

科学教学中社会性科学论证分析框架的改进

——基于当代论证理论的视角

唐小为^{1*} 林 静² 王书阳³

- (1. 澳门大学 教育学院 澳门;
2. 北京师范大学 中国基础教育质量监测协同创新中心, 北京, 100875
3. 西南大学 教育学部, 重庆, 400715)

摘 要: 科学教育中社会性科学论证 (SSA) 对论证情境的关注与哲学界当代论证理论契合。本研究从当代论证理论视角审视 SSA 已有分析框架, 发现各类框架对论证语境的关注有待进一步整合; 多数框架针对个体论证, 对论证目的和规则的考虑不足。为帮助教师理解和把握其实践场域中以对话为主导形式的 SSA, 研究引入“新修辞”理论的论证目的分类, 根据科学导向和决策导向社会性科学论证的本质特征, 架构包含单个论证质量、整体论证功能和论证过程互动特征三维度的整合分析框架, 并给出相关应用示例。

关键词: 社会性科学论证; 当代论证理论; 对话论证; “新修辞”理论

进入新千年, 科学论证对科学教育的重要性成为共识^{①②}。二十多年来国际科学教育界对论证关注日深^{③④}, 就科学课堂上如何组织论证、分析和理解学生论证特点、评价论证质量等问题进行

* 唐小为, xiaoweitang@um.edu.mo。

① Driver R, Newton P, Osborne J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms [J]. Science Education, 2000, 84 (3): 287.

② Osborne J. Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse [J]. Science, 2010, 328 (5977): 463.

③ National Research Council. Next Generation Science Standards: For States, by States [M]. National Academies Press, 2013.

④ 中华人民共和国教育部. 义务教育小学科学课程标准 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2017.

了大量研究。与此同时,社会性科学议题(Socioscientific Issues, SSI)逐渐兴起并获得广泛重视^{①②③}。SSI以涉及科技且存在争议的社会问题为学习情境,旨在培养学生对相关个人或社会事务的决策能力,即“功能性”科学素养^④。

SSI的争议性本质为开展论证学习提供了理想语境,其复杂、跨领域的特点丰富了论证依据的来源^{⑤⑥}。有别于单纯的科学论证,SSI情境中的论证常会把科学认知与社会认知、生活经历与情感、不同群体的多元视角和价值取向密织在一起,这种论证被称为社会性科学论证(Socioscientific Argumentation, SSA)^{⑦⑧⑨}。尽管论证类型不同,许多研究者在评价SSA时仍直接使用或主要借鉴基于图尔敏模式科学论证评价框架^{⑩⑪},考量了SSA特点的研究也往往偏重一隅,如非形式推理类型^⑫或对多元视角的关注^⑬,可用于整体考量SSA质量的框架尚不多见。

SSA对复杂论证情境的关注与当代哲学家对论证理论的发展相契合。当代论证理论将论证视为基于说理的社会言语活动^⑭,强调论证领域、论证目的、说服对象、论证规则、社会文化语境等多重情境因素对论证结构功能和评价原则的影响。本文借鉴其理论观点与分析手段筛选重构指标,以期构建更切合SSA情境特征的分析框架,更好地指导相关教学实践。

① Driver R, Newton P, Osborne J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms [J]. Science Education, 2000, 84 (3): 287.

② Zeidler D L, Keefer M. The Role of Moral Reasoning and the Status of Socioscientific Issues in Science Education [M]. Dordrecht: Springer, 2003.

③ Sadler T D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research [J]. Journal of Research in Science Teaching, 2004, 41 (5): 513.

④ Zeidler D L, Sadler T D, Simmons M L. Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education [J]. Science Education, 2005, 89 (3): 357.

⑤ Capkinoglu E, Yilmaz S, Leblebicioglu G. Quality of argumentation by seventh-graders in local socioscientific issues [J]. Journal of Research in Science Teaching, 2020, 57 (6): 827.

⑥ Anisa, Widodo A, Riandi, Muslim. Students' argumentation in science lessons: How effective is rebuttal analysis framework in representing the complexity of classroom argumentation? [J]. Science & Education, 2023, 32 (3): 669.

⑦ Capkinoglu E, Yilmaz S, Leblebicioglu G. Quality of argumentation by seventh-graders in local socioscientific issues [J]. Journal of Research in Science Teaching, 2020, 57 (6): 827. Sadler D, Donnelly L. Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality [J]. International Journal of Science Education, 2006, 28 (12): 1463.

⑧ Garrecht C, Reiss M J, Harms U. I wouldn't want to be the animal in use nor the patient in need—the role of issue familiarity in students' socioscientific argumentation [J]. International Journal of Science Education, 2021, 43 (12): 2065.

⑨ Knight A M, McNeill K L. Comparing students' individual written and collaborative oral socioscientific arguments [J]. International Journal of Environmental & Science Education, 2015, 10 (5): 623.

⑩ Dawson V. Teachers' support in developing year 7 students' argumentation skills about water-based socioscientific issues [J]. International Journal of Science Education, 2024, 46 (3): 222.

⑪ Baytelman A, Iordanou K, Constantinou C P. Prior knowledge, epistemic beliefs and socio-scientific topic context as predictors of the diversity of arguments on socio-scientific issues, Current Research in Biology Education: Selected Papers from the ERIDOB Community [M]. Springer International Publishing, 2022: 45–57.

⑫ Sadler T D, Zeidler D L. Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making [J]. Journal of Research in Science Teaching, 2005, 42 (1): 112.

⑬ Sadler T D, Donnelly L. Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality [J]. International Journal of Science Education, 2006, 28 (12): 1463.

⑭ 同⑫。

一、当代论证理论对社会性科学论证的启示

论证理论鼻祖亚里士多德 (Aristotle) 的研究包含三条进路: 探讨逻辑关系的分析学进路; 探讨论证路径与技巧的论辩学进路; 探讨如何根据受众选择论证前提的修辞学进路^①。在论证理论发展历程中, 分析学进路一支独大, 形成了与具体论证情境相剥离的公理化形式逻辑系统, 即经典论证理论。20 世纪 50 年代以来, 学者们逐渐认识到, 仅从形式逻辑出发分析论证, 会导致大量成功论证被误判。当代论证理论由此转向真实语境, 论辩学与修辞学进路随之复兴。以下介绍四种代表性论证理论, 对语境的理解各有侧重, 研究进路也不尽相同。

(一) 图尔敏论证模型: 论证结构与论证领域

图尔敏论证模型 (Toulmin's Argument Pattern, TAP) 最广为人知的, 是识别了数据、论点、理据、理论基础、反驳和限定条件等论证结构组分及它们之间的关系。不少科学论证分析框架以 TAP 或简化 TAP 为依据, 将论证结构完整性和复杂性视为质量评价关键。

这一应用很大程度上窄化了该论证理论。作为率先质疑形式逻辑的研究者, 图尔敏认为, 论证是否遵循恰当程序 (即论证结构), 是否符合所在领域对“理由”和“理论基础”的评价标准^②, 共同决定了论证的有效性。前者是普适的, 而后者是领域特异的。《论证的用途》(*The uses of argument*) 再版时, 他甚至提出“‘理由’和‘理论基础’不仅是领域特异的, 还随论证场合、风险以及论证活动发生时的情境细节而变化”^③。

评价论证时仅从结构出发而忽视情境, 显然并非图尔敏本意。科学教育研究对 TAP 框架的应用, 常因对论证内容与逻辑特质关注不足被诟病^{④⑤}。同时, TAP 更适于分析个体论证而非对话论证, 因后者受情境影响更大, 如何编码结构组分, 组分缺失是结构不完整还是合理省略, 均要视语境而定^{⑥⑦}。

SSI 的复杂性决定了 SSA 论证情境的多样性, 只有明确具体情境的特异性标准, 才能对论证作出合理评价。

(二) “新修辞理论”: 论证目的与说服对象

佩雷尔曼 (Perelman) 和泰特卡 (Olbrechts-Tyteca) 发现, 仅以形式逻辑为标准难以把握价

① Sadler D, Donnelly L. Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality [J]. *International Journal of Science Education*, 2006, 28 (12): 1463.

② Toulmin S. *The uses of argument* [M]. Cambridge University Press, 2003.

③ 同②.

④ Nussbaum M. Argumentation, Dialogue theory, and probability modeling: Alternative frameworks for argumentation research in education [J]. *Educational Psychologist*, 2011, 46 (2): 84.

⑤ Allchin D, Zemplén G. Finding the place of argumentation in science education: Epistemics and Whole Science [J]. *Science Education*, 2020 (5): 907.

⑥ 同⑤.

⑦ Kelly G J, Druker S, Chen C. Students' reasoning about electricity: combining performance assessments with argumentation analysis [J]. *International Journal of Science Education*, 1998, 20 (7): 849.

值判断类论证的有效性，据此提出“新修辞（New Rhetoric）理论”^①。该理论认为，论证有效性取决于它对于说服对象的可接受度。说服对象可分为普遍受众和特定受众。前者指一切理性个体，后者指特定群体或个人。对象为普遍受众的论证，目的是从已知事实、真理及其推断等必然性前提出发，导出必然性结论。对象为特定受众的论证，目的是让该对象信服特定观点为“更优选择”，因此可以合乎受众价值观取向的或然性前提作为论证出发点。或然性前提按水平由低到高，可分为价值观（如“美有价值”）、价值观等级（如“美比盈利更有价值”）以及塑造等级的立场（如“恒久的比短暂的有价值”）三类。

该理论还指出，挑战必然性和或然性前提，均可从前提地位、前提选择（相关性）和前提表述三个层面进行。比如要挑战论证“转基因食品对人体有严重危害，因为小鼠吃了会影响生育”，可挑战其前提的事实性地位（“你确定这个实验结果靠谱？”）、相关性（“小鼠吃了会影响生育能证明对人体有害吗？”）或表述准确性（“这只是一个实验，大量实验结果都是没影响”）。相应的，论证评价也应关注前提在地位和表述上的准确性及与观点的相关性。

复杂多元的 SSA 同时包含必然性和或然性论证。因此在构建分析框架时，应借鉴“新修辞”理论，根据论证目的和对象判断可接受前提类型，并明确不同前提类型的内容评价标准。

（三）语用论辩理论：论证阶段与规则

范埃默伦（Van Eemeren）的语用论辩理论聚焦对话论证，关注参与者通过怎样的外化言语行为在怎样的互动中实现怎样的论证功能，并考量论证行为规范性^②。

该理论针对批判性讨论建构了理想化论证阶段模型和论证规则。模型将论证分为四阶段：显示意见分歧的冲突阶段；明确各方角色、义务和共同起点的开始阶段；往复互动的论辩阶段；以及查验分歧是否得到消除的结束阶段。论证规则用于判断互动形式是否公平（如：不能阻止他人提出或质疑观点；提出观点者有辩护义务；辩护失败辩护方应撤销观点，辩护成功反驳方应撤销怀疑），论证内容是否明确相关（如：只能挑战他人明确提出的观点；只能通过观点相关论证进行辩护；不可误以他人未言明之事为前提进行反驳），以及论证表达是否清晰合理（如：论证推理不可包含逻辑错误；辩护须循适当论证形式进行；不可否认作为公认起点的前提；不得使用不清晰的表述或故意歪曲他人表述）。

语用论辩理论看重论证是否消除分歧，与科学论证在目标定位上存在本质差别。科学论证关注科学理性甚于输赢，倡导通过批判性合作进行意义建构^③。指向决策的 SSA 追求生成可为多方接受的合理决策，与批判性讨论目的接近。但作为教学活动的决策论证以体验为重，不适合套用语用论辩的理想化阶段模型。

据此，语用论辩理论对 SSA 评价的主要启示在于对论证规则的关注，在评价以对话形式进行的 SSA 时，应根据目的确定适用的论证规则，将论证是否合规纳入考量。

① Van Eemeren F H, Grootendorst R, Johnson R H, et al. Fundamentals of argumentation theory: A handbook of historical backgrounds and contemporary developments [M]. Routledge, 2013.

② Van Eemeren F H. Argumentation theory: A pragma-dialectical perspective [M]. Springer, Cham, 2018.

③ Cavagnetto A R. Argument to Foster Scientific Literacy: A Review of Argument Interventions in K-12 Science Contexts [J]. Review of Educational Research, 2010, 80 (3): 336.

(四) 广义论证理论：社会文化语境与论证分析层次

我国学者鞠实儿的广义论证理论强调对话论证的文化相对性特征：不同社会文化群体遵循不同社会规则进行论证互动，会形成不同的合理性标准。论证分析需要考虑特定社会文化语境中对论证功能和表达方式的规约^①。

广义论证理论的论证分析至少包含话轮和语篇系统两个层次。话轮层次语篇行动产生于特定微观语境，承载特定论证功能，同时塑造后续论证语境。动态语境中生成的语篇行动序列则构成具有完整说理功能的论证语篇系统。

广义论证理论对 SSA 分析有两方面启示：一是要关注论证发生场域的社会规范对论证行为和 SSI 教育功能的影响；二是分析对话论证时应同时关注不同层次，仅聚焦个体论证容易忽视系统层面的论证功能和整体语境的规约作用。

综上所述，循当代论证理论搭建 SSA 分析框架，首先要将论证置于主题情境和论证发生的社会文化语境中，关注相关领域和社会规范对论证结构、功能和表达方式的要求。其次应根据论证目的和说服对象确定分析关注点、维度与评价指标。最后，分析对象为对话论证时，应关注论证过程是否合乎适用的论证规则，同时从话轮与语篇系统层次考量论证功能。

二、社会性科学论证已有框架与不足

SSA 分析框架的关注点可分为结构与内容、推理与支撑理由类型、论证功能三类。以下将逐一介绍，并以当代论证理论的视角对其局限性进行评述。

(一) 关注结构与内容的分析框架

TAP 论证结构和结构元素内容特征是 SSA 分析框架最常见的关注点。埃尔杜兰 (Erduran) 等人^②聚焦结构组分完整性和反驳数量的水平化分析框架^③，常用于口头及书面的个体 SSA 评价^{④⑤}。麦克尼尔 (McNeill) 等人^⑥的观点—证据—推理—反驳 (CERR) 框架结构元素选择相似，在水平划分上同时关注观点正确性与证据推理的准确性、充分性等内容特征。希什费 (Khishfe) 等人用于书面论证评价的框架关注观点、证据、推理三组分，同时将证据数量和推理

① 鞠实儿. 广义论证的理论与方法 [J]. 逻辑学研究, 2020, 13 (1): 1.

② Erduran S, Simon S, Osborne J. TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse [J]. Science Education, 2004, 88 (6): 915.

③ Erduran, et al. (2004) 开发论证分析框架时使用的课堂案例即是关于动物园的社会性科学议题学习，但作者的定位是用于评价科学课堂对话论证质量。

④ Dawson V, Venville G. Testing a methodology for the development of socioscientific issues to enhance middle school students' argumentation and reasoning [J]. Research in Science & Technological Education, 2022, 40 (4): 499.

⑤ Johnson J, Macalalag A Z, Dunphy J. Incorporating socioscientific issues into a STEM education course: Exploring teacher use of argumentation in SSI and plans for classroom implementation [J]. Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 2020, 2 (9): 1.

⑥ McNeill K L, Krajcik J S. Supporting grade 5—8 students in constructing explanations in science: The claim, evidence, and reasoning framework for talk and writing [M]. New York: Pearson, 2012.

有效性纳入水平划分依据^①。

不少该类型分析框架将数据/证据、理据、理论基础乃至反驳组分合并为理由 (rationale) 或支撑理由 (justification)。如萨德勒 (Sadler) 等人^②针对访谈中的个体 SSA 质量给出了三维分析框架, 其中“立场与理由”维度关注论证者能否对所持立场给出连贯、无逻辑漏洞的“理由”, “多元视角”维度关注论证者能否自发提及相左观点, “反驳”维度关注论证者能否合理挑战相左观点。贝特曼 (Baytelman) 等人^③的书面论证分析框架关注论证是否提供有效、推理确定性高且来源可信的支撑理由。柯尼特 (Knight) 和麦克尼尔 (McNeill)^④ 将“反驳”定义为“说明相左观点或解释为何不正确的支撑理由”, 其分析框架主要关注个体论证的支撑理由是否准确相关。

合并策略盛行的主要原因, 是 SSA 与科学论证的区别: 科学论证通常包含与理据之间界限较明确的实证证据; 而 SSA 既可基于实证证据, 也可基于伦理道德观念或立场等非实证前提, 后者较难进行结构组分划分。

从当代论证理论视角来看, 上述框架通过考察论证内容准确性和相关性等议题相关特征, 表达了对论证领域这一情境要素的关注; 部分框架还对结构元素的模糊处理应对 SSA 自身复杂性。其局限性在于不区分论证目的且仅关注个体论证质量, 难以用于分析对话论证。

(二) 关注非形式推理与支撑理由类型的分析框架

论证本质上是推理策略, SSA 研究因此可纳入非形式推理研究范畴^⑤。萨德勒 (Sadler) 等人^⑥在研究指向决策的 SSA 时, 按情感因素影响程度将非形式推理分为三类: 基于个人主观感受的直觉型、基于与决策作用对象共情的感性型和纯粹依靠逻辑的理性型。在实际论证中, 三类推理常复合使用, 形成互补或冲突关系。该框架后来被其他研究者赋予“理性型>感性型>直觉型”的水平含义, 用于书面论证评价^⑦。这一水平化处理有去情境化倾向, 不加限定地推崇理性型推理, 容易造成论证分析偏重科学性、轻视社会性的问题。

克里斯滕森 (Christenson) 等人^⑧的书面论证框架一定程度上解决了这一问题。该框架将支撑理由分为知识型和价值观型, 采用不同标准评价: 对知识型支撑理由主要考察是否准确相关;

① Khishfe R. Explicit Instruction and Student Learning of Argumentation and Nature of Science [J]. Journal of Science Teacher Education, 2020, 32 (3): 325.

② Sadler T D, Donnelly L. Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality [J]. International Journal of Science Education, 2006, 28 (12): 1463.

③ Baytelman A, Iordanou K, Constantinou C P. Prior knowledge, epistemic beliefs and socio-scientific topic context as predictors of the diversity of arguments on socio-scientific issues [M] //Current Research in Biology Education: Selected Papers from the ERIDOB Community. Springer International Publishing, 2022: 45-57.

④ Knight A M, McNeill K L. Comparing students' individual written and collaborative oral socioscientific arguments [J]. International Journal of Environmental & Science Education, 2015, 10 (5): 623.

⑤ Duschl R. Quality argumentation and epistemic criteria [M] //S. Erduran, M. Jimenez-Aleixandre (Eds.), Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research. Dordrecht, the Netherlands: Springer, 2008: 159-175.

⑥ Sadler T D, & Zeidler D L. Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making [J]. Journal of Research in Science Teaching, 2005, 42 (1): 112.

⑦ Dawson V, Venville G. Testing a methodology for the development of socioscientific issues to enhance middle school students' argumentation and reasoning [J]. Research in Science & Technological Education, 2022, 40 (4): 499.

⑧ Christenson N, Rundgren S. A framework for teachers' assessment of socioscientific argumentation: An example using the GMO issue [J]. Journal of Biological Education, 2014, 49 (2): 1.

对价值观型支撑理由主要考察其前提是个体好恶（如“我支持转基因，因为这样很酷”），还是可推及他人的道德准则（如“我支持转基因，因为这样能提高作物产量，消除饥饿”）。

上述框架关注到 SSA 论证包含道德推理的特质。后者将价值观型论证水平与支撑理由普适性相关联，与“新修辞”理论中或然性前提水平划分的出发点一致，但尚未明确论证目的影响，且仍聚焦个体论证而非对话论证。

（三）关注对话论证多层次功能的分析框架

伊瓦戈鲁（Evagorou）和奥斯本（Osborne）^①的分析框架聚焦课堂上以对话形式进行的 SSA，关注其在话轮和对话片段层面的功能实现。他们首先编码话轮所含 TAP 结构元素和语篇功能，通过描述性统计刻画话轮层面的结构功能特征。在对话片段层面，他们按整体论证功能由低到高将论证对话分为累积性、争论性和探索性三类。累积性论证指参与者仅分享各自观点，不评判他人观点；争论性论证指参与者有明确分歧、挑战他人观点的行为；探索性论证指参与者基于彼此想法进行建构，以达成共识。

他们的整体论证功能分类与贝兰德（Berland）和雷瑟（Reiser）的科学论证认识目标分类^②——阐释、说服和意义建构——相似。不同之处在于，贝兰德和雷瑟发现在科学论证中，“说服”比“意义建构”更难实现，因为挑战说服他人有违社会互动常规和科学课堂的常规目标。伊瓦戈鲁（Evagorou）和奥斯本（Osborne）^③则发现，SSI 的高不确定性让包含挑战和说服的争论性论证相对易生成，指向磋商决策的探索性论证反而不易发生。

该框架的特点是以对话论证为分析对象，且同时从话轮和语篇系统层面关注论证质量。鉴于教育中关注的 SSA 通常以课堂对话形式展开，相较于个体论证分析，此类分析对教学有更直接的指导意义。

综上所述，已有框架对 SSA 的论证语境特征有不同程度的关注，但缺乏必要整合。同时，多数框架仅针对个体论证质量，对论证目的和论证规则无明确关注。为加强分析框架对相关论证教学的指导，有必要在整合已有关关注点的基础上引入相关新视角，构建能为教师所用，立足其实践场域解读 SSA 的分析框架。

三、社会性科学论证对话的整合分析框架

为帮助教师理解和把握以课堂对话形式发生的 SSA，本研究引入“新修辞”理论的论证目的分类，架构关注单个论证质量、整体论证功能和论证过程互动特征的整合分析框架。该框架的一个主要特征是根据论证目的规划分析指标。

（一）框架描述

使用这一框架，首先要判断当前 SSA 的受众及目的。如果是指向普遍受众的必然性论证，目

^① Evagorou M, Osborne J. Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue [J]. Journal of Research in Science Teaching, 2013, 50 (2): 209.

^② Berland L K, Reiser B J. Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation [J]. Science Education, 2011, 95 (2): 191.

^③ Evagorou M, Osborne J. Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue [J]. Journal of Research in Science Teaching, 2013, 50 (2): 209.

的是论证“何为真”，即为科学导向；反之，如果是指向特定受众的或然性论证，目的是论证“何为善”，则为决策导向。以“转基因食品”议题为例，当论证指向“转基因食品能否对人体产生危害”这类科学主题时，从已有科学证据与原理出发、面向普遍受众的必然性论证应占主导。但当论证指向“能否销售转基因食品”的决策问题时，则有必要根据受众价值观取向进行或然性论证。比如要论证“不应销售转基因食品”这一观点，若受众是普通消费者，“未知意味着风险”“食品安全比价格便宜更重要”都是符合其价值观取向的前提；若受众是以营利为目的的商家，“对转基因的负面看法可危及企业形象”或更有说服力。

值得注意的是，在对话论证教学中，论证主题常发生转换。分析时要对当下论证主题有足够的敏感性，才能合理定位论证目的。

确定论证目的后，即可根据目的选择分析框架（见表1）。科学导向论证分析框架看重事实（包括实证证据）、理论、推论等必然性前提的使用。话轮论证质量主要考察论证结构元素的话轮分布，支持性结构元素是否准确相关，以及阐述、提问、批判、增建等科学论证常见话轮功能的分布^①。整体论证功能借鉴贝兰德与雷瑟提出的科学论证认识目标分类^②。论证过程互动特征分析借鉴语用论辩的讨论规则，但剔除直接指向论证准确性和相关性的规则，以及与科学导向论证目的不适配的规则，仅保留不能阻止他人提出或质疑观点、提出观点者负有辩护义务、不得使用不清晰的表述或故意歪曲他人表述等三条。

表 1 SSA 整合分析框架

论证目的		科学导向（何为真）	决策导向（何为善）	
单个论证质量	结构元素话轮分布	1. 编码单话轮所包含的观点、证据、推理、反驳等论证结构组分，归纳对话片段论证组分分布特征 2. 结构完整性：对话片段中针对特定观点的论证是否包含完整结构组分 3. 结构复杂性：对话片段中针对特定观点的论证中支持性结构组分的类型与数量	编码话轮包含的观点和支撑理由等论证结构组分，同时从正负向、所属类型及数量方面刻画支撑理由特征 结构完整性：对话片段中针对特定观点的论证是否包含论点和正负向支撑理由 结构复杂性：对话片段中的论证是否适用多个多类型支撑理由对不同观点进行权衡	
	内容准确性与相关性	编码单话轮中支持性结构元素（证据、推理、反驳）的准确性与相关性： 水平 0：支持性元素不准确且不相关 水平 1：支持性元素准确但不相关，或相关但不准确 水平 2：支持性元素部分准确且相关 水平 3：支持性元素完全准确且相关	知识型	支持性结构元素的准确性与相关性
	话轮语篇功能	对单话轮语篇功能进行如下编码： 阐述：论证独立于他人想法的观点/重述已有论证 提问：对已有论证的特定方面提出问题（如让他人更细致地表述想法、追问想法来源、追问证据可靠性等） 正向评价：赞同已有论证特定方面，可包含反馈 负向评价：挑战已有论证特定方面，可包含反馈 增建：基于他人想法进一步构建论证	价值观型	水平 1：完全基于个人好恶且与观点不直接相关 水平 2：完全基于个人好恶且与观点直接相关；或对决策影响群体有一定共情，但与观点不直接相关 水平 3：对决策影响群体有一定共情且与观点直接相关；或从普适性道德原则出发但与观点不直接相关 水平 4：从普适性道德原则出发，与观点直接相关 单话轮语篇功能编码除阐述、提问、正向评价、负向评价外增设： 权衡：通过不同观点间的合理妥协做出选择

① González-Howard M, McNeill K L. Acting with epistemic agency: Characterizing student critique during argumentation discussions [J]. Science Education, 2020, 104 (6): 953.

② Berland L K, Reiser B J. Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation [J]. Science Education, 2011, 95 (2): 191.

续表

论证目的	科学导向（何为真）	决策导向（何为善）
整体论证功能	根据单话轮语篇功能分布特征，分析对话性论证在语篇系统层面的论证功能达成情况： 阐释：单话轮语篇功能以“阐述”为主，不包含“正向评价”“负向评价”和“增减” 意义建构：单话轮语篇功能中除“阐述”外还多包含“增建”和“提问”，可能含有正向评价，不包含“负向评价” 说服：单话轮语篇功能中除“阐述”外包含较多的“正向评价”和“负向评价”，不包含“增建”和“提问” 意义建构+说服：单话轮语篇功能中“阐述”“正向评价”和“负向评价”“增建”和“提问”均有一定分布	根据单话轮语篇功能分布特征，分析对话性论证在语篇系统层面的论证功能达成情况： 累积性论证：单话轮语篇功能以“阐述”为主，不包含“负向评价”“增减”“权衡” 争论性论证：单话轮语篇功能中除“阐述”外包含较多的“负向评价”，不包含“增建”“权衡”“提问” 探索性论证：单话轮语篇功能中除“阐述”外还多包含“增建”“提问”和/或“权衡”，可能含有正向评价，不包含“负向评价” 争论性+探索性：单话轮语篇功能中“阐述”“正向评价”和“负向评价”“增建”/“权衡”“提问”均有一定分布
论证过程 互动特征	分析学生在论证互动过程中是否遵循以下规则： 不能阻止他人提出或质疑观点 提出观点者负有辩护义务 不得使用不清晰的表述或故意歪曲他人表述	增设论证规则： 辩护失败辩护方应撤销观点，辩护成功反驳方应撤销怀疑

决策导向论证的出发点既可是必然性前提，也可以是不同层级的或然性前提，在结构上不宜分解过细，因此将支撑性结构元素合并为支撑理由，将对不同观点的关注程度、支撑理由数量及多元性作为话轮层面的主要结构指标。在内容上，对知识型和价值观型支撑理由采用不同标准。知识型支撑理由评价标准与科学导向论证一致，价值观型支撑理由则主要借鉴克里斯滕森(Christenson)等人^①的相关层级化描述，着重评价其可接受性，即是否能推及他人且与论点相关。此外，单话轮语篇功能编码根据决策实际需求加入“权衡”，即在多方利益冲突时通过合理妥协做出选择（如减缓气候变暖需减排，但若“零碳排”则经济发展停摆，因此应保留一定的碳排放额度）。整体论证功能分析借鉴伊瓦戈鲁和奥斯本^②的功能分类，其中探索性论证功能可通过“增建”和/或“权衡”实现。贴合决策导向论证目的，互动特征分析还增设了指向决策产出的规则。

(二) 应用示例

伊瓦戈鲁和奥斯本^③研究中二人小组对引入灰松鼠后英国红松鼠数量为何锐减的讨论片段是典型的科学导向论证：

- 1. A1：它们（红松鼠）正在被饿死，因为……
- 2. A2：它们（灰松鼠）吃光了所有食物，因为灰松鼠到处都是，而红松鼠只能生活在针叶林中。
- 3. A1：到处都是，这个点好。

① Christenson N, Rundgren S. A framework for teachers' assessment of socioscientific argumentation: An example using the GMO issue [J]. Journal of Biological Education, 2014, 49 (2): 1.

② Erduran S, Simon S, Osborne J. TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse [J]. Science Education, 2004, 88 (6): 915.

③ Evagorou M, Osborne J. Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue [J]. Journal of Research in Science Teaching, 2013, 50 (2): 209.

4. A2: 它们基本上吃同样的东西,除了灰松鼠不介意吃没熟的榛子,而红松鼠介意。
5. A1: 还有大小,它们(灰松鼠)要大得多所以需要更多的食物。
6. A2: 对。
7. A1: 不过灰松鼠呢,因为它们到处都可以生活,找食也很容易。

该片段中,话轮2、4和以“还有”开头的話轮5均借由“吃光了所有食物”这个指向食物竞争的理由为话轮1中阐述的论点“(红松鼠)正在被饿死”提供证据,属于同一论证的增建。话轮3和6分别表达对话轮2和5的正向评价。话轮5同时隐含“灰松鼠更容易被饿死”的相左观点,话轮7“不过”后面的“找食也很容易”对此构成反驳。综上,该对话片段构建了完整且结构复杂性较高的论证。在内容维度上,支持性结构元素使用准确,仅话轮7因相左观点无明确阐述,相关性略有不足。语篇系统层次上,这段对话论证“增建”和“正向评价”多,但不涉及“负向评价”,主要达成了“意义建构”的整体功能。整个论证过程中无违反互动规则的行为。

金(Kim)和安东尼(Anthony)^①记录的本科生讨论片段展示了典型的决策导向论证过程:

1. S1: 我想,把垃圾堆放在特定地点还是比社区里到处都是垃圾好。
2. S3: 是的。
3. S2: 但有个十年它就要满了……十年垃圾填埋场很容易填满的。
4. S1/S3: 不对,是35年。
5. S2: 但那也还是在我们有生之年啊。
6. S1: 我也很好奇。因为我去年和实习班级一起去过垃圾填埋场,就是温哥华垃圾填埋场,天气恶劣的时候,很多垃圾会从填埋场扩散到其他环境中。所以,有没有办法控制这事儿呢?
7. S2: 你说的这个实际上就是我看过的叫做……
8. S1: 土壤淋溶。
9. S2: 我发现北美有30%,不好意思,40%的食物在生产和消费间的环节被浪费掉……所以垃圾填埋场有30%的物质应用于堆肥或者可以用于堆肥。
10. S3: 这种事太常见了,我敢打赌V大学(的浪费)就很厉害。
11. S1: 就类似强制回收或者堆肥什么的,我想也会对社区经济有益,因为回收的东西也包含生产成本,所以还不仅是环保。

以上片段中,话轮1首先表达了垃圾填埋是有效处置方式的观点,其支撑理由是与社区民众共情的价值观判断“比社区里到处都是垃圾好”。话轮2—5负向评价层出,争论性论证特点突出。S2首先以“有个十年它(垃圾填埋场)就要满了”作为知识型支撑理由反驳S1观点,指出垃圾填埋有效性受时间限制。这一理由显然不准确,因为S1/S3随即反驳其事实性地位:垃圾填埋场使用时限为“35年”。S2则以“还是在我们有生之年”的价值观型支撑理由与其他参与者共情,其内隐逻辑为“会在我们有生之年失效的解决方案可持续时间还是太短”。S1/S3未继续发表意

^① Kim M, Anthony R, Blades D. Decision making through dialogue: A case study of analyzing preservice teachers' argumentation on socioscientific issues [J]. Research in Science Education, 2014, 44 (6): 903.

见,且 S1 自此改变论证方向,似是默认此价值观合理。

话轮 6—11 的论证探索性意味更浓。S1 在话轮 6—8 给出了可用于反对其初始观点的知识型支撑理由:一定气候条件下,垃圾会“扩散到其他环境”,引发“土壤淋溶”危害。S1 同时以“有没有办法控制”提问,希望明确这一负向支撑理由能否被化解。S2 在话轮 9 中以另一知识型支撑理由——“在生产和消费间的环节被浪费掉”的食物可用于“堆肥”——支持“垃圾填埋场有 30% 的物质应该用于堆肥”,该观点隐含“不能堆肥的物质应填埋处理”,并非全面反对垃圾填埋而是给出权衡。S3 以对所在大学浪费情况的推测附议 S2, S1 则以“环保”和“对社区经济有益”两个普适性道德观为支撑理由进行增建。至此三人达成一致。

这一对话论证展现了多方向观点与多类型支撑理由的互动,且包含观点权衡,结构完整性与复杂性较高。同时实现了争论性和探索性的整体论证功能。互动过程中未出现违反论证规则的行为。

罗铨吉等人^①聚焦“是否支持重雾霾天气汽车限行”的课例可用于说明违反论证规则可造成的问题。该课初始讨论中,学生将“汽车尾气是不是导致雾霾的主要原因”列为影响决策的主要因素之一。沿“把实际问题转化成化学问题”的主导思路,对汽车尾气是否为雾霾主要成因的探讨,实际被聚焦于“是否有其他途径生成硝酸盐、铵盐”的化学探究,探究明确了工农业雾霾产出途径,但并未触及雾霾主要成因问题,显然违反了“不得使用不清晰的表述或故意歪曲他人表述”的互动规则。

后续决策性论证中学生调用了正向、反向、多类型的支撑理由,但无一能有力支持汽车尾气是雾霾“主要成因”,论证相关性大打折扣。该问题源头正是前述探究对什么是雾霾主要成因这个非化学问题的回避。当教师出于惯性将复杂的 SSI 简化为学科问题时,课堂自身的文化语境会制约论证,影响其互动过程和质量。

四、讨论与建议

从复杂真实的社会议题情境出发,创设深入参与 SSA 的机会,是发展学生“功能性”科学素养的重要途径。要确保论证互动有效性,达成素养发展目标,教师首先要充分理解此类论证的特点与要求。本研究构建的分析框架,对相关教学指导意义如下:

一是引导教师关注和合理规划论证目的。科学导向和决策导向论证目的不同,可接受前提也不同,是本框架基本出发点。教学中两类论证需充分交织。当学生对议题所知尚少,可利用初步的决策导向论证,发掘具体知识需求与价值观差异;从而设置相关探究活动,通过科学导向论证丰富学生的知识储备;只有在此基础上回归决策导向论证,才能清晰审视价值观差异对分歧的贡献,全面权衡不同观点的利弊。

二是为论证“脚手架”搭建和即时反馈提供理论基础。教师可从本框架的多重分析关注点出发指导对话论证的开展。如学生以个人好恶为决策出发点时,可引导其反思支撑理由的普适性。当学生一味坚持己见,可引导其通过相互“提问”权衡多方面支撑理由。同时也可将部分关注点和编码作为“脚手架”引入课堂,进行论证策略教学。比如可通过提供正反向支撑理由强化论证复杂度,或从前提的准确和相关入手质疑他人论证。

^① 罗铨吉,赵凌云,胡久华,等.基于社会性科学议题促进核心素养发展的元素化合物教学:以“论证重雾霾天气‘汽车限行’的合理性”为例[J].化学教育,2020,41(17):49.

三是为论证活动成效评价提供标准。本框架可作为专业发展辅助工具，帮助教师全面评价课堂对话论证过程，反思 SSA 教学活动。当然，深入利用本框架，需要对具体到话轮的课堂实录进行编码分析。国内此类研究范本尚少，这也是今后实证研究要进一步关注的。

基金项目

北京师范大学教育基金项目“中小学生科学素养提升”（项目编号：50006004）。

作者简介

唐小为，澳门大学助理教授，博士，研究方向：科学教育与教师专业发展研究。

林静，北京师范大学中国基础教育质量监测协同创新中心科学提升部主任，博士，研究方向：科学教育与教师教育。

王书阳，西南大学教育学部硕士生，研究方向：科学教育。

Improving the Framework for Analyzing Socioscientific Argumentation in Science Teaching: From the Perspective of Contemporary Argumentation Theory

Tang Xiaowei¹, Lin Jing², Wang Shuyang³

(1. Faculty of Education, University of Macau;

2. China Collaborative Innovation Center of Assessment Toward Basic Education Quality, Beijing Normal University, Beijing, 100875;

3. Faculty of Education, Southwest University, Chongqing, 400715)

Abstract: Socioscientific argumentation (SSA) shares with contemporary argumentation theories the great attention to contexts. Reflections on existing SSA analytical framework through the lens of contemporary argumentation theories reveal 1) that different frameworks attend to different aspects of argumentative contexts; and 2) that most frameworks focused on individual argumentation, showing little concern about the interactional rules and driving purpose of dialogic argumentation. To help teachers grasp the dialogic SSA they commonly face in their practical field, we introduced the categories of purpose proposed by the “new rhetoric” theory, and constructed a framework attending to quality of single argument, holistic argumentative function, and interactional features of argumentation in an integrative way. Examples of analytical applications are provided.

Key Words: socioscientific argumentation; contemporary argumentation theory; dialogic argumentation; New Rhetoric