

基于 CLUE-S 模型的南昌市“三生”空间 时空演变及情景模拟研究

李媛洁, 叶长盛, 黄小兰

(东华理工大学 地球科学学院, 南昌 330013)

摘要:为识别国土空间功能类型的空间分异规律,使生产—生活—生态空间功能发挥协同效应,以南昌市为例,利用 2000 年、2010 年、2017 年 3 期遥感解译数据,建立基于主导功能的“三生”空间分类体系,借助土地动态度模型、空间自相关等方法,分析了南昌市“三生”空间的时空演变特征,并运用 CLUE-S 模型模拟了南昌市 2030 年不同情景下“三生”空间布局状况。结果表明:(1) 2000—2017 年,南昌市“三生”空间发生变化面积 56 354.60 hm^2 ,生产空间、生态空间持续减少,生活空间持续增加。(2) 研究期内南昌市“三生”空间存在空间正相关关系,在镇域层面呈现出生活空间和生态空间集聚态势弱化,生产空间分布变化不明显的趋势。(3) 经模拟验证,CLUE-S 模型适用于南昌市未来“三生”空间分布模拟,在自然增长情境中,生产和生态空间分别减少 10 310.70 hm^2 ,11 678.79 hm^2 ,在生态保护和耕地保护情境中,生态空间增加 59 452.26 hm^2 ,呈现出生态空间由退化到优化、生活空间由沿江逐渐扩展到其他区域的特点。

关键词:“三生”空间; 演变特征; CLUE-S 模型; 情景模拟; 南昌市

中图分类号:F301.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2021)05-0325-08

Temporal-Spatial Evolution and Scenario Simulation of Production-Living-Ecological Space in Nanchang Based on CLUE-S Model

LI Yuanjie, YE Changsheng, HUANG Xiaolan

(School of Geographical Science, East China University of Technology, Nanchang 330013, China)

Abstract: In order to identify the spatial differentiation of land spatial function types and make the production-living-ecological space function play a synergistic effect, Nanchang City as an example, a spatial classification system of production-living-ecological space based on the dominant function by using three remote sensing interpretation data in 2000, 2010 and 2017. With the help of land dynamic degree model and spatial autocorrelation, the spatial evolution characteristics of production-living-ecological space in Nanchang City analyzed, and the spatial layout in different scenarios in 2030 simulated by CLUE-S model. The results show that: (1) from 2000 to 2017, the area of space changed in Nanchang was 56 139.62 hm^2 , the production space and ecological space continued to decrease, the living space continued to increase; (2) the study period, there was a positive spatial correlation in production-living-ecological space in Nanchang the town level, the concentration trend of living space and ecological space was weakened, and the distribution of production space was not obvious; (3) simulation results show that the CLUE-S model is suitable for the future spatial distribution simulation in Nanchang City. In the natural growth situation, the production and ecological space reduce by 10 310.70 hm^2 and 11 678.79 hm^2 respectively. In the ecological protection and farmland protection scenarios, the ecological space increases by 59 452.26 hm^2 , showing that the ecological space from degradation to optimization, and the living space gradually from along the river to other areas.

Keywords: production-living-ecological space; evolution characteristics; CLUE-S model; scenario simulation; Nanchang City

近年来,随着中国经济发展的突飞猛进,城市规模和速度的增长引起了人们广泛的关注。在城市化加速发展的过程中产生了一系列社会、资源和环境问题,如人居环境质量下降、土地资源过度消耗和污染严重等^[1-2]。为应对这些问题,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^[3]。如何合理地开发国土空间,使生产—生活—生态功能发挥协同效应,促进经济社会高质量发展已成为区域高质量发展的重大命题。

生产—生活—生态空间(“三生”空间)是根据土地不同功能进行组合分类,由此构成不同地区的主体要素^[4]。生产空间是以提供农产品、工业品等为主导功能的区域;生活空间以人类提供居住、消费和休闲娱乐等为主导功能的区域;生态空间是以提供生态服务和生态产品为主导功能的区域^[5-6]。国内外学者对此展开研究,并取得了一系列成果,研究内容主要包括3个方面:(1)“三生”空间的内涵及分类^[7-9]，“三生”空间的内涵主要从土地利用、生态系统和景观价值三大视角开展^[3],其分类方法主要有两类,第一类是以分级赋分法为主的定性方法,该分类方法的优点为可以较好地分类体系与土地利用地类进行衔接,被得到广泛运用,但由于有较大的主观性,其识别结果会存在一定的误差。第二类是对土地进行适宜性评价为主的定量方法^[10-13],该分类方法的优点为可以较为客观和精确地识别“三生”空间,缺点为计算复杂并且不能很好地与地类进行对接。两种分类方法都呈现出生产—生活—生态空间的单一型分类形式以及生活生产—生产生态—生态生产等类型的复合型分类形式;(2)“三生”空间的演变特征^[14-17],各位学者主要以时间顺序分析其变化特征,并利用各种空间分析方法和模型分析空间格局特征,分析方法主要有土地利用动态变化模型、PLESI指数、空间格局测度法包括土地利用扩展强度、土地利用类型增长速度、土地利用转移矩阵等模型与方法,开展不同尺度的“三生”空间时空演变特征分析^[17-19],不同的分析方法从不同角度分析了研究区演变的特征,各地一般呈现出生活和生产空间增加,生态空间减少的演变态势。(3)“三生”空间的格局优化,主要基于特定的试点和视角提出优化方法,包括城市国土空间评价^[20]、镇域空间资源管控^[21]、居民点布局等研究^[22],运用空间分析与指数模型等方法测算“三生”空间的综合

协调发展水平^[23];黄金川等基于“三生”空间适宜性评价和“多规合一”的理论来对“三生”功能空间优化进行评述^[3],从而在方法层面和理论层面提出对策建议,服务于国土空间优化。

当前,“三生”空间的研究更多是现状,对其未来变化趋势研究较少,尤其是模拟不同情景下“三生”空间演变趋势的研究更为少见。基于此,本文以南昌市为例,运用典型的土地利用预测 CLUE-S 模型,对其“三生”空间的演变进行分析和不同情景模拟,有效地反映其变化和未来的趋势,以期能够识别南昌市国土空间功能类型的空间分异规律,为区域国土空间优化配置政策制定、经济社会高质量发展提供支撑和依据。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

南昌市为江西省省会城市,位于江西中部偏北,地处赣江、抚河下游,鄱阳湖西南岸,位于东经 115°27′—116°35′、北纬 28°10′—29°11′。截至 2018 年,全市下辖 6 个区 3 个县,分别为东湖区、西湖区、青山湖区、青云谱区、湾里区、新建区和南昌县、进贤县、安义县。全市总面积 7 194.61 km²,常住人口 554.55 万人,城镇人口 411.64 万人,城镇化率 74.32%。地区生产总值 5 274.67 亿元,是江西省经济最发达的城市之一。2000—2017 年,建成区面积增加了 247.56 km²,林地草地面积共减少 132.51 km²,农用地面积减少 253.10 km²,可以看出伴随着工业化和城市化进程的快速推进,生态空间与生产空间、生活空间的冲突愈加明显,继而带来耕地后备资源不足和生态环境遭到破坏等问题,开展其“三生”空间研究具有较强的理论和实践意义。

1.2 数据来源

本文的土地利用数据来源于南昌市 2000 年、2010 年、2017 年的 Landsat TM/ETM 影像,其空间分辨率为 30 m×30 m,经过辐射校正、几何校正、图像配准以及人工目视解译得到 3 个年份的土地利用现状图,依据《土地利用现状分类》文件,进行地类划分。通过外业调查和随机抽取动态图斑进行重复判读相结合的方法评价分类精度,总体精度均 85%以上,满足研究所需数据的精度要求。DEM 数据来源于地理空间数据云平台,其空间分辨率为 30 m,通过 ArcGIS 的 3D Analyst Tools 工具提取出坡向和坡度因子。交通、水系分布数据来源于 TM 影像,对其进行数字化配准而得。社会经济数据来源于《南昌市统计年鉴(1995—2019 年)》。

2 研究方法

2.1 “三生”空间分类

“三生”空间的分类与空间范围界定是“三生”空间研究以及其管理实践的基础。本文从区域层面,基

于国土系统土地分类《土地利用现状分类 2017》各类型用地的主导功能,结合行为主体的主观用地意图,同时参考江曼琦^[4]、张红旗^[7] 和华吉庆^[15] 等对“三生”空间分类的研究成果,来确定南昌市“三生”空间的分类体系(表 1)。

表 1 南昌市“三生”空间分类体系

“三生”空间分类		土地利用分类系统的二级分类	归类依据
一级分类	二级分类		
生产空间	农业生产空间	水田、旱地	水田和旱地是为人类提供农产品的主要用地,属于生产用地 指厂矿、大型工业区、油田、盐场、采石场等用地以及交通道路、机场及特殊用地,这些用地直接或间接地为人们提供了很多产品和服务,属于重要的生产用地
	工业生产空间	工矿、交通建设用地	
生活空间	城镇生活空间	城镇用地	指大、中、小城市及县镇以上建成区用地,包括住宅用地、公共管理与服务用地等,是构成城镇居民主要的生活空间用地
	农村生活空间	农村居民点	指独立于城镇以外的农村居民点,为人们提供主要的居住和休憩场所,是重要的生活用地
生态空间	绿色生态空间	有林地、灌木林、疏林地、其他林地、(高、中、低)覆盖度草地、沙地、沼泽地、裸土地	林地和草地和湿地具有保持水土、涵养水源、调节气候等功能,裸土地是天然的土地覆盖类型和重要的生态景观,是重要的生态用地
	水域生态空间	河渠、湖泊、水库坑塘、滩地	河渠、湖泊、水库坑塘、滩地具有调节区域温度、稳定局部气候等重要生态作用,是重要的生态用地

2.2 土地利用动态度模型

土地利用动态度模型反映研究期间内不同的地类变化数量^[24],为更好地分析南昌市近 20 年来的各类空间的变化幅度,选用此模型来分析南昌市“三生”空间的数量变化特征。其计算公式如下:

$$K_i = \frac{S_{(i,t1)} - S_{(i,t2)}}{S_{(i,t1)}} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中: K_i 表示研究期内某类土地的动态度; $S_{(i,t1)}$, $S_{i,t2}$ 表示期初和期末某地类的面积; T 表示研究时长。

2.3 “三生”空间格局特征分析

土地转移矩阵,采用转移矩阵能反应研究期内南昌市各类空间相互转化的动态信息^[25]。土地利用转移矩阵形式为:

$$S = S_{ij} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{n1} & S_{n2} & S_{n3} & S_{nn} \end{bmatrix}$$

式中: S_{ij} 表示由空间 i 转换成空间 j 的面积; i,j 表示转移前后的空间类型; n 表示空间类型数。

全局自相关 Moran's I 指数可反映区域空间是否相关,Moran's I 指数的值域位于 $[-1,1]$ 之间, I 值越接近 1,表明在空间分布上呈现出来的集聚效应越显著; I 值越接近-1,表明在空间分布上呈现出来的趋异性越显著^[26]。为进一步研究各镇(街道)之间的集聚程度模式,采用局部空间自相关分析,创建研究年份南昌市镇域“三生”空间的 LISA 聚集图。

2.4 CLUE-S 模型及其参数设置

CLUE-S 模型是由 Peter Verburg 团队在 CLUE 模型的基础上改进而来,是一个较好的模拟全局土地利用变化的模型^[27-28]。这一模型包括非空间分析模块和空间分配模块。非空间分析模块用于计算目标年研究区各地类的需求数量,需要借助外部模型或数学方法计算得到^[29]。空间分配模块是在输入土地需求参数的基础上,依据驱动因子的空间分布特征,对栅格单元的地类归属进行分配迭代,进而实现各年份地类的时空模拟。本文将模拟南昌市 2030 年 3 种情景下的分布,分别为:自然增长情景、生态保护情景及耕地保护情景,模型的相关参数设置见表 2。

3 结果与分析

3.1 “三生”空间结构变化及动态度分析

对比分析 2000—2017 年南昌市“三生”空间的空
间分布及面积变化,生活空间集中分布在南昌市中部,并向赣江西岸扩展,生产和生态空间比较分散(图 1)。生产空间面积比例和生态空间面积比例持续减少,生活空间面积比例持续增加,由 3.78%增长到 8.03%(图 2)。“三生”空间及其二级分类在 17 a 之间的变化面积和速度见表 3,南昌市生产空间面积由 2000 年的 407 108.80 hm^2 减至 2017 年的 393 547.90 hm^2 ,动态度为-0.20%,面积相对保持稳定;生活空间快速扩张,在 17 a 间增加了 22 738.33 hm^2 ,动态度达 6.6%,生态空间呈减少趋势,减少了 10 466.23 hm^2 ,动态度为

-0.36%。二级分类中,17 a 间面积增长最快为工业生产空间,动态度为 21.36%,面积减少最快为水域生态空间,动态度-0.21%。分时间段看,2000—2010 年城镇生活空间增长最快,高达 20.28%,其他变动

幅度都不大;2010—2017 年工业生产空间变化增幅最大,达到 44.73%。总体而言,17 a 间南昌市前期以城市空间发展为主,后期以工业发展为主的动态发展模式。

表 2 CLUE_S 模型参数设置

文件名称	文件含义	参数设置		
		自然增长情景	生态保护情景	耕地保护情景
cov_all.0	模拟起始年土地利用图	南昌市 2010 年各空间分类图		
demand.in *	模拟时间段内每年各空间的需求面积	按 2010—2017 年速率发展变化,通过历史推演法得到 2010—2030 年逐年的各地类需求量		
region *.fil	某一区域的土地利用类型不能发生转化,一般主要是指基本农田保护区或者自然保护区	参考南昌市土地利用总体规划(2006—2020 年),在此基础上,线性内插出 2010—2030 年的土地利用面积		
scl gr *.fil	对各空间类型的空间分布变化有直接影响的驱动因子	赣江主河道及湖泊		
allow.txt	各类空间之间是否能发生转化,0 为不能转化,1 为可以发生转化	地形因子(高程、坡度、坡向);距离因子(距铁路、高速路、省道、县道、国道、水系、市中心、农村居民点距离);社会经济因子(人口密度、地区生产总值)		
allocl.reg	各类空间与驱动因子之间的二元 Logistic 回归方程的系数	由于城镇生活空间在未来时间内不容易发生转变,所以将土地转移矩阵参数设置将城镇生活空间设置为 0,其他均为 1		
ELSA 系数	土地类型转换弹性系数,越接近 1 表示该空间越不容易转变为其他空间	将 13 个因子利用 CLUE.exe 中的 covnert 工具转化为 SPSS 可以进行分析的文本格式,对其进行 Logistic 二元回归,得出各个因子的显著系数		
		农业生产空间、工业生产空间、城镇生活空间、农村生活空间、绿色生态空间、水域生态空间分别设置为:0.7,0.9,1,0.6,0.7,0.9		
				0.2,0.5,1,0.5,0.9,0.9

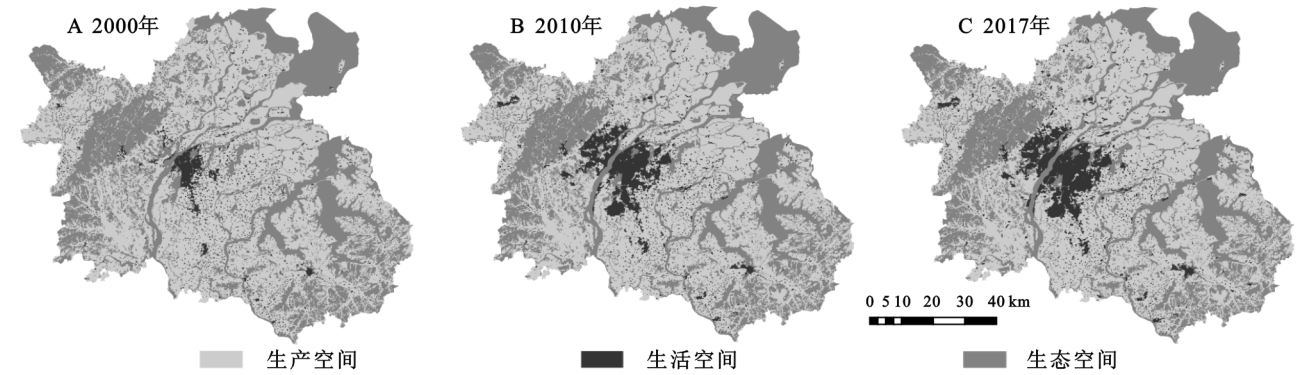


图 1 南昌市 2000—2017 年“三生”空间分布格局

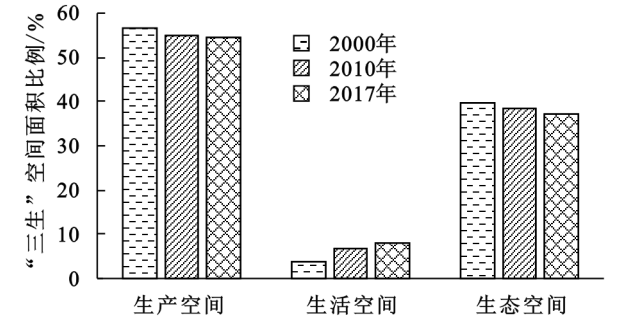


图 2 南昌市 2000—2017 年“三生”空间面积比例

3.2 “三生”空间格局分析

3.2.1 “三生”空间转移矩阵分析 “三生”空间转移矩阵能清晰反映两个时期不同空间之间的相互转换关系,分别把 2000 年和 2017 年的土地利用现状图在 ArcGIS 中叠加,得到在两个年份间各空间及其二级分类的土地转移矩阵(表 4)。在 17 a 间,转出以生产空间

和生态空间为主,生产空间转出量为 33 219.57 hm²,占转出总面积的 58%,生态空间转出量为 22 409.34 hm²,占转出总面积的 39%;转入最多的是生活空间,为 31 076.67 hm²,占转入总面积的 55%;生活空间转为生态空间的面积较少,为 126.69 hm²。二级分类中,转移最为明显的为农业生产空间转为工矿生产空间、绿色生态空间向水域生态空间转变,两种转变分别占全部用地类型变化总面积的 13%和 6%,这些转变量在空间布局上见图 3。

3.2.2 “三生”空间自相关分析 利用 ArcGIS 中的空间统计工具,分别对南昌市 2000 年、2017 年“三生”空间进行全局空间自相关分析,可得出两期的 Moran's I 指数(表 5),均为正值,说明存在空间正相关关系。研究期内,生产空间的 Moran's I 指数由 0.638 5 上升为 0.681 6,生活空间由 0.076 4 下降至 0.022 5,生

态空间由 0.302 9 下降至 0.279 3,说明南昌市生产空间、生活空间和生态空间存在显著的空间集聚效应,在变化上具体表现为生产空间集聚态势增强,生活空间和生态空间的集聚态势呈现弱化趋势。

表 3 南昌市 2000—2017 年“三生”空间面积变化及动态度

一级分类	二级分类	面积/hm ²			变化面积/hm ²			动态度/%		
		2000 年	2010 年	2017 年	S_{00-10}	S_{10-17}	S_{00-17}	K_{00-10}	K_{10-17}	K_{00-17}
生产空间	农业生产空间	403872.62	391209.22	378563.01	-12663.40	-12646.21	-25309.61	-0.31	-0.46	-0.37
	工业生产空间	3236.18	3627.28	14984.89	391.10	11357.61	11748.71	1.21	44.73	21.36
	总计	407108.80	394836.50	393547.90	-12272.30	-1288.60	-13560.90	-0.30	-0.05	-0.20
生活空间	城镇生活空间	10787.17	32663.23	35580.14	21876.06	2916.91	24792.97	20.28	1.28	13.52
	农村生活空间	16438.47	17300.74	22200.14	862.27	4899.40	5761.67	0.52	4.05	2.06
	总计	27225.64	49963.97	57780.28	22738.33	7816.31	30554.64	8.35	2.23	6.60
生态空间	绿色生态空间	164700.81	161743.35	151449.36	-2957.46	-10293.99	-13251.45	-0.18	-0.91	-0.47
	水域生态空间	121363.22	113854.45	116933.93	-7508.77	3079.48	-4429.29	-0.62	0.39	-0.21
	总计	286064.03	275597.80	268383.29	-10466.23	-7214.51	-17680.74	-0.37	-0.37	-0.36

表 4 南昌市 2000 年、2017 年“三生”空间转移矩阵

				hm ²
项目	生产空间	生活空间	生态空间	2017 年 转入量合计
生产空间	保持不变	599.00	16640.90	17239.90
生活空间	25308.23	保持不变	5768.44	31076.67
生态空间	7911.34	126.69	保持不变	8038.03
2000 转出量合计	33219.57	725.69	22409.34	56354.60

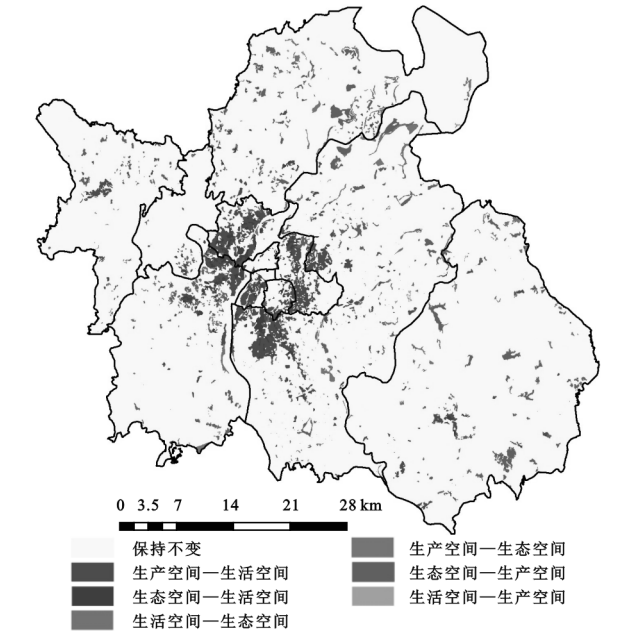


图 3 南昌市 2000—2017 年“三生”空间相互转化空间分布

表 5 南昌市 2000 年、2017 年“三生”空间 Moran’s I 指数

年份	Moran’s I 指数		
	生产空间	生活空间	生态空间
2000 年	0.6385	0.0764	0.3029
2017 年	0.6816	0.0205	0.2793

为进一步分析南昌市“三生”空间的集聚程度和集聚模式,采用局部自相关分析,创建南昌市镇域“三

生”空间的 LISA 集聚图(图 4)。2000—2017 年,南昌市生产空间“高一高”(H—H)集聚区指南昌市生产空间面积大的镇(街道)同为高值的包围,以蒋巷镇、昌东镇(南昌市高新技术开发区)为中心,向西北和南部扩展,其原因是这些地区地势平坦,农业生产面积大,加之有高新开发区,有较多的工业生产空间。生产空间的“低—低”(L—L)集聚区指生产空间面积小的镇(街道)同为低值的包围,主要集中在东湖区、西湖区、青云谱区及青山湖区的中部;生活空间 H—H 集聚区集中在南昌县中部,较之 2000 年形式有所弱化,并呈向西南方向扩展趋势;2000—2017 年,进贤县生态空间集聚区减少,与随着城市扩张及工业用水增加而导致的军山湖面积减少有直接关系。此外,“高一低”(H—L)集聚指其空间面积大的镇(街道)同为低值的包围;“低—高”(L—H)集聚指空间面积较的镇(街道)同为高值的包围。

3.3 “三生”空间演变情景模拟

3.3.1 模拟结果及精度检验

(1) 因子检验。为保证所选因子对空间解释的有效性,需对 Logistic 回归结果进行 ROC(rela-tive operating characteristics)检验,一般认为 ROC 值大于 0.7 时,回归方程对该空间类型有很好的解释能力。在回归结果中,农业生产空间、工业生产空间、城镇生活空间、绿色生态空间以及水域生态空间的 ROC 值分别为:0.72,0.75,0.93,0.78,0.71,均大于 0.7,因此该 5 类空间的回归方程能够很好解释各驱动因子与空间的关系,而农村生活空间的 ROC 值在 0.6~0.7 之间,解释能力稍差,总体来说该组回归方程对各二级空间具有良好的解释能力。

(2) 精度检验。为保证 2030 年“三生”空间的模拟精度,先对 2017 年进行模拟,进行精度检验,现以

2010 年南昌市土地利用数据为基础,利用 2017 年各空间实际土地需求量模拟 2017 年的“三生”空间极其二级分类空间的分布状况(图 5—6)。

利用 Kappa 指数方法对 2017 年的模拟图进行精度检验,当 Kappa 指数 ≥ 0.75 时,说明两幅图像一致性较高。ArcGIS 中 Raster Calculator 功能将

2017 年模拟图实际图做栅格相减计算,得出两幅图正确的栅格数目为 165 868 个,占总栅格面积 92.30%,利用 Kappa 指数公式,计算出 2017 年模拟图的 Kappa ≈ 0.91 ,模拟的 Kappa 指数远远大于 0.75,说明 CLUE-S 模型能较好地模拟未来南昌市“三生”空间布局。

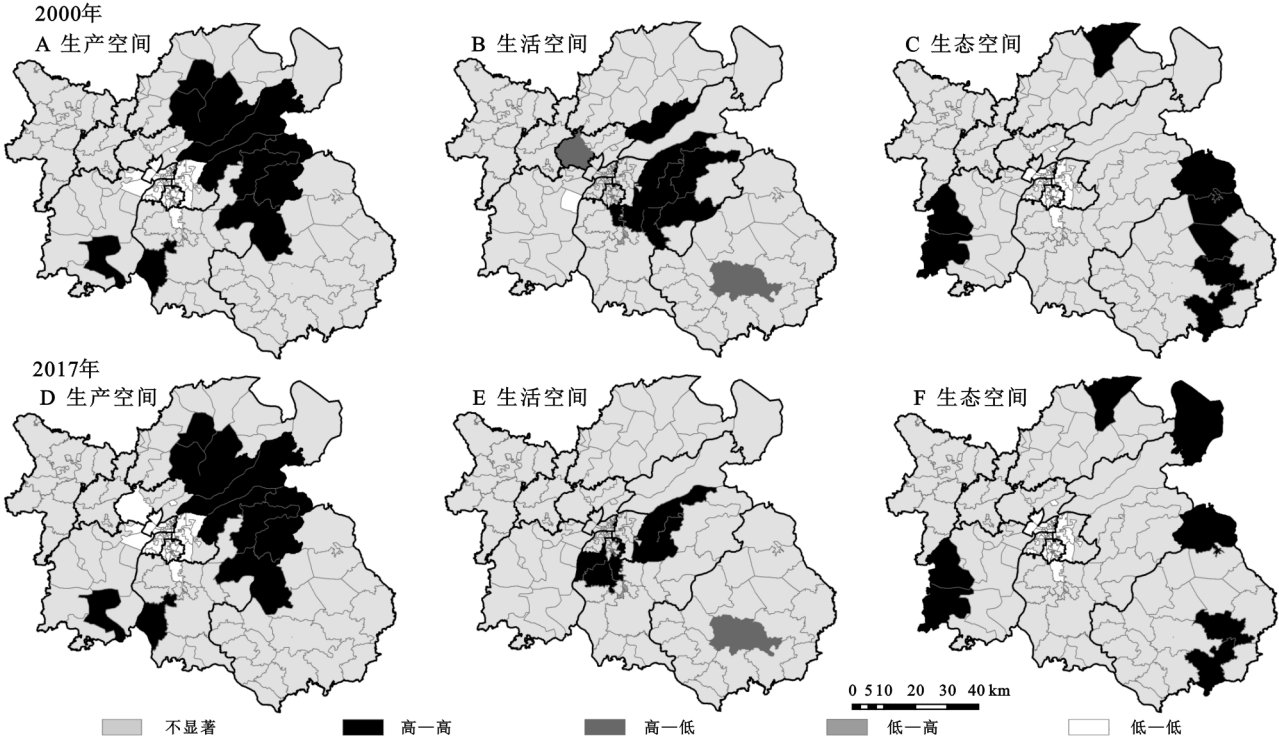


图 4 南昌市 2000 年、2017 年“三生”空间局部自相关聚类的空间分布

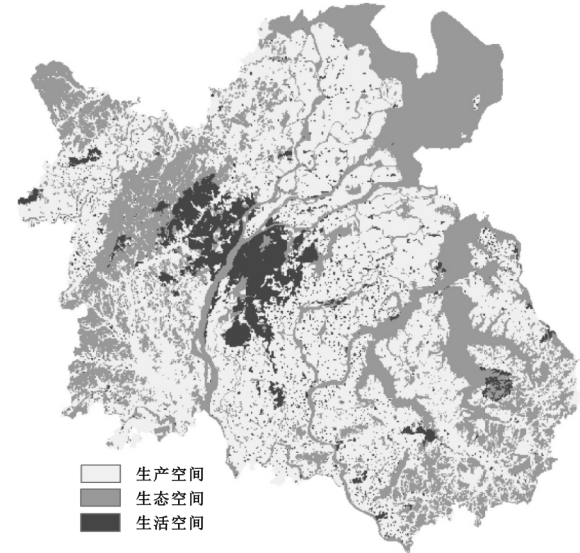


图 5 南昌市 2017 年“三生”空间模拟图

3.3.2 南昌市“三生”空间情景模拟 基于 2.4 中的参数设置,应用 CLUE-S 模型对 2030 年的 3 种情景进行预测(图 7),结果显示,与 2010 年相比,3 种模式均表现为生活空间的面积持续增加,表现为沿水系和国道发展,扩张最明显的区域为南昌县、新建县,未来南昌市的建设用地发展较为一致。在自然增长情景模式中:2030 年

生产空间减少 10 310.70 hm^2 (表 6),生态空间减少 11 678.79 hm^2 ,主要减少区域为新建县北部和东北部,生活空间增加 21 992.66 hm^2 ,增加的主要区域在赣江以西以及东南部的湖泊附近,以东湖区为中心向西南扩张;在生态保护情景模式中:生产空间减少 144 657.62 hm^2 ,生活空间增加 85 205.36 hm^2 ,主要增长的区域在安义县西南部、东湖区的西南部向新建县中部扩张以及进贤县东北部和中部,生态空间增加 59 452.26 hm^2 ,主要增长地区为安义县西北部、南昌县东部和进贤县沿湖泊河流向周围扩展。在耕地保护模式中:由于生态保护和耕地保护情景同为规划方式,其土地需求量相同,设置进贤县的农产品限制开发区在限制区域,进贤县的生产空间没有减少,新建县由于城市扩张农业生产空间变为城市生活空间,南昌县东部和安义县的农业生产空间变为生态空间。

4 讨论与结论

4.1 结论

本文从时间和空间的角度上分析了南昌市“三生”空间的演变特征,进而利用 CLUE-S 模型预测在

自然增长情景、生态保护情和耕地保护情景下对南昌市 2030 年“三生”空间格局变化。主要结论如下:

(1) 2000—2017 年,南昌市“三生”空间变化趋势为生产空间和生态空间持续缓慢减少,生活空间持续显著增加。其二级分类的变动揭示出随着南昌市城镇化的加速推进,农村人口大量向城市人口转变,导致城镇生活用地向农村周围扩张,农业生产用地减少,呈现出生产空间向生活空间大量转变的局面;赣江以西工业生产面积增加,呈现出生态空间大量向生产空间转变的局面。因此,在南昌市未来城市建设过程中,重点协调“三生”空间发展之间的矛盾,秉承规划优先的原则,严格控制城镇生活空间的增量,战略性保护生态空间及其多样性,对于基本农田,不仅要保证在占补过程中耕地数量相当,也要保证其质量相当,优先将高质、优质的耕地划入基本农田区域。

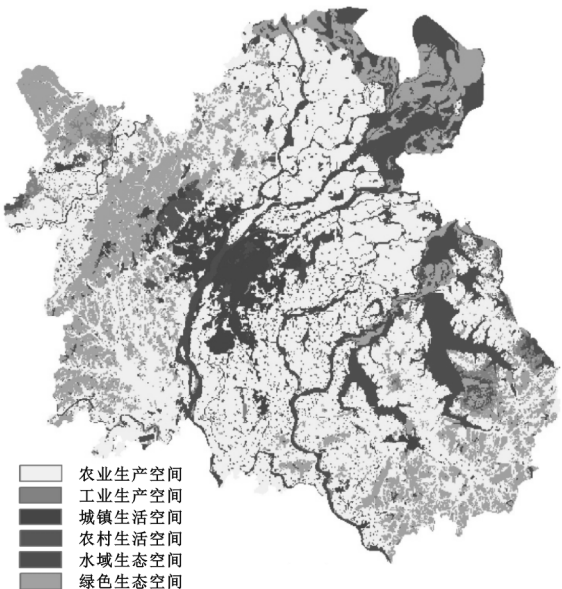


图 6 南昌市 2017 年“三生”空间二级分类模拟

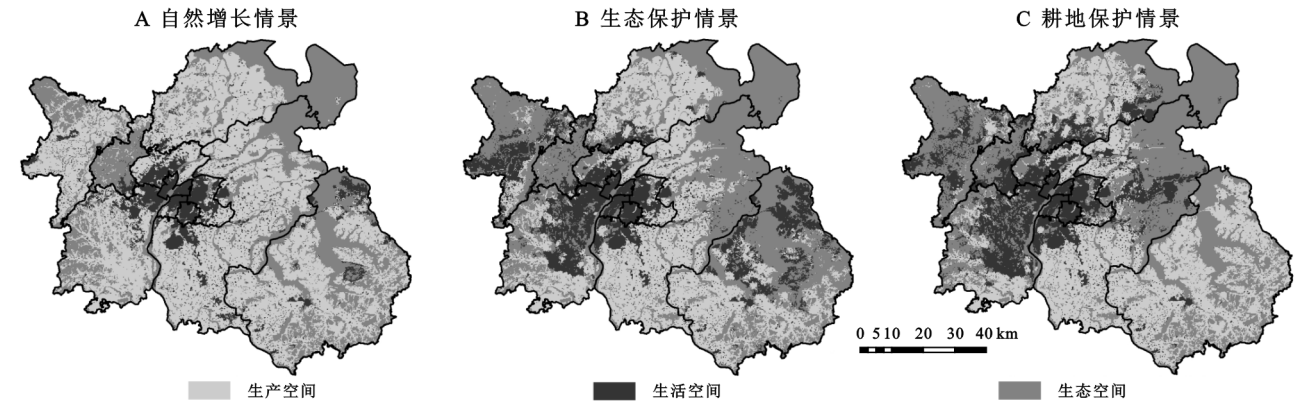


图 7 南昌市 2030 年“三生”空间情景模拟布局

表 6 南昌市 2030 年“三生”空间与 2010 年变化统计

项目	生产空间		生活空间		生态空间	
	变化面积/hm ²	变化区域	变化面积/hm ²	变化区域	变化面积/hm ²	变化区域
自然增长情景	-10310.70	南昌县东北部	21992.66	赣江以西以及东南部的湖泊附近,以东湖区为中心向西南扩张	-11678.79	湾里区周边
生态保护情景		安义县、南昌县西部、新建县及进贤县北部		安义县、东湖区的西南部向新建县中部扩张、进贤县北部和中部		安义县西北部、南昌县东部和进贤县沿湖泊河流向周围扩展
耕地保护情景	-144657.62	安义县、新建县中部、南昌县东北部	85205.36	新建县、南昌县中部、安义县	+59452.26	南昌县东部、安义县

(2) 2000—2017 年,南昌市“三生”空间存在空间正相关,进而对南昌市各镇域进行局部自相关分析,在 17 a 内,生活空间集聚的状态有弱化的趋势,生态空间在进贤县的高集聚地区也出现减少现象,生产空间的集聚状态没有太大变化。生产空间的集聚效应可以形成一种向心力,吸引经济活动向一定地区靠近,形成集约的高效城市,因此,南昌市应协调基本农田保护和建设发展的空间布局关系,促使农业生产和工业生产都形成强有力的集聚模式,以提高经济效率,发挥空间—经济的协调统一作用。

(3) 经模拟验证,CLUE-S 模型适用于模拟南昌

市未来“三生”空间分布情况。与 2010 年相比,在自然增长情境中,生产和生态空间减少,在生态保护和耕地保护情境中,生活空间的面积均为持续增加,且与来南昌市的建设用地发展较为一致,均表现为生活空间扩张最明显的南昌县、新建县。3 种模式下的差异呈现出生态空间由退化到优化,生活空间由沿江边建设到逐渐分布到其他地区,生产空间由没有规划到限制性发展的特点。此预测的不同结果体现出了政府空间规划及政策调节对空间演化的刚性指引力,为其进行规划修编并采取有效的预防措施提供参考依据。

4.2 讨论

本文的“三生”空间分类体系仅根据用地意图和参考前人的研究成果,主观意识较强,应结合相应的定性划分方法,对于“三生”空间的划分会更加精确。在选择影响因子进行模拟时,社会经济因素方面仅在县级程度上选取了人口密度、地区生产总值两种因子,在一定程度上可能会对模拟结果有所影响。今后研究方向可放在选取因素更加全面,精度更加准确。模型参数设置带有主观性,比如 ELSA 系数,是通过现有的成果和经验,通过不断调试确定的,其结果相对合理又具有局限性,因此对其参数设置需寻求更为科学合理的方法。

参考文献:

- [1] 李浩,袁晓玲,李毓.城市化水平、生态环境质量对居民幸福感影响的实证分析:基于中国家庭追踪调查数据[J].河南社会科学,2019,27(2):98-103.
- [2] 谢天,侯鹰,陈卫平,等.城市化对土壤生态环境的影响研究进展[J].生态学报,2019,39(4):1154-1164.
- [3] 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.
- [4] 江曼琦,刘勇.“三生”空间内涵与空间范围的辨析[J].城市发展研究,2020,27(4):43-48,61.
- [5] 李晓青,刘旺彤,谢亚文,等.多规合一背景下村域三生空间划定与实证研究[J].经济地理,2019,39(10):146-152.
- [6] 吴宇鑫,赵牡丹,刘婷.眉县“三生用地”分类及其空间结构分析[J].安徽农业大学学报,2019,46(3):478-483.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 周书宏,李锋,陈春.基于“三生空间”的村镇土地利用适宜性评价研究:以重庆市永川区为例[J].小城镇建设,2020,38(5):85-91.
- [11] 马明,刘家铭,李咏.空间规划视域下“三生空间”划定方法与实践研究:以淮南市为例[J].皖西学院学报,2019,35(3):58-64.
- [12] 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.
- [13] Zou Lilin, Liu Yansui, Yang Jianxin, et al. Quantitative identification and spatial analysis of land use ecological-production-living functions in rural areas on China's southeast coast [J]. Habitat International, 2020,100(2)180. doi:10.1016/j.habitatint.2020.102182
- [14] 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.
- [15] 华吉庆,叶长盛,王飞,等.佛山市“三生”用地演变及其驱动因素分析[J].农业现代化研究,2019,40(1):26-35.
- [16] Gao Ziyi, Zhang Haifeng, Yang Xiaonan, et al. Assessing the impacts of ecological-living-productive land changes on eco-environmental quality in Xining City on Qinghai-Tibet Plateau, China[J]. Sciences in Cold and Arid Regions, 2019,11(3):194-207.
- [17] Liao Guitang, He Peng, Gao Xuesong, et al. The Production-Living-Ecological Land Classification System and Its Characteristics in the Hilly Area of Sichuan Province, Southwest China Based on Identification of the Main Functions [J]. Sustainability 2019, 11(6): 1600. doi:10.3390/su11061600.
- [18] 金星星,陆玉麒,林金煌,等.闽三角城市群生产—生活—生态时空格局演化与功能测度[J].生态学报,2018,38(12):4286-4295.
- [19] 余朝静,王强.福建省不同主体功能区“三生”空间格局演化研究[J].福建师范大学学报:自然科学版,2019,35(6):90-99.
- [20] 赵旭.基于空间冲突分析的昌黎县“三生”空间优化研究[D].河北保定:河北农业大学,2019.
- [21] 曾鹏,朱柳慧,蔡良娃.基于三生空间网络的京津冀地区镇域乡村振兴路径[J].规划师,2019,35(15):60-66.
- [22] 陈晓华,王方,储金龙.基于“三生”空间协调的传统村镇居民点空间优化研究:以国家建制镇示范点源潭镇为例[J].安徽建筑大学学报,2016,24(6):84-90.
- [23] Yang Yuanyuan, Bao Wenkai, Liu Yansui. Coupling coordination analysis of rural production-living-ecological space in the Beijing-Tianjin-Hebei region[J]. Ecological Indicators, 2020,117.
- [24] Zhao Yongqing, Li Rendong, Wu Mingquan. Correlation Studies between Land Cover Change and Baidu Index: A Case Study of Hubei Province. 2020,9(4):232. doi:10.3390/ijgi9040232.
- [25] 李科,毛德华,李健,等.湘江流域“三生”空间时空演变及格局分析[J].湖南师范大学自然科学学报,2020,43(2):9-19.
- [26] 李欣,殷如梦,方斌,等.基于“三生”功能的江苏省国土空间特征及分区调控[J].长江流域资源与环境,2019,28(8):1833-1846.
- [27] Verburg P. H, Soepboer W, Veldkamp A, et al. Modeling the Spatial Dynamics of Regional Land Use: The CLUE-S Model [J]. Environmental Management, 2002,30(3):391-405.
- [28] Veldkamp A, Fresco L O. CLUE: A conceptual model to study the Conversion of Land Use and its Effects [J]. Ecological Modelling, 1996,85(2):253-270.
- [29] 吴婷.基于 CLUE-S 模型的南京市土地利用变化模拟[D].武汉:武汉大学,2019.