

# 用结构化的教学内容引导学生建构知识<sup>\*</sup>

## ——以高中化学“物质的分类”教学为例

王钦忠

(北京教育学院数学与科学教育学院, 北京 100044)

**摘要:** 探讨基于大概念进行教学内容结构化的思路与方法, 提出要建立从大概念到学科基本理解、学科基本概念和学科事实的技术路径, 将大概念具体化到某单元和某课时的教学内容中, 才能确保大概念能够真正融入到日常的化学教学中。研究认为, 基于大概念的教学内容结构化不仅是学科知识的结构化, 也是学生学习认识的过程化, 其结果是形成具有层级性和网络化的知识结构。以高中化学“物质的分类”为例, 进行教学内容结构化的设计和应用, 探索学生知识结构的形成过程, 从而为新课程的教学改革提供基础性依据。

**关键词:** 教学内容结构化; 大概念; 知识结构; 认识过程; 物质的分类

**文章编号:** 1005-6629(2023)04-0033-05      **中图分类号:** G633.8      **文献标识码:** B

新课程改革要求化学教学要从“知识本位”转向“素养本位”, 但是学科知识依然是学生学习的基础内容, 如何通过学科知识来发展学生的核心素养是一个值得深入研究的课题。《普通高中化学课程标准(2017年版 2020年修订)》中明确提出, 教师在组织教学内容时, 应高度重视化学知识的结构化设计, 尤其是应有目的、有计划地进行“认识思路”和“核心观念”的结构化设计。随着《义务教育化学课程标准(2022年版)》的颁布, 基于大概念进行教学内容结构化的设计和应用已成为中学化学教学的一项重要任务。

实际教学中, 化学教师在进行教学内容结构化设计时仍存在不少困难和困惑。对北京市45名中学化学教师的调查结果(总响应数为92)显示, 73.3%(此数据为普及率, 响应数为33)的教师反映缺乏教学内容结构化的策略与方法, 尤其是缺乏基于大概念组织教学内容的操作路径; 55.6%(此数据为普及率, 响应数为25)的教师反映, 结构化的内容有助于学生知识结构的发展, 但不知道如何在教学中充分发挥结构化内容的教学价值。

基于上述分析, 本文阐释了基于大概念进行教学

内容结构化设计的思路和方法, 并以高中化学“物质的分类”教学为例, 利用结构化内容对教学目标、教学环节、教学问题、教学活动和教学评价的一体化设计作如下深入探讨。

### 1 基于大概念的教学内容结构化设计

#### 1.1 结构化路径分析

大概念具有一定的思想方法性、普适性和统摄性<sup>[1]</sup>, 基于大概念的教学将有助于学生化学观念的形成与发展, 基于大概念进行教学内容结构化设计的直接结果就是要形成一定形态的知识结构。国内文献对如何构建基于大概念的知识层级结构提出了一些策略和方法, 如郑长龙认为<sup>[2]</sup>, 根据概括程度, 从高到低可将化学教学中的概念分为大概念、核心概念和基本概念。为了便于一线教师更容易识别和提炼各层级的具体内容, 本研究认为, 应建立从大概念到学科基本理解、学科基本概念和学科事实的技术路径, 将大概念具体化到某单元和某课时的教学内容中, 才能确保大概念能够真正融入到日常化学教学中。

大概念是建立在学科事实和学科概念之上的上位

<sup>\*</sup> 北京市教育科学规划课题 2022 年度一般课题“中小学科学类学科教学内容结构化设计策略的实践研究”(课题编号: CDDDB22159) 的阶段性研究成果。



概念,具有更强的抽象性和更广的统摄性,因此,学生学习大概念也应遵循概念教学的一般规律。比较符合学生认识顺序的概念教学方法是“例子—规则—例子”<sup>[3]</sup>,既体现了学生大概念的形成过程,也强调了学生大概念的迁移应用过程。对于学生知识结构的形成过程,加涅认为知识是有层次结构的,学习过程总是由低级学习向高级学习发展的。张建伟等则认为,建构主义的“非结构性”(网络化)观点更适合于学习的高级

阶段<sup>[4]</sup>。综上所述,基于大概念的教学内容结构化既要关注大概念统摄的层级结构和概念之间的网络联系,也要关注学生的概念学习过程和知识结构形成过程,即遵循从具体到抽象、从简单到复杂、从层级到网络的认识发展顺序。

## 1.2 结构化模型设计

基于上述分析,利用 Cmap Tools 6.04 软件构建基于大概念的教学内容结构化模型,如图 1 所示。

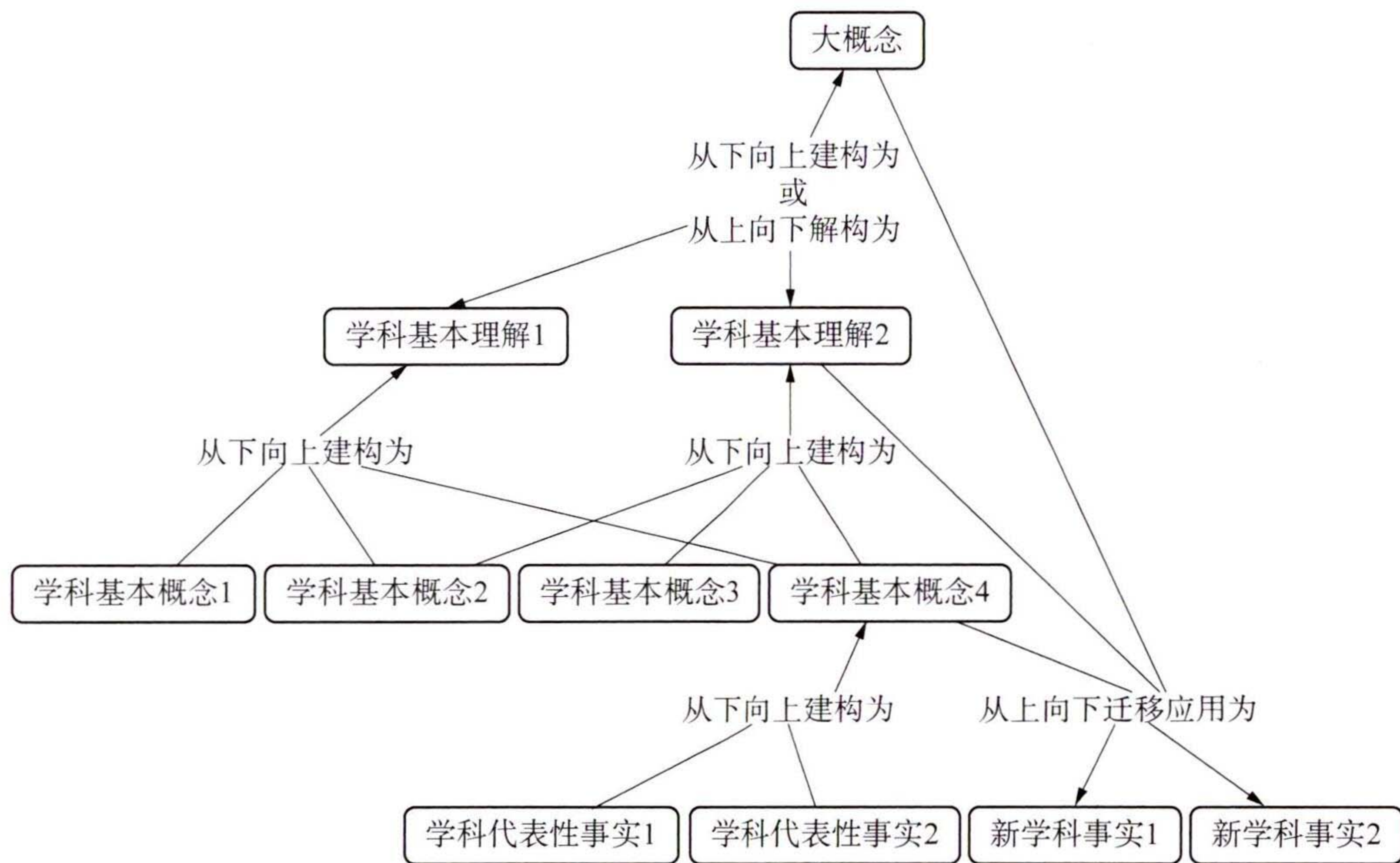


图1 基于大概念的教学内容结构化模型

从图1中可以看出,基于大概念的教学内容结构化模型主要有以下三个方面的特征。

### 1.2.1 层级性

结构化模型从上到下共分为四个层级。其中,第一层级是大概念,是知识结构的最高层级,具有最强的统摄性。第二层级是学科基本理解,即从学科视角对大概念的进一步解构,也可以认为是学生对大概念的阶段性理解,比如,学生对大概念“结构决定性质”的理解可以分解为“构成粒子”“粒子间的相互作用”“粒子的空间位置”三个学科视角,而每个视角的学习则是有一定阶段性顺序的。第三层级是学科基本概念,它是教学内容中的重要学科概念,也是建构大概念和学科基本理解所必需的学科概念。第四层级是学科事实,是帮助学生建立大概念所必需的事实性知识,可以是具体物质、具体反应、测量数据、实验现象等。结构化

模型的层级性体现了大概念与具体学科教学内容之间的有机联系。

### 1.2.2 网络化

结构化模型的网络化主要体现在第三层级学科基本概念之间的内在联系上。学科基本概念并不一定专属于某个学科基本理解,不同学科基本概念可以根据需要相互组合支撑某个学科基本理解。因此,学生通过对学科基本概念之间内在联系的进一步抽象和概括,形成新的规律和共同特征,进而建构成更加上位的学科基本理解和大概念。随着学科基本概念的不断丰富,学生知识结构的网络化特征会越来越显著,学生对大概念的理解也会越来越深刻。

### 1.2.3 过程化

教师进行教学内容结构化的过程就是探索学生认识发展的过程。基于大概念的教学内容结构化不仅体



现了知识之间的内在联系,而且也体现了学生从下位到上位的知识形成过程和从上位到下位的迁移应用过程。它既为学生学习大概念提供了认识路径,也为教师基于大概念进行化学教学提供了技术路径。

#### 1.2.4 整合性

结构化模型在大概概念的统摄下具有很强的整合性,随着学生对学科基本理解的不断加深和对学科基本概念的不断丰富,学生对大概概念的理解也将不断深化,学生的知识结构也将在此基础上不断拓展和完善。除此之外,结构化模型也通过大概概念将相关课时教学内容有机整合在一起,为实现单元教学或者跨学科教学提供了可能。

## 2 教学内容结构化应用案例

以高中化学“物质的分类”教学为例,应用模型进行教学内容结构化设计,并基于结构化内容一体化设

计教学目标、教学环节、教学问题、教学活动和教学评价。

### 2.1 教学内容结构化设计

在《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》中对“物质的分类”的内容要求是:根据物质的组成和性质可以对物质进行分类;认识胶体是一种常见分散系。主题学业要求和学业质量水平要求是:能举例说明胶体的典型特征,能根据物质组成和性质对物质进行分类,能有意识地运用所学知识或寻求相关证据参与社会性议题的讨论。

基于内容要求、学业要求和学业质量水平要求,分析了本节课涉及的大概念、学科基本理解、学科基本概念和学科事实,并利用 Cmap Tools 6.04 软件进行教学内容结构化设计,构建基于大概概念的“物质的分类”知识结构图,如图2所示。

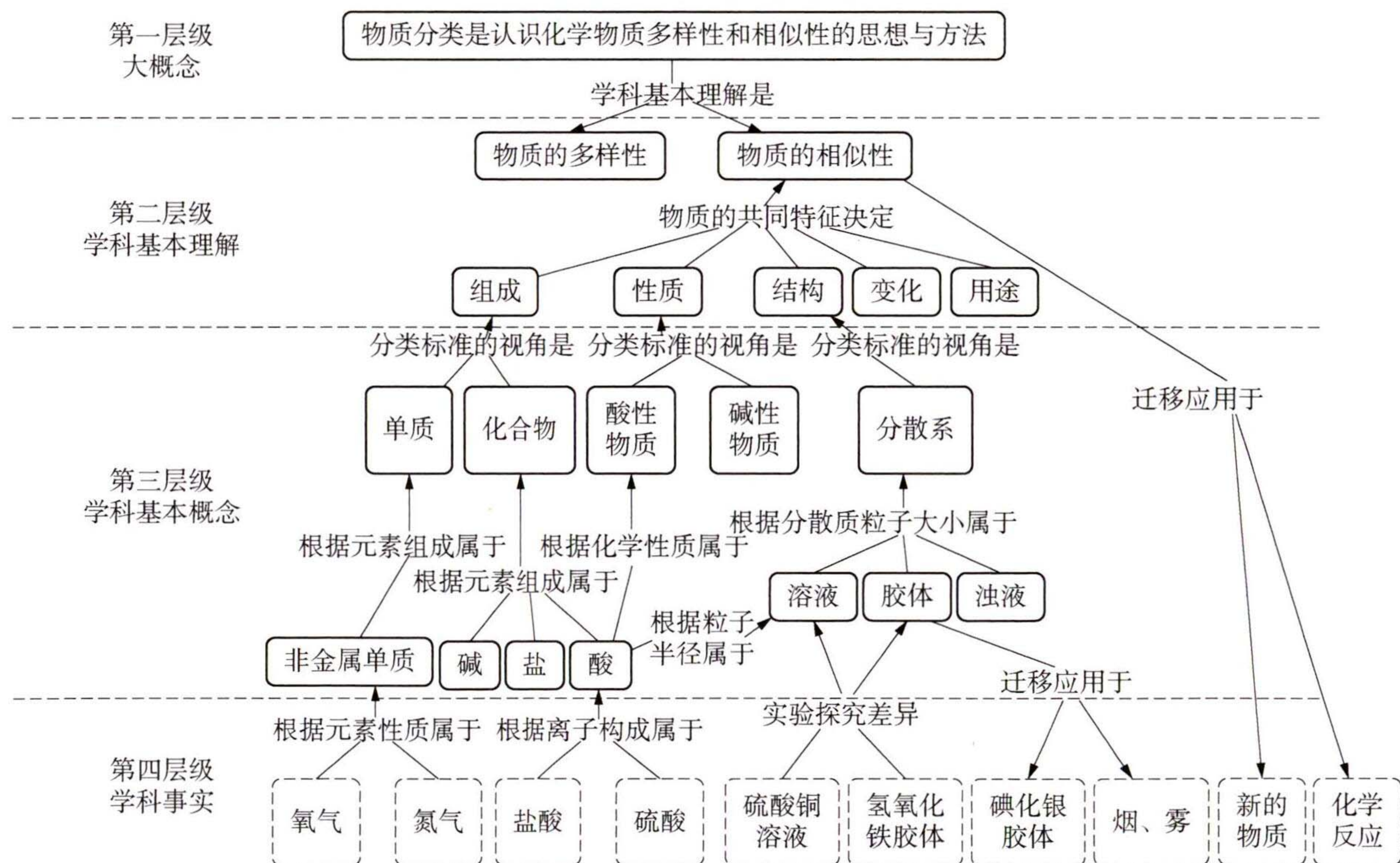


图2 基于大概概念的“物质的分类”知识结构图

在知识结构图中,第一层级是大概念,根据课标要求和教学内容将其提炼为“物质分类是认识物质多样性和相似性的思想与方法”;第二层级是学科基本理解,如“物质的多样性”“物质的相似性”以及“组成”

“性质”“结构”“变化”和“用途”等,都是从学科视角对大概概念的进一步解构。本节课的教学重点是让学生从组成和性质的角度发现物质的相似性特征,确定物质分类标准。而在初中阶段则重点丰富学生对常见物质



的认识,强调物质的多样性。随着学生化学知识的不断丰富,学生对物质相似性的认识也将从组成和性质视角扩展至结构、变化和用途视角,分类标准的多样性也必然促进学生知识结构的网络化,基于大概念的知识结构为学生分类视角的进一步扩展预留了空间;第三层级是学科基本概念,如“单质”“分散系”“胶体”等。胶体是学生需要学习的一种新的物质类型,而分散系概念的学习则建立了从结构视角进行物质分类的新视角和新标准;第四层级是学科事实,如“氢氧化铁胶体”“硫酸铜溶液”,尤其是胶体的丁达尔效应等进一步丰富了学生对化学物质多样性和相似性的认识。

知识结构图也充分体现了学生的认识过程。首先是知识的形成过程,学生可以通过对常见物质组成和性质的分析,抽象出物质的共同特征,确定物质的分类标准,学会利用树状分类法或者交叉分类法对物质进行分类。其次是知识的迁移应用过程,一个是胶体概念的迁移应用,一个是物质分类方法的迁移应用,知识的迁移应用为达成“能有意识地运用所学知识或寻求相关证据参与社会性议题的讨论”的学业要求提供了可能。其三是知识结构的整合性也为学生后继课的学

习预留了空间,为实现“能从不同视角对典型的物质及其主要变化进行分类”的学业质量要求奠定了基础。

## 2.2 基于结构化内容的教学设计

在“物质的分类”结构化教学内容的基础上,结合学业要求和学业质量水平要求制定了本节课的教学目标,且四个教学目标的达成顺序与学生的认识过程是一致的。

目标1:掌握树状分类法和交叉分类法,能根据物质组成和性质对常见物质进行分类。

目标2:通过胶体丁达尔效应,认识胶体是一种常见分散系,能举例说明胶体的典型特征。

目标3:从物质分类的角度认识溶液、浊液和胶体等分散系的共性与特性。

目标4:能有意识地运用所学知识或寻求相关证据参与社会性议题的讨论。

为了确保教学目标的有效达成,引导学生形成预设的知识结构,按照“教、学、评一体化”的理念,基于结构化内容和教学目标,设计了教学环节、驱动性问题、教学活动和教学评价,形成了“物质的分类”的教学流程图,如图3所示。

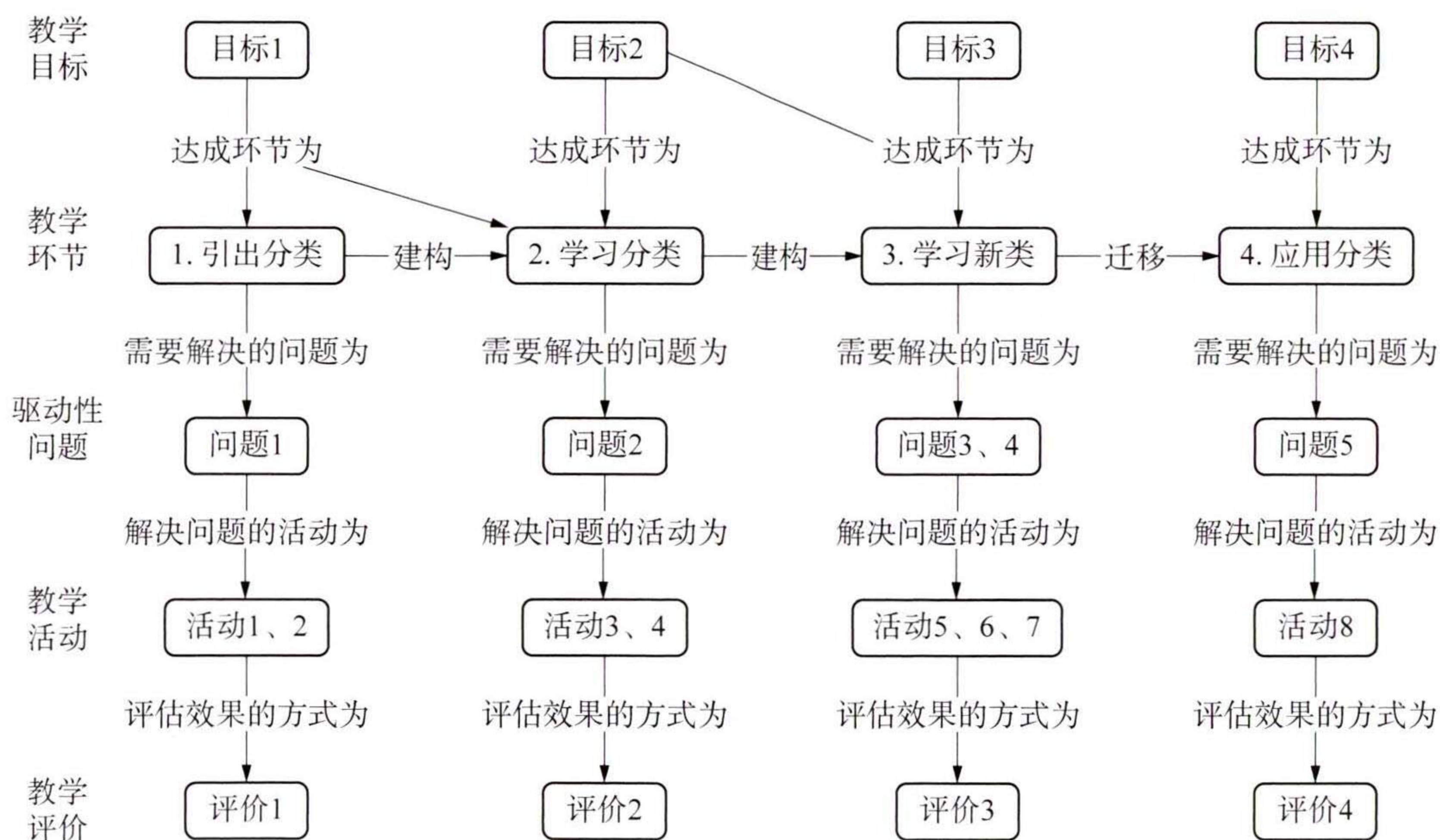


图3 “物质的分类”教学流程图

首先,依据结构化内容和学生的认识过程,将教学环节确定为“引出分类”“学习分类”“学习新类”和“应用分类”四个环节,每个环节对应着不同的教学目标。

其次,为了让学生明确学习目标,确保学生能够主动建构预设的知识结构,将教学目标转化为能够与学生对对话的驱动性问题。当然,为了降低学生的思维难



度,教师可以根据实际情况对驱动性问题进行分解细化。

问题 1:如何快速、简洁地认识纷繁多样的化学物质?

问题 2:对化学物质进行分类的依据和方法是什么?

问题 3:胶体是一类什么样的物质?

问题 4:如何从物质分类视角认识胶体?

问题 5:你能利用所学知识解释实际问题吗?

其三,为让学生在解决问题的过程中主动建构学科知识<sup>[5]</sup>,以问题为导向,设计了一系列教学活动,给学生提供解决问题的情境和空间,以确保学生能够经历预设的知识建构过程。具体的教学活动设计如下。

活动 1:引入生活中超市物资分类、家庭用品分类,让学生思考分类方法。

活动 2:利用美国化学文摘社(CAS)收录化合物突破 1 亿的事实,引出分类问题,让学生讨论和思考。

活动 3:教师讲授交叉分类法和树状分类法、物质分类标准(相似性或共同特征)。

活动 4:学生课堂练习酸、碱、盐分类。

活动 5:学生通过实验探究、比较溶液和胶体的丁达尔现象。

活动 6:学习分散系、胶体的概念。

活动 7:学生绘制分类图,了解学生对物质分类掌握的情况。

活动 8:布置课后作业,让学生利用胶体知识解释生活中胶体的丁达尔现象,利用物质分类知识尝试对陌生物质进行分类练习。

其四,为了了解学生不同教学环节的学习情况,基于教学目标设计了相应的评价措施:

评价 1:课堂提问。

评价 2:课堂练习。

评价 3:学生绘制分类图。

评价 4:课后作业等。

其中,课后作业设计如下:

作业 1:查阅“资料卡片”或相关书籍,了解胶体产生丁达尔现象的原因,并举例说明生活中常见的丁达尔现象。

由于胶体是一类新的物质,需要重点关注学生对胶体及其性质的掌握情况。设计此评价问题的目的,是为了了解学生是否达成目标 3 和目标 4 的学习,是否掌握了胶体的微观特征,能否举例说明胶体典型特征,能否解释生活中的实际现象。

作业 2:已知“CO<sub>2</sub> 能够溶于水,与水化合生成酸”,请你推测下列大气污染物中也具有类似性质的是:SO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、烟尘、甲醛、O<sub>3</sub>,并请说明“酸雨”形成的原因。

从组成和性质的角度对常见物质进行分类是本节课的学习重点,而利用物质分类的预测功能考查学生推测陌生物质的化学性质,是了解学生知识迁移应用能力的很好方法。设计此问题的目的是要了解学生是否达成了目标 2 和目标 4 的学习。

通过“教、学、评一体化”设计,将基于大概念的知识结构有机地融入课堂教学的各个环节,充分发挥教学内容结构化的基础作用和指导作用。

### 3 小结

基于大概念的教学内容结构化,不仅是学科知识的结构化,也是学生学习认识的过程化。教学内容结构化的结果就是形成具有层级性和网络化的知识结构,教师进行教学内容结构化的目的之一,就是探索学生知识结构的形成过程,从而为设计教学目标、教学环节、教学问题、教学活动和教学评价提供基础性依据。

#### 参考文献:

- [1] 胡玉华. 基于核心素养的学科大概念及其教学策略[J]. 基础教育课程, 2021, (12): 13~21.
- [2] 郑长龙. 核心素养导向的化学教学设计[M]. 北京: 人民教育出版社, 2021: 46.
- [3] 陈琦, 刘儒德. 当代教育心理学[M]. 北京: 北京师范大学出版集团, 2007: 274.
- [4] 张建伟, 陈琦. 从认知主义到建构主义[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 1996, (4): 75~82, 108.
- [5] 刘儒德. 基于问题学习对教学改革的启示[J]. 教育研究, 2002, (2): 73~77.