

# 真实问题情境驱动下AI辅助教学的实践探索

## ——以“基因突变”为例

朱子然

扬州大学生物科学与技术学院, 江苏 扬州

收稿日期: 2026年6月2日; 录用日期: 2026年7月1日; 发布日期: 2026年7月8日

### 摘要

本文以高中生物“基因突变”一课为载体, 以切尔诺贝利核污染事故致受污染暴露人群的甲状腺癌发病率激增为真实问题情境主线, 设计多阶段探究任务, 借助AI工具突破教学难点, 将抽象的分子生物学过程可视化, 逐步探究基因突变概念, 厘清基因突变与细胞癌变的内在关联, 最终通过健康生活方案设计实现知识迁移应用, 提升学科核心素养。

### 关键词

真实问题情境, AI辅助教学, 基因突变, 高中生物学教学

# Practical Exploration of AI-Assisted Instruction Driven by Real-World Problem Contexts

## —A Case Study of “Gene Mutation”

Ziran Zhu

College of Bioscience and Biotechnology, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

Received: June 2, 2026; accepted: July 1, 2026; published: July 8, 2026

### Abstract

This paper takes the high school biology lesson “Gene Mutation” as a vehicle, using the sharply increased incidence of thyroid cancer among populations exposed to the Chernobyl nuclear contamination accident as the authentic problem context. It designs multi-stage inquiry tasks, employs AI tools to overcome teaching difficulties, visualizes abstract molecular biological processes, guides

students to gradually explore the concept of gene mutation, clarifies the intrinsic relationship between gene mutation and cell carcinogenesis, and finally achieves knowledge transfer and application through the design of a healthy lifestyle plan, thereby enhancing core disciplinary competencies.

## Keywords

Real-World Problem Context, AI-Assisted Instruction, Gene Mutation, High School Biology Teaching

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

《普通高中生物学课程标准(2017年版 2025年修订)》课标要求拓展课程公共教育价值,从“学科育人”延伸至“全民科学素质提升”,呼应《全民科学素质行动规划纲要(2021—2035年)》<sup>1</sup>。同时,课标新增公民科学素养提升、国家战略衔接等要求,素养内涵从“理论化”转向“情境化+层级化”,所以创设真实问题情境,是连接学科知识与核心素养、社会价值的桥梁,是新课标落地的必然选择[1]。

随着人工智能技术的飞速发展,其在社会各领域的广泛应用已成为不可逆转的趋势,教育领域亦不例外。课标明确指出,教师应积极推进现代信息技术与教学的深度融合,而AI辅助教学策略正是这一要求的落地载体。在中学生物学教学中,在真实问题情境中应用AI技术进行教学,既响应了课标“数字化教学”的调整,强化了情境教学的实效,让学生在情境探究中完成从知识应用到素养提升的课标目标。

本文以建构主义学习理论与情境认知理论为指导,学习者在真实问题情境中通过主动探究与工具交互建构知识。建构主义学习理论指出,学习是学习者依托已有经验、主动建构知识意义的过程[2]。知识并非依靠教师单向传递,而是学习者在师生、同伴的互动协作中,结合学习资源自主完成建构的动态活动,基因突变作为分子水平的抽象概念,需借助具象化工具与情境搭建认知桥梁。情境认知理论指出,知识只有在真实应用情境中才能被真正理解,将社会真实问题引入课堂,可实现知识学习与价值引领的统一,弥补了理论知识忽视背景因素的不足[3]。

近年来,AI技术在科学教育中的应用日益广泛,如动态模拟、个性化反馈等,可以有效降低抽象知识的学习门槛[4]。国内学者也探索了AI赋能生物学核心素养培育的路径[5]、AIGC赋能中学生物学教学应用[6]及真实情境驱动的概念教学[7],在真实情境教学方面,现有研究多以生活案例、实验情境为主[8],以重大公共卫生事件为主线情境、贯穿概念生成到社会责任迁移的设计较少,且对AI工具如何突破传统教学局限、支撑高阶思维发展的论述不够深入。本文以“基因突变”一课为例,在切尔诺贝利核污染情境主线中开发并应用碱基变化模拟器,探索AI辅助真实问题情境教学的实践路径。

## 2. 教学内容分析及教学设计思路

本节内容在《普通高中生物学课程标准(2017年版 2025年修订)》中隶属于大概概念3、重要概念3.3中的前3个次位概念。学生通过本节课学习基因突变的类型、诱发因素以及特点,这为后续学习基因重组、染色体变异等可遗传变异类型,以及生物的进化等内容奠定基础,有助于学生深化对“遗传信息控制生物性状,并代代相传”这一大概概念的理解。

<sup>1</sup>[https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content\\_5623051.htm](https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5623051.htm)

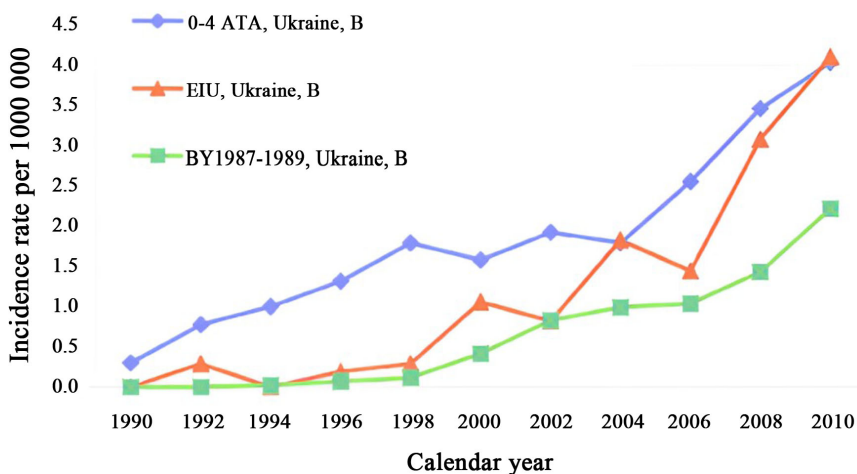
通过分析课标中的学业要求可知,在本节内容的学习后,要求学生基于证据,通过探究活动,论证可遗传的变异来自基因重组、基因突变和染色体变异。基于以上要求,本节课以1986年切尔诺贝利核电站爆炸事故为背景,通过呈现核污染导致受污染暴露人群的甲状腺癌发病率激增的数据、事故造成大量放射性物质泄露等资料,创设与生活关联紧密的问题情境,以甲状腺癌为例,借助AIGC工具开发“DNA碱基变化对氨基酸影响模拟器”,学生学习基因突变的不同方式,通过可视化操作,认识基因突变对转录和翻译过程的影响。将抽象的分子生物学过程转化为可操作、可感知的具象体验。了解到细胞癌变是由于发生了不同方式的基因突变,诱发基因突变的因素和基因突变的特点,引发学生对“核污染与健康”“癌症诱因”等问题的思考。

### 3. 教学过程

#### 3.1. 创设情境, 呈现真实问题, 激发学生探究兴趣

以1986年乌克兰切尔诺贝利核电厂爆炸事故为背景,呈现乌克兰B区域受污染暴露人群甲状腺癌发病率增加的数据如图1,展示资料1,学生阅读资料,得到核污染会造成甲状腺癌发病率增加。

资料1:1986年,乌克兰切尔诺贝利核电厂发生了爆炸,大量高能辐射物质被释放到大气层中。这次严重的核泄漏事故直接导致了俄罗斯、乌克兰、白俄罗斯三国交界的16万平方公里的土地被严重污染,数十万人紧急从污染区撤出。这可能意味着在这些受到放射性物质及其辐射伤害的人员中,由其他原因预期致死癌症人数约10万人的基础上最高增加4000人。事故发生约5年后,遭到反应堆的辐射伤害的幼儿和女性患甲状腺癌的概率大大增加。



**Figure 1.** Thyroid cancer prevalence among the population exposed to contamination in Region B of Ukraine, 1990~2010  
**图 1.** 1990~2010 年乌克兰 B 区域受污染暴露人群甲状腺癌患病率

接着对学生提问什么因素可能诱发甲状腺癌?展现资料2,学生推测放射性元素可能是诱发因素。教师要和学生明确乌克兰切尔诺贝利核电厂爆炸事故造成的核污染与甲状腺癌发病率升高呈现统计学相关性,但癌症发生受遗传、环境、个体易感性等多重因素影响,现有证据支持核辐射是重要诱因,但不能简单等同于“核污染直接导致甲状腺癌”。

资料2:切尔诺贝利核事故造成的爆炸,将放射性物质在高温大火中持续10天不受控制地排向大气层,随西风带飘散至整个北半球,特别是欧洲地区,中国也监测到微量核素。主要放射性核素有碘-131、铯-137、锶-90、钚等核裂变产物,切尔诺贝利核事故释放的放射性物质总活性超过广岛、长崎原子弹爆

炸后放射性活性总量的 200 倍。

通过真实事件和数据创设情境，激发学生探究兴趣，将抽象的基因突变知识与生活实际关联，为后续学习铺垫。

### 3.2. 任务驱动，借助 AIGC 工具，引导学生围绕真实问题探究基因突变的本质、诱发因素、特点

展示癌细胞扫描电镜图，结合学生对癌细胞知识的了解。教师提问学生癌细胞的主要特点是什么？帮助学生了解癌细胞的特点，为理解基因突变与癌变的关系奠定基础。

通过前面的资料，学生推测出核事故中放射性元素可能诱发甲状腺癌，学生结合资料 3 进行小组讨论，分析甲状腺癌的分子机制，得出“多个基因异常是病因”的结论，并具体指出 BRAF 基因和 RET 基因发生了异常。

资料 3：相关研究发现，核辐射会使儿童或青少年的甲状腺癌发病率增加。对事故后确诊的甲状腺癌患者进行基因测序，发现患者体内的多个基因如 BRAF 基因、RET 基因等多个基因发生异常，致使甲状腺细胞功能异常。

通过问题追问，引导学生从癌症发病率上升，深入到微观机制，即基因异常，为后续分析基因突变类型铺垫。

#### 3.2.1. 任务一：分析甲状腺癌患者的关键基因的变化

分析 BRAF 基因的变化：呈现图 2 甲状腺癌患者 BRAF 基因与正常基因的序列，引导学生观察碱基变化。教师提出问题：甲状腺癌患者的 BRAF 基因发生了什么变化？引导学生观察并明确“第 8 位碱基由 A 变为 G”，定义该变化为“碱基替换”。

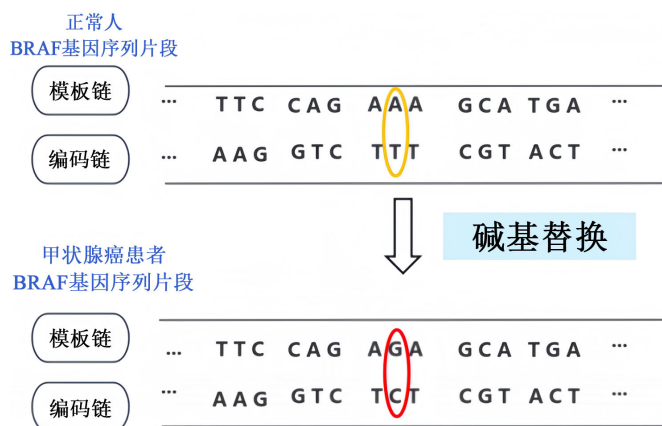


Figure 2. Sequence alignment of the BRAF gene in thyroid cancer patients versus normal individuals  
图 2. 甲状腺癌患者 BRAF 基因与正常基因的序列对比图

课前教师利用 AIGC 工具开发“DNA 碱基变化对氨基酸影响模拟器”。该模拟器基于遗传密码子表与序列比对算法，支持学生自主输入基因序列，手动选择碱基替换、缺失或增添等突变类型，系统实时生成突变后的 DNA 序列、对应的 mRNA 序列及氨基酸序列，并提供正常与突变序列的双屏对比视图，如图 3。

教师指导学生操作，观察 DNA 碱基变化对其指导合成的 mRNA 以及氨基酸的影响。通过小组合作操作，按步骤操作模拟器，记录正常与患者的 mRNA 及氨基酸序列变化学生认识基因结构的变化方式一：碱基替换。

## DNA碱基变化对氨基酸影响模拟器

### DNA序列输入

原始DNA序列:

ATGCCGTAAGCT

突变后DNA序列:

ATGCCGTAAGCT

位置:

突变类型: 碱基替换

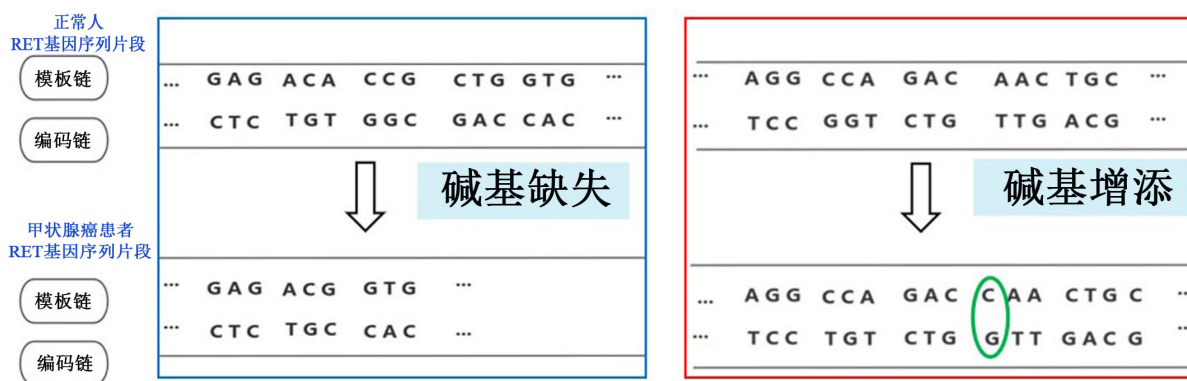
新碱基: A

应用突变
重置序列

**Figure 3.** Simulator interface for the effect of DNA base substitutions on amino acids  
**图 3.** DNA 碱基变化对氨基酸影响模拟器页面

通过直观的序列对比和模拟实验，让学生亲历基因序列改变，导致转录形成的 mRNA 改变，从而改变氨基酸的过程，理解碱基替换对蛋白质的影响，突破抽象分子过程的认知难点。

分析 RET 基因的变化：呈现甲状腺癌患者 RET 基因发生变化的 2 个序列片段，与正常人对应的 RET 基因序列，如图 4，引导学生观察碱基变化。提出问题：患者体内的 RET 基因发生了什么变化？与 BRAF 基因的变化是否相同？组织小组讨论，从对比序列片段活动中，帮助学生明确两种突变类型——碱基增添和缺失。



**Figure 4.** Sequence alignment of the RET gene in thyroid cancer patients versus normal individuals  
**图 4.** 甲状腺癌患者 RET 基因与正常基因的序列对比图

认识基因结构的变化其他方式，操作模拟器。分析两种碱基变化对 mRNA 和氨基酸序列的影响，通过对比分析，让学生掌握基因突变的三种类型(替换、缺失、增添)，理解不同突变类型对蛋白质影响的差异，培养学生的归纳与比较的科学思维。

### 3.2.2. 任务二：总结甲状腺癌患者关键基因的变化构建概念

总结甲状腺癌患者体内的 BRAF 基因和 RET 基因发生的碱基序列变化，从而通过图 5 关键基因的变化总结，引导学生自主构建“基因突变”的概念。细胞癌变的本质是基因突变。甲状腺癌并非由单一基因突变导致，而是 BRAF、RET 等多个原癌基因、抑癌基因协同异常，经多步骤累积形成，改变了蛋白

质的结构，从而改变蛋白质活性，造成细胞的无限增殖，引发细胞癌变，避免学生形成“一个基因突变就一定致癌”的片面认知。

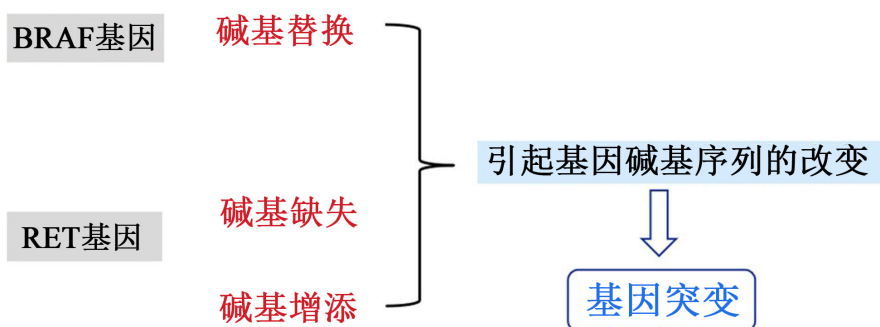


Figure 5. Summary of key gene alterations in thyroid cancer  
图 5. 甲状腺癌关键基因变化总结

通过甲状腺癌关键基因的变化总结，学生获得基因突变的概念，理解基因突变的本质，认同“细胞癌变是基因突变的结果”。并且使用“DNA 碱基变化对氨基酸影响模拟器”这一工具辅助教学，相较于传统静态图示或教学视频，模拟器具有可操作性，支持输入 DNA 序列，一键设置碱基替换、增添、缺失三种突变类型，精准定位突变位点，学生操作获得即时反馈。并且微观过程可视化，同步生成突变后的 DNA、mRNA、氨基酸序列，帮助学生建立“基因→蛋白质→性状”的逻辑关联，此外，网页端运行无需安装，适配课堂平板、电脑，支持小组协作探究。通过这样的方式，有效降低认知负荷，使学生从被动观看转向主动探究，深化对基因突变生物学意义的理解。

### 3.2.3. 任务三：认识基因突变的诱发因素

如何避免基因突变？引导学生结合切尔诺贝利核污染案例回顾物理因素如放射性物质会诱发基因突变。同时教师补充化学因素、生物因素也可能造成基因突变，如图 6。

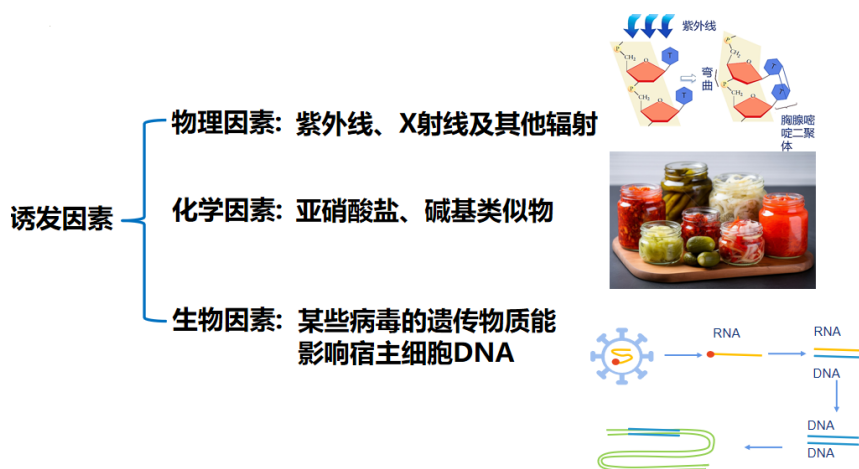


Figure 6. Precipitating factors of gene mutations  
图 6. 基因突变的诱发因素

### 3.2.4. 任务四：总结基因突变的特点

提供 4 则事实资料，如图 7，小组讨论并总结基因突变的特点。待学生初步总结后，引导完善为“低

频性”“普遍性”“不定向性”以及“多害少利性”，并结合资料进行解释。

事实证据	基因突变的特点
事实1: 正常红细胞呈圆盘状, 而镰刀型细胞贫血症患者的红细胞在缺氧时会变成镰刀状, 无法正常运输氧气, 导致贫血、器官损伤等症状。该病在人群中该基因突变的发生频率约0.1%。	低频性
事实2: 从病毒的抗原变异到细菌的耐药性, 以植物的花色变化到动物的性状差异, 基因突变并非某一类生物的特有现象, 而是所有生物在进化和生存过程中都会发生的普遍事件。这种普遍性是生物进化的原材料, 没有基因突变, 生物就无法适应环境变化, 也不会形成丰富多样的物种。	普遍性
事实3: 血红蛋白基因突变可能导致镰刀型细胞贫血症、地中海贫血, 或使氧气亲和力异常, 分别引发不同血液疾病。玉米籽粒颜色基因突变可产生白色、黄色、紫色籽粒, 或光敏感型颜色变化、除此以外, 果蝇红眼基因可突变出白眼、粉红眼、朱红眼等, 甚至复眼形状异常。	不定向性
事实4: 人类疾病囊性纤维化、血友病等突变导致器官功能缺陷或生存能力下降; 果蝇残翅突变使其无法飞行, 玉米自化苗无法光合作用而死亡; 细菌营养缺陷型突变使其失去自主合成必需物质的能力, 仅极少数突变在特定环境中体现优势, 如太空育种将种子带到太空中利用太空的特殊环境, 诱导生物体发生基因突变, 再返回地面筛选出具有优良性状的新品种。	多害少利性

Figure 7. Factual information on the characteristics of gene mutations

图 7. 有关基因突变特点的事实资料

通过资料分析, 让学生自主归纳基因突变的特点, 培养基于证据的推理能力, 形成对基因突变的全面认知。

### 3.3. 情境回顾, 从核污染突变案例, 总结基因突变与细胞癌变的核心关联

结合本节课板书内容, 教师以“核污染区生物基因突变与癌变”的真实情境为线索, 回溯基因突变的概念、诱发因素以及核心特点。总结概括课程内容, 帮助学生构建完整的知识框架, 强化重点内容的记忆。

### 3.4. 迁移拓展, 使用 AI 工具设计专属健康生活方案并制作宣传海报

结合核污染事件, 教师布置任务“为家人设计专属的健康生活方案并制作宣传海报”, 同学们利用 AI 工具将知识应用于生活实践, 增强健康意识和社会责任, 实现知识的迁移与拓展。

## 4. 教学建议

本节课以切尔诺贝利核污染事件致使甲状腺癌发病率增加为主题情境, 贯穿课堂始终, 通过“核污染如何影响人类健康→放射性元素为何诱发癌症→基因结构发生了哪些变化→什么是基因突变→如何避免基因突变”的问题, 帮助学生建立起“癌症是多基因、多阶段、多突变的累计的复杂疾病”重要科学观念, 避免学生产生片面认知。引导学生从宏观现象逐步深入到微观机制, 与 AI 互动操作中主动建构知识, 同时培养数字化学习能力。未来教学可进一步优化真实情境与问题链设计, 同时拓展 AI 模拟的应用维度, 丰富基因突变与性状关联的可视化呈现方式, 增强互动探究的有效性。在此基础上, 完善知识向生活应用的转化路径, 强化辐射安全与健康防护教育, 更好落实生物学学科育人价值与核心素养目标。

## 5. 讨论

真实问题情境驱动下的 AI 辅助教学, 为高中生物学“基因突变”这类抽象知识的教学开辟了全新路径。AI 技术的融入, 更是打破了传统教学的视觉与操作局限, 有效激发学生兴趣、突破微观抽象难点。但也应正视其局限性与推广挑战。局限性体现在: 第一, 当前模拟器聚焦 DNA→mRNA→氨基酸的序列

变化,未涵盖蛋白质构象改变、非编码区调控等更复杂情形,可能导致学生形成“突变必然显著改变功能”的简单化认知;第二,模拟器简化了细胞内复杂调控网络,无法完全还原表观遗传、DNA 修复等真实生物学过程;第三,课堂时间有限,学生注意力无法集中在本节课的重要知识点,而是过度关注操作模拟器,从而弱化深度思考,需教师精细引导。

使用该 AIGC 工具时,需要稳定网络与终端设备,部分学校尚不具备条件。并且选取的教学情境具有地域与时效性,并非适用于所有学段、所有版本教材,需因地制宜重构情境。此外,传统纸笔测试难以全面评估学生在模拟探究中的科学思维与操作能力,需配套开发过程性评价量表,这使得该工具的推广使用受到挑战。作为教师不仅要掌握核心内容,还要能灵活运用 AI 工具设计任务、预判学生迷思概念,并在课堂中实时诊断与干预。此外,教师需具备基本的数据素养,能筛选合适的情境资料与 AI 资源,在教学过程中,对学生从知识结果评价转向过程性评价,关注学生探究行为、科学思维与社会责任表现。

未来,还可继续探索 AI 技术在更多生物学重难点知识教学中的应用,让智能工具更好地服务于教学,让真实情境成为素养培育的重要载体,推动生物学教学向更具深度、温度与广度的方向发展。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准(2017年版 2025年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2025.
- [2] 杨维东,贾楠. 建构主义学习理论述评[J]. 理论导刊,2011(5):77-80.
- [3] 刘义,高芳. 情境认知学习理论与情境认知教学模式简析[J]. 教育探索,2010,30(6):88-89.
- [4] Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. and Forcier, L.B. (2016) *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. Pearson.
- [5] 张紫微. AI 赋能生物学核心素养培育的实践探索[J]. 中学生物教学,2025(16):76-77.
- [6] 伍萍萍,曾凡伟. AIGC 赋能中学生物学教学的路径探索[J]. 中学生物学,2025,41(7):81-83,86.
- [7] 郭爱平,杨彩云,张小亮. 基于真实情境创设的“基因突变”的概念教学设计[J]. 生物学通报,2025,60(9):20-23.
- [8] 张彩云,赵佩资,李秋石. 基于 APOS 理论的生物学概念教学——以“基因突变”为例[J]. 生物学教学,2019,44(5):16-19.