

从“保温材料”到“微塑料”

基于社会性科学议题的青少年科学探究与社会责任感培养

周政威，关大勇，陈全，吴於人

（智勇创新教育研究院）

摘要：在教育方面，培养青少年的科学探究能力及社会责任感非常重要。随着科学教育的广泛推广，社会性科学问题和项目式学习等策略也逐步被引入。结合教学实践，本文探讨如何在科学教育课程设计和实施中融入社会性科学议题，选取“保温相变材料的热管理应用”和“微塑料的生态化处理”为案例。基于跨学科项目化课程和十二步教学法，本文探讨了社会性科学议题的课程应用。同时，分析两个项目式学习课程的跨学科特征、十二步教学法的元素及其在教学设计中的应用与效果。通过这些课程，青少年的科学探究能力和社会责任感得到培养，为社会议题在科学教育中的课程设计和实践提供了有益的参考。

关键词：社会性科学议题；青少年；跨学科科创；科学教育

一、引言

在科学教学中，教师常面临的一个挑战是如何通过课程规划来激发青少年对科学的兴趣，并鼓励他们探索科学。此外，还需要培养他们解决现实问题的能力。科学始于生活，在日常生活中到处隐藏着需要解答的科学问题，选择合适的主题并把握机会，通过课程的设计来增强青少年的社会责任感，这一点非常重要。

社会性科学议题（SSI）提供了这个机会，它把科学知识融合到社会现实问题中，帮助青少年在掌握科学的过程中同时关注社会，积极参与社会事务，进而增强他们的社会责任感。

本文将通过分析两个青少年课题案例——保温材料研究和微塑料清除研究及其实践过程，探讨在社会性科学议题的背景下，如何设计和实施主题教育中的科学实践课程，以同时达成科学探究和社会责任感培养的双重目标。

二、基于社会性科学议题的科学教育课程设计理念

（一）社会性科学议题的内涵与价值

社会性科学议题是指那些与科学知识紧密相关、同时又具有重要社会意义的议题，其诞生于 20 世纪 80 年代，随着科学技术的发展及社会性问题出现而引发关注和讨论^[1]。这类议题通常涉及多个学科领域，与日常生活经验相联系，并且能够引发学生的思考和讨论。例如食品添加剂的使用、核能使用的利弊、转基因技术、人工智能的应用和风险等^[2]。



图 1 SSI 应用于教学的展示案例^[3]

社会性科学议题往往具有多重价值：

(1) 激发学生兴趣：相比常规的课本学习，社会性议题的现实性更容易吸引学生的注意，提高对相关学科的学习兴趣。

(2) 促进跨学科学习：复杂现实问题的解决往往既需要调动批判性思维、创新能力，也需要学生在社会科学、理工科等多学科上的参与和融合。

(3) 提升社会责任感：学生可以通过探讨社会相关议题，认识科学在社会中的影响力，从而增强他们的责任意识，并积极投身于各类社会活动中^[4]。

（二）跨学科科创十二步教学法的应用

《项目化跨学科科创课程的十二步研究性学习教学法》是由智勇科创经过十四年实践和研究，总结出适用于 8-18 岁青少年的研究性学习教学方法，系《青少年科创课堂环节系列》

内容之一。该方法涵盖 Bloom 学生认知体系（将认知领域的教育目标分为识记、理解、运用、分析、评价、创造六个层次^[5]），参考 PDCA 工作方法（Walter A. Shewhart 提出，将质量管理分为 Plan、Do、Check、Act^[6]）。

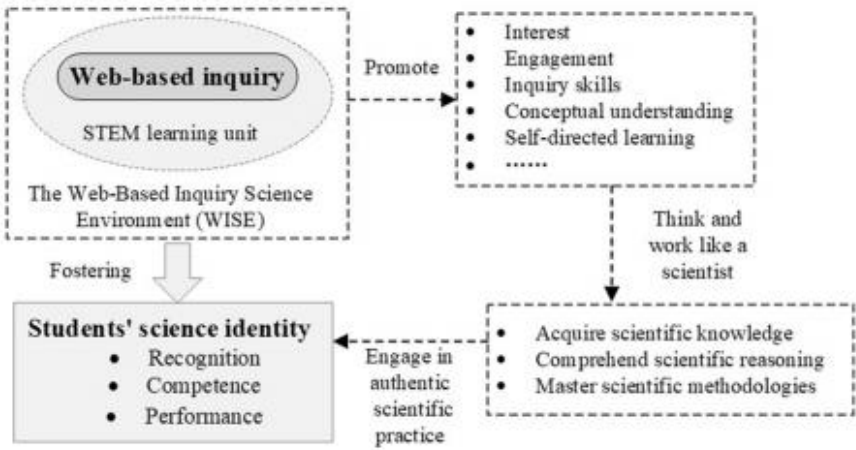


图 2 探究性学习（Steps of Inquiry based Learning）应用案例^[7]

进一步参考 PBL 项目的基本设计元素的黄金标准，和探究性学习方法最终形成了现有的十二步教学法。

跨学科的创新十二步教学法是一项以学生为主体的教学方法，旨在通过一系列有序的步骤，引导学生在实际情境中开展科学研究。十二步教学法包括四大阶段：定向目标、定义概念、实践研究、总结分享，具体步骤如下：

定向目标阶段： 分享广泛概念、观察分析现象、提出基本问题。

定义概念阶段： 需要明确重要的概念、识别核心问题，并提出假设以及支持这些假设的基础依据。

实践研究阶段： 定制研究计划、技术准备实践探索、描述现象处理分析。

总结分享阶段： 总结规律应用拓展、评估复盘项目、分享研究成果。



图 3 基于研究性学习法的十二步教学法示意图

(三) 社会性科学议题在项目式学习中的应用

项目式学习，是学生在老师指导下围绕具体问题，采用讨论、资料查阅、分析、展示等手段完成项目成果，在过程中学习知识和提升综合能力的一种学习方式^[8]。在跨学科类学习中，基于项目式学习模式，在教学设计中还会着重考虑所选择社会性科学议题的公共精神培育、学习框架，形成有价值的主题学习策略^[9]。

表 1 化学类社会议题“碳中和”议题下 CO₂ 捕集的原理演示案例

编号	类别	CO ₂ 捕集剂及其用量、浓度	CO ₂ 捕集的反应原理
1	实验室捕集剂	10 mL 饱和 Ca(OH) ₂ 溶液 (0.022 mol · L ⁻¹)	CO ₂ + Ca(OH) ₂ = CaCO ₃ ↓ + H ₂ O
2		10 mL 0.165% 的 NaOH 溶液 (0.041 mol · L ⁻¹)	CO ₂ + 2NaOH = Na ₂ CO ₃ + H ₂ O
3		10 mL 5.0 mol · L ⁻¹ NaOH 溶液	CO ₂ + 2NaOH = Na ₂ CO ₃ + H ₂ O
4	工业捕集剂	10 mL 5.0 mol · L ⁻¹ NH ₃ · H ₂ O 溶液	CO ₂ + NH ₃ · H ₂ O = NH ₄ HCO ₃
5		10 mL 5.0 mol · L ⁻¹ K ₂ CO ₃ 溶液	CO ₂ + K ₂ CO ₃ + H ₂ O = 2KHCO ₃
6		10 mL 5.0 mol · L ⁻¹ MEA 溶液	CO ₂ + 2HOCH ₂ CH ₂ NH ₂ = HOCH ₂ CH ₂ NH ₃ ⁺ + HOCH ₂ CH ₂ NHCOO ⁻
7		10 mL 5.0 mol · L ⁻¹ MDEA 溶液	CO ₂ + MDEA + H ₂ O = MDEAH ⁺ + HCO ₃ ⁻

同时，涉及基础学科的跨学科学习，在社会性议题选择上，还会重点考虑实验的可操作性和科学性，以及在过程中所涉及的知识与课标知识的关联性^[10]。

跨学科科创十二步教学法具有以下特点：

真实性任务驱动：以实际的社会性科学议题为任务背景，让学生感受到学习的现实意义。

整合多学科知识：学生需结合物理、化学、生物以及环境科学等多领域的知识，以实现问题的全方位分析和应用。

自主探究与合作学习：学生在项目中自主设计实验、收集数据、分析结果，共同完成任务，不仅有助于学生的科学探究能力的培养，还能提高他们的沟通协作能力。

以促进学生科创能力的全面提升为目的，结合十二步教学法与社会性科学议题，可以为学生创设沉浸式的研究环境。

三、课题案例分析与教学设计

为符合党的二十大和二十届三中全会精神，全国生态环境保护大会精神的议题，基于社会性科学议题中“碳中和”概念，本研究中所选择的两个案例中保温材料课题涉及新能源汽车的能源效率问题，微塑料课题则聚焦于环境污染与生态健康。

两个案例均来源于学生生活中常见的现实问题，其中保温材料课题涉及材料科学、热力学等知识，微塑料课题则与化学、生物学、环境科学紧密相关。

（一）社会性科学议题一：保温相变材料及其热管理应用

1. 课题来源与背景

来源引入：随着电动汽车的普及，关于其电池的热管理问题变得越来越显著。传统的降温方法有许多局限性，比如空气冷却的导热性能不佳，而液体冷却在温度均匀性方面表现欠佳。因此，研发高效的电池温度管理系统具有重要的实际价值。

在课堂上提出该社会性科学议题后，引出学生对解决该项目化课题的立项，以及对物理、化学、材料科学等学科的学习兴趣及思考。

2. 基于十二步教学法的教学设计

定向目标：介绍电池技术仍是影响新能源汽车发展的核心要素，其中电池的热管理起着至关重要的作用。观察分析现象，展示新能源汽车因电池温度过高而发生故障的案例；提出核心问题，鼓励学生探索相变材料（PCM）在电池热管理中的应用可能性。

定义概念：了解相变材料的基本原理、类别及聚氨酯材料的特点等相关知识；定义核心问题，明确需要解决的技术难题，如如何确定相变材料与聚氨酯的最佳配比，提出初步的研究假设。

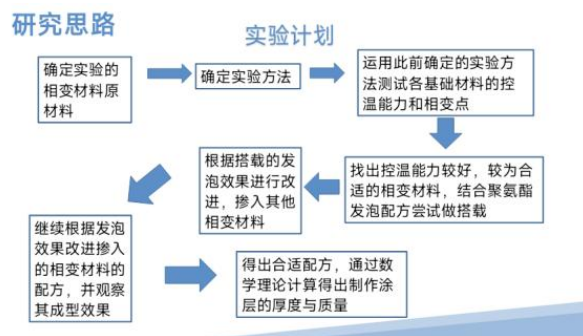


图 4 相变材料热管理学生实验设计

实践研究：学生在查找相关信息之后，构思实验计划，安排实验流程以及准备所需物资。在实践探索技术准备的过程中，教师需要提供实验所需的设备和资料，而学生则要进行实验操作并记录实验结果。

总结分享：总结规律应用拓展，整理实验数据，分析实验结果，撰写实验报告，探讨研究成果在实际新能源汽车电池热管理系统中的应用。

根据查阅资料得出：聚氨酯搭载最佳比例：50%聚氨酯，30%水，5%发泡剂。

15%木制纤维



图 5 学生进行 PCM 材料合成实践

3. 课题成果与学生收获

最终，学生成功开发出一种基于相变材料复合聚氨酯的电池热管理系统，确定了最佳的材料配比和控温效果。

通过实验和总结，同学们对材料科学和热力学的理解得到了提升，掌握了“相变”这一概念，并增强了他们的创造性思维和动手实践的能力。学生在项目中增强了对新能源汽车等高科技领域的兴趣，也意识到自身在推动科技发展和社会进步中的责任。

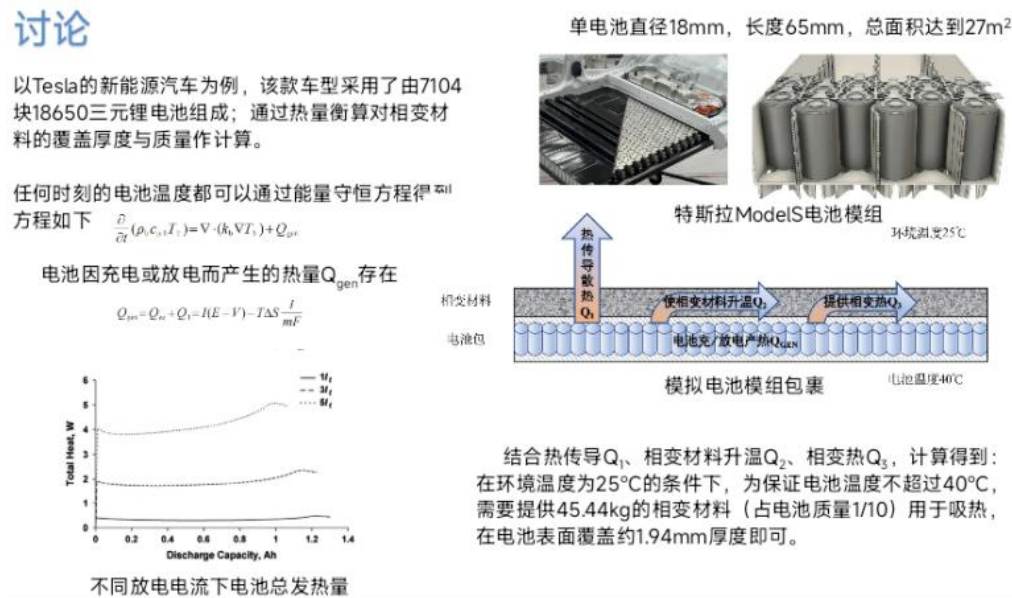


图6 应用讨论展示

（二）社会性科学议题二：微塑料及其生态化解决

1. 课题来源与背景

来源引入：塑料污染是一个全球环境难题，其中微塑料作为一种新型污染形式，正对生态系统及人类健康产生重大危害。微塑料广泛存在于水体、土壤、空气等环境中，能够被生物摄取，引起一系列生理和生态问题。因此，寻求有效方法来应对微塑料的影响对环保工作至关重要。

在课堂上提出该社会性科学议题后，引导学生思考生态化解决微塑料问题的策略，从而引发对环境科学、生态学、生命科学等学科的学习兴趣；后续将提供查找工具和实验环境，以协助研究社会科学相关问题。

2. 基于十二步教学法的教学设计

定向目标阶段：分享广泛概念，展示塑料污染的图片、视频等资料，引导学生了解微塑料的来源、分布及其危害；观察分析现象，呈现受微塑料污染的生物等案例；提出基本问题，引出利用小球藻对微塑料进行絮凝吸附的研究课题。

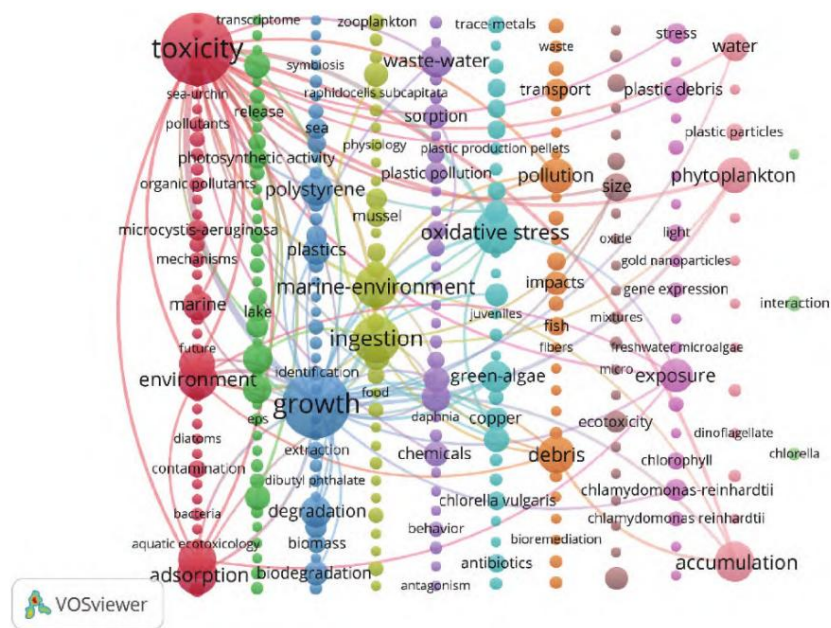


图7 学生案例：微塑料与小球藻检索图谱

定义概念阶段：定义核心概念，组织学生学习微塑料的定义、特性以及小球藻的生物学特性等相关知识；定义核心问题，明确研究方向，如小球藻对不同种类和浓度微塑料的絮凝吸附效果；生成假设和理由，并利用现有知识来建设推测。

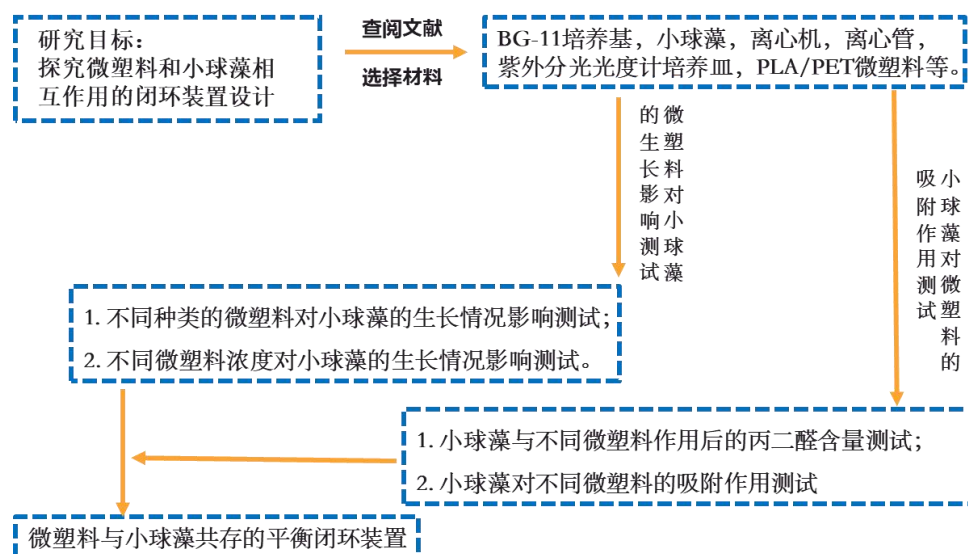


图7 学生案例：微塑料与小球藻检索图谱

实践研究阶段：制定个性化的研究计划，学生进行小组分工，共同设计实验方案，并详细规划实验步骤。为实验做准备，教师提供了所需的材料，如小球藻、微塑料样本和培养基，并指导学生进行实验操作；学生定期观察和记录小球藻的生长情况以及微塑料的吸附效果，运用统计学方法对数据进行分析。



图 8 微塑料吸附实验结果分析

总结分享阶段：分析实验结果，撰写实验报告，思考如何将小球藻絮凝吸附微塑料的技术应用于实际的水体污染治理中；对项目进行全方位分析，指导学生回顾整体项目实施过程，反思自己在其中的表现和所得的经验。展示研究成果并进行汇报，分享研究发现，提供关于微塑料吸附控制的具体方案。

3. 课题成果与学生收获

通过实验，学生发现小球藻对微塑料具有一定的絮凝吸附效果，并且不同种类和浓度的微塑料对小球藻生长的影响存在差异，但也发现小球藻会受到微塑料的物理影响，絮凝后生长缓慢甚至死亡，过程中学习到了“生物胁迫”概念，也了解到生物治理实践当中，既需要考虑治理效果，也需要考虑生物本身的可持续生长。

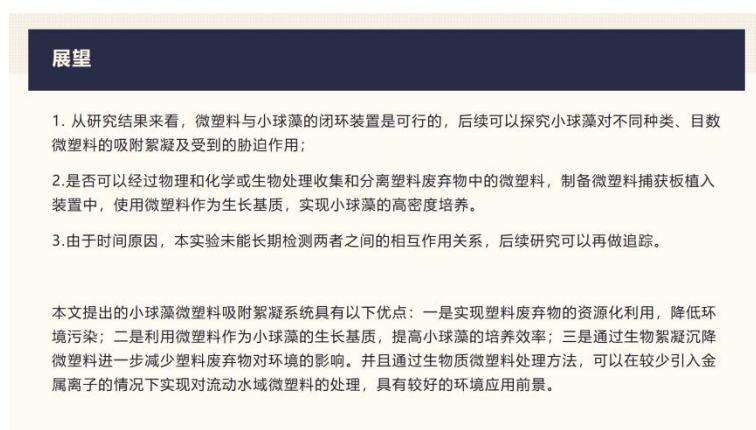


图 9 学生总结展望

这些研究发现为解决微塑料污染问题带来了创新的策略和手段。在课题研究过程中，学生深入了解了微塑料污染问题，提高了自身的环境科学素养和实验操作技能。参与环境保护实践活动使学生更加体会到维护自然的重要，并提升了他们的社会责任感和使命意识。

四、基于社会性科学议题的科学教育课程实施策略

（一）创设情境，激发学生兴趣

在课程初期，教师应通过营造逼真的情境，使学生参与到涉及社会的科学问题中。例如，在保温材料课题中，展示新能源汽车因电池温度问题引发故障的视频；在微塑料课题中，组织学生参观污水处理设备，了解水体污染现状和微塑料污染现状。

同时在常规的课堂环节上加入游戏化、无领导组织、时间管理等元素，如在教学实践中让学生以小组为单位进行实验合作，通过翻转课堂的形式进行展示和相互点评，突破原有课堂的思维局限，突出科创教育中创新创造的可能性。

（二）提供支持，促进自主探究

在教育过程中，教师应扮演引导者和支持者的角色，为学生提供必要的协助和鼓励，从而促进他们的自主学习和独立研究。例如在上述实验教学实践中，教师给学生提供了充足的实验条件，同时组织教研团队，围绕学生进行的社会性议题进行幕后的探讨和验证，在保温材料项目中，前置准备了具有相变储能功能的 PCM 微胶囊相变材料，在微塑料治理课题中则提供了小球藻藻种和培养条件，并且通过科学指导让学生掌握该培养技术。此外，激发学生自主策划实验、获取数据并解读结果，以培养他们的独立思考和动手能力。

（三）组织合作，培养团队精神

跨学科科创十二步教学法强调学生的合作学习，因此教师应合理分组，组织学生开展团队合作。

（四）引导反思，提升社会责任感

项目实施后，需要让学生回顾自己在项目中的收获和不足，思考所研究的社会性科学议题对社会的影响，以及自己作为公民所应承担的责任。在实践案例中，通过总结、准备演讲展示课件、课堂分享等形式，促进学生的深度思考和社会责任感的提升。

在涉及保温材料的项目中，引导学生探讨如何促进电动汽车行业的持续性增长；在微塑料课题中，鼓励学生提出治理的具体措施并尝试践行。

五、评价体系设计

（一）多元化评价主体

在将社会议题与十二步教学法结合的课程中，教学评估需要建立多样化的评价体系。这应包含教师的评价、学生自我评估、同学间的互评以及专家的审查。

1. 教师评估：关注于学生在学习过程中的表现、研究能力和协作能力的多方面衡量。
2. 学习者评估：涵盖了自我评估与同伴反馈，让学习者认识到自身学习进展和不足之处，同时也能向他人借鉴优点。
3. 专家评鉴：从专业视角出发，客观且准确地对学生的研究成果进行分析评判。

（二）过程性与终结性评价相结合

在科学教育课程中，不仅需要注意最终评价，还要重视过程中的评估，以了解学生在参与科学实践活动时的学习成果。

过程性评价关注学生在课题研究过程中的表现，如参与度、实验操作能力、数据记录与分析能力、团队协作能力等；终结性评价主要考查学生的最终研究成果，如实验报告、研究论文、实物作品等的质量和水平。结合过程性评价与终结性评价，既可以激励学生在学习过程中奋发向上，又能够精确地衡量他们的学习成果。

（三）评价标准的制定

十二步教学法围绕基于青少年科创的培养目标模型，分别从学习能力、综合能力和道德品格三个方面对课程环节的细节进行调整，目前形成了适配于 12-18 岁科创课堂规则版本。随着课堂实践的逐步推进，课堂规范会不断地完善和修订。根据学生的特性和需求，持续制定符合的课堂规范。

六、结论

通过保温材料和微塑料两个课题案例，我们看到了社会性科学议题在激发青少年探究兴趣、促进跨学科学习、培养科学探究能力和社会责任感方面的巨大潜力，同时通过十二步教学法的教学设计与教学实践方法论的指导，在科学实践类课程实施中具有较好的可操作性，并具有与之对应的实施策略与评价体系。

在今后的科学教育中，教育工作者应积极挖掘更多具有社会价值的科学议题，运用跨学科科创十二步教学法，设计丰富的课程内容和教学活动，为青少年提供优质的科学教育，培养出具有创新精神、实践能力和社会责任感的高素质人才，为提高我国青少年的科学素养和社会责任感做出积极贡献。

参考文献

- [1] 郭传杰.社会性科学议题学习：肩负双重使命？[J].教育家，2024，(09)：28-29.
- [2] 龚俊燕.中美教科书 SSI 内容比较研究[D].华东师范大学，2023.
- [3] 褚祎.基于社会性科学议题的高中生物学项目式学习实践研究[D].西北师范大学，2024.
- [4] 中华人民共和国教育部.普通高中生物学课程标准(2017 年版 2020 年修订)[M].北京：人民教育出版社，2020：5.
- [5] 王瑞华. 基于布鲁姆教育目标分类法的多模态教学模式研究[J]. 太原城市职业技术学院学报， 2017， (06)： 106-108.
- [6] 王薇.中小学德育评价 PDCA 循环模型的建立与应用[J].中国考试，2025，(05)：35-43.
- [7] Huang, L., Pei, X. Exploring the impact of web-based inquiry on elementary school students' science identity development in a STEM learning unit.Humanit Soc Sci Commun 11, 885 (2024).
- [8] 张藤川.基于项目式学习的初中化学作业设计[D].西南大学，2024.
- [9] 陈淼.基于社会性科学议题的科学跨学科主题学习初探[J].教育研究与评论(小学教育教学)，2025，(04)：12-17.
- [10] 李奕奕，黄萍，周霞，等.基于社会性科学议题“碳中和”的实验设计——“二氧化碳捕集”课堂演示实验[J].化学教育(中英文)，2025，46(07)：75-79.