

# 基于 DeepSeek 辅助的生物燃料电池跨学科项目式学习教学设计

师姚妮

广东省佛山市三水区华侨中学

DOI:10.32629/mef.v8i21.18313

**[摘要]** 本文以“生物燃料电池”为主题开展高中化学跨学科项目式学习,由DeepSeek提供的教学设计框架,将化学与生物学、物理知识融合进行教学设计,围绕“化学能转化为电能”,从简易生物燃料电池系统的搭建到电极材料、环境等因素对产电效能的影响使学生深入理解能量转化的本质,为高中跨学科教学活动提供借鉴。

**[关键词]** DeepSeek辅助; 高中化学; 跨学科; 教学设计

**中图分类号:** G42 **文献标识码:** A

## Teaching Design for Interdisciplinary Project-based Learning of Biofuel Cells Assisted by DeepSeek

Yaoni Shi

Huaqiao Middle School, Sanshui District, Foshan City, Guangdong Province

**[Abstract]** This article explores the theme of "biofuel cells" in high school chemistry through interdisciplinary project-based learning. Utilizing the teaching design framework provided by DeepSeek, it integrates knowledge from chemistry, biology, and physics into the teaching design. Centered around the conversion of chemical energy into electrical energy, the project involves building a simple biofuel cell system and examining the impact of electrode materials, environmental factors, and other variables on electricity generation efficiency. This enables students to gain a deeper understanding of the essence of energy conversion, providing a reference for interdisciplinary teaching activities in high school.

**[Key words]** DeepSeek assistance; high school chemistry; interdisciplinary; instructional design

在教师进行跨学科项目式学习活动的设计过程中经常遇到的困难有:对知识点的交融程度把握欠缺,对项目式学习活动的流程设计考虑不周全,若教师在探索中前行,浪费大量人力物力,且学时有限,项目很难在预期时间内完成,最后草草收场。DeepSeek凭借便捷的人机对话功能与高精度搜索推理能力,对一线化学教师进行跨学科项目式活动的教学设计有指导性的帮助,在学生实验方案的开发方面提供更加全面的思路。

生物燃料电池跨学科项目式学习安排在高二学习完选择性必修1《化学反应原理》之后。学生在电化学的学习过程中,原电池理论在不断进阶,从单液原电池、双液原电池、电池工业发展中应用广泛的几种电池的工作原理。必修2课本中的“科学技术社会”栏目中“发展中的燃料电池”,“化学与职业”栏目中电池研发人员的工作范围、研究方向、研究方法等在学生心中点燃了电化学科学研究的星火。在“科学史话”栏目中“伏打电堆”的制作过程同学们感受到科学研究的一般路径“了解→质疑→猜想→验证→成功”,在学习的过程中也应具备大胆质疑,勇于探索的优秀品质。高考中化学实验大题“实验探究”内容

也是基于实验基本原理→发现问题→提出猜想→实验验证→得出结论→实际应用的整体思路考察学科素养水平。

必修2第六章第一节教材的“练习与应用”第7题探究“相同大小的锌片和铜片为电极研究水果电池”,探究水果种类和电极间距对水果电池电流大小的影响,为研究生物燃料电池的研究方向提供思路。《化学反应原理》第四章第一节“练习与应用”环节第7题要求学生查阅资料,了解氢氧燃料电池、生物燃料电池的特点及应用前景。这类开放性作业在一般的学生学习过程中往往被忽略,但其具有培养学生信息获取与加工能力、跨学科整合思维能力、科学探究与创新意识的重要作用。学生对生物电池的了解较少,近年来,在高考命题中频繁出现生物燃料电池原理设计图分析的情境试题,这类题对学生而言陌生感较强,分析难度较大。综上所述,进行生物燃料电池跨学科项目式学习具有重要意义。

随着AI技术的飞速发展,如何借助AI降低教学设计的难度、设计合理的学生实验方案开展项目式学习活动是一线化学教师急需解决的问题。

基于此，在DeepSeek中输入：我是一名高中化学教师，请提供一份化学跨学科项目式学习教学案例的设计框架。系统立即推送出跨学科项目式学习教学案例设计“六步法”框架并给出示例。



图1 教学案例设计“六步法”框架

项目式学习要在真实的情景中开展活动，根据教学案例设计框架首先应确立项目核心。教师在DeepSeek界面输入“请推荐几种生物燃料电池在生产和生活中的应用热点”。系统迅速推送四大应用场景，即废水处理与“变废为宝”的绿色能源、环境监测与“自供电”的传感器、土壤修复与“看不见的”清洁能源、探索生命科学前沿——人体内的“电池”。

根据学生实际，本项目选择的场景为“废水处理与变废为宝的绿色能源”。再次细化检索，向DeepSeek提出问题：“我是一名高中化学教师，我想知道在废水处理领域内生物燃料电池的应用。”DeepSeek迅速推送了在废水处理领域，生物燃料电池的三项重要应用：产电与废水处理同步、去除特定污染物、原位监测与反馈控制，并提供了相关原理和优势之处。学生通过与DeepSeek的对话，学习燃料电池在生产生活中的应用，并选定研究的方向为“利用生物燃料电池净化校园湖水并产电的可行性应用研究”。其原理为：生物燃料电池利用微生物作为催化剂，阳极废水中有机物发生氧化反应，阴极氧气发生还原反应。例如，在含有葡萄糖等有机物的废水中，阳极的微生物会将葡萄糖氧化分解，释放出电子和质子，电子通过外电路传导产生电流，质子则通过质子交换膜到达阴极与氧气反应生成水。实现了污水处理过程中能源的回收利用，产生的电能可以为一些小型设备供电或并入电网。微生物在产电过程中对污水中的有机物进行分解代谢，使废水得到净化。

DeepSeek推送的项目实施过程安排情况，时间共计9周，分为项目准备阶段(1周)、问题提出与研究阶段(2周)、实验实施与数据收集阶段(3周)、项目成果展示与交流阶段(2周)、项目总结与反思阶段。

### 1 项目准备阶段

教师在课堂上复习原电池的相关知识，了解生物催化剂的种类、特性以及生物体内物质代谢的基本过程，为项目的实施提供知识铺垫。同时展示一些生物燃料电池的图片、视频和实物模型，让学生对生物燃料电池有一个直观的认识。

在开展项目之前，学生对花盆发电半信半疑，尤其是老师提出可以尝试用盆栽给手机充电这一话题，极大地激发了学生了解生物燃料电池的热情。

图2(左)矿泉水瓶中种植一棵麦冬，用芯片和铜片做电极，灵敏电流表指针偏转，说明植物在生长过程中能够产生电流，图2(右)为植物电子钟，两个互不连通的花盆中种植4棵10cm高的富贵竹，左边插锌片，右边插铜片，两电极片与电子钟用导线连

接，再用两端分别连有铜片和锌片的导线连通(左边铜片，右边锌片)，注意不要接反，就成了两个串联在一起的生物电池，能够使电子钟正常工作，而且可以摆放在桌面上，美观又实用。



图2 植物电池和植物电子钟

### 2 项目问题提出与研究阶段

本项目分为4个小组，学生4-5人一组，推选组长，明确组员分工(如资料员、设计师、实验员、数据分析师、汇报人等)。

小组查阅资料，回答引导性问题：

(1)生物燃料电池中的“燃料”是什么？(有机物)；(2)是谁在“催化”反应？(微生物)；(3)电子是如何从微生物传递到电极上的？(直接/间接电子传递)；(4)一个简单的生物燃料电池需要哪些基本部件？

班级分享：各组分享研究成果，教师进行补充和总结，共同构建知识框架。

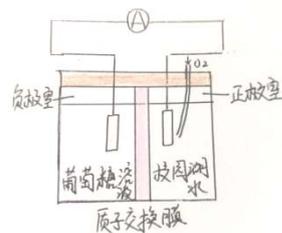


图3 学生手绘微生物燃料电池工作原理图

各小组经过讨论，提出以下问题：(1)生物燃料电池的效率受哪些因素影响？(2)如何提高生物燃料电池的性能？(3)生物燃料电池在实际应用中有哪些优势和挑战？各小组同学通过图书馆、网络等渠道收集与所选课题相关的文献资料，了解生物燃料电池的研究现状和发展趋势。并对收集到的文献进行分析和总结，提取有用的信息，为后续的实验和项目实施提供理论支持。以下为部分学生通过查阅参考文献收集到的信息：

学生查阅到的资料从生物燃料电池与废水处理的研究进展→产电性能增强→实际应用都有详尽描述。通过文献阅读可重点提升学生的信息解读能力、分析能力和问题解决与批判思维。文献中涉及微生物代谢机制、燃料电池反应原理等专业内容，学生需理解复杂概念、图表(如反应效率数据图)和实验设计，能提升提取、转化专业信息的能力。学习分析如何同时解决两类现实问题，建立“技术——需求”的关联思维。文献中提及当前技术的瓶颈(如效率低、成本高)，学生通过思考这些不足及改进方向，培养发现问题、批判性评估技术，并提出潜在解决方案的思维。

### 3 实验实施与数据收集阶段

摘要 1: 《基于产电菌的生活污水处理微生物燃料电池研究》

该文献聚焦生活污水中有机物(如COD)的处理,以产电菌(如希瓦氏菌)为核心催化剂,构建小型微生物燃料电池系统。实验表明,该系统在最佳温度(30-35°C)和pH(7.0-7.5)条件下,不仅能将生活污水COD去除率提升至72%-78%,还能稳定输出0.4-0.5V的电压。文献重点阐述了产电菌如何通过分解污水中有机物产生电子,进而实现“处理污水”与“产生电能”的同步,适理解技术的基础原理与生活化应用场景。

摘要 2: 《工业印染废水处理用微生物燃料电池的优化设计》

针对工业印染废水高色度、难降解的特点,文献设计了“双室分隔式”微生物燃料电池(阳极室降解染料,阴极室发生还原反应)。通过对比不同电极材料(碳布、石墨棒)的实验发现,采用改性碳布电极时,染料(如亚甲基蓝)的脱色率可达85%以上,且电池输出功率密度较传统电极提升30%。

摘要 3: 《微生物燃料电池耦合人工湿地处理农村分散式污水的实践研究》

该文献突破传统单一处理模式,提出“微生物燃料电池+人工湿地”的组合工艺,用于处理农村分散式污水。在实际应用中,人工湿地的植物(如芦苇)根系为产电菌提供附着载体,微生物燃料电池则通过发电加速有机物分解,最终使污水中氨氮去除率达80%、总磷去除率达75%,且系统运行成本较传统污水处理站降低40%。

图4 学生查阅文献收集到的信息

经过查阅资料和小组讨论,结合项目式学习目标将实验装置改进为下图:

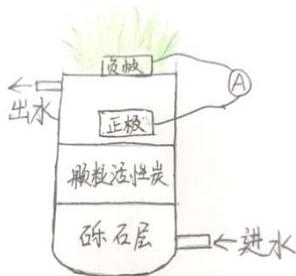


图5 学生手绘生物燃料电池—废水处理系统装置图

3.1 实验目的

(1)验证生物燃料电池对污水的净化效果(以COD去除率为指标)。(2)探究生物燃料电池在污水处理过程中电能输出的可行性。(3)掌握实验变量控制、数据采集与分析的项目式学习方法。

3.2 实验主要材料

(1)核心装置:自制生物燃料电池、导线、自制电极片。(2)废水样本:校园湖水、葡萄糖。(3)微生物源:活性污泥(取校园湖底淤泥,经静置沉淀取上清液)。(4)检测工具:水质检测笔、数字万用表、天平、烧杯。

3.3 实验步骤

3.3.1 利用矿泉水瓶搭建简易微生物燃料电池

容器:1个500mL透明矿泉水瓶从中间剪开,留底部约300mL空间作反应室。

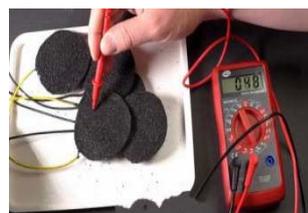


图6 检测学生自制改性电极片的导电性能

电极:面积相同材质不同的电极片(锌片、铜片、铁网覆盖活性炭粉以及改性材料电极片)。改性电极片的制作方法:用剪刀剪出面积相同圆形钢丝网(孔径120目),涂抹慢干型环氧树脂,两面撒上活性炭,干燥后压平。用同样的方法制作出三种电极片:①纯活性炭粉、②活性炭掺杂5%四氧化三铁粉末、③活性炭掺杂5%硫酸铁粉末。

导线与负载:带鳄鱼夹的导线2根、数字万用表。

反应底物:100mL自制污水(葡萄糖5g+校园湖水95mL)。

微生物源:校园湖底淤泥,经静置沉淀取上清液50mL。

其他:透明胶带、针筒(用于进出水抽取)。

3.3.2 制作步骤

表 1 不同电极片对产电效能和水质净化的影响

	负极材料	正极材料	水体	平均电压/v	进水口 COD 浓度mg/L	出水口 COD 浓度mg/L	COD 去除率
1	锌片	铜片	校园湖水	0.85	35	29	17%
2	活性炭	活性炭	校园湖水	0.42	35	32	8.6%
3	活性炭掺杂四氧化三铁	活性炭	校园湖水	0.65	35	28	20%
4	活性炭	活性炭掺杂硫酸铁	校园湖水	0.63	35	29	17%
5	活性炭掺杂四氧化三铁	活性炭掺杂硫酸铁	校园湖水	0.95	35	22	37%

表 2 水体中的有机物含量对产电效能和水质净化的影响

	阳极材料	阴极材料	水体	平均电压/v	进水口 COD 浓度mg/L	出水口 COD 浓度mg/L	COD 去除率
1	活性炭掺杂四氧化三铁	活性炭掺杂硫酸铁	自来水	0.58	12	8	33%
2	活性炭掺杂四氧化三铁	活性炭掺杂硫酸铁	校园湖水	0.96	25	19	24%
3	活性炭掺杂四氧化三	活性炭掺杂硫酸铁	校园湖水加入 2g 葡萄糖	1.22	28	21	25%
4	活性炭掺杂四氧化三	活性炭掺杂硫酸铁	校园湖水加入 5g 葡萄糖	1.43	35	28	20%

表 3 不同植物对产电效能和水质净化的影响

	植物类型	电压/v				进水口 COD 浓度	出水口 COD 浓度	COD 去除率
		早晨	中午	下午	夜晚			
1	未种植	0.18	0.20	0.19	0.15	35	28	20%
2	绿萝	0.35	0.42	0.36	0.28	35	20	42%
3	水葫芦	0.42	0.48	0.38	0.25	35	18	48%
4	水稻	0.31	0.38	0.37	0.34	35	19	46%

表4 学习过程性评价量表

评价维度	评价内容	权重
过程性评价 (50%)	小组合作: 成员参与度、分工协作情况。	15%
	实验日志: 记录的完整性、规范性和真实性。	15%
	实验操作: 动手能力、安全规范、解决问题的能力。	20%
成果性评价 (50%)	最终成果: 电池的发电性能、创新性与完整性。	15%
	项目报告: 内容的科学性、逻辑性、规范性。	20%
	最终陈述: 表达的清晰度、团队配合、应答能力。	15%

处理容器与电极: 矿泉水瓶瓶身钻2个小孔(上下间距3-5 cm), 将电极片从孔中穿入, 用透明胶带固定。瓶底铺约高0.5cm的砾石, 上层铺高约0.5cm活性炭颗粒, 正极电极片放置在活性炭颗粒上方, 导线从瓶身引出; 上方种植小型水培植物, 植物根部固定负极电极片(用花盆土填埋固定)。添加反应材料: 用针筒从瓶身下方注入污水, 瓶内电极完全浸没在液体中(液面距瓶口1-2cm, 防止溢出)。连接电路: 用导线上的鳄鱼夹分别夹住瓶外的两根电极, 另一端连接万用表电压档。

### 3.3.3 现象观察

初始阶段电压较小, 静置12-24小时后, 电压数值增大。用水质检测笔测进水和出水的COD浓度, 并计算COD去除率。

以下为小组同学探究生物燃料电池产电效能的影响因素实验记录表及实验结论。

实验组一取未种植植物的装置放置一周时间, 研究不同电极片对产电效能的影响。

由以上实验数据可得出结论: 实验室常用的锌片和铜片由于二者电势差较大, 产电效能较好, 但如果大量使用会带来水体重金属污染; 活性炭电极是一种环保电极材料, 单纯使用活性炭做电极, 产电效能较低, 向活性炭中掺杂四氧化三铁(负极)和活性炭中掺杂硫酸铁(正极)的电极片产电效能相对较好。

实验组二取未种植植物的装置放置一周时间, 研究水体中的污染物对产电效能的影响。

由以上实验数据可得出结论: 水体中的有机物含量越高, 产电效能越大。植物是湿地-生物燃料电池中重要的组成部分, 湿地植物能够吸收氮、磷等污染物, 还可以大量富集系统中的重金属等有毒物质, 其发达的根系能够提高系统的净化能力。湿地植物在光合作用中通过根系释放氧气, 可以加速阴极(正极)的

还原反应, 同时为微生物的生长提供良好的环境, 促进植物的新陈代谢, 从而提高系统的产电效能。植物的根系会分泌有机物, 主要成分为有机酸和多糖, 可以为系统的阴极附近的微生物活动提供能量。

实验组三研究系统中的植物对产电效能的影响。利用实验组二中的第4组装置种植不同的植物, 观察电压的变化。

由以上实验数据可得出结论: 有植物种植的生物燃料电池产生的电流有白天至夜晚从高到低的变化规律, 未种植的表现出这样的规律。有植物种植的系统产生的电压高于未种植植物的系统。所以有植物种植的装置产电效能高于无植物的装置。根系发达的植物产电效能高于根系不发达的植物。

在以上实验活动中, 学生通过亲手搭建并运行属于自己的“生物燃料电池”系统, 从最初的设计草图, 到容器内的电极与校园湖水, 再到电表上跳动的数字, 不仅点亮了一个小灯泡, 更点亮了对跨学科知识的理解。将高中化学与生物学、物理学科融合开展跨学科学习活动, 使学生对高中电化学知识有了更加深入的理解; 对高中生物学中好氧菌和厌氧菌在生物生长过程中所起的作用, 利用微生物代谢将生物能转化为电能有了更深的认识; 实验过程中万用电表的使用练习和构建生物燃料电池并设计合理的电路图让高中物理知识不再是纸上谈兵。学生还感受到生物燃料电池项目式学习在实际生产生活中的应用: 对水体进行净化的同时产生的电能可用于照明或构成独特的景观。后期我们也会带领学生继续在校园湖水中开展相关研究实践活动, 为学校的美丽建设贡献学科力量。

## 4 学习评价与评估

在项目式学习活动中采用多元评价方式, 注重过程性评价, 表4是项目式学习活动一般使用的评价量表。

表 5 生物燃料电池跨学科项目式学习 PTA 量表

评价维度	基本要素	优秀 (3分)	良好 (2分)	合格 (1分)	得分	评价与建议
研究报告 (书面成果)	科学性与准确性	原理阐述准确、深入；电极反应式书写正确；数据分析方法科学。	原理阐述基本正确，但深度不足；核心反应式正确；数据分析方法得当。	原理阐述存在明显错误；反应式书写不规范或错误；数据分析方法不当。		
	完整性与逻辑性	报告结构完整，涵盖全部任务；逻辑清晰，能清晰展现从问题、设计、实验到结论的完整链条。	报告结构基本完整；逻辑较为清晰，但部分环节(如设计与结论的关联)不够紧密。	报告结构残缺，缺少关键部分；逻辑混乱，内容拼凑。		
	数据与证据	实验数据记录详实、原始；图表规范、美观；能有效利用数据支持结论，并进行深入的讨论。	数据记录基本完整；有基本的数据图表；结论有数据支持，但讨论不够深入。	数据记录缺失或混乱；缺少有效图表；结论缺乏数据支持。		
公开展示 (口头成果)	表达与沟通	表达极具条理性和感染力；能熟练运用 PPT 等工具；时间掌控精准。	表达较为清晰，但缺乏一些感染力；能用 PPT 工具；时间掌控合理。	表达条理不清，照本宣科；PPT 使用不当或未使用；超时或时间不足。		
	团队协作	团队成员角色明确，配合默契；答辩时能相互补充，体现集体智慧。	团队有分工，但配合稍显生疏；答辩主要依赖个别成员。	团队分工不清，表现如同个人；成员间缺乏互动与支持。		
	问答与思维	能准确理解评委问题，回答切中要害，逻辑严密，能展现批判性思维和深入理解。	能回答大部分问题，但深度不足，或对部分复杂问题理解有偏差。	无法准确回答问题，或答非所问，显示出对项目理解肤浅。		
电池装置 与实验过程	动手与实践能力	电池装置设计合理，搭建精巧，密封性好；能稳定运行并成功演示。	电池装置能成功搭建并运行，但存在一些小缺陷(如轻微漏液)，演示效果不稳定。	电池装置搭建失败或无法正常运行；缺乏基本的动手完成度。		
	探究与优化意识	主动进行对比实验(如不同电极/燃料)，并有详细的记录和分析，体现了明确的优化迭代过程。	进行了对比实验，但记录和分析较为简单，优化意识不强。	仅完成基础搭建，未进行任何优化尝试的探究。		
	实验记录与习惯	实验日志记录及时、完整、真实，清晰反映了每日的操作、现象、数据和反思。	有实验记录，但不连续或缺少部分关键数据(如测量时间、具体数值)。	实验记录严重缺失或过于简单，无法追溯实验过程。		
总分						
总体评语						

在“生物燃料电池”跨学科项目式学习活动中根据学生在学习活动过程中的各个环节的实际表现将评价量表进行细化，从研究报告的撰写(文字表达能力)→公开展示与答辩(语言表达能力)→实验过程(实践探究能力)三个方面进行评价。

本项目以“生物燃料电池”为核心主题，在DeepSeek的辅助下，构建了化学、生物学与物理深度融合的跨学科项目式学习体

系。通过“生物燃料电池与水质净化”这一真实应用场景，学生从知识铺垫、问题探究到实验实操、成果输出，完整经历了“发现问题—猜想假设—验证分析—总结应用”的科学研究路径。在项目实施过程中，学生不仅深化了电化学原理、微生物代谢、电路搭建等跨学科知识的理解，更在实验设计、数据采集、文献分析、团队协作等方面的能力得到显著提升，科学探究与创新意

识、社会责任与环保理念也得以培育。DeepSeek的精准检索与框架支撑,有效破解了跨学科教学设计中知识点融合难、流程设计不周全等痛点,为一线教师开展项目式教学提供了高效便捷的辅助路径。

本次生物燃料电池跨学科项目式学习,既是对高中跨学科教学模式的有益探索,也为学生搭建了连接课堂知识与现实应用的桥梁。未来,可进一步拓展研究维度,如优化电极材料改性方案、探索不同污水类型的处理效能等,持续深化项目研究的深度与广度。同时,也期待以这类跨学科项目为契机,推动更多学科融合教学实践的开展,助力学生核心素养的全面发展,为培养创新型、复合型人才奠定坚实基础。

#### [参考文献]

[1]王澄,王梓漩,DeepSeek赋能高中化学教学设计初探[J].化学教与学,2025(19):45-49.

[2]王飞,DeepSeek在初中跨学科实践活动中的应用初探——以“水质检测及自制净水器”为例[J].化学教育,2025(10):43-48.

[3]马功平,DeepSeek赋能通用技术项目式学习的创新实践——以“水位控制电路设计”为例[J].中学物理·课程融合,2025(10):28-32.

[4]魏昌瑛,倪萍萍,王家付.DeepSeek支持下的生物学跨学科学习路径建构——以“径山茶园的生态智慧”为例[J].生物教育学,2025,50(9):40-43.

[5]谢静怡,卢学强,李海笑.人工湿地型微生物燃料电池研究进展述评[J].安全与环境学报,2020,20(01):140.

[6]李星源,杨衡,陈旖旎,等.Fe3O4/颗粒活性炭阳极对微生物燃料电池性能的增强[J].武汉理工化学学报,2024.10,46(10):15.

[7]戴佳奕,胡敏轲,母应分,等.人工湿地-微生物燃料电池耦合系统处理废水的研究进展[J].化工时刊,2024.12.

#### 作者简介:

师姚妮(1979--),女,汉族,陕西泾阳人,本科,高中一级化学教师,研究方向:教学实践研究。