

AI 融合《下一代电池技术》课程的立体化教学体系构建研究

潘争辉¹, 吴振国², 程洪飞^{1*}, 傅婧^{1*}

1 同济大学材料科学与工程学院, 上海 201804

2. 四川大学化学工程学院, 四川 成都 610065

DOI: 10.61369/SDME.2026070034

摘 要 : 在“双碳”战略驱动与新能源技术革新的背景下, 固态电池、钠离子电池及多价金属离子电池等下一代电池技术正逐步成为储能领域的重要发展方向。这一趋势不仅丰富了材料科学的内涵, 也对高水平专业的人才培养提出了更高要求。然而, 现有课程体系在内容更新、机制解析深度及教学方式上仍以传统电化学框架为主, 难以适应新工科背景下“跨学科融合与复杂系统认知”的培养目标。本文以“下一代电池技术”课程为研究对象, 围绕人工智能技术在教学中的融合应用, 构建了“知识重构 – 机制强化 – 能力导向”的立体化教学体系。通过引入 AI 辅助工具、科研案例驱动教学及多维过程性评价机制, 实现课程内容、教学方式与能力培养的系统优化^[1]。教学实践结果表明, 该体系能够显著提升学生对复杂电池反应机制的理解深度及解决实际工程问题的能力。

关 键 词 : 新工科; 下一代电池技术; 人工智能; 教学改革; 立体化教学体系

Research on the Construction of a Three-Dimensional Teaching System for Next-Generation Battery Technology Integrated with AI

Pan Zhenghui¹, Wu Zhengguo², Cheng Hongfei^{1*}, Fu Jing^{1*}

1.School of Materials Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 201804

2.School of Chemical Engineering, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610065

Abstract : Against the backdrop of the "dual carbon" strategy and innovations in new energy technologies, next-generation battery technologies such as solid-state batteries, sodium-ion batteries, and multivalent metal-ion batteries are gradually becoming important development directions in the field of energy storage. This trend not only enriches the connotation of materials science but also places higher demands on the training of high-level professionals. However, the existing curriculum system still relies mainly on the traditional electrochemical framework in terms of content updates, depth of mechanism analysis, and teaching methods, making it difficult to meet the cultivation objectives of "interdisciplinary integration and complex system cognition" under the context of emerging engineering disciplines. This paper takes the "Next-Generation Battery Technology" course as the research subject and, focusing on the integration of artificial intelligence technology in teaching, constructs a three-dimensional teaching system of "knowledge reconstruction – mechanism reinforcement – ability orientation." By introducing AI-assisted tools, research case-driven teaching, and multi-dimensional formative assessment mechanisms, it achieves systematic optimization of course content, teaching methods, and ability training. Teaching practice results show that this system can significantly enhance students' depth of understanding of complex battery reaction mechanisms and their ability to solve practical engineering problems.

Keywords : new engineering; next-generation battery technology; artificial intelligence; teaching reform; multidimensional teaching system

在全球能源体系向低碳化、可持续化加速转型的背景下, 以风能、太阳能为代表的可再生能源占比持续提升。然而, 其固有的波动性与间歇性使得高效、安全的储能技术成为支撑新型电力系统稳定运行的关键。近年来, 固态电池、钠离子电池及多价金属离子电池等下一代电池技术不断发展, 在新能源汽车、高性能消费电子和大规模储能等领域展现出良好应用前景, 也对电池技术领域的人才培养提出了更高要求^[2]。与传统电池体系相比, 下一代电池在反应机理与结构设计上呈现出更加复杂的特征, 其性能往往由电极结构、界面状态及电解液环境等多因素协同决定。这种多尺度、多过程耦合的特性, 使得相关知识体系具有更强的综合性, 也显著提高了学习难度。因此, 单纯依赖以理论讲授为主的传统教学方式, 已难以支撑学生对复杂电化学过程的深入理解, 更难以培养其解决实际工程问题的能力^[3]。

一、下一代电池技术课程现存问题分析

在新工科建设持续推进的背景下,《下一代电池技术》课程虽已逐步纳入材料类及新能源相关专业的培养体系,但在具体教学实施过程中仍存在多方面不足。这些问题既体现在课程内容与学科前沿的脱节,也反映在教学方法与能力培养模式上的局限性上,亟需系统梳理与针对性优化^[4]。

(一) 教学内容体系相对滞后, 前沿性与系统性不足

当前课程内容多延续传统电化学或锂离子电池的知识框架,对固态电池、水系电池、钠离子电池等新兴体系的介绍往往停留在概念性层面,缺乏系统化梳理。一方面,不同类型电池在储能机制、材料设计及工程约束条件上存在显著差异,但课程未能从统一的理论视角进行归纳,导致学生难以形成整体认知结构;另一方面,近年来快速发展的界面工程、电解液调控及多尺度结构设计等关键研究策略在课程中体现不足,使教学内容与科研前沿之间存在明显断层,限制了课程的学术深度与前瞻性^[5-7]。

(二) 复杂反应机制表达方式单一, 认知门槛较高

下一代电池体系普遍涉及多离子协同传输、界面耦合反应及结构动态演化等复杂过程,其机理具有明显的多因素耦合特征。然而,在当前教学中仍以静态图示与公式推导为主要手段,缺乏对动态过程的直观表达与分层解析。学生在学习过程中往往难以将抽象理论与具体物理过程建立有效联系,容易出现“公式理解与机制理解脱节”的现象。此外,由于缺乏跨尺度分析框架,学生对材料结构-反应路径-性能表现之间的内在关联认识不足,也会影响其对问题本质的把握能力。

二、“AI+ 下一代电池技术” 立体化教学体系构建

针对《下一代电池技术》课程前沿性强、多维度跨度大的特点,本研究通过引入人工智能技术,打破传统教育中知识传授的线性局限,构建起“知识深度内化、能力高效转化、素养全面升华”的立体化教学体系。该体系下 AI 技术不仅是辅助工具,更是贯穿教学全周期的逻辑主线。

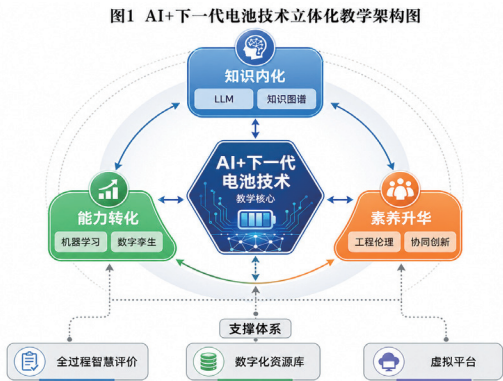


图1. “AI+ 下一代电池技术” 课程立体化教学架构图

(一) 知识内化：基于大语言模型的个性化探究式学习

下一代电池技术涉及固态电解质、多价离子传输、电极界面

反应等复杂的理论模型。传统课堂的一刀切灌输模式往往受限于有限的学时与固定的教学大纲,难以兼顾不同学生的理解进度。不仅削弱了学生的探究兴趣,更导致了理论学习与工程实践的严重脱节,亟需引入能够提供即时反馈、个性化路径规划以及具象化机理展示的智能教学媒介。

1. AI 学术导师系统的构建

利用大语言模型(LLM)的检索增强生成(RAG)技术,整合课程讲义、顶级学术期刊及行业蓝皮书,构建垂直领域的 AI 学术助手。该助手不仅能即时解答如“固态电池中空间电荷层对离子导通的影响”等深层问题,还能根据学生的提问历史,自动识别知识盲区并推送阶梯式微课资源。这种互动模式将学生的学习从被动听讲转变为探究式学习^[8]。

三、多维度考核与过程性评价优化

传统的课程考核多依赖于期末笔试或简单的实验报告,这种评价模式难以捕捉学生在下一代电池技术这种高度复杂、跨学科领域中的思维演变与实践进步。为了精准评估学生在人工智能赋能下的综合素养,本研究构建了一套多元化的评估考核体系,实现从单纯的分数评定到能力画像的转型。

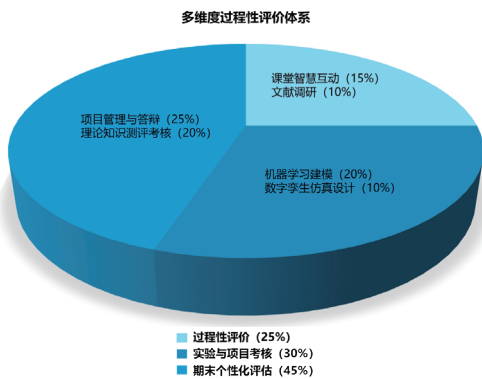


图3 多元化过程性评价考核体系

(一) 动态过程性评价：数字化学习轨迹捕捉

在 AI 立体化教学体系中,学生的学习行为不再局限于课堂。通过集成在教学平台中的 AI 插件,对学生的全周期学习轨迹进行实时记录与量化分析。

1. 课堂交互与知识内化度量(15%)

利用智慧课堂系统统计学生在 LLM 学术助教平台上的提问频率、追问深度以及对 AI 生成内容的纠错率。这不仅反映了学生对固态电解质界面动力学等难点的关注度,更能体现其学术思辨力。系统会自动生成月度“知识掌握热力图”,帮助教师针对性地调整授课重点,同时将学生的互动表现转化为过程分值,鼓励学生从被动听讲到主动探究的转变^[9]。

四、教学实践效果评价：知识、能力与素养的协同提升

为了全面验证“AI+ 数据驱动”赋能下的下一代电池技术课

程改革成效，本研究以同济大学材料科学与工程学院的新能源材料与器件专业两个平行班级进行对比实验。其中，对照班班级采用传统“讲授+验证性实验”模式，试点班则全面实施立体化教学体系。经过一个完整的教学周期，通过多维度的数据抓取与综合素质画像对比发现，试点班学生在理论深度、数字化工具应用能力及工程素养等维度均呈现出显著的增长态势^[10]。

知识维度的深层内化：从碎片化记忆到系统性重构

在下一代电池前沿理论的掌握上，试点班表现出更强的系统性与前瞻性。

复杂物理图像的构建质量：通过 LLM 学术导师的启发式引导，学生对固态电解质界面（SEI）的演变机制、多价离子传输的能垒模型等抽象概念的理解不再停留在公式推导层面。在随机抽样的深度访谈中，试点班学生能够较清晰地利用物理语言描述“锂枝晶在固态电解质中的非均匀成核规律”，并能自主通过 AI 生成的微观模拟视频进行原理解释。考核数据显示，试点班在涉及“失效机理分析”等更深度的应用题上的平均得分比对照班高出 18.5%。

五、结语

在新工科建设不断深化的背景下，面向新能源领域的工程人

才培养正在从以知识传授为主的方式逐步转向以能力与素养提升为核心的模式。本研究立足新工科建设需求，通过构建“AI+ 数据驱动”的立体化教学体系，成功将人工智能技术引入“知识-能力-素养”三维育人框架之中。

实践证明，引入大语言模型（LLM）学术导师、数字孪生多尺度仿真及机器学习驱动的科研范式，不仅有效破解了固态电解质界面动力学、多价离子输运机理等理论高度抽象、实验数据处理枯燥等传统教学痛点，更显著提升了学生在应对全固态电池设计、水系电池失效分析等领域复杂工程问题时的创新思维与实战技能。这一改革实践实现了从教师传授到学生主动的转变，通过全过程、多维度的评价机制，确保了教学质量的持续动态优化。

然而，AI 赋能教学的应用仍处于初始阶段。未来，本课程将进一步整合产学研优质资源，持续更新“AI+ 下一代电池”智慧资源库，并深度探讨人工智能与学科伦理、工程素养的融合路径。未来我们将继续追踪全球储能技术的前沿动态，致力于培养既具备扎实电化学基础，又能熟练运用智能化工具，在未来能源科技变革中引领创新的复合型领军人才。

参考文献

[1] 曹昆, 陈淑芬. "双碳"目标下《太阳能电池材料及技术》课程的教学改革探索 [J]. 广东化工, 2021. 48(24): p. 171-172.

[2] 马伟俊, 张东东, 郑轲, 等. 高比能锂离子电池用新型粘结剂的研究进展 [J]. 广东化工, 2024, 51(18):59-61.

[3] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动 [J]. 高等工程教育研究, 2017(03): p. 1-6.

[4] 王运武, 田阳, 任楷文. 教育数字化赋能教育强国建设的战略构想及实现路径——《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》解读 [J]. 中国医学教育技术, 2025. 39(04): p. 425-431.

[5] 欧立军, 陈海霞, 刘周斌, 等. 以项目驱动为主的课程过程性考核探索与实践 [J]. 大学教育, 2025(03): p. 56-60.

[6] 朱瑞, 李游山, 陈海萍. 人工智能融入高等教育教学模式的创新与实践 [J]. 中国信息化, 2024(06): p. 83-84.

[7] 孙艺丹, 薛松领, 宗钟凌, 等. "互联网+"背景下基于 OBE 理念的土木工程材料课程教学改革探索与实践 [J]. 科教文汇, 2024(13): p. 83-86.

[8] 苏小红, 苗启广, 陈文字. 基于 AI 赋能和产教融合提升程序设计能力的个性教学模式 [J]. 中国大学教学, 2023(6):4-9.

[9] 刘维, 赵宇, 葛桂萍. 工程教育视域下本科信息类人才培养模式研究 [J]. 工业和信息化教育, 2025(5):24-28.

[10] 陈豪翔, 罗安信, 杨阳. AI 赋能的传感器与检测技术教学课程改革与探索 [J]. 2025(12):141-144.