



高中化学新教材中STSE教育内容的对比研究*

崔世峰 王 娟

(湖北大学化学化工学院 湖北 武汉 430062)

摘要: STSE教育是化学学科核心素养的重要内容,各版本教材在内容编排上均对其加以渗透。在STSE教育内容选择上,人教版和鲁科版均精选丰富多彩、与时俱进的素材,涵盖科学、技术、社会及环境四方面。在内容编排上,人教版紧密联系学生的日常生活,通过设置STSE教育内容专栏和大量的阅读拓展类栏目,让学生直观地感悟化学科学、技术、社会和环境之间的关联,鲁科版则更为关注学生的真实体验,通过引入社会热点议题、微项目,安排灵活多样、特色鲜明的栏目,培养学生的“科学态度与社会责任”素养。深入开展STSE教育要加强STSE教育资源的开发和利用、提升教师STSE教育教学素养。

关键词: 高中化学教材;STSE教育;教材对比

文章编号:1008-0546(2022)10-0086-05

中图分类号:G632.41

文献标识码:B

doi:10.3969/j.issn.1008-0546.2022.10.020

STSE (Science、Technology、Society、Environment)教育旨在突出科学、技术、社会及环境的相互关系,强调将当前科学发展、技术进步、社会生活和环境现状等有机融入教学中,让学生正确认识科技发展造福人类的同时对社会和环境带来的影响。《普通高中化学课程标准(2017年版)》^[1]在课程目标中强调要“关注与化学有关的社会热点问题,认识环境保护和资源合理开发利用的重要性,深刻理解化学、技术、社会和环境之间的相互关系”。在实施建议中指出“教学中要重视STSE内容主题的选择与组织,紧密联系生产生活实际,使学生能综合运用所学知识解释和解决有关的STSE问题”,彰显了STSE教育在化学学科立德树人中的重要作用。教材是课程理念和教育内容的具体呈现,也是开展STSE教育的重要载体,对比研究不同版本教材中STSE内容的呈现特点与异同,可为一线教师深入开展STSE教育、优化教材中STSE教育内容编写提供参考。

一、研究设计

1. 研究对象与方法

本文选取人民教育出版社和山东科学技术出版社(以下简称人教版和鲁科版)2019年出版的普通高中化学教科书必修第一册和第二册^[2-5]作为研究对象,采用文本分析法对教材中的STSE教育内容进行定性定量相结合对比研究。

两个版本必修教材中均设置了专栏来集中呈现STSE教育内容,另外还通过拓展知识和互动实践栏目来渗透STSE教育理念。为了便于分类与比较,本文将教材中体现STSE教育理念的栏目分为阅读拓展和互动探究两类。^[6]阅读拓展类是对正文内容的补充与拓展,旨在开阔学生的知识视野,互动探究类则注重在实践活动中培养学生动手实践、探索发现能力。两个版本必修教材中STSE教育内容的相关栏目名称及分类如表1所示。

表1 STSE教育相关栏目名称及分类

栏目类型	栏目名称	
	人教版	鲁科版
阅读拓展类	资料卡片、化学与职业、信息搜索 科学·技术·社会、科学史话	资料在线、拓展视野、身边的化学 化学与技术、历史回眸
互动探究类	探究、研究与实践、思考与讨论	猜想·质疑、观察·思考、活动·探究交流·研讨、微项目

*本文系湖北省教育科学规划研究专项资助一般课题“项目化学习在初中化学课堂的应用研究”(项目编号:2021ZB92)阶段性研究成果。



2. 研究工具

STSE教育囊括科学、技术、社会和环境教育四个方面,内容广泛。本文结合当前STSE教育发展趋势及化学学科特点,参考相关学者们的研究,^[6-8]将科学、技术、社会和环境作为一级维度,并将这四个要素细分为化学知识、科学发展、技术前沿、日常生活、社会发展和生态环境六个二级主题,对各个主题给出操作性定义,如表2所示。

表2 STSE教育的内涵及操作性定义

一级维度	二级主题	内涵界定(操作性定义)
化学与科学(S)	化学知识	1.化学基础知识及其拓展 2.化学研究前沿知识、问题及发展 3.科学思想的介绍
	科学发展	1.化学科学的发展历程(化学史)介绍 2.人类对自然界各种化学现象的认识及研究成果
化学与技术(T)	技术前沿	1.化学前沿技术和新技术应用的介绍、解读 2.现代实验仪器的应用
化学与社会(S)	日常生活	1.自然现象的化学原理及解释 2.化学化工技术在生产、生活中的运用
	社会发展	1.化学科学进步在社会发展过程中的作用 2.与化学有关的社会问题的讨论与决策
化学与环境(E)	生态环境	1.化学科技的运用对环境的影响 2.环境保护意识和责任感

二、教材栏目特点比较

1. 特色栏目特点

两版教材在STSE教育内容栏目设置上各具千秋,既有共性栏目,亦有特色栏目。人教版安排了“化学与职业”和“研究与实践”两个特色栏目。“化学与职业”在每章均有涉及,图文并茂介绍了许多与化学息息相关的职业,如“电池研发人员”,人们在日常生活中使用的各种高科技电子产品均离不开电池,电池研发人员致力于研发高性能的电池从而更好地服务于人们生活。通过介绍与化学相关的职业,激发学生学习热情,为未来职业生涯做准备。“研究与实践”栏目则是以来源于日常生活的真实问题创设情境,让学生开展项目研究、进行实践活动,综合利用所学知识来解决实际问题,培养学生的问题意识和思维能力,如“了解车用能源”一节,通过让学生从多个角度比较和分析不同燃料和能量的转化方式优劣,深入体会科技进步改善人类生活、环境质量的重大意义。

鲁科版设置了“联想·猜疑”和“微项目”两个特色栏目,“联想·猜疑”栏目为每节首的导入专栏,以科学、技术、社会和环境为背景铺设情境,提出问题,激发学生学习兴趣和动机。如“认识有机化合物”一节,通过呈现食品、药品、轮胎和燃气等贴近生活的物质成分的结构式,使学生感到既熟悉又陌生,极大欲望想继续深入学习。“微项目”栏目则与人教版的“研究与实践”栏目异曲同工,精选科技、社会、环境项目素材,通过项目式教学发展学生核心素养。

2. 共性栏目比较

两版教材在共性栏目的呈现上各具特色。在阅读拓展类栏目上,两版教材均安排了丰富多样的子类栏目,按照其设置意图可细分为化学史实、应用实践、知识拓展以及开拓眼界四类。其中在同一主题呈现上,人教版注重安排化学史实类型的阅读材料,例如在“元素周期表”一节,人教版以纯文字形式介绍了拉瓦锡、德贝莱纳、门捷列夫等各自对元素周期表发展做出的贡献,侧重于让学生了解化学史,感悟科学家勇于探索的精神。鲁科版以图文并茂的方式列举了短式、长式及三角形三种不同类型的周期表,旨在从不同角度加深学生对元素周期表的认识,培养学生的创新意识。鲁科版则倾向于实践应用,例如在“工业合成氨”拓展介绍上,鲁科版教材不仅以文字形式描述了工业合成氨的发展历程,并且展示了高温高压催化合成氨的实验装置以及我国现代合成氨工厂,凸显化学对改造人类社会的巨大贡献,人教版教材则以纯文字形式介绍了哈勃和博施等在合成氨工艺上所做出的贡献史。在不同主题呈现上,人教版教材更加注重从学生生活实际出发,凸显职业规划教育,鲁科版教材则注重与现代科技发展相结合,突出化学科学前沿性、绿色化学观念和可持续发展意识。

在互动探究类栏目中,人教版的“思考与讨论”和鲁科版的“交流研讨”都是通过创设情境来引发学生思考进而驱动学生深度学习,但两个栏目的引入问题各具特色。“交流研讨”注重化学前沿、重大科学成就的引入,如“我国科学家成功合成结晶牛胰岛素”“青蒿素的发现、研究及应用之旅”,通过重大科学前沿成就的介绍,引发学生讨论,从而激发学生的探究意识和创新精神。“思考与讨论”则更多地结合日常生活来创设化学问题情境,如“新型自来水厂消毒剂”“化肥和农药的使用”,将所要学习的知识与日常生活中的问题紧密结合起来,培养学生问题解决能力与社会责任感。人教版“探究”和鲁科版“活动探究”均重视学生的实践探究与思维拓展能力培



养,不同的是人教版内容更为突出实践性特点,引导学生将所学应用于实践,鲁科版内容则更加注重引导学生发现现有研究价值的问题并提出科学的实验方案进行验证。

三、STSE教育内容的对比分析

1. STSE教育内容主题数量及分布

对两个版本必修教材各章、节相关栏目中的

STSE教育内容梳理分析(见表3、表4),根据STSE教育内容内涵,对其所属主题分布情况进行了统计(见表5)。可以看出两个版本教材栏目中STSE教育内容主题分布并不均衡,都侧重于“技术前沿”和“日常生活”两个主题,鲁科版对“生态环境”主题涉及较少。

表3 人教版、鲁科版教材必修1栏目中的STSE教育内容

人教版必修第1册			鲁科版必修第1册		
教学单元	STSE教育内容	出处	教学单元	STSE教育内容	出处
第1章 物质及其变化	①分类思想;②丁达尔效应;③化学科研工作者;④模型认知;⑤氧化还原反应概念的发展;⑥汽车尾气的催化转化器。	方法导引:①④ 资料卡片:② 化学与职业:③ 科学史话:⑤ 思考与讨论:⑥	第1章 认识化学 科学	①研究领域与化学相关的国家最高科学技术奖获得者;②屠呦呦颁奖现场与青蒿素发现、研究及应用之旅;③一种用于油水分离的膜材料;④与化学紧密相关的职业介绍;⑤含氯化合物的漂白和消毒作用;⑥探秘膨松剂;⑦微胶囊技术在膨松剂中的运用。	资料在线:①③ 交流研讨:②④ 身边化学:⑤ 微项目:⑥ 化学前沿:⑦
第2章 海水中重要元素——钠和氯	①侯德榜与侯氏制碱法;②了解纯碱的生产历史;③氯气的发现过程的启示;④新型自来水消毒剂;⑤验证次氯酸光照分解产物的数字化实验;⑥水质检验员。	科学史话:① 研究与实践:② 思考与讨论:③④ 科学技术社会:⑤ 化学与职业:⑥	第2章 元素与物 质世界	①胶体的性质—电泳;②胶体的聚沉;③配制植物营养液;④电解质与细胞活动;⑤强、弱电解质;⑥利用氧化还原反应制备物质和获取能量的实例;⑦科学使用含氯消毒剂。	拓展视野:①② ⑤ 迁移应用:③ 身边的化学:④ 化学与技术:⑥ 微项目:⑦
第3章 铁金属材料	①人体中的铁元素;②利用覆铜板制作图案;③检验食品中的铁元素;④测试工程师;⑤超级钢;⑥铝制品的表面处理;⑦用途广泛的稀土金属。	资料卡片:①⑥ 探究:② 研究与实践:③ 化学与职业:④ 科学技术社会:⑤ ⑦	第3章 物质的性 质与转化	①含铁元素物质及其应用;②补铁剂中铁元素价态的检验;③铁元素与人体健康;④硫酸工业生产的演变;⑤酸雨的危害及其防治;⑥工业合成氨;⑦尿素和复合肥料;⑧科学合理施用氮肥;⑨绿色化学;⑩论证重污染天气“汽车限行”的合理性。	猜想质疑:① 活动探究:② 身边的化学:③ ⑦⑧ 交流研讨:⑤ 化学与技术:④ ⑥⑨ 微项目:⑩
第4章 物质结构元素 周期表	①原子模型结构的转变;②科技考古研究人员;③元素周期表的发展。	科学史话:①③ 化学与职业:②			
合计	22		合计	24	

表4 人教版、鲁科版教材必修2栏目中的STSE教育内容

人教版必修第2册			鲁科版必修第2册		
教学单元	STSE教育内容	出处	教学单元	STSE教育内容	出处
第5章 化工生产中的 重要非金属元素	①食品中的SO ₂ ;②硫酸盐;③化学工程师;④合成氨;⑤测量雨水的pH;⑥性能用途各异的玻璃制造;⑦高纯硅的制备;⑧新型陶瓷。	资料卡片:①②⑥⑦ 化学与职业:③ 科学史话:④ 科学技术社会:⑧ 研究与实践:⑤	第1章 原子结构 元素周期 律	①未来的能源—核聚变能;②认识核外电子的运动;③人类对元素周期律的认识;④形式不同的元素周期表;⑤金属材料;⑥硅及其化合物与非金属材料;⑦海带提碘与海水提溴;⑧镧系、铜系及稀土元素;⑨碱金属、卤族元素单质的物理性质。	化学与技术:① 拓展视野:②③ ⑧ 历史回眸:④ 身边的化学:⑤ ⑥ 微项目:⑦ 资料在线:⑨



(续表4)

第6章 化学反应与能量	①简易电池的设计与制作;②发展中的燃料电池;③电池研发人员;④了解车用能源;⑤神奇的催化剂;⑥炼铁高炉尾气之谜。	探究:① 研究与实践:④ 科学史话:⑥ 科学技术社会:②⑤ 化学与职业:③	第2章 化学键 化学反应规律	①化学家对微粒间的结合方式的认识;②化学键与物质性质;③氢能;④认识锌锰干电池;⑤闵恩泽与石油化工催化剂;⑥研究车用燃料和及安全气囊。	联想质疑:① 拓展视野:② 资料在线:③ 身边的化学:④ 化学与技术:⑤ 微项目:⑥
第7章 有机化合物	①烷烃的生活用途;②乙烯用作植物生长调节剂;③芳香族化合物与苯;④黏合剂与涂料;⑤酒类产品中的乙醇;⑥粮食酿酒与制醋;⑦食品包装中的抗氧化剂;⑧奶油制作;⑨营养师;⑩了解食品中的有机化合物。	思考与讨论:① 信息搜索:②⑥ 科学史话:③ 科学技术社会:④⑧ 资料卡片:⑤⑦ 化学与职业:⑨ 研究与实践:⑩			
第8章 化学与可持续发展	①自然资源与可持续发展;②海水中的化学元素;③海水提溴工艺流程;④天然气水合物;⑤生物资源的利用;⑥滴滴涕的功与过;⑦化肥与农药的施用;⑧处方药与非处方药;⑨化学与药物设计、合成;⑩食品添加剂的使用;⑪豆腐的制作;⑫水体污染与防治;⑬人工光合作用;⑭环境保护工程师。	资料卡片:①②④⑧⑩ 思考与讨论:③⑦⑫ 科学技术社会⑤⑥⑨⑬ 研究与实践:⑪ 化学与职业:⑭	第3章 简单的有机化合物	①生产生活中的有机化合物②阻燃保温材料③神奇的分子器件和分子机器;④煤、石油等在生产生活中的运用与问题;⑤可燃冰的开采;⑥汽油的标号与辛烷值;⑦饮酒的利弊与“酒驾”检验;⑧自制米酒。	身边的化学:② ⑥⑦ 交流研讨: 拓展视野:③ 化学与技术:⑤ 联想质疑:①④ 微项目:⑧
合计	38		合计	23	

表5 STSE教育内容的主题分布情况

版本及教材		科学		技术	社会		环境	总数
		化学知识	科学发展	技术前沿	日常生活	社会发展	生态环境	
人教版	第一册	2	7	3	6	3	1	22
	第二册	2	2	10	13	4	7	38
鲁科版	第一册	1	3	5	11	2	2	24
	第二册	4	3	5	9	1	1	23

2. STSE教育内容的共同点

两个版本教材都是依据最新版课程标准编写,在STSE教育内容的选取与呈现上都围绕着发展学生“科学探究与创新意识”和“科学态度与社会责任”核心素养,从学生已有认识、生产生活实际、现代科技发展等方面出发,将各个维度的STSE内容穿插于教材不同栏目中。此外在呈现STSE教育内容丰富内涵的同时,两版教材均注重“中国元素”渗透。如人教版教

材在“钠及其化合物”一节中,设置“科学史话”介绍我国科学家侯德榜及侯氏制碱法;鲁科版教材在“认识化学科学”一节中设置“交流研讨”介绍我国科学家屠呦呦及其团队研究青蒿素的过程,展示我国最高科学技术奖中与化学有关的研究成果等。“中国元素”的引入有利于增强爱国主义教育,提升文化自信。在介绍化学基础知识时,都重视对知识扩展,拓宽学生的科学视野。如人教版“资料卡片”“信息搜索”栏目,鲁科



版“资料在线”“拓展视野”栏目,学生学习知识不仅知其然更知其所以然,有利于增强学生科学本质观。

3. STSE教育内容的不同点

(1) 统计数据的说明

从统计的数据来看,人教版必修教材STSE教育内容共计60个,鲁科版必修教材共有47个,比人教版教材少13个。其主要原因是,与人教版必修教材每册4章内容相比,鲁科版教材将每册教学内容调整为3章,相应的教材中STSE教育内容有所减少。然而鲁科版教材于每章末增加了一个“微项目”,使得鲁科版教材中STSE教育内容更为丰富多彩,科学、技术、社会及环境教育思想贯彻得较为突出。

(2) 相同内容呈现方式的差异

由于不同版本教材的编写理念不同,在相同STSE教育内容的呈现上各具特色。例如在“碳酸钠与碳酸氢钠的性质”一节中,人教版设置专章专节在正文和栏目中,图文并茂以及通过实验探究、科学史话等形式介绍了碳酸钠和碳酸氢钠在日常生活中的用途、二者性质的差异及人类生产利用的历史。鲁科版教材则是在微项目“探秘膨松剂”,通过探究碳酸氢钠蓬松作用原理以及设计复合膨松剂两个项目活动,介绍碳酸钠和碳酸氢钠各自用途及性质。两者对比可以看出,人教版教材注重学生化学知识的掌握,鲁科版则侧重学生问题解决能力和实验探究能力的培养。

四、结论与建议

1. 研究结论

人教版、鲁科版高中化学必修教材在STSE教育内容的呈现上既有共性也有差异。两个版本教材均调整增加了大量的STSE教育素材,及时更新、替换了部分陈旧的STSE内容,密切联系日常生活,与时俱进引入化学科学发展的最新成果,引导学生真切感受化学与日常生活的紧密关系和对人类社会进步的重大贡献。从教学栏目特点来看,鲁科版教材栏目灵活多样,更具特色,人教版则注重STSE内容专栏设置。从主题分布来看,两版教材均以科学、技术和社会主题为主,对生态环境主题略有欠缺,人教版注重化学与人类社会生活的密切关联,鲁科版则侧重化学科学前沿技术的介绍,突出课程标准中生活化和现代化结合的理念。从内容呈现形式来看,人教版STSE内容以化学基础知识为载体,在阅读拓展类栏目中直接呈现,学生能直观地感受化学科学、技术、社会及环

境的关联;鲁科版则注重学生的真实体验感,多在互动探究类栏目中,通过引入社会热点议题、模拟科学探究的微项目等,培养学生的“科学态度与社会责任”素养。

2. 思考与建议

基于对比研究可以发现,两版教材中的STSE教育内容主要以阅读材料以及穿插与主题相关的图片辅助,较少涉及引发学生思考和研究的课题,不利于启发学生深入学习和思维能力培养。另一方面在STSE教学实施上,教师对STSE教育理念认识程度不够,STSE教育教学力度方面较弱。^[9]为此提出以下几点建议:

(1) 加强STSE教育资源的开发与利用

新教材虽然精选了丰富多彩的STSE教育内容,然而科学技术日新月异,社会不断发展,教材更新周期较长,固定的STSE内容及呈现方式不足以满足未来STSE教育教学的实施,为此要大力加强STSE教育资源的开发与使用。一方面可以建立STSE教育线上资源共享机制及教学案例库,为教师教学及时补充“新鲜血液”,在STSE教育内容编排与选择上,增加进一步探索研究的课题,提出启发学生进一步思考问题,优化STSE内容呈现形式,提高辅助插图质量,使其更符合学生的认识特点,更易为学生接受;另一方面,教师教学中要善于挖掘寻找契合的素材,综合利用不同版本教材中的资源,同时充分利用报纸、互联网、杂志等媒体渠道,检索前沿资源弥补教材的不足。

(2) 提升教师的STSE教育教学素养

能否利用好STSE教育资源,高效实施STSE教学,切实发挥STSE教育促进学生核心素养发展,关键在于教师的STSE教育教学素养水平。一方面开展STSE教学培训和教学示范活动,强化教师对STSE教育理论和教学技能的掌握;另一方面教师教学中要选择契合教学实际的教学方法,基于所要学知识的特点综合利用角色扮演、课堂辩论、社会议题论证、项目式教学等多种方法,关注学生的真实感悟。在STSE素材使用中适当增加有关内容的开放度,扩展学生的视野,重视教材中STSE教育习题,创造性利用好教材栏目,尤其是活动探究类栏目。

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
(下转第70页)



学上台领取实验用品。1、2小组按照配方1制作;3、4小组按照配方2制作;5、6小组按照配方3制作——比较哪一个小组做出来的史莱姆最透亮,品质最佳。

【展示与交流】展示学生成品。学生根据评价标准互评。不同小组制作的成品流动性相差很大。我们发现硼砂水最佳浓度是2%,当硼砂水很稀时,史莱姆不能成型;硼砂水浓度太大时,史莱姆很脆。

设计意图:产品标准由成员集思广益,达成共识后制定,合理而规范,既能提高参与度,也能促进学生多方面考虑问题的能力和意识。

4. 问题解决,共同完成项目

【提问】有没有办法帮助另外三组同学做出更好的史莱姆?硼砂水如果太浓,你们准备如何解决这个问题?如果太稀了呢?会怎么处理?

【讨论交流】通过计算给出合适的解决方案。

设计意图:本环节,学生通过定性分析给出粗略的建议,提高定性分析的能力;在引导下进行定量分析,涉及到分式方程的计算,需要相应的数学知识,对学科综合能力要求较高。

5. 打开脑洞,开发创意玩法

【提问】每位同学都学会了如何制作史莱姆,你能想到哪些玩法?将想法写出来。

【学生】呈现火山爆发模型、大陆漂移模型、模拟泥石流……

【总结】学生总结配制溶液的基本步骤和注意事项、溶液浓度的定性处理和定量计算等。

设计意图:从活动中提炼出本节课的核心知识,为系列课程的开展打下基础。

五、项目教学反思

“玩转史莱姆——配制溶液”本节课基于真实情

境的开发,在实施过程中调动了学生学习的主动性,激发了学生对科学研究的兴趣,在一定程度上提升了学生科学探究能力。本项目的课题的设计是源于史莱姆玩家在使用过程中出现问题的提炼,是“真问题、真研究、真解决”。在本案例中,教学设计之初,就充分吸收了教学评一体化的理念,因此在设计中时时考虑了项目评价的设置。

本次教学是对该主题的初步探索,还存在许多不足,提供了更多的思考:

(1)课堂前半部分较为基础,学生在制作不同种类史莱姆的过程中提高了实验操作能力。后半部分着重了科学探究的色彩,但是内容上涉及了不少高年级的内容,对学生的知识储备和学习能力要求较高,设置难度偏难。因此,对于七年级学生而言,在课程主题上需要更贴近学生现实情况,抓住学生的“最近发展区”,给予恰到好处的拓展。

(2)课堂的最后一个课题是科学写作训练,是学生对本次项目学习的一次小结。科学写作是促进学生对科学知识的深层次理解,激发学生的思考意识,训练其科学探究能力有效途径。虽然是浅尝辄止,也为项目式教学专题课程的开发带来了更多可能。

参考文献

- [1] 夏雪梅.项目化学习的实施:学习素养视角下的中国建构[M].北京:教育科学出版社,2020.
- [2] 张丰,管光海,何珊云,等.重新定义学习:项目化学习15例[M].北京:教育科学出版社,2020.
- [3] 陈颖,王磊,徐敏,等.高中化学项目教学案例——探秘神奇的医用胶[J].化学教育(中英文),2018,39(19):8-14.
- [4] 中华人民共和国教育部.义务教育初中科学课程标准(2011年版)[S].北京:人民教育出版社,2011.

(上接第90页)

- 年版[S].北京:人民教育出版社,2018.
- [2] 王晶,毕华林.普通高中课程标准实验教科书(化学第一册必修)[M].北京:人民教育出版社,2019.
- [3] 王晶,毕华林.普通高中课程标准实验教科书:化学第二册(必修)[M].北京:人民教育出版社,2019.
- [4] 王磊.普通高中课程标准实验教科书:化学第一册(必修)[M].济南:山东科学技术出版社,2019.
- [5] 王磊.普通高中课程标准实验教科书:化学第二册(必修)[M].济南:山东科学技术出版社,2019.

- [6] 张智勇,李雅兰,张静.高中物理教科书中STSE教育内容的比较研究[J].中小学教材教学,2021(01):20-22,26.
- [7] 郭桂周,肖白云,柳晓钰.STSE教育:内涵、类型与维度[J].化学教学,2021(11):7-12.
- [8] 齐玉和,孔令鹏.新旧鲁科版高中化学必修教材中STSE教育内容研究[J].化学教育(中英文),2021,42(15):1-7.
- [9] 杨秋兰.重庆市高中生物教学中STSE教育现状调查与实践研究[D].重庆:西南大学,2020.