

数智赋能模型建构： 从感知到应用的思维跃迁

文_甄奕 张智伟 陈琛
(北京第二实验小学)

摘要：模型建构是科学思维的核心要素，也是学生认知从经验感知向理性建构跃迁的关键载体。在教育数智化背景下，如何借助数智化技术赋能模型建构过程，对落实核心素养培育具有重要意义。本文基于模型建构的双维螺旋理论，结合小学《科学》“食物链”一课的教学实践，提出“感知模型—建构模型—验证模型—应用模型”四阶递进教学路径，并探讨数智化工具在其中的赋能路径与实践反思。研究发现，数智化技术能为模型建构提供可视化表征、个性化评价与沉浸式场景支撑，推动学生思维进阶。

关键词：教育数智化 模型建构 高阶思维 小学科学 人工智能赋能

◎ 引言

《义务教育科学课程标准（2022年版）》明确提出“以核心素养为宗旨”，将科学思维列为核心素养的关键维度^[1]。科学思维聚焦于模型建构、推理论证、创新思维等关键能力的培养，而高阶思维的培养则涵盖辩证思维、逻辑推理、创新思维等，这些都是学生适应未来社会发展的核心能力。因此，科学教学需通过“认知冲突—证据收集—逻辑论证—反思优化”的过程，推动学生思维从“经验感知”向“理性建构”升级。

模型建构是学生理解科学本质、形成系统

思维的认知支架。跨学科概念中的“系统与模型”能帮助学生从整体视角理解事物结构与功能的关系，为素养提升服务。然而，传统课堂中的模型建构常面临三重困境：模型建构过程可视化难、个性化指导缺失，以及模型应用场景单一。

2026年4月，教育部等五部门联合印发《“人工智能+教育”行动计划》，提出“提升学生智能素养，激发学生好奇心，培养创新思维”“推动智能技术与教育全要素融合”^[2]。2025年11月，教育部等七部门印发《关于加强中小学科技教育的意见》，要求“创新数字教学模式，探索人工智能支撑的教学新形态”^[3]。2026年1月，北京市政府工作报告首次提出“加强全学段人工智能赋能教育”，上述政策共同指向以数智化赋能育人方式转型^[4]。

在政策的支持下，数智化工具——包括人工智能交互程序、虚拟仿真平台、多媒体资源库、数据采集与分析系统等，越来越多地融入课堂教学，为破解模型建构的痛点提供了新的可能。如何借助数智化工具赋能模型建构过程，让学生在抽象、简化、表征与迭代中发展高阶思维，成为科学教学改革的重要命题。本研究以小学科学模型建构教学为研究对象，结合“食物链”一课开展研究，探究数智化技术融入课堂的实施策略与应用边界，通过数智化工具破

解传统模型建构教学的诸多短板。

◎ 模型建构的理论内涵与教学价值

➤ 科学模型的本质特征

科学模型是对复杂自然世界的抽象与简化，是描述现象、解释原理、预测趋势的思维工具。科学模型具有3个核心特征：一是抽象简化性，指科学模型剥离非本质细节，聚焦核心要素与关系；二是知识结构性，即模型内部要素间遵循特定的逻辑关联；三是多功能性，即同一模型可用于描述、解释、预测等多种认知活动。在生命科学领域，模型多表现为关系模型或规律模型，都是在大量观察基础上概括提炼而成的解释性模型^[5]。

➤ 模型建构的双维螺旋机理

有研究者认为模型建构能力包括元建模知识与建模实践2个维度，二者相互交织，螺旋发展（见图1）。元建模知识关注模型本身的结构、元素和关系，以及建模的目的、过程和评估，包括“什么是模型”“为什么要建模”“如何评价模型”3个层面的追问。建模实践则是在探究中经历模型建构、应用、评价和迭代4个核心环节。学生在理解赋意中认识模型本质，在表达表征中建构模型形态，在持续的探究实践中迭代优化。这一双维协同机理为教学设计提供了理论依据：模型建构教学不仅要让学生

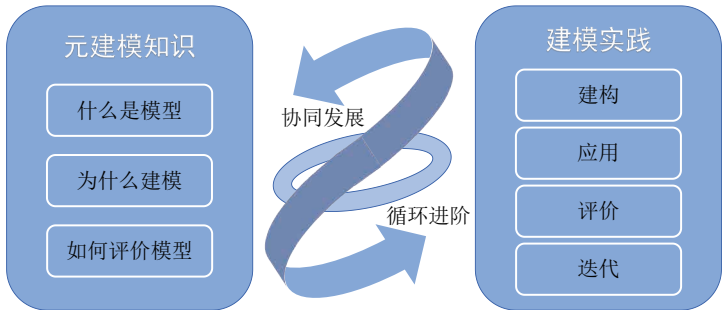


图1 模型建构双维关系图

“会建模”，更要让学生“懂建模”^[6]。

➤ 模型建构与高阶思维的关联

高阶思维涵盖审辩思维、逻辑推理、创新思维与抽象概括等能力。模型建构天然承载着高阶思维的培育功能：从多元事实中抽象模型结构需要归纳与概括，在不同情境中验证模型有效性则需要审辩与论证，在模型失效时修正与完善模型的过程中则需要反思与创新。因此，抓住模型建构这一主线，就等于抓住了高阶思维培育的关键^[5,7,8]。

◎ 数智化赋能模型建构的实践路径

以人工智能、虚拟仿真等为代表的数智化技术，为模型建构教学提供了无限可能。这些技术不仅能破解传统教学中的痛点，更能为模型建构提供可视化支撑与评价、为教学实践提



图2 “食物链”教学实践路径



图3 学生前认知调查

供沉浸式场景^[9]。笔者基于小学《科学》“食物链”一课的教学实践与理论分析，提炼出“感知模型—建构模型—验证模型—应用模型”的四阶教学路径（见图2）。

② 感知模型：真实情境激活元建模认知

建模的起点是理解“为何建模”。在传统教学中常直接向学生抛出食物链模型的定义，学生缺乏对食物链模型建模必要性的真实体会，会导致学生对于食物链模型的学习热情不高。通过课前对68名6年级学生的问卷调查数据可以看出，99%的学生都听说过食物链，88%的学生对于食物链已有一定的认知（见图3），但在教学中该教些什么？如何教？为什么教？这些问题一直困扰着授课教师。

数字媒体的应用能为学生的学习创设真实问题情境，让学生在认知冲突中自发产生建模需求^[10]。本课中教师借助新闻报道视频（见图4）呈现“微塑料进入人体”的认知冲突，激发学生对食物链模型的兴趣，学生在追踪物质传递路径的过程中，自然聚焦于生物间“吃与被吃”的链式关系。数字媒体以其直观性和冲击力，将抽象的建模需求转化为学生内在的探究动力。学生不仅可以感知到建模的必要性，更初步理解了模型所要表征的核心关系。从元建模知识视角看，这一环节完成了“为什么要建构模型”的认知铺垫。

③ 建构模型：多元素材支撑抽象概括

模型建构的核心逻辑是“从多元事实中提炼本质”^[10]，丰富的结构化素材是抽象出科学模型的关键前提。只有通过大量素材，如不同生态环境中的、结构复杂的实例，才能让学生在对比分析中发现模型的核心本质。多媒体资

源库与数字化呈现技术，能突破实物教具的限制，为抽象概括提供充足、多元的“思维原材料”。

本课中教师借助多媒体课件呈现多种生态环境中的典型生物关系，学生再通过从大量实例中寻找共性规律，逐步抽象出“始于生产者、终于顶级消费者、能量单向流动”的核心特征。这一过程正是归纳概括能力的高阶思维体现。同时，实物板贴、交互白板等工具能让各小组的初步模型同屏呈现，使隐性的思维差异显性化，激发认知冲突，推动模型迭代。

④ 验证模型：人工智能程序实现个性化诊断与引导性评价

模型建构不是一蹴而就的，学生常存在认知误区。在传统课堂教学中，教师难以同时诊断数十名学生的模型缺陷，而人工智能交互程序的介入则能解决这一问题，教师可以利用此类数智化工具创设沉浸式实践场景，并提供了“教师分身”的可能性。本课教学中，教师自制的人工智能交互程序为学生设定了不同环境中的“生物”，学生通过

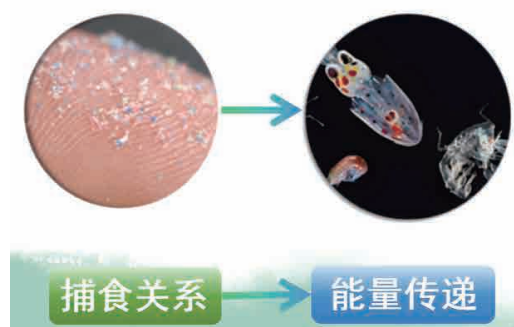


图4 微塑料进入人体路径示意



“食物链”课程教学实践

点击程序中的“生物”构建完整的食物链，并进行验证。学生在构建过程中若遇到未知“生物”，可通过内嵌的封闭式人工智能助手进行对话，以获取其食性信息，助力学生完成食物链的构建。学生在构建食物链过程中，当出现箭头指向错误、遗漏生产者等典型问题时，程序并不会直接判定对错，而是输出针对性引导语，启发学生自主思考、反思纠错（见图5）。这种即时、个性化的反馈评价，培养了学生的元认知能力。

更为关键的是，程序完整记录了每名学生

的操作路径与错误节点。教师通过记录的数据可精准识别班级共性障碍与个体思维特质。数据让原本难以量化的模型建构思维过程变得可观测、可诊断、可评价，真正实现了教、学、评的一致性。

应用模型：虚拟场景促进迁移与创造

模型的终极价值在于应用，而食物链模型的应用则是一直困扰教师的教学难点，教师可利用虚拟仿真技术设计沉浸式实践场景，让学生在解决新问题中检验模型、深化理解。在本课教学中，教师设计了候鸟食物链探索程序，

作答记录

清空记录

第4次尝试

22:20:45



✗ 是不是找错了生物之间吃与被吃的关系？你还可以向AI助手提问哦，学习生物的食性

第3次尝试

22:20:20



✗ 是不是找错了生物之间吃与被吃的关系？你还可以向AI助手提问哦，学习生物的食性

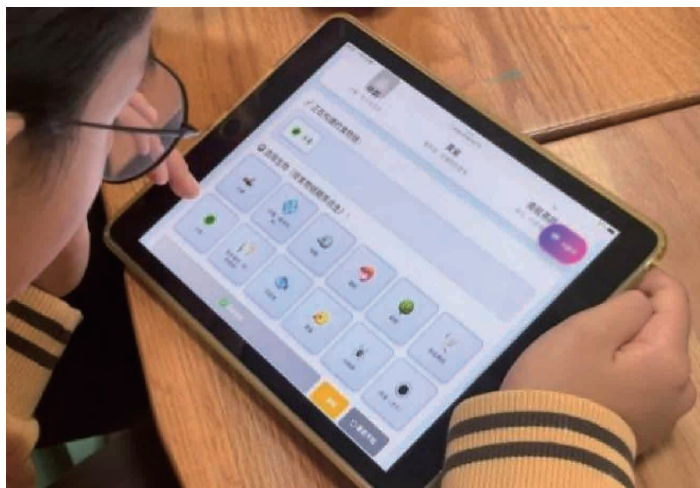
第2次尝试

22:20:06



🎉 你找到了一条正确的食物链哦！

图5 人工智能辅助评价示例



学生通过人工智能交互程序学习“食物链”课程



人工智能交互程序界面

学生通过平板电脑可在程序中尝试构建正确的食物链关系，并通过食物链判断鸟类是否能在北京生存。这一过程本质上是食物链模型应用于真实生活场景，学生从知识的记忆者，转变为模型的运用者与循证的决策者。通过数智化技术将长期验证压缩为即时反馈，让学生在“设计—模拟—反思—优化”的闭环中强化模型应用能力。

◎ 实践反思与边界意识

➤ 技术赋能的关键在于“适时”与“适度”

数智化工具的核心价值在于破解传统教学的痛点，而非追求技术炫技。在模型建构教学中，技术的介入需精准把握3个关键节点：①情境导入时激发建模需求，借助数字媒体创设认知冲突；②建构过程中丰富观察素材，利用多媒体呈现多元实例；③评价反馈时实现个性化诊断，依托人工智能程序进行精准引导。当学生沉浸在生生互动、思维碰撞的深度探究中时，教师应有勇气“技术隐身”，让课堂回归思维交锋的本真状态。技术的最高境界，是让学生在使用中忘记技术的存在，而专注于思维的生长。

➤ 坚守思维本位，防止技术越位

人工智能程序可以提供引导语，但无法替代学生经历“困惑—试错—顿悟”的思维跃迁。技术设计必须遵循一个底线原则：只做思维的“脚手架”，不做答案的“搬运工”。当学生

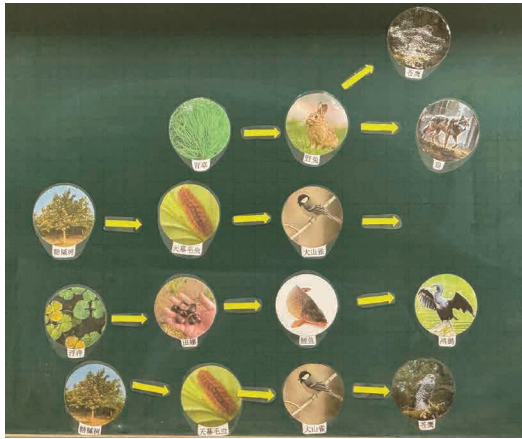
遇到障碍时，技术应输出启发性追问而非标准答案，让学生在自主思考中完成认知建构。本课教学明确了人工智能的使用边界，强调技术应用须以促进学生基础能力发展为本，不可因技术介入而弱化教育的根本目标。人工智能时代，知识触手可得，但科学课从来不是灌输标准答案，而是培养学生的基础能力，包括观察、提问、审辩的探究能力，这些才是课堂的“本色”。唯有坚守这一原则，才能避免技术依赖对高阶思维发展的影响。

➤ 数据驱动需兼顾“证据”与“温度”

本课教学中的人工智能程序在使用过程中产生的过程性评价数据，为精准教学提供了客观依据。但教师应清醒认识到，数据反映的是思维的外显轨迹，而非思维的全部图景。学生在人工智能程序中反复试错，可能是认知障碍，



课堂教学



食物链示意图

也可能是创造性探索；数据的异常波动，可能反映知识漏洞，也可能反映独特的思维特质。数据解读需与课堂观察、师生对话等质性判断相结合，避免陷入“数据决定论”的窠臼。技术的“冷数据”需要教师的“热思考”赋予教育意蕴，唯有如此，评价才能真正服务于学生的发展。

模型建构素材需注重结构化与多样性

实践反思发现，在模型建构中“去伪存真”的思维锻炼需要充足且多样的素材支撑。如果素材过于单一、指向性过强，学生虽然能较快完成模型建构，但思维的挑战性不足，留给学生的扩展空间太小。以“食物链”一课的教学为例，只有通过大量的素材，例如不同生态环境中的实例，包含非典型生物的实例及结构复杂的实例，才能让学生在对比、分析中发现“无论生物种类、环境如何变化，食物链模型的核心本质是一条能量流动的单向链条”，从而真正抽象出模型的本质。在本课的教学可以看到，数智化资源的建设不仅要关注数量，更要关注结构化的设计，让素材真正服务于思维进阶的需求。

结语

数智化融入课堂教学并不是技术对课堂的占领，而是技术对思维发展的助力。在模型建构教学的实践中，通过创设情境激活建模动机、丰富素材支撑抽象概括、人工智能赋能个性化评价学业诊断、虚拟仿真场景促进迁移应用，

有效推动了学生从具象感知到抽象建模的思维进阶，让高阶思维培育从理念走向现实。学生在“感知模型—建构模型—验证模型—应用模型”的四阶递进中，既学会了建模的方法，更理解了建模的意义，实现了元建模知识与建模实践的协同发展。

展望未来，随着生成式人工智能、学习分析、虚拟现实等数智化工具的深度融入，模型建构教学将迎来更广阔的空间。技术可以创设更逼真的沉浸式场景，可以生成更智能的个性化引导，可以采集更全面的学习数据，但无论技术如何迭代，教育的原点始终是学生的思维生长。科学课的循证素养不是空中楼阁，高阶思维也不是技术催熟的速成品，需要通过真实的问题情境、充分的探究实践、深度的思维碰撞涵育。唯有坚守“技术为思维服务”的价值立场，在技术与思维的辩证统一中探寻平衡点，才能真正实现数智赋能课堂、创新育见未来的教育愿景。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育科学课程标准(2022年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [2] 中华人民共和国教育部等五部门. “人工智能+教育”行动计划: 教科信〔2026〕1号[Z]. 2026.
- [3] 中华人民共和国教育部等七部门. 关于加强中小学科技教育的意见: 教基〔2025〕7号[Z]. 2025.
- [4] 北京市教育委员会. 北京市推进中小学人工智能教育工作方案(2025年-2027年): 京教办〔2025〕2号[Z]. 2025.
- [5] 叶宝生, 董鑫. 科学核心素养中科学思维的内涵分析——兼论模型建构、推理论证、创新思维的关系[J]. 中小学教材教学, 2024(9): 21-26.
- [6] 史加祥. 双重视角下小学科学模型建构教学的探索与实践[J]. 教学与管理, 2024(20): 42-46.
- [7] 王帅. 小学科学教学中培养学生高阶认知能力的意义及实践路径[J]. 中小学教材教学, 2025(3): 60-64.
- [8] 史加祥, 朱思琪. 模型建构导向的单元教学重构——以“温度的变化”单元为例[J]. 教学月刊小学版(综合), 2025(12): 4-9.
- [9] 桂耀樑. 面向核心素养的人工智能赋能小学科学实验教学: 模型构建与实践路径[J]. 教育传播与技术, 2025(6): 43-49.
- [10] 卫佳钿. 循证思维视域下小学科学模型建构的实践探析——以“八颗行星”一课为例[J]. 黑龙江教育(教育与教学), 2025(11): 24-27.

基金项目: 本文系2025年度北京市西城区数字教育研究课题“智能温室项目驱动的小学人工智能课程个性化学习实践研究”(项目编号: MEIT2025034)成果