

试论初高中化学核心素养的衔接与进阶^{*}

杨小祥¹, 梁雪峰², 崔晓辉¹

(1. 东台市教师发展中心, 江苏东台 224200; 2. 盐城市教育科学研究院, 江苏盐城 224002)

摘要:从大单元教学理念来看,初高中化学教学本质上应视作一个有机整体。通过对义务教育科学课程所要培养的核心素养与高中化学学科核心素养构成要素对比,归纳出化学观念、学科思维及科学探究等核心素养的连贯性和层次性,基于初高中化学核心素养的目标要求,提出构建核心素养进阶式表现水平体系及核心素养评估与反馈机制的重要性,从知识、观念、思维和实践四个层面,聚焦分析初高中核心素养衔接和进阶实施策略。

关键词:核心素养;衔接与进阶;初高中化学

文章编号:1005-6629(2025)01-0003-06 **中图分类号:**G633.8 **文献标识码:**B

化学学科核心素养是学生发展核心素养的重要组成部分,是学生综合素质的具体体现,反映了社会主义核心价值观下化学学科育人的基本要求,全面展现了化学课程学习对学生未来发展的重要价值^[1],是化学学科中最重要的、必不可少的、关键的素养。王磊教授指出,化学学科核心素养不只针对高中阶段的化学课程,同样适用于整个基础教育阶段的化学课程,乃至大学本科阶段的化学课程,区别在于各学段核心素养的具体内涵和发展水平上的差异^[2]。

1 核心素养构成要素对比

2022年版义务教育课程标准凝练了“课程所要培养的核心素养”,体现了课程独特的育人价值和共通的育人要求。其中,初中化学课程所要培养的核心素养,主要包括:“化学观念”“科学思维”“科学探究与实践”“科学态度与责任”,与义务教育阶段物理、生物等其他科学课程要培养的核心素养要求具有高度的一致性。普通高中化学学科核心素养包含五个方面:“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思想”“证据推理与模型认知”“科学探究与创新意识”“科学态度与社会责任”。其中“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思

想”着眼于学科观念和学科思想,“证据推理与模型认知”着重体现高中化学的思维视角,“科学探究与创新意识”是高中化学学科核心素养的实践表征,“科学态度与社会责任”是对高中化学科学价值取向的刻画^[3]。相较于义务教育,普通高中化学的核心素养学科指向更强、内容更具体,其水平层级描述也更为清晰。义务教育科学课程所要培养的核心素养与高中化学学科核心素养构成要素对比如图1所示。

2 初高中化学核心素养具有连贯性和层次性

2.1 演变:化学观念建构由引导到自主

化学观念凝聚着学科思想的精华,随着学习阶段的延伸和认知水平的提高,初高中化学观念的建构发展必然是连贯一致的,同时又是逐步完善的,具有连贯性和进阶性的特点^[4]。

中学化学课程的核心观念有明显的界限,既独立又相互关联。初中生在教师指导下,逐步建立基本化学观念,例如通过元素、分子、原子理解物质(元素观、结构观);用定性和定量方法研究物质组成和变化(实验观、变化观);认识到质量守恒在资源利用和物质转化中的重要性(价值观)。进入高中阶段,学生的认知从

^{*}江苏省教育科学“十四五”规划重点课题“循证:指向核心素养进阶的中学化学‘建构式心理重演’课例研究”(课题编号:B-b/2024/03/362)研究成果。

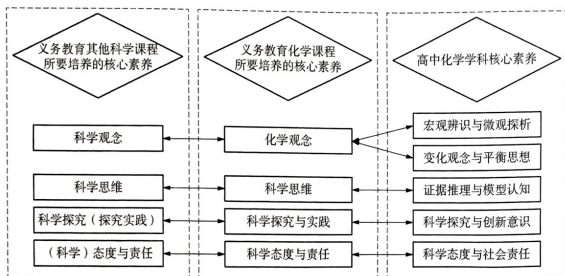


图1 义务教育科学课程所要培养的核心素养与高中化学学科核心素养构成要素对比

表现深入到本质,从感性提升到理性,化学观念也随之深化^[5]。如,形成“结构决定性质,性质决定用途”的观念(结构观);能多角度、动态地分析化学变化(变化观);能用对立统一、联系发展和动态平衡的观点考察化学反应(平衡观)等等。这些观念的形成,需学生在化学事实性知识和原理性知识的基础上抽象凝练、自主构建。

2.2 提升:学科思维方式由表层到深层

皮亚杰提出学生认知发展是连续的,思维能力从简单到复杂,从直观到抽象。初中生主要通过实验和观察发展经验性思维,高中生则发展理论性思维,包括模型、抽象和逻辑思维。

以元素化合物部分为例,初中化学注重具体物质的性质与反应类比思维,而高中化学则重在培养“固模-建模-用模”的结构化思维,如:基于一类物质共性的概括思维、基于化合价和电子得失的氧化还原思维、从离子反应出发的微观思维等。这些由浅层思维向深度思维方式的转变,不仅提升了学生对于化学知识的深层次理解,也为其后续的学习和研究奠定了坚实的基础。

2.3 跃迁:科学探究层次从实践到创新

《义务教育化学课程标准(2022年版)》对“科学探究与实践”的界定:经历化学课程中的实验探究,基于学科和跨学科实践活动形成的学习能力,是综合运用化学等学科的知识和方法,通过一定的技术手段,在解决真实情境问题和完成综合实践活动中展现的能力与品格^[6]。《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》对“科学探究与创新意识”的界定:认识科学探究是进行科学解释和发现、创造和应用的科学实践活动

动;能发现和提出有探究价值的问题;能从问题和假设出发,依据探究目的,设计探究方案,运用化学实验、调查等方法进行实验探究;勤于实践,善于合作,敢于质疑,勇于创新^[7]。

通过对比可知,初中主要致力于激发学生参与实验探索和跨学科实践活动,高中则更加注重科学探究的自主性和创新性。相应地,科学探究的要求,也从基础的实践层面提升至更为高级的创新层面。

3 初高中化学核心素养衔接与进阶的策略

3.1 识别初高中化学所要培养的核心素养目标要求

初高中化学的教学定位虽存在差异,但在核心素养的培养目标上却展现出显著的可衔接性和可进阶性。初中化学所要培养的核心素养目标要求包括四个方面:形成化学观念,解决实际问题;发展科学思维,强化创新意识;经历科学探究,增强实践能力;养成科学态度,具有责任担当^[8]。高中化学则进一步凝练出化学学科核心素养的目标要求:第一,在“宏观辨识与微观探析”方面,要求学生准确识别物质宏观特征,并从微观层面探寻根源,建立宏观与微观联系。第二,在“变化观念与平衡思想”方面,强调速率、限度和可逆等关键概念,多角度动态分析化学反应,应用化学反应原理解决实际问题。第三,“证据推理与模型认知”是高中化学学科核心素养的关键部分。强调在真实情境下,引导学生运用知识构建模型、解释现象、预测结果、揭示本质。第四,“科学探究与创新意识”以及“科学态

度与社会责任”则是贯穿初高中化学教育的重要素养。

3.2 构建核心素养进阶式表现水平体系

初高中化学核心素养的表现水平体系是一种多层

次的综合评价体系,需要教师依据核心素养不同维度的具体培养目标(表1),采取系统化、持续性的教学设计与评估手段,分阶段、有计划地逐步实施。

表1 初高中化学核心素养不同维度与具体培养目标

学段	核 心 素 养	
	维度	具体培养目标
初中化学	观念	物质观、结构观、元素观、变化观、分类观、实验观、守恒观、价值观
	思维	微观表征和分析、模型建构与解释、证据识别与推理、信息获取与分析
	实践	实验操作与探究、网络查询与信息加工、制作与使用模型、调查与实践、合作与交流
	价值	好奇心与探究欲、科学探究与实践意识、严谨求实与合作精神、环境保护与生态价值观
高中化学	观念	物质观、结构观、元素观、变化观、分类观、实验观、平衡观、定量观、能量观、价值观
	思维	专业表征和分析、模型建构与认知、证据识别与推理、信息获取与加工
	实践	设计方案与探究、科学解释与发现、发现问题与假设、调查与实践、合作与创新
	价值	好奇心与探究欲、科学态度与创新精神、尊重事实与批判思维、绿色化学与社会责任

核心素养表现水平的差异,反映了从初中到高中阶段学生认知逻辑和学习需求的变化,也体现了核心素养目标的递进性和连贯性。以“宏观与微观”认识视

角的核心素养表现水平为例(表2),不同学段对应不同的水平。其余核心素养表现水平均可按此对比方式分解。

表2 示例:初高中“宏观与微观”认识视角的核心素养表现水平对比

学段	认识视角	核心素养的水平			
		基本水平		进阶水平	
初中化学	宏-微-符的三重表征	(1)能观察和辨识宏观实验现象,运用符号描述常见反应。 (2)能从物质的微观结构角度解释化学反应的宏观现象。		(1)能运用微观结构图示或符号解释物质的变化原理,寻找和发现规律。 (2)能基于化学变化及能量变化的特征,从“宏观-微观-符号”相结合的视角说明物质变化的现象和本质。	
学段	认识视角	水平1	水平2	水平3	水平4
高中化学	宏观辨识与微观探析 ^[9]	(1)能根据实验现象辨别物质及其反应。 (2)能运用化学符号描述常见简单物质及其变化。 (3)能从物质的宏观特征入手对物质及其反应进行分类和表征。 (4)能联系物质的组成和结构解释宏观现象。	(1)能根据实验现象归纳物质及其反应的类型。 (2)能运用微粒结构图示描述物质及其变化的过程。 (3)能从物质的微观结构说明同类物质的共性和不同类物质性质差异及其原因,解释同类物质不同性质变化的规律。	(1)能从原子、分子水平分析常见物质及其反应的微观特征。 (2)能运用化学符号和定量计算等手段说明物质的组成及其变化。 (3)能分析物质化学变化和伴随发生的能量转化与物质微观结构之间的关系。	(1)能依据物质的微观结构,描述或预测物质的性质和在一定条件下可能发生的化学变化。 (2)能评估某种解释或预测的合理性。 (3)能从宏观与微观结合的视角对物质及其变化进行分类和表征。

核心素养表现水平的进阶是一个系统工程,它总是需要依托于特定主题,依据化学学科的内在本质与特性,通过精心规划与系统的教学设计来实现。在具体实施过程中,教师需要针对每个核心素养的维度进行专项梳理,理清课程目标、学业质量水平以及各个主题的学业要求之间的关系,整体规划不同学段化学教

学内容的深度^[10]。

3.3 聚焦初高中核心素养衔接和进阶实施策略

3.3.1 知识层面:循序渐进,建构结构化知识体系

初高中化学一脉相承,内容由浅入深,连贯且递

进,主要表现在以下两方面:其一,从知识体系的维度来看,初中化学侧重于基础知识的启蒙,而高中化学则逐渐系统化、理论化。其二,从知识建构的过程来看,初中生习惯从基础实验或生活实际出发,从感性认识→总结归纳→理性认识逐步深入;相比之下,高中化学则更加注重以基础理论为指导,从生活实际→化学实验→化学原理→问题探究→化学规律来构建更为全面、系统的化学知识体系。

以氧化还原反应为例,初高中阶段的研究视角和意义存在显著差异。在人教版义务教育化学教材中,“氧化反应”和“还原反应”在氧气和碳单质的化学性质等相关内容中分散介绍,并未明确指出两者可能在同一化学变化中同时发生。而在高中阶段的各版本教材中,“氧化还原反应”基本上都是作为一个独立章节来阐述,它不仅是学生学习元素化合物、电化学等知识的关键工具,也是形成科学变化观的重要途径。初高中教师团队应深刻理解这一差异,并积极且高效地进行整合,以推动知识体系的结构化发展。

3.3.2 观念层面:主题教学,促进观念理解应用

化学观念的形成离不开化学学科基本知识和基本技能,但又超越基本知识和基本技能,学科知识的本质是学科观念,学科观念的本质是学科理解,学科理解的本质是学科实践^[11]。良好的学习主题应是稳定的认识领域和研究对象,有真实的客观存在和应用,有明确和独立的本质性问题,需要独特的认识角度、认识路径、推理判据,具有大概概念和结构化的知识内容,与其他主题(领域)具有实质性联系^[12]。学习主题的情境素材越熟悉、越朴实,意蕴的问题越本原,越能引发学生化学观念的高水平建构。

再以氧化还原反应教学为例,“化合价”是“氧化还原反应”的前置认知,初中“化合价”教学可从金属钠与氯气的反应导入。反应前,钠元素和氯元素的化合价都为0,钠原子失去电子形成的钠离子带一个单位正电荷,氯原子得到电子形成的氯离子带一个单位负电荷,因此氯化钠中钠元素显+1价、氯元素显-1价。由此衍生,很多化学反应中存在电子得失,且得、失电子数相等(电子守恒思想),同样的也就存在化合价升降,且升、降相等。其实,这里金属晶体、分子晶体和离子晶体的雏形已经初步出现了,可以用模型或图示的方式展示晶体结构,让学生感性认识晶体或分子“破裂”为

原子和阴、阳离子形成晶体的过程。这样一来,学生对该反应的实质就有了初步认知。高中“氧化还原反应”教学仍用此反应导入,再启发学生利用反应物之间的电子转移来判断氧化剂与还原剂,认识氧化还原反应的实质与变化规律,学会使用双线桥与单线桥的方法来表示电子的转移,以此来强化变化观念,培养守恒思想。

理解和运用化学学科观念教学应遵循学生身心发展规律,加强一体化设置,促进学段衔接,提升课程科学性和系统性^[13]。学习虽有阶段性,但从大单元教学理念上来看,初高中化学教学原本就应该是一体的,选择合适的情境,做适当的重组未尝不可。观念的形成隐含着学生思维的发展线索,不注意前置设计和无痕衔接而直接给出概念或观点是不合适的,也不符合学生认知发展,会浪费核心素养形成契机。

3.3.3 思维层面:问题解决,发展学科思维水平

忽视认知发展规律是造成初高中化学学科思维衔接问题最重要的原因^[14]。以化学学科中具有代表性的守恒思想和平衡思想为例,它们既有层次性又有概括性,其形成与发展是一个循序渐进的过程,无法一蹴而就。因此,在初高中化学教学的实践中,我们应精心搭建适宜的思维支架,引导学生逐步深入、有序进阶。

以复分解反应为例,实验一: CuSO_4 与 NaOH 反应,让学生直观感受化学变化。反应中, Cu^{2+} 和 OH^- 结合形成沉淀,推动反应持续向生成沉淀的方向进行。实验二:向稀 HCl 和 CuSO_4 混合溶液中逐滴滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,初期是否有沉淀?这是初中教学中的一个疑难问题,也是衔接高中离子反应的一个重要素材。课堂处理建议:第一步学生分组实验体验;第二步图像分析混合前存在的六种离子;第三步引入离子竞争反应概念,有 H^+ 存在时, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀的形成就很难,因溶液中的 H^+ 、 Cu^{2+} 都在同时竞争 OH^- 。但 SO_4^{2-} 和 Ba^{2+} 不与其他离子竞争,因此 BaSO_4 沉淀可立即形成并稳定存在。独特的理念和学科思维方式,可以让我们透过现象看本质、基于模型做预测。此“宏-微-符”三重表征”剖析复分解反应的实质及离子的竞争问题,有助于学生从微观角度真正理解电离的过程,形成由微观实质解释宏观现象、宏观现象推测微观实质的思维路径。

另外,在化学学习中,建立基于“位-构-性”关系的思维框架、“观点-理由-证据”思维链等,都能让学生从

多个角度观察和理解化学反应,建立基于微粒及微粒间相互作用认识物质结构与变化的观念和能,完成核心素养的螺旋式上升进阶。

3.3.4 实践层面:注重实验,培养学科实践能力

施瓦布认为科学探究课堂应该包含两层含义的探究:一层含义是“科学即探究”,这是对科学知识本身的探究;另一层含义是对教学过程的教学方式、方法的探究^[15]。

化学中科学探究的实施策略在初高中教学中并不完全相同。初中化学强调动手的重要性,相应地在教材中设置了讨论、想一想、实验、课外活动、资料卡片、阅读材料、活动、反馈与评价等系列具有开放性的栏目来呈现实验内容,旨在培养学生科学探究与实践能力。高中化学则重点增加了有关定量实验和设计的内容,体现探究过程,介绍了现代化学实验技术、绿色化学与环境保护等新知识;采用了思考与交流、学与问、提示、资料卡片、实验、实践活动、科学探究、科学史话、科学视野等多种形式来呈现实验内容,为学生和教师开展探究活动提供了丰富的素材^[16]。

首先,针对能力要求差异,逻辑串联。以实验室制氯气为例,其装置已明显超越传统初中用于制取氧气、氢气、二氧化碳等气体的装置设计,而采用了固体与液体在加热条件下的新型规范化制备装置。在教学上,为确保知识体系的连贯性和深度,我们需将固体与液体在加热、不加热条件下制备气体的实验装置,以及液体与液体在加热、不加热条件下的制备装置,进行全面的归纳与对比。通过这一系列的类比分析,将初高中常见气体制备实验的逻辑线索串联起来,系统性探究。

其次,针对培养侧重点不同,精准滴灌。例如:学习金属钠的化学性质时,受初中化学金属与盐溶液置换反应规律的影响,学生会认为,Na 可以与 CuSO_4 发生反应,生成 Cu 与 Na_2SO_4 。教师进行演示实验,实验结果没有金属铜析出,却生成了气体。与心理预期相矛盾的实验现象,深深地激发学生强烈的好奇心,迫切想要寻找问题的解答,此时再引发讨论、引导分析,效果奇佳。再如,学习 SO_2 的性质时,可以通过初中化学 CO_2 性质的回忆进行推测,猜测其与水反应的产物有哪些。在学习 NH_3 的喷泉实验时,可以让学生从物理方

法和化学方法两个角度进行实验创新设计,再动手展开探究实验。诸如此类,在衔接中不断类比、质疑、探究和创新,可以让学生科学探究素养得以提升。

3.4 建立初高中核心素养评估与反馈机制

有效的评估和反馈机制对于确保学生核心素养的衔接至关重要。多元化评价体系能够全面评估学生不同学习阶段的核心素养掌握情况,而及时反馈机制有助于调整学习方法和教学策略。

第一,加强终级性评价研究,发挥评价的积极导向功能。教育评价不只是一个“评”的纯粹活动,更是一个“价”的指引性活动,教育评价的价值取向关乎教育发展的目标和方向^[17]。虽然中考和高考在具体的评价体系和实施方式上有所不同,但它们在终级性评价的目标上是一致的,其根本目的都在于全面评估学生的学业水平和综合素质,并以此作为升学和人才选拔的关键参考。

第二,注重各学段发展性评价的延续性,倡导基于证据的诊断与评价。教师应学会从每一节课、每一个教学活动中去发现促进学生发展的评价素材,要“多把尺子”促发展,将学习兴趣、实践能力、创新潜能、跨学科能力、个性化发展等过程性内容纳入评价体系,合理运用贯穿于各个时段的发展性评价,通过对学生在每个学段表现出来的持续、完整的记录、评价和反馈,时刻关注个体内差异评价,关注学科素养的增值。

第三,制定各学段的评价标准,完善“教—学—评”一体化闭环工作。认真研究各学段日常学习评价和学业成就评价,加强过程性和阶段性评价的保障作用,发挥评价对思考问题的方式、解决问题思路的促进作用,同时优化作业的整体设计与实施,合理规划作业的任务水平及比例,适当增加衔接深化、迁移创新及跨学科实践活动的作业任务,完善具有积极导向的全过程、一体化的核心素养评价体系。

4 结语

化学学科核心素养的培育是一个长期且持续的过程。《义务教育课程方案(2022年版)》中明确指出:“加强学段衔接,依据学生认知、情感、社会性等方面的发展,合理安排不同学段内容,体现课程目标的连续性

- [6] Drake S M, Burns R C. Meeting standards through integrated curriculum [M]. ASCD, 2007: 8.
- [7] Moran J. Interdisciplinarity [M]. London: Routledge, 2010: 46.
- [8] Jacobs H H. Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation [M]. Association for Supervision & Curriculum Development Cited in T, 1989: 99.
- [9] Nikitina S. Three strategies for interdisciplinary teaching: contextualizing, conceptualizing, and problem-centring [J]. Journal of Curriculum Studies, 2006, 38(3): 251-271.
- [10] Mansilla V B, Duraisingh E D. Targeted Assessment of Students' Interdisciplinary Work: An Empirically Grounded Framework Proposed [J]. Journal of Higher Education, 2007, 78(2): 215-237.
- [11] 李爱秋. 美国教师教育课程设置特色与启示[J]. 教育

- 科学, 2009, (3): 79-84.
- [12] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization(UNESCO). Preparing and supporting teachers to meet the challenges of 21st century learning in Asia-Pacific [EB/OL]. 2019-10-19. <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002460/246052E.pdf>.
- [13] Havnes A. Talk, planning and decision-making in interdisciplinary teacher teams: a case study [J]. Teachers & Teaching, 2009, 15(1): 155-176.
- [14] 闾维. 教师跨学科素养的发展路径和方法——以 IB 课程 MYP 项目中的教师发展为例[J]. 人民教育, 2017, (Z3): 24-28.
- [15] 陈向明. 跨界课例研究中的教师学习[J]. 教育科学, 2020, (4): 47-58.

(上接第7页)

和进阶性。^[18]课程目标的理论基础源于核心素养,其指向亦为培养核心素养。核心素养的培育遵循从基础到进阶、从简单到复杂的心理发展规律。教师在教学过程中,应结合教学进度和学生的认知水平,密切关注学生化学认知视角与思维路径的形成,将知识学习、观念构建、学科思维发展以及科学探究能力的提升等要素有机整合,采取“适时渗透、逐步整合、强化应用”的教学策略,以确保核心素养培育的连贯性与进阶性,更好地满足学生的全面发展需求。

参考文献:

- [1][3][7][9] 中华人民共和国教育部制定. 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.
- [2] 王磊, 黄丹青, 陈启新. 调整焦距更新视角——《普通高中化学课程标准(2017年版)》问题解析(上)[J]. 福建教育, 2018, (11): 27-29.
- [4] 郭玉英, 姚建新, 彭征. 美国《新一代科学教育标准》述评[J]. 课程·教材·教法, 2013, 33(8): 118-127.

- [5] 卢晓平, 初高中化学基本观念建构的特点[J]. 中学化学教学参考, 2015, (3): 8-10.
- [6][8][13][18] 中华人民共和国教育部制定. 义务教育化学课程标准(2022年版)[S]. 北京:北京师范大学出版社, 2022.
- [10] 陈进前. 化学必修课程与化学学科核心素养的匹配性研究[J]. 化学教学, 2018, (5): 1-6.
- [11] 吴星. 中学化学学科理解疑难问题解析[M]. 上海:上海教育出版社, 2020: 1-2.
- [12] 王磊, 魏锐. 学科核心素养发展导向的高中化学课程内容和学业要求——《普通高中化学课程标准(2017年版)》解读[J]. 化学教育, 2018, 39(9): 48-53.
- [14] 李怀强, 张军. 以认知发展为核心的初高中化学衔接教学研究[J]. 化学教育, 2019, 40(7): 42-46.
- [15] 韦冬余. 论施瓦布科学探究教学的基本内涵[J]. 全球教育展望, 2015, 44(4): 28-35.
- [16] 邹良才. 高中化学科学探究实施的几种方法[J]. 中学化学教学参考, 2019, (8): 34-36.
- [17] 钱佳, 崔晓楠, 代薇. 指向高质量发展: 科学教育评价的价值取向和路径优化[J]. 中国教育学报, 2024, (4): 58-63.