

土地利用转型机理与国土空间格局优化 ——基于土地利用效益空间函数视角的分析

周贵鹏^{1,2}, 龙花楼^{1,3}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 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. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049; 3. 广西大学公共管理学院, 南宁 530004)

摘要: 土地利用转型是追求用地效益最大化的过程。运用理论分析、文献研究和案例实证法, 从土地利用效益空间函数视角, 探讨土地利用及其转型机理、土地利用形态的“协调—冲突—协调”交替演化模式和用地转型对国土空间格局优化的作用等。结论如下: (1) 土地利用效益空间函数反映区域各地类的效益产出格局, 并决定各地类的效益相对优势区。(2) 区域土地利用转型的机理可概括为“三维原始动力—隐性形态变化—效益函数变化—空间冲突协调—显性形态变化”。土地利用转型追求区域用地隐性形态和“自然环境—经济社会—管理体制”的最佳耦合, 以及用地显性形态和土地利用效益空间函数的最佳耦合, 将各地类在空间上的强冲突突化为弱冲突, 并趋近实现最大效益总量。(3) 土地利用形态“协调—冲突—协调”交替演化的上游和驱使环节是土地利用效益空间函数的变化, 其下游响应是土地利用的最终效益产出, 土地利用转型是上述交替演化的长期结果。区域土地利用形态的效益产出量是特定土地利用形态与特定经济社会发展阶段相对应、挂钩的纽带。(4) 土地利用转型在较小区域与尺度上对国土空间格局优化具有服务优势, 且需与更大尺度的国土空间规划交互衔接进而协同实现优化效应。

关键词: 土地利用转型; 土地利用形态; 土地利用效益; 经济社会发展; 国土空间

土地是人类主要经济社会活动的空间载体^[1], 土地利用是一个自然与人文结合紧密的复杂系统^[2]。在全球环境变化背景下, 土地利用转型是土地利用研究和土地系统科学的重点领域^[3]。土地利用转型研究起源于20世纪英国学者开展的森林转型研究^[4,5], 随后在20世纪90年代首次形成了土地利用转型和土地利用形态的概念, 并初步指明土地利用转型是区域土地利用形态在时间上的变化^[6]。该研究方向在21世纪初引入国内^[7], 随后国内外学者围绕土地利用转型的理论假说及证实^[7,8]、“社会—生态”反馈和“社会—经济”驱动视角下的转型形成机制^[9]、理论内涵拓展及显性和隐性形态^[10]、区域土地利用转型理论模式和用地形态格局冲突^[1]、城乡建设用地转型与经济社会发展的耦合关系^[11]、土地利用转型的研究框架^[12]、土地利用转型潜力及其形成机制和评价^[13]、土地利用转型的诊断与调控途径^[14]、土地利用转型视角下的城乡发展战略研讨^[10,15-17]以及对耕地^[18]、城市建设用地^[19]、乡村宅基地^[20]、山区农村用地^[21]等开展转型的理论与实证解析。

从新古典经济学视角来看, 土地利用变化以及土地系统长期性、趋势性^[1]、结构性和

收稿日期: 2023-03-27; 修订日期: 2023-06-21

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41971216)

作者简介: 周贵鹏 (1999-), 男, 江西永新人, 博士研究生, 研究方向为土地利用转型与城乡发展。

E-mail: zhouguipeng20@mails.ucas.ac.cn

通讯作者: 龙花楼 (1971-), 男, 湖南醴陵人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为土地利用转型与城乡发展、“三农”问题与乡村振兴。E-mail: longhl@igsnrr.ac.cn

非线性^[9,22]的转型是一个追求用地效益最大化的过程,这一思路可追溯至19世纪德国农业经济学家杜能(Thünen)^[23]的农业土地利用同心圆层模式以及后续促生的传统地租理论和竞租曲线思想^[24]。从竞租曲线出发,是理解土地利用变化的良好视角,相关地理学者基于此探讨了土地利用的基本竞争模型和土地利用变化的一般均衡模型^[24]。受上述研究成果的启发,从土地利用变化深入探索至土地利用转型得到了线索指引。土地利用转型是人类经济社会系统与土地环境系统交互耦合作用的结果,而人类改造、利用土地的行为即以多重效益产出为导向,土地利用追求空间效益最大化的思路同样可以引入对土地利用转型的解析中。

关于土地利用效益,以往学者也开展了一系列研究,涉及探讨土地利用结构优化与用地效益最大化的数学模型设计^[25]、基于土地利用多重效益目标规划以确立武汉市的最优土地利用结构^[26]、基于精明发展的济南城市扩张与土地利用效益评价^[27]、10 km边长网格尺度下的黄河流域土地利用效益评估^[28]、对区域各类用地的多重效益构建评价体系^[29]、提出“综合社会效益指数”进以衡量城市土地利用的社会效益^[30]。也有部分学者针对国内各省会城市^[31]、环渤海县域^[32]、国内城市群^[33,34]、东三省地级市^[35]、江苏省县域^[36]、福建省县域^[37]等区域开展了土地利用多维效益测度与评价,并往往对各类效益加以耦合协调关系的探讨。

综上所述,以往相关研究对土地利用效益的测度多以偏宏观的大范围行政区划尺度呈现(例如以地市、区县为单元),相对缺乏中观、微观区域内的精细栅格尺度的土地利用效益测度或效益空间函数呈现,并较少从土地利用效益时空分异演化视角将其与土地利用转型和国土空间开发进行融汇探讨。本文尝试将土地利用空间效益作为探究土地利用变化与转型机理的切入点,从理论层面解析区域土地利用效益空间函数演变与土地利用转型、土地利用形态“协调—冲突—协调”交替演化模式以及国土空间格局优化的关系,并开展案例实证探讨,以期拓宽土地利用转型研究的视野与思路,并为国土空间治理与优化提供借鉴。

1 土地利用效益空间函数

1.1 土地利用效益空间函数的理论阐释

土地利用效益空间函数是一种虚拟的三维函数(图1),即具有三个变量,通过其中两个变量来共同确定某土地利用观测点的地表位置,第三个变量反映上述点位土地利用的效益量。本文认为土地利用效益空间函数依附于一切土地利用空间而存在,区域内每种具体的土地利用类型都有与之对应的土地利用效益空间函数,区域内任意土地利用观测点都有与之对应的土地利用效益函数值。

需要强调的是,本文所谓的“土地利用效益”倾向于一种“净收益”,即在一定区域内“维持或造成某种土地利用类型所能为当地社会提供的利益价值量”减去“维持或造成该种土地利用类型所需的成本”。以往学者对土地利用效益的相关界定也多采用上述“产出与投入之比较”的思路^[38-40]。土地利用效益是一种综合效益,通常可分为经济效益、社会效益和生态效益等^[41]。土地利用的经济效益是指对土地的投入与产出有效产品及服务之间的比较^[39];社会效益是指土地利用对社会需求的满足水平和衍生的正向社会

影响；生态效益是指土地利用对生态系统结构、过程和功能的影响与改善程度，以及对区域生态平衡维持的贡献^[40]。人类对土地进行开发利用的目的在于产出效益，土地利用效益是对应用地类型得以存在的依托，特定地类效益的增加引导该地类的扩张，而效益的衰减往往导致该地类的消亡。

图1刻画了区域城乡地域系统的简单模型，其中既包含了作为实体具象存在的城镇、乡村、耕地、林地及其地表覆被，也包含了作为虚拟抽象存在的上述四种用地类型的效益空间函数。土地利用效益空间函数是虚拟的三维立体曲面，由于三维立体曲面不易描画和文字解析，故本文以其二维剖面作为分析对象。四种用地类型的效益空间函数具有差异化的函数走势、效益值域区间、整体效益水平及其映射于地表的相对优势区。特定社会发展阶段内，土地利用类型的性质主要决定其效益空间函数的效益值域区间及整体效益水平，空间区位及下垫面的差异主要决定效益空间函数的高低起伏和走势波动，各种用地类型的效益空间函数的对比竞争主要决定了各类用地的效益相对优势区。

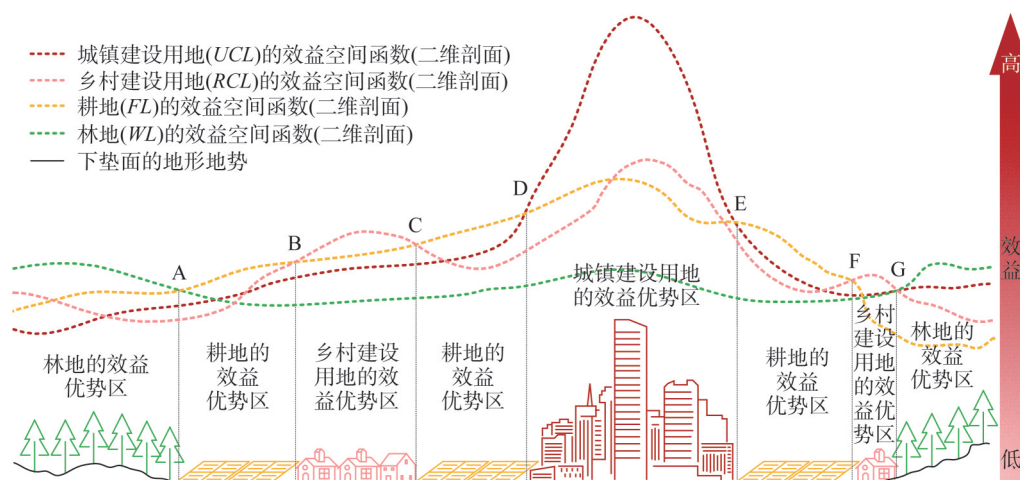


图1 土地利用效益空间函数（二维剖面）

Fig. 1 The spatial functions (two-dimensional profile) of land use benefits

图1中点D到点E的区间内，城镇建设用地的效益空间函数明显高于其他三种用地类型，故该空间在理论上应当变成城镇建设用地以获取最大的效益。同理，点A到点B、点C到点D、点E到点F这三个区间皆为耕地的效益空间函数相对优势区；点B到点C、点F到点G这两个区间是乡村建设用地的效益相对优势区；点A和点G以外的地区是林地的效益相对优势区。基于各种用地类型的效益相对优势分区，从而实现相应优势地类的稳定存在与持续建设，进而使区域各类用地的总体效益实现最大化，即土地利用空间结构耦合了各种用地类型的效益空间函数的上界面。“自然环境—经济社会—管理体制”^[1,24]系统的发展将对各类土地利用效益空间函数进行整体演变，各类用地的效益相对优势区也将随之而变，从而带动土地利用变化乃至更深刻的土地利用转型。

1.2 土地利用效益空间函数的形式表达

一个无面积属性的观测点，只能在理论层面上拥有土地利用效益空间函数值，若要实际测算与表达某地的土地利用效益空间函数值，则需将此地设定为一个有面积属性的

观测单元。因此,具体测算与表达土地利用效益空间函数值,需依赖于观测单元的面积,故应当设定好观测单元的空间尺度。在既定的空间尺度下,土地利用效益空间函数的相关表达式为:

$$LUB_{ijt} = E_{ijt} + S_{ijt} + EC_{ijt} \quad (1)$$

$$E_{ijt} = E_{jt} WE_{ijt} \quad (2)$$

$$S_{ijt} = S_{jt} WS_{ijt} \quad (3)$$

$$EC_{ijt} = EC_{jt} WEC_{ijt} \quad (4)$$

$$RLUB_t = \sum_{i=1}^n LUB_{ijt} = \sum_{j=1}^m (E_{jt} + S_{jt} + EC_{jt}) \quad (5)$$

式中: LUB_{ijt} 指区域内第 i 个观测单元 (其归属于第 j 种土地利用类型) 在时间点 t 时的土地利用效益空间函数值, 即因变量。其中 i 的值域为 $[1, n]$, n 为区域内观测单元总个数 (个), 主要由区域总面积和观测单元的空间尺度决定; j 的值域为 $[1, m]$, m 为区域土地利用类型的总数 (个)。 E_{ijt} 、 S_{ijt} 和 EC_{ijt} 分别为第 i 个观测单元 (其归属于第 j 种土地利用类型) 在时间点 t 时的经济效益量、社会效益量和生态效益量; E_{jt} 、 S_{jt} 和 EC_{jt} 分别为区域第 j 种土地利用类型在时间点 t 时的经济效益总量、社会效益总量和生态效益总量 (三类效益总量与对应用地类型的面积、地类性质和区域经济社会发展阶段等因素有关); WE_{ijt} 、 WS_{ijt} 、 WEC_{ijt} 分别为第 i 个观测单元 (其归属于第 j 种土地利用类型) 在时间点 t 时的经济效益的空间权重系数、社会效益的空间权重系数、生态效益的空间权重系数; $RLUB_t$ 为时间点 t 时的区域土地利用效益总量, 即所有观测单元的土地利用效益空间函数值的总数。

2 土地利用转型的机理

以往研究指出土地利用转型是指在经济社会变化和革新的驱动下, 一段时期内与经济社会阶段转型相对应的区域土地利用形态 (包含显性形态与隐性形态) 发生趋势性转变的过程^[16]。显性形态指区域在特定时期内由主要用地类型形成的结构 (数量结构和空间结构), 隐性形态依附于显性形态, 需通过深入分析和调查才能获取, 具有质量、固有投入、产出能力、功能、经营方式和产权等多重属性^[3,10]。土地利用类型及其形态格局的空间冲突与协调是土地利用转型需经历的过程^[1,3]。那么显性形态和隐性形态将遵循何种作用路径以实现演变进而推动土地利用转型呢?

2.1 土地利用转型的动力源及其对土地利用隐性形态的影响

本文认为“自然环境—经济社会—管理体制”^[1,24]的三维框架是推动土地利用转型的深层动力源 (图2), 并塑造了区域各种土地利用类型的隐性形态。自然环境在土地利用隐性形态的塑造中发挥基础支撑和限制作用, 社会经济条件是隐性形态的普遍塑造力, 管理体制则对隐性形态进行规划调控与快速调整。从用地类型来看, 土地利用隐性形态包含了各种用地类型的隐性形态; 从形态内涵来看, 土地利用隐性形态中涉及的若干维度可以从经济、社会、生态、体制等层面反映特定时期社会大系统的发展状态; 从综合用地类型和形态内涵来看, 基于各种用地载体并具有丰富属性内涵的各类土地利用隐性形态具有空间异质性。不同的空间区位有其本地化与特殊化的“自然环境—经济社会—管理体制”条件, 从而导致土地利用隐性形态在空间上不会均匀地呈现, 比如在一些地

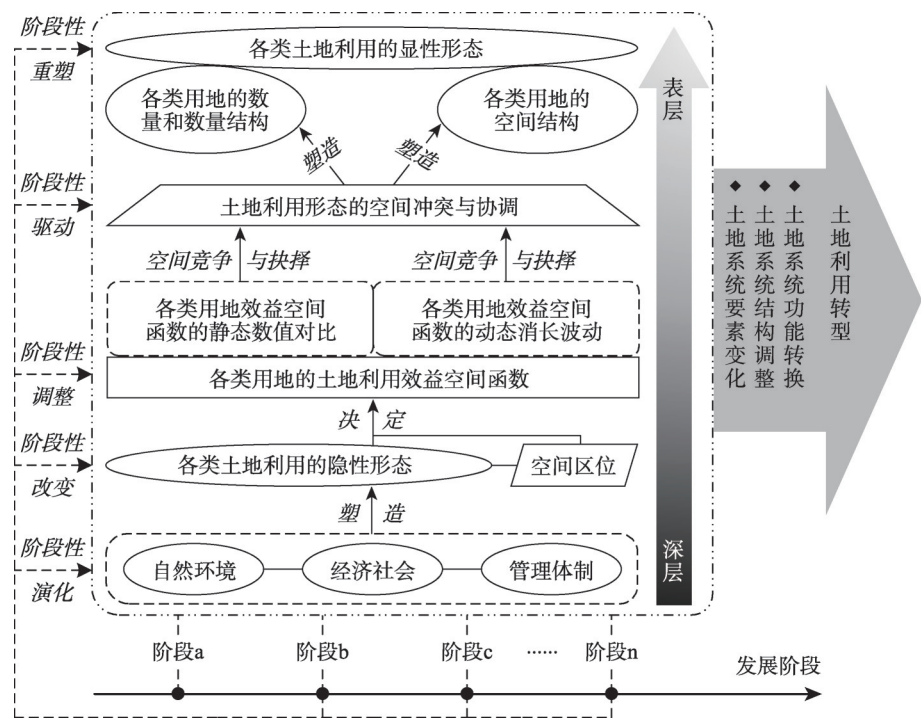


图2 土地利用转型的机理

Fig. 2 The mechanism of land use transitions

势平坦、水源与日照充足且靠近聚落或交通路线的地带，便有利于形成较好的耕地质量，从而在产量诱导下增加对耕地的投入，进而往往获得较高的耕地产出能力，甚至引导当地的耕地经营方式发生异于他处的转变，如此一来便形成了土地（耕地）利用隐性形态的空间异质性。

2.2 土地利用隐性形态、土地利用效益空间函数至用地“冲突—协调”的传导路径

空间异质化的土地利用隐性形态是形成土地利用效益空间函数的基础。区域土地利用隐性形态相对优越的地区倾向于实现较大量的土地利用效益产出，因而这些地区的土地利用效益空间函数值较高；隐性形态较恶劣的地区的效益产出往往低微，反映了该地是土地利用效益空间函数的低值区与“塌陷区”。各种具体用地类型的效益空间函数共存于地表空间中，从静态来看，一定空间之上的各类效益空间函数值将进行高低对比与竞争，其中的最高值代表着这片空间在理论上的最大潜在效益产出量，故其对应的用地类型将具有最强的竞争能力，并最有可能将这片空间实现为该类型用地；从动态来看，各种用地类型的效益空间函数随时间推进和土地利用隐性形态的变化而演化，由此实现时空分异。例如在特定空间范围内，A类用地的效益空间函数值自上一时间阶段至今居于相对最高位，然而在下一时间阶段它可能不再是最高值，而是被B类用地的效益空间函数值超越，即在理论上B类用地拥有下一时间阶段的最大潜在效益产出量。正因为如此，B类用地具有“以新替旧”的合理性，理论上A类用地应当转化为B类用地，通过这种“新陈代谢”和“以高替低”来促使区域土地系统始终能最大限度地趋近当前时空条件下的最大潜在效益产出。

上述地类间的“新陈代谢”和“以高替低”仅存在于理论层面,在现实中纵使B类用地在下一时间阶段的效益空间函数值超越了A类用地,它也往往难以轻易地将A类用地替换,因为每种土地利用类型是其背后相应利益主体的利益代表,用地类型转换牵涉到相关多元主体的利益格局重构,且需要一定时间的工程手段改造及其他成本投入。因此,旧的、现已存在的A类用地往往具有存在的惯性,而作为效益空间函数值“后起之秀”的B类用地,其背后的利益主体则谋求以B类用地替换A类用地。如此一来,两类用地将爆发严重空间竞争与冲突,经过一段时间的冲突和复杂竞争将决定B类用地对A类用地的替换态势(全部替换、部分替换或无法替换)。现实中区域内参与空间竞争与冲突的用地类型数目可能不止两类,类型数目越多、区域范围越大,空间竞争与冲突便越复杂和激烈,从各方较高强度的冲突转为协调的历时往往越长。

2.3 土地利用显性形态的转变及土地利用转型的实现

土地利用类型及其形态格局的空间冲突将从表层具象层面持续改变各类用地的数量、数量结构及空间结构,进而重塑区域土地利用显性形态。通过一段时间的政策措施调控、多元主体利益妥协和交换以及工程技术运用^[3],空间冲突得以大幅消解,空间协调得以逐渐实现,这一方面是对土地利用隐性形态变化和土地利用效益空间函数变化的响应,另一方面意味着对土地利用显性形态完成重塑。综上所述,土地利用形态演变和土地利用转型从深层到表层的作用路径可概括为“三维原始动力—隐性形态变化—效益函数变化—空间冲突协调—显性形态变化”。土地利用转型是一项较长期与复杂的系统过程,需经历从阶段a至阶段n的若干个典型阶段,每个典型阶段都有与之相对应的典型土地利用形态、土地利用效益空间函数典型格局以及经济社会发展典型阶段。在从阶段a至阶段n的土地利用转型过程中,区域土地利用隐性与显性形态得到深刻转变,土地利用空间效益总量得到趋势性改观,土地利用功能得到稳定性更替。

土地利用转型追求区域在当前发展阶段内土地利用隐性形态和“自然环境—经济社会—管理体制”的最佳耦合(隐性形态最优化)以及土地利用显性形态和土地利用效益空间函数的最佳耦合(显性形态最优化),从而将土地利用类型及其形态格局在空间上的强冲突化为弱冲突(协调化),并趋近实现土地利用形态的最大效益总量(效益最优化)。上述过程是一个动态演进过程,在“自然环境—经济社会—管理体制”的较长期变化过程中,土地系统的构成要素不断改变与优化,土地系统结构和土地利用形态不断调整,土地系统功能推陈出新,最终实现新功能的稳定发挥与最大效益总量的趋近。

3 基于土地利用效益空间函数的用地形态“协调—冲突—协调”交替演化模式

3.1 土地利用形态由协调至冲突的阶段

土地是人类与社会发展的基本空间依托,对土地进行开发利用的根本目的在于产出多重效益,即效益趋从性。土地利用效益空间函数是土地开发利用的引导,效益空间函数的时空变化将引发土地利用形态的转变趋势。但由于旧的土地利用形态格局(尤其是显性形态)具有存在的惯性和转变的滞后性,因此当土地利用形态因效益空间函数的显著变化而产生明显转变趋势时,便会与相对滞后、相对顽固的土地利用形态旧格局产生冲突和不协调。冲突和不协调的集中爆发点往往在两种或多种用地类型的效益空间函数

的交会处，因为交会处附近的各种用地类型的效益量往往较为接近（因此在旧的用地格局中才能实现多类用地邻近共存的平衡与协调），故当效益空间函数发生显著变化时，函数交会处附近的优势效益地类在理论上很可能会变换，新的优势效益地类在理论上应取代旧的优势效益地类，而旧的优势效益地类则在现实中谋求维持已有的存在。如此一来，旧惯性和新趋势之间的矛盾渐趋激化，区域土地用地形态将从以往的协调格局进入不协调与冲突阶段。

上述冲突的过程是多种土地利用类型所代表的多个利益部门之间的利益冲突与磨合，冲突的动力和目的便在于对全局效益最大总量的追求。如图3所示，在阶段1中，由于各种用地类型的空间格局与其效益空间函数格局实现较佳耦合，各类用地分布在其对应的效益相对优势区，故全局土地利用效益总量趋近于理论上存在的土地利用效益最大总量（理论上存在的效益最大总量由若干效益空间函数的空间格局决定），因此各类用地的空间形态及格局处于相对协调阶段。在该协调阶段，基于现存的土地利用形态和土地利用效益空间函数，便产出相应数量的经济效益、社会效益和生态效益。

至阶段2，由于经济社会发展，物质科技手段、资源需求、土地利用方式以及自然环境和管理体制等发生转变，各种地类的效益空间函数也随之改变。如此一来，效益空

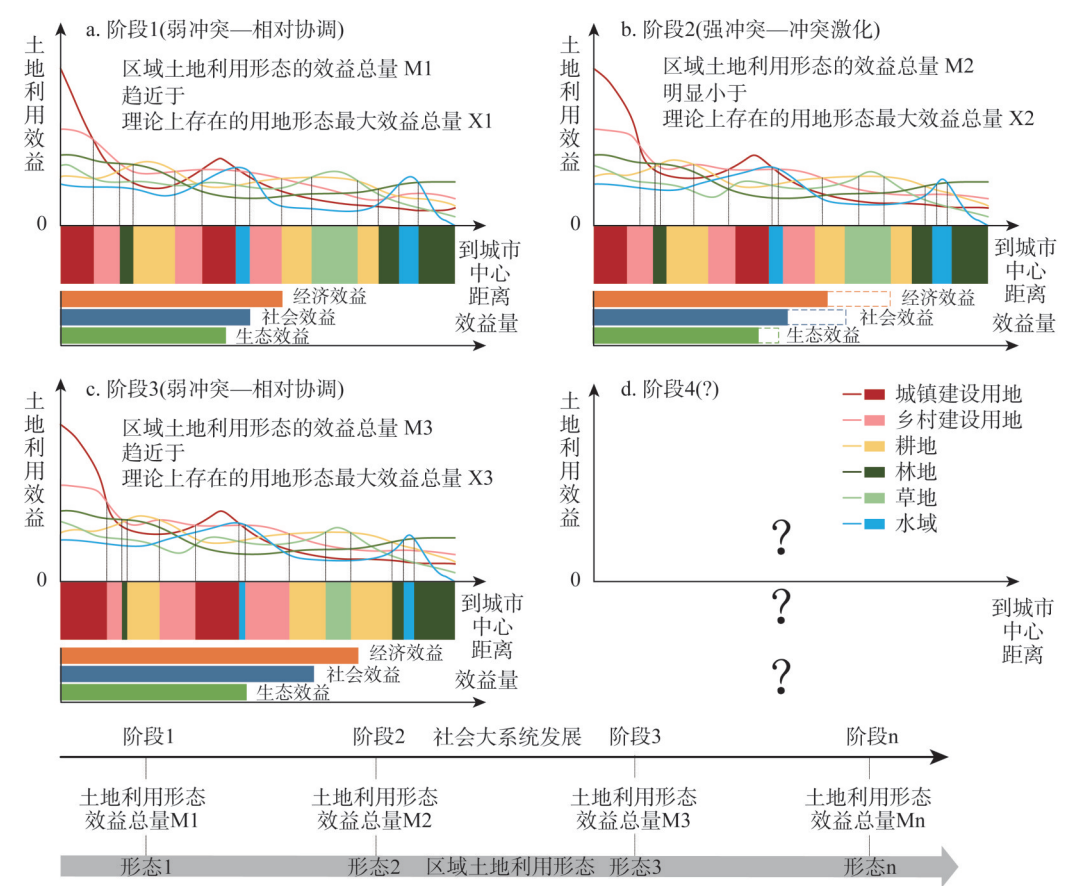


图3 区域土地利用效益空间函数（二维剖面）和用地形态的“协调—冲突—协调”交替演化模式
Fig. 3 The spatial functions (two-dimensional profile) of regional land use benefits and the "coordination-conflict-coordination" alternating evolution mode of land use morphology

间函数之间的交会处、交会地带以及各类用地的效益相对优势区也将发生空间转变。然而现实用地类型的数量结构和空间格局（显性形态）却由于惯性而依然维持在上一阶段的状态，因此导致该阶段土地利用效益空间函数及其衍生的各类用地效益相对优势区与当前土地利用形态之间的不耦合与不协调。在上述的不耦合与不协调背景下，区域土地利用形态的内部冲突激化。与此同时，基于区域用地形态而生成的总效益将明显小于理论上存在的土地利用效益最大总量，经济效益、社会效益和生态效益都与其理想产出量有一定差距。

3.2 土地利用形态由冲突至再协调的阶段

至阶段3，区域土地利用显性形态在阶段2的基础上经过一段时间的调整已经发生转型。各类用地的空间及数量分布与其相应的若干效益空间函数的上界面形成较佳耦合，即各类用地分布在其对应的效益相对优势区。因此，区域土地利用效益总量再一次趋近于理论上存在的土地利用效益最大总量，此时区域土地利用形态由前期的强冲突转化为弱冲突（相对协调）。由于社会发展阶段、土地利用隐性形态以及土地利用效益空间函数的演进优化，阶段3的区域土地利用效益最大总量将大于阶段1的区域土地利用效益最大总量，这一点反映在阶段3的土地利用经济效益、社会效益和生态效益皆高于前两阶段。

基于前三个阶段的模型演绎，区域用地形态从协调到冲突到再协调，这仅仅是交替演化模式的1个典型周期，理论上二者的交替演化没有终点。正是在上述交替演化中，从阶段1到阶段3的区域土地利用效益得到明显优化提升，土地利用形态得到调整和转型，土地系统和社会大系统被推动发展。由上归纳得出，“协调—冲突”交替演化的基本模式不变，但用地效益和社会发展等却得到正向推动，呈现一种螺旋上升式交替演化模式。

3.3 “协调—冲突—协调”交替演化模式的下一个演化周期猜想

基于从阶段1至阶段3的认知，可猜想后续阶段4的土地利用形态、土地利用效益空间函数及其效益产出态势等。在阶段3之后，“自然环境—经济社会—管理体制”经过一段时间的演化，区域土地利用隐性形态的变化将带动土地利用效益空间函数演化，进而导致各类用地效益相对优势区的格局重构。如此一来，现实的土地利用格局相较于率先演变的土地利用效益空间函数将表现出滞后性，土地利用形态内部的结构矛盾将被再次激化，区域土地利用很可能再次进入强冲突阶段。经过这段冲突期的各类用地及其背后利益部门间的博弈和寻求平衡，最终区域土地利用形态格局将再度重构，并追求与土地利用效益空间函数及其衍生的各类用地效益相对优势区尽量耦合。基于最终的耦合结果与重构后的土地利用形态格局，区域用地的经济、社会和生态效益得到更新。值得一提的是，该阶段生成的各类效益和综合效益未必大于前期的效益产出，土地利用效益空间函数和土地利用形态的演变未必随时间推进而一直保持正向优化，“自然环境—经济社会—管理体制”的演化模式和土地利用模式往往并不能始终保持正确性，因此区域土地利用的效益产出有可能出现阶段性衰退。可以将区域土地利用效益的阶段性增减态势作为研判土地利用转型方向的依据：若在一个及以上土地利用“协调—冲突—协调”的演化周期内，区域用地总效益从期初到期末为明显衰减态势，则认为发生土地利用恶性转

型;反之,若区域用地总效益为明显增加态势,则认为发生土地利用良性转型,良性转型是应当追求的土地利用转型目标。

3.4 区域土地利用形态与经济社会发展阶段的挂钩

在区域土地利用形态“协调—冲突—协调”交替演化进程中,一定的土地利用形态与特定经济社会发展阶段相对应和挂钩^[6,10],基于土地利用效益空间函数的区域土地利用综合效益产出在二者之间发挥纽带与桥梁的链接作用。土地是最基本的自然资源和生产资料,经济社会发展的大部分需求归根结底由土地来满足。在社会大系统发展的不同典型阶段具有不同的典型需求待以满足,例如在传统农业社会,粮食生产与供应是社会发展的典型需求之一,而在工业与信息化社会,工业产品的生产、供应以及信息的高速广泛传播是社会发展的典型需求之一。不同的土地利用形态使土地系统拥有不同的结构和功能,相应地产出不同数量的各种效益及效益总量,进以满足社会发展的不同需求。由上可知,在区域范围内,特定的社会发展阶段需要特定的土地利用形态来满足其发展需求,能在特定发展阶段中普遍且稳固存在的土地利用形态是区域社会的选择,说明该种用地形态的效益产出与当前社会发展需求相协调适配。经济社会发展转型过程中,生产方式和发展需求也在转型,由此投射于空间之上,要求土地利用形态及其空间效益产出也要作出相应转型,故称“土地利用形态的综合效益产出是特定土地利用形态与特定经济社会发展阶段相对应、挂钩的纽带与桥梁”。

综上所述,“自然环境—经济社会—管理体制”演化背景下,土地利用效益空间函数的变化是土地利用形态“协调—冲突—协调”交替演化的上游和驱使环节;土地利用的最终效益产出是“协调—冲突—协调”交替演化的下游响应;土地利用转型是土地利用形态“协调—冲突—协调”交替演化的长期性结果;社会大系统发展是用地形态“协调—冲突—协调”交替演化的背景、舞台和最终目标;区域土地利用形态的效益产出量是特定土地利用形态与特定经济社会发展阶段相对应、挂钩的纽带与桥梁。

4 土地利用转型对国土空间格局优化的作用

4.1 “双评价”对国土空间规划的作用及与土地利用转型的关系

党的“二十大”报告指出:“深入实施区域协调发展战略、区域重大战略、主体功能区战略、新型城镇化战略,优化重大生产力布局,构建优势互补、高质量发展的区域布局 and 国土空间体系……健全主体功能区制度,优化国土空间发展格局,”上述中央精神指示了国土空间格局优化治理的战略需求。国土空间格局是基于人的发展目标下的地域空间的结构与布局^[42,43],国土空间规划的编制与实施是国土空间格局优化的必由之路。“双评价”(资源环境承载能力评价和国土空间开发适宜性评价)是国土空间规划编制的基础和前提^[44-46],也是当前中国开展较大范围国土空间格局优化、实现较大范围土地利用转型的必要前提。区域当前现实的用地格局和用地模式与最新的国土空间规划之间往往存在一定差异,落实国土空间规划将弥合这种差异,要求转变当前国土空间格局,区域土地利用转型即产生于此。由此可知,存在“双评价—国土空间规划—土地利用转型”的逻辑链。

生态保护、农业生产、城镇建设是国土空间开发适宜性评价的主要功能维度,“三区”(农业空间、生态空间、城镇空间)、“三线”(生态保护红线、永久基本农田保护红

线和城镇开发边界)的划分也是沿袭这个功能分类。上述功能空间的“三分法”以及“双评价”能清晰地抓住区域发展的核心需求,然而对于精细尺度的小区域(区县以下,尤其是村镇区域),更丰富细致的土地利用需求和土地利用规划以及凸显出复杂性的经济社会关系网络使得“双评价”的作用受限,国土空间开发适宜性评价的地域功能“三分法”略显粗糙,不利于适应微观层面的精细用地格局优化调控。

4.2 土地利用效益空间函数测算及效益优势分区的补充性作用

作为地理演化过程的土地利用转型具有明显的尺度差异性。空间尺度和考察区域范围越大,使得土地利用效益空间函数的演变越缓慢,土地利用转型的条件越苛刻,转型难度也越大,转型进程越漫长;空间尺度与区域范围越小,土地利用效益空间函数的演变越快速,土地利用转型难度越小,转型速度越快。此外,土地利用效益空间函数演变与土地利用隐性形态的丰富内涵相连接,可以在较小尺度与微观层面上及时捕捉到经济社会多维变化的表征,进而为精细地类的土地利用转型调控和用地空间格局优化提供依据。因此,从转型效应的显著性和空间优化的精细性来看,由土地利用效益空间函数演变驱动的用地形态转换和土地利用转型在较小区域与精细尺度上对国土空间格局优化具有服务优势,有助于对丰富的地类和地域功能进行空间规划,对“双评价”发挥补充性作用。

综合分析区域“自然环境—经济社会—管理体制”是资源环境承载能力评价、国土空间开发适宜性评价、土地利用效益空间函数测算及效益优势分区的共同基础(图4),三者各自的范畴与国土空间规划和格局优化相衔接。同样的国土空间,在不同的功能导向下具有不同的资源环境承载力与开发适宜性^[44],实施不同强度的土地生态保护和土地潜能开发。但无论何种主导功能导向,区域土地利用(国土空间开发)评价与规划都要在接受刚性“三线”限制的基础上追求“经济—社会—生态”效益的最优化^[47],

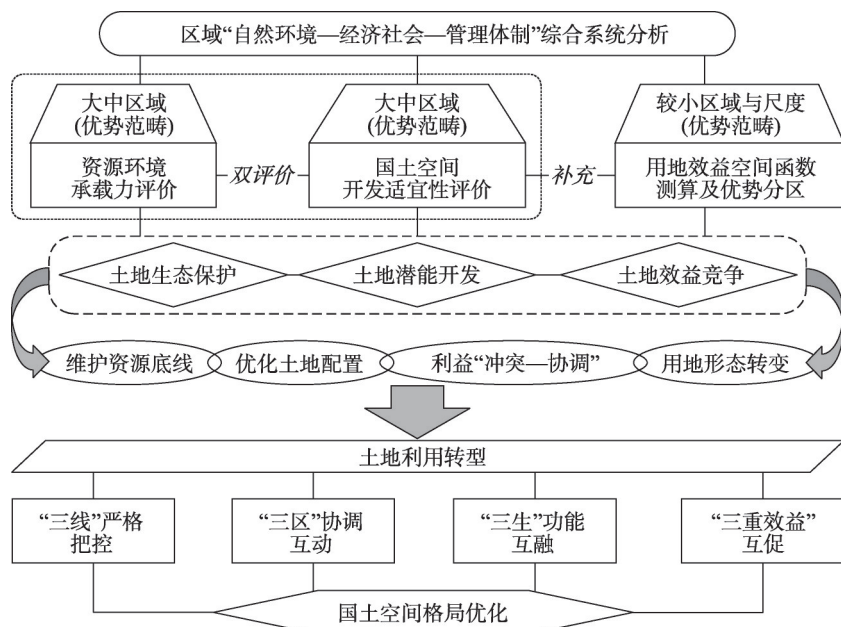


图4 土地利用转型对国土空间格局优化的作用

Fig. 4 The role of land use transitions on the optimization of territorial spatial development patterns

追求空间开发格局与各类土地利用效益优势区的耦合, 其中“三线”的刚性规划实际上也是对“经济—社会—生态”效益的特殊调控。因此可以在大中区域内(如区县及以上)开展“双评价”, 构建区域国土空间规划与主体功能定位的总体结构^[48], 运用底线思维与因地制宜的发展思维实施土地生态保护与土地潜能开发。然后在较小区域与尺度内(如村镇区域)及时追踪土地利用隐性形态变化和土地利用效益空间函数及其格局的演化, 通过多类用地效益有序竞争而取优的思路, 因时、因地、因法制定好土地利用规划与开发模式^[49]。在规划过程中, 必然涉及解构土地利用旧格局和处理土地利用的竞争与冲突关系^[50], 因此要在土地利用“冲突—协调”中依法确立不同利益主体的利益划分、协调与补偿机制^[51], 改革创新自然资源产权制度^[52], 引导土地利用良性转型。

4.3 土地利用转型的推进及其国土空间格局优化效应

基于上述贯穿各种区域规模的土地生态保护、土地潜能开发、土地效益竞争以及配套的利益冲突协调机制, 区域国土空间的资源承载力底线得到维护, 土地资源配置得到优化, 因地制宜的开发思路得以贯彻, 同时在中小尺度上不同利益部门和发展主体间的利益关系在用地格局变迁中由冲突转为协调, 土地利用显性形态也根据隐性形态变化的内生要求而变化, 最终推动区域土地利用的顺利转型。上述土地利用转型并不是自身独立完成的, 而是与更大尺度的国土空间规划交互衔接进而协同完成的, 因此也是作为后者的延伸与补充而存在的。

上述土地利用转型过程中, “三线”得到首要的严格把控, 土地系统结构转型所带来的结构效应^[3]将优化“三区”的功能并提升“三区”互动的能力, 推动三者协调发展。在土地利用转型及其调控下, “三生”(生产、生活、生态)空间与“三生”功能不应当呈现简单几何图形式的聚集独立, 而应该在形成各自主体区的基础上又在多尺度中交融、复合与互嵌, 遵循一种“分形结构”^[53], 以实现空间开发利用的多功能化、高效化与高质量化。最后在土地利用形态“协调—冲突—协调”交替演化模式中, 区域各类用地空间与其对应的效益空间函数的较优耦合格局得以调试形成, 促使“经济—社会—生态”效益的相对充分产出。三重效益的同步提升有助于在三者之间构建互促循环体系, 使三重效益实现互相转化, 长远来看, 有助于区域人地关系地域系统和城乡地域系统内的多类效益持续再生。综上, 土地利用转型对“三线”“三区”“三生”和“三重效益”均有正向作用, 由此推动区域国土空间格局的优化。

4.4 土地利用转型优化国土空间格局的实践案例解析

由土地利用效益空间函数演变驱动的用地形态转换和土地利用转型在较小区域与精细尺度上对国土空间格局优化具有服务优势, 而土地整治是土地利用转型的重要实践抓手, 故选择村域土地整治案例来实证探讨土地利用转型对国土空间格局的优化作用。

东衡村位于浙江省德清县洛舍镇, 2020年总人口3109人, 面积10.4 km², 其所在的德清县是中国乡村土地整治的试点县^[54]。东衡村初以采矿业为主, 故留下了大量矿坑, 既破坏了当地的生态环境, 又造成土地的低效闲置和用地功能的供需失衡。2009年, 东衡村根据国家用地政策和乡村内生需求的生态转向, 开始重点改善当地生态环境。该村借助工矿用地整治项目, 关闭了村内矿业企业, 通过生态恢复和废弃矿坑回填对矿山开展修复; 通过宅基地整治项目, 推动分散的、用地效率低下的农村居民点向集约型、设

施完备型现代居民点转变^[54]。为了弥补工矿企业关闭所造成的经济损失,东衡村以股权投资的方式将村内农用地的经营权流转给村集体,随后借助土地整治和“城乡建设用地增减挂钩”的用地政策,使农用地和建设用地都得到集中整治,为后续规模生产奠定基础。通过乡村集体建设用地整治和废弃矿坑回填,东衡村将闲置用地盘活,并把新增土地用于建设“钢琴产业园”,继而招商引资、带动就业,将产业的经济产出用于村集体建设、村民分红和环境改善等,乡村发展路径得到彻底扭转。

联系图2的机理阐释,东衡村土地整治的背景是区域“自然环境—经济社会—管理体制”变化,在此背景下该村用地隐性形态^[55]和土地利用效益空间函数发生转变,带来土地利用形态的冲突加剧。随后该村通过土地整治的手段来改造用地方式,调试用地格局,缓解用地冲突。在土地整治和后续建设过程中,东衡村土地利用隐性形态和土地利用效益空间函数得到了进一步的、能动性的提升。至2020年,东衡村土地利用的隐性 with 显性形态明显优化,用地形态从之前的冲突转为再协调,村内用地综合效益大幅提升,土地系统的新功能稳定发挥,土地利用转型得到阶段性实现。在土地利用转型进程中,东横村改造和淘汰了低效益的用地类型,在留足生态用地的基础上,又腾出空间用以引入和建设高效益的用地类型,推动多元化的地类格局与效益优势区之间的耦合。基于此,该村的土地生态保护、潜能开发和效益取优得到落实,进而维护了土地资源承载力底线,优化用地配置,并通过一系列利益联结和价值联结制度来拓展与协调多元发展主体的利益,保障该村用地新模式的长久运行。在东衡村土地利用转型和乡村发展转型之下,形成了“三生”功能兼顾、多重效益互促的用地形态,反映了该区域国土空间格局的优化重构。

5 结论与讨论

5.1 结论

本文从土地利用效益空间函数视角探讨土地利用、土地利用转型机理、土地利用形态的“协调—冲突—协调”交替演化模式以及用地转型对国土空间格局优化的作用等,结论如下:

(1) 土地利用效益空间函数是一种虚拟的、具有时空变异性的三维函数,依附于区域内的一切用地类型而存在,反映区域各类用地的效益产出格局。区域内各类用地的效益空间函数共同决定了每种地类的效益相对优势区。

(2) 区域土地利用转型从深层到表层的机理路径可概括为“三维原始动力—隐性形态变化—效益函数变化—空间冲突协调—显性形态变化”。土地利用转型追求区域用地隐性形态和“自然环境—经济社会—管理体制”的最佳耦合(隐性形态最优化)以及土地利用显性形态和土地利用效益空间函数的最佳耦合(显性形态最优化),从而将各用地类型及其形态格局在空间上的强冲突化为弱冲突(协调化),并趋近实现土地利用形态的最大效益总量(效益最优化)。

(3) 在“自然环境—经济社会—管理体制”演化背景下,土地利用效益空间函数的变化是土地利用形态“协调—冲突—协调”交替演化的上游和驱使环节,土地利用的最终效益产出是其下游响应,土地利用转型是上述交替演化的长期结果,社会大系统发展

则是用地形态“协调—冲突—协调”交替演化的背景、舞台和最终目标;区域土地利用形态的效益产出量是特定土地利用形态与特定经济社会发展阶段相对应、挂钩的纽带和桥梁。

(4) 土地利用转型在较小的区域与尺度上对国土空间格局优化具有服务优势,且需与更大尺度的国土空间规划交互衔接进而协同实现优化效应。

5.2 讨论

社会发展是资源需求的提出方,土地利用是资源的供给端与需求的满足方,空间效益产出是土地利用满足社会发展需求的手段与方式,也是土地利用的永恒价值追求。区域多元化的土地利用类型及其动态的、有形或无形的结构是对社会多元发展需求的空间响应,因此形成了与不同社会发展阶段相对应的各种土地利用形态,反映土地系统的“要素—结构—功能”始终追求与社会发展相协调适配,并体现了“自然—社会”系统、“人—地”系统的有机统一和耦合互动。

对于土地利用转型的机理机制,以往学者基于各种视角已有不少见解。人地关系地域系统理论是解释土地利用转型的理论依托,土地系统结构变化引发的结构效应^[3]和功能转换是用地转型的主要过程。有学者也认为土地利用转型的机制表现为人口、经济、技术、制度、区位、文化等深层驱动因素沿作用路径的级联驱动效应,实质上是社会—经济系统、社会—生态系统和社会—体制系统之间的互动^[12]。政策性因素可以通过控制各类用地供给,构建政策引导下的社会—生态反馈路径,又通过调控产业结构、收益产出和人口特征等来影响区域用地需求,形成社会—经济变化诱发路径。两种路径耦合互动,共同驱动土地利用转型^[56]。对于广大山区农村,土地利用转型是由外部工业化、城镇化和山区社会—生态系统要素变化共同驱动的,其中社会经济因素起主导作用。务农机会成本上升、恶劣的生存环境等引发了劳动力转移,缓解了人地矛盾,带来土地利用转型^[21]。上述观点从不同侧重面揭示了土地利用转型的机理,为本文的展开提供借鉴,且有进一步提炼与综合各方研究成果的必要。

土地利用的空间效益产出是人地之间形成整体关系的重要衔接环节,为寻求贯穿于“生产方式转型—社会需求转型—人地关系转型—土地利用转型”大系统、长过程的主干线索提供了思路。本文选择从土地利用效益空间函数视角切入,尝试探索新路径以理顺土地利用转型的机理,剖析区域用地形态“协调—冲突—协调”交替演化模式和国土空间格局优化效应。本文主要对土地利用效益空间函数和土地利用转型开展定性论述,未来如何对各类用地的效益空间函数进行实际测算?不同用地类型效益产出的量纲和换算方法如何统一?如何挖掘土地利用效益空间函数变化的驱动因子及其作用机制?如何广泛开展效益空间函数变化驱动下的土地利用转型实证检验和国土空间格局优化实践?这些问题值得进一步深入探讨。

参考文献(References):

- [1] 龙花楼. 论土地利用转型与土地资源管理. 地理研究, 2015, 34(9): 1607-1618. [LONG H L. Land use transition and land management. Geographical Research, 2015, 34(9): 1607-1618.]
- [2] 刘彦随. 现代人地关系与人地系统科学. 地理科学, 2020, 40(8): 1221-1234. [LIU Y S. Modern human-earth relationship and human-earth system science. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40(8): 1221-1234.]

- [3] 龙花楼. 土地利用转型的解释. 中国土地科学, 2022, 36(4): 1-7. [LONG H L. Explanation of land use transitions. China Land Science, 2022, 36(4): 1-7.]
- [4] GRAINGER A. The future role of the tropical rain forests in the world forest economy. Oxford: University of Oxford, 1986.
- [5] MATHER A S. The forest transition. Area, 1992, 24(4): 367-379.
- [6] GRAINGER A. National land use morphology: Patterns and possibilities. Geography, 1995, 80(3): 235-245.
- [7] 龙花楼, 李秀彬. 区域土地利用转型分析: 以长江沿线样带为例. 自然资源学报, 2002, 17(2): 144-149. [LONG H L, LI X B. Analysis on regional land use transition: A case study in transect of the Yangtze River. Journal of Natural Resources, 2002, 17(2): 144-149.]
- [8] 龙花楼. 中国农村宅基地转型的理论与证实. 地理学报, 2006, 61(10): 1093-1100. [LONG H L. Rural housing land transition in China: Theory and verification. Acta Geographica Sinica, 2006, 61(10): 1093-1100.]
- [9] LAMBIN E F, MEYFROIDT P. Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. Land Use Policy, 2010, 27(2): 108-118.
- [10] 龙花楼. 论土地利用转型与乡村转型发展. 地理科学进展, 2012, 31(2): 131-138. [LONG H L. Land use transition and rural transformation development. Progress in Geography, 2012, 31(2): 131-138.]
- [11] 吕晓, 黄贤金, 张全景. 城乡建设用地转型研究综述. 城市规划, 2015, 39(4): 105-112. [LYU X, HUANG X J, ZHANG Q J. A literature review on urban-rural construction land transition. City Planning Review, 2015, 39(4): 105-112.]
- [12] 宋小青. 论土地利用转型的研究框架. 地理学报, 2017, 72(3): 471-487. [SONG X Q. Discussion on land use transition research framework. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(3): 471-487.]
- [13] 胡守庚, 童陆亿, 龙花楼. 论土地利用转型潜力及其评价的理论框架. 地理研究, 2019, 38(6): 1367-1377. [HU S G, TONG L Y, LONG H L. Land use transition potential and its assessment framework. Geographical Research, 2019, 38(6): 1367-1377.]
- [14] 李灿. 区域土地利用转型诊断与调控的分析路径. 地理研究, 2021, 40(5): 1464-1477. [LI C. Analysis path of diagnosis and regulation of regional land use transition. Geographical Research, 2021, 40(5): 1464-1477.]
- [15] LONG H L. Theorizing land use transitions: A human geography perspective. Habitat International, 2022, 128: 102669, Doi: 10.1016/j.habitatint.2022.102669.
- [16] 龙花楼, 陈坤秋. 基于土地系统科学的土地利用转型与城乡融合发展. 地理学报, 2021, 76(2): 295-309. [LONG H L, CHEN K Q. Urban-rural integrated development and land use transitions: A perspective of land system science. Acta Geographica Sinica, 2021, 76(2): 295-309.]
- [17] 谭林, 陈岚. 乡村空间重构与土地利用转型耦合机制及路径分析. 自然资源学报, 2022, 37(7): 1829-1847. [TAN L, CHEN L. The driving mechanism and path analysis of the coupling development of rural spatial reconstruction and land use transformation. Journal of Natural Resources, 2022, 37(7): 1829-1847.]
- [18] GE D Z, LONG H L, ZHANG Y N, et al. Farmland transition and its influences on grain production in China. Land Use Policy, 2018, 70: 94-105.
- [19] 瞿诗进, 胡守庚, 李全峰. 中国城市建设用地转型阶段及其空间格局. 地理学报, 2020, 75(7): 1539-1553. [QU S J, HU S G, LI Q F. Stages and spatial patterns of urban built-up land transition in China. Acta Geographica Sinica, 2020, 75(7): 1539-1553.]
- [20] LI T T, LONG H L, LIU Y Q, et al. Multi-scale analysis of rural housing land transition under China's rapid urbanization: The case of Bohai Rim. Habitat International, 2015, 48: 227-238.
- [21] 张伯林, 高江波, 高阳, 等. 中国山区农村土地利用转型解析. 地理学报, 2018, 73(3): 503-517. [ZHANG B L, GAO J B, GAO Y, et al. Land use transition of mountainous rural areas in China. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(3): 503-517.]
- [22] MEYFROIDT P, CHOWDHURY R R, DE BREMOND A, et al. Middle-range theories of land system change. Global Environmental Change, 2018, 53: 52-67.

- [23] 约翰·冯·杜能. 孤立国同农业和国民经济的关系. 吴衡康 译. 北京: 商务印书馆, 2017: 315-318. [JOHANN H VON T. The Relationship between an Isolated State and Agriculture and the National Economy. Translated by WU H K. Beijing: The Commercial Press, 2017: 315-318.]
- [24] 李秀彬. 土地利用变化的解释. 地理科学进展, 2002, 21(3): 195-203. [LI X B. Explanation of land use changes. Progress in Geography, 2002, 21(3): 195-203.]
- [25] 严金明. 简论土地利用结构优化与模型设计. 中国土地科学, 2002, 16(4): 20-25. [YAN J M. Studies on land use structure optimization and model designing. China Land Science, 2002, 16(4): 20-25.]
- [26] MA S H, WEN Z Z. Optimization of land use structure to balance economic benefits and ecosystem services under uncertainties: A case study in Wuhan, China. Journal of Cleaner Production, 2021, 311: 127537, Doi: 10.1016/j.jclepro.2021.127537.
- [27] 唐永超, 王成新, 王瑞莉, 等. 基于精明发展的城市扩张与土地利用效益的耦合研究: 以济南市主城区为例. 人文地理, 2020, 35(4): 91-98. [TANG Y C, WANG C X, WANG R L, et al. Coupling research on urban expansion and land use efficiency based on smart development: A case of Jinan's core area. Human Geography, 2020, 35(4): 91-98.]
- [28] CHEN Z H, ZHANG Q X, LI F, et al. Comprehensive evaluation of land use benefit in the Yellow River Basin from 1995 to 2018. Land, 2021, 10(6): 643, Doi: 10.3390/land10060643.
- [29] SUN H Y, CHENG L L, LI Z, et al. A land-use benefit evaluation system with case study verification. Plos One, 2022, 17(7): e0271557, Doi: 10.1371/journal.pone.0271557.
- [30] RAHMAN M M, SZABÓ G. A geospatial approach to measure social benefits in urban land use optimization problem. Land, 2021, 10(12): 1398, Doi: 10.3390/land10121398.
- [31] 王雨晴, 宋戈. 城市土地利用综合效益评价与案例研究. 地理科学, 2006, 26(6): 743-748. [WANG Y Q, SONG G. The benefits evaluation method and application of land use. Scientia Geographica Sinica, 2006, 26(6): 743-748.]
- [32] 王国刚, 刘彦随, 方方. 环渤海地区土地利用效益综合测度及空间分异. 地理科学进展, 2013, 32(4): 649-656. [WANG G G, LIU Y S, FANG F. Comprehensive evaluation and spatial distinction of land use efficiency around Bohai Rim in China. Progress in Geography, 2013, 32(4): 649-656.]
- [33] 史进, 黄志基, 贺灿飞, 等. 中国城市群土地利用效益综合评价研究. 经济地理, 2013, 33(2): 76-81. [SHI J, HUANG Z J, HE C F, et al. A comprehensive measurement of the utility of land use of 16 city-regions in China. Economic Geography, 2013, 33(2): 76-81.]
- [34] YU J Q, ZHOU K L, YANG S L. Land use efficiency and influencing factors of urban agglomerations in China. Land Use Policy, 2019, 88, 104143, Doi: 10.1016/j.landusepol.2019.104143.
- [35] 田俊峰, 王彬燕, 王士君. 东北三省城市土地利用效益评价及耦合协调关系研究. 地理科学, 2019, 39(2): 305-315. [TIAN J F, WANG B Y, WANG S J. Urban land use efficiency and its coupling relationship in the three province of Northeast China. Scientia Geographica Sinica, 2019, 39(2): 305-315.]
- [36] 胡毅, 乔伟峰, 万懿, 等. 江苏省县域土地利用效益综合评价及其分异特征. 经济地理, 2020, 40(11): 186-195. [HU Y, QIAO W F, WAN Y, et al. Comprehensive evaluation and spatial distinction of land use efficiency in county area of Jiangsu province. Economic Geography, 2020, 40(11): 186-195.]
- [37] LI D C, FAN K K, LU J Q, et al. Research on spatio-temporal pattern evolution and the coupling coordination relationship of land-use benefit from a low-carbon perspective: A case study of Fujian province. Land, 2022, 11(9): 1498, Doi: 10.3390/land11091498.
- [38] 罗罡辉, 吴次芳. 城市用地效益的比较研究. 经济地理, 2003, 23(3): 367-370, 392. [LUO G H, WU C F. Comparative study on urban land use efficiency. Economic Geography, 2003, 23(3): 367-370, 392.]
- [39] 毕宝德. 土地经济学. 北京: 中国人民大学出版社, 2001: 63-80. [BI B D. Land Economics. Beijing: China Renmin University Press, 2001: 63-80.]
- [40] 彭建, 蒋依依, 李正国, 等. 快速城市化地区土地利用效益评价: 以南京市江宁区为例. 长江流域资源与环境, 2005, 14(3): 304-309. [PENG J, JIANG Y Y, LI Z G, et al. Evaluation on land use efficiency: A case study on Jiangning county. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2005, 14(3): 304-309.]

- [41] 樊杰. 人地系统可持续过程、格局的前沿探索. 地理学报, 2014, 69(8): 1060-1068. [FAN J. Frontier approach of the sustainable process and pattern of human-environment system. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(8): 1060-1068.]
- [42] 丁明磊, 杨晓娜, 赵荣钦, 等. 碳中和目标下的国土空间格局优化: 理论框架与实践策略. 自然资源学报, 2022, 37(5): 1137-1147. [DING M L, YANG X N, ZHAO R Q, et al. Optimization of territorial space pattern under the goal of carbon neutrality: Theoretical framework and practical strategy. *Journal of Natural Resources*, 2022, 37(5): 1137-1147.]
- [43] 贾克敬, 何鸿飞, 张辉, 等. 基于“双评价”的国土空间格局优化. 中国土地科学, 2020, 34(5): 43-51. [JIA K J, HE H F, ZHANG H, et al. Optimization of territorial space pattern based on resources and environment carrying capacity and land suitability assessment. *China Land Science*, 2020, 34(5): 43-51.]
- [44] 周道静, 徐勇, 王亚飞, 等. 国土空间格局优化中的“双评价”方法与作用. 中国科学院院刊, 2020, 35(7): 814-824. [ZHOU D J, XU Y, WANG Y F, et al. Methodology and role of "Double Evaluation" in optimization of spatial development pattern. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2020, 35(7): 814-824.]
- [45] LI S N, ZHAO X Q, PU J W, et al. Optimize and control territorial spatial functional areas to improve the ecological stability and total environment in karst areas of Southwest China. *Land Use Policy*, 2021, 100: 104940, Doi: 10.1016/j.landusepol.2020.104940.
- [46] 陈明星, 梁龙武, 王振波, 等. 美丽中国与国土空间规划关系的地理学思考. 地理学报, 2019, 74(12): 2467-2481. [CHEN M X, LIANG L W, WANG Z B, et al. Geographical thinking on the relationship between beautiful China and land spatial planning. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(12): 2467-2481.]
- [47] 岳文泽, 韦静娴, 陈阳. 国土空间开发适宜性评价的反思. 中国土地科学, 2021, 35(10): 1-10. [YUE W Z, WEI J X, CHEN Y. Rethinking suitability evaluation of territorial space development. *China Land Science*, 2021, 35(10): 1-10.]
- [48] 樊杰. 主体功能区战略与优化国土空间开发格局. 中国科学院院刊, 2013, 28(2): 193-206. [FAN J. The strategy of major function oriented zoning and the optimization of territorial development patterns. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2013, 28(2): 193-206.]
- [49] 肖金成, 欧阳慧. 优化国土空间开发格局研究. 经济学动态, 2012, (5): 18-23. [XIAO J C, OUYANG H. Study on the optimization of territorial space development patterns. *Economic Perspectives*, 2012, (5): 18-23.]
- [50] SMITH P, GREGORY P J, VAN VUUREN D, et al. Competition for land. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 2010, 365(1554): 2941-2957.
- [51] 沈体雁, 温璐歌. 基于SCGE的国土空间规划模拟框架CTSPM及其在国土空间安全模拟仿真中的应用. 自然资源学报, 2021, 36(9): 2320-2334. [SHEN T Y, WEN L G. Simulation framework of China's Territorial Spatial Planning Model (CTSPM) based on Spatial Computable General Equilibrium Model (SCGE) and its application in land and space safety simulation. *Journal of Natural Resources*, 2021, 36(9): 2320-2334.]
- [52] 黄贤金. 自然资源产权改革与国土空间治理创新. 城市规划学刊, 2021, (2): 53-57. [HUANG X J. The reform of the natural resource property rights system and the innovation in territorial spatial governance. *Urban Planning Forum*, 2021, (2): 53-57.]
- [53] MANDELBROIT B B. *Fractal: Form, Chance and Dimension*. San Francisco: Freeman, 1977: 125-126.
- [54] JIANG Y F, LONG H L, IVES C D, et al. Modes and practices of rural vitalisation promoted by land consolidation in a rapidly urbanising China: A perspective of multifunctionality. *Habitat International*, 2022, 121: 102514, Doi: 10.1016/j.habitatint.2022.102514.
- [55] 周贵鹏, 龙花楼. 农村居民点土地利用隐性形态三维测度及其耦合协调演化研究: 以河南省为例. 地理科学进展, 2023, 42(6): 1082-1097. [ZHOU G P, LONG H L. Three-dimensional measurement and coupling and coordination evolution of recessive land use morphology of rural settlements: A case of Henan province. *Progress in Geography*, 2023, 42(6): 1082-1097.]
- [56] 田俊峰, 王彬燕, 王士君. 东北地区土地利用转型特征测度与机制探索. 经济地理, 2020, 40(9): 184-195. [TIAN J F, WANG B Y, WANG S J. Land use transition in Northeast China: Features measurement and mechanism exploration. *Economic Geography*, 2020, 40(9): 184-195.]

The mechanism of land use transitions and optimization of territorial spatial development patterns: Analysis based on the spatial functions of land use benefits

ZHOU Gui-peng^{1,2}, LONG Hua-lou^{1,3}

(1. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 2. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. School of Public Administration, Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: Land use transitions are the processes of pursuing the maximization of land use benefits. Using theoretical analysis, literature research and case study method, the land use, mechanism of land use transitions, the "coordination- conflict- coordination" alternating evolution mode of land use morphology and the optimization effects of land use transitions on territorial spatial development patterns are discussed from the perspective of the spatial functions of land use benefits. The conclusions are as follows: (1) The spatial function of land use benefits reflects the pattern of output of regional land use benefits. The spatial function of land use benefits of each land use type jointly determines the benefits relative advantage areas of each land use type. (2) The action path of regional land use transitions from underlying to surface can be summarized as "three-dimensional original driving forces-recessive morphology changes- benefits functions changes- spatial conflict and coordination- dominant morphology changes". Land use transitions pursue not only the optimal coupling between the recessive morphology of regional land use and the "natural environment-economic society-management system" (recessive morphology optimization), but also the optimal coupling between the dominant morphology of land use and the spatial functions of land use benefits (dominant morphology optimization), thus transforming the strong spatial conflicts of land use types into weak conflicts (coordination), and close to achieving the maximum total benefits of land use morphology (benefits optimization). (3) The changes of the spatial functions of land use benefits are the upper reaches and driving link of the "coordination- conflict- coordination" alternating evolution of land use morphology, the final benefits output of land use is its downstream response, and land use transitions are the long-term result of the above alternating evolution. The total benefits output of regional land use morphology is the bond and link between specific land use morphology and specific socio-economy development stage. (4) Land use transitions have service advantages for the optimization of territorial spatial patterns in smaller regions and scales, and need to interact and connect with the larger scale of territorial spatial planning to realize the optimization effects.

Keywords: land use transitions; land use morphology; land use benefits; economic and social development; territorial space