

“三重表征能力”在高中有机化学教学中的应用探索

姜海燕

内蒙古呼伦贝尔市牙克石市第一中学

摘要: 本文以“三重表征”理论为指导,探讨其在高中有机化学教学中的应用实践与效果。通过宏观表征、微观表征和符号表征三种层次的有机整合,设计多维度教学内容和多元表征转换活动,提升学生对有机化学知识的系统理解与应用能力。研究指出当前教学中存在表征整合不足、学生表征转换能力弱等问题,针对这些问题提出优化策略,包括构建基于三重表征的教学内容体系、丰富表征转换的教学活动、完善教学评价机制及引导学生主动构建和转换表征。通过具体课例的设计与实施,促进学生科学思维和创新能力的提升,为有机化学教学改革提供理论与实践参考。

关键词: 三重表征; 有机化学教学; 宏观表征; 微观表征; 符号表征; 教学策略; 表征转换

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.08.130

引言

高中有机化学作为化学学科的重要组成部分,不仅涵盖丰富的知识内容,更蕴含复杂的反应机理和结构变化,要求学生具备较强的理解和应用能力。然而,传统教学多侧重符号表征,忽视宏观实验现象与微观分子机制的有机联系,导致学生学习碎片化、理解浅层化,难以真正把握有机化学的本质。为促进学生全面深刻地理解化学知识,化学教育理论提出了“三重表征”教学理念,即将宏观、微观和符号三种表征有机结合,帮助学生建立多层次的认知结构。本文旨在探索“三重表征能力”在高中有机化学教学中的有效应用,提出相应教学策略,推动教学改革与学生核心素养的提升。

一、“三重表征”概念解析

“三重表征”是指在化学教学中常用的三种不同层次的知识表达方式,分别为宏观表征、微观表征和符号表征,它们共同构成了学生理解和掌握化学概念的核心途径。宏观表征是指学生通过感官直接观察到的现象层面的信息,如颜色变化、气味释放、气泡产生、沉淀形成等实验现象,它是学生最直观的化学感知方式;微观表征则关注于物质变化背后的粒子层面,包括分子结构的变化、原子轨迹的运动、键的断裂与形成、电子的转移路径等,帮助学生从本质上理解化学反应机制;符号表征是对宏观与微观过程的抽象表达,通常以化学式、化学方程式、结构式、反应机理图等符号语言形式呈现,是化学学科特有的“语言系统”。这三种表征在教学中相互联系、相互转化,共同促进学生对化学知识的系统建构与深度理解。

二、“三重表征能力”在高中有机化学教学中的应用现状分析

(一) 教材分析与课堂现状

在当前高中有机化学教材中,虽然“三重表征”在

一定程度上有所体现,如通过实验插图展示宏观现象、以结构式展现分子构型、使用化学方程式描述反应过程,但整体来看,三种表征之间的整合与转化还不够系统和深入。教材内容多侧重于符号表征的呈现,强调化学方程式和结构式的书写与识记,而对微观表征的重视程度明显不足,缺乏对反应机制中粒子行为的清晰描述与图示支持。在实际课堂教学中,教师往往受时间限制或教学观念影响,也普遍存在“重符号、轻微观”的倾向,使得学生在学习过程中仅停留于公式记忆和操作层面,难以将宏观现象与微观机制相互联系,从而导致对有机化学知识理解碎片化,概念难以内化和整合,严重制约了学生化学核心素养的发展。

(二) 学生学习困难分析

在高中有机化学学习过程中,学生普遍面临表征理解与转换能力不足的问题,具体表现为缺乏在宏观、微观与符号三种表征之间灵活切换与整合的训练。许多学生虽然能够记忆化学方程式或结构式,但难以将其与实际观察到的实验现象联系起来,或从微观角度理解反应过程的本质,如电子的转移路径、官能团的作用机制等。这种对微观模型理解的薄弱,使得学生在面对复杂的有机反应时容易陷入机械记忆而非逻辑推理,导致知识孤立、思维僵化,影响整体学习效果。缺乏有效的表征转换训练不仅限制了学生对有机化学本质的深入理解,也妨碍了他们综合分析与解决问题的能力的发展。

三、应用“三重表征能力”优化有机化学教学的策略探索

(一) 设计基于三重表征的教学内容

在优化高中有机化学教学过程中,设计基于“三重表征”的教学内容是促进学生深度理解和综合运用化学知识的重要路径。具体来说,教师应选取具有代表性的

有机化学反应作为教学载体，如酯化反应、卤代烃的取代反应、加成反应等，通过有机整合宏观、微观与符号三种表征，构建多维度的教学内容体系。

首先，在宏观表征层面，教师可利用实验演示、视频资料或多媒体课件，直观展示反应过程中产生的可感知现象，如酯化反应中酯类物质特有的芳香气味、反应放热或吸热的温度变化，以及反应液体的颜色改变和气体逸出等。这些直观现象能够激发学生的感官体验和学习兴趣，帮助他们形成对化学反应的初步认知。

其次，微观表征层面通过分子结构示意图、电子云密度分布图和动态动画，深入揭示有机反应的本质机理。例如，在酯化反应教学中，教师详细解析羧酸中的羰基碳与醇分子的羟基氧如何发生亲核攻击，电子从氧原子转移到碳原子的过程，及反应中间体的形成与转化。这些微观视角不仅使学生理解分子层面的运动规律，也帮助他们将宏观现象与分子本质紧密联系起来。

最后，在符号表征层面，教师引导学生熟练掌握相关的化学语言表达，包括反应的化学方程式、结构式、机理箭头图等。通过反复练习符号书写和转换，学生能够准确描述反应过程，并运用符号表征预测反应结果和解释实验现象，进一步巩固知识的系统性和逻辑性。

这种基于三重表征的教学内容设计，强调多层次、多视角的知识整合，促进学生在感性认识和理性理解之间建立有效桥梁。通过宏观体验激发兴趣，微观解析深化理解，符号表达提升表达与思维能力，学生的有机化学核心素养得以全面发展，学习效果显著提升。同时，这一策略有助于培养学生科学探究能力和创新思维，为其未来的学术研究和实际应用奠定坚实基础。

（二）建构多元表征转换的教学活动

为了有效提升学生的“三重表征能力”，教师应在有机化学教学中积极设计并建构多元化的表征转换教学活动，促进学生在宏观现象、微观机制与符号语言之间建立起清晰且紧密的联系。这不仅有助于学生全面理解化学反应的本质，更能够强化他们的科学思维和概念构建能力。

具体策略方面，教师可以充分利用多媒体资源和教学工具，如图示、动画模拟和分子模型构建等，将抽象复杂的微观过程形象化、具体化。通过动画展示电子转移、键的断裂与形成等微观反应机制，辅以三维分子模型让学生直观观察分子结构变化，从而使学生能够将宏观实验现象与微观粒子的动态行为紧密关联，深化对反应机理的理解。例如，在讲解卤代烃的反应时，通过模型展

示碳-卤素键的断裂过程及亲核试剂的进攻路径，帮助学生直观感知难以直接观察的分子层面变化。

此外，教师应设计系统性的图表对照练习，鼓励学生将实验中观察到的宏观现象，如颜色变化、气泡生成等，与微观粒子的行为和结构变化对应归纳。通过这一过程，学生能够建立起不同表征之间的联系，提升对化学反应整体框架的理解。同时，还可以组织文字描述与化学方程式、结构式等符号语言之间的转换训练，要求学生从实验现象出发，准确描述反应过程并用符号化学语言表达出来。这种符号转换训练不仅锻炼了学生的表达能力，也强化了他们对化学语言体系的掌握。

在教学活动设计中，可以采用小组讨论、角色扮演、思维导图制作等多样化形式，激发学生主动参与，促使他们在互动中实现多种表征的转换与整合。反复的实践和训练，能够帮助学生建立起多层次、多视角的知识结构，避免单一表征带来的理解局限，全面提升学生对有机化学知识的掌握水平和应用能力。

（三）强化学生表征能力的教学评价机制

为了有效促进学生“三重表征能力”的全面发展，教学评价机制的科学构建显得尤为关键。传统单一的考试模式往往侧重于符号表征的考察，忽视了学生对宏观现象和微观机理的理解，难以全面反映学生在有机化学学习中的真实水平。因此，应建立一套科学、多元且系统的评价体系，全面考察学生在宏观、微观与符号三重表征之间的理解与转换能力。

首先，教师可以设计专门针对“三重表征能力”的综合测试题，这些题目不仅要求学生准确描述有机反应中观察到的宏观现象，如颜色变化、气体释放等，还需深入解析微观层面的反应机制，包括分子结构变化、电子转移过程等，同时要求学生能够熟练运用化学方程式、结构式等符号语言表达反应过程。通过这种综合性的考查，能够有效评估学生对有机化学反应的整体认知水平及其表征转换的灵活性。

其次，评价形式应多样化，注重过程性与表现性评价。教师可引入思维导图、结构图解、学习单等辅助工具，鼓励学生以图文结合的方式展示对化学反应的理解路径和知识结构。比如，学生通过绘制反应机制的思维导图，不仅展现了微观机理的把握，还体现了宏观现象与符号表征之间的逻辑联系，这种直观、系统的表达方式能够帮助教师更全面地了解学生的思维脉络和理解深度。

此外，评价机制还应重视学生的学习过程，设计开放性和探究性评价内容，激发学生主动构建知识体系的积极性。通过反复的表征转换练习和自主表达，学生逐

渐形成从感性认知到理性理解的跨层次思维能力，促进他们深化对有机化学核心概念和反应规律的理解，提升问题解决能力和创新思维。

（四）引导学生主动构建与转换表征

在高中有机化学教学过程中，教师应积极引导学生通过探究式学习主动构建和转换“三重表征”，以深化其对化学反应本质的理解。具体而言，教师可以通过设计富有启发性的问题情境、安排实验探究环节以及组织小组合作任务，激发学生的学习兴趣 and 探索欲望。学生首先通过观察实验现象，详细记录宏观层面的变化，如颜色变化、沉淀生成或气体逸出等，帮助其直观感知化学反应的表面特征。接着，教师引导学生分析这些宏观现象背后的微观机理，利用分子模型、电子云分布图或动画演示，阐释分子结构的变化、键的断裂与形成以及电子转移过程，促使学生从分子和原子层面理解反应的内在规律。最后，学生通过书写结构式、化学方程式以及反应机理箭头图等符号语言，将前述的宏观现象和微观机理进行符号化表达，建立起“现象—模型—符号”三重表征之间的紧密联系。

以加成反应为例，教师可以让学生先观察具体实验中溴水褪色的宏观现象，进而推测反应中碳碳双键的断裂和溴原子的加成过程，随后鼓励学生尝试绘制相应的反应机理图，展现亲电子试剂的进攻路径及中间体的形成。通过这一系列表征转换的实践，学生不仅能够提升对有机反应机理的整体理解，还能够培养科学探究意识和严密的逻辑推理能力。此外，这种教学方式促使学生不断在不同表征之间切换，整合多层次的信息，从而构建系统性认知结构，实现从“学会知识”到“深刻理解知识”的转变，最终增强自主学习能力和创新思维水平。

四、课例设计：以“卤代烃的反应”为例

以“卤代烃的反应”为课例，教学设计充分整合宏观、微观与符号三重表征，构建系统化且层次分明的学习流程，旨在帮助学生全面而深入地理解卤代烃的化学反应。教学初始阶段，通过设计具体的实验环节，让学生直观观察卤代烃在不同反应条件下的物理和化学性质变化，例如反应过程中颜色的变化、气泡的产生、沉淀的形成等典型宏观现象。通过这些直观的感官体验，激发学生的兴趣与探究欲望，同时为后续的微观和符号层面学习奠定基础。

进入教学的微观层面，教师利用分子模型、电子云图示和动画演示详细解析卤代烃分子中碳—卤素键的断裂过程，以及亲核试剂对碳原子的进攻路径和反应中间

体的生成等关键环节。通过对电子转移、分子构型变化和反应机理的动态呈现，帮助学生理解宏观现象背后的微观本质，弥合感性观察与理论知识之间的鸿沟，促进其科学思维的建立。

在符号表征方面，教学重点引导学生系统掌握卤代烃反应的化学式书写、结构式表达及反应机理符号的使用，明确符号体系在描述和预测化学反应中的重要作用。教师通过设计符号转换练习和问题探讨，促使学生将实验观察和微观机理转化为规范的化学语言表达，提升其运用化学符号进行交流和思考的能力。

整个教学过程中，融入多样化的教学活动，如小组合作讨论，鼓励学生分享各自对实验现象和反应机制的理解；表征转换练习，训练学生在宏观、微观和符号表征之间灵活切换；思维导图制作，帮助学生构建完整的知识网络，梳理反应的多层次联系。通过这些具体而富有针对性的教学环节，学生能够在观察、分析与表达的多重实践中，实现对卤代烃反应的深度认知和综合应用能力的提升，真正达到理解有机化学内涵与掌握学科核心素养的目标。

结语

“三重表征”作为连接宏观现象、微观机理与符号表达的桥梁，为高中有机化学教学提供了新的视角和路径。通过系统设计基于三重表征的教学内容，丰富多样的表征转换活动，以及科学合理的评价机制，能够有效提升学生的表征转换能力和科学思维水平，促进对有机化学核心知识的深刻理解和灵活应用。未来的教学实践中，应进一步强化教师对三重表征理念的理解与应用能力，持续优化教学设计，激发学生的探究兴趣 and 创新能力，推动高中有机化学教学质量的整体提升，为培养具备创新精神和实践能力的化学人才奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 邱雨芳. 基于三重表征的高中化学教学设计与实践研究——以“有机化学基础”为例 [D]. 江西：江西师范大学, 2023.
- [2] 刘益真. 提升三重表征能力的高中化学教学设计案例研究——以《有机化学基础》为例 [D]. 江苏：扬州大学, 2020.
- [3] 胡先锦. 基于心智模型探析的高中有机化学教学实践与思考 [J]. 化学教学, 2017(2): 37-40.
- [4] 周聂芳. 基于增强现实技术的高中化学教学软件的开发与应用研究——以“人教版选择性必修三有机化学”为例 [D]. 安徽：安徽师范大学, 2022.