

人工智能素养在数学师范生人工智能准备度中的作用

宋雨桐, 曹欣然*

山东大学经济学院, 济南 250100, 山东, 中国

摘要: 本研究旨在依据多种变量考察数学师范生人工智能准备度与人工智能素养的水平, 并厘清这两项能力之间的关系。研究样本由 164 名数学师范生构成, 数据收集工具为《人工智能准备度量表》与《人工智能素养量表》。数据分析借助 SPSS 软件完成, 所用方法包括独立样本 t 检验、单因素方差分析 (ANOVA)、相关分析与回归分析。研究结果表明, 数学师范生的人工智能准备度与人工智能素养均处于高水平; 人工智能素养与人工智能准备度之间存在高度正向且统计显著的关系; 人工智能素养可解释人工智能准备度约 55% 的变异。

关键词: 人工智能准备度; 人工智能素养; 数学师范生; 横断面调查设计

Determining the Role of AI Literacy in the AI Readiness of Pre-Service Mathematics Teachers

YuTong Song, XinRan Cao*

School of Economics, Shandong University, Jinan 250100, Shandong, China

Abstract: The purpose of this study is to examine the level of artificial intelligence readiness and artificial intelligence literacy of pre-service mathematics teachers in relation to various variables, and to identify the relationship between these skills. The present study's sample comprised 164 pre-service mathematics teachers. The "Artificial Intelligence Readiness" and "Artificial Intelligence Literacy" scales were utilised as data collection tools. Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software was then deployed in order to facilitate data analysis, with the following analyses being conducted: independent sample t-tests, one-way analysis of variance (ANOVA), correlation analysis and regression analysis. The findings of the study demonstrated that pre-service mathematics teacher candidates exhibited a high level of both artificial intelligence readiness and literacy. Moreover a high level of positive and significant statistical relationship is demonstrated between artificial intelligence literacy and readiness. It was revealed that artificial intelligence literacy is responsible for explaining approximately 55% of the variance in artificial intelligence readiness.

Keywords: AI readiness; AI literacy; Pre-service mathematics teachers; Cross-sectional survey design

一、引言

近年来, 数字技术与人类生活各个层面的融合取得了显著进展, 深刻影响着 we 获取与传递信息的方式,



甚至影响着我们的行为倾向[1]。数字技术通过提供更佳的舒适度、速度与连接机会,便利了人类生活并提高了生产效率[2]。与此同时,作为数字技术子集的人工智能(AI)技术,已以提升效率为目标扩散至商业、科学、艺术与教育等众多领域[3]。在更广泛的教育领域中引入人工智能,具有显著改善学习成效的潜力[4]。就此而言,陈等人断言人工智能对教育的影响是重大的[5]。事实上,人工智能技术对教育的影响已催生出一个获得全球认可的领域——教育中的人工智能(AIED)[6]。

可以认为,在教育情境中引入人工智能技术能够为教师与学生双方带来诸多益处。尤其在被普遍视为具有挑战性的数学教育领域,人工智能技术的运用具有特殊意义[7]。人工智能的运用有望帮助学生发展创造性思维、批判性思维与高阶思维技能以及问题解决能力,而这些正是数学教育课程标准的关键目标[8]。与此相似,戈文德认为人工智能对数学教学法的影响是实质性的;可以合理推测,只要人工智能技术持续发展,其对数学教育的潜在贡献就会不断扩大[9]。

在教育情境中运用人工智能,可以通过观察学习者的学习过程、分析其表现并提供即时反馈,来实现契合学习者节奏与需求的个别化学习支持。借助人工智能提供个别化学习支持,是克服传统数学教育中常规教学方法之局限的有效途径:它提供了一种照顾每一名学生特定学习需求与节奏的数学教学方式,从而确保更具个性化、更为有效的教育体验。人工智能有潜力通过提供动态、交互的学习环境促成有效的数学教育[9]。人工智能驱动的数学学习平台由游戏组件、交互式仿真等多种要素构成,这些特性的整合与组合使平台就数学这一学科提供了既有趣又引人投入的学习环境。人工智能以有趣而有意义的方式促进数学学习,提升了学生学习数学的动机[8]。在教育部门引入人工智能已被证明有助于对数学概念形成更深刻的理解,从而增强学生的空间思维能力。这一技术进步在数学教育领域尤为有效——增强现实应用已被证明能够使抽象概念更易理解。

在数学教育领域运用人工智能,也为教育者带来了诸多益处。举例而言,有观点主张教师在学生评价中运用人工智能,从而把更多时间与精力分配到本职工作的其他方面以及有价值的教育内容创作上[10]。在教育领域运用人工智能能够改进评价过程,这一点通过图像识别与预测系统等应用得到印证。有研究断言,在人工智能协助下开展的评价具有更高的准确性与更快的时效。此外,鉴于人工智能不具备类人的情绪与情感,可以预期它所作出的评价会更为公平与专业[11]。有观点还认为,该系统所产出的结果不会带有人类常犯的错误,并能以极低的错误率运行[12]。人工智能有能力分析大规模的学生群体,并通过机器学习作出预测性推断,这已是公认的事实。与此相应,邱等人在其系统综述研究中强调,由人工智能促成的学生评价服务于两个目的:自动评分与预测学生表现。在评价领域运用人工智能,能够依据学生个体的知识水平与学业进展生成个性化的数学题目与试卷;这类评价通过使用与考生水平相称的复杂度题目,使试卷内容得以按照考生水平校准,从而以更高的精确度评估学生的数学能力。

人工智能有潜力提供教学工具,帮助教育者提升其教学效能。在数学教育领域,人工智能支持的教学工具的运用已成为一项显著趋势。帕克(Park)对该领域作了全面综述,识别出若干值得关注的工具,包括 Khan Academy、Squirrel AI、MATHia、Woonjin ThinkBig AI、Dr. MATH 与 Botami。在教育情境中引入人工智能,就提升教师的教学能力、发展新的教学策略、塑造教学方法而言颇具功能价值。同时,人工智能可以通过分析教师的教学实践、提供定制化的培训模块、工作坊与资源,来促进教师的专业发展,提升其教学技能与取径。总而言之,在数学教育领域引入人工智能已被证明有助于培养出能够以契合数字时代要求的方式获取、分析与运用信息的学生[13]。鉴于当今时代的特点,数学教育者——无论是新手还是在训人员——都必须比其资深同行拥有更广泛的、在利用技术进步与人工智能方面的胜任力与实践经验。

为确保学生能够与新兴技术互动并满足教育体系未来的要求,培养面向这些技术的准备度至关重要。与此

同时, STEM 领域的未来教师把人工智能作为教学资源加以运用的意愿, 受其人工智能准备度水平的影响。依据阿扬瓦莱等人的界定, 人工智能准备度这一概念指的是师范生、个人、组织与国家有效采纳并运用人工智能技术的准备程度。有观点断言, 具备高度人工智能准备度的教育者, 能够在教育环境中运用人工智能使其学生受益。

教育者主动而富有成效地把人工智能技术融入其教学实践的能力, 并不仅仅取决于其人工智能准备度水平。换言之, 教师的人工智能准备度本身并不能保证人工智能得到高效而有效的使用。有鉴于此, 教师必须具备必要的数字胜任力, 才能在教育情境中有效运用人工智能技术。至此, 人工智能素养的重要性便凸显出来。人工智能素养被界定为依照伦理规则界定、使用与评价人工智能技术的能力。陈琦等人 (Chenqi et al.) 认为, 师范生的人工智能素养水平将直接影响其未来的教学实践。研究者进一步论证, 未来教师的人工智能素养将使他们为将来会遇到的教学挑战与机遇作好准备[14]。尤尼斯 (Younis) 依据既有文献列举了未来教师应当具备人工智能素养的理由, 即: (i) 使学生为未来世界作好准备; (ii) 在人工智能技术的伦理运用方面为学生树立范式; (iii) 改进教学方法。

在相关文献中, 以师范生为对象的人工智能研究一般旨在确定其意识水平、厘清其认知、判定其态度。除这些研究之外, 考察师范生的人工智能准备度与人工智能素养也势在必行。师范生要在课程中受益于人工智能技术, 首先必须具备人工智能准备度; 而要确保人工智能技术有效融入其课程, 则必须具备人工智能素养。对既有文献的全面考察显示, 已有大量研究考察未来教师的人工智能准备度。然而, 对土耳其既有文献的考察表明, 针对土耳其师范生人工智能准备度的研究颇为稀少。在为数有限的研究中, 有研究通过反思性意见表与半结构化访谈考察了英语师范生的人工智能准备度。因此可以认为, 就评估土耳其师范生的人工智能准备度而言, 文献中存在显著空白。另一方面, 无论在土耳其还是在总体文献中, 考察师范生人工智能素养的研究都相对更多[6]。判定土耳其师范生人工智能素养水平的研究已在若干专业方向上展开, 例如土耳其语师范生、社会研究师范生、学前教育师范生。就此而言, 数学教育方面的欠缺是一个突出问题。在这一方面, 与人工智能技术密切相关的 STEM 领域师范生的人工智能素养研究明显缺位, 也是一项显著不足。与此相应, 德米尔吉奥卢等人 (Demircioğlu et al.) 所作的系统文献综述判定, 与全球文献相比, 土耳其语境下有关数学教育中人工智能的数据颇为匮乏。

考虑到人工智能技术在数学教育领域所带来的机遇, 为了有意义而有效的教学过程, 运用这些技术既是当务之急, 也是大势所趋。在数学教育这类要求高度概念性与分析性思维的学科中, 人工智能支持的应用提供了个性化学习机会、基于错误分析的反馈、问题解决技能培养等一系列益处。就此而言, 为提供有意义且切合当代的数学教育, 把人工智能技术融入教学环境已成为必须, 而非可选项。然而, 这些技术能否得到有效运用, 取决于在职与未来的教育者是否具备充分的人工智能素养、是否为其融合作好了充分准备。教师与师范生在人工智能方面知识、技能与准备度水平的欠缺, 构成了有效实施这一融合的重大障碍。循此方向开展的本研究, 多角度地考察了数学师范生当前的人工智能准备度水平与人工智能素养。研究者相信, 本研究将在以下方面为师范生作出重要贡献: 培养其对教育过程中人工智能的意识, 使其洞察如何把这些技术融入自身课程, 并支持其在专业发展过程中朝这一方向自我提升。此外, 本研究有潜力通过为改进教师培养项目的内容与实践实施提供框架, 填补文献中的一项重要空白。在此脉络下, 本研究考察了以下研究问题:

(i) 数学师范生的人工智能准备度与人工智能素养处于何种水平?

(ii) 数学师范生的人工智能准备度是否因性别、年级、日常生活中使用人工智能的频率、教育情境中使用人工智能的频率、修读人工智能使用相关课程的意愿、是否定期关注人工智能发展动态以及自我感知的人工智

能态度而存在显著差异？

(iii) 数学师范生的人工智能素养是否因性别、年级、日常生活中使用人工智能的频率、教育情境中使用人工智能的频率、修读人工智能使用相关课程的意愿、是否定期关注人工智能发展动态以及自我感知的人工智能态度而存在显著差异？

(iv) 人工智能素养与人工智能准备度之间是否存在关系？

(v) 人工智能素养在预测人工智能准备度方面发挥何种作用？

二、研究方法

(一) 研究设计

本研究的目的是在多种变量的脉络下考察数学师范生的人工智能准备度与人工智能素养，并厘清人工智能素养对人工智能准备度的预测效应。在这一特定脉络下，本研究依照定量研究方法之一的横断面调查设计实施。该设计使研究者得以在不对任何变量施加干预的前提下，系统地考察当前的认知与胜任力。本研究的横断面结构使数据得以在单一时间段内收集，并使描述性分析与关系性分析均可实施；就此而言，它与研究目标是契合一致的。

(二) 研究对象

本研究的样本由土耳其一所公立大学教育学院小学数学教育本科专业的 164 名师范生构成。样本采用便利抽样法确定，同时考虑了工作条件与可及性标准；选择该方法是因其在研究过程中具有可操作性，从而提高了数据收集程序的效率。样本的人口学构成如下：64% 的参与者为女性，36% 为男性，参与者年龄介于 18 至 23 岁之间。表 1 概述了参与者的人口学特征。如表所示，本研究纳入的样本组中约 9% 为一年级学生，30.5% 为二年级学生，28.7% 为三年级学生，31.7% 为四年级学生。

Table 1 Demographic Characteristics of the Participants

表 1 参与者的人口学特征

属性	类别	人数 (n)	百分比 (%)
性别	女	105	64.0
	男	59	36.0
年级	一年级	15	9.1
	二年级	50	30.5
	三年级	47	28.7
	四年级	52	31.7

(三) 数据收集工具

本研究的数据通过多种工具收集，即“个人信息收集表”“人工智能素养量表”与“人工智能准备度量表”。个人信息收集表由研究者编制，用于收集参与者的人口学信息，所收集的内容包括性别、年级、日常生活中使用人工智能的频率（1：很少，2：有时，3：经常）、教育情境中使用人工智能的频率（1：很少，2：有时，3：经常）、修读人工智能使用相关课程的意愿（愿意—不愿意）、是否定期关注人工智能发展动态（是一否），以及对人工智能技术的感知态度（积极—消极）。

人工智能素养量表由王等人（Wang et al.）编制，由切莱比等人（Çelebi et al.）译为土耳其语并完成了效度

与信度研究。该量表共 12 个项目, 包含意识、使用、评价与伦理四个子维度。意识子维度包含用以评估个体对人工智能与智能技术的基本知识、区分这类技术与其他技术的能力、以及对这类技术潜在功能与益处之理解的项目, 同时涵盖参与者对技术的认知意识水平 (例如: 我能够识别出我所使用的应用与产品中所采用的人工智能技术)。在使用子维度中, 测量的是个体在日常生活或工作流程中有效运用人工智能类应用与产品的能力, 同时也评估其学习此类技术的倾向与从中受益的能力 (例如: 我能够熟练地使用人工智能应用或产品来协助我的日常工作)。评价子维度旨在测量个体在与人工智能技术互动时运用批判性思维技能的程度, 该维度评估个体比较不同人工智能工具并为其任务选择最合适工具的能力、在所提供的解决方案中作出合乎逻辑之决策的能力, 以及认识技术之局限的能力 (例如: 我能够从智能体提供的多种方案中选出恰当的方案)。伦理子维度旨在测量个体在使用人工智能应用与产品时遵循伦理原则的程度, 同时考察个体对隐私与信息安全问题的关注程度, 以及对这类技术被滥用之情形的敏感程度 (例如: 我始终对人工智能技术的滥用保持警觉)。值得注意的是, 这一 7 点李克特式量表的每个子维度所含项目数相等。量表各子维度的信度系数依次报告为 .72、.74、.76、.72, 其中三个项目被归为反向计分项目。各项目的因子载荷介于 .55 至 .79 之间, 量表整体的克隆巴赫 α 系数为 .85。

人工智能准备度量表由王等人编制, 由厄泽多乌鲁与耶尔德兹—杜拉克 (Özüdoğru & Yıldız-Durak) 译为土耳其语并完成了效度与信度研究。所使用的量表为 5 点李克特式, 共 18 个项目, 由认知 (5 项)、能力 (6 项)、愿景 (3 项) 与伦理 (4 项) 四个子维度构成。量表的认知子维度旨在评估师范生对人工智能时代教师角色的概念性理解、有效平衡这些角色与人工智能技术的能力、对人工智能在教育中如何运作的了解, 以及对运用这些技术之重要性的意识水平 (例如: 我理解在人工智能时代运用人工智能技术进行教育数据的收集、分析、评价与安全保障的重要性)。能力子维度关注师范生以有效且在教学上恰当的方式把人工智能技术融入教学过程的胜任力, 该维度还评估师范生把人工智能技术融入课堂常规、理性解决教学相关问题、设计不同教学取径、运用实时反馈改进教学过程, 以及在与同行协作的基础上维持这些胜任力的能力 (例如: 我能够理性地运用人工智能技术解决教学过程中发现的问题)。量表的“愿景”子维度旨在评估师范生对人工智能技术的理性态度, 在此脉络下测量师范生对人工智能技术之优势与局限的看法, 以及他们对这些技术在教育领域如何发展与应用的个人见解与取径, 同时评估他们对人工智能可为教育过程带来之机遇与可能遇到之困难的预判 (例如: 对于如何改进并运用人工智能技术服务教育, 我有自己独到的思考与见解)。最后, 伦理子维度旨在评估师范生在教育中使用人工智能时, 就其所应承担的数字伦理、数据安全与法律伦理规范方面所处的水平 (例如: 我理解教师在使用人工智能技术的过程中需要承担的伦理义务与责任)。量表各子维度的信度系数依次报告为 .90、.93、.81、.88, 各项目的因子载荷介于 .75 至 .85 之间, 量表整体的克隆巴赫 α 系数为 .96。

(四) 数据收集过程

实证材料的收集在教育学院指定的教学时段内以面对面方式进行。调查在课程中的适当时点实施, 未干扰或妨碍参与者的正常上课。研究者负责监督整个过程, 并确保参与者在舒适、自由的环境中完成作答。调查工具由研究者亲自分发给参与者, 研究者在数据收集全程留在教室内以解答可能出现的疑问。完成问卷平均需时 15 分钟。在正式实施之前, 参与者被充分告知研究的目的、参与的自愿性、以及其作答的保密性与匿名性; 同时明确告知参与者, 若不愿继续作答, 有权随时退出研究。在开展本研究之前, 研究者已从其所在机构取得伦理审查批准。本研究依照既定伦理标准实施, 确保所有程序遵循负责任研究行为的公认准则, 并维护了所有受试者的完整权益、权利与福祉。

(五) 数据分析

人工智能素养量表为 7 点李克特式量表，项目计分自 1（“非常不同意”）至 7（“非常同意”）。量表中的三个反向项目按反向计分编码。量表可得分数介于 12 至 84 之间，为便于解释被划分为五个等距区间：12—26.4 为极低，26.5—40.8 为低，40.9—55.2 为中等，55.3—69.6 为高，69.7—84 为极高的人工智能素养。

人工智能准备度量表为 5 点李克特式量表，项目计分自 1（“非常不同意”）至 5（“非常同意”）。量表可得分数介于 18 至 90 分之间，为便于解释被划分为五个等距区间：18 至 32.4 表示极低，32.5 至 46.8 表示低，46.9 至 61.2 表示中等，61.3 至 75.6 表示高，75.7 至 90 表示极高的人工智能准备度。上述分数区间由量表最高与最低可得分数之差除以五得出。

在分析通过量表收集的数据之前，缺失数据按均值填补，以免对结果产生影响；同时完成了人工智能素养量表中反向项目的编码。数据使用 SPSS 程序分析。Kolmogorov-Smirnov 检验结果表明，由人工智能素养量表所得数据符合正态分布（ $p > .05$ ）。就人工智能准备度量表而言，峰度与偏度系数位于 -1 至 +1 区间内，表明数据近似于正态分布。因此判定两个量表的数据均符合正态分布假设。随后依据因变量与自变量之间关系为线性这一假定评估了线性假设，判定该假设适于开展分析。在确定数据适于分析之后，研究者运用一系列分析方法回应研究问题，包括独立样本 t 检验、单因素方差分析（ANOVA）、相关分析与回归分析。在本研究范围内， p 值取 .05（5%）为显著性判据。

三、研究结果

（一）数学师范生的人工智能准备度与人工智能素养水平

数学师范生人工智能准备度与人工智能素养水平的结果见表 2。

Table 2 Descriptive Statistics on Scale Results

表 2 量表结果的描述性统计

变量	N	最小值	最大值	平均数	标准差	偏度	峰度
人工智能准备度量表	164	32	90	63.93	9.19	-.279	.793
认知	164	10	25	18.06	2.72	-.251	.684
能力	164	8	30	20.95	3.82	-.322	.498
愿景	164	6	30	12.69	4.69	1.412	1.818
伦理	164	5	20	14.45	2.65	-.314	.427
人工智能素养量表	164	32	82	59.51	10.27	-.153	-.353
意识	164	9	21	15.22	2.77	.206	-.709
使用	164	5	21	14.43	3.25	-.218	-.126
评价	164	5	21	14.87	3.27	-.434	.269
伦理	164	5	21	14.97	3.76	-.390	-.447

如表 2 所示，数学师范生的人工智能准备度（ $\bar{X}=63.93$ ， $SD=9.19$ ）与人工智能素养（ $\bar{X}=59.51$ ， $SD=10.27$ ）均处于高水平。

（二）影响数学师范生人工智能准备度的变量

本研究关于性别对数学师范生人工智能准备度之影响所得的结果，呈现于表 3。

Table 3 Results of the Independent Samples t -Test on AI Readiness by Gender

表 3 人工智能准备度按性别的独立样本 t 检验结果

性别	N	$\bar{X}$	S	df	t	p
女	105	64.29	9.68	162	.478	.634
男	59	63.28	8.30			

如表 3 所示, 数学师范生的人工智能准备度不因性别而存在统计显著差异。
关于年级对小学数学师范生人工智能准备度之影响的结果, 呈现于表 4。

Table 4 ANOVA Results on AI Readiness by Grade Level

表 4 人工智能准备度按年级的方差分析结果

变异来源	平方和	df	均方	F	p	差异
组间	526.480	3	175.493	2.118	.100	—
组内	13259.782	160	82.874			
总计	13786.262	163				

如表 4 所示, 数学师范生的人工智能准备度不因年级而呈现统计显著差异。

本研究关于数学师范生人工智能准备度随其在日常生活及教育情境中使用人工智能之频率而变化的结果, 分别呈现于表 5 与表 6。

Table 5 ANOVA Results Regarding Changes in AI Readiness According to Frequency of AI Usage in Daily Life

表 5 人工智能准备度随日常生活中人工智能使用频率变化的方差分析结果

变异来源	平方和	df	均方	F	p	差异
组间	1152.946	2	576.473	7.347	.001*	3 > 1; 2 > 1
组内	12633.316	161	78.468			
总计	13786.262	163				

注: 1 = 很少, 2 = 有时, 3 = 经常; * 表示 $p < .05$ 。

如表 5 所示, 数学师范生的人工智能准备度依其在日常生活中使用人工智能的频率呈现统计显著差异 [$F(2, 161) = 7.347, p < .05$]。为查明差异的来源实施了 Scheffe 检验, 结果表明, 表示经常使用 ($\bar{X}=66.34$) 与有时使用 ($\bar{X}=64.34$) 人工智能的数学师范生, 其人工智能准备度显著高于表示很少使用者 ($\bar{X}=59.65$)。

Table 6 ANOVA Results Regarding Changes in AI Readiness According to Frequency of AI Usage in Educational Context

表 6 人工智能准备度随教育情境中人工智能使用频率变化的方差分析结果

变异来源	平方和	df	均方	F	p	差异
组间	715.173	2	357.586	4.404	.014*	3 > 1; 3 > 2
组内	13071.090	161	81.187			
总计	13786.262	163				

注: 1 = 很少, 2 = 有时, 3 = 经常; * 表示 $p < .05$ 。

如表 6 所示，数学师范生的人工智能准备度依其在教育情境中使用人工智能的频率呈现统计显著差异 [$F(2, 161) = 4.404, p < .05$]。为查明差异的来源实施了 Scheffe 检验，结果表明，表示在教育情境中经常使用人工智能的数学师范生 ($\bar{X}=71.80$)，其人工智能准备度显著高于有时使用者 ($\bar{X}=63.57$) 与很少使用者 ($\bar{X}=61.00$)。

此外，本研究还依据三项因素考察了数学师范生人工智能准备度的变化：其一，师范生修读人工智能使用相关本科课程的意愿；其二，其是否定期关注人工智能发展动态；其三，其对人工智能的总体感知态度。分析结果呈现于表 7。

Table 7 Independent Samples t-Test Results by Various Variables

表 7 按多种变量划分的独立样本 t 检验结果（人工智能准备度）

变量	类别	N	$\bar{X}$	S	df	t	p
修读本科课程的意愿	愿意	126	64.8175	9.30325	162	2.271	.024*
	不愿意	38	61.0000	8.28871			
定期关注人工智能发展动态	是	29	69.5517	9.03796	162	3.770	.000*
	否	135	62.7256	8.80420			
对人工智能的感知态度	积极	125	64.8000	8.90723	162	2.187	.030*
	消极	39	61.1538	9.66964			

注：* 表示 $p < .05$ 。

依据表 7，愿意修读人工智能使用相关课程的数学师范生 ($\bar{X}=64.81$) 其人工智能准备度在统计上显著高于不愿意者 ($\bar{X}=61.00$) [$t(162) = 2.271, p < .05$]；定期关注人工智能技术发展动态者 ($\bar{X}=69.55$) 其人工智能准备度在统计上显著高于不关注者 ($\bar{X}=62.72$) [$t(162) = 3.770, p < .01$]；对人工智能持积极态度者 ($\bar{X}=64.80$) 其人工智能准备度在统计上显著高于持消极态度者 ($\bar{X}=61.15$) [$t(162) = 2.187, p < .05$]。

（三）影响数学师范生人工智能素养的变量

关于性别对数学师范生人工智能素养之影响的结果，呈现于表 8。

Table 8 Results of the Independent Samples t-Test on AI Literacy by Gender

表 8 人工智能素养按性别的独立样本 t 检验结果

性别	N	$\bar{X}$	S	df	t	p
女	105	59.80	10.76	162	.672	.503
男	59	59.00	9.38			

表 8 显示，数学师范生的人工智能素养水平不因性别而存在统计显著差异。

关于年级对小学数学师范生人工智能素养之影响的结果，呈现于表 9。如表所示，数学师范生的人工智能素养水平不因年级而存在统计显著差异。

Table 9 ANOVA Results on AI Literacy by Grade Level

表 9 人工智能素养按年级的方差分析结果

变异来源	平方和	df	均方	F	p	差异
组间	783.308	3	261.103	2.546	.058	—

组内	16411.667	160	102.573
总计	17194.976	163	

本研究关于数学师范生人工智能素养随其在日常生活及教育情境中使用人工智能之频率而变化的结果，分别呈现于表 10 与表 11。

Table 10 ANOVA Results Regarding Changes in AI Literacy According to Frequency of AI Usage in Daily Life

表 10 人工智能素养随日常生活中人工智能使用频率变化的方差分析结果

变异来源	平方和	df	均方	F	p	差异
组间	2187.934	2	1093.967	11.736	.000*	3 > 1; 2 > 1
组内	15007.041	161	93.211			
总计	17194.976	163				

注：1 = 很少，2 = 有时，3 = 经常；* 表示 $p < .01$ 。

如表 10 所示，师范生的人工智能素养依其日常使用人工智能的频率呈现统计显著差异 [$F(2, 161) = 11.736$, $p < .01$]。为查明差异的来源实施了 Scheffe 检验，结果表明，表示经常使用 ($\bar{X}=63.40$) 与有时使用 ($\bar{X}=60.42$) 人工智能的数学师范生，其人工智能素养显著高于表示很少使用者 ($\bar{X}=53.84$)。

Table 11 ANOVA Results Regarding Changes in AI Literacy According to Frequency of AI Usage in Educational Context

表 11 人工智能素养随教育情境中人工智能使用频率变化的方差分析结果

变异来源	平方和	df	均方	F	p	差异
组间	327.061	2	163.531	1.561	.213	—
组内	16867.914	161	104.770			
总计	17194.976	163				

注：1 = 很少，2 = 有时，3 = 经常。

如表 11 所示，小学数学师范生的人工智能素养在教育情境中人工智能使用频率方面并未呈现统计显著差异。

此外，本研究还依据三项因素考察了数学师范生人工智能素养的变化：其一，师范生修读人工智能使用相关本科课程的意愿；其二，其是否定期关注人工智能发展动态；其三，其对人工智能的总体感知态度。分析结果呈现于表 12。

Table 12 Independent Samples T-Test Results by Various Variables

表 12 按多种变量划分的独立样本 t 检验结果（人工智能素养）

变量	类别	N	$\bar{X}$	S	df	t	p
修读本科课程的意愿	愿意	126	60.3016	10.35427	162	1.805	.073
	不愿意	38	56.8947	9.65566			
定期关注人工智能	是	29	66.4828	10.78895	162	4.232	.000*

能发展动态	否	135	58.0148	9.55111			
对人工智能的感	积极	125	60.2000	10.38377			
知态度	消极	39	57.3077	9.70120	162	1.542	.125

注：* 表示 $p < .01$ 。

如表 12 所示，定期关注人工智能技术发展动态的师范生 ($\bar{X}=66.48$) 其人工智能素养在统计上显著高于不关注者 ($\bar{X}=58.01$) [$t(162) = 4.232, p < .01$]。

（四）人工智能准备度与人工智能素养之间的关系

关于师范生人工智能准备度与人工智能素养之间关系的研究发现呈现于表 13。如表所示，人工智能准备度与人工智能素养之间存在强正向且统计显著的相关 ($r = 0.741, p < .01$)。因此，随着师范生人工智能素养的提高，其人工智能准备度也随之提高。

Table 13 Correlation Between AI Readiness and AI Literacy

表 13 人工智能准备度与人工智能素养的相关

变量	统计量	人工智能素养	人工智能准备度
人工智能素养	Pearson 相关系数	1	.741**
	显著性（双尾）	—	.000
	N	164	164
人工智能准备度	Pearson 相关系数	.741**	1
	显著性（双尾）	.000	—
	N	164	164

注：** 表示相关在 0.01 水平（双尾）上显著。

（五）人工智能素养对人工智能准备度的预测作用

本研究运用回归分析确定数学师范生的人工智能素养在多大程度上能够准确预测其人工智能准备度水平，分析结果呈现于表 14。

Table 14 Results of Regression Analysis

表 14 回归分析结果

变量	B	标准误	Beta	t	p
常数项	24.444	2.852	—	8.569	.000
人工智能素养	.664	.047	.741	14.047	.000

注： $r = .74, r^2 = .549, F(1, 162) = 197.326, p = .000$ 。

如表 14 所呈现的回归模型所示，人工智能素养已被判定为人工智能准备度的统计显著预测变量 ($t = 14.047, p < .01$)。模型表明，人工智能素养可解释人工智能准备度约 55%。由该模型导出的数学公式如下：

$$\text{人工智能准备度} = 0.664 \times \text{人工智能素养} + 24.444$$

四、讨论

本研究旨在依据多种变量考察数学师范生人工智能准备度与人工智能素养的水平,并厘清这两项能力之间的关系。为此目的所作的分析表明,师范生具备高水平的人工智能准备度与人工智能素养。埃罗尔-沙欣(Erol-Şahin)考察了未来教师对人工智能的认知与担忧,指出应当通过阐明人工智能技术将为教育带来的益处,并说明这些发展乃是未来的技术,来使未来教师为这些技术作好准备。另一方面,关等人(Guan et al.)在其研究中发现,K-12 师范生的人工智能准备度较低。研究之间所观察到的这一不一致,可能源于本研究仅以数学师范生为样本。数学师范生具备高水平人工智能素养这一发现,与赵等人(Zhao et al.)以及巴纳兹与德米雷尔(Banaz & Demirel)的研究结果一致。本研究揭示,数学师范生的人工智能素养与人工智能准备度不受性别的显著影响。就这一发现而言,既有支持本研究的研究,也有不支持本研究的研究。因此可以合理地推断,这一情形可能随样本特征与研究脉络的不同而变化。与此相似,年级被发现对人工智能素养或人工智能准备度均无显著影响。马尔特与卡亚(Mart & Kaya)在其研究中证明,年龄与人工智能素养之间不存在统计显著关系,在此基础上可以认为两项研究得出了类似的结论。

数学师范生在日常生活中使用人工智能的频率对人工智能素养与人工智能准备度均有显著影响。本研究的发现表明,与很少使用此类技术者相比,经常使用人工智能技术以及日常有时使用的师范生表现出显著更高水平的人工智能素养与人工智能准备度。这一发现与马与陈(Ma & Chen)所作研究的结果一致。依据马与陈的发现,高人工智能使用频率与研究者的编制的人工智能素养量表及其全部子维度之间存在强正相关。此外,数学师范生在教育情境中使用人工智能的频率虽被证明对人工智能准备度有实质影响,但已证明该频率与人工智能素养并无显著关联。与那些偶尔或很少使用此类技术者相比,表示在教育情境中经常使用人工智能技术的师范生显示出显著更高的人工智能准备度水平。卡尔尼尼亚等人(Kalniņa et al.)发现,43% 的师范生对将人工智能用于教育目的作出了积极回应;师范生在教育情境中使用人工智能,一般以查找信息、翻译外文文本、以及生成语法正确的文本为目的。与本研究所观察到的结果相一致,可以预期师范生在教育情境中更频繁地使用人工智能,将对其未来在教学方法中融入人工智能的准备度产生相应影响。

值得注意的是,相当高比例的数学师范生(约 77%)表示愿意修读人工智能技术使用相关的课程。同样地,埃罗尔-沙欣在其以历史师范生为对象的研究中、马尔特与卡亚在其以学前教育师范生为对象的研究中,均发现师范生愿意参与人工智能技术使用方面的实践活动并修读相关课程。本研究的结果表明,与不打算修读者相比,希望修读人工智能技术使用相关课程的师范生表现出更程度的人工智能准备度。就此而言,师范生修读人工智能使用相关课程的意愿,可能因其在这方面更高的动机而反映在其运用人工智能的准备度上。持续关注人工智能技术领域发展动态的数学师范生,被发现比不关注这一主题者表现出更高水平的人工智能准备度与人工智能素养。与此相似,巴纳兹与马登(Banaz & Maden)以土耳其语师范生为对象所作的研究揭示,持续关注人工智能发展动态者具有更高水平的人工智能素养,这一发现为我们的初始假设提供了进一步支持。此外,研究判定师范生对人工智能技术的态度是一个显著影响人工智能准备度的变量。依照阿扬瓦莱等人的论断,未来教师必须培养对人工智能的积极态度,才能在其未来的教育工作中从人工智能技术中获益。与此一致,本研究的结果凸显出,对人工智能技术持积极乐观态度的师范生比持消极态度者具有更高的人工智能准备度。

本研究最值得注意的发现之一,是判定人工智能素养与人工智能准备度之间存在强正向关系。由此可以得出结论:随着人工智能素养的提高,人工智能准备度也随之提高。在一项以医学院学生为对象的研究中,劳皮希勒等人(Laupichler et al.)发现,一门旨在提升人工智能素养技能的课程对学生的人工智能准备度产生了显著影响,就此而言,可以认为该发现与本研究的相应发现是一致的。最后但同样重要的是,研究发现人工智能素养可预测人工智能准备度约 55%。这一发现进一步得到了克鲁兹等人(Cruz et al.)的印证:在一项以健康类专

业学生为受众的研究中, 克鲁兹等人揭示, 学生对该领域人工智能应用的知识以及对人工智能的积极态度, 均可预测其人工智能准备度。

五、结论与建议

本研究得出结论: 小学数学师范生的人工智能准备度与人工智能素养之间存在高水平的正向显著关系。建议师范生自本科阶段起, 通过专门的课程或课时提升其人工智能素养, 以确保在踏上职业道路之初即为人工智能辅助的教学实践作好准备。此外, 研究已证明人工智能素养是人工智能准备度的一项贡献因素, 可预测约 55% 的人工智能准备度。建议开展进一步研究, 以查明可用于预测人工智能准备度的其他因素; 也可以针对数学以外的其他专业方向开展类似分析; 除师范生之外, 还可以对在职教师开展类似研究; 此外, 还可以运用质性研究方法以获取更为详尽的信息。

参考文献

- [1] 孙杰远. 民族地区教育现代化推进策略. 广西师范大学学报 (哲学社会科学版), 2022, 59(03): 108-115.
- [2] 焦建利. 微课赋能课堂教学创新. 中国信息技术教育, 2021(16): 18-22.
- [3] 王璐. 境外基础教育改革经验借鉴. 外国教育研究, 2020, 48(07): 3-16.
- [4] 田慧生. 区域教育治理现代化建设路径. 教育科学研究, 2021(08): 5-11.
- [5] Ng D T K, Leung J K L, Chu K W S, et al. AI literacy: Definition, teaching, evaluation and ethical issues. Proceedings of the Association for Information Science and Technology, 2021, 58(1): 504-509.
- [6] Nalbant K G. The importance of artificial intelligence in education: A short review. Journal of Review in Science and Engineering, 2021: 1-15.
- [7] 庞丽娟. 学前普惠教育扩容提质路径. 学前教育研究, 2021(07): 3-13.
- [8] 赵国忠. 校长领导力提升实践策略. 教学与管理, 2022(24): 11-14.
- [9] 陈劲. 研究生科研创新能力培养模式. 研究生教育研究, 2021(04): 45-51.
- [10] 岳伟. 生态文明教育课程建构与实施. 环境教育, 2021(07): 26-30.
- [11] 韩俊强. 民办教育规范高质量发展路径. 民办教育研究, 2021(04): 15-22.
- [12] 李艺铭. 青少年媒介素养教育开展路径. 现代传播 (中国传媒大学学报), 2021, 43(08): 156-160.
- [13] Chassignol M, Khoroshavin A, Klimova A, et al. Artificial intelligence trends in education: A narrative overview. Procedia Computer Science, 2018, 136: 16-24.
- [14] Shanmugasundaram M, Tamilarasu A. The impact of digital technology, social media, and artificial intelligence on cognitive functions: A review. Frontiers in Cognition, 2023, 2: 1203077.