

三重表征视角下中美高中化学教材插图对比研究

车昌鸿 王喜贵*

内蒙古师范大学化学与环境科学学院

DOI:10.12238/jief.v6i10.10514

[摘要] 本研究聚焦于三重表征理论下中美高中化学教材插图的对比分析。通过采用 Johnstone 的三重表征理论深入探讨分析了两国教材在插图设计上的差异。研究发现,美国教材在宏观、微观和符号表征的使用上更为丰富和多样化,尤其在宏观-微观-符号综合表征方面表现突出。而中国教材则在符号表征上使用更为频繁,但在宏观与微观表征的整合和视觉效果方面相对欠缺。基于此,建议在未来的教材设计中,更加注重插图的整合性和多样性,以提升学生的学习体验和科学理解能力。

[关键词] 三重表征理论; 中美教材对比; 化学教材; 插图分析

中图分类号: G722.4 文献标识码: A

Comparative Study of Illustrations in Chinese and American High School Chemistry Textbooks from the Perspective of Triple Representation

Changhong Che Xigui Wang*

College of Chemistry and Environmental Science, Inner Mongolia Normal University

[Abstract] This study focuses on the comparative analysis of illustrations in high school chemistry textbooks between China and the United States under the triple representation theory. By adopting Johnstone's triple representation theory, the differences in illustration design between the two countries' textbooks were deeply explored and analyzed. Research has found that American textbooks are more diverse and abundant in the use of macro, micro, and symbolic representations, particularly in the comprehensive representation of macro micro symbolic representations. Chinese textbooks, on the other hand, use symbol representation more frequently, but there is a relative lack of integration and visual effects between macro and micro representations. Based on this, it is recommended to pay more attention to the integration and diversity of illustrations in future textbook design, in order to enhance students' learning experience and scientific understanding ability.

[Key words] Triple Representation Theory; Comparison of textbooks between China and the United States; Chemistry textbooks; Illustration analysis

引言

在全球化的背景下,教育资源的交流与比较已成为教育研究的重要领域之一。高中化学教学作为自然科学教育的重要组成部分,在培养学生科学素养方面扮演着至关重要的角色。教材是化学教学的核心工具,而教材中的插图直接影响着知识的传递和学生的学习体验。随着认知科学和教育心理学研究的深入,三重表征理论逐渐被应用于教材的插图设计中,该理论强调了宏观、微观、符号三个层面对于学生理解复杂概念的重要性。De Rose和Peeck通过对教材插图的有无实验研究,表明学生对于文本信息内容的学习借助插入的图片素材能够起到显著的正面影响^[1]。本研究旨在探讨中美高中化学教材中插图设计的差异,并分析这些差异如何体现三重表征理论的应用。

现有文献主要集中在三重表征理论在科学教育中的应用,

以及不同文化背景下教材设计的比较研究。谭宇凌与钱扬义^[2]等人从“化学反应原理”模块的微观表征插图设计进行分析比较,孙小芳等人^[3]通过对中美化学教材特定知识点章节内容进行比较分析,沈甸等人^[4]对人教版2019年版与2007年版高中化学必修教材的插图数量、插图类型和插图功能进行了比较研究,古丽娜等人^[5]通过3个版本高中化学必修教材中相似插图进行比较研究,张钊源等人^[6]以中美高中化学主流教材为研究对象,以定量赋值的方法比较教材中批判性思维栏目内容,伍晓春等人^[7]在对比研究中发现2020年版的选择性必修教材中的ACC图在数量、技术性、科学性和可理解性方面均有显著提升,张新宇等人^[8]根据化学教科书中的“宏-微-符”知识表征多以图片模型来呈现的特点,将化学教科书知识表征评估聚焦于教科书中的图形及相关文字说明等视觉符号元素,但却并未深入研究多

重表征插图的作用与意义,很少有研究专门从三重表征的视角出发,系统地比较中美化学教材的插图设计和功能。在基于Johnstone^[9]的三重表征理论和张丙香的本土化理论进行的中美高中化学教材插图设计比较研究中,专注于揭示教材插图在两国教育系统中的设计差异及其对学生认知发展的潜在影响,从而为教材设计提供具体改进建议,填补了现有研究的空白并为未来相关研究提供了新的理论和实践基础。

1 教材选择及插图选取

本研究精选两套广泛使用的高中化学教材:中国的人教版高中化学教材(2020版)和美国2022年出版的《Chemistry:The Central Science》(第15版)^[10]。这两套教材不仅在各自的教育体系中占据核心地位,作为两国教材使用率最高的教科书也确保了研究结果的普适性和相关性。

2 中美高中化学教材插图比较分析

在视觉表现方面,美国教材的宏观插图设计精巧,用以激发学生兴趣,展示物质的颜色、状态等性质,并结合文本和其他类型插图形成完整的教学体系。而中国教材的宏观插图也用于激发兴趣,并关注细节,有时融入本国元素,增强学生的民族认同感。

在符号插图的配色上,美国教材多采用多色标注,如图1所示;而人教版则为单一颜色展示。多色标注通过视觉引导帮助学生区分关键信息,而单色则依赖于逻辑结构。多色标注增强了学生对化学符号的辨识度,有助于记忆和理解复杂内容,并提高了学习兴趣。

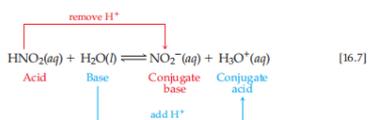


图1 Chemistry:the central science符号表征插图

在精确度和现实性方面,美国教材的微观插图更注重高质量的图像和视觉效果,呈现如原子和分子模型等微观结构,使用多种颜色和细腻的纹理来增强视觉吸引力,帮助学生理解复杂的分子结构。中国教材的微观插图则偏重功能性,采用简化的线条和基本形状来传达分子结构和化学键的基本概念。这种精确度的差异反映出不同教材在概念传达上的侧重。

根据认知负荷理论,简化的概念插图虽然不如实物图吸引学习兴趣,但能有效降低学生的认知负荷。简笔画可集中学生注意力于核心理论,适合讲解基础概念,且制作成本低;然而其缺乏细节。相对而言,实物图更直观,适合展示实验操作及化学现象,能使知识更具现实感,但成本高且可能带来认知过载。

在化学教育中,微观-符号结合表征对学生理解化学概念至关重要。由于化学包含大量抽象概念,学生在理解和与先验知识结合时常遇到困难。微观-符号结合表征帮助学生连接理论与分子行为。例如图2,在比较NaCl溶解于水的插图时,人教版使用二维图形,而美国教材采用三维模型。二维图可能引发学生误解,

认为分子呈片层状存在,从而在晶胞等知识点学习中产生错误概念,一旦形成错误认知将影响学习信心。相反,美国教材的三维模型提供了更真实的微观视角,帮助学生更好地理解物质微观结构。

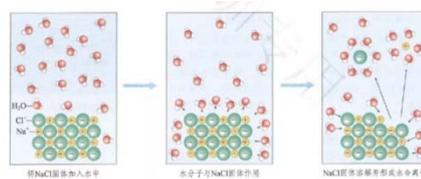


图1-1 NaCl固体在水中的溶解和形成水合离子示意图

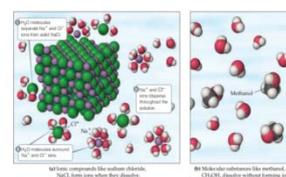


图2 中美高中化学教材微观-符号表征插图

多层次知识表征的教学策略能显著提升学生对化学概念的理解。通过强调不同层次之间的关系,教师帮助学生建立概念间的联系,从而减轻认知负荷,提高教学效率。Hinton和Nakhleh指出,学生能识别宏观特性并进行方程式操作,但常缺乏对微观层面的理解。因此,每个实验变化应通过宏观、微观和符号三层表征来解读。首先观察宏观变化(如颜色、气体、沉淀形成),然后在微观层面解释,再以符号表达,并确保层次间相互关联。

当要求学生在反思符号和微观层次的范围、功能和模型的时候面临着困难。宏观-微观-符号的化学教学提供了一种可供学生将其本体知识转化为替代知识的框架,以将化学变化视为“出现过程”。通过强调这种变化的交互性质并将宏观指标解释为随机微观相互作用的集体结果,通过明确分析模式(宏观)与组成层次(微观)之间的关系,这种教学方法为学生提供了一个结构:出现过程图式,使学生可以在其中转换他们的表达和推理。使用三重表征方法的宏观-微观-符号插图可以增强学生的心理模型和化学反应的学习效果。

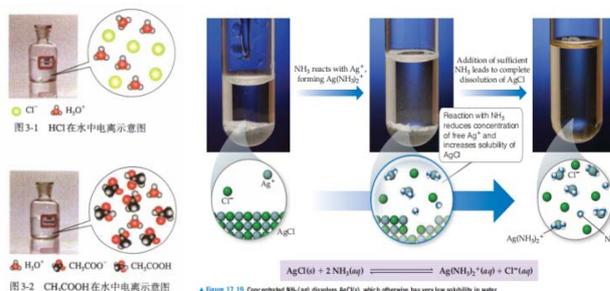


图3 中美高中化学教材宏观-微观-符号表征插图

在化学教育中,宏观-微观-符号三重表征的使用不仅反映了一种教学上的全面性追求,而且体现了深化学理解的核心,

如图3。通过结合宏观现象、微观机制与化学符号,打造一个多维度的学习环境,不仅降低了学生在面对复杂化学概念时的认知负荷,还促进了他们从表面的认知到深层次理解的转变。它强调了化学知识层次之间的相互关联,帮助学生看到不同层面知识的内在联系,从而在学生心中构建起更为坚实、连贯的化学知识结构。在化学教材插图分析中,可通过以下四方面评估内容相关性。插图作为重要的视觉辅助工具,有助于具体化化学概念。

在人教版教材“钠及其化合物”一节中,插图共13张,以宏观层次为主(8张),宏观-符号插图5张,缺少微观层次插图。这种设计符合我国教材循序渐进的特点,从宏观现象入手,再逐步引入微观解释。但在展示钠与水反应时,仅表现了外部现象如钠在水中爆炸,而未展示钠的电子转移过程和氢气生成的分子变化。相比之下,美国教材在同一章节使用了17张插图,更注重宏观、微观和符号层次的结合,插图包含5张宏观插图、2张宏观-符号插图、3张宏观-微观-符号插图、2张宏观-微观插图和5张微观-符号插图。这些插图不仅展示钠的宏观现象,还通过微观层次解释钠与水反应的分子变化,结合化学符号帮助学生在理解现象的同时掌握方程式及相关符号体系。此整合性设计使学生同步理解宏观现象与微观机制,有助于形成系统的化学认知。

通过以上对比可以发现,中国教材和美国教材在插图设计上的差异,反映了两国不同的教学理念。中国教材通常采用分阶段的教学方式,注重学生对单一层次内容的掌握,先学习宏观层面的知识,之后再逐步引入微观层面的内容。这种方式虽然有助于学生逐步深化理解,但也可能导致学生在初次接触化学反应时,难以在宏观与微观之间建立即时联系。美国教材则倾向于同时呈现多层次的知识信息,将宏观现象、微观机制和符号表示结合在一起。这种设计更符合整体化教学理念,有助于在学习过程中形成更完整的知识体系。

3 结论及建议

化学学科核心素养强调“宏观辨识与微观探析”,通过教材插图将宏观、微观和符号结合表达有助于学生更好地理解化学概念,毕华林等人指出,学生对宏观表征的掌握优于微观和符号表征,且在三重表征间难以建立有效联系,建议人教版丰富宏观-微观-符号类插图,以增强学生在宏观和微观间的转换能力,降低认知负荷。整合三重表征的设计有助于教师在教学中关联三重表征,帮助学生完善化学心智模型。

核心素养要求学生具备“宏观辨识与微观探析”的能力,宏观-微观-符号插图能支持这一目标,使学生在宏观(如颜色变化)和微观(如分子结构变化)层面同时观察化学现象,进而理解“结构决定性质,性质决定应用”的概念。这类插图不仅增强了学生对化学反应的整体认识,也提升了实验观察、记录和数据分析的能力,是实现化学学科素养培养的关键工具。

在教材编制中,插图需促进学生的认知发展并传递科学理解。Santos指出,教材插图应多样化,包括图形、符号等,以适应不同学习偏好。化学作为动态科学,插图应展现化学过程的动态特性,利用序列图或动画展示反应过程,以帮助学生理解化学现象的动态性。二维和三维视图的转换,例如从分子结构二维图到三维模型,有助于增强空间思维。

在符号展示中,使用多色标注可通过视觉引导突出重点内容,既激发学习兴趣,又促进对符号表征的理解。在实验装置插图中,建议结合简笔画和实物图,增加视觉丰富性,优化学习体验。人教版教材在插图中融入了与我国科技成就相关的内容,增强了学生的民族认同,但也应穿插不同地区的特色,提升普适性。

为更有效利用宏观-微观插图,建议增加化学反应展示的多样性,结合实验数据丰富宏观描述,通过动态或交互式图像增强直观性,并引入跨学科内容,帮助学生构建从宏观到微观的完整理解,使教材更生动并具有更高的教育价值。

[参考文献]

[1]王静,赵建梅.国外文本插图研究综述[J].文学教育,2017(4):110.

[2]张丙香,毕华林.化学三重表征的界定及其关系分析[J].化学教育,2013,34(03):8-11.

[3]谭宇凌,钱扬义,袁丽娟.中美高中化学教科书“化学反应原理”模块微观表征插图的设计分析[J].化学教育(中英文),2022,43(17):24-31

[4]孙小芳,王世存.中美高中化学教材“电化学”的对比研究[J].化学教育(中英文),2021,42(17):95.

[5]张晨,沈甸.新旧人教版化学必修教材插图的比较研究[J].化学教育(中英文),2021,42(13):8-13.

[6]苗成林,古丽娜·沙比提.3个版本高中化学必修教材中相似插图的比较研究[J].化学教育(中英文),2023,44(07):7-16.

[7]刘玉荣,张钊源.中美高中化学教材“批判性思维”栏目对比分析[J].化学教育(中英文),2023,44(21):42-48.

[8]罗思源,伍晓春.基于ACC图分析工具的新旧人教版高中化学选修教材插图比较[J].化学教育(中英文),2023,44(3):13-21.

[9]NARST.(n.d.).A Guide to Assessing, Selecting, and Using Science Textbook Visuals. Retrieved from <https://www.narst.org/>.

[10]Dori,Y.J.and Hameiri,M.(2003).Multidimensional analysis system for quantitative chemistry problems:symbol,macro,micro,and process aspects.J.Res.Sci.Teach.,40,278-302.

作者简介:

车昌鸿(1997--),男,汉族,吉林省延边朝鲜族自治州敦化市人,硕士,研究方向:中学化学教材研究。