



AI4R 素养的理论探索及面向研究生的教学实践

——以浙江大学图书馆为例

邵博云* 沈利华 杨柳

摘要 为应对“智能化科研”(AI for Research, AI4R)范式带来的挑战与机遇,文章尝试构建并验证了一个整合 AI 素养与科研素养的复合型能力框架。研究首先通过理论辨析,揭示了 AI 素养与科研素养的深度耦合关系;进而结合第五科研范式“AI4R”的内在特征,提出“AI4R 素养”的概念,并构建了包含理念层、知识层、技能层与创新层的四层金字塔框架。最后,以浙江大学图书馆开展的“智启研途:AI 赋能下的科研活动”系列教学检验该框架的有效性,为高校图书馆在新时代开展 AI4R 素养教育提供了理论依据与实践路径。

关键词 AI4R 素养 AI 素养 科研素养

分类号 G252.6

DOI 10.16603/j.issn1002-1027.2026.03.012

引用本文格式 邵博云,沈利华,杨柳. AI4R 素养的理论探索及面向研究生的教学实践——以浙江大学图书馆为例[J]. 大学图书馆学报,2026,44(3):109-118.

1 引言

人类正处于信息时代的智能化阶段,正在向智能时代迈进,智能化科研范式应运而生^[1]。AI 工具正在重塑传统的科研工作流,深刻影响着知识的生产、传播与评价方式。这种变革一方面极大地提升了科研效率,激发了创新潜能;另一方面也带来了新的挑战,如学术失范、信息茧房、算法偏见、结果可靠性不足等问题日益凸显。

第五科研范式“智能化科研”(AI for Research, AI4R)由中国工程院院士李国杰于 2024 年正式提出,反映科学、技术和工程整个科研领域的重大范式变革,传统的科研素养正面临深刻的解构与重塑^[2]。由此,科研人员需要适应 AI4R 科研范式的转变,了解 AI4R 的研究方法与特征,从而习得并具备一套相应的 AI4R 知识和能力。

AI 素养的框架和内容设计引起学界的广泛关注和讨论。浙江大学人工智能教育教学研究中心于 2024 年发布《大学生人工智能素养红皮书》,将 AI 素养分解为体系化知识、构建式能力、创造性价值和人本型伦理^[3]。此外,多数框架都是面向 K12 与社

会公众的 AI 素养框架^[4-8]。有少量研究将 AI 素养置于科研场域下,如蔡迎春构建了面向科研人员的 AI 素养框架^[9],即跨学科 AI 素养教育核心要素框架;美国巴纳德学院(Barnard College)的 AI 素养框架适用于高等教育机构环境,用于指导巴纳德学院教师、学生和员工培养 AI 素养^[10];以及面向科研场景的 AI 素养教育内容体系^[11]、融入科研创新项目的 AI 素养教育^[12]。

现有研究多将 AI 素养与科研素养作为平行概念割裂探讨,或以 AI 素养为主体探讨在科研场域下的应用,或仅将 AI 视为提升传统科研流程效率的“工具集”。这种视角未能深刻触及 AI4R 范式下知识生产方式的根本性变革,即从“人使用工具”到“人机协同认知”的跃迁。因此,现有面向通用场景的 AI 素养框架,或固守传统范式的科研素养体系,均已无法完全回应培养新一代研究创新人才的时代诉求。学界迫切需要一个能够统合二者、超越二者的全新理论框架,来定义和指导面向第五科研范式的核心能力培养。在此背景下,本文提出“AI4R 素养”这一整合性概念,并对其概念、框架与培育路径展开系统性研

* 通讯作者:邵博云,邮箱:byshao@zju.edu.cn.



究,具有重要的理论创新价值与实践参考意义。

2 AI素养与科研素养的关系辨析

2.1 AI素养:人机协同时代的基础能力

AI素养是指个体理解、应用、评估和合乎伦理地创造AI技术与系统的能力集合。它超越了单纯的技术操作,是一个多维度的概念^[4]。

AI素养的框架和内容设计已受到联合国教科文组织与国内外相关学者的广泛讨论^[4-8,13-14]。整合现有研究,AI素养的内容框架可归纳为四个维度:(1)批判与伦理:能够批判性地审视和评估AI生成内容的准确性、可靠性和偏见性;理解并遵守与AI相关的伦理规范、数据隐私和知识产权法规。(2)认知与理解:理解AI的基础理论、技术理论和AI的应用领域组成;了解AI技术的历史发展、现状以及未来趋势。(3)技能与应用:掌握有效使用各类AI工具的技能、分析和评估AI的技能、利用AI开发和创造的技能,以及AI在各类行业和场景中的应用。(4)创新与共创:运用AI技术创新性解决问题的能力,包括跨领域应用、技术组合创新等高阶思维能力;通过AI系统的设计深度理解AI原理,在人工智能领域进一步探索性学习、搭建知识框架。

2.2 科研素养:学术创新的基石

科研素养是从事科学研究活动所必须具备的知识、能力和品格的总和。它是科研人员的核心竞争力,贯穿于科研活动的始终。

有学者分别构建了本科生、硕士生与博士生各层次科研人员的科研素养框架^[15-17]。基于上述文献,科研素养的内容框架可归纳为四个维度:(1)科研诚信与信念:恪守学术诚信,了解引证规范,杜绝抄袭、伪造、篡改等学术不端行为,理解作者署名、同行评议等学术共同体规则;研究人员的学术兴趣、科研热情、科研动力和献身精神。(2)科研知识:掌握学科与领域知识,包括核心学科基础、前沿进展与热点、相关交叉领域、数据与资源图谱等;了解科研方法论,包括科学方法框架、研究设计、统计与数据分析、文献检索与综述的相关知识。(3)科研能力:掌握本学科的科研范式,能够根据研究问题设计合理的研究方案、选择恰当的研究方法、科学地收集和分析数据;具备逻辑清晰、表述规范的学术写作与口头发表能力;协同应变、团队合作的能力。(4)科研创新:能够运用逻辑推理、批判性思维、系统性思维开

展假设创新、方法创新和理论建构,具备发现问题、分析问题和解决问题的能力。

2.3 两者的耦合关系

尽管现有研究已分别对科研素养与AI素养展开了广泛探讨,但多局限于将二者作为并行概念进行独立分析,忽视了其内在的深层关联。事实上,在人工智能深度赋能科学研究的背景下,科研素养与AI素养并非简单的并列关系,而是在伦理规制、知识体系、技能应用与创新实践等多个维度上,呈现出一种深度耦合、互为支撑的共生关系。

2.3.1 伦理层面的统一

AI素养中的伦理责任维度与科研素养中的学术规范素养在价值取向上高度统一。两者都强调负责任的研究行为,都关注研究活动对社会的影响。AI伦理为传统学术规范注入了新内容,而学术规范为AI应用提供了价值指导。

2.3.2 认知层面的融合

AI素养中的技术认知与科研素养中的方法论素养在认知层面存在深度融合关系。AI技术正在改变传统的科研方法论,数据驱动的科研范式、计算实验方法、智能化假设生成等新兴研究方法,要求研究者既要理解AI技术原理,又要掌握科研方法论基础。

2.3.3 技能层面的互补

AI素养中的工具应用技能与科研素养中的信息素养、分析思维素养形成互补关系。传统的信息检索和数据分析技能为AI工具的有效使用提供基础,而AI工具的应用又极大拓展了信息处理和数据分析的能力边界。

2.3.4 创新层面的协同

AI素养中的创新应用能力与科研素养中的创新能力素养存在协同增效关系。AI技术为科研创新提供了新工具和新思路,而科研创新思维指导AI技术的创造性应用。

由此,笔者梳理了硕士生与博士生科研流程,将科研过程划分为七个阶段,分析每个阶段传统科研素养如何与AI素养相互作用,形成一种新的融合素养。

在选题与创新构思阶段,传统科研素养要求掌握学科前沿动态,发现研究空白,具备问题意识;AI素养要求使用AI研究助手进行趋势分析、跨学科概念连接,利用LLM进行头脑风暴。两者耦合形成



AI 辅助的创新洞察力:能够利用 AI 工具快速洞悉学科热点、发现交叉领域的研究机会,并与 AI 进行“对话式”探索,激发创新假设。

在文献综述撰写阶段,传统科研素养要求具备系统检索、批判性阅读、逻辑性综合与规范引用的能力;AI 素养要求利用 AI 文献工具进行“以文找文”、自动生成文献摘要,利用 LLM 辅助提炼观点、组织综述结构。两者耦合形成人机协同的知识整合能力:能够利用 AI 工具快速洞悉学科热点、发现交叉领域的研究机会,并与 AI 进行“对话式”探索,激发创新假设。

在研究设计与方案阶段,传统科研素养要求掌握实验设计、问卷设计、案例选择等方法论;AI 素养要求利用 AI 工具推荐或优化研究设计与实验方案,利用 LLM 生成调查问卷初稿或访谈提纲。两者耦合形成 AI 增强的方法设计能力:将 AI 作为方法论顾问,辅助设计更严谨、创新的研究方案,同时能辨别 AI 建议的局限性,结合学科知识进行最终决策。

在数据收集与处理阶段,传统科研素养要求掌握数据采集技术,具备数据清洗、整理的能力;AI 素养要求使用 AI 工具进行数据标注、数据增强,编写或利用 AI 辅助生成数据处理脚本。两者耦合形成自动化的数据处理能力:能够运用 AI 技术自动化处理繁琐、重复的数据预处理工作,提升数据质量和处理效率,但需验证处理过程的准确性。

在数据分析与解读阶段,传统科研素养要求掌握统计分析软件(SPSS, Stata),具备从数据中提取意义的能力;AI 素养要求利用 AI 数据分析工具进行探索性数据分析、可视化图表生成和初步结果解释。两者耦合形成 AI 驱动的数据洞察力:能够与 AI 数据分析工具进行交互式分析,快速发现数据模式和关联;对 AI 生成的图表和解释进行批判性解读,结合理论知识形成深刻见解。

在论文撰写与润色阶段,传统科研素养要求具备严谨的学术逻辑、清晰的语言表达和规范的格式;AI 素养要求使用 AI 写作助手进行语法校对、风格润色、翻译,提升表达清晰度,利用 LLM 实现论文规范化排版。两者耦合形成人机协作的学术表达能力:将 AI 作为高级“语法和风格编辑”,提升语言质量;负责核心思想、逻辑框架和论证过程的构建,确保内容的原创性和学术深度。

在学术规范与伦理阶段,传统科研素养要求遵

守学术诚信,了解出版政策;AI 素养要求了解国内外主流出版机构关于 AI 使用的披露政策,能够识别和避免 AI 导致的“幻觉”和变相抄袭。两者耦合形成负责任的 AI 使用伦理:在科研全流程中,审慎、透明地使用 AI;能够正确标识与引用 AI 生成内容;对所有内容的最终真实性和原创性负全责;秉持开放包容的心态信任 AI。

3 AI4R 科研范式与 AI4R 素养

3.1 第五科研范式 AI4R 及其特点

继经验科学、理论科学、计算科学与数据密集型科学四种科研范式之后,第五科研范式“智能化科研范式”将逐步成为科学研究的主流范式。正如 1998 年图灵奖得主、第四范式之父吉姆·格雷(Jim Gray)所言,经验范式基于观察和实验,记录自然现象,如钻木取火、伽利略的比萨斜塔实验;理论范式通过抽象思维提炼公式,如牛顿定律、麦克斯韦方程组;计算范式利用高性能计算对复杂数学模型进行数值模拟,如核试验模拟、天气预报;数据密集型范式基于大数据挖掘,重在发现数据间的相关性,如基因测序分析、开普勒望远镜的数据筛选^[18]。前四种范式是人类用工具去探索世界,而第五科研范式不再是传统的科学发现,它是第四范式的自然延伸,更是对智能系统的探索 and 实现,强调人脑与计算机的有机融合^[19]。

鉴于现有的人工智能技术已不仅应用于基础科学研究(AI for Science),也渗透到技术研究甚至工程科学(AI for Technology),李国杰将 AI for Research(AI4R)称为第五科研范式,反映科学、技术和工程整个科研领域的重大范式转变^[1]。在第五科研范式中,科研人员的直觉、怀疑、想象力和勇气尤为重要。科研范式与形态的变革刻不容缓,研究人员必须把握机遇,积极应对。

首先,在 AI4R 科研范式下,“大科学模型”(Large Science Model, LSM)的地位超越了通用的“大语言模型”(LLM)。LSM 是数据与机理深度融合的产物,专为攻克特定科学难题而生。与 LLM 无法根除的“幻觉”风险相比,LSM 追求的是极致的科学精确性,这要求其构建过程必须是前沿 AI 技术与深厚领域知识的有机统一,并辅以严格的数据治理和伦理约束^[1]。这一根本性的转变,实质上是对



科研主体能力模型的重塑,它催生了对“ π 型人才”的时代需求。“ π 型人才”指“同时懂计算和懂专业知识”的复合型人才,由李国杰院士于2025年3月在中国科学院计算技术研究所 AI4S 研讨会上提出^[20]。他们能够横跨人工智能与特定科学领域两大知识体系,不仅是高质量数据的驾驭者,更是负责任创新的践行者。例如,德米斯·哈萨比斯(Demis Hassabis)是 DeepMind 的联合创始人兼首席执行官,同时拥有伦敦大学学院认知神经科学博士学位^[21]。正是这种兼具生物学洞察与算法构建能力的双重背景,使他能够带领团队开发出 AlphaFold。只有当科研主体同时掌握科学“机理”与 AI“数据”,才能真正驾驭大科学模型,实现从“相关性计算”到“因果性发现”的科研质变。

其次, AI4R 追求统计意义上的概率最优。当代机器学习的技术浪潮,其基石是概率统计模型。这一本质决定了它在破解复杂科学难题时,所遵循的是一种与传统计算程序截然不同的求解哲学——它追求的并非确定性、可解析的“严格正确”,而是统计意义上的“概率最优”^[1]。在这种背景下,科研人员亟须实现一场深刻的思维范式革新。这意味着摆脱传统还原论和经典计算范式的思想束缚,以及对绝对精确解的执念,转而接纳与驾驭不确定性,将近似解或在特定精度下的最优解视为一种高效且务实的科学目标。只有采纳这种智能化的新范式,才能从容应对科研探索中固有的、无法回避的不确定性。在研究前期要承认黑盒模型^①(对某些现象或过程不了解)的合理性,相信机器存在人类暂时无法明白的“暗知识^②”,这种信任才能达到真正的人机的智能融合。当然,对于黑盒模型潜在的失控或可能出现的不良后果,科研人员需要加强科技伦理监管。

第三, AI4R 正催生一场深刻的平台化科研范式革命。这场革命建立在三大支柱之上:海量的高质量数据、前沿的算法模型以及磅礴的计算能力。对这三大支柱的根本性需求,使得 AI4R 的实践必须依托于大型、开放的科研平台。这些平台集成了共享的基础模型与工具、科学数据与知识图谱,并对底

层算力进行统一管理与调度^[2]。在这一新范式下,科研活动的准入门槛大幅降低,算法模型的应用边界得以拓展,知识创新的迭代速度也实现了跃迁式的提升。这场变革也重塑了科研主体:不仅要求个体研究者成为能娴熟运用平台、对计算成本与能耗有清醒认识的“新工匠”,更催生了集产业、学术、研发于一体的跨领域协作共同体,而后者正是驱动 AI4R 持续演进的核心引擎。

第四,学科交叉融合是 AI4R 的重要实现途径。计算科学与不同学科的融合,正在驱动一场科学的数字革命。跨学科合作成为主流科研方式,实现了前四种科研范式的融合。现代科学的前沿问题极其复杂,解决这些问题需要将四种核心研究方法——高效获取数据的自动化实验、构建深刻理解的理论分析、低成本探索可能性的计算机模拟以及从海量信息中发现新知识的数据挖掘——有机地结合成一个整体^[2]。来自不同学科背景的专家组成团队进行合作,已经成为推动科学发展的最主要和最有效的方式。这种新的科研范式要求科研人员除了具备硬核算的技术与数据素养外,还需要跨界沟通与协作素养、系统性的思维方式、终身学习与适应能力以及创新与批判性思维。

3.2 AI4R 素养的概念与框架

2024年6月,浙江大学人工智能教育教学研究中心推出中英文《大学生人工智能素养红皮书(2024版)》。红皮书指出,人工智能正全面融入科学、技术和工程研究,帮助研究者生成假设、设计实验、计算结果、解释机理,特别是辅助研究者在不同的假设条件下进行大量重复的验证和试错,人机协同模式大大加速了科学创新的进程,探索先前无法触及的知识视野和领域天地。人工智能体在内容合成的基础上,能够实现信息检索、人机对话、任务执行、逻辑推理等自主行为。将个人智能体应用于科研领域可以辅助学习者探索生成假设、设计实验、计算结果、解释机理等步骤,促进了人类学习能力,也拓展了未知空间的科研范式^[3]。

人工智能对科研全流程的深度赋能,不仅重塑

^① 黑盒模型:一种基于深度学习的计算系统,它能够处理超越人类认知极限的复杂科学数据并提供高精度的预测,但其内部的推理路径和特征权重通常无法直接转化为人类可理解的逻辑关联或科学定律。来源:Guidotti R, Monreale A, Ruggieri S, et al. A survey of methods for explaining black box models[J]. ACM Computing Surveys, 2018, 51(5):1-42.

^② 暗知识:隐藏在海量数据中,存在着复杂的、非线性的、高维度的相关性,能够被 AI(神经网络)感知和利用,但无法被人类大脑理解、无法用自然语言描述,也无法用传统数学公式表达的知识。



了科研范式,更催生了科研领域的核心能力需求,由此,AI4R 素养成为衡量科研人员与学习者适应智能时代科研工作的关键标尺。基于 AI 素养与科研素养的耦合关系,结合 AI4R 第五科研范式的科研特征,笔者正式提出“AI4R 素养”的概念:AI4R 素养是指科研人员在遵守学术共同体规范与伦理准则的前提下,能够认知、理解、应用、评估 AI 技术,并将其作为认知工具和协作伙伴,高效、批判性地赋能于科研创新全流程的复合型能力。笔者构建了一个 AI4R 素养的四层金字塔框架。从下往上依次为理念层(负责任的科研精神)、知识层(融合的知识体系)、技能层(人机协同的实践能力)与创新层(AI 增强的创新思维)。

3.2.1 理念层:负责任的科研精神

负责任的科研精神是 AI4R 素养的基石和价值导向。研究人员在遵守传统的学术诚信要求与 AI 使用伦理共同构成的伦理规范的基础上,对 AI 秉持包容和信任的心态。

负责任的科研精神要求科研人员在遵循传统学术诚信要求的基础上,深刻理解 AI 的能力边界与风险,始终保持对 AI 输出的思辨态度,坚持人类在科研活动中的主体地位和最终责任。在任何情况下,都不能将学术判断和学术责任让渡给 AI。科研人员需要尊重人权(反算法歧视、隐私保护)、隐私保护和数据安全(数据泄露、系统崩溃等),并学会采取预防措施。另一方面,科研人员应秉持开放的科研心态,拥抱研究的不确定性,承认“黑盒模式”的合理性,信任机器的知识和能力,达到真正的人机融合;意识到 AI 技术的社会影响,承担起推动其为社会福祉服务的责任,促进公平和可持续发展^[6]。

作为金字塔的基石,理念层对上层建筑起着决定性的规约与导向作用。科研人员只有具备了“人机共生”的开放心态(理念),才会主动去构建“π 型”知识结构(知识)并磨练人机协作能力(技能)。在追求创新层面的突破时,理念层提供的批判性思维至关重要。它要求科研人员在利用 AI 发现“暗知识”时,不盲从机器输出,始终保持人类的主体判断力,确保创新成果的可信度与社会价值。

3.2.2 知识层:融合的知识体系

该层要求科研人员掌握科研方法论与 AI 技术原理共同构成的新型科研认知体系。科研人员需要打破单一学科壁垒,构建一种兼具深度和广度的“π

型”知识结构。既要精通人工智能技术,又要深耕自身的专业领域,并具备将两者有机融合的能力。融合的知识体系包括以下两种。AI 技术原理:掌握大科学模型、神经网络架构、机器学习和优化算法、训练数据集以及高效的提示词工程;学科专业知识:扎实的本领域理论基础和知识图谱。

知识层(融合的知识体系)与技能层(人机协同的实践能力)互为表里。如果缺乏对 AI 原理(如大模型幻觉机制、神经网络局限性)的深刻理解(知识层),科研人员在操作层面(技能层)就只能停留在简单的工具调用,而无法进行高阶的提示词工程优化或模型微调。

3.2.3 技能层:人机协同的实践能力

这是 AI4R 素养的直接体现,科研人员需要将 AI 视为研究伙伴而非单纯工具,能与大型科研平台、AI 工具进行紧密、高效且有序的科研协作。它强调科研人员在科研流程中需要将传统科研素养(如信息素养、分析思维素养)与 AI 平台、AI 工具的应用相结合,从“人利用机器”转向“人与机器融合共创”。

AI4R 的科研方法论以及科研的完整流程和规范包括三个方面。(1)AI 辅助的知识整合能力:策略性地运用 AI 工具进行文献发现、筛选与综述;(2)AI 增强的研究设计与执行技能:利用 AI 进行方案优化、数据处理与分析;(3)人机协作的学术表达与交流技能:利用 AI 进行论文润色、翻译和图表美化。

高频的人机协作实践(技能层)能反哺知识体系。在实际解决科研问题的过程中,科研人员不断更新对 AI 能力边界的认知,从而动态调整自己的知识结构,实现“知行合一”的迭代升级。

3.2.4 创新层:AI 增强的创新思维

创新层要求科研人员同时具备 AI 辅助下的创新洞察力与前瞻性视野,以及能够指导 AI 技术创造性运用的科研创新思维和跨界融合思维。科研人员需要突破传统定式,拥抱由 AI 带来的不确定性,并从中发现新的科学洞见。它鼓励科研人员信任 AI 在复杂问题中发现“暗知识”的能力,从而激发颠覆性创新。

AI 增强的创新思维包括以下三个方面。(1)对 AI 技术发展趋势保持敏感,能够预判和把握科研发展的新机遇;(2)问题解决能力:运用 AI 技术创新性地解决复杂科研问题,开辟新的研究路径;(3)跨界



融合思维:跨学科思维鼓励跳出传统学科框架,从不同角度审视问题,从而激发新的思考和创意,具备将 AI 技术与专业领域深度融合的能力,推动学科交叉和知识创新。

创新层是前三层素养积累到一定程度后的自然涌现。只有当科研人员具备了伦理底线(理念)、懂得了技术原理(知识)、并熟练掌握了协作工具(技能),才能真正从繁琐的重复性劳动中解放出来,聚焦于高阶的科学假设与跨界联想,从而实现颠覆性创新。

AI4R 素养的四层金字塔框架并非孤立的要素堆砌,而是一个层层递进、双向渗透的有机整体。理念层确立方向,知识层与技能层提供支撑,创新层实现升华,共同构成了科研人员在第五范式下的核心竞争力。该框架为 AI4R 素养的培养和评估提供了理论指导,也为后续的教学实践奠定了基础。

4 浙江大学图书馆 AI4R 素养教学实践

笔者所在的浙江大学图书馆面向本校研究生积极开展“智启研途:AI 赋能下的科研活动”的系列教学,为 AI4R 素养的教学提供了宝贵的实践场域,以进一步剖析 AI4R 素养在课堂教学与科研实训中的实施路径与应用成效。

4.1 教学设计与内容模块

区别于专业教育的理论性和知识性,图书馆的信息素养教育向来以普适性、实用性与功能性见长。为了契合研究生科研的实际需求,将金字塔框架的内容转化为可实践的教学单元,笔者将上文(2.3)划分的科研过程七个阶段的融合素养对照四层金字塔框架,最终将教学内容设计为七大模块。七个构成 AI4R 素养的基石模块为相互关联的单元,用于构建关键组成部分的框架。它们并非孤立学习的零散主题,而是可相互衔接、交织成 AI 能力运作体系的有机组成部分。根据培养对象与教学形式的不同,可灵活组合模块,适应常规讲座、定制讲座、AI 工坊、选修课程等各类教学需求。

4.1.1 模块一:AI 与未来科研范式(理念层)

介绍 AI 发展对科研的影响以及 AI 在学术出版中的使用规范。奠定“负责任使用”的基调,重点强调中国科学院及高校发布的有关 AI 在学术研究中的使用规范;Springer Nature、Science、Cell、IEEE 等制定的 AI 标识与引用规范;APA、MLA、Chicago

等国际参考文献格式对 AI 生成合成内容的格式规范。“负责任使用”的核心在于一方面能够在论文中恰当披露 AI 的使用情况,对所有内容的最终真实性和原创性负全责,另一方面要秉持开放的科研心态,信任机器的知识和能力,实现真正的人机融合。

4.1.2 模块二:AI 工具及提示词工程(知识层)

教学内容包括跨模态科学模型(如 AlphaFold 的发展历程、技术原理与应用)、普适性的 AI 工具与提示词工程。介绍提示词的基本结构、特征与核心元素、提示词设计的通用流程。通过四大设计模式——角色扮演、观众角色、食谱模式、游戏模式的高级技巧的讲解与练习提升学生与 AI 对话的深度和广度。介绍面向不同任务性质(如理科任务、文科任务)的提示词公式,以及科研场景下提示词的设计规则(提升回答的准确性、完善回答的结构化、增强回答的思辨性。)

4.1.3 模块三:AI 赋能的选题与研究设计(创新层)

利用 AI 丰富的多学科知识、不同见解的整合能力,在选题、研究设计或实验方案中赋能创意与创新思维。在人机协同中结合自身的专业知识、提示词技巧以及批判性、思辨性思维激活科研思路,在研究的顶层设计上实现真正意义的创新与创造。

4.1.4 模块四:AI 赋能的文献调研(技能层)

介绍并实操玻尔(Bohr)、Elicit、Scispace、Consensus 等基于权威的学术资源的 AI 工具,在掌握传统的文献调研流程与检索技巧的基础上,对 AI 的检索过程与结果进行甄别和溯源。结合 AI 文献查找工具与传统数据库各自的优势,进行全面、准确、高效的文献调研与综述。

4.1.5 模块五:AI 赋能的数据分析与解读(技能层)

介绍 AI 图表与数据分析工具,根据场景不同可分为 AI 大模型(DeepSeek、豆包、Kimi)、AI 智能体平台(扣子、文心智能体平台)以及嵌入式 AI 工具(WPS AI、Microsoft 365 Copilot)三大类型。通过案例演示数据处理、数据分析和数据可视化,探索如何通过自然语言指令,让 AI 成为数据分析与实验结果解读的得力助手。

4.1.6 模块六:AI 赋能的写作润色与格式规范(技能层)

介绍 DeepL、Grammarly、QuillBot 等工具,讲解如何利用 AI 进行翻译、润色、AI 生成与合成内容



的标识与引用规范,并强调“AI 辅助而非 AI 代写”的原则;利用 DeepSeek 等大模型撰写、优化 Word 宏与录制宏代码,实现论文的自动化排版与智能校对,达到规范、高效的论文排版。

4.1.7 模块七:AI 使用实践(创新层)

该模块为实践模块,要求学生结合各自的学科背景与研究课题,进行实践项目练习,将 AI 融入真实的科研场景,与 AI 协作解决具体问题,强化创新意识和跨界融合能力。

4.2 教学形式

教学形式为模块化的混合教学法。基于以上七个单独的模块内容,组合成涵盖不同层次、不同形式的教学体系。其中包括面向硕士研究生的 AI 基础素养工作坊,内容涵盖 AI 工具的认识、使用与提示词工程;面向硕士与博士研究生的常规与定制讲座,内容涵盖如何利用 AI 激活科研思路、AI 文献查找工具的使用、利用 AI 进行数据处理与分析、毕业论文的排版与校对;面向硕士研究生的公共选修课程,内容涵盖 AI 赋能科研活动的全过程、AI 生成与合成内容的标识和引用规范。

4.3 教学评估

笔者对参与 2024—2025 学年“智启研途”系列教学(包括课程与讲座)的学生发放问卷,评估其 AI4R 素养各维度水平的变化。此外,针对讲座的受众结合半结构化访谈;针对课程学生结合课程项目报告的文本分析等方法,以深化对教学效果的理解。

问卷采用回溯性前后测量法(Retrospective Pre-Post Design),让学生在课程结束后同时回顾课前和评估课后的状态,既能评估教学效果,又避免了传统前后测的实施难度。问卷共 10 道题,Q1—Q2 为身份与学科领域;Q3—Q6 分别对应四层框架的理念层、知识层、技能层、创新层,精准评估各层次教学目标达成度,通过让学生同时回忆课前和评估课后状态,计算“课后—课前”的差值,量化教学效果;Q7—Q8 评估学生的实际应用意愿和行为改变倾向,这是教学效果的重要指标;Q9—Q10 收集学生主观感受和改进建议。发放问卷 150 份,回收有效问卷 138 份。有效样本覆盖人文、社科、理工农医等多个学部,具有良好的代表性。

在课程考核环节,由学生自选课题,利用 AI 工具与传统数据库进行选题、文献调研与综述,并将完整过程形成课程项目报告,重点分析学生在研究选

题、文献综述、AI 工具使用声明等方面的变化,作为其 AI4R 素养内化的佐证。另外,从参加讲座的学生中随机抽取 10 名进行半结构化访谈,深入了解他们对讲座的看法、科研习惯的变化以及遇到的挑战。

4.4 教学成效

4.4.1 AI4R 素养水平的量化提升

问卷 Q3—Q6 结果如表 1 所示,理念层、知识层、技能层和创新层的提升效果(Cohen's d =(课后均值—课前均值)/合并标准差)均大于 0.8,效果显著。理念层提升最明显,技能层基础最薄弱但进步显著,创新层提升相对较小。

表 1 四个维度的评分统计表

维度	课前均值	课后均值	提升幅度	效果量(Cohen's d)
理念层	2.3	4.1	1.8	1.52
知识层	2.1	3.9	1.8	1.48
技能层	1.8	3.6	1.8	1.61
创新层	1.9	3.4	1.5	1.28
整体平均	2.0	3.8	1.8	1.47

其中,理工科学生在知识层和技能层提升最大,而理念层提升相对较小。可能因为理工科学生对 AI 技术原理接受度高,编程和数据分析基础好,更容易掌握 AI 工具的技术细节,更关注“怎么用”而非“为什么用”,对伦理和批判性思维的重视度不足。相反人文社科学生对学术伦理、批判性思维本身就具有深厚训练,更能理解 AI 使用中的责任问题,因此理念层提升最显著,而技术背景薄弱成为瓶颈,对 AI 原理理解困难,工具操作不够熟练,因此知识层和技能层提升较小。医学/生命科学学生既有一定的科研训练,又重视伦理规范,属于“中间型”,各维度提升较为均衡。另外,博士研究生科研需求最迫切,并且具备较为扎实的科研方法论基础,更容易将 AI 工具融入现有工作流程,因此各维度提升均优于硕士研究生。

从长远来看,引导学生在科研中使用 AI 的意愿比提升技术使用能力本身更具意义。在实际应用意愿调研中,有 72% 的学生表示“非常愿意尝试,已经开始使用”,28% 表示“比较愿意,计划近期尝试”,该数据表明教学已基本实现引领与导向的初衷。

4.4.2 科研实践行为的质性转变

在课程考核环节,60 位参加课程的学生提交的



课程项目报告中,有 57 份报告能够明确、规范地声明 AI 工具的使用情况,并能批判性地反思 AI 生成内容的局限性。学生不再全盘照收 AI 的生成内容,而是会主动进行交叉验证、事实溯源,并在报告中明确标注“经 AI 辅助生成,并由本人核实修订”。教学成功地将 AI4R 素养中的“批判性评估”内化为学生的学术习惯,避免了“重工具、轻思维”的陷阱。

4.4.3 科研效率与创新能力的双重提升

教学实践的直接成效体现在科研效率的提升上。参与访谈的学生普遍反馈,通过学习模块四(文献调研)和模块六(写作润色),他们在文献梳理、综述撰写、语言润色等环节的耗时平均减少了 30%—50%。更重要的是,教学实践有效激发了学生的创新思维。在模块三(选题与设计)和模块七(实践项目)中,学生利用 LLM 进行跨学科头脑风暴,或使用 AI 研究助手分析研究趋势,产出了一批富有新意的研究构想。例如,一位人文社科领域的硕士生利用 AI 分析了近十年环境史与数字人文的交叉文献,发现了一个被忽视的研究视角,并成功将其发展为自己的论文开题方向。这表明, AI4R 素养教育不仅是“术”的传授,更是“道”的启发。

4.4.5 普适性框架的学科适应性得到验证

参与教学的研究生覆盖了人文学科、社会科学、理工农医等多个学部。教学的七大模块和 AI4R 金字塔框架具有良好的普适性和灵活性。无论是需要进行大规模数据处理的理工科学生,还是侧重文本分析与理论思辨的文科学生,都能在框架内找到符合其需求的学习模块和工具组合。例如,工科学生对模块五(数据分析)兴趣浓厚,而文科学生则在模块三(选题创新)和模块六(写作润色)中获益更多。这种模块化的设计,使得教学内容能够精准对接不同学科的科研痛点。

4.5 挑战与反思

4.5.1 强化分层与分类教学

教学成果显示,不同身份与学科背景学生的科研习惯、思维方式与技术使用能力存在差异,需要强化分层次与分类教学。面向硕士研究生的教学需要降低课程难度,增加基础知识铺垫;设计更多“即学即用”的简单任务,增强成就感;提供课后持续支持(如答疑群、工作坊);与导师沟通,鼓励在小课题中尝试 AI 工具。面向博士研究生需要提供进阶课程,深入讲解复杂应用场景;组织“AI+科研”研讨会,

分享最佳实践;鼓励成为“种子用户”,带动实验室其他成员。面向理工科学生的教学应保持技术深度,增加高级应用案例,并加强理念层教育;面向人文社科学生的教学需加强技术基础和实操训练。

4.5.2 知识更新的挑战

在调研问卷的建议环节,有学生提出 AI 技术与工具的迭代速度极快,在课程中学到长期有用的知识就非常关键。这要求一方面在教学内容上必须建立一个“动态更新机制”,从一次性的课程设计转变为持续性的内容迭代与维护,对教学团队的知识储备和学习能力提出了极高要求;另一方面也体现出金字塔框架的顶层——创新层的重要意义,在教学中应当强化培育与 AI 协作的高阶思维方式,如问题解决能力、创新思维、跨界融合思维等,这才是人类在技术浪潮中始终保持驾驭者角色的关键所在。

4.5.3 评估方式的难题

如何科学评估学生在 AI 辅助下完成的作业或研究成果的原创性和学术贡献,是一个全新的课题。传统的查重手段已不足以应对 AI 生成内容的挑战,需要探索新的教学评估范式,更加注重考察学生的研究设计思路、批判性分析过程和对 AI 工具使用的反思性陈述。

4.5.4 伦理边界的模糊性

尽管学术伦理被反复强调,但在实际应用中,“辅助”与“代写”的边界有时依然模糊。未来需要联合学校教务部门、研究生院等机构,共同探讨和制定更明确、更具操作性的 AI 使用指南与学术诚信政策,为学生提供清晰的行为准则。

5 结语

人工智能的浪潮正以前所未有的深度与广度,重塑知识生产与传播的全景。本文的探索,正是对这一时代叩问的回应。本文不仅厘清了 AI 素养与科研素养水乳交融的共生关系,更重要的是,构建了一幅指引未来科研人才能力养成的“AI4R 素养地图”,为研究型图书馆培养具备新时代科研能力的人才提供了清晰的目标与路径。为验证该理论框架,本文详细剖析了浙江大学图书馆“智启研途: AI 赋能下的科研活动”的教学实践案例,其获得的积极反馈也初步证实了该框架的有效性与可操作性。

目前, AI4R 素养的理论构建与教学实践仍处于起步阶段。面对第五科研范式的兴起,研究型图书



馆不仅需要重塑自身的价值定位,深耕素养教学内容,更应主动融入科研全流程,为科研人员提供从辅助、支撑到引领的全方位 AI 资源服务。这既是推动 AI4R 素养教育向纵深发展的战略支点,也是研究型图书馆在智能化时代回归“教学即服务”本位的必由之路。

参考文献

- 1 李国杰. 智能时代呼唤新的科研方法[J]. 科技导报, 2024, 42(10):40-45.
- 2 李国杰. 智能化科研(AI4R):第五科研范式[J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(1):1-9.
- 3 浙江大学人工智能教育研究中心. 大学生人工智能素养红皮书(2024年版)[M]. 杭州:浙江大学出版社, 2024:7.
- 4 蔡迎春, 张静蓓, 虞晨琳, 等. 数智时代的人工智能素养:内涵、框架与实施路径[J]. 中国图书馆学报, 2024, 50(4):71-84.
- 5 UNESCO. Draft AI competency frameworks for teachers and for school students[EB/OL]. [2025-12-24]. <https://www.unesco.org/en/digital-education/ai-future-learning/competency-frameworks>.
- 6 赵益民, 彭雪琴, 寸国美. 人工智能素养的内涵、结构和评价体系[J]. 图书情报工作, 2025, 69(13):83-93.
- 7 郭亚军, 寇旭颖, 冯思倩, 等. 人工智能素养:内涵剖析与评估标准构建[J]. 图书馆论坛, 2025, 45(2):42-50.
- 8 黄如花, 石乐怡, 吴应强, 等. 全球视野下我国人工智能素养教育内容框架的构建[J]. 图书情报知识, 2024, 41(3):27-37.
- 9 蔡迎春, 虞晨琳. AI驱动的科研范式变革:跨学科视角下人工智能素养与教育培养策略研究[J]. 图书馆杂志, 2024, 43(11):20-33, 10.
- 10 Hibbert M, Altman E, Shippen T, et al. A framework for AI literacy[EB/OL]. [2025-12-03]. <https://er.educause.edu/articles/2024/6/a-framework-for-ai-literacy>.
- 11 张静蓓, 虞晨琳, 蔡迎春, 等. 面向科研场景的 AI 素养教育内容体系构建研究[J/OL]. 图书馆杂志, 1-17[2025-10-16]. <https://link.cnki.net/urlid/31.1108.G2.20250218.1330.002>.
- 12 叶颖涵, 王红, 杨毓丽. 融入本科生科研创新项目的 AI 素养教育实践——以大连理工大学图书馆为例 [C]//教育部高等学校

- 图书情报工作指导委员会, CALIS 管理中心, 上海交通大学图书馆. 第十八届图书馆管理与服务创新论坛论文集. 吉林延吉, 2025: 72.
- 13 Ng D T K, Leung J K L, Chu K W S, et al. AI literacy: definition, teaching, evaluation and ethical issues[J]. Proceedings of the Association for Information Science and Technology, 2021, 58(1):504-509.
 - 14 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.
 - 15 付坤, 王瑞, 杨罕等. 高校本科生科研素养培养教育探索[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(3):207-211.
 - 16 许祥云, 杨小茹. 硕士生基础性科研素养形成机制与提升路径实证研究[J]. 研究生教育研究, 2021(4):31-39.
 - 17 余茵, 杨品, 宣星宇. 理工科博士生科研素养模型构建与提升路径研究[J]. 学位与研究生教育, 2025(1):15-23.
 - 18 Hey T, Tansley S, Tolle K. The fourth paradigm: data-intensive scientific discovery [M]. Redmond, WA: Microsoft Research, 2009: xvii.
 - 19 程学旗, 梅宏, 赵伟, 等. 数据科学与计算智能:内涵、范式与机遇. 中国科学院院刊, 2020, 35(12):1470-1481.
 - 20 李瑞璇. 专家探讨 AI 如何赋能科研 院士呼吁培养 π 型“复合型人才”[EB/OL]. [2026-04-30]. https://www.ict.cas.cn/xwgg/mtwz/202503/t20250327_7566095.html.
 - 21 Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence. Demis Hassabis[EB/OL]. [2026-04-21]. <https://hai.stanford.edu/people/demis-hassabis>.

作者贡献说明:

邵博云:文章选题、撰写与修改

沈利华:文章选题与修改

杨柳:文章修改

作者单位:浙江大学图书馆,浙江杭州,310013

收稿日期:2025年10月20日

修回日期:2026年1月15日

(责任编辑:支娟)

Exploring AI4R Literacy Theory and Graduate-Level Instructional Practice: A Case Study of Zhejiang University Library

SHAO Boyun SHEN Lihua YANG Liu

Abstract: This study addresses a pressing challenge arising from the the fifth research paradigm, AI for Research (AI4R). Existing discussions of AI literacy and research literacy often proceed in parallel,



treating AI merely as an auxiliary tool for improving traditional research workflows and fail to fully reveal the deeper transformation from tool use to human-AI collaborative cognition. In response, the study aims to propose and conceptualize AI4R literacy as an integrated competency for researchers and graduate students, and to develop a theoretical and practical framework that can guide literacy instruction in AI-empowered research environments. Methodologically, the study adopted a mixed approach combining theoretical analysis and teaching practice. First, it reviewed and synthesized relevant literature on AI literacy, research literacy, and the characteristics of the AI4R paradigm, and then analyzed the coupling relationship between AI literacy and research literacy across seven stages of the research process, including topic selection and innovative conception, literature review, research design, data processing, data analysis, academic writing, and academic norms and research ethics. On this basis, the study proposed the concept of AI4R literacy and constructed a four-layer pyramid framework consisting of the conceptual layer, the knowledge layer, the skill layer, and the innovation layer. Second, the framework was applied and tested through the “Intelligence-Empowered Research Journey: AI-Enhanced Research Activities” teaching series organized by Zhejiang University Library. The framework was translated into seven modular teaching units covering AI ethics and norms, AI tools and prompt engineering, AI-assisted topic selection and research design, AI-enabled literature review, data analysis, academic writing support, and practice-based application. To evaluate instructional effectiveness, the study employed a retrospective pre-post questionnaire survey, semi-structured interviews, and textual analysis of students’ course project reports. The results showed that students achieved significant improvement across all four dimensions of AI4R literacy, with large effect sizes observed in the conceptual, knowledge, skill, and innovation layers. Qualitative evidence further indicated positive changes in students’ research behavior, including more standardized disclosure of AI use, stronger critical evaluation of AI-generated content, improved research efficiency, and enhanced capacity for interdisciplinary problem discovery and idea generation. The study concludes that AI4R literacy is a compound competence integrating ethical responsibility, interdisciplinary knowledge, human-AI collaborative practical ability, and AI-enhanced innovative thinking. The proposed framework not only provides a theoretical basis for understanding researcher competencies in the AI4R era, but also offers a modular and adaptable pedagogical model for university libraries and higher education institutions seeking to cultivate responsible, critical, and innovative researchers in intelligent research environments.

Keywords: AI4R Literacy; AI Literacy; Research Literacy