

社会性科学议题教学研究的系统性文献综述

郭聪慧

首都师范大学教育学院, 北京, 中国

【摘要】社会性科学议题 (SSI) 教学作为连接科学教育与社会责任的重要桥梁, 近年来在理论与实践领域备受关注。本研究采用系统性文献综述方法, 遵循 PRISMA 框架, 对中英文数据库中的 96 篇实证研究进行编码分析, 聚焦 SSI 教学的研究设计、实施模式、评估体系及实践挑战。研究发现 SSI 教学在促进学生核心素养发展方面展现出多维度的实践成效, 但教学实施中面临课程设计碎片化、教师跨学科能力不足等挑战, 亟需构建“教学方法-任务设计-环境资源-教师发展”四维协同生态, 实现从课堂创新向社会参与的范式跃迁。

【关键词】社会性科学议题; 社会性科学议题教学; 系统性文献综述; 科学教育

1. 绪论

1.1 研究背景: 科教双驱, 共促发展

人工智能与数字技术的深度渗透, 正在推动科学教育从“知识传递”向“能力建构”的范式转型。技术的发展为科学教育带来了新的可能性, 但也提出了新的挑战。无论是虚拟现实技术带来的沉浸式学习体验, 还是社交媒体可能引发的注意力分散问题, 都提醒我们: 科学教育需要更贴近真实的社会议题。社会性科学议题 (socio-scientific issues, SSI) 教学正是连接技术应用与社会责任的关键桥梁——它让学生在探索基因编辑、气候变化等复杂问题时, 既能理解技术原理, 又能思考技术对人类和生态的长远影响。在此过程中, 学生逐渐形成对科学不确定性的包容态度, 学会在信息矛盾中保持理性判断, 在利益冲突中寻求共识。这种能力不仅关乎个人发展, 更是现代社会公民参与公共事务、推动可持续发展的必备素质。

1.2 研究意义

在理论层面, SSI 教学作为培育科学素养的创新路径, 虽具有连接科学认知与社会行动的独特优势, 但我国对 SSI 应用于教学的研究起步较晚, 现有研究呈现碎片化特征, 缺乏对“教学范式转型-评估体系重构-要素协同机制”的系统性整合, 导致教育理论与教学实践之间存在显著鸿沟。在实践层面, 教师若要开展 SSI 教学不仅需克服课程进度压力、场地限制、保守团体反对等问题, 更要考虑学生先备经验、组内程度差异等现象。本研究通过系统性文献综述分析 SSI 教学实证研究, 提炼 SSI 教学的本质规律与创新路径、揭示其促进科学教育范式转型

的内在逻辑, 分析其应用效果及影响因素, 为推动 SSI 教学体系的本土化创新与实践转化提供双向支撑。

2. 文献综述

2.1 SSI 研究回顾

在 20 世纪 60 年代末和 70 年代初, 许多科学教育家认为, 通过让学生深刻理解科学与技术之间的内在联系, 以及它们对社会产生的深远影响, 能够显著促进其科学知识的全面发展。这一观念促使了一批倡导者将教育改革的焦点集中在美国的“科学、技术与社会” (简称 STS) 领域上[1]。随着论证教学的兴起、建构主义教育思想的进一步成熟以及非形式逻辑运动的发展, 西方发达资本主义国家的研究者将推理、非形式论证、批判性思维和决策引入科学、技术和社会问题中, 从而形成了 SSI[2]。SSI 是指与科学概念、原理和理论直接相关的复杂且有争议的社会问题[3]。SSI 与普通科学问题的区别在于, SSI 不仅与科学相关, 还涉及社会、政治、文化、经济、伦理等问题与多个利益相关者[4]。通过查阅相关资料, 本研究将国内外关于 SSI 的相关研究总结如下:

关于 SSI 的特征, Hofstein 等[5]认为 SSI 应当是当前的、有争议的、与学生相关的、与科学内容有联系的, 并且能够促进学习者之间的开放讨论的议题; Zeidler 和 Sadler[4]进一步阐述了 SSI 的特征, 将其描述为复杂的、结构不良的真实问题, 这些问题具有未确定的解决方案, 需要道德推理, 并挑战学生的规范期望。

关于 SSI 的分类, Fensham[6]基于科学确定性和人类风险水平提出了 SSI 分类方

案,将 SSI 分为简单案例、复杂、错综复杂和混沌四类;肖等[7,8]从内容属性角度将 SSI 分为生态环境议题、道德伦理议题、人类健康议题、资源使用议题;在地域属性角度,李[9]将 SSI 划分为全球性 SSI、国家性 SSI 和地域性 SSI。

2.2 SSI 教学研究回顾

1980 年,美国大学开始为学生提供关于“有争议的科学技术问题”的选修课程。1982 年,美国国家科学教师协会在其科学教育目标中纳入了 SSI 教育要求。1996 年的《国家科学教育标准》[10]明确指出,“有争议的科学技术问题应纳入个人选择、公共演讲以及科学事件和应用的讨论中”,这标志着 SSI 首次作为标准被纳入国家课程。我国《义务教育小学科学课程标准(2022)》中新增了“科学、技术、社会、环境”的课程目标,教材中也设置了 SSI 话题讨论、问题研究等栏目。SSI 教学是指通过围绕有争议的问题的理解、推理、争论和决策的过程,促进学习者对科学与社会关系的理解,个人价值观和道德的发展,以及促进个人适应社会生活的教育[11]。近年来,国内外对 SSI 教学的研究主要集中在两个方面,一是对 SSI 教学工具的研究;二是 SSI 教学模式的构建。

SSI 教学工具的开发与应用是提升 SSI 教学效能的关键支撑。现有工具涵盖数字化学习环境、可视化分析框架、协作平台及评估系统等类型,其功能聚焦于学习环境构建、证据整合、协作探究与动态反馈。以 XR 技术、多用户沉浸式虚拟环境为代表的工具,通过虚实融合的场景设计创造沉浸式学习体验。模型证据链接图(Model-Evidence Link Diagrams, MEL)和个人意义图(Personal Meaning Maps, PMM)则通过可视化结构帮助学生梳理科学证据与社会价值的关联。基于 Web 的协作平台(STOCHASMOS、WAP)通过任务分工、实时讨论与数据共享功能促进群体性科学实践;Rasch 模型、社会科学推理结构(SSR)及主题分析即时反馈系统(TAIFS)则为 SSI 教学提供量化评估支持。国内外学者针对 SSI 教学工具中的数字资源开发与应用已取得显著进展,然而,现有研究仍存在明显局限,一方面,多数工具的理论基础薄弱,仅少数明确结合分布式认知理论,其余多依赖技术实践而忽视认知科学规律;另一方面,数字化支持功能呈现碎片化特征,协作平台

侧重任务分工却缺乏教师引导策略的系统嵌入,且教师对复杂工具的应用能力普遍不足,导致资源与教学实践的适配性受限。

SSI 教学模式是理论框架与教学实践深度融合的桥梁,其设计逻辑与实施路径直接影响学生科学素养与社会责任感的培养。当前研究围绕教学流程的系统化建构与跨学科整合机制,形成了若干具有代表性的教学模式,如 SSIBL 模型、ENACT 模型及六步 SSI 教学模块。SSIBL 模型以批判现实主义为认识论基础,通过“提问(Ask)—探究(Find Out)—行动(Act)”三阶段教学流程,培养学生对复杂 SSI 的解决能力[12]。该模式的核心在于整合科学探究与社会实践,要求学生从科学证据、伦理价值与社会可行性三方面综合决策,最终推动可持续发展目标的实现。ENACT 模型是通过对科学、技术和工程教育、RRI 和科学技术研究的广泛文献综述开发的教學模型,包括 SSI 识别、SSI 分析、预测后果、科学和工程实践、采取社会行动五阶段[13]。它强调学生对科学、技术和工程的认识论理解,通过将 SSI 教育与工程教育联系起来,鼓励学生深入思考为什么科学和技术进步无法避免产生社会和道德问题,进而通过科学和工程实践提出解决方案。六步 SSI 教学模块以“议题呈现—信息收集—论点分类—群体讨论—决策制定—反馈总结”的流程培养学生复杂决策能力[14]。这些模式通过结构化流程、工具支持与社会化互动,推动学生从科学探究走向社会行动。

国内外学者的研究主要集中在 SSI 教学模式的结构化流程设计与跨学科整合机制研究上,聚焦科学探究与社会行动的双向联结,通过虚拟环境模拟和工具支持强化学生的复杂决策能力。然而,现有研究仍存在教学模式的理论深度不足、教学活动设计过度追求流程统一而忽视学生认知差异、评估体系依赖主观工具等多重局限。因此,本研究针对 SSI 教学全要素进行系统性解析,从研究设计特征、教学设计实施、评估体系,以及成效挑战与关键因素等维度展开,旨在为构建“学科-教学-评估-生态”协同优化的 SSI 教学实践提供系统化实施路径与标准操作框架的理论参考。

3. 研究设计

本研究采用系统性文献综述方法,遵循 PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) 框架

[15], 整合中英文文献资源, 对多个数据库中的 SSI 教学实证研究进行深入分析, 回答以下研究问题:

- (1) SSI 教学的研究设计特征?
- (2) SSI 教学的实施模式与评估体系?
- (3) SSI 教学实践中的主要成效与挑战是什么?其成功实施的关键因素有哪些?

3.1 文献检索与筛选

本研究数据来源于中国知网 (CNKI) 和 Web of Science 核心数据库, 中文检索条件为: 主题= (“社会性科学议题” OR “社会性科学议题教学” OR “社会性科学议题 (SSI)” OR “社会性科学推理”), 英文检索条件为: 主题= (“socioscientific” OR “socio-scientific” OR “socioscientific issue*” OR “socio-scientific issue*” OR “socioscientific issues education” OR “socio-scientific issues education” OR “socioscientific reasoning” OR “socio-scientific reasoning”), 时间跨度为 “不限~2024 年 10 月”, 共获得 737 条记录, 检索结果中最早的记录为 2009 年。为了得到准确数据, 文献纳入和排除的标准如下: ①必须是对 SSI 教学设计、实施或评估进行明确阐述的文献, 排除仅提及 SSI 概念但未涉及教学实践或缺乏实证数据支撑的文献; ②必须是经过同行评审的期刊论文, 排除会议论文、书评、报告等非学术出版物。依据上述标准系统性筛选后, 本研究最终得到样本文献记录 96 条 (图 1), 并按研究出版顺序进行编码。

3.2 数据编码

为系统分析 SSI 教学研究的特征与

实践规律, 本研究综合文献分析维度与 SSI 教学特性, 参考 Karabulut-Ilgu 等 [16] 和 Martín-Páez 等 [17] 的系统综述框架构建了结构化文献编码表 (如表 1 所示)。编码表包含 4 大类、13 个子项, 涵盖研究设计、教学实践、技术整合、效果评估及影响因素等维度, 形成覆盖 SSI 教学研究全要素的多层次分析框架, 并从 96 篇文献中随机抽取 20 篇作为样本, 由两位编码员进行独立编码, 随后对编码结果进行对比讨论, 统一标准后重新进行编码。对两位编码员的编码结果进行 Kappa 一致性检验, 结果显示 Kappa 系数为 0.703 (渐近标准误差=0.045, 近似 T 值=15.622, p 值<0.001), 达到 Cohen 标准中 “实质性一致” 水平, 验证了编码表的可靠性和有效性。

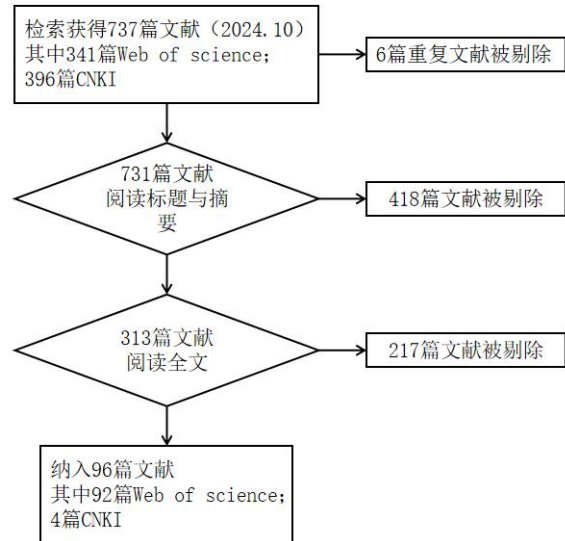


图 1.文献筛选 PRISMA 流程图

表 1.文献编码表

一级维度	二级维度	描述	编码项具体内容范围说明
研究设计特征	研究主题	研究文献的核心关注点	①SSI 教学方法与教学模式; ②工具开发; ③平台开发; ④SSI 教学中学习者的论证推理特征研究; ⑤SSI 教学价值与意义; ⑥教师培训
	研究学科	研究涉及的学科领域	①化学; ②生物; ③医学类; ④科学类; ⑤跨学科; ⑥其他; ⑦未知
	研究设计与方法	研究采用的方法类型	①访谈法; ②基于设计的研究; ③准实验研究法; ④建模法; ⑤混合方法; ⑥问卷法; ⑦案例研究法; ⑧其他
	研究对象	研究针对的群体类别	①小学生; ②初中生; ③高中生; ④高等院校非师范生; ⑤职前教师; ⑥在职教师; ⑦交叉年级
	对象人数	研究对象的人数	①小于 20; ②20-30; ③31-40; ④41-50; ⑤51-100; ⑥101-200; ⑦大于 200; ⑧未知
教学设计与实施	SSI 议题类型	教学涉及的争议性科学议题类型	①生态环境议题; ②道德伦理议题; ③人类健康议题; ④资源使用议题; ⑤多类议题; ⑥其他

	教学活动类型	课堂或课外开展教学工作的具体形式	①小组讨论；②辩论；③角色扮演；④游戏；⑤材料分析；⑥学生项目；⑦实地调查；⑧其他
	数字化教学支持	数字工具如何辅助教学	①创造丰富的学习环境；②节约教学成本；③学习资料和工具；④评估与反馈；⑤支持协作与探究；⑥教学设计支持
教学评估体系	数据来源	教学评估的数据获取途径	①平台采集；②问卷；③访谈；④课堂观察；⑤项目文档与项目成果；⑥测试成绩；⑦学案；⑧反思报告；⑨作业与课程论文；⑩其他
	评估维度	评价 SSI 教学效果的具体指标	①学习体验与认知变化；②教师教学能力发展；③科学思维与跨学科能力；④情感态度与社会责任；⑤教学方法与评估工具
成效、挑战与关键因素	教学成效	SSI 教学带来的积极影响	①科学观念；②科学思维；③探究实践；④态度责任；⑤教师教学能力
	教学挑战	SSI 教学实践中的障碍或效果未达预期的领域	①课程设计；②教师能力；③学生素养；④技术支持
	教学关键	影响 SSI 教学成败的核心条件，从大量实践中提炼的共性成功要素	①教学方法与策略；②学习任务与主题设计；③学习环境资源；④教师专业发展与培训

4. 研究结果与分析

4.1 SSI 教学研究设计特征

4.1.1 研究主题与学科分布

文献研究主题数据如图 2 所示，所选 SSI 教学研究呈现显著的主题集中特征。其中，“SSI 教学方法与教学模式”与“SSI 教学价值与意义”两大主题并列占据主导地位，各自包含 26 项（27.1%）研究，占比总和超过总研究量的 50%。这一分布表明，当前 SSI 教学研究主要聚焦于教学策略的创新性探索以及 SSI 教学的理论价值论证，两者共同构成了 SSI 教学研究的双支柱：前者解决“如何教”的实践问题，后者回答“为何教”的学理问题，反映出 SSI 教学研究对方法论与价值论的系统性考量。“SSI 教学中学习者的论证推理特征研究”以 23 项（24.0%）研究紧随其后，成为第三大研究主题，此类研究通过量化分析学生的论证结构与质性解读思维特征，为优化教学策略提供了实证依据。

相较之下，技术工具开发类研究呈现明显的差异化分布特征：“教学平台开发”研究量（4 项，4.2%）占比不足教学工具开发（15 项，15.6%）的三分之一，揭示出技术应用的阶段性偏好。当前研究更倾向于开发即时可用的课堂工具，这类工具因其低技术门槛与高实践适配性，能够快速融入日常教

学场景。相比之下，系统性技术平台如科学探究环境 WISE、主题分析即时反馈系统 TAIFS、即时视角比较系统 IPCS 等仍处于探索初期，平台开发需突破跨学科整合与长期运维等复杂挑战，其规模化应用仍面临资源与协作壁垒。

研究版图中最突出的短板体现在教师专业发展领域。“教师培训”主题仅有 2 项（2.1%）研究，不足核心主题研究量的 8%。这一缺口暴露了 SSI 教学推广中的关键矛盾：尽管 SSI 实施高度依赖教师的议题设计能力、跨学科知识储备及课堂引导技巧，但学界对教师培训路径、能力标准构建等支持性研究严重不足。

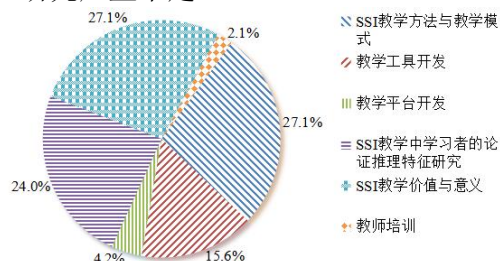


图 2. 研究主题分布

SSI 教学研究的学科分布如图 3 所示呈现显著差异，反映出不同领域对 SSI 的关切程度与实施条件差异。科学类研究占比最高（28 项，30.2%），凸显其作为 SSI 教学基础载体的地位，此类研究通常以泛科学视角整

合环境、能源等跨领域议题，通过真实情境中的复杂问题培养学生系统思维与跨学科协作能力。生物学以 22 项（22.9%）位居第二，与基因编辑、生物多样性等生物伦理议题的社会争议性密切相关，研究多聚焦于如何通过 SSI 教学培养学生生命伦理决策能力。化学学科占比 13 项（13.5%），研究集中在材料应用、化学品安全等与社会治理直接关联的议题，侧重训练学生风险评估与科学论证能力。

跨学科研究仅占 10 项（9.4%），尽管 SSI 教学强调多学科整合，但实际研究中学科壁垒尚未有效突破，现有成果多停留在学科知识并列式组合（如“生物+伦理”），而非实质性方法论融合。医学类研究严重不足（3 项，3.1%），与公共卫生危机、新兴医疗技术等现实议题的热度形成反差，可能受限于医学专业知识壁垒或教学伦理审查压力。

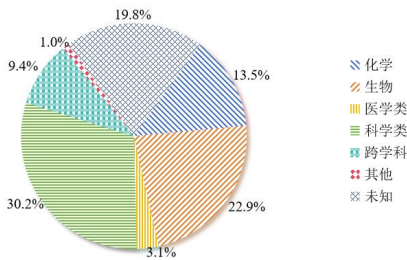


图 3. 研究学科分布

4.1.2 方法论特征

如图 4 所示，SSI 教学研究方法呈现多元化特征，但核心方法集中度显著。案例研究法占比最高（28 项，29.2%），凸显研究者对复杂 SSI 情境化分析的偏好。此类研究通常深度追踪单一教学案例，通过课后访谈、课堂录像等多源数据还原决策冲突与协商过程。基于设计的研究（19 项，19.8%）与准实验研究法（16 项，16.7%）共同构成实证干预研究的两大支柱：前者聚焦教学模型或教学工具的迭代开发，后者通过非随机分组对比验证 SSI 教学策略的有效性，两者合计占比 36.5%，表明 SSI 研究兼具设计创新与效果验证的双重诉求。混合方法研究（15 项，15.6%）的广泛采用反映了 SSI 教学评估的复杂性需求。典型设计如“定量测量+质性访谈”组合，用于揭示学生科学思维提升的微观机制。相比之下，访谈法（6 项，6.3%）与问卷法（6 项，6.3%）作为独立方法的应用比例较低，多作为混合研究的辅助工具。其他方法（3 项，3.1%）如批判性民族志、自然实验法等处于边缘探索状态，尽

管能捕捉真实社会环境变量对 SSI 讨论的干预，但其方法论适配性仍需更多实证检验。

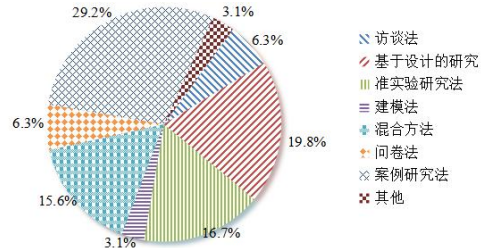


图 4. 研究方法分布

4.1.3 研究对象特征

如图 5 所示，SSI 教学研究在对象选择上呈现显著的教育阶段倾斜与群体特征偏好。研究对象以高中生（26 项，27.1%）与高等院校非师范生（24 项，25.0%）为主，合计占比 52.1%，凸显中等教育与高等教育阶段在 SSI 议题实施中的核心地位，尤其是基因编辑、环境政策等复杂议题的教学适配性；而小学阶段（6 项，6.3%）与在职教师群体（3 项，3.1%）的研究严重不足，折射出低龄学生认知水平限制与教师专业发展研究的结构性缺口。交叉年级研究（11 项，11.5%）则多聚焦学段衔接机制，如初中至高中过渡期学生社会性科学决策能力的连续性追踪。

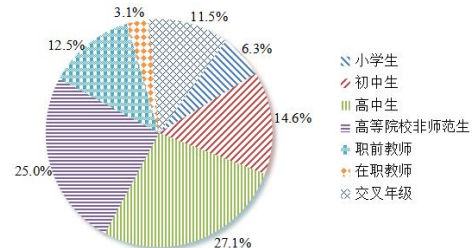


图 5. 研究针对的群体类别

样本量分布（图 6）呈现两极特征：51-100 人（24 项）与 101-200 人（20 项）的中大规模研究占比 45.8%，符合准实验设计与混合方法对统计效力的需求；但小样本研究（小于 50 人）仍占 39.6%（38 项），其中 20 人以下超小样本占 12.5%（12 项），可能导致结论普适性受限。

SSI 教学研究在对象选择上存在明显的学段集中。高中生与高校非师范生作为核心研究对象，印证了复杂 SSI 议题与中等及以上教育阶段认知发展水平的深切适配性，而小学阶段与在职教师群体的研究空白，既源于低龄学生证据整合能力的阶段性局限，又植根于教师专业发展研究的持续性薄弱，二者共同构成基础教育深化推进的复合型障碍。样本量的两极分化揭示出研究方法选择

与统计效力需求的内在关联：中大规模样本支撑了准实验设计与混合方法的数据信度，但高频出现的小样本研究（尤其是超小样本）可能导致研究结论在不同群体与教学情境中的迁移适用性受限。

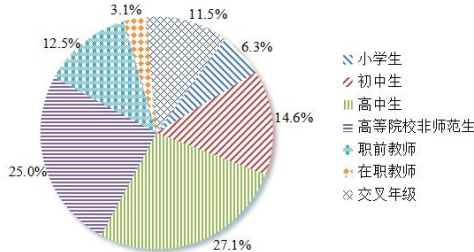


图 6. 研究对象总人数

4.2 SSI 教学实施模式

4.2.1 SSI 议题类型分布

如图 7 所示，SSI 教学议题选择呈现显著的内容偏好与学科实践导向。人类健康议题占比最高（27 项，30.0%），集中于传染病防控、基因技术应用等与公共卫生事件紧密关联的主题，凸显 SSI 教学对社会现实问题的即时回应能力。生态环境议题（24 项，26.7%）与资源使用议题（21 项，23.3%）共同构成第二大研究集群，前者聚焦气候变化、生物多样性保护，后者侧重能源转型、废弃物管理等工程技术与社会治理交叉领域，反映可持续发展教育对 SSI 议题设计的深度渗透。道德伦理议题研究严重不足（7 项，7.8%），且多局限于生物医学场景，鲜少涉及新兴科技伦理或文化价值冲突。这一缺口可能源于伦理议题教学对教师跨学科素养与课堂引导能力的高要求。多类议题整合教学占比 11.1%（10 项），但此类设计多停留在知识并列层面，缺乏系统性方法论支撑。其他议题（1.1%，1 项）则尝试拓展至太空探索伦理（火星地球化改造的生态代价），虽占比极低，却体现了 SSI 教学向前沿科技争议的探索意图。

4.2.2 教学活动类型分布

SSI 教学活动类型（图 8）呈现“学生中心化”与“多元互动性”的显著特征，其中学生主导的项目学习（29 项）作为主要实施形式，其核心特征在于整合性实践设计：项目框架内自然包含材料分析、小组讨论等具体环节，但这些环节作为项目实施的有机组成部分，不单独进行编码分类。高互动性策略如辩论（16 项）、角色扮演（19 项）与小组讨论（20 项）得到广泛应用。18 项研究依赖文本或视频材料分析作为核心实施方

式，但多局限于静态资料解读，缺乏动态数据工具支持。实地调查（7 项）与游戏教学（9 项）占比较低，反映真实场景介入与沉浸式设计的实施难度。此外，新兴的线上实验与探究性实验室活动（其他类 10 项）虽初现技术赋能趋势，但其教学设计尚未形成可推广的范式。

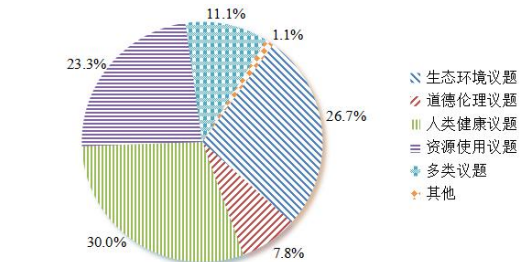


图 7. SSI 议题类型

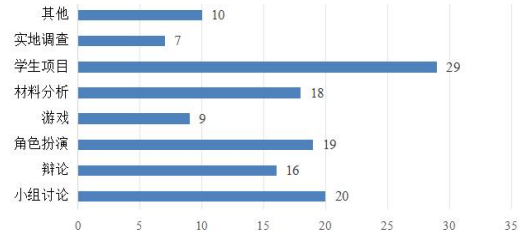


图 8. 教学活动类型

4.2.3 数字资源与数字化教学支持

在所选 SSI 教学研究中，数字资源与教学支持类别（表 2）呈现出显著的功能分异特征。从资源类型来看，创造学习环境（11 项）是核心支持方向，XR、Prezi 学习环境、基于媒体的指导系统等工具通过沉浸式场景、动态可视化或技术模拟手段构建真实或虚拟的科学探究环境，但多数资源未明确标注理论基础，仅 Pollution Solution、黛博拉困境网站等少数工具与认知或认识论框架直接关联。学习资料与工具（8 项）的资源应用广泛，如模型证据链接图、蜘蛛图等可视化工具支持知识结构化，但除个人意义图外，其他资源缺乏显性理论支撑，可能削弱其教学适配性。

协作与探究支持（5 项）主要由基于 Web 的平台工具实现，例如基于 Web 的科学探究环境和 STOCHASMOS 平台通过在线协作、数据共享与任务流程设计促进群体性科学实践。多类别覆盖资源如谷歌驱动器和 TAIFS 系统展现出较强的功能泛用性，但前者完全依赖实践经验，后者仅依托 LDA 主题模型框架，未能全面覆盖其多环节支持的理论需求，可能导致评估反馈等环节的科学性不足。

当前 SSI 教学在技术赋能层面呈现“功

能导向强、理论根基弱”的发展特征。理论基础分布的不均衡可能引发资源开发的“碎片化”问题：部分工具的设计应用仍停留在功能叠加阶段，未能将技术特性与 SSI 教学

的核心目标深度绑定。评估反馈与教学设计支持的相对薄弱，也反映了现有资源在教学全流程覆盖上的缺口，可能制约数字资源在高阶思维培养与价值观塑造中的潜在效能。

表 2.数字资源与数字化教学支持

数字资源	数字化教学支持	理论基础
XR[18]	①②	
谷歌驱动器[19]	①③④⑤	
基于 Web 的科学探究环境 WISE[20]	①⑤	知识整合理论；分布式认知理论
模型证据链接图[21]	③	
个人意义图[22]	③	概念图
Prezi 学习环境[23]	①	可持续发展目标 SDGs
主题分析即时反馈系统 TAIFS[24]	①③④⑤	LDA 主题模型框架
即时视角比较系统 IPCS[25]	③⑤	
CmapTools 软件[26]	③	
基于 Web 的论证学习环境 WAP[27,28]	①③	TAP 理论和德博诺六项思考帽
蜘蛛图[29]	③	
基于媒体的指导系统[30]	①	
基于技术的学习环境 PollutionSolution[31]	①	认知灵活性理论
黛博拉困境网站[32]	①	风险认识论
基于 Web 的平台 STOCHASMOS[33,34]	①⑤⑥	协作探究理论
多用户沉浸式虚拟环境 QuestAtlantis[35]	①	沉浸式学习理论；游戏化学习理论

4.3 SSI 教学评估体系

4.3.1 评估数据收集方式

如图 9 所示，SSI 教学研究在评估数据采集上呈现多元工具并行的显著特征。问卷调查作为核心评估工具（62 项），主要用于测量学生的知识掌握度与态度倾向。但研究问卷中多数依赖主观题型测量，而量表问卷的缺少，使得研究难以量化分析学生的立场强度与态度演变趋势。质性数据的采集以开放式问卷为主力，课堂观察（28 项）与访谈（25 项）则作为辅助工具，课堂观察通过录音录像记录学生的互动行为，访谈则聚焦决策逻辑的追溯。但两者多独立使用，缺乏与量化数据的协同分析框架。项目文档与成果（16 项）、作业与课程论文（2 项）和测试成绩（16 项）聚焦结果性评估，前两者评价终期产出，后者量化知识整合度。学案（3 项）、反思报告（3 项）等收集方式占比较低，且分析方法缺乏标准化框架。

技术赋能的评估实践中，学习平台数据采集（16 项）深度聚焦学生认知讨论过程的动态追踪。但其分析维度仍局限于表层行为统计（证据篮、讨论参与频次等），较少深入解析认知层面的关键指标（如论证结构的逻辑连贯性、多立场证据链的完整性）。此

外，此类分析多依赖人工编码，尚未充分整合自然语言处理技术，限制了大规模数据中隐含认知规律的挖掘效率。

当前 SSI 教学研究在评估体系建构上呈现“形式多元而深度解析不足”的特征。评估设计过度依赖主观题型主导的问卷调查，标准化量表的缺失导致难以精准捕捉学生立场迁移的动态轨迹，暴露出对复杂认知目标的测量效度局限。评估工具的功能设计与 SSI 教学所要求的复杂能力之间存在适配矛盾，评估体系的科学性与系统性仍需从工具开发、数据整合及分析框架等多维度优化。

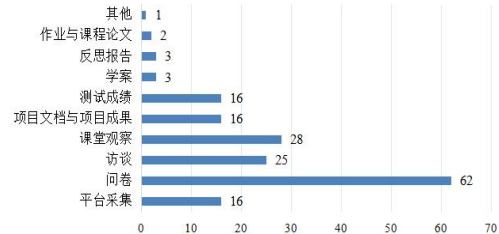


图 9.教学评估数据来源

4.3.2 核心评估维度

如图 10 所示，SSI 教学评价体系呈现“学生中心化”与“能力导向性”的显著特征，其维度分布揭示了研究焦点偏重。科学思维与跨学科能力（48 项）作为核心评价维度，其评估聚焦学生在跨学科论证任务中整

合与应用科学知识的能力。学习体验与认知变化（45项）紧随其后，侧重测量学生对新获得的知识和技能的应用与理解质量，但追踪周期多限于短期（单节课前后测），难以捕捉 SSI 教学在公民科学素养培育、社会参与意识养成等长效目标上的成效，可能制约 SSI 教学从短期课堂干预向长期素养塑造的深度转化。情感态度与社会责任（34项）的评估聚焦价值观形成与社会参与意愿。相比之下，教师教学能力发展（4项）与教学方法及工具评估（5项）的研究严重不足，前者仅零星探讨职前教师与在职教师的 SSI 教学理解与教学设计能力，后者局限于师生对现有教学模式与工具的满意度调查，未能系统评估教学法与不同议题类型的匹配性。

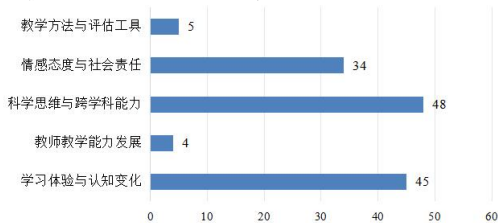


图 10. 教学评估维度

4.4 SSI 教学的成效、挑战与关键因素

4.4.1 教学成效

SSI 教学在促进学生核心素养发展方面展现出多维度的实践成效（图 11）。文献数据显示，学生的科学观念（28项）提升显著体现在对跨学科知识的整合与应用能力上。在科学思维层面（35项），批判性思维与系统推理能力的进阶尤为突出，学生通过分析矛盾证据提升信息评估能力，并通过角色辩论与多视角论证训练增强复杂问题的解构能力。探究实践能力（8项）的提升虽文献占比相对较少，但仍呈现明确的积极趋势。学生在实验室任务中的自主参与度显著提高，且通过社会调查、团队协作等活动发展出沟通、问题解决等实践技能。态度与责任（38项）维度的成效最为显著，文献数据显示学生公民意识与伦理决策能力的系统性提升。通过探讨气候变化、动物保护等议题，学生不仅形成对科学伦理的敏感性，更在行为意愿上表现出统计学显著变化。此外，SSI 教学促进学生理解科学行动的社会意义，为其承担公民责任提供认知与情感基础。

教师教学能力（6项）的发展作为教学成效的衍生价值，在文献中得到一定验证。教师通过 SSI 课程，深化了对科学本质（NOS）的理解，并增强了跨学科教学策略

的应用能力。部分研究指出，SSI 为职前教师提供真实情境下的教学研究场域，推动理论认知向实践能力的转化，提升教师的可持续发展能力[36]。然而，相关文献数量较少（6篇），提示该维度的实证研究仍需进一步拓展。

SSI 教学成效呈现出“知识-思维-行动-责任”的递进特征。科学观念的深化为批判性思维提供认知基础，探究实践促进知识向行动转化，而态度责任的内化则驱动学生从个体学习迈向公民参与。这种整合性效应表明，SSI 不仅是学科知识的教学载体，更是核心素养发展的系统性框架。

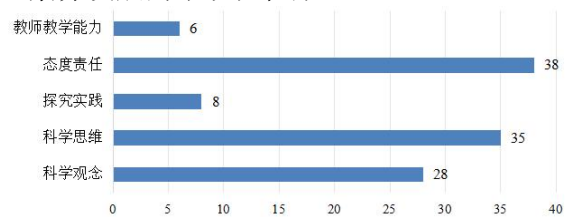


图 11. 教学成效

4.4.2 教学挑战

SSI 教学实践面临多方面挑战，文献数据（图 12）表明，这些挑战主要集中于课程设计、教师能力、学生素养与技术支持四个维度。在课程层面（8项），评估方法的不足显著影响教学效果测量，学生缺乏展示推理与决策过程的机会，讨论中的论点评估因缺乏标准化工具而依赖教师主观判断。实际操作中常因课时或资源限制简化教学内容，导致学生对议题的认知碎片化。标准化考试导向的课程体系进一步压缩 SSI 教学空间，制度性障碍迫使教师回避转基因等争议性议题的深度讨论。

教师专业能力不足是另一核心挑战（8项）。学科知识与培训缺口在文献中被多次提及，教师普遍缺乏处理科学伦理、政策等跨学科内容的能力；教学策略的局限性体现为教师缺乏有效方法处理价值观冲突与科学伦理挑战；时间压力进一步制约教学实施，教师备课时间有限与学生课外任务超负荷形成双重挤压，导致活动设计被迫缩水。

学生参与 SSI 学习时暴露了显著的认知与情感障碍（9项）。很多学生不具备系统地推理问题所需的必要技能，难以用证据支持观点或陷入循环论证。先验知识的误解加剧认知偏差，而不熟悉讲师的授课风格可能进一步干扰推理过程。情感层面，公开辩论引发的心理紧张抑制观点表达，部分学生因

怯场或社交焦虑选择沉默。学生学习动机不足与课外任务的时间限制共同存在，影响学习深度。

技术工具的应用效能问题同样突出（6项）。基于位置的XR技术在户外教学中受网络中断或设备故障干扰，虚拟信息与自然观察的割裂分散学生注意力。多源证据的整合挑战在文献中被多次强调，未经结构化处理的支持性、矛盾性信息堆砌导致学生决策困难。反馈机制不足削弱教学改进潜力，形成性评价缺乏动态支架设计，影响学生科学素养的提升。

SSI教学挑战呈现“课程-教师-学生-技术”的动态关联特征。课程设计的结构性矛盾限制教师的教学策略选择，教师专业能力缺口加剧学生对议题的片面认知，而学生的认知与情感障碍在技术工具效能缺陷的情境下被进一步放大。这种系统性关联表明，SSI教学困境根植于教育要素的交互作用，而非单一维度的孤立问题。

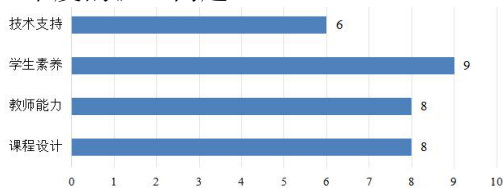


图 12. 教学挑战

4.4.3 教学关键

SSI教学的关键因素（图 13）集中体现于教学方法、任务设计、环境资源构建与教师发展的系统化整合。教学方法强调情境化参与协作决策，例如角色扮演活动之前向参与者提供更多信息，并在设计角色扮演时强调社会方面的脚手架[37]。在线教学环境中需整合异步讨论、实时辩论等策略，利用可视化工具辅助实验探究，同时开发支持学生论证能力的学习材料。任务设计的核心在于真实性与跨学科性，采用本地化议题促使学生直面科学-社会复合挑战，并用可执行模型促进对SSI复杂性的讨论。学习环境的构建注重技术赋能与社区联动，创建“课堂-校外”实践转化机制，将课堂上的讨论转化为与学生生活相关的实践和参与。关注校外信息源的影响，通过媒体素养训练降低非科学概念干扰，通过测评学生既有观念的准确性以消除认知偏差。教师专业发展依赖系统性培训，包括议题背景资料深度挖掘、课堂话语权分配策略以及引导技巧，强化理论研修与实境演练的结合。各因素呈现动态协同关

系：教学方法创新需依托高质量任务设计，环境资源效能受教师教学能力制约，而教师发展成效反哺教学策略优化。

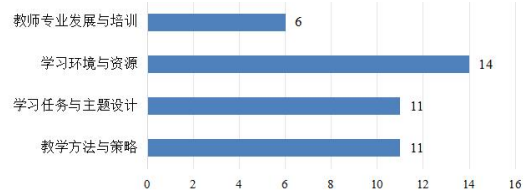


图 13. 教学关键

5. 研究结论与展望

5.1 研究结论

本研究揭示了SSI教学实践呈现核心聚焦与多维突破并存的动态图景。在教学设计层面，研究主题集中于教学法创新与论证推理分析，学科载体以传统科学领域为主，研究范式的选择凸显了情境化分析与教学工具开发的实践导向，小学阶段的适配性研究与在职教师群体的专业发展探索存在显著空白，反映出基础教育阶段认知规律与教学策略的衔接研究存在薄弱环节。教学实施通过锚定健康、生态等社会争议议题构建素养责任共育模式，数字技术的沉浸式应用虽具潜力却受制于工具碎片化困境。评估体系依托多源数据初步构建观测网络，但对高阶思维追踪与标准化量表的缺失制约了评估效能。研究同时揭示SSI教学在激活批判性思维与社会行动力的同时，面临伦理敏感性与能力局限挑战，凸显科学教育向“社会嵌入式”转型的系统性诉求。破解困局需构建“教学方法-任务设计-环境资源-教师发展”四维协同生态，通过智能认知工具开发与教师支持体系创新，将课堂转化为培育“负责任的创新”能力的公共领域，最终实现从知识传递到社会参与的范式跃迁。

5.2 未来展望

未来SSI教学研究可从理论发展与实践创新方向深化，整合科学理性、伦理价值与政策实践维度，推动跨学科方法论融合。开发系统化的教师培训资源库，强化跨学科教学能力与课堂引导策略，建立教师专业发展的长效支持机制。探索人工智能与自然语言处理技术在SSI教学评估中的应用，开发动态反馈工具以提升论证分析的精准性。设计跨学段、跨情境的纵向研究，量化SSI教学对学生公民参与行为与终身学习能力的长期影响，推动SSI教学从“课堂创新”迈向“社会行动”，真正实现科学教育赋能公民社会的深层价值。

参考文献

- [1]FENSHAM P J. A research base for new objectives of science teaching[J]. *Research in Science Education*, 1980, 10(1): 23-33.
- [2]SADLER T D. Socio-scientific issues-based education: What we know about science education in the context of SSI[M]// *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011: 355-369.
- [3]SADLER T D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research[J]. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 2004, 41(5): 513-536.
- [4]ZEIDLER D L, SADLER T D, SIMMONS M L, et al. Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education[J]. *Science Education*, 2005, 89(3): 357-377.
- [5]HOFSTEIN A, EILKS I, BYBEE R. Societal issues and their importance for contemporary science education — a pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA[J]. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2011, 9(6): 1459-1483.
- [6]FENSHAM P J. Preparing citizens for a complex world: The grand challenge of teaching socio-scientific issues in science education[J]. *Science| environment| health: Towards a renewed pedagogy for science education*, 2012: 7-29.
- [7]肖利, 朱玉成, 刘茂军. 科学教育的新视野: 社会性科学议题教学——一种先进的国外教学模式引入初探[J]. *物理教师*, 2014, 35(5): 6-8+12.
- [8]朱玉成, 刘茂军, 肖利. 国外社会性科学议题(SSI)课程研究及其影响述评[J]. *上海教育科研*, 2013(01): 53-56.
- [9]李义义. 中美澳科学教材中的 SSI 文本分析——以生物部分为例[D]. 湖北: 华中师范大学, 2013.
- [10]VOSS J F. Informal reasoning and international relations[M]// *Informal reasoning and education*. Routledge, 2012: 37-58.
- [11]ZEIDLER D L, NICHOLS B H. Socioscientific issues: Theory and practice[J]. *Journal of elementary science education*, 2009, 21(2): 49-58.
- [12]CHRISTODOULOU A, GRACE M. Becoming ‘Wild Citizens’: Children’s Articulation of Environmental Citizenship in the Context of Biodiversity Loss[J]. *Science & Education*, 2024: 1-29.
- [13]HWANG Y, KO Y, SHIM S S, et al. Promoting engineering students’ social responsibility and willingness to act on socioscientific issues[J]. *International Journal of STEM Education*, 2023, 10(1): 11.
- [14]RUNDGREN C J, ERIKSSON M, RUNDGREN S N C. Investigating the intertwinement of knowledge, value, and experience of upper secondary students’ argumentation concerning socioscientific issues[J]. *Science & Education*, 2016, 25: 1049-1071.
- [15]LIBERATI A, ALTMAN D G, TETZLAFF J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration[J]. *Annals of internal medicine*, 2009, 151(4): W65-94.
- [16]KARABULUT-ILGU A, JARAMILLO CHERREZ N, JAHREN C T. A systematic review of research on the flipped learning method in engineering education[J]. *British Journal of Educational Technology*, 2018, 49(3): 398-411.
- [17]MARTÍN-PÁEZ T, AGUILERA D, PERALES-PALACIOS F J, et al. What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature[J]. *Science Education*, 2019, 103(4): 799-822.
- [18]CHANG H Y, LIANG J C, TSAI C C. Students’ context-specific epistemic justifications, prior knowledge, engagement, and socioscientific reasoning in a mobile augmented reality learning environment[J]. *Journal of Science Education and Technology*, 2020, 29(3): 399-408.
- [19]PALMA-JIMÉNEZ M, CEBRIÁN-ROBLES D, BLANCO-LÓPEZ Á. Impact of instruction based on a validated learning progression on the argumentation competence of preservice elementary science teachers[J]. *Science & Education*, 2023, 34(1): 1-33.
- [20]VARMA K, LINN M C. Using interactive

- technology to support students' understanding of the greenhouse effect and global warming[J]. *Journal of Science Education and Technology*, 2012, 21: 453-464.
- [21] GANS N, ZOHERY V, JAFFE J B, et al. Socio-scientific learning during the COVID-19 pandemic: Comparing in-person and virtual science learning using model-evidence link diagrams[J]. *Journal of Science Education and Technology*, 2024, 33(2): 251-262.
- [22] KAMUDU B, ROLLNICK M, NYAMUPANGEDENGU E. Investigating what students learnt about biodiversity following a visit to a nature reserve using Personal Meaning Maps[J]. *Journal of Biological Education*, 2024, 58(3): 570-587.
- [23] GULACAR O, MARWAHA R, GORADIA K R. Examining changes in students' perception of science relevancy and their career aspirations: Integrating sustainability-oriented socio-scientific issues into general chemistry curriculum[J]. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 2022, 25: 100577.
- [24] CHEN C M, LI M C, CHANG W C, et al. Developing a topic analysis instant feedback system to facilitate asynchronous online discussion effectiveness[J]. *Computers & Education*, 2021, 163: 104095.
- [25] CHEN C M, TSAO H W. An instant perspective comparison system to facilitate learners' discussion effectiveness in an online discussion process[J]. *Computers & Education*, 2021, 164: 104037.
- [26] PRUETT J L, WEIGEL E G. Concept map assessment reveals short-term community-engaged fieldwork enhances sustainability knowledge[J]. *CBE — Life Sciences Education*, 2020, 19(3): ar38.
- [27] LIN Y, FAN B, XIE K. The influence of a web-based learning environment on low achievers' science argumentation[J]. *Computers & Education*, 2020, 151: 103860.
- [28] LIN Y R. Student positions and web-based argumentation with the support of the six thinking hats[J]. *Computers & Education*, 2019, 139: 191-206.
- [29] ZOWADA C, FRERICHS N, ZUIN G V, et al. Developing a lesson plan on conventional and green pesticides in chemistry education - a project of participatory action research[J]. *Chemistry Education Research and Practice*, 2020, 21(1): 141-153.
- [30] GOULD D L, PAREKH P. Mentoring and argumentation in a game-infused science curriculum[J]. *Journal of Science Education and Technology*, 2018, 27(2): 188-203.
- [31] ZYDNEY J M, GRINCEWICZ A. The use of video cases in a multimedia learning environment for facilitating high school students' inquiry into a problem from varying perspectives[J]. *Journal of Science Education and Technology*, 2011, 20(6): 715-728.
- [32] LEVINSON R, KENT P, PRATT D, et al. Developing a pedagogy of risk in socio-scientific issues[J]. *Journal of Biological Education*, 2011, 45(3): 136-142.
- [33] HANSSON L, REDFORS A, ROSBERG M. Students' socio-scientific reasoning in an astrobiological context during work with a digital learning environment[J]. *Journal of Science Education and Technology*, 2011, 20(4): 388-402.
- [34] PALMA-JIMÉNEZ M, CEBRIÁN-ROBLES D, BLANCO-LÓPEZ Á. Impact of instruction based on a validated learning progression on the argumentation competence of preservice elementary science teachers[J]. *Science & Education*, 2023, 34(1): 1-33.
- [35] HICKEY D T, INGRAM-GOBLE A A, JAMESON E M. Designing assessments and assessing designs in virtual educational environments[J]. *Journal of Science Education and Technology*, 2009, 18(2): 187-208.
- [36] SOLÍS-ESPALLARGAS C, MORÓN-MONGE H. How to improve sustainability competences of teacher training? Inquiring the prior knowledge on climate change in primary school students[J]. *Sustainability*, 2020, 12(16): 6486.
- [37] CRUZ-LORITE I M, CEBRIÁN-ROBLES D, ACEBAL-EXPOSITO M C, et al. Analysis of the informal reasoning modes of preservice primary teachers when arguing about a socio-scientific issue on nuclear power during a role play[J]. *Sustainability*, 2023, 15(5): 4291.