

生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养： 内在机理与模式构建*



董 艳¹ 陈 辉²

(1. 北京师范大学 教育学部, 北京 100031;

2. 华中师范大学 人工智能教育学部, 湖北武汉 430079)

摘要: 在学科融合趋势日益迅猛的时代背景下, 培养学生的跨学科创新思维是当前教育的重要目标之一。作为人工智能时代的突破性技术, 生成式人工智能给技术赋能教育带来了巨大的机遇与挑战。基于此, 文章聚焦跨学科教育领域, 首先阐释了跨学科创新思维的基本内涵和分类, 在此基础上归纳出跨学科创新思维的四个发生要素: 多学科知识基础、基本的创新思维、团队沟通与协作、产出导向。然后, 文章剖析了生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的四个核心功能: 高效信息检索与整合、多轮对话与角色模拟、评价与反馈、生成与创作。在此基础上, 文章厘清了生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的内在机理。最后, 文章从“课前-课中-课后”教学评一体化的视角, 基于面向设计的产生式学习模式 (Design-oriented Production-Based Learning, DoPBL), 构建了生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的教学模式。文章通过研究, 旨在为人工智能时代下如何培养学生的跨学科创新思维提供理论和实践参考。

关键词: 生成式人工智能; ChatGPT; 跨学科创新思维; 面向设计的产生式学习; 教学评一体化

【中图分类号】G40-057 【文献标识码】A 【论文编号】1009—8097 (2024) 04—0005—11 【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2024.04.001

引言

在创新驱动的发展模式下, 创新能力成为 21 世纪人才的关键特征, 如何培养学生的创新能力也成为我国教育改革与发展的热点。例如, 2024 年全国教育工作会议强调, “把全面提高人才自主培养质量, 着力造就拔尖创新人才, 支撑高水平科技自立自强作为全年教育工作的主攻方向”。而培养创新人才的先导和核心是创新思维的培养^[1]。创新思维, 也被称为创造性思维, 是指能够察觉问题并找出症结, 产生解决问题的新颖想法, 最终传达出结果的一种思维能力^[2]。就思维模式而言, 创新思维与发散思维、聚合思维密切相关^[3]。

跨学科是指超出一个已知学科边界进行的涉及两个及以上学科的实践活动。跨学科强调通过多个学科的交叉与综合建构新的知识体系, 从而解决单一学科无法解决或不能彻底解决的复杂问题^[4]。“交叉”与“综合”意味着跨学科需要兼具“发散”与“聚合”思维, 这也正是创新思维的核心要义。从这一角度来看, 创新思维似乎与跨学科具有与生俱来的关联性。有研究在总结全球已发表于《自然》杂志的 8.8 万篇高质量创新水平的科技论文的基础上, 发现来自交叉学科的论文数量逐年递增, 这也说明跨学科创新已成为全球科技发展的基本趋势^[5]。因此, 研究如何在跨学科背景下有效提升学生的创新思维, 即培养学生的跨学科创新思维, 是当前教育亟需关注的重点。

ChatGPT 自 2022 年底面世以来, 经过持续地迭代升级, 实现了模型参数的指数级增长, 对社会各个行业尤其是教育领域产生了巨大冲击和影响。以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能技

术对教育领域的持续介入，正在反向诉诸人才的高阶能力，倒逼教育理念、教学模式的深度变革，成为助推教育创新的加速器^[6]。从技术底座来看，生成式人工智能拥有涵盖广泛学科知识的训练数据库，能够在短时间内为学生提供和解答几乎所有学科领域的知识^[7]。此外，多项研究指出，ChatGPT 有助于建立人机协同的新型学习模式和多学科融合的新型育人模式^{[8][9]}。因此，生成式人工智能技术在助推跨学科教育创新方面亦具有巨大潜力。在此背景下，如何在跨学科教育中充分发挥生成式人工智能技术的教育潜力，构建生成式人工智能与跨学科教育创新融合的新型教育模式，以此赋能学生的跨学科创新思维发展，俨然成为当下教育实践改革的重要议题。

基于此，本研究首先在分析和论述跨学科创新思维的发生要素和生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的核心功能的基础上，以厘清生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的内在机理。然后，基于《义务教育课程方案（2022 年版）》中强调注重实现“教-学-评”一致性的要求，本研究从“课前-课中-课后”教学评一体化赋能的角度，构建具有可操作性的生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的教学模式，旨在为提升学生的跨学科创新思维、推动跨学科创新人才培养目标的实现提供理论依据和实践参考。

一 生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的内在机理

为构建具有可操作性的生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的教学实践模式，首先需要厘清生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的内在机理。本研究基于创新思维与跨学科学习的相关理论和实践基础，认为生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的内在机理由三个部分构成：内核、终端以及两者的共同价值取向（如图 1 所示）。其中，内核为跨学科创新思维的发生要素，包括多学科知识基础、基本的创新思维、团队沟通与协作、产出导向。终端为生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的核心功能，包括高效信息检索与整合、多轮对话与角色模拟、评价与反馈、生成与创作。内核与终端之间则通过两者的共同价值取向连接起来，一方面，两者的实践基础均依赖于多学科知识的整合与创新；另一方面，两者的实践过程均是面向复杂问题解决的协作产出过程。

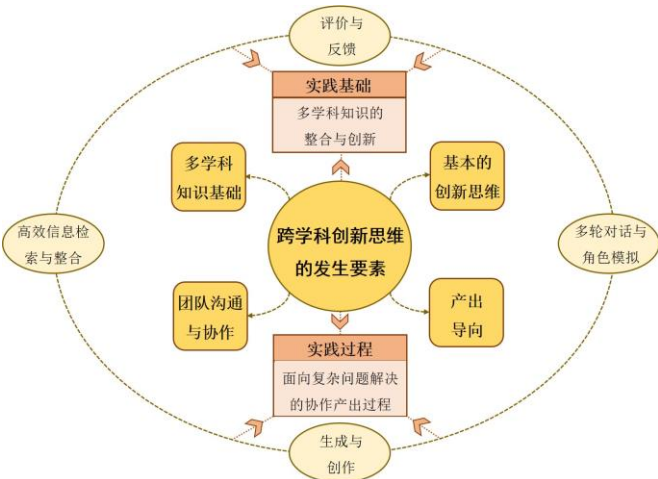


图 1 生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的内在机理

1 跨学科创新思维的发生要素

所谓跨学科创新思维,是指“在创造活动中,能够整合不同学科领域的知识、理论、方法和技术,并充分利用自身和同伴在跨学科、跨领域的实践经验,从而实现新颖独特地解决复杂问题,产生有价值的新理论、新方法等新成果的思维方式”^[10]。跨学科创新思维的分类则根植于以往对于创新思维的界定。目前普遍共识是,创新思维是发散思维和聚合思维的辩证统一^[11]。因此,跨学科创新思维可划分为跨学科发散思维和跨学科聚合思维^[12]。其中,跨学科发散思维以形象思维为基础,是指能够冲破传统单一学科的思想、理论和方法的束缚,具备同中求异、多向辐射、正向求反等系列思维;跨学科聚合思维则以逻辑思维为基础,是指从多个学科的角度对事物形成完整认识,并能够对跨学科问题进行综合分析、抽象概括、判断推理。

由上述定义和分类可知,跨学科创新思维具备创新思维的基本特征,强调学生能够跨越单一学科的边界,并整合多学科的知识 and 理论,借助多学科的视角和方法,以团队协作的方式来解决复杂问题,最终产出新成果,从而实现创新。由此,可以归纳出跨学科创新思维的发生要素包括多学科知识基础、基本的创新思维、团队沟通与协作、产出导向。

(1) 多学科知识基础

多学科知识基础是跨学科创新思维发生的逻辑起点,获取并掌握多学科知识是形成跨学科创新思维的基石。多学科知识基础包括各个学科的基本原理、术语、方法论和应用等。然而,学生要发展跨学科创新思维,仅获取多学科知识是不够的,还需要主动地对多学科知识进行深度加工和整合,并将其“同化”到自身已有的知识框架中,最终实现从跨学科知识建构到跨学科高阶思维培养的过渡^[13]。在多学科知识内容整合方面,大概念是勾连学科内知识和学科间知识的桥梁^[14]。因此,在跨学科实践中常以大概概念对多学科教学内容进行统整,为学生跨学科创新思维的培养提供重要保障^[15]。

(2) 基本的创新思维

由于跨学科创新思维可以视为创新思维的一种特殊形式和进阶形态,因此学生需要具备基本的创新思维,如逻辑思维、批判性思维、设计思维等,才能在此基础上融合多学科知识基础来发展跨学科创新思维。其中,又以设计思维尤为重要。近年来,越来越多的教育研究者和实践者强调设计思维在跨学科创新教育中的作用,由设计思维引领的跨学科创新教育模式日益得到重视^{[16][17]}。“设计思维”是关于创新的方法论,是在解决现实世界需求和复杂问题时所需的一种以人为本的、迭代的、以用户参与为核心的思维方式^[18]。目前,应用最多的设计思维模型来自斯坦福大学设计思维学院,该模型包括共情(用同理心探索并发现问题)、定义(定义问题)、构想(方案发展)、原型(方案实施)和测试(迭代)五个关键环节。

(3) 团队沟通与协作

该发生要素是基于美国教育传播与技术协会前主席布拉德·霍坎森教授提出的创新思维发生的两个重要前提^[19],其中一点是“创新思维不会从人脑里直接蹦出来,而是个人在后天的能力发展和团队合作中,与社会文化环境互动的结果”。该前提强调创新思维发生的社会性,即创新思维是在团队合作与人际互动中形成的结果。而跨学科创新思维的形成同样强调团队沟通与协作:首先,由于跨学科学习中的驱动问题通常是基于真实生活情境的劣构问题,因此在解决这类问题时,需要学生与小组成员展开发散性的思辨与讨论^[20]。其次,跨学科学习的顺利开展需要项目成员通过有效沟通以理解不同学科的概念和方法,并通过团队协作探究来建构新的

知识或生成产品^[21]。

(4) 产出导向

布拉德·霍坎森教授提到的另一个重要前提是“创新思维是新颖性和实用性的统一”，并非产生与众不同的想法就是创新思维，还需要考虑这些想法能否成功解决真实世界的复杂问题，能否在解决问题过程中形成实用的产品。因此，产出导向对于跨学科创新思维的培养尤为重要。一方面，产出导向要求学生从真实世界的复杂问题出发，逐步拆分细化问题，并确定需要整合哪些学科知识和技能来解决问题，在寻求问题解决方案的过程中，促使学生将不同学科的理论和方法结合起来，从而实现组合创新^[22]。另一方面，产出导向要求学生最终生成外显的成果或作品，该要求能够推动学生对跨学科知识的迁移应用和动手实践，并在此过程中有效促进学生内隐的思维包括设计思维、创新思维的发展^[23]。

2 生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的功能剖析

以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能在教育领域内具有巨大的赋能潜力。例如，董艳等^[24]从人机协同的视角出发，分析了 ChatGPT 赋能学生学习的途径；杨晓哲等^[25]认为 ChatGPT 类生成式人工智能能够在教师准备教学资源、学生开展自主学习、课堂增强学习互动、课外作业自动评价反馈四个方面成为赋能教育教学的助手。此外，生成式人工智能在更为具体的教育子领域也具有其特定的价值意蕴和赋能路径。例如，王景等^[26]分析了 ChatGPT 赋能拔尖创新人才培养的价值意蕴和路径；王佑镁等^[27]探究了 ChatGPT 赋能职业教育数字化转型的实践路径。本研究则聚焦于跨学科教育这一教育子领域，结合跨学科创新思维的发生要素，剖析生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的核心功能，具体表现为高效信息检索与整合、多轮对话与角色模拟、评价与反馈、生成与创作。

(1) 高效信息检索与整合

ChatGPT 在全新的深度学习堆栈上接受了更多数据训练和计算训练，多模态、连贯性的信息处理和整合能力显著提升，这将彻底改变传统的信息检索模式^[28]。可以说，ChatGPT 是智能时代下具有强大信息检索力和整合力的百科全书式学习助手，能够根据学生的需求高精度生成和高密度输出学习内容。在跨学科学习中，学生往往需要经历烦琐而耗时的学科知识搜索与查询过程，在这一过程中将经历较高的认知负荷^[29]。相较于传统的搜索引擎，ChatGPT 在知识整合和结构化呈现方面优势突出，根据生成式学习的“选择-组织-整合”（Select-Organize-Integrate, SOI）信息加工模型，深度学习的发生需经过三个阶段，即从所提供的学习材料中“选择”关键信息，将其“组织”成工作记忆中连贯一致的表征结构，并与长时记忆中的先验知识“整合”^[30]。因此，ChatGPT 通过结构化呈现高度整合的跨学科知识内容，促进学生对跨学科知识的选择和组织，这为跨学科创新思维的发生提供了原料。

(2) 多轮对话与角色模拟

ChatGPT 在自然语言理解的基础上，基于人类反馈强化学习的训练方式，拥有上下文感知和多轮对话的记忆功能，能够根据使用者反馈进行实时更新与学习，生成持续性、稳定性的回答，实现与使用者之间自然而流畅的对话^[31]。由于 ChatGPT 能够进行符合逻辑的连贯性回复，因此可以利用 ChatGPT 模拟教师或多个学科领域专家，与学生开展高质量的“苏格拉底式”对话式学习^[32]。这种学习方式不仅能够促进学生进行深度思考和认知加工，推动学生不断进行多学科知识融通，而且在人机对话的过程中，学生通过不断提问、质疑，能够培养逻辑思维和批

判性思维等基本的创新思维。

（3）评价与反馈

评价与反馈是教学活动中的重要环节。一方面，ChatGPT 本身能够作为课堂中的自动化评价反馈员。ChatGPT 的巨大算力和逻辑能力使教学过程中的即时评价反馈得以实现，这极大地减轻了教师评价反馈的负担，为学生提供更加个性化的学习体验^[33]。例如，利用 ChatGPT 实现对学生小组的写作、项目报告书等阶段性学习产品的个性化即时评价反馈；利用 ChatGPT 充当小组项目式学习的智能导师，对学生小组的项目计划、实施方案进行指导反馈，及时调整并优化学生小组的项目式学习进度，促进学生团队的协作进程。另一方面，生成式人工智能对话平台能够保存学生的纵向人机互动数据，并和其他技术相结合，对学生的课堂表现和学习投入度等进行追踪分析，作为跨学科学习评价的重要参考依据^[34]。

（4）生成与创作

与先前的人工智能相比，生成式人工智能的最大技术优势在于其生成与创作能力。先前的人工智能在很大程度上局限于搜集、整合和分析信息，并做出预测。而以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能并不局限于分析现有的数据，而是具备了生成和创作新内容的能力^[35]。最基础的文本生成式人工智能，如谷歌在 Chrome 浏览器内嵌的“文案写作人工智能”模型，支持写作中语句的自动完成和文章生成^[36]。此外，图像、视频生成式人工智能均可根据用户的文字输入要求生成或编辑具有专业品质的多模态产品。该功能不仅能够辅助教师在跨学科教学的备课阶段进行问题链和项目情境的设计，而且能够辅助学生在跨学科学习过程中进行项目作品创作。

基于上述对跨学科创新思维的发生要素及生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的功能剖析，可以归纳出两者具有的共同价值取向：首先，两者的实践基础均依赖于多学科知识的整合与创新。一方面，多学科知识基础是跨学科创新思维发生的逻辑起点，整合并掌握多学科知识是形成跨学科创新思维的基础。另一方面，生成式人工智能基于“大语言模型”，在对多学科知识数据库进行重组整合的基础上，才能够生成创造性成果^[37]，这与跨学科创新思维的发生基础相契合。其次，两者的实践过程均是面向复杂问题解决的协作产出过程。一方面，跨学科创新思维的产生是社会文化环境互动的结果，这说明跨学科创新思维的培养实践需要在团队协作解决真实复杂性问题的情境下展开。另一方面，生成式人工智能在自然语言理解的基础上，基于人类反馈强化学习的训练方式，具有多轮对话与角色模拟、智能评价与反馈等支持人机协同式学习的功能，这为跨学科创新教育中复杂问题的协作解决过程提供了强有力的支持。

二 跨学科创新思维培养的基础模式：DoPBL 模式

基于上述对生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的内在机理分析，本研究梳理了跨学科创新思维的发生要素和生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的核心功能，并明晰了跨学科创新思维与生成式人工智能两者之间的共同价值取向，由此可以得出生成式人工智能在赋能跨学科创新思维发展方面具有巨大的潜力与价值。那么，如何在跨学科教学的各环节中有效地应用生成式人工智能以达成培养学生跨学科创新思维这一教育目标？本研究尝试构建生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的教学模式，以期为教师开展生成式人工智能技术支持下的跨学科教学活动提供系统性参考。

为达成培养学生跨学科创新思维这一教育目标，本研究主要从两方面考虑：一方面，设计

思维已经发展成为被普遍认可并采用的、培养学生创新思维的有效方法；另一方面，项目式学习（Project-Based Learning, PBL）因其能够促进学生合作探究和问题解决，在跨学科学习中被广泛应用。基于此，董艳等^[38]提出了面向设计的产生式学习（Design-oriented Production-Based Learning, DoPBL）模式，该模式是在整合问题式学习和项目式学习优势的基础上，融入设计思维要素的一种新型教学模式。教师在采用 DoPBL 模式设计课程时，可以根据问题中隐含的知识，组织多学科背景的学生进行协作学习，促进不同学科背景的学生进行跨学科合作，共同解决问题^[39]。因此，DoPBL 模式可以促进学生的跨学科合作和复杂问题解决，在培养学生的跨学科创新思维方面具有巨大潜力。

DoPBL 模式包括两个并行且相互交融的实施路径，即外环和内环。其中，外环包括六个迭代循环的环节：选定问题/项目、制定方案/计划、设计活动探究、生成方案/作品、进行成果交流、开展活动评价。内环则引入了设计思维思想，包括共情、定义和构想。设置内环的核心目的在于：当学生面对新的问题或项目任务时，能够融入设计思维的灵活性和创新性，而不是单从传统视角来回应问题。在外环开展的不同环节中，教师或学生小组均可以通过内环来促进外环活动。例如，可以通过内环的“共情”来促进外环的“选定问题/项目”环节。教师通过设置问题情境，引导学生通过观察和融入等方式对情境中的问题感同身受，帮助学生充分了解和析需求，深刻认识到项目设计意图，为后续活动做准备。

三 生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的模式构建

基于《义务教育课程方案（2022 年版）》中强调注重实现“教-学-评”一致性的要求，本研究从“课前-课中-课后”教学评一体化赋能的角度，构建具有可操作性的生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的教学模式（如图 2 所示）。具体而言，课前阶段是赋能“教”的过程，即赋能教师完成跨学科教学设计；课中阶段是赋能“学”的过程，在 DoPBL 模式的基础上融入生成式人工智能技术，并对 DoPBL 模式的六个环节进行赋能，以此构建“师-机-生”三元结构的 DoPBL 教学模式；课后阶段是赋能“评”的过程，即赋能跨学科创新思维评价，评价结果将反馈至下一次课前阶段，对教师下一次的跨学科教学设计起到修正和导向作用，最终形成一个不断迭代的“课前-课中-课后”教学评一体化的闭环模式。

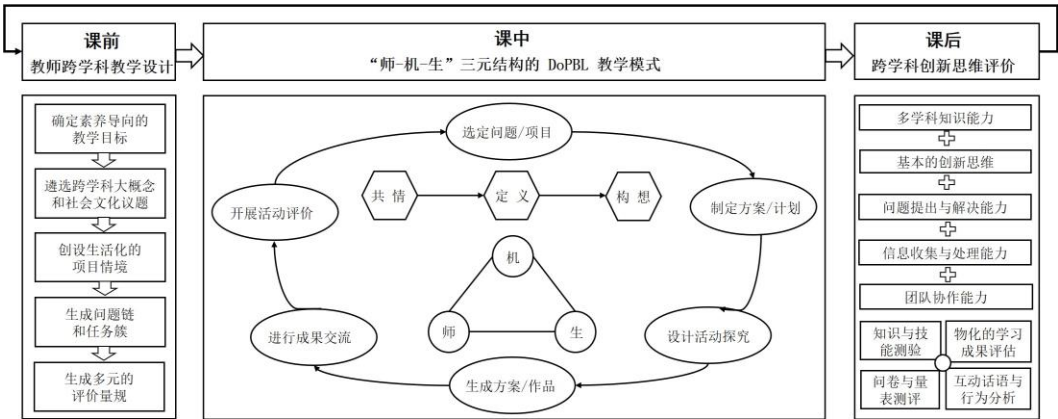


图 2 生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的教学模式

1 课前：生成式人工智能赋能教师跨学科教学设计

生成式人工智能强大的生成与创作功能可以辅助教师进行高效的课程教学设计。例如，ChatGPT 吸纳整合了海量的教学设计方案，并能够通过智能的方式优化已有的教学设计方案^[40]。尽管对教学设计方案的质量评估标准非常多样，但 ChatGPT 生成的教学设计方案已经具备了较高的参考价值。此外，教师还可以针对教学设计方案的某个部分向 ChatGPT 进一步追问，通过人机双向反馈的方式不断优化教学设计方案^[41]。基于此，在课前阶段，可以运用 ChatGPT 赋能教师完成跨学科教学设计，具体的实践思路如下。

新课标导向下跨学科教学设计包括四个基本方面：学习目标、学习内容、跨学科实践活动以及学习评价^[42]。在学习目标方面，需要围绕素养发展这一主线。教师可从双基、学科思维、跨学科创新思维三个层次进行学习目标设计。在学习内容方面，需要以大概概念进行统整，并注重社会和文化议题的融入。教师可以向 ChatGPT 详细描述跨学科主题学习的内容，要求 ChatGPT 生成多组大概概念以及社会文化议题，然后从中遴选出合适的跨学科大概概念和社会文化议题。在跨学科实践活动方面，需要创设生活化的项目情境，并以问题链为导向、任务簇为内驱，问题链和任务簇的设计要以大概概念为载体，让学生在问题解决的过程中不断深化对大概概念的认识。教师可以在大概概念和议题的基础上，从“为什么做”到“做什么”再到“怎么做”，层层追问 ChatGPT，生成合适的问题链和任务簇。在学习评价方面，教师可以利用 ChatGPT 提前制定多种针对课中教学活动的的评价量规，如活动过程评价表、作品评价表等，用于学生自我诊断、组间评价以及教师评价。

2 课中：“师-机-生”三元结构的 DoPBL 教学模式

杨宗凯等^[43]认为，以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能技术将推动教学模式从“师-生”二元结构转变为“师-机-生”三元结构。在“师-机-生”三元结构中，教师是教学活动的设计者、实施引导者和评估者，生成式人工智能扮演“助教”和“助学”的双重角色，学生是教学活动的深度参与者。在此理念下，针对课中阶段，本研究结合 DoPBL 模式，构建“师-机-生”三元结构的 DoPBL 教学模式。下面将具体阐释生成式人工智能赋能 DoPBL 模式各环节的实施策略：

①选定问题/项目。在这一阶段，教师向学生呈现课前设计好的项目情境（如社会文化热点或社会科学性议题），引导学生与同伴及 ChatGPT 交流提问，对多学科知识进行整合，形成富有挑战性、趣味性的研究问题或项目。ChatGPT 通过以下两条路径赋能“选定问题/项目”环节：第一，模拟“情境解说员”角色，融入学生小组的交流讨论，解答学生对项目情境的困惑，促进学生对情境中的议题感同身受，实现“共情”的过程。第二，作为百科全书式的多学科知识助手，结构化地呈现高度整合的跨学科知识，促进学生对多学科知识的选择和组织。

②制定方案/计划。学生小组在选定问题/项目后，首先需要进一步分析问题，定义问题边界，总结出要解决的关键问题。然后，小组成员开展头脑风暴，构思可行的问题解决方案。在这一过程中，小组成员间通过深入交流讨论甚至辩论，逐步优化问题解决方案，形成书面文稿。最后，依据方案设计出详细的活动设计和时间安排计划表。ChatGPT 可通过以下三条路径赋能“制定方案/计划”环节：第一，帮助学生确定关键问题。ChatGPT 可以从第一人称视角出发，通过苏格拉底式的对话辅助个体遴选信息，找出问题痛点和难点，直至确定要解决的“真问题”^[44]。第二，模拟“方案评估专家”，找出学生初拟方案中存在的问题并提供评估和修改建议，帮助学生小组及时调整和优化问题解决方案。第三，利用 ChatGPT 和学生小组共同制定时间安排计

划表，学生在 ChatGPT 提供的计划模板和建议下，通过多轮对话逐步完成计划表。

③设计活动探究。在制定方案/计划后，学生小组要依照计划表的安排开展活动（如调研、实地探究等），通过收集资料和数据进一步整合资料与数据分析，对第二步制定的问题解决方案进行修改完善、迭代优化，努力形成最佳的问题解决方案。在这一过程中，ChatGPT 可通过以下两条路径赋能“设计活动探究”环节：第一，辅助学生小组整合资料。尤其对于信息量庞大的文献和书籍资料，ChatGPT 能够实现文献资料细粒度的信息抽取、分析、归纳和总结，减轻学生阅读资料的认知负荷，大大提升了探究活动的效率。学生小组可以在 ChatGPT 提炼资料的基础上进行二次信息加工，充分整合多学科来源的资料。第二，辅助学生小组进行数据分析和可视化。教师引导学生向 ChatGPT 提供格式规范的数据以及适当的指令，ChatGPT 则通过对绘图工具、统计分析工具的 API 接口调用，帮助学生高效地完成数据分析与图表绘制^[45]。

④生成方案/作品。经过前期的方案迭代和活动探究后，小组成员运用已有知识和在探究活动中习得的知识与技能，协作制定最终的问题解决方案。而方案的具体呈现有赖于与之匹配的物化作品，以小组协作的形式制作物化作品是发展跨学科创新思维的关键阶段。在这一过程中，ChatGPT 可通过以下两条路径赋能“生成方案/作品”环节：第一，促进小组成员的协作过程。ChatGPT 与 QQ 群、腾讯文档等工具结合使用，能够在学生小组研讨与协作中促进小组成员的沟通交流，提升学生的问题解决能力和批判性思维^[46]。同时，在人机协同对话过程中，ChatGPT 根据小组提问给出即时反馈，有助于及时解决学生的困惑，并为小组协作提供新的思路和多元观点^[47]。第二，辅助学生制作物化作品。综合利用文本、图像、音频、视频生成式人工智能，学生输入指令便能快速生成作品所需的“零部件”，从而实现作品原型的快速成型，便于学生小组对作品修改完善。

⑤进行成果交流。作品完成后，各学生小组相互交流学习过程和收获，展示作品并以汇报的形式阐述作品创意。在成果展示交流的过程中，不仅能够提升学生的语言表达能力，学生通过有条理地向他人阐述自己作品创意的过程，也能进一步提升创新思维^[48]。因此，ChatGPT 赋能“进行成果交流”环节的关键点在于，减轻学生制作汇报展示材料的认知负荷，并促进学生有条理地梳理和凝练作品创意。因此，ChatGPT 通过以下两条路径赋能“进行成果交流”环节：第一，利用多模态生成式人工智能（SlidesAI、DALL-E 3、Sora 等）生成汇报展示材料的初稿。教师引导学生在初稿基础上进行完善，减轻学生制作汇报展示材料的认知负荷。第二，利用 ChatGPT 的角色模拟功能模拟专业的作品评委。通过与 ChatGPT 进行人机对话模拟作品展示与答辩流程，可以使学生在思维发散和收敛中有条理地梳理作品创意，进而提升跨学科创新思维。

⑥开展活动评价。在课堂时间有限的情况下，教师可以将活动评价的重点放在对学生的作品/方案的评价上，而将对学生跨学科创新思维的综合评价放在课后环节进行^[49]。在对学生作品/方案的评价方面，强调主体多元和方法多元。其中，主体多元包括学生自我评价、学生组间互评、教师评价以及 ChatGPT 智能评价。为了保证智能评价的准确性，教师需要提前将评价标准提供给 ChatGPT，并对其进行多轮评价训练。方法多元强调定量与定性方法的结合，定量方法是指依据评价标准计算作品/方案的分数，以作为课堂绩效考核的重要参考；定性方法是指给出反馈建议，目的是促进学生在课后阶段对作品/方案进行优化完善。

3 课后：生成式人工智能赋能跨学科创新思维评价

课后开展的跨学科创新思维评价是实现教学评一体化的关键环节。评价结果一方面将直接

反映课中教学活动的效果,另一方面将为教师下一次课前跨学科教学设计提供重要的参考依据。在评价内容上,要紧紧围绕跨学科创新思维的发生要素展开,包括对学生的多学科知识能力、基本的创新思维(发散思维、逻辑思维、批判性思维等)、问题提出与解决能力、信息收集与处理能力、团队协作能力等进行评价^[50]。在评价方式上,要兼顾对学习结果和学习过程的评价,包括知识与技能测验、问卷与量表测评、物化的学习成果评估、互动话语与行为分析等方式。其中,知识与技能测验是对学生多学科知识能力的总结性评价,其核心在于评估学生是否能够在掌握跨学科概念及创新方法的基础上,融会贯通多学科的知识与方法,形成整体知识结构并迁移应用到不同情境。问卷与量表测评用于评价学生基本的创新思维。物化的学习成果评估可从艺术性、新颖性、过程性和价值性四个指标评估其蕴含的跨学科创新思维^[51]。互动话语与行为分析旨在通过深入挖掘学生的学习过程,评估学生的团队协作能力、课堂学习投入度等。

本研究认为,ChatGPT 能够通过以下三条路径赋能跨学科创新思维评价:第一,辅助教师高效生成测验、问卷等评价工具。例如,教师利用 ChatGPT 辅助生成具有综合性和迁移性的跨学科知识测验。第二,模拟教师或跨学科专家对学生物化的学习成果进行自动化评价与反馈。例如,利用 ChatGPT 对学生小组的项目成果报告书进行智能评分和建议反馈,教师在智能评价反馈的基础上补充教师反馈,以此减轻教师课后评价的负担。第三,ChatGPT 类平台保存学生的纵向人机互动话语数据,并与学习分析技术(如认知网络分析、内容分析)相结合,对学生的课堂学习投入度、协作问题解决能力进行量化分析和可视化。

四 总结与展望

生成式人工智能作为当前人工智能技术的新顶点,给技术赋能教育带来了巨大机遇与挑战。本研究针对跨学科教育这一教育子领域,从跨学科创新思维的发生要素出发,剖析生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的核心功能,并基于 DoPBL 模式设计了“课前-课中-课后”教学评一体化的生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的教学模式——生成式人工智能通过在课前支持教师跨学科教学设计,在课中支持“师-机-生”三元结构的 DoPBL 教学模式开展,在课后支持跨学科创新思维评价,以此赋能学生跨学科创新思维培养。

未来可以从以下三方面开展更深入的研究:①进一步挖掘 ChatGPT 类生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养的可行切入点,优化本研究提出的教学模式的设计流程;②以新课标为引领,设计出可供一线中小学教师参考的生成式人工智能赋能跨学科教学的课程教学设计案例;③根据本研究提出的教学模式,融入 ChatGPT 等大语言模型,设计并开发支持跨学科创新思维培养的 AI 垂直大模型平台,并通过教育实践和实证研究探究该平台对于赋能学生跨学科创新思维培养的效果。

参考文献

- [1]王跃新,李晨语.创新思维:引领开拓创新的第一动力[J].学术界,2022,(8):203-209.
- [2]任剑锋,祁永珍.面向创新思维培养的小学课程学习活动设计[J].电化教育研究,2020,(3):108-113.
- [3][11]岳晓东,龚放.创新思维的形成与创新人才的培养[J].教育研究,1999,(10):9-16.
- [4][12][51]钟柏昌,龚佳欣.跨学科创新能力评价指标体系的构建与实证研究[J].中国电化教育,2022,(12):27-34.

- [5] Gates A J, Ke Q, Varol O, et al. Nature's reach: Narrow work has broad impact[J]. Nature, 2019,(7781):32-34.
- [6][26][31]王景,李延平.ChatGPT 浪潮下拔尖创新人才的培养:价值意蕴、现实隐忧与生态重塑[J].中国电化教育,2023,(11):62-71.
- [7][28]吴虑,杨磊.ChatGPT 赋能学习何以可能[J].电化教育研究,2023,(12):28-34.
- [8][24]董艳,夏亮亮,李心怡,等.ChatGPT 赋能学生学习的路径探析[J].电化教育研究,2023,(12):14-20、34.
- [9][43]杨宗凯,王俊,吴砥,等.ChatGPT/生成式人工智能对教育的影响探析及应对策略[J].华东师范大学学报(教育科学版),2023,(7):26-35.
- [10][15]钟柏昌,刘晓凡.跨学科创新能力培养的学理机制与模式重构[J].中国远程教育,2021,(10):29-38、77.
- [13]许秋璇,杨文正,卢雅,等.融入“大概念”的 STEM 整合课程设计模型构建与应用研究[J].电化教育研究,2020,(7):86-93.
- [14]刘徽.“大概念”视角下的单元整体教学构型——兼论素养导向的课堂变革[J].教育研究,2020,(6):64-77.
- [16]李世瑾,顾小清.创新本位的 AI-STEM 融合新业态:模式构建与实践范例[J].远程教育杂志,2021,(6):30-38.
- [17]湛涛,肖亦奇.面向智能制造的跨学科创新教育:设计思维引领的新范式[J].高等工程教育研究,2023,(2):45-50.
- [18]张蓉菲,田良臣,马志强.智能时代教师设计思维培养:逻辑向度与困境纾解[J].中国远程教育,2022,(4):55-64、77.
- [19]翟雪松,束永红.创新能力的内涵、测量与培养——访美国教育传播与技术协会前主席布拉德·霍坎森教授[J].开放教育研究,2018,(5):4-10.
- [20][23][38][39][49]董艳,孙巍.促进跨学科学习的产生式学习(DoPBL)模式研究——基于问题式 PBL 和项目式 PBL 的整合视角[J].远程教育杂志,2019,(2):81-89.
- [21][42][50]詹泽慧,季瑜,赖雨彤.新课标向下跨学科主题学习如何开展:基本思路与操作模型[J].现代远程教育研究,2023,(1):49-58.
- [22][44]詹泽慧,季瑜,梅虎,等.打开创新人才培养的“黑箱”:创新性问题解决的过程模型与技术赋能[J].现代远程教育研究,2023,(5):75-85、103.
- [25][40][47]杨晓哲,王晴晴,王若昕.生成式人工智能的有限能力与教育变革[J].全球教育展望,2023,(6):3-12.
- [27][34]王佑镁,王海洁,王旦,等.ChatGPT 赋能职业教育数字化转型的多重角色与实践路径[J].电化教育研究,2024,(1):76-83.
- [29]Iku-Silan A, Hwang G J, Chen C H. Decision-guided chatbots and cognitive styles in interdisciplinary learning[J]. Computers & Education, 2023,201:104812.
- [30](美)洛根·费奥雷拉,盛群力,张恩铭.理解生成式学习[J].远程教育杂志,2023,(6):20-33.
- [32]戴岭,赵晓伟,祝智庭.智慧问学:基于 ChatGPT 的对话式学习新模式[J].开放教育研究,2023,(6):42-51、111.
- [33]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,(4):83-91.
- [35]徐国庆,蔡金芳,姜蓓佳,等.ChatGPT/生成式人工智能与未来职业教育[J].华东师范大学学报(教育科学版),2023,(7):64-77.
- [36]苗逢春.生成式人工智能技术原理及其教育适用性考证[J].现代教育技术,2023,(11):5-18.
- [37]胡卫平,张阳,吕元婧,等.人工智能创造力探究[J].现代教育技术,2024,(1):17-25.
- [41]董艳,李心怡,郑娅峰,等.智能教育应用的人机双向反馈:机理、模型与实施原则[J].开放教育研究,2021,(2):26-33.
- [45]陆伟,马永强,刘家伟,等.数智赋能的科研创新——基于数智技术的创新辅助框架探析[J].情报学

报,2023,(9):1009-1017.

[46]李海峰,王炜.人机协同深度探究性教学模式——以基于 ChatGPT 和 QQ 开发的人机协同探究性学习系统为例[J].开放教育研究,2023,(6):69-81.

[48]Huang X, Zhang X, Zhu S. How showing others' ideas influences consumer creativity: The moderating role of participation motivation[J]. Thinking Skills and Creativity, 2023, 49: 101338.

Cultivation of Interdisciplinary Innovative Thinking Empowered with Generative Artificial Intelligence: Intrinsic Mechanism and Model Construction

DONG Yan¹ CHEN Hui²

(1. Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing, China 100031;

2. Faculty of Artificial Intelligence Education, Central China Normal University, Wuhan, Hubei, China 430079)

Abstract: Under the background of the increasingly rapid trend of disciplinary integration, cultivating students' interdisciplinary innovative thinking has become one of the key goals of contemporary education. As a breakthrough technology in the era of artificial intelligence, generative artificial intelligence (AI) presents significant opportunities and challenges for the empowerment of education with technology. Based on this, focused on the interdisciplinary education field, this paper firstly elucidated the basic connotation and classification of interdisciplinary innovative thinking and then summarized four occurrence elements of interdisciplinary innovative thinking of a multidisciplinary knowledge base, fundamental innovative thinking skills, team communication and collaboration, and output orientation. Secondly, the four core functions of generative AI in empowering the cultivation of interdisciplinary innovative thinking were analyzed, which included efficient information retrieval and integration, multi-turn dialogues and role-play, evaluation and feedback, generation and creation. Accordingly, the intrinsic mechanisms of the cultivation of interdisciplinary innovative thinking empowered with generative AI was clarified. Finally, from the integrated perspective of teaching, learning and evaluation pre class-in class-post class, and based on the design-oriented production-based learning (DoPBL) model, a teaching model for cultivating interdisciplinary innovative thinking empowered by generative AI was constructed. Through research, this paper was expected to provide theoretical and practical reference for how to cultivate students' interdisciplinary innovative thinking in the age of AI.

Keywords: generative artificial intelligence; ChatGPT; interdisciplinary innovative thinking; design-oriented production-based learning; integration of teaching, learning, and evaluation

*基金项目: 本文为国家自然科学基金 2021 年度面上项目“STEM 教育情境下同伴互动的脑协同机制及策略研究”(项目编号: 62177011)的阶段性研究成果。

作者简介: 董艳, 教授, 博士, 研究方向为跨学科学习、创新教育与教师技术应用能力研究等, 邮箱为 yan.dong@bnu.edu.cn。

收稿日期: 2023 年 10 月 4 日

编辑: 小时