

SOLO 指导下思维导图式教学设计的研究*

刘志华¹, 谢纯洁²

(1. 惠州市第一中学, 广东惠州 516007; 2. 华南师范大学, 化学与环境学院, 广东广州 510006)

摘要: 通过当前教学现状的分析, 尝试将思维导图式教学设计用于化学教学中。以电解池原理为例, 探讨思维导图式教学设计过程, 从而形成系列思维导图。其中, 逻辑严密的 SOLO 问题链的设置, 有效增强了教师和学生思考内容的弹性和灵活度, 促进学生深刻理解知识, 帮助其主动建构逻辑严密的有机的整体知识结构, 从而实现学习水平发展。

关键词: SOLO 分类理论; 化学学科能力; 思维导图式教学设计

文章编号: 1005-6629(2018)7-0040-06

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

核心素养的提出, 是化学课堂教学的新挑战, 且核心素养的培养离不开教师的正确引导。然而, 目前有些教师的教学设计只是线性文字材料的累积, 以灌输为主, 在题海和教学内容之间打游击, 没有基本的教学顺序。这将导致学生凌乱地存储化学知识, 缺乏对知识整体系统的认识, 难以深度理解概念, 更别说主动建构观念了。使用思维导图式教学设计(以下简称“导图式教学设计”)可在一定程度上解决这个问题, 下文将以电解原理为例尝试对思维导图式教学设计进行研究。

1 理论框架

1.1 SOLO 分类理论

SOLO 分类理论首先是由彼格斯及其团队提出来的, 其认为学生的学习结果是可视化的, 可分为前结构(P)、单点结构(U)、多点结构(M)、关联结构(R)和抽象拓展结构(E)5个水平^[1]。

SOLO 分类理论的前3个水平是从知识点数量的角度评价学生的学习, 后两个水平则是以知识点数量为基础, 从认知结构的角度评价学生的学习^[2,3]。SOLO 的层次性和结构性体现在要求教师于教学过程中整体深入地讲授化学知识^[4,5]。要整体并深入地讲授化学知识, 关键是教师的教学设计一方面要体现出大主题、大概念, 另一方面也要体现出大主题下的各一级主题教学不同化学知识之间的丰富的内在逻辑关系、严密的知识结构, 这样才能保证学生深度理解化学知

识, 建构完整全面的化学知识结构, 培养和发展化学学科能力, 进而实现化学素养化。

1.2 化学学科能力

王磊认为, 化学学科能力是指学生顺利进行化学学科的认识活动和解决问题所必须的、稳定的心理调节机制。王磊总结出 3×3 化学学科能力要素内涵及表现指标^[6,7], 如图 1 所示。

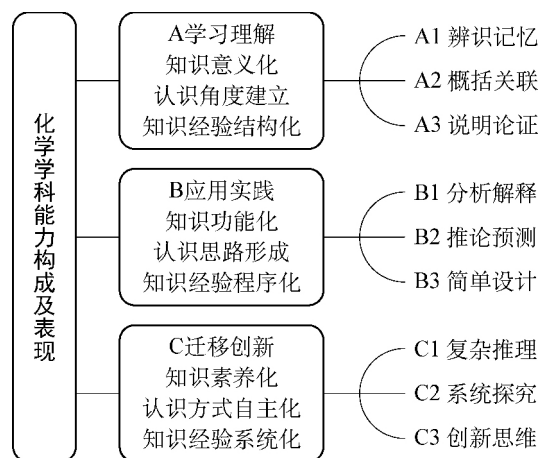


图1 化学学科能力构成及表现

导图式教学设计可依据图1所示学习理解、应用实践、迁移创新三步骤进行。学习理解可以与SOLO理论的多点结构水平相对应, 任务是使学生熟悉原型, 熟悉主题内知识的认识角度和认识方式。当学生形成主题内知识的认识思路, 实现知识的功能化和程序化, 则达到关联结构水平。当学生善于使用推理演绎的方法, 能对体系外陌

* 本文系广东省教育科学十二五规划课题“基于SOLO分类的高中生化学学习水平发展研究”阶段性成果(项目编号: 2011TJK112)。

生情境进行远迁移,得出开放兼容的结论,则说明达到抽象拓展结构水平,即实现知识素养化。

1.3 思维导图

思维导图(Mind Mapping)是英国著名脑思维学者托尼·博赞(Tony Buzan)所创造,目前被广泛应用在教育培训等领域。思维导图的结构化和系统化特点强调绘制思维导图必须整体考虑主题之间的关联^[8]。导图式教学设计图文并茂,记录着教学主题内许多信息,教师可以全面思考化学问题、专注众多知识间的内在逻辑关系、主题间过渡转换、设置一系列逻辑严密的 SOLO 问题链,帮助学生建构有机整体的知识结构^[9,10],促进知识的功能化和程序化,达到知识系统化和素养化的目的^[11]。

2 以电解原理为例的导图式教学设计

2.1 大主题的导图式教学设计

如图2以电解原理为中心主题,设计体现基本教学思路的思维导图。总图以培养学生学科能力为目标,为一段时间教学大主题的教学总方案。设计的基本原则是促进学生对内容的深度理解,从而建构化学知识,实现由知识意义化、程序化到素养化的转变。

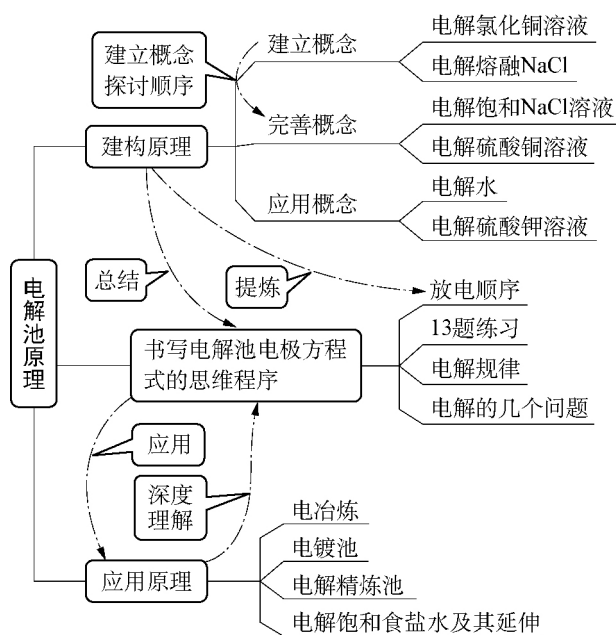


图2 “电解池原理”的导图式教学设计总图

总图包括3个一级主题:建构原理、书写电解池电极方程式的思维程序以及应用原理。建构原理的任务是熟悉原型,使学生熟悉电解原理的

认识角度、方式、思路,建立电解的知识结构;书写电解池电极方程式的思维程序是解决电解问题的思维模型,旨在促使学生对电解知识的理解;应用原理是“书写电解池电极方程式的思维程序”的具体应用,旨在使学生的认识方式自主化和知识系统化。

从电解原理的建构、思维模型的建构到原理的应用设计总图,符合 SOLO 分类理论和化学核心素养的内涵。

2.2 一级主题的导图式教学设计

依据总图对教学的内容和认知顺序进行基本设想,并利用思维导图进行各一级主题的精心备课,形成一系列导图式教学设计。

2.2.1 建构原理与书写电解池电极方程式的思维程序的导图式教学设计

图3按照建构、完善和应用原理三部曲促使学生在头脑中牢固地建构电解池工作原理。设计所遵循的原则是让学生从易到难的认知顺序和有意义学习原则,选择恰当的电解事实链^[12]促进学生深度理解并有效建构化学知识。图3的每一个教学主题内容都设置了系统性强的 SOLO 问题链,如表1所示。这些 SOLO 问题链从单点结构水平至关联结构水平以由低到高的梯度形式呈现,逻辑严密,引导学生一步一步深入思考电解原理,从而促使学生集中精力于主题学习,保持思维

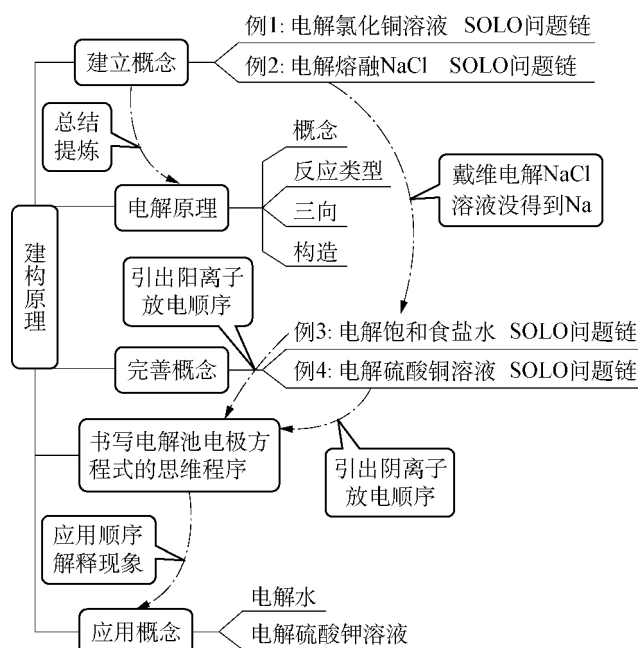


图3 “建构原理”的导图式教学设计

表1 “建构电解原理”的 SOLO 问题链

教学内容	SOLO 问题链	设计意图
1 电解氯化铜溶液	1-1 [U]观察实验现象,思考如何检验两极产物? 1-2 [U]请书写反应的化学方程式。 1-3 [U]电解氯化铜是放热反应还是吸热反应? 1-4 [U]电流表偏转了说明溶液能导电,靠什么导电? 1-5 [U]通电后水中阴、阳离子往什么方向移动? [追问]移动到两极表面的阴阳离子将发生什么变化? [M]怎么用电极方程式表示该化学反应? 哪个反应属于氧化反应和还原反应? 1-6 [M]为什么 Cu 和 Cl ₂ 的物质的量之比是 1:1?	① 1-1 和 1-2 旨在复习。 ② 1-3 引导学生从能量角度认识电解原理。 ③ 1-4、1-5、1-6、2-1、2-2、2-3、2-4 引导学生从微观粒子和守恒思想认识电解;要求学生建构有关电解的三重表征之间互译转换关系。 ④ 有助于学生提炼电解的定义、揭示电解原理的本质;学会使用电极方程式表示电解过程。
2 电解熔融 NaCl	2-1 [U]通电后,熔融 NaCl 中的阴、阳离子分别往什么方向移动? 2-2 [M]阴阳离子在两极表面发生什么变化? 怎么用电极方程式表示该化学反应? 哪个反应属于氧化反应和还原反应? 2-3 [M]为什么钠和氯气的物质的量之比为 2:1? 2-4 [M]请书写总反应方程式。	
3 电解饱和食盐水	3-1 [U]观察实验现象,猜测并检验两极得到的气体。 [追问][M]如何用电极方程式表示产生 Cl ₂ 和 H ₂ 的过程? 3-2 [U]阴极区溶液变蓝的现象说明溶液显____性。 [追问1][R]怎么解释放氢生碱? [追问2][M]用电极方程式表示。 3-3 [R]写出总反应化学方程式和离子方程式。 3-4 [M]如何使溶液恢复原状态? 3-5 [U]氯气和 NaOH 接触会发生什么反应? [U]气体混合后可能发生爆炸,发生什么反应? [追问1][R]如何避免这两个反应? [追问2][R]阳离子交换膜通过 1 mol Na ⁺ ,两极产生气体在标准状况下的体积是多少? 多少摩尔电子通过电路?	① 3-1、4-1 用于复习元素化合物知识,培养学生探究意识,继续微观认识电解饱和 NaCl、CuSO ₄ 溶液,用电极方程式表示。 ② 3-2、4-2 引导学生使用平衡观认识放氢生碱和放氧生酸;引导学生发现阴、阳离子放电顺序。 ③ 3-3、4-3 继续应用守恒思想认识电解,建构三重表征的有机整体关系。 ④ 3-4、4-4 有助于学生逆向认识电解本质。 ⑤ 3-5 引导学生思考电解饱和食盐水的实际问题,从而引出氯碱工业的生产设备、生产过程。
4 电解硫酸铜溶液	4-1 [U]阴极出现紫红色物质,阳极产物有气体产物;猜测并思考如何检验产物? [追问][M]用电极方程式表示。 4-2 [U]阳极区溶液变红的现象说明溶液显____性? [追问1][R]怎么解释放氧生酸? [追问2][M]用电极方程式表示。 4-3 [R]写出总反应化学方程式和离子方程式。 4-4 [R]如何使溶液恢复原状态?	

的连续性,有助于学生建构成有机整体的知识结构。教师可以根据回答判断学生的 SOLO 水平。

思维导图借助箭头等方式直观形象地展示出丰富的知识信息与知识之间的内在联系,通过知识内容的过渡,整合教学过程。电解氯化铜溶液和熔融 NaCl 后,由学生按概念、三向、构造三个方面总结电解池工作原理。至此,学生初步知道应从微粒观、能量观、平衡观、守恒观等角度或方式认识电解原理,并学会用电极方程式表示电解过程,同时建构电解反应的三重表征的互译转换关系。

设疑“为什么科学家无法通过电解饱和食盐水制备 Na? 电解饱和食盐水真正发生什么反应

呢?”过渡到电解饱和食盐水,教学内容转换流畅。

课堂演示电解饱和食盐水实验,首先在两极滴加了石蕊,目的是引导学生思考为什么阴极区溶液呈蓝色,而阳极区则先变红后褪色,这有助于促进学生建构宏观表征和符号表征之间的逻辑关系。通过一系列逻辑严密的 SOLO 问题链,有效增强教师和学生思考内容的弹性和灵活度。层层推进电解饱和食盐水的教学内容,既复习了元素化合物内容,又完善了电解池工作原理,还流畅地过渡到电解饱和食盐水的工业装置,引出离子交换膜。学生从电解饱和食盐水了解到离子的放电顺序。进而以电解硫酸铜溶液,进一步补充完善离子的放电顺序。最后要求学生书写电解水和 K₂SO₄ 溶液

的电极方程式和总反应方程式。至此,在学生头脑中建构、完善电解池原理并加以初步的应用。

图4总结了解决电解池基本问题的核心思维——书写电解池电极方程式的思维程序。学生利用图4建构起认识电解原理的思路,形成解决电解问题的思维程序。导图式教学设计使整个教学过程流畅、浑然一体。

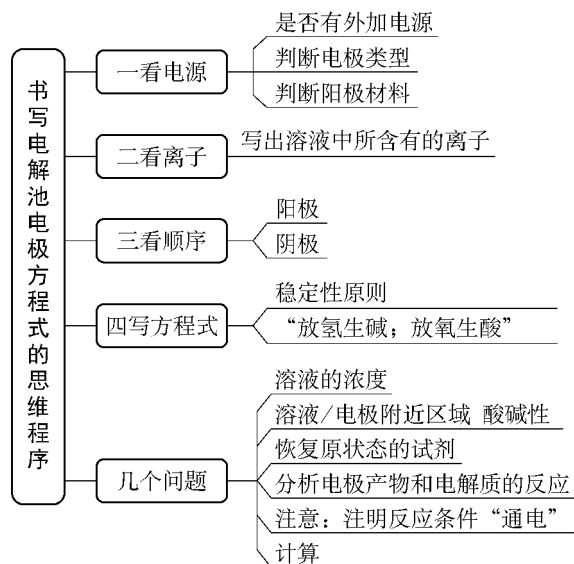


图4 “书写电极方程式的思维程序”的导图式教学设计

2.2.2 以电解饱和食盐水为起点,建构电解原理的工业应用

学生熟悉使用“书写电解池电极方程式的思维程序”思维模型后,教学目标应该由应用实践变为迁移创新。以电解饱和食盐水及其拓展为主题,按图5和表2所示的SOLO问题链进行延伸拓展。

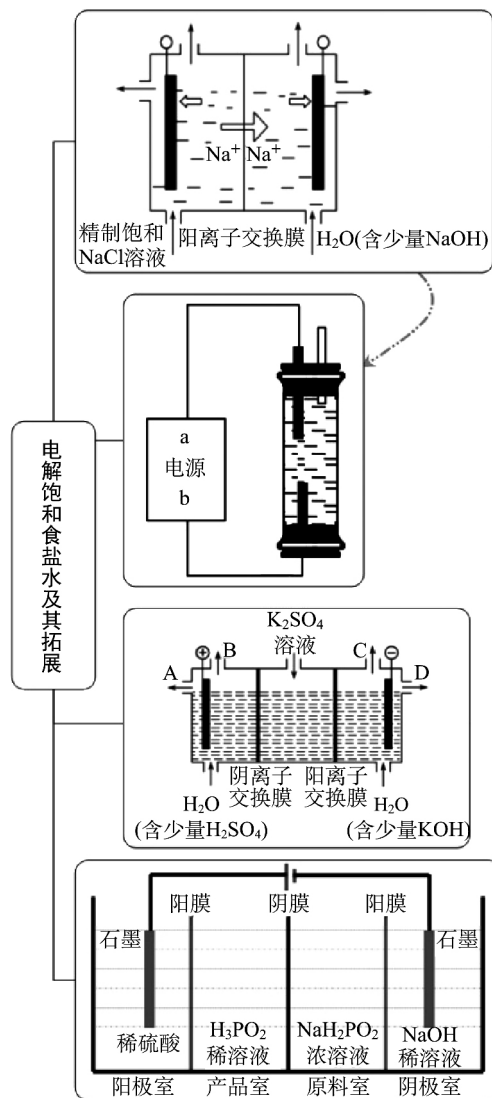


图5 “应用原理”的导图式教学设计

表2 “应用原理”的导图式教学设计的SOLO问题链

教学内容	SOLO 问题链	设计意图
1 电解法制 NaClO ₂	1-1 [M]判断电源两极极性。 1-2 [R]写出电极方程式和总反应方程式。 1-3 [R]若 0.4 mol 电子通过电路,有多少 Na ⁺ 通过交换膜?	在熟悉电解饱和 NaCl 溶液基础上不断变换,①培养学生根据已有知识及微观、平衡观分析解释相关制备装置及原理的能力;②培养学生设计实验的能力;③培养学生对化学的积极情感、态度和价值观。
2 制备 NaClO	2-1 [M]判断电源两极 a、b 的极性。 2-2 [R]写出电极方程式和总反应方程式。 2-3 [R]用铁作电极电解 NaCl 溶液,写出电极方程式和总反应方程式。	
3 电解 K ₂ SO ₄ 溶液	3-1 [M]书写电极方程式和总反应方程式。 3-2 [R]从 ABCD 出来的分别是什么物质? 3-3 [R]什么离子通过两膜?转移 2 mol 电子通过两膜的离子数分别是多少?	

续 表

教学内容	SOLO 问题链	设计意图
4 制备次磷酸	4-1 [M]写出电极方程式和总反应方程式。 4-2 [R]分别分析: 何粒子以何方向通过左、右阳膜及中阴膜? 4-3 [R]写出产品室的离子方程式。 4-4 [R]语言描述制备次磷酸的过程。	使用四室装置以次磷酸钠为原料制备次磷酸,需要学生综合运用已有核心知识和化学观,多角度分析、多步骤系统推理,本例旨在培养学生的复杂推理能力。

首先引导学生思考:对电解饱和食盐水的装置增大电压, Cl^- 氧化产物变成 ClO_2^- ,电极方程式和总反应方程式如何书写?然后介绍 NaClO_2 工业上的用途,这有助于培养学生对化学的积极情感、态度、价值观。继续设疑:在电解饱和食盐水中,没有阳离子交换膜会有什么问题?学生回答后,教师继续追问:既然没有阳离子交换膜有可能生成 NaClO , NaClO 又是一种漂白剂,浓度越大,漂白效果越好,我们能否干脆不用交换膜,制备高浓度的 NaClO ?关键是如何避免 H_2 与 Cl_2 接触反应及如何让装置自动化?学生讨论后,根据气体往上逸出离开溶液表面,认为按图5第二个一级主题所示装置图是一种选择,并说出理由、写出电解方程式。追问:用 Fe 做电极材料呢?发生什么反应?写出电极方程式和总反应方程式。第四个例子是培养学生的复杂推理能力。

2.3 教学思考

思维导图是发散性和收敛性相结合地将知识和思维进行可视化的工具。思维导图式教学设计记录教学主题内许多化学信息,图文并茂的视觉呈现,有助于教师从有机整体的角度思考教学内容,弹性灵活地讲授教学内容^[13]。导图式教学设计为教学设计提供了全新的视角,优点有如下:

(1) 导图式教学设计是基于SOLO理论的追求理解的教学设计。SOLO理论强调知识要关联,整体大主题、大概念地呈现。导图式教学设计整体设计教学,构成总图,使整个大主题教学有了基本教学目标和程序。以总图一级主题为中心主题设计具体内容教学时,知识按照学生的认知规律呈现,穿插迂回,主题内容不断关联,螺旋式上升,有助于学生全面整体理解教学内容。

(2) 导图式教学设计通过一系列逻辑严密的SOLO问题链,使学生集中精力于主题学习,不断完善和夯实主题学习,不断深入思考,保持思维的

连续性,有助于帮助学生建构成有机整体的知识结构,有效增强教师和学生思考内容的弹性和灵活性。再者,此方式也有助于学生在头脑中建构知识网络,方便知识的提取和灵活应用,提高学生的化学学习水平。教师亦可根据学生的回答判断学生的SOLO水平,从而对学生的学进行指导。

(3) 思维导图借助线条等方式直观形象地展示出知识丰富的信息量与相互之间的内在联系,通过箭头展示出主题知识间的关联性,使教学浑然一体,没有间隙和跳跃,有助于学生学习水平由多点结构水平发展为关联结构水平。

3 结论

思维导图式教学设计是基于SOLO分类理论的追求理解的教学设计。首先对大主题的教学内容依据化学学科能力的构成及表现进行整体性、简单扼要的设计,然后逐个以总图一级主题设计教学。导图式教学设计使用图像、线条、箭头等表达知识间的内在联系,使教学内容有机整体地呈现。通过设置逻辑严密的SOLO问题链,有效增强教师和学生思考内容的弹性和灵活性;促进学生化学学习水平和为教师判断学生学习水平提供判断依据,进而有目的地培养学生的化学学科能力和核心素养。

参考文献:

- [1] 吴有昌,高凌飏. SOLO分类法在教学评价中的应用[J]. 化学师范大学学报(社会科学版),2008,(3):95~99.
- [2][5] 李佳,吴维宁. SOLO分类理论及其教学评价观[J]. 教育评价与测量(理论版),2009,(2):16~19.
- [3] 刘志华,谢纯洁,罗俏芳. SOLO分类理论在评价化学平衡画图题中的应用[J]. 化学教学,2016,(3):79~82.
- [4] 刘志华. 基于SOLO理论的思维导图建构三重表征整体关系的教学研究[J]. 化学教育,2016,37(9):24~28.

STEM 教育理念在高中有机化学教学中的渗透

——以“柠檬精油的提取工艺”为例

卢苗苗, 郑雅君, 占小红

(华东师范大学教师教育学院, 上海普陀 200062)

摘要: STEM 教育作为一种全新的、跨学科式的学习理念, 在我国的发展尚处于起步阶段。立足于我国分科教学的现状, 依据 STEM 教育理念, 建构适合我国基础教育发展的科学与工程整合的教学模式, 并在此基础上开展“柠檬精油的提取工艺”的主题教学设计, 在学生系统学习有机化学知识之后, 以工程实践为载体引导学生参与设计精油提取的工程方案等系列活动, 通过体验真实的化学工艺设计过程, 培养学生的化学工程思维和实际问题解决能力, 以期与各科学学科开展 STEM 教育提供实践参考。

关键词: STEM 教育; 科—工整合; 工程项目设计; 有机化学教学; 柠檬精油的提取工艺

文章编号: 1005-6629(2018)7-0045-06

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

1 研究背景

STEM 教育是科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineer)和数学(Mathematics)教育的简称, 是美国在 1980 年代为提升国家竞争力和自身的创新能力而针对高等教育阶段提出的一项重要教育战略^[1], 旨在打破学科领域边界, 培养学生的创新意识和问题解决能力^[2]。

目前, 我国引入并大力发展 STEM 教育, 源于对现有应试教育所造成的创新型人才缺失的反思。STEM 教育在我国的发展尚处于起步阶段, 2012 年第二届 STEM 国际教育会议在北京召开, 学者们就如何将 STEM 教育理念融入到数学、物理、化学、生物、地理、信息技术等各类科技教育课程的教学中, 以促进我国基础科学教育的发展等问题进行了深入探讨^[3]。结合教育实际, 有学者指出我国开展 STEM 教育主要存在“依旧是按照传统分科教学, 不能突破学科壁垒实现整合等突出问题”^[4]。因此, 如何借鉴 STEM 教育理念中多学科融合与联系的教学观, 突破我国当前

单纯地以灌输分科领域知识内容为主的科学教育的困境, 成为了我国科学教育亟待解决的问题^[5]。

STEM 教育的核心理念是跨学科整合, 目前较为常见的有科—数整合、科—技整合和科—工整合三种整合类型, 即分别将数学、技术、工程实践等不同学科知识与科学课程进行整合。立足于我国基础教育的现状, 科—工整合是较为符合我国基础科学教育发展需要的 STEM 整合类型^[6], 其基本思路为: 在现有科学课程框架内, 开发整合不同学科相关内容的工程设计任务或项目, 通过完成相关任务或项目让学生体验运用科学解决实际问题的乐趣, 加深对科学知识的理解, 发展学生解决真实而复杂的综合性问题的能力^[7]。化学作为自然科学的重要分支, 在基础教育阶段的科学课程的学习中占据着重要地位, 本研究以高中有机化学课程为载体, 采用科—工整合的方式进行主题教学设计, 对 STEM 教育理念在我国高中化学教学中的融合进行了相应的探索。

[6][11] 王磊, 支瑶. 化学学科能力及其表现研究[J]. 教育学报, 2016, 8(4): 46~56.

[7] 王磊. 学科能力构成及其表现研究[J]. 教育研究, 2016, 9(440): 83~92.

[8][9] 刘志华. 思维导图在高中化学的教学研究与实践[D]. 广州: 华南师范大学硕士学位论文, 2013: 80~83.

[10] 丁沙, 谢洁纯, 李佳, 王朝阳. 基于 SOLO 分类理

论的问题链在化学教学中的应用[J]. 化学教学, 2017, (3): 6~8.

[12] 莘赞梅. 十年磨一课——促进学生深层理解“电解”知识的教学实践思考[J]. 中学化学教学参考, 2014, (6): 10~12.

[13] 韩庆奎, 孙树萍, 张雨强. 现代化学课程与教学论[M]. 北京: 科学出版社, 2012: 282~285.