中外高中化学教材关于“摩尔的概念”内容的比较分析

——以IB化学教材与人教版化学教材为例

李 萍 沈 静
云南师范大学 云南昆明 650500

摘 要:“摩尔”是物质的量的单位,物质的量是学生定量认识化学最基本的工具,物质的量架起了宏观计量与微观计量的关系,能帮助学生解决化学中定量计算的相关问题。本文对该部分知识在中外教材中编写的差异进行了分析,希望可以给教师提供教学参考,为教师提供不同的教学思路以期达到更好的教学效果。

关键词:摩尔的概念;物质的量;教材分析;中外高中化学教材
文章编号:1008-0546(2024)01-0079-05 **中图分类号**:G632.41 **文献标识码**:B

“摩尔”是物质的量的单位,是“物质的量”部分的核心内容,也是高中化学的重要内容。有关教学实践及调查结果表明,学生在学习该部分内容时感觉晦涩难懂、难以应用。教师也认为学生在接纳“物质的量的单位——摩尔”部分内容时反应较慢,需要通过长时间的练习加以巩固。本文对IBO组织编写的IB化学教材(以下简称为IB化学教材)中“摩尔的概念”与人民教育出版社2019年出版的高中化学教材(以下简称为人教版化学教材)中“物质的量”(以下为进行更直观地对比分析,将该部分内容称为“摩尔的概念”)的相关内容进行对比分析,选取了四个方面,包括“摩尔的概念”所处位置、“摩尔的概念”内部逻辑、栏目设置、例题习题设置。希望本文的分析对广大教育工作者在参考教材进行教学时有所帮助。

一、“摩尔的概念”内容位置的对比分析

依据布鲁纳结构理论[1],在进行教材编写时应该重视知识的结构、遵循知识的逻辑性,同时教材内容的设置也要符合学生的心理发展特点、认知顺序。依据知识的逻辑性以及学生的发展特点设置的教材更能够促进学生理解所学知识、掌握所学内容的结构,更好将知识应用到实际生活中。

1. 对IB化学教材中“摩尔的概念”所处位置的分析

在IB化学教材中,“摩尔的概念”内容所处位置如图1所示,位于教材第一章化学计量关系,第三部分内容摩尔的概念,前一小节内容为“物质的微粒性和化学变化的介绍”,后面一节内容为“摩尔体积”。

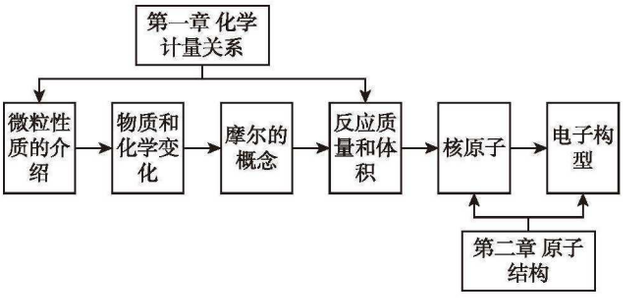

图1 “摩尔的概念”在IB化学教材中所处位置

由“摩尔的概念”所在的位置可以看出,IB化学教材将比较抽象的概念性知识[2]放到了同一章节化学计量关系中,并放到了课本的第一章节中。化学计量等概念性知识是学习化学的基础性知识,贯穿整个化学课程的学习当中,尤其这些概念性知识具有高度的概括性,有助于培养学生的思维能力,提高学习化学的质量,同时,这些知识的形成过程体现着丰富的科学观念、科学方法和科学态度,也是学生进行科学方法训练和情感教育的良好素材。

将这些知识放在第一章进行学习为学生以后的学习打下了基础,同时,将这些知识放在一学期开始,学生学习的热情正饱满,可以更好地接受这些知识。然而,这些知识对于学生来说过于抽象、难以理解,放在教科书的第一章节也可能会打消部分学生

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学习的积极性，让学生产生畏难情绪，难以培养学生对化学的学习兴趣。

2. 对人教版化学教材中“摩尔的概念”所处位置的分析

在人教版化学教材中，“摩尔的概念”内容所处位置如图2所示，位于第二章海水中的重要元素——钠和氯，第三节物质的量，第一部分内容物质的量的单位——摩尔。在该部分内容前面一节为“氯及其化合物”，后面一部分内容为“气体摩尔体积”。

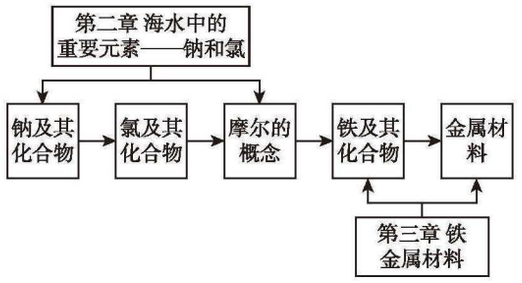

图2 “摩尔的概念”在人教版化学教材中所处位置

在人教版高中化学教科书中，“摩尔的概念”部分内容是穿插在元素及其化合物的知识当中的，“摩尔”的概念过于抽象，对于高中生来说也是第一次在化学中接触到如此抽象的概念，将该部分内容穿插在元素化合物中学习，学生可以借助元素化合物的知识学习“摩尔”的相关知识，将抽象的概念性知识依托于较为简单的事实性知识来学习。除此之外，“摩尔”相关知识的前面是并不难理解的“氯及其化合物”的知识，让学生在学习了简单的知识后提升学习的难度，体会到知识的进阶性。同时，该内容放在人教版高中化学教科书必修第一册第二章中，位置较为靠前，为以后化学学习中的计算题打下基础。

3. 对IB化学教材及人教版化学教材中“摩尔的概念”所处位置的对比分析

中外教材关于“摩尔的概念”所处位置的比较如图3所示。

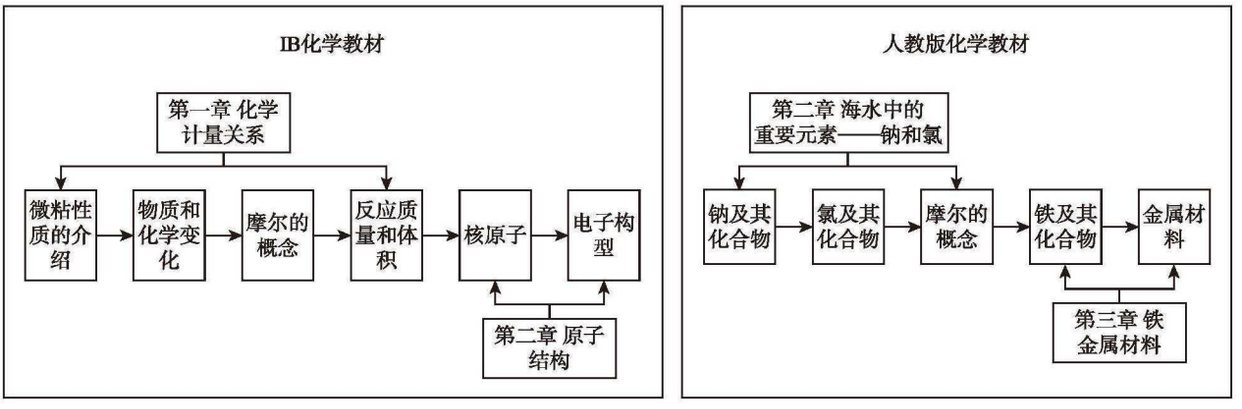

图3 中外教材关于“摩尔的概念”所处位置的对比图

比较中外高中化学教科书，相同点在于两本教科书都将该内容放在了教材较为靠前的位置，有助于为学生学习后面的知识打下基础。不同点在于，IB化学教材将与“摩尔”相关的概念性知识都放在了同一章节中，人教版化学教材将“摩尔”的知识穿插在元素及其化合物的内容当中。虽然IB化学教材将概念性知识放在同一章节中有助于学生总结学过的知识，但是对于学生来说，学习时的困难较大，不利于学生理解接受该知识点，同时也会抹杀学生学习的积极性。由此可以看出，人教版化学教材对于“摩尔”内容的设置更符合学生的认知规律，更有利于学生培养对化学的学习兴趣。但需要注意的是，学生在学完与“摩尔”有关的概念性知识后要带学生进行总结，将概念性知识总结到一起，让学生学到的知识能连贯起来，同时为以后的化学计算打下基础。

二、“摩尔的概念”内容内部逻辑的对比分析

1. 对IB化学教材中“摩尔的概念”内容内部逻辑的分析

在IB化学教材“摩尔的概念”内容中，包含资料卡片，SI国际测量单位，物质的量的单位——摩尔，相对原子质量、相对分子质量、摩尔质量，摩尔的计算，实验式、经验式、分子式的测定六部分内容，共7页。知识设置的大致逻辑如图4所示内容主线逻辑图。

2. 对人教版化学教材中“摩尔的概念”内容内部逻辑的分析

在人教版教科书“摩尔的概念”内容中，所包含的内容有物质的量的单位——摩尔，气体摩尔体积，物质的量浓度，练习与应用四部分内容，共9页。知识设置的大致逻辑如图5所示。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

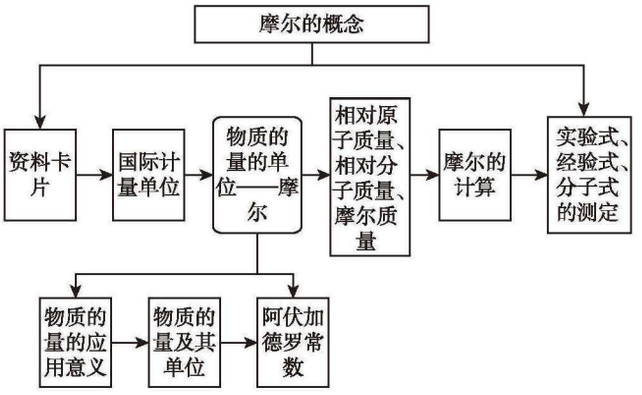

图 4　IB 化学教材中“摩尔的概念”内部逻辑图

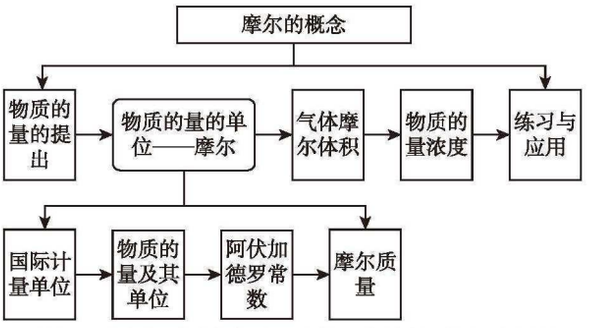

图 5　人教版化学教材“摩尔的概念”内部逻辑图

3. 对 IB 化学教材及人教版化学教材中“摩尔的概念”内部逻辑的对比分析

中外教材关于“摩尔的概念”内容内部逻辑的比较如图 6 所示。

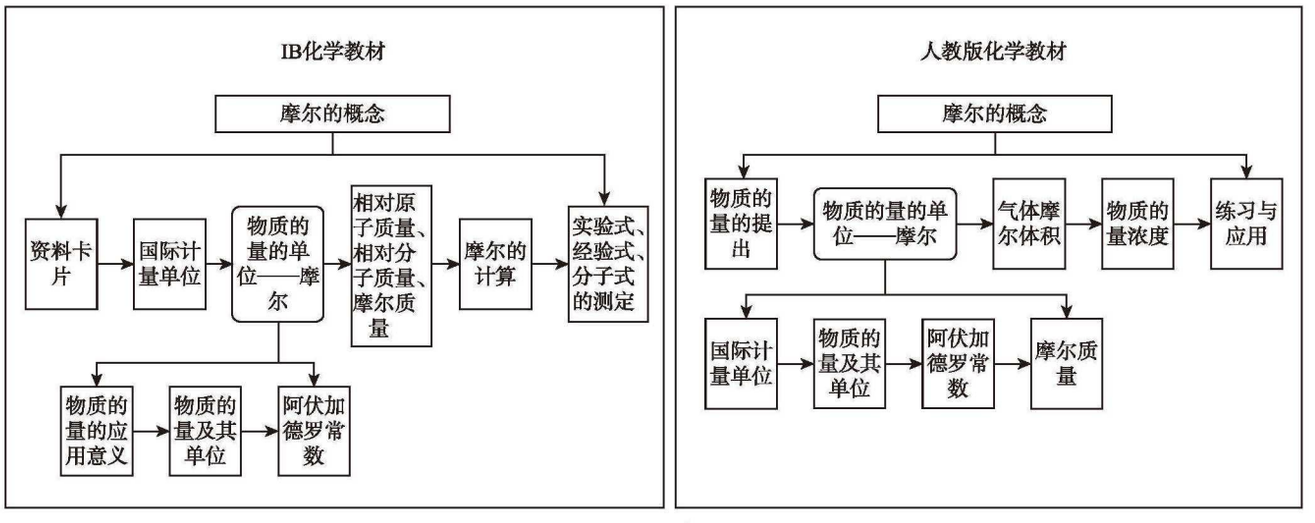

图 6　中外教材关于“摩尔的概念”内容内部逻辑的对比图

在进行 IB 化学教材及人教版化学教材中“摩尔的概念”内部逻辑的对比分析时，“物质的量的单位——摩尔”作为“摩尔的概念”的核心知识，将从两个方面进行分析，包括对核心知识的引入和对核心知识的拓展。

在对核心知识“物质的量的单位——摩尔”的引入上，IB 化学教材设置了许多栏目，包括“Understandings”“Applications and skills”“Nature of science”，又对 SI 单位进行了描述，引出“物质的量”的概念，然后才正式开始描述“摩尔”的概念。这些内容作为先行组织者[3]都在帮助学生建立简单的经验，从而让学生更容易理解新概念“摩尔”。而在人教版高中化学教材中，在对“摩尔”的概念进行描述前只对学生熟悉的计量单位进行了简要的说明，然后就直接引出了“物质的量”与“摩尔”的概念。这对于学生来说，并不能更好地帮助学生理解抽象概念“摩尔”。经以上分析，IB 化学教材设置的先行组织者为学生学习“摩尔”打下了更多的基础，更有助于学生学习“摩尔”的概念。

其次，对核心知识“物质的量的单位——摩尔”的拓展方面，IB 化学教材相应地设置了“相对原子质量、相对分子质量、摩尔质量”“摩尔的计算”“实验式、经验式、分子式的测定”知识点，这部分知识是对“物质的量的单位——摩尔”的延伸，可以帮助学生更好地理解应用核心知识点，帮助学生巩固所学的知识。而在人教版化学教材中只相应地设置了气体摩尔体积、物质的量浓度，内容较少，不利于帮助学生理解巩固“物质的量的单位——摩尔”部分内容。由此可以看出，IB 化学教材比较重视“摩尔的概念”部分知识点，对该部分内容进行了详细地描述，并设置了与“物质的量的单位——摩尔”有关的概念的解释与应用，有利于学生更好地学习、理解、应用“物质的量的单位——摩尔”的知识点，培养学生的发散思维，体现学生的主体地位。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

三、栏目设置的对比分析

栏目作为一种“中介性”[4]的手段，在帮助学生转变学习方式方面起着重要的作用，是化学教材内容的重要组成部分之一，也是帮助化学教师实现教学目标的重要途径之一。下面对两本教材的栏目设置进行详细分析，如表1所示。

表1 中外教材栏目设置对比

教材版本	栏目名称	内容	功能	数量
人教版化学教材	资料卡片	国际单位制的七个基本单位	补充资料，帮助学生学习	4
	思考与讨论	对比分析相同条件下气体、液体、固体的体积有何规律	帮助学生理解气体摩尔体积的概念与意义	
	资料卡片	容量瓶的使用	帮助学生学习容量瓶使用的具体步骤	
	思考与讨论	容量瓶使用的误差分析	帮助学生更精确地配制一定物质的量浓度的溶液	
IB化学教材	Understandings(理解)	摩尔、相对原子质量、摩尔质量、经验公式、分子式的简要概念	提供简单概念简介，帮助学生学习	12
	Applications and skills(应用与技巧)	“摩尔”等相关概念的作用	让学生体会知识的实用性	
	Nature of science(词源)	“摩尔”一词的来源	帮助学生了解“摩尔”的来源	
	Study tips1(提示)	相关物理量的查询	引导学生学习相关知识，辅助学生学习	
	Tok(知识理论)	如何学习阿伏加德罗常数	提供思考问题，鼓励学生结合所学内容进行深入思考	
	Study tips2(提示)	对习题的提示	给学生提供解题思路	
	Quick question1(快问快答)	计算摩尔质量	基础性问题，帮助学生巩固知识	
	Primary standars	首要标准	拓展知识，辅助学生学习	
	Quick question2(快问快答)	计算物质的量	基础性问题，帮助学生巩固知识	
	资料卡片 Accurcy and SI units	精度和SI单位	补充资料，帮助学生学习	
	资料卡片 Stoichiometry	化学计量	补充资料，帮助学生学习	
	资料卡片 Negative indices and units	负指数和单位	补充资料，帮助学生学习	

由表1可以看出，人教版化学教材设置的栏目数量少，形式单一，只设置了资料卡片、思考与讨论两种形式的栏目，且设置的内容与核心知识“物质的量的单位——摩尔”的关系不大。而IB化学教材在“摩尔的概念”内容中设置了很多形式多样的教材栏目，包括“Understandings”“Applications and skills”“Nature of science”“Accurcy and SI units”“Study tips”“Tok”“Quick question”“Primary standars”。这些教材栏目的设置可以帮助学生对“摩尔”的概念产生更深入的理解，同时也可以帮助学生积累知识，增加学生思考和活动的空间，提升学生的思维能力。

综上，在“摩尔的概念”部分内容中，IB化学教材设置的教材栏目种类多，功能清晰，对应不同学生的学习活动，内容生动，引导学生如何学习化学，对学习过程的指导也更为详尽。

四、例题、习题设置的对比分析

例题、习题也是教材内容的重要组成之一，例题的设置可以让枯燥的知识与实际生活联系起来将知识变得更加立体，同时还能够激发学生的学习兴趣、体会知识的应用价值，[5]培养学生发散思维，帮助学生把握化学概念和基本原理。

IB化学教材与人教版化学教材在设置例题时位置有所不同，两本教材例题所处位置的对比图如图7所示，图中括号中的数字表示题目设置的数量。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

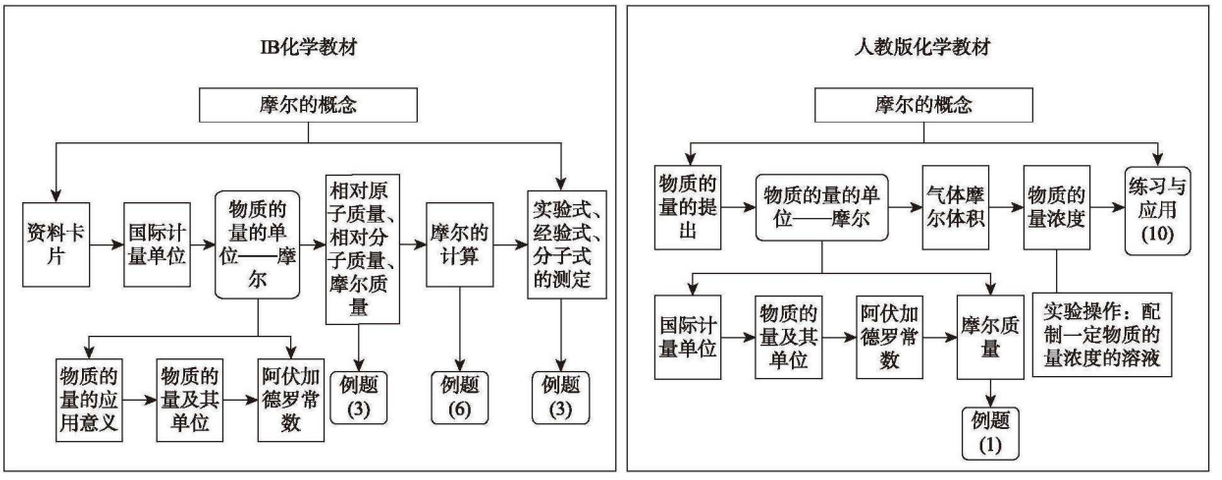

图 7

由图可知，IB 化学教材在设置例题时，将例题设置在了新概念的后面，由此可以更加及时地帮助学生巩固物质的量与新概念之间的关系，例题的设置更具有针对性。而人教版化学教材在设置例题时，将例题设置在了“摩尔的概念”所有内容学习完之后，虽然将例题设置在所有内容学习完之后可以帮助学生综合性地应用所学到的知识点，但也会造成学生对所学知识之间的关系的混淆，不能更顺畅地应用学到的知识。

除此之外，笔者也对两本教材例题设置的功能进行了比较，如表 2 所示。

表 2　中外教材例题设置功能对比

教材版本	题目所处位置及数量	功能
人教版化学教材	摩尔质量模块(1)	巩固物质的量与物质的质量间的关系
	练习与应用模块(10)	巩固物质的量与物质的质量、摩尔体积、物质的量浓度之间的关系
IB 化学教材	相对原子质量、相对分子质量、摩尔质量模块(3)	巩固物质的量与物质的质量、摩尔质量之间的关系
	摩尔的计算模块(6)	巩固物质的量与物质的质量、摩尔体积间的关系
	实验式、经验式、分子式的测定模块(3)	巩固物质的量与微粒个数间的关系，并提升问题难度，拓展学生思维

由表 2 可知，IB 化学教材与人教版化学教材例题设置的功能大同小异，都是在于帮助学生巩固物质的量与相关概念之间的关系。

总的来说，IB 化学教材与人教版化学教材例题设置的数量相当，功能也都是在于帮助学生巩固物质的量与相关概念之间的关系。不同点在于，IB 化学教材在设置例题时，将例题设置在了与物质的量有关的新概念的后面，可以更加及时地帮助学生巩固物质的量与新概念之间的关系。而人教版化学教材在设置例题时，将其设置在了“摩尔的概念”全部内容之后，虽然能够帮助学生综合性地对知识进行应用，但也会导致学生混淆这些新学到的知识，不能进行更熟练的应用。

五、总结与启示

综上，IB 化学教材以及人教版化学教材在“摩尔的概念”设置位置、“摩尔的概念”内容内部逻辑、栏目设置、例题习题设置上都有所差异。对于 IB 化学教材中设置得更好的地方，教师可以进行参考。比如说，IB 化学教材在设置例题时，将例题设置在了新概念之后，[9] 及时地帮助学生巩固新概念与物质的量之间的关系，作为参考，教师在上课中讲解完新概念时可以及时地设置几道习题帮助学生巩固所学知识，而不是将整节课内容学完后再进行练习。

希望以上分析可以对教师在对“摩尔的概念”进行教学时有所帮助。

参考文献

[1]胡芳溢. 高中化学新旧版必修教材比较研究——以人教版必修第一册与必修 1 为例[D]. 大连：辽宁师范大学，2022.

[2]乔羽娇. 高中化学知识分类与教学策略研究[J]. 科教导刊，2014(13)：176-177.

（下转第 36 页）

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

$2FeCl_2$，请根据反应原理设计原电池。要求标出正负极、电解质溶液和电子流向、溶液中阴阳离子移动的方向。

[模型的评价与改进]

在解决问题之后，引导学生交流和讨论，对于一般原电池模型，在新的问题情境下，如何修改和完善。

3. 测试结果分析

实施教学之后，所有56份测试卷均为有效测试卷。研究者对每一份测试卷进行批改并统计正确率，统计结果如表1所示。

表1 学生测试卷正确率统计

类别	问题	正确人数/人	占总人数比/%
第一部分问题	问题1	46	82.1
	问题2	51	91.1
	问题3	50	89.3
第二部分问题		27	48.2

(1)学生对低抽象层次化学模型掌握保持较高的正确率

从测试结果可以看出，学生在较低层次的具体的原电池模型正确率较高。3个具体的原电池模型都正确的学生有39人，约占总人数的69.6%；答对2个以上的学生有52人，约占92.3%；答对1个以上的学生56人，占比达到100%。这种情况说明通过基于化学模型认知的教学，学生对较低抽象的原电池模型掌握程度普遍较好，基于化学模型认知的教学对学生掌握具体的低抽象程度化学模型产生了显著的积极作用。其中重要的原因得益于教学过程中，学生有更多机会参与具体原电池的搭建过程，获得了更多的感性经验，有利于学生建构正确的心智模型。

(2)基于化学模型认知的教学对学生掌握较高抽象程度的模型有一定的积极影响

较高抽象程度模型的正确率统计，正确作答的学生有34人，约占总人数的60.7%，超过总人数的一半，接近通常认为的成绩优等生和中等生之和三分之二的比例，也高于付勇等2022年的研究中发现的掌握较高抽象程度模型学生的比例。说明基于化学模型认知的教学对学生掌握较高抽象程度的模型也有一定的积极影响。统计还发现，回答较高抽象程度模型正确的学生在回答具体的低抽象程度的模型全部正确，而回答较高抽象程度的模型错误的学生中，仅有10名学生在较低抽象程度的模型中回答完全正确，占比29.4%，说明较低抽象程度的化学模型是较高抽象程度模型的基础，掌握前者有利于后者的学习。但也应当看到，并非掌握了较低抽象程度的模型就一定能够掌握较高抽象程度的模型，化学教学促进了学生较低抽象程度的模型向较高抽象程度的模型转化。

四、研究总结与讨论

基于化学模型认知的教学对学生掌握不同抽象程度的化学模型是一种行之有效的教学模式，较高抽象程度的模型建立在较低抽象程度模型的基础上，化学模型认知的教学在学生模型抽象程度提高上起着一定的促进作用。当然，教育科学的研究不可能像自然科学研究那样排除所有无关变量的影响，本研究只是在模型的抽象的角度，在一定程度上揭示了基于化学模型认知培养的教学规律，关于如何培养学生模型认知仍然需要更多的研究。

参考文献

[1]梁宁建. 当代认知心理学(修订版)[M]. 上海：上海教育出版社，2014：4.

[2]陈进前. 理解“模型认知”素养的不同视角[J]. 课程·教材·教法，2020(4)：108-113.

[3]张琼，于祺明，刘文君. 科学理论模型的建构[M]. 杭州：浙江科学技术出版社，1990：91.

[4]付勇，杨立根. 不同抽象层次的模型对高中生化学问题解决的影响研究[J]. 化学教育(中英文)，2022(9)：65-68.

[5]戴维·保罗·奥苏贝尔. 意义学习新论——获得与保持知识的认识观[M]. 毛伟，译. 杭州：浙江教育出版社，2018：117.

[6]R. W. 加涅，W. W. 韦杰，K. C. 戈勒斯，等. 教学设计原理[M]. 王小明，庞维国，陈保华，等，译. 上海：华东师范大学出版社，2018：3.

(上接第83页)

[3]宋丽. 对先行组织者教学策略的思考[J]. 才智，2018(20)：28.

[4]孙佳林，曹书梅. 人教版普通高中化学教材栏目设置分析[J]. 化学教与学，2022(2)：75-79.

[5]时丽. 例题、习题在物理教学中的作用[J]. 青少年日记(教育教学研究)，2015(11)：41.

[6]文静. 中学“化学计量”重要概念的教学探究[D]. 成都：四川师范大学，2020.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net