

乡村生产空间系统适应性循环阶段判别及驱动机制

——以重庆市为例

王成^{1, 2} 黄宇航^{1, 2}

(1. 西南大学地理科学学院乡村人居环境研究实验室, 中国重庆

400715;

2. 西南大学西部乡村可持续发展新文科实验室, 中国重庆 400715)

【摘要】: 文章将适应性循环理论模型运用到乡村生产空间系统领域, 构建乡村生产空间系统运行状态的评估模型与指标体系, 根据适应性循环理论中“潜力—连通度—恢复力”的大小及增减关系, 建立三维坐标轴, 将 2009、2014、2019 年重庆市各区县乡村生产空间系统的“潜力—连通度—恢复力”指数进行空间落位, 与适应性循环周期各个阶段相匹配, 划分各个区县乡村生产空间系统适应性循环阶段进而解析其驱动机制, 其结果表明: ①在理清乡村生产空间系统适应性循环学理过程的基础上, 建立三维坐标轴, 将“潜力—连通度—恢复力”指数进行空间落位, 与适应性循环阶段特征相匹配, 判别乡村生产空间系统演化阶段的方法, 弥补并完善了系统阶段划分在数理分析支撑下的缺失, 具有可行性和可操作性。②2009—2019 年, 重庆市各区县乡村生产空间系统处于适应性循环的正向循环, 主要为开发阶段和保护阶段, 其中巴南区等 16 个区县由开发阶段 (r) 向保护阶段 (K) 演进。③重庆市各区县乡村生产空间系统在内外交互力的作用下, 潜力、连通度、恢复力变化各异, 推动着乡村生产空间系统适应性循环的演化升级。

【关键词】: 乡村生产空间系统 乡村振兴 适应性循环 潜力—连通度—恢复力 交通设施 生态保护 驱动机制

【中图分类号】: F327 **【文献标志码】**: A **【文章编号】**: 1000-8462 (2022) 09-0155-11

DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2022.09.018

乡村要振兴, 产业必兴旺。乡村生产空间系统是乡村多元主体在乡村生产空间中通过开展各种生产活动, 形成复杂的社会经济关系, 具有一定结构形态和功能组合机制的空间集合体^[1]。乡村生产空间系统作为践行产业振兴的主战场, 其“人”与“地”要素按照一定规律相互交织, 通过与外界环境发生交互作用 (物质循环、能量流动与信息传递), 发生着要素重组、结构重构、功能转型, 进而促进乡村生产空间系统发生演化。目前, 在新型城镇化和乡村振兴战略双轮驱动下, 中国乡村的经济增长方式与动能、生产要

¹收稿时间: 2022-05-22; 修回时间: 2022-07-18

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2018YFD1100804)

作者简介: 王成 (1975—), 男, 重庆荣昌人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为土地利用与乡村发展、乡村人居环境。E-mail:wchorange@126.com

素组织方式与构成等呈现出新时代特征，乡村生产空间系统所面临自然、社会、经济环境的扰动兼具复杂性、不确定性和难预测性。乡村生产空间系统为应对这一复杂的扰动，通过更为复杂的要素重组、功能转型以实现系统演化。然而，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，并不是孤立存在的，长期以来便持续遭受着来自各类事件的冲击和扰动，是一种复杂的动态结构。乡村生产空间系统演化并非顺利完成向高级阶段进阶，有可能会走向倒退甚至崩溃。因此，如何准确判别乡村生产空间系统所处的阶段，分析不同阶段的特征及其驱动机制，是理解系统有序、健康运行以维持系统稳定的关键。目前，关于乡村生产空间系统研究主要聚焦于两个层面^[1-4]，一是侧重于解析系统本身，如乡村生产空间系统的内涵、要素构成、运行机制及其系统演化的逻辑，二是重点关注于系统的表征，如乡村生产空间系统的脆弱性、适应性和韧性等。尽管这一系列成果为理解乡村生产空间系统提供了重要的基础，但对于乡村生产空间系统的阶段划分的研究较少。当前，学界主要从生态学、管理学等学科入手，在系统演化过程与特征^[5-7]、驱动机制与路径机理^[8-9]、演化规律与模式^[10-13]等领域积累了系统演化阶段划分的丰硕成果，可为本研究的开展提供理论借鉴与方法参考。

重庆市作为我国西部唯一的直辖市，兼具“大城市带大农村、大库区、多民族”的特殊地域环境。自2007年设立城乡统筹综合配套改革实验区以来，在地票制度、户籍制度改革、农村土地制度改革等诸多方面进行了大量试点并取得了显著成效；2019年重庆市西部片区被列为国家城乡融合发展试验区，试验区聚焦于“建立城乡有序流动的人口迁徙制度”等五大试验任务，突出以“人”为核心，重点通过推动城乡要素合理流动，搭建城乡产业协同发展平台予以先行先试。目前，重庆市乡村生产空间系统在经历要素重组、空间重构和功能转型等发展进程中，均面临因利益相关者多元需求与不同形式、不同程度的相互竞合而形成的各种复杂的、不确定的、难预测的扰动。选择重庆市作为研究区进行深入研究，有助于理解不同阶段乡村生产空间系统的特征及其驱动机制，对于理解和促进乡村生产空间系统的合理有序演化，有步骤、分阶段，因地施策逐步开展产业振兴具有良好的示范作用。因此，本文以适应性循环理论为依据，在理清乡村生产空间系统适应性循环学理过程的基础上，建立三维坐标轴，将“潜力—连通度—恢复力”指数进行空间落位，从而判别2009—2019年重庆市各区县乡村生产空间系统适应性阶段并分析其特征，进而解析其驱动机制，为推动产业振兴而提供稳定的空间载体提供理论支撑。

1 理论框架

适应性循环理论由C.S.Holling为首的国际学术组织“恢复力联盟（ResilienceAlliance）”最早提出^[14]，用于解释社会—生态系统的恢复力及其动态发展过程，可将系统演化过程定量化和具象化，克服了演化阶段划分中偏向于定性和较为主观的弊端，在刻画系统演化过程方面具有较大的优势。目前，适应性循环理论已成为复杂系统连续性研究的重要基础理论^[15-18]，它将系统演化一个周期划分为四个动态阶段：开发阶段（r）、保护阶段（K）、释放阶段（ Ω ）、更新阶段（ α ）^[19]，其中，开发阶段和保护阶段为正向循环（系统在不断积累资源和吸收外界能量的过程中，稳定向较强，向前发展迅速）；释放阶段和更新阶段为逆向循环（存在众多的不确定性和风险，系统功能得以调整或者损失，系统存在遭受毁灭性打击或者创造更新的可能）。社会—生态系统受到扰动后系统变化的状态可以通过“潜力—连通度—恢复力”三个属性予以表征^[20-21]，潜力是指系统自身资源禀赋本底条件，反映系统演化的物质基础；连通度是指系统与外部或系统内部各组分之间相互作用的程度，反映系统内或与外界物质、能量、信息交换的数量与频率；恢复力是指系统受风险干扰后维持自身功能和结构的能力，反映系统抵御风险的能力^[22-26]。乡村生产空间系统作为复杂开放动态的人地关系地域系统，其演化的实质就是在多重要素的扰动下，乡村生产空间系统内部要素发生要素重组、空间重构和功能转型的过程。当乡村生产空间系统外界物质、能量和信息通过界面输入系统内部后，在一定的阈值范围内系统将按照原有运行状态运行；但随着乡村生产空间系统外界环境发生变化，一些新的可观察和可控制的变量输入系统，当外部的这些参变量继续加大，突破存在的一个临界点^[27]，这些“力”就会在一定程度上干扰、制约、阻碍着乡村生产空间系统内部要素相互作用的方式，

从而引起系统内部各组成要素、结构和功能不停地震荡和变化^[28]。与此同时，乡村生产空间系统通过吸收、重组、更新的方式进行自组织运行，改变系统原有构成要素的相互作用方式，在内外扰动的共同作用下，乡村生产空间系统的“潜力”“连通度”“恢复力”三重属性相应发生着显著变化，系统发生适应性循环阶段演化，产生新的要素、新结构和新功能，并向外输出新的物质、能量和信息（图 1）。

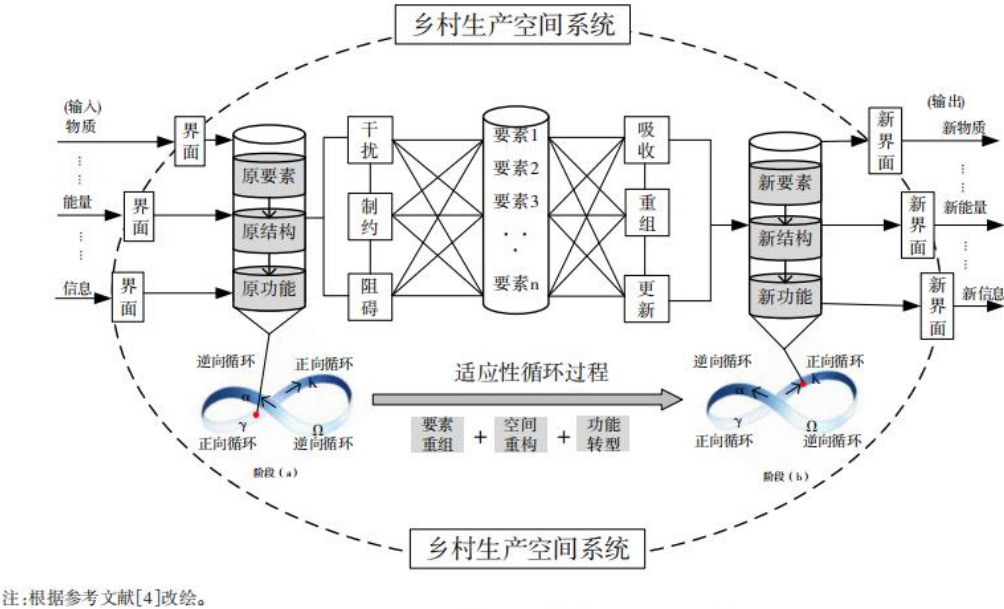


图 1 乡村生产空间系统适应性循环的学理过程

2 数据来源与研究方法

2.1 研究区概况

重庆市辖 26 区 12 县（渝中区 100%城镇化，故不计入样本），辖区总面积 8.24 万 km^2 。截至 2020 年，重庆市农村常住居民人均可支配收入为 16361 元，仅为城镇常住居民人均可支配收入的 40.90%，城乡收入差异较大。2007 年国务院批准重庆市为全国统筹城乡综合配套改革试验区，大量支农惠农政策的实施促使乡村建设跨越式发展，全市乡村建设取得了显著进步，但与此同时，乡村生产空间系统也面临着乡村人口非农化与兼业化严重、生产主体需求错配、生产空间配置矛盾、环境污染^[1]等矛盾，对其开展研究具有很好的代表性和典型性。另根据《重庆市国土空间规划（2021—2035 年）》，重庆市可分为“一区两群”，“一区”指“主城都市区”，“两群”指“渝东北三峡库区城镇群”和“渝东南武陵山区城镇群”（图 2）。

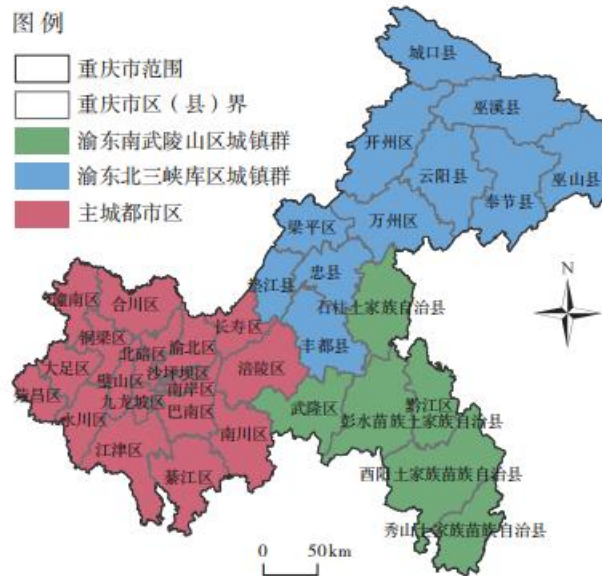


图2 重庆市“一区两群”示意图

2.2 数据收集与整理

本文的数据包括空间与属性数据。空间数据主要包括利用 Bigemap 以及走访重庆市规划和自然资源局而获得的重庆市土地变更调查数据、DEM 数据等。属性数据主要分为社会经济数据、生态环境数据和人口流动数据,通过实地走访重庆市统计局以及各区县的统计局、林业局、生态环境局、网站查询等方式获取。由于政策颁布后生效会有一定的滞后性,故选取在重大政策颁布后 2 年的时点数据作为研究数据。2007 年重庆市纳入全国统筹城乡综合配套改革试验区、2017 年党的十九大提出乡村振兴战略,这两个重大政策的出台,促使重庆市农村改革速度加快,人地关系演变复杂,故选取 2009 和 2019 年作为研究期始末,以 5 年为时段,搜集了重庆市各区县 2009、2014、2019 年三年的相关指标的时点数据。其中,社会经济数据来源于 2010、2015、2020 年的《重庆调查年鉴》《重庆统计年鉴》以及重庆市区县层面的统计年鉴;水土流失率、森林覆盖率等生态环境数据来源于 2010、2015、2020 年的《重庆市水土公报》《重庆市森林资源公报》等;人口流动数据来源于重庆市村镇管理信息系统。自 2007 年以来,研究团队长期扎根于重庆市乡村,多次对重庆市多个区(县)展开实地调研,积累了与乡村建设与发展相关的第一手数据资料,并建立了“农户—土地”数据库,为适应性循环结果验证提供了丰富的经验认知和翔实的数据资料。

表 1 乡村生产空间系统“潜力—连通度—恢复力”评估指标体系

准则层	指标	内涵	正负性	计算方法	单位	权重
潜力	人均耕地面积	反映生产空间的生产潜力	+	耕地面积/乡村总人口	m ² /人	0.139
	森林覆盖率	反映生产空间的生态涵养潜力	+	林地面积/研究单元面积%		0.379
	复种指数	反映生产空间的利用程度	+	农作物播种面积/耕地面积	%	0.121
	水土流失率	反映灾害对生产活动的扰动	—	水土流失面积/研究单元面积	%	0.221
	人均农林牧渔业总产值	反映生产空间的经济价值潜力	+	农林牧渔业产值/乡村总万元/人		0.141

	力		人口	
	反映地形对生产空间连通度			
地形起伏度	的影响	—	高程最大值-高程最小值m	0.233
	反映乡村生产空间系统人口		流动人口/研究单元总人	
人口流动率	的开放性	+	口	% 0.296
连 通公路网密度	反映乡村生产空间系统1内外	+	公路总里程/研究单元面	km/hm ² 0.197
度	界交流便利水平		积	
	农产品商业化产值占比反映农产品市场化的贡献度	+	农产品商品化产值/研究	
			单元	% 0.121
			GDP	
乡村居民人均交通信息支出	反映乡村居民1内部或与外界	+	农村居民交通通讯支出/	万元/人 0.153
	交流的程度		乡村总人口	
	反映乡村生产空间系统产业		二、三产业产值/研究单	
二、三产业发展水平	发展韧性	+	元 GDP	% 0.193
	反映乡村生产空间系统粮食	+	粮食总产量/乡村总人口t/人	0.438
人均粮食产量	安全保障能力			
恢 复农林水事务财政支持强			农林水事务支出/耕地面	
力 度	反映财政投入的支持力度	+	积	万元/hm ² 0.097
农业机械化投入强度	反映科技对乡村生产活动的+		农业总动力/耕地面积	kW·h/hm ² 0.120
	支持作用			
乡村电力设施水平	反映生产空间系统基础设施+		乡村总用电量/研究单元kW-h/人	0.152
	水平		人口	

2.3 “潜力—连通度—恢复力”指标体系构建

本文基于 C. S. Holling 提出的社会—生态系统演化的“潜力”“连通度”“恢复力”三重属性的界定，以及对乡村生产空间系统适应性循环的学理认知，结合重庆市乡村生产空间系统的现势性，依照科学性、系统性、可操作性等原则^[2]，从“潜力—连通度—恢复力”三个维度构建其指标体系，共设 15 项指标（表 1）。其中，潜力是乡村生产空间系统内生资源禀赋的重要表征，选取人均耕地面积、复种指数来反映乡村生产本底；选取森林覆盖率来反映乡村生态本底；选取人均农林牧渔业总产值反映乡村生产水平；研究区处于西南山地丘陵地区，是典型的山地地形，故选取水土流失率作为灾害对生产活动的自然扰动。连通度是系统与外部或系统内部各组分之间相互作用程度的重要表征，选取地形起伏度作为影响系统连通度的负向指标，以人口流动率、农产品商业化产值占比表征人口、资金等要素的流动；以公路网密度表征系统内部或与外界交流的便利水平；以乡村居民人均交通信息支出表征乡村居民与外界或内部交流的程度。恢复力是系统抵御扰动维持其功能的能力的重要表征，选取二、三产业发展水平表征系统产业韧性；选取乡村电力设施水平表征基础设施完善程度；选取人均粮食产量表征粮食安全水平；选取农林水事务财政支持强度表征财政投入强度；选取农业机械化投入强度表征科技支撑水平。

2.4 权重确定与评价价值计算

①数据标准化与权重计算。熵值法能够深刻反映出指标信息熵值的效用价值，具有较强的客观性，既可以克服主观赋权法无法避免的随机性、臆断性问题，还可以有效解决多指标变量间信息的重叠问题^[29]。据此，在本文的研究中，采用熵值法计算指标的客观权重，计算步骤如下：

$$\begin{aligned} \text{当 } X_{ij} \text{ 是正向指标时: } Z_{ij} &= \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \\ \text{当 } X_{ij} \text{ 是负向指标时: } Z_{ij} &= \frac{\max X_{ij} - X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \end{aligned} \quad (1)$$

式中：Z_{ij} 为指标的标准化值；X_{ij} 为指标的原始值；i 为第 i 研究单元；j 为第 j 评价指标项。计算第 j 项指标第 i 研究单元指标值比重：

$$P_{ij} = Z_{ij} / \sum_{i=1}^n Z_{ij} \quad (0 \leq P_{ij} \leq 1) \quad (2)$$

计算第 j 项指标信息熵值：

$$e_j = (-1/\ln n) \times \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij} \quad (3)$$

计算信息熵冗余度（差异性系数）：

$$d_j = 1 - e_j \quad (4)$$

计算各项指标的权重：

$$W_j = d_j / \sum_{j=1}^m d_j \quad (5)$$

②采用加权求和法分维度计算各研究单元潜力—连通度—恢复力评价价值：

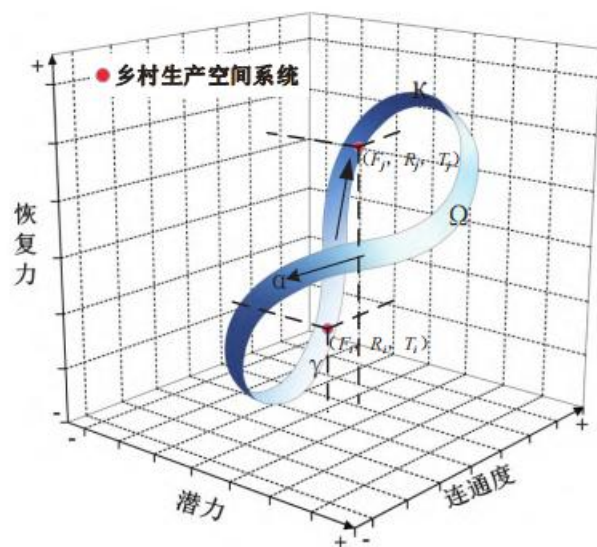
$$F_i = \sum_{j=1}^m Z_{ij} W_j \quad (6)$$

$$R_i = \sum_{j=1}^m Z_{ij} W_j \quad (7)$$

$$T_i = \sum_{j=1}^m Z_{ij} W_j \quad (8)$$

m

式中：F_i、R_i、T_i 分别为第 i 研究单元乡村生产空间系统中的潜力指数、连通度指数、恢复力指数。经检验，该指标体系的内部一致性信度 Cron- bach's Alpha 系数值为 0.830，大于经验阈值 0.700，符合指标表征性和一致性要求。



注: (F_i, R_i, T_i) 和 (F_j, R_j, T_j) 分别为第 i 研究单元和第 j 研究单元乡村生产空间系统的潜力、连通度、恢复力指数。

图3 乡村生产空间系统适应性循环阶段判别模型

2.5 适应性循环阶段判别模型

借鉴相关研究^[30-32], 建立三维坐标轴, 根据一个适应性循环周期内适应性循环阶段的潜力、连通度和恢复力的大小及增减关系, 将适应性循环的“环”在坐标轴中固定, 将各个区县的乡村生产空间系统的“潜力—连通度—恢复力”指数进行空间落位, 进行匹配, 判别各个区县乡村生产空间系统的适应性循环阶段(图3)。系统适应性循环演化至少存在两种情形: 一是对于单独一个乡村生产空间系统而言, 随着时间的演变, 系统适应性循环不仅是在一个循环内发生阶段演化, 还可能在完成一个循环后演化至第二个循环; 二是对于同一时间段的不同乡村生产空间系统, 由于不同系统的独特性和差异性, 样本可能并不处于一个循环内。故对于本文而言, 处理样本量较大的样本, 需要对其所处的不同循环进行区分, 以体现不同系统的差异性、使得划分结果更符合发展实际。

3 乡村生产空间系统适应性循环阶段判别

3.1 乡村生产空间系统“潜力—连通度—恢复力”时空演变

根据公式(6)~(8)计算重庆市各区县潜力—连通度—恢复力, 并运用 ArcGIS 软件采用自然断点法将各个区县的潜力—连通度—恢复力指数予以可视化表达(图4)。

①潜力。重庆市 2009—2019 年乡村生产空间系统平均潜力为 0.333~0.399, 稳中有升。空间上看, 呈现出“两高一低”(“渝东北三峡库区城镇群”和“渝东南武陵山区城镇群”两极高, “主城都市区”低)的空间格局。其主要为“一区两群”的自然禀赋和未来的发展定位差异所致, 其中“渝东北三峡库区城镇群”的柑橘、中药材、牛羊等特色产业优势明显, 形成了柑橘、榨菜、脆李 3 个国家优势特色产业集群; “渝东南武陵山区城镇群”拥有良好文旅产业融合基底, 多业态及其产业融合发展为乡村生产空间系统提供了重要的物质基础。

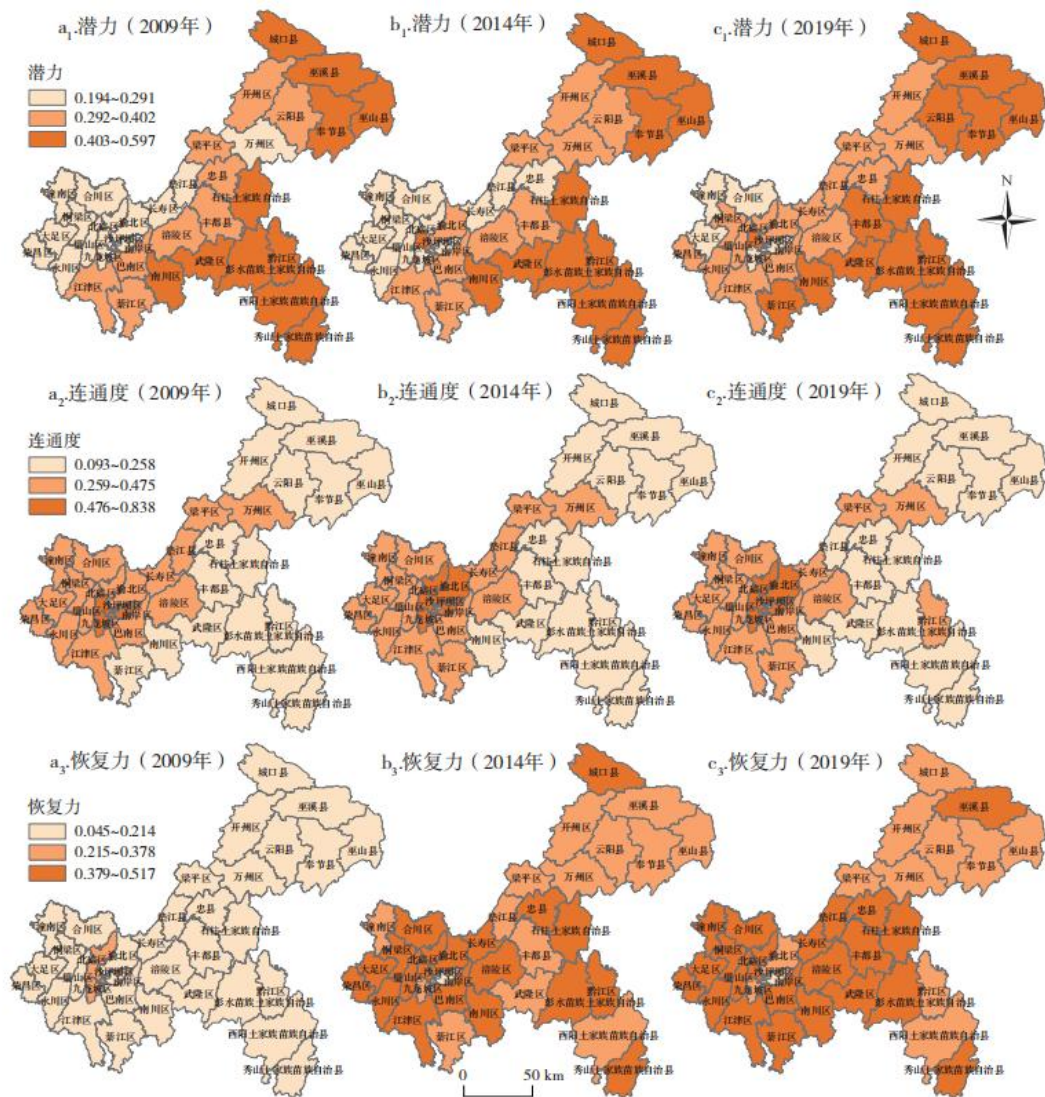


图4 重庆市乡村生产空间系统“潜力—连通度—恢复力”时空演变

②连通度。重庆市 2009—2019 年乡村生产空间系统平均连通度为 0.288~0.355，稳定上升。空间上看，呈现出由“主城都市区”到“渝东南武陵山区城镇群”再到“渝东北三峡库区城镇群”的梯级差异。“主城都市区”受中心城区的辐射与带动，其乡村生产空间系统与外部系统之间以及系统内部中的要素流动更为频繁，将优势转化为增长动力，增间上看，“主城都市区”乡村生产空间系统的恢复力明显高于其他两群。这与经济发展水平、乡村投入息息相关。“主城都市区”生产要素集中，经济、信息、技术优势较为突出，其乡村生产空间系统抵御风险能力较强且发展较快；在扶贫脱贫和乡村建设的大背景下，重庆市实施差异化的财政体制，“渝东南武陵山区城镇群”和“渝东北三峡库区城镇群”乡村投入得以迅速增长，乡村产业结构优化、基础设施水平提升、农业现代化水平提高，都显著地提升了乡村生产空间系统的恢复力。

3.2 乡村生产空间系统演化的适应性循环阶段判别结果根据乡村生产空间系统适应性循环阶段判别模型（图 3），将重庆市乡村生产空间系统“潜力—连通度—恢复力”指数进行三维空间落位，以潜力—连通度—恢复力三个指数加权求和的平均值为参考，再结合对区县调研形成的实地认知以及重庆市乡村发展的已有研究成果^[33-34]，将 2009—2019 年重庆市 37 个区县的乡村生产空间系统适应性循环分为两个不同层次的循环，即第一循环与第二循环，其中，第二循环在发展阶段上高于第一循环，同时对各区县乡村生产空间系统适应性循环进行判别（图 5，表 2）。

由图 5 和表 2 可知，总体上，重庆市各区县乡村生产空间系统属于正向循环，处于开发阶段与保护阶段中。由于“一区两群”同一区域的区县其自然资源条件和政策环境条件趋同，乡村生产空间系统往往有着类似的功能和结构，故在三个地区中分别选择“潜力—连通度—恢复力”指数之和和最接近区域平均值的区县，即选择巴南区（主城都市区）、彭水苗族土家族自治县（渝东南武陵山区城镇群）、丰都县（渝东北三峡库区城镇群），并对其进行详细分析。

巴南区（主城都市区）。总体上，研究期间巴南区潜力和连通度稳步发展，乡村生产空间系统通过不断积累资源和吸收外界能量，系统结构与功能优化升级，处于正向循环，但各个时段差异明显。2009—2014 年巴南区乡村生产空间系统潜力、连通度、恢复力都明显上升，且增速较快，系统处于第二循环中的开发阶段，主要因为 2009 年重庆市成为全国统筹城乡综合配套改革示范区，国家和市级层面出台大量的优惠政策，各利益相关者响应强烈，系统运行处于加速量变状态；2014—2019 年乡村生产空间系统潜力、连通度继续保持上升，恢复力略有下降（从 2014 年的 0.432 下降到 2019 年的 0.407），属于开发—保护阶段，主要由于政策红利转化成效能的效果开始下降，乡村生产空间系统面临着停滞甚至陷入僵化的风险。

彭水苗族土家族自治县（渝东南武陵山区城镇群）。尽管研究期间彭水苗族土家族自治县乡村生产空间系统处于第一循环中的开发阶段，但不同时段其特征各异。2009—2014 年乡村生产空间系统潜力、连通度、恢复力都明显上升，且增速较快，系统受到干扰剧烈，而 2014—2019 年系统潜力、恢复力继续保持上升，连通度略有下降。总体上其潜力高于同时期的重庆市乡村生产空间系统的平均水库区城镇群”，因重庆市村村通户户通等政策落实，农村基础设施特别是交通设施得到了进一步改善，其连通度得以稳步提升。

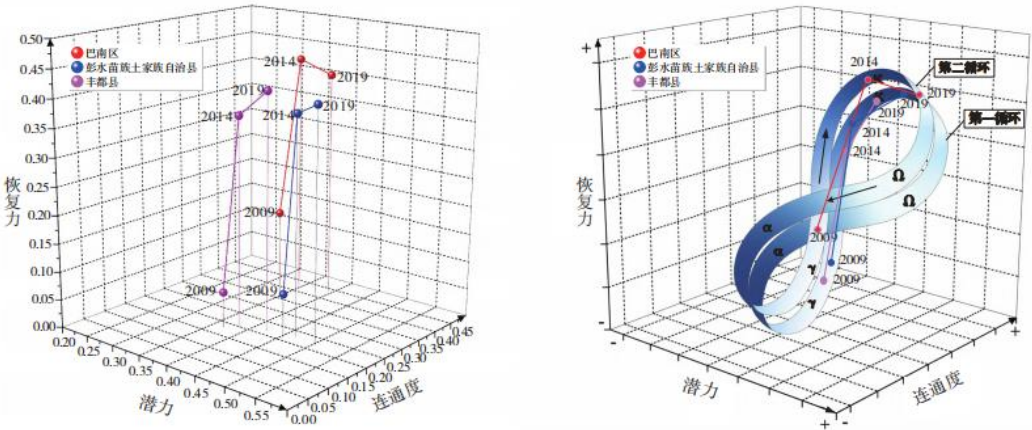


图 5 重庆市乡村生产空间系统“潜力—连通度—恢复力”指数与适应性循环阶段判别

③恢复力。重庆市 2009—2019 年乡村生产空间系统平均恢复力为 0.134~0.395，发展迅速。空平，但是连通度、恢复力指数都显著低于同时期重庆市区县的平均水平，主要因为林地和耕地资源丰富，乡村生产空间系统本底条件较好，但与之相匹配的产业设施，农田水利设施略显不足，乡村生产空间系统抵御旱涝的能力差、系统韧性较弱。

表 2 重庆市各区县乡村生产空间系统潜力、连通度、恢复力指数及适应性循环阶段

区县	2009			2014			2019			阶段	
	潜力	连通度	恢复力	潜力	连通度	恢复力	潜力	连通度	恢复力	2009?2014	2014—2019
巴南区	0.339	0.376	0.152	0.354	0.410	0.432	0.395	0.433	0.407	2-r	2-K
璧山区	0.350	0.320	0.209	0.374	0.439	0.412	0.395	0.475	0.492	1-r	1-K
城口县	0.531	0.116	0.114	0.541	0.138	0.408	0.580	0.188	0.342	1-r	1-K
北碚区	0.289	0.430	0.301	0.284	0.494	0.454	0.350	0.573	0.419	2-r	2-K
大渡口区	0.232	0.588	0.276	0.364	0.718	0.317	0.367	0.710	0.467	2-r	2-r
大足区	0.211	0.295	0.107	0.217	0.304	0.409	0.246	0.370	0.466	1-r	1-r
垫江县	0.222	0.280	0.082	0.248	0.283	0.378	0.297	0.254	0.398	1-r	1-r
丰都县	0.369	0.180	0.064	0.386	0.197	0.373	0.423	0.216	0.418	1-r	1-r
奉节县	0.420	0.179	0.068	0.428	0.159	0.348	0.459	0.192	0.363	1-r	1-r
涪陵区	0.360	0.264	0.163	0.359	0.334	0.402	0.393	0.312	0.415	2-r	2-r
合川区	0.195	0.263	0.097	0.213	0.283	0.450	0.252	0.355	0.449	1-r	1-K
江北区	0.196	0.558	0.228	0.253	0.671	0.320	0.286	0.813	0.276	2-r	2-K
江津区	0.325	0.271	0.096	0.316	0.297	0.413	0.367	0.345	0.419	2-r	2-r
九龙坡区	0.240	0.570	0.329	0.235	0.670	0.332	0.291	0.838	0.341	2-r	2-K
开州区	0.358	0.142	0.071	0.357	0.164	0.331	0.402	0.155	0.332	1-r	1-K
梁平区	0.301	0.268	0.077	0.309	0.300	0.342	0.342	0.269	0.344	1-r	1-r
南岸区	0.227	0.520	0.213	0.213	0.605	0.239	0.255	0.632	0.226	2-r	2-K
南川区	0.438	0.219	0.106	0.470	0.230	0.452	0.550	0.258	0.474	2-r	2-r
彭水苗族土家族自治县											
县	0.456	0.209	0.079	0.467	0.225	0.387	0.503	0.221	0.409	1-r	1-r
綦江区	0.330	0.242	0.103	0.352	0.275	0.310	0.415	0.318	0.381	1-r	1-r
黔江区	0.431	0.227	0.154	0.447	0.241	0.405	0.483	0.269	0.366	1-r	1-r
荣昌区	0.263	0.315	0.089	0.286	0.351	0.432	0.371	0.325	0.433	1-r	1-r
沙坪坝区	0.264	0.501	0.371	0.517	0.631	0.516	0.479	0.696	0.517	2-r	2-K
石柱土家族自治县	0.475	0.187	0.067	0.488	0.187	0.422	0.519	0.188	0.391	1-r	1-r
铜梁区	0.265	0.287	0.115	0.262	0.299	0.394	0.324	0.321	0.415	1-r	1-K
潼南区	0.235	0.337	0.045	0.230	0.327	0.357	0.271	0.381	0.440	1-r	1-K
万州区	0.290	0.271	0.160	0.315	0.321	0.351	0.341	0.348	0.341	1-r	1-K
巫山县	0.425	0.135	0.069	0.447	0.138	0.338	0.477	0.140	0.308	1-r	1-r
巫溪县	0.513	0.139	0.074	0.527	0.099	0.363	0.547	0.093	0.401	1-r	1-r
武隆区	0.486	0.201	0.109	0.477	0.242	0.359	0.596	0.215	0.386	1-r	1-K
秀山土家族苗族自治县	0.426	0.202	0.122	0.460	0.249	0.468	0.507	0.234	0.444	1-r	1-r
县											
永川区	0.286	0.305	0.138	0.279	0.384	0.443	0.322	0.415	0.454	1-r	1-K
酉阳土家族苗族自治县	0.465	0.147	0.057	0.463	0.165	0.358	0.494	0.172	0.375	1-r	1-r
县											
渝北区	0.242	0.368	0.182	0.308	0.598	0.385	0.351	0.583	0.327	2-r	2-K
云阳县	0.339	0.176	0.056	0.347	0.166	0.327	0.478	0.192	0.335	1-r	1-r
长寿区	0.223	0.319	0.142	0.229	0.366	0.417	0.302	0.394	0.433	1-r	1-r

忠县	0.311	0.237	0.070	0.277	0.256	0.384	0.330	0.229	0.425	1-r	1-r
平均值	0.333	0.288	0.134	0.354	0.330	0.385	0.399	0.355	0.395	-	-

注：1-r 代表第一循环开发阶段，1-K 代表处于第一循环保护阶段，2-r 代表第二循环开发阶段，2-K 代表处于第二循环保护阶段。

丰都县（渝东北三峡库区城镇群）。总体上研究期间丰都县乡村生产空间系统处于第一循环中的开发阶段。2009—2019 年，丰都县乡村生产空间系统潜力、连通度、恢复力都明显上升，且增速较快，其潜力指数高于同时期的重庆市乡村生产空间系统的平均水平，但是连通度、恢复力指数都显著低于同时期重庆市区县的平均水平。2013 年石渝高速贯通，丰都县充分利用紧邻大都市的优势，主动“融入主城、联动两群”，承接主城都市区“溢出效应”，同时，丰都县 2017 年成功摘“帽”，通过大力发展以畜禽养殖为重点的山地特色高效农业，促进了农业增效和农民增收。

4 机制

乡村生产空间系统适应性循环的驱动乡村生产空间系统的状态是农村发展内核和农村发展外援系统之间相互作用、相互协调的综合结果 [35]，乡村生产空间系统“潜力—连通度—恢复力”是乡村生产空间系统应对外援驱动力（工业化、城市化、政策环境等）和内生发展动力（农业结构调整、新业态、多元主体等）相互作用的响应表征。2009—2019 年重庆市乡村生产空间系统“潜力—连通度—恢复力”（表 3）三者共同作用，驱动重庆市各地区（区县）乡村生产空间系统向着更高阶段演化升级，从而促进乡村产业结构变化、生产方式变革、人地关系调整（图 6）。

表 3 重庆市“一区两群”乡村生产空间系统潜力、连通度、恢复力指数

重庆市“一区两群”	2009			2014			2019		
	潜力	连通度	恢复力	潜力	连通度	恢复力	潜力	连通度	恢复力
主城都市区	5.410	7.358	3.471	5.982	8.697	7.893	6.893	9.555	8.258
渝东北三峡库区城镇群	4.084	2.131	0.910	4.187	2.226	3.947	4.681	2.281	4.012
渝东南武陵山区城镇群	2.742	1.177	0.590	2.806	1.310	2.402	3.105	1.301	2.374

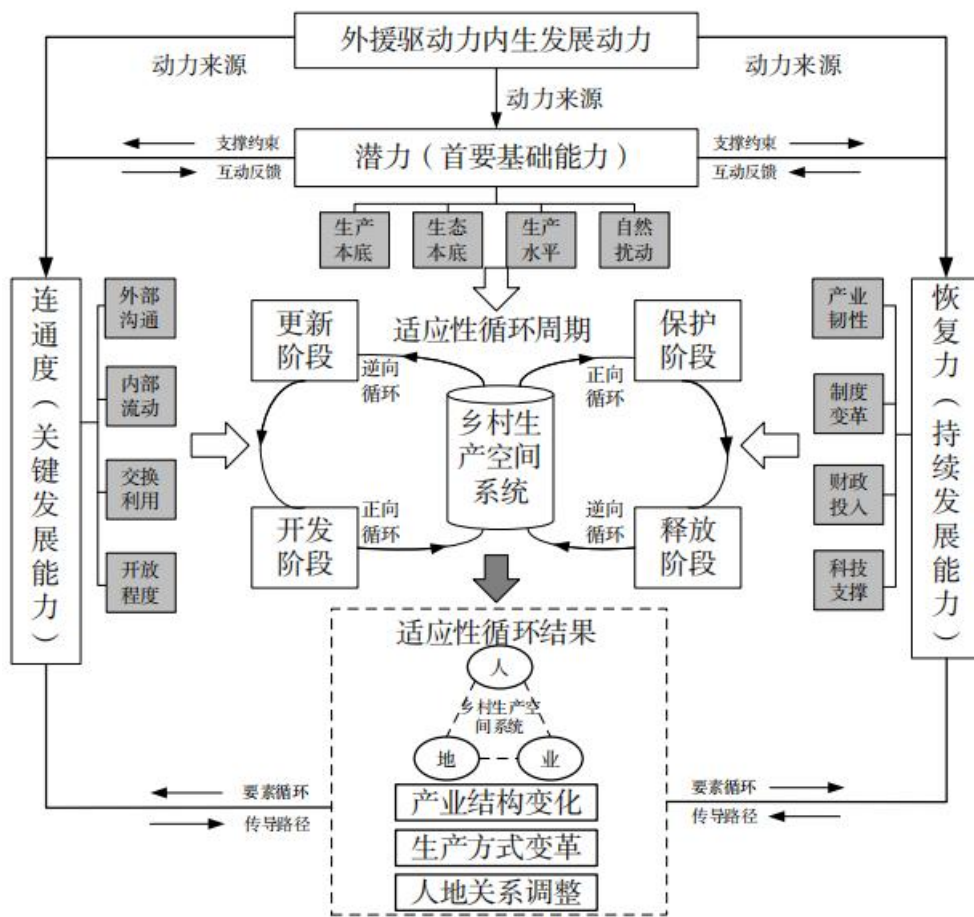


图6 乡村生产空间系统适应性循环驱动机制

4.1 潜力水平是乡村生产空间系统演化的首要基础能力

潜力水平是乡村生产空间系统演化的首要基础能力，反映一个地区乡村生产空间系统的资源禀赋条件，是系统演化的基础。2009—2019年，“主城都市区”中巴南区等11个区县乡村生产空间系统演化至第二循环阶段，占整个“主城都市区”的55%。“主城都市区”潜力水平由2009年的5.410增长到6.893，提升了1.483，远远超过了“渝东南武陵山区城镇群（0.363）”和“渝东北三峡库区城镇群（0.597）”。一方面由于“主城都市区”地形平坦，资源本底条件较好，经济社会发展状况明显优于“两群”，另一方面由于该区域特殊的区位优势，在城市虹吸效应影响下，外部资源、要素更倾向于流入该地区，为该区域乡村生产空间系统加速演化提供了基础本底和外部动力。“渝东南武陵山区城镇群”和“渝东北三峡库区城镇群”受地形地貌的影响，耕地破碎化程度高，乡村发展水平低，但随着脱贫攻坚成功摘“帽”，巩固脱贫攻坚成果与乡村振兴相衔接的落实，其资源本底得到质的改善，其乡村生产空间系统演化也将加速，而11个区县维持乡村生产空间合理演化的经验为其因地制宜开展产业振兴工作提供夯实本底，激发其内生活力提供了借鉴，有助于重庆市潜力水平整体改善。

4.2 连通度是乡村生产空间系统演化的关键发展能力

连通度是乡村生产空间系统演化的关键发展能力，影响着系统吸收利用外部资源要素和重组更新系统内部功能、结构的水平。2009—2019年“主城都市区”连通度指数从7.358增长至9.555，增速达到29.86%，明显高于“渝东南武陵山区城镇群”和“渝东北三峡库区城镇群”的7.01%和10.56%。表明“主城都市区”

交通便利程度较高,资源要素流动频繁,内部各区县乡村生产空间系统内外交流密切,通过吸收新物质、能量、信息,加速了系统演化,处于比较领先的阶段。而对于发展相对落后的“渝东南武陵山区城镇群”“渝东北三峡库区城镇群”,虽然系统连通度有了一定程度的改善,刺激了系统内外交流的能力,但是远不及“主城都市区”连通度的改善提供的系统演化动力,其中“主城都市区”中有巴南区等13个区县乡村生产空间系统由开发阶段演化至保护阶段,“渝东南武陵山区城镇群”6个区县中仅有武隆区乡村生产空间系统由开发阶段演化至保护阶段,“渝东北三峡库区城镇群”11个区县中万州区、开州区、城口县3个区县乡村生产空间系统由开发阶段演化至保护阶段。

4.3 恢复力是乡村生产空间系统演化的持续发展能力

恢复力是乡村生产空间系统演化的持续发展能力,反映系统抵御内外部扰动能力和要素重组、功能重构的能力。2009—2019年“主城都市区”“渝东南武陵山区城镇群”“渝东北三峡库区城镇群”乡村生产空间系统恢复力增速分别为137.91%、302.07%和340.87%,其主要原因是政策红利(2007年重庆市被批准为全国统筹城乡综合配套改革试验区,脱贫攻坚、乡村振兴战略等)转化成效能的效果显现,增加了乡村生产空间系统应对扰动能力,提升了乡村生产空间系统的恢复力,从而维持自身有序演化。同时,政策红利对乡村生产空间系统恢复力的影响随地区差异其影响程度不同,经济相对落后的“渝东南武陵山区城镇群”“渝东北三峡库区城镇群”明显高于“主城都市区”,因此,提升政策的联动作用,充分发挥政策红利增效的持续能力,是提升乡村生产空间系统恢复力以确保系统合理有序演化的关键。

5 讨论与结论

5.1 结论

①重庆市乡村生产空间系统“潜力—连通度—恢复力”时空分布差异明显。2009—2019年重庆市乡村生产空间系统潜力总体上呈现上升趋势,空间上呈现出“渝东北三峡库区城镇群”和“渝东南武陵山区城镇群”两极高,“主城都市区”低的空间格局;2009—2019年系统连通度稳定上升,“主城都市区”最高,“渝东南武陵山区城镇群”次之,“渝东北三峡库区城镇群”最低;2009—2019年系统恢复力持续增强,“主城都市区”远远高于“渝东北三峡库区城镇群”和“渝东南武陵山区城镇群”。

②在理清乡村生产空间系统适应性循环学理过程的基础上,建立三维坐标轴,将“潜力—连通度—恢复力”指数进行空间落位,与适应性循环阶段特征相匹配,判别乡村生产空间系统演化阶段的方法,运用重庆市各区县乡村生产空间系统适应性循环阶段判别,总体上各区县处于适应性循环中的开发阶段与保护阶段,处于正向循环,该方法具有可行性和可操作性。

③乡村生产空间系统“潜力—连通度—恢复力”是乡村生产空间系统应对外援驱动力(工业化、城市化、政策环境等)和内生发展动力(农业结构调整、新业态、多元主体等)相互作用的响应表征。潜力是乡村生产空间系统演化的首要基础能力、连通度是乡村生产空间系统演化的关键发展能力、恢复力是乡村生产空间系统演化的持续发展能力,三者共同作用,促进乡村生产空间系统的演化。

5.2 讨论

本文尝试将适应性循环理论运用到乡村生产空间系统领域,通过“潜力—连通度—恢复力”构建乡村生产空间系统运行状态的指标体系与评价模型,在对关键变量变化情况进行量化的基础上,利用关键变量的值进行空间落位,进而与适应性循环阶段特征相匹配,划分乡村生产空间系统适应性循环阶段,在一定

程度上解决了乡村生产空间系统阶段划分较为主观的难题，延展了适应性循环理论。然而，乡村生产空间系统是一个复杂开放的巨系统，因影响因素日趋多元且复杂，其演化的轨迹复杂，在未来的研究中仍需对指标体系的优化、尺度扩展（微观尺度），以及适应性循环阶段划分的精准性进行深入研究，为推行乡村产业振兴提供稳定的空间载体而服务。

重庆市 37 个区县乡村生产空间系统整体上属于正向循环，处于适应性循环的开发阶段与保护阶段中，但仍有部分区县乡村生产空间系统出现了停滞或僵化。在新发展阶段，重庆市要全面推进乡村产业振兴，应依据各个区县乡村生产空间系统所处阶段实行合理有效的产业振兴政策和举措。主城都市区乡村生产空间系统要发挥地理邻近优势，畅通要素流动通道，尽可能承接“重庆大都市”的溢出效应；“渝东北三峡库区城镇群”和“渝东南武陵山区城镇群”乡村生产空间系统在保护生态环境、全力营建山清水秀美丽之地、确保自然资源本底水平不降低的前提下，应加强道路、管网、通讯等基础设施建设，完善产业配套服务设施，为产业升级、延长产业链和产业融合发展提供重要保障。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 赵赞, 陆林, 任以胜. 非线性视角下的上海旅游地复杂系统演化过程及动力学特征 [J]. 地理学报, 2021, 76(8): 2032-2047.
- [6] 符琳蓉, 任以胜, 陆林, 等. 南通市“港—产—城”融合发展及演化特征研究 [J]. 现代城市研究, 2021(6): 60-66.
- [7] 李文龙, 匡文慧, 吕君, 等. 北方农牧交错区人地系统演化特征与影响机理——以内蒙古达茂旗为例 [J]. 地理学报, 2021, 76(2): 487-502.
- [8] 刘烨. 干旱区社会水文系统演化规律与驱动机制研究 [M]. 北京: 清华大学, 2016.
- [9] 田丹凤. 山西省煤炭开发生态系统演化阶段及补偿机制 [J]. 经济师, 2015(3): 84-85.
- [10] 郁培丽. 产业集群技术知识创新系统演化阶段与路径分析 [J]. 管理学报, 2007(4): 483-487.
- [11] 张喜, 文弢, 李丹, 等. 竹产业生态系统结构及演化规律——以贵州省赤水市为例 [J]. 生态学报, 2016, 36(22): 7310-7322.

- [12] 沈惊宏, 余兆旺, 沈宏婷. 区域旅游空间结构演化模式研究——以安徽省为例 [J]. 经济地理, 2015, 35(1): 180-186.
- [13] 王振波, 方创琳, 王婧. 1991 年以来长三角快速城市化地区生态经济系统协调度评价及其空间演化模式 [J]. 地理学报, 2011, 66(12): 1657-1668.
- [14] Holling C S, Gunderson L H. Resilience and adaptive cycles [C] //Gunderson L H, Holling C S, eds. *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. New York: Island Press, 2002: 25 - 62.
- [15] 景培清, 张东海, 艾泽民, 等. 基于格局—过程生态适应性循环三维框架的自然景观生态风险评价——以黄土高原为例 [J]. 生态学报, 2021, 41(17): 7026-7036.
- [16] 金校名, 李博. 中国沿海地区海洋渔业产业生态系统适应性循环过程及驱动机制 [J]. 生态学报, 2021, 41(14): 5857-5867.
- [17] 李可昕, 胡宏, 赵慧敏. 基于适应性循环理论与 PSR 框架的区域社会—生态系统演进研究 [J]. 生态学报, 2022(24): 1-16.
- [18] 朱媛媛, 汪紫薇, 乔花芳, 等. 大别山革命老区旅游地“乡土—生态”系统韧性演化规律及影响机制 [J]. 自然资源学报, 2022, 37(7): 1748-1765.
- [19] Cumming G S, Barnes G, Perz S, et al. An exploratory framework for the empirical measurement of resilience [J]. *Ecosystems*, 2005, 8(8): 975 - 987.
- [20] Walker B, Holling C S, Carpenter S R, et al. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems [J]. *Ecology and Society*, 2004, 9(2): 5 - 12.
- [21] Beisner B E, Haydon D T, Cuddington K. Alternative stable states in ecology [J]. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2003, 1(7): 376 - 382.
- [22] Gunderson L H, Holling C S. *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems* [M]. Washington: Island Press, 2002.
- [23] 赵直. 天池博格达自然保护区社会—生态系统适应性循环机制及调控对策研究 [D]. 西安: 西北大学, 2014.
- [24] 余中元, 李波, 张新时. 社会生态系统及脆弱性驱动机制分析 [J]. 生态学报, 2014, 34(7): 1870-1879.
- [25] 孙晶, 王俊, 杨新军. 社会—生态系统恢复力研究综述 [J]. 生态学报, 2007(12): 5371-5381.
- [26] 闫海明, 战金艳, 张韬. 生态系统恢复力研究进展综述 [J]. 地理科学进展, 2012, 31(3): 303-314.

[27] 李曙华. 信息: 有序之源探索生命性系统生成演化规律(一) [J]. 系统科学学报, 2014, 22(2): 1-6.

[28] 张鹏. 乡村空间结构演化中的“有机消长”与“迭代替换”: 基于要素流动视角的解释框架 [J]. 小城镇建设, 2018(4): 83-89.

[29] 王富喜, 毛爱华, 李赫龙, 等. 基于熵值法的山东省城镇化质量测度及空间差异分析. 地理科学, 2013, 33(11): 1323-1329. [30] 张玉娇, 曾杰, 陈万旭, 等. 基于适应性循环的丹江口库区生态风险评价 [J]. 水土保持研究, 2022, 29(1): 349-360.

[31] 李嘉艺, 孙聰, 郑曦. 基于适应性循环理论的区域生态风险时空演变评估——以长江三角洲城市群为例 [J]. 生态学报, 2021, 41(7): 2609-2621.

[32] 刘焱序, 王仰麟, 彭建, 等. 基于生态适应性循环三维框架的城市景观生态风险评价 [J]. 地理学报, 2015, 70(7): 1052-1067.

[33] 欧阳林, 汤卫东. 三十年风雨兼程农村改革展新颜——重庆农村改革 30 年历程、成就及展望 [J]. 重庆经济, 2008(6): 45-49. [34] 钱紫华. 直辖以来重庆市城乡统筹规划实践历程与展望 [J]. 规划师, 2014, 30(8): 88-93.

[35] 张富刚, 刘彦随. 中国区域农村发展动力机制及其发展模式 [J]. 地理学报, 2008(2): 115-122.