



The Definition and Framework Construction of College Students' Artificial Intelligence Literacy

Li Jia

Network Education Institute, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing, China

Email address:

Leejia@bupt.edu.cn

To cite this article:

Li Jia. The Definition and Framework Construction of College Students' Artificial Intelligence Literacy. *Science Innovation*.

Vol. 10, No. 5, 2022, pp. 157-165. doi: 10.11648/j.si.20221005.13

Received: August 24, 2022; **Accepted:** September 22, 2022; **Published:** September 28, 2022

Abstract: With the rapid development of artificial intelligence and the social demand for new talents, artificial intelligence literacy has gradually become the core theme in the new era. Strengthening artificial intelligence literacy is one of the key measures to realize the dream of a powerful higher education. Based on the systematic review of domestic and foreign research on artificial intelligence literacy, this study aims at college students and summarizes the connotation of artificial intelligence literacy from three aspects: the development origin of intelligent literacy, talent training objectives, and training process. By comparing and analyzing the existing framework and summarizing the core elements, an artificial intelligence literacy framework for college students was constructed from four dimensions: intelligent responsibility, intelligent knowledge and skills, higher-order thinking in the intelligent era, and human-machine hybrid collaborative innovation, and the specific requirements of each dimension were clarified. Finally, the paper discusses the cultivation path of intelligent educational literacy, and believes that the intelligent literacy of teachers can be improved by deeply integrating artificial intelligence literacy into professional courses and carrying out school-enterprise cooperation, so as to provide a guarantee for the development of students' literacy in higher education and promote the effective implementation of the cultivation of intelligent educational literacy.

Keywords: College Students, Artificial Intelligence Literacy, Framework Construction

高校大学生人工智能素养的内涵与框架构建

李佳

北京邮电大学网络教育学院, 北京, 中国

邮箱

Leejia@bupt.edu.cn

摘要: 随着人工智能的快速发展和社会对新型人才的需求, 人工智能素养逐渐成为新时代下的核心主题, 加强人工智能素养是实现高等教育强国梦的关键举措之一。在系统梳理国内外有关人工智能素养的研究基础上, 本研究面向高校大学生, 从智能素养的发展由来、人才培养目标、培养过程三个层面归纳人工智能素养的内涵; 并通过对比分析现有框架及归纳核心要素, 从智能责任、智能知识与技能、智能思维、人机混合协同创新四个维度构建了面向大学生的人工智能素养框架并明确各维度的具体要求; 最后, 文章探讨了智能教育素养的培养路径, 认为可通过将人工智能素养深度融合专业课程、开展校企合作、提升教师的智能素养, 为高等教育下学生的素养发展提供保障, 推动智能教育素养培育的有效落地。

关键词: 高校大学生, 人工智能素养, 框架构建

1. 引言

1.1. 高校人工智能素养发展现状

1.1.1. 高校对人工智能伦理教育等隐性层面关注度不高

目前国内各大高等院校开始逐步引入人工智能教育,包括设立人工智能专业、推动人工智能领域一级学科建设等系统设计[1],但教育方向偏向于“技能本位”,将教学集中在人工智能的专业知识和技能层面,而对于人工智能伦理道德等隐性层面关注较少,缺乏深度思考伦理对于人工智能发展的制约与影响。其次,高校的人工智能教育并未面向高校所有学院的学生,更多是针对于与人工智能相关的一些学科开设课程。人工智能不是独立的学科类别,而是一门跨学科的学科门类,需要与其他专业交叉融合,发挥其独特的技术优势。尤其对于文科类学科,人工智能的应用相比其他专业门类更是涉及的少之又少。然而,跨学科交叉融合是高校发展的一大主流趋势,但其并非生硬的生搬硬套,对于不同学科门类也需专门进行教学设计,培养新时代学生的逻辑思维,为中国人工智能的发展注入中国文化的基因。

1.1.2. 人工智能素养框架和培养体系不够成熟和完整

目前我国高校人工智能教育仍处于探索阶段,多所高校已开设人工智能课程以及研发出相关的人工智能教材,但因为缺乏统一的素养框架和课程标准为指导,这些教材绝大部分并不适合培养学生的人工智能学科核心素养,也没有形成普适的面向本科生的人工智能课程体系。目前关于大学生的信息素养、数据素养等都有比较丰富的研究,包括素养的内涵与框架,评价工具以及培养策略等,人工智能素养也应类比其他素养的研究模式开展,形成科学的衡量体系以及评价工具,这同时为本研究提供了研究方向。

1.1.3. 中小学智能素养的提升将进一步加深高校智能素养的研究

2021年,中央电化教育馆发布《中小学人工智能技术与工程素养框架》、中国自动化学会与多家研究院、科研单位联合发布“青少年人工智能核心素养模型框架体系”等一系列举措证实了人工智能素养在中小学教育中的重要地位。中小学的人工智能素养教育热度持续升温,中小学对于人工智能素养的高度重视也进一步推动高校对于人工智能素养的发展研究,培养符合社会发展的高素质人才。2021年联合国教科文组织初版的《人工智能与教育:政策制定者联盟》[2]指出各国要确保人工智能不加剧现有的不平等就必须确保每位公民有机会提升人工智能素养。大学生人工智能素养的提升是当代人才的关键指标,而人才培养是高等教育的基本任务,因而高校人才培养改革的关键就需要推动人工智能和各类专业课程的交叉融合中,在此基础上,也有望实现新工科实质性的突破。

1.2. 研究意义

1.2.1. 有助于大学生应对人工智能时代科技创新人才的需求

在面临人工智能进入各行各业的大环境下,人工智能素养影响大学生的就业竞争力,因而培养学生智能素养已成为当今教育的时代主题,高校对于人工智能素养的培养负有关键性的责任。《北京共识》[3]提出要培养人工智能时代生活和工作所需的价值观和技能,将人工智能相关技能纳入中小学学校课程和职业技术教育培训(TVET)以及高等教育的资历认证体系中,提高社会各个层面所需的基本人工智能素养。也就是说,人工智能素养不止是人工智能专业人才应具备的核心素养,同时也是其他社会人才必须具备的基本素养。人工智能时代下,任何行业都需要与人工智能相结合,各行各业都需要人工智能素养的提升。类似于互联网时代的计算机应用,所有专业人才都需具备基本的计算机素养,而不是只有计算机领域才需要。因此,对于社会专门人才最重要的培养载体和最后的门槛即是高等教育,其人才培养模式在人工智能时代所进行的变革不应只是对于人工智能专业人才的培养,而应涉及所有专业领域的人才培养,提升所有人的智能素养,具有普适性。为了应对人工智能时代的变化,未来人才需要需要从当前的数字化、网络化转变为智能化,不仅要有与智能机器相互深度协作的思维意识,又要具备利用人工智能技术解决生活问题的能力,这样才能满足新时代的人才需求。

1.2.2. 有利于丰富人工智能素养的培养和评价体系

本研究为大学生的人工智能素养教育提供一些更加切合人工智能时代的理论参考和指导,旨在开发人工智能素养框架,明确大学生人工智能学科核心素养的基本内容与要求,不仅为智能素养的培养和素养测评工具的开发提供支持,也为在本科阶段普及人工智能教育提供课程标准制定、教材编写和课程开设的参考和依据。启迪高校思考究竟应该如何去实施人工智能时代的大学生人工智能素养教育。通过调查分析当下大学生智能素养教育现状如何,存在的问题以及原因是什么,并提出一些建议,对人工智能时代的大学生素养教育具有现实意义。

2. 人工智能素养的内涵

2.1. 人工智能素养定义

人工智能素养的提升是一个国家在智能时代快速发展的体现,是人们未来必须具备的基本素养,保证人们能够适应不断发展的人工智能时代。当前国内外已有学者在开展人工智能素养相关研究。国内学术界已经开始探讨智能素养内涵及发展,但仍属于初级阶段,对于人工智能素养的概念,当前研究没有一个统一的概念界定。本研究从智能素养的发展由来、人才培养目标、培养过程三个层面

来归纳人工智能素养的内涵,进而聚焦高校大学生提出人工智能素养的含义。

从智能素养的发展由来看,当前正从信息时代大步进入人工智能时代,因而时代对于人才的需求也从最初的信息素养逐步发展为智能素养。基于不同类型的“素养”来定义人工智能素养,可将其看做是信息素养、数字素养、科学素养、数据素养等多种素养的延伸,他们之间密切联系,是一个不断完善和发展的过程。王欢[4]认为人工智能素养与其他素养存在重叠,它以信息素养、数字素养为先决条件,并与数据素养的机器学习领域密切相关,是集人工智能知识、能力和意识为一体的综合素养;于晓雅[5]强调信息素养对于智能素养的重要性,进而提出人工智能时代下所需具备的人机共存、虚实并行的知识、能力、素养和人格的全方位素养;祝士明[6]等人认为智能素养包含已有的信息素养和欠缺的情商培养,是人工智能与教育深度融合的体现;其次,Davy等人[7]认为智能素养是基于数字素养发展起来的,是一种使计算机能够学习、推理和感知的能力,从四个方面提出了培养人工智能素养的策略;Farhana Faruqe[8]认为从数字素养到信息素养再到媒体素养、智能素养是一脉相承的,他将人工智能素养发展作为一种可以指导教育者和其他人为未来工作做好准备的工具。也有学者将人工智能素养看作是科学素养的重要组成部分,赵飞龙[9]等人认为学生发展核心素养的关键是把科学精神和实践创新,鉴赏力、理解力和应用力是培养学生智能素养的核心。

从人才培养的目标来看,人的发展具有时代性,发展智能素养对人工智能时代下的人才培养具有重要意义。在此背景下,智能素养指那些能够适应自身发展和社会发展所具备的素养。智能时代的人才培养更加注重智能化,而智能又包含多个层面,因而智能素养同理也包含多个维度,不仅要了解人工智能的知识与能力,也要通过应用和创新来解决更多复杂的现实问题,从而提升智能化社会的生存适应能力。汪明[10]认为人的发展需适应并超越当下时代的基本素养,将智能素养界定为集智能情意为一体的多维复合结构体;郑勤华[11]等人认为智能素养是个体面向智能时代应具备的关键能力,包含智能知识、智能能力、智能思维、智能应用、智能态度五种核心素养;李湘[12]认为人工智能素养一般是指胜任智能时代社会生产生活与个体发展的品格和能力,它包括与人工智能有关的知识、技能、能力以及伦理态度;王永固、李一航[13]等人认为智能核心素养是能意识、智能态度、智能伦理、智能知识、智能技能、智能思维、智能创新等七个维度智能素养金字塔模型,是智能时代人适应、改变和发展社会环境的一种综合品质。除此之外,Bursteiner和Kandlhofer[14]将人工智能素养定义为理解不同产品和服务中人工智能背后的基本技术和概念的能力,与人们的未来职业生涯密切相关。Yun Dai等人[15]

考虑到人工智能日益增长的重要性,将学生获取和使用人工智能相关知识和技能的能力称为人工智能素养。Duri Long等人[16]通过评价K-12学生的人工智能素养,提出17种能力和15个设计考虑要素,认为人工智能素养既是一种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沟通和协作的能力,也是一种能够将人工智能作为在线、家庭和工作等场所中学习工具的能力。

从智能素养的培养过程看,伴随着全球的智能化发展进程,国内外目前都在大力推进人工智能课程,将其作为人工智能教育的必经之路,旨在提升人工智能素养。周邵锦[17]等人从目标、内容和教学方法三个角度思考K-12的人工智能教育如何帮助学生认识智能、应用智能、发展智能。陈凯泉[18]等人将基础教育阶段人工智能教育的目标应定位于培养学生的编程能力与计算思维,并通过应用探究式教学深度融入科学、信息技术开展人工智能课程。艾伦[19]基于中小学生人工智能课程培育智能化时代应具备的技能和价值观。Druga等人[20]设计了K-12相关学习课程和活动,以培养关注学习者如何获得人工智能概念的人工智能素养。Kong Siu-Cheung[21]等人设计、实施和评估一门面向大学生的人工智能素养课程,提出人工智能包括人工智能概念、使用人工智能概念进行评估,以及通过解决问题来理解现实世界三个组成部分。Irene Lee[22]等人针对STEM和计算机领域弱势群体的中学青年开展暑期项目课程,从人工智能概念、人工智能的伦理和社会影响三个层次以及人工智能在未来工作中的应用,来培养人工智能素养。

本研究认为,人工智能素养是智能时代人才发展的必备素养,是个体掌握智能社会所需必备品格和关键能力的一种综合素养。聚焦于大学生,这些品格和能力应包含于多个学科和课程领域中。高校作为迈向社会的最后基地,应更加聚焦学生智能素养的培养与发展,从数字化过渡到智能化,不仅要具备人工智能的基础知识和理论,更应关注与人工智能协同合作的思维意以及利用人工智能技术解决实际生活问题的能力。这一定义凸显出两个关键点:

(1)本科生智能素养需要融合在各个专业中,而且会随着人工智能技术的发展变化而发生一定的变化;(2)人才培养最终指向的目标是培育以智能素养为核心的全面发展的人。

2.2. 人工智能素养与信息素养、数据素养的区别与联系

素养的发展紧随时代的演进,从信息时代的信息素养到大数据时代下的数据素养,再到人工智能背景下的人工智能素养,无一不体现了时代的特征。不论是信息素养还是数据素养、智能素养,都是时代背景之下综合能力的体现。表1对信息素养、数据素养和智能素养进行系统的比较分析,有助于了解不同素养之间的区别与不同。

表1 信息素养、数据素养与人工智能素养的比较。

	信息素养	数据素养	人工智能素养
面向对象	信息	数据	大数据
构成要素	信息意识、信息知识、信息能力、信息安全	数据意识、数据知识、数据能力、数据伦理	智能意识、智能知识与技能、智能思维、智能伦理道德、智能创新
核心能力	发现、查找、确认、评价、利用、解决问题	发现、获取、处理、分析、管理、评价、交流、应用、批判性思考	人工智能产品的应用、分析、编程、人机协作、创新
价值导向	合理检索、评估、利用信息	获取、解释、评估、管理、处理、利用数据	人机协同、利用人工智能解决问题
评价思想	过程性评价	结果性评价	过程性评价+结果性评价
评价指标	利用意识、价值意识、信息获取技能、处理技能、信息评价、解决问题能力、安全与道德	利用意识、价值意识、工具知识、采集技能、处理技能、数据应用能力、数据决策能力、解决问题能力、安全与道德	利用意识、基础知识、基本技能、应用能力、协作能力、计算思维、数据思维、批判性思维、编程思维、协同创新、伦理道德

3. 本科生智能素养框架模型的构建

3.1. 现有人工智能素养框架比较

智能素养框架是智能素养评价重要前提和保证。近几年国内外都开始人工智能素养的研究，我国关于智能素养

评价指标和标准的相关研究刚刚起步，学者们和相关教育组织、机构根据自身研究领域以及中国学生的特点制定了不同的智能素养框架或指标标准。本研究对8个国内现有的人工智能素养框架进行比较，为面向大学生的人工智能素养构建提供参考。如表2所示。

表2 人工智能素养现有框架。

框架名称	机构/作者	提出时间	目标人群
《中小学人工智能技术框架》	中央电化教育馆	2021年	中小学阶段
AICE青少年人工智能核心素养测评模型	中国自动化学会	2021年	中小学阶段
师范生人工智能素养理论模型	王欢	2021年	师范生
中小学智能核心素养同心圆模型	王永固	2021年	中小学阶段
基于加涅学习结果分类理论的人工智能素养框架	郑勤华	2021年	通用
k-12教师智能教育素养结构模型	胡小勇	2021年	K-12教师群体
教师智能教育素养“冰山结构模型”	李湘	2021年	教师
人工智能素养AIL	王文君	2020年	本科阶段

3.1.1. 框架目标对象比较

当前智能素养模型构建主要面向对象分为学生和教师两个层面。人工智能素养正成为未来人才的基础素养，对构建面向学生的人工智能素养模型而言，中小学人工智能技术框架和AICE青少年人工智能核心素养测评模型一方面是可以培养学生面向智能时代的学习和生存能力，推动人才的培养和社会的发展；对于高等院校的学生来说，以此为依据为不同背景的学习者开设人工智能通识课程，培养智能时代下具有人机协同思维的智能应用人才，更快适应社会的智能化发展，获得更好地职业发展空间；对构建面向教师的人工智能素养模型而言，希望教师可以利用人工智能技术，形成智能化教育意识，在教育教学中创新教学模式，从而推动人工智能在教育中的应用，引领和促进智能教育的发展。终极目标是为了提升教师在智能时代的胜任力，最终仍然落脚于促进学生的发展。

除此之外，郑勤华等学者提出的框架同时也推动智能素养的培养，以及为智能测评工具的设计与开发提供支持，推动智能教育理论与实践发展。中央电化教育馆和中国自动化学会研究制定的框架模型更加具有普适性，旨在通过素养框架作为人工智能教育课程开设的基础和前提。

3.1.2. 框架理论基础比较

有一些学者和机构基于社会的需求以及智能核心素养的内涵特征，结合实践总结建立起来的。比如《中小学人工智能技术与素养框架》从工程学习角度出发，将其看做自然科学和社会科学的交叉应用，尤其涉及到人的思想、行为、能力等方面的内容，其中也渗透了伦理、道德、责任等相关问题；AICE青少年人工智能核心素养测评模型是从人工智能基础人才培养体系和目标出发，以系统性、长周期的对学生在思维、实践、理论、心理等不同维度的能力成长进阶进行评价，不以标准化、分数化模式量化学生成长模型；王文君是基于实际参与多样的基础人工智能课程研究及工作坊基础之后提出的人工智能素养模型。

人工智能素养的发展并不是凭空产生，而是随着阶段性核心素养的发展一脉相承的。王欢提出从信息素养、数据素养到人工智能素养，随着时代的发展素养也会发生相应的改变，因而基于信息素养、数据素养的划分维度，可以将其映射到人工智能素养进行构建人工智能素养模型。郑勤华基于加涅学习结果分类理论将言语信息、智力技能、认知策略、动作技能、态度五种学习结果对应为智能素养理论模型的一级维度智能知识、智能能力、智能思维、智能应用、智能态度。

3.1.3. 框架内容比较分析

(1) 人工智能知识与技能是智能素养的基础和前提

8个框架都涉及有关知识技能层面的素养，如智能知识和智能本体知识、智能技能和智能能力等，其本质表达的内容都是相通的，智能知识和能力是人工智能素养的基础和重要组成部分。在人工智能知识层面包含两大部分，基础知识包括人工智能的基本概念、发展历史等，技术知识包括人工智能技术体系和应用领域，是智能素养的基础；在能力方面，不同学者划分的视角不同，郑勤华将能力分为信息能力、数据能力、编程能力和算法能力；王永固认为智能技能包含工程能力、专业能力、通用能力，但整体而言，能力是指学习者在应用人工智能时所必备的技能。

(2) 高阶思维是智能素养的核心

在上述8个框架中有一半提出了思维层面，但现有框架面向主体更多针对于中小学段。相比于中小学，大学教育对于高阶思维的培养更为关键，尤其是围绕批判性思维、创造性与问题解决、沟通与合作等核心素养要素，这些将高等教育中的高阶思维的研究推向新高潮。经济合作与发展组织发布的研究报告所提出的21世纪人才需要具备十大核心技能与高阶思维要求的能力也是相一致。随着各大高校也都把思维能力列为高等教育核心的学习成果之一，高阶思维能力测试就成为目前大学生学习成果评价中的一个重要部分。因此，高阶思维也是人工智能素养的重要组成部分。

(3) 智能伦理是智能素养在时代背景下必须面对的问题

在人工智能蓬勃发展的大环境下，每位学者都关注到了伦理层面的内容，这是智能时代需重点关注的素养，智能时代下伦理问题是不可避免的，每位公民需正确认识人工智能的价值以及人与技术的关系，学习者在网络学习中

要自觉遵守社会伦理规范，正确使用并创新人工智能。Aeri Lee[23]探讨了人工智能素养教育对大学生伦理意识的影响，得出人工智能素养的培养对学习者的关于人工智能伦理的认知上产生了积极的影响。有外国学者开设面向中学生的人工智能伦理课程以加深学生对人工智能伦理的理解。只有关注到智能伦理层面，才能真正做到“科技向善”。

(4) 智能创新是培养国家新型人才的关键要素

各种基于人工智能大背景的新业态的出现对高校的人才培养提出了全新的要求。高校创新创业教育已经进入了转型发展阶段。在我国已有学者都将创新置于智能素养的关键地位，将其作为智能素养的最高表现形式，是人工智能教育的最终目标。但很大部分学者并未将创新提到一定的高度，一方面可能是大部分学者人工智能素养的面向对象是中小學生，创新能力对该阶段学生要求较低，但对于高等教育阶段，创新应是智能素养的核心部分，是培养国家新型人才的关键要素。

3.2. 大学生智能素养评价指标维度对比分析

通过梳理分析国内外相关文献，可以看出虽然这些智能素养维度表述上不尽相同，但是其核心内涵仍具有较高的相似度。有些能力项在专业术语使用上有所不同，但是含义和内容相近，因此将其进行合并。见表3。例如，王文君提出的人工智能知觉指要对人工智能有基本的概念认知，与其他学者提出的智能知识内涵相同，因此将两者都归为智能知识。鉴于此，本研究根据14个测评指标的“重要程度”（出现的频次），大致可以勾勒出智能素养能力模型的轮廓。最终本文将所有的数据素养能力项归纳为四个维度。共形成智能责任、智能知识和技能、智能思维、人机混合协同创新四个一级指标，他们相辅相成、密切相关。如图1所示。

表3 国内外人工智能素养核心要素。

	智能意识	智能知识	智能技能	智能思维	智能应用	智能态度	智能伦理	智能创新	智能情意	智能保障	团队合作
王毅		√		√	√		√				
姜正梅		√	√						√		
李湘		√	√				√				
侯贺中	√	√	√	√		√	√	√			
王永固	√	√	√	√			√	√			
王欢	√	√	√								
汪明		√	√				√		√		
许亚锋		√	√	√			√				
胡小勇		√	√	√							
许桐	√	√	√				√			√	
王娇		√	√			√	√				
郑勤华		√	√	√	√	√					
Duri Long	√	√					√	√			
王文君	√	√									√
杨鸿武		√	√	√	√	√	√				
	6	15	12	7	2	3	10	3	2	1	1

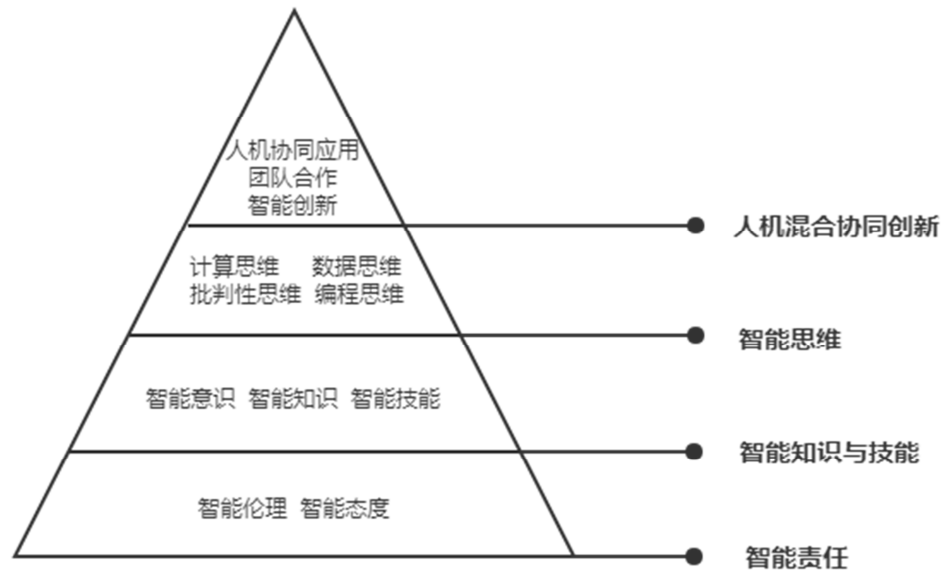


图1 高校大学生人工智能素养框架。

3.3. 高校大学生人工智能素养评价指标体系维度分析

高校大学生人工智能素养不是局限某些特定专业，而是高等教育各学科大类下学生所需掌握的普遍素养。本研究将从四个维度进行阐释。

第一层是智能责任，包括智能伦理和智能态度。见表4。这是智能时代需重点关注的素养。当前，联合国已发布的《关于机器人伦理的研究报告》、联合国教科文组织与世界科学知识与技术伦理委员会联合发布的《关于机器人伦理的初步草案报告》说明伦理问题是智能时代不可避免的环节，本科生需正确认识人工智能的价值以及人与技术的关系。

智能伦理是指能够辨别与防范人工智能技术所带来的的诈骗手段，培养学生能够自觉抵制外来不良信息干扰和侵害的意识，了解有关人工智能技术产品所带来的伦理问题[26]。学生要能够自觉遵守法律法规和人工智能社会的道德准则，坚持以人为本，在保护自己隐私的同时充分尊重他人的隐私安全；其次，要积极学习和普及人工智能伦理知识，推动人工智能伦理治理实践，提升应对能力。

智能态度是个体习得知识与技能的关键，只有对人工智能抱有积极且谨慎的态度，智能时代个体和社会才能得以健康、可持续发展的保障。对于高校学生而言，学生应主动了解人工智能的产生与发展，在了解中形成正确的态度，既不能消极悲观也不能盲目乐观，应以开放包容态度学习人工智能的原理和技术，并创新人工智能。

表4 智能责任。

维度	指标	具体要求
智能责任	智能伦理	1.遵守法律法规，明确人工智能的技术应用伦理与安全规范； 2.正确使用人工智能产品、合理开发人工智能产品； 3.在使用人工智能工具时会注意隐私保护； 4.发现违法智能伦理规范的数据收集行为，能给予反馈与纠正。
	智能态度	1.辩证看待人工智能带来的正面影响和负面影响，正确看待人机关系； 2.能以开放包容态度学习人工智能的原理和技术； 3.能够在日常学习、工作和生活中合理规范地使用人工智能技术或产品； 4.能以批判性思维评判人工智能相关产品； 5.勇于面对人工智能带来的风险，积极探索人工智能的实际应用，对人工智能的发展持积极态度。

第二层是智能知识与技能，包括智能意识、智能知识、智能技能。见表5。智能意识是个体形成正确人工智能观的前提，正确的意识；智能知识与智能技能是智能素养的重要组成部分，也是人工智能教育的主要内容。

智能意识是智能素养的先决条件，是对人工智能存在的反映和认识[13]，体现在本科生对人工智能技术参与教学的价值认同感。首先智能意识要求学生具有足够的敏感度，能够在生活中敏锐捕捉人工智能的应用，并思考其发展方向，如何与自身专业相融合发展，这也就是需要有价值意识，要有主动探索的能力；其次要具有人工协同的意

识，人机协同指将人的“智慧”与机器“智能”相互协同，发挥优势最大化，从而应用人机互动技术解决实际生活问题，实现创新发展。

智能知识包括基础知识和工具知识[13]，基础知识包括人工智能概念、发展历程、技术原理等，在人工智能大背景下，大学生应该对人工智能的发展史和技术原理有一定的了解，形成属于时代下的人文底蕴；工具知识是指人工智能技术所涉及的关键技术等的基本操作知识，例如机器学习、人机交互等。这些知识和工具可以在一定程度上提高学生的学习效率。

智能技能主要指本科生能有运用人工智能解决实际问题的能力，包括通用能力和专业能力。在通用能力方面，学生应具备与机器互动的能力，例如编程能力就

是学生融入智能世界的桥梁；在专业能力方面，学生能够将其运用至所学专业及领域发展，帮助学生“自动化”地解决问题。

表5 智能知识与技能。

维度	指标	具体要求
智能知识与技能	智能意识	1.能够形成人机协同的意识； 2.能够主动了解并体验新的人工智能产品； 3.合理应用人工智能产品，防止对技术的过度依赖。
	智能知识	1.知道人工智能是逐渐从计算智能、感知智能向认知智能发展的；（发展历程） 2.人工智能本质是通过计算提供延伸人类能力的服务；（概念） 3.认识到传感器是机器认识、推理真实世界的媒介；（原理） 4.知道目前典型的人工智能关键技术，如机器学习、自然语言处理、人机交互等；（技术） 5.了解数据、算法、算力是人工智能应用的关键； 6.了解机器学习中监督学习、无监督学习和强化学习分类方式。
	智能技能	1.熟知不同类型的人工智能教育应用工具（如智能导视系统、教育机器人等）； 2.可以结合指导快速掌握不同类型的人工智能应用工具； 3.曾经利用人工智能技术工具（如科大讯飞智能学习系统）记录学习过程； 4.能够根据专业特征，结合实际问题选择合适的人工智能工具制定方案，以达到改善学习和工作的目的。

第三层是智能时代的高阶思维，包含计算思维、数据思维、批判性思维和编程思维。见表6。随着科学技术不断进步，智能时代公民生存发展所需的信息素养、设计思维、计算思维、数据思维等可用智能素养来统领[24]。当前世界各国教育竞争中对人才的要求，更多反映在完成复杂任务、解决问题的高阶思维能力方面。

计算思维是由计算机科学家周以提出的，是以问题解决为目的，从具体问题情境出发，经过分析、设计、创造和评估。它并不只是计算机领域独有的思维方式，而是每个人都必备的基础技能。计算思维将成为未来重要的底层逻辑之一，而算法是其核心，高校应当重视算法的学习，培养学生掌握与机器“对话”的能力。计算思维能够将一个问题清晰抽象的描述出来，并将解决方案处理为一个流程，掌握计算思维能够帮助学生更好地适应数字时代，成为一种重要的时代技能。

数据思维是智能教育时代不可或缺的思维活动形式。从教学过程来看，教师可通过教学过程中生成的各类教与

学数据观察和有效考证教育现象和教育问题。对于学生而言，数据思维是学生在数据使用过程中逐渐形成的利用数据解决问题和思考事物的认知策略。它是一种以获得的数据为基础，再利用已经拥有的数据知识对数据进行比较、分析、综合、抽象和概括，使学生对客观事物的认识从感性上升到理性的思维过程[25]。

批判性思维要求个体对于获取的数据和经过分析得到的结果保持一种辩证批判的态度，不能一味的信任数据，对于违背客观事实和现象的数据要敢于质疑[26]。学生要能够主动并审慎的利用知识、证据来评估和判断其假设，具备对自己及他人思维的分析和评估能力。

编程思维是学生处理和看待问题的新方式，是创造力的动力来源，主要通过“识别问题——理解问题——找出问题——找出路径——给出解决方案”的过程进行思考和解决问题[27]，旨在让学生掌握程序设计的基本算法思维、编程策略、技能与操作，培养学生适应人工智能社会问题解决的智能思维能力。

表6 智能思维。

维度	指标	具体要求
智能思维	计算思维	1.理解计算思维是解决复杂问题的一项必备的认知工具； 2.知道智能机器解决问题的方式是逐级分解，将大问题分解为一步步可操作的算法程序，从而达到解决问题的目的； 3.理解计算思维是对抽象事物的自动化。
	数据思维	1.具有主动使用数据解决问题的意识； 2.掌握高效获取数据的方法； 3.能够掌握基本数据处理工具（如SPSS、Excel）的操作方法； 4.能够使用可视化软件对数据进行可视化处理和呈现； 5.能够对数据结果做出合理的解释和推断； 6.能够根据数据结果来做出相应的调整和改善。
	批判性思维	1.在解决问题过程中能够去关注研究问题存在的疑点； 2.能够认识到数据的局限，对获得的数据判断其有用性； 3.能够对分析结果保持辩证批判的态度； 4.能够质疑推理过程和所得结论，能够根据反馈信息进行自我校正。
	编程思维	1.理解机器是可以被编程的，掌握一定的编程知识与能力有利于更好地理解原理，从而更好地使用机器； 2.能够掌握算法、变量、控制结构、模块化等基础知识； 3.能够利用流程图、伪代码、自然语言等算法设计进行程序表达； 4.了解人工智能决策和推理的原理，从而便于理解算法。

第四层是人机混合协同创新，包括人机协同、团队合作以及智能创新。见表7。人工智能的不断发展将会取代许多重复性劳动的工作，只有那些具有创造性的工作依然由人类掌握，因此，作为智能时代下的学生，创新能力的培养就显得至关重要。

人机协同强调个体充分认识自身和智能机器的长处与不足，做好人机之间的任务分工，将人的“智慧”与机器的“智慧”相互协同，从而实现优势互补，达到1+1>2的效果。随着人工智能的不断进步，人机协同工作将会越来越普遍，学生必须形成人机协同的意识以应对将要发生的变化。个体只有发挥主观能动性，动态评估和调节人机协作过程，才能真正实现利用智能技术优化实践的目的。

团队合作指能够在人工智能环境下主动与他人合作学习，学会使用各种技术和非技术手段协作发现问题、解决问题，培养问题解决能力，从而促进团队合作。在合作的过程中，认知到团队合作的重要性，能够倾听别人的想法，互相学习，在沟通过程中，会产生更多的想法及团队的向心力。

智能创新是智能素养的最高表现形式，是人工智能教育的最终目标。要求学生能以感知、记忆、思考、联想、理解等能力为基础，以探索型、求新型、综合性为特征的心智活动。智能创新要求学生能够使用人工智能知识提出创新想法和创新解决方案；能准确使用开放的人工智能工具开发创新产品；能利用人工智能工具提供的学情分析创新学习。

表7 人机混合协同创新。

维度	指标	具体要求
人机混合协同创新	人机协同应用	1.知道人机交互技术主要有语音识别、面部识别、图像识别和脑机交互等技术； 2.能够利用人工智能产品将语音转换为文字； 3.能够利用人工智能产品识别图片以及转换为文本； 4.使用过人脸识别技术检测学习表现及记录学习过程； 5.使用过智能学习系统辅助学习，如测评学习成果； 6.能举例说明借助人工智能参与课堂互动的方式；
	团队合作	1.能够在人工智能环境下主动与他人合作学习； 2.愿意与他人分享使用人工智能产品的经验，相互交流学习； 3.有过与他人合作运用开源平台搭建简单的人工智能小应用； 4.能举例说明人工智能应用中的技术在团队合作和探究学习中的积极作用；
	智能创新	1.能在使用人工智能产品过程中提出创新想法和创新解决方案； 2.能利用人工智能工具提供的学情分析创新学习方法； 3.能准确使用开放的人工智能工具开发创新产品；

4. 结论

本研究的重点是通过当前已有的人工智能素养要素的分析，结合大学生的特点，总结归纳出大学生人工智能素养框架模型，并解释各维度的具体内涵和要求。从而为大学生人工智能素养的培养、发展和评价提供参考。在整个研究过程中，笔者通过智能素养的发展由来、人才培养目标、培养过程三个层面归纳人工智能素养的内涵，强调人工智能素养于大学生而言的独有特征和培养重心；其次，通过辨析信息素养、数据素养和人工智能素养异同以及对比分析8个现有的人工智能素养框架，从智能责任、智能知识和技能、智能思维、人机混合协同创新四个维度构建了面向大学生的人工智能素养框架，在二级指标上并进一步明确各指标的具体要求。基于以上理论基础，未来还将继续研究人工智能素养的量表开发，用于测量大学生的人工智能素养，相信随着大学生人工智能素养的不断提升，将会有更多的学生了解人工智能、体验人工智能、应用人工智能、甚至开发人工智能。

针对于当前大学生人工智能素养发展现状，本研究认为可以从高校自身、校企合作和教师发展三个方面着手，提出推进学生人工智能素养的培养路径。一是高校在引入人工智能通识课程的同时，将智能素养深度融合专业课程中。高校应开设人工智能系列通识课，构建新的课程体系，将人工智能素养融入到专业课程中。“人工智能+”课

程要注重学生的实践课程的建设，利用智能技术、智能化设备开展教学，在潜移默化中提升学生的人工智能素养。二是对接指向智能素养培育的校企开展合作，培养面向社会环境的人工智能人才。虽然学校是学生人工智能素养培育的主战场，但是学校教育具有局限性，现阶段部分高校难以实现教学设施的完全智能化，单靠理论的传授是低效且滞后的。因此，学校方应与人工智能相关企业共同探索学生智能素养的培育路径，进而更好地为社会输送人才。三是提高教师的智能素养，为高等教育的素养发展提供保障。AI教育是一项复杂且综合性要求很高的活动，学生在学习过程中需要学科知识、技术工具、灵感启发等方面的专业指导和及时反馈[18]。如果教师仍以传统经验式教学，则会导致“智能+”产品的作用无法得到最大化发挥，教师自身素养的高低是影响课程实施效果的关键因素。所以，提升学生智能素养的前提条件是要提升教师的智能素养培育工作，这也是当前所面临的一大现实课题。只有教师将人工智能素养融入课程设计中，才能进而影响学生的学习效果及素养发展。

本研究同时也存在以下局限和不足：（1）大学生人工智能素养框架基于理论基础和文献研究进行构建，尚未开展实证研究，后期还需要结合相关专家意见做进一步的完善和改进；（2）智能素养框架模型的研究样本过少，当前关于人工智能素养的框架模型相关研究仍处于初级阶段，所涉及的维度尽可能全面但仍可能存在不足；（3）在对每个维度的具体要求解释部分，依据笔者对以往文献

的总结和自身的经验观点, 因此, 在后期研究中需对其具体可用性进一步验证, 保证其信效度。

参考文献

- [1] 张茂聪, 张圳. 我国人工智能人才状况及其培养途径[J]. 现代教育技术, 2018, 28 (08): 19-25.
- [2] UNESCO or Miao, F., Holmes, W., Huang, R. and Zhang, H. AI and education: guidance for policy-makers [M/OL]. (2021-04) [2021-12-26]. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709> (Accessed 18 October 2021.)
- [3] UNESCO. Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education [S/OL]. (2019) [2021-12-26]. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
- [4] 王欢. 师范生人工智能素养自评工具开发研究[D]. 贵州师范大学, 2021. DOI: 10.27048/d.cnki.ggzsu.2021.000331.
- [5] 于晓雅. 人工智能视域下教师信息素养内涵解析及提升策略研究[J]. 中国教育科学, 2019 (08): 70-75.
- [6] 祝士明, 刘帅瑶. 世界高校智能教育的发展脉络及启示 [J]. 中国电化教育, 2019 (11): 49-59.
- [7] Ng Davy Tsz Kit, Leung Jac Ka Lok, Chu Kai Wah Samuel, Qiao Maggie Shen. AI Literacy: Definition, Teaching, Evaluation and Ethical Issues [J]. Proceedings of the Association for Information Science and Technology, 2021, 58 (1).
- [8] Faruqe F, Watkins R, Medsker L. Competency Model Approach to AI Literacy: Research-based Path from Initial Framework to Model [J]. arXiv preprint arXiv: 2108.05809, 2021.
- [9] 赵飞龙, 钟锟, 刘敏. 人工智能科普教育探究: 以初中“语音合成”课为例 [J]. 现代教育技术, 2018, 28 (5): 5-11.
- [10] 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.
- [11] 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 (01): 52-59. DOI: 10.13397/j.cnki.fef.2021.01.008.
- [12] 李湘. 师范生智能教育素养的内涵、构成及培育路径[J]. 现代教育技术, 2021, 31 (09): 5-12.
- [13] 王永固, 李一航. 中小学生智能核心素养模型与培养策略[J]. 中小学数字化教学, 2021 (10): 22-25.
- [14] Burgsteiner, H., Kandlhofer, M., & Steinbauer, G. (2016, March). Irobot: Teaching the basics of artificial intelligence in high schools. In Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence (Vol. 30, No. 1).
- [15] Yun Dai, Ching-Sing Chai, Pei-Yi Lin, Morris Siu-Yung Jong, Yanmei Guo, Jianjun Qin. Promoting Students' Well-Being by Developing Their Readiness for the Artificial Intelligence Age [J]. Sustainability, 2020, 12 (16).
- [16] Duri Long, Brian Magerko. What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations [P]. Human Factors in Computing Systems, 2020.
- [17] 周邵锦, 王帆. K-12人工智能教育的逻辑思考: 学生智慧生成之路——兼论K-12人工智能教材[J]. 现代教育技术, 2019, 29 (04): 12-18.
- [18] 陈凯泉, 何瑶, 仲国强. 人工智能视域下的信息素养内涵转型及AI教育目标定位——兼论基础教育阶段AI课程与教学实施路径[J]. 远程教育杂志, 2018, 36 (01): 61-71. DOI: 10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2018.01.006.
- [19] 艾伦. 做智能化社会的合格公民——探讨智能化时代人工智能教育的核心素养[J]. 中国现代教育装备, 2018 (08): 1-14. DOI: 10.13492/j.cnki.cmee.2018.08.001.
- [20] Druga, S., Vu, S. T., Likhith, E., & Qiu, T. (2019). Inclusive AI literacy for kids around the world. In Proceedings of FabLearn 2019 (pp. 104-111).
- [21] Kong Siu-Cheung, Man-Yin Cheung William, Zhang Guo. Evaluation of an artificial intelligence literacy course for university students with diverse study backgrounds [J]. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2021, 2.
- [22] Lee, Irene, et al. "Developing Middle School Students' AI Literacy." Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education. 2021.
- [23] Aeri Lee. The Effect of ARTIFICIAL INTELLIGENCE Literacy Education on University Students Ethical Consciousness of Artificial Intelligence [J]. Robotics & AI Ethics, 2021, 6.0 (3.0).
- [24] 李宏堡, 袁明远, 王海英 (2019). “人工智能 + 教育”的驱动力与新指南——UNESCO《教育中的人工智能》报告的解析与思考[J]. 远程教育杂志, 37 (4): 3-12.
- [25] 李新, 杨现民. 教育数据思维的内涵、构成与培养路径[J]. 现代远程教育研究, 2019 (6): 61-67.
- [26] 惠恭健, 曾磊. 智能时代的数据素养: 模型构建、指标体系与培养路径——基于国内外模型的比较分析[J]. 远程教育杂志, 2021, 39 (04): 52-61. DOI: 10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2021.04.006.
- [27] 王毅, 王乾花. 从信息素养到智能素养: 中小学信息技术课程培养目标转向[J]. 教育导刊, 2020 (09): 65-70. DOI: 10.16215/j.cnki.cn44-1371/g4.2020.09.010.