

“生产-生活-生态”空间识别与优化研究进展

黄安^{1,2}, 许月卿^{1,2*}, 卢龙辉^{1,2}, 刘超³, 张益宾^{1,2}, 郝晋珉^{1,2}, 王惠^{1,2}

(1. 中国农业大学土地科学与技术学院, 北京 100193; 2. 自然资源部农用地质量与监控重点实验室, 北京 100193;
3. 华中师范大学公共管理学院, 武汉 430079)

摘要:“生产-生活-生态”(简称“三生”)空间识别与优化研究是在识别现状空间结构、格局及问题的基础上,对将来空间进行优化布局,实现空间的均衡、可持续性发展,是一种更具综合性的国土空间分区方式,已成为当前学术前沿和国土空间规划亟需解决的实践问题。论文通过文献调研法、对比法和归纳法,系统梳理了“三生”空间概念内涵、识别与优化研究现状。目前,“三生”空间识别研究取得了阶段性成果,但“三生”空间形成的内在机理与概念探讨不足,“三生”空间的定量识别方法与技术体系研究有待完善,“三生”空间动态演化及驱动机制、空间冲突诊断和问题分析较为薄弱,“三生”空间优化理论和技术体系尚处于初级阶段。未来,应形成“三生”空间识别与优化“质”“量”观,借鉴国际空间规划已有的研究成果,以“‘三生’空间形成机理与概念界定、定量识别、演化机制挖掘、冲突诊断与问题分析、优化调控与模拟”为主线,系统构建“三生”空间识别与优化的理论与技术体系;同时,重视具有水平方向和垂直方向特征的山区“三生”空间识别与优化研究。

关键词:“生产-生活-生态”空间;识别;优化;进展与展望

工业化和城镇化快速推进给国土空间格局合理布局与开发带来了前所未有的影响和冲击,城乡建设用地不断扩张,农业和生态空间受到挤压,环境污染严重,生态系统退化,城镇、农业、生态空间矛盾加剧,国土空间可持续发展面临严峻挑战和危机^[1-4]。为此,习近平总书记在治国理念中高度总结形成“以政治高度提升生态文明观、与自然和谐共生的可持续发展以及以绿色发展为导向的新政绩观”等观点,并作出“整体谋划国土空间开发,科学布局生产空间、生活空间、生态空间,给自然留下更多修复空间”的重要指示^[5]。优化国土空间开发格局,促进生态空间山清水秀、生产空间集约高效、生活空间宜居适度,实现国土空间融合发展理念得到国家政府部门和学术界广泛关注^[6]。学术界理念与政策需求的不谋而合,使得兼顾生态、生产、生活的

强综合性国土空间规划逐渐成为了核心规划,在历经两规衔接→三规合一→多规合一→承载力基础上的空间规划等一系列试点探索后,逐渐形成了资源环境承载力和国土空间适宜性“双评价”基础上的空间规划思路,并逐步替代了原有的国民经济和社会发展规划、主体功能区规划、土地利用规划、城乡规划等多类型规划^[7-10]。作为生态文明建设理念下国土空间开发与治理最直接、最重要的目标与表现,以及实现国土空间开发格局优化的重要抓手,“生态-生产-生活”空间(简称“三生”空间)结构及其组成要素识别与优化研究,已成为当前学术前沿和国土空间规划亟需解决的实践问题^[11-12]。

“三生”空间识别与优化研究旨在从结构、数量、位置与时序等多方面平衡、协调布局国土空间,达到“生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态

收稿日期:2019-04-01;修订日期:2019-09-17。

基金项目:国家自然科学基金项目(41971238, 41571087)。[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 41971238 and 41571087.]

第一作者简介:黄安(1990—),男,四川雅安人,博士生,主要研究方向为土地利用多功能与可持续、国土空间规划等。

E-mail: hhanner@163.com

*通信作者简介:许月卿(1972—),女,河北定州人,副教授,主要研究方向为土地利用变化与可持续利用、土地利用多功能、国土空间优化等。E-mail: xmoonq@sina.com

引用格式:黄安,许月卿,卢龙辉,等.“生产-生活-生态”空间识别与优化研究进展[J].地理科学进展,2020,39(3):503-518.[Huang An, Xu Yueqing, Lu Longhui, et al. Research progress of the identification and optimization of production-living-ecological spaces. Progress in Geography, 2020, 39(3): 503-518.] DOI: 10.18306/dlxjz.2020.03.014

空间山清水秀”的国土管理目标,是国土空间规划的专题研究内容之一,同时也是国土空间规划的一种分区方式。空间规划是国家完善市场体系、提高竞争力、进行宏观调控不可缺少的手段,是中央政府站在国家立场,防止和纠正完全自由经济体制下市场失灵、进行政府干预的一种手段^[13]。“空间规划(spatial planning)”一词最早源于1983年欧洲区域规划部长会议所采纳的《欧洲区域/空间规划宪章》,指经济、社会、文化和生态政策在地理空间上的表达,是在一个总体战略指导下,通过多科学和综合途径,为实现区域的均衡发展和空间均衡协调组合而形成的管理技术和政策^[14]。在1997年《欧洲空间规划体系和政策概要》(简称《概要》)发布实施后,进一步推进了“空间规划”在世界范围内的快速传播和深度认知,荷兰、英国、德国和日本等发达国家根据国情,在政策法律、规划机构、规划体系、规划编制以及保障机制等方面开展了大量研究,并形成了健全、清晰的并具备典型性的空间规划体系^[9]。作为一种协调与统筹所有与空间相关、对空间发展生产影响的规划和政策的过程,空间规划的制定紧密结合了社会、经济与生态的发展目标,编制最重要的目标是解决不同类型空间均衡、可持续发展落地的问题^[15-17],更趋向于一种综合性的规划工作框架和技术导向^[18]。国际空间规划发展为中国国土空间规划的编制提供了丰富的经验。

“三生”空间识别与优化研究是在识别现状空间分布格局及问题的基础上,对未来空间进行优化布局,以实现保护与开发空间的均衡、可持续性发展,有助于完善国土空间规划的相关理论、方法与技术体系,实践中有助于长远谋划和科学统筹区域国土空间资源和布局,实现国土空间有效管控及科学治理,是完成国土空间规划编制的重要研究课题。目前,学术界对“三生”空间识别作了大量研究,并取得了系列成果,主要集中于“三生”空间概念与内涵^[2,19-22]、“三生”空间用地分类体系^[23-27]、“三生”空间识别^[28-29]。同时,“三生”空间的概念和理论被广泛应用于土地科学的各个领域,如“三生”空间和乡村重构与优化布局^[30-31]、土地整治^[32]、城市布局^[33]、旅游开发^[29,34]等。但由于“三生”空间研究开展时间较短以及学科背景和研究视角存在较大差异,其概念与分类、识别与评价以及协同与优化等方面尚处于起步阶段。“三生”空间的内涵及其形成机制、定量识别与测度、演替规律与交互关系、协同与优化路

径等都亟待厘清。因此,本文在查阅国内外“三生”空间相关研究文献的基础上,对“三生”空间识别与优化研究进行系统梳理和回顾,分析当前“三生”空间的研究现状与存在的问题,探讨未来“三生”空间研究的重点方向、解决思路,以期为系统构建“三生”空间识别与优化理论与方法提供参考。

1 “三生”空间形成机理与内涵

1.1 空间分区

“三生”空间是一种综合性的分区方式,而空间分区是国土空间优化配置的重要基础与核心内容,是制定差别化国土资源管理政策的主要依据,其形成与空间规划体系的目标息息相关^[9]。国际上所形成的空间规划体系大致可分为4种类型:以追求社会经济发展和增长为目的的“区域经济发展政策型”体系,以强调土地利用管控达到调节市场开发目的“土地利用型”体系,以通过城市设计和建筑控制引导自然和文化遗产保护与合理再利用的“城市设计与环境美化型”体系,以及以协调经济、社会、环境、交通等各个方面引导城市和乡村全面、可持续发展为目的的“综合型”体系^[13]。法国、荷兰、德国、日本等空间规划体系较为成熟及典型的国家早期多以区域经济发展型空间规划、“土地利用型”体系为主,在经济发展到一定阶段后,逐渐转向了综合型体系。该体系下,空间分区趋向整体性、系统性以及综合性方向发展,弥补了以往对人文、社会以及生态方面关注较少的缺陷,不同国家综合型体系下的分区及主要规划方向存在较大差异。

法国在2000年以后逐渐从区域经济发展体系转向综合型体系,更多关注社会与环境之间的问题,强调地方经济、土地利用、交通、公共服务设施、生态环境的平衡与协调问题,《空间规划指令》中将空间类型划分为城市发展、乡村发展、保留农业、森林、自然保护等空间类型。荷兰、德国综合空间规划更加注重空间协调,不仅包括实体性物质设施和环境空间的适宜性安排,更重要的是不同利益主体之间冲突和关系的协调^[35-36];荷兰省级规划将空间划分为:现有都市区、都市扩张区、主要国家及区域基础建设工业区、各类型农业区、休闲区、自然保育区以及水源水体区等多个重要区域^[37-38],德国从经济、创造力释放、科教、住房、城市与绿色空间、自然环境、交通等多方面编制综合规划^[39]。日本5次全

国综合开发规划均以“开发”为基调,以量的扩大为目标,在2005年后的“国土形成规划”中转向提高国土质量,更加注重国土的利用、开发和维护的综合协调与治理,将空间划分为都市地域、农业地域、森林地域、自然公园地域、自然保护地域等5个空间类型^[40-42]。英国由于市场化程度高、土地私有的特点,早期以土地利用型为主,在2004年后,转向注重多种专项规划协调的综合型城镇规划,国家规划政策框架致力于实现经济、社会和环境3个维度的可持续发展,并从住房、商业、基础设施、矿产、健康、环境保护等多个方面编制空间规划^[43-44]。城市设计与环境美化型空间规划体系是一种尚未成熟的规划体系,该类体系适宜在风景秀丽、历史文化遗产较多、旅游业在财政收入占比较重的国家实施,将自然景观和历史文化遗产作为规划核心,典型国家是意大利,其空间规划具有较强的功能综合性,强化并整合地域核心资源,分区更加注重文化、海洋、旅游、环境、城市居住区以及手工业等^[45-46]。在中国,受政治、社会以及经济环境的影响,空间规划核心议题经过“经济增长、城市建设→耕地保护、指标控制→科学发展、人居环境→全面协调可持续发展”的转变^[47],空间规划类型从经济增长型、土地利用型逐渐过渡到综合型,空间类型的划分也随着规划目标的改变,逐渐形成更具综合性的城镇空间、农

业空间以及生态空间,并要求划定城镇开发边界、耕地保护红线、生态红线,在这3区范围内协调生产、生活、生态空间发展^[4,25]。

综上所述,中国以可持续发展为目标的“三生”空间从生产(经济)、生活(社会)、生态(自然环境)3个维度划分与协调土地空间,与其他国家的空间类型划分相比更具综合性。但“三生”空间在综合性的基础上,应当注重二级空间划分内容,以便于空间识别与优化实践操作。由于“三生”空间综合分区方式形成于中国综合型空间规划体系,相关研究也集中在国内。

1.2 “三生”空间形成机理探讨

“三生”空间分区方式受中国国土空间管控战略目标的影响,但其形成和发展深受人类需求与活动的强烈影响。本文立足于人类文明发展历程和人地关系演化阶段,诠释“三生”空间的形成机理及其演替过程(图1)。原始社会时期,原始自然空间以生态空间为主,该空间以诸多自然要素为本底,形成所有空间的背景,人类的需求仅有最原始生存需求,即食物需求,这些需求由原始自然生态空间供给。进入农业社会后,为了满足解决基本温饱的需求,人类对生态空间开展一系列的活动,从原始生态空间中不断索取所需的商品和服务,土地生产功能被逐渐开发利用,并逐渐产生功能区集聚效应,

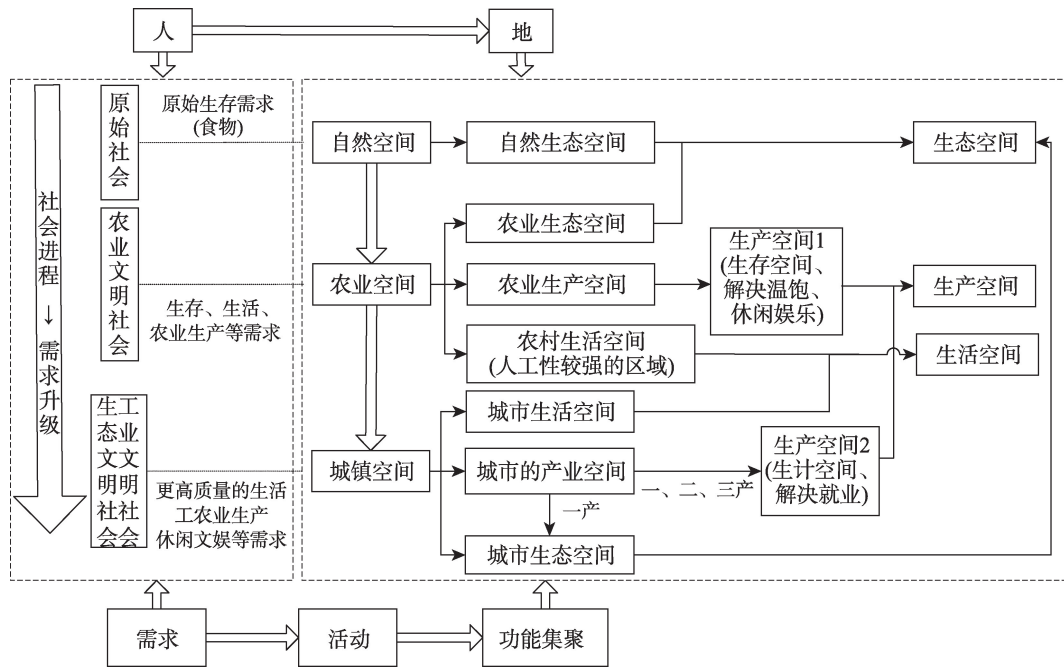


图1 “三生”空间形成机理

Fig.1 Formation mechanism of production-living-ecological spaces

由此,改变了生态空间的形态,加入了人为活动的生态空间形成了农业空间;日益增长的人口对居住空间需求量不断加大,农业空间中的居住功能得以开发,并集聚形成了农村生活空间;农业生产空间在满足人类物质需求的同时,也发挥着一定的空气净化、水土保持等生态功能,由此,形成了人工干预下的农业生态空间。进入工业社会后,人类生产和生活需求层次逐渐提高,居住空间进一步集聚形成城镇生活空间,而社会精细化分工,引致以生产工业产品和服务的二、三产业功能不断集聚,从而形成了城镇生产空间;其中,城镇的生产空间发挥着解决就业的功能,与农业生产空间一并构成了生产空间;另外,在需求性人工干预下,发挥着空气净化、水源净化、防尘防噪、景观美学等一系列的生态功能的空间成片状、网状集聚,成为了新型的城镇生态空间。随着城镇化、工业化、生态文明的推进,人类对土地空间的需求进一步升级,“三生”空间各自发挥的功能呈现多样化趋势^[48],如随着城镇居民生活质量的提高,亲近自然、“归园田居”的享受性需求进一步升级,农业生产空间逐渐产生了休闲、娱乐功能,与粮食生产功能并存;城镇空间中,农业在城镇空间中扮演着解决低收入群体就业、维系城市生态、降低城市密度的重要作用^[49],农业生产功能的集聚,使得城镇生产空间中出现了“一产”空间。在不同需求下,人类改造、征服原始土地,形成不同功能集聚的空间,多样性的需求使得这些空间所拥有的功能通常不唯一;不同区域,由于人类活动强度、需求特征、地域分异等的差异,引致不同区域的“三生”空间格局存在差异,这一形成机制,体现了人地关系在不同阶段的变化本质。

需求的多样性带来了空间功能的多样性,而土

地利用功能集聚是“三生”空间形成的本质,空间所发挥的功能大小是空间识别的关键所在,固定尺度范围的“三生”空间的识别应以土地利用主导功能为基础。“空间”与“功能”之间的存的关系如图2所示,人类根据不同层次的需求,作用于原始土地,形成了不同的土地利用类型,组成不同的土地利用结构,结构决定功能,不同的土地利用结构下供给的产品和服务存在较大差异,形成土地利用功能的差异。在区域主导功能的作用下,形成了“生态-生产-生活”空间格局。空间是功能的载体,功能是识别和优化空间“质”的重要抓手。土地利用多功能性是一个区域在一定时期内,人类根据需求对土地进行改造和利用过程中,土地向人类提供各方面产品和服务的能力,是不同土地利用类型相互联系与作用而形成的多种功能特性,包括生活功能(社会功能)、生产功能(经济功能)、生态功能^[50-51]。土地利用多功能性从供给人类所需求的产品和服务的视角解析土地对人类社会带来的福祉,体现着土地利用满足人类需求的能力^[52-53],与“三生”空间识别的本质和“以人为本”的优化理念不谋而合^[54]。土地利用多功能性强弱体现着土地供给产品和服务能力的强弱,可识别空间内部“质”分布特征,而空间“质”是划分各类空间布局和时序的关键。

1.3 “三生”空间内涵辨析

目前,不同学者从不同视角对“三生”空间的内涵及其关系进行了解读和释义。李广东等^[28]认为生态、生产和生活3种空间涵盖了生物物理过程、直接和间接生产以及精神、文化、休闲、美学的需求满足等,是自然系统和社会经济系统协同耦合的产物。黄金川等^[55]认为生产空间是以主要提供工业品、农产品和服务产品为主导功能的区域,生活空间是以提供人类居住、消费、休闲和娱乐等为主导功能的

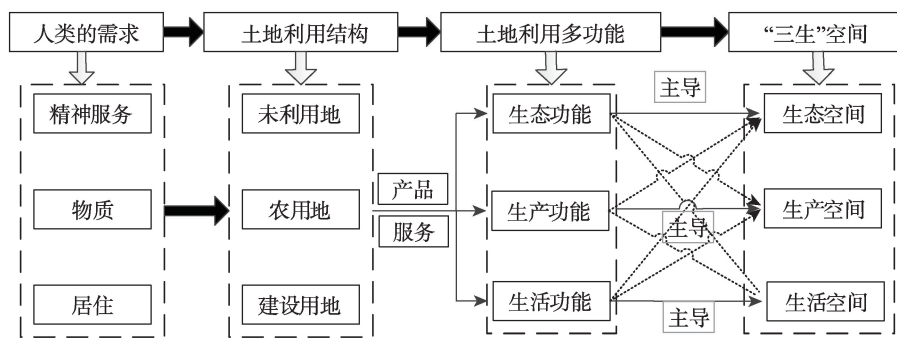


图2 “三生”空间与土地利用功能内在联系

Fig.2 Relationship between production-living-ecological spaces and land-use functions

区域,生态空间是以提供生态产品和生态服务为主导功能的区域,在调节、维持和保障区域生态安全中发挥重要作用。张红旗等^[23]、朱媛媛等^[56]从用地性质角度诠释了“三生”空间的内涵,认为生产空间即为生产用地,为人类提供物质、商品、文化与公共服务等生产经营服务;生活空间即生活用地,为人类提供居住、消费、娱乐等分类场所;生态空间即为生态用地,为人类发展和物种生存繁衍提供环境基质。刘燕^[19]从马克思主义生态文明空间布局思想总结提出,生活空间是人类进行吃穿住用行、日常交往活动以及延续和培育劳动者的主体场域;生产空间则是由一系列生产商品、生产方式所构成的劳动活动的空间;生态空间是自然基础存在的基本形式,是维持劳动主体生命活动的栖居之地,为生产空间、生活空间提供生态前提。此外,学者对“三生”空间的关系进行了阐述,认为生活空间是“三生”空间的核心,生态空间是“三生”空间的基础,支撑生产与生活空间实现自身功能,而生产空间为生活空间和生态空间提供必要的物质内容与技术支撑^[57]。纵观不同学者对“三生”空间内涵的诠释可见,“三生”空间是一种功能空间,根据地域空间为人类提供的各类产品和服务着手进行划分,“三生”空间的认知是以土地利用功能为基础。但由于缺乏“三生”空间形成机理的探讨,使得概念认知存在较大差异。

结合“三生”空间形成机理及不同学者对“三生”空间概念的认知,可将“三生”空间定义如下。生产空间:是以生产功能为主导的空间,主要向人类提供生物物质产品和非生物物质产品以及服务的空间。生活空间:是以生活功能为主导的空间,是人类为了满足居住、消费、娱乐、医疗、教育等各种不同需求,而进行各种活动的空间。生态空间:以生态功能为主导的空间,提供生态产品和服务的空间,主要承担生态系统与生态过程的形成、维持人类生存的自然条件及其效用的空间。各类空间存在多种功能,以生态功能为主的空间中,同时也存在生产和生活功能,“空间”与“功能”之间是“多对多”的关系。

“三生”空间即是一种更具综合性的国土空间分区方式,又标识着优化国土空间应达到的目的。从人地关系视角看,“三生”空间之间存在着如下的关系(图3):生态空间是人类生存的基础,是生产空间和生活空间形成“图底”,是最原始的空间,生态

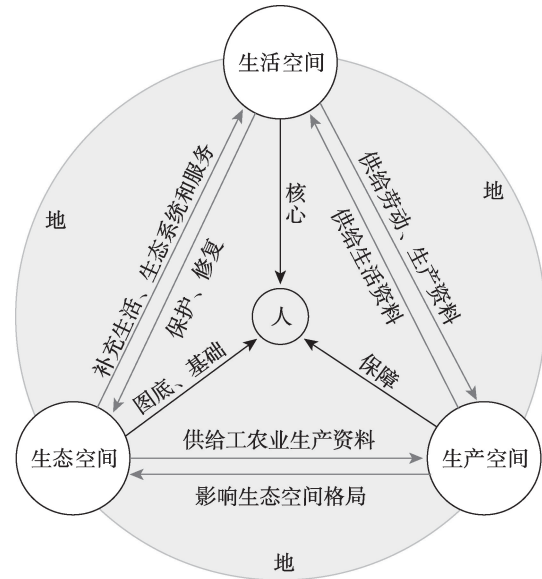


图3 “三生”空间关系

Fig.3 Relationship between production-living-ecological spaces

空间无时无刻向人类提供着供给、调节、文化和支持等各种生态产品和服务。人类活动从生态空间中不断攫取用于生产和生活的产品和服务,并形成集中的空间场所,从而形成了生产空间和生活空间。生产空间是人类生存的保障,生产空间为人类提产品和服务,解决生存和生计等问题。生活空间是核心,是人类生存的主题场域,生活空间宜居适度,关系着人类生活的幸福程度;人类活动联动生产和生态空间,从生产空间中不断索取一切所需的物质产品,从生态空间中索取非物质的生态产品和服务,生产和生态均以构建宜居适度的生活空间为主要目的;随着认知的进一步深入,人类活动从生活和生产空间中不断供给保护和修复生态空间的政策、方案、资料等^[58]。

2 “三生”空间识别及优化研究进展

2.1 “三生”空间识别与演化

国际上典型国家空间规划多通过构建指标体系测算重要对象的“质”,再借助聚类分析、空间叠置法、综合分析法、主因素法等空间分区方法综合识别各类空间,如英国《国家规划政策框架》从经济、社会、环境3个维度,构建评估“住房、商业、基础设施、矿产、国家安全、环境、历史、健康与福利、确保政策的生存能力”等多个方面的指标体系,在此基础上借助空间叠加方法进行地方空间识别与分

区^[44];日本《国土形成计划》在前期社会分析阶段主要从“人口、公共设施、经济、贸易、防灾减灾、粮食供给、水资源、能源、气候、国土资源”等方面构建评估体系,并通过聚类分析、空间叠置等方法获得空间分区^[59];德国空间规划指标体系主要涉及“社会生活、交通、环境、土地、经济”等诸多方面^[39]。美国芝加哥大都市区域规划2040构建了以“宜居社区、人力资本、跨国治理、区域流动”框架下的核心指标体系,该框架具有一定的特色指标,如信息渠道流量、居住工作通勤可达性、城际铁路延长时间、区域间协同治理等^[60]。中国主体功能区规划围绕“资源环境承载力、现有开发密度、发展潜力”构建了一系列指标体系对空间重要对象进行评价,在此基础上采用综合分区方法将空间划分为优化开发区、重点开发区、限制开发区和禁止开发区4个区域^[13]。

中国的“三生”空间识别是对现状生活、生产、生态空间数量、质量在空间上的定位与划分。“三生”空间识别方法具有尺度差异性,根据评价单元的尺度差异,可将“三生”空间识别尺度大致分为以行政区域(县级、乡镇、村级)为评价单元的中宏观尺度^[61]和以图斑、栅格像元为评价单元的微观尺度。目前,已有的“三生”空间识别方法可大致分为土地利用类型归并法、指标体系测算法。土地利用类型归并法是目前应用较多的识别方法,是基于土地利用类型所发挥的主体功能,直接归并土地利用类型为不同的空间类型,获得“三生”空间分布格局^[25,62]。该方法常用于中宏观尺度和图斑尺度的“三生”空间识别研究中,操作较简单,可以快速识别“三生”空间在“量”上的分布特征,但难以刻画地类功能的时空动态性及“三生”空间功能的强弱,即空间“质”的差异特征^[23,25-27]。指标体系构建法是根据影响“三生”空间的社会、经济、自然等因素,构建指标体系,采用专家打分等综合评价方法识别“三生”空间,如一般性指标体系^[56]、国土空间适宜性评价指标体系、资源环境承载力评价体系^[8]以及“多规合一”指标体系^[20]。资源环境承载力评价体系和国土空间适宜性评价体系研究历史较长,具有相对较为完善的理论基础和丰富的实践经验,是中国政府部门指定的评估与识别体系;两者原理基本相同,均是將承载力/适宜性评价结果作为“三生”空间“质”的划分基础,并通过制定空间叠加规则,识别“三生”空间^[63-65]。“多规合一”体系则是在综合考虑城乡规划、土地利用总体规划、国民经济和社会发展规划以及

其他与用地安排相关的专项规划的基础上,相互协调和综合各部门对空间“质”评价结果而获得的“三生”空间边界的方法^[66-67],但由于部门领导权存在分歧,使得“多规合一”工作尚处于试点阶段,缺乏理论探讨和大量的案例做支撑^[54]。指标体系法在中宏观尺度和微观尺度中均有所应用,且反映了空间的“质”和“量”的特征,但鉴于认知视角、理论基础的差异,指标体系呈现多样化特征,所构建的指标体系尚未反映“三生”空间形成于功能集聚的本质。土地利用多功能路径是从“三生”空间形成的本质出发,以土地利用多功能性分析框架为基础,构建识别“三生”空间的土地利用多功能指标体系,遵循主导功能原则,在识别“三生”空间“质”的基础上,再识别“三生”空间数量和位置特征^[53,68-69];然而,目前土地利用多功能路径则研究较少。

“三生”空间具有空间尺度的差异性、功能的复合性、范围的动态性及用地的异质性等特征^[70]。因此,在“三生”空间识别分类上,存在单一空间和复合空间2种划分模式。单一空间模式是根据空间主导功能综合划定生态、生产、生活3类单一空间^[71-72]。复合空间模式是基于空间功能复合性特征,划分出生态、生产、生活空间3类单一空间以及生活生产空间、生产生态空间、生态生产空间等复合空间^[23,73]。在空间多功能利用和功能协调发展的诉求下,复合空间模式被广泛接受^[28,74]。

“三生”空间结构随着不同时期地理环境、社会经济发展水平以及人类需求的变化而呈现此消彼长的空间态势^[55,75],研究“三生”空间动态演化及其驱动机制,有助于探索区域背景下“三生”空间演变规律及法则,剖析“三生”空间格局变化的关键因素及其相互关系,为协调和优化“三生”空间的实践指明方向,为完善“三生”空间优化理论奠定基础。目前,学者多从农户视角,基于调研数据,通过定性与定量相结合的方法探讨农户行为与“三生”空间变化的内在关系与机理,寻求影响“三生”空间格局变化的驱动机制,并在此基础上提出“三生”空间优化调控策略^[57,76-77]。如席建超等^[29]通过实地调研,对比分析了传统村落和旅游村落的“三生”空间演化特征及其驱动机制,发现旅游村落相比传统村落正在以村落“三生”空间融合、立体扩张和适度集约为基本特征,向新型城镇化发展方向演进,而这一态势的根本诱因是旅游市场的需求,核心动力是乡村生产生活方式的转变,内在动因是农户“趋利避害”的

行为,外部诱因则是乡村治理主体多元化。然而,对于中宏观尺度和栅格尺度下的“三生”空间演化特征及其驱动机制研究尚不多见。

2.2 “三生”空间重构与优化

“三生”空间重构与优化是面向发展目标,按照人口与资源环境相匹配、经济社会与生态系统相平衡的原则,调整国土空间结构,科学确定开发格局,以达到提升空间利用质量、规范空间开发秩序、实现区域健康发展的目的。其核心本质是国土资源优化配置问题,即依据土地科学原理,借助特定方法和技术,对土地空间分层次进行设计、组合、布局以及管制,以协调土地利用空间冲突,提高土地空间利用效率和效益,实现国土资源的可持续、健康利用^[31,78]。学术界对“三生”空间重构与优化主要集中在优化理论探讨、空间冲突诊断与问题分析以及优化方法的应用等方面^[25,79]。

(1) 优化理论探讨。优化理论是空间重构与优化的行动基础,国际空间规划的相关理论有“劳动地域分工理论、区位理论、核心边缘理论、可持续发展理论”等从社会学、生态学、政治学、经济学等学科吸纳的“规划引进理论”,以及“规划理性理论、倡导性规划理论、协作式规划理论、实用主义规划理论”等随着空间规划发展所形成的“规划理论”,这些理论普遍适用于任何类型的空间规划中^[9],且普遍被国际空间规划所采用。截至目前,“三生”空间重构与优化尚未形成较为完善的理论体系,相关研究多集中在“优化理念/思想”的探讨,如方创琳^[80]提出,突出“生态空间相对集合、生产空间相对集聚、生活空间相对集中、‘三生’空间相对集成”的优化思路,并借助“三生”空间的识别、整合与划分,积累“三生”资本,核算“三生”承载力,理顺空间开发秩序,从而实现“三生”空间的优化。黄金川等^[55]围绕“三生”空间的数量配比和空间配置,构建了集适宜性评价、“多规合一”和承载力评价于一体的“三生”空间优化理论框架。杨俊等^[81]利用空间AVC(吸引力、生命力、承载力)理论构建了“三生”空间重构理论体系,并通过该理论体系重构矿粮复合区的“三生”空间后,提高了各区域的“三生”功能值。龙花楼、屠爽爽等^[31,82-84]从“三生”空间视角重构乡村空间,认为乡村重构应通过优化配置和有效管理影响乡村发展的“三生”要素,重构乡村“三生”空间格局,以实现乡村地域系统内部结构优化、功能提升以及城乡地域系统之间结构协调、功能互补,并提

出土地整治是乡村空间重构的重要抓手。此外,介于中国山地地国情及山地空间具有水平和垂直的特征,部分学者初步尝试构建了山区“三生”空间识别和优化的理论基础和研究框架^[22]。

(2) 空间冲突诊断与问题分析。“三生”空间冲突诊断与问题分析是识别国土空间冲突强度及存在问题的关键环节和重要步骤,强调空间竞争、矛盾、不协调、不和谐等空间关系,其根本目的是为着力解决因无序开发、过度开发、分散开发导致的优质耕地和生态空间占用过多、生态破坏、环境污染等问题提供依据^[85]。空间冲突源于土地资源的稀缺性及功能的外溢性,而土地资源利用的多宜性、空间位置的固定性以及各利益主体效益的重叠和竞争是导致空间冲突的原因^[86]。有关冲突的研究最早起源于土地利用冲突^[87-88]。“三生”空间冲突的研究与土地利用冲突之间的研究一脉相承,均是研究空间/土地在利用过程中所产生的效益冲突关系,区别在于“三生”空间冲突对象更宏观、更综合^[89]。冲突强度测度方法研究是冲突诊断的重要研究内容^[90-91],主流的测度方法有数理统计分析方法、空间分析方法等。其中,数理统计分析方法,以行政区域为测度单元,构建空间冲突解析模型(如“压力-状态-响应”模型^[92]、经济学视角下的“危险性-持续性-承险体的脆弱性-恢复性”^[93]等),基于行政单元类的统计数据,构建对应模型下的指标体系,测度空间冲突。空间分析方法则是借助景观斑块特征参数,构建冲突指数(综合指数和类型指数)对冲突强度进行测度的方法^[94-95];或是运用不同用地适宜性等级、竞争力强度等级的排列组合方法对土地利用冲突类型及强度进行识别和定量测度的方法^[86,96]。以适宜性评价结果测度土地利用冲突强度的方法体现了土地利用多宜性特征,同时体现出各利益主体对空间资源的竞争关系,是复合冲突形成逻辑的重要方法。这些方法广泛应用于土地利用冲突测度研究中,为“三生”空间冲突诊断与问题分析提供了大量案例和丰富经验。

(3) 优化方法研究。目前,主流的优化方法为空间分区优化对策法,具体是在借助一般指标体系、适宜性评价体系或土地资源承载力评价体系评估、识别现状“三生”空间的基础上,结合区域资源禀赋、区位条件、经济基础及发展战略,明确不同类型空间的优化方向,提出空间分区的原则和方案,对各类空间进行分区后,确定各类空间开发和治理

的管控对策。这种优化分区方法是国际空间规划较为常用的方法^[18,37,40,43],在“三生”空间研究中,典型代表如金贵^[97]、邓春等^[98]、司慧娟^[99],均采用此方法提出了研究区内的“三生”空间管控对策。空间格局情景模拟法是一种定量的模拟重构“三生”空间的方法,该方法根据区域社会经济发展特征,设定不同情景(如自然增长情景、农地保护情景、生态保护情景、经济发展情景)下的土地利用数量约束和限制目标,借助运筹学中多目标规划模型,确定未来某时点的各类土地利用类型数量结构^[100],在此基础上,对不同情景下的土地利用数量进行空间落位预测,有GIS分析预测法^[101-102]和模型模拟预测法(如CLUE-S模型^[103]、以元胞自动机为主的预测模型^[104])。情景模拟法在土地利用结构优化及空间布局优化中应用较为广泛^[104-105],但应用于“三生”空间格局优化模拟的研究较为缺乏。

3 研究评述

综观学术界对“三生”空间的研究,已有研究对“三生”空间概念、分类、识别与优化等方面进行了大量分析,并取得了阶段性成果。但由于“三生”空间研究开展时间较短,已有研究存在一定的不足,具体包括以下几个方面:

(1) 缺乏“三生”空间形成的内在机制研究。目前,学者多集中在不同视角的“三生”空间概念与内涵的阐述,但对其逻辑起源和内在形成机制缺乏进一步分析,从而影响了其概念与内涵的全面理解,使得概念界定和认知上存在差异;“三生”空间分区体系研究乏善可陈。

(2) “三生”空间的定量识别方法与技术体系研究有待统一与完善。土地利用类型归并法识别获得的“三生”空间分布特征,难以评估“三生”空间内部“质”的特征;已有的指标体系可反映“三生”空间“质”“量”特征,但与“三生”空间形成的内在逻辑不符;从土地利用多功能视角识别“三生”空间符合功能集聚形成空间的内在逻辑,但相关研究尚不多见。由于地理环境的复杂性、研究尺度的多样性和区域差异性,导致“三生”空间功能的分类标准尚未统一,“三生”空间功能识别与分类、指标体系的构建和空间量化评估成为难点。此外,中宏观尺度的研究粗略划分“三生”空间,容易忽略空间局部信息,结果通常应用于宏观决策中;而图斑、栅格尺度

的研究结果实现了“三生”空间的精细识别,可克服由于管理尺度变化而引致的尺度依赖问题^[106],适用于多尺度的空间优化。国际空间规划多通过构建指标体系的方式进行空间评估与识别,国内构建指标体系评估与识别“三生”空间的方法与国际常用方法基本一致。

(3) “三生”空间动态演化及驱动机制研究比较薄弱。由于社会经济和自然地理因素与“三生”空间变化的非线性复杂关系,目前有关“三生”空间演变的驱动机制研究较少。随着地理环境、发展阶段、发展政策和发展方式的不同,“三生”空间之间的比例及其作用关系不断变化,目前从时空维度分析“三生”空间演变规律及驱动机理的研究以及“三生”空间之间相互作用关系和影响程度的研究较缺乏。

(4) “三生”空间重构与优化的理论探讨尚显不足,符合“三生”空间形成的内在逻辑,且能实现“三生”空间识别与优化“质”和“量”相统一的土地利用多功能路径研究尚处于初级阶段,“三生”空间冲突诊断与问题分析、情景模拟预测优化法较为薄弱,可借鉴土地利用冲突及情景模拟的相关理论与方法进行研究。

4 展望

本文从土地利用功能视角,探讨了“三生”空间形成的内在机理及其与土地利用多功能的逻辑关系,界定了“三生”空间内涵,探讨了“三生”空间之间的关系;通过梳理“三生”空间识别与优化的研究进展,探讨了当前研究所取得的成果和不足。未来,应形成“三生”空间识别与优化“质”“量”观,以“‘三生’空间形成机理与概念界定、定量识别、演化机制挖掘、冲突诊断与问题分析、优化调控与模拟”为主线,系统构建“三生”空间识别与优化理论和技术体系。具体重点研究内容如下:

(1) 形成“三生”空间识别与优化“质”“量”观,构建“三生”空间识别与优化的理论与方法技术体系(图4)。国土空间开发、利用、优化要求划定各类空间的规模、结构、布局和时序(《全国国土规划纲要(2016—2030年)》);其中,规模和结构的划定是确定各类空间需求量的过程,两者的实质是确定各类空间“量”问题;而布局和时序的确定,则是确定各类空间开发与保护的先后顺序,实质是对各类空间

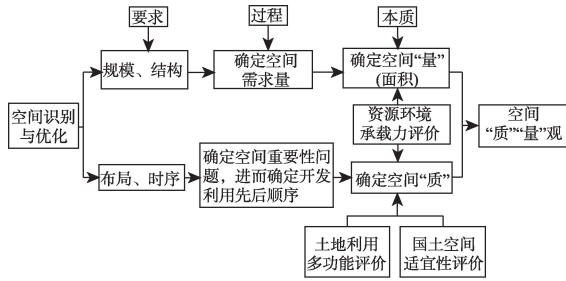


图4 “三生”空间识别与优化“质”“量”观

Fig.4 Concept of quality and quantity for the identification and optimization of production-living-ecological spaces

内部进行重要性划分,体现空间“质”的差异。“三生”空间识别,是对现状“三生”空间“质”与“量”的确定,“三生”空间优化则是在遵循一定原则的基础上,对未来“三生”空间“质”与“量”的设计与安排。因此,“三生”空间识别与优化应重视空间“质”与“量”特征,形成空间“质”“量”观。土地利用多功能性评价、国土空间适宜性评价以及资源环境承载力评价均是对空间“质”评价的重要路径,三者的区别在于:土地利用多功能性评价以“人地关系”、需求理论为基础,体现了“以人为本”的理念^[58,107],符合功能集聚形成空间的内在逻辑;国土空间适宜性评价以“土地适宜性”理论为基础^[108],强调资源环境约束下土地供给人类农业生产、城镇开发等活动的适宜性程度。而资源环境承载力评价以“人地关系”、供给理论为基础,强调资源环境约束下土地供给人类农业生产、城镇开发等活动的上限规模(空间“量”)^[6]。“人地关系”是空间规划的逻辑起点^[9],进一步研究应重视“人地关系”在“三生”空间识别与优化理论探讨中的地位。

(2) 深度挖掘“三生”空间形成的内在机理,科学界定并统一“三生”空间概念及内涵,深入探讨“三生”空间理论基础,形成统一的“三生”空间分区体系。借鉴国际空间规划以及“三生”空间研究成果,着眼于人类文明的发展历程,结合系统论、土地利用多功能性理论、人地关系理论以及人类需求理论等,深度挖掘“三生”空间的形成机理,明晰“三生”空间之间的作用关系及其与土地利用多功能性的内在联系,科学界定“三生”空间概念与内涵,深入探讨“三生”空间之间的内在关系。在此基础上,结合“三生”空间形成机理,借鉴国外空间分区方式构建包含国内本土化的“三生”空间分区体系。

(3) 重视完善“三生”空间功能分类体系,加强“三生”空间定量识别与制图技术体系研究。全面

辨识“三生”空间的生产、生活、生态功能以及资源、环境、人口、产业、产值等表征属性,遵循主导性、代表性、整体性等原则,尝试构建多层次、多级别的“三生”空间功能分类体系。综合集成统计、调查、遥感等多源数据及地理学、景观生态学、环境经济学等方法模型,从反映自然系统、社会经济系统与人类福祉之间关系的功能价值定量、空间化测度“三生”空间功能特征。采用GIS技术、空间统计分析技术,遵循主导功能原则,进行“三生”空间识别与制图。

(4) 挖掘“三生”空间演变机制,加强空间冲突诊断理论与技术体系构建研究,以明确“三生”空间优化方向。结合区域发展背景及特征,揭示“三生”空间的演化态势,凝练其演变规律及法则;剖析“三生”空间格局变化的关键因素及其相互关系,挖掘其驱动机制;同时,构建“三生”空间冲突诊断理论与方法技术体系,明确区域“三生”空间冲突的利益相关者,明晰“三生”空间在结构、范围、格局及质量特征等方面存在的问题,为协调和优化“三生”空间的实践指明方向。

(5) 加强“三生”空间优化调控与模拟理论和方法研究。
 ① “三生”空间优化理论基础探讨。立足于新型城镇化理念,着眼于土地利用多功能,引进基于人地协调发展诉求、适度消费理论、弹性理论、生态保护理念等多元控制理论,始终将国际空间规划中的“平衡空间开发与保护、可持续发展”等理念与目标作为“三生”空间优化的理论基础和优化方向。
 ② 注重协调与平衡空间冲突,促进优化空间的均衡发展。立足空间功能主导性与功能需求特征,探讨空间冲突评估与优化的理论基础与实践方法。
 ③ “三生”空间优化情景设计。尝试通过优化路径与模式构建和“三生”空间优化格局模拟2种方式优化“三生”空间。前者可根据区域功能定位、资源禀赋、区位条件、经济基础及产业发展战略和规划,确定不同空间土地利用的主导功能及其功能定位,明确“三生”空间优化方向,提出“三生”空间优化路径,建立与之相适应的土地利用功能提升模式;后者可通过借鉴国内外有关空间优化的情景设计方法,以保护生态环境、节约集约用地为主线,统筹考虑区域人口、资源、环境和国土空间要素,结合“三生”空间演化规律及冲突与问题诊断结果,设计不同情景及参数,采用GIS空间分析法或模型模拟法(CLUE-S模型、元胞自动机模型等)进行情景模

拟。④ 情景最优比较。多种空间布局情景最终选择应当根据比较利益准则,选取空间组织结构效益最大化的情景作为规划的最佳情景。

(6) 加强山区“三生”空间的识别与优化研究。中国山区占土地总面积的2/3,具有较强的资源梯度性、灾害频发性和生态脆弱性等特点,快速城市化引致中国山区社会-生态系统要素发生剧烈变化,导致区域发展转型与空间重组,生产、生活和生态空间格局在水平方向和垂直方向上均发生显著变化,亟需加强山区“三生”空间演化及优化的方法与理论体系研究。

参考文献(References)

- [1] 樊杰. 我国主体功能区划的科学基础 [J]. 地理学报, 2007, 62(4): 339-350. [Fan Jie. The scientific foundation of major function oriented zoning in China. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(4): 339-350.]
- [2] Fang C L, Yang J Y, Fang J W, et al. Optimization transmission theory and technical pathways that describe multi-scale urban agglomeration spaces [J]. *Chinese Geographical Science*, 2018, 28(4): 543-554.
- [3] Liu Y S, Li J T, Yang Y Y. Strategic adjustment of land use policy under the economic transformation [J]. *Land Use Policy*, 2018, 74: 5-14.
- [4] 龙花楼, 刘永强, 李婷婷, 等. 生态文明建设视角下土地利用规划与环境保护规划的空间衔接研究 [J]. 经济地理, 2014, 34(5): 1-8. [Long Hualou, Liu Yongqiang, Li Tingting, et al. Spatial interlinking of land use planning and environmental protection planning from the perspective of ecological civilization construction. *Economic Geography*, 2014, 34(5): 1-8.]
- [5] 习近平. 习近平谈治国理政 [M]. 北京: 外文出版社, 2014. [Xi Jinping. *Xi Jinping: The governance of China*. Beijing, China: Foreign Languages Press, 2014.]
- [6] 方创琳, 贾克敬, 李广东, 等. 市县土地生态-生产-生活承载力测度指标体系及核算模型解析 [J]. 生态学报, 2017, 37(15): 1-12. [Fang Chuanglin, Ja Kejing, Li Guangdong, et al. Theoretical analysis of the index system and calculation model of carrying of land ecological-production-living. *Acta Ecologica Sinica*, 2017, 37(15): 1-12.]
- [7] Zhou D, Xu J C, Lin Z L. Conflict or coordination? Assessing land use multi-functionalization using production-living-ecology analysis [J]. *Science of the Total Environment*, 2017, 577: 136-147.
- [8] 樊杰. 资源环境承载力和国土空间开发适宜性评价方法指南 [M]. 北京: 科学出版社, 2018. [Fan Jie. *Assessment guidelines for resource and environmental carrying capacity and territorial development suitability*. Beijing, China: Science Press, 2018.]
- [9] 吴次芳, 叶艳妹, 吴宇哲, 等. 国土空间规划 [M]. 北京: 地质出版社, 2019. [Wu Cifang, Ye Yanmei, Wu Yuzhe, et al. *National spatial planning*. Beijing, China: Geological Press, 2019.]
- [10] 田志强, 吕晓, 周小平, 等. 市县国土空间规划编制理论与方法与实践 [M]. 北京: 科学出版社, 2019. [Tian Zhiqiang, Lv Xiao, Zhou Xiaoping, et al. *Theoretical method and practice of national spatial planning at the municipal and county level*. Beijing, China: Science Press, 2019.]
- [11] 许景权, 沈迟, 胡天新, 等. 构建我国空间规划体系的总体思路和主要任务 [J]. 规划师, 2017(2): 5-11. [Xu Jingquan, Sheng Chi, Hu Tianxin, et al. General concept and main tasks of building spatial planning system in China. *Planner*, 2017(2): 5-11.]
- [12] 林坚, 吴宇翔, 吴佳雨, 等. 论空间规划体系的构建: 兼析空间规划、国土空间用途管制与自然资源监管的关系 [J]. 城市规划, 2018, 42(5): 9-17. [Lin Jian, Wu Yuxiang, Wu Jiayu, et al. Construction of the spatial planning system: With discussions on the relationship between spatial planning, territorial spatial regulation, and natural resources supervision. *City Planning Review*, 2018, 42(5): 9-17.]
- [13] 翟国方, 顾福梅. 国土空间规划国际比较 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018. [Zhai Guofang, Gu Fumei. *International comparison of national spatial planning*. Beijing, China: China Building Industry Press, 2018.]
- [14] Epps P V, Sridaran S, Aung H, et al. European regional/spatial planning charter (extracts) [J]. *International Journal of Tuberculosis & Lung Disease*, 2015, 19(8): 927-935.
- [15] Kates R W, Clark W C, Corell R, et al. Environment and development- Sustainability science [J]. *Science*, 2001, 292: 641-642.
- [16] Foley J A, Defries R, Asner G P, et al. Global consequences of land use [J]. *Science*, 2005, 309: 570-574.
- [17] 蔡玉梅, 陈明, 宋海荣. 国内外空间规划运行体系研究述评 [J]. 规划师, 2014, 30(3): 83-87. [Cai Yumei, Chen Ming, Song Hairong. Overseas spatial planning operation system research review. *Planner*, 2014, 30(3): 83-87.]
- [18] Fernandez Maldonado A M. 2012. ICT and spatial planning in European cities: Reviewing the new charter of athens [J]. *Built Environment*, 2012, 38(4): 469-483.
- [19] 刘燕. 论“三生空间”的逻辑结构、制衡机制和发展原则 [J]. 湖北社会科学, 2016(3): 5-9. [Liu Yan. Study on the

- logical structure, balance mechanism and development principle of "production-living-ecological". *Hubei Social Science*, 2016(3): 5-9.]
- [20] 方创琳. 城市多规合一的科学认知与技术路径探析 [J]. *中国土地科学*, 2017, 31(1): 28-36. [Fang Chuanglin. Scientific cognition and technical paths of urban multiple planning integration in China. *China Land Sciences*, 2017, 31(1): 28-36.]
- [21] Tang C, He Y, Zhou G, et al. Optimizing the spatial organization of rural settlements based on life quality [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2018, 28(5): 685-704.
- [22] 邓伟, 张继飞, 时振钦, 等. 山区国土空间解析及其优化概念模型与理论框架 [J]. *山地学报*, 2017, 35(2): 121-128. [Deng Wei, Zhang Jifei, Shi Zhenqin, et al. Interpretation of mountain territory space and its optimized conceptual model and theoretical framework. *Mountain Research*, 2017, 35(2): 121-128.]
- [23] 张红旗, 许尔琪, 朱会义. 中国“三生用地”分类及其空间格局 [J]. *资源科学*, 2015, 37(7): 1332-1338. [Zhang Hongqi, Xu Erqi, Zhu Huiyi. An ecological-living-industrial land classification system and its spatial distribution in China. *Resources Science*, 2015, 37(7): 1332-1338.]
- [24] 杨清可, 段学军, 王磊, 等. 基于“三生空间”的土地利用转型与生态环境效应: 以长江三角洲核心区为例 [J]. *地理科学*, 2018, 38(1): 97-106. [Yang Qingke, Duan Xuejun, Wang Lei, et al. Land use transformation based on ecological-production-living spaces and associated eco-environment effects: A case study in the Yang-tze River Delta. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(1): 97-106.]
- [25] 刘继来, 刘彦随, 李裕瑞. 中国“三生空间”分类评价与时空格局分析 [J]. *地理学报*, 2017, 72(7): 1290-1304. [Liu Jilai, Liu Yansui, Li Yurui. Classification evaluation and spatial-temporal analysis of "production-living-ecological" spaces in China. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(7): 1290-1304.]
- [26] Shi Z Q, Deng W, Zhang S Y. Spatio-temporal pattern changes of land space in Hengduan Mountains during 1990-2015 [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2018, 28(4): 529-542.
- [27] Cao S S, Hu D Y, Hu Z W, et al. Comparison of spatial structures of urban agglomerations between the Beijing-Tianjin-Hebei and Boswash based on the subpixel-level impervious surface coverage product [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2018, 28(3): 306-322.
- [28] 李广东, 方创琳. 城市生态-生产-生活空间功能定量识别与分析 [J]. *地理学报*, 2016, 71(1): 49-65. [Li Guangdong, Fang Chuanglin. Quantitative function identification and analysis of urban ecological-production-living spaces. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(1): 49-65.]
- [29] 席建超, 王首琨, 张瑞英. 旅游乡村聚落“生产-生活-生态”空间重构与优化: 河北野三坡旅游区苟各庄村的案例实证 [J]. *自然资源学报*, 2016, 31(3): 425-435. [Xi Jianchao, Wang Shoukun, Zhang Ruiying. Restructuring and optimizing production-living-ecology space in rural settlements: A case study of Gougezhuang Village at Yesanpo tourism attraction in Hebei Province. *Journal of Natural Resources*, 2016, 31(3): 425-435.]
- [30] 龙花楼. 论土地整治与乡村空间重构 [J]. *地理学报*, 2013, 68(8): 1019-1028. [Long Hualou. Land consolidation and rural spatial restructuring. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(8): 1019-1028.]
- [31] Long H L. Land consolidation: An indispensable way of spatial restructuring in rural China [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2014, 24(2): 211-225.
- [32] 胡兴定. 基于人居环境的采矿复垦区“三生”空间优化研究 [D]. 北京: 中国地质大学, 2016. [Hu Xinding. Optimization for the production, living and ecological space based on human settlements in reclamation area of coal mine. Beijing, China: China University of Geosciences, 2016.]
- [33] 徐东辉. “生产、生活、生态”融合理念下的佛山市迳口华侨经济区开发建设规划 [J]. *规划师*, 2013(2): 72-79. [Xu Donghui. Production, life and ecology integrated Foshan Jingkou overseas Chinese economic zone development planning. *Planner*, 2013(2): 72-79.]
- [34] Tao H, Liu J M, Deng Y, et al. Tourism sectorization opportunity spectrum model and space partition of tourism urbanization area: A case of the Mayangxi ecotourism area, Fujian Province, China [J]. *Journal of Mountain Science*, 2017, 14(3): 595-608.
- [35] Valk A V D. The Dutch planning experience [J]. *Landscape and urban planning*, 2002, 58(2-4): 201-210.
- [36] Priemus H. From a layers approach towards a network approach: A Dutch contributions to spatial [J]. *Planning, Practice & Research*, 2004, 19(3): 267-283.
- [37] Hoekveld G A. Applied geography and ethics in spatial planning: The Dutch national spatial strategy 2006 [J]. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie (Journal of Economic and Social Geography)*, 2008, 99(2): 223-237.
- [38] Zonneveld W, Evers D. Dutch national spatial planning at the end of an era [M]// Reimer M, Getimis P, Blotevogel H. *Spatial planning systems and practices in Europe: A comparative perspective on continuity and changes*. London, UK: Routledge, 2014: 61-82.

- [39] Pahl-Weber E, Henckel D. The planning system and planning terms in Germany: A glossary [M]. *Studies in Spatial Development 7*. Hannover, Germany: Academy for Spatial Research and Planning, 2008.
- [40] Wang Q N, M'Ikiugu M, Kinoshita I. A GIS-based approach in support of spatial planning for renewable energy: A case study of Fukushima, Japan [J]. *Sustainability*, 2014, 6(4): 2087-2117.
- [41] Nakao K, Higa M, Tsuyama I, et al. Spatial conservation planning under climate change: Using species distribution modeling to assess priority for adaptive management of *Fagus crenata* in Japan [J]. *Journal for Nature Conservation*, 2013, 21(6): 406-413.
- [42] Tominaga M. Urban and spatial planning in Japan [J]. *Urbanism. Architecture. Constructions*, 2011, 2(4): 15-17.
- [43] Allmendinger P, Haughton G. The evolution and trajectories of English spatial governance: 'Neoliberal' episodes in planning [J]. *Planning Practice and Research*, 2013, 28(1): 6-26.
- [44] Wang J. National spatial strategic plan of England [J]. *Journal of Urban Planning and Development*, 2016, 142(1): 1-8.
- [45] Appolloni L, Sandulli R, Vetrano G, et al. A new approach to assess marine opportunity costs and monetary values-in-use for spatial planning and conservation; the case study of Gulf of Naples, Mediterranean Sea, Italy [J]. *Ocean & Coastal Management*, 2018, 152: 135-144.
- [46] Jansen C. Region-province-municipality: Spatial planning and spatial policy in Italy, 1860-2016 [J]. *Historical Social Research*, 2017, 42(2): 267-294.
- [47] 魏广君. 空间规划协调的理论框架与实践探索 [D]. 大连: 大连理工大学, 2012. [Wei Guangjun. Study on the theoretical framework and practical exploration of the spatial planning coordination. Dalian, China: Dalian University of Technology, 2012.]
- [48] De G R. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multifunctional landscapes [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 75(3-4): 175-186.
- [49] Liu G Y, Yang Z F, Chen B, et al. Ecological network determination of sectoral linkages, utility relations and structural characteristics on urban ecological economic system [J]. *Ecological Modelling*, 2011, 222(15): 2825-2834.
- [50] 黄安, 许月卿, 郝晋珉, 等. 土地利用多功能性评价研究进展与展望 [J]. *中国土地科学*, 2017, 31(4): 88-97. [Huang An, Xu Yueqing, Hao Jinmin, et al. Progress review on land use functions evaluation and its prospects. *China Land Science*, 2017, 31(4): 88-97.]
- [51] 刘超, 许月卿, 刘焱序, 等. 基于系统论的土地利用多功能分类及评价指标体系研究 [J]. *北京大学学报(自然科学版)*, 2018, 54(1): 181-188. [Liu Chao, Xu Yueqing, Liu Yanxu, et al. Research on land use functions classification and evaluation system based on system theory. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 2018, 54(1): 181-188.]
- [52] Wiggering H, Dalchow C, Glemnitz M, et al. Indicators for multifunctional land use: Linking socio-economic requirements with landscape potentials [J]. *Ecological Indicators*, 2006, 6(1): 238-249..
- [53] Liu C, Xu Y Q, Huang A, et al. Spatial identification of land use multifunctionality at grid scale in farming-pastoral area: A case study of Zhangjiakou City, China [J]. *Habitat International*, 2018, 76: 48-61.
- [54] 刘彦随, 王介勇. 转型发展期“多规合一”理论认知与技术方法 [J]. *地理科学进展*, 2017, 36(3): 529-536. [Liu Yansui, Wang Jieyong. Theoretical analysis and technical methods of "multiple planning integration" in the rural to urban transition period in China. *Progress in Geography*, 2017, 36(3): 529-536.]
- [55] 黄金川, 林浩曦, 漆潇潇. 面向国土空间优化的三生空间研究进展 [J]. *地理科学进展*, 2017, 36(3): 378-391. [Huang Jinchuan, Lin Haoxi, Qi Xiaoxiao. A literature review on optimization of spatial development pattern based on ecological-production-living space. *Progress in Geography*, 2017, 36(3): 378-391.]
- [56] 朱媛媛, 余斌, 曾菊新, 等. 国家限制开发区“生产-生活-生态”空间的优化: 以湖北省五峰县为例 [J]. *经济地理*, 2015, 35(4): 26-32. [Zhu Yuanyuan, Yu Bin, Zeng Juxin, et al. Spatial optimization from three spaces of production, living and ecology in national restricted zones: A case study of Wufeng County in Hubei Province. *Economic Geography*, 2015, 35(4): 26-32.]
- [57] 方方, 何仁伟. 农户行为视角下乡村三生空间演化特征与机理研究 [J]. *学习与实践*, 2018(1): 101-110. [Fang Fang, He Renwei. Research on the evolution characteristics and mechanism of rural ternary space from the perspective of farmers' behavior. *Learning and Practice*, 2018(1): 101-110.]
- [58] Huang A, Xu Y Q, Liu C, et al. Simulated town expansion under ecological constraints: A case study of Zhangbei County, Heibei Province, China [J]. *Habitat International*, 2019, 91: 1-12.
- [59] Zhou X P, Zhao M. Comparison of territorial spatial planning system between China and Japan and its enlightenment [J]. *Journal of Service Science and Management*,

- 2017, 10(1): 54-71.
- [60] Peemoeller L. Chapter 43 Progress through process: Preparing the food systems report for the Chicago Metropolitan Agency for Planning GoTo2040 Plan [M]// Viljoen A, Wiskerke J S C. Sustainable food planning: Evolving theory and practice. Wageningen, Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2012.
- [61] 王成, 唐宁. 重庆市乡村三生空间功能耦合协调的时空特征与格局演化 [J]. 地理研究, 2018, 37(6): 1100-1114. [Wang Cheng, Tang Ning. Spatio-temporal characteristics and evolution of rural production-living-ecological space function coupling coordination in Chongqing Municipality. Geographical Research, 2018, 37(6): 1100-1114.]
- [62] 吴艳娟, 杨艳昭, 杨玲, 等. 基于“三生空间”的城市国土空间开发建设适宜性评价: 以宁波市为例 [J]. 资源科学, 2016, 38(11): 2072-2081. [Wu Yanjuan, Yang Yanzhao, Yang Ling, et al. Land spatial development and suitability for city construction based on ecological-living-industrial space: Take Ningbo City as an example. Resources Science, 2016, 38(11): 2072-2081.]
- [63] 樊杰, 周侃, 陈东. 生态文明建设中优化国土空间开发格局的经济地理学研究创新与应用实践 [J]. 经济地理, 2013, 33(1): 1-8. [Fan Jie, Zhou Kan, Chen Dong. Innovation and practice of economic geography for optimizing spatial development pattern in construction of ecological civilization. Economic Geography, 2013, 33(1): 1-8.]
- [64] 蒙莉娜, 郑新奇, 赵璐, 等. 基于生态位适宜度模型的土地利用功能分区 [J]. 农业工程学报, 2011, 27(3): 282-287. [Meng Lina, Zheng Xinqi, Zhao Lu, et al. Land-use functional regionalization based on niche-fitness model. Transactions of the CSAE, 2011, 27(3): 282-287.]
- [65] 李涛, 刘家明, 刘锐, 等. 基于“生产-生活-生态”适宜性的休闲农业旅游开发 [J]. 经济地理, 2016, 36(12): 169-176. [Li Tao, Liu Jiaming, Liu Rui, et al. The development of leisure agriculture based on suitability about "production-living-ecology". Economic Geography, 2016, 36(12): 169-176.]
- [66] 扈万泰, 王力国, 舒沐晖. 城乡规划编制中的“三生空间”划定思考 [J]. 城市规划, 2016, 40(5): 21-26. [Hu Wantai, Wang Liguoguo, Shu Muhui. Reflections on delimiting the three basic spaces in the compilation of urban and rural plans. City Planning Review, 2016, 40(5): 21-26.]
- [67] 王婧媛. 县域“多规合一”中“三生空间”划定方法研究 [D]. 西安: 西北大学, 2017. [Wang Jingyuan. Discussion on the method of delimitation of production-living-ecological space in multiple plans integration of county: Taking Zhouzhi County as a case. Xi'an, China: Northwest University, 2017.]
- [68] 黄安, 许月卿, 刘超, 等. 基于土地利用多功能性的县域乡村生活空间宜居性评价 [J]. 农业工程学报, 2018, 34(8): 252-261. [Huang An, Xu Yueqing, Liu Chao, et al. Evaluation on livability of living space based on multiple functions of land use at county level. Transactions of the CSAE, 2018, 34(8): 252-261.]
- [69] Sun W, Chen C, Wang L. Spatial function regionalization and governance of coastal zone: A case study in Ningbo City [J]. Journal of Geographical Sciences, 2018, 28(8): 1167-1181.
- [70] 马世发, 黄宏源, 蔡玉梅, 等. 基于三生功能优化的国土空间综合分区理论框架 [J]. 中国国土资源经济, 2014(11): 31-34. [Ma Shifa, Huang Hongyuan, Cai Yumei, et al. Theoretical framework with regard to comprehensive sub-areas of China's land spaces based on the functional optimization of production, life and ecology. China Land and Resources Economy, 2014(11): 31-34.]
- [71] 李伯华, 曾灿, 窦银娣, 等. 基于“三生”空间的传统村落人居环境演变及驱动机制: 以湖南江永县兰溪村为例 [J]. 地理科学进展, 2018, 37(5): 677-687. [Li Bohua, Zeng Can, Dou Yinti, et al. Change of human settlement environment and driving mechanism in traditional villages based on living-production-ecological space: A case study of Lanxi Village, Jiangyong County, Hunan Province. Progress in Geography, 2018, 37(5): 677-687.]
- [72] 罗刚, 廖和平, 李强, 等. 基于“三生空间”的土地利用主导功能转型及其生态环境响应: 以重庆市巴南区为例 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2018, 40(4): 105-113. [Luo Gang, Liao Heping, Li Qiang, et al. A study of land use function transformation based on ecological-production-living spaces and associated eco-environment response: A case study of Banan District. Journal of Southwest University (Natural Science Edition), 2018, 40(4): 105-113.]
- [73] 廖李红, 戴文远, 陈娟, 等. 平潭岛快速城市化进程中三生空间冲突分析 [J]. 资源科学, 2017, 39(10): 1823-1833. [Liao Lihong, Dai Wenyuan, Chen Juan, et al. Spatial conflict between ecological-production-living spaces on Pingtan Island during rapid urbanization. Resources Science, 2017, 39(10): 1823-1833.]
- [74] 邹利林, 王建英, 胡学东. 中国县级“三生用地”分类体系的理论构建与实证分析 [J]. 中国土地科学, 2018, 32(4): 59-66. [Zou Lilin, Wang Jianying, Hu Xuedong. An classification systems of production-living-ecological land on the county level: Theory building and empirical research. China Land Science, 2018, 32(4): 59-66.]

- [75] 崔家兴, 顾江, 孙建伟, 等. 湖北省三生空间格局演化特征分析 [J]. 中国土地科学, 2018, 32(8): 67-73. [Cui Ji-axing, Gu Jiang, Sun Jianwei, et al. The spatial pattern and evolution characteristics of the production, living and ecological space in Hubei Province. *China Land Science*, 2018, 32(8): 67-73.]
- [76] 曾菊新, 杨晴青, 刘亚晶, 等. 国家重点生态功能区乡村人居环境演变及影响机制: 以湖北省利川市为例 [J]. 人文地理, 2016, 31(1): 81-88. [Zeng Juxin, Yang Qingqing, Liu Yajing, et al. Research on evolution and influence mechanism for rural human settlement in national key ecological function areas: A case of Lichuan. *Human Geography*, 2016, 31(1): 81-88.]
- [77] 侯俊东, 吕军, 尹伟峰. 农户经营行为对农村生态环境影响研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(3): 26-31. [Hou Jundong, Lv Jun, Yin Weifeng. Effects of farmer households' production and operation behaviors on rural eco-environment. *China Population, Resources and Environment*, 2012, 22(3): 26-31.]
- [78] Callo-Concha D, Denich M. A participatory framework to assess multifunctional land-use systems with multicriteria and multivariate analyses: A case study on agrobiodiversity of agroforestry systems in Tomé Açú, Brazil [J]. *Change and Adaptation in Socio-Ecological Systems*, 2014, 1(1): 40-50.
- [79] 时振钦, 邓伟, 张少尧. 近25年横断山区国土空间格局与时空变化研究 [J]. 地理研究, 2018, 37(3): 607-621. [Shi Zhenqing, Deng Wei, Zhang Shaoyao. Spatial pattern and spatio-temporal change of territory space in Hengduan Mountains region in recent 25 years. *Geographical Research*, 2018, 37(3): 607-621.]
- [80] 方创琳. 中国城市发展格局优化的科学基础与框架体系 [J]. 经济地理, 2013, 33(12): 1-9. [Fang Chuanglin. The scientific basis and systematic framework of the optimization of Chinese urban development pattern. *Economic Geography*, 2013, 33(12): 1-9.]
- [81] 杨俊, 郭丽兰, 李争. 基于空间功能值的矿粮复合区三生空间重构 [J]. 农业工程学报, 2018, 34(24): 247-255. [Yang Jun, Guo Lilan, Li Zheng. Reconstruction of living, production and ecological space based on spatial functional value in mine-grain mixed zone. *Transactions of the CSAE*, 2018, 34(24): 247-255.]
- [82] Tu S S, Long H L. Rural restructuring in China: Theory, approaches and research prospect [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2017, 27(10): 1169-1184.
- [83] 龙花楼, 屠爽爽. 论乡村重构 [J]. 地理学报, 2017, 72(4): 563-576. [Long Hualou, Tu Shuangshuang. Rural restructuring: Theory, approach and research prospect. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(4): 563-576.]
- [84] Tu S S, Long H L, Zhang Y N, et al. Rural restructuring at village level under rapid urbanization in metropolitan suburbs of China and its implications for innovations in land use policy [J]. *Habitat International*, 2018, 77: 143-152.
- [85] 周国华, 彭佳捷. 空间冲突的演变特征及影响效应: 以长株潭城市群为例 [J]. 地理科学进展, 2012, 31(6): 717-723. [Zhou Guohua, Peng Jiajie. The evolution characteristics and influence effect of spatial conflict: A case study of Changsha-Zhuzhou-Xiangtan urban agglomeration. *Progress in Geography*, 2012, 31(6): 717-723.]
- [86] 孙丕苓. 生态安全视角下的环京津贫困带土地利用冲突时空演变研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2017. [Sun Piling. Temporal and spatial evolution of land use conflicts in the poverty belt around Beijing and Tianjin from the perspective of ecological security. Beijing, China: China Agricultural University, 2017.]
- [87] Campbell D J, Gichohi H, Mwangi A, et al. Land use conflict in Kajiado District, Kenya [J]. *Land Use Policy*, 2000, 17: 337-348.
- [88] Bishnu R U. Land conflict in Nepal: Peasant's struggle to change unequal agrarian social relations community [J]. *Community, Work and Family*, 2004, 4(7): 371-393.
- [89] 于伯华, 吕昌河. 土地利用冲突分析: 概念与方法 [J]. 地理科学进展, 2006, 25(3): 106-115. [Yu Bohua, Lv Changhe. The progress and prospect of land use conflicts. *Progress in Geography*, 2006, 25(3): 106-115.]
- [90] von der Dunk A, Gret-Regamey A, Hersperger A M. Land-use conflicts in a swiss peri-urban landscape: Which socio-demographic and environmental variables are associated with their presence and absence? [J]. *Carpathian Journal of Earth and Environmental*, 2015, 10(4): 39-48.
- [91] 刘巧芹, 赵华甫, 吴克宁, 等. 基于用地竞争力的潜在土地利用冲突识别研究: 以北京大兴区为例 [J]. 资源科学, 2014, 36(8): 1579-1589. [Liu Qiaoqin, Zhao Huafu, Wu Kening, et al. Identifying potential land use conflict based on competitiveness of different land use types in Beijing, China. *Resources Science*, 2014, 36(8): 1579-1589.]
- [92] 赵宇鸾, 张颖, 李秀彬. 黔桂岩溶山区土地利用冲突强度演变及其空间分异特征 [J]. 中国岩溶, 2017, 36(4): 492-500. [Zhao Yuluan, Zhang Ying, Li Xiubin. Evolution and spatial variation of land use conflict intensity in Qian-Gui karst mountainous areas. *Carsologica Sinica*, 2017, 36(4): 492-500.]
- [93] 唐凯, 周国华. 基于经济学视角的空间冲突形成原因及

- 其风险测度:以长株潭城市群为例[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2013, 36(3): 90-94. [Tang Kai, Zhou Guohua. Analysis of spatial conflict measurement based on the perspective of economics: A case study of Chang-zhutan areas. Journal of Natural Science of Hunan Normal University, 2013, 36(3): 90-94.]
- [94] 闵婕, 汪洋, 刘睿. 三峡库区(重庆段)生态屏障带土地利用冲突演变特征分析[J]. 山地学报, 2018, 36(2): 334-344. [Min Jie, Wang Yang, Liu Rui. 2018. Analysis on the evolutionary characteristics of land use conflicts in the ecological barrier zone of the Three Gorges Reservoir Area (Chongqing Section). Mountain Research, 2018, 36(2): 334-344.]
- [95] 周德, 徐建春, 王莉. 环杭州湾城市群土地利用的空间冲突与复杂性[J]. 地理研究, 2015, 34(9): 1630-1642. [Zhou De, Xu Jianchun, Wang Li. Land use spatial conflicts and complexity: A case study of the urban agglomeration around Hangzhou Bay, China. Geographical Research, 2015, 34(9): 1630-1642.]
- [96] 王秋兵, 郑刘平, 边振兴, 等. 沈北新区潜在土地利用冲突识别及其应用[J]. 农业工程学报, 2012, 28(15): 185-192. [Wang Qiubing, Zheng Liuping, Bian Zhenxing, et al. Potential land use conflict identification and its application in Shenbei New District. Transactions of the CSAE, 2012, 28(15): 185-192.]
- [97] 金贵. 国土空间综合功能分区研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2014. [Jin Gui. Study on comprehensive function regionalization of national spatial territory: A case study of Wuhan Metropolitan Area. Beijing, China: China University of Geosciences, 2014.]
- [98] 邓春, 王成, 王钟书, 等. 共生视角下村域生产空间重构路径设计: 以重庆市合川区大柱村为例[J]. 中国土地科学, 2017, 31(2): 48-57. [Deng Chun, Wang Cheng, Wang Zhongshu, et al. Rural production space restructuring path design from the perspective of symbiosis: A case of Dazhu Village, Chongqing, China. China Land Sciences, 2017, 31(2): 48-57.]
- [99] 司慧娟. 青海省国土空间综合功能分区与管制研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2018. [Si Huijuan. Spatial regulation and Comprehensive function zoning of national land space in Qinghai Province. Beijing, China: China University of Geosciences, 2018.]
- [100] 莫致良. 基于蚁群算法的可扩展多目标土地利用优化配置[D]. 杭州: 浙江大学, 2017. [Mo Zhiliang. Extensible multi-objective optimizing land use allocation based-on ant colony algorithm. Hangzhou, China: Zhejiang University, 2017.]
- [101] 曹月娥. 基于GIS技术的县级土地利用总体规划研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2010. [Cao Yue'e. Study on general Land-use planning of the county based on GIS technology. Urumqi, China: Xinjiang University, 2010.]
- [102] 孔静静. 多目标下的县域土地利用结构和空间优化配置研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2015. [Kong Jingjing. Research on the optimization of land use structure and layout with the multi-objective in county areas: A case study of Nilka County. Urumqi, China: Xinjiang University, 2015.]
- [103] Sun P L, Xu Y Q, Yu Z L, et al. Scenario simulation and landscape pattern dynamic changes of land use in the poverty belt around Beijing and Tianjin: A case study of Zhangjiakou City, Hebei Province [J]. Journal of Geographical Sciences, 2016, 26(3): 272-296.
- [104] Liu X, Liang X, Li X, et al. A future land use simulation model (FLUS) for simulating multiple land use scenarios by coupling human and natural effects [J]. Landscape and Urban Planning, 2017, 168: 94-116.
- [105] Yang J, Liu W, Li Y, et al. Simulating intraurban land use dynamics under multiple scenarios based on fuzzy cellular automata: A case study of Jinzhou District, Dalian [J]. Complexity, 2018, 12: 1-17.
- [106] 黄安, 许月卿, 孙丕苓, 等. 基于多源数据人口分布空间化研究: 以河北省张家口市为例[J]. 资源科学, 2017, 39(11): 2186-2196. [Huang An, Xu Yueqing, Sun Piling, et al. 2017. Spatial distribution of population specialization based on multi-source data: A case study of Zhangjiakou City. Resources Science, 2017, 39(11): 2186-2196.]
- [107] Huang A, Xu Y, Sun P, et al. Land use/land cover changes and its impact on ecosystem services in ecologically fragile zone: A case study of Zhangjiakou City, Hebei Province, China [J]. Ecological Indicators, 2019, 104: 604-614.
- [108] 喻忠磊, 张文新, 梁进社, 等. 国土空间开发建设适宜性评价研究进展[J]. 地理科学进展, 2015, 34(9): 1107-1122. [Yu Zhonglei, Zhang Wenxin, Liang Jinshe, et al. Progress in evaluating suitability of spatial development and construction land. Progress in Geography, 2015, 34(9): 1107-1122.]

Research progress of the identification and optimization of production–living–ecological spaces

HUANG An^{1,2}, XU Yueqing^{1,2*}, LU Longhui^{1,2}, LIU Chao³, ZHANG Yibin^{1,2},
HAO Jinmin^{1,2}, WANG hui^{1,2}

(1. College of Land Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. Key Laboratory of Agricultural Land Qualify, Monitoring and Control, Ministry of Natural Resources, Beijing 100193, China;

3. College of Public Administration, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract: The study on identification and optimization of production–living–ecological spaces is to optimize the layout of future space based on identifying the structure, pattern, and problems of current spaces, which is a more comprehensive land spatial zoning approach and an urgent practical problem in national spatial planning, as well as a frontier of academic research. In this study, literature review methods, comparative analysis, and induction were performed to systematically summarize the current research situation of the concept and connotation, identification, and optimization of production–living–ecological spaces. At present, the research on the identification and optimization of production–living–ecological spaces has made a major breakthrough. However, the internal mechanism and concept of the formation of production–living–ecological spaces were insufficiently examined. The quantitative identification method and technical system of production–living–ecological spaces need to be improved. The dynamic change and driving mechanism, spatial conflict diagnosis, and problem analysis of production–living–ecological spaces were weakly researched. Optimization theory and technology system of production–living–ecological spaces were still in the initial stage. We propose the following future directions: Forming the concept of quality and quantity in future research; Attaching importance to lessons-learned from the existing research results of international spatial planning; With formation mechanism and concept definition, quantitative identification, mechanism of change examination, conflict diagnosis, and problem analysis and optimization control and simulation of production–living–ecological spaces as the main research lines, constructing the theory and technical system of identification and optimization of production–living–ecological spaces. Meanwhile, more attention should be paid to mountainous areas with horizontal and vertical features.

Keywords: production–living–ecological spaces; identification; optimization; research progress and prospect