

国内 HPS 教育融入中学化学教学的研究综述

崔世峰, 王 娟

(湖北大学化学化工学院, 湖北武汉 430062)

摘要: 对国内 20 年间 HPS 教育在中学化学教材、教学模式和教学案例、教学策略等方面的研究文献进行梳理分析, 总结现有研究成果和不足之处, 提出后续应深入研究 HPS 教育理念与化学学科核心素养关系、中学化学 HPS 教学资源开发、教师 HPS 素养形成等三点思考。

关键词: HPS 教育; 中学化学; 教材; 教学模式; 教学策略

文章编号: 1005-6629(2022)04-0003-06 **中图分类号:** G633.8 **文献标识码:** B

中学化学学习重在促进学生科学本质观的形成与发展, 为进一步学习以及从事科学研究打下坚实基础。新一轮课程改革将化学教学从三维目标落实提升到核心素养培育^[1], 对师生教与学提出了全新要求, 仅侧重于化学基本概念、原理传授记忆, 忽略知识本质及其产生过程的教学方式已不能满足新的化学课程目标要求。HPS(History and Philosophy of Science)教育强调将科学史、科学哲学和科学社会学有机融入教学中, 通过科学史的渗透, 丰富课堂教学内容, 帮助学生了解科学知识的基本发展历程; 通过科学哲学的渗透, 提升学生的思辨能力, 培养学生的批判精神; 通过科学社会学的渗透, 从社会学的角度理解科学本质, 正确看待科学对社会及人类的价值^[2]。因此将 HPS 教育融入中学化学教学, 对于落实化学学科核心素养课程目标具有重要意义。

当前国内对 HPS 教育研究的综述主要包括两类: 一类是对国际 HPS 教育研究取得的成果进行综述, 如袁维新^[3](2005)对国外科学史融入科学课程的历史、教育价值及教学策略作了综述; 另一类是针对国内 HPS 教育研究的综述, 如刘华昌^[4](2009)对国内 HPS 教育融入科学课程研究作了综述; 孙乃玥^[5](2020)采用 CiteSpace 对国内 HPS 教育研究作了可视化分析综述。相对而言, 针对 HPS 在某一学科具体运用的研究综述则较为缺乏, 仅黄晓娜和吴先球^[6](2020)撰文梳

理总结了国内 HPS 教育融入中学物理教学的研究现状。为探明当前国内 HPS 教育融入中学化学教学的研究现状, 促进 HPS 教育更好地融入中学化学教学, 对近 20 年来国内 HPS 在中学化学教材、教学模式及教学案例、教学策略等方面的研究成果进行梳理总结。

1 文献主题分布

在中国知网, 以“HPS 教育”为主题、关键词, 2000~2020 年为时间条件, 社会科学 II 辑为文献分类条件进行检索, 共计 599 条结果, 包含 HPS 教育理论研究以及 HPS 教育在数学、物理、化学、生物和地理等不同科目中的应用研究文献。经过筛选, 选择其中有关 HPS 教育在中学化学中的应用研究文献 69 篇(学位论文 44 篇、期刊论文 24 篇及会议论文 1 篇)进行综述。

对文献进行统计发现, 发现近 20 年来有关 HPS 融入中学化学教学的研究文献呈逐年递增趋势, 尤其是 2011 年之后, 增幅显著。根据论文的研究主题, 将 69 篇文献分成 5 类。从表 1 可以发现, 有关 HPS 在中学化学教学模式及教学案例的研究文献占比最多, 高达 65.2%, 其次是关于中学化学教材的研究, 占比 14.5%, 有关 HPS 的中学化学课程开发的研究文献最少, 仅有 3 篇。

一方面, 自 20 世纪末 HPS 教育理念引入国内后, 国内学者对其研究不断深入, 相继对该理论发展历程、

表 1 HPS 教育研究文献主题统计

文献主题	教材研究	教学模式及案例研究	师生科学本质观调查研究	HPS 课程开发研究	HPS 化学教学价值探讨
篇数	10	45	5	3	5
占比	14.5%	65.2%	7.2%	4.3%	7.2%

实施范式及教学价值进行深入分析,据此提出对我国科学教育、课程改革的启示。另一方面,2008 年欧盟启动了 HIPST(History and Philosophy in Science Teaching Project) 项目^[1],致力于开发出蕴含科学史、科学哲学的科学教材,为所有参与提升科学文化素养和增强大众对科学理解的从业者建立一个可持续的网络实施系统。因此,HPS 在中学化学教学中的研究文献自 2011 年后数量不断增加,近 3 年来的硕士论文数量增幅明显,2019 年多达 10 篇。

2 研究的主要内容

2.1 HPS 教育融入中学化学教材的研究

教材是教师教学和学生学的主要工具,对教材进行研究一方面为教师运用 HPS 教学提供依据,另一方面发现教材编写的特点,为教材的逐步完善提供参考。目前国内针对 HPS 在中学化学教材的研究可以分为以下两类:

2.1.1 HPS 在教材中的体现与分布

已有文献对教材中 HPS 分布与体现研究主要包括两个方面:一是对同一时期不同版本的教材作横向对比研究;二是对同一版本不同时期的教材作纵向对比研究。通过横向与纵向两个维度的对比研究,发现不同时期及不同版本教材中 HPS 内容的呈现特点,为教师分析解读教材提供参考。

例如,陈磊磊^[2](2010)对上海地区高中化学教材中的化学史内容进行了指标统计分析,发现教材中化学史分布均衡、图文并茂,对科学精神和科学方法有较多体现,在叙述方式上存在着故事少于叙说、正文部分化学史较少以及缺乏“学派间争论史”的不足。刘玲玲^[3](2015)对 2007 年出版的人教版、苏教版及鲁科版三个版本的高中化学必修 1 教材中的 HPS 内容进行了量化研究,结果显示鲁科版教材中的 HPS 内容在数量和呈现方式、知识广度、内容完整性及与课程标准一致性等四个方面均优于其他两个版本。王云霞^[4](2019)

对 2019 年出版的人教版和鲁科版两个版本的高中化学必修教材中化学史作了对比研究,发现两个版本教材中化学史内容各有千秋、优缺互补,同时两版教材中的化学史内容均存在着呈现形式单一、内容分布不均匀的不足之处。朱浩^[5](2019)采取同样的方法对人教版新旧(2019 版和 2007 版)两版必修教材中的 HPS 内容作了详细分析,发现新教材无论是 HPS 子类数目、知识广度还是内容呈现方式都优于旧教材,且新教材侧重于化学史、科技对社会的影响以及社会对科技的影响。

2.1.2 中外教材 HPS 内容呈现情况的对比研究

已有研究文献对中外教科书、课程标准中 HPS 内容作了量化对比分析,总结了中外教科书 HPS 内容编排特点及课标要求的差异,为完善我国课程标准及教材中的 HPS 内容提供了参考,同时也启发一线教师在教学中要汲取他国教材优点,补充教材中缺乏的 HPS 子类目项内容,从而呈现完整 HPS 内容。

例如,周宁妹^[6](2017)对中美加三国高中化学教材中的科学史、科学社会学及科学本质内容进行了编码统计对比分析,发现三国教材均注重科学社会学内容编排,相比较而言我国教材在 HPS 内容呈现上存在着子类目项缺失或频次过低,呈现方式多以纯文本描述且在教材中分布不尽合理的不足之处。严珍珠^[7](2019)对中美高中化学课程标准 HPS 内容作了对比,发现美国课程标准中设置了相关章节,根据不同年龄段对 HPS 教育要求作了明确的递进式说明,且均衡地体现了 HPS 各类子项目,我国课程标准(2017 版)仅在课程理念等模块提到 HPS 教育,主要体现在科学史、科学探究的本质及科学对社会的影响主类项目,缺乏对子类项目的显性说明。对教材内容进行对比分析后发现,在 HPS 维度上,美国教材侧重于科学史类目项,我国教材则侧重于科学探究的本质类目项,在呈现方式上,我国教材主要通过正文和栏目的方式,叙述凝练、

篇幅简短,而美国教材则较多以图表和正文呈现,内容详实、图文并茂、主题新颖。汤文^[4](2019)对中美初中化学教材中HPS内容进行了对比研究,发现两国教材均存在着内容分布不均衡且忽视了社会对科技的影响,我国教材缺乏理论概念的演变和重大发明的过程内容,美国教材则对于科学与伦理道德类目有所缺失;在HPS内容知识广度上,我国教科书偏重于理论体系和学科知识,美国教材注重知识的科普性和时代性,且重视各学科间的横向联系;在HPS内容呈现方式上,我国教材多以栏目形式呈现,缺乏图表分析,所选图片资料较为陈旧单一,缺乏前沿资讯,栏目内容多为长篇文本,趣味性不足且相似度较高。

2.2 HPS 教学模式及教学案例的研究

廓清HPS教育内涵及其价值后,如何融入HPS内容开展科学教育成为学者们纷纷关注的焦点。国内研究者在对国外HPS教学模式进行分析总结的基础上,结合国内教育教学现状及中学化学学科特点,提出了行之有效的教学策略,并在教学实践中加以运用。

梳理文献中涉及到的HPS教学模式,统计结果如

图1所示。从结果来看,当前对孟克和奥斯本的融合模式研究文献最多。融合模式是基于建构主义理念,将科学史、科学哲学及科学社会学分环节有机融入教学中,具有较强的理论基础和可操作性,被奉为经典的HPS教学模式。

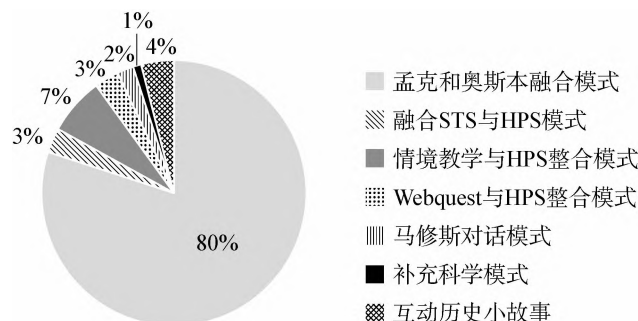


图1 教学模式统计图

2.2.1 孟克和奥斯本的融合模式及其相关改进

袁维新^[3](2004)等介绍了英国科学教育家孟克和奥斯本于1997年提出的“六段式”HPS教学模式。如图2所示,该模式仅适用于科学史上某一科学家曾经研究的自然现象的课题。

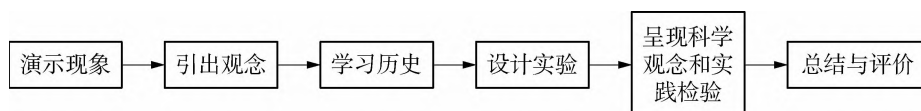


图2 孟克和奥斯本的融合模式

该模式由于环节清晰,操作性强在国内科学教育中被广泛研究与运用,研究者结合化学学科特点,运用情景教学、探究式教学、STS教学、智慧课堂等理论对该模式进行改进完善。

张勇^[4](2007)基于融合模式,为突出学生收集、整理信息能力,培养化学信息素养,将第三阶段的“学习历史”采用Webquest学习方式开展,并将该教学模式运用于合成氨教学。白玉香^[1](2019)将Webquest教学模式与六段式教学模式进行整合,设计出两种新模式:一种是将第一阶段的“演示现象”改为“情境导入”,突出HPS中的科学社会学内容;另一种是将第四环节“设计实验”与第五环节“呈现科学观念”整合为“论证活动与探究学习”,突出让学生体验科学探究的过程。将整合后的模式分别用于氧化还原反应和氮及其化合物的教学中,取得了良好的教学效果。

基于真实情境创设对学生认知发展、主动构建知识的重要性,任正盼^[3](2018)提出基于情境教学整合的教学模式,该模式仍以六段式教学为主体,分别在第一环节和第三环节创设社会生活相关情境,提供化学史素材创设信息情境,在最后一环节“总结与评价”中增加让学生结合科学与社会进行正向迁移的内容,使得整个教学从社会生活开始最终回到生活,让学生感悟科学与社会的密切关联。曾琳^[4](2020)结合情境教学和探究式教学及化学学科特点对孟克和奥斯本的融合模式进行修改,提出新的六段式教学程序,即创设情境与设问激疑、头脑风暴与实验设计、呈现HPS素材、感悟人文与引发思辨、完善方案与进行实验、科学观念与经验性建议、对话反思与多元化评价,并将改进后的模式用于元素周期表和化学能与电能两个主题的教学。运用情境教学与HPS整合模式的案例还有氯气、

探究空气的组分^[2]等。

在科学史与科学教育融合的基础上,为突出学生对科学、技术与社会之间相互关系新的认识和理解,郑祯^[2](2019)提出融合 HPS 与 STS 的教学模式,该模式仍遵循六段式教学程序,将学科知识、化学史、社会、科技前沿等有机结合在一起,使得“知识”“思维方法”和“科学态度与情感”在教学中同步展开。融合 HPS 与 STS 的教学案例还有发展中的化学电源^[3]等。

2.2.2 互动历史小故事

邓永财^[23](2006)、赵爽^[24](2020)等人详细介绍了美国学者 Linda 和 Wandersee 等提出的“互动历史

小故事”(简称 IHVs) HPS 教学模式,如图 3 所示。该模式围绕所学主题史料编制一个约 15 min 的历史短剧,由数名学生分别扮演剧中科学家,重演发现新物质或新理论的过程,通过相互讨论推理引发学生对科学本质的理解,并以具体案例进行该模式的运用介绍,主要涉及元素周期表——“镓”的预言、拉瓦锡与燃素说、质量守恒定律、海草元素。通过对教学实践结果的测试和分析发现,该模式对提高学生成绩和科学本质观具有一定的促进作用,在教学中取得了较好的反响。

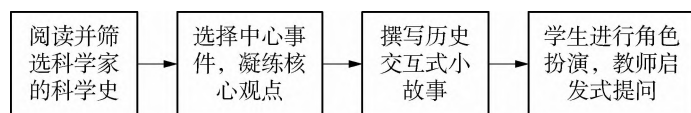


图 3 互动历史小故事

2.2.3 补充科学模式

石诚和蔡仲^[23](2008)详细介绍了剑桥大学教授哈索克(Hasok Chang)提出的补充科学模式。袁晶^[24](2012)论述了补充科学模式运用于教学的四个操作步骤,即(1)问题重现;(2)产生疑问;(3)还原自然现象;(4)评价和反思。王向坤^[21](2014)在此基础上进行优

化,设计了较为完备的补充科学模式,如图 4 所示,与传统 HPS 教学模式相比,补充科学关注的是自然,侧重于对科学研究活动的延续和补充。通过该模式的学习,学生不仅能学习科学家的辉煌成就,还可以了解科学家如何将定论知识推翻重塑,以及学会关注科学研究中的不确定性因素。

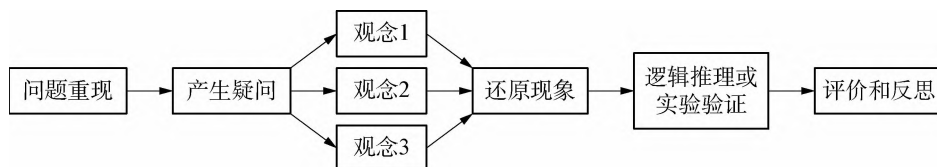


图 4 补充科学模式

2.2.4 马修斯对话模式

袁维新^[23](2010)介绍了马修斯提出的对话教学模式(又称适度教学模式),认为该模式教学包含五个环节,如图 5 所示。孙蕾蕾^[23](2018)、曾琳^[24](2020)等分析了对话模式与 HPS 其他教学模式的异同点及

适用对象。该模式导向下的课堂,师生围绕着有关科学本质问题开展讨论、反思和总结,旨在启发引导学生逐步深入科学本质,因此对教师的科学素养要求较高。

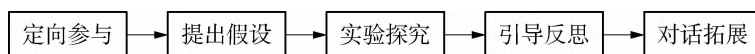


图 5 马修斯对话教学模式

2.3 HPS 教学策略

明确 HPS 教学模式后,采用何种方式将其运用于

具体科目教学成为广大教育工作者关心的话题,国内研究者结合一线教学实际及借鉴国外经验,对 HPS 教

学策略开展了研究。

王全^[31] (2015) 和郭小玲^[32] (2017) 等详细介绍了欧盟 HIPST 计划,该计划涉及的 HPS 教学策略包括基于科学史的探究策略、科学写作策略和角色扮演策略。基于科学史的探究策略及角色扮演策略强调在课堂中通过教师的启发引导和史境构建,让学生扮演科学家角色,重走科学探究之路,身临其境从而逐步获取知识;科学写作策略则主要用于课后,学生针对某个知识点或观点以文字形式发表自身的看法,旨在促进学生理解和反思所学知识。葛秋实和王秀红^[33] (2011)、张娟和姜建文^[34] (2017) 等分别以重温氯气的发现之旅和元素周期表两个案例来说明基于科学史的探究策略如何在教学中有效开展。李东栋^[35] (2018) 详细论述了启发式科学写作策略在中学化学概念教学中的运用,指出运用该策略的教学环节、原则,并结合燃烧与灭火和物质溶解的量两个具体教学案例进行说明;王丽丽和王伟群^[36] (2012) 等从理论上分析了角色扮演法在中学化学教学中的价值,并以合成氨和物质的分类与转化两个具体教学案例说明该策略如何在教学中实施。

从研究文献及教学案例来看,采用基于科学史的探究策略的教学案例均蕴含了丰富的化学史,例如氯气的发现史、元素周期表的发展史等;科学写作策略则侧重于考察学生发散性思维的知识点,角色扮演策略适用于化学理论、原理、实验探究类教学,通过角色扮演使学生深入理解化学知识的构建过程。因此教师在选用教学策略时要根据所学知识特点,恰当选择 HPS 教学策略。

3 研究启示与反思

3.1 主要结论

基于所选文献研究的总体情况而言,HPS 融入中学化学教学已经受到化学教师、化学教育研究人员的重视。当前研究范围包括:一是通过理论分析与实证研究结合方式说明了 HPS 教学模式对于提升中学化学教学效益、促进学生科学本质观具有显著效益;二是通过对比研究国内外中学化学教材中的 HPS 内容渗透特点、优势与不足,为我国完善与修订中学化学教材提出了建议;三是结合国内中学化学教学实际,融入现代教学理念对 HPS 教学模式进行完善优化,使其更具操作

性,并对 HPS 教学策略细化研究,为一线教师运用 HPS 教学提供指引。

3.2 问题反思

现有文献中对教材的研究更多地涉及科学史和科学社会学内容,有关加强教材中科学哲学内容渗透以期培养学生的哲学思辨能力的研究目前较为缺失,关于 HPS 中学化学教材的开发研究也较少。对课程标准的研究仅是分析教材时提到课标的要求,缺乏对课程标准的整体研究以及新旧版本课程标准中 HPS 内容呈现对比研究。HPS 教育理念与化学学科核心素养具有高度契合性,但目前关于 HPS 教育理念与化学学科核心素养的联系以及如何通过 HPS 教学模式渗透化学核心素养等研究均未涉及。

3.3 继续研究的思考

3.3.1 开展 HPS 教育理念与化学学科核心素养关系的研究

《普通高中化学课程标准(2017 年版)》^[37] 在课程目标中明确提出,要培育学生化学学科核心素养,使学生具备批判性思维、能正确认识科学本质、了解科学与社会的关系。HPS 教育理念与新课标要求及化学核心素养内涵高度契合,如何通过 HPS 教学模式渗透化学学科核心素养,如何将教材中的科学史、科学哲学及科学社会学素材有机融合设计“素养为本”的教学,以及构建二者相互融合的教学效果及评价机制在后续研究中需重点突破。

3.3.2 开展中学化学 HPS 教学资源开发的研究

HPS 教育理念强调科学史、科学哲学及科学社会学内容以一种有效的途径有机融入教学中,这就需要丰富的 HPS 素材资源供教学使用。然而目前国内对中学化学 HPS 教材、教学案例及课程等教学资源开发研究尚且缺失,教学中仅仅依靠教科书有限的素材“机械”套用于知识中,导致 HPS 教育难以真正地用于教学实践。因此未来需要深化对 HPS 教学模式研究,逐步建立 HPS 课程资源库,为教师教学提供帮助。

3.3.3 开展教师的 HPS 素养培育的研究

HPS 教育理念能否有效融入化学课堂中,真正提高学生的科学本质观和科学素养,关键在于教师对 HPS 教育理念的理解程度和素养水平。然而调查显示当前国内大部分中学教师科学本质观仍处于较低

水平^[8],缺乏对 HPS 教育理念的深刻理解,导致教学中往往出现知识教学与 HPS 渗透相互分离,出现“两张皮”现象。因此未来要关注教师专业培养和发展,建立健全教师 HPS 素养职前培育和职后培训体制机制。

参考文献:

- [1] [3] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中化学课程标准(2017 年版) [J]. 北京: 人民教育出版社, 2018.
- [2] [6] 黄晓娜, 吴先球. 国内 HPS 教育融入中学物理教学的研究综述 [J]. 物理教师, 2020, 41(7): 2~7.
- [3] 袁维新. 国外科学史融入科学课程的研究综述 [J]. 比较教育研究, 2005, (10): 62~67.
- [4] 刘华昌, 丁玉莲. HPS 教育研究综述 [J]. 教学研究, 2009, 32(6): 23~27.
- [5] 孙乃玥, 刘璐. 基于 CiteSpace 的国内 HPS 教育研究综述 [J]. 吉林省教育学院学报, 2021, 37(7): 139~143.
- [7] 薛永红, 王洪鹏. 欧盟 HIPST 科普研究计划及其“学科文化”理论概览 [J]. 科普研究, 2014, 9(2): 73~78+90.
- [8] 陈磊磊. 上海地区化学教材与教学实践中融入化学史教育的研究 [D]. 上海: 华东师范大学硕士学位论文, 2010.
- [9] 刘玲玲. 基于 HPS 教育理念的高中化学教材研究 [D]. 西安: 陕西师范大学硕士学位论文, 2015.
- [10] 王云霞. 高中化学必修教材中化学史内容的对比分析及课程资源的开发 [D]. 兰州: 西北师范大学硕士学位论文, 2019.
- [11] 朱浩. 新旧版高中化学教科书 HPS 内容比较研究 [D]. 武汉: 华中师范大学硕士学位论文, 2020.
- [12] 周宁妹. 中美加三国高中化学教材 HPS 比较 [D]. 长沙: 湖南师范大学硕士学位论文, 2017.
- [13] 严珍珠. 中美高中化学教科书 HPS 内容对比研究 [D]. 桂林: 广西师范大学硕士学位论文, 2019.
- [14] 汤文. 基于 HPS 教育理念的中美初中化学教科书比较研究 [D]. 武汉: 华中师范大学硕士学位论文, 2019.
- [15] 袁维新. 科学史教育的教学价值与教学模式 [J]. 教育科学研究, 2004, (7): 38~40.
- [16] 张勇. Webquest 与 HPS 整合教学模式在中学化学史教学中应用的个案研究 [D]. 长春: 东北师范大学硕士学位论文, 2007.
- [17] 白玉香. HPS 和 Webquest 整合教学模型的构建及应用 [D]. 新乡: 河南师范大学硕士学位论文, 2019.

- [18] 任正盼. 基于 HPS 教学模式与情境教学整合的高中化学教学设计研究 [D]. 新乡: 河南师范大学硕士学位论文, 2018.
- [19] [30] 曾琳. 基于 HPS 教育的高中化学教学案例研究 [D]. 南昌: 江西师范大学硕士学位论文, 2020.
- [20] 顾美丽. “境脉”视域下基于 HPS 教学模式的化学课堂教学设计——以“空气成分的探究”为例 [J]. 化学教与学, 2020, (11): 38~41.
- [21] 郑祯. 融合 HPS 和 STS 教学模式的初中化学课堂教学模式研究 [D]. 桂林: 广西师范大学硕士学位论文, 2019.
- [22] 霍爱新, 靳莹, 李双. 基于 HPS 和 STS 培养学生化学核心素养的教学设计——以“发展中的化学电源”为例 [J]. 化学教学, 2018, (5): 33~36.
- [23] 邓永财, 李广洲. IHV——化学史教育的新方法 [J]. 化学教育, 2006, (12): 60~62.
- [24] 赵爽. 高中化学教学中渗透化学史教育的现状分析及应用探索 [D]. 汉中: 陕西理工大学硕士学位论文, 2020.
- [25] 石诚, 蔡仲. 补充科学: HPS 的另一定位 [J]. 科学技术与辩证法, 2008, 25(6): 26~30+111~112.
- [26] 袁晶. HPS 融入高中物理教学的理论和实践研究 [D]. 长春: 东北师范大学硕士学位论文, 2012.
- [27] 王向坤. 基于 HPS 的中学化学教学设计研究与实践 [D]. 长沙: 湖南师范大学硕士学位论文, 2014.
- [28] 袁维新. HPS 教育: 一种新的科学教育范式 [J]. 教育科学研究, 2010, (7): 48~51+55.
- [29] 孙蕾蕾. 基于 HPS 教育的高中化学教学设计研究 [D]. 郑州: 河南大学硕士学位论文, 2018.
- [31] 王全. 借鉴欧盟 HIPST 计划实现物理学史的教育价值 [J]. 物理教师, 2015, 36(9): 2~10.
- [32] 郭小玲. HPS 教育融入科学课程的国外研究成果简介 [J]. 物理教师, 2017, 38(6): 80~83.
- [33] 葛秋实, 王秀红. 基于化学史的教学设计: 与科学家对话——重温氯的发现之旅 [J]. 化学教育, 2011, 32(1): 35~36+57.
- [34] 张娟, 姜建文. 基于化学史的“元素周期表”教学设计 [J]. 化学教育(中英文), 2017, 38(17): 75~81.
- [35] 李东栋. 启发式科学写作策略在中学化学概念教学中的应用研究 [D]. 徐州: 江苏师范大学硕士学位论文, 2018.
- [36] 王丽丽, 王伟群, 武春娟. 角色扮演法在中学化学教学中的应用 [J]. 化学教学, 2012, (3): 4~7.
- [38] 马俊萍. 中学教师科学本质观现状及学生科学本质提高策略研究 [D]. 西安: 陕西师范大学硕士学位论文, 2011.