

基于图尔敏论证模型的高中生物学SSI教学策略研究

徐立新, 蒯 龙, 李长远, 郭 成*

赤峰大学化学与生命科学学院, 内蒙古 赤峰

收稿日期: 2026年4月23日; 录用日期: 2026年5月22日; 发布日期: 2026年5月28日

摘 要

在当今科技快速发展的时代, 生物技术与社会议题的紧密联系使得高中生物学教学面临新的挑战与机遇。特别是在生物伦理学领域, 社会性科学议题(SSI)教学对于培养学生的批判性思维和社会责任至关重要。对于学生来说, 了解并掌握这一知识, 不仅能帮助他们掌握科学论证的基本方法, 还能提升其核心素养和解决复杂社会问题的能力。本文旨在探讨一种基于图尔敏论证模型的SSI教学策略, 以“基因编辑婴儿”为典型案例, 通过模型构建和案例设计, 为一线教师提供可借鉴的教学模式, 从而更好地培养学生的科学思维和社会责任。

关键词

社会性科学议题(SSI), 高中生物学, 图尔敏论证模型

Research on the Teaching Strategy of Socioscientific Issues (SSI) in High School Biology Based on the Toulmin Argument Model

Lixin Xu, Long Kuai, Changyuan Li, Cheng Guo*

School of Chemistry and Life Science, Chifeng University, Chifeng Inner Mongolia

Received: April 23, 2026; accepted: May 22, 2026; published: May 28, 2026

Abstract

In today's era of rapid technological advancement, the close interplay between biotechnology and

*通讯作者。

social issues presents both challenges and opportunities for high school biology education. Particularly in the field of bioethics, teaching socioscientific issues (SSI) plays a pivotal role in fostering students' critical thinking and social responsibility. For learners, acquiring such knowledge not only equips them with fundamental scientific argumentation skills but also enhances their core competencies and ability to address complex societal problems. This study proposes an SSI instructional strategy grounded in the Toulmin Argument Model. Using "gene-edited babies" as a representative case, the paper develops a framework and designs practical teaching materials. The goal is to provide educators with a replicable pedagogical approach, ultimately nurturing students' scientific reasoning and ethical awareness.

Keywords

Socioscientific Issues (SSI), High School Biology, Toulmin Argument Model

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

社会性科学议题(Socioscientific Issues, 简称 SSI)是指科学技术发展在给人们带来便利的同时引发的具有一定社会影响力的争议性问题,涉及生态环境、伦理道德、人类健康、资源使用等领域。SSI 教学则是以这些议题为载体,让学生学会用科学的方法分析和解决问题,提升生物学核心素养的教学方法。SSI 提供跨学科、争议性和真实性的学习内容,而 SSI 教学则通过结构化策略,引导学生综合运用知识、价值观和推理能力。二者相辅相成,共同促进学生的核心素养发展。

图尔敏论证模型(TAP)是由哲学家图尔敏提出的结构化论证工具,包含主张、资料、理由、支援、限定和反驳六大要素,强调论证的逻辑严密性与动态辩证性。本研究提出将图尔敏论证模型引入高中生物 SSI 教学中,帮助学生构建严谨论证过程,让学生清晰表达观点、给出依据,提升非形式推理能力。还能引导学生全面思考,考虑不同立场与反驳意见,培养批判性思维,使学生在面对社会性科学议题时做出更理性决策。

2. SSI 教学的教育意义

《普通高中生物学课程标准(2017 年版 2025 年修订)》明确要求学生“审视或论证与生物学有关的社会性科学议题”,“积极运用生物学的知识和方法,关注社会性科学议题,参与讨论并作出理性解释”,以此培养科学思维和社会责任[1]。SSI 教学通过真实的生物学议题(比如转基因食品安全、野生动物保护等),帮助学生理解这些问题的复杂性 - 不仅涉及科学知识,还关系到伦理、环境和社会影响。刘恩山认为 SSI 是科学 - 技术 - 社会(STS)教育的延伸,学生能够在搜集、评估证据和建构论证的过程中逐渐获得基于证据的批判性思维和严谨的论证能力[2]。此外, Sadler 认为学生在讨论中学会用证据说话,通过理性交流寻找共识,培养负责任的公民意识。更重要的是,这种贴近生活的教学方式能激发学生的学习兴趣,让他们从被动听课转变为主动思考,真正理解科学的本质,并愿意用科学知识解决现实问题[3]。因此, SSI 有助于对学生全面发展所需关键能力和必备品格的系统性塑造。

3. 应用图尔敏论证模型的必要性

图尔敏论证模型由哲学家斯蒂芬·图尔敏创建。包括六大基本要素:主张(Claim)、证据(Data)、担保

(Warrant)、支撑(Backing)、限定(Qualifier)、反驳(Rebuttal) (如图 1), 形成三层论证结构[4]。基础层由主张、资料、理由构成: 主张是需要证成的结论; 资料是支持主张的事实证据; 理由则是连接资料与主张的推理依据。这一结构体现了从已知到未知的推论本质。深化层通过支持和限定词增强论证严谨性。支持是为理由提供更深层依据的理论或数据; 限定词则通过“可能”“基本上”等词语界定主张的成立范围, 体现科学思维的条件性特征。创新层通过反驳要素实现论证突破。反驳考虑主张可能不成立的反例情况, 这种对例外情况的自觉认知, 使该模型特别适合处理复杂社会性科学议题, 培养学生批判性思维[5]。

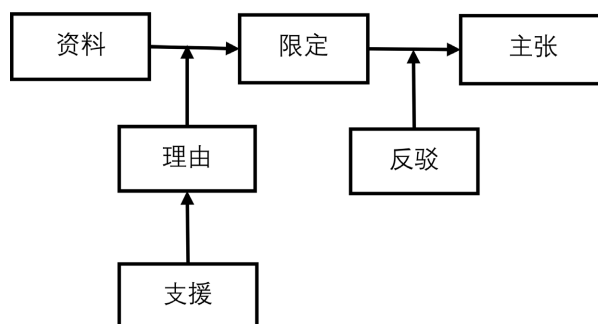


Figure 1. Flowchart of Toulmin argument model

图 1. 图尔敏论证模型流程图

图尔敏模型不仅为 SSI 教学提供了结构化的论证框架, 帮助教师和学生系统地进行论证活动, 避免论证的随意性和片面性, 还通过强调反驳和限定条件, 鼓励学生多角度思考问题, 考虑不同立场和观点, 从而培养批判性思维能力[6]。同时图尔敏模型不仅关注科学事实和证据, 还考虑价值观念和社会因素, 有助于连接自然科学与人文社会科学, 促进跨学科理解。此外图尔敏模型的六大要素帮助学生构建更加严谨、全面的论证, 提高论证质量和说服力。如钟琪面对学生实证思维欠缺的问题, 以图尔敏的论证模型为基础, 针对生物膜系统和减数分裂这两个关键生物学概念开展模型结构构建。随后他进行了相关教学实践研究与反思, 着重强调在科学论证过程中, 讲求证据和事实极为重要[7]。

4. 基于图尔敏论证模型的 SSI 教学框架

针对高中生物教学实际, 立足图尔敏论证模型, 设计了 SSI 议题的课堂论证教学流程(图 2), 该流程将复杂的论证过程分解为一系列环环相扣的教学步骤, 旨在引导学生逐步构建严谨、全面的科学论证。

教师在课前给学生讲解图尔敏论证模型的关键要素, 以简单的例子引导学生熟悉该模型的具体流程。根据高中生物学课程标准和教材内容, 查找热点新闻、法律政策等相关资料, 课上创设与学生日常生活相联系的真实情境, 呈现议题, 激发学生的讨论兴趣和积极性。学生根据自身知识储备和日常生活经验初步确立主张观点, 并根据主张观点组建小组。教师鼓励学生课下收集资料, 形成可能论据, 同时教师可对学生收集的资料给予提示, 帮助学生形成正确论据, 进而建立正当理由来支持自己的主张。并鼓励学生预测可能产生的反驳观点及疑问, 提前准备应对策略[8]。教师课上主导学生进行组间论证, 在各组汇报完论据后, 组织学生对其他组论据进行提问和反驳, 各组提供相关证据进行再反驳。在此过程中, 教师也可对学生的论据提出疑问, 各组主张不断完善, 最终结束论证, 总结出共同主张。形成的主张可以是自己原来的主张, 也可以是推翻自我主张, 认可其他主张, 甚至是各组融合修正之后的主张[9]。最后, 教师鼓励学生分享此次论证学会的知识、技巧、感悟等心得体会, 引导学生自评、互评及教师根据学生的积极性和参与度等进行评价。

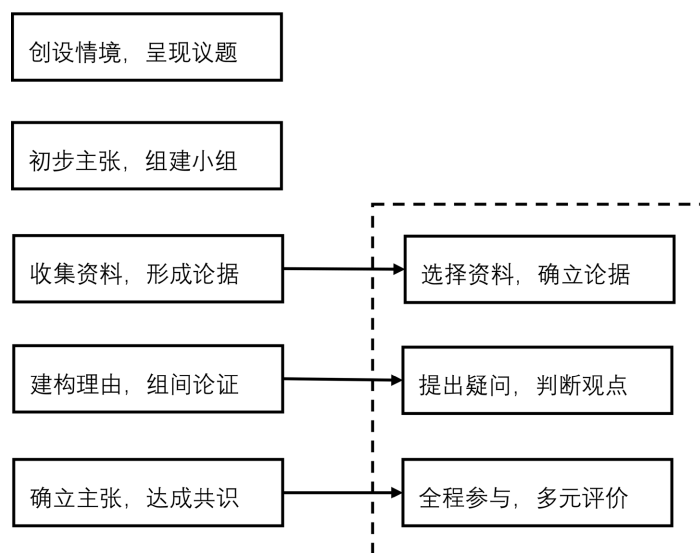


Figure 2. Teaching framework based on the Toulmin argument model
图 2. 基于图尔敏论证模型的教学框架

在此过程中，教师应充分发挥主导作用，并结合学生实际水平和现实需求进行调整和优化，达到更好的教学效果。

5. 教学案例设计与分析——以“基因编辑婴儿”为例

生物技术的飞速发展与应用引发的安全与伦理问题已成为社会争议的焦点。特别是基因编辑技术取得关键突破后，“基因编辑婴儿”事件的出现，引起公众注意技术背后的巨大安全风险与深刻伦理挑战。本文以人教版普通高中教科书《生物学·必修二·遗传与进化》第5章“生物科技进步”栏目内容“基因组编辑”为例，基于图尔敏论证模型进行教学设计。这部分内容包括“基因的本质”“基因的表达”“基因突变及其他变异”等核心概念，并关联“基因工程的基本操作程序”与“生物技术的安全性与伦理问题”。该议题有助于学生整合知识，

科学理解基因编辑过程，进而深化对“遗传信息控制生物性状，并代代相传”这一大概念的认识。通过分析人类基因编辑的利弊，引导学生形成“生物技术在造福人类的同时，也可能带来安全与伦理问题”的科学态度[10]。

5.1. 创设情境，呈现议题

学生对社会性科学议题的探究兴趣，既源于议题与社会的真实关联，也源于认知上的冲突与挑战。因此，教师需创设真实情境，以此有效激发学生的学习动机和探究兴趣。具体操作如下：

第一，教师带领学生回顾“基因的本质”、“基因指导蛋白质合成”等知识，帮助学生更好地理解基因编辑的原理。

第二，展示视频：2018年11月26日，南方科技大学某研究员宣布一对经过基因编辑的双胞胎婴儿健康诞生，宣称这对双胞胎婴儿的胚胎基因(CCR5)经过编辑修改，出生后能够天然抵抗艾滋病病毒。而在2019年12月30日，该研究员在内的3名被告人在深圳市南山区人民法院一审公开宣判，因共同非法实施以生殖为目的的人类胚胎基因编辑和生殖医疗活动，分别被依法追究刑事责任[11]。这一消息一经发出，社会各界人士争议不断。针对基因编辑技术，有人赞扬这是“人类的福音”，有人批判这是“人类的威胁”。对此教师就基因编辑婴儿的合理性，提出问题：你认为基因编辑婴儿是否合理？

5.2. 初步主张，组建小组

学生初步思考后，针对“基因编辑婴儿是否合理”这一议题，形成了“合理”与“不合理”两种对立观点。同时部分同学持有“观望”的中间立场，教师组织这组学生在论证后对其他两组进行总结。教师据此将学生分为三组，引导学生从婴儿、患者父母等不同社会角色的角度出发，考虑基因编辑婴儿的合法性、伦理性以及风险性。这样划分是学生形成初步主张的关键步骤，教师需在此环节给学生充分的自主空间，并适时引导，避免盲目从众[12]。

5.3. 收集资料，形成论据

鼓励学生针对“基因编辑婴儿”这一复杂议题，通过多种途径广泛收集信息：可以整合课堂所学与个人见解；也可以利用网络、期刊等查阅专业资料；还可以通过与师长、同学的交流访谈，聆听多元声音。在拥有充足资料的基础上，进行深度思考与概括，最终提炼出支撑主张的核心论据。

5.4. 建构理由，组间论证

学生将论据进一步提炼出理由，本课主张与其对应的论据、理由见表 1。

Table 1. Comparison table for discussions

表 1. 讨论对照表

	主张一：基因编辑婴儿合理	主张二：基因编辑婴儿不合理
论据理由	<p>① 对于由单基因突变引起的严重遗传性疾病，基因编辑技术可以从胚胎层面根除致病基因，从而彻底阻断该疾病在家族中的遗传。② 以 CRISPR-Cas9 为代表的基因编辑技术已经相对成熟、精准且成本低廉。③ 父母有权利用现有的科技手段，确保自己的孩子出生时是健康的，避免其遭受可预见的遗传病痛苦。</p> <p>① 医学“预防优于治疗”的宗旨，能够消除个体及整个家庭的巨大痛苦和医疗负担。② 在严格监管下进行研究，通过技术进步可不断完善和降低风险。</p> <p>③ 只要不损害他人利益，父母有生育一个更健康的后代的权利。</p>	<p>① 基因编辑存在“脱靶效应”等风险，可能导致非目标基因被错误编辑，引发不可预知的遗传缺陷。② 一旦放开基因编辑，很难严格限定于“治疗”疾病。③ 对后代基因进行设计和优化，剥夺孩子作为“自然个体”的尊严和自主选择权。</p> <p>① 可能引发脱靶效应等未知遗传变异，其永久性后果无法预估。② 这将加剧社会不平等与歧视，违背了人人生而平等的基本价值观。③ 父母没有决定后代是否愿意出生的权力[13]。</p>

在论证体系中，反驳是阻断论据与主张间脆弱联结的关键机制，而再反驳则是捍卫与修正主张的进阶能力。学生通过“反驳-再反驳”的辩证过程，得以超越单一视角，实现批判性思维的深度锻炼(表 2)。教师在此过程中的核心作用，在于引导对话保持在理性与证据的轨道上，避免其沦为立场重申或非理性辩论。紧接着教师组织其他组对此进行反驳，各组学生做好充分准备进行再反驳[14]。

Table 2. Claim-rebuttal table

表 2. 主张反驳表

	主张一：基因编辑婴儿合理	主张二：基因编辑婴儿不合理
反驳再反驳	<p>① 禁止研究等于因噎废食，应在监管下通过技术发展解决问题，而非停滞不前。</p> <p>② 技术不平等是监管问题，应通过立法确保公平，而非否定技术本身。③ 赋予孩子健康的起点，比听任其携带致命基因更尊重生命。</p>	<p>① 多数疾病非单基因引起，投入巨大却可能仅惠及少数人，挤占普惠医疗资源。② 任何未知风险都将永久改变人类基因池，不可逆的后果决定了必须“安全第一”。③ 父母的选择权不能凌驾于孩子作为“自然人”的身份与权利之上。</p> <p>① 基因突变：人为编辑基因可能引入新突变，影响婴儿健康。</p> <p>② 广泛使用可能导致人口结构和性别比例失衡，影响社会稳定。③ 编辑基因可能基因污染，人为选择导致遗传同质化[13]。</p>

5.5. 确立主张，达成共识

根据各组在论证中呈现的要素完整性、逻辑一致性与论证说服力，采用小组互评与教师评价相结合的方式，综合评估学生的论证能力。教师参照表 3 中的量化指标，对各组表现进行系统评分，并结合其对专业知识的理解与应用情况，给予具有针对性的反馈。

在总结环节，教师系统评述各组的论证亮点与不足，并基于科学事实与伦理规范，明确指出中国禁止生殖性克隆人的根本原因。通过这一引导过程，帮助学生形成理性认知，增强其对科技伦理与社会责任的共识性理解[15]。

Table 3. Discussion evaluation rubric

表 3. 讨论评价表

评价维度	内容得分(1-5 分)
论据	基于可靠数据、研究或实例，来源清晰
理由	逻辑严密，有效连接依据与主张
主张	明确、具体，紧扣论题
论证	反驳与再反驳逻辑性强，理由充分
参与	充分参与论证流程
一致性	论证各部分连贯流畅，无矛盾或重复。

6. 结论

将社会性科学议题(SSI)教学与图尔敏论证模型有机结合，共同构建了一种高效的生物学教学模式。在这一模式中，SSI 教学通过创设真实的社会性科学情境，有效激发学生对社会议题的关注与参与热情，引导其以科学的视角审视生活中的生物学问题；而图尔敏论证模型则通过“主张-依据-正当理由-支持-限定条件-反驳”的完整论证框架，帮助学生系统构建论证逻辑，精准表达观点，从而显著提升批判性思维与逻辑推理能力。二者的深度融合，不仅为学生生物学科核心素养的全面发展开辟了新路径，更有力促进了跨学科思维的培养和实际问题解决能力的提升，使生物学知识在真实社会语境中被更深刻地理解和应用。

参考文献

- [1] 普通高中生物学课程标准(2017 年版 2025 年修订) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2025: 12.
- [2] 邴杰, 李诺, 刘恩山. 美国社会性科学议题教学研究及启示——以“议题探究”项目为例[J]. 比较教育学报, 2021(6): 131-141.
- [3] Sadler, T.D. and Zeidler, D.L. (2005) Patterns of Informal Reasoning in the Context of Socioscientific Decision Making. *Journal of Research in Science Teaching*, **42**, 112-138. <https://doi.org/10.1002/tea.20042>
- [4] Pedemonte, B. and Balacheff, N. (2016) Establishing Links between Conceptions, Argumentation and Proof through the $ck\phi$ -Enriched Toulmin Model. *The Journal of Mathematical Behavior*, **41**, 104-122. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2015.10.008>
- [5] 牛海玉. 图尔敏论证模型探析——基于论证优度理论[D]: [硕士学位论文]. 太原: 山西大学, 2023.
- [6] 唐金巧. 基于 SSI 论证式教学培养初中生论证能力的实践研究——以初中生物学为例[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2025.
- [7] 钟琪. 图尔敏论证模型在生物学概念教学中的实践研究[J]. 中学生物学, 2021, 37(2): 25-28.
- [8] 刘思晋. 社会性科学议题在高中生物课程中的教学研究——以“转基因食品是否安全”议题为例[J]. 中学理科园地, 2024, 20(4): 26-28.

-
- [9] 高健, 阚文昕. 图尔敏论证模型在高中生物 SSI 教学中的应用研究——以器官移植为例[J]. 生命科学研究, 2024, 28(5): 465-470.
- [10] 邵丹玮, 虞驰. 高中生物学社会性科学议题的教学设计与组织——以“中国禁止生殖性克隆人”议题为例[J]. 生物学通报, 2022, 57(1): 35-39.
- [11] 王晓峰, 智睿. 基因编辑技术的风险及治理——从贺建奎案切入[J]. 江苏理工学院学报, 2025, 31(3): 1-8.
- [12] 邵朋飞. 基因工程的社会伦理划界何以可能?——以“基因编辑”为例[J]. 南京林业大学学报(人文社会科学版), 2024, 24(5): 87-96.
- [13] 白玉洁, 郝雪. 基于社会性科学议题的论证式教学设计——以“人工合成生命”为例[J]. 中学生物教学, 2024(15): 44-47.
- [14] 俞瑞, 刘智颖. 指向非形式推理的社会性科学议题教学实践——以“人类基因编辑”议题为例[J]. 中学生物学, 2024(5): 19-21.
- [15] 刘梦宇. 基于 SSI 的高中生物学论证式教学实践研究[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2024.