

乡村生产空间系统韧性的科学认知及其研究域

王成^{1,2},任梅菁^{1,2*},胡秋云^{1,2},李琴^{1,2}

(1. 西南大学地理科学学院乡村人居环境实验室,重庆 400715;
2. 西南大学西南山地生态循环农业国家级培育基地,重庆 400715)

摘要:韧性作为乡村生产空间系统的重要属性,是乡村生产空间系统应对内外环境扰动时主动抵御(系统维持)、适应(系统演化)或者更新(系统突变)的一种可持续发展能力,是实现乡村振兴与可持续发展的必由之路。论文基于国内外韧性研究成果和乡村生产空间系统内涵与本质,科学认知乡村生产空间系统韧性的内涵;基于认识论与本体论,从扰动、利益相关者、系统状态、系统目的与韧性能力5个方面对乡村生产空间系统韧性进行质性研究,解构出扰动与脆弱性、脆弱性与韧性回馈、韧性评估与阈值效应、适应性治理等乡村生产空间系统韧性研究的基本研究域,以初步形成其研究框架;并从多学科理论融合与多方法集成、时空尺度关联和多维因素传导及利益相关者一体化适应性治理体系构建等方面厘定其未来研究重点。

关键词:乡村生产空间系统;韧性;质性研究;研究域

韧性(resilience)作为全球可持续发展研究的核心内容之一,已成为各个学科领域关注的焦点。乡村韧性(也被译为“弹性”“恢复力”)作为乡村地域系统应对外界发展环境扰动的抵御、适应与转型能力,能够有效反演乡村系统与外界发展环境的交互作用机制,是乡村地域系统的基本属性^[1]。提升乡村自身抵御、适应外界环境变化的韧性,促进系统变革以实现乡村全新发展,是实现乡村振兴与可持续发展的必由之路^[2]。乡村生产空间系统作为乡村地域系统的重要组成部分,是为乡村振兴提供物质基础的空间集合体,同样具有韧性(弹性)这一基本属性。目前,乡村生产空间系统正面临着乡村人口非农化与兼业化严重、土地资源利用粗放、生产主体需求错配、生产空间配置矛盾、环境污染等重重压力和危机,加之长期以来相对滞后的基础设施和农业固有的脆弱性等现实情

景,乡村生产空间系统可持续发展面临着严峻挑战。科学认知并诠释乡村生产空间系统韧性,有助于培育乡村生产空间系统应对内外扰动的韧性能力,进而化解来自内外环境的冲击和危机,对于提升乡村发展内生动力、实现乡村振兴和乡村可持续发展无疑具有突出的价值。然而,当前对于乡村生产空间系统的研究多关注于其内涵解析^[3-4]、要素构成^[5]、功能转型^[6]、演化机理^[7-8]、系统风险^[9]与脆弱性^[10]等方面,而针对乡村生产空间系统韧性研究较少,尚处起步阶段。据此,本文在总结并借鉴国内外韧性思想与理论研究成果的基础上,从内涵界定、质性研究、研究框架建构等多维度认知乡村生产空间系统韧性,进而厘定乡村生产空间系统韧性的研究域,以期为乡村可持续发展研究注入新的思维和活力,更好地发挥乡村地理学服务于国家战略的学科责任和优势。

收稿日期:2020-08-24;修订日期:2020-10-08。

基金项目:国家社会科学基金项目(19BGL182);中央高校基本科研业务费专项资金资助(SWU1909030)。[Foundation: National Social Science Foundation of China, No. 19BGL182; the Fundamental Research Funds for the Central Universities, No. SWU1909030.]

第一作者简介:王成(1975—),男,重庆荣昌人,博士,教授,博士生导师,主要从事土地利用与乡村发展、乡村人居环境研究。

E-mail: wchorange@126.com

*通信作者简介:任梅菁(1994—),女,安徽芜湖人,硕士,主要从事土地利用与乡村发展、乡村人居环境研究。

E-mail: renmj0818@126.com

引用格式:王成,任梅菁,胡秋云,等.乡村生产空间系统韧性的科学认知及其研究域[J].地理科学进展,2021,40(1):85-94.[Wang Cheng, Ren Meijing, Hu Qiuyun, et al. Rural production space system resilience and its research domains. Progress in Geography, 2021, 40(1): 85-94.] DOI: 10.18306/dlxxjz.2021.01.008

1 韧性研究的借鉴与启示

1.1 韧性概念的起源与演变

韧性最早来源于拉丁语“resilio”,即回复到原始状态^[1]。16世纪左右,法语借鉴该词汇“résiler”,意为“撤回或者取消”,后逐渐演变为现代英语中的“resile”。19世纪20年代,伴随着西方工业的兴起,韧性概念被引入材料学研究以强调材料抵抗外力冲击而不断裂的能力^[2]。20世纪50年代,西方心理学运用韧性概念来描述精神创伤之后的恢复情况^[13]。20世纪70年代,为探究系统内部关系的持久性,加拿大生态学家Holling^[14]将韧性概念引入系统生态学研究,表征系统在遭受扰动后较快恢复到原有状态并保持其结构和功能的能力,即工程韧性(engineering resilience)。20世纪80—90年代,快速工业化与城市化所带来的生物多样性减少、自然灾害频发、气候变化等生态危机逐渐显现,韧性被广泛运用于生态系统稳定性^[15]、灾害复原力^[16]、灾害风险管理^[17]和可持续发展^[18]等研究,生态韧性(ecological resilience)应运而生,其主要强调自然界面临重大变化(如火灾、洪水、人类干扰)时生态系统结构的恢复性与稳定性。20世纪90年代后,随着对系统构成及变化机制探讨的深入,大量学者认识到将社会系统和生态系统截然分开是主观、武断的,自然界中的人类与自然界应视为一个整体^[19]。韧性概念再次被引入社会—生态系统研究,旨以探究复杂系统通过自组织增强学习能力,适应或者改变自己以抵抗潜在风险灾害、维持原平衡或形成新平衡的能力^[20-21]。社会—生态韧性(socio-ecological resilience)逐渐成为复杂系统可持续发展研究的重点内容。至此,韧性完成了从工程韧性(单一平衡)到生态韧性(多重平衡),再到社会—生态韧性(适应性循环)两次决定性的认知转型^[22](表1)。

对比3种韧性概念的内涵可知,工程韧性是指系统在遭受扰动或者冲击后恢复到原有稳定状态的速度和程度,强调系统有且只有一个稳定态^[23]。而生态韧性虽也包含回到最初状态的意思,但更强调系统在承受或吸收一定外界干扰后形成新的平衡,可视为系统即将跨越门槛达到新的平衡状态的瞬间能够吸收的最大的扰动量级^[24-25]。较于工程韧性和生态韧性,社会—生态韧性既保留了二者学术概念的核心要义,又紧扣社会—生态系统的自组织能力、适应干扰的学习和调节过程,强调系统不断调整结构以适应各种复杂的、不确定的、难预测的扰动,最终实现系统长期发展的能力,体现了系统受到扰动后变得更强大、更繁荣、更具生命力的含义^[26]。

1.2 韧性研究的理论与方法

在全球气候变化的背景下,韧性理论逐渐成为可持续发展理论研究的核心议题之一。2002年,Gunderson等^[20]提出了适应性循环模型,将系统发展分为开发阶段(r)、保护阶段(K)、释放阶段(Ω)与更新阶段(α)4个阶段,科学地解释系统如何在外来冲击下保存、更新自己的能力;Tsao等^[27]结合时间轴线的适应周期模型阐释4个阶段在脆弱性和韧性之间的波动与整体性,适应性循环理论得到了进一步发展,成为复杂性系统连续性研究的重要基础理论。2005年,Folke等^[28]提出适应性治理理论,主张通过协调环境、经济和社会之间的相互关系来建立韧性管理策略、调节复杂适应性系统的状态,从而应对非线性、不确定性和复杂性的变化。在此基础上,Francis等^[29]从系统识别、脆弱性分析、韧性目标设定、利益相关者参与、韧性能力5个方面构建出了韧性分析框架,为系统韧性提供全面、可操作的研究路径,“系统脆弱性”“韧性能力”与“韧性管理”成为了研究系统韧性的核心。

表1 3种韧性概念对比

Tab.1 Comparison of engineering resilience, ecological resilience, and evolutionary resilience

类型	内涵	平衡状态	关注重点	系统特征	适用系统
工程韧性	系统在遭受扰动或者冲击后恢复到原有稳定状态的能力,强调恢复的速度和程度	追求单一均衡状态	恢复和稳定	有序线性	物理系统
生态韧性	系统受到冲击与扰动后,恢复到原始状态的均衡状态或形成新的均衡状态的能力,强调系统结构和功能的稳定性	追求多重均衡状态	坚持、鲁棒性	复杂非线性	生态系统
生态—社会韧性	系统不断调整结构以适应各种复杂的、不确定的、难预测的扰动,最终实现系统长期发展的能力	摒弃均衡追求,强调持续不断的演化	主动抵御、适应或转化的能力	混沌扰动	社会—生态系统

注:资料来源于文献[26],有改动。

随着计量学的兴起和发展,韧性评估的理论与方法也备受国内外学者关注。美国洛克菲勒基金会将政府、组织、人口、经济社会等纳入考核范畴,从经济和社会、基础设施与环境、健康与福祉、领导力与策略4个维度架构出城市韧性评估框架^[30]; Cimellaro等^[31]、曾宇等^[32]、Cutter等^[33-34]基于复杂网络理论,提出了PEOPLES框架、级联效应模型和节点重要性评价方法、社区韧性评估指标体系(DROP)与社区基线韧性指数(BRIC)等韧性量化方法。此外,郑艳等^[35]、彭翀等^[36]基于中国特殊的地域特征,将城市适应性周期理论、网络结构引入韧性评估研究,架构出适合于中国地域特征的理论框架体系。

1.3 韧性思想的实践与应用

城市作为人类强烈干扰下的社会—生态系统之一,城市韧性一开始就受到高度关注,气候韧性^[37]、区域韧性^[38]、社区韧性^[39]、防洪韧性^[40]等针对城市不同子系统和功能过程的韧性研究应运而生,一些学者基于全国、城市群、省市不同尺度对城市韧性进行综合测度^[11,41-42],并从生态、经济、工程和社会等多维度探讨韧性城市规划^[43]、治理与转型^[44]、管理与设计^[45],促进了城市高品质发展。伴随着世界发展由工业化后期进入知识经济阶段,乡村地区的自我发展能力与适应性不断受到挑战,学者越来越重视乡村韧性提升与乡村可持续发展,当前乡村韧性多聚焦于基础设施弹性^[46]、经济社会韧性^[47]、农村土地韧性^[48-49]、利益相关者响应^[50]、农村社区韧性^[51-52]等方面,旨以从韧性的视角探究优化乡村系统结构和功能的重构路径^[53]、构建适应性治理体系以提升乡村治理效能^[54],进而补齐乡村发展短板、促进乡村全面振兴与乡村可持续发展。

然而,乡村系统应对内外累积扰动的能力是有限的,表现为明显的阈值效应,且韧性的多维特性使得乡村韧性阈值存在社会、经济、生态、资源等多个方面^[55]。当前乡村韧性阈值研究多集中于土地资源利用。如宋戈等^[56]从耕地数量、质量和生态环境3个方面构建耕地资源安全预警指标体系,并利用纵比判断法、灰色模型GM(1, 1)与BP神经网络技术等方法确定耕地资源安全度的阈值,预测耕地资源安全度变化趋势;傅丽华等^[57]从生态弹性、经济弹性、社会弹性3个方面建立多规协同的国土空间系统弹性评价体系,运用土地利用区间优化及适宜性评价方法确定各类用地的弹性区间,土地资源阈值研究从耕地资源数量预警向空间弹性测

度拓展,方法由单一向多方法集成发展,为乡村生产空间系统韧性阈值研究提供了理论与方法借鉴。

2 乡村生产空间系统韧性的内涵界定

系统论认为,一切系统均处于由低层次向高层次的优化演化之中^[58]。而乡村生产空间系统作为人地关系地域系统的多种形式之一,是乡村多元主体进行各种社会生产活动、建立复杂的社会经济关系,形成具有一定结构形态和功能组合机制的空间集合体^[9]。乡村生产空间系统不是孤立存在的,自形成以来便持续遭受着来自各类事件的冲击和扰动,始终处于不断进化与不断退化螺旋式优化演进之中,是一种复杂的动态结构。当遭受到扰动和冲击时,乡村生产空间系统将在自组织或他组织的作用下通过不断调整自身的社会、经济、生态、资源等要素结构,抵御或适应各种复杂的、不确定的、难预测的扰动,以保持系统有序运行;当外界干扰超过系统的容忍范围,原本紧密的、有控制力的结构逐渐解体,形成符合系统目标的新要素、新结构和新功能,系统将进入另一个循环发展圈。故面对内外环境的扰动和冲击时,乡村生产空间系统不可能回到原始状态,更多表现为一种持续主动地抵御、适应与转化、自我更新的能力,乡村生产空间系统韧性被理解为“社会—生态韧性”更为准确。因此,本文基于社会—生态韧性所具有的共性内涵,从乡村生产空间系统本质出发,将乡村生产空间系统韧性的内涵界定为:乡村生产空间系统通过内部经济、社会、生态、资源等要素结构的自我调整,最大限度地吸收与适应内外环境扰动,从而促进系统由原有的均衡状态转变为新的均衡状态,避免系统运转不稳甚至功能瓦解的一种可持续发展能力。

3 乡村生产空间系统韧性的质性研究

约翰斯顿^[59]认为,每一种学科的哲学既包含某种认识论,又包含某种本体论,它们共同限定某种方法论在学科研究的规则和程序,影响某一特定论题结果的正确性。故任何学科理论建立都离不开认识论判断、本体论界定与特殊经验证明^[60]。而事物的本质寓于现象之“中”,可以在现象中被直观感知^[61]。乡村生产空间系统作为乡村地域系统的重要组成部分,其韧性水平由自然资本、生产资本、

人力资本与社会资本的可得性及其多样性相互作用所决定,该作用结果可在系统人地关系的变化及其特征中得到映射^[8]。因此,本文借鉴《哲学与人文地理学》^[59]的思想,基于作者对不同时期乡村生产空间系统“人”与“地”之间相互作用方式及其特征的认识,总结凝练乡村生产空间系统韧性的认识论和本体论,进而架构出乡村生产空间系统韧性的质性模型(图1)。

3.1 认识论与本体论

认识论。① 乡村生产空间系统演化是在系统与外界发展环境交互作用(物质循环、能量流动与信息传递)下,其内生要素的重组、结构的重构与功能的转型,是乡村发展进程中人地相互作用对其扰动的结果;② 韧性是系统的内生属性,能反映系统应对扰动的适应能力,韧性损失意味着系统脆弱性突显;③ 系统韧性对某一主体而言是存在的,但对另一主体而言不一定存在。

本体论。① 外力、内生力、交互力等单力或共同作用力,对乡村生产空间系统进行扰动时,在时间维度上表现为时点上的冲击和时序上的累积,在空间维度上表现为不同尺度上系统脆弱性类型;② 根据乡村生产空间系统的脆弱性类型,不同利益相关者将调整自身需求和对系统的作用方式、手段和强度,进而影响系统的适应性循环阶段(开发阶段、保护阶段、释放阶段、更新阶段),系统这一体制(稳态)间的转换可能导致系统韧性降低,系统脆弱性也随之改变;③ 乡村生产空间系统韧性对于不同利益相关者而言是有差异的,协调利益相关者行

为,设立共同目标,提升系统韧性,能确保乡村生产空间系统可持续运行的实现。

3.2 乡村生产空间系统韧性的多维度解析

由图1可知,乡村生产空间系统韧性由扰动、利益相关者、系统状态、系统目标与韧性能力5个部分构成。① 扰动。扰动作为乡村生产空间系统演化的驱动因子,是指在一定时空尺度上对系统结构造成直接损伤并改变其资源、基底或自然环境的离散事件^[62],是系统韧性能力发生的基础源。其对系统演化过程的累积影响可促使系统从一个平衡状态向另外的平衡状态转化,因此乡村生产空间系统韧性重点关注系统进入新状态前可以承受扰动的大小。② 利益相关者。人类活动是地球系统演变的主要驱动力^[63]。随着乡村主体类型的多元化,乡村生产空间系统人地互动的方式、广度与深度不断拓展,利益相关者行为及其相互作用逐渐成为驱动乡村生产空间系统变化与响应的主要力量。一方面,利益相关者为适应乡村振兴战略、新型城镇化等外部宏观环境变化而做出被动行为响应,增强了系统扰动;另一方面,利益相关者又在不违背乡村生产空间系统演化规律的原则下发挥主观能动性,通过实施乡村整治工程、培育系统多功能与社会资本,提高系统应对扰动的能力以将系统维持在自己所需的盆地。③ 系统状态。系统运行状态决定系统韧性的性质与强弱。不同运行状态下乡村生产空间系统所遭受的扰动、韧性能力大小及系统目标设置均不同。④ 系统目标。系统目标是组织系统发展变化的必要前提。当系统已处于所需状态时,利益相关者通过增强系统抵御或适应扰动的能力,力图保持系统原状态的稳定;当系统不处于所需状态时,利益相关者通过引导系统由原状态突变到更高层次状态。系统目标的设置可以有效地帮助利益相关者开展韧性管理工作,是乡村生产空间系统韧性管理的重要组成部分。⑤ 韧性能力。韧性能力是乡村生产空间系统韧性的核心组成部分,主要包含3个方面的能力,即系统吸收、应对外界扰动的同时,最大程度地维持系统原有的结构和功能的抵御能力;系统通过不断自学习、改造以应对外界的不确定性与复杂性,从而允许沿着当前的轨迹(稳定域)进行开发的适应能力;当干扰超过系统韧性的阈值时,系统发生稳态转换的更新能力。乡村生产空间系统韧性的3种能力层层递进,共同推动乡村生产空间系统螺旋式向前发展。

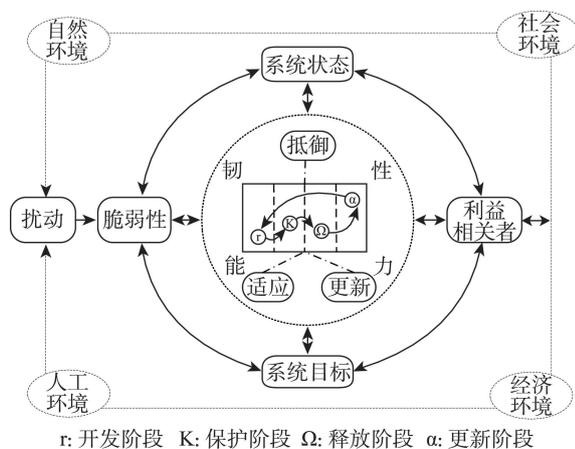


图1 乡村生产空间系统韧性的质性模型
Fig.1 A conceptual model of rural production space system resilience

4 乡村生产空间系统韧性的研究框架建构

尺度、格局、过程与机制是地理学研究的基本范式。本文基于时空尺度依赖的多维和动态视角,以利益相关者为核心,以人地关系为主线,融贯社会学、管理学和经济学等多学科理论,基于乡村生产空间系统韧性的内涵界定与质性研究,构建乡村生产空间系统韧性的研究框架(图2)。

4.1 乡村生产空间系统韧性的扰动识别与脆弱性表征

乡村生产空间系统作为一个开放的复杂巨系统,不是孤立存在的,自形成以来便持续遭受着来自各类事件的扰动和冲击,具体可分为外部环境变化(如全球化、城市化、工业化等)、灾害冲击(自然灾害如旱灾、洪灾和泥石流等、重大事故(如2019年新型冠状病毒(COVID-19)的爆发等)、内部要素重组(如经济、社会、生态、资源等)、内外要素交互流动(如资金、技术、信息、劳动力等)。无论何种扰动在时间维度上均表现为系统脆弱性的演化,在空间维度上均表现为不同尺度上系统脆弱性类型。因此,在识别乡村生产空间系统扰动的基础上,多维度构建乡村生产空间系统脆弱性评价的指标体系与数理模型,综合分析其时空演变规律,并判别其主导因素以划分出乡村生产空间系统脆弱性类型,对分

析乡村生产空间系统扰动的种类、特征、强度和空间格局等有着突出作用。

4.2 乡村生产空间系统的脆弱性与韧性回馈关系解析

乡村生产空间系统演化实质上是系统内部要素重组、结构变迁、功能转型的结果,可在系统脆弱性与韧性的互馈关系中得到映射。系统初期成长阶段,由于系统发育较慢,加之要素、结构与功能比较单一,系统脆弱性与韧性影响都比较小;随着越来越多的资本注入,系统快速发展起来,其连接性与结构越加复杂,系统脆弱性与韧性不断增长,达到了一个暂时的动态平衡,使得系统能够取得保护和稳定发展;但是伴随资本继续注入,系统开始呈现僵硬地、格式化地增长,逐渐失去其应对意外事件的灵活性,一系列潜在的系统问题逐渐凸显,系统韧性被释放出来;当系统再次面对危机和扰动时,增长的脆弱性会破坏系统的恢复力,系统韧性持续下降,一旦系统承受的扰动超过其韧性阈值,系统将发生重构,进入另一个循环发展圈。随着“人类世”的到来,人类活动对驱动系统演化发挥着核心和主导作用^[64],不同利益相关者的行为决策影响或改变系统脆弱性与韧性的水平及其互馈关系,成为理解乡村生产空间系统脆弱性和韧性回馈的关键。因此以利益相关者竞合过程与决策行为为切入点,辨析乡村生产空间系统应对不同扰动的抵

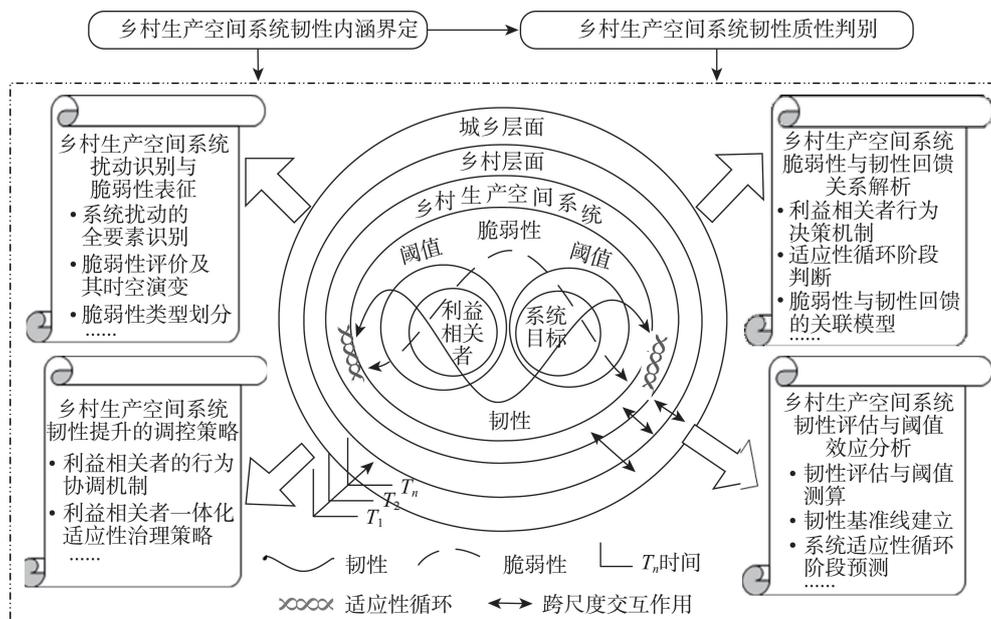


图2 乡村生产空间系统韧性的研究框架

Fig.2 Research framework of the resilience of rural production space system

御、适应与更新能力,建立系统脆弱性与系统韧性回馈关联模型,有助于科学把握乡村生产空间系统演化规律,促进系统达到均衡状态。

4.3 乡村生产空间系统韧性评估与阈值效应分析

受系统所处的自然、社会环境的多重影响,乡村生产空间系统韧性呈现出社会、经济、生态、资源等多维阈值效应,加之各种复杂性、不确定性与难预测性的扰动作用,乡村生产空间系统演化表现出极强不确定性和不可预测性。乡村生产空间系统不一定总是沿着“开发—保护—释放—更新”4个阶段发展,也有可能可能会出现贫穷陷阱、僵化陷阱、锁定陷阱及未知陷阱4种病态,甚至最终走向崩溃。因此,在乡村生产空间系统韧性的评估基础上,进一步探寻乡村生产空间系统韧性关键变量的阈值范围,建立韧性基准线,对于系统有效防控重大风险、维持系统稳定性和可持续发展显得尤为重要。

4.4 乡村生产空间系统的适应性治理策略

适应性治理是通过协调环境、经济和社会之间的相互关系来建立韧性管理策略、调节复杂适应性系统的状态,从而应对非线性变化、不确定性和复杂性的理论^[54]。其关注的科学问题是如何通过调节社会—生态系统的治理结构增强系统韧性,以应对高度复杂且充满不确定性的未来、保障人类福祉。当前,在快速城市化和工业化的刺激下,中国乡村的自然环境、社会经济结构发生巨大变革,农户兼业化和非农化行为日趋常态化,乡村文化的消费功能、休闲功能、审美功能得以延伸和强化,乡村生产将从单纯服务于农业生产向农业生产、休闲观光、文化体验、生态涵养、健康养老等多利用形式转变,不断催生新的利益相关者并拓展其相互间关系网络,致使乡村生产空间系统所面临的扰动愈加复杂、不确定与难预测。因此如何定位各利益相关者在系统抗扰动过程中的角色,协调利益相关者的响应行为,建立利益相关者一体化的适应性治理策略,成为系统韧性的可持续管理亟需攻克的关键问题。

5 研究展望

乡村振兴和生态文明建设“双轮驱动”战略作为中国指导乡村发展的重要决策,提出了在乡村产业发展的同时加强重大风险防控的现实要求,这就迫切要求理论创新和学术成果作为乡村地理学与

乡村可持续发展的有力支撑。据此,对未来乡村生产空间系统韧性的研究提出如下展望:

(1) 多学科理论融合与多方法集成下的乡村生产空间系统韧性理论探讨。乡村生产空间系统韧性理论作为乡村地理学理论和方法的自主创新,在一定程度上丰富了地理学理论和方法,为乡村振兴与乡村可持续发展提供理论支撑。人文地理学作为一门兼有自然科学和社会科学的综合性学科,当前对人地关系的研究既涉及自然科学方法论,也涉及社会科学方法论,呈现出学科交叉、学科渗透、学科交融的新时代特征^[65]。因此,基于自然科学、社会科学和哲学等多学科理论融合和方法集成,形成综合性、系统性的乡村生产空间系统韧性的方法体系,成为乡村生产空间系统韧性研究的基础和前提。

(2) 乡村生产空间系统韧性的时空尺度关联和多维因素传导的动态研究。韧性作为乡村生产空间系统的内在属性之一,能深入揭示乡村生产空间系统对外界发展环境扰动的响应方式、程度及其调控方向,适时、准确地提升乡村生产空间系统抵御、适应外界环境变化的韧性能力是促进乡村振兴产业振兴与系统可持续发展的必由之路。受到自然、社会、经济等多维因素的影响,乡村生产空间系统韧性在空间上存在地域差异,在时间上也不断发展演化,如果忽视空间尺度、区域特征与发展阶段,只简单地研究单一时点或单一地区的韧性,将不利于准确认知乡村生产空间系统韧性能力。因此,将乡村生产空间系统韧性研究置于宏观尺度、中观尺度和微观尺度上进行考察,以区域空间为载体,以村域为细胞,基于时空尺度关联和因素传导研究,多尺度多维度评估乡村生产空间系统韧性水平及阈值效应,有助于准确认知不同区域乡村生产空间系统风险防控能力,构建风险精准防范、精准化解机制,促进乡村生产空间系统健康可持续运行。

(3) 乡村生产空间系统的利益相关者一体化适应性治理体系构建。乡村振兴的核心是人的振兴,充分调动乡村地区利益主体的积极性,对于盘活利用本地资源、有效承接外界投资、推动乡村生产空间系统健康运行具有重要的支撑作用。而适应性治理是针对社会—生态系统的复杂性特征提出的一种强调利益相关者一体化的新型管理模式,旨在通过利益相关者多元互动、协同治理,增强系统的适应能力,提升乡村发展内生动力。因此,在厘清

利益相关者多元互动、学习与决策过程的基础上,构建人人有责、人人尽责、人人享有的乡村生产空间系统适应性治理体系,有助于加快推动制度优势转化为治理效能,实现决策的科学化、民主化。

参考文献(References)

- [1] 李玉恒, 黄惠倩, 宋传垚, 等. 中国乡村弹性的时空演化过程与关键因子探析 [J/OL]. 地理学报, 2020-06-15 [2020-09-28]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1856.P.20200615.0835.002.html>. [Li Yuheng, Huang Huiqian, Song Chuanyao, et al. The spatiotemporal evolution of China's rural resilience and the key factors detection. *Acta Geographica Sinica*, 2020-06-15 [2020-09-28]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1856.P.20200615.0835.002.html>.]
- [2] 李玉恒, 阎佳玉, 刘彦随. 基于乡村弹性的乡村振兴理论认知与路径研究 [J]. 地理学报, 2019, 74(10): 2001-2010. [Li Yuheng, Yan Jiayu, Liu Yansui. The cognition and path analysis of rural revitalization theory based on rural resilience. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(10): 2001-2010.]
- [3] 王成, 李颖颖. 乡村生产空间系统的概念性认知及其研究框架 [J]. 地理科学进展, 2017, 36(8): 913-923. [Wang Cheng, Li Haoying. Conceptual and research frameworks of rural production space system. *Progress in Geography*, 2017, 36(8): 913-923.]
- [4] Wang C, Ren M J, Li H Y, et al. Understanding the rural production space system: A case study in Jiangjin, China [J]. *Sustainability*, 2019, 11(10): 2811. doi: 10.3390/su1102811.
- [5] 周明茗, 王成. 乡村生产空间系统要素构成及运行机制研究 [J]. 地理科学进展, 2019, 38(11): 1655-1664. [Zhou Mingming, Wang Cheng. Elements and operation mechanisms of rural production spatial system. *Progress in Geography*, 2019, 38(11): 1655-1664.]
- [6] 何焱洲, 王成. 乡村生产空间系统功能评价与格局优化: 以重庆市巴南区为例 [J]. 经济地理, 2019, 39(3): 162-171. [He Yanzhou, Wang Cheng. Evaluation and pattern optimization of rural production space system function: A case study of Banan District, Chongqing Municipality. *Economic Geography*, 2019, 39(3): 162-171.]
- [7] 何焱洲, 王成. 基于信息熵的乡村生产空间系统演化及其可持续发展能力 [J]. 自然资源学报, 2019, 34(4): 815-828. [He Yanzhou, Wang Cheng. The evolution and sustainable development capacity of rural production space system based on information entropy. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(4): 815-828.]
- [8] 王成, 龙卓奇. 乡村生产空间系统演化的逻辑认知及数理表达 [J]. 地理科学, 2020, 40(4): 535-543. [Wang Cheng, Long Zhuoqi. Logical cognition and mathematical expression of evolution of rural production space system. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(4): 535-543.]
- [9] 王成, 樊荣荣, 龙卓奇. 重庆市乡村生产空间系统风险评估及其空间分异格局 [J]. 自然资源学报, 2020, 35(5): 1119-1131. [Wang Cheng, Fan Rongrong, Long Zhuoqi. Risk assessment and spatial differentiation pattern of rural production space system in Chongqing Municipality. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(5): 1119-1131.]
- [10] 王成, 何焱洲. 重庆市乡村生产空间系统脆弱性时空分异与差异化调控 [J]. 地理学报, 2020, 75(8): 1680-1698. [Wang Cheng, He Yanzhou. Spatio-temporal differentiation and differentiated regulation of the vulnerability of rural production space system in Chongqing. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(8): 1680-1698.]
- [11] 孙阳, 张落成, 姚士谋. 基于社会生态系统视角的长三角地级城市韧性度评价 [J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(8): 151-158. [Sun Yang, Zhang Luocheng, Yao Shimou. Evaluating resilience of prefecture cities in the Yangtze River Delta region from a socio-ecological perspective. *China Population, Resources and Environment*, 2017, 27(8): 151-158.]
- [12] Modica M, Reggiani A. Spatial economic resilience: Overview and perspectives [J]. *Networks and Spatial Economics*, 2015, 15(2): 211-233.
- [13] Alexander D E. Resilience and disaster risk reduction: An etymological journey [J]. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2013, 13(11): 2707-2716.
- [14] Holling C S. Resilience and stability of ecological systems [J]. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1973, 4: 1-23.
- [15] Harrison G W. Stability under environmental stress: Resistance, resilience, persistence, and variability [J]. *The American Naturalist*, 1979, 113(5): 659-669.
- [16] Manyena B, Machingura F, O'Keefe P. Disaster Resilience Integrated Framework for Transformation (DRIFT): A new approach to theorising and operationalising resilience [J]. *World Development*, 2019, 123: 1-30.
- [17] Angeler D G, Allen C R, Garmestani A. Resilience in environmental risk and impact assessment: Concepts and measurement [J]. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2018, 101(5): 543-548.
- [18] Gonzalez-Quintero C, Avila-Foucat V S. Operationalization and measurement of social-ecological resilience: A systematic review [J]. *Sustainability*, 2019, 11(21): 6073. doi: 10.3390/su11216073.
- [19] Alessa L, Kliskey A, Brown G. Social-ecological hot-

- spots mapping: A spatial approach for identifying coupled social-ecological space [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 85(1): 27-39.
- [20] Gunderson L H, Holling C S. *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems* [M]. Washington D C, USA: Island Press, 2002.
- [21] Paton D, Hill R. *Managing company risk and resilience through business continuity management* [M]// Thomas C C, Paton D, Johnston D. *Disaster resilience: An integrated approach*. Springfield, USA: Charles C Thomas Pub Ltd, 2006: 250-267.
- [22] Folke C. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses [J]. *Global Environmental Change*, 2006, 16(3): 253-267.
- [23] Pimm S L. The complexity and stability of ecosystems [J]. *Nature*, 1984, 307: 321-326.
- [24] Berkes F, Folke C. *Linking social and ecological systems for resilience and sustainability* [M] // Berkes F, Folke C. *Linking social and ecological systems: Management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998: 13-20.
- [25] Gunderson L H. *Adaptive dancing: interactions between social resilience and ecological crises* [M] // Berkes F, Colding J, Folke C. *Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2003: 33-52.
- [26] 蔡建明, 郭华, 汪德根. 国外弹性城市研究述评 [J]. *地理科学进展*, 2012, 31(10): 1245-1255. [Cai Jianming, Guo Hua, Wang Degen. Review on the resilient city research overseas. *Progress in Geography*, 2012, 31(10): 1245-1255.]
- [27] Tsao C Y, Ni C C. Vulnerability, resilience, and the adaptive cycle in a crisis-prone tourism community [J]. *Tourism Geographies*, 2016, 18(1): 80-105.
- [28] Folke C, Hahn T, Olsson P, et al. Adaptive governance of social-ecological systems [J]. *Annual Review of Environment and Resources*, 2005, 30(1): 441-473.
- [29] Francis R, Bekera B. A metric and frameworks for resilience analysis of engineered and infrastructure systems [J]. *Reliability Engineering & System Safety*, 2014, 121: 90-103.
- [30] Rockefeller Foundation. *The resilience framework of rockefeller foundation* [EB/OL]. 2014-01-10 [2020-08-24]. <http://www.100resilientcities.org/resources/#section-2>.
- [31] Cimellaro G P, Renschler C, Reinhorn A M, et al. PEOPLES: A framework for evaluating resilience [J]. *Journal of Structural Engineering*, 2016, 142(10): 04016063. doi: 10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0001514.
- [32] Zeng Y, Xiao R B, LI X M. A resilience approach to symbiosis networks of ecoindustrial parks based on cascading failure model [J]. *Mathematical Problems in Engineering*, 2013, 2013: 1-11.
- [33] Cutter S L, Barnes L, Berry M, et al. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters [J]. *Global Environmental Change*, 2008(18): 598-606.
- [34] Cutter S L, Burton C G, Emrich C T. Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions [J]. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 2010, 7(1). doi: 10.2202/1547-7355.1732.
- [35] 郑艳, 翟建青, 武占云, 等. 基于适应性周期的韧性城市分类评价: 以我国海绵城市与气候适应型城市试点为例 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2018, 28(3): 31-38. [Zheng Yan, Zhai Jianqing, Wu Zhanyun. A typology analysis on resilient cities based on adaptive cycle: Taking cases of Chinese sponge cities and climate resilient cities pilot projects. *China Population, Resources and Environment*, 2018, 28(3): 31-38.]
- [36] 彭翀, 林樱子, 顾朝林. 长江中游城市网络结构韧性评估及其优化策略 [J]. *地理研究*, 2018, 37(6): 1193-1207. [Peng Chong, Lin Yingzi, Gu Chaolin. Evaluation and optimization strategy of city network structural resilience in the middle reaches of Yangtze River. *Geographical Research*, 2018, 37(6): 1193-1207.]
- [37] Tyler S, Nugraha E, Nguyen H K, et al. Indicators of urban climate resilience: A contextual approach [J]. *Environmental Science & Policy*, 2016, 66: 420-426.
- [38] Eraydin A. Attributes and characteristics of regional resilience: Defining and measuring the resilience of turkish regions [J]. *Regional Studies*, 2016, 50(4): 600-614.
- [39] Frounfelker R L, Tahir S, Abdurahman A, et al. Stronger together: Community resilience and somali bantu refugees [J]. *Cultural Diversity & Ethnic Minority Psychology*, 2020, 26(1): 22-31.
- [40] Restemeyer B, Woltjer J, van den Brink M. A strategy-based framework for assessing the flood resilience of cities: A Hamburg case study [J]. *Planning Theory & Practice*, 2015, 16(1): 45-62.
- [41] 李亚, 翟国方, 顾福妹. 城市基础设施韧性的定量评估方法研究综述 [J]. *城市发展研究*, 2016, 23(6): 113-122. [Li Ya, Zhai Guofang, Gu Fumei. Review on methods of quantification of urban infrastructure resilience. *Urban Development Studies*, 2016, 23(6): 113-122.]
- [42] 李彤玥. 基于“暴露—敏感—适应”的城市脆弱性空间研究: 以兰州市为例 [J]. *经济地理*, 2017, 37(3): 86-95. [Li Tongyue. Spatial vulnerability based on the frame-

- work of the exposure- sensitivity- adaptive capacity: A case study of Lanzhou. *Economic Geography*, 2017, 37 (3): 86-95.]
- [43] Fainstein S S. Resilience and justice: Planning for New York City [J]. *Urban Geography*, 2018, 39(8): 1268-1275.
- [44] Mendizabal M, Heidrich O, Feliu E, et al. Stimulating urban transition and transformation to achieve sustainable and resilient cities [J]. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2018, 94: 410-418.
- [45] Finn D, Chandrasekhar D, Xiao Y. A region recovers: planning for resilience after superstorm sandy [J]. *Journal of Planning Education and Research*, 2019. doi: 10.1177/0739456X19864145.
- [46] Mazur C, Hoegerle Y, Brucoli M, et al. A holistic resilience framework development for rural power systems in emerging economies [J]. *Applied Energy*, 2019, 235: 219-232.
- [47] 唐任伍, 郭文娟. 乡村振兴演进韧性及其内在治理逻辑 [J]. *改革*, 2018(8): 64-72. [Tang Renwu, Guo Wenjuan. The evolution resilience and internal governance logic of rural revitalization. *Reform*, 2018(8): 64-72.]
- [48] Huang X J, Li H, Zhang X L, et al. Land use policy as an instrument of rural resilience: The case of land withdrawal mechanism for rural homesteads in China [J]. *Ecological Indicators*, 2018, 87: 47-55.
- [49] 孟丽君, 黄灿, 陈鑫, 等. 曲周县耕地利用系统韧性评价 [J]. *资源科学*, 2019, 41(10): 1949-1958. [Meng Lijun, Huang Can, Chen Xin, et al. Evaluation of cultivated land system resilience of Quzhou County. *Resources Science*, 2019, 41(10): 1949-1958.]
- [50] Cooper S J, Wheeler T. Adaptive governance: Livelihood innovation for climate resilience in Uganda [J]. *Geoforum*, 2015, 65: 96-107.
- [51] Wilson G A, Hu Z, Rahman S. Community resilience in rural China: The case of Hu Village, Sichuan Province [J]. *Journal of Rural Studies*, 2018, 60: 130-140.
- [52] Henderson F, Steiner A, Farmer J, et al. Challenges of community engagement in a rural area: The impact of flood protection and policy [J]. *Journal of Rural Studies*, 2020, 73: 225-233.
- [53] 胡书玲, 余斌, 王明杰. 乡村重构与转型: 西方经验及启示 [J]. *地理研究*, 2019, 38(12): 2833-2845. [Hu Shuling, Yu Bin, Wang Mingjie. Rural restructuring and transformation: Western experience and its enlightenment to China. *Geographical Research*, 2019, 38(12): 2833-2845.]
- [54] 宋爽, 王帅, 傅伯杰, 等. 社会—生态系统适应性治理研究进展与展望 [J]. *地理学报*, 2019, 74(11): 2401-2410. [Song Shuang, Wang Shuai, Fu Bojie, et al. Study on adaptive governance of social-ecological system: Progress and prospect. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74 (11): 2401-2410.]
- [55] Penny P R, Kaye-Blake W H, Stirrat K A, et al. Identifying resilience dimensions and thresholds: Evidence from four rural communities in New Zealand [J]. *Resilience-International Policies, Practices and Discourses*, 2019, 7 (2): 149-171.
- [56] 宋戈, 连臣. 黑龙江省耕地资源安全预警分析及预警系统的构建 [J]. *农业工程学报*, 2012, 28(6): 247-252. [Song Ge, Lian Chen. Analysis and system construction of safety early warning for cultivated land resources in Heilongjiang Province. *Transactions of the CSAE*, 2012, 28(6): 247-252.]
- [57] 傅丽华, 彭耀辉, 谢美, 等. 山区县国土空间规划协同的弹性空间测度: 以湖南省茶陵县为例 [J]. *地理科学进展*, 2020, 39(7): 1085-1094. [Fu Lihua, Peng Yaohui, Xie Mei, et al. Resilience spatial measurement of coordinated spatial planning in hilly areas: A case study of Chaling County, Hunan Province. *Progress in Geography*, 2020, 39(7): 1085-1094.]
- [58] 魏宏森, 曾国屏. 系统论: 系统科学哲学 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1995: 349-358. [Wei Hongsen, Zeng Guoping. *System theory: Philosophy of system science*. Beijing, China: Tsinghua University Press, 1995: 349-358.]
- [59] R. J. 约翰斯顿. 哲学与人文地理学 [M]. 蔡运龙, 江涛, 译. 北京: 商务印书馆, 2001: 13. [Johnston R J. *Philosophy and human geography*. Translated by Cai Yunlong, Jiang Tao. Beijing, China: The Commercial Press, 2001: 13.]
- [60] 理查德·皮特. 现代地理学思想 [M]. 周尚意, 译. 北京: 商务印书馆, 2007: 329-330. [Richard Peet. *Modern geographical thought*. Translated by Zhou Shangyi. Beijing, China: The Commercial Press, 2007: 329-330.]
- [61] 刘凯, 汤茂林, 刘荣增, 等. 地理学本体论: 内涵、性质与理论价值 [J]. *地理学报*, 2017, 72(4): 577-588. [Liu Kai, Tang Maolin, Liu Rongzeng, et al. Geography's "World view": The ontological issues of geography. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(4): 577-588.]
- [62] 王俊, 孙晶, 杨新军, 等. 基于NDVI的社会—生态系统多尺度干扰分析: 以甘肃省榆中县为例 [J]. *生态学报*, 2009, 29(3): 1622-1628. [Wang Jun, Sun Jing, Yang Xinjun, et al. An analysis of disturbance on social-ecological system at multiple scales based on NDVI, case study in Yuzhong county of Gansu Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(3): 1622-1628.]
- [63] 刘彦随. 现代人地关系与人地系统科学 [J]. *地理科学*, 2020, 40(8): 1-14. [Liu Yansui. *Modern human-earth rela-*

- tionship and human-earth system science. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(8): 1221-1234.]
- [64] Crutzen P, Stoermer E. The 'Anthropocene' [J]. *IGBP Newsletter*, 2000, 41: 17-18.
- [65] 金凤君, 靳海涛. 人文—经济地理学的学科融合和创新[J]. *地理科学进展*, 2018, 37(3): 309-316. [Jin Fengjun, Jin Haitao. Integration and innovation paths of human geography. *Progress in Geography*, 2018, 37(3): 309-316.]

Rural production space system resilience and its research domains

WANG Cheng^{1,2}, REN Meijing^{1,2*}, HU Qiuyun^{1,2}, LI Qin^{1,2}

(1. The Laboratory of Research on Rural Human Settlements, School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China; 2. State Cultivation Base of Eco-agriculture for Southwest Mountainous Land, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: As an important attribute of rural production spatce system (RPSS), resilience is a sustainable ability, including persistence (system maintenance), adaptability (system evolution), and transformability (system mutation) in response to internal and external environmental disturbances. It is the only pathway to realizing rural revitalization and sustainable development in rural China. Based on the international and Chinese research and RPSS attributes, this study explored the connotations and essence of RPSS resilience. Meanwhile, based on the epistemology and ontology of philosophy, a qualitative model of RPSS resilience was developed considering the five dimensions of disturbance, stakeholders, state of system, objective of system, and ability of resilience. Applying this qualitative model, this study identified four main research contents of RPSS resilience, which include disturbance recognition and vulnerability analysis, the feedback relationship between vulnerability and resilience, resilience assessment and threshold effect analysis, and the development of adaptive governance system. This article also presented some future research focuses, which include new multidisciplinary and integrative methods, spatiotemporal scale association and multi-dimensional factor transmission, and the integrated development of adaptive governance system of stakeholders. This study may be helpful for the prevention and reduction of major risks and for promoting the development of rural revitalization and rural sustainable development in rural China.

Keywords: rural production space system; resilience; qualitative analysis; research domain