

# 教师人工智能教育素养发展的影响机制

宫玲玲<sup>1</sup> 李宝敏<sup>2</sup> 屈曼祺<sup>1</sup>

(1. 华东师范大学 基础教育改革与发展研究所, 上海 200062; 2. 华东师范大学 教师发展学院, 上海 200062)

**[摘要]** 生成式人工智能教育应用对教师人工智能教育素养提出内涵重构与能力提升的需求。系统厘清其影响因素与作用机制,是支撑智能教育深度变革的基础。本研究通过文献综述,解构教师人工智能教育素养的内涵维度与核心影响因素,构建并验证教师人工智能教育素养发展的结构方程模型,揭示素养内部、教师个体特征与环境支持影响其发展的关键路径。在素养内部结构中,教师人工智能教育理念显著正向影响其人工智能教育伦理、人工智能基础知识与技能及人工智能与教法整合素养,并通过与教法整合影响专业发展;人工智能基础知识与技能显著正向影响人工智能与教法整合,并完全以此为中介影响专业发展。在个体特征方面,教师自我效能和教育信任通过影响人工智能教育理念进而支持其他素养发展,应用行为意向直接支持专业发展实践。在学校环境层面,校长的智能化领导力直接推动教师人工智能教育伦理素养建设与教学整合实践,学校人工智能基础设施与组织氛围通过协同联动,共同构筑支持教师人工智能教育素养发展的外部环境。基于此,本研究从素养结构优化、教师个体赋能及学校环境支持三个层面,提出促进教师人工智能教育素养各维度协同发展的策略与建议。

**[关键词]** 人工智能教育素养;个体特征;学校环境

**[中图分类号]** G451.2

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1007-2179(2025)06-0104-14

## 一、问题提出

生成式人工智能正推动传统教学互动迈向以“师一生一机”三元协同为核心的新型范式。这一转型带来技术伦理风险泛化、教师主体性弱化等挑战(Cheng et al., 2020)。面对技术跃迁对教育实践与师生权益的冲击,系统提升教师人工智能教育素养已成为全球教育系统的迫切需求。联合国教科文组织发布的《教师人工智能能力框架》,为

全球人工智能教育素养的系统化评估与培养提供了权威指引(UNESCO, 2024);我国《中小学生成式人工智能使用指南(2025年版)》明确将教师提升智能教育素养纳入政策刚性要求(教育部, 2025)。

尽管培育人工智能教育素养已纳入各国教师专业发展的核心战略,但实证研究显示教师普遍存在“认知认同不足、应用焦虑显著、伦理意识薄弱、知识基础欠缺、技术操作生疏、教学整合乏力”等问题(郑智勇等, 2023)。相关学习课程与资源也缺

**[收稿日期]** 2025-09-01

**[修回日期]** 2025-10-22

**[DOI编码]** 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2025.06.011

**[基金项目]** 国家社会科学基金 2023 年度教育学国家一般课题“课堂教学视频分析的人机协同诊断模型构建与应用研究”(BHA230123)。

**[作者简介]** 宫玲玲,博士研究生,华东师范大学教育学部,研究方向:智能教师教育(LLevana@163.com);李宝敏(通讯作者),教授,博士生导师,华东师范大学教师发展学院,研究方向:智能教师教育、教师专业发展;屈曼祺,博士研究生,华东师范大学教育学部,研究方向:教师专业发展。

**[引用信息]** 宫玲玲,李宝敏,屈曼祺(2025).教师人工智能教育素养发展的影响机制[J].开放教育研究,31(6):104-117.

少结构化设计,未能有效关照人工智能教育素养各维度间的协同发展与动态关联(蒋瑾等, 2023)。本研究通过剖析教师人工智能教育素养多重影响因素及其交互作用路径,揭示其发展的影响机制,为构建符合我国教育教师专业发展路径提供理论支撑与实践依据,进而推动人工智能赋能教育的高质量、可持续发展。

## 二、理论基础与研究假设

### (一)内涵结构

#### 1.内涵与构成

教师人工智能教育素养的内涵正经历从工具本位向主体本位的深刻转向,学界对其界定尚未达成共识。塞尔(Searle, 1980)将人工智能分为无自我意识的“弱人工智能”(Artificial Narrow Intelligence, ANI)和具备自主思考能力的“强人工智能”(Artificial General Intelligence, AGI)。弱人工智能以技术代具的角色进入教育场域。有学者(Long & Magerko, 2020)将人工智能素养定义为能将人工智能作为一种工具,并能与之有效协作,且能批判性评估的能力。这类界定多侧重于技术知识与应用,鲜有关关注教师主体性价值。

随着技术“主观能动性”的突破,人工智能教育应用的角色由外在工具变为具有生成性、未知性等特征的参与者。它能深度介入甚至挑战教师的教学决策过程,捍卫教师主体性并激发其专业能动性由此成为教育领域的迫切诉求(王凯等, 2025)。国际社会对此高度关注:联合国教科文组织强调人本价值与教师权益的保障(苗逢春, 2024),美国教育部教育技术办公室倡导教师在“人机融合共生”循环中实现生命进化(Office of Educational Technology, U.S., 2023),欧盟提出人工智能教育应用需实现“从技术中心向教师中心”的范式转移(EU-OSHA, 2024)。学界日益将教师的教育哲学、主体意识与伦理责任纳入素养框架,辨识与应对潜在伦理问题成为教师人工智能教育素养不可或缺的维度(Ng et al., 2021)。比如,郑智勇等(2023)构建涵盖人工智能教育意识、知识、能力及伦理思维的测评框架;胡小勇等(2021)提出整合知识、能力、思维与文化践行的综合性素养模型;兰国师等(2025)提炼出以“人类判断”和“正义”为基石

的核心发展原则。

教师人工智能教育素养的核心本质应锚定于人类主体性与专业能动性,指向教师在人工智能赋能的教育环境中,有效应用、批判反思与伦理决策所需具备的融贯性素养体系,涵盖理念认知、伦理规范、技术技能、教学实践与专业发展等。基于此,本研究融合联合国教科文组织《教师人工智能能力框架》及相关标准,从五个相互关联、内在统一的维度解构教师人工智能教育素养体系。人工智能教育理念(AI Educational Mindset, AIEM)指教师应用人工智能技术所秉持的以学习者为中心、强调人文关怀的教育价值取向、信念系统与思维模式;人工智能教育伦理(AI Educational Ethics, AIEE)指教师对人工智能教育应用涉及的伦理原则、数据隐私、算法公平、法律法规的理解和遵循能力,以及主动识别、评估与防控相关风险的意识;人工智能基础知识与技能指教师掌握基础的技术操作,并能有效选择、应用和创新设计人工智能工具,以适应教学需求;人工智能与教法整合(AI Pedagogy, AIP)指教师将人工智能有效融入教学能力,将其嵌入教学策略以支持教学设计、课堂组织、师生互动及学习评估等;人工智能支持教师专业发展指教师利用人工智能技术开展终身学习,建设跨学科、跨校际教研共同体,并主动探索角色转型与专业成长路径的能力(UNESCO, 2024)。

#### 2.内部结构假设

厘清教师人工智能教育素养各维度存在何种影响关系、内在作用机制、影响程度如何,构成本研究首要研究问题。

教育理念是教师人工智能教育素养的关键要素,体现了素养的深层根基与价值导向(祝智庭等, 2021)。丁世强等(2023)将教师对人工智能教育的态度、理解和价值判断等视为价值支点;钟柏昌等(2024)指出,素养的形成本质上是知识与思维动态互构的过程,人工智能教育理念在其中发挥着对教师主体内在认知统一发展的奠基作用。基于上述认识,本研究提出假设 H1a—H1d: 人工智能教育理念对其他四个核心维度具有显著的正向促进作用。

人工智能教育伦理体现为对技术应用的约束与反馈,现有理论尚未充分论证伦理维度能直接驱动或显著促进教师其他素养的提升。苗逢春(2022)

指出伦理治理框架不仅规约着教育全流程中人工智能的应用边界,教育本身也承载着反向赋能培养伦理认知的关键功能。陈倩倩等(2023)提出技术伦理的核心价值在于保障技术应用的可持续性;余亮(2025)强调提升教师的伦理意识,有助于其在技术应用中更好地遵循规范,从而维护教育活动的自主性与独立性;阮等(Nguyen et al., 2023)的研究进一步佐证,人工智能伦理能够有效规范教师的教法选择与实践路径。基于此,本研究主张,在教师人工智能教育素养的发展框架内,伦理要素主要扮演保障与制约的角色,其作用机制更侧重于护航素养的整体协调发展,而非建立直接的作用路径,不预设伦理对教师其他能力要素存在直接影响。

基础知识与技能在教师人工智能教育素养体系里起中枢联结作用(Sengsri & Khunratchasana, 2024; Stolpe & Hallström, 2024)。掌握人工智能基础知识与技能是教师有效开展教育应用的前提,也是促进自身专业成长的基础(汪燕, 2025)。韩锡斌(2025)指出教师掌握相关技术与工具后,通过将人工智能深度融入教育核心要素与教学过程,能有效地履行育人职责并驱动专业进阶。由此,本研究建立假设 H1e、H1f: 人工智能基础知识和应用显著正向影响人工智能与教法整合、人工智能支持专业发展。

教师专业发展受教学实践影响,其本质是基于教师内生动力的教育实践改进(Chang et al., 2017)。黄涛(2025)建构了人工智能增强型教师专业发展模型,将人工智能驱动的教学创新与变革视为推动教师专业发展向更高阶段跃迁的关键;有学者(Wang et al., 2024)指出人工智能与教法有效整合代表着教育理念与技术应用的创造性转化,其本身即构成教师专业素养的核心,是驱动教师实现自我价值的重要力量。基于此,本研究提出研究假设 H1g: 人工智能与教法整合显著正向影响人工智能支持教师专业发展。

## (二)影响因素

鉴于不同教育技术素养的发展机理有共性,本研究借鉴教师信息素养与数字素养的研究成果,梳理影响因素。班杜拉(Bandura & Walters, 1977)的社会认知理论和勒温(Lewin, 1951)的场动力理论被广泛应用于预测教师技术素养。社会认知理论

认为,能动性指个人在社会环境中作出积极、有选择性的反应行为,受个体特质与外部环境交互作用影响;场动力理论强调个体行为是特定场域下内部动力与外部环境共同作用的结果(孙祯祥等, 2016)。教师人工智能教育素养的形成受个体内在特征与外部环境的双重影响(Burnes et al., 2013)。周洪宇(2025)指出,强化教师主体性并构建智能学习共同体至关重要,强调价值引领、培训实践、应用治理等对教师素养培育的核心作用。罗生全(2025)建议人工智能时代教师能力发展需突破传统线性思维,除注重提升技术整合能力,应重视建立人工智能教育认知体系与价值取向,以及推进多方协同的学校治理方式。可见,理论视角下“个体特征”和“外部环境”对教师人工智能教育素养发展起着关键作用,本研究将系统梳理并提炼这些关键影响因素,构建路径假设并进行结构模型检验。

### 1. 个体特征

教师个体特征是推动其教育实践能力与专业素养发展的关键内在动力,涵盖实践动机与技术应用意愿,体现出由认知、动机向实践逐步递进的内生性驱动逻辑。在个体特征层面,理性行动理论(theory of reasoned action, TRA)、社会认知理论和技术接受模型等常被作为理论框架,用于解释和预测教师技术素养表现。例如,有学者基于理性行动理论验证教师行为意向是教师学习人工智能的前因(Coban & Atasoy, 2019; Chai et al., 2021; Du et al., 2024)。也有学者从社会认知理论视角将能动性作为个人行为的驱动力,验证价值认同、自我效能等内在动机高的教师更愿意完成挑战性任务(Joo et al., 2018; Yeşilyurt et al., 2016; 崔旭, 2025)。还有学者从技术接受模型视角指出,教师使用人工智能的信心及感知的风险(技术焦虑)影响教师对人工智能的接受度与创新教学的行为转化(Davis, 1989; Baroni et al., 2022; Tekin, 2023; 屈曼祺, 2024)。综合来看,本文将教师个体特征的关键变量归纳为:人工智能价值认同(AIVA)、人工智能自我效能感(AISE)、人工智能教育信任(AIET)和人工智能应用行为意向(AIBI)。本研究旨在探究教师个体特征对人工智能教育素养的影响路径与作用强度,并基于理性行动、社会认知、技术接受等理论构建并提出八个研究假设(见表1)。

表 1 教师人工智能教育素养影响因素影响路径假设

编号	假设内容	影响路径
H1a	人工智能教育理念显著正向影响人工智能教育伦理	AIEM→AIEE
H1b	人工智能教育理念显著正向影响人工智能基础知识和应用	AIEM→AIFA
H1c	人工智能教育理念显著正向影响人工智能与教法整合	AIEM→AIP
H1d	人工智能教育理念显著正向影响人工智能支持专业发展	AIEM→AIPD
H1e	人工智能基础知识和应用显著正向影响人工智能与教法整合	AIFA→AIP
H1f	人工智能基础知识和应用显著正向影响人工智能支持专业发展	AIFA→AIPD
H1g	人工智能与教法整合显著正向影响人工智能支持专业发展	AIP→AIPD
H2a	价值认同显著正向影响人工智能教育理念	AIVA→AIEM
H2b	自我效能显著正向影响人工智能教育理念	AISE→AIEM
H2c	教育信任显著正向影响人工智能教育理念	AIET→AIEM
H2d	教育信任显著正向影响人工智能教育伦理	AIET→AIEE
H2e	应用意愿显著正向影响人工智能教育理念	AIBI→AIEM
H2f	应用意愿显著正向影响人工智能基础知识和应用	AIBI→AIFA
H2h	应用意愿显著正向影响人工智能支持专业发展	AIBI→AIPD
H2a	价值认同显著正向影响人工智能教育理念	AIVA→AIEM
H3a	人工智能基础设施显著正向影响人工智能教育理念	AII→AIEM
H3b	人工智能基础设施显著正向影响人工智能基础知识和应用	AII→AIFA
H3c	校长智能化领导力显著正向影响人工智能教育理念	AILP→AIEM
H3d	校长智能化领导力显著正向影响人工智能教育伦理	AILP→AIEE
H3e	校长智能化领导力显著正向影响人工智能基础知识和应用	AILP→AIFA
H3f	校长智能化领导力显著正向影响人工智能与教法整合	AILP→AIP
H3g	校长智能化领导力显著正向影响人工智能支持专业发展	AILP→AIPD
H3h	组织氛围显著正向影响人工智能教育理念	SOC→AIEM
H3i	组织氛围显著正向影响人工智能教育伦理	SOC→AIEE
H3j	组织氛围显著正向影响人工智能基础知识和应用	SOC→AIFA
H3k	组织氛围显著正向影响人工智能与教法整合	SOC→AIP
H3l	组织氛围显著正向影响人工智能支持专业发展	SOC→AIPD

教师人工智能价值认同指教师对人工智能教育应用的作用、潜力等持积极、肯定的态度。理性行动理论认为态度影响素养发展的主动性与持续性(Guo et al., 2025)。耶尔马兹等(Yilmaz & Bayraktar, 2014)的实证研究揭示了教师倾向排斥与自身价值冲突的人工智能建议;李世瑾等(2021)证实,当教师认同人工智能技术的价值,可以激发其积极尝试的心理动机。基于上述发现,本研究提出如下假设 H2a: 教师人工智能价值认同显著正向影响人工智能教育理念。

自我效能感指教师将人工智能有效融入教学实践的信念,会从心理、认知等角度影响教师的专业发展(Hazzan-Bishara et al., 2025),是教师选用人工智能的直接决定因素(Du et al., 2024; Sperling et al., 2024)。王等(Wang et al., 2004)指出高自我效能感的教师倾向于将技术整合到教学中;耶希利尔尤特(Yeşilyurt, 2016)验证了教师技术效能对其教学应用态度有显著促进作用。本研究假设自我效能感显著正向影响人工智能教育理念(H2b)。

教育信任指教师对人工智能教育技术的可靠性、公平性和安全性等的感知(Choung et al., 2023)与信赖水平(沈苑等, 2019)。吉米瑞等(Ghimire et al., 2024)验证了风险感知对教师行为意愿有负向影响,会使教师退缩甚至产生排斥心理,即风险感知越高,开展人工智能教育实践的可能性越低。基于此,本研究提出教育信任显著正向影响人工智能教育理念(H2c)和人工智能教育伦理(H2d)假设。

教师人工智能应用意愿指教师教育教学主动采纳人工智能技术的倾向性。作为技术接受模型、技术接受与使用理论、计划行为理论等的核心变量,贝伊(Bae et al., 2024)将应用意愿视为教师人工智能教育素养发展的核心驱动因素;董辉等(2023)指出意愿强的教师更倾向尝试人工智能赋能的差异化任务设计,智能教学创新能力也较强。由此,本研究假设应用意愿显著正向影响人工智能教育理念(H2e)、人工智能基础知识和应用(H2f)、人工智能与教法整合(H2g)、人工智能支持专业发展(H2h)。

2.学校环境

学校环境为教师专业发展提供实践场域与资源支持,并与教师个体内在特征形成互动共构机制。

本研究第三个问题聚焦学校环境对教师人工智能教育素养的影响路径及其作用强度。已有实证研究多采用“技术—组织—环境”(TOE)框架,如郑智勇(2023)、张乐乐(2023)与冯凯瑞(2025)等指出,学校技术基础设施完备程度、激励性组织文化和管理者的支持,共同形塑着教师对人工智能技术的价值感知与应用意愿。基于此,本文将学校环境归纳为三个维度:人工智能基础设施(AII)、校长智能化领导力(AILP)和学校组织氛围(SOC),构建12条学校环境因素影响教师人工智能教育素养的路径假设(见表1)。

人工智能基础设施涵盖智能化教学工具、平台、资源等。贝尼蒂等(Benitti et al., 2012)指出技术资源正向影响教师的人工智能感知;肖(Xiao, 2023)指出学校AI基础设施通过环境浸润成为促进教师技术内化的实践场域。由此,本研究假设人工智能基础设施显著正向影响人工智能教育理念(H3a)、人工智能基础知识和应用(H3b)。

智能化领导能力是校长引领学校人工智能教育发展的实践表现,是信息化领导力或数字化领导力的深化(李世瑾, 2022),直接影响学校人工智能教育的实践质量。苏努(Sunu, 2022)指出校长为教师提供各种技术支持,可激励教师应用技术,校长数字化领导力与教师对技术的态度和使用之间存在显著的正相关。钟(Zhong, 2022)验证了校长信息化领导力对教师信息规划、管理、评估等的积极影响。基于此,本研究假设校长智能化领导力能整体促进教师人工智能教育素养发展,对其各维度均产生显著正向影响(H3c-H3g)。

学校组织氛围指学校内部环境所体现的特征和条件。学校的文化、结构和人际关系通过影响学校成员的感知、态度等决定其行为模式(Rego et al., 1992)。迈皮塔等(Maipita et al., 2023)发现学校组织氛围对教师技术整合能力有显著影响;王双龙(2016)指出,开放的组织氛围通过增强教师自主性,促进教师自我导向学习,进而提升教师人工智能素养;萨丽(Sari, 2024)验证了组织因素对教师专业发展的促进作用。由此,本研究假设学校组织氛围对教师人工智能教育素养各维度均产生显著正向影响(H3h-H3l)。

综上所述,本研究基于三个核心研究问题及

27个研究假设,建构教师人工智能教育素养影响因素的路径模型图(见图1)。

### 三、研究设计

本研究采用问卷调查法,通过结构方程模型进行路径检验,验证教师人工智能教育素养内部影响因素及教师个体特征和学校环境对教师人工智能教育素养的影响,以厘清影响教师人工智能教育素养发展的机理。

#### (一)测评工具

本研究所使用研究工具均参考权威框架或改编已有成熟量表,采用李克特五级量表形式测评。量表内容包含教师基本信息、教师人工智能教育素养、教师个体特征、学校环境四部分。其中,教师人工智能教育素养问卷参考联合国教科文《教师人工智能能力框架》,教师个体特征综合参考教师技术认同、效能、信任、焦虑、接受度等量表编制(Wang et al., 2004; 屈曼祺等, 2024; Li & Huang, 2020; Venkatesh et al., 2003),学校环境综合参考托纳茨基(Tornatzky et al., 1990)的技术—组织—环境模型、李世瑾和顾小清的校长智能化领导力量表改编(2022)。量表开发后,通过三位博士生与一位教授开展两轮迭代修订,并试测优化问卷结构与表述。

#### (二)研究对象与数据采集

本研究采用方便抽样法,对上海、云南、安徽、广东四省的784名中小学教师开展调查,这些老师均有人工智能教育应用与学习经历。研究者通过面对面发放问卷星链接的形式发放和收集问卷,参

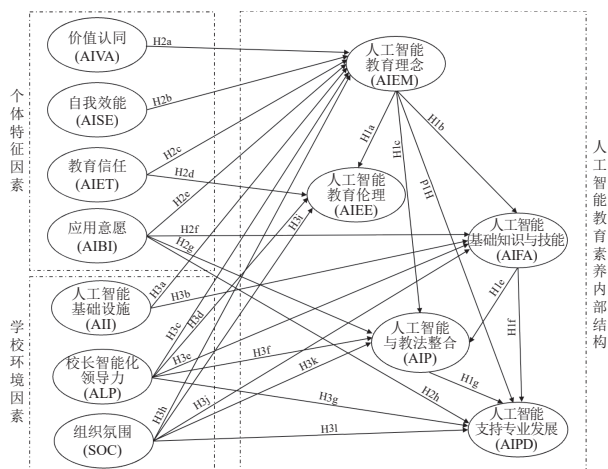


图1 假设路径模型

与调研的教师均知情且自愿。经过数据清洗,有效问卷 777 份,有效率 99.107%。调查对象中,男性占 51.48%,女性占 48.52%;小学教师占 53.28%,初中教师占 31.27%,高中教师占 15.44%;学科教师占 66.15%,中层管理人员占 24.97%,信息化管理人员占 7.98%和校长占 0.90%;本科学历占 85.97%;各教龄段人数占比均匀,新教师居多(24.45%),样本整体有较强的代表性。

(三)测量模型验证

信度保障测评的可靠性,效度反映测评工具精准考察潜在特质(各要素)的程度。为确保测评质量,本研究运用 SPSS 25 和 Mplus8 软件验证测量模型的信效度。

本研究采用克隆巴赫  $\alpha$  系数评估内部一致性信度,总量表为(0.971)、教师人工智能教育素养(0.964)、教师个体特征因素(0.935)、学校环境因素(0.964)克隆巴赫  $\alpha$  系数均高于 0.9,表明该测评工具内部一致性和稳定性良好。

本研究通过探索性因子分析评估结构效度,通过验证性因子分析验证聚合效度与区分效度(见表 2)。探索性因子分析结果显示,各部分取样适切性量数 KMO 值均大于 0.7,巴特利特球形度检验(Bartlett)卡方值显著,表明量表适合开展因子分析。探索性因子分析显示各题项对应的因子载荷均大于 0.5,表明该测量模型有良好的结构效度。验证性因子分析结果显示,量表各因子聚合效度用组合

表 2 各部分结构效度验证

维度	因素	克隆巴赫 $\alpha$ 系数	KMO 值	Bartlett 卡方值	因子载荷	CR	AVE
判断标准		>0.9	>0.7	P 值<0.05	>0.5	>0.8	>0.5
人工智能教育素养	AIEM	0.964	0.956	10544.319***	0.611~0.797	0.853	0.659
	AIEE				0.666~0.777	0.860	0.673
	AIFA				0.582~0.758	0.912	0.721
	AIP				0.589~0.751	0.943	0.732
	AIPD				0.710~0.767	0.916	0.784
个体特征	AIVA	0.935	0.926	4825.997***	0.954~0.958	0.998	0.993
	AISE				0.516~0.867	0.928	0.815
	AIET				0.709~0.826	0.961	0.891
	AIBI				0.696~0.830	0.933	0.778
学校环境	AII	0.964	0.942	7682.967***	0.813~0.868	0.937	0.833
	ALP				0.514~0.730	0.924	0.753
	SOC				0.764~0.866	0.880	0.712

注:\*\*\*表示 P<0.001。

信度(CR)均大于 0.8,平均变异萃取量(AVE)均大于 0.6,表明各要素被其观察变量有效评估的聚敛效度理想,操作性定义良好。

本研究采用平均变异萃取量比较各因子 AVE 均值是否大于因子间相关系数的平方。结果显示,所有要素两两 AVE 均值都大于其相关系数的平方(见表 3),表明不同因子测量的是不同构面,测评工具要素间具有理想的区分度。

表 3 各因子 AVE 与因子间相关系数平方

	AIEM	AIEE	AIFA	AIP	AIPD	AIVA	AISE	AIET	AIBI	AII	ALP	SOC
AIEM	0.659											
AIEE	0.560	0.673										
AIFA	0.396	0.506	0.721									
AIP	0.417	0.475	0.686	0.732								
AIPD	0.365	0.419	0.553	0.708	0.784							
AIVA	0.172	0.224	0.253	0.305	0.324	0.993						
AISE	0.222	0.187	0.160	0.216	0.254	0.236	0.815					
AIET	0.256	0.276	0.198	0.251	0.298	0.243	0.535	0.891				
AIBI	0.196	0.198	0.149	0.180	0.243	0.202	0.598	0.657	0.778			
AII	0.171	0.202	0.291	0.369	0.309	0.225	0.120	0.121	0.089	0.833		
ALP	0.168	0.205	0.270	0.345	0.285	0.239	0.141	0.138	0.099	0.746	0.753	
SOC	0.171	0.169	0.184	0.273	0.261	0.211	0.177	0.184	0.154	0.533	0.690	0.712

注:对角线数据为各因子的 AVE 值,斜下方三角内为各因素间的相关系数的平方。



四、假设检验与路径分析

(一)结构方程模型拟合度检验

本研究运用 Myplus8 软件检验基于假设建立的结构方程模型的拟合度。结果显示,模型拟合度良好:卡方自由度比值(df)2.084,小于5;标准化残差均方根(SRMR)0.040,小于0.06;近似误差均方根(RMSEA [90%CI])0.037,显著区间为[0.034 0.040],结果小于0.08且显著;Tucker-lewis 系数(TLI)0.968,大于0.9;比较拟合指数(CFI)0.961,大于0.9。

(二)直接效应检验

研究假设直接效应检验结果显示(见表4),教师人工智能教育素养内部结构中,除假设 H1d、H1f 外,其余假设均成立,即教师人工智能教育理念与人工智能基础知识和应用未直接对人工智能支持专业发展产生显著影响。

教师个体特征对人工智能教育素养发展的影响中,教师人工智能自我效能感与教育信任显著正向影响人工智能教育理念(H2b、H2c 成立);教育信任显著正向影响人工智能教育伦理(H2e 成立);应用意愿仅显著正向影响人工智能支持专业发展(H2h 成立)。

学校环境对人工智能教育素养发展的影响中,校长智能化领导力对人工智能教育伦理(H3d 成立)和人工智能与教法整合(H3i 成立)存在显著正向影响,其余假设不成立。

鉴于教师人工智能教育素养内部构成及其发展机制的复杂性,部分未呈现显著影响路径的背后可能隐含间接效应,有待后续验证。

(三)相关效应检验

前述研究假设验证结果表明,除个体特征的价值认同和学校环境的人工智能基础设施、组织氛围外,其余影响因素均显著正向影响教师人工智能教育素养。为探明模型中相关关系导致的间接效应,本研究对相关变量进行验证的结果显示,价值认同与自我效能感( $r=0.525$ )、教育信任( $r=0.524$ )、应用意愿( $r=0.457$ )等个体特征,人工智能基础设施( $r=0.938$ )、组织氛围( $r=0.912$ )和校长智能化领导力间,均显著相关关系。

(四)中介效应检验

由于多变量间的关系复杂,本研究进一步验证

表 4 直接效应结果

假设	假设路径	标准化 回归 系数 ( $\beta$ )	标准误 (S.E.)	T 值	P-Value	结果
H1a	AIEM $\rightarrow$ AIEE	<b>0.794</b>	<b>0.051</b>	<b>15.556</b>	***	支持
H1b	AIEM $\rightarrow$ AIFA	<b>0.595</b>	<b>0.054</b>	<b>10.890</b>	***	支持
H1c	AIEM $\rightarrow$ AIP	<b>0.173</b>	<b>0.046</b>	<b>3.773</b>	***	支持
H1d	AIEM $\rightarrow$ AIPD	0.006	0.046	0.123	0.902	不支持
H1e	AIFA $\rightarrow$ AIP	<b>0.650</b>	<b>0.049</b>	<b>13.302</b>	***	支持
H1f	AIFA $\rightarrow$ AIPD	-0.060	0.095	-0.629	0.529	不支持
H1g	AIP $\rightarrow$ AIPD	<b>0.903</b>	<b>0.103</b>	<b>8.791</b>	***	支持
H2a	AIWA $\rightarrow$ AIEM	0.091	0.053	1.725	0.085	不支持
H2b	AISE $\rightarrow$ AIEM	<b>0.418</b>	<b>0.142</b>	<b>2.937</b>	***	支持
H2c	AIET $\rightarrow$ AIEM	<b>0.500</b>	<b>0.162</b>	<b>3.088</b>	***	支持
H2d	AIBI $\rightarrow$ AIEM	-0.439	0.181	-2.423	**	不支持
H2e	AIET $\rightarrow$ AIEE	<b>0.116</b>	<b>0.047</b>	<b>2.450</b>	**	支持
H2f	AIBI $\rightarrow$ AIFA	0.056	0.051	1.106	0.269	不支持
H2g	AIBI $\rightarrow$ AIP	0.049	0.026	1.963	0.057	不支持
H2h	AIBI $\rightarrow$ AIPD	<b>0.141</b>	<b>0.028</b>	<b>4.993</b>	***	支持
H3a	AII $\rightarrow$ AIEM	0.252	0.199	1.267	0.205	不支持
H3b	AILP $\rightarrow$ AIEM	-0.247	0.363	-0.680	0.496	不支持
H3c	SOC $\rightarrow$ AIEM	0.210	0.204	1.032	0.302	不支持
H3d	AILP $\rightarrow$ AIEE	<b>0.350</b>	<b>0.170</b>	<b>2.054</b>	*	支持
H3e	SOC $\rightarrow$ AIEE	-0.309	0.160	-1.933	0.053	不支持
H3f	AII $\rightarrow$ AIFA	0.014	0.319	0.043	0.966	不支持
H3g	AILP $\rightarrow$ AIFA	0.748	0.593	1.261	0.207	不支持
H3h	SOC $\rightarrow$ AIFA	-0.514	-1.647	-1.647	0.100	不支持
H3i	AILP $\rightarrow$ AIP	<b>0.174</b>	<b>0.090</b>	<b>1.923</b>	*	支持
H3j	SOC $\rightarrow$ AIP	0.009	0.084	0.109	0.913	不支持
H3k	AILP $\rightarrow$ AIPD	-0.041	0.084	-0.492	0.622	不支持
H3l	SOC $\rightarrow$ AIPD	0.030	0.078	0.379	0.704	不支持

注: \*表示  $P<0.05$ ; \*\*表示  $P<0.01$ ; \*\*\*表示  $P<0.01$ 。

假设路径中可能存在的中介关系。针对自变量与因变量之间的直接效应不显著,由中介变量在自变量与因变量之间起完全中介作用的关系,本研究采用间接效应估计法。研究假设 H1f:人工智能基础知识与技能对人工智能支持专业发展的影响不成立,但人工智能基础知识与技能显著正向影响人工智能与教法整合(H1d:AIFA $\rightarrow$ AIP),人工智能与教法整合又显著正向影响人工智能支持专业发展(H1g:AIP $\rightarrow$ AIPD),故人工智能与教法整合可能作为中介因素,使人智能基础知识与技能对人工智能

支持专业发展产生间接影响。本研究需要对路径关系 AIFA →AIP→AIPD 进行验证。该两要素间存在直接影响,但其影响效应可能通过第三要素产生传递关系,本研究采用多阶段因果关系法。直接效应结果显示,个人特征的教育信任显著正向影响教师人工智能教育伦理(H2e:AIET→AIEE),同时显著正向影响教师人工智能教育理念(H2d: AIET→AIEM)、教师人工智能教育理念显著正向影响人工智能教育伦理(H1a:AIEM→AIEE),故本研究对路径关系 AIET→AIEM→AIEE 进行验证。

研究发现四条中介效应路径(见表5):内部结构路径中教师人工智能教育理念除直接影响人工智能与教法整合外,还通过影响人工智能基础知识与技能产生部分中介效应(AIEM→AIFA→AIP);教师人工智能教育理念通过中介变量人工智能与教法整合影响人工智能支持专业发展(AIEM→AIP→AIPD);教师人工智能基础知识与技能通过中介变量人工智能与教法整合影响人工智能支持专业发展(AIFA→AIP→AIPD);个体特征中教师对人工智能的教育信任除影响教师人工智能教育伦理外,还通过影响人工智能教育观念产生部分中介效应(AIET→AIEM→AIEE)。

表5 中介效应检验结果

路径		效应	标准化效应	T 值 (显著性)	中介类型
内部结构	AIEM→AIFA→AIP	直接效应	0.173	3.773***	部分中介
		间接效应	0.386	8.237***	
		总效应	0.559	11.070***	
	AIEM→AIP→AIPD	直接效应	0.006	0.123	完全中介
		间接效应	0.469	8.903***	
		总效应	0.475	9.074***	
	AIFA→AIP→AIPD	直接效应	-0.060	-0.629	完全中介
		间接效应	0.587	7.673***	
		总效应	0.527	8.557***	
个体特征	AIET→AIEM→AIEE	直接效应	0.116	2.450**	部分中介
		间接效应	0.397	2.997**	
		总效应	0.513	3.947***	
学校环境	ALP→AIP→AIPD	直接效应	-0.041	-0.492	无中介
		间接效应	0.433	1.578	
		总效应	0.392	1.331	

注:\*表示 P<0.05,\*\*表示 P<0.01,\*\*\*表示 P<0.001。

(五)路径模型总结

通过假设检验与路径分析,本研究得到教师人工智能教育素养影响机制模型(见图2)。其中,教师人工智能教育理念具有高度个体内在性,受教师人工智能自我效能感(AISE→AIEM)与教育信任(AISE→AIEM)的显著正向影响,直接效应的标准化回归系数β分别为0.418和0.500。人工智能教育伦理主要受人工智能教育理念正向影响(AIEM→AIEE,β=0.794),其次是学校环境的校长智能化领导力(ALP→AIEE,β=0.350);教师个体特征的教育信任既对其有直接影响(AIET→AIEE,β=0.116),又通过影响人工智能教育理念对其产生间接影响(AIET→AIEM→AIEE,β=0.397)。对教师人工智能基础知识与技能有决定性影响的因素是人工智能教育理念(AIEM→AIFA,β=0.595)。人工智能与教法整合受人工智能基础知识与技能直接影响程度最高(AIFA→AIP,β=0.650);其次是人工智能教育理念(总效应β=0.599),它通过中介变量人工智能基础知识与技能产生(AIEM→AIFA→AIP,β=0.386),也存在直接影响(AIEM→AIP,β=0.173);此外,校长智能化领导力也是人工智能与教法整合的直接影响因素(ALP→AIP,β=0.174)。教师人工智能支持专业发展主要受人工智能与教法整合直接影响(AIP→AIPD,β=0.903);应用意愿也对其产生直接影响(AIBI→AIPD,β=0.141);人工智能教育理念(AIEM→AIP→AIPD,β=0.469)与人工智能基础知识与技能(AIFA→AIP→AIPD,β=0.587)均通过中介变量人工智能与教法整合对其产生中介效应。教师人工智能教育价值认同及学校人工智能基础设施与组织氛围虽未直接影响教师人工智能教育素养,但与其影响因素密切

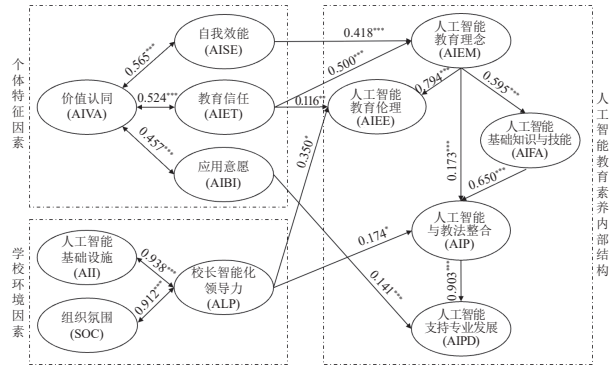


图2 验证后的路径模型



相关,模型衍生相关验证了其作用关系。

## 五、策略与建议

基于路径验证结果,本研究从内部结构关系、教师个体特征和学校环境三个层面,提出教师人工智能教育素养的发展策略与建议。

### (一)内部结构

1.人工智能教育理念是推动教师人工智能教育素养发展的根源

人工智能教育理念处于教师人工智能教育素养的核心,影响程度最大的是人工智能教育伦理,这说明理念塑造对教师人工智能教育伦理发展至关重要,为伦理问题的解决提供方向和原则(Yu et al., 2023)。只有教师意识到“人工智能由人类主导”这一核心原则,且形成人类问责的契约意识,才能在教育应用过程中内化相关伦理规则,提高规避风险与保障师生权益的能力。理念同样引领技能迭代,教师需深入理解人工智能工具教育应用的目标、收益和局限,打破对人工智能工具的被动迎合和机械操作,激发人工智能知识学习和工具应用的能动性(王丹, 2022)。在教学实践层面,理念能帮助教师厘清人工智能时代教育之本,唤醒教师教育价值自觉,驱动教育方式的升级转型。就教师专业发展而言,人工智能教育理念通过中介变量人工智能与教法整合产生间接影响。张诗雨等(2025)验证了人工智能教育认知与观念升级是思维方式转化的过程,提升教师人工智能技术及其教育应用的理解和批判性思考能力,有助于促使其更有效地利用技术促进专业发展。

传统的讲座培训难以真正触及教师的深层观念,人工智能教育理念塑造应渗透教师日常教学,使教师通过实践、反思动态生成和演化,从“灌输式输入”转向“嵌入式涵育”,实现知行一致的持续迭代发展(薛淑敏等, 2024)。此外,培训需引导教师聚焦真实教育场景的困境,如“如何界定学生使用人工智能辅助完成作业的诚信边界”,使教师切身体会“以人为本”的主体原则,将抽象的价值理念转为具体的实践指导,提升各维度素养。

2.基础知识与技能是链接人工智能理念与教学实践转化的桥梁

人工智能基础知识与技能是链接理念与实践

的桥梁,对教师开展人工智能教学整合创新与赋能专业发展有重要促进作用(Ng et al., 2023)。技术的本质是满足既定目的的手段。杨欣(2021)提出人工智能赋能教育有两种实践样态:一是从教育到人工智能的“重新域定”,二是从人工智能到教育的“标准工程”。“重新域定”是理念的技术实现,明确教育实践的基础和框架;“标准工程”指智能化的教育问题解决方案,是技术到教育实践的应用。可见,技术知识与技能决定着教育目的的表达与实现,又体现人与技术进化的协同。周洪宇等(2025)指出人工智能资源和工具催生了教师成长生态变革,是教师专业知识构成与专业实践的工具,能有效促进教师的专业成长。

健全教师人工智能知识及技能培训机制,首先要跳出唯“工具理性”桎梏,规避过分夸大技术功能并将其工具属性强加于教师(张立新等, 2022)。技术操作培训要做到需求导向与精准供给,通过创建教学任务驱动的实操工作坊,将技能学习置于真实教学情境中,让教师在解决问题过程中掌握人工智能基础知识与技能,避免“学用脱节”。

3.人工智能教学实践创新与教师专业发展呈现共生、互动式发展

主动的教学反思与实践是教师发展的重要特征(Shulma et al., 2004)。冯翠典等(2025)将教师学习视为围绕教师身份展开的实践与体验过程,强调教学在专业成长中具备的功能性价值。教学实践既是教师整合人工智能与教学法的直接表现,也是教师专业发展的核心,体现出职业成长与个人价值之间协同共生、交互融合的特征。参照麦切斯尼与奥尔德里奇(McChesney & Aldridge, 2021)提出的教师专业发展概念模型,人工智能与教法整合和人工智能支持专业发展素养的有效落实,主要体现在“应用”以及“对学生产生积极影响”两个阶段。

人工智能与教法整合和人工智能支持教师专业发展需双轨并进:一方面,教师专业发展活动要以课堂实践为导向,支持教师在真实教学情境中开展素养本位的课堂教学创新,推动人工智能赋能的教学模式转型、评价方式革新和教育资源开发,促进师生共同发展;另一方面,学校要为教师专业发展赋能,鼓励教师将人工智能技术应用于教学规划、研修学习、教研反思与科研实践等活动,营造人工

智能赋能的专业成长生态,精准回应教师个性化发展需求,推动其从被动接受者转变为基于个体教学与发展需求的自主学习者、反思实践者与专业成长的主动建构者。

## (二)个体特征

### 1.强化自我效能感,推动教师人工智能教育理念内化

自我效能感是教师形成教育实践信念与激发积极行为的前提条件。教师人工智能理念内化本质上是将外部挑战与素养要求转化为个体认同的价值观与行为准则。面对人工智能全方位渗透教育教学,教师要积极应对技术变革。提高自我效能感可通过降低初期技术门槛与任务难度、提供情感支持、即时反馈、建立同伴激励等方式;或者针对教师人工智能教育应用可能遇到的技术障碍、课堂管理问题或效果质疑等提供针对性解决方案,驱动教师将“人工智能教育有用且我能用好”的信念转化为持续探索和实践内驱力。

### 2.建立教育信任,固化教师人工智能教育认知内核

教育信任通过降低教师对技术不确定性的焦虑与增强教师主体性,稳固教师基本认知与行为适应(Louis et al., 2023)。强人工智能阶段,人工智能的“黑箱”效应、机器幻觉等使教师质疑人工智能生成的内容与教学应用的可靠性,由此产生技术疏离。教师对新型人际关系的情感交互、主体权益等担忧也易诱发防御性技术回避(赵磊磊等, 2022)。伦理方面同样存在信任困境:一方面体现在教师主体性面临挑战,必须坚守人本主义立场,另一方面源于教师对生成式人工智能等技术所蕴含的较高伦理与道德风险的恐惧。教师对人工智能的教育信任是固化其理念的心理屏障。建立信任的关键在于将“安全可靠”的口号转化为教师日常工作可遵循的制度、可验证的技术和可操作的指南等。治理层应完善人工智能法规政策、加强监管追责,纾解教师的防御与恐惧心理;技术层应优化算法的合法性、决策的透明度、价值的对齐性,加强数据隐私保护,降低技术环境风险(戴岭等, 2024);实践层需关注权威工具的审核和推荐、场景化应用指导,使教师人工智能教学实践“风险可控、操作可依、效果可见”。

### 3.增强应用意愿,支持教师利用人工智能加强专业发展

人工智能应用意愿是唯一未经由其他素养转化而对人工智能支持教师专业发展产生直接影响的个体特征。这表明,教师采纳人工智能技术的内在倾向是驱动其专业发展路径的重要动因(Lu et al., 2024),它凸显了教师主观能动性在深层次专业变革中的基础性作用。增强教师应用意愿要充分观照教师主体性,可通过心理赋能与技术赋能协同施策。心理赋能重在增强教师的决策参与,支持教师协同制定人工智能融入课堂或教研的规则与方案,强化其作为人工智能技术应用“设计者”而非“被动接受者”;技术赋能需优化工具易用性与提供支持系统,减少教师学习成本和操作步骤,降低教师的行为阻碍,帮助教师学习与适应人工智能技术,塑造自主发展的长效机制。

### 4.提升价值认同有助于强化教师使用人工智能的个体认知特征

价值认同维度虽未直接作用于教师人工智能教育素养,但与个体特征间存在显著正相关。这表明价值认同度高的教师更倾向学习人工智能知识,降低技术焦虑(Lucas et al., 2024)。人工智能与教育融合必须依托教师思想观念的更新与重塑,尤其需帮助教师厘清生成式人工智能教育应用的诸多争议。同时,人机协同要充分允许并引导教师的“价值注入”,如指导教师对协作成果进行价值导向的审核、评判、注释,参与规制教育人工智能的应用路向,强化教师个体认知特征。

## (三)学校环境

### 1.提升校长智能化领导力,推动与保障教师人工智能教学创新

校长智能化领导力是学校人工智能教育推进的关键,也是学校的人工智能基础设施与组织氛围建设的直接推进者(曹培杰等, 2023)。校长在学校智能化发展过程中要将人工智能教育创新融入学校发展愿景中,保障其从愿景到教学实践的落地(Gabitanan et al., 2024)。校长也要有效帮助教师利用人工智能技术突破教学的瓶颈(Liswati et al., 2023),进而整合人工智能与教法。

### 2.推动学校人工智能基础设施、组织氛围与校长智能化领导力协同联动

外部环境是人工智能与教育整合的重要条件,

虽未直接干预教师的人工智能教育素养发展,但对教师技术的采纳、行为动机、集体效能感等有重要影响(Fousiani et al., 2024)。基础设施需通过校长资源调配和学习支持才能作用于素养,缺乏领导的推动,硬件投入易沦为“技术空壳”;学校组织氛围很大程度上也取决于校长的推动,进而影响影响教师行为(张乐乐等, 2022)。校长应积极作为,完善校本化人工智能基础设施,培养教学典范、构建实践共同体等,营造鼓励教师开展人工智能教学创新的校园文化。同时,完善的基础设施与积极的组织氛围也可反向促进校长领导力跃升,从而协同激活教师提升人工智能教育素养。

#### [参考文献]

- [1] Bae, H., Hur, J., Park, J., Choi, G. W., & Moon, J.(2024). Pre-Service teachers' dual perspectives on generative AI: Benefits, Challenges, and integration into their teaching and learning[J]. *Online Learning*, 28(3): 131-156.
- [2] Bandura, A & Walters, R. H. (1977). *Social learning theory*[M]. Englewood Cliffs, NJ: Prentice hall: 9-10.
- [3] Baroni, I., Calegari, G. R., Scandolari, D., & Celino, I.(2022). AI-TAM: A model to investigate user acceptance and collaborative intention in human-in-the-loop AI applications[J]. *Human Computation*, 9(1): 1-21.
- [4] Benitti, F. B. V.(2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review[J]. *Computers & Education*, 58(3): 978-988.
- [5] Burnes, B., & Cooke, B.(2013). Kurt Lewin's Field Theory: A review and reevaluation[J]. *International Journal of Management Reviews*, 15(4): 408-425.
- [6] 曹培杰(2023). 面向教育数字化转型的校长领导力重构[J]. *中小学管理*, 1: 9-12.
- [7] Chai, C. S., Lin, P. Y., Jong, M. S. Y., Dai, Y., Chiu, T. K., & Qin, J.(2021). Perceptions of and behavioral intentions towards learning artificial intelligence in primary school students[J]. *Educational Technology & Society*, 24(3): 89-101.
- [8] Chang, D. F., Chen, S. N., & Chou, W. C.(2017). Investigating the major effect of principal's change leadership on school teachers' professional development[J]. *IAFOR Journal of Education*, 3(5): 139-154.
- [9] 陈倩倩, 张立新(2023). 教育人工智能的伦理审视: 现象剖析与愿景构建——基于“人机协同”的分析视角[J]. *远程教育杂志*, 41(3): 104-112.
- [10] Cheng, X., Sun, J., & Zarifis, A.(2020). Artificial intelligence and deep learning in educational technology research and practice[J]. *British Journal of Educational Technology*, 51(5): 1653-1656.
- [11] Choung, H., David, P., & Ross, A.(2023). Trust in AI and its role in the acceptance of AI technologies[J]. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 39(9): 1727-1739.
- [12] Coban, O., & Atasoy, R.(2019). An Examination of relationship between teachers' self-efficacy perception on ICT and their attitude towards ICT usage in the classroom[J]. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 14(1): 136-145.
- [13] 崔旭, 高攀, 周知(2025). AIGC 嵌入场域下用户信息搜寻行为意向触发因素模型构建——基于创新扩散理论多维框架的分析[J]. *图书馆*, 6: 13-23+75.
- [14] 戴岭, 祝智庭(2024). 教育人工智能伦理与道德风险治理: 问题廓清与精准施策[J]. *中国教育学报*, 12: 31-37.
- [15] 丁世强, 马潇, 魏拥军(2023). 中小学人工智能教师专业素养框架研究[J]. *电化教育研究*, 44(6): 120-128.
- [16] Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology[J]. *MIS Quarterly*, 319-340.
- [17] 董辉, 刘许, 周鑫玥, 李雨桐(2023). 教师智能教育素养的概念、框架与发展策略[J]. *杭州师范大学学报(社会科学版)*, 45(4): 79-87.
- [18] Du, H., Sun, Y., Jiang, H., Islam, A. Y. M., & Gu, X.(2024). Exploring the effects of AI literacy in teacher learning: An empirical study[J]. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11: 559.
- [19] EU-OSHA (2024). Artificial intelligence and education: A teacher-centred approach to safety and health[EB/OL]. [2024-08-27]. <https://tech.ed.gov/ai-future-of-teaching-and-learning/>.
- [20] 冯翠典, 沈颖洁, 郑孝玲(2025). 内外应合和合相生: 内生性教师发展何以可能——一项基于伊列雷斯学习理论的探索性研究[J]. *教育发展研究*, 45(10): 58-66.
- [21] 冯凯瑞, 杜静(2025). 数字化赋能教师专业发展的国际经验与本土行动: 基于 TOE 理论框架[J]. *教育科学研究*, 4: 20-27.
- [22] Fousiani, K., Michelakis, G., Minnigh, P. A., & De Jonge, K. M. (2024). Competitive organizational climate and artificial intelligence (AI) acceptance: the moderating role of leaders' power construal[J]. *Front Psychol*. 5(15): 1-16
- [23] Gabitanan, C. G. C. (2024). Technology leadership techniques and competencies and the teaching effectiveness of the new millennium[J]. *International Journal of Research Publications*. 148 (1): 26-26.
- [24] Ghimire, A., Imran, M. A. U., Biswas, B., Tiwari, A., & Saha, S.(2024). Behavioral intention to adopt artificial intelligence in educational institutions: A Hybrid Modeling Approach[J]. *Journal of Computer Science & Technology Studies*, 6(3): 56-64.
- [25] Guo, S., Shi, L. & Zhai, X.(2025). Developing and validating an instrument for teachers' acceptance of artificial intelligence in education[J]. *Education and Information Technologies*, 30(15): 13439-13461.
- [26] 韩锡斌(2025). 李梦. 智能时代教师教学能力进阶: 从技术使用到人机共生[J]. *国家教育行政学院学报*, 3: 31-38.
- [27] Hazzan-Bishara, A., Kol, O., & Levy, S.(2025). The factors affecting teachers' adoption of AI technologies: A unified model of external and internal determinants[J]. *Education and Information Technologies*,

30(11): 15043-15069.

[28] 胡小勇, 徐欢云(2021). 面向 K-12 教师的智能教育素养框架构建[J]. 开放教育研究, 27(4): 59-70.

[29] 黄涛, 黄文娟, 张振梅(2025). 人工智能何以赋能教师专业发展: 理论模型与实践路向[J]. 现代远程教育研究, 37(1): 35-44.

[30] 蒋瑾, 姜浩哲(2023). “双新”背景下新教师在角色适应过程中面临的挑战与对策[J]. 教师教育研究, 35(5): 60-66.

[31] 教育部(2025). 《中小学生生成式人工智能使用指南(2025年版)》[EB/OL]. [2025-05-15]. [https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202505/content\\_7023810.htm](https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202505/content_7023810.htm).

[32] Joo, Y. J., Park, S., & Lim, E.(2018). Factors influencing pre-service teachers' intention to use technology: TPACK, teacher self-efficacy, and technology acceptance model[J]. Journal of Educational Technology & Society, 21(3): 48-59.

[33] 兰国帅, 肖琪, 宋帆, 杜水莲, 丁琳琳(2025). 全球视角下教育者人工智能素养框架: 内容架构、实践示例和应用策略[J]. 开放教育研究, 31(2): 55-66.

[34] Lewin, K. (1951). Field theory in social science [M]. New York: Harper and Brother Publishers: 239-240.

[35] 李世瑾, 顾小清(2021). 中小学教师对人工智能教育接受度的影响因素研究[J]. 现代远距离教育, 4: 66-75.

[36] 李世瑾, 顾小清(2022). 革故鼎新的校长智能化领导力: 内涵结构、发展现状与提升路径[J]. 远程教育杂志, 40(5): 72-82.

[37] Li, J., & Huang, J. S.(2020). Dimensions of artificial intelligence anxiety based on the integrated fear acquisition theory[J]. Technology in Society, 63: 101410.

[38] Liswati, T. W., Hariyati, N., & Uulaa, R. F. R.(2023). Actualization of Principal's Visionary Leadership in Improving Teacher Skills in Managing Learning Innovations in Senior High Schools[J]. Journal of Educational and Social Research, 13(1): 45.

[39] Long, D. , & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations[C]//In Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM: 1-16.

[40] Louis, M., & ElAzab, M.(2023). The Future of Teaching and Learning in Artificial Intelligence era (part II)[J]. International Journal of Internet Education, 22(2): 1-8.

[41] Lu, H., He, L., Yu, H., Pan, T., & Fu, K.(2024). A study on teachers' willingness to use generative AI technology and its influencing factors: Based on an integrated model[J]. Sustainability, 16(16): 7216.

[42] Lucas, M., Zhang, Y., Bem-haja, P., & Vicente, P. N.(2024). The interplay between teachers' trust in artificial intelligence and digital competence[J]. Education and Information Technologies, 29(17): 22991-23010.

[43] 罗生全(2025). 教师教育的数字化转型图景[J]. 教育发展研究, 45(4): 3.

[44] Maipita, I., Rahman, D. F., Husrizal, S. D., & Sagala, G. H.(2023). TPACK, organizational support, and technostress in explaining teacher performance during fully online learning[J]. Journal of Information Technology Education: Research, 22: 41-70.

[45] McChesney, K., & Aldridge, J. M.(2021). What gets in the way? A new conceptual model for the trajectory from teacher professional development to impact[J]. Professional Development in Education, 47(5): 834-852.

[46] 苗逢春(2022). 教育人工智能伦理的解析与治理——《人工智能伦理问题建议书》的教育解读[J]. 中国电化教育, 6: 22-36.

[47] 苗逢春(2024). 基于教师权益的自主人工智能应用——对联合国教科文组织《教师人工智能能力框架》的解读[J]. 开放教育研究, 30(5): 4-16.

[48] Tornatzky, L. G. , Fleischer, M. , & Chakrabarti, A. K. (1990). The processes of technological innovation[M]. Washington DC: Lexington Books: 259-290.

[49] Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S.(2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review[J]. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2: 1-11.

[50] Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Su, J., Ng, R. C. W., & Chu, S. K. W.(2023). Teachers' AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world[J]. Educational Technology Research and Development, 71(1): 137-161.

[51] Nguyen, A., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B., & Nguyen, B. P. T.(2023). Ethical principles for artificial intelligence in education[J]. Educational and Information Technologies, 28(4): 4221-4241.

[52] Office of Educational Technology, U. S (2023). Artificial Intelligence and the future of teaching and learning: Insights and Recommendations [EB/OL]. [2023-05-24]. <https://tech.ed.gov/ai-future-of-teaching-and-learning/>.

[53] 屈曼祺, 喻雪, 李宝敏(2024). 创新变革还是信心缺失?——中小学教师对生成式人工智能技术的接受度影响因素研究[J]. 基础教育, 21(2): 103-112.

[54] Rego, M. A. S. (1992). Open schools/healthy schools; Measuring organizational climate [M]. Beverly Hills, CA: Sage Publications: 173.

[55] Sari, S. M.(2024). The influence of organizational climate and work motivation on the performance of basic education teachers[J]. Indonesian Journal of Instructional Media and Model, 6(1): 49-58.

[56] Searle J R.(1980). Minds, brains, and programs[J]. Readings in Cognitive Science, 3(3): 417-424.

[57] Sengsri, S., & Khunratchasana, K.(2024). Artificial intelligence competence: A crucial skill for the digital citizens[J]. International Education Studies, 17(3): 75-83.

[58] 沈苑, 汪琼(2019). 人工智能在教育中应用的伦理考量——从教育视角解读欧盟《可信赖的人工智能伦理准则》[J]. 北京大学教育评论, 17(4): 18-34+184.

[59] Shulman, L. S., & Shulman, J. H.(2004). How and what teachers learn: A shifting perspective[J]. Journal of Curriculum Studies, 36(2): 257-271.

[60] Sperling, K., Stenberg, C. J., McGrath, C., Åkerfeldt, A., Heintz, F., & Stenliden, L.(2024). In search of artificial intelligence (AI) literacy in teacher education: A scoping review[J]. Computers and Educa-

tion Open, 6: 100169.

[61] Stolpe, K., & Hallström, J.(2024). Artificial intelligence literacy for technology education[J]. Computers and Education Open, 6: 1-8.

[62] 孙祯祥, 张丹清(2016). 教师信息化领导力生成动力研究——借助场动力理论的分析[J]. 远程教育杂志, 34(5): 105-112.

[63] Sunu, I. G. K. A.(2022). The impact of digital leadership on teachers' acceptance and use of digital technologies[J]. Mimbar Ilmu, 27(2): 311-320.

[64] Tekin, O.(2023). The mediating role of teacher self-efficacy in predicting teachers' research attitudes[J]. Teacher Development, 27(3): 314-332.

[65] UNESCO (2024). AI Competency Framework for Teachers [EB/OL]. [2024-08]. <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers>.

[66] Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D.(2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view[J]. MIS quarterly, 40(5): 425-478.

[67] 汪燕(2025). 教师人工智能素养框架构建的国际经验与本土建议[J]. 外国教育研究, 52(4): 39-53.

[68] 王丹(2022). 人工智能视域下教师智能教育素养研究: 内涵、挑战与培养策略[J]. 中国教育学报, 3: 91-96.

[69] 王凯, 龙鸿宇, 许心怡, 国建文(2025). 生成式人工智能应用于教师教育的价值对齐困境与超越[J]. 开放教育研究, 31(3): 84-91.

[70] 王双龙(2016). 学校的组织氛围、自我导向学习对教师专业发展的影响研究[J]. 教学与管理, 6: 55-59.

[71] Wang, L., Ertmer, P. A., & Newby, T. J.(2004). Increasing preservice teachers' self-efficacy beliefs for technology integration[J]. Journal of Research on Technology in Education, 36(3): 231-250.

[72] Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z.(2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review[J]. Expert Systems with Applications, 252: 124167.

[73] Wang, Y. Y., & Chuang, Y. W.(2024). Artificial intelligence self-efficacy: Scale development and validation[J]. Education and Information Technologies, 29(4): 4785-4808.

[74] Xiao, C. (2023). Research Status and Prospect of Artificial Intelligence Education in Primary and Secondary School[C]// In 2023 2nd International Conference on Educational Innovation and Multimedia Technology (EIMT 2023). Atlantis Press: 615-622.

[75] 薛淑敏, 鄢莹莹, 徐梦杰(2024). 教师 AI 素养: 人工智能时代的教师准备——基于 UNESCO “AI CFT” 框架和 7 份政策文本的分析[J]. 教师教育研究, 36(4): 105-113.

[76] 杨欣(2021). 人工智能立场中的智慧教育: 理据、内涵与特

征[J]. 现代教育技术, 31(4): 5-12.

[77] Yeşilyurt, E., Ulaş, A. H., & Akan, D.(2016). Teacher self-efficacy, academic self-efficacy, and computer self-efficacy as predictors of attitude toward applying computer-supported education[J]. Computers in human Behavior, 64: 591-601.

[78] Yilmaz, O., & Bayraktar, D. M.(2014). Teachers' attitudes towards the use of educational technologies and their individual innovativeness categories[J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 116: 3458-3461.

[79] Yu, L., & Yu, Z.(2023). Qualitative and quantitative analyses of artificial intelligence ethics in education using VOSviewer and CitNet-Explorer[J]. Frontiers in Psychology, 14: 1061778.

[80] 余亮, 邓双洁, 张馨月(2025). 人工智能技术赋能教育的演进脉络、内在逻辑和发展趋势[J]. 电化教育研究, 46(6): 13-20+28.

[81] 张乐乐, 顾小清(2023). 人工智能在教育领域创新扩散的影响因素研究——基于 TOE 理论框架[J]. 中国远程教育, 43(2): 54-63+82.

[82] 张乐乐, 张天琦(2022). 智能时代中小学校长信息化领导力提升路径研究[J]. 中国教育信息化, 228(6): 81-88.

[83] 张立新, 来钊汝, 秦丹(2022). 智能教育工具理性与价值理性的博弈与权衡[J]. 开放教育研究, 28(3): 67-72.

[84] 张诗雨, 黄显涵, 李子建, 李辉(2025). 人工智能赋能教师非正式学习的研究进展与未来方向[J]. 清华大学教育研究, 46(2): 21-32.

[85] 赵磊磊, 张黎, 章璐, 赵可云(2022). 中小学教师的人工智能焦虑: 现状分析与消解路向[J]. 现代教育技术, 32(3): 81-91.

[86] 郑智勇, 宋乃庆(2023). 中小学教师智能教育素养测评指标体系构建研究[J]. 中国电化教育, 12: 75-83.

[87] 郑智勇, 肖林, 宋乃庆(2023). 中小学教师智能教育素养的现状分析与提升路径——基于 11703 位教师的实证调查[J]. 教育发展研究, 43(4): 30-39.

[88] Zhong, J.(2022). Research on the promotion strategy of principal informatization leadership based on meta-analysis[J]. Frontiers in Educational Research, 5(21): 1113-1117.

[89] 钟柏昌, 刘晓凡, 杨明欢(2024). 何谓人工智能素养: 本质、构成与评价体系[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 42(1): 71-84.

[90] 周洪宇, 余江涛(2025). 迈向通用人工智能时代的教师工作: 挑战与出路[J]. 电化教育研究, 46(7): 5-12.

[91] 祝智庭, 韩中美, 黄昌勤(2021). 教育人工智能(eAI): 人本人工智能的新范式[J]. 电化教育研究, 42(1): 5-15.

(编辑: 赵晓丽)

# A Study of the Mechanisms Influencing the Development of Teachers' AI Educational Competency

GONG Lingling<sup>1</sup>, LI Baomin<sup>2</sup> & QU Manqi<sup>1</sup>

(1. Institute of Basic Education Reform and Development, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 2. School of Teacher Development, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

**Abstract:** *The accelerating transformation of the education system towards "Artificial General Intelligence" (AGI) imposes an urgent need to enhance teachers' AI educational competency. It is crucial to systematically clarify its influencing factors and action mechanisms to support the profound transformation of intelligent education. This study analyzed core factors influencing teachers' artificial intelligence (AI) educational literacy through a comprehensive literature review and developed and validated a structural equation model to examine those influencing factors across three dimensions: the internal structure of AI educational literacy, teachers' individual characteristics, and the external school environment. The study found that for internal structure, AI educational mindset affectivity positively affected AI educational ethics, fundamentals and applications, and pedagogy. AI educational fundamentals and applications affectivity positively affected pedagogy. Both factors contributed to professional development with pedagogy serving as a mediating variable. Among personal factors, self-efficacy and educational trust impacted AI educational competency via AI educational mindsets, while AI behavioral intention directly affected professional development. Among the school environmental factors, AI leadership of principals affectivity positively affected AI educational ethics and pedagogy. Additionally, the study found a positive correlation between AI infrastructure and school organizational climate alongside the principals' leadership. Based on this model, the study proposes systematic strategies to promote coordinated development of various dimensions of AI education literacy for primary and secondary school teachers to optimize literacy structure, to empower individual teachers, and enhance the supportive school environment.*

**Key words:** *AI educational competency; individual characteristics; school environment*