

论乡村数字化与乡村空间转型

杨忍^{1,2}, 林元城^{1,2}

(1. 中山大学地理科学与规划学院, 广州 510006; 2. 中山大学土地研究中心, 广州 510275)

摘要: 数字技术向乡村地域的延伸与渗透深刻影响着乡村经济、社会和政治的组织方式与结构, 推动城乡发展网络化视域下乡村地域系统的转型与重组。本文在界定乡村数字化概念内涵的基础上, 探讨了乡村数字化与乡村空间转型的耦合关系, 深度剖析了乡村数字化与乡村空间转型的作用机制, 并构建面向乡村数字化发展转型的研究内容体系。主要结论为: ① 乡村数字化是伴随数字技术广泛应用于广大乡村地域, 重塑乡村物质环境、经济形态、社会网络及空间组织的过程, 促使乡村经济社会形态和空间组织结构发生数字化转型, 包括数字技术作用于乡村地域空间的过程、作用和效应等。② 乡村数字化背景下乡村空间转型趋于综合复杂, 物质、经济、社会和文化等多重空间叠合转型, 并在数字信息连通下衍生出赛博空间及网络文化形态。③ 数字基础设施建设与乡村物质空间转型的逻辑、数字经济发展与乡村经济形态转变的机制、数字技术应用与乡村社会空间重组的关系、数字治理模式与乡村空间组织重构的作用共同构成乡村数字化与乡村空间转型的多维内嵌机制。④ 在城乡融合发展与乡村振兴的重大战略指向下, 在强化学科贡献的基础上探寻数字化下乡村发展前沿领域与创新维度, 聚焦智慧乡村应用场景、研制乡村规划建设体系与工程技术标准和规范, 服务于乡村可持续发展、信息化和现代化发展转型。

关键词: 乡村数字化; 乡村重构; 乡村空间转型; 数字乡村; 乡村可持续发展; 乡村地理学

DOI: 10.11821/dlxb202302012

1 引言

21世纪以来, 随着数字化、信息化和网络化的快速推进, 尤其是信息与通信技术(ICT)的普及与应用, 中国城乡地域系统日益受到数字技术的深刻影响, 经济生产方式^[1]、日常生活实践^[2]、社会网络联系^[3]和城乡治理模式^[4]等经历着急速转型重构的过程。以互联网和计算机等为支撑的数字技术解构着旧有的经济发展模式、空间组织形式和社会交互方式^[5-6], 数字经济^[7]、智慧农业^[8]、虚拟空间和智慧治理^[9]等数字技术与社会不同维度相结合的概念和物质形态相继产生。在迈入数字时代的进程中, 乡村成为数字技术与社会群体乃至空间组织激烈碰撞并实现转型的重要地域, 数字技术对乡村的影响囊括了社会、经济和政治等多重方面^[10]。数字技术向乡村地域的持续渗透与覆盖, 使得乡村地域系统的物质和社会文化空间发生转变, 乡村发展的模式与逻辑逐步融入了数字化发展的

收稿日期: 2022-06-27; 修订日期: 2022-08-04

基金项目: 国家自然科学基金项目(42171193, 41871177); 广东省重点领域研发计划(2020B0202010002); 高校基本科研业务费中山大学青年拔尖科研人才培养项目(22lgqb13) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.42171193, No.41871177; Key-Area R&D Program of Guangdong Province, No.2020B0202010002; Youth Top-notch Scientific Research Talent Cultivation Program of Sun Yat-sen University of the Fundamental Research Funds for the Central Universities, No.22lgqb13]

作者简介: 杨忍(1984-), 男, 贵州毕节人, 博士, 教授, 博士生导师, 中国地理学会会员(S110010129M), 研究方向为乡村地理、城乡发展与土地利用。E-mail: yangren0514@163.com

特征与形式^[11]。然而,数字技术介入乡村地域过程中所产生的影响往往具有双重性。一方面,数字技术的分散性与去中心化使得乡村能够更好地介入区域间物质和人口要素的流动中,为乡村发展转型提供了新的机遇与路径^[12];另一方面,乡村数字技术应用群体及信息基础设施建设的差异性,不可避免地导致了数字不平等、数字鸿沟和空间隔离等^[13]。乡村数字化及其带来的多元影响已成为当今乡村研究不可忽视的时代本底与思考维度,是实现乡村内生发展和农业农村现代化的关键议题。

数字技术作为乡村经济形态、物质空间、社会连接和治理方式重塑的重要力量,关系着乡村发展与空间转型,乡村数字化成为国内外学术界广泛关注的热点领域^[14-15]。20世纪90年代以来,数字技术与乡村发展的关系开始受到西方学者的重视^[16],最初研究侧重于数字基础设施对农业生产和乡村社区连通性等话题^[17-18],随后转向关注通讯技术(例如互联网、移动电话等)对社会空间和文化联系的影响,并出现了西方地理学研究的“数字转向”^[19]。数字技术对乡村的影响和作用机制引起了地理学、信息科学、社会学、管理学等学科领域学者的关注,研究涉及的议题包括城乡数字鸿沟与乡村发展^[20]、数字技术与乡村重构^[21]、技术介入下的乡村主体行为和身份变迁^[22]等,并聚焦于社会文化地理和政治经济学等理论前沿。相比而言,国内学术界关于乡村数字化的研究起步较晚,最早涉及的领域集中在农业数字化和信息化,随后转向乡村现代化和数字乡村等相关议题的探索,包括数字乡村的概念内涵分析^[23]、乡村数字建设的现实意义与实践过程^[24]、数字技术下的乡村社会经济影响^[25]、数字与乡村治理的内在连接等话题^[26]。

乡村数字化本身不仅是一个动态、复杂的过程,其作用下的乡村空间转型同样是要素交织的过程性结果,乡村数字化与空间转型的协同耦合关系是理解现代乡村发展和组织重塑的关键^[27]。然而,目前关于乡村数字化的科学内涵和分析框架等尚未有系统的梳理和剖析,新时期乡村数字化与乡村空间转型的内在逻辑和作用机制亟待深度挖掘。本文旨在揭示乡村数字化与乡村空间转型的概念内涵及其耦合关系,探讨数字化背景下乡村空间转型的科学逻辑与作用机制,搭建未来乡村数字化研究的内容体系,以期为数智时代下乡村发展提供分析框架和学理支撑,推动中国乡村地理学的数字化转型研究,延伸乡村地理学的研究领域。

2 乡村数字化的概念内涵

2.1 乡村数字化的内涵解析

在互联网、大数据、人工智能和区块链等数字技术快速发展与创新的背景下,全球要素结构、经济模式和空间组织等发生重构^[28],导致经济社会发展方式发生重大调整。数字化(digitalization)成为各业态、各领域乃至各国家(地域)发展的重要趋势和动力,由新技术催生的新生产要素和生产方式,在提高生产效率、转变社会结构和重塑经济运作方式上发挥着重要作用^[29]。20世纪90年代以来,数字化的概念引起工商管理、社会学、工程学、经济学和环境科学等学科领域学者的关注,美国学者Maxwell等在1997年提出“数字化”的概念,认为数字技术在获得信息的过程中将其分成片段化的组成部分,数字化是将信息、文本、图形、代码、音频和视频等转化为可直接操作的形式,从而使信息具有转换能力的过程^[30]。随后,这一定义得到后续学者的积极响应,数字化被认为是应用信息与通信技术(ICT)、人工智能、物联网等数字技术,促使行业或者空间运行和流程发生转变或取代固有规则的过程^[31],社会技术结构由非数字产品的关系转变为数字化产品与新嵌入的数字能力间的关系^[32]。数字化也是通用技术传播的过程,增强

了产品与服务的时空流动性,充分发挥了网络通信的决定性作用^[33-34]。数字化发生在社会、经济和日常生活等领域^[35],可以简单地定义为应用数字技术对地域生产生活方式进行重组,并以实现经济增值为主要导向的过程^[36-37]。近年来,随着数字技术向乡村地域不断拓展和延伸,对乡村地域的空间组织形式、社会交互模式和业态发展方式等产生结构性的重塑作用^[38-39],乡村数字化成为数字信息时代下乡村研究的重要概念。

乡村数字化,即在全球快速网络化、信息化和数字化进程中,伴随着信息和通讯技术、物联网、人工智能、区块链和云计算等数字技术在乡村地域的持续覆盖与渗透,重塑乡村经济社会形态和空间组织结构,使得乡村地域的物质空间环境、经济发展方式、社会网络联系、组织管理模式及其治理方式等发生数字化转变的过程。乡村数字化亦是数字技术介入乡村地域发展过程中的阶段性结果,具体表现在乡村数字经济兴起、乡村信息基础设施建设、乡村社会运作方式转变以及乡村治理模式转型等方面,囊括了经济、社会、技术、制度等多个维度及其关系的解构与重组^[21]。鉴于此,乡村数字化的内涵主要包括4个方面:① 数字基础设施的推广和普及,包括通讯基站建设、网络宽带连接以及数字终端接入等,主要反映在乡村数字应用、网络连通以及信息使用等方面的提升,导致物质空间的数字化;② 经济生产组织方式的数字化转型,乡村业态呈现数字技术驱动的发展态势,农村电商、智慧农业和数控生产模式在乡村地域快速普及;③ 乡村社会联系和交互方式的平台化和网络化,乡村主体连接方式从物理实体空间转向物质—虚拟空间相结合,社会空间结构、日常生活方式朝着数字化方向转变,数字技术和数字精英在乡村社会空间中起着关键性作用;④ 乡村治理方式的现代化和数字化,通过数字平台、大数据和云平台等技术实现乡村治理的精细化和网格化,使得传统治理结构向新型现代化治理模式转变。综合来说,乡村数字化是社会、信息和物质空间等在数字技术作用下的结果,包括经济、政治、社会和文化等维度的数字化转型与空间重塑过程(图1)。

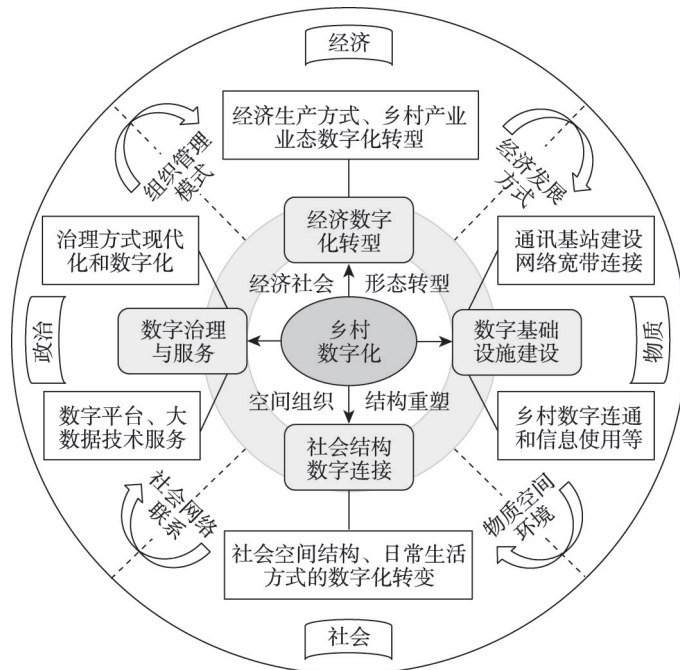


图1 乡村数字化的概念内涵

Fig. 1 The concept and connotations of rural digitalization

2.2 乡村数字化与数字乡村概念辨析

乡村数字化与数字乡村的概念内涵既有联系又有所差异,两者并非等同的关系。乡村数字化强调数字技术作用于乡村地域空间的过程和结果,强调数字技术介入乡村发展中产生的多重影响,尤其关注数字技术下乡村经济、政治、社会和文化等的转型与重构^[15,40]。乡村数字化是在工业化、城镇化发展基础上的新变革,推动了信息化和农业现代化的实现,也是促进工业化、信息化、城镇化和农业现代化“四化”协同的重要动力。数字乡村的概念始于2019年发布的《数字乡村发展战略纲要》,文件指出“数字乡村是伴随网络化、信息化和数字化在农业农村经济社会发展中的应用,以及农民现代信息技能的提高而内生的农业农村现代化发展和转型进程”。数字乡村实质上是一种借助数字技术实现新型乡村建设的探索性实践,其强调信息和通讯等数字技术对乡村建设的作用。与2009年提出的“智慧城市”建设理念相似,数字乡村是数字信息时代下的乡村建设行动,重点围绕乡村数字建设目标、任务、内容等方面展开^[41]。数字乡村的前提是数字技术和信息技术的快速发展,及其在乡村生产生活中的广泛应用,最终目标是实现农业农村的现代化。就数字乡村内涵而言,集中体现在乡村治理网络化和数字化、乡村产业网络化和智能化以及乡村居民生活信息化和智能化3个方面^[24]。总之,乡村数字化和数字乡村在涉及的重点领域上具有相似性,两者都囊括了数字基础设施、数字经济发展、乡村网络文化和乡村治理体系等方面。但乡村数字化倾向于关注数字技术要素对乡村空间的作用,是数字介入乡村发展转型的阶段性过程,而数字乡村则是作为一项建设战略和实践,着重于数字技术的应用场景和领域。

3 乡村数字化与乡村空间转型的关系

3.1 乡村数字化背景下乡村空间转型的内涵拓展

传统意义上的乡村空间转型指在乡村内外部多重驱动力的综合作用下导致乡村社会经济结构发生重塑,乡村生产、生活以及生态空间发生重构、调整和转变的过程^[42-43]。伴随从生产主义到后生产主义转变,乡村生产、生活等空间逐渐转变为兼具消费、休闲和娱乐的空间,原本静态单一的空间类型朝着动态混合的多功能空间转变^[44]。20世纪90年代以来,国内外乡村空间转型关注的重点主要围绕在乡村经济、社会和物质3个维度,并表现为经济空间的产业多样化、社会空间的主体多元化以及物质空间的混杂综合化^[6,45]。近年来,随着乡村数字连接、使用和实践进程的加快,乡村空间形态、组织结构和要素关联不断重塑,涉及乡村物质、经济、社会和文化空间的转型重构。由乡村数字化催生的数据要素和网络关系,促使乡村生产要素、社会关系和物质流动日趋复杂,乡村空间转型从物质、经济空间延伸至社会、文化空间,而数字化综合性、复杂性和多元性的特点使得乡村空间转型更为叠合,乡村空间转型涉及物质、经济和社会等多个维度^[46]。

在乡村数字化的背景下,乡村空间转型被赋予新的内涵和维度。乡村空间转型不再局限于乡村生产、生活和生态空间,由网络连接和信息交互所衍生的虚拟空间和赛博文化^[47]成为信息时代下乡村空间转型的新内涵。随着后工业化、逆城市化和全球化的发展,乡村空间转型表现出生产性向消费性的转变,经济生产空间从分散化到集中化、生活空间从熟人网络转为市场雇佣关系、生态空间则呈现多功能化和景观化的趋势^[48]。随着全球联系和信息交互的加强,物质、经济、社会和文化空间混杂交织,数字经济、数字社会和数字治理所形塑的空间囊括了生产生活等领域,呈现出网络化、平台化和信息化的趋势^[49]。因此,乡村数字化下乡村空间转型应从物质、经济、社会和文化等维度入

手, 某一关键要素和领域的转型势必涉及多重空间的叠加, 尤其需要纳入赛博空间与物理实体空间交互关系的考量。互联网、计算机和智能终端等在乡村地区的普及, 使得部分经济、社会和文化活动被迁移至社交媒体、网络平台 and 主页网站等虚拟空间^[50], 乡村空间转型呈现从物质实体空间向赛博空间分散的趋势, 赛博空间逐渐承接了物质实体空间的部分功能和作用。此外, 赛博空间具有主体互动、文化塑造和去中心化的特点^[51], 使得乡村活动和交流突破了时空限制, 对乡村物质空间的格局、组织和转型发展方式等产生根本性影响。

3.2 乡村数字化与乡村空间转型的耦合关系

乡村数字化影响着乡村空间转型的方向和模式, 是推动乡村空间转型的主要驱动力, 使得乡村空间转型得以发生和拓展, 促进乡村空间组织的优化和提升。乡村空间转型的持续推进则有力地促进了乡村数字化进程, 为乡村数字化的延伸和拓展提供了空间生产和转换的可能。乡村数字化与乡村空间转型的耦合关系主要表现在数字技术与乡村物质空间转型、数字经济发展与乡村经济形态和生产空间转变、网络技术应用与乡村社会空间重组、数字治理模式与乡村多重空间重构等方面 (图2)。

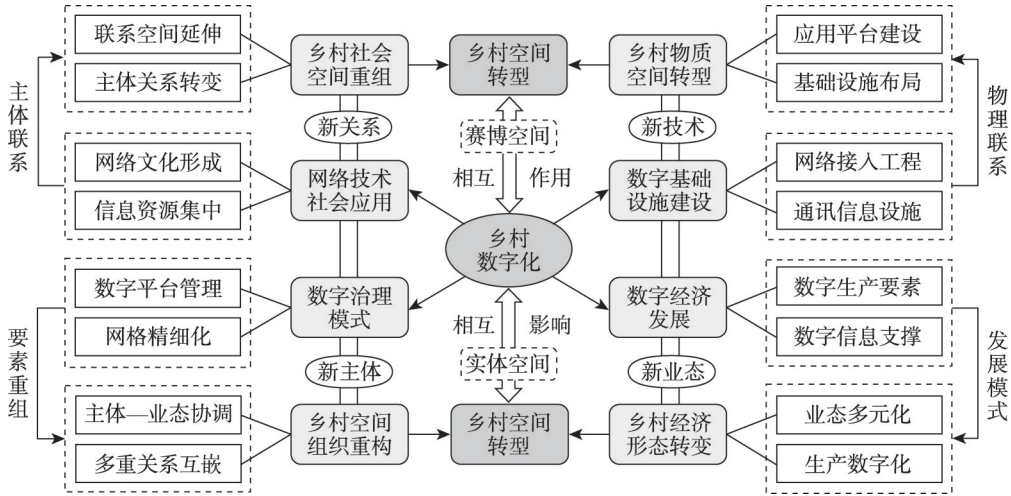


图2 乡村数字化和乡村空间转型的耦合关系

Fig. 2 The relationship between rural digitalization and rural spatial transformation

乡村数字基础设施建设为乡村经济、社会和文化空间的转型提供了物质基础, 是乡村数字化物质层面最直观的表现, 直接导致了乡村物质空间的转型。物质空间的数字化转型为乡村数字化的持续推进提供了实现路径和连通方式, 形成数字技术与空间转型的物理联系和内在衔接。乡村空间转型的首要目标是实现乡村经济发展, 数字经济的发展为乡村空间转型提供了要素资源和发展模式, 促进农业生产的数字化和规模化、产业发展形式的信息化和多元化以及乡村空间的消费化。随着乡村经济生产方式对网络和数字技术的依赖逐渐加深, 乡村发展更加注重数字技术、信息和人才等要素的投入, 无疑促进了数字经济的深化。乡村空间转型也是社会转型的过程^[52], 网络和通讯技术在乡村的广泛使用促使乡村主体联系逐渐网络化和虚拟化, 形成特定的网络社群和网络语言文化。具备数字技能的乡村群体在掌握信息资源的过程中解构乡村传统社会空间关系, 以数字技术为核心要素的社会网络联系得到增强。随着网络和通讯技术成为乡村主体日常生活的重要组成部分, 对数字技术的高频使用进一步深化了乡村数字化进程。与乡村人

口、产业和关系转型相适应,乡村数字治理成为应对乡村要素重组的手段。乡村数字治理通过数字技术的使用协调主体关系、产业发展和空间争夺,促进生产、生活和网络等空间的优化提升,服务于乡村空间的数字化转型。新技术、新业态和新主体互嵌的深入^[53]推动了乡村治理方式的数字化,形成数字化与乡村多重空间转型的互促模式。

4 乡村数字化与乡村空间转型的作用机制

4.1 数字基础设施建设与乡村物质空间转型

数字基础设施是促成乡村数字化转型的前提条件,具有本底性、支撑性和决定性。截至2021年12月,全国范围内所有行政村均已接入宽带和4G网络,乡村地区网民的数量约为2.84亿,互联网普及率为57.6%^[54]。乡村数字基础设施建设通过接入网络和信息通讯,使得乡村地域纳入到整个网络经济和互联网发展体系中,增强了乡村地域的网络连通性、信息时效性和交互的便利性,实现乡村地域与外部环境的网络联系。网络通讯联系的加深增加了乡村地区与外部系统间资金、商品和技术等要素流动的频率和强度,催生出新的乡村地域组织模式和空间形态,为乡村物质空间带来了深远影响。

乡村数字基础设施建设主要包括信息基础设施铺设和传统基础设施数字化升级两个方面。乡村信息网络基础设施的普及化,包括通讯基站、网络宽带或光纤的建设,将乡村纳入到宽带通信网、移动互联网和数字信息网等网络联通体系中^[55]。伴随着乡村通信网络基础设施、新技术基础设施和算力基础设施等硬件设施体系的逐步建立,通信基站、宽带电缆和信号塔等物质实体成为乡村物质空间的重要组成部分,其作为乡村数字化下最直观的产物关系着网络接入和信息互通,是乡村实现数字介入的重要载体。传统基础设施的数字化改造,囊括了水利、交通、消防、电力和物流等方面,以适应数字时代下社会运作方式与经济发展模式的变革^[56]。不同地域类型乡村依托数字硬软件设施实现传统农业的数字化升级,其中以灌溉、排涝和抗旱为主要功能的农田水利设施逐步智能化,凭借监测设备、软件平台 and 数据分析等对农业水资源状况实时监测,推动农业智慧和自然资源全要素的监测和空间精准化管控。网络信号的覆盖和大数据平台的推广,使得乡村交通物流体系、电力能源供给和消防设施配置等发生数字化转向,包括数字化和智能化的监测、管理、调度和运营。数字设备和软件平台等的使用,实现了乡村道路交通和基础能源配给的可追溯性,影响乡村线状基础设施的空间分布,进而基于数据资源实现乡村物质设施、要素组合与地方社会经济的协调发展^[57],物质空间呈现现代化、智能化和数字化的发展态势。

乡村数字基础设施建设与物质环境转型的作用机制还体现在乡村空间组织和空间联系的转变。乡村数字基础设施对乡村物质空间带来的双重效应,一方面体现在乡村空间组织克服了地理邻近性的约束,乡村中小企业或是小规模的家庭式生产单元在空间选址和进行商业活动时^[58-59],摆脱了传统乡镇产业园和一般性手工业在空间布局上对地理位置集中的产业要求,乡村经济活动主体从规模化和集中化转向个体化和分散化。数字设施和网络宽带的覆盖使得家庭式生产纳入到经济发展的模式中,改变了以往生产性空间集聚的组织布局,乡村空间组织呈现更多的随机性以及产业联系的广泛性。同时,在数字基础设施实现信息网络连通后,乡村通过信息供给和数字侦察完成乡村建筑和产业的空间布局^[60]。另一方面,数字基础设施建设在增强乡村社会创新能力^[61],实现乡村社会效益提升的过程中,也造成物质空间对数字技术依赖性的增强。乡村物质空间的数字化转型作为乡村数字基础设施建设持续推进的先导条件和基础,加速了乡村数字基础设

施建设的进程。乡村地域范围内数字设施分布的空间不平衡性,使得部分连通性好的空间地段社会经济更为活跃,产品的空间联系也因数字技术的接入程度产生分层^[62],物质空间的数字化程度关系着数字基础设施的持续性和建设方向。

4.2 数字经济发展与乡村经济空间转变

数字技术广泛运用于社会生产实践,催生出以数字技术为核心驱动的数字经济^[63]。作为一种新的经济形态和模式,数字经济以数字化的知识和信息为关键生产要素,利用互联网平台和信息通讯技术等提高生产效率、优化经济结构,形成新的产业业态、生产方式和发展模式^[64]。乡村数字化衍生的乡村数字经济是数字经济理念在乡村地域的应用,其以乡村现代信息网络和通讯技术为基础,将技术、人力、信息和知识等数字生产要素融入乡村经济发展模式中,推动新型经济模式和业态的产生和发展,重塑乡村经济形态、空间结构和组织方式^[65]。总之,乡村数字经济发展带来的乡村经济重构主要体现在经济业态转型、生产组织方式转变以及市场运作模式重塑3个方面,带来乡村经济的新业态、新产业和新模式,促使乡村经济活动和生产空间转变。

乡村产业业态的数字化转型以及新业态的产生与发展是乡村数字经济重塑乡村经济空间的首要体现^[66],集中表现在乡村传统农业和工业的数字化转型以及电子商务、乡村旅游观光等乡村新业态的快速发展。传统乡村产业数字化升级的过程,主要是应用数字技术实现生产效率和生产效益的提升。在农业生产领域,通过应用数字技术实现农业生产和经营的精准化调配^[23],依据土壤、地形、气象和水热等基础性要素调节农业要素配给,实现农业生产的水肥一体化、监测管理的平台化和农业信息的数据化。近年来,数字农业建设在中国乡村地域不断延伸和拓展,传统农业生产空间逐渐朝着智慧化方向发展。传统乡村工业承接了城市地区劳动力密集型和资源密集型企业,在数字化的驱使下,逐渐调整旧有的生产和发展模式,包括依据市场信息调节产品生产、应用数字设备提高生产效率、结合数字经济发展对接产业、采用数控技术转变发展模式等。在数字经济的背景下,乡村工业朝着线上销售、对接消费市场和数字化生产的方向发展,工业生产空间趋于分散化和去中心化。乡村电子商务作为数字经济下乡村衍生的新型业态,已成为中国乡村产业发展的重要模式,催生以网络平台和物流体系为支持的电商产业^[67]。截至2021年,中国以电子商务为主要业态的“淘宝村”数量超过7000个,“淘宝镇”集群超过2000个,广泛散布于中国28个省区的乡村地域空间中^[68]。乡村电子商务经济的发展使得乡村经济空间在省市大尺度上趋于分散,而在县镇等小尺度上则趋于集中。数字技术也为乡村旅游、农业观光等服务业的发展提供了基础支撑,以数字媒介扩大乡村旅游目的地影响力,并依靠数字技术实现旅游路线的智能化推荐和视线延伸。数字技术赋能乡村旅游业态发展,推动乡村旅游生产、体验、服务和治理等的数字化转变。乡村数字化驱动下形成的产业转型与新业态兴起,共同推动了乡村经济形态的多元化以及产业空间的数字趋向(图3)。

伴随乡村产业数字化转型和新型产业的兴起,乡村生产组织方式和市场运作模式均发生转变,包括经济生产场所、流通方式及生产—消费联系的重构^[58]。乡村数字经济通过网络连通和信息交互实现产品生产、流通到消费的一体化,以往作为商品交易、集疏和中转场所的乡村集市逐渐被网络交易平台所替代,从线下实体空间转向网络虚拟空间。而随着消费市场的转变,乡村产品从生产到消费的流通环节逐渐简化,通过点对点的物流体系和电子商务平台超越传统“集市→批发市场→商场/超市→消费者”的流通线,直接实现生产端和消费端的连接。与此同时,乡村数字经济共享性和开放性的特点使得家庭式生产成为乡村普遍的生产组织模式^[69],以分散化的生产空间纳入到整个乡村

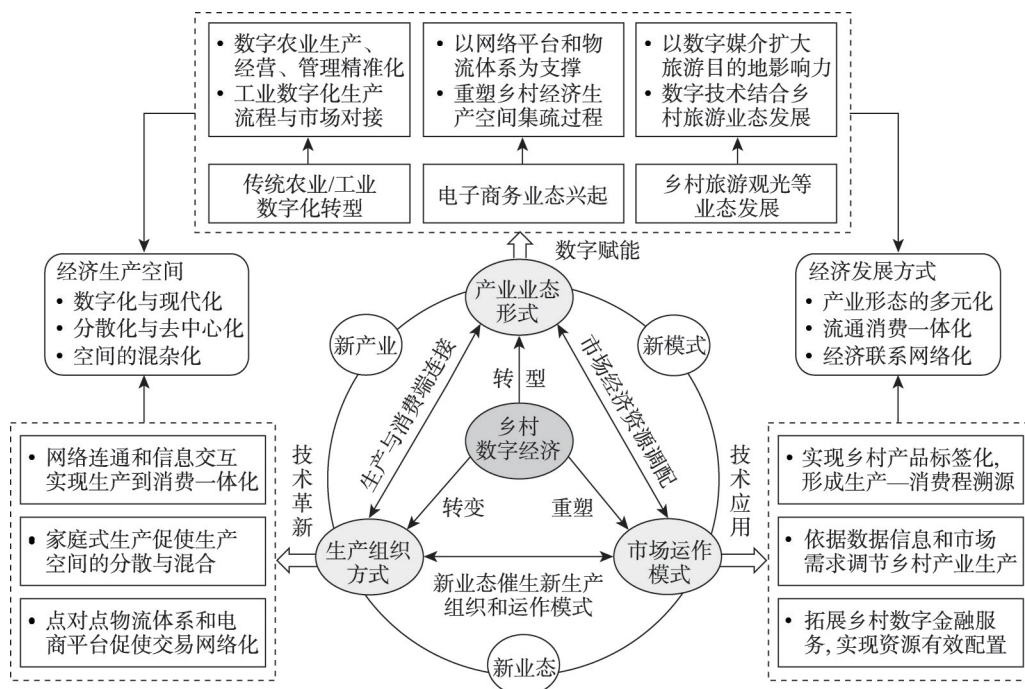


图3 乡村数字经济与空间转型的耦合关系

Fig. 3 The relationship between rural digital economy and industrial transformation

经济活动体系中，生产、销售过程的联系逐渐网络化和平台化。在市场运作模式上，区块链等数字技术实现了农业产品和商品的标签化追踪，以唯一标识码的技术手段实现产品溯源，完成农民生产到城市及外部居民消费的对接，减少了中转、存储等流通环节对农民生产价值的分割，为乡村生产突破处于传统产业分工“微笑曲线”低值区提供可能。依据大数据、智能算法等数字技术分析市场信息，能够调节乡村农业和电子商务等业态的生产规模和类型，增强生产过程的精确性和市场匹配性。针对乡村数字经济主体发展资本不足、扩张资金短缺等问题，乡村数字普惠金融成为乡村产业发展的重要资本来源，提供了乡村小微型企业和个体参与数字经济的发展机会，是乡村市场运作过程中不可或缺的金融服务，利于实现市场资源要素的有效配置。

4.3 数字技术应用与乡村社会空间重组

数字时代的信息通信技术深刻地改变了社会交往和连接方式，带来了革命性的社会变迁，拓展了社会连接的边界、提升了社会连接的时效并改变了社会连接的方式^[2]。乡村电子商务、旅游观光等新兴业态以生产方式的变革推动了生产关系的转变，传统乡村社会结构和网络关系不断解构，形成与数字经济相适应的新社会网络联系和社会空间结构。乡村社会网络在新技术、新产业和新发展模式的综合作用下发生重组，集中表现在网络技术应用下乡村日常交互方式、社会空间结构和社会网络联系的转变。

在移动互联网和信息通信技术对乡村社会的全面渗透下，乡村主体日常交互方式发生显著变化，包括个体间、群体间交流模式和空间场所的转移，网络文化和身份界限的产生，以及对外传递信息和展示方式的转变等^[70]。乡村居民对社交软件、通讯设备和实时网络的依赖程度逐渐加深，日常交流和信息交互的场所从线下的实体空间延伸至线上虚拟空间，交流的频率趋于随机和碎片化，同时线上空间使得日常交流摆脱场所、天气

和距离等限制,呈现出日常交互的时空灵活性以及主体的高度能动性。以往乡村用于日常交流的公共景观节点和传统集市等空间的使用频率持续下降,甚至出现闲置和功能消退等现象,而由各类社交平台所建构的线上虚拟空间成为乡村居民日常交流和分享的重要场域。日常交往空间逐渐从单一线下实体空间转为线上、线下相结合,甚至是以线上虚拟空间为主,呈现出信息交互的实时性、交流空间的多元性以及日常交往方式的网络化等特点和趋势。随着线上网络空间成为大部分乡村居民日常交互的重要虚拟场所,由差异化群体组成的网络社会组团催生了基于不同年龄、性质和目标导向等的赛博文化。网络文化的群体差异性导致主体间身份界限产生,赛博空间进一步划分为不同网络文化的空间单元。数字技术的引入也转变了乡村主体对外传递信息和分享资讯的方式,从口述、文字书写等方式转向文字、图片、语音和视频等相结合的模式,通过自媒体对外传播,表达信息的时空维度得到拓展和延伸。

数字技术应用所产生的数字赋能与网络实践重构了乡村社会的空间结构和网络联系,旧有的乡村社会秩序与多重联系被数字化的思维与逻辑所取代^[22]。数字赋能让部分乡村群体获得改变组织结构、文化资源以及权力关系的机会,其在掌握数字技术与网络信息的过程中成为乡村数字精英,逐渐发展为乡村社会空间结构中的主导者和话语建构者。作为乡村数字经济的组织者和带动者,乡村数字精英在组织行动能力和生产效率上具有显著优势,从而拥有更强的话语权与影响力,在乡村社会空间结构中的地位日益上升并趋于中心,成为乡村社会空间结构的核心。传统乡村社会的宗亲伦理秩序也在数字经济发展中日渐消解,取而代之的是以数字技能、经济联系和组织能力为主要社会空间结构作用要素的新型社会秩序。依托网络平台和通信设施的数字社会经济实践将血缘和地缘的社会网络联系转移至数字平台,突破了传统乡村社会联系的地理限制,建构起跨越地域的乡村社会网络联系,具有分散化、多联系节点等特点。同时,数字经济的发展促使乡村社会网络联系朝着商业经济效益的契约化和经济关联的社会关系转变^[71],纳入了除传统熟人社会网络外的源于产业生产、销售和流通等过程的商业网络联系。互联网等数字技术进一步拓展了乡村社会网络联系的规模和强度,乡村主体社会网络联系的地域范围不再局限于特定的乡村地域,城乡间、区域间乃至国家间的社会网络联系成为常态。乡村主体间社会网络联系的频率增强,采用数字技术进行信息浏览分享、休闲娱乐互动和工作任务交接等,范畴逐渐囊括生活、学习和工作等各方面。

4.4 数字治理模式与乡村空间组织重构

数字技术作为现代化治理过程的重要支撑,在促进乡村治理精细化、数字化和专业化中发挥着关键作用,推动着乡村数字化治理发展转型,以适应乡村社会经济等多维关系和发展模式的转变^[72]。乡村数字治理模式是在数字信息技术渗入乡村各个领域后形成的新治理手段,其运用数字信息技术提高治理能力并转变治理方式,建构数字化、智能化和信息化的乡村治理体系,并重构乡村空间组织的运行逻辑与作用机制。乡村数字治理体现在治理方式的精细化和网格化、治理过程的数字化与理性化、治理对象的信息化和平台化以及治理主体的多元化和专业化,进而协调乡村空间问题、延伸治理的时空维度,重塑乡村空间组织。

数字信息技术不仅转变了乡村治理方式,亦使乡村治理过程发生转型,包括乡村日常事务处理、各类信息传递、组织活动发布以及社会管理的实施过程,治理逐渐从线下协调、广播传递和纸质公告张贴等方式转向依托网络主页和社交软件等平台处理乡村日常事务^[73]。数字通信平台和数字信息系统为建构数字化、信息化和智能化的社会治理体系提供了支撑,促进乡村政务信息的数字化传输,乡村公共服务、管理及事务等朝着数

字化转变。数字管控技术和社会治安大数据在乡村地域的持续推广,乡村地域单元的网格化治理成为趋势,通过数字技术划分区域的方式在空间上实现乡村治理的精细化。网络连接使得乡村治理突破传统时空限制,增强了乡村空间治理的时效性并拓展了空间范围,实现身处不同地域的乡村主体在网络空间中参与社会治理并反映自身诉求。网络技术作用下乡村公共事务的获取度和透明度不断提升,形成乡村事务管理相关主体的“共同在场”,乡村治理逐渐从传统的乡贤“权威主导”向基层组织、村民等多方的“互动博弈”过渡^[74]。数字化的乡村治理方式赋予数字网络空间更大的社会参与度,手机软件、电脑网页等数字平台逐渐被纳入到乡村治理的过程中,以各类社交平台为主要信息发布空间,克服了信息传播的单向性并强化了治理过程的互动性,治理过程与信息交互呈现去中心化、理性化和去人情化的特点。

乡村治理的治理对象从以往的物质空间延伸至虚拟的赛博空间,治理主体则趋于复杂化和多元化,两者共同作用促使乡村空间组织重构。作为社会治理的重要组成部分,乡村数字治理的根本目的在于适应并服务于经济社会变革,实现数字技术与乡村治理的有效衔接^[75]。乡村物质、经济和社会空间的数字化趋势,促使乡村数字治理将政治、经济、社会、文化和生态等传统的乡村治理对象逐渐融入数字元素,以大数据、互联网和人工智能等技术解决现实空间问题。同时,赛博空间作为数字时代的产物,在网络平台折射出不同利益主体基于现实经济社会问题的矛盾与冲突,加之赛博空间活动主体的混杂交织,其日渐成为数字时代下新衍生的乡村治理对象。此外,乡村数字治理通过网络的去中心化赋予普通村民参与治理、表达意愿的机会和权利,改变了传统乡村社会普通群众在公共治理领域的边缘地位,以开放、共享的数字平台建构起多主体参与、自主表达和互动博弈的公共场域。乡村治理主体在数字介入下趋于多元化和专业化,乡村外出务工人员、老弱妇幼等群体逐渐纳入到乡村治理的话语体系中,利用移动通信网络等参与乡村重大事项的商议与决策,而乡村数字精英及熟悉数字技术的基层组织人员发展成为乡村数字化治理的专业人才。乡村数字治理模式不仅改变乡村原本的空间结构,还通过重塑乡村社会关系网络实现乡村空间组织的重组。乡村内外部主体共同参与乡村治理,使得治理权力逐渐多元化。

5 乡村数字化与乡村空间转型研究的内容体系

在实施乡村振兴战略背景下^[76],乡村数字化在促进城乡要素流动、激活乡村发展的内生动力具有重要意义,为推动中国农业农村现代化和城乡融合发展带来了新的机遇。数字化赋能乡村振兴,缩减城乡数字鸿沟和城乡差距,将改变城乡发展不均衡和乡村发展不充分的格局。乡村地理学针对乡村数字化与乡村空间转型研究的内容体系框架,遵循从乡村数字化驱动下空间转型的理论建构到应用实践的逻辑主线,重点探索乡村数字化研究的前沿领域与基础理论,研发适应乡村数字化转型的新时代乡村建设规划技术规范,以及满足乡村新基建的工程技术标准,支撑服务于中国未来智慧乡村建设和乡村物联网应用场景(图4)。

5.1 乡村数字化研究的前沿领域与理论

乡村数字化研究涉及地理学、管理学、社会学、农林经济管理乃至工程技术等多学科范畴。乡村地理学作为关注乡村人地关系地域系统,尤其是乡村空间转型、乡村发展与乡村多体系统相互作用的学科^[77],针对乡村数字化及乡村空间转型的相关理论与实践研究具有天然的学科优势。未来研究应重点关注乡村数字化的作用机制、实现路径、空

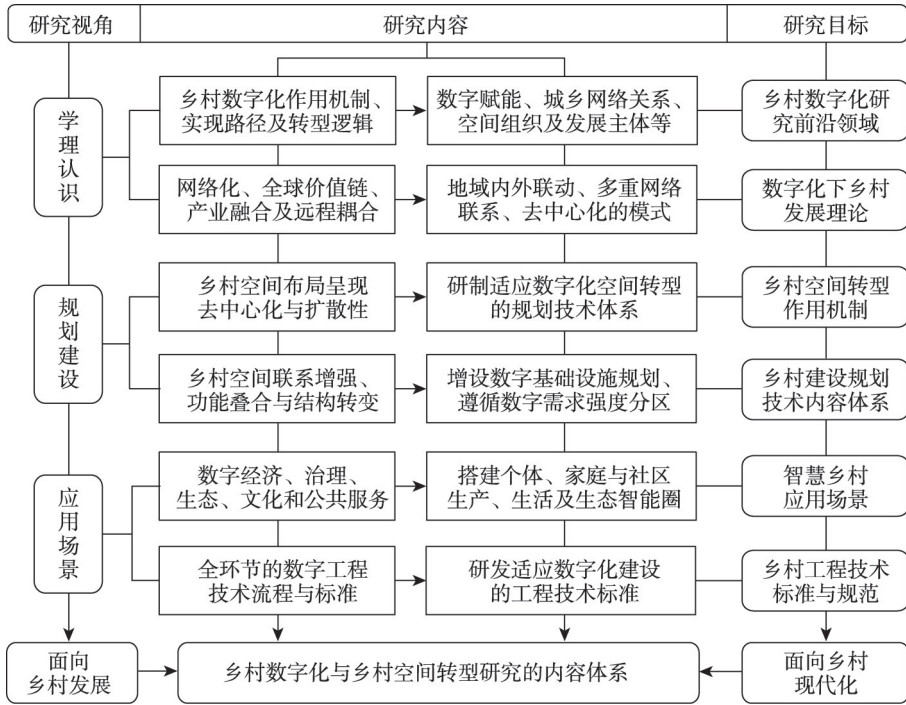


图4 乡村数字化与乡村空间转型研究的内容体系

Fig. 4 The content system of rural digitalization and rural spatial transformation

间过程和转型逻辑等，尤其是乡村数字化与乡村空间转型的多维耦合机制。此外，数字介入重塑了乡村发展的模式与逻辑，乡村发展理论亟待调整与转变。在乡村数字化的背景下，乡村发展理论应纳入全球网络化、数字信息化思维^[78]，将网络理论、产业融合理论、远程耦合理论以及全球价值链理论等引入乡村发展理论体系，实现乡村发展理论从外源、内生等单向度的思维模式向地域内外联动、多重网络联系、去中心化的发展模式转变。

面向乡村数字化理论建设与实践研究需求，数字赋能、城乡网络关系、乡村空间组织重塑、数字发展主体及数字化乡村建设规划技术体系等是新时期乡村地理学重点关注的前沿领域。具体包括：① 深化数字赋能乡村发展的信息论的综合研究，剖析数字信息在实现乡村价值重构与组织再造的理论逻辑与内在机制。② 构建数字化背景下城乡空间网络化的认知理论框架。传统城乡关系从劳动力、资本和土地等要素理解城乡交互作用，随着乡村数字化进程加快，信息、技术和数字等要素成为分析城乡关系的重要方面，数字化驱动下的城乡空间联系网络化的理论认知亟待突破。③ 数字介入下乡村地域功能定位与层级关系的乡村空间组织理论亟待深化。传统乡村空间组织以瓦尔特·克里斯塔勒（Walter Christaller）的中心地理论为基础，依据基础设施的服务范围和等级来决定村落或村镇的职能和定位，而数字化去中心性的特点与乡村分散化的特征相契合，突破了中心地理论的传统空间组织布局，未来乡村空间组织和治理亟待新的认知与理解。④ 面向数字化的乡村规划技术体系及其科学基础。数字化下乡村基础设施建设标准、空间布局原则等均发生转变，亟需探索乡村规划建设科学基础，研制新的技术标准与规范，服务于乡村经济社会、空间组织及发展主体的转型重构。

5.2 乡村空间转型与乡村规划建设规范

乡村数字化带来的乡村空间转型与结构重组主要体现在空间组织、空间联系以及空

间分化3个方面:①乡村数字化导致乡村空间在布局上呈现去中心化及扩散性的特点,与乡村聚落分散化的空间布局相适应,并和人口、经济等要素的集聚存在密切关联。②数字化下乡村内部与外部空间信息、物质流动与联系不断增强,数字技术的应用延展了乡村空间联系的时空间维度,使得经济、社会、文化等要素的流动性不断增强。③数字技术的广泛应用促使乡村空间类型与功能趋于混杂和多元化,不同目标导向的空间叠合改变了乡村功能空间的比例和结构。数字化视角下分析乡村空间转型不仅需要考虑物质空间和经济空间,社会文化空间的转变同样需要重视,尤其需要关注数字化转型对乡村空间产生的多重影响,探究数字基础设施、数字经济、数字技术应用以及数字治理与乡村物质空间、经济形态、社会网络和空间组织等方面的作用机制。

在乡村数字化推动乡村空间转型的现实情境下,乡村规划与建设应充分考虑数字连接、数字技术对空间组织的作用,研发适应数字化转型的新型乡村建设规划技术规范。在乡村规划与建设的技术规范方面,依据土地利用类型、人口规模、产业类型和空间联系等划分乡村发展的功能区^[79-80],并按照乡村人口、经济活动强度,科学合理配置乡村数字基础设施以及交通、物流、水电、绿化等基础性公共设施,明确人口与产业集聚度所要求匹配的网络覆盖强度和范围,以适应乡村数字社会和数字经济发展对网络连通性的需求。在乡村建设规划和技术体系方面,应增加乡村数字接入与信号覆盖等新基础设施规划,遵循社会和经济类型和强度的空间聚散设置网络基站与通讯站点,划分数字信号与网络连通等级区,重点对数字化作用下的多重空间功能叠加区进行需求分析及潜在扩散分析,识别数字化下乡村空间的活跃区、增长区、稳定区和衰败区等。在此基础上,特别拓展新基建在乡村地区规划建设的技术研发,满足数字乡村建设的需求。

5.3 数字应用场景与乡村工程技术标准

面向可持续发展与乡村现代化,依据数字乡村建设的总体思路,未来乡村将朝着智慧化的方向发展,在数字经济、数字治理、绿色生态、网络文化和公共服务等方面建立起智慧乡村的应用场景。在乡村数字经济的框架下,智慧农业集中于数字资源建设、生产加工数字化,建立乡村特色产品和产业的数字化监测以及产品安全的溯源管理体系,以园区经营模式进行生产,结合科技创新解决劳动力短缺、生产自然条件约束以及生产周期长等问题;乡村电子商务则围绕公共服务体系和规模化培训,形成基于地方产业及地方优势的电子商务发展模式;在新业态上发展智慧乡村旅游、乡村认养农业等模式;推广农村数字普惠金融,为地方发展主体提供便捷的金融服务、信贷服务和农业商业保险等。在乡村数字治理方面,围绕“互联网+政务”服务、线上村务管理实现基层综合治理的信息化,针对乡村自然灾害和公共卫生加强乡村智慧应急管理,实现乡村信息化管理的网格化,增强乡村全要素和全域的有序监测和管控。乡村绿色生态空间应关注农业绿色生产,对乡村人居环境和自然生态环境进行动态监测,包括乡村山水林田、生态系统敏感区以及重要生态屏障区。乡村网络文化建设聚焦于特色文化宣传、镇村级融媒体中心、基层文化信息化等,实现乡村文化资源的数字化,建立乡村数字博物馆和乡村非物质文化遗产数字平台。智慧乡村公共服务的应用场景则包括教育、医疗、养老和数字素养的提升,以乡村社区主体为对象,促成乡村教育信息数字化以及教育主体技能信息化,同时乡村医疗实现数字化并提供远程医疗服务。总之,未来智慧乡村应用场景囊括了经济、环境、文化、治理和民生等多个维度,搭建起个体、家庭及社区的生产、生活及生态智能圈。

乡村工程建设应依据智慧乡村应用场景和乡村数字化发展目标,研发适应乡村数字转型与可持续发展的工程技术标准。面向智慧化的数字乡村建设,乡村工程应遵照勘测

评估、规划设计、施工建设以及测试验收的工程技术流程,从工程建设条件评估、工程线路安排、施工过程管理到工程效果检验等搭建起服务于乡村现代化、数字化的技术标准。基于人地系统耦合与交互作用的观念,需要重点关注乡村数字工程与自然环境、人文社会的适应性,从环境影响度、景观协调度以及社会融合度等方面开展工程与环境、社会的协调性评估,包括数字管线工程铺设的土壤及地质条件、移动信息智能终端的空间布点以及光纤、传感器等数字化设备的工程线路等,形成可持续的自然—经济—技术综合体^[8]。在乡村数字基础设施工程的建设过程中,应按照数字产品供给、数字获益群体以及产生社会经济效应对工程规模、方向和质量加以把控,依据数字需求程度的高低区规划与之匹配的数字工程。最后,乡村工程的建设 and 实施过程中亟需在农业传感器、智能模拟技术、农村物联网技术、农业大数据技术和区块链技术等实现突破,在关键领域应关注技术的适用性、可操作性、经济性和普适性,在技术、数据、产业和场景上实现深度融合,为农业农村现代化建设提供工程技术支撑。

6 结论与讨论

乡村数字化作为乡村发展转型的重要趋势,深刻影响着乡村的物质环境、经济形态、社会网络与治理方式,导致乡村空间组织与功能结构等发生转型与重构。系统认知乡村数字化的科学内涵及其与乡村空间转型的耦合关系和作用机制,有利于深化理解数字化下的乡村发展及空间转型内在逻辑。在数字化、信息化和网络化的背景下,厘清乡村数字化的概念、关系及效应,搭建乡村数字化与乡村空间转型研究的内容体系,对强化乡村数字化研究的地理学科贡献、提供乡村规划建设指引、促进乡村数字化转型与可持续发展等,具有重要的理论意义和实践价值。

(1) 数字信息时代下要素结构、发展方式及空间组织发生重组,乡村数字化成为应对内外部系统变化的发展方向。乡村数字化是数字技术在乡村地域广泛应用与覆盖下,重塑乡村物质环境、经济形态、社会网络和治理模式的过程,主要表现在乡村发展模式与组织结构的数字化转型。具体而言,乡村数字化囊括了数字基础设施建设、经济数字化转型、社会结构的数字连接以及数字治理与服务等方面的内涵,通过物质、经济、社会和政治等方面的转变促使乡村经济社会形态转型及空间组织结构重塑。作为数字技术与乡村社会经济相互作用下的阶段性结果,乡村数字化强调数字技术对乡村地域的作用机制与多重影响,关注数字介入下乡村物质经济空间及社会文化空间的转型与重构。

(2) 乡村数字化促使乡村空间转型更为叠合,涉及物质、经济、社会和文化等多个维度,通过数字连接和网络共享衍生出赛博空间及网络文化,对乡村空间的格局、结构和发展模式产生根本性影响,物质空间的部分功能向赛博空间转移,扩展了乡村空间转型的内涵。乡村数字化与乡村空间转型的耦合关系主要表现在数字基础设施建设与乡村物质空间转型、数字经济发展与乡村经济形态转变、网络技术社会应用与乡村社会空间重组、数字治理模式与乡村空间组织重构4个方面。在数字化催生的新技术、新业态、新关系和新主体的共同作用下,乡村空间的物理联系、发展模式、要素结构与群体结构发生重构,形成乡村数字化与多重空间相互影响、相互作用的状态,推动乡村空间的数字化及现代化转型。

(3) 乡村数字化与乡村空间转型的内在逻辑与作用机制内嵌于数字技术应用及作用下的乡村多重空间及领域。数字基础设施作为乡村数字化的根本支撑,通过数字信息

施建设与传统基础设施数字化升级推动乡村整体物质空间的数字化、信息化和现代化,乡村空间组织突破了地理邻近性的约束,空间联系日益强化、组织布局趋于分散化。乡村数字经济发展重塑了乡村产业业态、生产组织方式和市场运作模式,使得乡村经济生产空间趋于数字化、去中心化及混杂化,乡村业态呈现多元化、生产消费一体化及经济空间联系的网络化。在数字技术应用下乡村社会交互方式、空间结构和网络联系发生重组,乡村主体的交流模式和场所的网络化转移使得日常公共空间功能弱化,形成差异化的乡村赛博空间,而数字赋能和网络实践重构了乡村社会空间结构,乡村社会秩序和网络联系被数字化思维和逻辑所取代,延展了数字权威和网络联系。数字化的治理方式拓展了乡村治理的时空范围,纳入身处不同地域的乡村主体参与空间治理,形成乡村治理的共同在场与空间优化。

(4) 乡村数字化与乡村空间转型研究的内容体系遵循学理认知、规划建设、工程规范及场景应用的逻辑,从学理分析到应用实践搭建数字化下乡村可持续发展与转型的研究框架。在学理层面亟需强化地理学科在乡村数字化与乡村空间转型研究中的贡献,关注数字赋能乡村、城乡网络关系转变、乡村空间组织重塑、数字发展主体转变以及乡村建设理论基础等前沿领域,探寻数字化下乡村发展的多学科理论,形成跨地域、多重联系的网络化思维。应对数字时代的乡村空间转型重构,乡村规划建设需研制新的技术规范和内容体系,遵循经济社会发展适时配置基础设施并按照数字需求强度分区、分等级施策。面向乡村可持续发展与城乡融合,智慧乡村应用场景囊括了经济、治理、生态、文化和公共服务等方面,应从生产、生活和生态等维度搭建“人地”智能圈。此外,乡村工程技术标准和实施规范应建立勘察、规划、施工和验收等全环节的数字工程技术标准,建立环境协调、社会适配、经济耦合的数字乡村综合体,注重关键技术的突破与应用,增强乡村发展潜力与可持续性。

参考文献(References)

- [1] Yang Ren. The actor-network perspective on the reconstruction process and internal mechanism of typical Taobao villages in the Pearl River Delta region. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(12): 3076-3089. [杨忍. 珠三角地区典型淘宝村重构过程及其内在逻辑机制. *地理学报*, 2021, 76(12): 3076-3089.]
- [2] Wang Tianfu. Social change and social research in the digital age. *Social Sciences in China*, 2021(12): 73-88, 200. [王天夫. 数字时代的社会变迁与社会研究. *中国社会科学*, 2021(12): 73-88, 200.]
- [3] Scheerder A, van Deursen A, van Dijk J. Determinants of internet skills, uses and outcomes: A systematic review of the second and third-level digital divide. *Telematics and Informatics*, 2017, 34(8): 1607-1624.
- [4] Flyverbom M, Deibert R, Matten D. The governance of digital technology, big data, and the internet: New roles and responsibilities for business. *Business & Society*, 2019, 58(1): 3-19.
- [5] Yang Ren, Chen Yanchun, Zhang Jing, et al. The main theoretical evolution and enlightenment of western rural geography since 1990s. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(4): 544-555. [杨忍, 陈燕纯, 张菁, 等. 20世纪90年代以来西方乡村地理研究的主要理论演变与启示. *地理科学*, 2020, 40(4): 544-555.]
- [6] Long Hualou, Tu Shuangshuang. Rural restructuring: Theory, approach and research prospect. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(4): 563-576. [龙花楼, 屠爽爽. 论乡村重构. *地理学报*, 2017, 72(4): 563-576.]
- [7] Popkova E G, Sergi B S. *Digital Economy*. London: Springer, 2019.
- [8] Klerkx L, Jakku E, Labarthe P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS- Wageningen Journal of Life Sciences*, 2019, 91: 100315. DOI: 10.1016/j.njas.2019.100315.
- [9] Lopes N V. *Smart Governance for Cities*. London: Springer, 2019.
- [10] Philip L J, Townsend L, Roberts E, et al. The rural digital economy. *Scottish Geographical Journal*, 2015, 131(4): 143-147.
- [11] Roberts E, Anderson B A, Skerratt S, et al. A review of the rural-digital policy agenda from a community resilience

- perspective. *Journal of Rural Studies*, 2017, 54: 372-385.
- [12] Milbourne P, Kitchen L. Rural mobilities: Connecting movement and fixity in rural places. *Journal of Rural Studies*, 2014, 34: 326-336.
- [13] Saleminck K, Strijker D, Bosworth G. Rural development in the digital age: A systematic literature review on unequal ICT availability, adoption, and use in rural areas. *Journal of Rural Studies*, 2017, 54: 360-371.
- [14] Qiu Zeqi, Qiao Tianyu. The innovation of e-commerce technology and the joint development farm household. *Social Sciences in China*, 2021(10): 145-166. [邱泽奇, 乔天宇. 电商技术变革与农户共同发展. *中国社会科学*, 2021(10): 145-166.]
- [15] Rotz S, Gravely E, Mosby I, et al. Automated pastures and the digital divide: How agricultural technologies are shaping labour and rural communities. *Journal of Rural Studies*, 2019, 68: 112-122.
- [16] Grimes S. Exploiting information and communication technologies for rural development. *Journal of Rural Studies*, 1992, 8(3): 269-278.
- [17] Deichmanna U, Goyalb A, Mishrac D. Will digital technologies transform agriculture in developing countries? *Agricultural Economics*, 2016, 47(1): 21-33.
- [18] Ogutu S O, Okello J J, Otieno D J. Impact of information and communication technology-based market information services on smallholder farm input use and productivity: The case of Kenya. *World Development*, 2014, 64: 311-321.
- [19] Ash J, Kitchin R, Leszczynski A. Digital turn, digital geographies? *Progress in Human Geography*, 2018, 42(1): 25-43.
- [20] Philip L, Cottrill C, Farrington J, et al. The digital divide: Patterns, policy and scenarios for connecting the 'final few' in rural communities across Great Britain. *Journal of Rural Studies*, 2017, 54: 386-398.
- [21] Rijswijk K, Klerkx L, Bacco M, et al. Digital transformation of agriculture and rural areas: A socio-cyber-physical system framework to support responsabilisation. *Journal of Rural Studies*, 2021, 85: 79-90.
- [22] Lundgren A S, Johansson A. Digital rurality: Producing the countryside in online struggles for rural survival. *Journal of Rural Studies*, 2017, 51: 73-82.
- [23] Xia Xianli, Chen Zhe, Zhang Huili, et al. Agricultural high-quality development: Digital empowerment and implementation path. *Chinese Rural Economy*, 2019(12): 2-15. [夏显力, 陈哲, 张慧利, 等. 农业高质量发展: 数字赋能与实现路径. *中国农村经济*, 2019(12): 2-15.]
- [24] Zeng Yiwu, Song Yixiang, Lin Xiazhen, et al. Some humble opinions on China's digital village construction. *Chinese Rural Economy*, 2021(4): 21-35. [曾亿武, 宋逸香, 林夏珍, 等. 中国数字乡村建设若干问题刍议. *中国农村经济*, 2021(4): 21-35.]
- [25] Jiang Xiaojuan. Technology and culture in the digital age. *Social Sciences in China*, 2021(8): 4-34. [江小涓. 数字时代的技术与文化. *中国社会科学*, 2021(8): 4-34.]
- [26] Liu Junxiang, Zeng Sen. Intellectual attribute, top-level design and exploratory practice of China's rural digital governance. *Journal of Lanzhou University (Social Sciences)*, 2020, 48(1): 64-71. [刘俊祥, 曾森. 中国乡村数字治理的智理属性、顶层设计与探索实践. *兰州大学学报(社会科学版)*, 2020, 48(1): 64-71.]
- [27] Young J C. Rural digital geographies and new landscapes of social resilience. *Journal of Rural Studies*, 2019, 70: 66-74.
- [28] Liu Yansui, Long Hualou, Li Yurui. Human geography research based on the new thinking of global rural-urban relationship. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(12): 2869-2884. [刘彦随, 龙花楼, 李裕瑞. 全球城乡关系新认知与人文地理学研究. *地理学报*, 2021, 76(12): 2869-2884.]
- [29] Huang J, Henfridsson O, Liu M J, et al. Growing on steroids: Rapidly scaling the user base of digital ventures through digital innovation. *MIS Quarterly*, 2017, 41(1): 301-314.
- [30] Maxwell L, McCain T A. Gateway or gatekeeper: The implications of copyright and digitalization on education. *Communication Education*, 1997, 46(3): 141-157.
- [31] Luz Martín-Peña M, Díaz-Garrido E, Sánchez-López J M. The digitalization and servitization of manufacturing: A review on digital business models. *Strategic Change*, 2018, 27(2): 91-99.
- [32] Thorseng A A, Grisot M. Digitalization as institutional work: A case of designing a tool for changing diabetes care. *Information Technology & People*, 2017, 30(1): 227-243.
- [33] Malik A, Froese F J. Corruption as a perverse innovation: The dark side of digitalization and corruption in international business. *Journal of Business Research*, 2022, 145: 682-693.
- [34] Gobble M M. Digitalization, digitization, and innovation. *Research Technology Management*, 2018, 61(4): 56-59.
- [35] Gebre-Mariam M, Bygstad B. Digitalization mechanisms of health management information systems in developing countries. *Information and Organization*, 2019, 29(1): 1-22. DOI: 10.1016/j.infoandorg.2018.12.002.

- [36] Kohli R, Melville N P. Digital innovation: A review and synthesis. *Information Systems Journal*, 2019, 29(1): 200-223.
- [37] Tilson D, Lyytinen K, Sørensen C. Research commentary- digital infrastructures: The missing IS research agenda. *Information Systems Research*, 2010, 21(4): 748-759.
- [38] Habibipour A, Lindberg J, Runardotter M, et al. Rural living labs: Inclusive digital transformation in the countryside. *Technology Innovation Management Review*, 2022, 11(10): 59-72.
- [39] Castells M. *The Rise of the Network Society*. Oxford: Blackwell, 2000.
- [40] Yin Haodong, Huo Peng, Wang Sangui. Agricultural and rural digital transformation: Realistic representation, impact mechanism and promotion strategy. *Reform*, 2020(12): 48-56. [殷浩栋, 霍鹏, 汪三贵. 农业农村数字化转型: 现实表征、影响机理与推进策略. *改革*, 2020(12): 48-56.]
- [41] Wang Sheng, Yu Na, Fu Rui. Digital rural construction: Action mechanism, realistic challenge and implementation strategy. *Reform*, 2021(4): 45-59. [王胜, 余娜, 付锐. 数字乡村建设: 作用机理、现实挑战与实施策略. *改革*, 2021(4): 45-59.]
- [42] Liu Yansui, Yang Ren, Lin Yuancheng. Pattern evolution and optimal paths of county urbanization in China. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(12): 2937-2953. [刘彦随, 杨忍, 林元城. 中国县域城镇化格局演化与优化路径. *地理学报*, 2022, 77(12): 2937-2953.]
- [43] Mitchell C J A. Creative destruction or creative enhancement? Understanding the transformation of rural spaces. *Journal of Rural Studies*, 2013, 32: 375-387.
- [44] Woods M. *Rural*. London: Routledge, 2011.
- [45] Cloke P, Marsden T, Mooney P. *Handbook of Rural Studies*. London: SAGE, 2006.
- [46] Roberts E, Townsend L. The contribution of the creative economy to the resilience of rural communities: Exploring cultural and digital capital. *Sociologia Ruralis*, 2016, 56(2): 197-219.
- [47] Kitchin R M. Towards geographies of cyberspace. *Progress in Human Geography*, 1998, 22(3): 385-406.
- [48] Yang Ren. Spatial differentiation and mechanisms of typical rural areas in the suburbs of a metropolis: A case study of Beicun Village, Baiyun District, Guangzhou. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(8): 1622-1636. [杨忍. 广州市城郊典型乡村空间分化过程及机制. *地理学报*, 2019, 74(8): 1622-1636.]
- [49] Wang Ning. The social construction of the sharing economy. *Social Sciences in China*, 2021(11): 158-179. [王宁. 分享经济的社会建构. *中国社会科学*, 2021(11): 158-179.]
- [50] Cuadrado- Gordillo I, Fernández- Antelo I. Cyberspace as a generator of changes in the aggressive- victim role. *Computers in Human Behavior*, 2014, 36: 225-233.
- [51] Graham M. Geography/internet: Ethereal alternate dimensions of cyberspace or grounded augmented realities? *The Geographical Journal*, 2013, 179(2): 177-182.
- [52] Woods M. *Rural Geography: Processes, Responses and Experiences in Rural Restructuring*. London: SAGE, 2011.
- [53] Long Hualou, Zhang Yingnan, Tu Shuangshuang. Land consolidation and rural vitalization. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(10): 1837-1849. [龙花楼, 张英男, 屠爽爽. 论土地整治与乡村振兴. *地理学报*, 2018, 73(10): 1837-1849.]
- [54] China Internet Network Information Center. *The 49th Statistical Report on China's Internet Development*. 2022. [中国互联网络信息中心. 第49次中国互联网络发展状况统计报告. 2022.]
- [55] Ashmore F H, Farrington J H, Skerratt S. Community- led broadband in rural digital infrastructure development: Implications for resilience. *Journal of Rural Studies*, 2017, 54: 408-425.
- [56] Freeman J, Hancock L. Energy and communication infrastructure for disaster resilience in rural and regional Australia. *Regional Studies*, 2017, 51(6): 933-944.
- [57] Stojčić N, Aralica Z, Anić I. Spatio-temporal determinants of the structural and productive transformation of regions in central and east European countries. *Economic Systems*, 2019, 43(4): 100715. DOI: 10.1016/j.ecosys.2019.100715.
- [58] Morris J, Morris W, Bowen R. Implications of the digital divide on rural SME resilience. *Journal of Rural Studies*, 2022, 89: 369-377.
- [59] Philip L, Williams F. Remote rural home based businesses and digital inequalities: Understanding needs and expectations in a digitally underserved community. *Journal of Rural Studies*, 2019, 68: 306-318.
- [60] Marshall A, Dezuanni M, Burgess J, et al. Australian farmers left behind in the digital economy: Insights from the Australian digital inclusion index. *Journal of Rural Studies*, 2020, 80: 195-210.
- [61] Ievoli C, Belliggiano A, Marandola D, et al. Information and communication infrastructures and new business models in rural areas: The case of Molise region in Italy. *European Countryside*, 2019, 11(4): 475-496.
- [62] Palmer-Abbs M, Cottrill C, Farrington J. The digital lottery: The impact of next generation broadband on rural small

- and micro businesses in the north east of Scotland. *Journal of Rural Studies*, 2021, 81: 99-115.
- [63] Goldfarb A, Tucker C. Digital economics. *Journal of Economic Literature*, 2019, 57(1): 3-43.
- [64] Chen Xiaohong, Li Yangyang, Song Lijie, et al. Theoretical framework and research prospect of digital economy. *Journal of Management World*, 2022, 38(2): 208-224. [陈晓红, 李扬扬, 宋丽洁, 等. 数字经济理论体系与研究展望. *管理世界*, 2022, 38(2): 208-224.]
- [65] Cui Kai, Feng Xian. Research on the indicator system design for rural digital economy from the perspective of digital village construction. *Research of Agricultural Modernization*, 2020, 41(6): 899-909. [崔凯, 冯献. 数字乡村建设视角下乡村数字经济指标体系设计研究. *农业现代化研究*, 2020, 41(6): 899-909.]
- [66] Reynolds L, Henderson D, Xu C, et al. Digitalisation and the foundational economy: A digital opportunity or a digital divide for less-developed regions? *Local Economy*, 2021, 36(6): 451-467.
- [67] Tang W, Zhu J. Informality and rural industry: Rethinking the impacts of E-commerce on rural development in China. *Journal of Rural Studies*, 2020, 75: 20-29.
- [68] AliResearch. The list of Taobao Villages in 2021. 2021. [阿里研究院. 2021年淘宝村名单. 2021.]
- [69] Reuschke D, Mason C. The engagement of home-based businesses in the digital economy. *Futures*, 2022, 135: 102542. DOI: 10.1016/j.futures.2020.102542.
- [70] Lan Jiang. General data, virtual bodies, and digital capital: Three logics of digital capitalism. *Philosophical Researches*, 2018(3): 26-33. [蓝江. 一般数据、虚体、数字资本: 数字资本主义的三重逻辑. *哲学研究*, 2018(3): 26-33.]
- [71] Irwansyah. The social contractual utilitarianism of a digital village in rural Indonesia. *Technology in Society*, 2020, 63: 101354. DOI: 10.1016/j.techsoc.2020.101354.
- [72] Hatanaka M, Konefal J, Strube J, et al. Data-driven sustainability: Metrics, digital technologies, and governance in food and agriculture. *Rural Sociology*, 2022, 87(1): 206-230.
- [73] Higgins V, Bryant M. Framing agri-digital governance: Industry stakeholders, technological frames and smart farming implementation. *Sociologia Ruralis*, 2020, 60(2): 438-457.
- [74] Ge Dazhuan, Long Hualou. Rural spatial governance and urban-rural integration development. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(6): 1272-1286. [戈大专, 龙花楼. 论乡村空间治理与城乡融合发展. *地理学报*, 2020, 75(6): 1272-1286.]
- [75] Ge Dazhuan, Lu Yuqi, Sun Pan. The logic of rural spatial governance and revitalization. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(4): 777-794. [戈大专, 陆玉麒, 孙攀. 论乡村空间治理与乡村振兴战略. *地理学报*, 2022, 77(4): 777-794.]
- [76] Liu Yansui. Research on the urban-rural integration and rural revitalization in the new era in China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(4): 637-650. [刘彦随. 中国新时代城乡融合与乡村振兴. *地理学报*, 2018, 73(4): 637-650.]
- [77] Liu Yansui. Research on the geography of rural revitalization in the new era. *Geographical Research*, 2019, 38(3): 461-466. [刘彦随. 新时代乡村振兴地理学研究. *地理研究*, 2019, 38(3): 461-466.]
- [78] Tan Minghong, Li Xiubin. Paradigm transformation in the study of man-land relations: From local thinking to global network thinking modes. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(10): 2333-2342. [谈明洪, 李秀彬. 从本土到全球网络化的人地关系思维范式转型. *地理学报*, 2021, 76(10): 2333-2342.]
- [79] Liu Yansui. The basic theory and methodology of rural revitalization planning in China. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(6): 1120-1133. [刘彦随. 中国乡村振兴规划的基础理论与方法论. *地理学报*, 2020, 75(6): 1120-1133.]
- [80] Ge Dazhuan, Lu Yuqi. Rural spatial governance for territorial spatial planning in China: Mechanisms and path. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(6): 1422-1437. [戈大专, 陆玉麒. 面向国土空间规划的乡村空间治理机制与路径. *地理学报*, 2021, 76(6): 1422-1437.]
- [81] Liu Yansui. Modern human-earth relationship and human-earth system science. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(8): 1221-1234. [刘彦随. 现代人地关系与人地系统科学. *地理科学*, 2020, 40(8): 1221-1234.]

Rural digitalization and rural spatial transformation

YANG Ren^{1,2}, LIN Yuancheng^{1,2}

(1. School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, China;

2. Land Research Center, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: The extension and penetration of digital technology into rural areas profoundly affects the organization and structure of rural economy, society and politics, and promotes the transformation and reorganization of rural territorial system from the perspective of urban-rural development network. Based on defining the concept of rural digitalization, this paper discusses the coupling relationship between rural digitalization and rural spatial transformation, deeply analyzes the mechanism of rural digitalization and rural spatial transformation, and builds a research framework for rural digitalization development and transformation. The main conclusions are as follows: (1) Rural digitalization is a process of reshaping the physical environment, economic form, social network and spatial organization of rural areas with the wide application of digital technology in vast rural areas. It promotes the digital transformation of rural economic and social forms and spatial organizational structure, including the process, role and effect of digital technology on rural regional space. (2) Under the background of rural digitalization, the transformation of rural space tends to be comprehensive and complex, and multiple spaces such as material, economy, society and culture are superimposed and transformed, and cyberspace and network culture forms are derived under the connection of digital information. (3) The multi-dimensional embedded mechanism of rural digitalization and rural spatial transformation includes the logic of digital infrastructure construction and rural physical environment transformation, the mechanism of digital economic development and rural economic transformation, the relationship between digital technology application and rural social network restructuring, digital governance models and the role of rural spatial organization reconstruction. (4) Under the major strategic direction of urban-rural integrated development and rural revitalization, future research needs to explore frontier fields and innovative dimensions of rural development based on digitalization for strengthening disciplinary contributions. It includes focusing on smart rural application scenarios, developing rural planning and construction systems and engineering technical specifications, and serving the rural sustainable development, informatization and modernization of rural development.

Keywords: rural digitalization; rural reconstruction; rural spatial transformation; digital village; rural sustainable development; rural geography