

CER 论证模型赋能生物学概念教学的应用探析

陈 飞

四川师范大学 成都 龙泉驿 610100

【摘 要】 生物学概念是构建学科知识体系的核心，也是发展学生科学思维与核心素养的基础。传统生物学概念教学多以“讲授+记忆”为主，存在概念理解浅表、思维训练不足、素养落地困难等问题。CER 论证模型（主张-证据-推理）作为科学论证的核心框架，契合生物学概念建构的认知规律，能引导学生经历“提出主张、搜集证据、逻辑推理”的科学探究过程，实现概念的深度建构与素养的协同发展。本文阐释 CER 论证模型的内涵与教学价值，剖析当前生物学概念教学的现实困境，探究 CER 模型赋能生物学概念教学的实施路径与实践策略，为一线生物教师优化概念教学、落实核心素养提供参考。

【关键词】 CER 论证模型；生物学概念教学；科学思维；核心素养

1 引言

《义务教育生物学课程标准（2022 年版）》明确提出，要以核心素养为导向，引导学生形成生物学基本概念、原理和规律，发展科学思维与科学探究能力。生物学概念是对生命现象本质特征的抽象概括，是连接事实知识与核心素养的桥梁，概念教学的质量直接决定学生学科知识体系的构建与核心素养的发展水平。

当前生物学概念教学仍存在诸多短板：教学方式固化，多采用“教师讲授概念定义+学生背诵记忆+习题巩固”的模式，学生被动接受知识，缺乏主动建构过程；概念理解浅表，学生仅记住概念字面含义，无法把握本质内涵与内在逻辑，难以实现迁移应用；思维培养缺位，忽视科学论证、逻辑推理等高阶思维训练，学生“知其然不知其所以然”；素养融合不足，概念教学与科学思维、科学探究、生命观念等素养培养脱节，难以落实新课标育人目标。

CER 论证模型（Claim-Evidence-Reasoning）即“主张-证据-推理”模型，是科学教育中培养学生论证能力与科学思维的核心工具。该模型还原科学研究的本质过程，引导学生基于问题提出观点（主张），依托实验、资料等支撑依据（证据），通过逻辑关联推导结论（推理），实现概念的主动建构与深度理解。基于此，本文探析 CER 论证模型在生物学概念教学中的应用路径，推动概念教学从“知识记忆”向“素养建构”转型，助力学生生物学核心素养全面发展。

2 CER 论证模型的内涵与赋能生物学概念教学的价值

2.1 CER 论证模型的核心内涵

CER 论证模型由主张（Claim）、证据（Evidence）、推理（Reasoning）三要素构成，三者逻辑关联、层层递进，共同构成完整的科学论证链条。

（1）主张（C）：针对特定生物学问题或现象提出的观点、

结论或解释，是论证的核心，相当于科学探究中的“假设”或“结论”，需具备明确性、针对性与科学性。例如，针对“酶的作用”提出主张：“酶能降低化学反应活化能，且具有高效性”。

（2）证据（E）：支持主张的客观事实、实验数据、科学资料、观察现象等，是论证的基础，需具备真实性、相关性、充分性。证据可来自实验探究、教材资料、科学史、生活现象等，如“过氧化氢在酶催化下分解速率远快于加热条件”的实验现象。

（3）推理（R）：连接证据与主张的逻辑纽带，是运用生物学原理、规律对证据进行分析、阐释，说明证据为何能支持主张的思维过程，需具备逻辑性、严谨性、科学性。例如，“酶降低了反应活化能，因此在温和条件下就能加速反应，体现高效性”。

2.2 CER 论证模型赋能生物学概念教学的价值

（1）深化概念本质理解，破除浅表认知 CER 模型引导学生跳出“记忆概念定义”的浅层学习，主动参与概念建构的全过程。通过提出主张、寻找证据、逻辑推理，学生深入剖析概念的本质特征、形成逻辑与适用范围，从“记住概念”升级为“理解概念”，实现概念的深度建构。例如，在“光合作用”概念教学中，学生通过论证氧气来源、原料转化等问题，深刻理解光合作用的实质与过程。

（2）培养科学思维能力，发展高阶认知 CER 模型的核心是逻辑论证与思维外显，学生在论证过程中需运用分析、归纳、推理、质疑、辩驳等思维方法，有效锻炼逻辑思维、批判性思维与创造性思维。同时，学生通过梳理“主张-证据-推理”的逻辑链条，形成严谨的科学思维习惯，契合生物学核心素养中“科学思维”的培养要求。

（3）落实科学探究素养，践行探究本质 CER 模型还原科学探究的真实过程，将概念教学转化为微型探究活动。学生自

主提出问题、设计方案、搜集证据、推理论证，亲历类似科学家的探究历程，提升实验设计、证据分析、逻辑论证等科学探究能力，落实“科学探究”素养目标。

(4) 凸显学生主体地位，激发学习主动性 传统概念教学以教师为中心，学生被动接受；CER 模型以学生为主体，通过问题驱动、小组合作、论证辩驳，充分调动学生主动性与积极性。学生在自主探究、合作交流中主动建构知识，获得成就感与认同感，激发生物学学习兴趣，培养自主学习能力。

(5) 衔接核心素养培养，落实育人目标 CER 模型将概念教学与生命观念、科学思维、科学探究、社会责任四大核心素养有机融合。学生在建构概念的同时，形成结构与功能观、物质与能量观等生命观念；发展科学思维与探究能力；通过分析生活中的生物学问题，增强社会责任意识，实现知识教学与素养培养的协同统一。

3 当前生物学概念教学的现实困境

3.1 教学模式固化，概念建构被动化

多数教师仍采用“灌输式”教学，直接呈现概念定义、关键词与注意事项，学生被动记忆、机械背诵，缺乏主动思考与建构过程。概念形成过程被简化为“结论告知”，学生无法理解概念的来龙去脉与本质内涵，难以形成深刻认知，易出现概念混淆、理解偏差等问题。

3.2 思维训练缺失，论证能力薄弱

概念教学重“结论记忆”轻“过程推理”，忽视科学论证、逻辑推理等高阶思维训练。学生习惯被动接受结论，缺乏提出观点、寻找证据、逻辑阐释的意识与能力；面对复杂概念或变式问题时，无法梳理逻辑关系，难以进行有效论证，科学思维发展受限。

3.3 证据支撑不足，概念理解浅表化

概念教学缺乏充分的证据支撑，教师多直接给出概念，未引导学生通过实验、资料、现象等分析推导。学生仅记住概念字面表述，不理解概念背后的事实依据与科学原理，无法把握概念本质，难以实现知识迁移应用，遇到新情境问题时无从下手。

3.4 素养融合不足，育人功能弱化

概念教学与核心素养培养脱节，教师仅关注知识传递，忽视生命观念、科学思维、探究能力等素养培养。教学过程缺乏探究活动、思维训练与价值引领，概念教学的育人价值被弱化，难以落实新课标“素养导向”的教学要求。

3.5 评价方式单一，忽视过程发展

概念教学评价重“结果检测”轻“过程评价”，以纸笔

测试、概念默写为主，仅评价学生概念记忆情况。忽视学生在概念建构过程中的思维表现、论证能力与参与度，无法全面衡量学生的概念理解水平与素养发展状况，难以发挥评价的导向与激励作用。

4 CER 论证模型赋能生物学概念教学的实施路径

4.1 教学准备：精准定位，搭建论证框架

(1) 梳理概念类型，适配论证设计 生物学概念可分为事实性概念、原理性概念、抽象性概念三类，需结合概念特点设计 CER 论证活动。事实性概念（如“细胞的结构”）侧重证据观察与归纳；原理性概念（如“光合作用原理”）侧重实验证据与逻辑推理；抽象性概念（如“基因的表达”）侧重资料分析与逻辑建构。

(2) 明确教学目标，聚焦素养导向 围绕概念理解、思维发展、素养提升三维目标，制定 CER 教学目标：知识目标（理解概念本质、掌握核心内涵）；能力目标（提升证据分析、逻辑推理、科学论证能力）；素养目标（形成生命观念、发展科学思维、增强探究意识）。

(3) 创设问题情境，激发论证需求 结合生活现象、科学史、实验现象、社会热点等，创设真实、有趣、有探究价值的问题情境，引发认知冲突，激发学生论证兴趣。例如，在“酶的特性”教学中，创设“加酶洗衣粉温水洗涤效果更好”的生活情境，提出问题：“酶的催化作用受哪些因素影响？”引导学生提出主张、开展论证。

(4) 准备论证资源，提供证据支撑 整合实验器材、科学史料、图文资料、视频素材、数据表格等资源，为学生提供充足、多样的证据来源。例如，“细胞膜的结构”教学中，准备细胞膜成分探索的科学史资料、流动镶嵌模型示意图、相关实验数据等，支撑学生论证。

4.2 教学实施：四步推进，落实概念建构

以情境导入→主张提出→证据搜集→推理论证→修正完善→概念建构为主线，分四步实施 CER 论证教学。

(1) 情境激疑，提出主张(C) 教师呈现问题情境，引导学生自主思考、小组讨论，基于已有知识经验，针对核心问题提出明确、具体、可论证的主张。主张无需绝对正确，可初步、可修正，核心是激发探究欲望。例如，“特异性免疫”教学中，提出核心问题：“体液免疫中抗体如何发挥作用？”学生提出主张：“抗体与抗原特异性结合，清除抗原”。

(2) 多元探究，搜集证据(E) 学生围绕主张，通过实验探究、资料分析、观察现象、小组研讨等方式，搜集支撑主张的证据。教师巡视指导，引导学生筛选真实、相关、充分的证据，避免无效证据。例如，“光合作用”教学中，学生通过实

检验检测氧气产生、分析鲁宾 - 卡门实验数据、查阅科学史资料，搜集“光合作用产生氧气、原料是 CO_2 和 H_2O ” 的证据。

(3) 逻辑关联，推理论证 (R) 学生结合生物学原理、规律，对证据进行分析、归纳、阐释，搭建证据与主张之间的逻辑桥梁，说明证据为何能支持主张，形成完整论证链条。小组内交流论证过程，相互质疑、辩驳、补充，完善论证逻辑。例如，“酶的高效性” 论证中，学生结合“活化能” 原理，阐释“酶降低活化能，使反应在温和条件下快速进行，体现高效性”。

(4) 质疑修正，建构概念 组织全班论证交流，各小组展示主张、证据、推理过程，接受全班质疑与辩驳。学生基于他人质疑与新证据，修正完善主张与推理过程，最终达成共识，提炼概念本质，形成完整、准确的生物学概念。例如，通过多轮论证，修正完善“光合作用” 概念：“绿色植物通过叶绿体，利用光能，把 CO_2 和 H_2O 转化成储存能量的有机物，并释放 O_2 的过程”。

4.3 教学延伸：迁移应用，深化素养发展

(1) 变式训练，巩固概念理解 设计不同情境、不同角度的变式问题，引导学生运用 CER 模型分析解决问题，实现概念迁移应用。例如，学习“酶的特性” 后，呈现“低温保存酶制剂”“高温消毒” 等情境，让学生用 CER 模型论证原因，深化对酶特性的理解。

(2) 拓展探究，提升论证能力 布置课后探究任务，引导学生自主运用 CER 模型开展微型探究，如“探究影响酶活性的因素”“调查校园植物的光合作用强度” 等，进一步提升证据搜集、逻辑推理、科学论证能力。

(3) 素养融合，强化价值引领 结合概念教学，渗透生命观念、社会责任等素养教育。例如，“生态系统” 概念教学中，引导学生论证生态系统的稳定性，形成“人与自然和谐共生” 的观念，增强生态保护意识。

4.4 教学评价：多元赋能，关注过程成长

构建过程性评价 + 终结性评价、定量评价 + 定性评价的多元评价体系，全面评价学生概念建构与素养发展情况。

(1) 过程性评价：聚焦论证表现 采用 CER 论证评价量表，从主张合理性、证据充分性、推理逻辑性、参与积极性、合作有效性五个维度，评价学生在论证过程中的表现。通过课堂观察、小组互评、教师点评、反思日志等方式，记录学生成长轨迹。

(2) 终结性评价：关注概念应用 设计概念理解类、论证分析类、迁移应用类试题，考查学生对概念本质的理解与论证能力。例如，给出实验现象或资料，让学生用 CER 模型写出论

证过程，评价学生的综合能力。

(3) 激励性评价：激发学习动力 采用个性化评语、星级评价、优秀论证展示等方式，肯定学生的努力与进步，鼓励大胆质疑、主动探究，激发学习积极性。

5 实践案例 —— 以“酶的特性” 概念教学为例

5.1 教学目标

(1) 知识目标：理解酶的高效性、专一性、作用条件温和性三大特性，掌握酶特性的本质原因。(2) 能力目标：通过 CER 论证活动，提升实验设计、证据分析、逻辑推理与科学论证能力。

(3) 素养目标：形成“结构与功能相适应” 的生命观念，发展科学思维与探究能力。

5.2 教学过程

(1) 情境导入，提出主张

呈现“加酶洗衣粉温水洗涤效果更好”“发烧时食欲不振” 等生活情境，提出核心问题：“酶的催化作用具有哪些特性？” 学生小组讨论，提出主张：①酶具有高效性；②酶具有专一性；③酶的作用需要温和条件。

(2) 实验探究，搜集证据

①实验 1 (高效性)：比较过氧化氢在酶、 Fe^{3+} 、加热条件下的分解速率，观察气泡产生速度与量，记录实验现象。

②实验 2 (专一性)：探究淀粉酶对淀粉和蔗糖的催化作用，用斐林试剂检测产物，观察是否出现砖红色沉淀。

③实验 3 (温和性)：探究温度、pH 对酶活性的影响，设置不同温度、pH 梯度，检测酶活性变化。学生整理实验现象、数据，形成支撑主张的证据。

(3) 逻辑推理，论证分析：

①高效性推理：酶催化下过氧化氢分解速率远快于 Fe^{3+} 和加热，说明酶降低活化能的作用更显著，具有高效性。

②专一性推理：淀粉酶只能催化淀粉水解，不能催化蔗糖水解，说明酶只能催化特定底物，具有专一性。

③温和性推理：温度过高 / 过低、过酸 / 过碱时酶活性降低或失活，说明酶的作用需要温和条件。小组内交流推理过程，完善逻辑链条。

(4) 质疑修正，建构概念

全班展示论证过程，质疑辩驳（如“低温与高温对酶活性的影响有何不同？”），修正完善推理，最终提炼酶的特性概念：“酶是活细胞产生的具有催化作用的有机物，具有高效性、专一性，作用条件温和”。

(5) 迁移应用，素养提升

呈现“酶制剂低温保存”“胃蛋白酶适宜酸性环境” 等

问题,学生用 CER 模型论证,深化概念理解,形成“结构与功能相适应”的生命观念。

6 实施注意事项

6.1 循序渐进,适配学生认知

CER 论证能力培养需循序渐进,从简单概念、简单论证入手,逐步提升难度。低年级或基础薄弱学生,侧重引导提出简单主张、搜集直观证据、进行基础推理;高年级或能力较强学生,鼓励复杂主张、多元证据、深度推理与辩驳,避免“一刀切”。

6.2 合理把控,平衡教学效率

CER 论证活动耗时较长,需合理把控教学节奏,避免影响教学进度。精选核心概念开展论证,简化非核心环节;小组分工明确,提高探究效率;提前准备论证资源,减少课堂准备时间,实现“效率与深度”平衡。

6.3 精准引导,避免论证偏差

学生论证过程中易出现主张模糊、证据无关、推理逻辑断裂等问题,教师需精准引导。通过问题点拨、思路启发、补充资料等方式,帮助学生梳理逻辑、完善论证,避免放任自流或过度干预,保障论证活动有效开展。

6.4 多元融合,兼顾知识与素养

CER 模型应用需兼顾概念知识掌握与核心素养发展,避免

重形式轻内容。论证活动围绕概念本质展开,思维训练、探究能力培养融入概念建构过程,实现知识教学、能力培养、素养提升的有机统一。

7 结论

生物学概念教学是学科教学的核心,也是落实核心素养的关键。CER 论证模型以“主张-证据-推理”为核心,契合生物学概念建构的认知规律,能有效破解当前概念教学中“被动记忆、浅表理解、思维缺失、素养弱化”的现实困境。

CER 论证模型赋能生物学概念教学,通过教学准备、教学实施、教学延伸、教学评价四维路径,引导学生亲历“提出主张、搜集证据、逻辑推理、修正完善、建构概念”的科学探究过程,深化概念本质理解,发展科学思维与论证能力,落实生物学核心素养培养目标。

在实践教学中,教师需结合概念类型与学生认知,循序渐进开展 CER 论证活动,合理把控教学节奏,精准引导论证过程,实现概念教学从“知识本位”向“素养本位”转型。未来,需进一步探索 CER 模型与不同课型、不同概念类型的深度融合,完善教学策略与评价体系,充分发挥 CER 模型的育人价值,助力生物学教学高质量发展。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部.义务教育生物学课程标准(2022 年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2022.
- [2] 何嘉媛,刘恩山.论证式教学策略的发展及其在理科教学中的作用[J].生物学通报,2012,47(5):31-34.
- [3] 王星乔,米广春.论证式教学:科学探究教学的新图景[J].中国教育学刊,2010(10):50-52.
- [4] 杨慧敏,邵向英,蒋可馨,等.指向证据意识培养的 CER 论证式教学——以“光合作用的原理”为例[J].中学生物教学,2023(14):39-42.
- [5] 黄丹珏.基于 CER 论证模型的高中生物课堂教学设计——以《降低化学反应活化能的酶——酶的作用》为例[J].2024(26):89-91.
- [6] 林琪琦,平亚茹,梁前进. CER 框架在论证式教学中的应用[J].中学生物教学,2022(13):37-40.
- [7] 韩艳良.整合概念构建与科学论证的教学实践[J].中学生物教学,2020(25):23-25.
- [8] 周忠芬,谢晓宏.论证式教学策略在生物学复习课中的应用尝试[J].生物学通报,2021,56(4):31-33.