

# 基于化学史的模型推理在初中原子结构教学中的实践探究

上海市西南模范中学 张俊杰

**摘要：**物质的组成、结构和性质是化学学科范畴的核心意旨。基于微观层面的探究是揭示物质组成、结构和性质的必经之路。然而，初中阶段学生抽象思维尚未成熟，微粒观的构建对于学生而言具有很大挑战。针对上述问题，教师在教授重难点原子结构相关内容时，在教学过程中通过化学史铺设，引导学生采用模型推理方法进行学习，从而培养证据推理与模型认知的化学核心素养，培养学生的高阶思维能力，促进学生自主建构知识，提升思维与综合能力。

**关键词：**化学史；原子结构；证据推理；模型构建；高阶思维

## 一、引言

原子结构作为化学学科的核心基础知识，不仅是理解物质组成、结构、性质和变化的关键切入点，更是学生构建微粒观的重要理论支撑。在初中化学教学中，原子结构的学习为学生后续深入探究分子、离子等微观世界奠定了坚实的基础。然而，由于初中阶段学生的抽象思维能力尚未完全成熟，他们往往难以从宏观现象中提炼出微观本质，导致微粒观的构建面临较大挑战<sup>[1]</sup>。此外，原子结构知识本身具有高度的抽象性和逻辑性，其涉及的内容如原子结构、原子核结构等，对学生而言属于超越直接经验的认知领域。这种认知鸿沟使得学生在学习过程中容易陷入机械记忆的误区，从而削弱了其对化学学科本质的理解与兴趣。因此，如何通过科学的教学设计帮助学生克服这一难点，成为当前化学教育研究的重要课题。

传统的原子结构教学方法普遍存在重结论轻过程的现象，教师往往倾向于将科学家的研究成果以定论的形式直接呈现给学生，而忽略了这些结论背后的探索历程与思维方法<sup>[2]</sup>。这种教学方式虽然能够在短期内帮助学生掌握基础知识，但长期来看却限制了学生科学思维的发展。例如，在讲解卢瑟福有核模型时，如果仅强调其核心观点而忽略 $\alpha$ 粒子散射实验的设计思路与数据分析过程，则学生无法深刻体会到证据推理在科学发现中的重要性<sup>[3]</sup>。此外，传统教学方法还缺乏对学生主动建构知识能力的有效培养，导致学生在面对复杂问题时往

往表现出思维僵化与解决能力不足的情况。

尽管已有研究在原子结构教学方面取得了一定进展，但将化学史与模型推理有机结合应用于初中原子结构教学的研究仍显不足。现有文献多集中于单一教学方法的应用，如仅依赖化学史讲述或仅强调模型建构，而缺乏对两者深度融合的系统性探讨<sup>[4]</sup>。此外，当前研究多针对高中阶段的学生，对初中生的认知特点和学习需求关注较少。然而，自2024年，上海化学教学全面实施使用新教材，新教材中对原子结构相关内容做出了非常明确的要求。因此，亟需开发适合初中生的原子结构相关内容的教学方法。

针对上述问题，本研究试图通过将化学史与模型推理相结合的方式，为原子结构教学提供一种新的思路。化学史能够为学生提供真实的科学探究情境，激发其学习兴趣；而模型推理则有助于学生通过动手操作与逻辑分析，逐步形成对证据的敏感性与对模型的构建能力，从而实现从被动接受到主动探究的转变，在潜移默化中形成科学的思维方式，为其未来的化学学习奠定坚实的基础。

## 二、学情分析

本研究选取了上海市西南模范中学初二年级的两个平行班级作为实践对象，学生总人数为90人，其中实验班45人，对照班45人。两个班级学生的化学基础水平相近，且由同一位教师授课，以确保教学风格的统一性和实验结果的可比性。选择这两个班级的原因在于，其学生整体学习水平处于中等偏上，具有较强的学习能力和一定的抽象思维能力，适合开展基于化学史的模型推理的教学实践。此外，这些学生对化学学科表现出较高的兴趣，能够积极参与课堂互动和探究活动，为教学实践的顺利开展提供了有利条件。

## 三、教学设计

基于化学史的模型推理在初中原子结构教学中的设计，需根据教学目标和学生认知水平进行合理安排与引导。首先，通过学生分子模型实验导入原子概念，吸引学生注意力，启发学生思考原子的结构。以电解水实验为例，鼓励学生动手搭建水分子、氧分子和氢分子比例模型，通过模型模拟水电解前后物质在微观层面的变化过程。基于该模型，创设问题情景引导大家思考如何通过水

分子模型获得氢分子和氧分子模型。组织学生就此问题展开小组讨论，得出将水分子模型拆除开，不同颜色的小球分别相互结合即可得到氧分子和水分子的结论。以此为切入点导入实验过程中拆开的单个小球就是不同的原子。引入原子的概念，即物质变化时，存在的最基本、最小、不会再变的粒子（如图1）。通过这一简单的化学模型实验，架起了宏观通往微观的桥梁，从而激发学生对原子结构的好奇心。

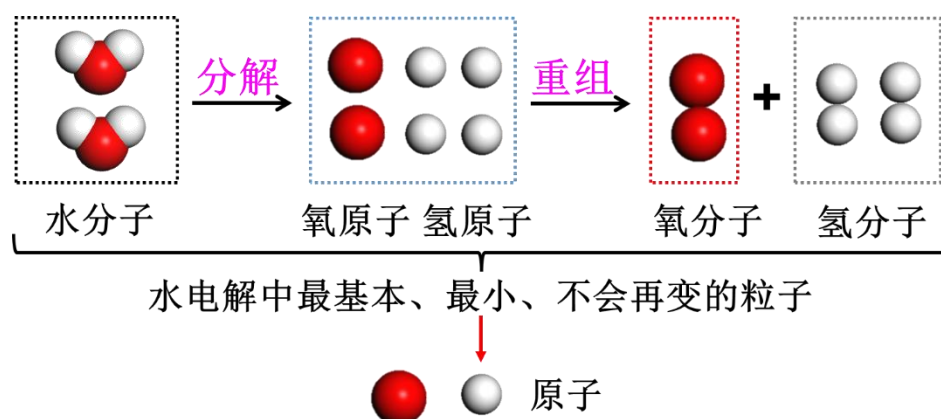


图1 原子概念导入思路示意图

其次，在新课讲授阶段，通过思维导图（如图2）的形式，以原子结构发展时间编年史为主线，基于化学史上的实验、发现等通过模型推理自主尝试用简单的图形或符号表示原子的结构，并不断通过新的证据进行模型修订，深入理解原子结构的演变，自主探究并揭示原子结构模型。具体内容如下：

1803年，道尔顿提出原子论，认为物质都是由原子构成的，原子是不可分割的实心球体。鉴于该化学史实，引导学生画出不可分割的实心球表示原子结构。1903，汤姆孙通过阴极射线实验发现原子是可分的，原子中存在带负电的电子和带正电的球。基于上述实验发现创设问题情景，引导学生根据上述实验事实在实心球的基础上修正、画出新的可能模型，并与汤姆孙提出的带负电的电子镶嵌在带正电的球体中的“葡萄干面包模型”进行对比。1911年，卢瑟福使用高速运动的 $\alpha$ 粒子（带正电的氦原子核）轰击金箔，发现绝大多数 $\alpha$ 粒子能够直接穿过金箔，少数粒子发生大角度偏转，极少数粒子甚至被反弹回来。通过上述实验现象，设计一些列问题引导学生思考“为什么绝大多数 $\alpha$ 粒子能够直接穿过金箔？少数 $\alpha$ 粒子发生大角度偏转的原因是什么？极少数 $\alpha$ 粒子甚至被反弹回来，这说明了什么问题？”通过这些问题，使学生深入理解实验背后的

科学原理，训练学生的证据推理思维，并基于所得推理再次对原子结构模型进行修正，提升学生模型构建的能力。最后将所得模型与卢瑟福的“有核模型”进行对比分析。1913年，波尔把量子假说推广到原子结构模型中，认为：电子在确定半径的圆周轨道上绕原子核运动，不辐射能量；在不同轨道上运动的电子具有不同的能量。基于上述化学史，引导学生再次进行模型修正与构建。1932年，查德威克发现原子核中存在质量和质子一样，且不带电荷的粒子中子。解开原子核正电荷与它质量不相等之谜的钥匙。并基于所得推理再次对原子结构模型进行修正，提升学生模型构建的能力。

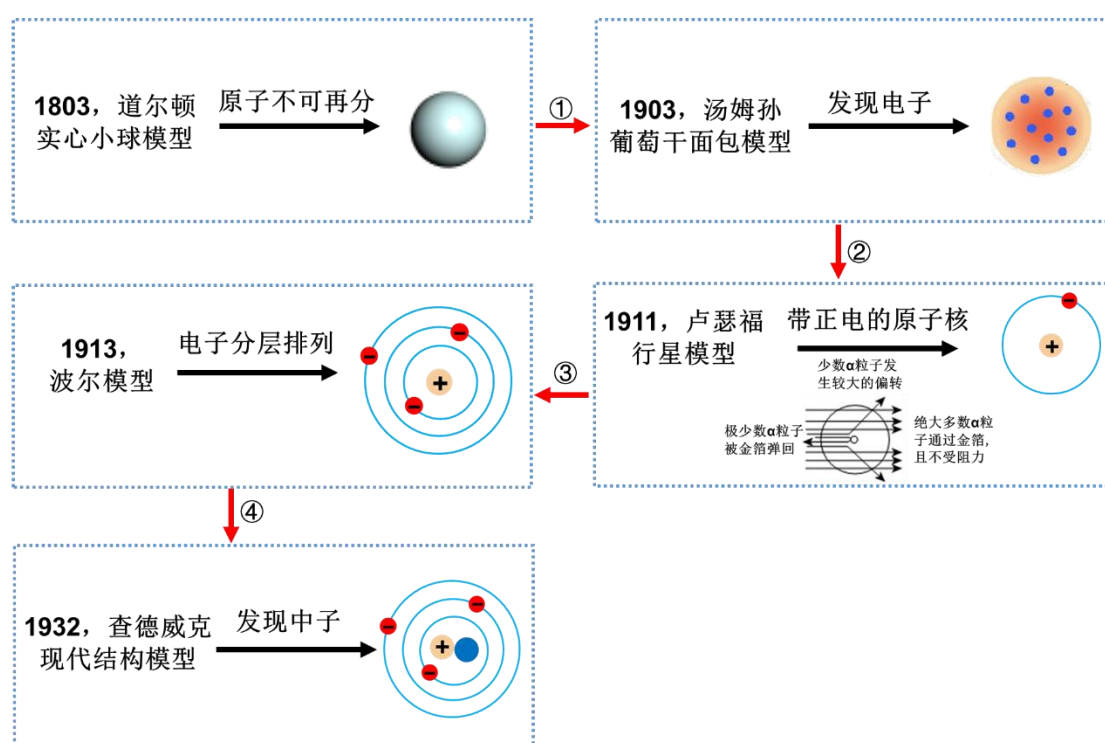


图2 基于化学史的模型推理在原子结构揭示中的思维导图

最后，通过思维导图总结梳理原子结构的知识体系，强调基于化学史的模型推理对学生化学核心素养提升的重要作用。其次，应突出化学史在科学探究中的价值，如通过讲述科学家们不断质疑、验证与创新的过程，激励学生勇于探索未知领域。同时，还需强调模型推理作为一种重要的科学方法，在解决复杂化学问题中的应用价值，鼓励学生在未来的学习中灵活运用这一方法。通过这样的总结，学生不仅能够巩固所学知识，还能在核心素养方面得到进一步提升，培养学生高阶思维。

## 四、取得成效

通过对实验班与对照班前测和后测成绩的数据分析，可以清晰地观察到基于化学史的模型推理教学对学生知识掌握的影响。在前测中，实验班与对照班的平均分、优秀率和及格率均较为接近，表明两组学生的初始水平相当。然而，在后测中，实验班的平均分显著高于对照组，尤其是在涉及原子结构演变和模型推理的题目上，实验班学生的得分率明显高于对照班。此外，实验班的优秀率和及格率分别提升了15%和10%，而对照班的提升幅度较小，仅为5%和3%。这一数据变化表明，基于化学史的模型推理教学能够有效促进学生对原子结构知识的理解与掌握，尤其是在培养学生的高阶思维能力和知识迁移能力方面具有显著优势。总体而言，研究表明，基于化学史的模型推理教学不仅提升了学生的学习体验，还对其化学核心素养的培养起到了积极作用。

## 五、实践反思

本研究围绕原子结构展开，我没有将原子结构模型作为静态结论直接给出，而是将其还原为一段跨越百年的探索之旅。在教学中，以原子结构发展历程中的重要事件与人物为线索，汲取原子结构发展过程中的关键科学证据，鼓励学生自主学习、积极探索，基于证据构建模型，践行“引导学生主动建构”的教学理念。教师将抽象的科学知识嵌入具体的历史情境中，从而激发学生的好奇心与求知欲并加深其对知识的理解。此外，模型构建活动通过让学生动手操作或进行思维建模，使其亲身参与科学探索的过程，进一步巩固了对原子结构演变的理解，还培养了证据推理与模型认知的核心素养。这个过程，不仅讲清了“是什么”，更揭示了“为什么”，让学生体会到科学发现依赖于证据和逻辑，有效培养了“证据推理与模型认知”素养，为高阶思维能力的培养奠定了基础。

尽管本次教学实践取得了一定的成效，但在实施过程中仍暴露出若干问题与不足。首先，部分学生在模型推理能力方面表现较弱，尤其是在分析复杂实验现象时难以形成逻辑严密的推理链条。例如，在探讨卢瑟福 $\alpha$ 粒子散射实验的过程中，部分学生未能准确理解“绝大多数粒子直穿”“少数粒子大角度偏转”等现象背后所隐含的原子结构特征，这表明他们在证据提取与推理分析方面存在明显短板。其次，个别学生在参与合作交流方面表现较为被动，这可能

与其学习习惯或课堂环境有关，但也反映出当前教学设计的互动性仍有待加强。这些问题的成因主要在于学生抽象思维能力尚未成熟，且传统教学模式下缺乏足够的思维训练机会。

针对教学实践中存在的问题，提出以下改进措施以优化后续教学效果。第一，应加强学生推理能力的系统训练，可通过设计更具阶梯性的问题链来帮助学生逐步掌握证据推理的方法。通过该方式，为学生搭建更为稳固的思维脚手架，使其能够更顺畅地完成推理过程。第二，增强课堂互动性与学生参与度，可通过设置更多小组合作任务或引入竞赛机制等方式，激励学生主动参与到课堂活动中来，从而进一步提升学生的学习兴趣与课堂参与度。这些改进措施的实施将有助于提升教学质量，为学生核心素养的全面发展提供更有力的支持。

这节课让我再次确信，学生从被动转向主动的契机，往往始于一份真实的好奇心。无论是通过动手操作将概念“具象化”，还是通过科学故事将知识“过程化”，其根本目的都是保护和点燃他们对未知世界最本真的好奇。当学生不再将原子视为书本上必须记忆的冰冷符号，而是成为一个等待被揭秘的奇妙世界的一部分时，他们的眼神会变得专注，问题会变得具体，学习自然就成了一场主动的探险。未来的教学，我仍需在如何更巧妙、更无痕地建立化学与生活、与情感、与学生个人意义的联结上，持续探索。

#### 参考文献：

[1] 陈泳蓉，邓峰，吴来泳. 基于微粒观的人教版初、高中化学教材分析[J]. 化学教学, 2024, (6): 10-17.

[2] 杨慧，高倩，万延岚. 基于证据推理和模型建构的初中化学教学——以“原子结构模型的演变”为例[J]. 化学教学, 2024, (5): 55-60.

[3] 车铭妍. 核心素养视域下观念建构为本的概念教学——以“化学键”教学为例[J]. 化学教学, 2023, (9): 46-50.

[4] 陶良玉. 新课标下培养化学证据推理与模型认知素养的研究[J]. 教育界, 2023, (29): 41-43.