

# 面向国土空间优化的三生空间研究进展

黄金川<sup>1,2,3</sup>, 林浩曦<sup>1,2,3</sup>, 漆潇潇<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101;

2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 中国科学院大学, 北京 100049)

**摘要:**解决经济高速增长、社会快速转型中存在的国土开发秩序混乱和资源环境代价沉重等问题是人文—经济地理学在区域可持续发展领域的重大科学命题。党的十八大报告将优化国土空间开发格局作为生态文明建设的首要举措,并提出“促进生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀”,由此构成的“三生”空间成为构建空间规划体系、完善国土空间开发保护制度和各类尺度空间落实主体功能区规划的重要基础。本文围绕国土空间优化和区域可持续发展目标,对国内外“三生”空间相关文献进行系统梳理,紧紧围绕“三生”空间的数量配比和空间配置两个科学问题进行综述,按照精度深化和尺度细化的要求,集中在“三生”功能分类、空间识别、空间优化等内容,从而勾勒出三生空间研究的框架体系。今后应重视三生空间动态演化,促进各尺度适宜性评价的统一和整合,响应“多规合一”的实践需求,最终服务于国土空间格局优化。

**关键词:**三生空间;三生功能;功能分类;空间识别;国土空间优化

## 1 引言

改革开放以来,中国工业化和城镇化取得了举世瞩目的成就,但也带来了一系列可持续发展的问题,如社会经济和资源环境的矛盾日益突出、区域发展差距不断扩大、土地利用粗放严重等(刘纪远等, 2014)。尤其是随着城乡建设用地不断扩张,农业和生态用地空间受到挤压,城镇、农业、生态空间矛盾加剧,不同空间尺度都存在着人和自然之间、生产和生活活动之间、自然生态系统内部关系不尽协调的矛盾(樊杰, 2007)。在新型城镇化与城乡统筹发展的背景下,解决经济高速增长、社会快速转型中存在的国土开发秩序混乱和资源环境代价沉重等问题一直是人文—经济地理学在区域可持续发展领域的重大科学命题(樊杰等, 2013)。

2000年以来,国家发展和改革委员会要求各级政府制定规划时,不仅要考虑产业分布,还要考虑空间、人、资源、环境的协调。2008年10月国务院印发的《全国土地利用总体规划纲要(2006-2020

年)》明确规定生态用地与生活、生产用地并行,提高城镇发展中生态用地比例。2010年12月国务院印发的《全国主体功能区规划》按开发方式和开发内容划分为不同主体功能区,按照生产发展、生活富裕、生态良好的要求,通过保证生活空间、扩大绿色生态空间、保持农业生产空间、适度压缩工矿建设空间来调整优化国土空间。2012年11月中共十八大报告明确提出“促进生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀”的总体要求,将优化国土空间开发格局作为生态文明建设的首要举措。随后,2013年11月十八届三中全会通过《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》进一步提出建立空间规划体系,划定生产、生活、生态空间开发管制界限,落实用途管制以及划定生态保护红线、建立国土开发空间开发保护制度。2013年12月中央城镇化工作会议延续上述总体要求,并将提高城镇建设土地利用效率、形成生产、生活、生态空间的合理结构作为推进新型城镇化主要任务。2015年中央城市工作会议再次提出城市发展要依

收稿日期: 2017-01; 修订日期: 2017-03。

基金项目: 国家自然科学基金项目(41690145)[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41690145]。

作者简介: 黄金川(1973-), 男, 河南开封人, 博士, 副研, 主要从事城市地理与区域规划研究, E-mail: huangjc@igsrr.ac.cn。

引用格式: 黄金川, 林浩曦, 漆潇潇. 2017. 面向国土空间优化的三生空间研究进展[J]. 地理科学进展, 36(3): 378-391. [Huang J C, Lin H X, Qi X X. 2017. A literature review on optimization of spatial development pattern based on ecological-production-living space[J]. Progress in Geography, 36(3): 378-391.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2017.03.014

据生产、生活、生态空间的内在联系统筹布局,提高城市发展的宜居性。2016年3月第十二届全国人大四次会议通过的《中华人民共和国经济和社会发展第十三个五年规划纲要》强调,建立由空间规划、用途管制、差异化绩效考核等构成的空间治理体系,推动城市化、农业和生态安全战略格局的主体功能区布局。2017年1月中办、国办印发的《省级空间规划试点方案》以主体功能区规划为基础,科学划定城镇、农业、生态空间及生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界。2017年1月国务院印发的《全国国土规划纲要(2016-2030)》要求,坚持国土开发与资源环境承载能力相匹配、人口资源环境相均衡,根据资源禀赋、生态条件和环境容量,明晰国土开发的限制性和适宜性,划定城镇、农业、生态三类空间开发管制界限,科学确定国土开发利用的规模、结构、布局和时序。

上述系列政策文件标志着国土开发方式将从以生产空间为主导转向生产、生活、生态空间(以下简称“三生”空间)相协调。在此背景下如何识别和定量刻画“三生”功能空间结构及其组成要素是进行国土空间结构调整优化的基础,进而对“三生”空间之间相互促进和相互胁迫关系进行必要的调整,不仅对人文—经济地理学的地域功能生成理论和空间治理实践具有重要的科学价值,而且也是直接面向国土空间结构优化和空间规划体系构建的重要研究领域。目前,国内外相关研究主要围绕三生空间的数量配比和空间配置两个科学问题,按照精度深化和尺度细化的方向,主要集中在“三生”功能分类体系、“三生”功能空间识别和“三生”功能空间优化等研究方面,其研究内容框架体系见图1。

## 2 “三生”功能内涵与分类

### 2.1 国土空间分类方式

国土空间是人类赖以生存和发展的家园。从国土规划管理的需要出发,迄今形成了多种国土空间分类方式。例如,《土地管理法》从严格土地用途管制的角度出发,将国土空间从微观上划分为农用地、建设用地和未利用地。国土资源部《土地利用现状分类GB/T21010-2007》构建了国土空间的两级土地利用分类体系,其中一级类包括耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水

域及水利设施用地、其他土地等12类;住房和城乡建设部《城市用地分类与规划建设用地标准GB50137-2011》从开发建设的角度出发,将国土空间划分为建设用地与非建设用地,前者包括城乡居民点建设用地、区域交通设施用地、区域公用设施用地、特殊用地、采矿用地等。《全国主体功能区规划》在国家和省域尺度按照开发内容将国土空间划分为城市化地区、农产品主产区和重点生态功能区三大主体功能空间。《全国国土规划纲要(2016-2030)》将国土空间划分为城镇、农业和生态三类空间,提出了以用途管制为主要手段的国土空间开发保护制度,要求科学设置“生存线”、“生态线”和“保障线”,合理确定国土开发强度、空间保护等约束性指标。除重要法律法规和全国性规划提出的国土空间分类体系外,现行国土空间的分类方式还有城市、城镇、农村等城乡空间划分,以及产业发展、旅游名胜、文化景观等功能空间划分等。但现行纷繁复杂的分类体系着眼点多为生产和生活功能,对生态特性考虑不够(梁留科等, 2003; 岳健等, 2003),大量具有重要生态价值的用地被归为未利用地,使得未利用地向农用地和建设用地的调整具有很大的随意性(徐健等, 2007)。十八大以来,随着生态文明建设步伐加快,亟需强调生态功能在国土空间分类体系中的作用,构建生产、生活和生态功能为主导的土地利用分类体系,统筹生产、生活和生态用地空间,以适应国土空间管理和研究的需要。国内一些学者已开始着手研究构建了全国宏观尺度的“三生”用地的分类体系(邓红兵等, 2009; 张红旗等, 2015)。

### 2.2 “三生”功能基本内涵

生态、生产和生活三种功能空间,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(李广东等, 2016)。其中,生产空间与产业结构有关,是以提供工业品、农产品和服务产品为主导功能的区域,含工矿建设区域和农业生产区域;生活空间与承载和保障人居有关,是以提供人类居住、消费、休闲和娱乐等为主导功能的区域,含城市、建制镇和农村居民点空间;生态空间与自然本底有关,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。在“三生”空间中,生态空间是“三生”空间的基础,支撑生产和生活空间实现自身功

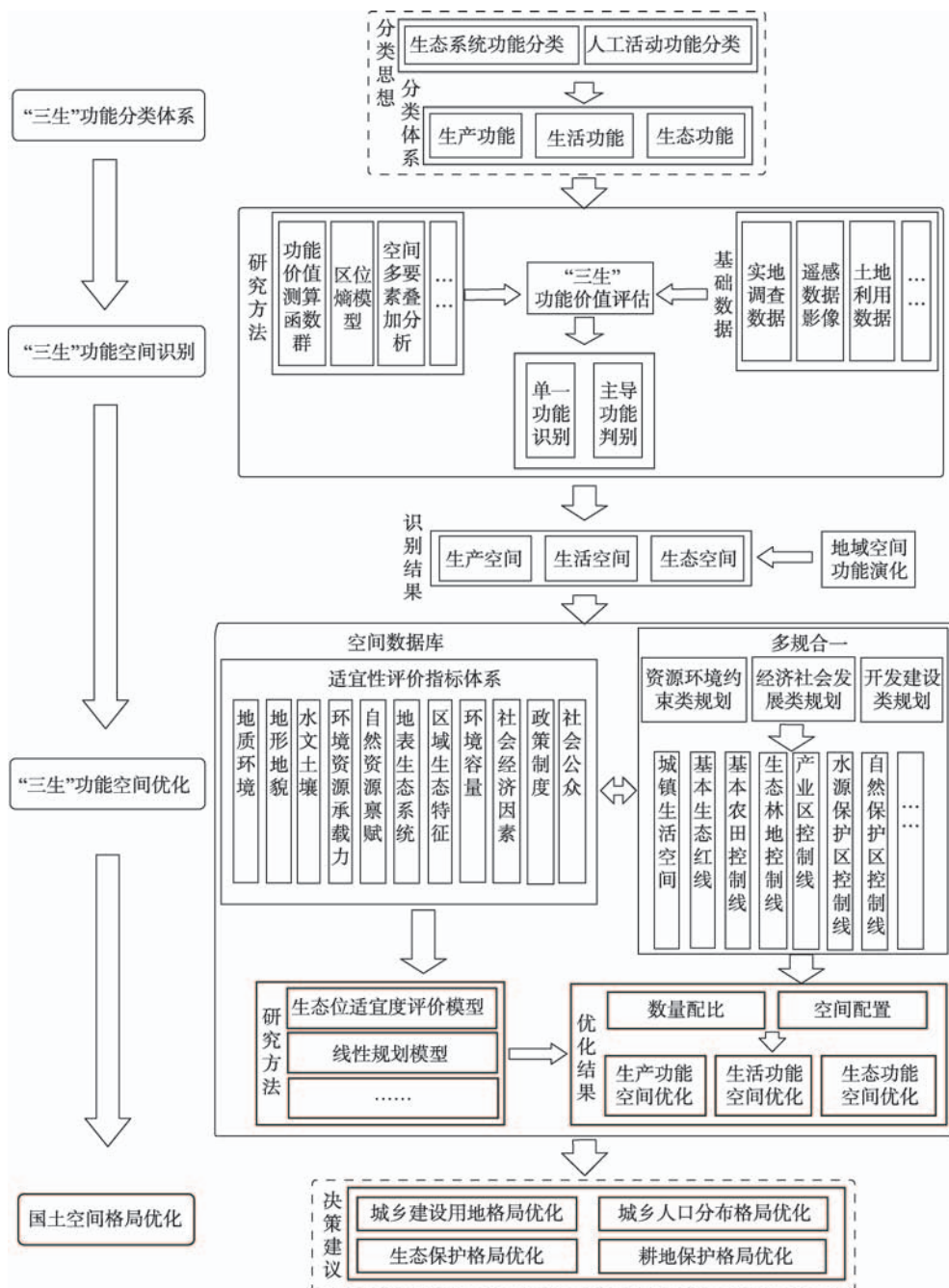


图1 “三生”空间研究内容框架体系

Tab.1 The research framework of ecological-production-living space

能,是协调人地关系、乃至实现区域可持续发展的关键(Kates et al, 2001)。一般来说,生产、生活和生态空间的目标导向和发展效应各异,总体上追求合适比例和空间优化,具有共生融合效应。生产空间的服务对象主要是物,追求用地集约和产出高效,具有产业集聚效应;生活空间的服务对象主要是人,追求服务方便和宜居程度,具有邻里文化效应;生态空间的服务对象人、物兼备,追求山清水秀和

尊重自然,具有规模尺度效应。《全国主体功能区规划》指出,城市化地区以提供工业品和服务产品为主,农产品和生态产品为辅,首要任务是增强综合经济实力,亦要保护好耕地和生态环境;农产品主产区以提供农产品为主,首要任务是增强农业综合生产能力;重点生态功能区以提供生态产品为主,首要任务是提高生态保障能力。农产品主产区与重点生态功能区都可适度发展不影响生态主体功



能的适宜产业。主体功能区划对国土空间的分类,体现了“三生”空间的空间尺度的差异性和空间功能的复合性,为宏观尺度上对“三生”空间划分提供了归纳思路。

### 2.3 “三生”功能分类体系

“三生”功能分类是对“三生”空间内涵的细化和延伸,必须对生产、生态和生活三大基本功能从各级空间尺度精细化,深入到子功能层面,才能形成适用于各级空间尺度的“三生”功能分类体系,在此基础上因地制宜提出更具体的开发、保护及管控措施。

从研究尺度看,“三生”功能分类体系具有一定的尺度依赖性。张红旗等(2015)从国家尺度上反映土地的“三生”功能,尤其强调以生态防护和人居保障为主导,重点考虑生态脆弱、环境恶劣或保护意义重要的地区。席建超等(2016)针对旅游乡村聚落“三生”空间重构与优化,提出适用于乡村地区的“三生”功能分类体系。总体来看,目前研究尺度偏重于省域、城域或县域单元,较少关注多尺度的空间分析,迄今尚未形成面向多尺度对象的“三生”功能分类体系。

从研究视角看,“三生”功能的细分主要依据土地利用、生态系统和景观价值三大视角(Pérez-Soba et al, 2008; 甄霖等, 2009; Xie et al, 2010; Reidsma et al, 2011; 王枫等, 2015)。其中,土地利用视角的功能划分主要以经济为导向,是人们对特定土地利用覆被类型的安排、活动、投入以及获取生产、转化和维持能力(Foley et al, 2005; Verburg et al, 2009; 刘超等, 2016)。生态系统视角的功能划分是从生态学框架下逐步演化而来,Odum等(1971)对生态系统功能进行了定义,Costanza等(1997)将生态系统服务价值划分为17类,de Groot等(2002)构建了以调节、栖息、生产和信息等功能为主的生态系统功能分类框架体系。相比基于土地利用角度的功能划分,生态系统角度对生态环境的刻画更为详细。景观价值起源于景观生态学,与生态系统功能划分较为相似。de Groot(2006)从可持续发展的角度将景观价值细分为调节、栖息地、生产、信息和承载功能五大类,Lovell等(2010)将景观价值分为生产、生态、文化三大类共15个具体功能。

从实证研究来看,大多是基于或参考国土、住建部门的土地利用和城乡规划用地分类体系与框架,或借鉴生态、景观视角的功能划分类型整合而

成。生态功能通常包括生态系统服务功能和生态防护功能两种类型。金贵等(2013)将生态系统服务功能细分为水源涵养、地下水补给、土壤保持、生物多样性保护、固碳、自然景观保护等,将生态防护功能细分为洪水调蓄、防风固沙、石漠化预防、地质灾害防护、道路和河流防护、海岸带防护等。生产功能由生态系统功能分类和人类活动的利用功能相结合而划分,按照人类的需求从基础层次到高级层次将生产功能划分为生存物质供给、基础生产、能矿生产和间接生产4个二级功能。其中,生存物质供给功能参考生态系统功能分类包括淡水供给、食物供给、基因资源3个三级功能;基础生产功能参考人类的农业活动包括木材供给、纤维供给、药物供给、装饰资源4个三级功能;能矿功能包括能源生产和矿产生产2个二级功能;间接生产功能包括工业产品生产和服务业产品生产2个三级功能(李广东, 2014; 张红旗等, 2015; 李秋颖等, 2016)。生活功能则被多数学者按照人类活动的需求层次划分为生活承载、生活保障和文化休闲3个二级功能。其中,生活承载包括居住承载、交通承载、公共服务承载3个三级功能,生活保障包括基本生活配套和就业保障2个三级功能,文化休闲包括科学与教育、娱乐休闲2个三级功能(李广东等, 2016)。

## 3 “三生”功能空间识别

目前主流的“三生”功能空间识别方法可分为量化测算法和归并分类法。前者通过构建评价体系实现生产、生活与生态功能的量化识别,但难以进行多主体融合和多尺度集成表达;后者实质是对土地利用数据进行归并与分类,一定程度上弥补了土地利用分类对生态功能考虑不足的缺点,并实现了与城市用地分类等的衔接。鉴于“三生”功能空间尺度的差异性、空间功能的复合性、空间范围的动态性及空间用地的异质性等特征(扈万泰等, 2016),并考虑到在一定时期内不同空间单元的地域类型都有其特定的功能,地域多功能性评价的关键在于评定社会需求与其相应地域功能是否一致(Wiggering et al, 2006)。“三生”功能空间识别的具体步骤应包括单一功能空间的识别和主体功能空间的判别,影响划分效果的主要因素是基本分析单元的选择、指标体系的构建、识别方法的选取等。单一功能空间的识别主要利用GIS空间分析技术,

将各种专题功能区划图自上而下地分解和土地利用类型图自下而上地归并相结合的空间叠加方法;主导功能的空间判别则主要基于国土空间的多功能性,进行定性或定量的判别。目前,“三生”功能空间识别的实证研究主要包括国家、城市群、省、市县、乡镇和村落等不同尺度,涵盖城市、乡村和城乡交错地带等不同区域,但尚未形成统一且覆盖不同尺度、涵盖不同地域类型的“三生”功能空间划分技术体系(表1)。

3.1 基本分析单元

基本分析单元是指“三生”功能空间识别过程中使用的最小划分单元,如何将划分单元细化到地块尺度,是解决国家宏观层面的顶层设计以及城乡规划建设和土地管理衔接的关键所在,对“三生”空间的划分效果具有重要影响。目前,国内外学者划分“三生”空间使用的基本分析单元主要有用地类型区和行政区两类。行政区常用于全国、省、城市群等宏观尺度和市县中观尺度的“三生”功能空间识别,如马世发等(2015b)以县级行政区进行一定的拆分或重组,构建空间可比单元,按照区内功能相似、区间功能差异的分区原则划定湖南省国土空间生态保护红线。赵中华(2016)按照主体功能区战略,以行政村为基本分析单元,对勐海县进行“三生”功能分区。用地类型区常用于县区、乡镇、开发区等微观尺度的“三生”功能空间识别,如白如山等(2016)、扈万泰等(2016)分别基于第二次全国土地

调查和《城市用地分类与规划建设用地标准 GB50137-2011》,对不同的用地类型逐一确定其“三生”功能空间划分。将各具特点的基本分析单元有机结合,有助于宏微观研究尺度的整合与衔接,已成为“三生”功能空间识别方法的主流。朱媛媛等(2015)先以行政村为基本单元,划定各村的主导功能,然后以用地类型为基本单元,对识别结果进行细化,从而识别出五峰县“三生”空间。张红旗等(2015)采用先分区再分类的思路,以行政区和用地类型区为基本分析单元,自上而下逐级划分出全国“三生”功能空间分布。

3.2 单一功能空间识别

总体而言,针对单一功能的空间识别,目前学术界对生态空间的划分共识较强,认为林地、灌丛、草地、水体、湿地、苔原、沙地、盐碱地、裸岩、冰川及永久积雪等用地类型具有显著的生态价值,应划分为生态空间。然而,生产空间和生活空间的划分往往随着研究尺度和具体区域的变化而差别较大。在宏、中观尺度下,生活空间指城镇用地和农村居民点用地,生产空间指农业用地和工矿用地。而在乡镇村、开发区等微观尺度下,生活空间仅指农村居民点和城镇用地中的住宅用地、公共生活用地、教育用地等,生产空间除农业用地和工矿用地外,还包括城镇用地中的工业用地、仓储用地和商业服务用地等与生产活动相关的用地类型。即便是基于《城市用地分类与规划建设用地标准 GB50137-2011》的

表1 “三生”功能空间识别的相关研究

Tab.1 Research on function identification of ecological-production-living space

研究者	识别方法	基本分析单元	尺度	区域	面积/km <sup>2</sup>
白如山等(2016)	定性	用地类型区	宏观	江淮城市群(合肥、六安、淮南、蚌埠、滁州、马鞍山、芜湖、铜陵、池州、安庆10个地市)	65000
马世发等(2015b)	定量	行政区(区县)	宏观	湖南省	211800
金贵(2014)	定性	用地类型区	宏观	武汉城市圈(武汉、黄石、鄂州、孝感、黄冈、咸宁、仙桃、天门、潜江)	57800
吕立刚等(2013)	定性	用地类型区	宏观	江苏省	107200
张红旗等(2015)	定性	用地类型区+行政区(区县)	宏观	全国	9600000
赵中华(2016)	定量	行政区(村)	中观	云南省西双版纳州勐海县	5371
朱媛媛等(2015)	定性+定量	用地类型区+行政区(村)	中观	湖北省五峰县	2374
吴艳娟等(2016)	定性	用地类型区	中观	浙江省宁波市	9730
党丽娟等(2014)	定性	用地类型区	微观	延安市附近燕沟流域	48
陈婧等(2005)	定性	用地类型区	微观	北京市朝阳区洼里乡	15.7
李广东等(2016)	定量	用地类型区	微观	浙江省杭州市塘栖镇	79
武占云(2015)	定性	用地类型区+行政区(区县)	微观	贵阳与安顺两市之间的贵安新区	470
席建超等(2016)	定性	用地类型区	微观	河北省保定市涞水县苟各庄	7.4

资料来源:作者根据相关研究归纳整理。

“三生”功能划分,不同学者也存在不同的理解。扈万泰等(2016)以《城市用地分类与规划建设用地标准 GB50137-2011》为基础,分别从城乡、城镇、乡村等不同空间区域视角探讨“三生”空间的对象内容,进而结合城乡规划体系识别“三生”空间。舒沐晖等(2015)认为,《城市用地分类与规划建设用地标准 GB50137-2011》中的B类用地(商业服务业设施用地)可分为生产性和生活性两类,分别归属于生产空间和生活空间,但B2中类(商务用地)既包括生产性商业用地又包括生活性商业用地,因此无法从更小尺度划分。李广东(2014)则认为第三产业全都属于生产空间,因此将B1中类(商业用地)和B2中类(商务用地)划分为生产空间。产生上述“三生”空间划分差别的根源在于国内外学者对“三生”空间概念内涵理解存在差异,没有形成统一的“三生”空间功能分类体系。

### 3.3 主导功能空间判别

多功能性是土地的本质属性,土地利用的生产、生态、生活三大主导功能相互转化,是有限的土地资源在各主导功能之间进行数量再配比和空间再配置的动态过程,主导功能的转变反映了区域经济社会转型发展的不同阶段,因此识别“三生”功能空间的关键是充分考虑土地的多功能性,从土地的多重功能中定性或定量地识别其主体功能。陈婧等(2005)认为,土地是一个多功能综合体,生产、生活和生态功能相互关联且相互统一,不同的土地利用方式、强度等导致不同功能的主次和高低之分,据此可甄别出主导功能。樊杰(2007)提出的地域功能理论认为地域功能是一定地域在更大的地域范围内、在自然资源和生态环境系统中、在人类生产活动和生活活动中所履行的职能和发挥的作用,据此建立了区域发展均衡模型。Nelson等(2009)认为,土地利用具有多功能性,不同用地之间的竞争则是不同功能与目标的博弈和冲突。由于任何的用地类型都既可能是单一功能,也可是生产、生活和生态功能的任意组合,因此在“三生”功能划分中既要突出土地的主体功能,又要兼顾次要功能,而地域主体功能则是两种乃至多种功能叠加后形成的新的综合功能。

迄今为止,凭经验定性判断土地利用类型主导功能的方法较为常见。如武占云(2015)认为独立工矿区、耕地、菜地、园地和其他农用地的主导功能为生产功能,草地、林地、湿地、水面、荒草地、沙地等

的主导功能为生态功能,城市、建制镇居民点和农村居民点的主导功能为生活功能。此外,党丽娟等(2014)、陈龙等(2015)等都以定性手段确定不同用地的主导功能。然而,单从定性分析难以精确地识别各具体地类的主导功能,定量手段逐渐成为识别“三生”空间主导功能的重要方法,即基于特定方法将土地提供产品的服务进行价值量化测算,进而按照服务功能价值的比较来决定土地主导功能。因此,如何测算土地的各种服务功能价值或效益是定量识别“三生”功能空间的关键。众多学者针对此问题进行了深入探讨,例如甄霖等(2010)选取28个指标计算中国土地多功能利用的环境、社会及经济效益,并以此确定土地的主导功能。朱媛媛等(2015)借鉴生态系统服务评估方法,从耕地红线、城乡规划线和生态红线三个角度评价五峰县各村的生产、生活和生态功能类型,根据得分划定各村现状主导功能类型。李广东等(2016)以生态系统服务价值评估为基础,系统整合空间功能价值量核算函数群,通过纵横对比的方法确定空间功能主导类型。赵中华(2016)从经济人口交通优势、资源环境承载力、生态敏感性和生态重要性评价等维度构建“三生”空间的评价指标,根据主导功能函数计算每个行政单元的主导功能。

## 4 “三生”功能空间优化

“三生”功能空间优化是以“三生”功能的空间识别为基础,谋求在较长的时间段、更大空间尺度中的综合效益较优的方案,作为自然与人文因素共同作用、社会与环境复合系统综合优化的调整方案。“三生”空间优化属于国土资源优化配置问题,依据土地特性和土地利用系统原理,借助一定的科学技术和手段,对土地资源的利用结构和方向在时空尺度上分层次进行安排、设计、组合和布局,以提高土地利用效率和效益,维持土地生态系统的相对平衡,实现土地资源的可持续利用(刘彦随等, 2011)。“三生”功能空间优化的主要理论支撑来源于区域资源环境承载能力理论和城市化与生态环境耦合理论。区域资源环境承载能力指在维持人地关系协调可持续的前提下,一定区域内的资源环境条件对人类生产生活的功能适宜程度及规模保障程度(周侃等, 2015),并由此决定了不同区域的开发模式和开发强度,以及地域功能的空间格局(樊杰



等, 2015)。受人文社会规律支配的城市化过程与受自然规律制约的生态环境演化过程之间存在胁迫与约束的耦合机制, 城市化对生态环境的胁迫效应主要是城市中的人口、企业和交通等活动过程中排放的污染所造成, 生态环境对城市化的约束则主要是通过改变人口和资本流向所引起(黄金川等, 2003)。在研究方法论方面, 谢正峰等(2011)认为, 现有土地优化配置方法主要包括基于RS和GIS的系统动力学、多目标规划、人工智能算法等计算机模拟模型, 以优化数量配比为目的的经济模型, 以及通过信息熵等景观格局指数优化土地配置的景观生态学方法。樊杰等(2013)基于经济—生态—社会综合效益和生产—分配—消费立体系统的区域发展均衡模型, 阐释人—地系统相互作用及自然对人文作用的资源环境承载能力评价, 基于地域功能成因理论与识别方法尝试开展综合地理区划, 以及纳入面状形态完善点—轴系统理论, 利用三种功能空间比例关系表达空间结构。方创琳(2013)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, 通过“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, 优化提升和集约利用“三生”发展空间, 理顺城市空间开发秩序。马世发等(2015a)以主体功能区划为研究对象, 构建国土空间地理实体与功能之间的多对多网络关系, 实现面向综合区划的国土空间地理实体分类与功能识别。“三生”功能空间结构优化和基于“三生”空间的国土空间格局优化是“三生”空间研究的热点和重要内容, 而“三生”空间优化的关键在于生态、生产和生活空间的数量配比与空间配置。目前, 有关“三生”空间优化的研究相对较少, 主要基于特定的试点和视角提出优化方法, 尚未上升到理论研究高度。本文基于“三生”空间适宜性评价和“多规合一”两个方面, 对“三生”功能空间优化进行评述。

#### 4.1 基于适宜性评价的空间优化

借鉴土地适宜性评价的概念, 可将“三生”空间适宜性评价定义为特定条件下特定范围内土地对生产、生活、生态功能的适宜程度。但“三生”空间适宜性评价与土地适宜性评价内涵有所差别, 前者是对国土空间开发、保护、空间承载力等的综合考量, 而后者强调人类景观改造要遵循自然生态过程(麦克哈格, 1967)。因此, “三生”空间适宜性评价是优化国土“三生”空间数量配比和空间布局的重要

依据。

“三生”空间适宜性评价方法和指标体系与空间尺度的选用关系密切, 主流的适宜性评价方法包括(欧阳志云等, 1996; 喻忠磊等, 2015): ①多要素叠置综合评价。以空间叠置分析为基础, 通过不同的指标拟合算法发展而得的各类评价方法。例如, 陶慧等(2016)从“三生”空间相互关系出发, 利用GIS空间分析技术, 进行分区叠置分析, 重新判定空间单元在旅游城镇化进程中的功能地位。金贵(2014)通过构建国土空间综合功能分区指标体系, 建立国土空间“三生”功能分类体系, 引入BP神经网络模型对国土空间标准评价单元分别开展生产、生活和生态功能评价, 最后基于双约束聚类进行国土空间综合功能分区。②空间相互作用及其趋势模拟分析。借助景观生态格局分析、累计阻力模型或引力模型进行适宜性评价。例如, 胡兴定等(2016)开展基于人居环境的采矿复垦区“三生”空间优化研究, 宏观层面依据不同功能定位判断研究区“三生”用地的布局, 中观层面利用分布指数和信息熵分析“三生”空间在不同因子条件下的分布特征, 微观层面通过因子筛选和空间叠加分析得到采矿复垦区“三生”空间优化结果。③基于生态位的空间供需耦合分析。将评价单元视为相应的多维资源供给空间, 通过两者的匹配程度来判断适宜性水平。例如, 蒙莉娜等(2011)根据土地利用的现实生态位和需求生态位的耦合关系构建土地生态位适宜度模型, 并以山东省济南市为例, 根据生态位适宜度值划分土地利用功能分区, 应用该模型的关键在于确定基于评价区域实际状况的评价指标和生态位理想值。

就适宜性评价的指标体系而言, 主要包含社会经济、交通区位、地形地貌、地质条件、环境承载力和产业潜力等方面, 具体评价指标同样会因应研究尺度的不同而有所调整。例如, 社会经济要素在宏观尺度一般包含人口集聚度、GDP、粮食作物产量和城市化率等, 但在微观尺度下, 社会经济要素趋于匀质, 因此该指标的刻画存在一定难度; 交通要素在宏观尺度下主要通过交通优势度来刻画, 而在微观尺度下主要通过干线距离刻画; 生态因素在宏观尺度下主要通过水土保持、水源涵养、防风固沙等生态重要性因子和土壤侵蚀、沙漠化等生态敏感性因子来刻画, 而在微观尺度下, 则通过各种生态保护区界线、水文要素来刻画。但是, “三生”空

间适宜性评价指标体系多集中于应用性案例评价,尚缺少对“三生”空间适宜性评价内涵和理论的探讨,通用性和推广性较差。此外,宏观评价和微观评价之间缺乏衔接与整合,无法对研究地区从不同尺度实现全景式评价,影响了成果的应用。宏、微观尺度下的“三生”空间适宜性评价指标体系对比见表2。

可见,不同尺度下“三生”空间适宜性评价方法和指标体系相差甚远,现有适宜性评价指标内容还欠缺系统性、规范性和统一性,对于同一个研究区域,不同学者构建的评价指标体系可能差别较大,即便是同一个要素,不同学者刻画该要素的指标选取也可能迥然不同。长期以来,自然地理条件、生态环境和社会经济因素是关注重点,但对政策制度、社会公众因素等关注不足;部分重要指标缺乏一致认同的理论依据和公认的科学测度方法;对指标分级标准、各指标间的关系缺乏深入研究(喻忠磊等, 2015)。通常,宏、中观适宜性评价适合指导省、市县尺度的三生空间主导功能识别,但无法指导微观用地布局,例如哪些采矿区(生产空间)急需恢复为生态林地(生态空间),哪些耕地(生产空间)从水土保持等因素出发需要恢复为林地(生态空间),农村居民点用地在适度集中的原则下究竟分布在哪里最适合等。造成上述问题的原因在于微观适宜性评价是基于栅格尺度,评价内容和指标体系只适用于小尺度的地区,显然不能反映市县尺度乃至城市群、省级尺度的空间分异特征。此外,“三生”空间适宜性评价较之土地适宜性评价、国土开发建设适宜性评价、耕地适宜性评价等,其评价性

质更综合,跨学科要求也更高,应更多地借鉴相关学科理论实践,进一步完善现有适宜性评价指标体系。因此,构建基于栅格单元的宏观尺度“三生”空间适宜性评价指标体系,促进宏观与微观“三生”空间适宜性评价的统一与整合,是“三生”空间研究亟待解决的难点和重点。

4.2 基于“多规合一”的空间优化

空间规划是政府调控和引导空间资源配置的基础,也是现代国家进行空间治理的重要手段,是有效调控社会、经济环境要素的空间政策工具。目前,中国空间规划体系是由多类型、多层级空间规划共同构成的复杂“规划矩阵”,主要包括城乡规划、土地利用规划和国民经济和社会发展规划三大综合性规划,以及涉及空间布局与用地安排的若干专项规划,由此形成了“横向并列,纵向到底”的网状空间规划体系(刘彦随等, 2016)。自党的十八大以来,中央对改革各类空间规划、建立包括国家、省、市县三级空间规划体系的政策引导不断加强,建立国家空间规划体系的思路越来越清晰、要求越来越具体。梳理相关政策及规划,发现其重点在于:①将生态文明放在突出位置,优化国土空间开发格局;②空间治理体系由空间规划、用途管制、差异化绩效考核等构成;③空间规划以用途管制为主要手段,以空间治理和结构优化为主要内容;④通过规划立法,统筹行政资源,实现国家治理体系的现代化。当前,由于主导各类空间规划编制与管理的主体不一,规划的依据不同、基础数据不统一、规划期限不一致,造成规划内容交叉重叠、指标和标准不统一,由此导致矛盾与冲突不断。因此,“多规

表2 不同尺度下适宜性评价指标体系对比  
Tab.2 Indicator systems for suitability evaluation on different scales

评价要素	因子指标	
	宏观尺度	微观尺度
社会经济	人口、城市化率、人口集聚度、区位优势度、粮食作物产量、固定资产投资、三次产业结构等	较少体现
地形地貌	地形起伏度、地表破碎度	坡度、坡向、高程
交通区位	交通优势度、与中心城市距离	干线辐射、城镇引力、耕作半径、与公服设施距离等
生态评价	生态敏感度、生态重要性、脆弱性等	与水文要素距离、植被覆盖率、地表覆被类型、保护区要素边界、人口产业工程等干扰强度
工程地质	较少体现	地基承载力、岩土类型、抗震设防烈度、与高压走廊距离
水文地质	地下水位埋深	洪水淹没程度、洪涝风险
环境资源承载力	土地承载力、水资源承载力、环境要素承载力、能源承载力、宜耕土地比重等	较少体现
土壤条件	土壤侵蚀、表土质地、有机质含量	土壤透水性、土层厚度等
地质灾害	地震烈度、滑坡、泥石流等	采矿塌陷、地质断裂线等



合一”对于国家空间规划体系的构建尤为重要。2013年12月,习近平总书记在中央城镇化工作会议明确提出“建立空间规划体系,推进规划体制改革,加快规划立法工作”,“在县(市)通过探索经济社会发展、城乡、土地利用规划的‘三规合一’或‘多规合一’,形成一个县(市)一本规划、一张蓝图,持之以恒,加以落实”。此后,《国家新型城镇化规划(2014-2020年)》《关于开展市县“多规合一”试点工作的通知》《生态文明体制改革总体方案》《省级空间规划试点方案》等国家重要政策文件均强调“多规合一”的重要性,要求以空间资源的合理保护和有效开发为核心,从空间资源保护、空间要素统筹、空间效率提升、空间权利平等方面为突破,探索“多规合一”模式下规划编制、实施、管理及监督机制。

在现有空间规划体系中,大部分规划都从各自的编制部门职能和规划目的对“三生”空间或相关内容进行了探讨。例如,城乡总体规划中的“三区四线”、各类城市用地的占比,土地利用总体规划中的土地用途分区、基本农田范围划定,环境保护规划中对各类保护区的划定等。通过“多规合一”,加强各项规划的统一衔接、功能互补、相互协调,为地区“三生”空间的优化工作提供重要基础(潘安等,2014)。例如,胡耀文等(2016)在《海南省总体规划》中,以空间资源的统筹布局为基础,在统一的空间平台上统筹生态空间、生产空间和生活空间的布局,认为“合”是对开发建设类、生态环境约束类和国民经济发展类规划的总体思路、事权边界、空间边界等存在的冲突、缺位、越位等进行协调,“一”是指构建“规划的宪法”,按照总体目标、发展战略、空间格局等内容纲举目张地衔接各项规划。舒沐晖等(2015)、扈万泰等(2016)以“多规合一”为手段划定“三生”空间的合理边界,首先识别生态红线规划和环境保护规划等规定的各类生态敏感区、生态保护区,尔后参照基本农田范围识别优质农业空间,再根据城乡规划中的人口预测、土地利用总体规划中建设用地的规模以及国民经济和社会发展规划制定的重点发展和建设项目,初步划定“三生”空间,并在控规层面不断调整细化,直到边界明确清晰。总体而言,目前中国“多规合一”的工作还停留在试点阶段,理论的积累远远落后于实践的需求,与此对应,基于“多规合一”的“三生”空间优化研究还停留在方法探索阶段,缺乏大量案例支撑,尚未对各项规划中“三生”空间的相关内容进行系统梳理。

#### 4.3 国土空间格局优化

党的十八大以来,优化国土空间开发格局被提升为生态文明建设的首要任务,而开展三生空间研究的最终目的是服务于国土空间开发格局的优化。优化国土空间开发格局需要从区域乃至全国发展视角与全局利益出发,揭示国土空间功能类型的分异规律,横向地优化经济、社会、人口与环境等各种要素的配置,纵向地优化现在与未来的要素配置,作为国土空间功能结构优化调整的基础性依据,最终实现人口资源环境与发展相协调,经济、社会、生态效益相统一。樊杰(2015)在主体功能区规划中提出的“生产空间、生活空间、生态空间”,不仅弥补了“点轴”系统中面状空间组织结构缺失问题,并进而拓展到生产、生活、生态“三生”空间比例关系及其空间结构。方创琳(2013)提出了包含“三生”空间优化理论在内的六大科学理论作为优化中国城市发展格局的理论基础,从宏、中、微观三个层面全面指出格局优化的具体内容,对基于“三生”空间的国土格局优化具有理论指导作用。

在实践应用层面,樊杰(2016)在《广东省国土规划(2006-2020)》的编制实践中,尝试采用生产、生活和生态三大空间结构的设计作为统领整个规划的集成方法,基于空间结构理论的综合集成分析,将调整生产空间、生活空间、生态空间之间的比例关系作为优化国土开发的重要抓手,并将广东国土空间划分为农业生产与生态复合空间、生活与工业生产空间以及生态空间三大类。白如山等(2016)运用多维计量模型和GIS空间分析方法,基于多样化、集中度、优势度和均匀度等景观生态指数和信息熵探究城市群“三生”空间功能结构的分异特征,指导江淮城市群各地市国土格局的优化方向。李秋颖等(2016)以“三生”空间利用质量为考核指标,评价各省的生产、生活和生态空间利用质量指数,以协调建设“人口—土地—产业”用地机制为目标导向,从产业用地结构等方面提出优化建设用地格局的对策。李伟松等(2016)以行政村为单元,基于“三生”空间适宜性评价划分土地整治类型,指导优化镇域农村居民点的空间格局。

总体来看,目前基于“三生”空间的国土格局优化研究还处于探索之中,对国土空间格局优化思路的系统梳理和总结尚不够。今后,应通过对不同类型案例的总结凝练,进一步深化“三生”空间优化配置的理论内涵,完善“三生”空间的国土优化思路与

方法,更好地指导“三生”空间的国土优化实践。

## 5 结论和展望

本文紧紧围绕“三生”功能内涵分类、空间识别与空间优化主题,以“促进生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀”为目标,以优化矿产能源开发利用、推进生态文明建设为抓手,对面向国土空间规划的“三生”空间理论、方法与实践进行了系统的梳理,探讨“三生”空间结构与自然资源禀赋、发展阶段及功能类型的对应关系,“三生”空间与国土空间结构优化、“三生”空间优化与“多规合一”的关系及空间规划体系的构建问题,并对“三生”空间的分类体系、“三生”空间单一与主导功能的识别、“三生”功能空间优化的理论与方法等提出了一些初步的看法。但由于“三生”空间研究起步较晚,实证研究还很不充分,今后应着重从以下几个方面推动“三生”空间的深入研究:

(1) 尝试多尺度集成研究。研究不同尺度下“三生”空间的相互作用规律,解析地域功能空间格局的镶嵌特征;研究适宜性的多尺度评价方法,研制不同层级“三生”功能的分类体系、指标体系和计算方法,解决小尺度与大尺度“三生”空间区划相互转换的技术路径。

(2) 揭示“三生”空间动态演化特征。“三生”空间之间的比例关系随着地理环境、发展水平和发展方式不同而呈现出此消彼长的空间关系,例如产城融合背景下“三旧改造”等政策可能带来生产空间向生活空间的转变。需要通过遥感支持的土地利用动态历史变化数据分析,揭示不同类型功能空间规模和比例的演化动态,凝练“三生”功能数量组合和空间布局的演化规律和变换法则。

(3) 挖掘“三生”空间动态演化机制。提炼并探究区域发展过程中影响“三生”功能空间生长发育、空间格局的关键因素及其相互联系,建立“三生”功能空间发育驱动机制的综合分析框架,为完善地域功能理论奠定基础。

(4) 立足多学科加强基础理论研究。加强对“三生”空间概念和内涵的探讨,充分挖掘其理论依据,对资源环境承载力、地域功能、城市化与生态环境耦合理论等在“三生”空间研究中的价值进行探索。尝试从不同尺度国土空间规划、土地利用与管理等实践需求出发,构建一个涵盖多尺度多维度的

“三生”空间研究体系。

(5) 构建完善研究框架和技术流程。应从“人—地—资源”和谐的角度出发,借鉴吸收土地优化配置理论与方法,对评价指标体系的构建进行尺度集成与维度综合,注重对资源环境承载能力的科学评估,空间规划体系与“多规合一”的有效衔接与协调,推进“三生”空间的优化研究不断向纵深拓展。

## 参考文献(References)

- 白如山,姜玉培,江进德. 2016. 江淮城市群“三生”空间结构的多尺度分析[J]. 中国名城, (10): 21-28. [Bai R S, Jiang Y P, Jiang J D. 2016. Jianghuai chengshiqun "sansheng kongjian" jieguo de duochidu fenxi[J]. China Ancient City, (10): 21-28.]
- 陈婧,史培军. 2005. 土地利用功能分类探讨[J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 41(5): 536-540. [Chen J, Shi P J. 2005. Discussion on functional land use classification system[J]. Journal of Beijing Normal University: Natural Science, 41(5): 536-540.]
- 陈龙,周生路,周兵兵,等. 2015. 基于主导功能的江苏省土地利用转型特征与驱动力[J]. 经济地理, 35(2): 155-162. [Chen L, Zhou S L, Zhou B B, et al. 2015. Characteristics and driving forces of regional land use transition based on the leading function classification: A case study of Jiangsu Province[J]. Economic Geography, 35(2): 155-162.]
- 党丽娟,徐勇,高雅. 2014. 土地利用功能分类及空间结构评价方法: 以燕沟流域为例[J]. 水土保持研究, 21(5): 193-197, 203. [Dang L J, Xu Y, Gao Y. 2014. Assessment method of functional land use classification and spatial system: A case study of Yangou Watershed[J]. Research of Soil and Water Conservation, 21(5): 193-197, 203.]
- 邓红兵,陈春娣,刘昕,等. 2009. 区域生态用地的概念及分类[J]. 生态学报, 29(3): 1519-1524. [Deng H B, Chen C D, Liu X, et al. 2009. Conception and function classification of regional ecological land[J]. Acta Ecologica Sinica, 29(3): 1519-1524.]
- 樊杰. 2007. 我国主体功能区划的科学基础[J]. 地理学报, 62(4): 339-350. [Fan J. 2007. The scientific foundation of major function oriented zoning in China[J]. Acta Geographica Sinica, 62(4): 339-350.]
- 樊杰. 2015. 中国主体功能区划方案[J]. 地理学报, 70(2): 186-201. [Fan J. 2015. Draft of major function oriented zoning of China[J]. Acta Geographica Sinica, 70(2): 186-201.]
- 樊杰. 2016. 广东省国土空间开发保护格局优化配置研究

- [M]. 北京: 科学出版社. [Fan J. 2016. Guangdongsheng guotu kongjian kaifa baohu geju youhua peizhi yanjiu[M]. Beijing: Science Press.]
- 樊杰, 王亚飞, 汤青, 等. 2015. 全国资源环境承载能力监测预警(2014版)学术思路与总体技术流程[J]. 地理科学, 35(1): 1-10. [Fan J, Wang Y F, Tang Q, et al. 2015. Academic thought and technical progress of monitoring and early-warning of the national resources and environment carrying capacity(V 2014)[J]. Scientia Geographica Sinica, 35(1): 1-10.]
- 樊杰, 周侃, 陈东. 2013. 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, 33(1): 1-8. [Fan J, Zhou K, Chen D. 2013. Innovation and practice of economic geography for optimizing spatial development pattern in construction of ecological civilization [J]. Economic Geography, 33(1): 1-8.]
- 方创琳. 2013. 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, 33(12): 1-9. [Fang C L. 2013. The scientific basis and systematic framework of the optimization of Chinese urban development pattern[J]. Economic Geography, 33(12): 1-9.]
- 胡兴定, 白中科. 2016. 基于耕作半径的采矿复垦区农村居民点安置规模预测[J]. 农业工程学报, 32(3): 259-266. [Hu X D, Bai Z K. 2016. Prediction for relocation scale of rural settlements based on farming radius in reclamation area of open-pit coal mine[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 32(3): 259-266.]
- 胡耀文, 尹强. 2016. 海南省空间规划的探索与实践: 以《海南省总体规划(2015-2030)》为例[J]. 城市规划学刊, (3): 55-62. [Hu Y W, Yin Q. 2016. Exploration of spatial planning practice in Hainan Province: The case of Hainan comprehensive planning (2015-2030) [J]. Urban Planning Forum, (3): 55-62.]
- 扈万泰, 王力国, 舒沐晖. 2016. 城乡规划编制中的“三生空间”划定思考[J]. 城市规划, 40(5): 21-26. [Hu W T, Wang L G, Shu M H. 2016. Reflections on delimiting the three basic spaces in the compilation of urban and rural plans[J]. City Planning Review, 40(5): 21-26.]
- 黄金川, 方创琳. 2003. 城市化与生态环境交互耦合机制与规律性分析[J]. 地理研究, 22(2): 211-220. [Huang J C, Fang C L. 2003. Analysis of coupling mechanism and rules between urbanization and eco-environment[J]. Geographical Research, 22(2): 211-220.]
- 金贵. 2014. 国土空间综合功能分区研究: 以武汉城市圈为例[D]. 北京: 中国地质大学. [Jin G. 2014. Study on comprehensive function regionalization of national spatial territory: A case study of Wuhan Metropolitan Area[D]. Beijing: China University of Geosciences.]
- 金贵, 王占岐, 姚小微, 等. 2013. 国土空间分区的概念与方法探讨[J]. 中国土地科学, 27(5): 48-53. [Jin G, Wang Z Q, Yao X W, et al. 2013. Concept and methods for spatial zoning[J]. China Land Sciences, 27(5): 48-53.]
- 李广东. 2014. 城镇空间集约利用功能识别与优化调控研究[D]. 北京: 中国科学院大学. [Li G D. 2014. Function identifying, optimal allocation and regulation for spatial intensification use in cities and towns[D]. Beijing: University of Chinese Academy of Sciences.]
- 李广东, 方创琳. 2016. 城市生态-生产-生活空间功能定量识别与分析[J]. 地理学报, 71(1): 49-65. [Li G D, Fang C L. 2016. Quantitative function identification and analysis of urban ecological- production- living spaces[J]. Acta Geographica Sinica, 71(1): 49-65.]
- 李秋颖, 方创琳, 王少剑. 2016. 中国省级国土空间利用质量评价: 基于“三生”空间视角[J]. 地域研究与开发, 35(5): 163-169. [Li Q Y, Fang C L, Wang S J. 2016. Evaluation of territorial utilization quality in China: Based on the aspect of production- living- ecological space[J]. Areal Research and Development, 35(5): 163-169.]
- 李伟松, 李江凤, 姚尧, 等. 2016. 三生空间重构视角下的镇域农村居民点整治分区: 以湖北省荆门市沙阳县官垌镇为例[J]. 地域研究与开发, 35(1): 139-143. [Li W S, Li J F, Yao Y, et al. 2016. Consolidation division of rural residential areas based on reconstruction of production, living and ecology space: A case study of Guandang Town of Shayang County in Jingzhou city of Hubei Province[J]. Areal Research and Development, 35(1): 139-143.]
- 梁留科, 曹新向, 孙淑英. 2003. 土地生态分类系统研究[J]. 水土保持学报, 17(5): 142-146. [Liang L K, Cao X X, Sun S Y. 2003. Study on land-ecological classification system [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 17(5): 142-146.]
- 刘超, 许月卿, 孙丕苓, 等. 2016. 土地利用多功能性研究进展与展望[J]. 地理科学进展, 35(9): 1087-1099. [Liu C, Xu Y Q, Sun P L, et al. 2016. Progress and prospects of multi-functionality of land use research[J]. Progress in Geography, 35(9): 1087-1099.]
- 刘纪远, 匡文慧, 张增祥, 等. 2014. 20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报, 69(1): 3-14. [Liu J Y, Kuang W H, Zhang Z X, et al. 2014. Spatiotemporal characteristics, patterns and causes of land use changes in China since the late 1980s[J]. Acta Geographica Sinica, 69(1): 3-14.]



- 刘彦随, 刘玉, 陈玉福. 2011. 中国地域多功能性评价及其决策机制[J]. 地理学报, 66(10): 1379-1389. [Liu Y S, Liu Y, Chen Y F. 2011. Territorial multi-functionality evaluation and decision-making mechanism at county scale in China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 66(10): 1379-1389.]
- 刘彦随, 王介勇. 2016. 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, 35(5): 529-536. [Liu Y S, Wang J Y. 2016. Theoretical analysis and technical methods of "multiple planning integration" in the rural to urban transition period in China[J]. *Progress in Geography*, 35(5): 529-536.]
- 吕立刚, 周生路, 周兵兵, 等. 2013. 区域发展过程中土地利用转型及其生态环境响应研究: 以江苏省为例[J]. 地理科学, 33(12): 1442-1449. [Lv L G, Zhou S L, Zhou B B, et al. 2013. Land use transformation and its eco-environmental response in process of the regional development: A case study of Jiangsu Province[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 33(12): 1442-1449.]
- 马世发, 马梅, 蔡玉梅, 等. 2015a. 面向国土规划的空间评价标准地域单元划分[J]. 地域研究与开发, 34(3): 112-117. [Ma S F, Ma M, Cai Y M, et al. 2015a. Nomenclature of units for territorial spatial planning[J]. *Areal Research and Development*, 34(3): 112-117.]
- 马世发, 马梅, 蔡玉梅, 等. 2015b. 省级尺度国土空间生态保护红线划定: 以湖南省为例[J]. 热带地理, 35(1): 43-50. [Ma S F, Ma M, Cai Y M, et al. 2015b. Delimitating red line of ecological protection for territorial spatial planning: A case study of Hunan Province[J]. *Tropical Geography*, 35(1): 43-50.]
- 麦克哈格. 1967. 设计结合自然[M]. 芮经纬, 译. 天津: 天津大学出版社. [McHarg I L. 1967. *Design with nature*[M]. Rui J W, Trans.. Tianjin, China: Press of Tianjin University.]
- 蒙莉娜, 郑新奇, 赵璐, 等. 2011. 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, 27(3): 282-287. [Meng L N, Zheng X Q, Zhao L, et al. 2011. Land-use functional regionalization based on niche-fitness model[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 27(3): 282-287.]
- 欧阳志云, 王如松, 符贵南. 1996. 生态位适宜度模型及其在土地利用适宜性评价中的应用[J]. 生态学报, 16(2): 113-120. [Ouyang Z Y, Wang R S, Fu G N. 1996. Ecological niche suitability model and its application in land suitability assessment[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 16(2): 113-120.]
- 潘安, 吴超, 朱江. 2014. 规模、边界与秩序: “三规合一”的探索与实践[M]. 北京: 中国建筑工业出版社. [Pan A, Wu C, Zhu J. 2014. Size, boundary and order: Exploration and practice of "the unity of three rules"[M]. Beijing, China: China Architecture & Building Press.]
- 舒沐晖, 沈艳丽, 蒋伟, 等. 2015. 法定城乡规划划分“生产、生活、生态”空间方法初探[C]//中国城市规划学会. 新常态: 传承与变革 2015 中国城市规划年会论文集(09 城市总体规划). 北京: 中国建筑工业出版社. [Shu M H, Shen Y L, Jiang W, et al. 2015. Exploration on the methods of delimiting "production, living, and ecology spaces" in statutory urban and rural plans[C]//Urban Planning Society of China. New normal: inheritance and change: Proceedings of annual national planning conference of China 2015. Beijing, China: China Architecture & Building Press.]
- 陶慧, 刘家明, 罗奎, 等. 2016. 基于三生空间理念的旅游城镇化地区空间分区研究: 以马洋溪生态旅游区为例[J]. 人文地理, 31(2): 153-160. [Tao H, Liu J M, Luo K, et al. 2016. The study of spatial division of tourism urbanization area based on the conception of production-living-ecological space: A case study of Mayangxi ecotourism area[J]. *Human Geography*, 31(2): 153-160.]
- 王枫, 董玉祥. 2015. 广州市土地利用多功能的空间差异及影响因素分析[J]. 资源科学, 37(11): 2179-2192. [Wang F, Dong Y X. 2015. Spatial differences and influencing factors of land use function in Guangzhou[J]. *Resources Science*, 37(11): 2179-2192.]
- 吴艳娟, 杨艳昭, 杨玲, 等. 2016. 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, 38(11): 2072-2081. [Wu Y J, Yang Y Z, Yang L, et al. 2016. Land spatial development and suitability for city construction based on ecological-living-industrial space: Take Ningbo City as an example[J]. *Resources Science*, 38(11): 2072-2081.]
- 武占云. 2015. 贵安新区空间布局及三生空间划分研究[M]. 北京: 社会科学文献出版社. [Wu Z Y. 2015. *Guian Xinku kongjian buju ji sansheng kongjian huafen yanjiu*[M]. Beijing, China: Social Sciences Academic Press.]
- 席建超, 王首琨, 张瑞英. 2016. 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, 31(3): 425-435. [Xi J C, Wang S K, Zhang R Y. 2016. Restructuring and optimizing production-living-ecology space in rural settlements: A case study of Gougezhuang Village at Yesanpo tourism attraction in Hebei Province[J]. *Journal of Natural Resources*, 31(3): 425-435.]
- 谢正峰, 董玉祥. 2011. 我国城市土地优化配置研究演进与展望[J]. 经济地理, 31(8): 1364-1369. [Xie Z F, Dong Y X. 2011. Evolution and prospect of research on the optimal allocation of urban land in China[J]. *Economic Geography*, 31(8): 1364-1369.]

- X. 2011. Evolution and prospect of China's research on the urban land optimal allocation[J]. *Economic Geography*, 31(8): 1364-1369.]
- 徐健, 周寅康, 金晓斌, 等. 2007. 基于生态保护对土地利用分类系统未利用地的探讨[J]. *资源科学*, 29(2): 137-141. [Xu J, Zhou Y K, Jin X B, et al. 2007. Discussing virgin land classification subsystem based on the protection of the eco-environment[J]. *Resources Science*, 29(2): 137-141.]
- 喻忠磊, 张文新, 梁进社, 等. 2015. 国土空间开发建设适宜性评价研究进展[J]. *地理科学进展*, 34(9): 1107-1122. [Yu Z L, Zhang W X, Liang J S, et al. 2015. Progress in evaluating suitability of spatial development and construction land[J]. *Progress in Geography*, 34(9): 1107-1122.]
- 岳健, 张雪梅. 2003. 关于我国土地利用分类问题的讨论[J]. *干旱区地理*, 26(1): 78-88. [Yue J, Zhang X M. 2003. A discussion on the classification of land use in China[J]. *Arid Land Geography*, 26(1): 78-88.]
- 张红旗, 许尔琪, 朱会义. 2015. 中国“三生用地”分类及其空间格局[J]. *资源科学*, 37(7): 1332-1338. [Zhang H Q, Xu E Q, Zhu H Y. 2015. An ecological-living-industrial land classification system and its spatial distribution in China [J]. *Resources Science*, 37(7): 1332-1338.]
- 赵中华. 2016. 基于主体功能区战略的勐海县国土空间三生功能分区及管治研究[D]. 昆明: 云南大学. [Zhao Z H. 2016. Research on function zoning of production, life and ecology and spatial governance of Menghai based on major functional zone[D]. Kunming, China: Yunnan University.]
- 甄霖, 曹淑艳, 魏云洁, 等. 2009. 土地空间多功能利用: 理论框架及实证研究[J]. *资源科学*, 31(4): 544-551. [Zhen L, Cao S Y, Wei Y J, et al. 2009. Land use functions: Conceptual framework and application for China[J]. *Resources Science*, 31(4): 544-551.]
- 甄霖, 魏云洁, 谢高地, 等. 2010. 中国土地利用多功能性动态的区域分析[J]. *生态学报*, 30(24): 6749-6761. [Zhen L, Wei Y J, Xie G D, et al. 2010. Regional analysis of dynamic land use functions in China[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 30(24): 6749-6761.]
- 周侃, 樊杰. 2015. 中国欠发达地区资源环境承载力特征与影响因素: 以宁夏西海固地区和云南怒江州为例[J]. *地理研究*, 34(1): 39-52. [Zhou K, Fan J. 2015. Characteristics and influence factors of resources and environment carrying capacity in underdeveloped areas of China[J]. *Geographical Research*, 34(1): 39-52.]
- 朱媛媛, 余斌, 曾菊新, 等. 2015. 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*, 35(4): 26-32. [Zhu Y Y, Yu B, Zeng J X, et al. 2015. Spatial optimization from three spaces of production, living and ecology in national restricted zones: A case study of Wufeng County in Hubei Province [J]. *Economic Geography*, 35(4): 26-32.]
- Costanza R, D'Arge R, de Groot R, et al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 387: 253-260.
- de Groot R. 2006. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes[J]. *Landscape and Urban Planning*, 75(3-4): 175-186.
- de Groot R, Wilson M A, Boumans R M J. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services[J]. *Ecological Economics*, 41(3): 393-408.
- Foley J A, Defries R, Asner G P, et al. 2005. Global consequences of land use[J]. *Science*, 309: 570-574.
- Kates R W, Clark W C, Corell R, et al. 2001. Sustainability science[J]. *Science*, 292: 641-642.
- Lovell S T, DeSantis S, Nathan C A, et al. 2010. Integrating agroecology and landscape multifunctionality in Vermont: An evolving framework to evaluate the design of agroecosystems[J]. *Agricultural Systems*, 103(5): 327-341.
- Nelson E, Mendoza G, Regetz J, et al. 2009. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales[J]. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1): 4-11.
- Odum E P, Barrett G W. 1971. *Fundamentals of ecology*[M]. 3rd ed. Philadelphia, USA: WB Saunders.
- Pérez-Soba M, Petit S, Jones L, et al. 2008. Land use functions: A multifunctionality approach to assess the impact of land use changes on land use sustainability[M]//Helmig K, Pérez-Soba M, Tabbush P. *Sustainability impact assessment of land use changes*. Berlin Heidelberg, Germany: Springer.
- Reidsma P, König H, Feng S Y, et al. 2011. Methods and tools for integrated assessment of land use policies on sustainable development in developing countries[J]. *Land Use Policy*, 28(3): 604-617.
- Verburg P H, van de Steeg J, Veldkamp A, et al. 2009. From land cover change to land function dynamics: A major challenge to improve land characterization[J]. *Journal of Environmental Management*, 90(3): 1327-1335.
- Wiggering H, Dalchow C, Glemnitz M, et al. 2006. Indicators

for multifunctional land use: Linking socio-economic requirements with landscape potentials[J]. *Ecological Indicators*, 6(1): 238-249.

Xie G D, Zhen L, Zhang C X, et al. 2010. Assessing the multifunctionalities of land use in China[J]. *Journal of Resources and Ecology*, 1(4): 311-318.

## A literature review on optimization of spatial development pattern based on ecological-production-living space

HUANG Jinchuan<sup>1,2,3</sup>, LIN Haoxi<sup>1,2,3</sup>, QI Xiaoxiao<sup>1,2</sup>

(1. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, CAS, Beijing 100101, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** In the process of rapid economic growth and social restructuring, solving the problems such as spatial development disorder and costly resources and environmental impact has been an important scientific proposition of regional sustainable development in the field of human-economic geography. In accordance with the report to the Eighteenth National Congress of the Communist Party of China, optimizing spatial development pattern nationally is placed as the primary measure of ecological progress, followed by the specific requirements stated as "the space for production is used intensively and efficiently, the living space is livable and proper in size, the ecological space is unspoiled and beautiful." Shaping the ecological-production-living space by following these requirements will become the foundation of the spatial planning system. Moreover, it also contributes to improving the protection system of spatial development and implementing major function oriented zoning at all scales. Revolving around the target of optimizing geographical space and regional sustainable development, this article systematically reviews existing literature on ecological-production-living space both in China and internationally, focusing on the quantitative proportion and spatial layout of ecological-production-living space. Following the requirements of improving precision and increasing spatial resolution and with a focus on functional classification, spatial identification, and spatial development pattern optimization, this article finally put forward the research framework of ecological-production-living space. To promote the progress of theoretical research and practical applications on ecological-production-living space, the following measures can be implemented: (1) Establish an improved research framework and technical process through multidisciplinary partnerships. (2) Expand the scope of basic units of analysis. (3) Explore new methods for function identification and attach more importance to the dynamic evolution of ecological, production, and living spaces. (4) Promote the integration of suitability evaluation at different scales. (5) Meet the practical needs of multiple-planning integration and ultimately serve the national efforts of optimizing the spatial development pattern.

**Key words:** ecological-production-living space; ecological-production-living function; function classification; spatial identification; optimization of spatial development pattern