technology as the core support, the complete chain of "knowledge association teaching application data feedback" is connected, and the reform direction is clearly defined as building a hybrid teaching mode of "online knowledge graph guidance+offline scenario based practice", as well as reconstructing an intelligent teaching system of "data-driven+precise policy implementation", ultimately solving the prominent pain points in current teaching, cultivating "industry adapted" talents that meet industry needs, and serving the coordinated development of professional construction and regional industries.

Keywords: blended learning; knowledge graph; intelligent reconstruction

1 教学现状与核心问题

当前两大专业的无机化学教学存在三方面核心问题, 制约教学质量与人才培养成效。(1) 知识传递与专业、产业双重脱节, 课程采用统一的教学内容体系, 未按专业特色差异化设计, 比如材料化学专业缺乏“晶体结构-材料性能”的关联教学, 新能源材料与器件专业缺失“电极材料-产业需求”的相关内容, 且未融入佛山照明、国轩高科等本地企业的实际案例, 导致学生难以衔接《材料合成与制备技术》等专业课程, 实习就业时的岗位适配度也较

低;(2) 教学模式固化, 适配性不足, 课前学生仅依赖教材预习, 多数人反馈无重点、难理解核心概念; 课中以“教师讲授+被动问答”为主, 缺乏深度探究环节; 课后仅靠习题册复习, 无个性化资源推送, 最终导致学生在“挑战杯”、“大学生化学实验创新设计竞赛”等学科竞赛中的获奖率低于同类院校;(3) 教学评价与管理缺乏智慧化支撑, 评价方式以期末笔试为主, 仅能考核理论记忆, 无法评估实验操作、知识应用等能力, 且教学管理无实时数据支撑, 难以定位学生知识薄弱环节, 近三年两专业无机化学考评

优秀率低，补考率较高。

2 智慧化重构的核心意义

项目实施对专业教学、人才培养与教学管理具有重要价值。(1) 助力“产业适配型”人才培养，通过知识图谱将无机化学核心知识点与产业案例深度融合，如材料化学专业关联“晶体结构-陶瓷产业”，新能源材料与器件专业关联“电极性质-锂电池研发”，强化理论、专业与产业的衔接，预计可提升学生专业课程适应力、实习岗位适配度，精准匹配专业服务佛山新材料、新能源产业的定位；(2) 推动教学模式创新升级，课前通过线上平台推送知识图谱与预习资源，明确学习重点；课中开展场景化教学与小组探究，深化互动；课后根据学生薄弱点推送个性化资源，预计能提升学生课堂参与度、学科竞赛获奖率，有效提高学生的创新能力；(3) 构建智慧化“教-学-评”体系，依托知识图谱实时分析学生学习数据，实现教学策略精准调整，同时建立“实验操作+案例分析+创新设计+笔试”的多维度评价体系，预计可将无机化学补考率下降、优秀率提升，还能对其他专业的教学改革提供可复制经验。

3 智慧化教学体系构建

3.1 构建“专业+产业”双适配的知识图谱教学内容体系

定制知识模块：针对材料化学专业，围绕“晶体结构-材料性能-产业应用”搭建知识分支，融入佛山陶瓷材料产业中“晶体结构对陶瓷耐热性、机械强度影响”的案例；针对新能源材料与器件专业，聚焦“电极材料化学性质-电池性能-企业需求”构建知识网络，植入佛山照明光伏组件、国轩高科锂电池的电极材料研发案例，实现教学内容与专业方向、地域产业的深度绑定。

教学内容优化更新：立足无机化学课程核心知识体系，对接行业内新材料企业搭建长期稳定的校企合作育人平台，并设置企业导师，构建校企协同教研机制，联合开展课程内容修订与体系优化工作。紧扣新材料产业前沿技术与岗位需求，将燃料电池电极材料性能优化、氧化物传感材料结构设计等行业新技术、新工艺、新研究成果融入课堂教学体系。持续更新课程知识框架，打破传统理论教学滞后于产业发展的问题，保障课程知识图谱的前沿性、实用性和行业适配性。

3.2 构建“线上线下”一体化混合式教学模式

线上导学平台建设：依托信息化教学平台搭建系统化线上教学资源库，整合课程核心知识图谱、课前预习资源、单元检测题库、知识点专项测评等数字化教学内容。根据对应章节知识点推送针对性预习任务，如预习“晶体结构”

时，课前推送陶瓷材料晶体分析案例，帮助学生建立理论与实际的关联认知。课后根据学生课堂学习状态、作业完成质量等情况，提供相关知识点的补充资源和针对性习题训练，如“原子轨道杂化理论”不理解的学生，推送动画仿真教学视频，降低学生理解难度，实现个性化线上辅导。

线下场景化教学设计：根据知识图谱内容，采用小组合作、探究式学习等教学方法，围绕无机材料实际应用场景设计课堂教学案例，如“分析无机阻燃材料的反应动力学过程”，让学生在案例探究中梳理核心知识点，并提出解决思路；同时，每学期定期开展企业研学、现场实践教学等活动，组织学生走进生产企业，结合无机化学核心知识点分析工业生产中的实际技术问题，推动课堂理论知识与产业生产实践深度融合，切实提升学生的知识应用能力。

3.3 建立全方位智慧化教学评价体系

多维度评价指标构建：将评价分为掌握理论、实践应用、创新思维三大模块，分别占据 40%、30% 和 30%。通过课前测评、课后作业、期末笔试考核等考察理论掌握情况；结合实验操作（如氧化还原反应、反应速率测试）与企业案例分析报告，评估实践应用水平；布置相关科研设计论文或方案任务，（如设计新型陶瓷材料、优化电极材料配方）为考核依据，评价学生的创新思维能力。

教学数据动态智能管理：借助线上教学平台全程采集学生学习全过程数据，涵盖知识点掌握程度、课前预习时长、案例分析准确率等，搭建学生个性化学习数据库，及时了解学生的知识薄弱环节（如“离子极化”、“晶体场环境”等高频薄弱点），为教学方式调整提供数据保障。

4 智慧化教学实践路径

以“专业适配、产业联动、技术赋能”为核心导向，构建“三阶递进、四方协同”的实施体系，确保项目落地见效。

(1) 知识图谱体系建设路径：采用“专业拆解-产业融合-动态迭代”三阶推进。首先，由教师负责牵头，联合材料化学、新能源材料与器件专业教师，按专业培养目标拆解无机化学核心知识点，划分“晶体结构-材料性能”、“电极化学-电池应用”等专业特色模块；其次，联动佛山本地 3~5 家企业，邀请技术人员参与图谱内容修订，植入产业实际案例；最后，建立每学年更新机制，对接学科数据库与企业技术动态，确保图谱内容时效性。

(2) 混合式教学落地路径：构建“线上平台支撑-线下场景延伸-企业实践赋能”三维场景，协同高校、专业、企业和平台的四方力量。团队主导线上导学平台开发，整合知识图谱可视化、个性化测评功能，与粤港澳大湾区

在线平台、超星学习通联动；负责线下教学优化，设计“图谱拆解+案例探究”课堂模式，每学期组织 1~2 次企业研学；聚焦虚拟实验开发，重点打造“锂电池电极制备”、“陶瓷材料晶体分析”等专业相关虚拟实验项目，弥补线下实验局限。

(3) 智慧评价体系构建路径：实施“数据采集-多维

评估-闭环优化”流程。依托线上平台实时采集学生预习时长、知识点掌握率、实验操作数据等信息，建立教师仪表盘；设计“理论+实践+创新”评价体系，理论考核结合图谱测评与笔试，实践考核融入虚拟实验与企业案例分析，创新考核以“材料设计方案”为核心，全面评估学生综合能力。实施流程如图 1 所示。

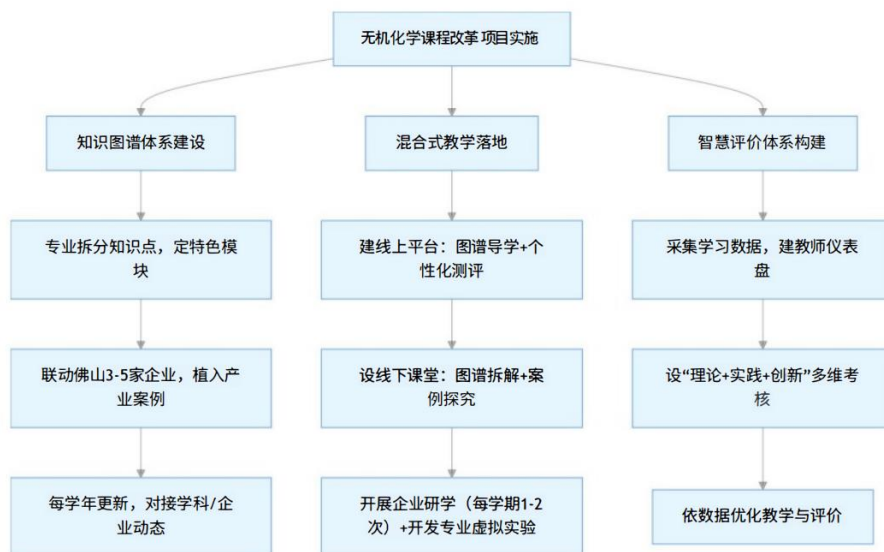


图 1 教学实施流程图

5 智慧化教学实践方法

5.1 知识图谱搭建

建立模块化知识网络：针对材料化学专业，教学重点围绕“晶体结构、配位化合物”等核心内容展开，深度关联材料合成、材料性能相关知识点，搭建晶体结构-化学键-物理化学性能-陶瓷产业应用互联网；针对新能源材料和器件专业，聚焦“电化学基础、电极材料”等核心教学内容，构建氧化还原反应-充放电原理-电池容量-锂电池产业需求知识链接，确保图谱与专业的高度适配。

设计企业最新应用案例：为打破纯理论教学的局限性，本课程联合企业技术人员共同筛选前沿工程案例，将产业新技术、新工艺融入知识图谱体系。如将 LED 生产中的“稀土发光材料及 LED 制备”、锂电池研发中的“电极材料稳定性优化”等案例，添加为图谱节点关联内容，通过理论知识梳理、工程案例解析、探究式问题引导的多维教学形式，拓宽学生的专业视野，强化学生对无机化学理论产业应用价值的认知。

5.2 混合式教学落地实施

分专业个性化导学：根据学生所属专业自动匹配推送定制化学习资源，实现因材施教。在材料化学专业晶体结

构章节预习阶段，平台定向推送钙钛矿压电陶瓷的结构剖析案例，引导学生探究晶体微观结构与材料宏观性能之间的内在关联；在新能源专业学生学习“电极反应”时，推送锂离子电池正负极材料制备工艺视频、企业电池组装生产流程图解，让教学内容精准对接各专业的核心学习与行业发展方向。

虚实融合动画教学：采用“虚拟动画预习-线下动手实操-企业场景训练”逐步推进的实验教学。学生可先通过虚拟动画，提前了解“电极材料合成”、“晶体结构表征”等实验流程与关键参数，再进行线下实验操作。课后组织学生走进新能源、新材料企业开展实景教学，直观观摩工业生产的标准化操作流程与产业化工艺细节。通过理论、仿真、实操、产业实景的深度融合，彻底打通理论知识与工程实践的壁垒。

5.3 多元化评价优化

多方式定位薄弱点：通过线上平台数据分析，发现学生的薄弱知识点（比如“原子轨道杂化”“酸碱平衡计算”），定期为学生推送补充学习资源（如微课视频、仿真动画），教师根据平台数据，分析知识难点，调整课堂教学重点，实现精准个性化教学。

多维度教学实践评价:邀请企业技术人员参与学生的实践考核工作,将“实际案例分析报告”“实习表现”等内容纳入综合评价体系,根据评价结果调整学生的实践训练过程,实现学生的实践能力与产业需求接轨,并提升学生的岗位适配度,帮助学生与社会有效接轨。

6 智慧化教学实践特色

(1) 建立结合产业的教学内容体系:突破传统无机化学教学只聚焦学科理论知识的局限性,将知识图谱内容适当扩展,对接材料化学、新能源材料与器件等相关专业的后续课程需求与区域产业技术需求,构建“基础理论知识点-专业能力衔接点-产业工程应用点”三级递进的全新教学体系,实现基础教学、专业培养和产业发展同频共振的闭环育人模式。

(2) 打造多平台互通的智慧教学体系:利用公用虚拟仿真平台、在线动画模拟视频、粤港澳大湾区在线课程联盟,结合校内学习通的资料数据,搭建多平台互联互通的智慧教学生态,系统采集、统计并分析学生全周期学习数据,根据知识图谱与数据分析结果,为学生提供不同的学习方案,并为教师提供教学手段支持,实现“以学生为中心”的智慧化教学,解决传统混合式教学中平台分离、数据不足等问题,真正落实以学生发展为核心的现代化智慧教学理念。

(3) 建立思政与产业双融的育人模式:程深度践行立德树人根本任务,将课程思政元素与产业实践教学深度融合。把科研创新精神、绿色化学低碳发展理念、辩证唯物主义科学思维等思政内核,融入知识图谱构建、虚拟仿真开发、企业研学实践全过程。结合佛山本地新能源新材料企业的前沿技术案例开展实景教学,构建集理论讲授、能力培育、价值塑造、产业对接于一体的复合型育人体系。在完成专业知识教学、落实思政育人目标的同时,全方位培养学生的工程创新思维与行业核心素养。

7 结束语

通过分专业定制知识图谱模块、联动企业更新内容,打破传统统一教学的局限性,让无机化学教学紧密贴合材料化学、新能源材料与器件专业的培养需求,同时衔接佛山本地产业实践,消除“理论学用两张皮”的现象。依托

线上知识图谱平台实现个性化导学,结合线下场景化探究与企业研学,激发学生主动学习意识,改变“课前无重点、课中无互动、课后无针对性复习”的现状,培养学生理论结合实践的思维与探究能力。通过多维度评价体系覆盖理论、实践、创新能力,借助知识图谱平台采集的实时数据,让教学评价从“单一笔试”转向“综合能力考核”,教学管理从“经验判断”转向“数据驱动”,实现“教-学-评”闭环优化,持续提升教学质量。

基金项目:2023 年度广东省本科高校教学质量与教学改革工程建设项目——《无机化学》课程教研室(粤教高函[2024]9 号);2024 年广东省本科高校课程思政改革示范课程项目——《无机化学》(粤教高函[2024]27 号);广东省专业学位研究生教学案例库建设项目《纳米材料与应用》课程案例库(2026ANLK 034);佛山科学技术学院课程思政教学改革与实践示范项目《无机化学》(佛科院教[2023]11 号);佛山大学 AI 课程建设项目《无机化学》(教研(教材)[2025]5 号)。

[参考文献]

- [1]李玲,王国成.知识图谱与 AI 助教在无机化学混合式教学中的初步探索——以“沉淀溶解平衡”的教学为例[J].大学化学,2025,40(6):1-8.
- [2]朱伟钢,马晓飞,田昀,等.基于知识图谱的“无机化学与化学分析”课程信息化教学资源构建与应用研究[J].化学教育(中英文),2024,45(12):45-51.
- [3]彭芬,金鲜花.高校混合式教学的研究主题、发展脉络与趋势分析——基于 CiteSpace 的知识图谱研究[J].中国大学教学,2021(1):100-105.
- [4]黄子俊,邬峰,皮少锋,等.基于知识图谱的无机化学实验 AI 课程构建与教学新形态探索[J].大学化学,2025,40(9):228-237.
- [5]叶龚兰.“四位一体”的无机化学教学创新[J].大学化学,2024,39(5):2401071.

作者简介:樊婷(1982—),女,汉族,湖北咸宁市人,教授,博士,华中科技大学物理电子学专业,主要研究无机微纳米发光材料及其器件性能。