

[主持人语] 数字技术的迅速发展正在深刻改变人类经济、政治、文化、社会、生态文明建设，数字化转型为当代科普事业的进步提供新机遇，提出新要求。一方面，数字化技术大大拓展了科普的空间，为科普提供了新的渠道和方式，人们可以通过互联网、社交媒体、移动端等渠道，实现大规模、高效率的科普。另一方面，数字化转型对科普的质量控制机制提出了新挑战，也带来更高的科技含量、更广泛的应用场景，这都需要公众拥有更高的科学素质、数字技能和伦理意识。

为进一步深化对相关议题的认识与理解，《科普研究》编辑部联合中国科协—清华大学科技传播与普及研究中心策划组织了本期“数字化背景下的科普”专题，研究选题基于不同的观察视角，涉及不同数字社会形态下科普的新变化、数字化转型对公民科学素质的新要求、虚拟数字人在科普中的应用以及数字青年对科普网红的科普信息采纳等议题，对数字化转型背景下科普面临的新变化、新机遇与新挑战进行深入的探讨，以期深化当代科普理论研究、推进科普实践提供参考与借鉴。（李正风/清华大学社会科学学院教授、博士生导师）

走向“数字社会”进程中的科学普及

李正风^{1,2} 张徐姗¹

（清华大学社会科学学院，北京 100084）¹

（清华大学科学技术与社会研究中心，北京 100084）²

[摘要] 随着数字技术的发展与广泛应用，社会各领域都受到数字化转型的深刻影响，传统社会不断向多形态的数字社会演变。在走向数字社会的进程中，科学普及也发生了重要变化，需要采取新的发展策略。基于对数字化转型的过程、结果及其未来演化趋势的分析，本文提出了数字社会的三种形态：形态一是正在经历数字化转型的现实社会；形态二是现实社会数字化形成的海量数据构成的数字空间，是现实社会及其变化的数字映射；形态三是运用多种数字技术构建的虚拟世界。基于这一分析，本文进一步探讨了不同数字社会形态下科学普及的变化：在形态一的数字社会中，科学普及呈现出多样化、大众化的特征；在形态二的数字社会中，基于算法的智能化传播日益突出；在形态三的数字社会中，以技术为中介的具身传播日益重要。针对上述转变，本文提出了在数字化转型过程中科学普及的发展策略，包括促进多主体参与和对话，加强以数据和算法为核心的传播，以及综合利用下一代数字技术创造新的传播体验等。

[关键词] 数字化转型 数字社会 科学普及

[中图分类号] N4; F49 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2023.04.002

收稿日期：2023-05-26

基金项目：国家社科基金重大项目“深入推进科技体制改革与完善国家科技治理体系研究”（21ZDA017）；中国科协创新战略研究院科研项目“当代科学与社会关系新变化与新时代科学文化建设研究”（2022-hjs-06）。

作者简介：李正风，清华大学社会科学学院教授、博士生导师，研究方向：科技的社会研究、科学文化与科技伦理、科技发展战略与政策，E-mail: lizhf@mail.tsinghua.edu.cn。

随着数字技术的发展,社会生活的方方面面都受到了数字技术的影响与形塑。数字技术深刻改变了社会形态,也改变了社会运作方式,一种新型的、动态变化的数字社会正在形成。然而,目前学界对数字社会的理解还不深入,对数字社会概念的使用还不清晰。在涉及数字社会中的科学普及时,已有研究往往停留在数字媒介背景下的科学普及,缺乏面向未来的前瞻性分析。

科学普及是科学活动的重要组成部分,受到社会技术环境的深刻影响,需要放在社会土壤上加以考察。当前社会正处在走向数字社会的进程当中,理解数字社会的基本特征对理解当今时代的科学普及至关重要。本文在把握数字化转型的过程、结果及其未来演化趋势的基础上,提出了数字社会的三种形态,并在此基础上分析数字社会中科学普及的新变化,提出数字社会中科学普及的发展策略。

1 如何理解“数字社会”

技术是引发社会变迁的重要因素,人类历史就是在技术与社会的相互作用中发展演化的。马歇尔·麦克卢汉(Marshall McLuhan)曾经将人类历史划分为四个时代,即部落时代、识字时代、印刷时代和电子时代^[1],强调媒介技术在其中的关键作用。麦克卢汉对电子时代的预言准确地描述了当今社会的许多变化,但随着数字技术的发展,新的社会现象涌现出来,渐渐超越了电子时代的社会形态,我们可以把这种与数字技术伴生的社会称作数字社会,在其中数字技术与其他社会力量相互塑造,共同构建以数字技术为基础的社会生态。如今,社会生活的方方面面都经历着深刻的数字化转型,理解数字社会对理解社会各领域的变化具有重要意义。

1.1 数字技术与数字社会

理解数字社会首先需要明确数字社会的概念和内涵。当前,学界对数字社会概念的理解和使用尚未形成共识,信息社会、网络社会等概念在指称数字技术影响下的社会形态时交替出现。例如,曼纽尔·卡斯特(Manuel Castells)将信息时代的社会形态称为网络社会,认为信息技术的发展使得当前社会的功能日益以网络的形式组织起来,网络化的逻辑成为社会、文化、生产各领域的底层逻辑^[2]。另一个与数字社会相关联的概念是信息社会,信息在20世纪后半叶的众多社会理论中扮演着重要角色。例如,丹尼尔·贝尔(Daniel Bell)早在20世纪50年代就创造了后工业社会的概念,并强调信息和知识在这一新社会形态中的关键作用^[3]。随着信息技术的发展,贝尔又用信息社会的概念替换了后工业社会的概念,认为其能更准确地把握时代特征;安东尼·吉登斯(Anthony Giddens)则认为现代社会从一开始就是一种信息社会,对信息的收集和运用是国家权力的基础^[4];弗兰克·韦伯斯特(Frank Webster)系统性地梳理了有关信息社会的理论和定义,却反驳了信息社会是一种新社会形态的论述,强调信息社会的历史延续性^[5]。

也有一些学者将数字技术看作理解当今社会的关键机制,围绕数字社会的概念开展论述。例如,黛博拉·拉普顿(Deborah Lupton)将数字社会形容为一种被数字设备和数字平台渗透和重组的社会,在其中我们对社会、文化和人类自身的理解都无法脱离数字技术^[6]。拉普顿还将数字社会描述为一种数字风险社会,在其中公共和私人空间乃至身体都被数字设备和传感器所监控^[7]。尼尔·塞尔温(Neil Selwyn)从当下和未来两个层面理解数字社会,一方面,当前社会被数字设备充

斥，人们的社会生活通过数字系统进行组织和管理；另一方面，物联网等新兴数字技术将进一步改变我们的社会形态，物理空间将会与代码空间重叠，人工智能和大数据的发展将会促进决策的自动化、算法化和人与机器身份的模糊化^[8]。努尔杰·玛尔斯（Noortje Marres）指出，当今社会的各个领域都在经历数字化转型，数字技术及其产生的数据为我们参与和理解社会生活提供了新的可能性，也带来了知识、技术和社会新的互动关系^[9]。

以上定义均在一定程度上把握了当前社会的基本特征，具有各自的理论潜力。但笔者认为，信息社会和网络社会的概念在分析当前正在发展变化中的社会形态时存在着一定的局限性。信息社会的概念虽然准确把握了信息经济的基本特征，但内涵过于宽泛，且具有较强的历史延续性，不能凸显当前社会形态的新变化以及数字技术在其中的关键作用。而网络社会的概念则片面地强调了互联网时代的影响和网络化的底层逻辑，没有把握新近数字技术的发展带来的丰富可供性。当前和未来社会的本质特征是社会与数字技术的协同发展，数字技术在其中扮演关键角色，是理解和治理社会时不可或缺的行动者。因此，笔者认为，应当使用数字社会的概念来定义当前发展变化中的社会形态，这样才能更好地把握其本质，保持面向未来的开放性，同时应对数字技术给人类社会带来的种种机遇和挑战。而随着数字技术的进一步发展，数字社会的内涵也将不断拓展和变化，使社会呈现新的面貌。

已有研究从不同侧面描述和预测了数字社会的形态，指出数字社会具有流动性、大众化、连接性、去主体性、数据化、人机关系等特征。例如，卡斯特将网络社会形容为一种流动空间，其结构关系是流动变化的，社会不断被打破和重组^[2]；阿德里安·阿提

柯（Adrian Athique）观察到数字社会中从父权制、制度性的世界观向草根文化的转变，其中媒介扮演了重要角色^[10]；大卫·贝利（David M. Berry）则指出数字社会的反乌托邦特征，认为数字社会将是一个基于实时流技术的计算社会，随着算法的不断发展，人类越来越多地将主体性、认知能力和判断能力委托给算法，自己则可能失去批判性，成为被动的、保守主义的消费者^[11]；兰贝尔·罗亚克斯（Lambèr Royakkers）等人也认为数字化可能带来技术和算法对用户的控制和形塑，导致人们将权力逐渐移交给非行动者，自己沉浸于虚拟世界而忽略现实环境^[12]。还有一些学者指出数字社会对人们日常经验的转变。例如，玛丽·柴可（Mary Chayko）认为随着数字技术在整个社会的传播，社会参与将越来越多地通过数字设备进行，这一过程体现为社会连接程度的不断提高，日常生活将变为超级连接^[13]；朱迪·威杰曼（Judy Wajcman）和奈杰尔·多德（Nigel Dodd）则将数字时代的新社会形态与对时间的体验联系起来，认为数字技术的发展加速了生产和生活的节奏，使一种不稳定的感觉进入到日益流动的文化中^[14]。随着数字化进程在我国展开，国内学者也对当前的数字社会形态做出了一系列观察。例如，王天夫对数字时代社会的新变化进行了全面描述，认为数字社会呈现出数字化、网络化、智能化等一系列特征，数据作为重要的生产要素直接参与生产过程；另外，王天夫指出数字社会既是乌托邦也是反乌托邦，既能够对个人赋权，也可能使个人失去权力^[15]；魏钦恭认为数字社会并非一种确定的、同质化的社会形态，而是具有多重面向，并总结了数字社会的四种特征，即在场空间脱域化、关系形态散众化、工作生活压缩化和规则技术异步化^[16]；王敏芝则强调了数字社会在社会交往领域呈现出

的新特征，如虚拟交往主体的产生、人机关系的建立，以及数字交往关系的流动性、松散性、脆弱性等^[17]。

数字社会不同于传统社会的诸多特征为我们理解社会各领域的新变化奠定了基础。数字社会方兴未艾，我们对数字社会的理解也处在发展变化当中，因此需要从不同层面、不同阶段对数字社会的形态和特征进行把握。基于对数字化转型的过程、结果及其未来演化趋势的把握，本文提出数字社会的三种形态，这三种形态的数字社会既有其在社会演化中的不同位置，也是同一社会发展趋势的不同侧面。它们之间相互关联、相互重叠、相互影响，共同构成我们的认知空间和生活世界。

1.2 “数字社会”的三种形态

1.2.1 形态一：正在经历数字化转型的现实社会

形态一的数字社会是正在经历数字化转型的现实社会。随着数字技术的发展，社会生活的各个领域都步入了数字化进程，围绕着数字技术进行重新配置。数字技术的广泛应用对现实社会产生了深刻影响，在一定程度上重构了社会形态，重塑了人与人之间的关系。社会经济系统日益数字化、数据化和智能化，社会参与也呈现出数字化、多样化和扁平化的特征。尽管对数字化的程度、方式和影响存在一定的争论，但人们普遍相信当前社会经历的数字化进程广泛而持久，理解数字化转型是理解当前现实社会形态的关键。正如卡斯特将当前社会看作是流动空间和地方空间共存、信息逻辑和传统逻辑混杂的社会空间^[18]，笔者认为此种形态的数字社会也是一种混杂的社会系统，表现为数字化和非数字化的组织方式共存，社会各领域、各部门的数字化进程存在差异，数字化转型中存在发展不平衡的现象。另外，现实社会的数字化在实现了对一部分社会成员赋能的同时，也在一定

程度上加固了现实社会的不平等，加剧了数字鸿沟。一部分社会成员因无法接入数字设施，被排除在这一数字社会之外。

1.2.2 形态二：现实社会的数据构成的数字空间

形态二的数字社会是现实社会产生的海量数据构成的数字空间。这一数字空间是社会各领域数字化转型的产物，是现实社会的数字映射。在当今社会，无所不在的数字设备捕捉产生了大量数据，政府、公司、科研机构和普通用户都成为数据的重要来源。随着社会生活的全面数字化，这一数字空间还将不断生长，一切社会行动的痕迹都会成为数据，进入数字空间，成为知识的来源。我们的身体和行动产生的数据，也会成为新形式的资本，反过来用于管理我们自身^[19]。数字空间体现了信息储存和处理方式的进化。在传统社会中，图书馆、博物馆和信息情报系统等机构以不同方式保存和再现了现实世界，但其容纳的信息受到物理载体的限制。而数字空间中的数据储存具有低成本、高容量、易检索等特征，能够有效保存和记录社会的历史发展轨迹，为分析社会的演化提供重要资源。另外，算法所具有的信息处理能力将会在数字空间中发挥重要作用，数字空间能够通过算法对信息进行自动化、智能化收集、分析和处理，实现数据与数据的对话^[20]，促使社会生态向自动化、智能化转变，成为知识生产的新方式。在这一数字空间中，社会的连接程度将会进一步提高^[15]，尽管由于访问权限和个人偏好不同，每个人进入的数字空间都不尽相同，但数据具有的内在可关联性提供了构建全联通的数字社会的基础。不过，值得注意的是，形态二的数字社会并非现实社会的完备映射，由于数字技术使用范围的限制，一部分人被排除在数字空间之外，其数据没有出现在这一数字社会当中。数字空间的不完备既反映了现实社会的不平等，

也产生了在数据权力上新的不平等，一部分社会成员拥有分析他人数据的权力，而其他社会成员则只能扮演被分析者的角色。

1.2.3 形态三：数字技术构建的虚拟世界

形态三的数字社会是数字技术构建的虚拟世界。这一形态的数字社会是未来对数字技术的综合利用后可能出现的一种社会形态，在当前仍处于萌芽阶段，是一种社会技术想象，元宇宙就是这类数字社会的一种表现形式。随着数字技术的进一步发展，这一类型的数字社会将容纳越来越多的技术架构和社会成员，对现实社会产生更加深刻的影响。形态三的数字社会是完全由数字技术搭建的社会形态，具有超越现实社会的特征，表现出极高的创造性。在这一数字社会中，社会生活依照数字技术的逻辑进行组织，人们使用数字身份进行交往，社会表现出更高的连接性、匿名性、流变性和去中心性。这一虚拟世界还具有沉浸性的特征，数字技术的综合利用将会为人们创造新的具身性体验，带来新的感知^[21]。在形态三的数字社会中，物理时空的限制将会进一步被打破，真实与虚构之间的界限将会更加模糊。与此同时，超越人与物分界的新型主体和社会关系将会出现，在这一社会空间中占据重要位置。随着数字技术的发展，形态三的数字社会还将与现实社会产生更深层次的相互融合，虚实协同、虚实互构^[22]，共同构成人们的生活世界，塑造人们的日常经验。

上述三种形态的数字社会是同一社会发展趋势的不同侧面，是社会与数字技术相互作用的多方面表现。在现实社会中，随着社会各领域数字化转型的深入，数字技术日益成为我们理解和参与社会的基础设施，促使现实社会向数字社会演变。而形态二的数字社会正是现实社会数字化转型的产物，由现

实社会产生的海量数据构成，能够反映现实社会的诸多特征。形态三的数字社会则是完全由数字技术搭建的虚拟世界，具有特殊的文化特征和高度的创造性。不过，这一虚拟世界并非脱离现实社会，而是受到现实社会多方面的约束。从形态一到形态三的数字社会，数字技术的逻辑更深层次地嵌入了社会组织和运行的逻辑当中，而数字技术的要求也对社会成员设置了更高的门槛。随着数字社会的发展，在形态二、形态三的数字社会中的社会参与可能会反过来影响现实世界，成为现实社会的分类标准。在未来的社会形态中，这三种形态的数字社会将相互作用、共同发展，一同构成社会进化的驱动力。

2 “数字社会” 中科学普及的新变化

科技活动与其社会背景息息相关，作为一种生产性的社会制度，科学需要向社会的其他部门传递其成果，以履行其社会契约^[23]。而作为科学与其他社会结构之间相互作用的关键机制，科学普及活动也并非处于真空地带，其根植于社会土壤之中，受到社会、政治、经济、文化等因素的影响。社会背景塑造了科学普及中的行动者及其互动关系，也限制了其手段与过程。因此，我们需要将科学普及放在社会背景上加以考察。走向数字社会，社会形态的变化从根本上改变了科学与社会互动的方式，也赋予了科学普及新的内涵，理解数字社会对理解当下和未来的科学普及具有重要意义。

2.1 形态一：多样化、大众化的传播生态

在形态一的数字社会中，科学普及受到数字媒介逻辑的深刻塑造，其主体、平台和形式都呈现出了多样化的特征，向着更具互动性的方向发展。传统社会中的科学普及往往采取自上而下的单向传播模式，公众被看作是被

动的受众^[24]。随着科学普及的数字化,公众由单一的受传者转变为生产消费者^[25],成为科学信息的发布者,参与有关科学事务的讨论。数字媒介一方面提高了科学知识的可获得性,使公众有能力获取科学信息并对其进行挪用;另一方面也为公众提供了渠道和资源,使公众能够利用社交媒体和视频平台自发地进行传播^[26]。公众作为重要的传播主体出现,打破了科学信息由专家向公众单向扩散的局面,使科学普及的主体更加多样化和大众化,推动了科学家与公众之间的平等交流。科学普及的数字化还引发了专家权威的消解和权力分配格局的变化。在数字媒介的逻辑下,叙事技巧超越内容本身成为决定传播效果的关键因素。公众对专家祛魅了,科学家不再是这一场域中的唯一权威^[27],公众中的积极传播者在气候变化、转基因等重要问题的讨论中成为意见领袖^[28]。科学普及的数字化还带来了传播形式和传播内容的变化。传统社会中科学普及的内容往往仅限于成熟的科学发现,而在数字媒介中,科学普及的内容范围更加拓展,涌现出了一批围绕科学技术的应用、社会影响和伦理要求展开的科普项目,例如惠康基金会的传染性城市项目、黑斯廷斯中心的生物伦理学简报等。与此同时,数字化的科学普及更多地采用了多媒体的形式,结合视频、图像、音频、动画等多种形式,利用互动性的数字平台和游戏化的传播方式吸引公众的兴趣,提升传播效果,例如,美国国家航空航天局(National Aeronautics and Space Administration, NASA)的“太阳系之眼”(NASA's Eyes)项目就是利用3D可视化工具来增加人们对太阳系的理

解。过去依靠权威信源的质量控制机制逐渐失去作用,伪科学、虚假信息和对科学发现的误读在数字平台上被广泛传播。而数字社会的匿名性更进一步增加了内容的风险性,使得科学信息的可信性无法得到保证。

2.2 形态二:以算法为主体的智能化传播

在形态二的数字社会中,数字空间的建立在提高科学普及效率的同时,也促进了其模式向智能化、个性化转变。数字空间降低了传播成本,提高了传播速度,增加了信息容量,也使科学知识能够触达更广泛的公众。在数字空间中,科学普及的即时性和开放性程度进一步提高,用户可以实现对最新研究成果的即时访问,也可以了解更大范围的科学信息。而数字空间中数据的可追溯性也使得科学活动和科学普及更加有迹可循^[30],一定程度上保证了科学信息的质量。此外,数字空间还改变了信息呈现的方式,越来越多的项目开始利用数据和可视化的形式来解释科学知识,增进公众对科学的理解,如NASA的地球观测站、约翰霍普金斯大学的新冠地图等。更重要的是,数字空间推动了以算法为主体的智能化传播。数字空间中数据的普遍性和内在可关联性提供了利用算法自动检索和分析科学信息的条件,为科学普及向智能化、自动化转变奠定了基础。通过算法,科学数据能够被便利地检索和分析,并传递到公众面前,甚至引发社会行动。世界著名的公民科学门户网站之一的宇宙动物园(Zooniverse)正是使用算法分析数据,引导公众参与的公民科学项目。不过,需要注意的是,即使是在以算法为主体的科学普及中,公众也不能被简单理解为单一、静态、同质化的受众,而是流动和差异化的主体^[2]。公众将会与算法产生的科学信息发生互动,对其创造性地采纳和挪用。除此之外,传播方式

的智能化还将促进传播内容和渠道的个性化, 基于个人数据的算法推荐能够根据用户的知识水平和兴趣偏好定制传播内容和传播渠道, 从而提高传播效果。目前, 一些主流的社交媒体和科学新闻聚合器已经在使用基于个人数据的推荐算法提高用户的兴趣和参与度。然而, 个性化算法推荐也可能会造成回音室效应和信息茧房的问题^[31], 导致公众判断能力和主体性丧失, 不利于多样化观点的传播。

2.3 形态三: 基于数字技术的具身传播

在形态三的数字社会中, 全部的社会交往和社会体验都经由数字技术中介, 科学普及也将呈现出超越现实社会的特征。在这一数字社会中, 社会成员使用数字身份参与科学普及, 数字身份的多元性和流变性使得每个人都可以扮演多重角色^[32], 从而增加了科学普及主体的异质性和不确定性。另外, 受到去中心化的数字技术形塑^[33], 科学普及场域的组织结构将会更加扁平化, 科学信息在各主体间的流动将会更加多向化。随着数字技术的进一步发展, 新的行动者和互动关系还将出现在科学普及活动当中, 超越以往人与人之间的联结, 在这一场域中占据越来越重要的地位。人工智能将成为新的传播主体, 在科学普及中扮演多重角色, 与科学家、公众之间建立复杂的多向关系。在形态三的数字社会中, 科学普及的工具和手段将更加丰富, 虚拟现实技术的应用将使科学普及呈现出新的景观, 为建构以技术为中介的具身性体验提供条件。科学是一种具身性的活动, 需要综合性地动用视觉、听觉、触觉、嗅觉等感官。传统社会中的科学普及往往局限于对成熟的科学知识进行传播和扩散, 无法将科学活动的核心呈现给公众^[29]。在形态一的数字社会中, 科学普及的范围虽然有所拓展, 但由于技术手段的限制, 仍难以还原科学研

究的情境, 为公众营造真实的体验。在形态三的数字社会中, 对数字技术的综合利用提供了这种功能可供性, 能够打破物理时空的限制和虚实的界限, 创造身临其境的交互式体验, 让公众在其中真正地进行具身性的科学实践^[34]。不过, 需要注意的是, 与数字技术的创造性相伴随的, 是科学普及风险性的进一步提高。人工智能、虚拟现实技术的发展将会对科普的真实性造成进一步的威胁, 为科学普及的质量控制带来前所未有的挑战。如今, 利用深度伪造技术制作假新闻、假图像、假视频已经成为现实, 随着数字技术的发展, 还将产生虚假的“真实”体验, 欺骗人们的感官经验^[35]。

在上述三种形态的数字社会当中, 科学普及受到数字技术的驱动, 呈现出与传统社会中不同的新特征, 向更加多元化、智能化、互动性的方向发展。从平等、对话的双向传播模式, 到算法驱动的自动化、智能化、个性化传播, 再到基于数字技术的虚拟具身传播, 这三种模式并非相互排斥, 而是共同构成了一个行为谱系, 在数字社会的科普中发挥作用。不过, 虽然数字社会为科学普及引入了新的主体、工具和手段, 改变了这一领域的结构和生态, 但科普的目标始终是促进知识的流动和共享, 实现科学与社会的协同进化。在实现这一目标的过程中, 传统社会和数字社会中的科学普及都需要考虑社会伦理的规约, 培养科学界与公众之间的信任, 以有益于社会的方式将科学知识与科学精神传达给更广泛的公众。

3 “数字社会” 中科学普及的策略

当前社会的数字化进程已经引发了科学普及领域的众多变化, 随着数字社会的进一步发展, 科学普及还将呈现一系列与以往不

同的新特征。社会形态的变化给科学普及提出了新的要求，需要我们重新评估采取的策略，以保证科学普及的有效性，促进科学和社会的良性互动。针对三种不同形态的数字社会中科学普及的新变化，本文提出了一系列相应的策略。

3.1 形态一：促进多主体参与和对话

在形态一的数字社会中，科学普及需要积极利用数字化传播渠道，鼓励多主体参与，促进科学家与公众之间的双向交流与互动。社会化媒体拓展了科学信息传播的渠道，也提供了能够实现科学界与公众对话的公共空间，为科学家与公众之间的双向交流创造了有利条件。作为数字时代的数字公民，公众应积极利用数字技术带来的便利，参与有关科学事务的讨论、增进对科学知识的了解、对科学发展建言献策。数字社会的科学普及是多样化信息并存的场域，对作为科学知识消费者的公众提出了新的要求。因此，数字社会的科学普及需要培养公众的鉴别能力和循证思维，使公众能够批判性地阅读、解释和利用科学信息^[36]。另外，还应鼓励公众利用数字化资源主动学习科学知识、提高科学素质，在理解科学信息的同时也掌握科学原理。媒介的数字化转型还为推进公民科学项目创造了机会，因此，应当鼓励科学家和公众利用数字平台开展公民科学实践，使公众能够有机会为科学知识生产做出贡献，从而提高公众参与科学普及的积极性。数字社会的科学普及不仅需要培养公众的主体性，也需要培养科学家参与科学普及的能力和兴趣。因此，应当重视对科学家进行科学普及的技能培训，鼓励科学家在数字平台上发表内容，利用社交媒体参与讨论和互动，为科学普及场域注入优质信息，为可靠的科学知识的传播做出贡献。另外，数字社会的科学普及还

应当培养专门的科普从业者，构建专业化的人才队伍，作为内容质量的“把关人”，保证这一场域的秩序。面对数字社会科学普及的风险性，需要促进多主体的共同参与和积极对话，培养一种鼓励广泛公开交流的文化，利用众包的方式共同保证健康的科学普及生态。此外，数字社会的科学普及还应注意适应数字媒介的传播特征，合理设计科学普及的形式和内容，利用多媒体和交互式的方式吸引公众的兴趣，使用视频、图表等形式直观地展示科学知识和科学原理，使之更易于公众的理解和吸收。

3.2 形态二：完善以数据和算法为核心的传播模式

在形态二的数字社会中，科学普及应当利用数字空间的延展性和潜在可访问性，建立普惠性的科普基础设施，使优质科学信息能够对更广泛的公众开放。为此，数字空间中的科学普及需要与开放科学实践相结合，消除科学信息流动的障碍，使科学知识成为惠及全体社会成员的公共产品。同时，也需要完善科学信息储存和管理的方式，构建可追溯、可检索、实时更新的科学数据库，使用数据和可视化的形式呈现科学信息，促进数据驱动的科学普及。另外，数字空间中的科学普及需要完善以算法为主体的传播模式，利用算法实现自动化、智能化、个性化的科普，根据个人兴趣、知识水平和渠道偏好定制传播的内容和形式，确保公众能够获取最感兴趣、最相关的科学信息。不过，个性化算法推荐也可能带来信息茧房的问题，因此，需要科学普及的参与者有意识地打破过滤气泡，促进多样化观点的传播。面对数字空间中的海量信息，传统的质量控制机制很难发挥作用，因此，应当合理利用算法进行内容质量控制，建立有效的信息过滤机制，及时

筛选虚假信息。另外，针对数字社会中科学普及可能面临的信息过载问题，也需要利用算法过滤、提纯科学信息，建立有效的导航机制，防止优质信息被淹没。不过，在利用数据和算法促进科学普及的同时，也需要注意对个人数据的保护，防止数据滥用造成的不平等。因此，数字社会的科学普及需要提高数据使用的透明度，防止数据权力的集中化。此外，科学普及领域的学者也应当积极利用数字空间中的数字痕迹进行相关研究，以增进对科普模式机制的理解，推动科普活动的优化。

3.3 形态三：利用数字技术创造新的传播体验

在形态三的数字社会中，科学普及应当积极拥抱数字技术的可供性，构建全新的科学普及生态系统，利用数字技术塑造公众对科学的具身性体验，丰富科学普及的内涵，增进公众对科学活动的理解。目前，形态三的数字社会还处于发展的初级阶段，但已出现了利用虚拟现实技术、通过游戏化的方式进行的科普实践。随着该形态数字社会的发展，还可以建立虚拟的科学博物馆、科学中心、科学实验室等，使公众能够沉浸式地参观和体验，降低参与科学研究的门槛，使公众能够有机会亲身体验科学知识生产的过程。在形态三的数字社会中，科学普及还应当重视对人工智能等非人主体的运用，使其成为科学普及矩阵中的重要环节，委托其承担多重角色。利用数字化身进行科学普及，利用人工智能自动生成内容，能够大大提升科学普及的效率。此外，人工智能可以充当信息搜集和处理的助手，帮助公众获取有用的科学信息，对公众进行有效指导。针对形态三的数字社会中科学普及内容的风险性，也需要利用人工智能建立有效的风险控制机制，及时识别虚假信息，保证科学普及的顺利进行。形态三的数字社会具有的即时性、开放

性和连通性特征为更大范围、更便捷的科学交流与协作奠定了基础，科学家、公众和专业科普人员都应当积极利用这一社会形态的变化，开辟新的科学普及图景，从而更好地履行科学的社会功能。

三种形态的数字社会为科学普及的发展创造了新的条件，需要我们积极拥抱数字技术的可供性，利用数字技术的潜力扩展科学普及的内涵，探索理解和体验科学的新方式，为科学普及开辟新的图景。与此同时，数字社会的科学普及也需要注重对用户数字权利的保护，确保数据的隐私、安全和公平，缩小数字鸿沟，从而构建一个更具包容性、对更多公众开放的科学普及生态系统。

4 结语

科学普及是一项社会活动，是社会系统的重要组成部分，我们对科学普及的理解不能脱离其社会背景。在迈向数字社会的历史进程中，社会形态发生了深刻变化，科学普及模式也正在经历重要转变。因此，本文提出了数字社会的三种形态，即正在经历数字化转型的现实社会、现实社会的海量数据构成的数字空间、数字技术构建的虚拟世界，并在此基础上分析了数字社会中科学普及的变化趋势，提出了相应的发展策略。数字社会是一种仍处于动态演进中的社会形态，对数字社会的理解具有前瞻性、暂时性和相对性。随着数字技术的不断发展和社会各领域数字化进程的不断深入，数字社会还将涌现出一系列新的特征，为科学普及带来新的机遇和挑战。因此，对科学普及的理解需要紧扣社会形态的变化，追踪数字社会的演化趋势，保持面向未来的开放性，回应未来社会的种种变化，这样才能促进科学界和其他社会系统的良性互动，推动科学和社会的协同发展。

参考文献

- [1] McLuhan M. The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man[M]. Toronto: University of Toronto Press, 1963.
- [2] 曼纽尔·卡斯特. 网络社会的崛起 [M]. 夏铸九, 王志弘, 译. 北京: 社会科学文献出版社, 2001.
- [3] 丹尼尔·贝尔. 后工业社会: 简明本 [M]. 彭强, 译. 北京: 科学普及出版社, 1985.
- [4] Giddens A. Social Theory and Modern Sociology[M]. Redwood City: Stanford University Press, 1987.
- [5] 弗兰克·韦伯斯特. 信息社会理论 [M]. 曹晋, 梁静, 李哲, 等译. 北京: 北京大学出版社, 2011.
- [6] Lupton D. Digital Sociology[M]. London: Routledge, 2014.
- [7] Lupton D. Digital Risk Society[M]//Burgess A, Alemanno A, Zinn J O. Routledge Handbook of Risk Studiesc. London: Routledge, 2016.
- [8] Selwyn N. What is Digital Sociology?[M]. Cambridge: Polity, 2019.
- [9] Marres N. Digital Sociology: The Reinvention of Social Research[M]. Cambridge: Polity, 2017.
- [10] Athique A. Digital Media and Society: An Introduction[M]. Cambridge: Polity, 2013.
- [11] Berry D M. Critical Theory and the Digital[M]. New York: Bloomsbury Publishing, 2014.
- [12] Royakkers L, Timmer J, Kool L, et al. Societal and Ethical Issues of Digitization[J]. Ethics and Information Technology, 2018(2): 127–142.
- [13] Chayko M. Superconnected: The Internet, Digital Media, and Techno-social life[M]. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2017.
- [14] Wajcman J, Dodd N. The Sociology of Speed: Digital, Organizational, and Social Temporalities[M]. Oxford: Oxford University Press, 2016.
- [15] 王天夫. 数字时代的社会变迁与社会研究 [J]. 中国社会科学, 2021(12): 73–88, 200–201.
- [16] 魏钦恭. 数字时代的社会治理: 从多元异质到协同共生 [J]. 中央民族大学学报(哲学社会科学版), 2022(2): 77–87.
- [17] 王敏芝. 数字交往的技术后果与社会想象 [J]. 青年记者, 2023(4): 14–17.
- [18] Castells M. Space of Flows, Space of Places: Materials for A Theory of Urbanism in the Information Age[M]//Legates R T, Stout F. The City Reader. London: Routledge, 2011.
- [19] Mattelart A. For an Archaeology of the Cult of the Number[M]//George E. Digitalization of Society and Socio-political Issues 1: Digital, Communication, and Culture. Hoboken: John Wiley & Sons, 2019.
- [20] 何大安. 互联网应用扩张与微观经济学基础——基于未来“数据与数据对话”的理论解说 [J]. 经济研究, 2018(8): 177–192.
- [21] 李珍. 真实的自我与虚拟的身体——元宇宙中虚拟化身的具身性研究 [J]. 自然辩证法通讯, 2023(2): 19–27.
- [22] 张辉, 曾雄, 梁正. 探微“元宇宙”: 概念内涵、形态发展与演变机理 [J]. 科学学研究, 2023(5): 769–776.
- [23] 李正风. 科学知识生产方式及其演变 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [24] Davies S R, Horst M. Science Communication: Culture, Identity and Citizenship[M]. London: Springer Nature, 2016.
- [25] Bruns A. Blogs, Wikipedia, Second Life, and Beyond: From Production to Produsage[M]. New York: Peter Lang, 2008.
- [26] Fähnrich B. Conceptualizing Science Communication in Flux—A Framework for Analyzing Science Communication in a Digital Media Environment[J]. Journal of Science Communication, 2021(3): Y02.
- [27] Petersen A M, Vincent E M, Westerling A L R. Discrepancy in Scientific Authority and Media Visibility of Climate Change Scientists and Contrarians[J]. Nature Communications, 2019(1): 3502.
- [28] Yang Z. The New Stage of Public Engagement with Science in the Digital Media Environment: Citizen Science Communicators in the Discussion of GMOs on Zhihu[J]. New Genetics and Society, 2022(2): 116–135.
- [29] 陈鹏. 科学传播研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2015.
- [30] Deng Z, Ren Y, Liu Y, et al. Blockchain-based Trusted Electronic Records Preservation in Cloud Storage[J]. Computers, Materials & Continua, 2019(1): 135–151.
- [31] 李龙飞, 张国良. 算法时代“信息茧房”效应生成机理与治理路径——基于信息生态理论视角 [J]. 电子政务, 2022(9): 51–62.
- [32] 周维栋. 元宇宙时代的数字公民身份: 认同困境, 实践逻辑与理论证成 [J]. 电子政务, 2022(10): 62–74.
- [33] Cao L. Decentralized AI: Edge Intelligence and Smart Blockchain, Metaverse, Web3, and Desci[J]. IEEE Intelligent Systems, 2022(3): 6–19.
- [34] Aitkin A L. Playing at Reality: Exploring the Potential of the Digital Game as A Medium for Science Communication[D]. Canberra: Australian National University, 2004.
- [35] Benjamins R, Rubio Viñuela Y, Alonso C. Social and Ethical Challenges of the Metaverse: Opening the Debate[J]. AI and Ethics, 2023(3): 689–697.
- [36] Svalastog A L, Donev D, Kristoffersen N J, et al. Concepts and Definitions of Health and Health-related Values in the Knowledge Landscapes of the Digital Society[J]. Croatian Medical Journal, 2017(6): 431–435.

(编辑 颜 燕 李 莹)

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.