

# 人工智能时代的教师:本体、认识与价值

逯行, 沈阳, 曾海军, 黄荣怀

(北京师范大学智慧学习研究院, 北京 100875)

**[摘要]** 人工智能时代教师角色和定义发生了变化,但技术不会取代人类教师。研究从本体论的角度切入,对人工智能时代教师本体进行重新建构,形成了由人类教师和机器导师两个子系统共同组成的“新主体教师”;从认识论的角度切入,明确了“新主体教师”运行机制,即在耗散结构作用下,通过两个子系统间协同形成机器导师与人类教师组成的“非平衡有序协作系统”;从价值论的角度切入,厘清了人工智能时代“新主体教师”发展的基本目标是实现教学活动有序、推动教学体系自治以及驱动人机协同进化。对人工智能时代“新主体教师”的建构和解构,为认识人工智能时代未来教师提供了世界观层面的指导,为促进人工智能时代教师发展提供了理论支撑。

**[关键词]** 人工智能; 新主体教师; 本体; 认识; 价值

**[中图分类号]** G434 **[文献标志码]** A

**[作者简介]** 逯行(1989—),女,河北邯郸人。博士研究生,主要从事教育技术哲学、智慧学习环境等方面研究。E-mail: 1020352929@qq.com。

## 一、研究背景

### (一) 技术发展推动智能导师从“幕后”走向“台前”

人工智能在教育中的应用最早可追溯至20世纪70年代的计算机辅助教学,如利用人工智能技术建构以信息网络为基础的计算机辅助教学系统<sup>[1]</sup>。时至今日,人工智能技术飞速发展,但依然缺乏规模化证据以证实人工智能技术可提升学习与教学的有效性<sup>[2]</sup>。最初研究者对机器影响教师发展的研究主要集中在机器对教师教学技能的辅助、课堂管理能力的提升等,如教学机器介入课堂改变了课堂结构,教学方式从集体教学转向个性化教学,并强调课堂互动,强调机器对课堂文化与社会结构的正向影响与重构<sup>[3]</sup>。最早,研究者对人工智能技术在教师发展中角色的探讨,集中在希望智能导师能够作为教学和课堂变革的“代理人”,并尝试解释这样一条悖论:学生虽然认为人类教师比智能导师提供的帮助更好,但是依然更喜欢使用智能导师。原因是智能导师为学生提供了额外的资源、个

性化的帮助、种类更丰富的帮助、更多的主动权以及保护学生的隐私和自尊心<sup>[4]</sup>。以社交机器人为例,当社交机器人通过语音与人类进行交流时,人类对于交谈内容的认知和环境感知获得了提高<sup>[5]</sup>,语音与人类越接近、越标准,人机交互的感知效果就越好<sup>[6]</sup>。人工智能技术的发展使得机器导师能够提供人类教师的部分服务,越来越多的研究者支持在教学活动中引入智能导师以提供个性化教学,而人类教师的角色逐渐转向监督者,监控学生的学习进度并提供支持<sup>[7]</sup>。人工智能技术支持下的机器导师开始逐渐走向现代教育的前台,人类开始寄希望于用机器替代教育系统中的某些人类角色,以提升教育系统的生产力和可靠性。有研究者认为,AI教师在未来将承担助教、学习分析师等十二个角色,几乎取代了人类教师的全部职能,而人类教师将在关注学生精神、心灵和幸福上花费更多的时间和精力<sup>[8]</sup>。

### (二) 智能导师与人类教师的双向赋能机制逐渐形成

2018年,欧盟颁布《人工智能对学习、教学和教

育的影响》(The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching and Education), 强调人工智能对教学机会、人类认知等方面的影响<sup>[9]</sup>。《北京共识》中明确提出, 利用人工智能技术提高教学效果、提升教师教学能力<sup>[10]</sup>。人工智能技术会变革教育管理、教师教学、学生学习已成共识, 但影响深度和精度难以测量, 正向影响与负向影响结果尚难以确定。教育研究者对“人工智能+教师”协作路径的分析当前主要集中于 AI 作为技术辅助工具, 如 AI 作为教师代理、助手、伙伴等<sup>[11]</sup>, 强调 AI 工具属性在辅助提高教师教学效率和强化教师教学能力中的作用。这种技术单向赋能人类的典型思维模式具有明显的局限性。由于人工智能与人类教师专业教学的特质存在哲学假设、理论基础、类本质、主体属性、情境应对、工作效率、适应工作、介入属性、成长特点、育人角色、教育担当等多个维度的差异性<sup>[12]</sup> (如图 1 所示), 因此, 人工智能技术与人类教师正逐渐形成一种双向赋能的生态支持机制。仅将 AI 作为技术辅助工具以支撑人类教师的教学活动, 并不能够形成“AI+教师”的可持续发展模式。人类教师与机器导师的双向赋能将构建这样一幅未来教育的图景, 即机器通过学习人类教师经验, 数据以掌握教学技能, 而人类教师从繁重重复的工作中解放出来, 更多地关心学生的心灵、精神等问题。

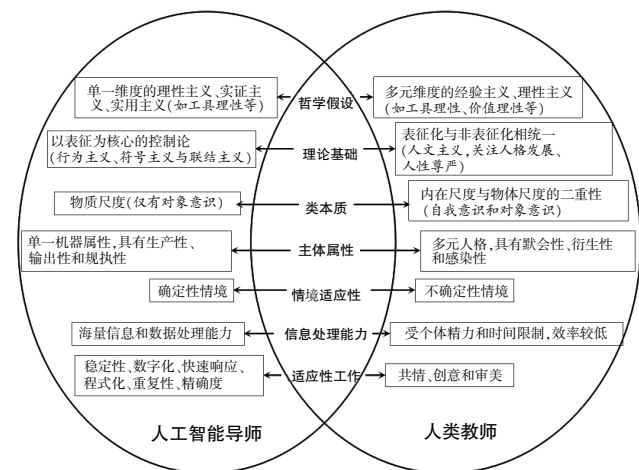


图 1 智能导师与人类教师专业教学的特质对比

## 二、定义人工智能时代教师的本体

### (一) 还原论与整体论之争

许多已有研究将“教师”定义为“教学功能的集合”, 并对其主体具有的功能属性进行了拆分。已有研究对人工智能时代教师的探讨是从“角色”的视角出发的, 这背后遵循的逻辑起点是“功能定位”, 即教师因其本身具有的某些碎片化功能而存在。如果只是基

于这种“功能—角色”的定位方式来探讨人工智能时代的教师发展, 那么将永远无法逃脱替代、被取代这一趋势和结果。当前对人工智能时代教师发展的探讨主要有三种声音: 一是拒绝人工智能替代教师的任何职能, 教师作为主体人在育人过程中具有无法替代的属性; 二是认为以智能导师为代表的机器导师将会取代教师的部分角色, 共同承担教育功能; 三是未来智能导师会完全取代人类教师, 教师这一职业最终会消失。第一种观点和第三种观点是完全的整体论思维, 整体之间非此即彼; 第二种观点是片面的还原论思维, 承认了整体由部分组成, 但子系统内部之间存在竞争关系且非此即彼, 拒绝了教师作为教育活动主体、学生交互对象客体的基本属性。在传统系统科学思维的影响下, 人们非常强调“整体大于部分之和”“1+1>2”的特点, 进而批判还原论, 高度赞扬整体论。但是, 没有还原论的整体论是空的、假的整体, 还原和整体思维两者必须结合, 这也就是通常所说的分析与综合的结合。人工智能时代教师需要重新定义, 即人工智能不是替代教师的某些角色或功能, 以智能导师为代表的机器导师与人类教师共同作为教师系统的子系统, 参与构造教育复杂系统。本研究借用“新主体教师”指代人类教师、机器导师之外, 由两者构成的具有复杂主体的教师系统, 表达人工智能时代教师系统既区别于独立的子系统, 又与子系统和谐相连的意蕴。

### (二) 角色伦理强化人机协作的必然性

首先, 人类教师在教育实践中体现出“善”的道德人格, 是教师责任伦理、规范伦理、美德伦理的融合统一, 是外部环境与人类教师主体意识不断共同作用的结果, 是人类教师的独有属性<sup>[13]</sup>, 机器导师不可能具备。教师是教育伦理构建的原点和核心主体, 其人格力量和人格魅力是成功教育的重要条件<sup>[14]</sup>。教师在教育教学活动中需遵循伦理、道德准则, 而机器不具备人类的道德判断能力。教师的功能在于向学生传递知识与技能, 培养学生的健康人格。其次, 技术伦理否定机器对人的替代关系。如果单纯考虑技术元素, 未来的人工智能的确具备取代人类教师的潜能和趋势。但技术是人类创造的复杂生命体, 其发展需要遵循伦理规范以满足人类对技术发展的规制功能。人类在推动人工智能技术的发展中, 应遵循禁止人工智能系统拥有人类的所有智能, 禁止生产与人类一样聪明甚至比人类还要聪明的机器人等原则。2019年, 欧盟提出发展“可信赖人工智能”的倡议, 强调在保障人的基本权利、尊重核心价值的基础上, 发展以人为中心和可信的人工智能技术。黄荣怀等人提出了智能教育伦理需

要遵循的八项原则,为构建人工智能时代的人机共生伦理提供了依据<sup>[15]</sup>。人工智能技术不应具有人类教师的全部智能,因此,不可能在完全意义或重要节点上取代人类教师,但可以拓展人类在时空各个维度上的掌控力与改造力以提高生产效率。未来人类教师与机器导师将产生越来越深入的协作,且在人工智能技术的支持下构成一个复杂系统。

### (三)“新主体教师”的内涵界定

从复杂系统的视角来看,“新主体教师”以系统的形态存在于教育场域中,由人类教师主体及其智慧和复杂技能、机器导师及其功能属性、人工智能等先进技术共同构成的多元主体,通过开展各种教育教学活动,建立复杂的“人—机”协作关系,所形成的具有一定结构形态和功能组合机制的有机集合体。“新主体教师”包含机器导师、人类教师两个子系统,以及多元主体的属性且主体间存在相互作用;外界环境通过向整体系统源源不断地输入人类智慧、人工智能先进技术等,维持整体系统的演化发展。子系统之间不只是简单的功能替代作用,即“你做了我就不需要做了,我就负责其他部分”,而是通过在同一活动中参与适合不同子系统的优势特征、不同层次的决策和判断,共同影响教师教学活动结果。通过子系统间协作实现机器导师与人类教师协同发展,爆发摩尔级的教育力量。人类教育活动区别于其他社会活动,具有关怀性、复杂性、过程性、多元性、文化性、缄默性等特征,人工智能技术能够在某些方面提高人类教师的效率,但是不能取代人类教师,智能导师与人类教师之间的关系并不是单纯取代人类教师某些方面的功能。

### (四)主体关系的建构

UNESCO 报告中提出,人工智能与教育是一种双向赋能关系,而不是简单地以技术支持教育的单向影响机制<sup>[16]</sup>,需从教育哲学与技术哲学两个视角厘清人类教师、机器导师、教育活动三者之间的主体关系。教育哲学研究教育在人类社会中的价值,主要涉及人与教育的关系;技术哲学研究技术在人类社会中的价值,主要涉及人与技术的关系。教育技术研究技术在促进人类社会教育发展中的价值,主体是人,因此,构造了“教育—技术—人类”三者相互作用的系统关系<sup>[17]</sup>。凯文·凯利将技术看作是生命的第七王国,认为技术包括新发明和旧发明,所有这些技术一起构成了一个相互影响、类似于生态系统的整体,并将这个相互依赖的发明形成的超级系统称为“技术元素”<sup>[18]</sup>,进而提出了人类与科技共同组成“第七物种”这一复杂系统的活系统。这一系统结合了当前世界上存在的两

种主要联结:一是人类作为节点并产生信号的“人类联结”;二是机器、CPU 以及晶体管作为节点并产生信号的“机器联结”。互联网是两种联结的神经网络,人类联结与机器联结的重叠交叉区域内产生信号的物体既可能是人类节点,也可能是机器节点,且具备形成、知化、过滤、共享等多种发展趋势<sup>[19]</sup>,这为进一步思考“新主体教师”的发展趋势提供了参考和借鉴。

教学系统包含人类教师、机器导师、教学活动三个主体,由教师作为参与主体的教学系统是教育系统的子系统,其中存在与整体系统相似或相同的主体关系。依据整体系统中的主体关系,可构建相应子系统的主体间关系,如图 2 所示。人工智能时代的“新主体教师”是由人类教师和机器导师共同构成的复杂教师系统,这区别于传统教师的单一主体、功能即角色、静态等属性。人类教师、机器导师共同作为“新主体教师”的节点,互联网等新技术构成系统的神经网络。其中,智能导师是机器导师的高阶发展形态,机器导师包含智能导师、网络服务、自助答题系统、基于游戏的学习系统、教学机器人等;机器导师是对人类教师能力的模拟、延伸和拓展,并不是完全无意识状态的附属,具备一定的主观能动性,如依据数据进行决策判断、执行教学行为等;人类教师在与机器导师的协作中,不断支持技术改进、技术嵌入方式及其表征、调整机器基于数据作出的决策等。人类教师与机器导师共同作为“新主体教师”的子系统,通过协作与交互实现双向赋能。

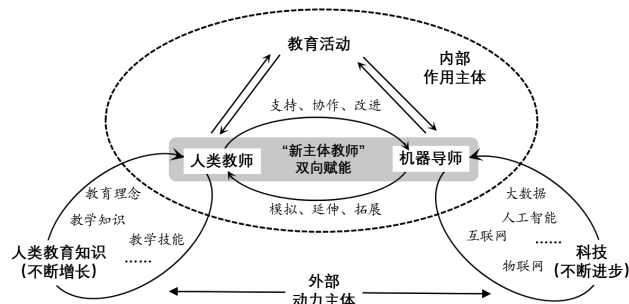


图2 人工智能时代“新主体教师”及主体间关系

## 三、“新主体教师”运行机制与作用方式的认识

### (一)基于耗散结构理论的“新主体教师”运行机制

人类教师与智能导师是未来教师系统的重要节点,只有每个节点相互补充、彼此制衡,才能实现未来教师系统的稳定发展。需从认识论层面厘清“新主体教师”的运行机制与作用方式,以提升对该系统干预手段的合理性。从复杂系统的视角来看,“新主体教师”中包含多个主体、主体间关系、主体自身基本属性、主体交互生成的属性以及主体间冲突等。无论构成

这一系统的主体及属性的多少、时序的长短,其基本要素或子系统都是整体系统的基础部件。强调在保障人的基本权利、尊重核心价值的基础上,发展以人为中心和可信的人工智能技术。如何协调主体及其属性之间的互动以使系统趋于稳定状态呢?思考并认识这一问题,可借鉴 I. Prigogine 提出的耗散结构理论<sup>[20]</sup>,指出对于一个开放系统,存在系统状态随着参量变化向阈值靠近或远离,而引发时间、空间和功能等不同维度的系统状态变换,如平衡态、近平衡态、远离平衡态等,表现出系统有序、无序混乱、涨落性非平衡相变等特征。系统需不断与外界交换物质与能量以维持有序状态,并保持一定的稳定性,从而不受外界微小变化的干扰<sup>[21]</sup>,这一远离平衡的非平衡区中所形成的新的稳定、有序结构即耗散结构<sup>[22]</sup>。不同物质组成的系统中耗散结构发生的维度不同,如非生命物质组成的系统中仅存在能量交换的单一维度;生命物质组成的系统中存在能量和物质两个维度的交换,如普利高津耗散结构;由人类大脑、科学技术等智慧物质组成的系统中存在信息、能力、物质三个维度的代谢,且耗散结构由“信息”主导。

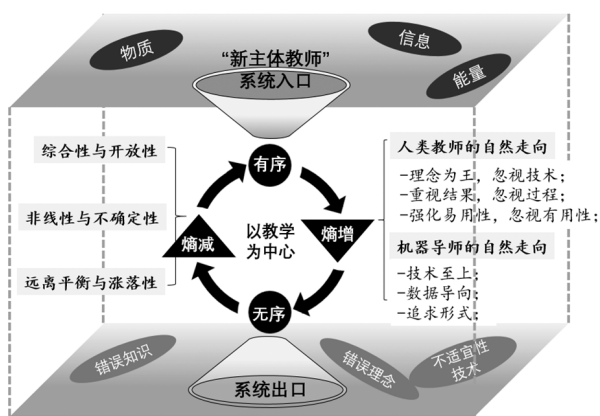


图3 “新主体教师”的耗散结构特征:非平衡有序协作系统

“新主体教师”是由人类和科学技术等智慧物质构成的耗散结构,因此,存在信息、能力、物质三个维度的代谢。作为一个开放系统,新主体教师系统的演化是在一定的时空条件下,在“平衡态”“近平衡态”“远离平衡态”之间交替演变的过程,如图3所示。首先,“新主体教师”具有综合性和开放性。综合性主要反映在主体多元性、主体具备多元属性以及多元功能性上,在一定的教育场域内,“新主体教师”的多个主体、多种主体属性和功能相互联系、彼此作用,形成新主体教师区别于单一人类教师主体或机器导师主体的特殊功能机制。开放性主要反映在系统内部以及系统与环境之间输入输出关系的多样性上。“新主体教

师”以外部需求为导向、新型教学模式为抓手、智慧学习环境为支撑,基于新型教育体系的环境支撑,通过与外部环境进行物质循环、能量流动和信息转换,主动且连续地从环境中吸收负熵流,推动系统向有序结构演化。其次,“新主体教师”具有非线性与不确定性。在平衡态和近平衡态,涨落是一种破坏系统稳定的干扰因素;在远离平衡态的区域,非线性的属性能够最大限度地放大涨落性,转而推动系统从无序向有序演变。“新主体教师”运行中,多元主体之间、不同主体属性之间(如人类教师的教学行为与机器导师的教学行为)、主体与子系统之间、主体与整体系统之间、子系统与环境之间、整体系统与环境之间彼此联系、协调和制约,共同作用使其成为非线性的教师系统。人类教师和机器导师在人类知识增长、技术发展、文明进步的支持下,不断对系统内部的主体属性进行调节,如教学理念、智能导师的技术组成等。系统受到已知条件和未知条件、已知信息和未知信息、内部干扰和外部干扰的交错影响,因此,具有随机性、非对称性和瞬时性,呈现出灰色系统的不确定性。再者,具备远离平衡态特性与涨落性。“新主体教师”中的各种要素无时无刻不在流动,由于人类教师与机器导师双向赋能的作用关系,从时间上看,存在理念“传播—落实”的先后顺序;从发展速度来看,人类教师和机器导师的数据处理能力、决策能力等的发展极度不平衡,造成了教学行为的被动流动;从势能集聚来看,由于多种因素的急剧变化,可能造成教学系统中势能的涨落,如教学理念更新导致智能导师技术支持性不足,进而造成人机协作出现断层,原有教学活动结构受到冲击而发生颠覆性变化,使双向赋能关系负向调整为人类教师的赋能能力增加、机器导师的支持能力降低。

## (二) 基于灰色系统协同效应的结构有序和运行有序

在耗散系统结构中,能够支配其他参量变化、从根本上影响系统演化与发展方向的参量称为序参量<sup>[23]</sup>。协同理论相关研究表明,系统的有序性取决于系统中各序参量的协同程度,而协同作用的程度取决于系统有序性的大小<sup>[24]</sup>。可从子系统间的协同作用考察“新主体教师”系统内部的作用方式。“新主体教师”中的协同主要表现在结构有序性和运行有序性两个方面,一是影响新主体教师整体系统运行的各序参量其自身状态是否具备一定程度的合理性,例如,人类教师教学理念的适切性、机器导师技术支持的合理性等,整合起来反映为新主体教师系统的“结构有序性”;二是各序参量协同运行的有效性,例如,人类教师的教

学行为和机器导师的支持行为是否能够有效协同,积极作用于整个系统的运行,这反映为新主体教师系统的“运行有序性”。序参量的值存在观测状态值与最优状态值,即实际值与目标值。观测状态值与最优状态值之间的差距越小,表明系统运行的合理性越高。根据灰色系统理论,可通过建立灰色关联系数来反映“新主体教师”运行的合理性,关联系数的大小可用于判断新主体教师系统的实际表现与目标值之间的差异性。

只有关联熵和运行熵都达到有序水平时,“新主体教师”的整体运行才具备有序性。由于系统演化受到不止一个序参量的影响,因此,需要将各个序参量的关联系数进行综合量化处理以得到关联熵,用来反映系统变化规律及系统内部结构状况,关联熵越小,系统内部结构稳定性越好,有序性越高<sup>[25]</sup>。另一方面,新主体教师的运行不仅受到系统内部结构的影响,同时受外部环境的干扰,当系统内部各要素改变或受外部干扰达到一定程度,就会发生系统运行紊乱、运转效率下降等现象,并出现由有序状态向无序状态演变的趋势。依据信息熵理论,可用运行熵参量表征这一状态,测量系统相对于稳定状态的偏离程度以评估系统运行的有序性。运行熵越小,运行稳定性越高,且有序性越高<sup>[26]</sup>。据此可以看出,已有研究中对人工智能取代教师某些功能、角色的探讨与关注,是以结果为导向的静态思维;而关注对人机教师协同作用的关系探讨,强调了教学活动中教师主体及功能属性的整体性,是一种动态平衡的系统思维。

#### 四、基于发展目标确定“新主体教师”的基本价值

##### (一)实现教学活动内部有序

发展目标之一是于结构化的教学活动体系中实现“教学有序”。教学活动中的有序性是指教学活动的过程体现出稳定性、规律性、可预见性等,活动的推进符合逻辑、程序和秩序<sup>[27]</sup>。相对应的,教学中的无序性主要是由人类教师与机器导师的协作摩擦、师生交流中的思想碰撞、教学活动过程中的动态评价等导致的教学活动偏离正轨,而造成的不可预见性和不可决定性,从而使教学活动过程表现出偶然性、易变性和无规律性。“新主体教师”通过整体系统的运行,发挥人类教师、机器导师、环境赋能等共同作用,推动教学活动无序向教学活动有序的转变。关联熵从整体上反映了“新主体教师”系统结构的稳定性和有序性,关联熵越小,有序性越高。以“新主体教师”系统的关联熵作

为人工智能技术环境下的教学活动有序性的测量依据。首先,需要明确实际值与目标值,实际值即实践场域中观察到的发生值,目标值即最优值。“新主体教师”系统中,各个序参量的作用方式不同,因此,最优值存在差异,例如,能够推动系统有序的序参量其最优值越大越好,反之,越小越好。在实际测量中将理想值作为最优值;需要序参量的取值在一定范围内波动的情况下,最优值取区间阈值。例如,假设“新主体教师”系统在实际运行中包含多个行为表征,如人机协作、教师技术接受度、学科教学法知识、教学内容知识、教学目标设定能力、学习者分析能力、教学技能、教学态度、教学评价能力、教学改进与迭代能力等,每个行为表征分别包含一系列评估指标。通过分析某一行行为表征对最优行为表征关于某一指标的关联系数,可测算该系统在多个行为表征作用下的系统有序性。其中,行为表征之间的关联系数、量化方式等如何确定都需要进一步的研究来解决。

##### (二)推动教学体系整体自治

发展目标之二是于半结构化和非结构化的教学活动体系中实现“教学活动自治”和“教师发展自治”。“自治”有自我统治和自我治理之意,隐含对抗权力至上的独立意志<sup>[28]</sup>。教学活动的参与主体是教师和学生,“教学活动自治”是教师和学生能够依据主体活动过程和行为变化自主调整策略、改变活动方向,朝着期望的结果挺进的状态;“教师发展自治”是人类教师和机器导师在协作中,能够相互辅助实现对方弱势能力的提升,在减少甚至消除外在系统对人类教师发展过度干预的情况下,教师仍然能够实现自我进化。“新主体教师”系统的整体作用不但与系统内部要素之间的相互作用有关,且更加受到外部环境的影响和干扰,因此,体现为稳定和偏离稳定两种状态。以“运行熵”表征“新主体教师”系统在整个教育活动场域中的运行时,其相对于稳态的偏离程度,从整体上反映“新主体教师”系统运行的有效性和有序性。运行熵越小,表示系统偏离程度越小,系统运行的效率越高,有序性越高,则“新主体教师”系统在教学活动中的正向作用越显著。“新主体教师”系统中各序参量具有不确定性,如果“新主体教师”系统中某项指标的变异程度越大,表明其所携带的信息量越大,则其信息熵越小,所占权重就越大;相反,权重就越小。

##### (三)驱动教师系统的人机协同进化

“新主体教师”以系统方式运行,通过人类教师与智能导师之间的双向赋能,不断驱动人机协同进化,如图4所示。

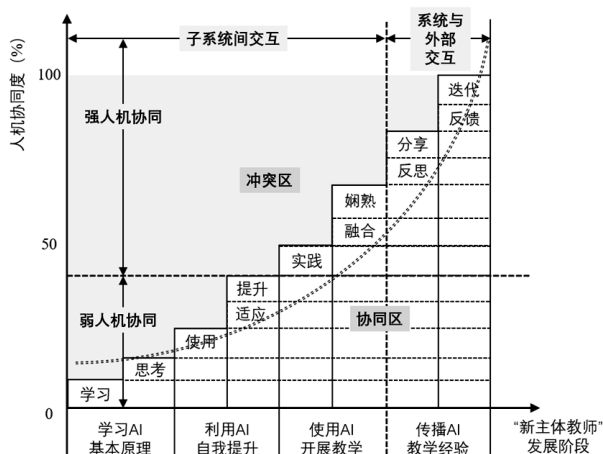


图4 教师系统内部的人机协同进化

“新主体教师”系统的人机协同进化主要经历四个阶段,即人类教师与机器导师共同“学习 AI 基本原理”“利用 AI 自我提升”“使用 AI 开展教学”“传播 AI 教学经验”。随着教师系统发展阶段的推进和演化,人工智能支持的人机协同度逐渐提升,由第一阶段、第二阶段的弱人机协同,发展为第三阶段和第四阶段的强人机协同。在系统交互层面,逐渐由第一至第三阶段的子系统间交互作用,逐渐演化为第四阶段的整体系统与外

部环境之间的交互作用。随着教师系统的发展和演化,人机协同的冲突逐渐淡化,协同占据主流。因此,“新主体教师”以系统运行的方式,其价值方向之一是实现了人类教师和机器导师的协同进化。

## 五、结 语

本研究以人工智能时代的教师作为研究和推演对象,思考了随着人工智能技术的发展,教师形态的演化。人类教师能否适应人工智能时代的要求和变化,能否基于人工智能技术修正、完善、进化其自身的知识结构体系和能力结构体系,直接关系到教师群体在人工智能时代何去何从这一终极问题。可以肯定的是,纯粹的教书匠、知识灌输者、不适应技术发展和时代变化且拒绝新事物和新技术的教师会在人工智能浪潮中被淘汰。人工智能时代的教师形态重构为更好地认识和干预人机协作时代的教师发展提供了参考。在后续研究中,可着重关注人工智能时代教师发展的阶段,为教师发展提供方法论指导;关注人工智能时代教师发展各阶段的具体内容、模型建构、实施细节等,以及职前教师教育、职后教师专业发展问题。

## [参考文献]

- [1] CARBONELL J. AI in CAI: an artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction [J]. IEEE Transactions on man-machine systems, 1970, 11(4): 190-202.
- [2] HOLMES W, BIALIK M, FADEL C. Artificial intelligence in education: promise and implication for teaching and learning[M]. Boston, MA: Center for Curriculum Redesign, 2019.
- [3] JANET W S. Psychology: computers and classroom social processes—a review of the literature [J]. Social science computer review, 1997, 15(1): 27-39.
- [4] SCHOFIELD J, EURICH-FULCER R, BRITT C. Teachers, computer tutors, and teaching: the artificially intelligent tutor as an agent for classroom change[J]. American educational research journal, 1994, 31(3): 579-607.
- [5] GOBLE H, EDWARDS C. A Robot that communicates with vocal fillers has ... uhhh ... greater social presence [J]. Communication research reports, 2018, 35(3): 256-260.
- [6] TAMAGAWA R, WATSON C, KUO I, MACDONALD H, BROADBENT B. The effects of synthesized voice accents on user perceptions of robots[J]. International journal of social robotics, 2011, 3(3): 253-262.
- [7] EDWARDS C, EDWARDS A, SPENCE PATRIC R, LIN X. I, teacher: using artificial intelligence (AI) and social robots in communication and instruction[J]. Communication education, 2018, 67(4): 473-480.
- [8] 余胜泉.人工智能教师的未来角色[J].开放教育研究, 2018, 24(1): 16-28.
- [9] ILKKA T. The impact of artificial intelligence on learning, teaching, and education: policies for the future[R]. EUR: European commission, 2018.
- [10] 张慧, 黄荣怀, 李冀红, 尹霞雨. 规划人工智能时代的教育: 引领与跨越——解读国际人工智能与教育大会成果文件《北京共识》[J]. 现代远程教育研究, 2019, 31(3): 3-11.
- [11] 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.
- [12] 李栋. 人工智能时代教师专业发展特质的新定位[J]. 中国教育学报, 2018(9): 87-95.

- [13] 彭海霞,李金和.教师尊严:教育伦理构建的原点[J].教育科学研究,2017(5):83-87.
- [14] 赵虹元.论教师的善性伦理及其实现[J].教师教育研究,2019,31(3):13-19.
- [15] 杜静,黄荣怀,李政璇,等.智能教育时代下人工智能伦理的内涵与建构原则[J].电化教育研究,2019(7):21-29.
- [16] UNESCO. Education 2030: incheon declaration and framework for Action for the implementation of SDG 4 [EB/OL].[2019-07-01].  
http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/education-2030-incheon-framework-for-action-implementation-of-sdg4-2016-en\_2.pdf.
- [17] 李龙.“电教百年”回眸——继承电化教育优良传统,开创教育技术辉煌未来[J].中国电化教育,2012(3):8-15.
- [18] 凯文·凯利.技术元素[M].张行舟,余倩,周峰,译.北京:电子工业出版社,2012.
- [19] 凯文·凯利.必然[M].周峰,董理,金阳,译.北京:电子工业出版社,2018.
- [20] 戴汝为,沙飞.复杂性问题研究综述:概念及研究方法[J].自然杂志,1995(2):73-78.
- [21] NICOLIS G, PRIGOGINE I. Self-organization in non-equilibrium systems[M]. New York: A Wiley-Interscience Publication, 1977.
- [22] 刘若庄,马本堃.非平衡系统中的自组织现象——“耗散结构”的理论及应用简介[J].物理,1979(5):449-455.
- [23] 畅建霞,黄强,王义民,等.基于耗散结构理论和灰色关联熵的水资源系统演化方向判别模型研究[J].水利学报,2002(11):107-112.
- [24] 郭治安,沈小峰.协同论[M].太原:陕西经济出版社,1991.
- [25] 李柏洲,朱晓霞.基于耗散与灰关联熵的RIS演化机制研究[J].科学学研究,2007(6):1239-1243,1167.
- [26] 王成,周明茗,李颖颖,等.基于耗散结构系统熵模型的乡村生产空间系统有序性研究[J].地理研究,2019(3):619-631.
- [27] 齐佩方,毛小平.论课程教学的有序性和无序性[J].教育发展研究,2003(6):77-79.
- [28] 黄东兰.跨语境中的“自治”概念——西方·日本·中国[J].江海学刊,2019(1):164-175.

## Teachers in the Era of Artificial Intelligence: Ontology, Epistemology and Axiology

LU Hang, SHEN Yang, ZENG Haijun, HUANG Ronghuai  
(Smart Learning Institute, Beijing Normal University, Beijing 100875)

**[Abstract]** The roles and definitions of teachers in the era of artificial intelligence have changed greatly, but technology will not replace human teachers. From the perspective of ontology, this study reconstructs the ontology of teachers in the era of artificial intelligence, forming a "new subject teacher" composed of two subsystems: human teacher and machine tutor. From the perspective of epistemology, the operating mechanism of "new subject teacher" is clarified, that is, under the function of dissipative structure, the "non-balanced and orderly cooperative system" composed of machine tutor and human teacher is formed through the cooperation between two subsystems. From the perspective of value theory, it is clarified that the basic goal of the development of "new subject teacher" in the era of artificial intelligence is to achieve orderly teaching activities, promote autonomous teaching system and drive man-machine co-evolution. The construction and deconstruction of the "new subject teacher" in the era of artificial intelligence in this study provides guidance for understanding the world view of future teachers in the era of artificial intelligence, and provides theoretical support for the development of teachers in the era of artificial intelligence.

**[Keywords]** Artificial Intelligence; New Teacher; Ontology; Epistemology; Axiology