

引用格式:杨清可,王磊,李永乐,等.供需匹配视角下土地利用空间均衡的理论分析与状态评价:以江苏省为例[J].资源科学, 2021, 43(5): 932-943. [Yang Q K, Wang L, Li Y L, et al. Land use spatial equilibrium from the perspective of supply and demand matching: A case study of Jiangsu Province[J]. Resources Science, 2021, 43(5): 932-943.] DOI: 10.18402/resci.2021.05.07

供需匹配视角下土地利用空间均衡的理论分析与状态评价 ——以江苏省为例

杨清可¹, 王磊², 李永乐¹, 秦贤宏³

(1. 南京财经大学公共管理学院, 南京 210023; 2. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008; 3. 河海大学公共管理学院, 南京 211100)

摘要:基于对土地利用空间均衡的内涵界定与理论分析,探究土地供给能力与需求强度随着开发价格与数量变动的演化规律。以江苏省为例,解析土地供给能力与需求强度的空间匹配关系,判断土地利用空间均衡状态,为合理评价土地利用过程、制定管理政策提供科学支撑。结果表明:①江苏土地供给能力指数均值为0.571,处于较高水平,空间上呈现中部高、南北低的格局;土地需求强度指数均值仅为0.255,地区南北之间分异明显,呈现苏南>苏中>苏北的结构特征。②土地、水等资源保障指数对需求强度变化具有显著正相关,而与环境质量指数呈负相关关系,制约土地资源的空间开发。③空间上,对土地供给能力与需求强度进行耦合匹配,各类型区(需求不足、过度开发、空间均衡等)并存。其中,土地需求不足区为地区主体,集中分布在苏北、苏中的南通诸县市;过度开发区集中在苏南的城市中心区,对土地资源需求强烈,已超资源环境承载和土地供给能力上限。通过经济要素、常住人口、建设用地的合理配置,强化水、土资源保障与生态环境保护,合理匹配土地供需,成为土地开发由空间失衡转向均衡的关键途径。

关键词:供需匹配;土地利用;空间均衡;状态评价;江苏省

DOI: 10.18402/resci.2021.05.07

1 引言

中国快速城镇化与工业化进程中,国土空间开发格局演化剧烈,已步入以生态环境限制与资源保障乏力为特点的人地关系矛盾凸显期^[1,2]。土地利用空间均衡是国土空间开发战略与主体功能区规划有序推进的保证,也是践行绿色开发、协调发展理念的必由之路^[3-5]。土地资源供给能力有限,与人口集聚、经济分布、建设用地开发等产生的需求错位配置,造成土地利用结构空间失衡^[6-8]。而已有文献对土地利用空间均衡的研究很少,相关研究成果集中在以下3个方面:①空间均衡内涵界定。从

唯经济增长为目标的发展模式向实现社会进步、经济发展和生态良好的“三维”目标且综合效益最大化的空间开发模式转变,从协调土地开发强度与生态环境保护的视角深化对空间均衡内涵与模式的理解^[9-11]。其中,樊杰等^[10,12]从评价区域发展效益以及在三维目标框架下提出两种空间均衡模型:一是考虑人均GDP与民生质量方面的经济发展本身的立体空间均衡模型;二是考虑区域发展条件的客观差异,实现包括经济、社会、生态环境等指标构成的综合发展状态的均衡。陈雯等^[13]则提出依据自然本底条件与发展基础的差异,经由空间开发供给与保

收稿日期:2020-03-23;修订日期:2021-01-14

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFD1100101);教育部人文社科基金项目(17YJC630115);江苏高校哲学社会科学研究项目(2020SJA0276)。

作者简介:杨清可,男,山东滕州人,讲师,研究方向为区域规划与土地利用。E-mail: yangqingke66@163.com

通讯作者:王磊,男,河南信阳人,副研究员,研究方向为区域发展与空间管治。E-mail: wanglei@niglas.ac.cn

2021年5月

护需求相匹配,地区间优势互补、协调分工等途径实现空间均衡发展。以上空间均衡模型的建立有效指导了全国主体功能区规划的制定与实施。②空间均衡分异规律。借助“3S”与空间数据处理技术的进步,从土地开发效率评价、土地利用的生态约束、合理开发强度的确定等方面分析城市集约开发与空间均衡的格局特征^[14,15]。同时,构建土地开发均衡指数,评价全国、区域、省等多尺度的均衡状态演变^[5,7,11]。③空间均衡态势分析。阐释多种发展要素在区域间流动的合理方式,以实现人均效益均等化作为空间均衡变化的判断标准^[12],分析生产要素的资源势与势差,按照比较优势进行空间均衡配置^[16]。

上述研究从人口、资源、环境等方面考虑深化了对空间均衡的认识,在经济学视角上,社会经济活动依照要素供给的比较优势进行区际流动和优化分工^[17,18],也可视为土地规模、开发强度与供给能力相互适应而达到协调状态,但因为影响土地利用空间均衡状态因子的复杂性,使得绝对均衡不存在于实际开发活动,学界进行研究的所谓均衡多是相对均衡^[19,20]。在当前土地资源供需矛盾日益尖锐的背景下,开展供需匹配视角下土地利用的空间均衡状态评价研究,为区域土地可持续发展利用提供借鉴,丰富宏观及中观层面国土空间利用程度评价的研究。江苏省作为中国东部沿海城镇化和工业化快速发展地区,对建设用地需求旺盛,但用地供给能力不足,社会经济发展中的土地供需矛盾突出。因此,基于供需匹配视角下土地利用空间均衡的理论分析,以江苏省为例,明确空间均衡的评价思路与模型方法,探究土地资源供需的空间匹配状态,以期理解并合理评价土地利用过程、制定管理政策提供依据。

2 理论分析

根据土地利用供给能力与需求强度在特定时间截面上的组合态势所决定的人地系统的格局状态来界定土地利用空间均衡内涵^[21,22],不同土地供给能力与需求强度的匹配组合形成了区域土地利用空间均衡与失衡状态(图1)。当土地供给能力高于需求强度时,即该区域开发供给能力较高,本该承载高密度人口分布与高强度经济活动,但因诸多条件制约而未得到充分利用,有效开发不足,导致

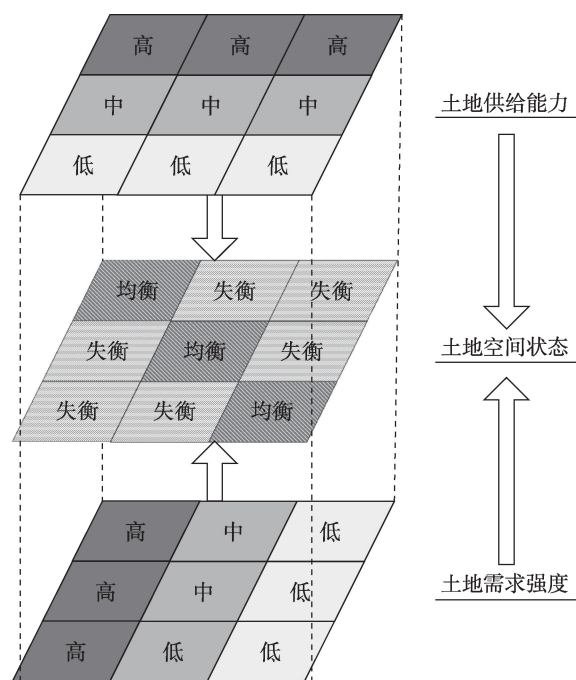


图1 土地供给能力与需求强度的空间耦合

Figure 1 Spatial coupling of land supply capacity and demand

土地供给能力与空间需求不相匹配。虽然在一定程度上降低居民生活与经济生产活动引致的水、土地资源损耗与生态环境安全胁迫,但也迟滞了经济社会进步与人口有序流动,可视为土地空间资源的过度浪费^[23,24]。当土地利用需求强度高于供给能力时,超越土地资源供给的保障能力与生态环境约束限度,就会出现掠夺式开发,随之引起自然灾害频发、生态安全破坏、环境质量恶化等一系列问题,人地关系矛盾激化。高强度的生产生活活动损耗了过多的生态环境资源,实质上亦可视为土地空间资源的过度浪费^[25]。以上两种情况均应视为土地利用的空间失衡,而当保障土地开发的供给能力与需求强度协调匹配,达到“空间帕累托效率”状态良性耦合时,视为该区域的土地利用处于空间均衡状态。

土地资源作为人类经济活动重要的空间载体,是实现城市可持续发展的基本保障。每个地区在经济、社会和生态等方面的发展水平差异,取决于土地资源的供给能力。土地利用空间均衡也可理解为经济社会活动分布与空间区位供给能力的协调。因此,开展土地利用空间均衡的理论分析,土地供给能力与需求强度随开发成本和数量的变动而发生变化,具体的演化规律如下:

(1)图2a中,土地供给能力曲线(S)与土地需求强度曲线(D)随着土地资源开发成本(P)与开发数量(Q)的变化而发生改变。理论上,每个地区土地开发容量或者承载能力都是有一定限度的,因此土地供给能力曲线向上倾斜,逼近开发容量阈值。一般来说,如果土地资源保障能力、经济发展强度与集聚人口能力增高时,土地利用空间需求强度随之增加,需求曲线由 D_1 向右向上移动至 D_2 ,空间开发需要付出的价格由 P_1 上升至 P_2 。单位面积土地空间开发成本陡然上升,往往体现在社会环境成本和经济增长的环境负效应的上升,社会经济活动没有按照开发供给的比较优势在空间上进行优化分工与资源配置,开发与保护规模、程度超过土地资源的供给容量,就会出现空间失衡,此时 Q_2 表示需求增加后土地过度开发的空间失衡点。

(2)对于图2a中土地需求强度增加导致的土地开发空间失衡,可以通过提高土地与水等资源要素保障条件,加强灾害治理和生态环境建设,放松生

态保护与环境质量的约束作用,就有可能降低生态重要性程度,增强开发供给能力,支撑经济持续发展、人口空间集聚等产生的土地利用需求。此时图2b中土地供给曲线由 S_1 向右向下移动至 S_2 位置,虽然开发数量上升至 Q_2 ,但开发成本却由 P_1 下降至 P_2 ,能够调节土地利用过程的空间失衡状态,获得更大的社会、经济与环境效益。

(3)如果土地需求强度降低,空间开发不足,图2c中的需求曲线由 D_1 向左向下移动至 D_2 ,开发成本降至 P_2 ,数量从 Q_1 降低至 Q_2 时,此时 S 曲线变化较为平缓,表明只需稍微提高土地开发价格或者付出较低的开发成本,土地资源的开发收益就会迅速增长。这种土地空间需求不足,资源开发过疏,导致经济发展不充分。如果一个地区忽视供给增加而浪费资源,产业发展缓慢,对外来人口吸引能力下降,使得经济发展不振。土地资源的开发广度与强度低于供给能力,尤其是一些土地供给能力较强、应承担高强度开发活动的地区,却因需求不足、局

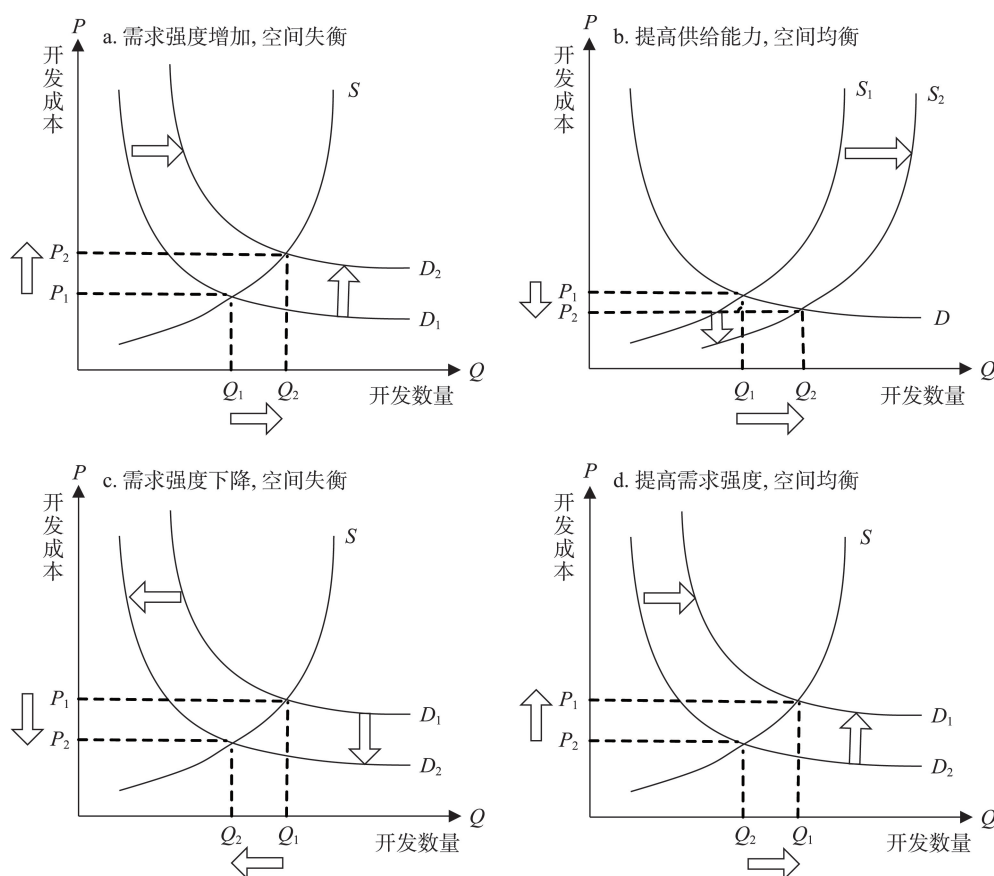


图2 土地利用空间供给与需求关系演变分析

Figure 2 Change of the relationship between land supply and demand

2021年5月

部供给能力受限而没得到应有程度的开发,空间失衡状态同样会出现,此时 Q_2 表示需求降低后土地开发需求不足的点。这种情况虽然减少了经济产出和环境损耗,但也可导致经济增长滞后,不利于土地资源供给与需求之间的动态调节。

(4)针对图2c中土地需求强度不足的情况,也会表现出土地利用空间失衡状态。此种情形下,可通过提高经济发展质量、推进人口城镇化、促进建设用地合理开发等方式增强经济发展程度,提升空间开发需求;或者通过生态环境建设与灾害治理,降低基础条件的约束作用,也可增强土地资源的供给能力。最终需求曲线由 D_2 向左向上移至 D_1 (图2d),土地供给和需求的空間均衡点再次回归至 Q_1 ,协调土地资源空间开发与生态环境保护,以获得更大的社会经济效益。

3 研究方法、区域概况与数据来源

3.1 研究方法

3.1.1 指标体系构建

供需匹配视角下空间均衡应以社会、经济、资

源与环境综合效益最大为目标,区域土地利用空间均衡状态可以采用土地供给能力和土地需求强度之间的关系来评定。其中,土地供给能力是受空间向心和离心要素共同作用,主要由区域资源环境承载力决定,参考2019年4月自然资源部发布的《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价技术指南(征求意见稿)》中资源环境承载力的评价方法来确定土地供给能力;土地供给能力的引导要素由土地资源保障、水资源保障来表征,供给能力的限制要素由生态条件、环境质量与灾害约束来表征。对于土地需求强度的测算,则根据土地开发、人口分布与经济发展等情况来确定,选用土地开发广度、人口集聚密度、经济开发力度等指标来表征。基于此,构建土地利用空间均衡的评价指标体系(表1)。

3.1.2 评价模型构建

运用归一化方法统一处理上述指标数据,利用AHP-熵值法确定指标权重(表1),通过加权求和的方法分别测算土地供给能力和土地需求强度所属

表1 土地利用空间均衡的评价指标体系

Table 1 Evaluation indicator system of regional land use spatial equilibrium

目标层	要素层	指标层	权重	作用方向
土地供给能力指数(SAI)	土地资源保障指数(LRI)	建设用地布局匹配度	0.023	+
		人均耕地生产能力	0.047	+
		耕地开发利用程度	0.038	+
	水资源保障指数(WRI)	水资源丰度	0.011	+
		可利用水资源潜力	0.073	+
		农业用水与耕地匹配程度	0.028	+
		生活和工业用水与城镇工矿用地匹配程度	0.032	+
	生态条件指数(ECI)	土地退化指数	0.024	-
		生态用地面积变化指数	0.082	-
		生态系统服务功能	0.025	-
	环境质量指数(EQI)	空气质量二级以上天数比重	0.036	-
		劣V类水体比例	0.029	-
	灾害约束指数(NDI)	地震危险性	0.019	-
		活动断裂状态	0.023	-
		地质灾害危险性	0.033	-
土地需求强度指数(LDI)	土地开发广度(LBI)	建设用地占区域面积比重	0.183	+
	人口集聚密度(PDI)	单位面积人口分布数量	0.135	+
	经济开发力度(ELI)	单位面积GDP产值	0.076	+
		非农产业比重	0.083	+

注:“+”指正向作用;“-”指逆向作用。

的各个要素的指数值。参考已有成果^[11,13,21],对土地供给能力的引导要素采用指数函数,对限制要素采用对数函数,测算土地供给能力指数(*SAI*)。同时,采用算术平均法和几何平均法相结合的方式测算土地需求强度指数(*LDI*):

$$SAI = e^{\sqrt{LRI^2 + WRI^2}} + \lg \sqrt{ECI^2 + EQI^2 + NDI^2} \quad (1)$$

$$LDI = \frac{1}{2} \left(\frac{LBI + PDI + ELI}{3} + \sqrt[3]{LBI \times PDI \times ELI} \right) \quad (2)$$

采用最小平方方法(Least Squares)模拟土地需求强度指数与土地资源保障指数、水资源保障指数、生态条件指数、环境质量指数、灾害约束指数之间关系,开展土地供给能力与土地需求强度的回归分析,判断两者之间的相关关系。通过 *T* 检验结果分析土地供给能力要素与土地需求强度的相关性,阐述供给能力要素指数对需求强度的作用程度。同时,运用 ArcGIS10.2 软件中自然断点法(Natural Breaks),并结合方差分析,保证组内差别小于组间差别,将土地供给能力与需求强度分别划分为3类,空间上两两相互匹配组合形成不同的土地利用空间均衡类型(表2),判断土地利用的空间均衡状态。

3.2 区域概况与数据来源

江苏省面积 10.72 万 km²,省域经济竞争力居全国前列,是中国经济最活跃的省份和长三角城市群重要组成部分,兼有扛起长三角区域一体化发展的重要使命。但是工业化与城镇化进程中城市土地扩张较快,至 2015 年,建设用地总面积为 2.27 万 km²,土地开发强度高达 21.18%,土地供需矛盾尖锐,开发过度与需求不足问题同时存在,文章聚焦这些问题开展研究工作。以 2015 年末行政区划为基准,在空间上进一步将省内 13 个地级市细分为 65 个评价单元,包括县、县级市和市辖区(以下简称“县市区”)。评价单元的土地利用类型与面积数据来源于 2015 年度江苏省土地变更调查二级(一级)分类面积汇总表;自然灾害矢量数据来源于国家地

球系统科学数据共享服务平台(<http://www.geodata.cn/>);经济社会数据主要从 2016 年《中国县域统计年鉴(县市卷)》《江苏省统计年鉴》以及相应地市的统计年鉴与国民经济和社会发展统计公报中获得。

4 结果与分析

4.1 土地供给能力与需求强度评价

以 2015 年为时间节点对江苏省各县市土地供给能力与需求强度的解释因子指数进行测算,并利用公式(1)与(2)得到土地供给能力指数(*SAI*)与土地需求强度指数(*LDI*),空间特征为:

(1)江苏土地供给能力指数均值为 0.571,处于较高水平,呈现中部高、南北低的格局(图 3a)。其中,大丰、盱眙、金湖、射阳等 4 县区供给能力较高,均值为 0.744,占江苏土地总面积、GDP 和人口的比重分别为 8.96%、2.06%和 3.23%。上述地区位于苏北,地形地貌等基础条件优良,自然灾害与环境约束较小,可供开发的土地面积广大,开发成本处于可控范围,土地利用供给能力较高。相应地,溧阳、泰兴、姜堰等 20 个县市土地供给能力较低,均值仅有 0.467,占江苏土地总面积、GDP 和人口的比重分别为 32.81%、52.47%和 48.87%。经济发展与人口集聚水平较高,土地开发强度较大,但水、土资源空间匹配水平不高,限制了该类型区供给能力的提高。处于中间水平的地区为响水、仪征、洪泽等 41 个县市,均值为 0.593,占江苏土地总面积、GDP 和人口的比例分别为 58.22%、45.48%和 47.90%,是全省土地供给空间类型的分布主体。

(2)江苏土地需求强度指数均值为 0.255,省内南北空间分明显,呈现苏南>苏中>苏北的结构特征(图 3b)。其中,苏州市区、无锡市区、南通市区等为经济社会发展中心,建设用地开发比重高,是承载人口城镇化的重要地区,需求强度指数最高,均值高达 0.536,占全省 GDP、人口的比重分别为 33.78%和 25.70%,大幅高于 13.32%的土地面积比重。涟

表2 基于组合类型的土地利用空间均衡类型划分

Table 2 Classification of land use spatial equilibrium types based on the combination of supply capacity and demand intensity

组合类型	低土地供给能力	中土地供给能力	高土地供给能力
低土地需求强度	低层次空间均衡	需求不足类型	需求不足类型
中土地需求强度	过度开发类型	中层次空间均衡	需求不足类型
高土地需求强度	过度开发类型	过度开发类型	高层次空间均衡

2021年5月

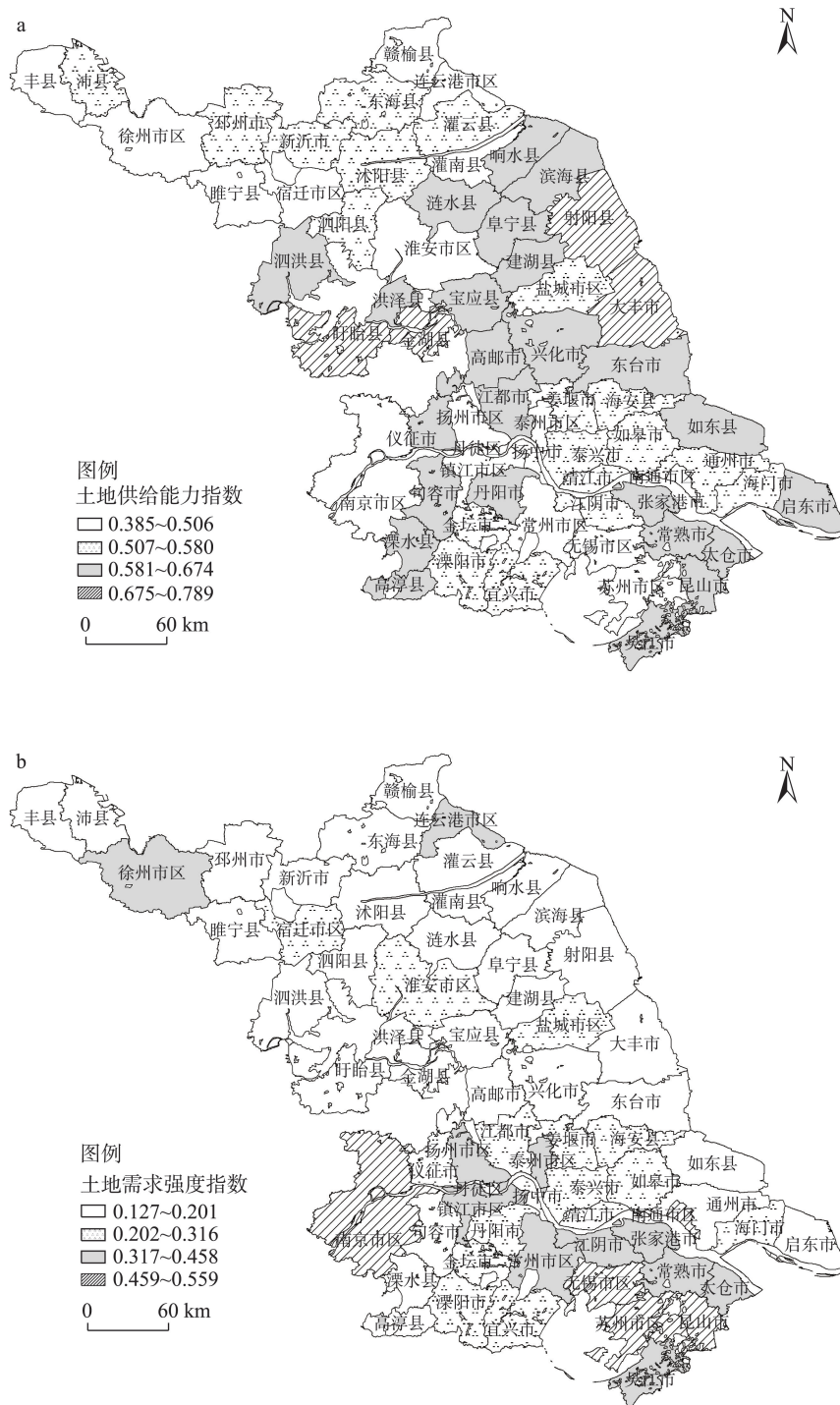


图3 江苏各县市土地供给能力与需求强度评价

Figure 3 Evaluation of land supply capacity and demand intensity in Jiangsu Province

水、丰县、睢宁等32个县市的土地需求强度较低,平均仅有0.168,占土地面积比重高达53.21%,GDP与人口占全省比重仅为19.90%和32.56%。此类型区主要

分布在苏北,基本上与生产力布局一致,土地资源利用粗放,承载经济发展与人口分布能力不高,而且常住人口净流出,为社会经济发展的低谷区,土

地需求强度较低;其余如如皋、仪征、姜堰等22个县市的需求强度处于中等水平,占土地总面积、GDP和人口的比重分别为33.47%、46.33%和41.74%,主要分布在苏中、苏南等地区。

4.2 相关关系模拟分析

对土地供给能力和土地需求强度的相关关系模拟分析表明(图4),总体上两者具有相当程度的对应关系。随着土地需求强度的增加,土地供给能力也随之增大,而且单位供给能力所承载的人口集聚、经济发展等产生的需求也越大。同时,均有一定数量的样本点分布于回归曲线两侧,偏离程度较大,表明部分县市的土地利用处于空间失衡状态。

采用截面数据,运用最小二乘法对土地需求强度与土地资源保障指数、水资源保障指数、生态条件指数、环境质量指数和灾害约束指数等各供给要素指数进行模型回归。结果表明,各要素对土地需求强度的解释程度高达65.1%,通过F统计量检验,

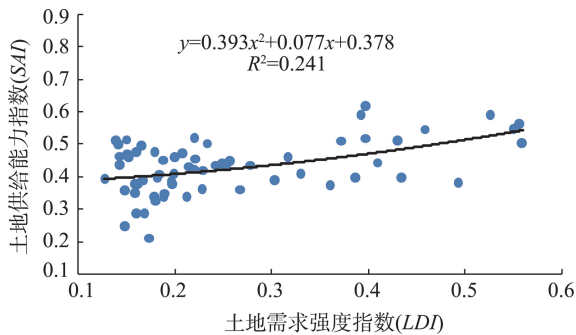


图4 土地供给能力与需求强度的相关关系

Figure 4 Correlation between land supply capacity and demand intensity

模拟效果理想(表3)。回归结果系数在0.01的显著性水平下,土地资源保障指数与水资源保障指数对土地需求强度的影响具有明显正向相关关系,表明基础资源要素对土地开发需求的保障至关重要。在0.10的显著性水平下,环境质量指数与土地开发的需求强度之间负向相关关系显著,说明在严峻的环保形势下,环境质量条件对经济发展中用地开发具有制约作用。结果也显示,生态条件指数和灾害约束指数虽然与土地开发需求存在负向相关关系,抑制人口集聚与经济发展对用地的需求,但是系数值没有通过T检验,表明由于环境政策制定与生态红线划定等因素,该地区的土地开发未能克服生态条件和自然灾害带来的制约,符合当下环境规制对土地开发造成约束的实际情况。因此,土地开发应尊重自然规律,规避自然本底因素引发的限制作用。土地需求强度与各要素指数的方程如下:

$$SAI = -0.187 + 0.700LRI + 0.061WRI - 0.025ECI - 0.148EQI - 0.017NDI \quad (3)$$

在分析土地需求强度指数的基础上,通过最小二乘法分别对土地开发广度、人口集聚密度、经济开发力度等需求要素与土地资源保障、水资源保障、生态条件、环境质量和灾害约束等各供给要素指数进行回归模拟。结果表明:首先,各指标对土地开发广度的解释程度为68.6%,通过了F统计量检验。同时,根据t统计结果,检验结果较为显著。在0.01的显著性水平下,土地资源保障指数与土地开发广度之间具有正向相关,在参与回归模拟的各供给要素指数中对土地空间开发的作用强度最大,

表3 土地需求强度与供给能力指数的回归结果

Table 3 Regression results of land demand intensity and supply capacity index

变量	系数	标准差	t-统计量	概率
Constant	-0.187	0.142	-1.323	0.191
土地资源保障指数(LRI)	0.700	0.096	7.311	0.000
水资源保障指数(WRI)	0.061	0.130	0.471	0.000
生态条件指数(ECI)	-0.025	0.140	-0.178	0.860
环境质量指数(EQI)	-0.148	0.076	1.939	0.076
灾害约束指数(NDI)	-0.017	0.055	-0.300	0.765
R ²	0.651	Std. Deviation		0.883
Adjusted R ²	0.513	Durbin-Watson stat		1.883
S.E. of the Estimate	0.083	F-statistic		14.48
Sum squared resi	0.906	Prob(F-statistic)		0.000

2021年5月

表明土地自然基础条件为建设用地空间开发提供支撑。其次,对人口空间集聚的解释程度仅有47.4%,虽然各因变量对结果的解释程度有限,但仍在0.01显著性水平下,识别出水资源保障指数与环境质量指数为关键影响因子。从中可以看出水资源丰度成为影响外来人口集聚的引导因素,而环境质量逐渐成为制约人口流动的约束因素。最后,对经济开发力度影响较大的因素为土地、水等资源保障条件,在0.05水平下显著,而生态条件指数、环境质量指数和灾害约束指数虽然在回归关系上与因变量呈负向相关关系,但没有通过 t 统计量检验,说明随着技术进步和资金投入,土地开发能够有效克服因自然本底条件带来的限制作用(表4)。与各要素指数的方程如下:

$$\begin{aligned} LBI &= -0.162 + 0.862LRI - 0.163WRI - \\ &\quad 0.024ECI + 0.067EQI - 0.050NDI \\ PDI &= -0.157 + 0.670LRI + 0.016WRI - \\ &\quad 0.064ECI + 0.157EQI + 0.041NDI \quad (4) \\ ELI &= -0.244 + 0.575LRI + 0.353WRI - \\ &\quad 0.007ECI + 0.228EQI - 0.045NDI \end{aligned}$$

4.3 空间均衡状态评价

根据江苏土地供给能力与土地需求强度之间组合特点,划分土地利用空间均衡的状态类型(图5)。总体上,部分县市的土地利用供给能力与需求

强度处于不同层次上的均衡状态,但多数地区仍然存在需求不足或过度开发的情况。

(1)土地利用需求不足类型地区共计32个县市区,是区域划分的主体类型,集中分布在苏北、苏中的南通诸县市、苏南的溧水与高淳,占土地总面积的51.10%,但社会经济发展与人口生活活动密度较低,GDP、常住人口与固定资产投资比重仅占全省的20.89%、31.61%和24.09%(表5),表明该类型区土地开发没有充分借助资源环境条件,成为支撑经济发展和集聚人口的有利因素。同时,土地开发广度不足、人口分布密度过疏,造成空间资源低效利用,未能发挥土地供给能力,对协调社会经济进步与生态环境保护造成负面影响。破解这一问题的方式正是从2009年启动的江苏沿海发展战略,加大固定资产投资,增强地区造血功能;承载上海与苏南地区产业转移,升级与改造原有产业,实现地区产业转型与升级。在优化开发苏南地区的同时,重点发展苏北、苏中部分区县,实现土地开发的空間均衡。

(2)过度开发类型区集中在南京市区、苏州市区、无锡市区等苏南的中心区,其余部分零星分布在苏北,均是中心城区,占土地总面积的30.44%,而GDP、承载人口与固定资产投资占全省比重分别为

表4 各需求要素与供给能力指数的回归结果

Table 4 Regression results of land demand factors and supply capacity index

变量	土地开发广度(LBI)		人口集聚密度(PDI)		经济开发力度(ELI)	
	系数	标准差	系数	标准差	系数	标准差
Constant	-0.162*	0.159	-0.157**	0.157	-0.244**	0.163
土地资源保障指数(LRI)	0.862***	0.107	0.670*	0.106	0.575**	0.110
水资源保障指数(WRI)	0.163*	0.146	0.016***	0.144	0.353**	0.149
生态条件指数(ECI)	-0.024**	0.158	-0.064	0.156	-0.007	0.161
环境质量指数(EQI)	-0.067	0.086	-0.157***	0.085	-0.008	0.088
灾害约束指数(NDI)	-0.050*	0.062	-0.041*	0.061	-0.045	0.063
R ²		0.686		0.474		0.487
Adjusted R ²		0.551		0.429		0.444
S.E. of the Estimate		0.093		0.092		0.095
Sum squared resi		1.238		0.952		1.046
Std. Deviation		0.895		0.839		0.892
Durbin-Watson stat		1.958		1.762		2.053
F-statistic		16.730		10.621		11.213
Prob(F-statistic)		0.000		0.000		0.000

注:***、**和*分别表示0.01、0.05和0.1的显著性水平。

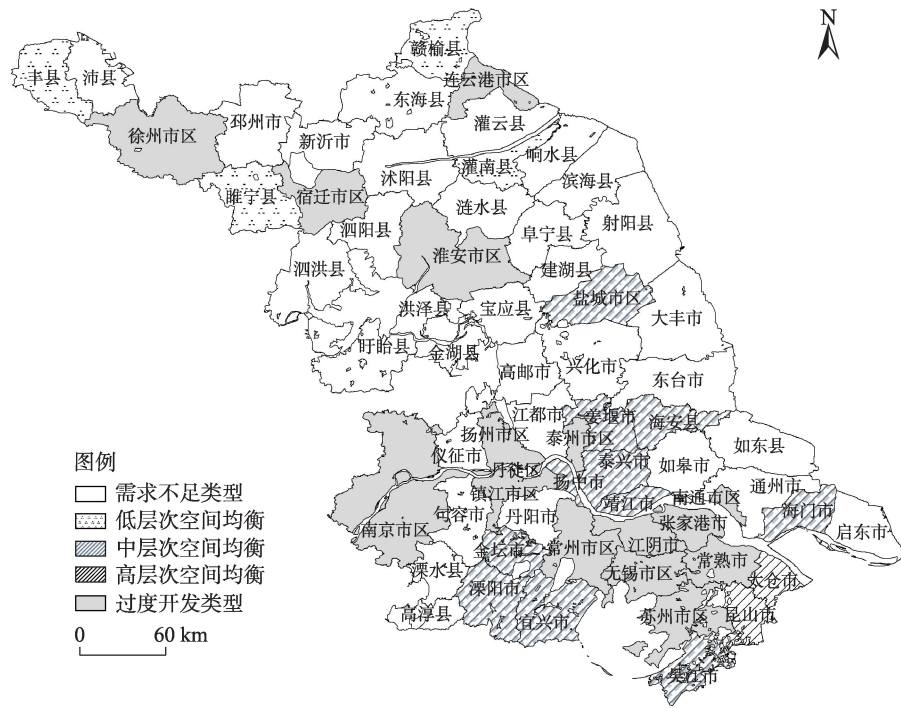


图5 江苏省土地利用空间均衡类型划分

Figure 5 Classification of spatial equilibrium types of land use in Jiangsu Province

60.22%、49.93%和 59.48%(表 5)。虽然这些地区具有优质的土地开发条件和较低的用地成本,但是作为工业化与城市化发展的先行区,受规模效应、技术进步、资源禀赋等的影响,开发需求强度较高,已超过资源环境承载和土地供给能力的上限。随着区域开发进程推进,经济、社会和生态环境等结构不断变化,城镇化规模和质量有所差异,公众需求结构、人地协调思维意识也不相同。产业同构、重复建设、过度竞争等因素,导致土地资源空间配置效率难以提高、生产要素过度拥挤、产业效率的不断损失等系列难题。尤其是多数地区处于工业化

中期,难以实现经济发展和资源环境双赢,影响了人地协调和空间均衡,土地利用的空间失衡成为常态。

(3)土地利用空间均衡的地区仅有 18 个县市,土地面积比重为 18.46%。同时,GDP、常住人口与固定资产投资比重分别为 18.89%、18.47%和 16.44%,土地开发供给与需求基本上达到动态平衡(表 5)。其中,低层次均衡区为丰县、赣榆、灌南、睢宁 4 县,供给能力与需求强度之间协调度低,未来应提高土地集约利用的经济社会与资源环境效益,避免空间失衡,促进低水平空间均衡类型向高水平空

表5 江苏省土地利用空间均衡基本情况

Table 5 Basic situation of spatial equilibrium of land use in Jiangsu Province

类型	面积比重/%	GDP 比重/%	常住人口比重/%	固定资产投资比重/%	类型区数量/个
需求不足类型	51.10	20.89	31.61	24.09	32
低层次空间均衡	5.44	2.19	4.46	2.05	4
中层次空间均衡	11.37	10.89	11.05	11.59	12
高层次空间均衡	1.64	5.81	2.96	2.79	2
过度开发类型	30.44	60.22	49.93	59.48	15

2021年5月

间均衡类型演进。中层次空间均衡区位于海安、海门、姜堰等苏中与苏南地区,共12个县市区,土地供给能力可满足经济活动、人口集聚等需求,土地供给能力与需求强度处于中等协调水平。未来国土空间开发方向应是在协调人地关系的基础上适度提高经济开发力度和人口承载密度,增强水、土地等资源要素的保障条件,优化生态安全格局,规避自然灾害因素的约束,维持国土空间开发中经济社会发展与生态环境保护的协调关系。江苏省内仅有太仓、昆山两市为高层次空间均衡类型区,土地供给能力与需求强度水平保持高水平协调状态,今后应不断推进产业升级与转型,优化土地利用中“三生空间”比重,促进区域土地合理开发。

5 结论

借鉴经济学知识,开展土地利用空间均衡的理论分析,探究土地资源空间供需匹配态势随开发价格与数量变动的演化。依据土地利用空间供需在特定时间截面上的组合态势决定其空间均衡或失衡状态。基于此,以江苏为例开展实证分析,通过土地供给能力与需求强度的空间匹配与关联关系,开展空间均衡状态的评估研究。主要结论如下:

(1)总体上,江苏省土地供给能力水平较高,指数均值为0.571,呈现中部高、南北低的空间格局;土地需求强度指数均值仅有0.255,地区南北之间分异明显,呈现苏南>苏中>苏北的结构特征。

(2)土地、水资源保障指数对于需求强度有正向促进作用,而环境质量指数呈负向相关,限制土地资源的空间开发。土地供给能力与需求强度在空间上匹配耦合,形成土地利用需求不足、过度开发、空间均衡等多种类型区并存的格局。

(3)土地需求不足类型区较多,构成区域主体,集中分布在苏北、苏中的南通诸县市,该类型区土地开发广度不足、人口分布密度过疏,空间资源低效利用,未能发挥土地供给优势。过度开发类型区集中在南京市区、苏州市区、无锡市区等核心区,土地利用的需求强度高,超过了空间供给能力的上限。造成上述两种类型区土地利用空间失衡的原因是长期工业化倾向的资源环境市场配置和政府引导方式,忽视环境污染治理成本,水、土地等要素的低成本供给。

因此,未来应构建包括经济要素、人口布局、建设用地合理配置规则,协调水、土资源保障条件,强化生态安全保护与环境质量管控,协调土地供给能力与需求强度,实现土地利用由空间失衡向均衡状态的转变。

本文着重从土地利用空间均衡的理论分析、相关关系模拟与均衡状态评价等三方面开展探讨,但选取的评价指标多为地区内部要素,在当前长三角区域一体化战略实施背景下,江苏省土地开发需求并非均由本地供给,即土地利用空间均衡应在更大区域尺度上统筹供需要素的匹配关系,推进区域、区际间经济发展、生态保护、资源支撑等要素的合理配置和有序流动,下一步可从要素空间流动视角下优化评价指标,丰富土地利用空间均衡理论和实证研究。同时,制定人口、土地、环境容量等多要素空间配置规则,建构平衡、管控和引导方式相结合的框架保障体系,完善产业分区准入、环境区间治理等差别化的引导制度,探索维持土地利用空间动态均衡的可持续发展模式。未来研究方向还应基于土地利用空间均衡状态的评价,识别影响不同类型区域空间均衡状态的关键因子,强化矢量数据处理方法与计量模型的应用,开展土地利用空间均衡状态的影响机理研究。

参考文献(References):

- [1] 谭术魁,刘琦,李雅楠.中国土地利用空间均衡度时空特征分析[J].中国土地科学,2017,31(11):40-46.[Tan S K, Liu Q, Li Y N. Spatial-temporal characteristics of spatial balance degrees on land use in China[J]. China Land Science, 2017, 31(11): 40-46.]
- [2] 张玉泽,张俊玲,程钰,等.供需驱动视角下区域空间均衡内涵界定与状态评估:以山东省为例[J].软科学,2016,30(12):54-58.[Zhang Y Z, Zhang J L, Cheng Y, et al. Study on the meaning of space balance and condition assessment from the perspective of supply and demand driven: A case of Shandong Province[J]. Soft Science, 2016, 30(12): 54-58.]
- [3] 李国平.均衡紧凑网络型国土空间规划:日本的实践及其启示[J].资源科学,2019,41(9):1610-1618.[Li G P. Balanced, compact and networked national land spatial planning: Japan's practice and implications[J]. Resources Science, 2019, 41(9): 1610-1618.]
- [4] 杨学军.精细规划确保空间均衡发展[N].中国环境报,2015-10-29(10).[Yang X J. Fine Planning to Ensure the Balanced Development of Space[N]. China Environmental News, 2015-10-29(10).]
- [5] 黄珺嫦,汪松,王熠辉.供需驱动视角下河南省土地利用空间均

- 衡度评价研究[J]. 资源开发与市场. 2018, 34(1): 35-40. [Huang J C, Wang S, Wang Z H. Evaluation of land use space equilibrium degree from perspective of supply and demand driven in Henan Province[J]. Resource Development & Market. 2018, 34(1): 35-40.]
- [6] 吕晓, 黄贤金, 钟太洋, 等. 建设用地扩张过程的时间均衡态势分析[J]. 农业工程学报, 2013, (15): 236-243. [Lv X, Huang X J, Zhong T Y, et al. Temporal equilibrium analysis on process of construction land expansion[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2013, (15): 236-243.]
- [7] 朱志远, 苗建军. 城市土地集约利用的空间极化特征、不均衡性与空间收敛性分析[J]. 统计与决策. 2018, 34(18): 131-135. [Zhu Z Y, Miao J J. Analysis on spatial polarization feature, imbalance and spatial convergence of intensive utilization of Chinese urban land[J]. Statistics and Decision. 2018, 34(18): 131-135.]
- [8] Chalise S, Naranpanawa A. Climate change adaptation in agriculture: A computable general equilibrium analysis of land-use change in Nepal[J]. Land Use Policy, 2016, 59: 241-250.
- [9] 陆大道, 樊杰, 刘卫东, 等. 中国地域空间、功能及其发展[M]. 北京: 中国大地出版社, 2011. [Lu D D, Fan J, Liu W D, et al. China's Regional Space, Function and Development[M]. Beijing: China Earth Press, 2011.]
- [10] 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 J, Zhou K, Chen D. Innovation and practice of economic geography for optimizing spatial development pattern in construction of ecological civilization[J]. Economic Geography, 2013, 33(1): 1-8.]
- [11] 程钰, 任建兰, 侯纯光, 等. 沿海生态地区空间均衡内涵界定与状态评估: 以黄河三角洲高效生态经济区为例[J]. 地理科学, 2017, 37(1): 83-91. [Cheng Y, Ren J L, Hou C G, et al. Meaning of space balance and assessing the state of the coastal ecological regions: A case of the Yellow River Delta Efficient Ecological Economic Zone[J]. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(1): 83-91.]
- [12] 樊杰, 赵艳楠. 面向现代化的中国区域发展格局: 科学内涵与战略重点[J]. 经济地理. 2021, 41(1): 1-9. [Fan J, Zhao Y N. China's regional development pattern oriented toward modernization: The scientific connotation and strategic priorities[J]. Economic Geography. 2021, 41(1): 1-9.]
- [13] 陈雯, 孙伟, 赵海霞. 区域发展的空间失衡模式与状态评估: 以江苏省为例[J]. 地理学报, 2010, 65(10): 1209-1217. [Chen W, Sun W, Zhao H X. The spatial imbalanced pattern and state assessment of regional development[J]. Acta Geographica Sinica, 2010, 65(10): 1209-1217.]
- [14] Thomson C N, Hardin P. Remote sensing/GIS integration to identify potential low-income housing sites[J]. Cities, 2000, 17(2): 97-109.
- [15] 袁凯华, 梅昀, 陈银蓉, 等. 中国建设用地集约利用与碳排放效率的时空演变与影响机制[J]. 资源科学, 2017, 39(10): 1882-1895. [Yuan K H, Mei Y, Chen Y R, et al. Temporal and spatial evolution and influencing mechanism of construction land intensive utilization on carbon emissions efficiency in China[J]. Resources Science, 2017, 39(10): 1882-1895.]
- [16] 赵珂, 林逸凡. 土地覆盖资源供给与土地利用需求均衡: 市县国土空间开发适宜性评价的自然经济学逻辑[J]. 西部人居环境学刊. 2020, 35(1): 37-42. [Zhao K, Lin Y F. The equilibrium between land cover supply and land use demand: The nature-economic logic of suitability evaluation on national territory spatial development in counties[J]. Journal of Human Settlements in West China. 2020, 35(1): 37-42.]
- [17] 张明东, 陆玉麒. 我国主体功能区划的有关理论探讨[J]. 地域研究与开发, 2009, 28(3): 7-11. [Zhang M D, Lu Y Q. Theory study evolvement of national major function oriented zoning[J]. Areal Research and Development, 2009, 28(3): 7-11.]
- [18] Kwan M P, Murray A, O'Kelly M E, et al. Recent advances in accessibility research: Representation, methodology and applications [J]. Journal of Geographical Systems, 2003, 5(1): 129-138.
- [19] 宫俊霞, 邹滨, 刘兴权. 1990-2010年湘江流域城镇化过程时空分异特征[J]. 资源科学, 2016, 38(9): 1723-1732. [Gong J X, Zou B, Liu X Q. Spatio-temporal differentiation of urbanization in the Xiangjiang Valley from 1990 to 2010[J]. Resources Science, 2016, 38(9): 1723-1732.]
- [20] Zheng Q Y, Jiang G H, Yang Y T, et al. Does spatial equilibrium of factor allocation inevitably bring about high benefits for regional development? An empirical study of the Beijing-Tianjin-Hebei region, China[J]. Habitat International, 2019, DOI: 10.1016/j.habitatint.2019.102066.
- [21] 梁涵. 基于空间一般均衡理论的土地要素对经济影响机制研究[J]. 统计与决策, 2019, 35(6): 41-45. [Liang H. Study on mechanism of land factors influencing economy based on spatial general equilibrium theory[J]. Statistics and Decision, 2019, 35(6): 41-45.]
- [22] 束慧. 产业生态经济系统的空间均衡分析及布局优化[D]. 南京: 东南大学, 2016. [Shu H. The Spatial Equilibrium Analysis and Layout Optimization of Industrial Eco-Economic System[D]. Nanjing: Southeast University, 2016.]
- [23] 刘钰, 詹晨霄, 张鹏岩, 等. 建设用地与城市人口的空间失调特征及其驱动机制分析: 以台湾海峡西岸地区为例[J]. 资源科学, 2017, 39(8): 1497-1510. [Liu Y, Zhan C X, Zhang P Y, et al. Characteristics and driving forces of the spatial imbalance between construction land and urban populations[J]. Resources Science, 2017, 39(8): 1497-1510.]
- [24] Lossau S, Fischer G, Tramberend S, et al. Brazil's current and future land balances: Is there residual land for bioenergy production? [J]. Biomass and Bioenergy, 2015, 81(4): 452-461.
- [25] 曹瑞芬. 土地非均衡发展及跨区域财政转移制度研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2016. [Cao R F. Imbalance Land Development and Trans-Regional Fiscal Payment Institutional Reform[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2016.]

Land use spatial equilibrium from the perspective of supply and demand matching: A case study of Jiangsu Province

YANG Qingke¹, WANG Lei², LI Yongle¹, QIN Xianhong³

(1. School of Public Administration, Nanjing University of Finance & Economics, Nanjing 210023, China;

2. Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS, Nanjing 210008, China; 3. Public Administration School, Hohai University, Nanjing 211100, China)

Abstract: Based on the relevant theories of economics, this study analyzed the spatial equilibrium of land use, and explored the changes of land supply capacity and land demand intensity along with the changes of land price and development. Taking Jiangsu Province as an example, this study analyzed the spatial matching relationship between land supply capacity and demand intensity, and assessed the spatial equilibrium status of each evaluation unit. The results show that Jiangsu Province has a high level of land supply capacity, with an average index of 0.571, showing a spatial pattern of high in central Jiangsu and low in northern and southern Jiangsu. However, the average value of land demand intensity index is only 0.255, and the spatial differences between northern and southern Jiangsu are significant, showing the structural characteristics of southern > central > northern Jiangsu as a whole. The impact of land and water resources on land demand intensity is significantly positive, while the environmental quality is negatively correlated, which has a significant restrictive effect on land development. By spatially matching the land supply capacity and demand intensity, we identified the patterns of insufficient demand, excessive development, and spatial balance. Insufficient land demand exists in the main part of the region and is concentrated in the counties and cities in the northern and central parts of Jiangsu Province. Excessive development is concentrated in the urban development centers of southern Jiangsu, where the land use demand intensity is high and exceeds the upper limit of resources and environment carrying capacity and land supply capacity. We should rationally allocate economic factors, resident population, and construction land, coordinate the supporting conditions of water and soil resources, strengthen the protection of ecological environment, overcome the constraints of disasters, and coordinate the intensity of land supply and demand. These measures will become an important way for land use to change from spatial imbalance to equilibrium.

Key words: matching of supply and demand; land use; spatial equilibrium; status evaluation; Jiangsu Province