



多重视角转换与反馈课堂教学模式探索与实践：以《超级电容器材料与技术》为例

来庆学，张校刚

（南京航空航天大学材料科学与技术学院，江苏 南京 211106）

摘要：《超级电容器材料与技术》是面向新能源材料与器件专业高年级学生开设的特色交叉课程，由于其融合化学、材料、能源工程等多学科知识，兼具较强的理论性与工程实践性，为该课程的高质量课堂教学带来严峻挑战。然而，普遍采用的传统“单师”教学模式存在学科视角单一、理论与工程教学衔接割裂、学情反馈滞后、教学针对性不足等问题，难以满足该课程的多元交叉融合教学需求。本文针对该课程的多学科交叉本征属性与教学需求，构建了跨学科“双师”多视角反馈教学新模式，研究了该模式下的课堂教学质量提升效果与多元反馈机制。该模式通过电化学与材料器件双学科教师协同授课，搭建了学与教双向联动的多层次学情反馈体系，依托教学角色动态转换实现跨学科知识融合与理论实践教学互补，实现了概念性学习与动手实践的协同增效，有效解决了“单师”授课的学科局限，完善了“化学机理—材料工程—器件应用”的立体化教学体系。实践表明，“双师”教学模式能够有效打破学科壁垒，提升学科交叉课程的课堂教学效果，助力学生构建有机融合的化学—材料—能源工程跨学科知识体系；同时，该模式将驱动教师跨学科教学能力协同提升，推动师资建设规模与跨学科课程体系扩容的同频共振，进而构筑教与学双向赋能的良性生态循环。这些结果还将为探索人工智能深度融合的“双师”教学新范式提供实践支撑与数据基础，从而有望为针对学科交叉特色课程形成新一代智慧教育模式铺平道路。

关键词：超级电容器材料与技术；“双师”教学模式；多维反馈机制；跨学科互补

doi: 10.19799/j.cnki.2095-4239.2026.0504

中图分类号: G 642.1

文献标志码: A

文章编号: 2095-4239 (XXXX) XX-1-07

Exploration and Practice of a Multi-Perspective Transformational Feedback Teaching Model: A Case Study of Supercapacitors Materials and Technologies

LAI Qingxue, ZHANG Xiaogang

(Department of Materials Science and Technology, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics,
Nanjing 211106, Jiangsu, China)

Abstract: Supercapacitors Materials and Technologies is a characteristic interdisciplinary course offered for senior students majoring in New Energy Materials and Devices. This course integrates multidisciplinary knowledge of chemistry, materials science, and energy engineering, as well as features solid theoretical foundations and prominent engineering practicality, resulting in significant challenges to the implementation of high-quality teaching for

收稿日期: 2026-06-12; 修改稿日期: 2026-07-15.

基金项目: 南京航空航天大学教改项目 (2023GHJC31)。

第一作者: 来庆学 (1988—), 男, 博士, 副教授, 研究方向为金属离子电池, E-mail: qx_lai@nuaa.edu.cn; 通信作者: 张校刚, 教授, 研究方向为储能材料与器件, E-mail: azhangxg@nuaa.edu.cn。

引用本文: 来庆学, 张校刚. 多重视角转换与反馈课堂教学模式探索与实践: 以《超级电容器材料与技术》为例[J]. 储能科学与技术, XXXX, XX(XX): 1-7.

Citation: LAI Qingxue, ZHANG Xiaogang. Exploration and Practice of a Multi-Perspective Transformational Feedback Teaching Model: A Case Study of Supercapacitors Materials and Technologies[J]. Energy Storage Science and Technology, XXXX, XX(XX): 1-7.

this course. However, the traditional single-teacher teaching mode, which remains prevalent in current pedagogical practice, is typically constrained by severe drawbacks for instruction in Interdisciplinary courses, including a monotonous disciplinary perspective, disjointed theoretical and engineering teaching, delayed learning situation feedback, and insufficient targeted teaching. These issues leave single-teacher teaching mode ill-equipped to address the complex interdisciplinary requirements of this course. In response to the inherently interdisciplinary nature and pedagogical demands of this course, this paper proposes a multi-perspective feedback-based dual-teacher teaching mode, investigates the model's efficacy in enhancing classroom instruction quality, and thus reveal the multi-perspective feedback mechanisms. Under such a teaching model, two teachers specializing in electrochemistry and material devices, respectively, are participating in the collaborative teaching of this course. Importantly, this mode establishes a multi-level bidirectional interactive feedback mechanism among the multiple roles involved in the teaching and learning process. Moreover, dynamic transformation of teaching roles facilitates deep interdisciplinary knowledge integration, effectively bridging theoretical rigor with engineering application to achieve holistic synergy between conceptual learning and hands-on practice. This approach effectively breaks the disciplinary limitations of single-teacher teaching model, thereby refining a multidimensional pedagogical framework that systematically bridges chemical mechanisms, materials engineering, and device applications. Practical results show that the dual-teacher teaching mode can effectively break down rigid disciplinary boundaries and significantly optimize classroom teaching effects for cross-disciplinary courses, empowering students to build a cohesively integrated knowledge architecture that transcends discrete subject boundaries and fosters robust cognitive connections across chemistry, materials science, and energy engineering. Furthermore, this model serves as a catalyst for the synergistic advancement of faculty members' interdisciplinary teaching competencies, strategically aligning the trajectory of faculty development with the accelerating expansion of interdisciplinary courses. By dismantling traditional epistemic silos, it fosters a responsive and adaptive instructional ecosystem where pedagogical innovation and curricular growth reinforce one another, thereby establishing a robust, virtuous cycle characterized by the sustained mutual empowerment of teaching and learning. Finally, these empirical findings will provide robust practical support and solid quantitative foundation for exploring innovative dual-teacher paradigms that feature deep artificial intelligence (AI) integration, thereby paving the way for next-generation smart education models for cross-disciplinary courses.

Keywords: Supercapacitors Materials and Technologies; dual-teacher model; feedback mechanism; interdisciplinary complementarity

新能源材料与器件专业是适配新能源产业发展需求设立的交叉型工科专业，深度融合化学、材料科学、能源工程、器件制造等多学科知识，主要聚焦新型能源材料设计、储能与能量转换器件研发、新能源技术应用等核心领域，旨在培养兼具理论素养与工程实践能力，能够适配储能、新能源、新材

料行业发展的复合型创新人才^[1]。《超级电容器材料与技术》是面向该专业大三学生开设的特色专业课程，立足电化学储能前沿领域，系统讲授超级电容器储能机理、电极材料改性设计、电解质体系筛选、器件结构优化、制备工艺与性能表征等核心内容，衔接专业基础理论与行业工程应用，是支撑储

能器件方向人才培养的关键课程^[2]。该课程具备极强的多学科交叉特性，教学内容横跨电化学理论、材料结构调控、器件工程实践等多个领域，对授课的知识广度与深度要求极高。传统单一教师授课模式存在明显局限性，授课教师受自身学科背景限制，难以兼顾化学机理深度解析与材料工程工艺实操讲解，易造成理论与实践教学脱节，迫切需要打破学科壁垒式教学新模式。同时，课程知识抽象、内容跨度大，学生对跨学科融合知识的理解难度较高，不同学科知识间的链接难度大，学情差异化显著，单一教学模式难以精准适配学生学习需求，成为现阶段课程教学提质增效的核心挑战^[3]。

1 《超级电容器材料与技术》课程教学特色与重要性

目前，我校新能源材料与器件专业经过几年的建设和快速发展，已构建了“基础筑牢、交叉融合、方向多样”的系统化培养体系，以培养复合型新能源领域工程技术人才为核心目标^[4]，如图1所示。专业首先以数理化与外语为核心搭建理论基础平台，夯实数学、物理、化学等自然科学功底，同时强化材料科学、电化学等专业基础课程，构建“数理基础+材料+电化学”的跨学科知识底座，为后续专业学习提供支撑。在此基础上，专业设置三大特色培养模块：一是新能源器件方向，围绕电容器、二次电池、太阳电池等主流储能与转化器件，开展原理、制备与应用的系统教学；二是多尺度研究方法模块，覆盖谱学表征、失效分析、机器学习与智能制造等前沿技术，培养学生从微观表征到宏观工艺的全链条研究能力；三是专业交叉融合方向，打通材料、电化学与新能源工程的学科壁垒，推动跨领域知识的融合应用，培养学生解决复杂工程问题的能力。该培养模式既强化了理论基础与专业核心的纵向衔接，又通过多方向、多方法的横向拓展，兼顾器件研发、表征分析与智能应用的多元需求，实现了“厚基础、宽口径、强交叉、重实践”的人才培养定位，为新能源行业输送兼具理论素养与工程实践能力的创新型人才。

《超级电容器材料与技术》课程是面向我校新能源材料与器件专业大三学生开设的一门专业选修课。该课程作为第6学期开设的专业方向支撑课程，其设计逻辑深度契合新能源材料与器件专业

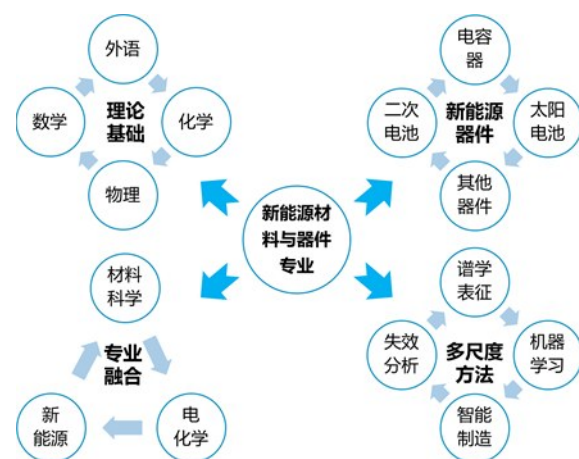


图1 新能源材料与器件专业基础扎实、融合交叉、方向多样的人才培养体系

Fig. 1 Illustration of the robust, interdisciplinary, and diversified talent development framework for New Energy Materials and Devices

“基础筑牢—核心进阶—方向分流”的递进式培养路径，如图2所示。从先修逻辑看，课程开设前已完成高等数学、物理化学、电化学基础、材料科学基础等核心基础课程，构建了从数理理论到材料化学、电化学原理的完整知识底座，为理解超级电容器双电层/赝电容储能机制、材料结构-性能关系奠定了理论前提。同时，它与同阶段的二次电池、太阳电池课程形成横向联动，构成储能与能量转换器件的核心知识矩阵，实现“基础理论—核心技术—前沿拓展”的系统教学链^[5]。进一步，通过该课程的学习，能够为后续开展《人工智能与能源材料设计》《新能源材料失效分析》等前沿课程与相关毕业设计课题的有序开展提供强有力的支撑。

在培养体系中，该课程具有三重关键价值：其一，承上启下的枢纽作用，它将前期所学的电化学、材料化学理论具象化为储能器件的工程应用，实现了从基础理论到专业应用的关键衔接，为后续《储能原理与技术》《原位谱学电化学》等课程提供器件层面的认知基础。其二，聚焦前沿的方向引领作用，课程聚焦超级电容器这一兼具高功率密度、长循环寿命的新型储能技术，覆盖电极材料、电解质、器件设计等核心内容，弥补了传统锂离子电池等相关课程的技术空白，呼应了新能源行业对多元储能技术人才的需求。其三，跨学科能力的融合培养作用，课程融合材料、电化学、器件工程等多领域知识，为后续《电池智能制造技术》《计算材料

学》等交叉课程提供实践场景,助力学生构建“材料设计—器件制备—性能表征”的全链条工程思

维,专业培养体系中发挥着衔接基础与前沿、理论与工程的关键节点作用。

	第1学期	第2学期	第3学期	第4学期	第5学期	第6学期	第7学期	第8学期
基本能力支撑	外语课					超级电容器材料与技术		
	高等数学II		线性代数	概率论与数理统计II		二次电池材料与技术		
		大学物理I（及实验）		固体物理	半导体物理	新型太阳能电池及其发展	新能源材料失效分析	
基础交叉支撑	无机与分析化学（及实验）				电化学基础	薄膜材料与技术	前沿化学电源与材料	毕业设计
	有机化学基础（及实验）		高分子化学与物理基础	材料化学	电池智能制造技术	人工智能与能源材料设计		
			物理化学I（及实验）			计算材料学		
专业核心支撑	新能源材料与器件导论	材料科学基础			新能源材料与器件基础（及实验）	原位谱学电化学		
					现代测试与分析技术	储能原理与技术		
	先修课程					同步课程	后续支撑课程	
						专 业 方 向 支 撑		

图2 《超级电容器材料与技术》在专业培养课程设置中的地位与重要性

Fig. 2 The Role and Significance of Supercapacitor Materials and Technologies within the Professional Curriculum

2 基于“双师”教学的多重视角转换与反馈模式的教学实践

2.1 “双师”教学模式的需求与必要性

“双师”教学模式作为协同教学新范式的具体实践形式,为提升学科交叉课程教学质量提供了一种有效的途径^[6]。《超级电容器材料与技术》作为新能源材料与器件专业的专业课程,其“化学与材料深度交叉”的学科属性、课堂教学的动态反馈需求,以及人工智能赋能教学的未来探索方向,共同构成了开展“双师”教学模式的内在动因与现实意义,是破解传统教学瓶颈、提升复合型人才培养质量的关键路径,如图3所示。

首先,专业交叉融合属性对“双师”教学模式提出了本质需求。超级电容器技术的核心逻辑是“材料结构—电化学行为—器件性能”的跨尺度耦合,其教学内容天然跨越化学与材料两大一级学科。从化学视角看,涉及电解质离子溶剂化、界面电荷转移、氧化还原反应动力学等电化学基础;从材料视角看,覆盖碳基/金属基电极材料设计、微观结构调控、多孔结构工程等材料科学内容。传统“单师”教学模式下,教师往往受限于单一学科背景,难以同时兼顾化学机理的深度阐释与材料工程

的实践解读,易出现“原理讲不透、工艺讲不清”的割裂问题。而“双师”教学模式可通过“化学+材料”双学科教师协同授课,实现理论与工程的互补融合,帮助学生构建完整的跨学科知识体系,契合课程交叉属性的本质要求。

其次,课堂教学学情与效果的实时反馈需求,亟需“双师”教学模式实现精准化教学^[6]。《超级电容器材料与技术》课程兼具理论性与工程性,学生对储能机理、材料设计等内容的理解存在显著差异,传统“单师”教学难以兼顾课堂讲授与学情把控,教师无法在授课过程中实时捕捉学生的知识盲区、调整教学节奏。“双师”教学模式下,主讲教师聚焦核心知识讲授,协同教师则通过课堂互动、随堂测试、学情分析等方式,实时反馈学生的学习状态与理解难点,帮助主讲教师动态优化教学内容与方法,实现“教”与“学”的双向适配,解决传统教学中反馈滞后、针对性不足的问题,显著提升课堂教学效果。

最后,面向未来的人工智能机器人教师参与的“双师”教学新范式探索,为课程教学改革提供了创新方向。随着人工智能技术在教育领域的渗透,传统“双师”教学可进一步升级为“人类教师+AI机器人教师”的新型模式^[7]。人类教师聚焦学科前



图3 《超级电容器材料与技术》课程“双师”课堂教学模式的需求与必要性

Fig. 3 The demand and necessity of the dual-instructor teaching model for Supercapacitor Materials and Technologies

沿解读、工程案例剖析等高阶教学内容，AI 机器人教师则承担学情分析、个性化答疑、虚拟仿真实验指导等工作，实现教学资源的高效配置。这种新范式不仅能缓解交叉学科师资不足的问题，更能为学生提供沉浸式、个性化的学习体验，培养其适应智能时代的工程思维与创新能力，契合新能源行业智能化发展的人才需求，为专业教学改革探索可复制、可推广的新路径。

2.2 基于“双师”教学的多重视角转换与反馈模式的实践路线

基于《超级电容器材料与技术》的“双师”教学模式以“学生主体”为核心^[6]，构建“双师协同、多视角联动、全流程反馈”的闭环教学体系，精准适配《超级电容器材料与技术》的交叉学科教学需求，如图4所示。实践的对象为我校新能源材料与器件专业历届大三学生，规模在每届2个班，40人左右。实践过程具体可分为三个层面：

第一，“双师”多视角协同授课。教师①以化学/电化学视角为核心，承担课程体系搭建、重难点知识讲授、课堂节奏调控、互动活动组织与德育元素浸润，围绕超级电容器储能机理、电解质界面电荷转移等内容构建完整的理论教学主线；教师②则以材料/器件视角切入，同步开展学情观察，重点捕捉学生对电极材料结构调控、性能构-效关系、器件制备工艺等内容的理解盲区，通过课堂互动引

导、案例补充解析等方式深化学生认知，形成“理论机理+工程实践”的跨学科互补教学闭环。通过课程章节知识点属性梳理、教师授课内容合理分配与课堂互动补充，从根本上解决了单一学科背景教师难以兼顾课程交叉属性的教学痛点。

第二，三重反馈机制驱动教学迭代。该模式构建了覆盖“学生-教师-教学过程”的三重全链路反馈机制。首先，建立“学→教”的自下而上反馈通道，学生可通过课堂反应、话题互动、随堂测试等渠道，将对超级电容器储能机理、材料构-效关系等内容的理解难点与学习体验同步传递给两位教师；其次，建立了“学→学”的平行反馈通道，以协同教师的“准”学生视角深度体验课堂教学效果，并实时反馈给第二视角教师，完成“教”与“学”双重视角的融合反馈；在此基础上，搭建“教→教”的协同反馈平台，主讲教师与协同教师实时交流课堂学情、梳理共性问题、研讨教学优化策略，形成跨学科教学共识。在该模式中，通过形成“教→学→教”的自上而下与自下而上的反馈闭环，促进双教师开展学情精准分析与教学改进，从而向学生开展分层答疑、针对性指导与学习建议。同时，通过多维度双向反馈，驱动教学内容的精准迭代、教学方法的动态适配、教学进度的弹性调整，实现教学过程的持续优化升级，保障课程知识传递的系统性、针对性与高质量。

第三，角色转换实现综合提升。“双师”教学模式下，两位教师通过教学场景中的角色联动与视角转换，实现跨学科能力的双向强化与优势互补。主讲教师（电化学方向）可在协同授课中吸收材料工程视角的实践经验，完善课程中器件制备、性能表征等工程性内容的教学设计；协同教师（材料方向）则能深化对超级电容器储能机理、界面反应等电化学理论的教学认知，强化材料结构与电化学性能关联的理论阐释能力。这种双向赋能的协同模式，不仅达成了“教/学双重体验、交叉内容强化、优势不足互补”的综合提升目标，更推动了教学相长，使教师的跨学科教学能力得到系统性锻炼，课程的交叉融合属性也得到充分体现。

这种基于“双师”教学模式的多视角反馈机制显著强化了课堂教学效果，从根本上改善了学生的课堂学习体验。例如，在该模式下开展切片式教学，将50分钟课堂分割为化学原理（15分钟，教

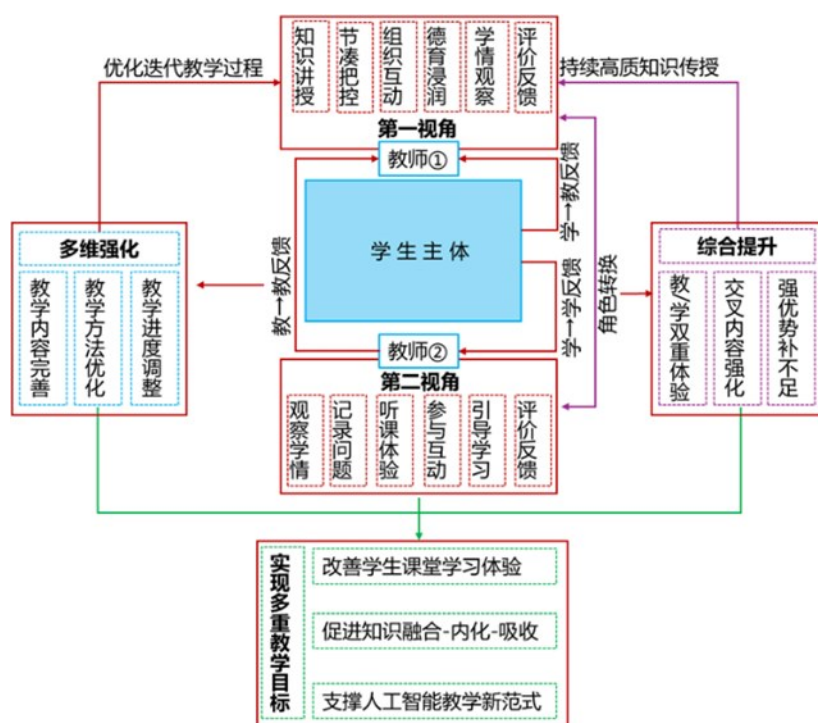


图4 “双师”教学多视角反馈教学模式实践路线图

Fig. 4 The practice roadmap for the dual-instructor-based multi-perspective feedback teaching model

师①)、材料科学(15分钟,教师②)、话题汇报(15分钟,学生)和集体讨论(5分钟,所有师生),通过设计多次翻转课堂切片式教学增加课堂教学的多样式与学生深度参与感,解决了注意力不集中的问题,显著提升了课堂抬头率。更重要的是,该模式通过“化学机理—材料工程—器件应用”跨学科知识的系统串联,学生得以跳出单一学科视角,构建起完整的超级电容器全链条知识体系,实现从理论认知到工程应用的深度融合与内化吸收;结合企业参观,进一步将抽象原理具象化,打通了“微观机理—宏观制造—终端应用”的全产业认知链条,强化了产业思维与工程素养。“双师”课堂能够有效实施双师协同的实时互动、针对性答疑,让学生的知识盲区得到及时回应。基于“雨课堂”等智慧教学平台的统计数据显示,与往年“单师”课堂教学效果相比,“双师”课堂显著提升了学生的学习获得感与参与度。同时,该模式提供了理论、工程实践与系统架构三维透视视角,强化了学生的批判性思维、系统思维与跨学科知识整合能力。另外,模式构建的多视角学情反馈机制,为后续探索“人类教师+AI教师”的新型教学范式,积累了宝贵的实践经验与数据支撑^[9]。

2.3 “双师”教学实践过程的不足与改进方法

需要指出的是,目前“双师”教学模式在实际开展中仍存在不少现实难题,跨学科教师需要在备课授课、课后复盘等各个环节密切配合,人员时间统筹与日常沟通都会产生较高成本,还容易出现课堂教学节奏步调不一的情况。现阶段学情评判大多依靠教师主观判断,缺少规范的数据化分析手段,无法精准判定学生知识薄弱点与真实授课成效,使得教学优化调整难以精准落地。倘若没有清晰划分主讲与协同教师的工作职责,还会造成授课内容重复、课堂互动引导杂乱等状况,扰乱正常教学秩序,打断学生连贯的学习思路。

鉴于目前“双师”教学实践过程存在的问题与挑战,未来可以从三个层面推进优化与改进。第一,建立规范统一的双师备课协作体系,清晰划分教学职责,理顺日常沟通衔接流程。第二,借助随堂检测、线上互动平台等数字化手段,让学情反馈能够量化呈现、直观可视^[10-11]。第三,教学过程中灵活调整两位教师的职能定位,规避工作权责交叉问题,同步开展跨学科教学能力研修,推动同侪协作与创新,充分释放“双师”教学的协同育人优势^[12]。

3 结 论

综上所述, 针对以新能源材料与器件专业《超级电容器材料与技术》课程为代表的多学科深度交叉的课程教学特征, 开展“双师”多视角反馈教学模式改革具有极强的必要性与现实意义。针对该类课程的跨学科知识融合与理论实践教学互补的迫切需求, 本研究提出构建“双师”协同教学路径, 通过跨学科教师互补授课、多维度双向学情反馈、教学角色动态转换的完整实践体系, 有效破解了交叉学科教学内容割裂、学情反馈滞后、教学针对性不足等突出问题。与传统的单师讲授及轮换式团队教学模式相比, “双师”协同教学模式通过教学角色动态切换、多级双向反馈及理论与工程实践互嵌贯通设计, 突破了学科壁垒与理论/实践割裂瓶颈, 在促进学生构建有机融合的跨学科知识体系的同时, 驱动教师跨学科教学能力的协同进阶, 从而实现学科交叉课程教学质量的系统性提升, 并为智能化教学新范式的探索积累了扎实的实践经验与学情数据支撑。未来, 将持续优化双师协同备课机制, 引入数字化学情分析工具, 明确教师教学分工, 不断完善闭环教学体系, 充分发挥“双师”教学的协同育人优势, 为针对学科交叉特色课程形成新一代智慧教育模式铺平道路。

参 考 文 献

- [1] 童锐, 徐妙, 饶煜, 等. 新工科背景下新能源材料与器件交叉学科建设研究[J]. 高教学刊, 2025, 11(12): 93-96.
TONG Rui, XU Miao, RAO Yu, et al. Research on the interdisciplinary construction of new energy materials and devices under the background of new engineering[J]. Journal of Higher Education, 2025, 11(12): 93-96.
- [2] 武文玲, 朱建锋, 欧阳海波, 等. 新工科人才培养模式下的有效教改探究与实践——以“超级电容器材料及制造技术”课程为例[J]. 当代教育实践与教学研究, 2023(2): 87-89.
WU Wenling, ZHU Jianfeng, OUYANG Haibo, et al. Exploration and practice of effective teaching reform under new engineering talent training mode: taking the course "Supercapacitor Materials and Manufacturing Technology" as an example[J]. Contemporary Education Research and Teaching Practice, 2023(2): 87-89.
- [3] 陆盈盈, 王卓雅. 新化工背景下能源类专业超级电容器课程理论教学探索与内容优化[J]. 化工高等教育, 2021, 38(4): 73-79.
LU Yingying, WANG Zhuoya. Theoretical teaching exploration and content improvement of super capacitor course in energy profession under the background of new chemical industry[J]. Higher Education in Chemical Engineering, 2021, 38(4): 73-79.
- [4] 刘劲松, 张校刚. "双碳"背景下新能源材料与器件专业人才培养探索与实践[J]. 储能科学与技术, 2023, 12(3): 985-991.
LIU Jinsong, ZHANG Xiaogang. Exploration and practice of talents training of undergraduate majors in new energy materials and devices under the background of "double carbon"[J]. Energy Storage Science and Technology, 2023, 12(3): 985-991.
- [5] 王亮, 汪海平, 余凡, 等. 地方高校新能源材料与器件专业建设探索与实践[J]. 化工时刊, 2026, 40(2): 88-91.
WANG Liang, WANG Haiping, YU Fan, et al. Exploration and practice on the construction of New Energy Materials and Devices major in local universities[J]. Chemical Industry Times, 2026, 40(2): 88-91.
- [6] 陈晓丹. 高校“双师同堂”教学模式的构建与实践[J]. 菏泽学院学报, 2013, 35(6): 130-134.
CHEN Xiaodan. On construction and practice of two-teacher teaching mode in colleges and universities [J]. Journal of Heze University, 2013, 35(6): 130-134.
- [7] 王海艳. "AI助教-教师-学生"三元协同的IHI课堂教学范式重构——评《人工智能赋能教学质量提升研究》[J]. 中国电化教育, 2026(3): News2603-8-News-2603-9.
WANG Haiyan. Reconstruction of IHI classroom teaching paradigm with "AI assistant - teacher - student" triadic synergy: a review of research on AI-empowered teaching quality improvement[J]. China Educational Technology, 2026(3): News2603-8-News-2603-9.
- [8] 常宏, 谭俊华, 李鹏, 等. 以学生为中心的储能材料与器件课程教学改革[J]. 山西青年, 2025(4): 118-120.
CHANG Hong, TAN Junhua, LI Peng, et al. Students-centered teaching reform of the "Energy Storage Materials and Devices" course[J]. Shanxi Youth, 2025(4): 118-120.
- [9] 高柯, 李森, 李菲. 大数据驱动精准教学模式下学生个性化培养探索[J]. 教育信息化论坛, 2025(31): 22-24.
GAO Ke, LI Sen, LI Fei. Exploration on personalized student cultivation under the data-driven precision teaching model[J]. Forum on Education Informationization, 2025(31): 22-24.
- [10] 田瑞雪, 孙鸿飞, 李高蕾, 等. 人工智能赋能大学新能源材料科学与技术课程教学的探索与实践[J]. 现代职业教育, 2026(3): 32-35.
TIAN Ruixue, SUN Hongfei, LI Gaolei, et al. Exploration and practice of AI-empowered teaching in the university course "New Energy Materials Science and Technology"[J]. Modern Vocational Education, 2026(3): 32-35.
- [11] 刘奋照, 王玲, 李楠, 等. 基于雨课堂的“材料科学基础”多元化课堂教学改革与实践[J]. 化工时刊, 2023(37): 60-62.
LIU Fenzhao, WANG Ling, LI Nan, et al. Diversified classroom teaching reform and practice of *Fundamentals of Materials Science* based on rain classroom[J]. Chemical Industry Times, 2023(37): 60-62.
- [12] 白珊, 屠健. 项目式校本研修: 内涵、价值与实施策略[J]. 教育理论与实践, 2025(45): 15-20.
BAI Shan, TU Jian. Project-based school-based teacher training: connotation, value, and implementation strategies[J]. Theory and Practice of Education, 2025(45): 15-20.