

基于知识图谱的混合式课堂教学设计 ——以电化学储能器件及关键材料课程为例

庄严

江苏理工学院, 化学化工学院, 江苏 常州 213001

摘要: 在新工科背景与“互联网+教育”深度融合的时代背景下, 高等教育尤其是面向能源与材料的教学模式正面临重大变革。为了更好地帮助学生系统掌握电化学储能器件及关键材料课程中的复杂知识结构, 并提升学习兴趣与自主探究能力, 本文构建了一种基于知识图谱的混合式课堂教学设计, 借助 BOPPPS 教学模式与 SPOC (Small Private Online Course) 形式, 结合超星平台的线上学习资源, 实现了“课前预习—课中探究—课后复习”三位一体的教学流程。

关键词: 电化学储能器件及关键材料; 知识图谱; BOPPPS; SPOC; 混合式教学

Blended Classroom Instructional Design Based on Knowledge Graphs: A Case Study of Electrochemical Energy Storage Devices and Key Materials

Zhuang, Yan

Jiangsu University of Technology, Chemistry and Chemical Engineering, Changzhou, Jiangsu, 213001, China

Abstract: In the context of the deep integration of emerging engineering education and “Internet + Education,” higher education—particularly in energy and materials—is undergoing significant transformation. To help students systematically grasp the complex knowledge structure of electrochemical energy storage devices and key materials while enhancing their learning interest and independent inquiry abilities, this paper constructs a blended classroom instructional design based on knowledge graphs. Leveraging the BOPPPS teaching model and SPOC (Small Private Online Course) format, combined with online learning resources from the Chaoxing platform, it achieves a tripartite teaching process of “Pre-class preview, in-class exploration, and post-class review.”

Keywords: Electrochemical energy storage devices and key materials; Knowledge graph; BOPPPS; SPOC; Blended teaching

DOI: 10.62639/sspehe19.20250103

引言

当前, 绿色能源与可持续发展需求推动了电化学储能器件及关键材料的研究与应用。锂离子电池、钠离子电池等新型储能体系的崛起, 促进了学科交叉与技术升级, 高校对此领域课程的教学需求显著增加。然而, 传统教学模式难以满足课程内容更新快、知识交叉性强的需求, 也难以调动学生积极性或紧跟前沿热点。随着“互联网+教育”的发展, 大数据、人工智能与知识图谱等技术为教学模式变革带来了新机遇。本文以电化学储能器件及关键材料课程为例, 提出基于知识图谱、BOPPPS 教学模式与 SPOC 平台的混合式教学设计, 利用知识图谱重构课程核心概念, 结合线上平台与课堂互动活动, 形成“课前预习—课中探究—课后复习”的教学闭环, 全面提升学生的知识掌握、团队协作及实践能力, 为教学改革提供了创新思路^[1]。

一、电化学储能器件及关键材料课程教学现状与挑战

(一) 课程内容综合性与更新速度快
电化学储能器件及关键材料课程涵盖了电化学

基础理论、材料科学、热力学、动力学、结构设计、表征与测试方法以及工艺制造等多个领域, 既具有多学科交叉的特点, 又需要跟进快速发展的科研前沿。锂离子电池为例, 其正极材料从最早的钴酸锂延伸到三元材料、富锂锰基、高镍材料等; 负极材料亦从石墨体系不断扩展到硅碳复合体系、无定形碳、金属锂负极等; 电解液与隔膜也在不断推陈出新。此外, 钠离子电池、固态电池以及其他新型储能体系的涌现, 更是为本就庞杂的知识系统增添了新的内容。如何在有限课时内, 让学生既打好基础又能及时了解前沿, 成为教学中的首要挑战。

(二) 学生学习模式单一与自主性不足

尽管如今学生接收信息的渠道更为多元, 但在课程学习中往往仍然依赖教师的讲授与课本的文字描述, 缺少主动探究和批判性思考的机会。对于复杂的电化学储能材料原理与器件结构, 若仅仅通过文字与简单图示展示, 学生往往无法深入理解其核心机制与应用场景^[2]。因此, 如何在教学过程中有效激发学生的学习兴趣、提高其主动参与度, 并培养其独立思考和自主探索能力, 仍然是教育工作者亟待解决的问题。

(三) 实践教学与理论课堂的脱节

电化学储能器件及关键材料的学科应用性较

(稿件编号: EHE-25-3-1023)

作者简介: 庄严 (1980-), 性别: 女, 汉, 籍贯: 江苏省常州市, 学历, 博士研究生, 职称, 副教授, 研究方向, 锂离子电池关键材料及废旧电池修复再生产业化研究。

基金项目: 江苏理工学院 2023 年校级教改: “基于数字化知识图谱的《电化学储能器件及关键材料》混合式课堂教学研究”(项目编号: 11611412412)。

强, 学生只有将所学理论与实验室实践、工程设计及产业前沿问题相结合, 才能形成真正的综合技能。然而, 由于场地、经费、安全规范等客观条件限制, 学生能够参与的实验或项目常常较为有限, 对企业或科研单位的专业实践也难以做到深入。结果就是学生的理论与实践往往割裂开来, 难以做到学以致用。

二、基于知识图谱的 BOPPPS 混合式教学设计理念与框架

(一) 知识图谱在课程教学中的应用价值

知识图谱是一种以语义网络为基础, 将各知识单元及其关联关系以可视化图示形式呈现的技术, 广泛用于搜索引擎、智能问答、推荐系统等领域。引入到教育教学中, 知识图谱可以帮助教师进行教学内容的系统梳理, 对抽象概念与复杂关系进行图示化描述, 使学生更容易把握宏观框架与微观细节之间的内在关联。

在电化学储能器件及关键材料课程中, 知识图谱可将不同类型储能器件(如锂离子电池、钠离子电池、液流电池等)的关键材料、原理、表征方法及应用领域等要素进行联结, 并注入对比和演化的维度。学生在自主学习时, 可通过可视化界面快速定位自己欠缺的知识点并及时获取对应资源; 教师也可根据教学进度与学习反馈, 动态调整重点或补充最新研究成果, 从而使教学过程更具适应性与互动性。

(二) BOPPPS 教学模式的核心要点

BOPPPS 教学模式包含六个主要环节:

1. Bridge-in (导入): 以生动有趣或与实际生活、工程应用紧密相关的案例引入课程内容, 快速激发学习兴趣。

2. Objective (目标): 清晰明确地向学生展示本节课或单元的学习目标, 确保教学与学习活动都围绕这些目标进行。

3. Pre-assessment (前测): 通过简短测验、讨论或小活动了解学生的前置知识与预习状况, 为后续的针对性教学奠定基础^[3]。

4. Participatory Learning (参与式学习): 这是教学的核心阶段, 通过小组讨论、实验仿真、情景分析等方式, 让学生主动参与并深入探究。

5. Post-assessment (后测): 在课程结束前进行效果检测或成果展示, 评价学习目标的达成度, 同时为下一步教学提供反馈。

6. Summary (总结): 通过对本节课知识点、思维方法的归纳与提炼, 帮助学生形成系统理解, 并与后续课程内容衔接。

BOPPPS 教学模式突出了目标导向与过程互动两个关键特征, 不仅能提高课堂效率, 也能有效保障教学质量与学习成效。在面向知识体系庞大且包含前沿交叉内容的电化学储能器件与关键材料课程时, BOPPPS 为教学设计提供了结构化的、易于操作的路径。

(三) SPOC 与超星平台在混合式教学中的辅助作用

SPOC (Small Private Online Course) 与大众熟

知的 MOOC 相似, 都是在线课程资源与学习环境。但不同点在于, SPOC 更加“小规模”与“私密化”, 通常由一所学校或课程团队为特定学生群体定制, 能更好地与线下课堂结合。通过 SPOC, 教师可上传针对本课程的微视频、电子教材、动画演示及自测题库等丰富资源, 引导学生在线自主学习, 并同伴交流问答。

在教学实践中, 超星平台则可作为师生之间的交互载体。例如, 教师可利用平台发布作业、测验与课前预习任务; 学生可在线提交作业、参加讨论, 也可观看课件或回放教学视频。通过知识图谱与超星平台的对接, 还能实现基于个性化推荐的拓展阅读, 让学生在课余时间获得更丰富的学习体验。

三、教学设计方案: 以“电化学储能器件及关键材料”单元为例

下面结合一个具体单元——“锂离子电池正极材料与改性技术”为例, 详细阐述基于知识图谱的 BOPPPS 混合式教学实施流程。

(一) 课前预习: 知识图谱辅助下的分层自学

1. 明确预习目标与任务

通过超星平台发布本单元的学习目标: ①了解常见锂离子电池正极材料(如钴酸锂、锰酸锂、磷酸铁锂、三元材料等)的组成及结构特征; ②掌握正极材料的改性思路及常用手段; ③了解正极材料在实际应用中的性能对比与发展趋势。

指定两段 SPOC 微视频(约 15 分钟/段), 内容涵盖正极材料的基本原理及改性案例。

2. 知识图谱导学

教学团队将锂离子电池正极材料与其性能参数、改性技术、对应应用场景以及前沿成果之间的关系绘制成知识图谱。

学生可在超星平台上通过交互式知识图谱界面点击节点, 查看不同材料的关键词介绍、相关文献链接和补充视频等。对于平时对材料基础掌握不扎实的学生, 可以先回顾图谱中的基础模块; 对于希望深入了解前沿研究的学生, 可以点击与改性技术或高能量密度正极方向相关的扩展内容。

3. 课前自测

在超星平台上设置 5~10 道选择题或判断题, 重点考察学生是否掌握了常见正极材料的结构及性能特点。成绩不计入总评, 但作为教师了解学生整体预习效果的参考。

(二) 课堂教学: BOPPPS 六阶段与知识图谱的深度结合

1. Bridge-in (导入)

教师播放一段 3 分钟的新闻短视频, 内容涉及动力电池在新能源汽车领域的最新应用案例, 着重强调正极材料的性能对车辆续航和安全的影响。

问答环节: 请学生根据预习中的知识图谱结构, 谈谈对不同正极材料优缺点的初步认识。这样可将课前所学与实际场景关联, 也能唤起学生在预习过程中的记忆和思考。

2. Objective (目标)

通过幻灯片或直接在知识图谱界面标注的方式, 清晰告知学生本节课需掌握: ①正极材料在电

池工作原理中的角色与工作机制; ②改性技术的常见路径与核心思路; ③如何在具体应用中选择合适的正极材料。

3. Pre-assessment (前测)

教师现场通过超星平台的投票或抢答功能, 对学生进行3~5道快速小测。问题涉及正极材料的结构、热稳定性、循环寿命等指标。

教师根据实时统计结果判定学生对重点概念的掌握情况。如发现某些知识点错误率较高, 教师可针对性地进行强化讲解, 或在后续分组讨论时重点引导。

4. Participatory Learning (参与式学习)

小组讨论与案例分析: 将学生分成若干小组, 每组分配一个工业案例(如某大型动力电池企业使用三元材料还是磷酸铁锂的选择过程)。各组需要在知识图谱的基础上, 结合文献或企业公开数据, 分析材料特性差异与改性思路, 并提出合理解释。

教师辅导与互动: 在小组讨论过程中, 教师可穿插演示知识图谱的某些节点间的关联, 如“高镍三元材料”的循环稳定性提升途径、表面包覆技术对材料寿命的影响等, 让学生理解材料改性的方法论。

成果展示: 各小组简要汇报讨论结果, 并由教师或其他小组进行点评与补充。这样不仅让学生对比并学习不同思路, 也能加深对知识图谱各节点间联系的认识。

5. Post-assessment (后测)

参与式学习结束后, 教师通过超星平台发布5~10道思考题或简答题, 让学生在课堂内自行完成, 并由系统自动批改或教师现场点评。

后测不仅检查目标达成情况, 也能帮助学生在即时反思中巩固学习内容。对于错误率较高或争议较大的题目, 教师可以再次利用知识图谱对症下药地进行讲解。

6. Summary (总结)

教师在大屏幕上调出知识图谱, 将本节课的主要知识节点在图谱上高亮并做简明回顾。

展示各正极材料发展及改性的总体趋势, 鼓励学生将视野扩展到固态电池、钠离子电池等其他储能体系。

预告下一单元将要探讨电池负极及电解液时, 怎样与正极形成相互匹配、协同优化的关系。

(三) 课后巩固与拓展: 线上平台与知识图谱深度互动

1. 作业与反思

课后布置“概念+实践”相结合的作业: 如要求学生撰写一篇简短报告, 分析自己关心的一种新型正极材料(或专利技术), 并利用所给知识图谱节点进行补充、修正或延伸。

在超星平台设置讨论区, 引导学生发表对于正极材料未来发展方向的想法, 其他同学可进行评论互动。教师可进行定期点评或提供参考文献。

2. 线上答疑与个性化推荐

教师可在学期中固定设置若干个线上答疑时间, 利用平台实时解答学生问题, 或针对部分难点、前沿专题进行延伸性讲解。

知识图谱系统会根据学生在课中测验与课后作

业的表现, 推荐相应的补充学习材料, 如国外最新研究论文、相关企业的技术报告或科普视频等。

3. 阶段性学习成果检测

在单元结束后1~2周, 教师可再次通过线上平台进行测验或分组项目评比, 对学生的知识掌握和能力提升情况做出阶段性评价。

结合BOPPPS的循环特点, 还可让学生自查或互评, 在后续学习中继续完善知识结构, 并对下一部分的学习做好衔接。

四、实施效果与讨论

在江苏理工学院化学化工学院2023级电化学储能器件及关键材料课程教学中, 笔者对照两组班级, 一组采用常规讲授模式, 另一组采用上述基于知识图谱的BOPPPS混合式教学设计, 并结合SPOC与超星线上平台进行辅助。期末成绩评定包括平时作业、课堂表现、小组项目和期末考试综合。统计结果显示, 采用混合式教学设计的小组, 平时测验的平均分明显更高, 期末考试中也有更多学生在主观题、应用题上取得优异表现。课堂调查问卷显示, 大部分学生对知识图谱所提供的可视化梳理和关联跳转功能给予了高度评价, 认为其有助于理解抽象概念与前沿应用间的关联; BOPPPS模式则让课堂更具互动性和目标感, 促进了小组合作与自主探究。

与此同时, 也有少数学生在问卷中反馈, 由于知识图谱节点庞杂, 初次使用时会感到信息量过载, 建议进一步细化或分层图谱, 让基础较弱的学生有更为循序渐进的学习路径。教师在设计与维护知识图谱时, 也需要投入一定的时间与精力, 对内容进行定期更新, 以保证图谱的前沿性与准确性。此外, 对于班级规模较大的课堂, 在参与式学习环节需注意合理分组与时间分配, 避免出现部分学生参与度不高的现象。

五、结论

总的来说, 随着“互联网+教育”与新工科建设的持续深入, 在电化学储能器件与关键材料等前沿课程中, 融合知识图谱、BOPPPS、SPOC及线上平台的混合式教学模式将展现出更广阔的应用前景。它不仅能在知识传授层面提高学生的认知效果, 更能在学习理念与思维方式上为学生迈向创新型工程人才奠定扎实基础。唯有不断在实践中检验与迭代改进, 才能让这一模式在新工科浪潮中发挥更加积极的作用, 为高校教学改革与人才培养作出更大贡献。

参考文献:

- [1] 张婷, 张文涛. 基于人工智能的混合式教学过程中数字化能力提升研究[J]. 电脑知识与技术, 2023, 19(11): 171-174.
- [2] 王天平, 闫君子. 课堂深度学习的知识图谱与研究趋势[J]. 教育与教学研究, 2019, 33(11): 13-22.
- [3] 陈艳华, 张凯. 基于共词聚类的我国翻转课堂研究热点领域分析[J]. 黑龙江教师发展学院学报, 2022, 41(05): 34-38.