引导学生认识科学本质：普通高中化学教材中化学史内容的比较研究

陈　婷[1]　龙　琪[2]　王伟群[1*]

（1.苏州大学材料与化学化工学部　江苏 苏州　215123；2.南京晓庄学院环境科学学院　江苏 南京　211171）

摘要：《普通高中化学课程标准（2017年版）》提出教材编写应引导学生认识科学本质。本研究采用科学本质观分析工具，比较了人教版、苏教版、鲁科版三个版本高中化学教材中引导学生认识科学本质的相关化学史内容。研究发现，三套教材中的化学史内容都能够引导学生全面认识科学本质，但在“科学知识”和“科学事业”维度呈现的化学史内容的次数较多，而在“科学探究”维度出现的化学史内容次数较少。三套教材在化学史内容的呈现方式和呈现次数方面存在差异。

关键词：化学史；科学本质；化学教材；比较研究

文章编号：1008-0546（2023）04-0085-05　　**中图分类号：**G632.41　　**文献标识码：**B

doi：10.3969/j.issn.1008-0546.2023.04.019

化学史是中学化学教材的重要内容。人民教育出版社、江苏凤凰教育出版社、山东科学技术出版社出版的普通高中化学教材是目前正在使用的三个主流版本教材（下文简称人教版、苏教版、鲁科版）。三个版本教材中都有丰富的化学史内容，呈现方式各不相同。

解读教材中的化学史内容是用好化学史的关键。《普通高中化学课程标准（2017年版）》在教材编写建议部分明确提出，教材内容的选择要“体现科学与人文的融合”，应“利用科学技术发展进程中的优秀案例，引导学生认识科学本质，体会科学事业的特征[1]”。那么，引导学生认识科学本质的化学史内容在三个版本教材中如何体现？这一问题引起了笔者的研究兴趣。

本研究的总体思路是：首先梳理化学史内容在教材中的呈现方式，然后以栏目或正文段落为分析单元，基于科学本质观内涵设计分析工具，采用分析工具比较科学本质观的每个维度在教材中的呈现方式及出现的次数，获得研究结论。本研究可为教师在化学教学中引导学生认识科学本质提供参考。

一、三个版本教材中化学史内容的分析

现行三个主流版本高中化学教材各有5本，分别是2本必修教材和3本选择性必修教材。笔者阅读了所有教材，对化学史内容在教材中的呈现方式和次数进行了梳理和比较。

1.人教版高中化学教材

表1　人教版化学史教学内容呈现方式和次数统计

栏目	科学史话	正文	科学·技术·社会	练习与应用	资料卡片	模型	信息搜索	复习与提高	研究与实践	总计
呈现次数	19	8	6	3	2	1	1	1	1	42
所占比例	45.24%	19.05%	14.28%	7.14%	4.8%	2.34%	2.34%	2.345	2.34%	100%

由表1可见，人教版化学史内容的呈现方式共有9种。“科学史话”出现19次，占比45%，是最主要的呈现方式。其次为“正文”，出现了8次，占比19%；然后是“科学·技术·社会”占比14%，共出现6次，其它方式出现的次数均较少。

2.苏教版高中化学教材

表2　苏教版化学史教学内容呈现方式和次数统计

栏目	科学史话	正文	拓展视野	练习与应用	总计
呈现次数	19	9	2	1	31
所占比例	61.3%	29.03%	6.45%	3.22%	100%

*通讯联系人，E-mail：wangweiqun@suda.edu.cn

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表2可见，苏教版化学史内容呈现的方式共4种。“科学史话”占比61%，共出现19次，占比最高；其次为“正文”占比29%，共出现9次；“练习与应用”也出现1次，占比3%。

3.鲁科版高中化学教材

表3　鲁科版化学史教学内容呈现方式和次数统计

栏目	资料在线	拓展视野	联想·质疑	化学与技术	正文	迁移·应用	微项目	历史回眸	交流·研讨	练习与活动	追根寻源	总计
呈现次数	11	7	6	5	3	2	2	2	1	1	1	41
所占比例	26.83%	17.07%	14.63%	12.20%	7.32%	4.88%	4.88%	4.88%	2.44%	2.44%	2.44%	100%

表3可见，鲁科版化学史内容呈现的方式共11种，呈现方式多样。“资料在线”占比最高，出现11次，占比27%；其次为“拓展视野”占比17%，出现7次；“联想·质疑”占比15%，出现6次；“微项目”占比3%，出现2次。

二、分析工具及分析方法

关于科学本质的内涵，不同机构和不同学者对其有着不同的理解。我国《义务教育科学课程标准(2022)》指出，科学是知识系统、过程和方法、科学与技术社会环境的关系。美国科学促进协会(AAAS)提出的科学本质的内涵包括科学知识、科学探索活动、科学作为一种事业活动。[2]整合刘健智、栗素姣等制作的中学生科学本质观测量指标，[3]确定本研究所用的分析工具如表4所示。

表4　科学本质观的分析工具

科学本质	分析维度	二级分析维度	内涵解释	化学史内容分析操作说明
	科学知识X	认识性 X1	世界是可以被认识的；科学是对客观世界的解释。	出现“经验”“认识”等词汇。
		相对性 X2	科学知识不是绝对真理，是暂时性与持久性的统一。	涉及科学知识的改变。
		积累性 X3	科学知识是长期积累的结果。	表现为知识的积累和发展。
		局限性 X4	科学不能为所有问题(如信仰)提供完美答案和解决方案。	出现尚“未解决”“适用于”等词汇。
		预见性 X5	科学知识有预见功能，根据观察和理论可以进行假说。	出现“预言”“预测”“运用模型”等词汇。
		实证性 X6	科学的正确性决定于观察和实验的检验。	出现“验证”“证明”等词汇。
	科学探究Y	创造性 Y1	科学是人类推理、想象和创造力的产物。	出现“发明”“设计”“猜想”“假设”等词汇。
		逻辑推论性 Y2	科学知识往往是经过观察、分析、归纳或演绎等严密逻辑推理而得出，其内部逻辑一致。	涉及多种方法或涉及推理探究的过程。
		公开交流性 Y3	科学家的研究成果应公开发展，与同行交流。	出现科学家公开发表的科学成果或者与其他学者进行探讨等内容。
		质疑性 Y4	在科学的发展过程中，任何知识都要接受质疑，科学家要敢于批判已有结论。	出现“怀疑”“质疑”等词汇。
		方法多样性 Y5	科学研究方法灵活多样，包括思维的、实验的、数学的等多种方法。	科学家在研究过程中使用了两种以上的方法。
	科学事业Z	科学与社会 Z1	科学与社会密切相关，总体上给人类带来福音，但也会产生不良后果。	出现社会中的经济、宗教、文化、政治等与科学的发展相互影响的内容。
		科学与工程、技术 Z2	科学与技术是有区别的，科学与技术相互作用。	出现与技术相关的内容。
		科学合作 Z3	科学事业并不是一个人的事业，需要不同人的共同努力，科学家之间需要相互合作。	出现科学家之间相互合作与影响或者出现科学家集体研究成果等内容。
		科学家个人 Z4	科学家的性格，家庭背景、趣事，生平，所受教育，宗教信仰等。	有介绍科学家个人资料。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

本研究对每一套高中化学教材中体现科学本质的化学史内容的分析方法是：将涉及化学史素材的每个栏目或者一段正文作为一个分析单元，根据科学本质观分析工具的维度分解为段落，摘录相关语句，根据操作说明判断该段落所属科学本质的维度，进行分析编码。分析示例见表5。

表5　化学史“侯氏制碱法”分析范例

序号	摘录	操作说明	科学本质编码
1	1890年，侯德榜出生于福建省闽侯县。1921年在美国获博士学位。怀着振兴祖国民族工业的决心，1921年侯德榜接受爱国实业家范旭东的邀请，毅然回国，到永利碱业公司负责技术开发工作……	介绍了侯德榜科学家的个人资料。	Z4。“科学事业”的“科学家个人”。
2	川西地区盐卤浓度较低，为了降低制碱的成本，侯德榜开始对原有的制碱方法——氨碱法（以食盐、氨、二氧化碳为原料制取碳酸钠，又称索尔维法）进行改进。	科学史内容涉及到了科学知识的改变，从氨碱法（索尔维法）到联合制碱法。	X2。“科学知识”的“相对性”。
3	经过了数百次的试验，侯德榜终于确定了新的工艺流程，将氨碱法制取碳酸氢钠和合成氨联合起来，这就是联合制碱法，也称为侯氏制碱法。	科学知识不断积累和发展。	X3。“科学知识”的“积累性”。
4	侯氏制碱法提高了食盐的转化率，缩短了生产流程，减少了对环境的污染，将制碱技术发展到了一个新的水平，赢得了国际化工界的高度评价。	科学史出现与技术相关内容。	Z2。“科学事业”的“科学与工程技术”。

对所有段落进行分析编码后，对数据进行量化统计，得到整个分析单元科学本质呈现的情况。在对化学史内容进行科学本质分析的统计过程中，当同一分析单元涉及两种或两种以上的科学本质维度时，每个科学本质维度各计数一次，若某分析单元内容不涉及科学本质的维度，则不予计数。

三、三个版本教材中科学本质观内容的比较分析

运用以上分析工具和分析方法，对三套现行教材中体现科学本质的化学史内容进行分析，得到的统计结果见表6。

表6　三个版本化学史内容出现的科学本质各个维度频次统计结果

	分析维度	二级分析维度	三个版本科学本质各个维度的数量统计			平均值（四舍五入取整）	平均值
			人教版	苏教版	鲁科版		
科学本质	科学知识X	相对性X2	36	30	40	35	17
		认识性X1	8	9	30	16	
		积累性X3	29	30	34	31	
		局限性X4	2	4	11	6	
		预见性X5	1	1	7	3	
		实证性X6	7	1	20	9	
	科学探究Y	创造性Y1	7	9	27	14	10
		逻辑推论性Y2	2	10	16	9	
		公开交流性Y3	11	12	22	15	
		质疑性Y4	0	2	5	2	
		方法多样性Y5	6	5	17	9	
	科学事业Z	科学与社会Z1	9	16	19	15	15
		科学与工程、技术Z2	19	18	37	25	
		科学合作Z3	6	4	25	12	
		科学家个人Z4	8	4	11	8	
出现的总频次			151	155	321	209	42

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

图1为三套高中化学教材化学史内容科学本质各个维度统计结果直方图。

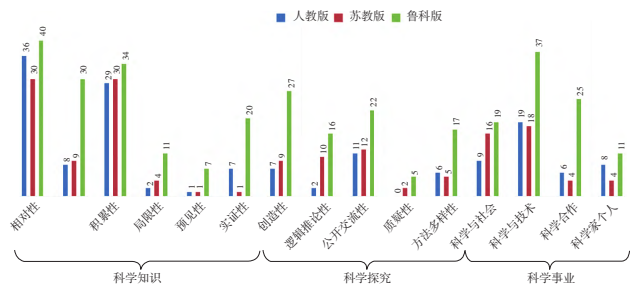

图1　三种教材化学史内容科学本质出现的各个维度频数统计直方图

不同的栏目预设了不同的学生学习方式。从表6和图1可知，三套教材都是通过多样的栏目设计化学史教学内容。教材中的化学史内容涉及到科学本质观的各个维度，体现出现行高中化学教材在利用化学史素材进行教学内容设计时普遍注重引导学生认识科学本质观。

科学本质观的三个维度在教材中的体现是有所侧重的。三套教材在“科学知识”和“科学事业”维度呈现的次数都较多，平均次数为17次和15次。尤其是科学知识的“相对性”“积累性”呈现次数较多，平均次数是35、31，表明教材强调让学生知道化学知识不具有永久性，会随着历史发展不断积累与发展。“科学事业”维度中的“科学与技术”呈现的次数也较多，平均次数是25，说明教材注重让学生关注化学与技术的联系，关注技术对化学发展的影响。

相对而言，“科学探究”维度出现的次数较少，平均次数是10。这与化学史教学的栏目设计有关，因为教材中化学史内容的教学设计大多以“科学史话”“资料在线”“拓展视野”“科学·技术·社会”等栏目为主，主要呈现的是化学家或科技发展的主要成就，以知识为主。只有较少的案例涉及化学家的探究过程：通过“质疑”发现问题、通过“方法多样化”不断探索、通过“创造性”思维实现突破。

四、三个版本教材中体现科学本质的典型栏目

教材以正文和栏目的形式交替编写教学内容，是2001年课程改革以来教材的新变化。新教材延续这样的编写方式，重视让学生通过栏目体验不同的学习方式。由于正文和栏目对知识的组织方式不同，对学生的学习要求和学习方式也不同。三个版本教材都有体现科学本质的典型栏目。

1.人教版高中化学教材

人教版教材中与化学史教学相关的典型栏目是“研究与实践”，这是一个为学生提供拓展学习、项目研究和实践活动的栏目。例如：必修1第四章第一节“物质结构 元素周期律”有“研究与实践—认识元素周期律”“调查和整理”栏目，希望学生以教科书中“科学史话——元素周期表的发展”为基础，通过收集信息，了解元素周期表发展的几个阶段，认识有代表性的元素周期表及其特点，“设计和制作”是希望学生在调查研究的基础上，设计和制作自己的元素周期表。通过了解各种形式元素周期表的特点，加深对元素间关系和其中所蕴含的科学方法的认识。

依据科学本质观分析工具进行分析，发现该段化学史内容涉及科学知识的认识性、积累性、相对性、预见性；科学探究的创造性、逻辑推论性、方法多样性、公开交流性；科学事业的科学家个人和科学合作。因此，“研究与实践—认识元素周期律”中的化学史内容较为全面地呈现了科学本质的基本要素。

2.苏教版高中化学教材

栏目中的化学史内容意味着这些内容的学习具有可选性。但必修1专题2的第三单元“人类对原子结构的认识”以两页正文的篇幅，完整地介绍了不同阶段人类对原子结构认识和科学家建构原子模型的历程。从中国古代先贤对物质的微观思考，到道尔顿的原子学说，再到汤姆生、卢瑟福、波尔依据实验获得的数据或现象，提出各种假说和模型。同时插入了“学科提炼”栏目的“模型建构”，指出：“模型本质是科学家描述事物的原型，解释和预测未知现象的一种思维方式，广泛应用于科学发现和科学发明的过程中。从原子结构模型的发展历程可以看出，科学家通过不同实验收集各种证据，从而提出原子结构的模型，并不断修正模型。科学家在一定时期通过建构的模型不是绝对的、一成不变的，而是依据知识的积累、方法和技术的更新、实验证据的不断完善而动态发展的。”

依据科学本质观分析工具对该段化学史教学进行分析，发现该内容涉及科学知识的积累性、相对性、

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

实证性；科学探究的逻辑推论性、方法多样性、公开交流性；科学事业的科学与技术。该段化学史内容不仅体现了教材内容帮助学生形成“证据推理与模型认知”的核心素养，而且还较好地引导了学生全面认识科学本质。

3.鲁科版高中化学教材

鲁科版教材中体现科学本质特色的典型栏目是“微项目”。这个栏目置于章节末尾，给学生创造与运用章节知识解决现实问题的机会，体现以应用本章节知识为主，适当联系其它学科知识的特点。[4]如选择性必修1第三章“物质在水溶液中的行为”的微项目“揭秘索尔维法和侯氏制碱法——领略平衡思想的创造性应用”，完整地介绍了索尔维的制碱原理，学生的第一个项目任务就是在实验室模拟索尔维制碱法，实验结束后学生需要利用本章所学的平衡原理解释用索尔维法为何能得到碳酸氢钠沉淀。项目的第二个任务为探索侯氏制碱法，并与索尔维法进行比较，利用本章所学的平衡思想进行思考。将化学史教学模式与项目相结合是化学史教学的一种创新，对于学生深刻体会科学本质的三个维度都有重要作用。在探讨如何在实验室模拟索尔维制碱法的过程中，可以加深学生对科学知识的实证性、科学探究的创造性和方法多样性的理解。

采用科学本质观分析工具对该段化学史内容进行分析，发现它涉及了科学知识的积累性、相对性、实证性；科学探究的逻辑推论性、方法多样性、公开交流性；科学事业的科学与技术，科学家个人。可见通过“微项目”的研究，学生能对科学本质有更全面和更深刻的理解。

五、研究结论

引导学生认识科学本质是初高中化学课程标准的明确要求。科学本质观是指人们对科学本质问题的认识，主要探讨“科学是什么?”借鉴已有研究的成熟量表，本研究从科学知识、科学探究和科学事业这三个维度设计了科学本质观的分析工具，运用该工具对人教版、苏教版、鲁科版普通高中化学教材中体现科学本质的化学史内容进行比较。研究发现，三套教材都是通过多样化的栏目呈现化学史素材。三套教材在“科学知识”和“科学事业”维度呈现的化学史内容的次数较多，而在“科学探究”维度出现的次数较少。这与化学史教学的栏目设计有关，目前教材中化学史内容大多出现在“科学史话”“资料在线、“拓展视野”等栏目中，只有较少的案例描述化学家的探究过程。

三个版本化学教材都有体现引导学生认识科学本质的典型栏目。人教版以“研究与实践”栏目呈现科学家认识元素周期律的探索过程。相对于其它教材以栏目的形式呈现化学史，苏教版则是以正文的形式，完整地介绍了不同阶段人类对原子结构认识和科学家建构原子模型的历程。鲁科版在“微项目”栏目中呈现了化学家探索制碱法的过程，以真实的化学史为情境，让学生自主探究并完成项目任务。这些化学史内容及其呈现形式都能引导学生对科学本质形成全面认识。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部.普通高中化学课程标准(2017年版)[S].北京：人民教育出版社，2018：83.

[2] 刘健智.中学生科学本质观的测量指标研究[J].教育测量与评价(理论版)，2009(07)：30-33，29.

[3] 栗素姣.科学本质视野下中美高中物理教材中科学史内容分析[D].河南师范大学，2013.

[4] 沙莎，杨笑，占小红.新课标鲁科版高中化学必修教材的“微项目”设计研究[J].化学教学，2021(09)：21-25.

(上接第65页)

[2] 房喻，徐端钧.普通高中化学课程标准(2017年版)解读[M].北京：高等教育出版社，2018：104.

[3] 中华人民共和国教育部.普通高中化学课程标准(2017年版)[S].北京：人民教育出版社，2018：70-71.

[4] 刘淑花.促进知识结构化的高三化学复习教学研究[D].济南：山东师范大学，2013.

[5] 北京师范大学无机化学教研室等编.无机化学.上册(第四版)[M].北京：高等教育出版社，2002：310.

[6] 王磊.基于化学学科核心素养的化学学科能力研究[M].北京：北京师范大学出版社，2017：17.

[7] 张春花.基于高级思维的化学问题组合设计研究[D].济南：山东师范大学，2014.

[8] 房喻，徐端钧.普通高中化学课程标准(2017年版)解读[M].北京：高等教育出版社，2018：105.

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net