

# 基于系统思想与方法的燃料电池的结构化教学

秦 磊<sup>1</sup> 王浩安<sup>2</sup>

1. 天津市教育科学研究院 天津 300191

2. 天津市南开中学 天津 300191

**摘要:** 本文以燃料电池教学为例,从大概概念视角,挖掘电化学中的系统思想与方法的外显框架和模型,使电化学知识内容结构化。以杭州亚运会中的醇氢电一体汽车为情景主线开展教学,应用电化学系统思想与方法,建立原电池二维分析框架,夯实原电池认知模型,最后引导学生辩证看待国家现阶段燃料电池的发展成就,树立肩负时代重任的社会责任感。

**关键词:** 大概概念;系统思想与方法;燃料电池;结构化

依据高中化学课程标准,以学科大概概念统领由一定主题内容和基础知识的教学,是帮助学生形成学科基本概念,发展学生化学学科核心素养的主要途径<sup>[1][2]</sup>。而学科核心素养一方面需要在真实的问题情境下才能表现出来,另一方面也只有分析和解决真实问题任务的过程中才能得到培养和发展<sup>[3][4]</sup>。这就需要教师在学科大概概念统领下,依托真实问题情景,有目的、有计划地进行“认知思路”和“核心观念”的结构化设计<sup>[5]</sup>。

原电池是体现学科交叉、学科理论联系实际、培养学生思维能力和探究能力的重要知识载体。以2023杭州亚运新能源汽车吉利远程星瀚G醇氢电一体重卡为情景主线,在大概概念统领思路下,应用电化学系统思想与方法,通过建立燃料电池分析框架和认知模型,掌握燃料电池的原理和特点,最终应用燃料电池思维模型分析问题,提升化学电源相关问题的解决和分析能力。

## 1 大概概念视角下电化学系统思想与方法分析

### 1.1 大概概念视角下教学内容分析

电化学主题相关知识是大概概念“氧化还原理论”的现实应用,主要包含原电池和电解池两大电化学系统,需要学生建立电化学系统思想与方法的学科思维(图1)。本方案从与新能源汽车密切相关的化学电源燃料电池入手,通过结构化教学培养电化学系统思想与方法的学科思维。

### 1.2 大概概念视角下电化学系统思想与方法

基于系统思想与方法的大单元项目式复习方案旨在帮助学生根据自身已有的知识经验,将新型复杂的燃料电池装置化繁为简,通过系统思想与方法将解题思路有序化、结构化、可视化<sup>[6]</sup>。以基于系统思想的研究方法去学习原电池相关知识,从装置维度和原理维度帮助同学建立原电池二维分析框架,可以将原电池认知思路模型

化和外显化。

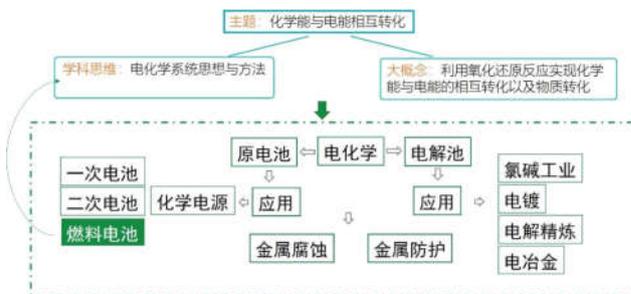


图1 大概概念引领的电化学核心知识

## 2 大概概念视角下燃料电池的结构化教学环节

任务一:建立二维分析框架 结构化原电池原理

【真实情景】绿色亚运 醇氢重卡

【学生活动1】观看新闻报道(视频)。2023年的杭州亚运会使用的远程星瀚G“醇氢电重卡”汽车,采用与主火炬同源的零碳甲醇燃料,使用甲醇重整制氢燃料电池技术,并实现了二氧化碳资源废碳再生。

【教师活动1】介绍甲醇重整制氢燃料电池技术(图2)。该技术通过甲醇重整制氢,氢燃料电池发电,电驱动车辆,创造性地将醇、氢、电融合在一起。为解决氢能制储运中存在的问题,提出了更具执行性的创新方案。



图2 甲醇重整制氢燃料电池技术示意图

【设计意图】用杭州亚运会中醇氢电一体重卡汽车，作为情境，展开对燃料电池的原理及价值的学习。

【学生活动2】观看质子交换膜的氢氧燃料电池的工作原理的动画。从氢气燃烧的总反应入手，逐步寻找氢氧燃料电池的负极发生氧化反应的反应物和产物，正极发生还原反应的反应物和产物，书写对应的电极方程式。

【教师活动2】启发学生从装置维度和原理维度建立燃料电池分析的二维框架（图3），使得原电池原理结构化。

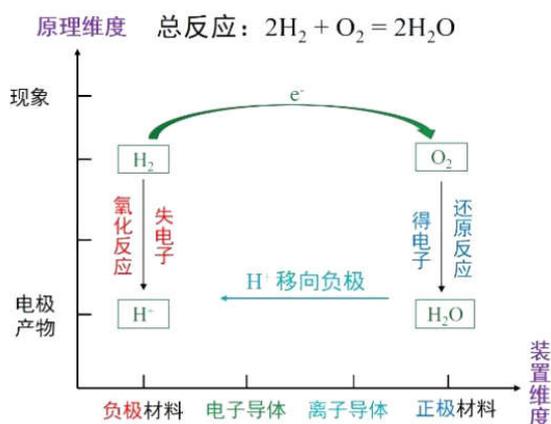


图3 原电池原理二维分析框架

【设计意图】通过燃料电池二维分析框架建立，诊断学生宏观变化（实验现象）—微观剖析（电子、离子间的相互作用与运动方式）—符号表征（电极反应方程式）三重表征能力。提升“宏观辨识与微观探析”的化学学科核心素养。

任务二：建立原电池认知模型 结构化电池模型

【真实情景】甲醇燃料 液态的“氢”

甲醇汽车是新能源汽车中的一种，不仅零排放，而且在制作甲醇燃料过程中还能消耗二氧化碳。

【教师活动1】燃料电池作为发展中的一类电池，不仅在可以作为车用能源，在军用，民用，国防航天等领域逐步发挥它的能量转化的绿色优势。

【学生活动1】查阅资料，不同领域燃料电池的燃料类型，例如氢气、甲烷、肼、甲醇、氨等。体会根据应用条件，燃料电池燃料选择的多样性。

【教师活动2】引导学生总结燃料电池的特点。

【学生活动2】总结燃料电池反应物和产物的特点以及装置的特点。根据燃料燃烧的原理，燃料从负极通入，氧化剂从正极通入。电池装置起到类似烧杯的反应容器的作用，能量转化率超过80%，是绿色污染物少的一类电池。（图4）

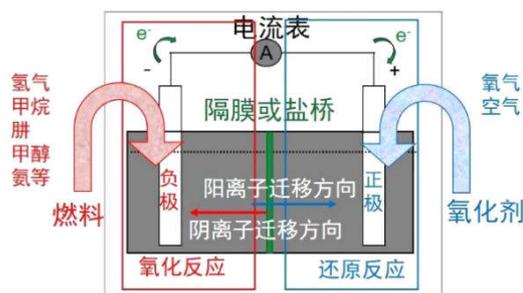


图4 燃料电池的认知模型

【设计意图】通过总结燃料电池的优点和应用，分析不同种类的燃料电池的原理，建立燃料电池认知模型。诊断学生认知思路结构化，模型认知结构化的水平。引导学生去关注时政关注科技现状。

任务三：应用二维分析框架和认知模型 结构化核心观念

【真实情景】

与传统的柴油重卡相比，“醇氢电重卡”燃料成本减少18%-32%。甲醇是移动的“电”、液态的“氢”，被誉为全球破解能源安全和“双碳”难题的“超级燃料”。

【学生活动】在“双碳背景下”应用二维分析框架和认知模型，解决新型燃料电池的相关问题。

【例1】（2019.全国）如图（图4）所示是一种以液态肼（N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>）为燃料，氧气为氧化剂，某固体氧化物为电解质的新型燃料电池。该固体氧化物电解质的工作温度高达700~900℃时，O<sup>2-</sup>可在该固体氧化物电解质中自由移动，反应生成物均为无毒无害的物质。下列说法正确的是（ ）

- A. 电池总反应为：N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>+2O<sub>2</sub>=2NO+2H<sub>2</sub>O
- B. 电池内的O<sup>2-</sup>由电极乙移向电极甲
- C. 当甲电极上有1mol N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>消耗时，乙电极上有22.4L O<sub>2</sub>参与反应
- D. 电池正极方程式为：O<sub>2</sub> + 4e<sup>-</sup> + 2H<sub>2</sub>O = 4OH<sup>-</sup>

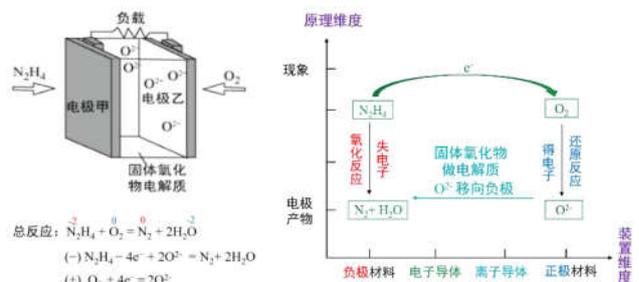


图5 例题1燃料电池二维分析框架

【答案 B】

【设计意图】评价学生燃料电池模型应用水平和学以致用用的水平。力求学生能举一反三，夯实电化学系统

思想与方法的思维模型。

#### 任务四：双碳战略 醇氢科技

【真实情景】阿拉善绿色甲醇能源基地，可年产2亿-3亿吨绿色甲醇，实现绿醇制备、甲醇加注、醇电汽车三位一体协同发展。

【学生活动1】从双碳角度出发，查阅何为醇氢科技。

【学生活动2】讨论2023年的杭州亚运会使用的远程星瀚G醇氢电一体重卡汽车，使用甲醇重整制氢燃料电池技术，如何实现了二氧化碳资源废碳再生。

【设计意图】体现化学科技在践行二十大报告中加快发展方式绿色转型，推动绿色低碳的生活方式中的重要作用。评价学生从用化学知识分析实际问题的能力和责任感。

### 3 大概念视角下燃料电池的结构化教学反思

3.1 立足于单元核心概念，培养学生深度学习和高阶思维。

本案例对电化学主题单元的核心概念进行分析，挖掘电化学大单元系统思想和方法，将抽象的认知模型和实际生活中燃料电池联系起来，提升学生“宏观辨识和微观探析”以及“证据推理和模型认知”的化学学科素养。面对新高考改革模式，体会到在教学过程中要坚持遵循学生为主体，教师为引导，培养学生科学素养为主旨的原则，才能有效培养学生的深度学习和高阶思维。

3.2 着眼于核心思维外显化，促进学生核心观念结构化

在杭州亚运会“醇氢电重卡”情境下，引导学生从装置维度和原理维度分析原电池原理，激发学生主动建构原电池二维分析框架，促进学生将电化学系统思想和方法的核心观念结构化为原电池二维分析框架。核心观念外显为二维分析框架有助于学生对陌生情景和问题迅速关联结构化的核心观念，让学生切身体会到学有抓手。

#### 参考文献

- [1]中华人民共和国教育部.普通高中化学课程标准(2017年版)[S].北京:人民教育出版社,2018:18.
- [2]王磊;陈光巨.外显学科核心素养促进知识向能力和素养的转化—北京师范大学“新世纪”鲁科版高中化学新教材的特点[J]化学教育(中英文),2019(09):2
- [3]王磊.基于学生核心素养的化学学科能力研究[M],北京;北京师范大学出版社,2018:3
- [4]刘月霞等.深度学习:走向核心素养(理论普及读本)[M],北京:教育科学出版社,2018:11
- [5]王云生.大单元教学的设计、规划和组织—以高中化学课程教学为例[J].基础教育课程,2022,(20)
- [6]冯桂明;陈珏姝.新高考背景下基于“模型认知”的高三电化学复习研究—以“电解原理的综合应用”为例[J]化学教与学,2022(05):05