

模型方法及在化学教学中的应用

胡津津

天津师范大学 天津 300387

摘要: 模型法是一种科学方法,其核心在于剔除原型中的非核心细节与非本质关联,以简约理想化方式复现其复杂构造、功能及其内在联系。作为现代科学认知工具和思维方式,模型蕴含双重意蕴:一则体现为抽象化过程,二则表现为具体化呈现。本文概述了模型方法的含义、三种分类,探讨了抽象与模型化的关系,试图从认知论的角度来理解这两个概念。模型在当代科学认知中发挥着认知的重要作用,主要有解释、预见、中介和启示四种功能。最后讨论了新课程教学中渗透化学模型方法的四个策略。

关键词: 模型; 抽象; 功能; 科学教育; 高中化学教学

1. 模型方法

1.1 模型的含义

模型一词源拉丁文 Modulus,意指尺度、范例或规范。在哲学层面,模型即思维构建的关联性集合,是现实在头脑中的构想再现。该方法基于丰富的感性认知,通过特定“形态”展现原型的核心特征与本质,与实验法、逻辑法共列为科学三大探究手段。

模型方法聚焦于剔除原型的非关键细节与关联,通过简化与理想化手段,重塑其复杂构造、功能及内在联系。作为现代科学认知手段与思维范式,模型蕴含双重意义:抽象表达



一方面,在运用模型思维方式的过程中,我们首先以原型为起点,针对既定目标,萃取其核心特征,通过对典型的抽象、简化和升华,建立与典型相一致的典型模型。在此基础上,进一步讨论了这一模型,获得了相应的原型数据,为建立这一系统的理论体系奠定了坚实的基础。

另一方面,为确保高度抽象的科学概念、假设和理论能被有效地应用于实践,必须将其转化为特定的数学模型,以指导实践。“模式”是一种表现为“抽象”和“具体”辩证结合的科学认知方法。

1.2 模型分类

在科学教育中,数学模型按目的不同、表达方式不同可分为实物模型、概念模型和象征模型。

实物模型是指通过对原型进行加工、提取、简化或仿

制而获得的,能够直接显示其表面和立体结构的实体。例如:化工装置中常见的盐析晶模型,主要有合成塔、转化器和换热器等。原型难以保存或观察时,实物模型可作有效替代,解决难题,故在科学教学领域得到广泛运用。

概念模型是在思想层次对原型进行的一般化表示,可以来源于物质结构理论,压缩成一种抽象的科学范畴,帮助学生理解客观存在但无法直接观察的现象,如光波、磁场等;也可通过手工处理或简化,把它变成直观地制作为直观的教材、图或仿真,如原子结构图、结构图等;还可以根据设定推导出一个理想实例,如匀速直线、牛顿第一运动定律等。在实际教学活动中,一般把它叫做理想模式和抽象模式。

象征模型是基于符号体系,对原型对象进行置换,从而揭示其构成、结构、属性和演化规律的一种研究手段。常用的标记有:元素标记,线路组成标记,射线轨迹图,化学分子式,化学反应,力图,电路图。符号模型能够从属性和量化两个方面准确地描述对象的本质特征和变化规律。如:从化学分子式中可以看出物质的构成成分,构成微粒的种类和比例等;化学方程式可以很好地反映事物的变化,反映事物的本质。

2. 模型与抽象的关系

2.1 抽象与“模型化”

抽象的核心在于运用结构相似且更为精炼的范式来替代现实世界的特定片段,故模型在科研中扮演着举足轻重的角色。模型化思维首要的是进行抽象化处理,即舍弃原型中的非核心细节与非本质关联,通过简化与理想化的手段,重

新构筑其复杂的构造、效能及内在联络。钱学森曾强调，“模型是通过对问题的剖析，依据我们观察到的机制，整合所有主要因素，忽略次要因素而构建的一幅图像”。

在运用模型化思维时，我们需兼具勇气与技巧进行抽象，既要紧扣原型的本质特征，又要紧密围绕研究目标进行有针对性的抽象。通过对原型的建模，提升其对现实原型的获取与处理能力，进而建立一套能够体现其内在机理与本质的完备的理论体系。不然，基础问题亦难以阐述，更遑论解决。

2.2 抽象不仅是认识工具

科学领域中，模型被用来描绘现象界，通过抽象等变换技巧达到解释目的。具体来说，抽象是科学家主动采纳的策略，目的在于深化对现象界的认知，而非仅作为认知过程或辅助工具。莱奥内利将抽象定义为：科学家在特定情境下，选择现象 P 的某些特定属性，构建 P 在某一维度上的模型。抽象的关键在于将现象的特定属性转化为模型构成要素，这一过程受认知目标、物理条件及科学家专业技艺等多重因素影响。科学家能否运用以主体为核心的抽象方法，准确将现象的关键特性转化为模型表征，实现科学解释，取决于其知识储备和技能水平。

在模型构建中，抽象被视为认知过程，通过省略目标现象的无关属性，辅助在既有模型基础上构建新模型。抽象与理想化作为建模的两个阶段性环节，可能促进科学模型生成能力的提升，既能创造新的同构模型，也能孕育新的异构模型。尽管生成模型既非表征模型也非解释性模型，但抽象在其中依然扮演重要认知角色。

3. 模型的功能

模型是现代科学认知中独特且重要的认识方式，不仅是认知的工具和手段，还在现代科学认知中发挥关键作用，蕴含丰富的教育价值。具体而言，模型主要具备以下四种认知功能。

3.1 解释功能

辩证唯物主义的理解，是将对现象的揭示和诠释的统一。从自然科学的角度来看，“阐释”就是要为人类找到一种能够指引人类前行的桥梁。“模型”是对“原型”的简单映射，是通过科学方法提炼出来的一种“类人”，比“原型”更加适合“拟人”。该模式可以对客观事物的原因、结构、功能等进行科学的阐释，并对其产生、发展过程进行了分析。

例如，卢瑟福通过对微粒所做的散射测试，推导出了“行星”学说，而这一学说已经得到了充分的证明；沃森与克里克所提的 DNA 双螺旋结构模型，揭示了生物界广泛存在的遗传规律。

3.2 预见功能

模型的预见功能体现在依托模型能对原型的未知特性及事实进行推断。模型作为深度抽象的认知架构，由文字、符号（包含图像）等元素构筑而成，目的在于使研究目的简单化，突出问题的实质或矛盾，但又不失重要的信息。由此可见，在科学概念的产生和建构过程中，一定的模式可以明显地提高思维的生命力，为研究提供清晰的指导，从而达到科学预言的目的，进而推动科学新发现。例如，在粒子物理学范畴，日本物理学家坂田昌一于 1956 年提出强子复合模型（坂田模型），以探究强子的内部构造。另外，法国天文学家勒维烈根据牛顿的重力理论，提出了一个新的宇宙模式；德国的天文学家伽勒，则在勒维烈预测的地点，找到了海王星。

3.3 中介功能

模型在科学认知活动中扮演着中介角色，它架起了理论与现实之间的桥梁，对科学理论的发展起到了关键的连接作用。因此，在科研中，认知主体构建模型的本意不仅在于探究其自身的结构与特征，更在于通过模型揭示其内在特征与运行规律，进而构建相关的理论体系。这一过程促进了理论与现实的深度融合，加深了我们对理论内涵及其所映射的现实本质的认识，极大地增强了理论对实践的指导作用。例如，人类对原子核结构的认知历程就充分展示了现代科学认知中“实验 - 建模 - 理论”这一基本范式的应用。

3.4 启示功能

在科学研究进程中，模型化方法依据特定的研究任务与目标，能萃取出研究对象的本质特性，同时摒弃诸多非核心的细节与非本质属性，使我们能够借助模型对原型进行精确且深入的剖析。在当代科学认知体系中，模型扮演至关重要的引领角色，甚至在某些情况下可替代原型，成为认知的直接对象。比如，在结构化学中，不同的化学结构模型清晰地展示了复杂元素之间的空间排列和相互作用，是研究材料结构之谜的最直接的窗口。

另一方面，模型具有直观、动态和清晰等特点，在科学认识中具有导向和启发意义。模型可以把众多抽象的、不

直观的内容转变为直观的表达,可以准确、具体地表达高度抽象和深奥的科学概念、假设和理论,进而准确地把握其科学内涵,加深对其本质和规律的认识。例如,1916年柯塞尔、刘易斯、朗缪尔等人分别提出了“电价键”、“共价键”等概念,从电子层面上阐述了短线分子在化学中的重要作用,并给出了价键的本质与饱和程度,这对于理解化合物的结构具有重要意义。

此外,在科学发展的进程中,模型扮演着极为重要的角色,并且在科学教育方面扮演着关键的角色。具体来说,模型教学能改善学生的认知水平,帮助学生更有效地掌握科学知识体系,培养学生的科研技能以及塑造学生的科学思维和精神风貌等。

4. 新课程教学中如何渗透化学模型方法

化学模型方法是化学科研中的常用手段,对于激发学生的创新思维具有显著效果,是科学教育领域的佼佼者。它助力学生稳固且准确地建立化学基本概念框架。在新课程的教学实施中,我们可从多个方面融入并推广此建模方式。

4.1 运用物质模型多样策略,减轻概念理论教学难度

教育心理学研究表明,逾半数学生在空间想象能力上存在困难,而采用实物模型辅助教学,能有效助力多数初学者顺利攻克难题。以有机化学学习为例,学生常受平面图表限制,难以掌握分子的三维结构。通过广泛应用球棍模型、缩比模型等教学辅助工具,引导学生观察思考,可助其深刻理解分子的立体构型、同分异构现象及结构表示法,进而更好地洞悉立体结构与功能之间的内在联系。

在化学教学中,灵活恰当地运用材料模型法,对激发学生的主动性、培养创造性思维以及挖掘其内在潜能大有裨益。学生一旦学会了这个方法,就可以利用材料模型的方法来解决某些新的问题,并且能够正确地使用科学的方法来获取新的知识。

4.2 巧用各类抽象模型工具,缩小新化学知识认知差距

当我们遭遇陌生的概念时,为了深入理解该概念,必须先将其拆解成我们所熟知的。比如,可以按照以下方式设计元素周期表,把每个月的日期按周末安排。星期一是学校的头一天,星期六是周末。因为它把一年里的日子安排得井井有条,所以它方便了我们的日常生活。类似地,化学家们将元素按照特定顺序排列,犹如日历上的日期布局,因此,元素周期表可被视为化学领域的“时间管理表”。

运用或协助学生进行抽象建模,可以使学生打破感觉、时间和空间的限制,激发学生的想象力、抽象思辨及逻辑推演能力,从而拓展思维视野,增强学生发现问题、深入分析及有效解决问题的能力。

4.3 鼓励学生自制模型实践,提升创造与实操能力

模型作为一种至关重要的教学方法,在课堂上系统地引导学生自主设计,不仅能够发挥教育功能,还能有效提升学生的实践能力、创新能力和想象力。以电子云分布、轨道杂化等理论作为例子,指导学生进行建模,可以减少对其理解的困难,大大提高他们的学习兴趣和热情。

4.4 采用抽象模型方法,培养学生创造性思维

通过调研发现,相当一部分学生在微观层面上缺乏想象力。没有强大的想象力,想要建立一个模型,是不可能的。在想象的过程中,不但可以展示客观的东西,而且可以产生前所未见的新知识和从未出现过的观念。例如,氧化还原反应的概念、特性和本质,可生动地比拟为“跷跷板”模型。

在教学中,教师采用口头讲解、教材文字描述、图表展示、流程图示、示意图形、模型图示、化学符号标识、化学反应式、数学表达式及化学方程式等多种方式,并将化学模型与实际模型相结合,对一种现象的原因、原因和可能的后果进行说明,帮助学生建立正确的概念和理论知识。模型可以对一些现象进行解释,帮助学生更好地掌握研究目标的动态变化过程和本质特征,这对学生化学知识的吸收、想象力的培育以及创新思维能力的提升,具有极其重要的意义。

参考文献:

- [1] 雷范军. 新课程教学中强化训练化学模型方法初探[J]. 化学教育, 2006(04):16-18+27.
- [2] 秦海燕. 新课程背景下模型方法在科学教学中的应用[J]. 新课程(上), 2011(02):112-113.
- [3] 盖建民. 模型与现代科学认识[J]. 福建师范大学学报(哲学社会科学版), 1991(04):16-21.
- [4] 鲍峰. 模型与解释:科学抽象问题的解决之道——以“轮轴”一课教学为例[J]. 新教育, 2016(21):38.
- [5] 周红, 马云鹏, 张二庆. 模型与建模在科学教育概念转变中的作用及启示[J]. 现代教育管理, 2013(04):52-55.
- [6] 李德新, 刘逸群. 论科学解释中的模型与抽象[J]. 科学技术哲学研究, 2022,39(05):13-19.
- [7] 邢红军. 论科学教育中的模型方法教育[J]. 教育研

究,1997(07):53-56.

[8] 左萍. 科学抽象方法在物理教学中的作用 [J]. 青少年日记 (教育教学研究),2018(04):184-185.

[9] 范锴, 陈志伟. 生物学师范生对科学模型的认识 [J]. 生物学通报,2012,47(06):26-29.

[10] 阮明. 初中化学中科学方法教学的研究 [D]. 苏州大学,2008.

作者简介:

胡津津 (2001—), 女, 汉族, 江西赣州, 研究生, 研究方向为化学课程与教学论。