

从挖掘创新潜能到创造性思维的培育

——以高中化学教学为例

文 | 王换荣 沈旭东

摘 要：在高中教育场域下，挖掘创造性潜能、激发创新意识、培养创造性人格和启发创造性思维是学校育人的基本着眼点。以高中化学教学为例，为提升学生的创造性思维水平，首先要引导学生依靠想象力找到逻辑思维的起点，再进行演绎推理，最后通过实验验证获取证据、数据分析，并归纳总结得出结论，及时肯定学生的创造性行为，多维度发展学生的创造性思维。

关 键 词：创新潜能；创新意识；高中化学；创造性思维；教学方法

作者简介：王换荣，浙江省杭州第十四中学教师；沈旭东，浙江省杭州市拱墅区教育研究院研究员

中图分类号：G633.8

发生在日常学习过程中的个体创造性潜能，如写一首原创小诗等，恰恰是实现创造性进阶的起源。同时，在学校激发学生的创造性潜能也是为了让她们能够分辨未来世界的复杂性，应对不可预测的现实社会问题和特定情境问题。课堂作为学生交往与互动的生态系统之一，刺激着学生创造性的发展和表达。^[1]

一、创造性思维的特征

创新意识是个体根据社会发展需要，引发创造前所未有的事物或观念的动机、愿望和设想。创造

性思维是一种复杂的心理活动，也是创造活动中的一种高阶思维，它是应用新的方案或程序，对已有知识经验进行改组或重建，并在头脑中产生新的思想和形象的过程，创造性思维的特征见表1。创新意识是引起创造性思维的前提和条件，创造性思维是创新意识的必然结果。由此可见，从挖掘创造性潜能到激发创新意识，再到启发创造性思维，是学校教育的应然之举。

国际经合组织发布的《PISA2021 创造性思维框架草案（第三版）》（PISA 即国际学生评估项目）在关注学生各方面素养发展的基础上，新增了“创造性思维”测试领域。^[2]可见，发展学生的思维作

为教学本质，创造性思维越来越受到教育界的重视。在英国学者卢卡斯的五维创造性模型“好奇心强、富有想象力、坚持不懈、协作、自律”的基础上^[3]，笔者创建了表2中创造性思维的评价维度及其促成因素^[4]，明确了课堂中创造性思维能达到的成效与进展。

二、创造性思维的发展阶段

(一) 课堂教学中创造性思维的展开方式

依据表3中创造性思维的不同发展阶段，设置

课堂教学中创造性思维的展开方式。第一，从教材内容出发，选择适应学生终身发展的核心概念和实践活动，基于学生原有的思维特点及发展规律，进行师生、生生之间的相互探讨与交流。第二，通过设计实验、观察现象，让学生产生认知冲突，激发他们的创造动机和兴趣。第三，联系已有的知识经验，在教师的引导下自主建构新知和模型，形成概念和规律。第四，通过总结新知和解决问题等教学活动，让学生在自我反思的过程中，提升创造性思维品质。

表1 创造性思维的特征

发散性（本质）	新颖性	灵活性	艺术性
多角度、多侧面、多层次、多结构思考	独到的思路选择、思考技巧、思维结论	无现成的思维方法和程序可循	个性化的创意
不受现有知识的限制和传统方法的束缚	新的见解、发现、突破	自由发挥想象力	追求现代科技和审美的统一
开放性、扩散性	首创性、开拓性	自在奔放性	自我风格化

表2 创造性思维的评价维度及其促成因素^[5]

促成因素	创造性思维的评价维度							
	想象力丰富	好奇心、敏感性、爱发问	思维灵活发散，能批判性分析并聚焦想法	善于表达	不受常规约束，特立独行，注重个性体现	能够专注任务，精力充沛	冒险性，不畏未知和模糊的事情	能自省，不受定型观念影响
个人因素	探索倾向和思维开放性→认知技能→目标定向和创造性信念→任务动机→知识准备程度→与他人协作→创造性的自我效能感							
社会因素	社会环境→文化规范与期望→教育方法→课堂和学校的氛围及开展的创造性活动							
成就与进展	创造性表达→问题解决→知识创造							

表 3 创造性思维的发展阶段

准备阶段	酝酿阶段	顿悟阶段	验证（实施）阶段
搜集信息，整理资料，对问题形成新认识	消化吸收前阶段积累，找出问题关键和解决策略	前两个阶段的准备和酝酿使得思维成熟，豁然开朗	检验前三个阶段形成的方法和策略，以求更合理的方案
通过大量的观察研究，为下阶段做准备	结合思维的紧张与松弛，走向利于问题解决的方向	规避风险，选择合理方案	否定到肯定再到否定的反复循环

(二) 课堂教学中教师的创造性教学行为

重构“讲授、示范、演示、练习指导、展示、评价”等常规的教学方法，设法使教学更具有创造性，需要“因课制宜”进行教学方法的整合。教师的创造性教学行为表现如图 1 所示。

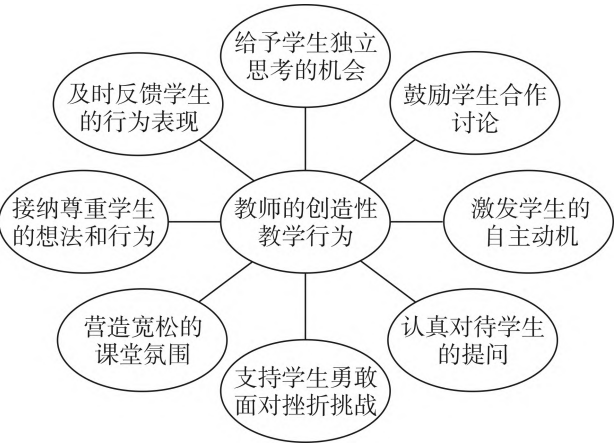


图 1 教师的创造性教学行为表现

三、高中化学教学中发展学生创造性思维的策略

想象力、归纳与演绎是创造性思维培养的重要内容。化学学科的教学内容包括化学观念、化学规律、化学实验、化学方法、化学思想等。创造性思

维包括形象思维、直觉思维、发散性思维、求异思维、批判性思维、抽象思维、逻辑思维、逆向思维等共通的思维。教师要围绕教学内容的逻辑和因果关系，科学设计教学过程，多维度培养学生的创造性思维。

(一) 通过想象发展学生的形象思维

形象思维是以表象即头脑中存在的对以往接触过的事物形象的反映为材料进行的思维活动^[6]，是创造性思维的基础。想象是对脑海中现有的表象进行加工和改造而形成新形象的过程，属于一种可控的形象思维，是培养形象思维的重要途径。阅读教材作为学习新课的起始方法，学生可以结合已有的知识储备展开想象，摆脱传统思维的限制，充分挖掘个人潜能，为创造性思维的发展做好铺垫。如在教学“离子反应”的新课中，人教版（2019 年版）高中化学必修一创设了学生熟悉的情境，给电器设备通电时，湿手操作容易发生触电事故。该内容帮助学生将生活图景转化为正确的学科图景。通过实物、模型、影像、图片等教学材料或科学技术等直观手段将学生带入场景，再利用生动的形象展示微

观过程,如“氯化钠在水中的溶解和电离微观模拟动画”,让学生了解溶解和电离动态平衡的本质,感受水合钠离子、水合氯离子的形成过程,在头脑中形成正确的表象,发展学生的形象思维。

(二) 通过猜想和假设发展学生的直觉思维

直觉思维是人脑不借助逻辑推理,不受传统思维的束缚,综合运用已有知识、表象和经验知觉洞察事物的实质,并迅速作出猜想和假设,直接领悟事物内涵的思维。^[7] 直觉思维是高中学生发展尤为明显的思维,是创造性思维活跃的一种表现。在“构造原理”的教学中,可以融入化学史,让学生了解科学家利用直觉思维为化学学科发展作出的贡献。如1920年,丹麦科学家波尔在自己提出的氢原子模型(1913年)基础上,提出构造原理,即从氢开始,随核电荷数递增,新增电子填入原子核外“壳层”的顺序,开启了用原子结构解释元素周期律的篇章。教师还可以引导学生根据已有的知识经验,对化学现象先猜测,再通过推理和论证,推翻错误结论并建立正确的概念或规律,如钾原子结构示意图中,为什么9个电子没有全部排在第3层?而是第3层排8个,第4层排1个?学生猜想可能是能量的原因,再由能级交错证实猜测。直觉思维支持学生变换思维方式,抓住事物的整体特征,揭示问题的本质。

(三) 通过融通发展学生的发散性思维

发散性思维是将信息以多元化的方式输出,通过不同角度的思考,建立动态的知识体系,从而得出多样的结论。发散性思维是创造性思维的重要支

撑。教师结合课程内容,鼓励学生从不同视角思考问题,采用类比、假设和联想等方法开阔思路,做到真正意义上的融会贯通。如“炼铁高炉尾气之谜”的探索中,生产中炼铁所需焦炭的实际用量远高于理论值,且高炉炉顶尾气中始终含有没被利用的一氧化碳。有的学生认为是一氧化碳与铁矿石接触不充分造成的,有的学生认为是碳和二氧化碳反应生成一氧化碳。教师适时提供信息“高炉增高后,尾气中一氧化碳的比例没有改变”。学生不难得出, $C+CO_2 \rightleftharpoons CO$ 是一个可逆反应,自下而上发生在高炉中含有焦炭的地方, $Fe_2O_3+CO \rightleftharpoons 2Fe+CO_2$ 也是可逆反应,让学生加深对化学平衡的理解,并享受学习带来的成就感。

(四) 通过联想发展学生的求异思维

联想是由眼前事物的特征而想起其他事物,由当前概念引发其他相关的概念。教师引导学生不局限于知识的表面,自主挖掘知识点间的关联性,发挥联想,从而形成对知识独特的见解,以此培养学生的求异思维。发挥创造性,离不开求异思维。例如,在教学“头发中维持弹性和形状的重要结构”时,将含硫氨基酸形成的二硫键($-S-S-$)类比为过氧键($-O-O-$),给学生解释烫发时让二硫键断裂产生的游离巯基($-SH$),类比羟基($-OH$)。学生不难发现,从二硫键($-S-S-$)到巯基($-SH$)需要加入还原剂。但巯基($-SH$)和羟基($-OH$)有何不同呢?教师引导学生进一步挖掘相似基团的差异,发展学生的求异思维。

(五) 通过不同教学方法发展学生的批判性思维

批判性思维是学生根据已有的知识储备和证据,

通过分析、评估、判断等批判性倾向，作出决策或解决问题的高阶思维。批判性思维是创造性思维的重要组成部分。教师可以通过创设的情境发现问题，引发学生的认知冲突，带着目的去探究，先不断质疑和猜测，再反思探究的过程和结果。同时，学生主动参与小组合作并展现自己的能力，倾听并理性质疑他人见解，经过推理和论证，有理有据表达自己的观点。例如，教学“苯酚和邻羟基苯甲醛的酸性比较”，有的学生认为邻羟基苯甲醛容易形成分子内氢键，酸性降低；有的学生认为醛基作为吸电子基，使得羟基中氧氢键的极性增强，酸性增强。实验验证发现苯酚的酸性强于邻羟基苯甲醛，推测出氢键的作用占了主导因素。由此可见，通过实验探究收集证据并合作交流和评价反思，能较好地发展学生的批判性思维。

(六) 通过进阶式教学发展学生的抽象思维

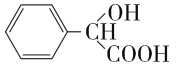
抽象思维的方法主要有分析综合、抽象概括、归纳演绎、类比推理等。在概念类教学中，让学生体验概念建构的过程，探寻概念形成的源头，引导学生通过对源头事物或现象进行分析、综合、比较，抽象概括出新概念。在实践类教学中，让学生通过动手实验、主动探究，对实验现象进行分析总结，抽象概括规律，了解知识本质，培养他们的抽象思维能力。创造性思维的实现离不开抽象思维。例如，教学“沉淀溶解平衡”时，教师提供信息“珊瑚虫是海洋中的一种腔肠动物，它们可以从周围海水中获取 Ca^{2+} 和 HCO_3^- ，经下列反应形成石灰石外壳： $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ”。学生总结得出，从溶液中析出沉淀的唯一依据是离子积达到 K_{sp} 。接着通过实验再次验证结论，浓度不同的

CaCl_2 和 NaHCO_3 溶液混合现象不同，浓度较大的 CaCl_2 和 NaHCO_3 溶液反应产生了沉淀。因此，不能简单地用 CaCl_2 溶液鉴别 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 溶液。

(七) 通过任务驱动式教学发展学生的逻辑思维

在组织教学活动时，教师要选择合适的教学内容，分析相互间的关系，建立合理的逻辑结构。按照“创设情境→观察现象→发现问题→分析问题→自主、合作探究→交流→总结反思”的进阶设计教学活动，帮助学生系统地学习知识，形成系统的知识结构，发展学生的逻辑思维。逻辑思维是创造性思维的发展。例如，教学“煅烧含硫量高的矿物得到高浓度的 SO_2 ，转化成的 SO_3 可与等物质的量的甲醇最终转化为化合物 A”时，教师设置问题链：①A 的结构是什么？②A 具有酸性吗？③A 的沸点低于硫酸的原因是什么？④如何设计实验验证 A 中含有 S 元素？⑤你能写出实验过程中涉及的反应方程式吗？学生沿着问题链，掌握知识的发现历程，对无机酸酯的结构和性质了然于心，并形成良好的逻辑思维能力。

(八) 通过设置障碍发展学生的逆向思维

逆向思维是从常规思维的相反方向出发分析问题，是创新思维的重要表现形式之一。教师可以根据课程内容设置障碍，引导学生从不同角度出發，摸索多元的求解办法。如图 2 “乙酰基扁桃酰氯的合成路线”，当利用甲苯和乙醇为原料合成产物的正向推理遇到困难时，转换为逆向思考，将产物断裂成小物质 E () 和 F (CH_3COCl)，有效拓宽学生的思维，实现创造性思维的发展。

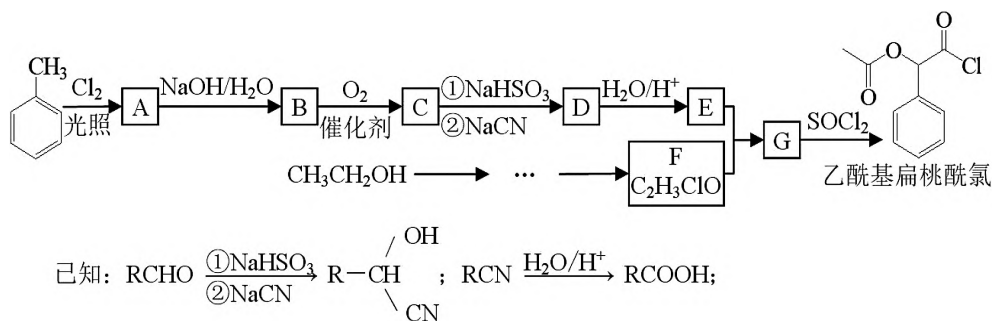


图2 乙酰基扁桃酰氯的合成路线

四、反思

创造性思维可以表现为“以综合性、探索性和求异性为特点的心智活动;或直觉、灵感及想象等思维状态;或产生新颖性产品和策略的思维结果”。在教学活动中,聚焦创造性思维的多重表现,通过动机激发、认知冲突、自主建构、自我监控、应用迁移等系列操作,尤其是创设宽松的课堂氛围,当学生的想法和行为被他人接纳和尊重时,创意自我效能感就会提升。另外,在日常生活中积累多学科的知识经验和方法,具备跨学科的视野更易形成创造性思维。

本文系浙江省2023年教研规划课题“杭州探索:提升科学实践能力的高中化学课堂教学研究”(G2023033)的阶段性研究成果

参考文献:

- [1] 陶阳, 杨向东, 吴方文. 学生创造性潜能的课堂观察[J]. 全球教育展望, 2023(12): 97-108.
- [2] 耿超, 赵茜, 范彦. PISA 2021 创造性思维测试的分析与思考[J]. 中国考试, 2020(5): 36-41.
- [3] LUCAS B. A five-dimensional model of creativity and its assessment in schools[J]. Applied Measurement in Education, 2016(4): 278-290.
- [4] 蔡全劲, 邱海燕, 罗导, 等. 基于 PISA 2021 创造性思维促成因子量表的编制与测评[J]. 现代中小学教育, 2023(11): 68-74.
- [5] 胡琳梅. 创造性课堂环境与初中生创造性思维的关系研究: 创意自我效能感和自主性动机的作用[D]. 武汉: 华中师范大学, 2016.
- [6] 王鑫淼, 黄玉新. 基于思维型课堂教学的高中生物科学思维培养策略[J]. 宁夏师范学院学报, 2023(11): 56-59.
- [7] 马亚鹏. 指向创新素养的学生物理直觉思维能力培养[J]. 教学与管理(中学版), 2018(4): 63-65.