

“AI+数字孪生”赋能高校智慧教育 ——迭代融合、应用场景与实践进路

姜晓丽,邵明晖,石 晶

(黑龙江工程学院 经济管理学院,哈尔滨 150050)

摘 要:智慧教育和数字技术快速发展背景下,构建与未来学习型社会和数字社会相适应的智慧教学体系成为当前高等教育数字化转型的重要使命。分析高校智慧教育内涵和特征,解析人工智能和数字孪生技术融合机理,提出基于“AI+数字孪生”的高校智慧教育双螺旋迭代进化模型,探讨模型在高校智慧教育中的应用场景,从坚持育人理念、更新教育资源、创新教学模式、升级教学环境、规制伦理风险 5 个方面提出推进高校智慧教育建设的实践进路。

关键词:数字孪生;AI;智慧教育;人机协同

中图分类号:G71

文献标识码:A

文章编号:1671-4679(2025)01-0066-05

Empowering smart education in universities with “AI+Digital Twins”: iterative integration, application scenarios, and practical approaches

JIANG Xiaoli, SHAO Minghui, SHI Jing

(School of Economics and Management, Heilongjiang Institute of Technology, Harbin 150050, China)

Abstract: Against the background of rapid development of intelligent education and digital technology, building a smart teaching system that is compatible with the future learning society and digital society has become an important mission for the current digital transformation of higher education. Analyze the connotation and characteristics of smart education in universities, analyze the integration mechanism of artificial intelligence and digital twin technology, propose a double helix iterative evolution model of smart education in universities based on “AI+Digital twins”, explore the application scenarios of the model in smart education in universities, and propose practical approaches to promote the construction of smart education in universities from five aspects: reshaping educational concepts, updating educational resources, innovating teaching modes, upgrading teaching environments, and regulating ethical risks.

Key words: digital twins; AI; smart education; human-machine collaboration

智慧教育是数字教育发展的高级阶段。立足数字化转型的中国政策和 中国实践,教育部拟实施人工智能(artificial intelligence, AI)赋能行动,促进智能技术与教育教学、科学研究、社会的深度融合^[1]。在数实融合的大背景下,数字孪生以其全息映射、仿真推演、分析预测、实时交互等特点正成为各领域全面深化数字化转型的核心支撑技术之一。数字孪生与 AI 相互加持,通过双螺旋式迭代进化,

互为驱动,为高等教育的发展带来巨大加速度。

随着我国教育数字化转型战略的整体推进,以学生为中心的教育理念的提出及各高校智能教育的实践^[2-3],智慧教育体系的建设成为高等教育面临的重要任务。然而现阶段各高校对于 AI 和数字孪生技术的探索仍停留在局部功能性建设的浅层应用,将 AI 和数字孪生技术融合应用于构建全流程一体化的高校智慧教育体系尚处于初级阶段^[4]。文中从技术融合的视角,分析 AI 和数字孪生两种技术融合的迭代进化机理及其应用场景,探讨推进高校智慧教育建设的实践进路,旨在推动高校人才培养模式及教学方法改革,进而全面提升人才培养质量,扎实推进高等教育的内涵式发展。

收稿日期:2024-03-24

基金项目:黑龙江省高等教育 2023 年度省教育科学规划重点课题(GJB 1423008);黑龙江工程学院课程建设项目(2023KCSZ02)

第一作者简介:姜晓丽(1982—),女,副教授,博士,研究方向:产业创新与数字化。

1 高校智慧教育的内涵及特征

1.1 高校智慧教育的内涵

国内外学者关于智慧教育的内涵尚未形成统一的定义,目前主要有以下观点:目的论以培养人的德性和才智为导向,认为智慧教育是促进人的智慧生成和发展的教育^[5];手段论认为智慧教育根植于各类智能新技术,旨在全方位服务于人才培养活动,通过技术和手段赋能使课程承载起信念教育、专业训练、素质提升等多重教育目标^[6];融合论认为智慧教育是指教师在技术赋能的教学环境中,通过高效的教学手段和方法,对学习者的开展个性化教学,从而培养具有良好的价值取向、较强的行动能力、较好的思维品质、较深的创造潜能的人才^[7]。

随着智能技术的快速发展和高等教育数字化转型实践的不断推进,目前手段论的观点在学术界占优势地位。智能技术和数字化手段在智慧教育中的应用,使教育打破时间和空间的物理界限,创造出体验式、交互式、沉浸式等教育新形态和新模式,受到学习者的广泛认可。

本研究认为,高校智慧教育的内涵应是高等教育的教育使命、教育目的、教育手段3个维度的融合。从高等教育的教育使命来看,中国特色的智慧教育应以培养担当民族复兴大任的“四有”时代新人为重要使命,高校通过“五育并举”,促进学生全面发展,将学生培养成为德、智、体、美、劳全面发展的社会主义事业的建设者和接班人。从教育的目的来看,通过智慧教育,高校培育学生智能素养的同时,培养学生的创新思维、合作精神和终身学习能力。从教育的手段来看,高校利用物联网、云计算、虚拟现实、人工智能等技术,构建以学生为中心的智能化、泛在化的全新教育体系,以人机协同的教育新形态和新模式服务于智慧型人才培养活动^[8]。

1.2 高校智慧教育的特征

当前的教育数字化在发展过程中已将社交化、个性化、开放化、智能化等特征较为清晰地呈现出来。贾微微等^[9]将智慧教育的特征总结为智能性、个性化和交互性。高朝邦等^[10]认为智慧教育系统将系统论与生态学相结合,强调人与环境之间的相互关系。环境上实现数字化向数智化的转变,要求能基于教育大数据与人的融合协作实现物人协同。杜鹃^[11]指出智慧教育通过智能技术为师生、教育管理者提供教育支持,协调教育活动要素之间的关系,重构教育生态。从学术界对智慧教育特征的总

结可以得出,现代科学技术在教育中的高度渗透和广泛覆盖使得智慧教育的特征与技术高度相关。

结合高校人才培养需求和新一代智能与数字技术的优势,本研究梳理出高校智慧教育的核心特征:1)具有中国特色的智慧教育生态。智慧教育应具有国家和民族的独特基因,高校是传播民族文化、厚植国家文明的重要阵地,因此,高校智慧教育生态建设必然要体现中国特色,以中国特色社会主义教育思想为指导,以建设教育现代化强国为使命,以立德树人、全方位育人为根本任务,将智慧教育基本要素与中国高等教育相结合,从基础设施、资源建设、师资配套、教学创新、组织管理等方面全方位协同推进高等教育数字化转型。2)以数据为核心驱动个性化精准教学。基于教学全过程的学情数据采集、成绩分析和学情检测实现学业智能诊断,教师据此有的放矢地调整教学策略,进而实现精准教、个性学,实现从“经验”走向“循证”的教学数字化升级。3)人-技术-机器协同演化。人工智能技术带来了内容自动生成、数据深度分析和教育机器人的诞生,数字孪生技术支持教育主体和教育场景的虚拟化,这些技术使得教育要素之间的关系发生改变,重构各要素的协同创新机制,重塑基于人、技术、机器协同演化的更加高效的智慧教育生态。4)智慧学习泛在化。突破时间限制和校园空间物理界限,利用泛在化的网络和设备,在虚实结合的智慧学习空间,师生能够随时随地开展教学活动。

2 “AI+数字孪生”赋能智慧教育的双螺旋迭代进化模型

云计算、区块链、AI、数字孪生、物联网等各类新兴技术在各领域的应用不断落地,其中,AI和数字孪生技术成为推动高校智慧教育发展过程中占比较大的重要技术支撑。

2.1 AI和数字孪生技术解析

数字孪生是以数字化方式将客观世界中的物理实体映射为虚拟实体,通过历史数据、实时传感、算法模型和精确分析,模拟、刻画、验证、预测和控制物理系统,实现复杂系统从真实到虚拟再由虚拟控制真实的整个过程的闭环优化^[12]。

AI是一种模拟人类智能和学习能力的技术,通过机器学习、深度学习等算法,使计算机能够从数据中学习并自主决策^[13]。人工智能是数字孪生生态的底层关键技术之一,支持海量数据处理、系统自我优化,是数字孪生生态系统的中枢大脑。

虽然数字孪生和人工智能都依赖于数据处理

和模拟技术,但它们的应用场景和目标有所不同。数字孪生主要用于模拟和预测实体或系统的行为,以优化决策和流程,而人工智能主要用于模式识别和自主决策,以实现智能化功能。数字孪生更强调对实体或系统的真实建模,而人工智能则强调对数据的学习和应用。

AI 人工智能技术与数字孪生的有机结合应用于教育领域,基于人工智能的数字孪生可实现有效数据监测、历史回溯、未来推演等功能,使数字孪生更智能、更高效、更灵活地实现对物理实体的数字化映射及交互管理,为高等教育带来便利和教学模式创新。

2.2 基于“AI+数字孪生”融合应用的智慧教育双螺旋迭代进化模型

数字孪生绝大多数都是多孪生体的集成,在孪生构建过程中,利用 AI 大语言模型驱动生成式智能体的行为,可以支持智能体具备管理动态进化的记忆能力和递归生成能力。由此,AI 与数字孪生的结合就产生了认知孪生(cognitive digital twins,CDT)。

认知孪生是数字孪生在认知领域的一种扩展形式,除了数字孪生基本功能外,还具备认知功能,

如记忆、检索、反思和推理。其核心思想是利用先进的数据分析、机器学习和人工智能技术,使模型具备自我学习、推理和决策能力。一个完整的认知孪生具备感知、记忆、学习、注意、推理以及最终问题求解能力,并依赖于云端存储、数据分析、知识图谱、仿真优化等技术驱动实现这些能力,这些特性与高校智慧教学空间相结合,有利于弥补高校对学生高阶认知能力培养不足的问题,有效提升学生的认知能力。

冯升华^[14]在《数字孪生与 AI 技术的融合应用》中提出:在数字孪生时代,人类认识和改造世界的手段分为 3 种境界:第一种是体验世界。用我们的身体、五官直接感受、体验客观世界。第二种是数据世界。借助工具,包括传感器、测量仪器等,以数据化的方式表达客观世界。第三种是虚拟世界。借助计算机,通过建模的方式表达和认知客观世界。

在冯升华关于数字孪生“三重世界”理论基础上,本研究进一步延伸,结合认知孪生探讨 AI 和数字孪生技术的融合迭代在高校智慧教育中的应用,提出基于“AI+数字孪生”融合应用的智慧教育双螺旋迭代进化模型,如图 1 所示。

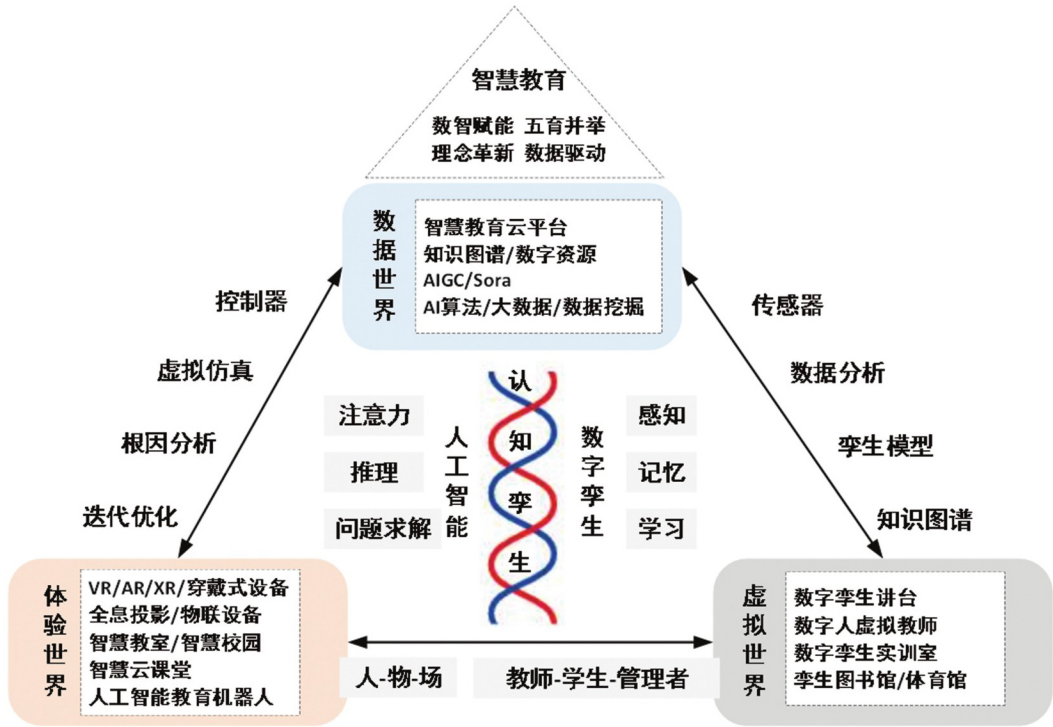


图 1 基于“AI+数字孪生”融合应用的智慧教育双螺旋迭代进化模型

在双螺旋迭代进化模型中,数据世界、虚拟世界、体验世界并非孤立存在,三者在与真实的客观世界认知和交互时是融合在一起并相互影响的。在教学活动中,学生根据在虚拟世界中获得的孪生

体验,对客观世界做出实时反馈;虚拟世界对教学策略进行持续的迭代、优化,消除低效流程,从而获得更好的教学效果;数据世界的分析使教师能够更精准地预判客观世界中学生学习过程将遇到的问

题和困境,对学生进行提醒和教学策略的实时调整。AI和数字孪生技术的融合大幅度提高了3个世界在交互过程中决策的科学性和预测的精准性,提升了教育教学创新、迭代的速度,能够根据每个学生的偏好,改变人的学习空间要素,从而获得最佳的个性化学习体验。高校智慧教育在两种技术螺旋迭代进化中不断优化和自适应,大幅度提升高等教育人才培养质量、效率和数字化水平。

3 基于“AI+数字孪生”的高校智慧教育应用场景

3.1 基于孪生讲台的虚实交互智慧教学系统

数字孪生讲台是数字技术赋能虚拟教学空间,通过虚拟现实技术将现实教学空间各要素映射到虚拟空间,虚实空间协同交互所形成的复杂教学系统。

数字孪生讲台通过在线学习特征分析技术将学生的专注力、认知水平、理解能力等与教师的教学资源、个性化教学指导、课堂重难点讲解相交互,利用数字孪生和AI技术对虚实空间教与学全过程数据进行超现实状态的特征识别、提取和建模,为学习者提供适配性的学习支持,进而实现精准教学管理和学生的个性化学习,在数字化、智能化驱动下提升在线教学决策的科学性和有效性。

3.2 基于“多师”协同教学的智慧课堂

高校的“双师型”教师通常指教师不但要有教师资格,还要有职业资格,具有“一师多能”的属性。随着数字技术和智能技术的突破,具有教学服务功能的人工智能教育机器人(实体)和数字人教师(虚拟)等新形态教学主体诞生。人工智能教育机器人能够为学习者提供丰富的可按需选择的学习资源,还可通过智能分析完成数据的实时反馈和分析。数字人教师(digital human virtual teacher),也叫数字孪生虚拟教师,更具自然、逼真、互动和个性化的教学特点。这些新形态教学主体融入课堂,可作为教师的“助教”来实现对教学过程的辅助或补充,也可以作为“导师”的角色讲授知识、互动问答、创设情境、提供资源、开展讨论、参与并引导学生的个性化学习等。

本研究提出新型“多师”课堂,是一种在智慧学习环境下,由“多师”主体与“学习者”协同完成课堂教学活动的教学形态。这里的“多师”是指由人工智能教育机器人、虚拟空间的数字人教师、实体空间的理论课教师或来自企业的远程指导教师等共同构成的多主体教师,具有“一课多师”的属性。教

师根据教与学的需求共同在课堂中承担部分教学工作,为学习者提供个性化学习服务。

3.3 基于虚拟仿真的数字孪生实训室

数字孪生实训室具有以下优势:1)沉浸式教学体验。高校数字孪生虚拟仿真实训室通过虚拟现实技术,为学生打造一个高度逼真的学习环境。学生可以在这个虚拟世界中自由探索、实训,获得与传统课堂截然不同的学习体验。2)资源共享与高效利用。数字孪生技术使得实训室能够实现资源的共享和高效利用,不同专业的学生共同使用虚拟平台,可以进行跨学科的实训学习,有效提高了教育资源的利用率。3)安全可靠的学习环境。在虚拟仿真实训室中,学生在没有安全风险的环境下进行各种实训操作,不仅可以降低教学成本,还能有效保障学生的生命安全。

3.4 基于“AI+数字孪生”的智慧校园

智慧校园通过提供智能感知环境实现教学、科研、管理和校园生活的智能化、高效化和便捷化,旨在提高教学质量和办学水平而形成的新型校园生态。“AI和数字孪生”在智慧校园中的应用主要有:1)智慧安防。AI与数字摄像设备结合,基于视觉智能算法和语义分析,进行视频监控和行为追踪等多种研判分析,及时发现、预警和处置安全事件;校园数字孪生平台能够与视频监控、消防系统、智能停车系统等安防设备进行数据对接,校园各场景映射到虚拟空间以3D形式呈现,直观、实时地掌握各场所人流、火情、人员聚集等紧急情况并及时预警,全面提升校园安防管理水平。2)智慧场馆。融入数字孪生技术的场馆通过人、物、场的虚实交互融合,使得场馆的物理空间和虚拟空间双向映射、互动融合,形成虚实相生的孪生场馆。高校校园的图书馆、博物馆、演艺场所等场馆在AI和数字孪生技术的支持下,营造出全要素数字化、全周期可视化、全场景仿真化的场馆孪生体,支持学生对知识的沉浸式体验、场馆资源的数字化保护与传播,实时进行监控与评估、智能化控制与管理等。

4 “AI+数字孪生”视阈下高校智慧教育的实践进路

以人工智能和数字孪生技术为核心技术驱动的高校智慧教育体系的建设实践面临五重困难:如何重塑新的教育理念?如何解决资源建设的问题?如何变革教学模式使其适应技术变革?如何打造与技术相匹配的软硬件环境?如何面对技术鸿沟和数字伦理带来的新问题?基于以上困境,本研究

梳理出推进高校智慧教育体系建设的实践进路。

4.1 筑牢育人理念

推动 AI 和数字孪生赋能的高校智慧教育体系建设,其目标是利用技术手段优化高校教育生态、革新教学系统结构和流程,提升教学效率的同时实现高校人才高质量培养。技术赋能下的高校智慧教育不能失去教育的“魂”,高校要始终秉持以学生为中心的育人理念,注重德育为先、能力为重、知识为基、实践为要,构建数字化支撑的德智体美劳全面发展的培养体系。

4.2 更新教育资源

数字资源建设需要持续投入、长期积累和建设,可从 3 个方面着手:一是完善智慧教育公共服务平台的搭建,深化教育应用,致力于教育资源服务的多样性。二是培养高校教师的多元化能力,技术变革下坚守教育初心。高校教师是高等教育最重要的资源之一,是高校智慧教育的实施者,是教育数字化转型的实践者。面对教育变革和技术冲击,教师应调整并重新定位自身角色,在重视能力提升的同时,应坚守教育初心,化冲击为契机,助推教育格局升维。三是解决低水平资源重复建设问题。注重优质素材类、课程类在线教育资源的开发,探索基于行为学、认知心理学的智慧教育公共服务体系等。

4.3 创新教学模式

AI 和数字孪生驱动的创新教学模式要落实在教学实践中,体现在教与学的形态变化上。AI 工具与教学深度融合赋能教学全过程:1)智能化教学设计。AI 支持精准学情诊断、情感态度识别、学习成果跟踪,帮助教师根据学习者特征分析进行弹性化教学设计;2)智能化教学实施。教师能够创设高度逼真、极具体验感的教学情境,借助多样化课堂工具和沉浸式虚实交互的智慧课堂环境,实现高效课堂互动。3)智能化学习探究。AI 技术支持学习资源推荐、在线交流、学习状态监测等,支持学习者跨时间、空间开展学习探究。4)智能化教学评价。AI 算法支持下的教学评价更科学、精准、个性化。教学过程中的评价数据全面、实时采集、即时分析,帮助教师根据评价数据及时调整教学内容和策略;支持作业批改和智能分析,同时助力开展科学循证的教师教学质量评价。

4.4 升级教学环境

AI 和数字孪生驱动的高校智慧教育的实施离不开高校软硬件教学环境的搭建,高校应着力建设处处能学、时时可学的育人“新环境”。一是开发双

空间一体化的智慧教室及双空间一体化的教学环境,用于课程实时录播督导教学、课堂实时签到情况及课堂活跃度和活跃用户监测等。二是建设覆盖学校水电暖监控、安防和消防、实验室安全以及学校车辆管理、数据中台、物联中台、高算中心的数字孪生校园,实现全方位的物联管控。三是打造开放共享的个性化育人环境,建设智慧体育馆、智慧图书馆、智慧演艺馆等,通过场馆的智能管控设备记录学生学习和偏好,通过多维数据的融合分析,高效地满足更多学生的个性化需求。

4.5 规制伦理风险

AI 和数字孪生等技术手段应用在教育领域是一把“双刃剑”,在加速知识生成、提高教育质量的同时,必须要规避技术带来的伦理风险。一是建立系统、完善的师生隐私保护规制,规避数据鸿沟带来的隐私边界模糊、数据合法权利丧失的风险。数据是人工智能的基础,教育权力部门通过智能设备采集教育教学的海量数据过程中,必然涉及师生的隐私。如何保证收集到的数据不外泄并科学管理,是需要智能设备供应者、教育权利主体、教育平台开发者等多方关注并解决的问题。二是坚持“以人为本”的教育理念主导智慧教育,规避师生传统关系改变的伦理风险。数智技术赋能的教学系统形成了由教师、人工智能教育机器人、数字孪生虚拟教师等组成的新型多维师生关系,使得教师的主要职责不再是教学关系中的主要知识传授者,而是学习过程的辅导者,智能机器人的大数据分析能力和机器学习使其知识背景和认知超越教师个人的能力,教师不得不面临教学主体价值被剥夺的隐忧。然而,以人为中心是教育持续健康发展必须遵循的理念和原则,应该主张“冷”技术、“热”人性,避免“算法崇拜”,教师要结合数据和真实情境看到学生的需求,更有效地激发学生的认知、情感和创新能力。

5 结束语

AI 和数字孪生技术融合在高校智慧教育建设过程中发挥着重要作用,建设实践中要关注教育理念、教学模式、教学资源、教学环境等方面的同步变革。高校智慧教育的建设是复杂的系统工程,需要政府、高校和社会多主体加入并发挥积极作用,完善顶层设计和法律法规建设,推动教育和技术的深度融合,进而实现培养适应国家和社会发展需求的智慧型人才的目标。

(下转第 80 页)

台研究与探索[J]. 中国教育技术装备, 2020(19): 126-130.

[4] 徐军,李欣,孙明晓,等. 基于创新人才培养的实践教学体系研究:以哈尔滨理工大学电子信息科学与技术专业为例[J]. 高教学刊, 2020(7):27-29.

[5] 张莉,张丽,刘飞阳,等. 提升电子科学与技术专业本科毕业设计(论文)质量探究[J]. 实验室研究与探索, 2020,39(1):253-255.

[6] 周沐. 电子信息科学与技术专业实践能力培养和探索[J]. 湖北农机化, 2019(11):26.

[7] 朱高峰,张艳蕾,胡文明. 新工科背景下的电子信息科学与技术专业转型研究[J]. 中国现代教育装备, 2019(7):62-63.

[8] 王成义,郭秀梅,张萍. 电子信息科学与技术专业实践教学体系的改革和实践[J]. 高教学刊, 2019(8): 133-135.

[9] 孔维宾,高原,丁健云,等. 基于 CDIO 的电子科学与技

术专业实践教学体系的探索[J]. 软件导刊(教育技术), 2018,17(7):77-79.

[10] 任国风,王爱珍,田竹梅,等. 应用型高校电子信息专业实践教学体系的改革实践[J]. 廊坊师范学院学报(自然科学版), 2018,18(2):125-128.

[11] 陈纯锴,关雪梅,汤春明,等. 电子信息科学与技术专业信号类课群体系改革与建设[J]. 高师理科学刊, 2018, 38(4):78-81.

[12] 杨坤,杨红军,翟凤潇,等. 电子科学与技术专业创新创业教育实践教学探索[J]. 科教导刊(下旬), 2018(9): 49-50.

[13] 康辉,夏洪洋,王秀琴,等. 电子信息科学与技术专业多维实践教学模式探索[J]. 科技视界, 2018(6):55-56.

[14] 董妍汝. 电子信息科学与技术专业实践教学体系研究[J]. 山西电子技术, 2016(6):82-85.

[责任编辑:路晓鸽]

(上接第 70 页)

参考文献

[1] 怀进鹏. 将实施人工智能赋能行动,促进智能技术与教育教学、科学研究深度融合[EB/OL]. (2024-02-01) [2024-02-01]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/2024/2024_zt02/mtbd/202402/t20240202_1114004.html.

[2] 教育部. 教育部关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知[EB/OL]. (2018-04-18) [2024-04-25]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html.

[3] 国务院. 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL]. (2017-07-08) [2017-07-20]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.

[4] 沈丽燕,李萌,张紫微,等. 基于 AI 技术的高校智慧教学生态体系的构建与应用:以浙江大学为例[J]. 现代教育技术, 2022,32(12):85-92.

[5] 邵晓枫,刘文怡. 智慧教育的本质:通过转识成智培育智慧主体[J]. 中国电化教育, 2020(10):7-14.

[6] 张军. 构建中国特色智慧教育体系的思考与实践[J].

中国高等教育, 2022(增刊 2):9-12.

[7] 祝智庭. 智慧教育:引领教育信息化走向人本主义情怀[J]. 现代教育, 2016(7):25-27.

[8] 彭莹莹,汪昕宇. 高校智慧教育生态体系构建[J]. 北京联合大学学报, 2024,38(1):7-12.

[9] 贾微微,张浩瑜. 智慧教育价值共创与教学质量提升路径研究:服务主导逻辑视角[J]. 现代职业教育, 2023(13):1-4.

[10] 高朝邦,王好,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.

[11] 杜娟. 智慧教育生态空间:教育融通空间的升级转型[J]. 现代教育技术, 2023,33(11):38-46.

[12] 刘哲,赵晓宇,李艳丽,等. 数字孪生技术在智慧校园中的研究与应用[J]. 微型电脑应用, 2023, 39(12): 45-48.

[13] 胡小勇,孙硕,杨文杰,等. 人工智能赋能教育高质量发展:需求、愿景与路径[J]. 现代教育技术, 2022,32(1): 5-15.

[14] 冯升华. 数字孪生与 AI 技术的融合应用[J]. 人工智能, 2021(2):29-37.

[责任编辑:路晓鸽]

(上接第 75 页)

[15] 孙淑瑞,王冰洋,李雨,等. 基于应用型本科的液压课程思政教学探索[J]. 南方农机, 2022,53(5):147-149.

[16] 郑淑娟,刘楷安,许兰贵,等. “液压与气压传动”课程思政的教学实践与探索[J]. 科技与创新, 2021(21):20-21.

[17] 徐铭,李志军. 应用型本科院校课程思政的探索与实践:以“液压与气压传动”课程为例[J]. 安阳工学院学报, 2021,20(6):99-101.

[18] 秦娟娟. 液压与气压传动课程思政建设探索与实践[J]. 中国教育技术装备, 2021(14):58-59.

[19] 彭辰晨,马苏常. 课程思政融入液压实训教学的探索[J]. 大学, 2020(28):112-113.

[20] 孙珂琪. 课程思政在“液压与气压传动”课程中的应用[J]. 教育教学论坛, 2020(20):114-115.

[责任编辑:路晓鸽]