

# 面向能力培养的电化学原理课后作业教学模式初探

常丽

重庆理工大学, 中国·重庆 400055

**摘要:** 电化学学科发展突飞猛进, 已成为推动能源、材料、环境等重大领域科技创新的核心驱动力, 其前沿成果深刻改变着相关产业的发展图景。电化学原理课程是电化学学科的核心课程。在教学过程中, 传统课后作业在巩固学生知识方面具有一定作用, 但存在模式固化、与工程实践脱节、评价维度单一等局限, 已成为制约学生高阶思维与综合能力发展的瓶颈。本文初步探究了以能力培养为核心导向, 对电化学原理课程的课后作业模式进行系统性改革, 构建了以“知识应用能力、工程实践能力、系统创新能力”为阶梯目标的“三位一体”作业新体系, 设计了包括案例分析、工艺设计、微型项目在内的多元化作业模块, 以期提高教学质量。该模式能有效促进学生从被动解题向主动探究转变, 显著提升其解决复杂电化学工程问题的综合素养, 为理工科核心课程的实践教学改革提供了可借鉴的范式。

**关键词:** 能力培养; 电化学原理; 作业改革; 工程实践; 教学模式

## Preliminary Study on the Teaching Model of Electrochemical Principles Homework Focused on Ability Development

Chang Li

Chongqing University of Technology, China Chongqing 400055

**Abstract:** The discipline of electrochemical science has advanced by leaps and bounds, becoming a core driving force behind technological innovation in major fields such as energy, materials, and the environment. Its cutting-edge achievements are profoundly reshaping the developmental landscape of related industries. The Principles of Electrochemistry course serves as a core component of electrochemical education. In the teaching process, traditional homework assignments have played a certain role in reinforcing students' knowledge, but they suffer from limitations such as rigid patterns, disconnection from engineering practice, and a single evaluation dimension, which have become bottlenecks hindering the development of students' higher-order thinking and comprehensive abilities. This paper preliminarily explores a competency-focused reform of the homework assignment model for the Principles of Electrochemistry course. It proposes a systematic reform to establish a tripartite assignment system with "knowledge application ability, engineering practice ability, and systematic innovation ability" as its tiered objectives. Additionally, diverse assignment modules, including case analyses, process designs, and mini-projects, have been designed to enhance teaching quality. This model effectively facilitates the shift of students from passive problem-solving to active inquiry, significantly improving their comprehensive ability to address complex electrochemical engineering challenges. It provides a referential paradigm for practical teaching reform in core science and engineering courses.

**Keywords:** Competency cultivation; Principles of electrochemistry; Assignment reform; Engineering practice; Teaching model

## 0 引言

随着全球科技革命与产业变革的加速演进, 国家对能够适应时代发展、驱动创新突破的科技型人才的需求日益迫切。这类人才不仅要具备扎实的理论根基, 更需拥有跨学科整合能力、实践应用素养与持续学习的适应性。在此背景下, 传统理工科本科教育体系, 尤其是课程学习模式, 正面临深刻的改革压力。如何将学科前沿、产业需求与教学实践

深度融合, 成为当前高等工程教育改革的关键命题<sup>[1,2]</sup>。

在这一改革进程中, 电化学原理作为一门贯穿化学、材料、物理、能源等多学科的核心交叉课程, 其战略地位日益凸显。尤其在“双碳”目标引领下, 新能源储能、燃料电池、绿色电合成、二氧化碳转化等前沿领域迅猛发展, 电化学已从基础学科演变为支撑能源转型与环境可持续发展的关键技术基础<sup>[3]</sup>。理解电化学过程与机制, 掌握相关

材料设计与系统优化能力,已成为新能源、新材料、先进制造等领域高层次人才培养不可或缺的一环<sup>[3]</sup>。

在我校,电化学原理是面向应用化学专业大三学生开设的专业核心课程。该课程旨在使学生掌握电极过程动力学、界面结构、电池与电解等基础理论,为后续专业课程及科研实践奠定基础。然而,对照国家对新工科人才的能力要求及行业快速发展态势,该课程现行教学模式仍暴露出若干突出问题,包括教学内容相对滞后、理论脱离实践、教学方法较为单一以及评价方式偏重应试等<sup>[4]</sup>。

为解决上述问题,特别是针对课程评价方式偏重应试、课后作业刻板化这一核心痛点,我们进行了教学模式改革的初步探索。在传统教学评价体系下,课后作业大多停留于对能斯特方程计算、极化曲线辨析等经典理论知识的重复性演练。这种“知识本位”的作业模式存在明显局限:其一,目标褊狭,过于强调低阶认知的记忆与理解,难以承载分析、设计、评价等高阶能力培养;其二,情境缺失,习题多为去情境化的理想模型,与学生未来面临的复杂、多约束的真实工程与科研问题相距甚远;其三,方式单一,书面计算与简答占据主导,难以激发学生兴趣,更无法锻炼其团队协作、信息整合与创新表达等软技能<sup>[5]</sup>。

基于此,本次改革的根本出发点,是实现作业功能从“知识的检验器”向“能力的孵化器”的战略转移。我们面对的核心命题是:如何通过作业模式的系统性设计,将“解决复杂工程问题能力”这一抽象培养目标,分解并落实为一系列具体、可操作、可评价的学习任务,从而使作业真正成为驱动学生能力阶梯式成长的核心引擎。

## 1 面向能力培养的课后作业教学模式改革思路

本研究提出以“知识应用能力—工程实践能力—系统创新能力”为纵向进阶主线的“三位一体”作业设计新框架。该框架的横向维度则融入“价值引领、交叉融合、数字赋能”三大理念,确保作业内容与时俱进。

### 1.1 深化知识应用能力——从解题到解决问题的教学模式改革

为应对新工科背景下对高素质工程科技人才的培养需求,《电化学原理》课程教学改革的核心突破口之一,在于彻底重构课后作业的形态与功能。我们旨在推动学生的学习重心实现一次根本性跃迁:从擅长解答结构良好的封闭式习题(“解题”),转向能够应对开放、复杂、多约束的真实工程与科学问题(“解决问题”)。这一转变并非对传统理论练习的简单否定,而是对其功能的深化与超越,是

知识向能力转化的关键桥梁。

传统作业设计通常依附于单一章节知识点,题目条件理想化、答案标准化,虽有助于巩固基础概念,但无形中构建了“知识壁垒”,使学生难以窥见电化学全貌及其在真实世界中的动态交织。学生常陷入“学而不知其用”的困境,面对实际工程问题时,无法灵活调用、整合跨章节知识体系。为此,我们的改革核心要点是:系统性打破章节壁垒,精心设计一系列环环相扣、贴近前沿的综合型与应用型情景任务。这些任务模拟科研与工程实践的核心环节,迫使学生在“做中学”“用中学”,将分散的理论点串联成解决实际问题的能力网。

例如,可以设计案例分析作业,让学生沉浸于模拟真实工业场景,扮演技术分析员的角色。设计作业如“某汽车零部件厂一批镀锌紧固件表面出现分布不均的暗色斑点,导致产品合格率骤降。请从电极电位分布、阳极与阴极极化过程,以及电解液传质动力学等多角度,构建一份潜在失效原因的分析简报。”我们首先引导学生将模糊的工业描述转化为可分析的科学问题。学生需自问:斑点区域与正常区域的电化学微环境有何差异?是阳极过程还是阴极过程失控?可能涉及哪些次级反应?学生必须跨越“电化学热力学”(判断反应驱动力)、“电极/溶液界面结构”(分析双电层与吸附的影响)和“电极过程动力学”(辨析控制步骤)等多个章节,进行综合推理。例如,他们可能需要同时考虑局部 pH 值变化对析氢反应的影响,以及添加剂吸附对锌沉积形态的调控作用。最终产出不是简单的计算答案,而是一份包含“可能原因列表”“依据的原理分析”“初步验证实验建议”及“工艺优化方向”的技术简报。这训练了其技术沟通、逻辑论证和提出解决方案的完整能力链。此模式直接针对“情境缺失”的痛点,培养学生从复杂现象中提炼科学问题的能力,并使其深刻理解理论知识是如何被用于追溯根源、指导实践的。它评估的不再是记忆的准确性,而是分析、综合与评价的高阶认知技能。

### 1.2 锻造工程实践能力——从认知到模拟设计的教学模式改革

在工程教育中,从理论认知到实践能力之间,往往横亘着一条需要关键桥梁来跨越的鸿沟。传统教学受限于实验室硬件条件、安全风险与课时压力,常使学生对复杂工业系统的理解停留在抽象的公式与定性描述层面。为此,《电化学原理》课程改革的核心维度之一,是系统性地引入初步设计环节,致力于在数字空间与概念设计中,为学生

构建一座连接理论课堂与真实工程世界的桥梁。其核心目标是推动学生从被动的知识“认知者”，转变为主动的系统“模拟者”与初步“设计者”，从而锻造其面向未来的核心工程实践能力。

我们可以要求学生以小组形式，完成一个面向实际需求的微型电化学流程或装置概念设计。题目通常来源于真实的产业或环保需求，例如：“为某小型电子元件加工厂，设计一个日处理 5 吨含铜（ $\text{Cu}^{2+}$  浓度约 200 ppm）酸性废水的电化学回收微型中试方案”。学生需在板框式电解槽、流化床电极、三维电极等多种反应器构型中做出技术选择。他们必须撰写清晰的论证，阐明为何所选反应器（例如，选择高效湍流设计的平板式电解槽）在传质效率、电流分布、防止钝化等方面更适合本任务，并引用“极限电流密度”“流体动力学”等原理进行支撑。

学生需要绘制带控制点的工艺流程图，并完成核心工艺参数的计算与设定。这包括：根据法拉第定律与目标回收率计算总电荷量；根据经济电流密度范围确定电极面积；估算槽电压与直流电耗；甚至考虑预处理（pH 调节）与后处理步骤。这一过程是将热力学、动力学及经济性约束进行多目标权衡的集中体现。工程设计的落脚点永远是可行性。学生需对方案进行初步的技术经济评估。例如：估算电极（如钛基涂层阳极）与电源的主要设备成本；基于当地工业电价计算吨水处理电费；与传统的化学沉淀法进行简要的成本与回收品纯度对比。这份分析将促使学生思考技术先进性与工程经济性之间的平衡。

本模式是对学生工程实践能力的全面淬炼。它要求学生：第一，进行技术可行性分析与工程权衡决策；第二，开展以应用为导向的集成化设计；第三，建立初步的成本与效益意识；第四，通过图表与报告进行专业的工程技术沟通。最终产出的不是标准答案，而是一份凝聚了工程判断、体现了创新思维且具备一定可操作性的概念设计方案。在整个过程中，教师的角色进一步演变为“项目顾问”和“资深工程师”，通过提供关键数据库、审查设计节点的合理性、组织方案评审会等方式进行引导。评价标准彻底转向工程设计文档的完整性、原理运用的正确性、参数设计的合理性、技术路线的创新性以及节能环保意识的体现度。

总而言之，这一维度的改革，旨在通过贴近实战的概念设计任务，为学生提供一个低成本试错、高密度思考的“工程练兵场”。它使学生在尚未进入真实工厂之前，便已初步体验了现代工程师的分析工具、思维范式与工作流程，从而将“工程实践能力”这一宏大目标，有效地落到了课

程教学的实处，为其未来应对真实的、复杂的工程挑战奠定了坚实的能力与信心基础。

### 1.3 启迪系统创新能力——从接受到批判建构的教学模式改革

高等工程教育的终极目标之一，是培育能够定义未来，而不仅仅是适应未来的创新者。传统课程教学在知识传授上卓有成效，但往往不自觉地塑造了学生对于知识的“接受者”心态，使其习惯于认同与复现既定结论，而在批判性质疑与原始概念建构方面动力不足。为突破这一瓶颈，本次改革在第三维度上聚焦于学术前沿与学科交叉地带，设计高阶思维训练环节，旨在将学生的角色从被动的知识“接受者”与“消费者”，重塑为主动的“批判者”与“建构者”，从而系统性启迪其面向未知领域的创新能力。

我们摒弃了传统的文献阅读报告形式，转而精心选取那些在领域内引发讨论、在观点或方法上存在明显争议或突跃的近期前沿论文，作为学生进行深度学术批判的“思维磨刀石”。以一篇题为“通过新型双功能电解液添加剂重构锂金属负极固体电解质界面（SEI）成分以实现超长循环”的争议性论文为例，学生接到的任务不是泛泛总结，而是完成一份“颠覆性评述”。

学生首先必须精准识别并解构作者宣称的核心创新——“双功能添加剂分子同时调控 SEI 的无机与有机组分比例”。他们需要追问：这一创新是根本性的原理突破，还是现有技术路线的优化？其声称的“协同效应”是提供了坚实的机理解释，还是仅为对实验现象的事后归因？学生需以审稿人的眼光，批判性审视支撑结论的证据体系。例如，论文中通过 X 射线光电子能谱（XPS）深度剖析来证明 SEI 成分变化，学生需要评估：谱图分峰拟合是否合理？有无引入其他表征手段（如冷冻电镜）进行相互印证？电化学性能的提升是否排除了正极材料贡献、测试条件等混淆因素？数据是否足以在“相关关系”与“因果关系”之间建立令人信服的桥梁？

高阶思维的体现在于看到光环之外的阴影。学生必须尝试界定该研究的局限性：所宣称的“超长循环”是在何种苛刻或宽松的测试条件下（如面积容量、电流密度）实现的？其电解液体系与高压正极（ $>4.3\text{V}$ ）的兼容性如何？添加剂分子的成本与规模化制备可行性是否被讨论？这项工作真正推动领域前进的“半步”究竟是什么？最终，学生需基于自己的分析，提出有价值的开放性思考。例如：“若将该添加剂应用于硅碳复合负极体系，您预测其作用机制会有何不同？请阐述理由。”这迫使学生将批判性分

析转化为前瞻性思考。

本模式旨在锻造学生三大核心学术素养：其一，是剥离表象、洞察研究内核与价值的深度分析能力；其二，是以实证和逻辑为基础、不盲从权威的审辨性评估能力；其三，是在批判基础上提出新问题、指明新方向的创造性延伸能力。这使学生理解，前沿科学是一个不断被质疑、修正与发展的动态过程。

## 2 结论与展望

本研究针对电化学原理课程，初步构建并实践了以“三位一体”为核心的能力导向型课后作业新模式。改革通过创设真实情境、融入工程实践、启迪创新思维，将作业重塑为培养学生综合能力的关键教学环节。实践表明，这一模式有效弥合了理论与实践的鸿沟，激发了学生的内生学习动力，为其未来从事科学研究或工程技术工作奠定了必要的能力基础。

该模式所蕴含的“能力阶梯化培养”“学习任务项目化”“评价标准多元化”等核心原则，对于其他具有相似特点的理工科专业基础课程的教学改革，具有普遍的参考与

借鉴价值。未来，随着教育技术的不断发展，如何深度融合人工智能、大数据分析等手段，实现作业的个性化推送与智能化评价，将是深化此改革的重要方向。

### 参考文献：

- [1] 胡德鑫, 郭虹聪. 新工科背景下一流本科课程建设的布局、特征与趋向[J]. 宁波大学学报(教育科学版), 2025(5).
- [2] 朱德全, 彭洪莉. 新时代跨学科教学的价值旨归、思维转向与实践理路[J]. 课程·教材·教法, 2024(6).
- [3] 中国科学院. 中国学科发展战略: 电化学[M]. 北京: 科学出版社, 2021.
- [4] 马金福, 卢辉, 吴建栋等. 基于“认识规律”的电化学原理课程教学设计——电子转移步骤动力学[J]. 大学化学, 2024, 39(3).
- [5] 刘东. 面向新工科的应用化学实践教学: 变革、成效与展望[J]. 化工高等教育, 2025.

作者简介: 常丽(1990-), 女, 汉族, 陕西省榆林市, 博士, 副教授, 研究方向: 功能材料。