



人工智能素养的概念、框架与教育*

施 雨, 茆意宏

摘 要 文章利用系统综述法, 从人工智能素养的概念、框架及应用、教育三个方面对国内外人工智能素养研究文献进行系统研究。研究发现: 人工智能素养是国内外学术研究关注的热点方向, 但人工智能素养概念尚未形成共识; 适用K12和大学生群体的人工智能素养框架与素养教育研究成果较多; 人工智能素养研究处于初期阶段, 人工智能素养应用工具尚未成熟, 国内人工智能素养教育方案和方法需要继续摸索。文章建议持续推进人工智能素养基础理论研究; 深化人工智能素养框架, 丰富素养框架应用研究; 加强多主体参与、跨学科协作的本土化人工智能素养教育研究。

关键词 人工智能 人工智能素养 教育

引用本文格式 施雨, 茆意宏. 人工智能素养的概念、框架与教育[J]. 图书馆论坛, 2024, 44 (11): 90-100.

Concept, Framework and Education for Artificial Intelligence Literacy

SHI Yu & MAO Yihong

Abstract Using the systematic review method, this article systematically studies the domestic and international research literature on artificial intelligence (AI) literacy, focusing on its concept, framework and application, and education. The study shows that AI literacy is a hotspot for academic research at home and abroad, but there is no consensus on the concept of AI literacy; there are more AI literacy frameworks and literacy education research results applicable to K12 and college students; AI literacy research is at an early stage, the application tools of AI literacy have not yet matured, and the domestic AI literacy education programs and methods need to be further explored. It is recommended to continuously promote the research on the basic theories of AI literacy, deepen the framework of AI literacy, enrich the research on the application of the framework of AI literacy, and strengthen the research on localized AI literacy education with multi-subject participation and interdisciplinary collaboration.

Keywords artificial intelligence; artificial intelligence literacy; education

0 引言

随着新一代人工智能技术发展, 人工智能应用快速渗入社会生产与日常生活。人工智能赋能

产学研提高了生产力, 也带来了不少挑战。相关研究预计, 2030年全球15%的工作将被机器人取代^[1]; 仅在美国, 就有五分之一的人从事着将会被人工智能取代的高风险工作^[2]; 数据隐私与

*本文系国家社会科学基金重点项目“数智时代阅读服务转型研究”(项目编号: 21ATQ003)研究成果。

安全、道德与伦理等也面临挑战。因此,在人类与人工智能技术共存的时代,社会公众需要具备哪些素养以适应人工智能时代的发展成为迫切需要探讨的问题。学界对人工智能素养展开了探索性研究,已有学者发表人工智能素养相关综述类文献。Ng等^[3]以30篇主题相关的期刊论文与会议论文为基础,从了解和理解、使用和应用、评估和创造以及道德问题方面对“人工智能素养”这一新兴概念进行探索性综述。Casal-Otero等^[4]以了解AI素养如何融入全球K12教育为目的,通过系统综述法对K12人工智能素养教育相关文献进行检索与分析。Laupichler等^[5]对高等教育和成人教育中的人工智能素养研究成果的主题、AI素养结构、教育专业学科和课程内容进行梳理。然而,已有综述文献未能纳入最新的研究成果,文献类型主要为期刊论文;仅针对特定群体领域的AI素养研究成果进行梳理,缺少对多群体领域AI素养研究的全面概述。鉴于此,本文采用系统综述法,从概念、框架、教育3个方面梳理国内外相关文献,厘清研究脉络,全面反映国内外人工智能素养研究现状,在此基础上,结合我国情境,讨论人工智能素养未来研究的发展趋势。

1 研究设计

1.1 研究方法

本研究采用系统综述法(Systematic Review)。系统综述是问题导向型的方法,针对具体研究问题,系统全面地搜集研究成果,依据提前设定的原则与方法对文献进行评价,筛选符合标准的文献后进行定性或定量分析,获得综合性的结论^[6]。借鉴该研究方法的操作指南^[7],本文沿着4个步骤进行文献分析:确定研究问题;编制文献检索策略与设置文献筛选标准;文献检索、评估与筛选;信息抽取与分析。

国际经济合作与发展组织(OECD)提出,“何为素养”看似是一个简单的问题,却没有一个准确的答案,对素养的究诘并非不言而喻^[8]。人工智能素养亦是如此。为系统深刻理解人工智能素养研究概况,本文提出3个研究问题:(1)人工

智能素养的概念是什么?(2)人工智能素养的框架及应用有哪些?(3)人工智能素养教育方法与内容有哪些?

围绕研究问题,本文选取Web of science、ScienceDirect、EBSCO、Wiley、Emerald、ProQuest、Springerlink、PubMed等外文数据库和CNKI中文数据库,以“AI literacy”“Artificial Intelligence literacy”“education*”“人工智能素养”“AI素养”“教育”为主要检索词,进行主题、标题、摘要、篇关摘等多字段逻辑组配检索,检索日期为2023年12月4日。此外,本文采用迭代查找法^[9]进行文献补充,即在已获取论文的参考文献中查寻符合标准的新文献,将其纳入文献集中,重复步骤直至不再发现新文献,运用此方法尽可能充分地将主题相关文献纳入分析。本文制定的文献筛选标准是:(1)文献类型包括期刊论文、学位论文、会议论文等,排除社论、书评等类型的文献;(2)纳入人工智能素养相关的文献,排除主题不符、无法获得全文的文献;(3)文献内容应涉及本文的一个或多个研究问题,排除面向专业技术群体的人工智能教育的文献。经过检索、去重,初步获得798篇文献;按照纳入及排除标准以标题、摘要和全文的顺序逐级筛选后,获得111篇文献;运用迭代查找法补充17篇文献,最终纳入本文分析的文献共128篇,中文文献30篇,外文文献98篇。具体筛选过程如图1所示。根据研究问题,对纳入的128

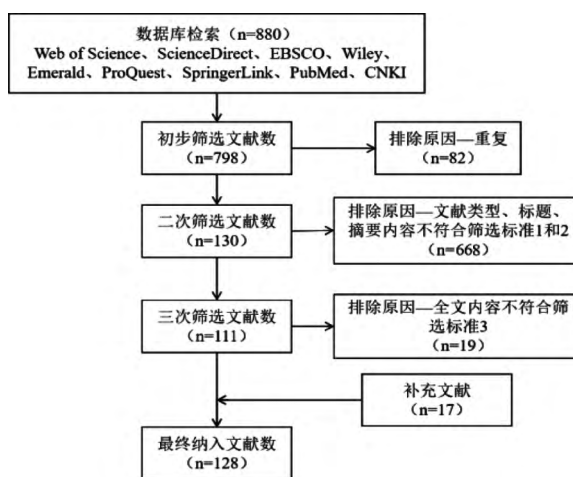


图1 文献筛选过程

篇样本文献进行信息抽取与逻辑关联，以此归纳与分析人工智能素养领域研究现状。

1.2 描述性分析

1.2.1 发表时间

根据图2发现，2016年起，人工智能素养主题的文献整体呈逐年增长趋势；2021年起，越来越多学者关注人工智能素养领域，与近年人工智能发展与应用现状相一致。2017年起，“人工智能”连续3年被写入政府工作报告，中国、欧美、韩国相继出台AI治理新规^[10]，学界开始探索AI素养研究领域。2022年年底，ChatGPT等生成式人工智能技术横空出世，大量生成式AI工具随之涌现，学界更为关注现在及未来公众的人工智能素养发展，相关研究成果数量增加。

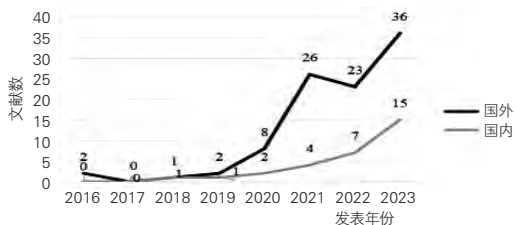


图2 研究文献发表时间分布

1.2.2 第一作者国家及学科分布

为了更好地掌握人工智能素养主题文献所属国家及学科分布，本文按照文献第一作者所属国家及学科进行统计。如图3所示，中国学者发表相关研究成果最多，随后是来自韩国、美国及其他国家的学者。人工智能素养研究属于跨学科领域的研究，57%研究学者来自教育学领域，其他学者来自计算机科学、图书情报学、传媒学等学科。

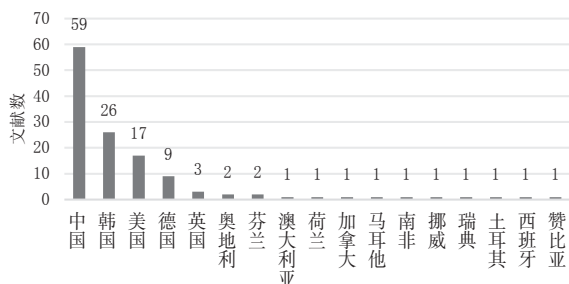


图3 研究文献第一作者国家分布

2 人工智能素养概念与内涵

“素养”是指运用知识(广义上包含信息、理解、技能、价值观和态度)满足特定情境需要，解决问题的能力^[11]。在信息技术应用领域，随着信息技术迭代发展，不断有新的素养术语出现，如数字素养、媒介素养。人工智能技术的蓬勃发展促使人工智能素养应运而生。早在1972年就有学者提出“人工智能素养(AI Literacy)”一词^[12]，但没有引起广泛重视。直至2018年，人工智能素养再次进入大众视野并引发研究热潮^[3]。目前学界尚未对人工智能素养的概念形成统一界定，梳理各学者提出的概念，人工智能素养从属范畴大致可以归纳为两类。

一种观点认为人工智能素养与其他多种素养之间属于包含与被包含的关系。许亚峰等^[13]认为数字素养包含人工智能素养，个体适应人工智能时代学习、工作等行为活动时所需的能力即为人工智能素养。Cetindamar等^[14]将AI素养定义为“四个核心能力”，包括技术相关能力、工作相关能力、人机相关能力和学习相关能力，这些能力均属于工具和数据素养范畴内。Yi^[15]认为人工智能素养包括功能素养(传统的读写能力)、社会素养(教育个体读懂社会的能力)和技术素养(学习时代必备的基础技术能力，涉及数字素养、媒体素养、ICT素养以及AI利用能力)。

另一种观点认为人工智能素养是信息素养、数字素养等的延伸，与信息技术相关素养有交叉重叠，但存在差异。Long等^[16]将人工智能素养定义为一组能力，使个人能够批判性地评估人工智能技术、与人工智能进行有效的交流与合作以及在多场所中使用人工智能工具；人工智能素养与其他信息技术素养有关联，数字素养是人工智能素养的先决条件，个体需要了解如何使用计算机来理解人工智能；计算素养、科学素养不是人工智能素养必需的先决条件；因数据素养与AI子领域(如机器学习)密切相关，某些数据素养与人工智能素养重叠。王欢^[17]认同此观点，提出人工智能素养是集人工智能知识、运用人工智能的能力

与对待人工智能的智能意识为一体的综合素养。与其他信息技术素养重叠的表现还有各类素养概念中均提及的道德伦理。伦理是人工智能素养的关键因素^[3,18]。Wang等^[19]提出人工智能素养是在符合道德标准下正确识别、使用和评估人工智能相关产品的能力。

虽然学者们对人工智能素养与其他信息技术素养之间的关系见解不一，但对人工智能素养的概念界定在某种程度上类似。从构词法角度看，人工智能素养作为偏正词组，其中心语为素养，人工智能素养的概念与内涵建立在素养的内涵的基础之上。人工智能素养与其他素养的差异主要体现在信息技术的使用与应用层面，人工智能技术较其他信息技术具有更多的生物和社会属性^[20-21]，用户使用人工智能产品时，通常是基于社交逻辑与其互动，而非机器交互逻辑^[22-23]。这种差异会对用户使用与评价人工智能工具的能力提出要求。综合学者们对人工智能素养的理解，本文认为人工智能素养是个体适应人工智能技术迭代发展，与人工智能协同合作时所需要具备的人工智能技术知识、应用人工智能技术的技能和伦理等综合素质。

3 人工智能素养框架及应用

3.1 人工智能素养框架

目前已有学者对AI素养框架进行了探索，根据适用对象不同，具体的框架结构也存在差异。笔者根据应用主体类型分别对AI素养框架相关研究进行梳理。应用主体主要分为4类：第一类为K12；第二类为非AI相关专业背景的大学生群体；第三类为非专家型职工；第四类为非专家型

社会公众，其中“非专家”是形容没有正式接受过人工智能培训，不是AI工具开发者而是使用AI工具的群体^[24]。

在AI素养框架研究成果中，AI知识、AI使用和AI伦理是各框架的基本维度，然后再结合应用对象的特点、理论基础增加其他维度和细分二级维度。其中，AI知识即具备人工智能的基础知识，了解且理解日常生活中不同产品或服务中的人工智能技术的基础概念^[25-26]，机器学习、深度学习和神经网络等概念被列入人工智能知识中^[18]；AI使用与评估是个体在了解人工智能概念的基础上，批判性理解和评估人工智能技术的能力^[27]，使用AI工具时能有效表述个人观点，并在与AI的沟通和协作下解决问题^[28]；AI伦理是在使用人工智能时认识到版权问题或社会问题，秉持正确使用态度^[29]。具体AI素养框架见表1。

3.1.1 K12适用的人工智能素养框架

K12涵盖早期儿童教育到高中教育所有阶段。Ryu等^[35]基于K12阶段学生的核心素养构建了AI素养框架，包括AI经历、AI理解、AI与数据、AI与学习和AI伦理5个一级指标。汪明^[36]尝试基于核心素养构建了学生智能素养框架。在STEM跨学科背景下，杨鸿武等^[37]从核心概念、技术实践、跨学科思维与伦理态度4个维度构建AI素养框架。张银荣等^[38]以“人工智能五大理念”为基础建构学生AI素养结构模型。

除适用K12整个阶段的通用AI素养框架，Kim等^[30]设计适用于小学生的AI素养框架，包括AI知识、AI技能和AI态度3个一级指标，在AI技能的二级指标中特别提到计算思维和编程。Ng等^[32]考虑心理学因素，开发中学生特定的AI素养

表1 适用不同主体的人工智能素养框架

适用对象	细分类型	主要维度	参考来源
K12学生	小学生	AI知识、AI技能、AI态度	[30]
	中学生	内在动机、自我效能、行为意图、行为参与、了解和理解AI、使用和应用AI、AI伦理、AI社会影响、数据素养	[31-33]
	高中生	AI知识、AI技能、AI态度	[34]
	全阶段	AI理解、AI应用、AI与数据、AI与学习、AI伦理、跨学科思维	[35-39]
大学生	非AI专业背景大学生	AI伦理、AI知识、AI技能、AI思维、AI团队合作、对AI的态度	[17, 40-44]
职工	非专家型教师、企业员工等	AI技术知识、人机协作知识、AI操作知识、AI使用经验、AI设计经验	[45-47]
社会公众	非专家型	AI意识、AI使用、AI评估、AI伦理、AI自我管理、对待AI的态度、使用AI技术态度	[16, 19, 48-50]

量表,从内在动机、自我效能、行为意图、行为参与、了解和理解AI、使用和应用AI6个方面设计25个题项;赵福君等^[33]通过3轮专家咨询确定人工智能态度、人工智能能力、人工智能知识和人工智能伦理4个维度的框架,涵盖15个细分指标,以便对中学生的人工智能素养水平进行评价。在高中阶段,学生的生理和心理发展趋于成熟,是培养AI思维能力和自主发展意识的关键时期,基于AI知识、AI技能、AI态度3个一级指标,周澍云^[34]构建包括AI基本概念、AI应用发展、AI伦理知识、AI基础技能、AI实践创新能力、AI技术志趣、AI应用意识、AI伦理观等8个二级指标的高中生人工智能素养框架^[32]。

3.1.2 非AI相关专业背景大学生适用的人工智能素养框架

学者们为计算机、软件工程、电子信息等专业之外的其他专业背景的大学生设计个性化的AI素养框架。Shih等^[40]和Lin等^[41]提出面向非工程专业的大学生AI素养,主要包括AI理解、AI团队合作、对AI的态度和对AI伦理问题的意识。为衡量医学专业学生的AI素养,Karaca等^[42]开发医学生人工智能就绪量表,从认知、能力、愿景和道德4个领域测量医学生在工作中使用人工智能的就绪程度。王朋娇等^[43]和王欢^[17]提出面向师范专业学生的AI素养框架,从AI知识、AI能力和AI伦理3个维度进行素养自评,结合师范学科特色增设了利用AI技术进行教学的知识与能力等指标。

李佳^[44]尝试提出面向大学生的通用型AI素养框架,从智能责任(智能伦理、智能态度、智能意识)、智能知识与技能(智能知识、智能技能与应用)、智能思维(计算思维、数据思维、批判性思维、编程思维)、人机协同混合创新(团队合作、智能创新)4个层面去评估大学生的AI素养水平。

3.1.3 职工适用的人工智能素养框架

与高校学生AI素养框架特点相似,职员所属行业不同,AI素养框架会存在微小差异。对教师而言,最基础的AI素养是关于AI的基本概念、知识、信息和态度,能够批判性地评估AI技术,

与AI进行有效沟通与合作,激发教师对AI教学的动机与兴趣,进而在课堂上能够准确使用AI工具辅助教学^[45]。当然,AI伦理是教师AI素养框架不可缺少的内容。教师AI素养框架可以归结为4个维度:了解和理解人工智能、应用人工智能、评估人工智能应用和人工智能伦理^[46]。

除涉及AI技能的岗位职员,Pinski等^[47]提出通用的非专家员工AI素养框架,对AI素养进行显性与隐性的区分,其中显性素养包括AI技术知识、人机协作知识、AI操作知识,隐性素养包括AI使用经验和AI设计经验。

3.1.4 社会公众适用的人工智能素养框架

Long等^[16]围绕5个核心问题构建以非AI技术学习者为目标受众、包含17项具体能力的AI素养框架,基于问题1“什么是AI”提出4种能力:识别AI能力、理解AI能力、跨学科思维、一般与狭义AI;基于问题2“AI能做什么”提出2种能力:AI的优势与弱势、想象未来AI;基于问题3“AI是如何工作的”提出9项能力:理解知识表示能力、理解AI决策能力、理解机器学习操作能力、AI中的人类角色、数据素养、从数据中学习的能力、批判性解释数据能力、理解AI的行为和反应、了解传感器;基于问题4“AI应该如何使用”提出AI伦理能力;基于问题5“人们如何看待AI”提出理解编程能力。该框架为探索AI素养框架研究提供了指导。Laupichler等^[48]运用德尔菲法,通过3轮迭代咨询形成面向非专家型公众、包含38个题项的人工智能素养框架,但该框架在设计时未考虑个人心理层面,尚不完善。Carolus等^[49]为各类从业者提供一种包含心理学结构的有效的AI素养测量工具,由AI素养、AI自我管理、对待AI的态度、使用AI技术的态度4个维度构成,不仅可以测评公众的AI素养,还可以帮助预测用户采纳和持续使用AI的心理倾向。Wang等^[19]为了研究用户的AI素养对人-AI互动活动的影响,设计一个有31个题项的AI素养量表,主要包括用户对AI概念的认知、使用、评价和道德4个方面。国内学者也尝试构建普适性AI素养框架,如郑勤华等^[50]基于加涅学习结果

分类理论建构了人机协同时代智能素养框架。

3.2 人工智能素养框架的应用

AI素养框架研究的目标,不仅是为了对素养进行描述和规范,更深层的目标是根据实际需求应用到不同的情景当中。目前AI素养框架主要在两种场景下应用。一是用于测评AI素养水平,国内学者基于AI素养框架开发测评量表,用以调研特定群体的AI素养水平现状^[17,34,39]。二是用于评估AI素养教育方案的质量,常见于国外AI素养教育研究^[51-55],在AI素养教育方案实施的前期与后期,分别使用相关AI素养量表对参与素养教育的个体进行评测,观测个体素养水平变化并评估教育方案的有效性与其可行性。

4 人工智能素养教育

4.1 面向K12的AI素养教育

AI素养教育对幼儿非常重要,可以提高儿童在AI思维、创造力、情感和协作等方面的能力^[56]。然而当前对儿童AI素养教育项目的研究较少,幼儿年龄较小,无法自我探索学习AI知识,通常借助AI玩具或亲子学习的方式培育他们的AI素养。Kewalramani等^[56]使用交互式人工智能工具进行培育; Su等^[57-58]采用混合方法研究“AI4KG”人工智能素养计划的可行性,通过亲子配对共同参与计划,结果显示, AI4KG课程干预后,儿童的AI知识、AI技能和AI态度均得到提升,该计划在促进幼儿AI素养和对技术接受积极态度方面是有效的。

对中小学生的素养教育研究成果较多,学者们主要倾向利用AI工具提升学生AI素养,如机器人、传感器、Arduino设备等帮助学生学习和认识人工智能^[26],或借助电脑学习专家系统、机器学习等AI知识和技能,通过讲座、案例研究、工作坊^[59]和讲故事等活动辅助学习^[60]。Ng等^[61]提出K12数字故事写作(DSW)的方法,学生通过阅读和写故事构建对AI理解,使用AI工具辅助故事创作,互相评价故事作品,经历3个月的教学训练,学生在使用和应用AI方面的能力得到提升。

4.2 面向大学生的AI素养教育

高校AI素养教育的目标主要是帮助学生适应并参与未来人工智能时代的发展。目前AI素养教育相关研究,主要是通过翻转课堂的形式培养大学生的AI素养^[27,53,62-63]。翻转课堂的教学模式会应用AI素养测评量表进行辅助,在课程前与课程后分别选择AI素养量表中的适合维度进行测试,课程的主要内容是机器学习、深度学习、Python编程等AI知识。此外, Lin等^[64]为非工程专业的学生开发一套以STEM为基础的课程模块,融合讲座、案例讨论和实践活动等多种教学形式,培养AI素养框架中的AI知识和AI使用方面的能力。Park等^[65]提出一个针对文科专业大学生的人工智能素养AI·SW教育模式,不仅包括AI的理解、以实训为中心的AI应用案例等技术层面的教学,还包括对AI伦理、人与AI互动等人文要素的教育,实现人工智能素养和人文素养同步培育。郑勤华等^[50]、李志敏等^[66]指出国内高校人工智能素养教育可以从课程体系建设、实践项目开发、多学科队伍建设和人才培养模式等方面进行探索。

4.3 面向其他群体的AI素养教育

教师是人工智能素养教育的重要群体之一,既是AI素养教育的接受者,也是AI素养的传授者,是AI素养教育的中坚力量。国内学者^[67-69]从国家、社会、学校和个人等层面讨论教师AI素养的提升路径,也有少数学者提出具体的教育方案,如高洁等^[70]介绍了一个面向K12全学科教师的人工智能素养提升的实际应用方案,包括人工智能实验室应用讲解、人工智能教育与创新人才培养讲座、人工智能创新教育授课案例及操作讨论、人工智能教学实验室V1.0核心技术讲座、人工智能与学科教学融合发展实施策略的讲授与讨论、交互式智能课件制作实践、3D编程应用、虚拟实验平台应用、AR和VR应用等。国外学者也提出一些经过实践证明的有效的教师AI素养教育方案,如为准教师定制包含“准备—培训—实践”三阶段的STAMP计划^[71],由12个基础模块和14个选修模块组成的K12教师AI素养培养项目^[72]。

除教师群体外, Griffin^[73]提出军校高级领导干部人工智能素养教育课程框架; Perchik等^[74]开发为期一周的放射学人工智能课程,以培养放射学住院医师的AI素养。此外, Zammit等^[75]尝试设计面向广泛用户群体的AI素养教学工具,参考教师、中小學生、研究员等多类主体提出的需求,设计一款名为ArtBot的人工智能素养教学游戏,通过在线调查发现大众乐于接受此类基于游戏的学习方法^[76]。

5 讨论与展望

5.1 讨论

随着人工智能技术的发展,国内外学者对人工智能素养领域的研究越来越关注。

关于人工智能素养概念的研究,目前尚未形成共识。一方面,学者们对AI素养与其他信息技术素养的关系持不同意见,对AI素养的内涵缺少深入探讨,关联信息技术素养之间的本质区别尚未厘清。另一方面,国内学者在AI素养的术语使用上也尚未统一(如智能素养、人工智能核心素养、人工智能素养),使得AI素养概念泛化。AI素养是人工智能时代全民所需具备的基础素养,确定统一的专用术语是必要的,以便更好地明确和界定其内涵与外延。

关于人工智能素养框架的研究,虽然面向多元化应用对象,但在框架结构设计上,差异性尚不显著。在框架应用对象方面,国内外学者主要聚焦于特定群体来构建相应的AI素养框架,如K12、非AI相关专业背景的大学生、非专家型职工和非专家型社会公众等群体。其中,国内相关研究更侧重于K12及大学生群体,而对其他群体的个性化AI素养框架则鲜有深入挖掘与探讨。在框架结构方面,国内外研究大多沿用了其他信息技术素养框架的传统构建范式,以AI知识、AI技能、AI伦理为基础维度,尝试引入新维度(如AI思维、AI情感),并对相关维度内容进行细分,以形成较为全面的AI素养框架。然而,当前学者们所提出的框架在维度之间及细分要素之间存在一定的分散性和重叠性,导致框架的逻辑结构不够

清晰。此外,现有的人工智能素养框架大多是学者们基于质性研究提出的,缺少理论与实践的综合论证,在现实应用场景中存在一定局限性。

关于人工智能素养教育的研究,目前国内外研究尚处于起步阶段,成果较少,教育对象、方法和内容上存在一定差异,但不明显。在教育对象方面,研究对象均集中在K12和大学生两大群体,国内学者对教师的AI素养教育研究比较关注,国外学者则针对一些相对特殊的群体(如军官、医生)进行了AI素养教育的研究。但总体上面向全民的AI素养通识教育研究仍然不足,有待未来进一步拓展。在教育方法方面,形式均呈现多样化特点。面向K12群体时,主要借助AI工具来助力素养教育;面向大学生群体时,则主要采用翻转课堂等互动性强的教育方式;而面向其他群体时,则会倾向于采用多种方法融合的形式来提升AI素养教育的效果。在教育内容方面,主要呈现两种不同的研究倾向:一部分国内学者专注于AI素养教育路径的理论探索,提出相对宏观的素养教育方案;另一部分国内学者和国外学者则倾向于研制可操作的具体教育方案,根据受教群体的特点,设置合适的人工智能知识、技能与伦理教育内容,使AI素养教育更贴合实际需求。

5.2 展望

5.2.1 持续推进人工智能素养基础理论研究

各类技术的出现与发展必然会引发相关素养的讨论,在过往研究与实践中存在新素养取代前序素养的现象。在信息技术类素养的演进过程中,早期主要有信息素养、数字素养,然后出现数据素养、机器学习素养、算法素养等,再到当前的人工智能素养。从术语称谓上可以发现,机器学习素养、算法素养是人工智能素养在细分技术导向下的具体表现形式。未来应持续推进AI素养的基础理论研究。一方面,明确AI素养的定义,厘清它与其他信息技术类素养概念的关联。现有AI素养的概念存在诸多混淆,未来学界需要加强交流与讨论,对AI素养概念达成更广泛的共识。随着技术的不断演进,新的信息技术素养也将不断涌现,各种信息技术素养之间有同源的属

性, 但又有各自特殊的内涵, 有必要明晰AI素养与其他信息技术素养的异同。另一方面, 人工智能技术发展迅速, 人工智能素养的基础理论研究也应紧跟技术迭代的步伐, 确保新的人工智能技术内涵和相关要求能够及时融入人工智能素养的概念中, 以保持其时效性与前瞻性。

5.2.2 深化人工智能素养框架, 丰富素养框架应用研究

AI素养框架是数智时代人才培养的重要依据。虽然目前国内外已有多种AI素养理论框架, 但相关研究仍需深化。未来应加强研制普适性的AI素养框架和具有专业特色的AI素养框架。就构建普适性的AI素养框架而言, 可以基于社会需求进阶发展, 厘清并提取多元社会角色中最具特色的AI素养行为表现, 形成如《数字素养全球框架》的全民普适的框架, 为全民AI素养应用提供基本的参照。就构建专业化的AI素养框架而言, 可以在当前适用多元主体的AI素养框架研究基础上, 突出适用主体之间的差异化元素, 明晰不同主体的AI素养框架体系中各维度的重要程度与优先培养次序。

参考其他信息技术素养框架的应用研究, AI素养框架的应用不限于前文提及的应用场景, 未来应丰富AI素养的应用研究。首先, 可以参考普适性与专业化的AI素养框架开发配套评价工具。其次, 依据AI素养框架探讨不同群体素养提升的教育行动指南, 如面向政策规划者, 基于多元主体AI素养评估结果, 为AI素养政策规划者提供客观数据; 面向教育工作者, 参考AI素养框架绘制分级、分层的AI素养教育行动方案, 设立AI素养课程体系; 面向资源服务方(如图书馆、数据库商), 基于素养框架内容提供AI素养配套培训课程和文献资源, 建设集成化AI素养教育资源库等。

5.2.3 加强多主体参与、跨学科协作的本土化人工智能素养教育研究

纵观国内外关于AI素养教育的研究, 大多是从人工智能工具和课程入手, 由学校任课教师进行知识传授, 而其他主体, 如图书馆、政府、社

会等参与度不足。其中, 图书馆在信息素养、数据素养等素养教育方面经验丰富, 在人工智能素养教育中也将是重要的角色之一。另外, 人工智能本身是一个跨学科领域, 其知识涉及计算机科学、认知科学、心理学、社会学等学科, 不同学科背景的人才协同有助于AI素养教育实施, 如南京大学于2024年9月开设“1+X+Y”三层次的人工智能通识核心课程体系, 汇集文理学科师资力量, 旨在培养学生的数据思维、计算思维、智能思维, 在通识、技能与应用等方面提升学生的人工智能素养与能力^[77]。未来应当尝试开展多主体参与、跨学科协作的AI素养教育研究, 可以根据各级各类对象的教育特点, 个性化定制AI素养教育实施方案, 构建多层次AI素养教育体系。此外, AI素养教育研究不能局限于浅显概念的学习或者某项技术技能的训练, 而应借鉴国外人工智能素养教育研究与实践的先进经验, 扎根我国国情, 聚焦人工智能时代个体所需的素养, 立足更高的站位和视角进行本土化AI素养教育研究。

参考文献

- [1] MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. JOBS LOST, JOBS GAINED: WORKFORCE TRANSITIONS IN A TIME OF AUTOMATION[R/OL]. (2017-11-28)[2024-01-27]. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>.
- [2] PEW RESEARCH CENTER. Which U.S. workers are more exposed to AI on their jobs?[R/OL]. (2023-07-26)[2024-01-27]. <https://www.pewresearch.org/social-trends/2023/07/26/which-u-s-workers-are-more-exposed-to-ai-on-their-jobs/>.
- [3] NG D T K, LEUNG J K L, CHU S K W, et al. Conceptualizing AI literacy: An exploratory review [J]. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2021, 2: 100041.
- [4] CASAL-OTERO L, CATALA A, FERNÁNDEZ-MORANTE C, et al. AI literacy in K-12: a systematic literature review[J]. International Journal of STEM Education, 2023, 10 (1): 29.
- [5] LAUPICHLER M C, ASTER A, SCHIRCH J, et al. Artificial intelligence literacy in higher and adult

- education: A scoping literature review[J]. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2022, 3: 100101.
- [6] 邱璇. 系统综述——一种更科学和客观的综述方法[J]. *图书情报知识*, 2010, 27 (1): 15-19.
- [7] KITCHENHAM B. Procedures for performing systematic reviews: Keele University Technical Report: TR/SE-0401[R]. Keele, UK: Keele University, 2004.
- [8] RYCHEN D S, SALGANIK L H, MCLAUGHLIN M E. Contributions to the Second DeSeCo Symposium[R]. Geneva: Swiss Federal Statistical Office, 2003: 1-207.
- [9] WOHLIN C. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering[C]//Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering, 2014: 1-10.
- [10] 王晓菲. 欧盟发布《人工智能白皮书: 通往卓越与信任的欧洲之路》[J]. *科技中国*, 2020 (9): 98-101.
- [11] UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC and CULTURAL ORGANIZATION. Rethinking Education: Towards a global common good? [R]. UNESCO Publishing, 2015: 1-84.
- [12] AGRE P E. What to read: A biased guide to AI literacy for the beginner[EB/OL]. [2024-06-04]. <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/41185>.
- [13] 许亚锋, 彭鲜, 曹玥, 等. 人机协同视域下教师数智素养之内涵、功能与发展[J]. *远程教育杂志*, 2020, 38 (6): 13-21.
- [14] CETINDAMAR D, KITTO K, WU M, et al. Explicating AI literacy of employees at digital workplaces [J]. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2022, 71: 810-823.
- [15] YI Y. Literacy in the AI Era—Focusing on AI literacy and Relationship literacy[J]. *The Journal of Language & Literature*, 2021, 110: 281-302.
- [16] LONG D, MAGERKO B. What is AI literacy? Competencies and design considerations[C]//Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems, 2020: 1-16.
- [17] 王欢. 师范生人工智能素养自评工具开发研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2021.
- [18] WONG G K W, MA X, DILLENBOURG P, et al. Broadening artificial intelligence education in K-12: where to start?[J]. *ACM Inroads*, 2020, 11 (1): 20-29.
- [19] WANG B, RAU P L P, YUAN T. Measuring user competence in using artificial intelligence: validity and reliability of artificial intelligence literacy scale[J]. *Behaviour & Information Technology*, 2023, 42 (9): 1324-1337.
- [20] MINSKY M. The emotion machine: Commonsense thinking, artificial intelligence, and the future of the human mind[M]. New York: Simon and Schuster, 2007: 96-101.
- [21] PORIA S, CAMBRIA E, BAJPAI R, et al. A review of affective computing: From unimodal analysis to multimodal fusion[J]. *Information Fusion*, 2017, 37: 98-125.
- [22] BRUCE A, NOURBAKHSH I, SIMMONS R. The role of expressiveness and attention in human-robot interaction[C]//Proceedings of the 2002 IEEE International Conference on Robotics and Automation (Cat. No. 02CH37292). IEEE, 2002, 4: 4138-4142.
- [23] VOSSEN S, HAM J, MIDDEN C. What makes social feedback from a robot work? Disentangling the effect of speech, physical appearance and evaluation [C]//Persuasive Technology: 5th International Conference, PERSUASIVE 2010, June 7-10, 2010. Copenhagen, Denmark: Springer Berlin Heidelberg, 2010: 52-57.
- [24] FARUQE F, WATKINS R, MEDSKER L. Competency model approach to AI literacy: Research-based path from initial framework to model[EB/OL]. <https://arxiv.org/abs/2108.05809>.
- [25] BURGSTEINER H, KANDLHOFER M, STEINBAUER G. IRobot: Teaching the basics of artificial intelligence in high schools[C]//Proceedings of the 30th AAAI conference on artificial intelligence, 2016, 30 (1): 4126-4127.
- [26] KANDLHOFER M, STEINBAUER G, HIRSCHMUGL-GAISCH S, et al. Artificial intelligence and computer science in education: From kindergarten to university[C]//2016 IEEE Frontiers in Education Conference(FIE). IEEE, 2016: 1-9.
- [27] KONG S C, CHEUNG W M Y, ZHANG G. Evaluation of an artificial intelligence literacy course for university students with diverse study backgrounds [J]. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2021, 2: 100026.
- [28] KIM J S. Artificial intelligence literacy's big ideas and achievement standards for primary English language learners[J]. *The Journal of Korea Elementary Education*, 2020, 31: 135-153.
- [29] PARK H J. Artificial Intelligence Literacy Class Program Using AI-based Art[J]. *Journal of Art Education*, 2022, 70: 143-168.
- [30] KIM S, JANG Y, KIM W, et al. Why and what to teach: AI curriculum for elementary school[C]//pro-

- ceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 2021, 35 (17): 15569–15576.
- [31] KIM S W, LEE Y. The Artificial Intelligence Literacy Scale for Middle School Students[J]. Journal of the Korea Society of Computer and Information, 2022, 27 (3): 225–238.
- [32] NG D T K, WU W, LEUNG J K L, et al. Artificial Intelligence (AI) literacy questionnaire with confirmatory factor analysis[C]//2023 IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). IEEE, 2023: 233–235.
- [33] 赵福君, 代洋磊, 许静静. 中学生人工智能素养评价指标构建[J]. 兵团教育学院学报, 2023, 33 (6): 68–74.
- [34] 周澍云. 高中生人工智能素养评价指标体系构建研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2023.
- [35] RYU H, CHO J. Development of artificial intelligence education system for K–12 based on 4P[J]. Journal of Digital Convergence, 2021, 19(1): 141–149.
- [36] 汪明. 基于核心素养的学生智能素养构建及其培育[J]. 当代教育科学, 2018 (2): 83–85.
- [37] 杨鸿武, 张笛, 郭威彤. STEM背景下人工智能素养框架的研究[J]. 电化教育研究, 2022, 43(4): 26–32.
- [38] 张银荣, 杨刚, 徐佳艳, 等. 人工智能素养模型构建及其实施路径[J]. 现代教育技术, 2022, 32 (3): 42–50.
- [39] 章恒远. 中小學生人工智能素养测评工具研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2023.
- [40] SHIH P K, LIN C H, WU L Y, et al. Learning ethics in AI-teaching non-engineering undergraduates through situated learning[J]. Sustainability, 2021, 13 (7): 3718.
- [41] LIN C H, WU L Y, WANG W C, et al. Development and validation of an instrument for AI-Literacy[C]// Proceedings of the 3rd Eurasian Conference on Educational Innovation (ECEI 2020), Ha Long Bay, Vietnam. 2020: 5–7.
- [42] KARACA O, ÇALIŞKAN S A, DEMİR K. Medical artificial intelligence readiness scale for medical students (MAIRS-MS)—development, validity and reliability study[J]. BMC Medical Education, 2021, 21: 1–9.
- [43] 王朋娇, 王玉儿, 王爽. 基于AI-TPACK理论的师范生人工智能素养框架研究[J]. 中国信息技术教育, 2023 (20): 67–71.
- [44] 李佳. 面向大学生的人工智能素养评价工具开发研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2023.
- [45] WILTON L, IP S, SHARMA M, et al. Where is the AI? AI literacy for educators[C]//International Conference on Artificial Intelligence in Education, 2022: 180–188.
- [46] ZHAO L, WU X, LUO H. Developing AI Literacy for Primary and Middle School Teachers in China: Based on a Structural Equation Modeling Analysis[J]. Sustainability, 2022, 14 (21): 14549.
- [47] PINSKIM, BENLIAN A. AI Literacy—Towards Measuring Human Competency in Artificial Intelligence [C]//Proceedings of the 56th Hawaii International Conference on System Sciences, 2023: 165–174.
- [48] LAUPICHLER M C, ASTER A, RAUPACH T. Delphi study for the development and preliminary validation of an item set for the assessment of non-experts' AI literacy[J]. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2023, 4: 100126.
- [49] CAROLUS A, KOCH M, STRAKA S, et al. MAIILS—Meta AI Literacy Scale: Development and Testing of an AI Literacy Questionnaire Based on Well-Founded Competency Models and Psychological Change— and Meta-Competencies[J]. Computers in Human Behavior: Artificial Humans, 2023, 1(2): 100014.
- [50] 郑勤华, 覃梦媛, 李爽. 人机协同时代智能素养的理论模型研究[J]. 复旦教育论坛, 2021, 19(1): 52–59.
- [51] LEE A. The Effect of ARTIFICIAL INTELLIGENCE Literacy Education on University Students' Ethical Consciousness of Artificial Intelligence[J]. Robotics & AI Ethics, 2021, 6 (3): 52–61.
- [52] YANG C. The Effect of AI Learning Program on AI Attitude and Literacy of Gifted Children in Elementary Schools[J]. Journal of The Korean Association of Information Education, 2022, 26 (1): 35–44.
- [53] KONG S C, CHEUNG W M Y, ZHANG G. Evaluating artificial intelligence literacy courses for fostering conceptual learning, literacy and empowerment in university students: Refocusing to conceptual building[J]. Computers in Human Behavior Reports, 2022, 7: 100223.
- [54] LAUPICHLER M C, ASTER A, HAVERKAMP N, et al. Development of the “Scale for the assessment of non-experts' AI literacy”—An exploratory factor analysis[J]. Computers in Human Behavior Reports, 2023, 12: 100338.
- [55] KONG S C, CHEUNG W M Y, TSANG O. Evaluating an artificial intelligence literacy programme for empowering and developing concepts, literacy and ethical awareness in senior secondary students[J]. Education and Information Technologies, 2023, 28 (4): 4703–4724.

- [56] KEWALRAMANI S, PALAIIOLOGOU I, DARDANO M, et al. Using robotic toys in early childhood education to support children's social and emotional competencies[J]. *Australasian Journal of Early Childhood*, 2021, 46 (4): 355-369.
- [57] SU J, YANG W. AI literacy curriculum and its relation to children's perceptions of robots and attitudes towards engineering and science: An intervention study in early childhood education[J]. *Journal of Computer Assisted Learning*, 2024, 40 (1): 241-253.
- [58] SU J, YANG W. Artificial Intelligence (AI) literacy in early childhood education: an intervention study in Hong Kong[J]. *Interactive Learning Environments*, 2023: 1-15.
- [59] ZHANG H, LEE I, ALI S, et al. Integrating ethics and career futures with technical learning to promote AI literacy for middle school students: An exploratory study[J]. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2023, 33 (2): 290-324.
- [60] LIN P Y, CHAI C S, JONG M S Y, et al. Modeling the structural relationship among primary students' motivation to learn artificial intelligence[J]. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2021, 2: 100006.
- [61] NG D T K, LUO W, CHAN H M Y, et al. Using digital story writing as a pedagogy to develop AI literacy among primary students[J]. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2022, 3: 100054.
- [62] LAUPICHLER M C, HADIZADEH D R, WINTERGERST M W M, et al. Effect of a flipped classroom course to foster medical students' AI literacy with a focus on medical imaging: a single group pre- and post-test study[J]. *BMC Medical Education*, 2022, 22 (1): 803.
- [63] KONG S C, KORTE S M, CHEUNG W M Y. Nurturing Artificial Intelligence Literacy in Students with Diverse Cultural Backgrounds[C]//*International Conference on Innovative Technologies and Learning*. Springer, Cham, 2023: 13-21.
- [64] LIN C H, YU C C, SHIH P K, et al. STEM based artificial intelligence learning in general education for non-engineering undergraduate students[J]. *Educational Technology & Society*, 2021, 24(3): 224-237.
- [65] PARK Y S, YI Y. The education model of liberal arts to improve the artificial intelligence literacy competency of undergraduate students[J]. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 2021, 25 (2): 423-436.
- [66] 李志敏, 肖永涛, 张雪菲. 新医科背景下听力与言语康复学人才人工智能素养提升路径的探索[J]. *中国高等医学教育*, 2022 (6): 12-13.
- [67] 黄云新. 教育信息化2.0时代高校教师智能素养提升路径探究[J]. *中国信息技术教育*, 2021(20): 110-112.
- [68] 许桐. 国际中文教师智能素养调查及提升路径研究[D]. 重庆: 西南大学, 2021.
- [69] 曹玉娜. 人工智能背景下的教师智能素养提升探究[J]. *安徽商贸职业技术学院学报*, 2022, 21(3): 72-76.
- [70] 高洁, 肖明, 王有学. 教师+AI, 创造更好的教育——中小学教师人工智能素养提升课程建设案例[J]. *中小学信息技术教育*, 2020 (1): 12-15.
- [71] LEE H R, PARK J H. A Case Study on STAMP Operation for Developing Artificial Intelligence Competence of Pre-service Teachers[J]. *Journal of Creative Information Culture*, 2022, 8 (3): 123-133.
- [72] JUN S J, CHOI J W, KIM S A, et al. Development of Modular Artificial Intelligence Literacy Education Program for Pre-service Teachers[J]. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 2022, 25 (2): 35-45.
- [73] GRIFFIN J F. Investigating Curriculum Design for Implementing Artificial Intelligence Literacy Education for Senior Leaders at the Military Education Institutes[D]. Boston, MA: Northeastern University, 2023.
- [74] PERCHIK J D, SMITH A D, ELKASSEM A A, et al. Artificial intelligence literacy: developing a multi-institutional infrastructure for AI education[J]. *Academic Radiology*, 2023, 30 (7): 1472-1480.
- [75] ZAMMIT M, VOULGARI I, LIAPIS A, et al. The road to AI literacy education: from pedagogical needs to tangible game design[C]. *Academic Conferences International*, 2021.
- [76] VOULGARI I, ZAMMIT M, STOURAITIS E, et al. Learn to machine learn: designing a game based approach for teaching machine learning to primary and secondary education students[C]//*Proceedings of the 20th Annual ACM Interaction Design and Children Conference*. 2021: 593-598.
- [77] 南京大学. 全国高校首创, 培养拔尖创新人才 南大开设“AI通识核心课程体系”[EB/OL]. (2024-02-28) [2024-05-23]. <https://www.nju.edu.cn/info/1056/356651.htm>.

作者简介 施雨, 南京农业大学信息管理学院博士研究生; 茹意宏(通信作者, maoyh@njamu.edu.cn), 博士, 南京农业大学信息管理学院教授、博士生导师。

收稿日期 2024-04-19

(责任编辑: 刘洪)