

生成式人工智能在论证式教学中的运用——以“DNA 的结构”为例

俞金礼¹, 巫李美¹, 李先明², 林国栋^{1*}

(1 温州大学, 浙江 温州 325035; 2 温州市第二外国语学校, 浙江 温州 32503)

摘要: 以“DNA 的结构”一节为例, 探讨了生成式人工智能 Chat GPT 在辅助教师教学、促进学生学习、评价论证内容三个场景中的应用路径, 并设计“情境创设, 提出问题; 分组合作, 模型初构; 科学论证, 修正模型; 专家咨询, 完善模型; 总结提升, 反思写作”的论证式教学环节, 为人工智能赋能生物学教学、创造更具互动性和个性化的学习体验, 发展学生模型建构能力与论证能力提供参考。

关键词: 生成式人工智能; 论证式教学; 生物学教学; Chat GPT

Application of Generative Artificial Intelligence in Argument-based Teaching—Taking "The Structure of DNA" as an Example

Jinli Yu¹, Limei Wu¹, Xianming LI², Guodong Lin^{1*}

(¹ Wenzhou University, Wenzhou, Zhejiang, 325035, China; ² Wenzhou No. 2 Foreign Language School, Wenzhou, Zhejiang, 32503, China)

Abstract: Taking the section of "The Structure of DNA" as an example, this paper explored the application paths of the generative artificial intelligence Chat GPT in three scenarios, namely, assisting teachers' teaching, promoting students' learning, and evaluating argumentation content. Moreover, it designed the argument-based teaching links including "creating situations and raising questions; group cooperation and initial model construction; scientific argumentation and model modification; expert consultation and model improvement; summary and promotion, as well as reflective writing", aiming to provide references for artificial intelligence to empower biology teaching, create more interactive and personalized learning experiences, and develop students' model construction ability and argumentation ability.

Keywords: Generative Artificial Intelligence; Argumentative Teaching; Biology Teaching; Chat GPT

引言

《基础教育课程教学改革深化行动方案》(2023) 提出^[1], 要深入推进教育数字化, 促进信息技术与教育教学深度融合, 数字化赋能教学成为促进知识创新, 发展学生核心素养的新趋势。同时, 论证式教学将论证引入课堂, 学生通过搜集信息、评价资料、提出主张, 为主张进行辩驳等过程深化对知识的理解^[2], 从而发展学生批判性思维与逻辑推理能力, 但传统的论证式课堂往往受限于教学资源、时间空间等因素, 课堂中所采用的科学史资料由教师提前设置, 不能根据学生动态生成新的学习材料, 课堂的生成性难以保证; 并且由于学生生成的论证内容繁多且复杂, 学

作者简介: 俞金礼 (2001-), 女, 硕士研究生, 研究方向为中生物教学论

巫李美 (2000-), 女, 硕士研究生, 研究方向为中生物教学论

李先明 (1974-), 男, 硕士生导师, 中学高级教师, 研究方向为中生物教学论

林国栋 (1968-), 男, 教授, 硕士生导师, 研究方向为中生物教学论

通讯作者: 林国栋, 2209253929@qq.com

生难以获得及时的反馈。生成式人工智能（Artificial Intelligence Generated Content, AIGC）以其强大的创造力、快速反应力与输出能力为论证式课堂带来了新的机遇，“DNA 的结构”一节教学中，将物理模型建构过程融入论证式教学，加深对学生对概念理解的同时，提升科学思维，以此培养学生学科核心素养^[3]，并以生成式人工智能工具 Chat GPT 为切入点，分析了其在情境创设、论证资料搜集、论证内容评价等方面的应用^[4]，提供了人工智能背景下新的教学思路和方法。

1. 生成式人工智能技术简介

生成式人工智能是一项够利用复杂算法、机器学习模型和规则从大数据中集中学习以创新并生成文本、图片、声音、视频和代码等多种类型内容的创新型人工智能技术，具有自主学习适应力强、输出内容多样且迅速、跨学科整合能力强等特点^[5]，其中最具代表性的工具就是 Chat GPT，而国内的生成式人工智能工具 DeepSeek、讯飞星火、文心一言、智普清言等也在教育领域有着广泛应用。由美国人工智能研究实验室 OpenAI 推出的生成式人工智能 Chat GPT 采用提示学习与人类反馈相结合的训练方式^[6]，结合了深度学习与自然语言理解等技术，能够处理文本并根据提问生成连贯、个性化的自然语言回复，在辅助教师改进教学设计、开发教学资源；帮助学生答疑解惑、为学生提供个性化的智能方案^[7]；创新评价方式，实现多维度智能诊断反馈等方面发挥着重要作用，可以显著提高教学质量与学习效果，推动教学评一体化目标的实现。

2. 生成式人工智能技术在 DNA 的结构主题教学中的应用

2.1. 生成式人工智能技术应用于课前

在教学准备阶段，教师可以利用 Chat GPT 生成相应的生物教学资源，创设多样化的学习情境，丰富教学内容并以此激发学生学习兴趣，提高学生参与度与学习热情^[8]。例如，在“DNA 的结构”一节教学中，教师可以利用“角色+背景+要求”的指令句式对 Chat GPT 进行提问：“你是中学生物学教学领域的专家，我是一名中学生物教师，即将进行 DNA 的结构一节教学，你能够结合当前研究前沿或社会热点，为我提供几个关于这节的课堂情境让我选择吗”（图 1），对于人工智能创建的情境教师能够从中获取灵感，批判性利用其提供的学习任务与建议。对于已有素材或者教学情境，教师也可以利用 Chat GPT 进行细化，模拟现实环境中的各种情境与角色。为从不同角色视角导入教学，促使情境更加深入，增加学生情感体验提供素材。例如，在“为烈士寻亲，让无名英雄有名”情境中，教师可以从寻亲者（烈士亲属）、科学家或研究者、烈士、记者、法医等角色视角进行导入，并通过“你是一名科研工作者，请你以你的口吻叙述‘为烈士寻亲，让无名英雄有名’项目”等指令获取情境素材（图 2），进行加工，赋予学生角色体验的同时激发学生同理心与社會责任感。

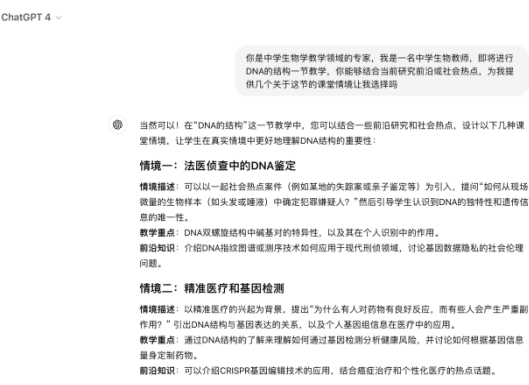


图 1 Chat GPT 生成“DNA 的结构”教学情境

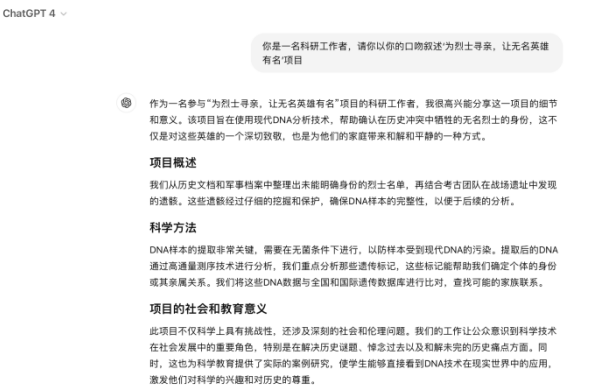


图 2 以科研工作者视角生成教学情境

2.2. 生成式人工智能技术应用于论证式教学课堂

在“DNA 的结构”教学中，学生需要建构模型并阐述自己的主张，搜集资料进行科学论证，这要求他们不仅需要具备相关的知识背景，还要能够有效组织语言，表达思想^[9]。生成式人工智能通过庞大的数据库，为学生提供了与论证主题密切相关的信息和资料，学生能够利用 Chat GPT

快速搜集 DNA 结构相关的科学史并筛选其中的有效信息以完善论证，建构模型，在高效获取知识的同时提升了自己的信息提取能力、归纳总结能力与科学素养。

2.2.1. 情境创设，提出问题

以科研工作者视角介绍“为烈士寻亲，让无名英雄有名”项目，引导学生回顾所知识并思考：什么技术可以确认烈士的身份？为什么 DNA 可以作为坚定不移材料？DNA 具有怎样的结构与其功能相适应？

通过创设“为烈士寻亲”这一有意义的情境，激发学生学习兴趣、引发学生思考的同时，渗透爱国主义教育，师生讨论共同确定驱动型问题“DNA 的结构是怎样的”，并明确课堂任务：构建 DNA 的物理模型。

2.2.2. 分组合作，模型初构

教师按照组间同质，组内异质的分组原则，将学生 4 人一组分为不同的小组，提供建模所需材料，引导学生通过小组合作建构模型。按照学生认知规律，将 DNA 分子模型的构建拆分为构建脱氧核糖核苷酸模型、构建一条脱氧核苷酸链模型、构建 DNA 平面结构模型、建构 DNA 的双螺旋结构模型 4 个由简到繁的步骤^[10]，并结合科学史逐步论证，引导学生在脱氧核糖核苷酸的基础上构建 DNA 单链、DNA 的平面双链以及立体空间结构，在螺旋上升的逻辑思维中培养学生的科学推理能力与信息提取能力。学生在建构模型时，可以对生成式人工智能进行提问，获取与主题相关的材料（图 3），在此基础上筛选支持模型构建的信息，并结合活动任务，进一步提问（图 4），例如学生可以通过 Chat GPT 了解脱氧核糖核苷酸之间的连接方式、碱基的形状、氢键的形成、双螺旋的结构细节等知识以加深对模型的理解。这个过程中，教师要引导学生识别其中重要的信息，并提供问题支架给予学生方向。



图 3 DNA 结构科学史资料

图 4 针对模型建构过程进一步提问

[活动一]构建脱氧核糖核苷酸模型。教师提供材料，分别代表组成脱氧核糖核苷酸的物质，让学生在回顾 DNA 的基本组成单位相关知识的基础上建构 4 种不同的核苷酸，思考：脱氧核糖的 C 原子位序如何？磷酸基团链接在几号 C 原子上？

[活动二]构建一条脱氧核苷酸链模型。教师提出问题“单个脱氧核糖核苷酸之间如何连接”，引导学生根据所学知识进行类比推理，并展示科学史资料。学生能够从资料中获取信息，为建模提供依据并做好记录。

[活动三]构建 DNA 平面结构模型。以科学史为支架，引导学生分析资料解决“DNA 有几条脱氧核苷酸链组成”“DNA 的脱氧核苷酸链如何分布”“碱基之间如何配对”“如何让两条脱氧核苷酸链连接起来，更加稳定？”，并在学生建构模型的过程中搜集学生生成的问题，及时给予引导。

[活动四]建构 DNA 的双螺旋结构模型。学生搜集相关资料后教师展示沃森和克里克的 DNA 衍射图谱，设置弹簧激光衍射这一体验性活动，引导学生类比推理得到 DNA 具有螺旋结构，并提供科学史资料作为支架，学生进一步分析资料从定性和定量两个方面确定 DNA 螺旋结构组成，建构 DNA 的立体结构模型。

2.2.3. 科学论证，修正模型

基于上一阶段构建的 DNA 立体模型，以书面形式撰写由主张、证据和推理组成的科学论证^[11]，教师提供书面论证指南（图 5），论证过程围绕“DNA 的基本单位是什么”“DNA 的基本骨架

是怎样的”“DNA 的碱基所在位置如何”“DNA 的三维立体结构如何构成”展开，学生依据搜集到的信息，个人完成书面论证进行小组讨论。在此阶段，教师应当鼓励学生表达自己的思想和主张而不对学生观点的正确与否作出评价，并实时与同学交流，了解学生进度。通过组内交流，小组成员加深对 DNA 模型的认识和理解，消除分歧，达成一致。

问题：DNA 具有怎样的结构？

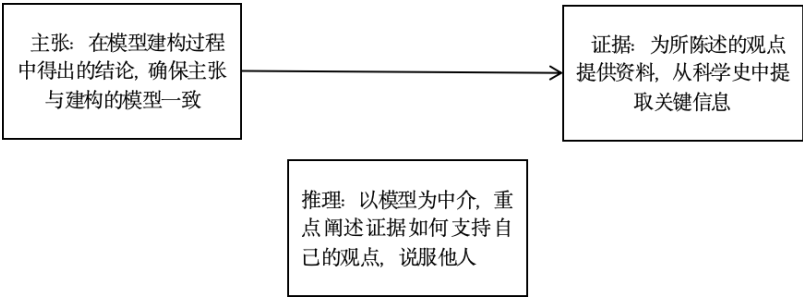


图 5 书面论证指南

在书面论证完成以后，班级进行交流讨论，完成口头论证，小组选派代表进行汇报，阐述本组构建的 DNA 模型，其余小组成员对同学的提问和质疑进行解释，在此过程中教师应当发挥引导作用，鼓励学生进行批判质疑，在学生出现问题时提供脚手架（表 1），帮助学生理解，推动讨论顺利进行。在质疑与批判过程中，学生不断修正模型，最终全班能够针对驱动型问题达成一致，总结 DNA 的结构特点。

表 1 模型论证中出现的问題

学生初步构建的模型	教师活动
不清楚脱氧核苷酸之间的连接方式	教师引导学生回顾氨基酸形成蛋白质的方式进行类比，分析得到脱氧核糖 3 号碳原子与另一个核苷酸的磷酸相连
对于碱基排列在内侧还是外侧不明确	教师进行适当提示：人的 DNA 分布在细胞的哪些结构中？DNA 处于什么样的环境当中？
建构的模型两条链方向不明确	教师通过角色扮演活动，类比推理，两位同学上台，躯干代表五碳糖，左手握拳代表磷酸基团，右手摊开手掌代表碱基，进行配对，通过提问，配对的两位学生身体朝向如何？说明了什么问题？

2.2.4. 专家咨询，完善模型

教师利用多媒体设备播放 DNA 双螺旋结构视频，利用动画技术呈现碱基互补配对、磷酸-脱氧核糖骨架的交替排列等核心特征，帮助学生建立空间结构认知，并将学生构建的模型与专家总结的模型进行对比，并作进一步的修正。“专家”不仅指的是生物学领域的权威人士，也包括教科书、互联网资源等等。在此过程中，学生需填写《模型修正对照表》，记录自身模型与标准模型在结构参数（如螺距 3.4 nm）、化学键类型等方面的偏差，并标注修正依据来源。

2.2.5. 总结提升，反思写作

修正模型以后教师引导学生进行组间对比，观察小组构建的 DNA 结构模型，总结其相同点与不同点，并归纳得到 DNA 分子的特性：通过改变碱基序列演示 DNA 携带遗传信息的能力，总结 DNA 分子的多样性；对比正常 DNA 与热变性 DNA（加热至 95℃）的模型，解释氢键断裂与复性的可逆过程，总结得到 DNA 具有稳定性；使用 CRISPR-Cas9 系统的简化模型，模拟 gRNA 对特定 DNA 序列的识别，归纳出 DNA 的特异性，从而解决情境问题，DNA 技术可以帮助确定烈士身份，这依靠的是 DNA 分子的什么特点？渗透结构与功能观。通过强调 DNA 技术在现代社会亲子鉴定、犯罪侦查和疾病诊断等领域的广泛应用，认识 DNA 技术的社会价值。

反思性写作是促进学生知识系统化的关键性一步，其本质是思维的外显化训练，要求学生将隐性知识转化为可交流、可批判的显性文本^[2]。不同于小组建模与交流讨论环节，写作应当能够体现学生所学习到的具体知识和科学探究方法，通过写作，学生回顾模型建构与科学论证的过程，阐明个人对概念的理解，并反思在学习过程中的不足与收获，升华对知识的学习。在这一过程中，

学生不仅“知道”科学知识，更“理解”科学本质；不仅“掌握”探究方法，更“内化”科学思维。这种从“知识记忆”到“思维建模”的转变，正是核心素养教育的核心要义。

2.3. 生成式人工智能技术应用于论证评价

在传统的论证式教学评价中，对于论证内容的甄别和梳理往往依靠教师个人的主观判断与经验积累，而真实教学场景中生成的论证内容不仅量大且复杂^[13]，涵盖了多元化的观点和论据，受时间、经验、个人认知的限制，教学评价容易陷入片面化、单一化与过度主观化的困境，不仅难以反映学生学习成效，还可能影响教学质量与学生学习体验。Chat GPT 基于大语言模型，以其丰富的语料库与强大的交互理解和对话能力在联系论证内容的上下文，从中提取出观点、证据、推理过程等评价要点过程中表现出良好的潜力。在对学生生成的论证内容进行评价时，教师可以通过多种方式搜集学生的论证内容，并结合教学评价以及教学情境进行提问设计（表 2），要求 Chat GPT 从解释的充分性与证据的充分性对论证内容的合理性进行质性评价，从论证内容中所包含的观点、证据主数量对论证内容的完整性进行量化评价，并基于此提供反馈。

表 2 Chat GPT 对论证内容评价与反馈提问设计

提问类型		提问内容
量化评价	主张	这段论证内容中，学生提出的主张是什么
	证据及其数量	学生是否提供了证据支持主张？提供了几个证据？提供了什么证据？
质性评价	证据的充分性	学生提供的证据能够充分支持主张吗？为什么？
	推理的充分性	学生能够清楚解释主张和证据之间的关系吗？为什么？
过程反馈	目前进展如何	学生的论证任务完成情况如何？请总结一下
	接下来的做法	学生有哪些地方需要改进？接下来该怎么做？
情感反馈	表扬	假如你现在是教师，请根据同学在论证过程中的表现加以表扬。
	批评	假如你现在是教师，请根据同学在论证过程中的表现提出批评

3. 反思与展望

人工智能赋能中学生物教学为实现教育高质量发展提供了新范式，Chat GPT 在辅助教师教学、促进学生学习、评价论证内容等方面的潜力巨大。在“DNA 的结构”一节教学中，学生以小组的形式开展物理建模与科学论证，在亲历提出问题--获取信息--建构模型--修正模型-形成结论的过程中进行科学推理，通过书面论证与口头论证对建构的模型进行解释，论证主张并在讨论的过程中获得反馈，经专家咨询，逐步修正模型，实现概念转变，最后通过反思性写作完成对概念知识的内化，实现系统建构并对学习过程进行反思。在此过程中，教师需要熟练应用各种智能工具，规范使用提示语，利用多样化的提问方式创建教学情境，利用生成式人工智能设置不同特点的各类职业、社会身份教学智能体以增强情境教学的真实沉浸感觉。同时，在学生利用人工智能搜集资料，进行模型建构与科学论证时，教师应当充分考察学情，为学生建构模型搭建脚手架，明确学生资料搜集的方向^[14]；引导学生辨别生成信息的真伪，避免课堂教学出现科学性错误，潜移默化提升学生批判性思维与科学探究能力，养成积极的科学态度，发挥学生学习的自主性优势。在教学评价中应用人工智能，能够丰富教学效果评价手段，有利于制定多元、有效的评价体系，客观评价学生建构过程，实现以评促学、以评促教^[15]。生成式人工智能在生物学教学中潜力巨大，但其合理应用仍需教育研究者不断深入思考^[16]，在实践中探索其应用方式和策略，为学生创造多样化的学习体验，促进学生核心素养的发展。

参考文献：

[1] 教育部办公厅关于印发《基础教育课程教学改革深化行动方案》的通知[J/OL]. 中华人民共和国教育部公报, 2023(05): 15-19. DOI:10.16826/j.cnki.1009-7228.2023.04.007.

[2] 徐小颖, 金英善, 吴晓霞, 等. 论证式教学在高中生物学教学中的应用[J]. 中学生物教学, 2022(36): 11-14.

[3] 弭乐, 郭玉英. 科学建模与科学论证整合的教学模式述评[J]. 物理教师, 2018, 39(02): 7-12.

[4] 高琳琦. 生成式人工智能在个性化学习中的应用模式[J]. 天津师范大学学报(基础教育版), 2023, 24(04): 36-40.

[5] 陈琳. 生成式人工智能在中学地理教学中的应用路径初探[J]. 中学地理教学参考, 2023(34): 15-20.

[6] 陈静远, 胡丽雅, 吴飞. ChatGPT/生成式人工智能促进以知识点为核心的教学模式变革研究[J]. 华东师范

- 大学学报(教育科学版), 2023, 41(07): 177-186.
- [7] 尹立坤. 生成式人工智能在项目式课程设计中的应用实践[J]. 中小学数字化教学, 2024(08): 18-22.
- [8] 梁焯华. 基于科学思维的智能技术与高中生物教学深度融合途径研究[J]. 考试周刊, 2021(A1): 142-144.
- [9] 华丽芬. 基于证据推理与模型建构的教学实践——以“分子的空间构型”为例[J]. 化学教与学, 2021(18): 13-15+26.
- [10] 盛莉. 基于科学史和模型建构的“DNA 的结构”教学设计[J]. 中学生物教学, 2022(35): 72-75.
- [11] 徐梦秋. 基于 SNP 教学模式的教学设计——以“动量守恒定律”为例[J]. 湖南中学物理, 2021, 36(12): 59-61+30.
- [12] 滕佳星, 徐小颖, 吴红漫, 等. SNP 论证式教学模式在“DNA 的结构”一节中的教学初探[J]. 中学科技, 2022(17): 31-33.
- [13] 王丽, 李艳, 陈新亚, 等. ChatGPT 支持的学生论证内容评价与反馈——基于两种提问设计的实证比较[J]. 现代远程教育研究, 2023, 35(04): 83-91.
- [14] 潘章丽, 林国栋. 基于 SNP 教学模式的高中生物单元教学设计探索[J]. 中学生物学, 2021, 37(10): 9-12.
- [15] 郑好. 生成式人工智能在 SSI 论证教学中的应用[J]. 生物学教学, 2024, 49(12): 51-54.
- [16] 郭计华. ChatGPT 在提升生物教学体验中的应用与前景分析[J]. 兴义民族师范学院学报, 2024(02): 113-119.