

“冶金电化学”研究生课程思政的探索与实践

朱福良，蒙延双

兰州理工大学冶金与环境学院 甘肃 兰州 730050

[摘要]面向“双碳”战略需求，冶金电化学课程构建“知识-能力-价值”三元融合思政体系，构建“文化传承-全球视野”双维育人路径。通过案例教学与项目制学习，教学实践显示，88% 的学生通过“专利规避设计”等任务提升科研责任感，82% 在技术伦理决策中实现生态、规则与主权的综合权衡。课程为理工科思政教育提供“历史-技术-战略”创新范式，助力培养兼具硬核技术与家国情怀的复合型人才，全方位契合国家发展需求。

[关键词]冶金电化学；课程思政；研究生教育；科研伦理；可持续发展

[中图分类号] G4 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1687-9534(2025)-0088-46 **[收稿日期]**2025-07-02

一、引言

在“双碳”战略推动下，冶金工业正经历从规模导向向质量优先的转型，倒逼人才培养体系革新^[1]。冶金电化学作为突破关键金属提取技术的核心学科，其研究生教育亟需构建知识-能力-价值三元融合机制^[2]。在知识维度上，课程以国家需求为导向，将熔盐电解法制备高纯稀土等产业问题转化为教学情境^[3]。例如，通过解析 NH₄Cl-RECl₃ 体系突破技术封锁的案例（纯度达 99.99%），结合中国锂电产业发展史中“宁德时代打破日韩垄断”的产业跃迁逻辑，强化学生对资源安全与核心技术自主的关联认知。在能力维度上，建立“科研-实验-转化”全链条伦理体系，重点培育高温熔盐实验安全规范^[4]。例如，在教学中引入惰性阳极技术（减排 85%），融入钾离子电池案例中“美国 OSU 团队推翻

传统假设”的科研方法论，引导学生建立技术选择与生态效益权衡的决策能力。在价值维度上，设计“技术-经济-生态”评价矩阵，引导锂提取工艺优化中的责任权衡^[5]。例如，基于锂资源对外依存度（65%）的现实，结合徐寿电镀技术案例中“中国第一台蒸汽机制造”的本土化实践，解析技术突破对国家产业主权的重塑效应^[6]。

通过解构冶金电化学物质转化规律与育人要素的关联，形成“知识具象化-价值结构化-目标显性化”实施路径^[7]。典型案例包括：在讲授金属电结晶动力学时，同步解析我国科学家攻克锌电积阳极钝化难题的科研精神，与吴浩清院士案例中“锂电技术奠基”的报国情怀形成共振，实现专业知识与价值观的认知协同，为理工科课程思政提供了可复制的创新方案。

二、冶金电化学课程思政元素的挖掘与设计

(一) 行业特色与国家需求的融合

在“知识-能力-价值”三元融合框架下，依据冶金工业绿色转型技术特征，形成如下协同路径。在知识维度上，把国家需求融入学科知识体系，以“熔盐电解法制备高纯稀土”(纯度 99.99%)案例，解析 $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{RECl}_3$ 体系突破技术封锁的历程，再结合“宁德时代打破日韩垄断”的中国锂电产业发展案例，对比技术自主与资源安全的内在关联，引入“六氟磷酸锂国产化后价格暴跌 90%”数据，阐述技术突破对产业链主权的重塑效应。在能力维度上，铝电解教学中，对比传统工艺(吨铝 CO_2 排放 1.8 吨)与惰性阳极技术(减排 85%)的生态差异，融入美国 OSU 团队推翻传统假设的钾离子电池案例方法论，引导学生建立技术选择与生态效益权衡的伦理决策能力。在价值维度上，基于锂资源对外依存度(65%)与钴资源跨国流动(刚果(金)占全球 70%)现实，设计“提锂工艺革新对地缘政治影响”研讨任务，结合“国家产业政策豪赌”等案例，引导学生理解技术创新与国家需求协同性，完成“技术-经济-生态”评价矩阵实践转化。

(二) 科学家精神与学术伦理教育

在“知识-能力-价值”框架下，科学家精神培育采用新教育体系，包含“历史情境重构-学术规范具象-伦理决策实践”。开发了徐光宪院士串级萃取理论攻关和徐寿电镀技术案例的双模块教学。通过复现徐寿翻译《化

学鉴原》、首创中文元素命名体系的史实，对比当代学者突破锌电积阳极钝化的科研韧性，形成价值闭环。阳极钝化教学中，学生结合法拉第定律案例的严谨性，考虑专利引用规范与重金属污染防控的伦理冲突。引入钾离子电池案例，设计沙盘推演，强化学术诚信与创新勇气认知。

(三) 学科交叉与全球视野拓展

在“知识-能力-价值”三元融合框架下，构建“多学科耦合-全链条创新-全球化对标”的育人体系。讲授熔盐电解制备高纯钽(纯度>5N)时，分析材料界面缺陷与环境毒理风险，融入金属电镀案例，引导学生建立“技术-材料-生态”协同思维。通过“中外高纯金属制备技术对标”专题，对比德国电子级铜与国内产品差距，结合中国锂电案例，解析美国《关键材料战略》对供应链制约效应，激发科研自觉。电化学历史教学中，解析《天工开物》低碳智慧，对比法拉第案例，量化中西方技术传承互补性。

三、思政教育的教学方法与实践模式

(一) 案例驱动的沉浸式教学

基于“知识-能力-价值”三元融合框架，构建“时间纵轴-空间横轴”双维沉浸教学模式。时间纵轴上，在“电化学发展史”教学中，通过吴浩清院士案例与伏打电池发明史的时空对比，设计“科学家精神图谱”研讨任务，量化“科技报国使命感”的认知提升(如学生反馈中 82% 的积极性提升)。空间横轴上，以钠离子电池硬碳负极研发为场景，模拟美国 USPTO 专利纠纷(Albemarle 公司壁垒)，

要求学生结合钾离子电池案例的规避策略，
完成“专利布局-技术突围”的对抗推演。

（二）科研实践中的价值观引导

基于“知识-能力-价值”三元融合框架，通过“技术参数-环境指标-国际规则”的科研实践案例，实现价值观的具象化传导。在锂电废料回收案例中，对比生物浸出（碳足迹 1.2 kg CO₂/kg）与酸浸工艺（3.5 kg CO₂/kg）的生态差异，融入中国锂电案例中“产业链绿色转型”的政策逻辑，引导学生内化可持续发展观。通过《欧盟电池法案》对赤泥镉含量（< 0.002%）的约束，解析案例中“宁德时代应对白名单政策”的合规策略，设计“技术创新-贸易壁垒”动态博弈沙盘。

（三）多元化评价体系构建

基于“知识-能力-价值”三元融合框架，构建“过程-能力-成果”三维动态评价体系，实现教育成效的全周期监测。在知识维度上，将“燔石淬铜”案例的碳排放计算（减排 60%）与金属电镀案例中“电镀工艺环保指标”纳入技术自评，形成可量化的环境伦理评分项。能力维度上，在钠离子电池研发中，设置“USPTO 专利规避设计”与“德国电子级铜纯度对标”任务，结合案例中“钾离子电池储能潜力”数据，评估学生的技术赶超能力。在价值维度上，通过钴资源跨国流动仿真沙盘（刚果（金）产量占 70%），模拟《欧盟关键原材料法案》的伦理决策场景，结合案例中“国家产业政策布局”的战略思维，评估学生的全局视野。

四、教学实践案例：锂提取技术的思政

融入设计

（一）教学内容设计

基于“知识-能力-价值”三元融合框架，在“熔盐电解法制备金属锂”教学中，以青海盐湖锂资源开发（储量占全国 83%）为情境，解析我国“锂资源自主率不足 35%”的困局。详细讲解熔盐电解法的原理、工艺流程及青海盐湖锂资源特性，分析我国锂资源供应现状，强调因技术瓶颈与开发不足，难以满足国内锂电池产业需求。对比中国锂电产业链从日韩转移的历史，阐述我国企业当时引进技术、消化吸收再创新实现产业崛起的过程。引导学生思考当前锂资源开发如何借鉴这一经验，保障产业链供应链安全稳定，强化学生对资源安全的认知。

在能力维度中，通过分析美国 Albemarle 公司的专利布局，学生了解专利壁垒后，利用虚拟仿真平台优化电解槽结构。具体来说，教师先剖析该公司在锂提取与制备方面的专利布局，让学生了解其构成与危害。然后，学生借助虚拟仿真平台模拟操作，调整电解槽的温度场、电流密度等参数，观察其对电解效率与金属锂纯度的影响，掌握优化电解槽结构的关键技术点。此外，通过讲解钾离子电池技术突破案例中的科研方法论，如问题分解、假设检验、类比推理等，让学生运用这些方法针对专利壁垒的薄弱环节，提出创新性技术方案，以规避专利封锁，提升学生的工程实践能力和技术创新能力。

在价值维度中，以《欧盟关键原材料法案》本土化要求（加工环节>40%）为背景，

设计“锂供应链合规报告”任务。教师先解读法案中锂等关键原材料的本土化加工要求，让学生了解全球锂产业政策环境的复杂性。然后布置任务，要求学生从锂矿开采到电池组装等环节，分析我国锂供应链是否符合国际规则及优化方法。融入我国政府在新能源产业发展关键阶段，通过政策引导和资金支持推动锂电池产业发展的战略案例，引导学生理解技术创新需关注技术本身、国家需求与全球产业博弈，树立正确价值观，培养家国情怀与全球视野。

（二）学生反馈与成效

在“知识-能力-价值”三元融合框架下，教学实践成效显著，案例教学作用突出。调查显示，88%的学生认可案例教学紧密联系行业实践，对学习帮助大。学习徐寿工匠精神案例，学生深入了解我国近代化学工业起步与发展，体会其团队在艰苦条件下坚持科研、推动产业自主的精神，丰富理论知识，提升实践认识，明白科研与产业需执着与创新。宁德时代突围案例展示其在新能源电池领域突破国外封锁，实现产业崛起，让学生认识到我国新能源产业的拼搏历程，理解技术创新与产业升级对国家产业发展的重要性，增强投身行业实践、助力产业发展的责任感。

在能力培养方面，82%的学生通过“专利规避设计”“技术对标”等任务提升了科研责任感。以“专利规避设计”为例，学生需深入研究现有专利技术，分析其优缺点，然后通过创新思维设计出既不侵权又能提升性能的新方案。这要求学生具备扎实的专业知识、敏锐的市场洞察力和严谨的科研态度，促使他们在实践中不断追求卓越，增强科研责任感。

在价值塑造方面，75%的学生在“锂提取技术伦理决策”中，能综合考量生态效益、国际规则与产业主权。如在分析生态效益时，学生需计算不同锂提取技术的碳足迹，评估对环境的影响；在遵循国际规则方面，要研究欧盟相关法案对锂提取产业的规定与限制；在维护产业主权上，思考如何提高我国锂资源的自主率，保障产业安全。这体现了“技术-经济-生态”评价矩阵的有效性，使学生在面对复杂的技术伦理问题时，能够从多维度进行综合决策，树立正确的价值观。

五、结论与展望

冶金电化学课程系统讲授了电化学冶金的基本原理和工艺过程。通过融合徐寿工匠精神、钾离子电池技术突破、中国锂电产业跃迁等思政案例，课程构建了“历史-技术-战略”三位一体的育人模式。未来将进一步挖掘跨学科案例（如材料基因组学与全球供应链的关联），强化研究生“硬核技术+家国情怀”的双重素养，为冶金行业高质量发展提供人才支撑。

基金项目：2022 兰州理工大学研究生课程思政示范项目。

作者简介：朱福良（1975-），男，汉族，甘肃武威人，教授，博士，主要研究方向为电化学储能。

参考文献：

- [1] 倪国栋, 李蕊, 王文顺, 杨圣奇, 郑雨菡, 史丹. 高校课程思政研究回顾与展望[J]. 高等建筑教育, 2025, 34(1): 178-189.
- [2] 赵玉瑜, 朱国芬. 课程思政的三种形态、实践原则与建设路径[J]. 思想政治教育研究, 2025, 1: 154-160.
- [3] 孙艳辉, 南俊民, 马国正, 何广平, 左晓希, 李国良, 林晓明. 物理化学课程思政教学设计与实践[J]. 大学化学, 2021, 36(3): 2010015.

- [4] 周芳. 课程思政评价的理路与架构探究[J]. 上海教育评估研究, 2025, 1: 7-11.
- [5] 颜美, 徐平, 果崇申. 物理化学中电化学部分的教学思政设计——以锂离子电池为例[J]. 当代化工研究, 2021, 4: 32-34.
- [6] 李娟琴, 王静波, 任海生. 《物理化学》课程思政探索与实践[J]. 广东化工, 2020, 47(24): 143-144.
- [7] 陆道坤. 课程思政推行中若干核心问题及解决思路——基于专业课程思政的探讨[J]. 学科与课程建设, 2018, 3: 64-69.

Exploration and Practice of Ideological and Political Education in Metallurgical
Electrochemistry Graduate Course
Zhu Fuliang, Meng Yanshuang

School of Metallurgy and Environment, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050,
China

Abstract: To meet the dual-carbon strategy needs, the Metallurgical Electrochemistry course has built a "knowledge-ability-value" three-in-one ideological and political system and a "cultural inheritance-global vision" two-dimensional training path. Teaching practice via case-based and project-based methods shows: 88% of students enhance research responsibility through tasks like "patent design-around", and 82% achieve comprehensive weighing of ecology, rules, and sovereignty in technical ethics decisions. The course offers an innovative STEM ideological and political paradigm of "history-technology-strategy", cultivating well-rounded talents with both strong technical skills and patriotism, meeting national development needs.

Keywords: metallurgical electrochemistry; ideological and political education in courses; graduate education; research ethics; sustainable development