

智能教育生态协同发展:逻辑机理与典型实践模式

刘 邦 奇^{1,2}

(1.西北师范大学 教育技术学院,甘肃 兰州 730071;

2.讯飞教育技术研究院,安徽 合肥 230088)

[摘 要] 随着生成式人工智能等新兴智能技术快速发展和驱动社会转型,智能教育生态协同创新成为业界关注热点。文章首先对智能教育生态演化的协同关系进行梳理分析,建立智能教育生态协同的总体概念模型;借鉴 TOE 理论框架和创新生态系统理论,并结合教育领域应用,提出适用于教育场景的改进型 TOES 理论框架,构建了智能教育生态协同发展的体系框架;进而阐述智能教育生态协同发展的基本内容和协同法则,包括技术生态、组织生态、环境生态和应用生态四大生态协同场域;最后讨论了五类典型实践模式,以为推进新时代智能教育生态协同创新提供参考。

[关键词] 智能教育;教育生态发展;协同创新;逻辑机理;实践模式

[中图分类号] G434

[文献标志码] A

[作者简介] 刘邦奇(1962—),男,江苏靖江人。教授,硕士,主要从事人工智能教育应用、智慧课堂、信息化教育治理研究。E-mail:lbq-nj@163.com。

一、引 言

随着生成式人工智能等新兴智能技术快速发展和驱动社会转型,教育领域正在加速智能升级和生态重塑,智能教育生态协同创新成为业界关注热点。教育系统是一个有机的复杂生态系统,需要从整体视角探究其科学发展路径^[1]。教育信息化 2.0 时代,信息技术将从渗透走向融合,重构教育生态^[2]。人工智能技术的突破和应用,为教育生态的系统变革提供了强大的动力和无限的可能性^[3]。学界对此展开相关研究,主要聚焦在以下方面:智能教育生态发展基本理论研究,如智能教育生态的目标内涵、体系框架、构成要素、实践路径^[4],人工智能教育生态系统建设原理^[5];要素驱动的智能教育生态研究,如以人为本的智能教育生态研究^[6],智能教育范式推动教育生态系统整体创新与进步^[3];智能教育生态演化模式研究,如整合不同主体的智慧与力量,共同促进 AI 教育生态的协同演化^[6];智能教育微观生态研究,如基于智慧课堂构筑多维一体的智慧教学生态体系^[7]等。已有研究大多为基本概

念层面或局部领域探索,对智能教育生态协同发展机制及实践创新模式研究不足。本研究借鉴 TOE (Technology–Organization–Environment, TOE) 理论框架和创新生态系统理论,对智能教育生态协同发展的逻辑机理和典型实践模式进行专题探讨,为推动新时代智能教育生态协同创新提供参考。

二、智能教育生态演化的协同关系及概念模型

智能教育是适应智能技术变革和社会转型需要而形成的教育新样态,基于国内外相关政策文献和智能教育发展实践,通过对社会转型背景下智能教育生态系统内部与外部、现实与未来等协同关系梳理分析,明确智能教育生态协同发展的诉求、特征和概念模型。

(一)智能教育生态演化的协同关系分析

1971 年,德国学者哈肯(Haken)在协同学理论中提出协同的科学概念,阐释了不同现象和系统中有序结构形成的特点和规律,认为在自然系统和社会系统广泛存在着协同作用^[8]。协同发展是一种新的发展模

式,是多主体围绕发展目标而开展的协同互动的系统工程,其要素涉及组织、技术、市场、文化等。在智能时代,协同创新已成为提升国家竞争力、发展新质生产力和加速产业升级的关键路径^[9],协同作用成为智能教育生态演化的核心驱动力。

1. 需求适应:与社会发展环境的外部协同关系

智能时代教育系统的外部环境不断变化,智能教育发展应加强与社会环境的外部协同。一方面,社会转型要求智能教育发展及服务样态与之相适应。人工智能推动人类社会从信息社会走向智能社会,如日本等国提出打造超级智能社会(Super Smart Society 5.0)^[10],我国提出建设智慧社会的战略部署^[11]等。智能技术重塑人类社会形态和教育样态,呼唤教育系统做出全面、深刻、彻底的数字转型和智能升级^[12]。智能教育应以智能时代社会转型的总体战略和理念为导向,主动适应社会转型对教育发展的影响和要求,实现与外部环境的协同。另一方面,智能教育目标和体系要与智能时代高素质创新型人才培养需求相适应。智能时代的教育不仅要培养人的智能技术素养,更重要的是发展面向未来的核心素养,确立以人的发展为核心的21世纪教育目标^[13]。作为“智能技术支持的教育”,智能教育中的智能是指人工智能或机器智能。智能时代普遍重视智能技术素养的培养,如 UNESCO 发布了《学生人工智能能力框架》,我国发布了《中小学人工智能技术与工程素养框架》等。但智能教育不仅限于智能技术素养的培养,更要关注学习者核心素养和创新能力的整体提升,从而培养社会转型发展所需要的卓越人才。

2. 愿景引领:与未来智慧教育形态的愿景协同关系

智能时代的未来教育愿景是智慧教育理想形态,智能教育则是实现这一理想的现实路径,智能教育与未来智慧教育形态在实践路径的适切性和目标引领的有效性方面体现了愿景协同诉求。一方面,以智慧教育愿景有效引领智能时代的教育变革。智慧社会是社会形态发展的高级阶段,要体现以人为本的价值。与智慧社会育人需求相适应的未来教育愿景是智慧教育,智慧教育根本指向促进人的智慧发展^[14]。智慧教育成为当今各国应对人工智能时代挑战、实现教育可持续发展目标的共同战略愿景^[12]。另一方面,作为智能时代教育的具体样态,智能教育是迈向未来智慧教育的实践路径。智能教育对于智慧教育形态具有支撑赋能作用,包括提供智能化教育环境、数字资源和课程服务体系、人机协同教育、新型评价方式、教学组织方式等^[14]。换言之,智能教育是智能技术支持教育的“正在进行时”,智慧教育是智能教育深化发展、

智慧升级的“将来完成时”^[15]。当前广为使用、基于专用人工智能的“智慧教育”并非真正意义上的智慧教育,实质是将智能教育冠以智慧教育之名^[14],当智能技术发展走向通用智能、超级智能,并与人类智慧融为一体时,智慧教育愿景方能实现。

3. 形态重塑:与教育系统要素和结构的内部协同关系

智能技术在教育中的融合应用不断拓展与深入,将赋能教育系统内部要素和结构关系协同创新,实现教育形态重塑。一是重塑智能生产力赋能教育系统整体性变革的价值定位。在人工智能等新兴科技的驱动下,生产力内涵逐渐朝着信息化、网络化、智能化方向发展,形成了一种新质生产力——智能生产力^[16]。在教育中智能技术的价值不再局限于智能工具,而具备了知识生成、逻辑推理、人机对话等通用智能,实现从技术到生产力的转化,与教育的其他要素及系统全方位深度融合,驱动教育系统的整体性变革和转型。二是重构人类智慧与机器智能协同共创的教育实践方式。人类智慧是人的智力(智能)与非智力因素共同作用的结果^[14]。智力(智能)包括记忆、理解、分析、判断、推理等思维能力,具有可测量和显性特性。该特性决定了智力(智能)可以被机器模拟或延伸,形成了人工智能或机器智能。智慧包括人的智力因素与非智力因素的发展,是包含人的情感、态度、价值观、世界观、认同感等心理因素在内的集合体^[14]。智慧属于人类特有的高阶思维能力,是不能被机器模拟的。因此,教育实践中要加强机器智能与人类智慧的有机融合、优势互补,实现人机协同的教育新样态。三是重建智能技术支持的开放协同教育系统。教育系统狭义上是指教师、学生、教学内容、教学方式等要素构成的内部系统,通过机器智能与师生智慧相结合,与课程、教材、资源及教学方法相结合,驱动学校教育内部要素和结构的智能升级。同时,教育系统具有开放性,与系统外部进行物质、能量与信息交换共享,通过智能技术支持的社会实践、家校育人、校企合作等,重塑开放合作、多元协同的智能教育形态。

(二)智能教育生态协同发展的总体概念模型

基于以上分析,智能教育生态演化既涉及教育系统内部要素及结构关系,也涉及与外部环境的协同关系,既涉及现实的教育实践路径,也涉及与未来教育愿景的协同关系,多元协同创新是智能教育生态发展的核心特征。推进智能教育生态协同发展,要从复杂系统的视角审视智能教育生态系统中的要素及联系,采用系统观、生态观和协同观进行顶层规划设计,通

过智能技术赋能应用、多元主体协同共创、要素结构转型升级,共筑开放有序、协同创新的智能教育新生态。为此,需要构建具有系统性框架的智能教育生态协同发展总体概念模型。

概念模型的构建源于数据库设计方法,是对真实世界中问题域内的事物的描述,纯粹反映信息需求的概念结构。在实践应用中,概念模型逐步拓展为以直观简明的方式对事物的规律和机理进行描述,被广泛运用于教育、城市管理等社会科学研究领域。如有学者基于“原因—结果”逻辑构建了城市体育竞争力评价“实力—潜力—成果”概念模型^[17],用于城市体育竞争力分析研究;有学者通过要素、环节及其相互关系分析构建了健康管理概念模型,为研究提供了一个系统性、框架性的思维方式^[18]。借鉴概念模型构建的一般方法,基于智能教育生态演化协同关系分析,本研究构建智能教育生态协同发展的“需求适应—愿景引领—形态重塑”总体概念模型(如图1所示)。其中,“需求适应”指系统结构功能与外部环境影响相适应,即智能教育系统的结构和功能要响应社会环境变化的影响和要求,适应社会转型对高素质创新人才培养的需求;“愿景引领”指现实实践路径与长远目标愿景相适切,即智能教育作为智能时代正在实践的新型教育样态,要以智慧教育理念为引领,为实现智慧教育

愿景目标提供实践路径;“形态重塑”指基于智能教育系统的内外交融、协同创变,重塑智能时代教育新形态。智能教育系统在生态发展中处于内部与外部、现实与未来两大关系的交汇点,通过系统结构功能与现实实践路径的有机统一、满足外部社会需求和达成未来愿景目标的有机统一,实现人类智慧和机器智能协作共创、重塑人机协同的教育新形态^[19]。

上述概念模型揭示了智能教育生态演化中的内部与外部、现实与未来的协同关系及发展规律,描述了智能教育生态协同发展的总体概念结构,为进一步探讨其逻辑机理提供了理论依据。

三、智能教育生态协同发展逻辑框架体系构建

在概念模型基础上,借鉴 TOE 理论框架和创新生态系统理论及其改进型理论框架,本研究描述智能教育生态协同发展的逻辑机理和体系框架。

(一)TOE 理论框架和创新生态系统理论的要义及应用价值

智能教育生态协同发展是适应智能社会环境影响和要求,利用智能技术革新教育系统的要素、结构与功能,旨在促进教育系统性变革转型、构建智能教育新生态的过程。该过程与主张集技术革新、组织管理和环境适应于一体的 TOE 理论框架以及创新生态

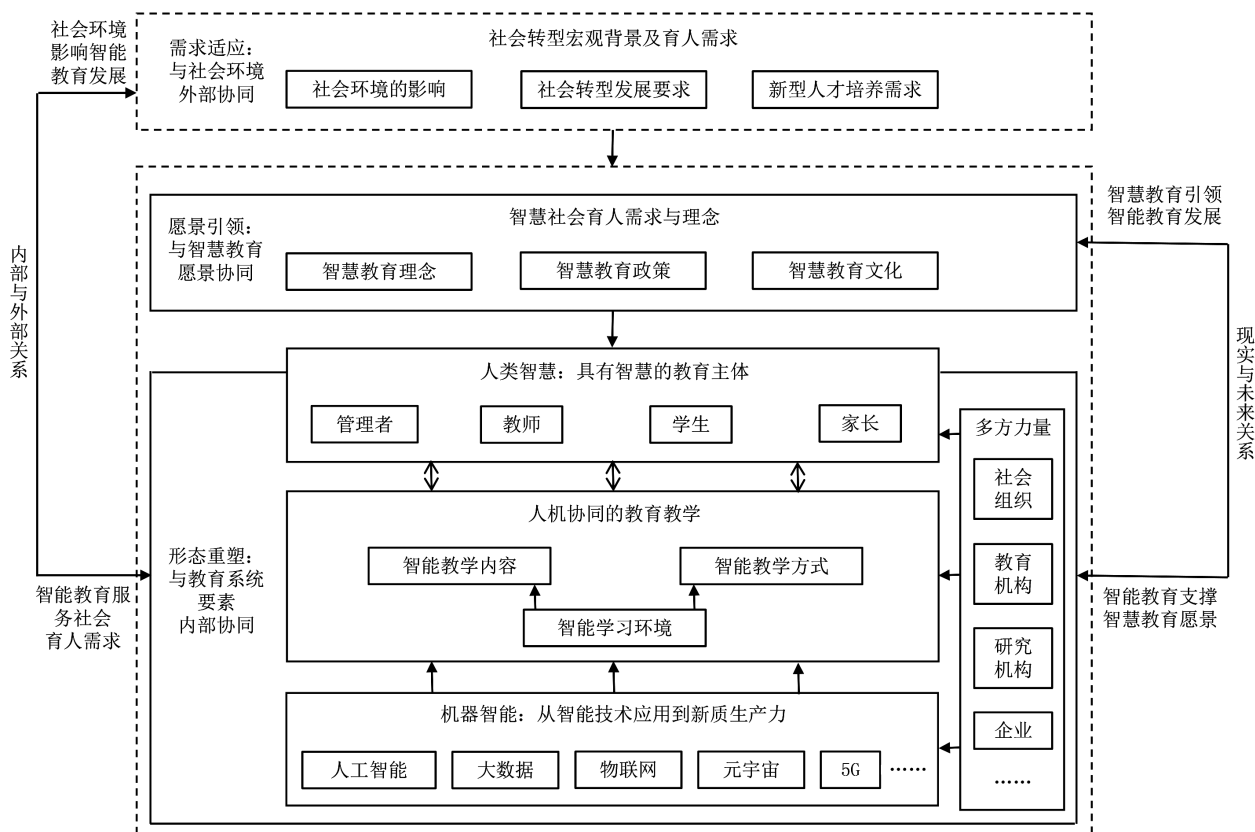


图1 智能教育生态协同发展的总体概念模型

系统理论具有内在契合性。本研究参考 TOE 理论框架和创新生态系统的理论和方法,为分析智能技术在教育系统中的扩散与应用创新提供方法论依据。

TOE 理论框架是 1990 年由托纳茨基(Tornatzky)和弗莱舍(Fleischer)在创新扩散理论基础上提出的,是一种基于技术应用情境的理论创新模型,旨在解释组织引入和采用新技术的过程^[20]。TOE 理论框架把一个组织对技术创新实施的影响因素归纳为技术、组织和环境三个层面,其中,技术(Technology)层面涵盖技术基础设施、技术能力等基本技术条件和创新性、兼容性等技术特点;组织(Organization)层面包括组织的架构模式、规模、范围及人力资源状况等;环境(Environment)层面涉及政治、经济、社会、文化、人口等方面。TOE 理论框架具有较强的可操作性和灵活的适用性,能够依据实际情况多角度综合考虑技术、组织及环境对研究主体产生影响的因素,可与教育等诸多研究领域相互结合,得到学者和业内的广泛认可。

创新生态系统理论是基于生态学概念对创新系统提出的一种理论模型,即基于某种创新资源的吸引,多个创新主体聚集在一定的地理范围或社会网络范围,经过价值共塑、利益共享和风险共担而形成的相对稳定的、自我进化的组织联合体,具有“共生”“多样”“互补”“稳态”等性质^[21]。创新生态系统通过技术创新、组织变革、合作伙伴协同、组织战略制定等实现

系统的持续变革、生产效率提高、系统协同度提升等,是一个动态的过程,有利于把握系统的发展过程,进而得出系统提升的实践路径^[22]。创新生态系统包括创新个体、创新组织和创新环境等要素,基于物质流、能量流、信息流的联结传导,实现系统要素协同共生、动态演化。创新生态系统理论为智能教育生态协同发展框架构建提供了理论基础。

(二)基于改进型 TOES 理论框架的智能教育生态协同发展体系框架

在 TOE 理论框架和创新生态系统理论基础上,结合教育领域实际,本研究增加场景(S)层面要素,形成适用于教育领域的改进型 TOES 理论框架。所谓场景(Scenarios)是通过“人—物质—信息”要素的连接、匹配和组合,从而实现多元情境的动态连接。智能教育场景强调“人—教育—智能技术”的复杂交互,彰显出智能、交互、集成等特征。将智能技术应用于教育领域,形成包括智能教育环境、智能学习过程支持、智能教育评价、智能教师助理、教育智能管理与服务等智能教育场景^[23]。在智能教育实践中,结合具体场景深入应用人工智能,释放其在教育上的效益。我国《科技部关于支持建设新一代人工智能示范应用场景的通知》将智能教育纳入示范应用场景,包括针对青少年教育中的“备、教、练、测、管”等关键环节^[24]。因此,利用智能技术构建教育场景,应成为智能教育生态协同发展的重要内容。本研究据此提出适用于教育场景应

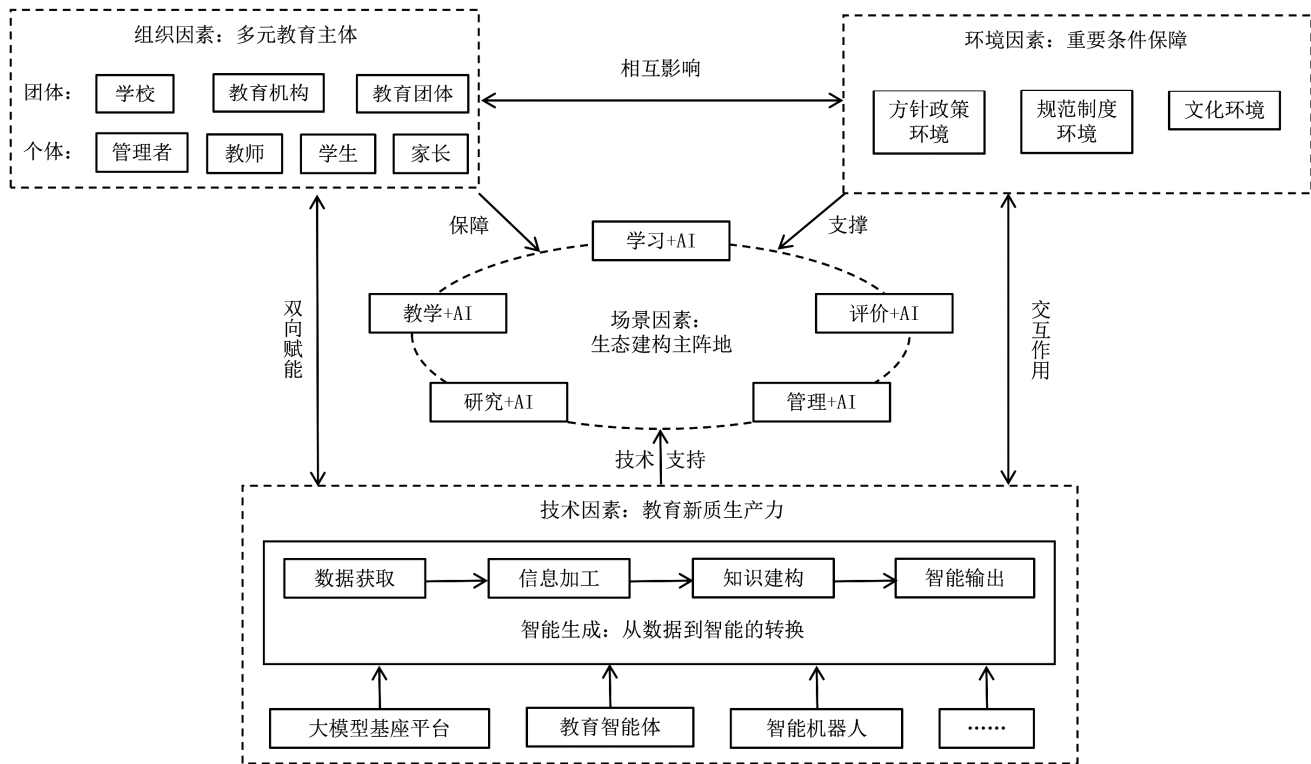


图2 基于改进型 TOES 理论框架的智能教育生态协同发展体系框架

用的改进型 TOES 理论框架,包括技术、组织、环境和场景四个层面,进而构建智能教育生态协同发展体系框架(如图 2 所示)。

技术、组织、环境和场景四个因素定位不同,在实践中所关注的建设与应用侧重点各有差异,相互联动、协作共创,共同推动智能教育生态协同发展。其中,技术因素是生态演化的核心驱动力,基于数据到信息和知识、再到智能的转换,生成智能生产力,促进教育系统要素和结构变革;组织因素是生态演化的核心主体,涉及各类个体主体和团体主体,通过设立合理的组织结构,多元主体参与和合理分工,担负生态构建的组织和协调职责;环境因素是生态构建的重要条件,为生态协同发展提供宏观政策、标准规范和文化环境等外部环境保障以及教育系统内部子系统条件支撑;场景因素是生态建设与应用的主阵地,是生态演化的落脚点和应用归宿,基于教育教学实际需求创建智能技术支持的多样化教育教学场景。以上四个因素相互影响、相互支持,共同构成智能教育生态协同发展体系,推动智能教育生态系统从无序到有序、从低级有序到高级有序,从而实现可持续的迭代演化与协同创新。

四、智能教育生态协同发展的内容及协同法则

在上述体系框架下,结合智能教育生态演化实际及协同在智能教育生态演化中的核心驱动作用,本研究对智能教育生态协同发展的基本内容和协同法则进行探讨,主要包括技术生态、组织生态、环境生态和应用生态四大生态协同场域。

(一)技术生态场域:从数据到智能的数智协同

技术生态场域突出智能教育生态协同发展的技术要素价值,主要探讨智能技术本身的发展、智能生成的原理、教育中的智能生产力、智能教育技术平台及工具等技术基础设施建设等方面,侧重考察智能技术的特点及其在推动技术生态演化中的数智协同法则。一方面,基于数据到智能转换的视角考察。遵循从信息、知识到智能转换的“信息转换定律”,揭示了从客观感知信息、到主观认知信息、再到知识建构、最后输出智能的规律^[25]。“信息转换定律”体现了基于 DIKW(Data Information Knowledge Wisdom)模型的智能生成原理^[26],包括数据获取、信息加工、知识建构和智能输出四个阶段。数据获取旨在建立高质量、大规模、多样化的训练数据集,实现智能感知客观世界;信息加工将非结构化的原始数据转换为机器系统可以理解和处理的结构化信息,以获得有用的认知信息;

知识建构从大量的结构化信息中学习和掌握语言规律、知识结构和任务技能,以理解数据内在规律;智能输出将机器学习到的知识转化为高质量的、符合用户需求的智能决策。另一方面,基于技术到生产力转化的视角考察。近年来,随着生成式 AI 等技术取得突破性进展,新质生产力得到迅猛发展。大模型在教育中广泛和深入应用,需要结合教育领域实际建立教育垂类大模型,实现大模型底座平台等新型基础设施智能升级,开展大模型加持的教育智能体的开发与应用,大力提升教育智能生产力,将为教育带来史无前例的革命性变化^[27]。从数据到智能、再到智能生产力,打造数智协同的智能教育技术生态。

(二)组织生态场域:从结构到运行的组织协同

组织生态场域关注组织的类型、结构、定位、运行方式和职责分工等,涉及组织团体和组织个体等教育主体,是智能教育生态演化的核心要素。在实践中,要发挥组织要素主导作用,涉及教师、学生、管理者等个体主体和政府、学校、企业、科研院所、社会机构等团体主体,遵照组织协同法则共同推动智能教育组织生态构建与发展。在组织结构层面,要着眼组织整体目标,设立多类型的教育组织结构,明确组织定位并合理分工,充分发挥政、产、学、研、用多元主体的优势,构建有利于智能教育生态协同发展的组织模式。要深入理解组织成员的特点,包括个性基础上的整合、各成员树立共同目标、各成员之间权利平等和相互制约、以过程为导向的协同、基于共同职责和集体力量^[28]等。在组织运行层面,要关注多元主体参与和协同创新。以学校教育为主渠道,担负开展人工智能教育、利用人工智能推进教育教学改革和创新性人才培养等重任;联合教育培训机构、科研机构等智能教育主体,承担智能教育的科学研究和人工智能在职教育培训、终身学习支持;引入教育信息化企业和教育协会/学会等行业参与者,多主体共同推动智能教育协同创新。

(三)环境生态场域:从内部到外部的环境协同

环境生态场域关注智能教育生态演化的环境因素及影响,包括教育系统内部要素及关系结构和外部的宏观政策、制度规范、文化环境等方面,依照环境协同法则推动智能教育环境生态的协同发展。一方面,聚焦于教育系统内部要素及结构的智能化转型升级。教育生态系统的子系统包括各级各类学校、教育主管部门与教科所、电教、装备等保障部门等,各个子系统之间围绕着教育生态演化的关键要素,如学生核心素养水平、教师智能教学成效、学校教育教学质量、学校和区域智能教育治理水平等,通过构建教育协作交流

网络,开展相互协作和积极博弈,共同促进教育生态系统结构变革和转型升级^[9]。另一方面,聚焦于教育系统外部环境因素和力量的整合创新。UNESCO 和各国政府出台了多项智能教育相关政策和标准规范,为教育领域的智能化变革提供宏观政策依据。智能教育发展外部环境因素的变化“无时不有”“无处不在”,如果不从系统环境寻找合适的控制变量,系统就会演变成无序的耗散结构。因此,要关注教育系统外部环境因素,主动吸纳政、产、学、研、用多方力量参与,实现相关资源最优组合、协作互补,促进智能教育生态开放和协同发展。

(四)应用生态场域:从“AI+”到“+AI”的场景协同

应用生态场域侧重考察教育教学过程中智能技术的赋能应用方式与影响,从“AI+教育”向“教育+AI”转变,遵循场景协同法则推动智能教育场景落地与协同创新。早期着眼于“AI+教育”,关注智能技术在教育教学中应用的场景。“智能技术支持的教育”原指把智能技术作为工具和手段应用于教育中,利用智能工具改进教育教学活动,包括教学、学习、评价、管理、研究等垂直应用场景,发挥机器智能的优势,优化教育业务流程,提升业务工作效率。当前立足于“教育+AI”,突出智能时代教育变革的场景。随着生成式人工智能等技术出现,AI 从专用智能逐步向通用智能发展,成为教育系统的重要内生变量和新型要素,由技术应用转向技术与教育双向赋能,驱动教育模式和形态重塑。如基于生成式人工智能、虚拟数字人、元宇宙等技术创建新型智能学习中心,实现从技术赋能垂类教育应用向横向多场景协同共创转变,形成课上课下协同、校内校外一体、线上线下融合的育人机制^[29]。因此,当前正从“AI+教育”走向“教育+AI”,“教育+AI”阶段的突出特征是“智慧化”,体现了智能教育走向智慧教育的实践路径^[30]。

五、智能教育生态协同发展的典型实践模式

智能教育生态构建需要服务于智能教育行业实践,进而探索以协同为核心驱动的生态协同发展实践模式。在国内外智能教育发展中,无论是 UNESCO 等国际组织发布的多项智能教育发展报告,还是我国出台的《新一代人工智能发展规划》《教育信息化 2.0 行动计划》《中国教育现代化 2035》《教育强国建设规划纲要(2024—2035 年)》等政策文件,纷纷提出多方力量协同推进智能时代教育发展。以我国为例,《中国教育现代化 2035》中 21 次提及“协同”概念,涉及“调动各方面力量协同推进教育现代化”“构建产学研用深度融合的全链条、网络化、开放式协同创新联盟”“健全开放、协同、联动的中国特色教师教育体系”^[31]等;全国智慧教育示范区建设的一条重要经验就是多元合作、优势互补,协同推进区域智慧教育发展。综合以上讨论,并结合行业实践和相关研究,本研究提出智能教育生态协同发展典型实践模式,见表 1。

(一)规范引导区域发展模式

规范引导区域发展模式遵循“政策规范引领指导、区域整体推进发展”的理念,由各级政府制定和实施区域智能教育政策规范,如智能教育发展政策、专项规划、标准指南等规范性文件,引领、规范和整体推进区域智能教育协同发展。该模式的特点:一是指导性。紧密结合特定区域及一定时期教育信息化发展实际需要,制定针对性的教育政策和规范文件。二是整体性。采取全局观、系统观进行区域智能教育顶层设计,确立总体目标、规划和标准,整体推进区域智能教育建设与应用。三是操作性。注重建设方案实际可行、任务明确、计划具体、保障到位、易于执行。四是整合多元力量。注重区域内政府、学校、企业和社会机构等多方力量的整合,协同参与区域智能教育发展。该模

表 1 智能教育生态协同发展的典型实践模式

序号	模式名称	核心理念	主要特点	典型应用场景
1	规范引导区域发展模式	政策规范引领指导,区域整体推进发展	指导性,整体性,操作性,整合多元力量	区域智能教育的整体发展、智能教育标准化发展
2	各类主体主导发展模式	高校主导、多元参与,企业主导、科研创新,机构主导、行业协作	主体主导性,共建智能服务平台,实现开放合作	学校智能教育整体发展,智能教育技术和项目创新,智能教育行业发展
3	政产学研用共推发展模式	多元主体动态合作,共同推进智能教育发展	“五位一体、优势互补”,合作共赢、生态发展,协同创新、整体提升	智能教育人才培养和智能教育生态化发展
4	学科、事业、产业一体化发展模式	智能教育学科、事业、产业一体化发展	探索建立智能教育学科,注重学科、事业、产业一体化发展	智能教育学科建设与人才培养
5	综合集成、协同创新发展模式	综合集成、人机结合、协同创新	总体设计,综合集成,人机结合	智能教育方法创新应用

式在国内外教育信息化建设中普遍使用,如江苏省、北京市海淀区和安徽省蚌埠市等地,于2014年、2015年在全国范围内率先制定了本区域的智慧教育发展专项行动计划,有效推动本区域的教育信息化整体发展,且海淀区、蚌埠市先后入选全国智慧教育建设示范区。

(二) 各类主体主导发展模式

以学校、企业、社会组织等各类主体为主导,通过发挥学术、技术或中介作用影响力,开放合作,协同推进智能教育发展。其主要特点是突出某类主体主导作用,搭建开放服务平台,同时广泛吸收相关力量参与和协作共创,主要包括三种类型:一是学校主导、多方协同,即以学校为主导力量,企业、社会机构等多方参与,共同推动学校智能教育发展。如美国卡内基梅隆大学作为人工智能重要发源地,在智能教育体系建设方面享誉全球,基于人工科学协同论,采取学校主导、多方协同策略,与政府、高校联盟、大学、企业、研究所、公益机构、中小学、慈善基金会等展开广泛的协同,开放式地发展智能教育^[32]。二是企业主导、科研创新,即以企业为主导,高校、科研机构等参与,通过技术和项目合作,协同推进智能教育科研创新。三是机构主导、行业协作,即以协会/学会等社会机构为主导力量,高校、企业、用户、地方教育主管部门等参与,协作推动智能教育行业发展。如中国教育技术协会发挥教育信息化领域唯一国家级行业协会主导作用,推动校企合作、政企合作,并设立智能教育专业委员会,专门从事智能教育行业协同发展的研究、交流与推广。

(三) 政产学研用共推发展模式

政产学研用共推发展模式的特点是“五位一体、优势互补”,即政府具有智能教育政策引领、方向调控等宏观决策与指导优势,企业拥有智能技术和产品研发优势,学校具有学科理论、专业课程和教育专家优势,科研院所具有智能科学与技术创新优势,社会力量具有社会实践、市场服务环境优势,通过多方合作、优势互补,实现“1+1>2”的整体效能。该模式实施包括两个层面:一是国家层面战略统筹,利用政策引导产学研协同创新。如党的十八届三中全会明确提出,建立产学研协同创新体制,构建具有中国特色的产学研创新体系^[33],《国民经济和社会发展的第十三个五年规划》进一步提出,构建政产学研用一体化的创新网络,以实体化、紧密型的合作模式推动产学研协同创新^[34]。二是区域层面推进落地,广泛采用UGBS协同创新模式。如安徽省蚌埠市自2019年以来,先后开展“双区一点”建设,采用“UGBS协同创新”模式,由高校、政

府、企业、中小学校协同推动区域创新教学实践,在西北师范大学专家团队指导下,多元主体逐渐形成协同发展关系,各方优势互补,推动区域创新教学实践可持续发展^[35]。

(四) 学科、事业、产业一体化发展模式

从智能教育生态建构整体视角,以智能教育学科理论为指导、以智能教育事业应用为主阵地、以智能教育产业为支撑,推进智能教育体系创新。南国农先生曾提出“电化教育是一门学科、是一项事业、也是一种产业”的思想^[36],电化教育是由事业、管理、产业、学科教学、学科研究五个子系统构成的大系统^[37]。据此,可将智能教育学科、事业、产业三大领域作为一个整体,整合三方力量,协同推进智能教育体系创新发展。一方面,发挥智能教育学科的统领作用。2019年,西北师范大学在全国率先获批设立智能教育博士点,并与科大讯飞联合建立智能教育研究生科研与实践基地。杨宗凯提出,发展智能教育学,将智能教育学列为交叉学科门类下的一级学科,尽快启动学科体系构建工作,积极开展智能教育领域的协同创新^[38]。另一方面,加强学科、事业、产业一体化发展。教育生态系统组分复杂多元、结构复杂多层、功能复杂多样、演化复杂多变,其表现模态包括事业性、实践性、科学性和产业性四种类型^[39]。智能教育学科发展既为智能教育事业、产业提供理论指导和人才培养服务,同时也离不开智能教育事业的应用落地和智能教育产业的技术与产品支撑。学科、事业、产业职责互补、目标一致,通过三者有机融合、一体化发展,促进智能教育体系协同创新。

(五) 综合集成、协同创新发展模式

该模式源自钱学森先生的“综合集成”思想。20世纪后期,科技进步推动了社会形态深刻变革,也推动了复杂性科学的发展,钱学森前瞻性地提出了开放的复杂巨系统理论、从定性到定量的综合集成法及大成智慧学,开辟了一个科学新领域^[40]。智能教育生态是一个开放的复杂巨系统,利用综合集成和大成智慧的思想,通过顶层设计和基于人机结合的综合集成,有效推进智能教育生态协同创新。一是总体设计。构建专门的总体设计部,开展顶层设计,采用综合集成法,实施各类系统工程,能够更全面、有效地掌控全局。如区域智能教育的整体推进、学校智能教育建设与应用,均需要统一的总体设计方案。二是综合集成。基于信息空间(Cyberspace)创建“综合集成研讨厅体系”,把各个方面专家的知识及才能、各种类型的信息及数据和计算机软件、硬件三者有机地结合起来,构

成一个系统,实现“集大成、得智慧”^[41]。三是人机结合。沉浸在信息空间里所形成的智慧由“量智”和“性智”组成,机器的优势在于“量智”能力,人类的优势在于“性智”能力,人类智慧和机器智能有机结合、联动互补,及时获得和集成知识、信息与智慧,从而实现信息技术促变智慧教育,这正是智慧教育提出的重要依据^[42]。

六、结 束 语

本研究基于 TOE 理论框架和创新生态系统理论提出适用教育场景的改进型 TOES 理论框架,构建了智能教育生态协同发展的概念模型和逻辑框架体系,

阐述了智能教育发展的四大生态协同场域及协同法则,并提出了智能教育生态协同发展的五类典型实践模式。当前,DeepSeek R1、OpenAI o1 等推理模型不断取得新的突破,教育领域的智能生产力加快发展,智能教育生态发展面临新的挑战 and 机遇,如智能教育生态协同共创的深度和广度如何深化,如何推进人机协同、人机融合的智能教育深化创新,如何利用新兴智能技术开启智慧教育之门^[43]等。下一步要加快新兴技术在教育领域的扩散与融合应用,深化政、产、学、研、用多元主体深度合作,加强有效的跨部门、跨区域、多场景协同,创新智能教育协同演化范式,进一步推动智能教育生态重构、协同创新。

[参考文献]

- [1] 袁磊,雷敏,徐济远. 技术赋能、以人为本的智能教育生态:内涵、特征与建设路径[J]. 开放教育研究,2023,29(2):74-80.
- [2] 雒亮,祝智庭. 循环共生:数字中国愿景下的教育信息化新生态[J]. 电化教育研究,2022,43(1):54-62.
- [3] 周鹤. 智能教育范式下人工智能技术推动教育生态系统变革研究[J]. 互联网周刊,2024(16):42-44.
- [4] 高朝邦,王妤,李霞,等. 智慧教育生态体系框架构建与实践路径[J]. 现代教育管理,2022(7):17-26.
- [5] 彭绍东. 人工智能教育的含义界定与原理挖掘[J]. 中国电化教育,2021(6):49-59.
- [6] 胡艺龄,赵梓宏,文芳. 智能时代下教育生态系统协同演化模式研究[J]. 华东师范大学学报(教育科学版),2022,40(9):118-126.
- [7] 刘邦奇. 智慧课堂引领教学数字化转型:趋势、特征与实践策略[J]. 电化教育研究,2023,44(8):71-79.
- [8] 赫尔曼·哈肯. 协同学:大自然构成的奥秘[M]. 凌复华,译. 上海:上海译文出版社,2005:123-124.
- [9] 刘铁男,李巧明,孟柳. 基于创新要素的协同创新模式[J]. 科技和产业,2024,24(22):170-176.
- [10] 朱启超,王姝. 日本“超智能社会”建设构想:内涵、挑战与影响[J]. 日本学刊,2018(2):60-86.
- [11] 习近平. 习近平在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[N]. 人民日报,2017-10-18(1).
- [12] 黄荣怀. 智慧教育元年将开启教育变革无限可能[J]. 中国教育网络,2024(12):1-2.
- [13] 郑勤华,熊潞颖,胡丹妮. 任重道远:人工智能教育应用的困境与突破[J]. 开放教育研究,2019,25(4):10-17.
- [14] 郭绍青,华晓雨. 论智慧教育与智能教育的关系[J]. 西北师大学报(社会科学版),2022,59(6):139-147.
- [15] 刘邦奇. 智能教育的发展形态与实践路径——兼谈智能教育与智慧教育的关系[J]. 现代教育技术,2019,29(10):20-27.
- [16] 王水兴,刘勇. 智能生产力:一种新质生产力[J]. 当代经济研究,2024(1):36-45.
- [17] 丁云霞,黄希发. 城市体育竞争力评价概念模型构建研究[J]. 体育科学,2023,43(10):34-44.
- [18] 张馨月,牟冬梅,王长聪,等. 面向健康管理的个体健康画像概念模型构建[J]. 现代情报,2025,45(5):152-166.
- [19] 方海光,孔新梅,刘慧薇,等. 基于共生理论的人机协同教育主体合作博弈及其优化策略研究[J]. 电化教育研究,2024,45(1):21-27.
- [20] 时文龙,刘茂玲. TOE 理论框架下职业教育数字化转型驱动因素组态效应探析[J]. 当代职业教育,2024(6):20-27.
- [21] 张省. 创新生态系统理论框架构建与案例研究[J]. 技术经济与管理研究,2018(5):24-28.
- [22] 陈健,高太山,柳卸林,等. 创新生态系统:概念、理论基础与治理[J]. 科技进步与对策,2016,33(17):153-160.
- [23] 李世瑾,戴蕴秋,顾小清. 场景规划:人工智能教育实践形态的可行路径[J]. 电化教育研究,2023,44(10):40-47.
- [24] 科技部. 科技部关于支持建设新一代人工智能示范应用场景的通知 [EB/OL]. (2022-08-12)[2025-04-22]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-08/15/content_5705450.htm.
- [25] 钟义信. 统一智能理论[M]. 北京:科学出版社,2023:183-304.
- [26] 刘邦奇. 人工智能赋能课堂变革的核心价值:智慧生成与模式创新[J]. 开放教育研究,2022,28(4):42-49.
- [27] 于歆杰. 当我们布置的作业 DeepSeek 能做对 80%……[J]. 中国大学教学,2025(Z1):4-9,55.
- [28] 吕利,王其红,徐雪. 基于协同学理论的家—园—区协同教育困境及其策略探析[J]. 陕西学前师范学院学报,2020,36(1):53-57.

- [29] 中共中央,国务院. 教育强国建设规划纲要(2024—2035 年)[EB/OL]. [2025-04-22]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/202501/t20250119_1176193.html.
- [30] 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,2018,24(4):13-24,42.
- [31] 中共中央,国务院. 中共中央、国务院印发《中国教育现代化 2035》[EB/OL]. (2019-02-23)[2025-06-03]. https://www.gov.cn/zhengce/2019-02/23/content_5367987.htm.
- [32] 唐玉溪,何伟光. 人工科学视域下的世界一流大学智能教育体系建设——以卡内基梅隆大学为例[J]. 现代教育技术,2023,33(4):119-126.
- [33] 中共中央. 中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定[EB/OL]. (2013-11-15)[2025-06-03]. <https://www.yidaiyilu.gov.cn/pl/105458.html>.
- [34] 国务院. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要[EB/OL]. (2016-03-17)[2025-06-03]. https://www.gov.cn/xinwen/2016-03/17/content_5054992.htm.
- [35] 房立,郭炯. UGBS 协同视域下区域创新教学实践内涵、特征及价值意蕴[J]. 电化教育研究,2024,45(6):74-80.
- [36] 南国农. 教育技术学科建设:中国道路[J]. 电化教育研究,2006,27(1):6-9.
- [37] 李运林,郭绍青,刘繁华,等. 电化教育实践建立“政产学研用”协同发展机制[J]. 电化教育研究,2024,45(3):5-9,17.
- [38] 杨宗凯,王俊,吴砥,等. 发展智能教育学 推动教育可持续发展[J]. 电化教育研究,2022,43(12):5-10,17.
- [39] 付臻,吴迪龙. 基于耗散结构理论视角的教育生态系统特征及其表现模式论析[J]. 江淮论坛,2017(5):145-149.
- [40] 戴汝为,郑楠. 钱学森先生时代前沿的“大成智慧”学术思想[J]. 控制理论与应用,2014,31(12):1606-1609.
- [41] 顾基发. 协同创新 综合集成 大成智慧[J]. 系统工程学报,2015,30(4):145-152.
- [42] 祝智庭. 智慧教育新发展:从翻转课堂到智慧课堂及智慧学习空间[J]. 开放教育研究,2016,22(1):18-26,49.

Synergistic Development of Intelligent Education Ecology: Logical Mechanism and Typical Practice Models

LIU Bangqi^{1,2}

(1.School of Educational Technology, Northwest Normal University, Lanzhou Gansu 730071;

2.iFlytek Institute of Educational Technology, Hefei Anhui 230088)

[Abstract] Collaborative innovation of intelligent education ecology has become a critical research focus owing to the rapid development of emerging intelligent technologies, such as generative artificial intelligence (AI), and their driving force in social transformation. This paper firstly analyzes the synergistic relationship in the evolution of intelligent education ecology, establishing a comprehensive conceptual model for its development. Then, drawing upon the Technology–Organization–Environment(TOE) framework and the innovative ecosystem theory, while combined with educational applications, this paper proposes an improved TOES theoretical framework suitable for education scenarios, subsequently constructs a systematic framework for the synergistic development of intelligent education ecology. Furthermore, this paper elaborates the basic content and synergy rules of the synergistic development of intelligent education ecology, including four ecological collaborative fields: technology ecology, organization ecology, environmental ecology and application ecology. Finally, this paper discusses five typical practice models in order to provide reference for promoting the collaborative innovation of intelligent education ecology in the new era.

[Keywords] Intelligent Education; Development of Education Ecology; Collaborative Innovation; Logical Mechanism; Practice Model