

# 追求不常态的常态课\*

## ——对展示课“电解原理的应用”的解析

兰建祥

(深圳市新安中学(集团) 广东 深圳 518101)

**摘要:**以电解应用的历史与价值为线索,以电解的家用与商用为情境,循着建模、解模与用模的认知进阶路线,解析化学教学如何基于知识结构化和情境化呈现,促进学科核心素养的落实。

**关键词:**电解;电解原理的应用;教学设计;核心素养

**文章编号:**1002-2201(2023)11-0006-05

**中图分类号:**G632.0

**文献标识码:**A

### 一、课例展示背景

近期,中学化学教学参考编辑部在长沙组织举办了“第四届中学化学思维课堂暨‘核心素养教育’教学研究交流会议”。来自全国20多个省、自治区、直辖市的化学教师、化学教研人员、高等师范院校化学师生等500余人参会。会议设有一线教师的课例展示与专职教研员赏析课例环节。笔者有幸受邀在会上呈现一节展示课,课题为“电解原理的应用”。

### 二、课例展示意图

确定上课之后,我首先琢磨一个问题:向与会者展示一节什么样的课最有价值?思量再三,深感应该展示一节与一线教师距离最近的课。距离越近,听课的教师越能置身其中,亲切感、共鸣性越强,展示课的引领性和可复制性就越强,其价值就越大。

什么课距离一线教师最近呢?毋庸置疑是常态课。所谓常态课,意指课型和教学方法要常态。常态课型是指新授课,常态教学方法只能是讲授法。讲授法是日常教学中人尽皆知的主流教学方法。刻意瞄准讲授法,是因为在当下很多的研究课、公开课、示范课等教研活动中,大家对讲授法是避而远之的;在不少研讨活动或学术交流中,众人对讲授法避而不谈,甚至群起而攻之。

但是,作为展示课,又不能平淡无奇、淡而无味,而是要承载展示课的展示价值。我的旨意是尽管是讲授法教学,但也要把教学目标瞄准学科核心素养,尝试着、谋求着在讲授法教学中去发展学生的核心素

养。故此,我将展示课定位成“不常态的常态课”。

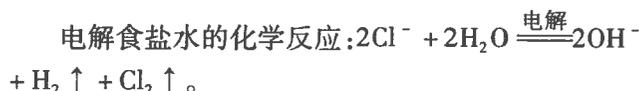
为了践行基于常态课的展示,我在设计这节课时向自己明确提出“三常”的要求:内容常见,课型常规,理念常识。首先,内容常见是指直接讲教材上的课题,因为教材是教师教学的基本盘,讲好教材,就是讲好根本。其次,课型常规是指不展示项目化、活动式等实践性学习,而是要探讨讲授法在新授课的教学中能否落实核心素养。再者,所谓理念要具有常识性,意思是不去刻意套用新的教学理念或教学模式,只考虑在遵循教学基本常识、经典意涵的框架下,谋求让核心素养在教学中落地。作为老教师,我设计教学的基本遵循主要是两句话、八个字:用以致学,学以致用。我的理解是:用以致学是指知识只有在应用体验中才能真正得以理解,教学要尽量让学生在知识应用的体验中理解知识,并在应用中实现知识向能力的转化;学以致用,就是让学生领悟知识的应用价值,感知知识是可以用来解决实际问题的。

想想就明白,展示不常态的常态课,价值很凸显,但其挑战性也是可想而知的。

### 三、课例实施过程简要呈现

#### 环节一:最经典的应用(电解食盐水)

##### 1. 回顾熟悉的电解食盐水的化学反应。



引导学生基于微观层面理解三种产物的生成。

①阴极:生成 $\text{OH}^-$ 和 $\text{H}_2$ ;②阳极:生成 $\text{Cl}_2$ 。

\* 第四届“中学化学思维课堂暨‘核心素养教育’教学研究交流会议”课例展示。



2. 解析家用84 消毒水发生器工作原理(无膜电解)。

(1) 引导学生思考问题:如何从上述反应中得到

84 消毒水?

(2) 探讨电解槽的设计与电极的连接问题。

3. 探讨氯碱工业(有膜电解)。

(1) 引导学生思考:如何在上述反应中安全且有效地制备氯气和碱?

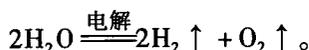
(2) 探讨膜的选择与投料方式。

(3) 介绍我国氯碱工业的发展历史。

环节二:最广泛的应用(电解处理工艺)

1. 回顾熟悉的电解水的化学反应。

教学推进策略与意图:电解水的化学反应为



引导学生基于微观层面理解两个电极的四种产物。①阴极:生成  $\text{OH}^-$  和  $\text{H}_2$ 。②阳极:生成  $\text{H}^+$  和  $\text{O}_2$ 。

2. 解析家用多功能电解水机工作原理。

教学推进策略与意图:(1) 播放家用多功能电解水机介绍视频。

(2) 引导学生分析家用多功能电解水机工作原理(有膜电解)。①阴极:生成  $\text{OH}^-$  和  $\text{H}_2$ , 产生碱性水、富氢水(供饮用);②阳极:生成  $\text{H}^+$  和  $\text{O}_2$ , 产生酸性水、富氧水(供洗涤用)。

3. 建构模型。

建构电解应用的认知模型如图 1 所示。

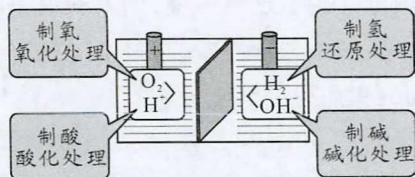


图 1 电解应用认知模型

4. 解模与用模。

(1) 引导学生分析问题:如图 2 所示,将下列溶液投入电解池的阳极室或阴极室之后,会发生什么变化:

- ①  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液;
- ②  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液;
- ③  $\text{NaHCO}_3$  溶液;
- ④  $\text{NaNO}_3$  溶液。

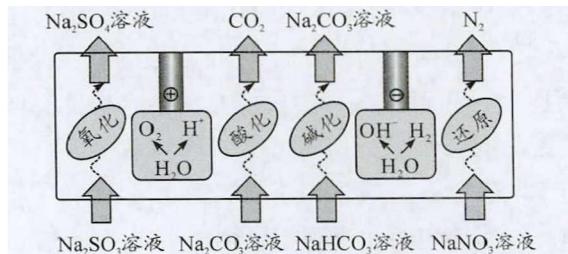


图 2 电解池

(2) 运用模型快速解析 15 道高考题中有关电解应用的问题(试题略)。

(3) 引导学生将 15 道题中的电解应用在认知模型中对号入座。

5. 介绍铁碳微电解处理废水工艺。

(1) 课堂演示实验:铁碳微电解处理废水。

(2) 播放视频:铁碳微电解处理废水工艺介绍。

(3) 播放视频:电解处理工业废水工艺介绍

环节三:最可期的应用(电还原  $\text{CO}_2$ )

1. 分析电还原  $\text{CO}_2$  原理。

教学推进策略与意图引导学生分析电还原  $\text{CO}_2$  的基本原理:①  $\text{CO}_2$  在电解池阴极发生还原反应。② 需要水的参与(补氢)。

2. 我国在电还原  $\text{CO}_2$  研究领域取得的重大成果。

(1) 播放视频:电还原  $\text{CO}_2$  合成淀粉。

(2) 播放视频:电还原  $\text{CO}_2$  合成汽油。

(3) 播放视频:电还原  $\text{CO}_2$  合成葡萄糖和脂肪酸。

3. 领悟电还原  $\text{CO}_2$  的价值。

基于物质和能量两个维度,引导学生分析电还原  $\text{CO}_2$  的价值。①物质维度:实现碳循环;②能量维度:间接利用太阳能(人工光合作用)。

四、教学设计解析

1. 教学内容的结构化组织

整节课的教学内容设计为三个台阶来推进,即,最经典的应用、最广泛的应用和最可期的应用(如图 3 所示)。最经典的应用,立意指向电解应用的起源,瞄准的是氯碱工业;最广泛的应用,立意指向电解在当下工农业生产和生活中的普遍应用,包括电解制备物质、电解处理污水等,侧重瞄准的是电解处理污水工艺;最可期的应用,立意指向电解应用的科研前沿,瞄准的是二氧化碳的电催化还原。

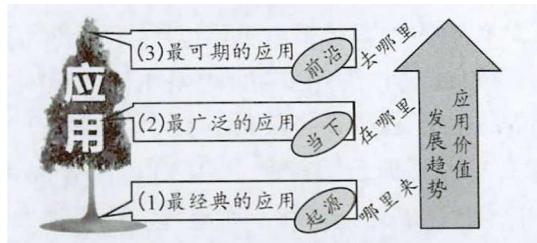


图 3 教学内容的结构化组织

把教学的三个环节串起来看,呈现的是电解应用的发展趋势,其中折射的是电解应用的价值越来越大、越来越高端。在图 1 中,图形的左边代表的是电

解的应用之树。三个递进层次的设计逻辑,是从树根讲到树干,再从树干讲到树冠。同时,笔者还从中悟出这样一个思维逻辑:电解应用从哪里来,现在在哪里,将来要到哪里去。

本节课总体上是围绕一条线索来进行教学的组织与实施(如图4所示),即电解应用的时间线,这条时间线的三个关键词是“起源”“当下”和“前沿”。但是,伴随这条时间线的,还有电解应用的价值线,其三个关键词是“经典”“广泛”和“可期”。如果说时间线与价值线是两条经线,那么,教学设计中还暗藏着两条纬线,分别是电解应用的范围线和电解池的构造线。应用范围分为家用和商用,电解池的构造分为无膜电解和有膜电解。所以,教学组织和实施的线索是经线与纬线相互交织在一起,形成了一张网状结构而非线型结构。

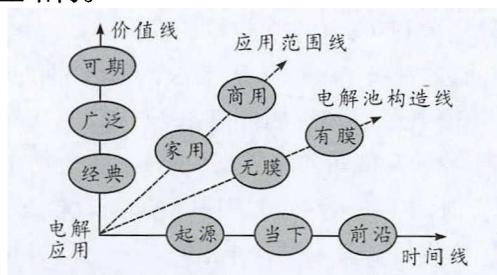


图4 教学组织与实施线索

## 2. 教学内容的情境化展现

在设计上,本节课将教学内容进行充分的情境化展现,而且是伴随真实问题的情境化展现,即所谓的情境问题式教学。情境问题式教学就是知识问题化、问题情境化。问题是知识积累和思想、方法发展的逻辑力量,是生长新思想、新方法、新知识的种子。问题将使学生的求知欲由潜伏状态转入活跃状态,有力地调动学生思维的积极性和主动性,是开启学生思维的钥匙。

在本节课中,具体情境主要包括:家用84消毒水发生器、氯碱工业、家用多功能电解水机、电解水在食品行业的应用、铁碳微电解处理技术、电解处理废水工艺、 $\text{CO}_2$ 电还原合成淀粉、 $\text{CO}_2$ 电还原合成汽油、 $\text{CO}_2$ 电还原合成葡萄糖和脂肪酸等。这里涉及的应用情境,既有学生身边的家用情境,也有极具普遍性的商用情境。借助这些集真实性、价值性于一体的情境,将知识学习有意义地融入生活与社会中,强化生活世界和学科世界的关联,使学生在主体能动中感受

和理解知识产生、应用和发展的过程,增强学生的学科理解和情感体验,使学生的心智机能得以发展。

## 3. 凸显模型认知的建模教学

模型认知是新课标重点强调的核心素养,其含义是指通过对原型的抽象和简化来建构模型,再现物质及其变化的基本规律。电解原理广泛用于废液处理与回收、溶液淡化与浓缩、物质精制与制备等等,其应用可谓形形色色、五花八门,具有典型的复杂性。事物越是具有复杂性,越是具有抽丝剥茧、去伪存真的必要性,这个抽丝剥茧、去伪存真的过程,就是我们所说的建模。作为一种科学研究方法与思维方法,基于模型认知来理解电解形形色色的应用显得尤为重要。建构模型、理解模型和应用模型是模型认知的三个递进层次。

本节展示课的教学建立了如图1所示的认知模型。首先,这个模型是如何构建的?笔者巧妙地借助家用电解水机工作原理来建模。从电解水机出来的水分成两种,但两种水共有四大属性:酸性、碱性、富氢、富氧。这四种属性,完美展现了电解水时两个电极的四种产物,四种产物实则揭示了电解水溶液的一般性原理——这就是我们需要提炼的模型。在教学中,讲完两种水的四大属性(也是电解水机的四大卖点)之后,这个模型就赫然浮现在学生面前了。所以,与其说是教师建构了这个模型,倒不如说是电解水机建构了这个模型。教师所做的,只不过是解读了电解水机的“四大卖点”而已。

借助电解水机建模之后,接下来就是解模和用模:领着学生在15道有关电解应用的高考题中去解模和用模。从教学实际来观察,因为有了模型作为认知武器,学生穿越15道高考题只需短短几分钟,而且穿越的速度呈现出明显的加速趋势。在穿越15道高考题之后,引领学生将15道题在模型中对号入座(如图5所示),让学生由此顿然明白:15道高考题中关于电解的应用,尽管具体的应用形形色色,但都不外乎模型中所概括的四个方面,千奇百怪的应用都被这个模型“一扫而光”“一网打尽”!学生会由此感叹模型的威力的强大。为何有威力?因为认知模型中蕴含着学科观念——氧化与还原的观念,也蕴含了学科方法——基于电解水来理解电解复杂水溶液的问题,这是分析电解应用问题的独特方法。

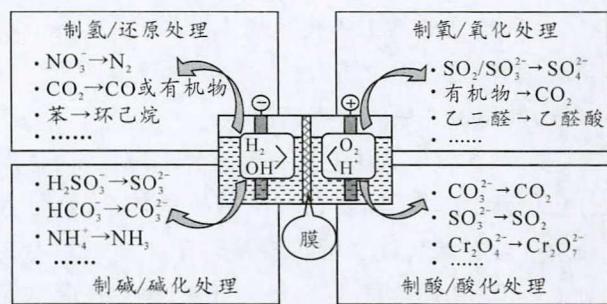


图5 常见电解应用归纳

而且,学生在运用模型解读电解应用的过程中很顺畅,甚至速度很快,由此便能感知模型的作用;其次,学生运用模型的过程,就是培养能力的过程,就是把知识转化为能力的过程。再者,15道题的强度,不仅能“逼”出学生理解模型和应用模型的能力,还能把能力固化、稳定下来。

#### 4. 把电解应用的价值引向最高点

本节课的主题是电解的应用,内容本身就是指向知识的应用。理解知识的应用价值是深化学生的学科理解,尤其是发展学生“科学态度与社会责任”素养的重要途径。为此,笔者通过  $\text{CO}_2$  电催化还原这一科研前沿,把学生对电解应用价值的理解推向高点。

在日常教学中,大多数的中学教师还没有关注到  $\text{CO}_2$  电催化还原这个科研领域有多热、有多潮,还没有充分理解这个研究的意义有多大。如果以“电催化还原”为主关键词,以二氧化碳为次关键词,在中国知网搜索,结果仅在2022年度,就可以检索到354篇专业论文,由此就可以感受到这个研究的热变。

为何要把  $\text{CO}_2$  电还原称之为最可期的应用?我们不妨想想,通过电解把  $\text{CO}_2$  变成乙烯、乙醇等低碳有机物,乃至变成汽油、淀粉等高分子化合物,在不懂化学的人看来,这简直就是神话,这是何等值得期待的美好事物?该研究为何那么疯狂?因为事关二氧化碳的资源化利用、双碳目标、可持续性发展、能源危机等,这些都是人类面临的具有战略意义的重大课题。为了帮助学生感悟这种物质转化的难度,我告诉学生:“汽油燃烧有多容易,人工合成就有多困难。”在课堂上,我看到学生在听到这句话之后频频点头。

此环节的教学设计,其用意不是解模与用模、继续培养学生知识的应用能力,而是对电解应用价值在

理解上的登高:理解电解在促进社会文明进步、自然资源综合利用、环境保护以及促进人与自然和谐相处中的应用前景和重要价值。借此,强化学生节约资源、保护环境的可持续发展意识和对有关社会热点问题的参与解决责任意识、参与意识,发展学生的“科学态度与社会责任”素养。同时,通过展现我国科研工作者在  $\text{CO}_2$  电还原研究领域取得的重要成果,激发学生的求知欲望和探索挑战性问题的热情。

#### 5. 边教边评的及时评价

新课标强调,通过学生在实验探究、小组讨论、方案设计等活动中的表现,运用提问、点评等方式,对学生化学学科核心素养的发展水平给予准确的把握,充分发挥化学日常学习评价的诊断与发展功能。简言之,就是注重“教、学、评”一体化。

如何实施边教边评的及时评价呢?在笔者看来,学生回答问题时,我们老师总在自觉或不自觉地紧紧盯着学生看,眼里看学生的真实表现,心里同时也在暗暗掂量着学生对知识的掌握程度——这其实就是在评价学生的素养特别是关键能力、素养的发展水平,就是在进行所谓的表现性评价和过程性评价,也就实现了教学与评价的一体化了。而且,在真实的教学过程中,还发现:在学生运用模型解析15道高考题的电解应用过程中,开始时的解析速度要慢一点,后来逐渐加速,到最后几乎是得心应手,由此也可以评价学生的认知能力在逐渐上升,而且这个上升的过程还被教师实实在在地看到了。

所以,在本节课的教学中,学生的能力发展水平表现为用模的水平。据此,笔者在心目中还对学生的能力发展水平(亦即用模的水平)设定了一个评价的标准(如图6所示):假如学生在教师的辅助与牵引下,能够学会用模去分析和解决问题,说明能力的种子开始发芽,属于能力水平的第一层次,即被动用模;假如学生能够自觉、自主地用模去分析和解决问题,说明能力开始抽新枝了,能力又高了一个层次,属于能力水平的第二层次,即自觉用模;假如学生今后(不是在这节课上)面对电解问题时,能够条件反射般地调用模型,凭直觉就用上模了,说明这个模型已经在学生的能力系统里扎根了,也就是能力被固化了,这属于能力水平的第三层次,即直觉用模。被固化的能力,在时间上可以受用终身。



图6 能力发展水平

### 6. 导向素养的板书设计

说实话,课前本没有刻意对板书进行设计,但课后发现自己在不经意之间呈现出来的板书(如图7所示),琢磨起来有点特别的味道,值得品味。

我的品味是:假如只是在黑板上写出教学的三个基本环节,即①最经典的应用,②最广泛的应用,③最可期的应用,并写出电解食盐水和电解水的两个反应方程式,这样的板书很常见,但这只具备记录教学流程的功能,实质就是个流水账。

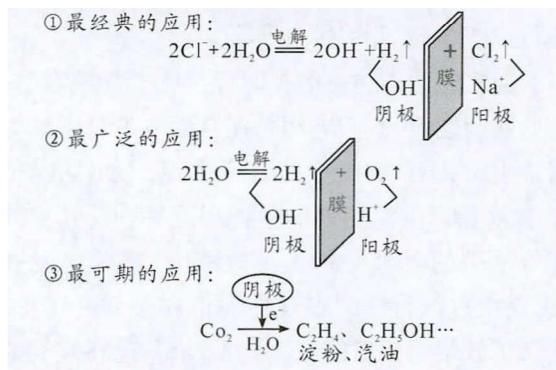


图7 板书设计

假如在方程式的下面标注对应的电极名称和其他的离子产物(如图6所示),板书的价值就瞬间上升了一个高度!刚才的化学方程式,只是在宏观层面告诉学生反应物与生成物是什么,而补充这些标注之后,就能让学生对反应的理解从宏观层面进入微观层面,理解反应的微观过程和微观本质,这样的板书,实现了宏观与微观相结合,而且让微观理解可视化。

再假如,在方程式的不同生成物之间画一块膜,则简直是把方程式顿然变成了电解槽,而且把膜的价值一下子就凸显出来了:膜,就是起隔离作用的。比如电解水,如果不用膜,则只能得到氢气和氧气两种物质;如果用了膜,就同时能得到氢气、氧气、酸和碱四种物质——由此清晰地体现出了有膜和无膜的差别。而且,有了这样的板书,我们就不需要再画电解装置示意图,不需要画一个擦一个、擦一个再画一个。在这节课里,笔者表面上没有画一个电解装置示意图,但其实是把它画在了方程式里,而且画的电解装置示意图更抽象、更本质。

所以,这样的板书不再是流水账,而是具备了增强学科理解、培育思维能力、发展学科素养的功能。

### 五、展示课之后的一点感悟

这节课在教学方法上没有刻意弃旧图新,而是寻求守正创新,立足于实实在在的讲授法教学,且是寻求展示契合新课程理念的讲授法教学。基于学生在课堂上解模和用模的真实表现来审视,学生在课堂上能够运用电解应用的认知模型来理解电解应用的本质,解释电解应用的复杂问题,并依据模型建立解决复杂电解问题的思维框架。而且,客观原因导致面向高一学生上了这节展示课,但这丝毫没有影响教学效果的展现,实际的教学效果甚至比预期的还要好。据此,我认为:虽然是讲授法教学,但学科观念与思维的形成、学科方法与学科能力的培养等学科教学的本真要素得以彰显,“宏观辨识与微观探析”“证据推理与模型认知”“科学态度与社会责任”等化学学科核心素养得以发展。

我也不由得想说:讲授法作为一种师生在课堂上进行信息传递的方式,不应该成为万夫所指,也不应该在众口一词中成为所有课堂教学问题的症结。在笔者的认知中,解决课堂教学问题,其底层逻辑在于两个基本点:教学内容在组织上的结构化程度和在呈现上的情境化水平。教学应该重视以学科大概念为核心,使课程内容结构化,以主题为引领,使课程内容情境化,促进学科核心素养的落实<sup>[1]</sup>。顺应素养导向的教学设计与实施,关键在于能够着眼于知识结构化组织和情境化呈现。教学设计重点指向的不是知识本身,而是学生理解知识的有效性与深刻性、学生对超越知识本身的思想与方法的获取分量,以及学生的情感态度、人生观和价值观体验程度<sup>[2]</sup>。倘如此,即便是讲授法,只要把知识讲得有里有面,用学生的生活经验代替所谓的“课堂亲历”,用化学观念武装学生的头脑,用化学文化浸染学生的心灵,这样的讲授法就能让学科教学给学生留下终身受用的东西。

#### 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2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020:4.
- [2] 兰建祥. 知识教学的精神转向——追求让学生动情的教学[M]. 西安:陕西师范大学出版总社,2019:100.

(本文编辑:甘泉)