

人机协同深度教学:内涵、特征与实践逻辑

张辉蓉^{1,2}, 魏利^{1,2}, 李舒展³

(1. 西南大学 教育学部, 重庆 400715;

2. 中国基础教育质量监测协同创新中心 西南大学分中心, 重庆 400715;

3. 济宁市工业技师学院, 山东 济宁 272100)

摘要:生成式人工智能的迅猛发展正深刻重塑教育生态。它在带来效率提升的同时,也引发学者对潜在技术异化风险的担忧。如何实现人机协同教学中工具理性与价值理性的统一,推动教学回归育人本质,成为亟待探索的议题。研究基于深度教学与人机协同理论,提出人机协同深度教学模式,即以人类教师与机器导师共同构成“新主体教师”,遵循课堂教学逻辑与最大最小工作量原则,促进学习者知识学习、能力深度、学科深度与生命深度四个维度发展。该模式凸显三大特征:(1)教学智能协同化,以人“慧”与机“智”形成动态互补;(2)教学角色融合化,表现为机器导师从“AI代理”向“AI伙伴”的进阶演化;(3)教学目标人本化,回归生命教育本质,着力培养机器无法替代的人类特质。在实践逻辑上,人机协同深度教学遵循最大最小工作量原则,将教学任务科学划分为可编程、不可编程以及部分可编程三类。这一分工体系贯穿教学全流程:前置学习阶段机器导师主导学情诊断与资源推送,教师聚焦教学设计;交互学习阶段人机协作创设情境,促进“人—人”“人—机”深度对话;拓展学习阶段通过智能测评与教师引导,实现反思迁移。该模式为人工智能时代推动教育数字化转型、深化教学改革、回归育人本质提供了理论参考与实践框架。

关键词:人机协同教学;深度教学;人工智能;教学结构;新主体教师

中图分类号:G434 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-8129(2025)05-0041-10

基金项目:教育部课程教材研究所委托重大研究课题“基础教育课程教材支撑教育强国建设研究”(JCSZD2024KCZX009),项目负责人:宋乃庆;重庆市社会科学规划青年项目“重庆‘教育—科技—人才’耦合协调发展的统计测度研究”(2023NDQN47),项目负责人:盛雅琦;西南大学研究生科研创新项目“智慧教育公共服务平台用户持续使用行为研究”(SWUB23020),项目负责人:魏利。

作者简介:张辉蓉,教育学博士,西南大学教育学部、中国基础教育质量监测协同创新中心西南大学分中心教授,博士生导师;魏利,西南大学教育学部、中国基础教育质量监测协同创新中心西南大学分中心博士研究生;李舒展,教育学硕士,济宁市工业技师学院教师。

以 ChatGPT、Sora 等为代表的生成式人工智能技术正飞速发展,并对包括教育领域在内的各行业产生重大而深刻的影响。人机协同教学是“人工智能技术+教育”的重要教学模式,对推动教育数字化转型具有重要意义。基于智能技术的工具属性,以斯金纳行为学习理论为基础的精准教学理念是当前人机协同教学领域的主要观点,其核心本质是“按需定

教”,即依据学生的认知需求设计教学,比如精准学情诊断、精准制定目标、精准设计资源和精准教学干预^[1]。根据海德格尔“技术座架说”^[2],若盲目追求技术便捷性,过度依赖技术获取教育的高效益,会导致教师和学生在学习中缺失主体性和能动性,从而逐渐被技术“圈养”^[3]。显然,人机协同教学要同时兼顾智能技术的工具属性和教育的价值属性。在以 Chat-

GPT 为代表的生成式人工智能技术引领的新一轮科技革命背景下,知识生产与传播方式被改变,智能社会的教育价值属性也由原来的知识传授为主转向促进学习者能力生长和生命发展。因此,人机协同教学不仅要依托智能技术精准解决学生的知识学习问题,同时也要在智能技术和人类教师的协作之下,实现促进学生生命发展和能力提升的深度教学。基于此,本研究拟从深度教学的内涵出发,深入剖析人工智能技术背景下人机协同深度教学的内涵、特征与实践逻辑,以期为人机协同深度教学深度融合提供参考。

一、人机协同深度教学的内涵

(一)何为深度教学

在百年未有之大变局和人工智能技术快速发展的时代背景下,以传授标准化知识为目标的传统教学已无法应对国家和社会对人才的需求。学校教育逐渐从浅层的知识教学走向深度教学,这种教学旨在促进学习者有意义的学习——不仅要增长知识,同时也要具备应用知识解决问题的能力,成为具有批判思维等高阶能力的思考者。关于深度教学的内涵,国内学界主要分为“层次说”和“过程说”。“层次说”以郭元祥教授为代表,他们以知识论和学习观为理论基础,主张深度教学不是一味追求符号内容的深度和广度,而是引导学生对知识的“层进式学习”和“沉浸式学习”,关注知识背后的文化意义、文化价值和文化精神,最终走向逻辑教学和意义教学^[4-5]。“过程说”从教学过程阐述什么是深度教学,以李松林教授为代表的学者认为在准确把握学科本质和知识内核的基础上,实现学生情感和思维深度发展,触发学生内源性生命力的教学才是深度教学^[6-7]。本研究认为,深度教学是以全人发展为目标,通过师生、生生等多向互动交流,引导学习者超越符号意义的学习且逐步强化各项高阶思维能力的发展,使其主动地、个性化地且富有创造力地将现有的精神文化财富(如知识、文化、观念等)转变为个人精神世界的一部分。

(二)何为人机协同教学

人机协同,顾名思义即“人类”和“机器”协

作完成指定任务的一种工作形式。人机协同思想最早可追溯于工业时代,此时人类通过操作机器来完成特定的生产任务,进而提升工业生产效率。之后,随着计算机的出现和智能技术的发展,机器从替代人类体力劳动逐渐演变为对人类认知、情感、决策等方面的支持,“人类”与“机器”的协作关系也由以“人类”为主导,逐渐转变为人机协同,乃至人机融合。在人机协同系统中,计算机负责数据存储、数据计算和部分推理工作,人类则发挥独有的创造力和想象力完成计算机无法处理的选择和决策等工作,二者在协作中共同思考、共同决策,从而完成超越人类智慧和机器智能的复杂任务和工作^[8]。本研究认为人机协同教学中,“人”指人类教师,“机”指以自然语言处理、情感计算、知识表示与推理、语音识别、场景理解等为关键技术衍生出的诸如智能备课、智能作业布置、智能学情分析、智能阅卷等软硬件技术,即“机器导师”。教师通过人机交互接口与机器导师进行指令交互和数据分析,协同完成教学准备、教学实施和教学总结,进而促进学生个性化学习和全面发展,最终达成提升教育绩效、构建智能化教育生态的目标。

(三)何为人机协同深度教学

以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能技术,自 2022 年 11 月发布以来在全球引发了热议。对新技术的到来,教育界和学术界持拥抱和审慎的态度。一方面,教育工作者拥抱智能技术带来的便捷性和高效性;另一方面,教育研究者对此类强大的智能应用持审慎态度,担心未来教育有恐被技术异化的风险,如普遍性知识瓦解、学生成为技术的奴隶、学生的创造性隐退和遮蔽、教学过程同质化等^[9]。可见,如何通过人机协同实现工具理性和价值理性之间的平衡,是人工智能环境下教学方式变革的重要议题之一。据此,本研究提出人机协同教学应走向“深度”,实现人机协同深度教学。

基于人机协同和深度教学的内涵,本研究提出,人机协同深度教学是由“人类教师”和“机器导师”共同组成的“新教学主体”在遵循课堂教学逻辑下,由“人师—机师”二者协同分工促进学生达成知识学习、能力深度、学科深

度和生命深度的一种教学模式。从教学主体来讲,机器导师是人机协同深度教学的“第二教师”,与人类教师共同构成“新主体教师”,二者在教学活动中相互作用、相互赋能。从教学本质来讲,人机协同深度教学是一种回归教育本质的教学模式。比如在教学中,机器导师提供丰富的智慧教育环境以及多样化的知识获取渠道,提高了知识技能的易得性和易学性,在“教书”方面更具效率和优势;人类教师在此基础上则有更多的时间和精力“育人”,促进学生生命发展,回归教育本质。

(四)人机协同深度教学的发展旨向

1. 基础目标:以人机协同深度教学促进知识学习

随着 ChatGPT 等生成式人工智能技术的发展,有人提出“新读书无用论”——认为人工智能技术能基于问题情境与学习者交互提供生成式的答案,学习者则可减少知识的学习。但即便未来人工智能可以拥有人类全部知识总量,学习者仍然要进行知识学习。一是知识学习是智慧增长的基础。知识就好比锻炼肌肉的“沙袋”,是观念形成的“支架”,是人类智慧增长的阶梯和工具^[10];二是知识学习可避免“谷歌效应”。ChatGPT 此类具有强大信息搜索和逻辑推理能力的认知生成式应用工具,能够回答学习者大部分问题。但这必然引起“谷歌效应”——学习者对能够使用智能应用工具找到的信息和知识,大脑会自动遗忘,久而久之大脑中缺少知识的强化,神经元间的链接也将减弱,从而导致记忆力弱化、深度思考能力减退、批判性思维退化以及知识迁移困难等一系列认知能力的负面演变。总之,知识的掌握和储备是能力和素养发展的基石,是智慧增长的基础。学习者仅仅停留于知识的掌握和记忆,肯定无法适应人工智能技术盛行的现代社会。学习者只有理解知识、建立知识之间的联系并形成自己的见解或运用知识创造新价值,才能在未来与高度智能化机器人有效协作。

在人机协同深度教学中,知识学习主要涵盖理解并学会知识、知识学习有深度、知识学习有广度,以及知识间有关联度 4 个层次。机器导师基于大数据、机器学习和知识图谱等技

术,能为学生提供定制化的学习资源和练习,调控学生学习进度,关联学科知识等,促进学生知识学习的深度、广度和关联度。而人类教师则主要负责设计、调控学生与机器导师的交互流程,鼓励学生批判性地深度参与知识学习活动。

2. 核心要义:以人机协同深度教学进阶能力深度

“教育的价值不仅体现在学生的知识掌握上,更体现在学生的思维发展上,其中的核心是批判性思维与创造性思维教育。”^[11]随着智能技术革新速度日益加快,人类生产方式也将从低层次的重复劳动转向高水平的创造性劳动。麦肯锡公司曾预计,到 2030 年全球多达 8 亿的工作岗位将被机器人代替,尤其是体力劳动和类似于体力劳动的脑力劳动均将被取代。未来社会的人才需求也将由“知识型人才”转向“复合型人才”和“创新应用型人才”。世界各国普遍对新世纪人才培养指导框架中的 4C 能力——批判性思维能力(critical thinking)、沟通能力(communication)、协作能力(collaboration)和创新创造能力(creativity and innovation)达成了共识,认为 4C 能力是当前和未来社会创新型人才必备的核心竞争力^[12]。南宋教育家朱熹指出只有经历了“无疑—有疑—解疑”的过程才是有意义的学习,而从“无疑到有疑”即需要学生具备批判性思维能力,敢于质疑并提出新的见解。从“有疑”到“解疑”需要学生与同伴讨论、交流、协作解决困惑,这一过程需要学生具备沟通能力、协作能力和创新能力。因此,聚焦于 4C 核心能力培养是当前新时代背景下人机协同深度教学的核心要义。

在学校教学中,学生批判性思维能力、沟通能力、协作能力和创新创造能力的培养,一般依赖于课堂讨论、角色扮演、小组合作等活动。机器导师的加入不仅可为学习者的能力进阶提供反复实践的虚拟实验和模拟训练环境,打破能力进阶的时空限制,而且还能基于行为过程数据为学习者提供实时反馈和个性化能力提升建议。而人类教师则负责统整机器导师和现实生活中的资源,通过“虚实结合”为学习者提供复杂问题情境,激发学习者综合能力的发展。

3. 现实要求:以人机协同深度教学实现学科深度

2022年4月教育部颁布了《义务教育课程方案和课程标准(2022年版)》(以下简称“新课标”)。从宏观层面讲,新课标是国家和民族基本价值观、人类文化和知识成果的体现,对教育目标和教学内容作出了基本规定。从微观角度来看,新课标对育人目标作出了明确的规定——强调落地核心素养以及培养学生知识运用的能力。因此,人机协同深度教学应遵循新课标要求,关注学生学科核心素养的发展,促进学习者对学科文化和学科思想的认识和理解,以期达成学科深度。学科深度主要体现于学科知识与学科文化、学科思想的内部纵向融合,以及跨学科间的横向联系。其一,学科文化和学科思想是学科的灵魂,也是多学科知识的综合体现。以数学中的勾股定理为例,学生不仅要学会勾股定理是什么、怎么用,还要通过历史、语文等学科知识认识其背后承载的文化背景、文化精神、文化思维方式、文化思想和文化价值观念等^[4]。其二,关注跨学科间的横向联系。随着新课标的颁布和应用,跨学科和基于真实问题情境的综合性学习成为当前课堂教学的主流形式,旨在促进学生对学科知识的深度理解,培养跨学科问题解决能力。因此,人机协同深度教学应超越学科知识学习,从学科内纵向融合和学科间横向关联等方面关注学科深度的达成。

学科深度的实现要求较高的文化属性和实践属性,其达成需要依赖人机协同挖掘学科文化思想,以及开展跨学科学习。在学科文化思想挖掘方面,机器导师可以提供海量的学科资料,但其文化属性和思想精髓的整合和分析需要人类教师的引导。在跨学科学习方面,机器导师为学生提供丰富的跨学科学习资源和工具,如虚拟实验室、在线博物馆等,但跨学科学习的开展离不开人类教师的设计、组织和实施。

4. 终极目标:以人机协同深度教学指向生命深度

人工智能技术是对人类智能的拓展和延伸。未来随着人工智能技术的快速发展和智

能增强,人类大部分工作都能交由智能机器完成。这不禁让人审思:人存在的价值是什么?教育究竟要培养什么样的人?在技术逐渐增强的社会环境中,人要避免被技术奴役,教育就要回归人的本性。首先,教育要遵从学习者个性和天性,激发其内在潜力和内源性生命力,满足其个性化发展需要;其次,教育要使人“成人”,成为一个拥有自然生命、精神生命和社会生命的完整人,促进学习者的生命发展和生命实践。因此,生命深度是人机协同深度教学的终极目标。具体来讲,一方面,在课堂教学中,依托于学习活动培养学生积极的生活态度,促进自然生命的发展;树立学生良好的道德品格,让精神生命得以绽放;构建师生、生生和谐的人际关系,优化学习者生活世界的意义,为拓展人生的社会生命奠定基础。另一方面,在课堂教学后,引导学生对课堂中的学习和表现进行反思和总结,促进其自然生命、精神生命、社会生命三者统一协调发展,才能使生命深度这一目标得以实现。

人机协同深度教学中生命深度的实现,需要人类教师的关怀和机器导师的辅助。其中机器导师在身心健康管理中,可为学生提供健康监测、情绪管理等工具,为促进学生自然生命、精神生命和社会生命的发展提供技术支持。由于机器导师缺乏情感智能,不擅长开展心理疏导、情感交流等,因此生命深度的实现需要人类教师提供情感关怀,以满足学生心理健康和成长的需求。

总之,人机协同深度教学作为智能时代背景下一种回归教育本质的教学模式,在知识、能力、学科、生命实践等层面均作出了要求(如图1所示):(1)在知识学习方面,除了要理解并学会知识,还要兼顾知识深度、广度和关联度;(2)在能力深度方面关注批判性思维、沟通能力、协作能力和创新能力的达成度;(3)在学科深度层面从核心素养出发关注学科纵向融合和学科间关联度;(4)要从“完整的人”角度发展自然生命、绽放精神生命和拓展社会生命,实现生命深度的观照。

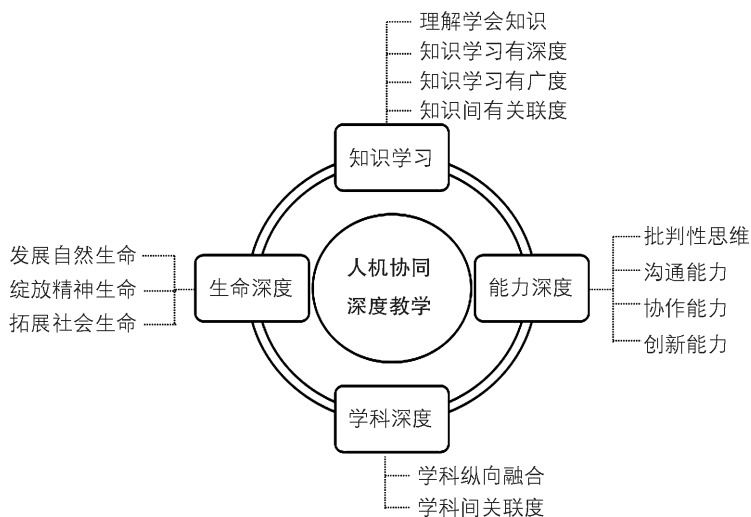


图1 人机协同深度教学发展旨向

二、人机协同深度教学的特征

在人机协同深度教学中,机器导师和人类教师的智能属性决定了二者不同的教学分工。机器导师拥有人类教师不可比拟的计算智能,未来随着技术的革新其认知智能和情感智能也愈加强大,在教学中将承担更多的“硬智能”工作。而人类教师则拥有不可替代的志趣智能和创新智能,在教学中将承担更多的“巧智能”和“软智能”工作^[13]。总的来讲,人类教师和机器导师在协同深度教学中,双方呈现出教学智能协同化、教学角色融合化以及教育目标人本主义化三大特征。

(一)教学智能协同化:人“慧”和机“智”构成人机协同智能

人和机器是人机协同系统的智能主体,人机协同教学系统中教师的教育智慧和机器的智能特性共同构成了人机协同智能结构。教师拥有大量的教学经验和形象思维,擅长不精确、定性的把握,且具有较强的创造性和预见性,在认知智能、情感智能和志趣智能方面更胜一筹。而智能机器则擅长基于海量数据和逻辑规则作出快速、准确、定量的计算和判断,拥有强大的计算智能。随着计算机不确定推理技术的发展,智能机器未来还将在认知智能和情感智能上取得更大的进步。在人机协同深度教学中,人机协同智能具有以下两方面的特征:一是人“慧”和机“智”相互赋能,促进人机协同系统中计算智能、认知智能、情感智能

和志趣智能的进化,且随着人工智能技术的发展,二者将处于动态变化关系中^[14];二是人类教师所具备的计算、认知乃至情感方面的能力,正被机器导师逐步模拟甚至超越。这使得未来二者在协同教学中,教师将更多地运用和发展创造力、同理心、教学艺术和复杂情境判断等“软智能”和“巧智能”,而将诸如海量知识存储、标准化测评、个性化题目生成与批改、基础数据运算与分析等规则明确、流程化和计算密集的“硬智能”交由机器导师完成^[13]。总之,教师和机器导师在教学中各自发挥优势,以人机协同的方式集智慧之大成,应教育之需,为培养学生能力、品格和文化素养提供支持。

(二)教学角色融合化:机器是人机协同深度教学“第二教师”

人机协同教学已成为数字化教育背景下的主流教学形式,机器导师俨然已成为教学中的“第二教师”^[15],其存在形态可以是看得见摸得着的教育机器人,抑或是仅存在于智能教学系统中的虚拟教师。在人机协同深度教学中,机器导师将继续保持这一特点,并随着智能技术的发展和增强,未来将与教师角色融合化。一是从本体论角度来看,数字化教育背景下教学主体是由机器导师和人类教师共同构成的“新主体教师”^[16]。机器导师是对人类教师能力的模仿和拓展,能够根据数据计算和模糊推理执行部分教学行为和决策判断,而人类教师则能根据教学经验和教育智慧促进教育领域知识模型的训练,增强机器导师的推理和决策

能力。二者在人工智能技术发展进程中双向赋能,确保有序开展教学^[17]。二是从智能发展来看,机器导师因智能化程度逐渐增强,教师角色也日益明显。随着人工智能技术不断进步,机器导师在教学中扮演的角色将经历 AI 代理、AI 助手、AI 教师和 AI 伙伴四个阶段,其工作内容分别是:替代教师重复性工作、自动化处理、增强教师创新以及与人类教师社会性互动^[18]。因此,机器导师在与教师协同教学中,将在教学任务分工、教学活动执行、教学方法选择和教学主体互动四个方面,构成“AI 代理+教师”“AI 助手+教师”“AI 导师+教师”“AI 伙伴+教师”四种教学形态^[18],机器导师将与人类教师在教学中逐渐角色融合化。

(三)教学目标人本化:人机协同深度教学更倾向关注生命教育

人工智能技术在海量数据处理和模糊推理方面展现出巨大优势,逐渐成为辅助人类思考和认知的重要工具。在学校教育工作中,智能技术已能在教、管、学、评、测等方面发挥作用,取代了教师部分工作。随着人工智能技术的发展和进步,有人认为教师职业将被智能技术替代。实则不然,人工智能技术的加入将倒逼教师调整教学内容和教学方式,从传统标准知识传授转向促进学习者生命拓展与实践^[15],回归到人本主义教育理念指导下的教育——培养“完整的人”,即让学习者实现自我并激发其潜能。一方面,智能技术与教育深度融合使得人机协同教学以生命教育为主要旨向成为必然趋势。智能技术凭借计算智能和认知智能的优势承担“授业”任务,能够促进学习者自适应和个性化学习,而教师则发挥其特有的生物属性、思维属性和社会属性开展生命教育,引导学生在情感、态度、价值观方面的成长和发展。另一方面,智能技术发展给教学目标带来了新挑战,迫使人机协同教学必须转向生命教育。原因主要有以下两点。一是当前人工智能技术能够模仿人类左脑理性思维,且其推

理能力已超越人类,2016 年 AlphaGo 击败世界围棋冠军就是最好的例证。这难免让人们担忧未来——机器人是否会替代或操控人类。二是根据保罗·弗莱雷(Paulo Freire)的观点,在技术发达的社会中,掌握技术的人或群体传递的知识被认为具有较高的权威性,学习者将会全盘接受,长久以后学习者会成为被压迫者^[19]。显而易见,如果人群中缺少“争鸣”和创新,社会发展和人类文明进步将受到严重影响。因此,在机器智能逐渐发达的社会环境中,学校应该教什么?答案是回归人本主义教育,培养人具备但是机器没有的人类生命特质——创造力、想象力、领导力、高阶思维和社会情感等。

三、人机协同深度教学的实践逻辑

“人机关系”乐观派认为人工智能暂不会取代人类,并预言未来社会中各行业的获胜者和失败者之间的差距不在于是否应用了人工智能技术,而在于如何使用它^[20]推荐序 XVI。随着人工智能技术在教育领域的应用推进,“学生主体地位与人机协同主导”将成为人工智能时代的主要教学形态。这对提升教学绩效、构建智能教学生态、推进教育数字化具有重要作用。人机协同深度教学中“机器导师”具有强大的计算智能和一定的认知智能,能基于大数据和深度学习算法进行数据处理、计算和预测,更擅长“授业”,可在传授知识和技能等方面发挥作用。而拥有丰富情感智能、志趣智能和创新智能的人类教师,则在教会学习者领悟生命内涵、规范意志行为、传承优良文化和启迪天性等方面具有不可替代性^[21],在“传道”方面更具优势。但在教学实践中,如果仅是将两者智能简单“相加”,不关注“缺失的中间地带”^①^[20]¹²⁰,则无法达成深度教学。本研究根据人机协同最大最小工作量原则^[22]⁷⁰,将课前、课中、课后有关深度教学任务划分为可编程、部

① “缺失的中间地带”援引自《机器与人:埃森哲论新人工智能》一书,即在企业转型的第三次浪潮中,人工智能技术所引发的一个巨大的、动态化的和多样化的空间,书中将这一空间称作“缺失的中间地带”。在这一空间中,人和机器作为共生伙伴,二者相互协作,提升业绩。具体参见该书前言“我们在人工智能时代扮演什么角色?”。教育中“缺失的中间地带”指人机协同的教学任务。

分可编程和不可编程三种类型,基于人机协同深度教学结构分析其实践逻辑,并关注人机协同教学中的“人机中间地带”。

(一)人机协同深度教学的结构要素:新主体教师、学生、教学内容

信息时代背景下的教学结构指在一定的教育思想、教学理论、学习理论指导下,在某种环境中展开的由教师、学生、教材和教学媒体这四个要素相互联系、相互作用而形成的教学活动进程的稳定结构形式^[23]。该定义指出信息时代的教学结构要素包含教师、学生、教材和教学媒体。在物联网、云计算、大数据和深度学习等技术的驱动下,整个社会逐渐从信息时代向智能时代延伸和过渡。然而信息时代和智能时代存在本质区别:信息时代的技术以替代和扩展人的体能为主,解决人的体力问题;而智能时代的技术则是对人的脑力的延伸和扩展。随着时代的更新和发展,技术在教学结构中的“多媒体”也将逐渐整合到“新主体教师”中。因此,在智能时代人机协同深度教学的结构要素主要包括新主体教师、学生和教学内容三大元素。

(二)人机协同深度教学的实践原则:最大最小工作量分工原则

人机协同深度教学的核心实践原则是“最大最小工作量分工原则”,即机器导师应承担尽可能多的工作量,而人类教师则需要承担尽可能少的工作量^{[22]70}。其必要性源于两点:一方面,随着人工智能的发展,机器导师在计算智能和处理规则化任务(如机械性、重复性工作)上的优势日益明显,高效分担这些任务能极大减轻人类教师的机械性重复工作负担;另一方面,人类教师在育人效果和创新性、预见

性工作(如情感交流、复杂情境判断)方面具有不可替代性,过重的机械性重复工作负担会削弱其育人成效甚至导致失误。基于此,“最大最小工作量分工原则”旨在实现人机优势互补,使育人效能最大化。

根据台湾学者陈杏园“人一机系统动态任务分配”观点,深度教学中的“传道”与“授业”任务可划分为三类^{[22]71},如图2所示:

(1)可编程教学任务。可编程教学任务指能够被数字化、规则化,并完全交由机器导师自动化处理和求解的任务。例如:标准资源的精准呈现、基于量规的客观作业批改等。这些是机器导师应最大化承担工作量的领域。

(2)部分可编程教学任务。部分可编程教学任务指需要人机协作方能高效完成的任务,亦可称为人机交互教学任务。例如,学生能力提升路径的规划,既依赖机器导师基于大数据的科学评估与建议,也需要人类教师根据学生个体状态的实时沟通与灵活调整。这类任务由人机交互接口作为协同枢纽,由人类教师和机器导师共同完成。

(3)不可编程教学任务。不可编程教学任务指涉及高度复杂的情境和创造性决策的任务。如深度情感联结、价值观引导、个体志趣激发等。这些任务无法由现有机器导师有效处理,必须由人类教师主导完成,是人类教师工作量最小化后的核心任务。

总结来说,“最大最小工作量分工原则”要求技术赋能深度教学:机器导师最大化执行可编程任务释放教师精力;人类教师工作量最小化后,核心职责聚焦于不可编程的育人工作;部分可编程任务则通过人机交互实现有机协同。

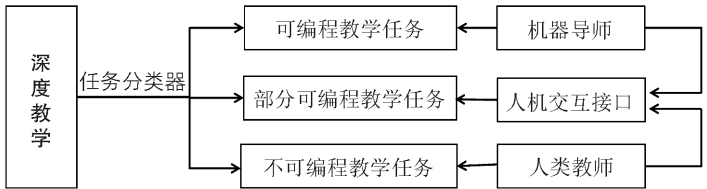


图2 人机协同深度教学的任务分类

(三)人机协同深度教学的关键阶段:协同分工贯穿深度教学全过程

郭元祥教授团队自2006年开始,分别从理

论和实践层面对深度教学开展了系列研究,提出了“三段五环”深度教学过程模式。“三段”指学生自我准备的前置学习阶段、师生课堂交

互学习阶段以及学生课后拓展学习阶段;“五环”指贯穿于整个深度教学过程中的五大环节:意义导入、深度理解、能力转化、变式迁移以及总结反思^[24]。“三段五环”深度教学过程模式不仅关注教学价值和目标达成的深度,而且也关注学生学习过程和学习方式的深度,为

人机协同深度教学的开展提供了理论基础。人类教师和机器导师在“三段五环”深度教学过程中,遵循最大最小工作量原则,按照可编程、不可编程和部分可编程划分深度教学任务。图3和表1分别展示了人机协同深度教学的结构和分工内容。

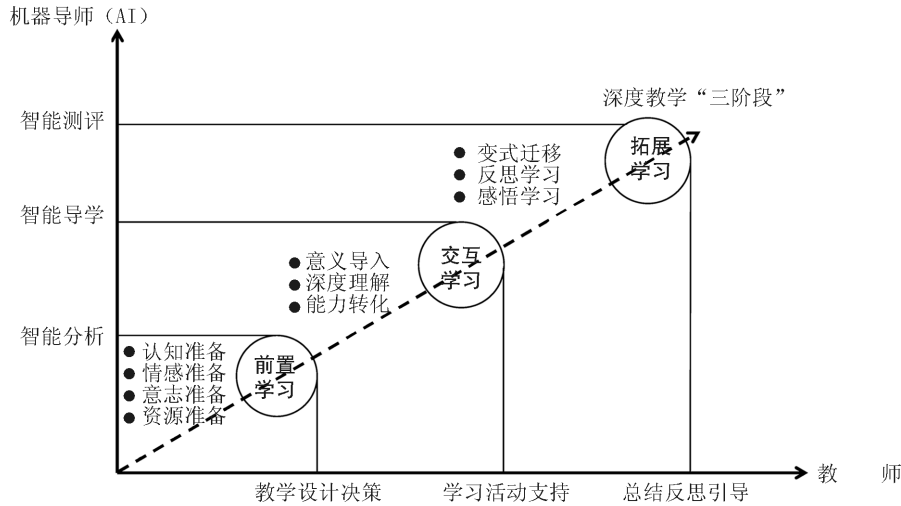


图3 人机协同深度教学结构

1. 前置学习阶段

前置学习是学习者在进入课程学习之前的自主学习阶段,一般要做好相关认知准备、情感准备、意志准备和资源准备。具体来讲,学习者要预习新知,整理已有知识经验,了解新内容的难易度,且对学习新内容有一定心理准备。在人机协同深度教学中,机器导师以“智能分析”为主,根据学习者历史学习数据分析学习者学习风格、学习习惯和知识结构,为学习者推送“先行组织者”和学习资源;教师则凭借教学经验和教育智慧,根据机器导师生成的学习风格、学习习惯和学习水平报告作出课堂教学设计决策,如确立或调整教学目标、选择教学行为、处理教学内容、确定课堂组织形式等。其中认知准备和资源准备是教学中达成知识学习的重要基础,是均可由机器导师直接完成的可编程任务;情感准备和意志准备是激发学生自然生命的重要抓手,情感准备需要教师和机器导师协同达成部分可编程任务,但意志准备此类需要情感、态度引导的教学任务则只能交由教师完成。

2. 交互学习阶段

交互学习指课堂教学中教师与学生、学生与学生之间的深度互动和交流,包括深度教学

过程中“五环”的前三项:意义导入、深度理解和能力转化^[24]。这一阶段是实现知识学习、能力深度、学科深度和生命深度的重要环节。因此,交互学习也是人机协同深度教学的重要内容之一。在人机协同深度教学的交互学习阶段不仅有师生和生生交互,还有学生与机器导师的交互。机器导师将扮演“智能导学”角色,在教学开始时提供意义导入——为学习者展示基于虚拟现实、扩展现实等技术的多元化学习情境,激发学习者学习兴趣和学习热情;在教学中为学生推送学习资源、解疑答惑,协助教师智能分组^[25]以及作为教学助手推动小组协作学习,最终促进学习者对学科知识、学科思想的深度理解,提升学习者协作能力、表达能力、创新思维能力和批判性思维能力。教师则在教学中为学生学习提供学习活动支持,尤其对机器导师无法解决的课堂中生成性、随机性的教育问题,诸如学生课堂协作中的人际交往、情感态度、价值观相关问题,需要教师调用教育智慧给予引导。综上,意义导入、深度理解和能力转化分别属于可编程、不可编程和部分可编程教学任务。

3. 拓展学习阶段

该阶段发生于课程教学结束后,是交互学

习的拓展和延伸,同时也是升华知识学习、能力深度、学科深度和生命深度的重要环节,主要包括反思学习、变式迁移和感悟学习,其人机协同具体分工如表 1 所示。机器导师在这一阶段主要根据教学需要,负责“智能测评”,如基于自然语言、机器学习等技术为学习者个性化生成变式迁移题目^[26],以及在反思学习和感

悟学习中提供脚手架,并最终生成学生的终结性学习报告。教师则主要负责解读机器导师生成的学习报告,引导学生总结反思,为学生发展和提升给出建议并对下一步教学作出规划。因此,变式迁移即可编程任务,学生反思学习和感悟学习的支持即部分可编程教学任务。

表 1 人机协同深度教学协同分工表

深度教学过程	具体任务	具体阐述	目标	可编程 (机器导师)	不可编程 (人类教师)	部分可编程 (人机交互)
前置学习	认知准备	知晓理解学习目标; 理解学习新内容; 整理已有知识和经验; 提出学习问题	知识学习	√		
	情感准备	建立起学习新知识的兴趣;	生命深度			√
	意志准备	知道难度且有学习信心;	生命深度		√	
	资源准备	为新知学习推送资源	知识学习	√		
交互学习	意义导入	创设具有社会或文化背景的学习情境; 激发学习兴趣	知识学习	√		
	深度理解	通过师生对话促进知识学习; 通过生生合作实践连接知识和经验	知识学习 能力深度 生命深度		√	
	能力转化	建立学科知识结构; 基于真实问题情境的知识应用	学科深度 能力深度			√
	变式迁移	能够举一反三,变式应用知识	知识学习	√		
拓展学习	反思学习	叙述学了什么内容; 解释所学的新知识; 判断理解程度	知识学习 能力深度			√
	感悟学习	通过比较、论证和推理建立新旧知识联系; 有见解地提出新问题	知识学习 能力深度 学科深度 生命深度			√

四、结语

在教育数字化转型背景下,人机协同教学回归教育本质和走向深度教学是必然趋势。本研究立足于深度教学内涵和人机协同教学的特点,提出的人机协同深度教学是一种遵循教育教学规律,通过人类教师和机器导师按照人机协同最大最小工作量原则协同分工,促进学生达成知识学习、能力深度、学科深度和生命深度的教学模式。本研究从理论层面对人机协同深度教学的内涵、特征和实践逻辑进行了深入分析,可为教育数字化转型进程中教学方式变革提供一定参考和借鉴。但本研究仅停留于理论探讨,未来还有待将人机协同深度教学应用于教学实践,对其进行检验和改进,以促进其在未来教育教学中发挥作用。

参考文献:

[1] 符雪姣,曾明星,张友福. 人机协同精准教学整体框架与关键环节设计[J]. 开放教育研究,2023(2),91-102.

[2] 海德格尔. 演讲与论文集[M]. 孙周兴,译. 北京:生活·读书·新知三联书店,2005:32.

[3] 张志华,孙嘉宝,季凯.“变”与“不变”:高等教育数智化转型的趋向、风险与路径[J]. 高校教育管理,2022(6):23-31,58.

[4] 郭元祥. 论深度教学:源起、基础与理念[J]. 教育研究与实验,2017(3):1-11.

[5] 姚林群,郭元祥. 新课程三维目标与深度教学——兼谈学生情感态度与价值观的培养[J]. 课程·教材·教法,2011(5):12-17.

[6] 李松林. 深度教学的四个基本命题[J]. 教育理论与实践,2017(20):7-10.

[7] 张伟娜. 深度教学研究[D]. 北京:首都师范大学,2011:17.

[8] 刘步青. 人机协同系统中的智能迁移:以 AlphaGo 为例[J]. 科学·经济·社会,2017(2):73-77.

[9] 周洪宇,李宇阳. ChatGPT 对教育生态的冲击及应对策略[J].

新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2023(4):102-112.

- [10] 邱燕楠,李政涛.挑战·融合·变革:“ChatGPT与未来教育”会议综述[J].现代远程教育研究,2023(3):3-12,21.
- [11] 钱颖一.批判性思维与创造性思维教育:理念与实践[J].清华大学教育研究,2018(4):1-16.
- [12] WRAHATNOLO T,MUNOTO.21st centuries skill implication on educational system[C].IOP Conference Series:Materials Science and Engineering,2018,296(1):012036.
- [13] 吴茵荷,蔡连玉,周跃良.教育的人机协同化与未来教师核心素养——基于智能结构三维模型的分析[J].电化教育研究,2021(9):27-34.
- [14] 祝智庭,彭红超,雷云鹤.智能教育:智慧教育的实践路径[J].开放教育研究,2018(4):13.
- [15] 朱永海,刘慧,李云文,等.智能教育时代下人机协同智能层级结构及教师职业形态新图景[J].电化教育研究,2019(1):104-112,120.
- [16] 逯行,沈阳,曾海军,等.人工智能时代的教师:本体、认识与价值[J].电化教育研究,2020(4):21-27.
- [17] 汪时冲,方海光,张鸽,等.人工智能教育机器人支持下的新型“双师课堂”研究——兼论“人机协同”教学设计与未

来展望[J].远程教育杂志,2019(2):25-32.

- [18] 余胜泉,王琦.“AI+教师”的协作路径发展分析[J].电化教育研究,2019(4):14-22,29.
- [19] 保罗·弗莱雷.被压迫者教育学:50周年纪念版[M].顾建新,张屹,译.上海:华东师范大学出版社,2020:7.
- [20] 保罗·多尔蒂,詹姆斯·威尔逊.机器与人:埃森哲论人工智能[M].赵亚男,译.北京:中信出版社,2018.
- [21] 雅斯贝尔斯.什么是教育[M].邹进,译.北京:生活·读书·新知三联书店,1991:3-4.
- [22] 陈杏圆,王焜洁.人工智慧[M].台北:高立图书有限公司,2007.
- [23] 何克抗.信息技术与课程整合——深化学科教育改革的基本途径[J].信息技术教育(陕西),2002(2):21-26.
- [24] 郭元祥.深度教学:促进学生素养发育的教学变革[M].福州:福建教育出版社,2021:235.
- [25] 谢涛,农李巧,高楠.智能学习分组:从通用模型到大数据框架[J].电化教育研究,2022(2):88-94,128.
- [26] 刘明,罗程丹,袁桂琳.智慧教育时代减轻教师教学负担的创新路径——基于自动出题与个性化写作的研究[J].教师教育学报,2021(4):48-55.

Teacher-Computer Collaborative Deep Teaching: Connotations, Characteristics and Practice Logic

ZHANG Huirong^{1,2}, WEI Li^{1,2}, LI Shuzhan³

(1. Faculty of Education, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Collaborative Innovation Center of Assessment for Basic Education Quality, Southwest University, Chongqing 400715, China;

3. Jining Industrial Technician College, Jining 272100, China)

Abstract: The rapid development of generative artificial intelligence is profoundly reshaping the educational ecosystem. While it brings about efficiency improvements, it also raises concerns among scholars about the potential risks of technological alienation. How to achieve the unity of instrumental rationality and value rationality in teacher-computer collaborative teaching and promote teaching to return to its essence of nurturing individuals has become an urgent issue to be explored. This study, based on the theories of deep teaching and human-machine collaboration, proposes the teacher-computer collaborative deep teaching model. This model involves a “new educational entity” composed of teachers and computer mentors, following the logic of classroom teaching and the principle of maximum and minimum workload, to promote the development of learners in four dimensions: knowledge learning, ability depth, subject depth, and life depth. This model highlights three characteristics. First, the collaborative teaching intelligence is manifested as the dynamic complementarity of teachers “wisdom” and computer “intelligence”. Second, the teaching role is integrated, with the computer advancing from “AI agent” to “AI partner”. Third, the teaching goal is human-centered, returning to the essence of life education and focusing on cultivating human traits that computer cannot replace. In terms of practical logic, the teacher-computer collaborative deep teaching follows the principle of maximum and minimum workload, scientifically dividing teaching tasks into three categories: programmable, non-programmable, and partially programmable. This division system runs through the entire teaching process: in the pre-learning stage, the computer mentor leads the diagnosis of learning situations and resource push, while the teacher focuses on teaching design; in the interactive learning stage, human and computer collaborate to create scenarios and promote deep conversations between “human-human” and “human-computer”; in the extended learning stage, through intelligent assessment and teacher guidance, reflection and transfer are achieved. This model provides theoretical references and practical frameworks for promoting educational digital transformation, deepening teaching reforms, and returning to the essence of education in the era of artificial intelligence.

Key words: teacher-computer collaborative teaching; deep teaching; artificial intelligence; teaching structure; new educational entity

责任编辑 谭小军 李玲