中国教育科学进展
Progress of Chinese Pedagogy
2026 年第 05 卷第 03 期
Vol. 05, No. 03, 2026

研究性论文
http://www.scifootprint.com/PCP/index.html

人机协同视域下信息科技课程问题化学习的教学生态重构与实践路向

吴　雅，杜　蔚，刘俊玮*

（云南大学教育学院，昆明 650091）

摘要：在教育数字化转型背景下，信息科技课程面临问题情境脱离真实预设化、认知支架缺失、过程评价困难的三重困境。本文以分布式认知理论为基石，探讨人机协同如何重构信息科技课程问题化学习的教学生态。研究认为，智能主体的引入将传统的“师—生”二元结构拓展为“师—生—机”三元协同的认知生态系统，推动教学关系、知识形态、教学交往与评价范式四个维度的系统性重构：教师转变为学习生态设计师，学生成为主动提问者与批判性思考者，智能主体扮演“更有能力的他者”；知识从预设性传递走向生成性建构；教学交往从单向讲授拓展为多元互动网络；评价从终结性评判转向基于过程数据的生成式评价。在此基础上，提出四大实践路向：创设生成性问题情境以激发探究动机，借助人机对话促进问题解构，开展协同式问题探究，运用多模态评价引导学生深度反思与知识迁移。人机协同不仅是技术赋能，更是育人方式的重塑，为信息科技课程从技能传授走向问题意识与创新素养的培养提供了理论支撑与实践路径。

关键词：人机协同；问题化学习；信息科技课程；教学生态；分布式认知理论

DOI：10.48014/pcp.20260709001

引用格式：吴雅，杜蔚，刘俊玮．人机协同视域下信息科技课程问题化学习的教学生态重构与实践路向[J]．中国教育科学进展，2026，5(3)：68-78.

1　引言

在教育数字化转型的时代浪潮中，信息科技课程作为培养数字化时代创新人才的关键载体，其核心使命已超越简单的技术操作，转向培育学生在动态、不确定的真实情境中发现问题、分析问题并能够创造性解决问题的能力。《义务教育信息科技课程标准（2022 年版）》亦明确指出，要“倡导真实性学习，创新教学方式，以问题解决为导向”[1]。然而，在当下信息科技课程教学实践中却常陷入三重困境：其一，问题情境往往由教师单向预设，脱离真实世界的复杂性与开放性，难以激发学生的深度探究动机；其二，在面对算法设计、系统建模等复杂认知任务时，传统的师生二元结构难以为所有学生提供及时、适配的认知支架，缺乏个性化支持；其三，受限于传统的技术手段与评价观念，现有的教学评价多聚焦于最终成品的优劣，难以捕捉并反馈学生在问题解决过程中思维演进的关键痕迹，过程性、发展性评价实现困难。

近年来，生成式人工智能技术（Artificial Intelligence Generative Content，AIGC）爆发式的发展为破解上述困境带来了革命性契机，其具备自然语言理解、知识推理、文本生成等复杂能力使其超越了传统信息工具的范畴，可以在教学中扮演多重角色

* 通讯作者　Corresponding author：刘俊玮，1297905945@qq.com

收稿日期：2026-07-09；　录用日期：2026-09-01；　发表日期：2026-09-28

基金项目：2025 年度云南大学教育学院科学研究项目“U-S 协同下教育专硕的‘人工智能＋教学’能力培养研究”（25YDJXY002）。

并深度参与到学习过程中。正如李海峰等人所言,人机协同的深度探究模式有望将传统的“智能知识喂养”转变为深度探究性学习[2]。这也意味着将AIGC简单嵌入现有教学流程已不足以深度释放其教育价值,必须从人机协同的视角出发,审视其如何与教师、学生、教学内容及环境相互作用,在重构教学生态的基础上,催生新的教学结构与文化。

基于此,本文以分布式认知理论(Distributed Cognition)为基石,将人机协同置于信息科技课程问题化学习(Problem-based learning)的教育场域中加以审视,尝试突破智能技术应用与课程教学变革相对分离的分析思路,形成“师—生—机”三元协同的认知生态系统,进而从教学关系、知识形态、教学交往与评价范式四个维度出发揭示人机协同下信息科技课程问题化学习教学生态的系统性重构机制,并提出相应的教学实践路向,以期为信息科技课程的问题化学习提供一种兼具理论解释力与实践指向性的分析框架。

2 人机协同何以重构信息科技课程问题化学习教学生态

本文首先梳理人机协同、问题化学习与教学生态的相关研究,在此基础上界定信息科技课程问题化学习场域下的教学生态内涵,并进一步借助分布式认知理论阐明人机协同介入课堂教学的理论依据及其与信息科技课程问题化学习的内在一致性。

2.1 人机协同、问题化学习的相关研究述评

人机协同教育是指人类教师与人工智能系统在教学目标引导下,各自发挥优势、相互配合、协同完成教育教学任务的新型教育模式,其核心在于强调人类智能与机器智能之间的优势互补,以产生新的混合增强智能[3]。已有研究开始关注人机协同教学模式和教学策略的设计,翟雪松等提出生成式人工智能与元宇宙结合可创新翻转课堂模式,教育智能体能为学生自主学习提供必要支架[4]。相关研究已经意识到人工智能正在改变传统教学中教师、学生与工具之间的关系,但对人机协同如何进一步改变课堂内部的主体结构、知识生成方式、互动过程与评价机制仍缺乏较为系统的解释。

问题化学习是以问题解决为导向的教学模式,强调学生在真实任务情境中培养复杂问题解决能力,体现了问题链驱动学习的教学理念。近年来,学者们开始探索人工智能与问题化学习的融合路径,周瑜等学者通过实施人机共创模式,有效提升了学生适应性和创造力[5]。诸多研究表明,智能技术能够为问题化学习提供更具开放性和动态性的学习环境,也能够在问题生成、资源供给、过程反馈等方面发挥支架作用。但从现有成果来看,人工智能与问题化学习的结合仍多被理解为一种教学策略或技术方案的叠加,尚未充分揭示智能技术介入之后,问题化学习在课堂生态层面所发生的结构性变化。

综上,相关人机协同与问题化学习研究为理解智能时代的教学变革提供了重要基础,但二者之间仍存在明显的分离。一方面,人机协同研究较多关注智能技术对教学环节的支持,尚未充分进入具体课程与学习方式的内部结构;另一方面,问题化学习研究虽然重视真实情境和复杂问题解决,却对智能技术如何改变问题生成、知识建构和评价反馈过程讨论不足。

2.2 信息科技课程问题化学习场域下的教学生态概念重建

2.2.1 教学生态的概念界定与构成要素

为解决前述的分离困境,教学生态提供了一个整体性分析视角。教学生态是教育生态学在微观教学层面的延伸——教育生态学由克雷明(Cremin,1976)正式确立学科地位,国内经吴鼎福、范国睿等学者引入并发展[6],此后课堂教学生态作为微观生态系统进入研究视域。已有研究普遍认同,课堂是由教师、学生和课堂生态环境共同组成的生态系统,具有整体性、协变性与共生性等特征[7]。教学生态则进一步将焦点从课堂整体系统收缩至教学核心活动本身,王映学将其明确界定为“从生态化的视角,聚焦教学情境中师生与环境间的交互关系”,并区分出课堂教学生态和教学生态支持性系统两大组成部分[8]。随着智能技术深度嵌入教学,有研究开始构建由教与学主体、环境、资源共同构成的智慧课堂生态系统[9]。然而这些探讨多停留在

技术增强的层面，尚未系统揭示智能技术介入后教学生态在关系结构、知识生成、交往方式等方面的深层变革机制，也未能形成指向教学关系、知识形态、教学交往和评价范式等具体要素的操作性分析框架。因此，在信息科技课程问题化学习的特定场域中，亟需对教学生态进行重新界定。

基于此，本文中“教学生态”是指在信息科技课程问题化学习场域中，由教师、学生、智能主体、课程知识、学习任务、教学资源与评价机制等要素共同构成，并在持续互动中实现协同与演化的动态系统。信息科技课程问题化学习的教学生态不仅意味着教学环境的改变，更指向教学关系、知识形态、教学交往和评价范式的整体性重构。

2.2.2 四维度分析框架的选取依据

基于上述对教学生态的概念重建，本文选取教学关系、知识形态、教学交往和评价范式四个维度，系统分析人机协同对信息科技课程问题化学习教学生态的重构机制。

首先，教学关系构成教学生态的基本关系结构。课堂教学的本质首先是一种“关系存在”，它是在一定关系网络中展开的，关系决定着课堂教学的过程与样态[10]。当智能主体进一步嵌入课堂教学生态基本关系之中，原有的“师—生”双主体结构转向“师—生—机”三元协同结构，三者之间围绕问题解决重新分配认知任务、教学责任和学习资源，进而改变了课堂教学生态的主体结构。

其次，知识形态构成教学生态的内容基础。已有研究指出课堂生态的营养结构表现为师生、生生之间的信息供求关系，不同主体之间通过课堂生态链实现知识的传递、转化与交换[11]。在信息科技课程问题化学习中，智能主体的介入进一步强化了知识的动态生成特征，知识成为人机协同探究过程中不断被重组的生成性资源。

再次，教学交往构成教学生态的运行机制。课堂生态的活力来自不同主体之间的信息交流、意义协商与行动协调[12]。人机协同背景下，教学交往的边界被进一步拓展，学生与智能主体的持续对话能够对学生的提问、方案、代码和学习行为作出即时回应，使教学交往从相对单一的线性互动转向多主体、多路径、多轮次的交互网络，课堂交往的连续性和生成性得以增强。

最后，评价范式构成教学生态的反馈调节机制。评价是影响学习方式、调节教学行为和维持课堂生态平衡的重要力量[13]。智能主体通过学习数据采集、过程轨迹分析和多模态反馈，支持教师更及时地识别学生的理解状态、思维路径和学习困难，使评价从单一的终结性判断转向过程性、诊断性和发展性反馈[14]。因此，评价是推动问题化学习持续改进的重要生态调节机制。

教学关系的变化影响知识生成的方式，知识形态的开放又推动教学交往的重组，教学交往的持续展开进一步要求评价范式从结果判断走向过程调节。正是在这四个维度的相互作用中，人机协同对信息科技课程问题化学习教学生态的重构才得以具体呈现，为后续分析提供了清晰的操作性框架。

2.3 分布式认知理论下的人机协同教学

传统的认知科学将认知视为个体大脑内部的孤立活动，而分布式认知理论（Distributed Cognition）则提供了更为开阔的视野，它认为认知并非封闭于个体心智之中，而是分布于个体、他人、人工制品以及文化环境所构成的复杂系统内部[15]，这一理论为理解人机协同教学提供了核心框架。在传统的信息科技课堂问题解决中，学生个体需要独立承担从问题理解、算法构思、代码编写到调试纠错的全链条认知负荷[16]，并极易因认知超载而陷入挫败心理或浅层学习。AIGC 的引入是在原有的“教师-学生”认知系统中，嵌入了一个具备海量知识、强大算力与即时反馈能力的认知协作者。这一角色能够高效处理课堂学习过程中诸如语法错误排查、常规代码片段生成一类的低阶认知任务，将学生有限的认知资源从繁杂的操作性细节中解放出来[17]，更多地投向问题本质的探索、问题解决的策略性方案设计等高阶思维活动。这种认知负荷的重新分布并非削弱学生的主体性，而是通过人机间的功能互补与协同运作实现了认知系统的整体性拓展与增效，使学生在面对复杂劣构问题时，能够站在一个更具支持性的认知“脚手架”上。同时在这种协同模式下，教师的角色从单纯的知识传授者转变为认知过程的引导者与人机协同的调节者，通过教师自身与智能技术之间的分工协同、相互促进，形成人

机混合增强智能,实现对课堂教学的整体优化[18]。

近年来,学界的相关研究也为这一理论观点提供了支持。一项基于分布式认知理论的、针对人机协同创造性问题解决的研究,强调了人的主体性地位是人机协同创造的核心要素,学生在与 AI 互动时不应将问题解决的主责转移到 AI 上,而应将 AI 作为自身认知的延伸[19]。汤倩雯等学者也在其研究中指出,学生在人机协同交互的过程中需对学习路径的生成与演化保持主导地位,充分体现其主体性[20]。人机协同的教学使大脑、身体、环境与技术密不可分,并有效融合了学习者智能、机器智能、教师智能,形成了人机互为主体的教育教学关系[21]。因此,分布式认知理论下的人机协同教学是指在新的技术条件下,重构"教师—学生—智能技术"三者之间的关系,形成一种动态、互补、共生的认知生态系统。

2.4 信息科技课程问题化学习与人机协同的内在一致性

信息科技课程的核心素养导向与问题化学习的理念深度耦合,共同指向在真实、复杂且开放的情境中培养学生的问题意识、计算思维与数字化创新能力。同时,人机协同与信息科技课程问题化学习存在深层的理念共振,三者具有深刻的内在一致性。

首先,信息科技课程核心素养指向问题意识的培养。《义务教育信息科技课程标准(2022 年版)》将课程目标凝练为信息意识、计算思维、数字化学习与创新、信息社会责任四大核心素养,这些素养表征着在真实问题情境中综合运用的整体能力。其中,问题意识贯穿了素养发展的主线,信息意识强调从复杂信息环境中敏锐感知问题;计算思维强调通过抽象、分解、建模等方法形成问题解决的框架;数字化学习与创新强调利用数字工具与平台探索并创造性地解决问题;信息社会责任则引导学生在问题解决中秉持正确的价值观与伦理观。人机协同模式正是通过应用生成式人工智能等智能技术,对现实问题进行模拟、拆解与动态响应,为学生提供了持续的问题浸润环境,使核心素养的培养始终嵌入在"问题感知—问题分析—问题解决—问题反思"的问题链中。

其次,信息科技课程与人机协同具有理论契合性。从学科属性看,信息科技课程本身即以人、技术与社会的互动关系为研究对象,其内容涵盖算法、数据、系统、网络等与人工智能高度关联的领域。这种内容结构使得该课程在融入智能技术时具有天然的学科亲和性与内在一致性:学生不仅能够借助智能工具开展知识探究与技能训练,更能在学习过程中理解其运作机制,进而形成对智能技术的批判性认知与负责任的使用伦理。同时,信息科技课程长期倡导的项目式学习、创造性编程、软硬件融合实践等教学模式,与人机协同所强调的"协同设计""智能增强"[22]等理念在方法论层面深度契合,二者均注重在开放、真实的问题情境中,通过工具赋能与协作建构推进学习进程。课程中所培养的计算思维、系统思维与设计思维是人机协同社会中个体参与创新、实现价值的关键素养。

最后,信息科技课程问题化学习与人机协同具有内在一致性。信息科技课程中的问题化学习是特指在信息科技学科语境下,以计算思维、数据素养、信息系统等核心内容为载体,通过解决真实或拟真的技术问题来驱动学习,与人机协同理念的具有高度的内在一致性。传统的信息科技课程开展问题化学习,其问题情境往往由教师基于有限资源进行预设,而人机协同的引入可以极大地拓展问题情境的真实性、动态性和复杂性。智能技术能够根据课程目标,即时生成贴近学生生活且蕴含丰富技术变量的复杂场景[23],使得学生知识建构的过程发生在一种高度仿真的、交互式的过程中。此外,信息科技课程中的问题本身具有高度的认知挑战性,涉及从抽象建模到具体实现的多重认知负荷,而人机协同可以将这一过程重塑为一个分布式的认知系统,使其重新配置与优化自身的认知资源分配,从低阶的操作性任务中解脱出来,从而能更专注于问题本质探究等高阶思维活动,实现深度学习和问题解决能力的提升。

信息科技课程的问题化学习与人机协同超越了简单的工具应用关系:人机协同为问题化学习提供了强大的技术支撑与认知支架,使其能够应对更真实、复杂的学习任务;而问题化学习则为人机协同赋予了明确的教育意义与素养导向的实践场景,二者深度融合,共同推动信息科技课程从传统的技

能传授真正走向学生问题意识与问题解决能力的培养，而这种一致性使得人机协同不仅是问题化学习的嵌入工具，更成为其教学生态从封闭走向开放、从预设走向生成的内生动力。

3 人机协同视域下信息科技课程问题化学习的教学生态重构

人机协同的引入并非在信息科技课程原有教学流程上的简单叠加，而是引发了教学生态在关系、知识、交往与评价四个维度的系统性重构。这种重构是系统性、连锁性的，共同指向一个更具包容性、生成性与适应性的教学生态，如下图 1 所示。

3.1 教学关系的重构：从二元结构走向三元协同

传统的信息技术课堂教学关系呈现出“师—生”的二元结构，教师是知识的主要来源和权威的解释者，学生则是知识的接受者。而人机协同将这一结构拓展为“师—生—机”[24]三元协同的教学共同体，在这一新生态中，教师、学生与智能主体各自承担不同的角色，形成相互依赖、共同演化的关系网络。

图 1 人机协同视域下信息科技课程问题化学习的教学生态重构框架图

Fig. 1 Framework diagram of teaching ecology reconstruction for problem-based learning in information technology courses from the perspective of human-machine collaboration

教师的角色发生了根本性转变，有学者将其概括为从知识传授者向“学习生态设计师”的转变[25]，教师不再仅是知识的传递者，更是问题情境的设计者、人机交互的引导者与价值伦理的把控者。这种角色转型对教师的专业素养提出了新要求，一项研究提出的“智能型 TPACK 框架”指出，教师需要发展人工智能技术知识、人工智能内容知识和人工智能教学知识，并在此基础上形成人机协同知识与伦理知识[26]。由此，教师的专业发展不再局限于信息科技课程学科内容和一般教学法的学习，更需要拓展到与智能技术协同工作能力的提升。

学生的角色同样经历着深刻转变，学生从被动的接受者，转变为主动的提问者、批判性的思考者和问题的探究解决者。在人机协同的学习环境中，学生需要学会如何向智能主体提出有效的问题，如何判断智能主体所生成的内容解决策略的可靠性，如何将智能主体提供的建议与自身思考进行整合，这种能力被称为“提示工程素养”[27]，即通过精心设计提示词来引导智能主体产出高质量内容的能力，如学生如何向智能主体清晰描述一个编程需求、精准定位一个模糊的 Bug、请求对一段代码进行性能优化或安全性审查。但更重要的是，在此过程中学生需要始终保持认知的主体地位，不能将思考和决策的责任完全让渡给智能主体。

智能主体在教学中扮演着维果茨基意义上的“更有能力的他者”。在传统教学中，更有能力的他者通常是教师或同伴，而在人机协同环境中，智能主体可以充当伴随式的学习支架与对话性探究伙伴，它能够根据学生的认知水平和学习需求，提供个性化的支持和反馈，填补学生现有水平与潜在发

展水平之间的最近发展区。不同于教师的直接指导,这种支持可以让智能主体以更低的心理门槛与学生进行对话,学生在与其互动时可以大胆试错,不必担心在同伴面前犯错。

3.2 知识形态的演进:从预设性传递走向生成性建构

在传统的信息科技课程问题化学习中,学习资源多依赖于教材或教师的提前预设,知识呈现出静态、局限的特征。教师课前设计好教学内容,课堂上按照既定路径引导学生学习,这种预设性知识传递的形态虽然便于教学管理,却难以适应学生个性化学习的需要。

人机协同的引入打破了这一局限,知识从预设性的传递形态走向由师生、生生、生机多维互动中动态生成的形态。依托于生成式人工智能的强大生成能力,信息科技课程中那些抽象的概念、复杂的结构乃至前沿的技术动态,都可以根据学习者的即时提问和上下文情境,以代码、图表、自然语言解释、可视化动画等多种模态动态生成和呈现。例如,在学习"排序算法"时,学生可以要求智能主体分别用 Python 生成冒泡排序和快速排序的代码,并对比其执行效率;还可以要求其用自然语言解释两种算法在不同数据规模下的性能差异等。这种根据学习者个性化需求生成的知识供给方式,使得知识的形态从去情境化的单向传递转变为在真实问题解决任务中情境化的建构与创生。从认识层面分析这一变化的深层意涵可以发现,传统技术工具应用往往预设知识是可传递的信息,因此技术的主要功能是更高效地传递知识;而在建构主义视角下,知识是学生意义建构的产物,因此技术的角色应该是对话伙伴和思维支架。而人机协同的引入使后者从理论构想走向现实可能,当智能主体能够参与对话、回应追问时,知识的生成性和建构性得到了前所未有的彰显。

3.3 教学交往的拓展:从单向讲授走向多元互动

教学交往是教学生态的活力之源。信息科技传统课堂常常受制于"教师问—学生答"的单向、线性的交互结构,交往的广度和深度都受到极大限制。而人机协同的引入可以使教学交往演变成一个立体、多元且复杂的互动网络。

这个网络至少包含三个核心拓展:第一,是"生—机"之间的试错性对话。学生通过不断调整提示词与智能主体进行多轮博弈与协商,在这一过程中既锻炼了表达能力也深化了对问题的理解,这种对话允许学生在无评判压力的环境中自由探索,逐步接近知识的核心。有学者开发了基于苏格拉底式对话策略的智能对话代理,研究发现这种能够引导学生进行反思性对话的智能代理显著提升了学生的反思性思维能力[28]。这表明"生—机"对话的质量会对学习效果产生直接影响。第二,是"生—生"之间的协作性对话。学生基于智能主体生成的内容与同伴开展辩论与共创,当每个学生都有机会与智能主体对话并获得个性化的反馈后,他们在同伴交流时能够分享更多元的观点和思路,不仅增强了学生的参与感,也培养了团队协调与知识整合的能力,从而促进集体智慧的生成。第三,是"师—生—机"的干预性对话。教师通过监控人机、人人等课堂互动过程,捕捉学生的思维卡点或认知误区,适时介入,通过提问、提示或提供补充资源,将对话引向更深层次,促进学生的元认知发展。教师在这一过程中扮演着引导者与调节者的角色,使技术真正服务于人的成长。人机协同构建的多元互动网络极大地丰富了课堂的信息交流与思维碰撞,使学习不再局限于单向传递,而成为一个社会性、分布式的互动建构过程,真正激活了教学交往的生命力。

3.4 评价范式的转型:从终结性评价走向生成式评价

教育评价是维持教学生态平衡的关键调节机制。传统的终结性评价难以测量学生在问题化学习中的思维演进过程,尤其对于编程、信息设计类等课程而言,更无法捕捉学生在探究过程中展现的思维品质和问题解决能力,且评价的反馈滞后,且往往与教学过程分离。

在人机协同生态中,学生与智能主体交互的提示指令日志、代码修改轨迹、对话记录等行为数据,构成了丰富的过程性评价证据。这些数据不同于传统的考试成绩,它们记录了学生的思维过程、问

题解决策略、面对困难时的应对方式等深层学习特征。依托数据赋能，教师能够对学生的问题分解能力、算法逻辑严密性进行生成式诊断，实现从对结果的评判走向对过程的即时反馈。过程性评价与表现性评价相结合的思路在人机协同教学中得到新的体现，过程性评价关注学生在整个探究过程中的表现：他们提出了什么问题？这些问题经历了怎样的优化？在与 AI 协作的过程中，他们是如何求助、如何判断、如何调整的？这些过程性信息可以通过学习日志、对话记录、反思笔记等方式收集。表现性评价则关注学生产出的成果及其背后的思维过程，评价的重点不是成果的完美程度，而是成果所体现的问题价值和思维深度。二者皆可以通过人机协同下的数据赋能，在学生深度学习与建构的过程中不断生成，构成学生学习过程中的个性化认知档案。

与此同时，评价范式的转型还涉及一个更深层的问题：在智能主体辅助的学习中，如何区分人类和智能主体的贡献？如何在评价中体现学生的主体贡献？对于此，祝智庭等学者提出评价需要明确学生在学习过程中的主体贡献[29]，哪些部分是学生自己的思考，哪些部分来自于智能主体的辅助，需要在评价设计中引入更细致的分析框架。

4 信息科技课程问题化学习教学生态重构下的教学实践路向

基于上述教学生态重构理念，本研究提出人机协同视域下信息科技课程问题化学习的“创设生成性问题情境、人机对话促进问题解构、开展协同式问题探究、多模态评价促进问题反思与迁移”四大教学实践路向，旨在将理论思考转化为可操作的教学路径，如图 2 所示。

图 2　人机协同视域下问题化学习的教学实践路向

Fig. 2　Practical directions of teaching practice for problem-based learning from the perspective of human-machine collaboration

4.1 创设生成性问题情境

生成式问题情境创设,顾名思义,在这个阶段需要利用智能主体创设具有挑战性的真实情境,情境创设的目标是为了激发学生的好奇心和问题意识。在传统教学中,高质量课堂情境通过教师单方面投入大量时间搜集素材、设计案例进行创设,而在人机协同模式下,情境创设从教师的单向预设转向师生与智能主体共同参与的生成性建构创设。教师可以引导学生,利用智能主体的文本生成、场景模拟能力,共同创设贴近学生生活经验、融合多学科知识的开放性项目情境[30]。

例如,在学习“人工智能伦理”单元时,教师可以向智能主体输入指令:“请为一个初中信息科技课堂设计一个关于‘人脸识别进校园’的情境,包含技术原理介绍、并附上两个可以引发学生讨论的开放性问题。”智能主体可以在几分钟内生成一个结构完整的情境素材。更重要的是,其生成的内容可以动态调整,如果教师觉得情境过于复杂,可以要求简化;如果希望增加本地元素,可以要求 AI 融入本地的具体案例。这种人机协同的情境设计既保证了情境的质量,又大大减轻了教师的备课负担。但需要注意的是,智能主体所创设的情境应具备三个特征:一是真实性,情境要贴近学生的生活经验或未来的真实场景,让学生感受到这个问题和我有关[31];二是开放性,情境应包含一定的模糊性和复杂性,留出学生自主提问的空间;三是挑战性,情境应略高于学生现有的认知水平,契合学生的最近发展区[32]。

4.2 人机对话促进问题解构

面对生成性情境中涌现的宏观、复杂问题,学生常感到无从下手,而此时,智能主体可以扮演强大的认知协作者角色,通过支持学生多轮、迭代的对话将大问题逐步分解、凝练。学生可以向智能主体描述自己的初步想法,由智能主体辅助完成问题的结构与凝练,比如:“我对 AI 换脸挺好奇的,但不知道研究什么。”智能主体可以通过追问帮助他聚焦:“你对 AI 换脸的哪个方面感兴趣? 是技术原理、应用场景,还是伦理问题? 如果你研究技术原理,可以从‘AI 换脸是如何实现的’入手;如果研究应用场景,可以关注‘AI 换脸在影视制作中如何使用’”这种对话式引导可以帮助学生将模糊的兴趣转化为具体的研究问题。

此外,智能主体还可以提供多角度的提问范例。当学生思路受困无法发散时,可以请智能主体从不同视角提供思路“从技术角度可以问什么”“从用户角度可以问什么”“从开发者角度可以问什么”等,这些不同视角的提问范例能够拓宽学生的问题视野,让他们意识到同一个现象可以有很多种提问方式。同时,这一阶段要遵循两个原则:一是鼓励学生提出真实的问题,即学生真正感到困惑、真正想探究的问题,而非为了提问而提问的假问题;二是通过与智能主体对话迭代优化问题表述,让学生学会将原始的、模糊的想法逐步转化为清晰、具体、可探究的技术问题。

4.3 开展协同式问题探究

问题探究是问题化学习的核心环节,这一过程需要遵循的基本原则是始终由学生主导、智能主体负责支持与辅助[33],二者协同开展问题的探究与解决。学生始终是探究的主体,智能主体提供适时、适量的辅助,适时是指智能主体在学生真正需要帮助时才介入,而不是全程接管,适量是指智能主体提供的支持恰到好处,既不能太少以至于学生卡死无法推进,也不能太多以至于代替学生思考。教师的角色则在于引导学生学会设计有效的提示词,并批判性地审视智能主体给出的分解方案是否合理、有无遗漏。

在问题解决方案设计的环节,学生可以向智能主体咨询:“我想做一个识别手写数字的程序,有哪些可行的方案?”智能主体可以列举几种常见的技术路线,并比较各自的优缺点,这有效地为学生后续的学习提供了认知地图,让他们知道前方有哪些可能的解决方式。在数据获取环节,当学生需要特定类型的数据但又找不到现成资源时,可以向智能主体询问数据的可能来源,或者请其建议自己该如何采集数据。对于编程类任务,智能主体可以帮助调试代码,当程序报错时,学生向智能主体描述错误现象,其分析可能的原因并提出修改建议。在这个过程中,智能主体提供的是思路而非答案[34],学生需要学会批判性地使用来自于智能主体的反馈:

它说的都对吗？还有没有更好的方案？这个过程的实质是将内隐的问题解决思维外化为可观察、可调整的人机对话，它不仅帮助学生完成了问题的解构，更在对话中训练了学生进行系统性思考与逻辑表达的能力，这是问题思维的核心组成部分。

4.4 多模态评价促进问题反思与迁移

在人机协同生态下，评价环节应充分利用过程中产生的对话日志、代码版本、反思笔记、项目报告等多模态数据，引导学生进行深度的元认知反思与知识迁移。评价内容至少应包含三个层面：第一，是对问题解决过程与结果的评价，关注方案的创新性、算法的效率、代码的有效性等；第二，是对人机协同过程本身的反思，例如："在哪个环节智能主体提供了最关键的支持？我的提示词是如何逐步优化的？智能主体的局限性在哪里？"；第三，是对技术应用价值与社会影响的批判性思考。当学生完成一个项目后，可以请智能主体扮演评审专家："请以人工智能专家的身份，对我的项目提出三个批评性的问题。"智能主体提出的质疑会从更高层次的角度出发，涉及到方案的局限性、数据偏差问题、伦理风险等，这些视角往往是学生容易忽略的；智能主体还可以引出相关的伦理讨论，例如，当学生完成一个人脸识别项目后，其可以追问："如果把这个系统用于校园监控，可能会带来哪些问题？""如何保障用户的知情同意权？"类似的对话去推动学生跳出纯粹的技术思维，思考技术与社会的复杂关系，魏非等学者提出的"人工智能质询"环节，正是强调以思想引领和讨论启发为要领的提问和对话流程，促进学生深度反思。

通过这种多多模态的评价方式引导学生超越单纯的技术操作层面，走向对技术、伦理与社会责任的哲学性思考，实现知识从近迁移到远迁移的跨越。

5 结语

在教育数字化转型的浪潮中，人机协同为信息科技课程问题化学习带来了深刻的教育生态重构。本文以分布式认知理论为基石，剖析了"师—生—机"三元协同如何突破传统教学在情境创设、认知支架与过程评价方面的局限，推动教学关系、知识形态、教学交往与评价范式的系统性变革，进而提出创设生成性问题情境、借助人机对话促进问题解构、开展协同式探究、实施多模态评价等实践路径。

然而，本文提出的分析框架和实践路向仍以理论建构为主，缺乏基于课堂实践的实证检验，存在一定的局限性，后续可通过教学实验、课堂观察、学习分析等方法验证其有效性。同时，本文未对不同学段、不同学习基础学生在人机协同问题化学习中的差异进行细分讨论，未来可结合小学、初中、高中不同学段的信息科技课程特点，开展更有针对性的研究。

总体来看，信息科技课堂正转变为以学生为主体、以真实问题为锚点、以问题思维发展为核心的探究场域。人机协同不仅是一种技术赋能，更是育人方式的重塑，它将助力学生在与智能技术的共生共长中，发展出适应不确定未来的问题意识、批判思维与创新素养，真正回应数字时代对教育变革的深切呼唤。

利益冲突：作者声明无利益冲突。

参考文献(References)

[1] 中华人民共和国教育部. 义务教育信息科技课程标准(2022 年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.

[2] 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，2023，29(06)：69-81.

[3] 陈凯泉，韩小利，郑湛飞，等. 人机协同视阈下智能教育的场景建构及应用模式分析——国内外近十年人机协同教育研究综述[J]. 远程教育杂志，2022，40(2)：3-14.

[4] 翟雪松，楚肖燕，焦丽珍，等. 基于"生成式人工智能＋元宇宙"的人机协同学习模式研究[J]. 开放教育研究，2023，29(5)：26-36. https://doi.org/10.13966/j.cnki.kfjyyj.2023.05.003

[5] 周瑜，张其亮，王丽敏. 生成式人工智能在 PBL 实践教学中的应用[J]. 实验室研究与探索，2025，44(8)：166-172. https://doi.org/10.19927/j.cnki.syyt.2025.08.029

[6] 李文娟，岳伟. 中国教育生态学的演进脉络与未来趋势[J]. 湖北民族大学学报(哲学社会科学版)，2025，43(6)：146-157.

[7] 李森. 论课堂的生态本质、特征及功能[J]. 教育研究，

2005(10):55-60+79.
[8] 王映学.教学的生态[M].上海:华东师范大学出版社,2022.
[9] 李逢庆,尹苗,史洁.智慧课堂生态系统的构建[J].中国电化教育,2020(6):58-64.
https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-9860.2020.06.009
[10] 关文信,冯燕华.课堂教学是一种关系存在——基于生态思维视角的诠释[J].沈阳师范大学学报(社会科学版),2009,33(5):89-91.
https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-5450.2009.05.026
[11] 陈中,郭丽君.教育信息化与课堂生态系统研究[J].中国职业技术教育,201632):42-47.
[12] 郭秋霞.初中古诗词教学生态课堂的建构[D].石河子:石河子大学,2020.
[13] 孙芙蓉.健康课堂生态系统研究刍论[J].教育研究,2012,33(12):77-83.
[14] 朱莎,杨洒,李嘉源,等.智慧课堂情境的课程核心素养评价范式[J].开放教育研究,2024,30(1):83-88.
https://doi.org/10.13966/j.cnki.kfjyyj.2024.01.009
[15] 任剑锋,李克东.分布式认知理论及其在CSCL系统设计中的应用[J].电化教育研究,2004(08):3-6+11.
[16] 方海光,孔新梅,李海芸,等.人工智能时代的人机协同教育理论研究[J].现代教育技术,2022,32(07):5-13.
https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-8097.2022.07.001
[17] 靳旭莹,刘泽民.像科学家一样思考:基于大语言模型的科学教育思想实验设计[J].远程教育杂志,2025,43(06):22-32.
https://doi.org/10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2025.06.004
[18] 王一岩,朱陶,杨淑豪,等.人机协同教学:动因、本质与挑战[J].电化教育研究,2024,45(08):51-57.
https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2024.08.007
[19] Guo W, Liang Z, Wang C, et al. Student-AI collaborative creative Problem-Solving: The role of human agency[J]. Computers & Education, 2025, 239105433-105433.
[20] 汤倩雯,曹梅.生成式人工智能时代学生主体性再定义——基于后人类主义的思考[J].开放教育研究,2026,32(01):37-44.
https://doi.org/10.13966/j.cnki.kfjyyj.2026.01.005
[21] 方海光,孔新梅,李海芸,等.人工智能时代的人机协同教育理论研究[J].现代教育技术,2022,32(07):5-13.
[22] 刘清堂,蒋新宇,肖俊吉,等.人机协同的高校课堂教学质量评价模型及应用[J].电化教育研究,2026,47(01):84-90+98.
https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2026.01.010
[23] 邱峰,吴跃东.生成式人工智能驱动教育创新的核心要素分析[J].教育发展研究,2024,44(Z1):9-16.
10.3969/j.issn.1008-3855.2024.13.005
[24] 周洪宇,李坤艳.人工智能在"三师课堂"教学中的应用、风险及规避[J].中国电化教育,2026(03):38-45.
https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-9860.2026.03.006
[25] 夏琪,杨一鸣,田贤鹏.生成式人工智能如何赋能高校教师教学创新——基于麻省理工学院的案例考察[J].中国大学教学,2025(12):83-91.
https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-0450.2025.12.013
[26] Chiu F K T. Developing intelligent-TPACK(I-TPACK) framework from unpacking AI literacy and competency: implementation strategies and future research direction[J]. Interactive Learning Environments, 2025, 33(7):4189-4192.
[27] 罗国锋,闫舟舟,张文君,等.生成式AI背景下高校图书馆提示素养教育内容和支撑体系研究[J].图书馆学研究,2026(01):122-129+107.
[28] Xi L, Zhang Y, Wang Q. Investigating the effects of an LLM-based Socratic conversational agent on students' academic performance and reflective thinking in higher education [J]. Computers & Education, 2026, 241105494-105494.
[29] 魏非,杨可欣,祝智庭.协同探究智创:生成式人工智能时代的学习新模式[J].开放教育研究,2025,31(02):14-23.
https://doi.org/10.13966/j.cnki.kfjyyj.2025.02.002
[30] 黄荣怀.人工智能正加速教育变革:现实挑战与应对举措[J].中国教育学刊,2023(06):26-33.
[31] 潘来强."问题化"学习活动设计:目标、能力框架与关键环节[J].人民教育,2025(10):66-67.
[32] 蔡庆悦,范昕若.赋能、风险与使能:生成式人工智能如何重塑基础教育[J].教育理论与实践,2025,45(22):3-9.
https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-633X.2025.22.jyllysj202522001
[33] 张海涛,李瑞雪,史远.生成式人工智能赋能小学信息科技教学的实践探索——以"用可视化手段解码数据语言"为例[J].中国现代教育备,2025(24):9-13.
https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-1438.2025.24.004
[34] 黄志芳,秦易,曹义志,等.基于生成式人工智能的高校思政课对话式教学模式构建与行动研究[J].中国电化教育,2026(03):10-20.
https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-9860.2026.03.003

Reconstruction and Practical Directions of the Teaching Ecology of Problem-Based Learning in Information Technology Courses from the Perspective of Human-Machine Collaboration

WU Ya, DU Wei, LIU Junwei*

(College of Education, Yunnan University, Kunming 650091, China)

Abstract: Under the background of digital transformation of education, information technology courses is faced with the triple dilemma of problem situations detached from reality and overly predetermined, lack of cognitive scaffolding and difficulty in process evaluation. Based on the distributed cognition theory, this paper discusses how human-machine collaboration reconstructs the teaching ecology of problem-based learning in information technology courses. The research holds that the introduction of intelligent agents expands the traditional "teacher-student" dual structure into a cognitive ecosystem of "teacher-student-machine" ternary coordination, and promotes the systematic reconstruction of the four dimensions of teaching relationship, knowledge form, teaching communication and evaluation paradigm: teachers change into learning ecological designers, students become active questioners and critical thinkers, and intelligent agents play a "more capable other"; knowledge shifts from predetermined transmission to generative construction; teaching communication expands from one-way lecturing to multiple interactive networks; evaluation shifts from summative assessment to generative evaluation based on process data. On this basis, four practical directions are put forward: creating generative problem situations to stimulate inquiry motivation, promoting problem deconstruction with the help of human-machine dialogue, carrying out collaborative problem inquiry, and using multimodal evaluation to guide students' deep reflection and knowledge transfer. Human-machine collaboration is not only a technological empowerment, but also a reshaping of the way of educating approach. It provides theoretical support and practical pathways for information technology courses to move from skill transmission to the cultivation of problem awareness and innovative literacy.

Keywords: Human-machine collaboration; problem-based learning; information technology courses; teaching ecology; distributed cognition theory

DOI: 10.48014/pcp.20260709001

Citation: WU Ya, DU Wei, LIU Junwei. Reconstruction and Practical Directions of the Teaching Ecology of Problem-Based Learning in Information Technology Courses from the Perspective of Human-Machine Collaboration[J]. Progress of Chinese Pedagogy, 2026, 5(3): 68-78.

Copyright © 2026 by author(s) and Science Footprint Press Co., Limited. This article is open accessed under the CC-BY License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).