

数字化转型背景下公民科学素质提升的探讨与思考

李红林 胡俊平 曹金 何薇 王京春

(中国科普研究所, 北京 100081)

[摘要] 数字化时代对公民科学素质提出了新的要求, 即具备能够适应数字社会的核心能力。基于对数字社会典型特征及其对公民科学素质新要求分析, 提出以数字素养提升促进科学素质的提升, 并结合数字素养的研究与实践提出三个方面的建议: 以具体情境下的技能习得促进能力提升; 以数字环境下的积极态度促进科学精神培育; 以数字化相关知识为基础拓展科学认知。

[关键词] 科学素质 数字素养 科学精神 数字技能 数字社会

[中图分类号] N4; F49 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2023.04.003

当前, 新一轮科技革命和产业革命突飞猛进, 科学技术和经济社会发展加速渗透融合。以信息技术、人工智能为代表的新兴科技快速发展, 推动人类进入万物智能互联时代^[1], 公民科学素质建设面临新的形势和要求。

关于新形势下的公民科学素质建设, 学界对《全民科学素质行动规划纲要(2021—2035年)》[以下简称《科学素质纲要(2021—2035年)》]展开了热烈讨论。综合来看, 这些讨论阐明了两个方面的转变: 一个是科学素质建设外部环境的变化, 即国际国内形势急剧转变以及数字化时代的到来对全民科学素质提出更高要求^[2-3]; 另一个是科学素质内涵的转变, 即从科学知识到科学精神和能力提升的重点转向^[4-6]。同时, 研究指出, 除整体层面的不平衡不充分及制度安排不到

位等问题外^[7], 公民个体层面则表现出“对信息时代所需的核心能力表现不足”“对信息化社会的适应力不足”等显著问题, 因而在公民科学素质提升上需要特别关注数字技术、互联网环境、信息素养、数字素养等方面^[8-12]。但是, 具体来看, 从个体层面出发, 如何充分结合数字时代的特征及需求, 通过提升数字素养来提升科学素质, 包括突破对科学知识学习的路径依赖, 实现科学精神的培育和能力的提升, 还未开展比较系统和深入的探讨。

因此, 本文从数字时代的典型特征及其对公众的影响、对公民科学素质的新要求等着手, 探讨数字素养与科学素质的关系, 并从数字素养的研究及实践中总结提炼关于公民科学素质提升的思考和建议。

收稿时间: 2023-05-26

作者简介: 李红林, 中国科普研究所研究员, 研究方向: 数字素养、科普理论与实践, E-mail: lihonglin@cast.org.cn。

1 数字化转型及其对公民科学素质的新要求

数字技术正以新理念、新业态、新模式全面融入人类经济、政治、文化、社会、生态文明建设各领域和全过程，给人类生产生活带来广泛而深刻的影响^[13]。人类社会正经历全面的数字化转型，进入数字社会时代，其最大的特点就是通过数字技术融合物理世界和现实世界产生数字世界，实现物理世界和数字世界的融合、交互及共生，并持续地影响和改造物理世界。这一特点体现着数字化转型的两个层面，狭义上，将事物及其运动转化为机器可以识别的信息；广义上，人类利用数据全面认识并优化改造客观世界^[14]。数字化转型对公民的生存环境、生活方式乃至公民身份等都产生着颠覆性的影响。

首先是公民生存环境及生活方式的全面数字化。数字化转型革命性地解决了跨越地域空间限制的有效连接问题，实现了全球化的互联互通，虚拟形态的网络空间成为人们在实体社会之外还可以无限延展的活动场所和空间，数字化生活成为一种常态。《第51次中国互联网络发展状况统计报告》显示，截至2022年12月，我国网民数量达到10.67亿。即时通信、网络视频的使用率达到96%以上，网络支付、网络购物、网络新闻、网络直播等的使用率均在70%以上。同时，线上办公、互联网医疗、在线旅行预订等的使用率相比2021年也有大幅提升^[15]。另有调查显示，2022年，未成年人上网普及率几近饱和地达到了99.9%，行为集中在娱乐、学习和社交方面^[16]。互联网已经像空气和水一样渗透在作为“数字原住民”的未成年人以及普通公民生活的方方面面。

其次是公民身份及相应内在要求的转变。实体社会以外的数字化生存空间赋予了公民另一重身份——“数字公民”。作为应用信息技术参与社会、政治及政府活动的个

体^[17]以及能够安全地、合法地、符合道德规范地使用数字化信息和工具的人^[18]，公民需要熟练使用数字技术及恰当地参与社会生活。从数字社会的角度看，公民还涉及作为数字经济中的劳动力、消费者等层面的身份转变。具备适应和胜任数字社会的基本能力以及能有效履行社会职责，至少需要公民从社会层面满足数字化生产的要求和从个体层面满足数字化生活的要求。简言之，一方面，需要适应数字社会的运行规则；另一方面，需要具备基本的数字技能。有学者明确指出，具备与数字社会相适应的数字素养是公民的一项基本生活技能^[19]，甚至是一项生存技能^[20]。

数字化转型对公民外在环境和内在要求的深刻影响，使得公民科学素质提升面临更多新的形势和要求。突出的一点是，数字化环境下，互联网成为公民获取科技信息的首选渠道^[21]，公民无时无刻不面对着海量的信息。谣言、虚假信息和伪科学等以更丰富、隐秘的形式混杂其中，从而对公民的网络信息辨识能力提出了更高要求。此外，公民的生产生活场域不断向网络空间拓展，对公民利用数字技术实现高质量的生活、工作、学习及参与社会生活等实践能力也提出了更高要求。有学者指出，《科学素质纲要（2021—2035年）》对科学素质的新定义特别强调了分析判断事物的能力，就是对互联网和社交媒体越来越成为公民获得信息主要渠道而及时做出的调整^[10]。公民科学素质提升的重心应向体现新时代特点和要求的的能力，即“利用现代信息、数字化技术手段获取知识和信息的能力”“对相关信息做出理性选择、判断的能力”等转移^[3]。而这些能力，都是数字素养的核心内容。由此可见，以数字素养为核心的能力提升，不可避免地成为公民科学素质提升的重要方面。

2 数字素养及其与科学素质的关系

数字素养，最早被提出时被阐释为“公民获取、理解和使用通过计算机呈现的、来自各种渠道的、各种形式的资源和信息的能力”^[19]。之后，欧盟委员会在广泛综述的基础上提出了数字素养的一个综合性界定——“（公民）自信地、批判性地和创造性地使用信息及通信技术以实现与工作、学习、休闲、参与社会等相关的各类目标”^[22–23]，并将其框架化为“信息与数据素养、沟通与协作、数字内容创建、安全、问题解决”5个领域的21项具体能力^[24]（见图1）。这一界定和框架在世界范围内达成了比较广泛的共识，也得到了联合国教科文组织的认可和采纳。我国的《提升全民数字素养与技能行动纲要》将数字素养界定为“数字社会公民学习生活应具备的数字获取、制作、使用、评价、交互、分享、创新、安全保障、伦理道德等一系列素质与能力的集合”^[25]。综合来看，数字素养的构成包含了与数字资源及信息、数字技术相关的基本知识和技能，以及开展数字化活动应有的基本态度和意识。对应《科学素质纲要（2021—2035年）》关于新时期公民科学素质的要求——“公民具备科学素质是指崇尚科学精神，树立科学思想，掌握基本科学方法，了解必要科技知识，并具有应用其分析判断事物和解决实际问题的能力”^[12]，可见数字素养与科学素质之间的密切联系。

数字素养是科学素质在数字时代的扩展与表达。数字时代极大地丰富了科学技术知识和方法的内涵，人们需要分析判断的事物和需要解决的问题延伸至数字环境中，科学精神和思想也适用于新的场景。具体而言，

必要的科技知识扩展至包括数字技术相关知识，例如数字化的本质（编码、算法、程序、信息系统等）、数字技术（人工智能、区块链、大数据等）及其在数字生活、工作、学习中的应用呈现；基本的科学方法，例如大数据方法，以及观察、实验、测量等方法在数字环境下的新运用；科学思想和科学精神在数字环境中显得尤为重要，例如，对获取到的信息进行事实核查，评估其准确性、可靠性和权威性，对数字化活动保持谨慎和理智的态度，批判性地评价相关信息，创造性地探索解决问题的方案，反思性地看待数字技术可能带来的风险等。以《科学素质纲要（2021—2035年）》对科学素质的界定和欧盟数字能力框架的数字素养能力域对比来看，可以看到科学素质的扩展与表达（见图1）。

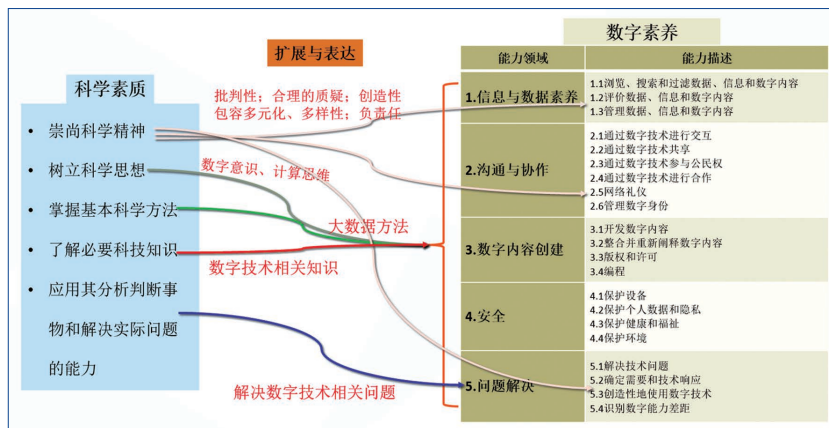


图1 科学素质在数字时代的扩展与表达

数字素养是数字时代科学素质提升的基础和手段。欧盟早在2006年就提出，作为终身学习的八大关键能力之一，数字能力是人们获得其他能力的一种横向关键能力，也是人们获得其他素养和技能的基础^[26]。有学者在探讨提升学生科学素质时明确指出，数字素养是提升科学素质的工具和手段，要具备科学素质首先必须具备数字素养，从工具性的角度而言，应该利用数字技术实现更好的科学学习、提升年轻人的普遍技术兴趣并为激励学习提供支持^[27]。反之，科学素质水平

会决定数字素养的水平,有研究指出,在控制其他变量的情况下,科学素质对于公民科技信息辨别能力起着决定性作用^[8]。此外,结合当前公民科学素质建设来看,实施科普智慧化建设工程;推进科普与大数据、云计算、人工智能、区块链等技术深度融合,强化需求感知、用户分层、情景应用理念;构建国家级科普网络平台和科学辟谣平台;强化科普信息落地应用,与智慧教育、智慧城市、智慧社区等深度融合……这些都需要科普智慧化建设的推动者、实施者和参与者具备数字素养。从这个层面上看,全社会层面的数字素养水平关系着科学素质建设的成效。

以老年人科学素质提升行动为例可以窥见数字素养与科学素质交互融合的关系。当前,人口大规模老龄化和快速老龄化带来诸多挑战,首先就是老年人对数字社会的适应能力不足。《第51次中国互联网络发展状况统计报告》显示,60岁及以上老年群体是非网民的主要群体,他们在日常出行、生活购物、金融服务、医疗保健等日常生活中遇到诸多不便^[15]。为此,《科学素质纲要(2021—2035年)》专门提出“智慧助老行动”,以提升老年人的信息素养为重点,提高其适应社会发展的能力和科学素质。该行动聚焦智能技术知识与技能的普及和老年人信息获取、识别与使用能力的提升,从而实现对网络谣言、电信诈骗的有效防范和应对。《提升全民数字素养与技能行动纲要》也提出“数字助老助残行动”^[25],加强数字基础设施建设和数字技能培训,帮助老年人融入数字生活。

3 数字素养的研究与实践:对技能和态度的重视

作为科学素质在新时代的扩展与表达,以及科学素质提升的基础和手段,数字素养自身的研究发展与实践进展对于公民科学素

质的提升也具有积极的借鉴意义。

与科学素质的提出背景、主要缘起和研究脉络^[28]相似,数字素养概念的提出源于20世纪80、90年代信息技术快速发展及其对公民相应素质的要求和重视,缘起于教育领域的研究,彼时的研究重点关注数字原住民的素养情况及其教育问题,之后从传播学、图书馆学、心理学等视角不断介入,促使数字素养研究跨学科交叉且不断繁荣。与科学素质一样,关于数字素养的探讨也从研究领域提升至国家(地区)层面的战略规划乃至全球层面公民素养的整体提升^[29-30],实现从教育议题到政策议题的发展,进入全民终身学习的广阔领域。

数字素养的内涵及发展同信息技术和数字社会的发展进程密切相关,涉及信息通信技术(information and communication technology, ICT)素养、计算机素养、网络素养、信息素养、媒介素养等诸多概念。综合已有研究^[26],数字素养通常被认为包含了上述概念的主要方面。其中,ICT素养和网络素养是数字素养的基础核心成分,在数字化情境下的信息素养和媒介素养也属于数字素养的范畴。ICT素养主要强调计算机和相关软件的实用技能,网络素养强调网络资源及相关方面的使用技能,信息素养重点关注信息的发现、组织、处理等,而媒介素养则重点关注媒介的解释、使用、创建等。相比ICT素养和网络素养,信息素养与媒介素养都强调了批判性的态度。伴随技术的迅猛发展与融合带来的手段、工具和环境的变化,数字素养作为一个综合性的动态概念对上述概念进行了进一步的丰富和发展。

这一丰富和发展过程充分体现了研究者们对于数字技能和态度的重视。保罗·吉尔斯特(Paul Gilster)最早提出数字素养时就指出,“数字素养不仅包括数字信息搜索、阅读等基础能力,也包含对数字信息进行批判和

整合的能力”^[19]。约拉姆·埃谢特-阿尔卡莱（Yoram Eshet-Alkalai）强调，“数字素养不仅是使用软件或操作数字设备的能力，还包括各种复杂的认知、动机、社会和情感技能”^[20, 31]。亚历山大·范德尔森（Alexander J.A.M. van Deursen）直接将数字素养阐释为操作技能、信息导航技能、社会技能、创造技能和移动技能，其中社会技能主要包括态度层面的能力^[32]。欧盟委员会的综合性定义，即“（公众）自信地、批判性地和创造性地使用信息通信技术以实现与工作、学习、休闲、参与社会等相关的各类目标”，尤其凸显了对技能和态度的双重关注。联合国的界定也强调相关技能的安全及恰当使用^[33]。

围绕公民数字素养的提升，世界各国（地区、组织）都提出了相应的框架或策略，旨在从学校教育和终身教育的层面推动公民数字素养具体方面的能力提升，数字素养测量、评估与教育实践也因此得到了快速发

展。表1简要列出了各国（地区、组织）数字素养提升的主要面向对象和核心内容，从中可以看到，数字素养的教育基本围绕具体技能的习得展开，同时纳入了对态度的关注。同样，欧盟数字技能测评（Digital Skills Indicator, DSI）、国际计算机和信息素养测试（International Computer and Information Literacy Study, ICILS）、国际成人技能调查（Programme for the International Assessment of Adult Competencies, PIAAC）等数字素养的测评实践也体现着其对技能的格外重视和对态度的密切关注。有研究指出，研究和教育领域的测评注重数字化实践操作技能以及相关知识的掌握，技能认证领域的测评基本聚焦操作技能，国家和地区层面的测评实践重点在操作技能上，但同时也关注态度层面，包括批判性思维、安全意识、网络礼仪等^[30]。这些测评在一定程度上发挥着导向作用，塑造着全社会对数字素养的认知和理解，乃至行动方向。

表 1 典型数字素养框架及策略的主要内容

框架或战略	时间	面向对象	核心内容
欧盟“公民数字素养框架”	2011—2022 年	欧盟公民	1. 信息与数据素养; 2. 沟通与协作; 3. 数字内容创建; 4. 安全; 5. 问题解决 ^[34]
荷兰“数字素养学习领域”	2013 年	中学生	1. 数据与信息; 2. 数字世界的安全与隐私; 3. 数字技术的运行与使用; 4. 数字交流与合作; 5. 数字公民; 6. 数字经济 ^[35]
日本“信息活用能力调查”	2015 年	小学至高中的学生	1. 信息活用的实践能力; 2. 科学地理解信息; 3. 参与信息社会的态度 ^[36]
加拿大“数字素养教育框架”	2015 年	幼儿园到高中阶段的学生	1. 伦理与同情; 2. 隐私与安全; 3. 社区参与; 4. 数字健康; 5. 消费意识; 6. 搜索与确认; 7. 制作与整合 ^[37]
德国“数字世界中的教育战略”	2016 年	青少年	1. 搜索、处理与存储; 2. 交流与合作; 3. 创建与展示; 4. 保护与安全行事; 6. 解决问题与采取行动; 7. 分析与反思 ^[38]
英国“数字体验洞察服务”	2016 年	学生、教职员工	1. 数字身份与健康; 2. 信息、数据和媒体素养; 3. 数字化学习与发展; 4. 数字沟通、协作和参与; 5. 数字化创造、解决问题和创新; 6. ICT 能力 ^[39]
国际图书馆协会和机构联合会《数字素养宣言》	2017 年	全体成员公民	1. 基本技能; 2. 网络运作知识; 3. 创造性地使用技术; 4. 非技术元素 ^[40]
联合国教科文组织“数字素养全球框架”	2018 年	全球公民	1. 设备与软件操作; 2. 信息与数据素养; 3. 沟通与协作; 4. 数字内容创建; 5. 安全; 6. 问题解决; 7. 职业相关能力 ^[41]
新加坡“数字化就绪蓝图”	2018 年	全体公民	1. 网络安全; 2. 数字防御; 3. 数字化就绪性; 4. 信息通信媒体; 5. 国家图书馆; 6. 个人数据; 7. 公共通信 ^[42]
澳大利亚“数字素养技能框架”	2020 年	劳动者	1. 沟通、交流与协作; 2. 数字身份和安全; 3. 数字技术和系统; 4. 访问、组织、展示和问题解决 ^[43]

4 数字化转型背景下公民科学素质提升的思考与建议

在很长一段时间里,公民科学素质提升的策略中,科学知识都被置于重要位置。新时期,科学素质提升的重点已经开始向科学精神和科学能力转移。如何将这种转向落实到具体的实践之中,数字素养对于技能和态度的重视,能给予一些启发和借鉴。尤其在数字化转型背景下的数字社会,要培养“具有数字意识、计算思维、终身学习能力和社会责任感的数字公民”^[25],更需要以科学精神和科学能力的提升为引领,培育公民适应数字社会的核心能力。

4.1 以具体情境下的技能习得促进能力提升

数字素养给予了数字技能格外的重视,且这些技能的习得和掌握是通过实际问题的解决来实现的,即在具体的情境下,运用逻辑、直觉和操作性思维,使用方法、工具等进行实践动手。例如,面向海量信息,公民能够选择最能满足自己信息需求的搜索引擎,选择恰当的关键词来进行检索;在面对干扰信息或电子邮件时,能够利用恰当的技术手段或方法,对这些干扰信息或邮件进行辨识,进而采取拒收或屏蔽等措施;在面对自身即时需求时,能够恰当地选取可用的应用程序或软件;在面对安全问题时,能够查找、启动或安装相关的保护软件和服务;甚至,在面对具体问题而未能找到解决方案时,能够自己开发一个小程序来处理解决问题等。

数字素养的测评大多基于具体情境下的技能展开。例如,PIAAC的评估聚焦具体情境中的数字技能,评估成年人在个人生活、工作、社会及社区环境下,通过数字技术、交流工具和网络来获取、分析和解释信息以及解决实际问题的能力。实际上,早期国际学生评估项目(Programme for International Student Assessment, PISA)对于科学素质测

评就已经关注到了这一点,其指出,科学素质的情境首先是在日常生活之中而非教室或实验室,包括一般的日常经历以及个人直接关注的问题等。因此,其对学生科学素质测度的关注点为包含科学技术的生活情境中人们需要具备的能力,即识别科学问题、科学地解释现象、运用科学论据等^[44]。2022年中国公民科学素质测量也增加了“解决问题的能力”维度,包括一般情境下的问题解决和特定情境下的问题解决,其中也涉及数字化信息获取和数字化环境下的问题解决^[21]。但整体来看,这种情境化的学习仍显不足,需要进一步拓展深化。数字化转型为公民科学素质的能力习得提供及时、泛在且多元的适用情境,公民应充分利用这些有利条件与情境学习的优势,以更强的参与感和适应性,在运用中理解和掌握知识与技能,并实现内化^[45]。

4.2 以数字环境下的积极态度促进科学精神培育

科学精神弘扬不够、科学理性的社会氛围不够浓厚是我国公民科学素质建设存在的核心问题之一,因此,《科学素质纲要(2021—2035年)》将“突出科学精神引领”作为首要原则。在数字化转型中,公民面临更复杂的社会生活环境。以信息获取为例,面对海量信息,尤其是突发事件发生时出现的“信息疫情”^[46],如何在真假难辨的信息中找到可靠的、能满足自身需求的信息,如何针对各类信息做出合理的判断和反应,对公民科学素质提出了很高的要求,尤其需要以科学精神为引领,引导公众理性分辨、合理质疑、科学查证、批判性吸收。

数字素养对于态度的重视,以及对于数字环境下公民科学精神的培育给予了有益的借鉴。这些态度(意识、观念)引导人们以一定的态度和行为准则在数字社会中安全健康、合乎道德且负责任地生活。例如,以批

判性思维评估网络信息的真假优劣；对互联网上具有不同文化背景、信仰或价值观的人及其观点持开放态度并予以尊重；尊重他人权利，只使用合法来源下载数字内容；在网络上发布评论时考虑到言论可能造成的影响及相关的伦理问题等。

具体到数字社会中对科学精神的培育，可以从中借鉴且加强的四个方面包括：一是批判性的态度，全球化在线环境下，人们以不同的意图和能力创建资源，大多数情况下无法像传统出版媒体一样进行严格查证和审核，因此，公民在数字活动中需要融入批判性的考虑，评价信息以及不同数字工具和媒体的适用性；二是创造性的态度，数字环境下任何个人都可以是积极的参与者和生产者，而不只是传统的消费者，保持开放并能针对现有框架进行改进或改造，创造性地提供新的内容、方法或解决方案等，将可能产生更广泛的社会和经济效益；三是自主的态度，在没有明确规则和行为模式的数字环境中，需要始终意识到自己的目标，并能在不断变化的技术环境和社会实践中，根据需要来反思和适应新的环境；四是负责任的态度，数字环境是一个互动的环境，需要始终意识到自身活动的可见性和可能的后果，关注安全问题、考虑伦理问题、尊重文化的多元性，以开放的态度理解和协商不同的观点，负责任地开展相关活动。

4.3 以数字化相关知识为基础拓展科学认知

数字化转型拓展了人类社会的生存空间，也引发了一系列深刻变革，包括行为模式、

思维方式乃至行为规范等。本质上，也在不断拓展人类对于自然、世界乃至未来的认知。数字化相关科技知识是公民数字化行为的基础和底蕴，加强对这些知识的更新和拓展，有助于拓展公民的科学认知，并更好地适应数字社会的生活。例如，了解数字化是如何实现的，知道基本的数据采集、传输、存储等；知道网络环境包含各种类型的信息和内容，了解数字环境中使用的非语言信息（如笑脸、表情符号）的含义及其在不同国家和社区之间可能存在的文化差异等。

具体而言，对于公民科学素质提升来说，至少应包括三个层面相关知识的了解和掌握。第一是关于数字社会典型特征及要素的相关知识，让公民了解数字世界的本质及现象，例如，数字世界的符号表征（二进制与编码）、运行逻辑（数据结构与算法）、信息交流（传递与处理）、信息系统（软硬件基础、通信网络等）；人工智能、区块链等数字技术的发展以及数字技术的应用场景（数字生活、数字学习、数字工作和数字创新等）。第二是数字社会健康发展的相关知识，包括数字经济（基础设施、数据要素市场、共享经济等）、数字政务（数字治理、数字政府、数字政务等）、数字文化（数字新闻、数字出版、数字游戏、数字动漫等）、数字社会（智慧城市、数字乡村、智能交通、智慧医疗等）和数字生态文明（数字碳中和、智慧能源、智能排污等）。第三是数字安全与伦理的相关知识，包括数字安全意识、数字安全能力、网络文明礼仪、数字社会责任、数字伦理道德等。

参考文献

- [1] 习近平. 加快建设科技强国，实现高水平科技自立自强 [J]. 求是，2022(9): 4-15.
- [2] 王挺. 夯实中华民族伟大复兴的科学根基——全面落实《科学素质纲要（2021—2035年）》的思考 [J]. 科普研究，2021, 16(4): 5-13.

- [3] 李正风, 武晨箫, 胡赛全. 关于新时代公民科学素质的再思考 [J]. 科普研究, 2021, 16(2): 18-23.
- [4] 任定成. 新起点、新目标与新举措——《科学素质纲要(2021—2035年)》解读 [J]. 科普研究, 2021, 16(4): 18-24.
- [5] 王挺, 付文婷. 拓展科学普及新时代内涵 助力推进中国式现代化——科普中国智库专访武向平院士 [J]. 科普研究, 2023, 18(2): 5-8.
- [6] 袁汝兵. 公民科学素质的现状、问题及其提升路径——以北京为例 [J]. 科技智囊, 2022(7): 62-67.
- [7] 高宏斌. 《科学素质纲要(2021—2035年)》前言、指导思想和原则的解读 [J]. 科普研究, 2021, 16(4): 37-43.
- [8] 任磊, 郭凤林, 黄乐乐. 我国公民网络科技信息辨识的行为模式与特征分析——基于2020年中国公民科学素质调查的分析 [J]. 科普研究, 2022, 17(1): 66-73.
- [9] 王丽慧. 老年人科学素质提升行动的思考 [J]. 科普研究, 2021, 16(4): 69-73, 86.
- [10] 张增一. “新”纲要新在何处? [J]. 科普研究, 2021, 16(4): 25-30.
- [11] 孟庆海. 新时代如何提升领导干部科学素质 [J]. 中国党政干部论坛, 2023(3): 72-76.
- [12] 全民科学素质行动规划纲要(2021—2035年) [M]. 北京: 人民出版社, 2021.
- [13] 习近平向2021年世界互联网大会乌镇峰会致贺信 [N]. 人民日报, 2021-09-27(1).
- [14] 赵刚. 数据要素: 全球经济社会发展发展的新动力 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2022.
- [15] 中国互联网信息中心. 第51次中国互联网络发展状况统计报告 [EB/OL]. (2023-03-02) [2023-04-20]. <https://cnmic.cn/NMediaFile/2023/0322/MAIN16794576367190GBA2HA1KQ.pdf>.
- [16] 方勇, 季为民, 沈杰, 等. 青少年蓝皮书: 中国未成年人互联网运用报告(2022) [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2022.
- [17] Mossberger K, Tolbert C J, Ramona S. Digital Citizenship: The Internet, Society, and Participation [M]. Cambridge: MIT Press, 2008.
- [18] Kristen M. Digital Citizenship in Action: Empowering Students to Engage in Online Communities [M]. Virginia: International Society for Technology in Education, 2017.
- [19] Gilster P. Digital Literacy [M]. New York: John Wiley, 1997.
- [20] Eshet-Alkalai Y. Digital Literacy: A Conceptual Framework for Survival Skills in the Digital Era [J]. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 2004, 13(1): 93-106.
- [21] 高宏斌, 任磊, 李秀菊, 等. 我国公民科学素质的现状与发展对策研究——基于第十二次中国公民科学素质抽样调查的实证研究 [J]. 科普研究, 2023, 18(3): 5-14.
- [22] Ferrari A. Digital Competence in Practice: An Analysis of Frameworks [M]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012.
- [23] The Council of the European Union. Council Recommendation of 22 May 2018 on Key Competences for Lifelong Learning [EB/OL]. (2018-05-22) [2023-04-20]. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)).
- [24] van den Brande G. DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model [M]. Luxembourg: Publication Office of the European Union, 2016.
- [25] 中央网信委. 提升全民数字素养与技能行动纲要 [EB/OL]. (2021-11-05) [2022-11-15]. http://www.cac.gov.cn/2021-11/05/c_1637708867754305.htm.
- [26] Kirsti Ala-Mutka. Mapping Digital Competence: Towards a Conceptual Understanding [M]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011.
- [27] Wan N. Empowering Scientific Literacy through Digital Literacy and Multiliteracies [M]. New York: Nova Science Publishers, 2012.
- [28] 李红林. 公民科学素质测量的理论与实践研究 [M]. 北京: 金城出版社, 2018.
- [29] 何春. 国际数字素养研究演进、热点与启示——基于知识图谱的可视化分析 [J]. 世界教育信息, 2022(1): 10-21.
- [30] 李红林, 何薇, 胡俊平, 等. 世界公众数字素养与技能测评的发展述评 [J]. 科普研究, 2022, 17(6): 15-24.
- [31] Eshet-Alkalai Y. Thinking in the Digital Era: A Revised Model for Digital Literacy [J]. Computer Science, 2012(9): 267-276.
- [32] van Deursen A, Helsper E, Eynon R. Measuring Digital Skills: From Digital Skills to Tangible Outcomes Project Report [R]. London: London School of Economics University of Twente Oxford Internet Institute, 2014.
- [33] Law N, Woo D, de la Torre J, et al. A Global Framework of a Global Framework of Reference on Digital Literacy Skills for Indicator 4.4.2 [R]. Montreal: UNESCO Institute for Statistics, 2018.
- [34] Vuorikari R, Kluzer S, Punie Y. DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens [M]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022.
- [35] 魏小梅. 荷兰中小學生数字素养学习框架与实施路径 [J]. 比较教育研究, 2020, 42(12): 71-77.
- [36] 日本文部科学省. 信息活用能力调查(高等学校)调查结果 [EB/OL]. (2016-03) [2022-06-09]. https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1381046.html.

Science Popularization in the Transition to “Digital Society”

Li Zhengfeng^{1,2} Zhang Xushan¹

(School of Social Sciences, Tsinghua University, Beijing 100084) ¹

(Center for Science, Technology and Society, Tsinghua University, Beijing 100084) ²

Abstract: With the rapid development and widespread use of digital technology, digital transformation has profoundly influenced various sectors of society. The traditional society is evolving into a multifaceted “digital society”. In this process, important changes have occurred in science popularization, calling for new development strategies. Based on understanding the process, outcomes, and future trends of digital transformation, this paper proposes three forms of digital society. Form 1 is the real society undergoing digital transformation. Form 2 is the digital space composed of the massive data generated from the digitization of the real society, digitally mapping the real society and its changes. Form 3 is the virtual world constructed by multiple digital technologies. Building upon this analysis, this paper further explores the changes in science popularization in different forms of digital society. In Form 1 digital society, science popularization turn out to be diversified and equalized. In Form 2 digital society, algorithm-driven intelligent communication becomes prominent. In Form 3 digital society, technology-mediated embodied communication gains significance. In light of these shifts, this paper proposes developing strategies for science popularization in the digital transformation. These include fostering multi-party engagement and dialogue, enhancing-data and algorithm-centered communication, using next-generation digital technologies to create novel communication experiences, and so forth.

Keywords: digital transformation; digital society; science popularization

CLC Numbers: N4; F49 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2023.04.002

On the Improvement of Public Scientific Literacy under the Background of Digitalization

Li Honglin Hu Junping Cao Jin He Wei Wang Jingchun

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081)

Abstract: With digitalization, digital literacy has become an intrinsic requirement for citizens’ digital survival and one of the core essences of public scientific literacy. Based on the analysis of the typical characteristics of digital society and its new requirements for public scientific literacy, this paper proposes promoting public scientific literacy by improving digital literacy. It puts forward several suggestions in combination with the research and practice of digital literacy, as improving scientific ability based on digital skills, strengthening the value guidance with the cultivation of scientific spirit as the core, and expanding scientific cognition based on digital knowledge.

Keywords: scientific literacy; digital literacy; scientific spirit; digital skills; digital society

CLC Numbers: N4; F49 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2023.04.003

Using the Advantage of “Human”: Research on the Application of Virtual Digital Human in Science Popularization

Cai Yukun Chen Yuyao

(College of Tourism and Media, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074)

Abstract: In recent years, the development and application of virtual digital humans have been heeded in science popularization research. This paper mainly examines two kinds of virtual digital humans used in science popularization: virtual scientists and virtual digital humans engaged in science popularization in the media. The study believes that with the support of digital technology, the number of virtual digital scientists can be unlimited, their appearance is more novel, and they have intelligent scientific content production capacity, which can reduce the time pressure and communication pressure faced by human scientists engaged in science popularization, and improving the common problems in science popularization, such as the stereotypes of scientists. These advantages provide new ideas for science popularization under the background of digital transformation. However, we must pay more attention to the role of virtual digital scientists in guiding scientific value and restoring scientists' trust, and through multiple regulations to control the potential risks of those type of scientists.

Keywords: virtual digital human; scientist; avatar; the image of the scientist

CLC Numbers: N4; TP391.9 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2023.04.004

A Study on the Factors Influencing Digital Youth's Willingness to Adopt Science Information Published by Science Popularization Influencers

Wang Jiuling¹ Tang Shukun^{1,2}

(Department of Communication of Science and Technology , University of Science and Technology of China, Hefei 230026) ¹

(Science Communication Research Center of Chinese Academy of Sciences, Hefei 230026) ²

Abstract: Social media platforms are important channels for digital youth to obtain science information and science popularization influencers are significant participants in science popularization on social media platforms. Based on the Elaboration Likelihood Model (ELM) and the Information Adoption Model (IAM), this paper uses an online questionnaire to obtain data. It utilizes a Partial Least Squares