

DOI: 10.5846/stxb201911112375

袁媛, 罗志军, 齐松, 张田, 刘梦婷, 许巾, 刘洋洋. 城市尺度的城乡建设用地潜力及空间格局匹配评价——以南昌市为例. 生态学报, 2020, 40(24): 9037-9047.

Yuan Y, Luo Z J, Qi S, Zhang T, Liu M T, Xu J, Liu Y Y. Evaluation of urban-rural construction land potential and spatial pattern matching at city scale: a case study of Nanchang City. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(24): 9037-9047.

## 城市尺度的城乡建设用地潜力及空间格局匹配评价 ——以南昌市为例

袁媛<sup>1,2</sup>, 罗志军<sup>1,2,\*</sup>, 齐松<sup>1,2</sup>, 张田<sup>1,2</sup>, 刘梦婷<sup>1</sup>, 许巾<sup>1,2</sup>, 刘洋洋<sup>3</sup>

1 江西农业大学 国土资源与环境学院, 南昌 330045

2 江西省鄱阳湖流域农业资源与生态重点实验室, 南昌 330045

3 赣州市自然资源局, 赣州 341000

**摘要:**随着经济快速发展和城镇化进程不断加快,土地开发强度日益增大,导致生态环境不断恶化,分析城乡建设用地承载能力及空间格局匹配情况,对解决土地利用不合理、生态破坏等问题具有重要意义。以江西省南昌市为例,首先从生态安全、自然条件、社会经济等方面构建指标体系,采用层次分析法和限制系数评价模型,进行城乡建设用地开发适宜性评价,然后测算城乡建设用地承载力、可承载城乡建设用地丰度;最后与现状城乡建设用地进行空间匹配度分析,并探讨可承载临界值、丰度与空间匹配度的相关性。结果表明:南昌市城乡建设用地最适宜区、较适宜区、较不适宜区和不适宜区面积分别为 1466.19、1346.01、353.69 km<sup>2</sup>和 3770.70 km<sup>2</sup>;研究区城乡建设用地可承载临界值和可承载潜力分别为 41.25%和 24.05%,各县(区)值差异较大,各县(区)可承载临界值和可承载潜力范围分别为 19.43%—98.71%和 5.65%—49.83%,可承载城乡建设用地丰度情况良好,各县(区)值介于 0.19—1.50 之间;研究区各县(区)空间匹配度范围为 67.41%—99.25%;相关分析显示,空间匹配度与城乡建设用地可承载临界值和可承载城乡建设用地丰度均呈正相关关系。研究可为南昌市城乡建设用地合理开发利用和国土空间优化提供依据。

**关键词:**适宜性评价;土地承载力;空间匹配度;南昌市

## Evaluation of urban-rural construction land potential and spatial pattern matching at city scale: a case study of Nanchang City

YUAN Yuan<sup>1,2</sup>, LUO Zhijun<sup>1,2,\*</sup>, QI Song<sup>1,2</sup>, ZHANG Tian<sup>1,2</sup>, LIU Mengting<sup>1</sup>, XU Jin<sup>1,2</sup>, LIU Yangyang<sup>3</sup>

1 College of Land Resources and Environment, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China

2 Jiangxi Provincial Key Laboratory of Poyang Lake Basin Agricultural Resources and Ecology, Nanchang 330045, China

3 Ganzhou Natural Resources Bureau, Ganzhou 341000, China

**Abstract:** With the rapid development of economy and the accelerating process of urbanization, the intensity of land development is increasing, which leads to the deterioration of ecological environment. Therefore, it is of great significance to analyze the carrying capacity of urban-rural construction land and the spatial pattern matching for solving the problems of unreasonable land use and ecological damage. Taking Nanchang City, Jiangxi Province as an example, this paper first building an index system from the aspects of ecological security, natural conditions, social economy and so on, using AHP and limit coefficient evaluation model to evaluate the suitability of urban-rural construction land development, then calculates

**基金项目:**国家自然科学基金项目(41961042);教育部人文社会科学研究规划基金项目(19YJAZH061);江西省高校人文社科项目(GL18128);江西省教育厅科技项目(GJJ180193)

收稿日期:2019-11-11; 修订日期:2020-06-12

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: luozy10@163.com

the bearing capacity of urban-rural construction land and the abundance of urban-rural construction land. Finally it analyzes the spatial matching degree with the current urban-rural construction land, and discusses the correlation between the bearing critical value, the abundance and the spatial matching degree. The evaluation results show that the most suitable area, more suitable area, less suitable area and unsuitable area of urban-rural construction land development suitability in Nanchang City are 1466.19, 1346.01, 353.69 km<sup>2</sup> and 3770.70 km<sup>2</sup>, respectively. The carrying capacity critical value and carrying capacity of urban-rural construction land in the study area are 41.25% and 24.05%, respectively, and the values of each county (district) is quite different, the carrying capacity critical value and carrying potential range of each county (district) are 19.43%—98.71% and 5.65%—49.83%, respectively. The abundance of urban-rural construction land is good, and the value of each county (district) is between 0.19—1.50. The range of spatial matching degree of each county (District) in Nanchang City is 67.41%—99.25%. The correlation analysis shows that the spatial matching degree is positively correlated with the critical value of urban-rural construction land and the abundance of urban-rural construction land. This study can provide the basis for the rational development and utilization of urban-rural construction land and the optimization of land space in Nanchang City.

**Key Words:** suitability evaluation; land bearing capacity; spatial matching degree; Nanchang City

土地资源是人类赖以生存并为人类生产生活提供所需基础物质的不可再生资源<sup>[1-2]</sup>,其可持续利用是社会可持续发展的关键<sup>[3-4]</sup>。土地适宜性是土地利用情况和土地利用规划的基本依据<sup>[5]</sup>,目前对土地适宜性的研究多集中于损毁矿山的土地复垦适宜性评价<sup>[6-7]</sup>,而对建设用地开发适宜性研究少,且研究区多为山地等地势较高的地区,如赵筱青等<sup>[8]</sup>对云南喀斯特山区进行了建设用地开发适宜性评价及分区研究。因此,对于经济社会快速发展、城镇化进程加快和城乡土地利用结构失衡问题突出的城市地区,亟需开展以城乡建设用地开发适宜性评价为内容的相关研究。

土地承载力是指在一定的物质生活水准下,土地资源所能承载的最大人口和社会活动规模<sup>[9-10]</sup>。20世纪80年代末,我国开始展开围绕人、地、粮关系的土地资源承载力研究<sup>[11-13]</sup>,随着土地开发程度的加深<sup>[14-15]</sup>,土地利用空间不均衡等问题突出,相关研究逐渐拓展到土地综合承载力<sup>[16-18]</sup>。近年来,随着土地承载力评价受到愈来愈多的关注,其评价对象、评价方法、评价体系等都愈加丰富。评价对象方面,主要为城市土地承载力<sup>[19]</sup>、区域土地承载力<sup>[20-22]</sup>以及特殊地区土地承载力<sup>[23-24]</sup>。研究方法上,系统动力学<sup>[25]</sup>、生态足迹模型<sup>[26]</sup>、多指标综合评价<sup>[27-28]</sup>等方法被广泛应用到不同地区的土地资源承载力评价。从评价体系来看,土地承载力评价主要从环境容量<sup>[29]</sup>、生态承载力<sup>[30]</sup>、自然基础要素<sup>[31]</sup>等方面选取评价指标,较少考虑到区位条件及人口密度等社会经济因素,无法反映在人类活动对土地承载力的影响。

不同学者分别从不同方面开展了土地适宜性和土地承载力评价研究,但以土地适宜性评价为基础进行城乡建设用地承载力研究还较少,更缺少城乡建设用地承载力和现状开发状态之间的空间匹配关系研究。因此,理清城乡建设用地承载力和现状开发状态之间的空间匹配关系,对于合理利用土地和优化国土空间布局,以及加快生态文明建设和实现区域可持续利用具有重要的意义<sup>[32-34]</sup>。以江西省南昌市为例,在城乡建设用地开发适宜性评价基础上,测算城乡建设用地承载力和可承载城乡建设用地丰度,并探讨城乡建设用地承载力和现状开发状态之间的空间匹配关系,以为南昌市城乡建设用地合理开发利用和国土空间优化提供参考。

## 1 研究区概况与数据来源

### 1.1 研究区概况

南昌市是江西省的省会,地处江西中部偏北,位于 115°27′—116°35′E、28°09′—29°11′N 之间,总面积达 7402.36 km<sup>2</sup>,城乡建设用地面积为 1237.57 km<sup>2</sup>,占总面积的 16.72%,下辖五区(东湖区、西湖区、青云谱区、湾

里区、青山湖区)和四县(南昌县、新建县、安义县、进贤县),地理位置如图 1 所示。境内地形东南平坦,西北丘陵起伏,气候属于亚热带湿润季风气候,光照充足,雨水充沛,自然资源丰富。近年来,南昌市经济社会发展迅猛,2018 年全市生产总值达到 5274.67 亿元,常住人口达 554.55 万人,城镇化率 74.2%。

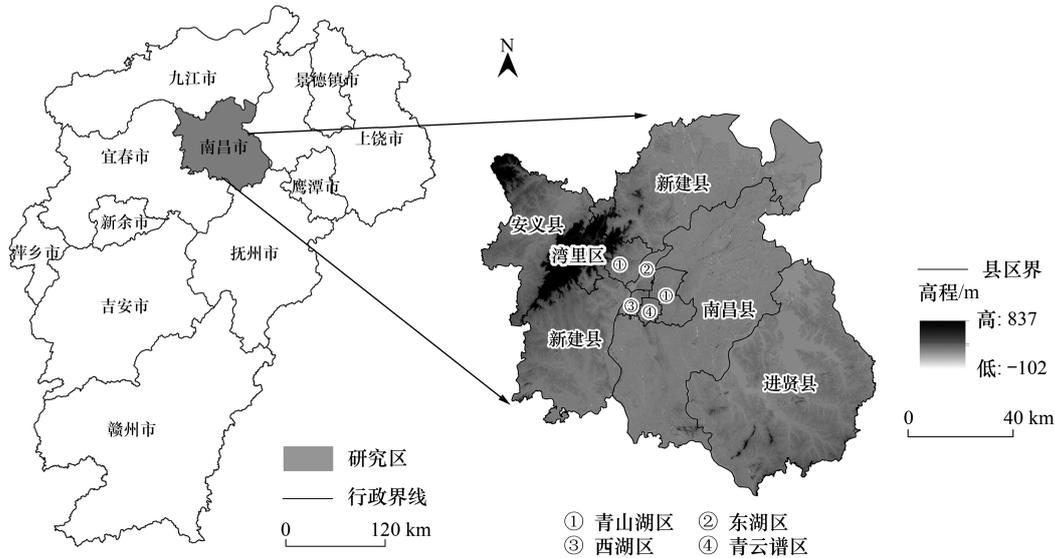


图 1 南昌市地理位置示意图

Fig.1 Geographical location map of Nanchang City

## 1.2 数据来源

本研究数据主要包括:南昌市 2017 年土地利用变更调查数据库、永久基本农田划定成果、土地利用总体规划(2006—2020 年)数据库、生态红线划定成果等,还有江西省地面塌陷分布图、地质灾害调查评价图、南昌市统计年鉴、道路矢量数据等,以及通过地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>)获取的数字高程模型(DEM)(空间分辨率为 30 m)。通过 ArcGIS 10.2 软件,将数据投影到统一坐标系下,并划分为 30 m×30 m 的网格作评价单元,以便对数据进行空间分析。

## 2 研究方法

### 2.1 研究思路

随着经济快速发展和城镇化不断加快,大量耕地开发为建设用地,国土空间开发利用格局发生明显重构,自然资源的过度开发以及土地利用不合理等使区域空间开发失衡问题日益凸显。为解决区域土地利用空间失衡问题,协调人口、资源和社会发展的关系,需要开展城乡建设用地承载力和现状开发状态之间的空间匹配关系研究。本文研究思路如图 2 所示,具体如下:

(1) 指标选取及量化处理:适宜性评价从生态安全、自然条件、社会经济等方面选取 11 个评价指标构建评价体系,生态红线、永久基本农田区、地面塌陷为强限制性指标,高程、蓄滞洪区、土地利用类型、区位条件为较强限制性指标,坡度大于 25°为强限制性指标,小于 25°为较强限制性指标,并对指标赋值,进行量化处理。

(2) 划分适宜性等级:以 ArcGIS 10.2 软件为处理平台,进行建设用地开发适宜性评价,并通过 SPSS 22.0 软件对适宜性分值进行聚类分析,划分适宜性等级。

(3) 计算城乡建设用地承载力:利用 ArcGIS 10.2 软件进行空间叠加分析,计算城乡建设用地可承载临界值和可承载城乡建设用地丰度。

(4) 空间匹配度分析和相关分析:计算城乡建设用地空间匹配度,并将城乡建设用地可承载临界值、可承载城乡建设用地丰度和空间匹配度进行相关分析,研究现状利用状态与其合理开发状态之间的关系。

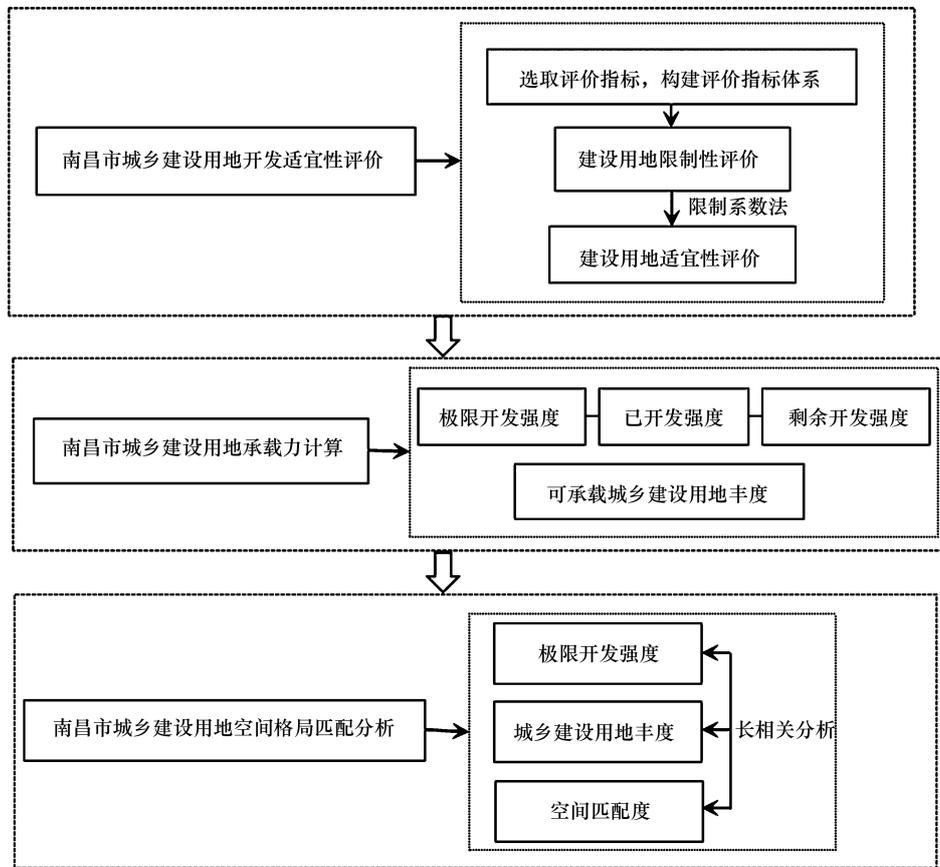


图 2 南昌市城乡建设用地承载能力评价及空间匹配研究技术路线图

Fig.2 Technical roadmap of carrying capacity evaluation and spatial matching of urban-rural construction land in Nanchang

2.2 南昌市城乡建设用地开发适宜性评价

城乡建设用地开发适宜性评价是指评定一定条件下土地开发为建设用地的适宜性程度<sup>[35]</sup>。根据数据的可获取性和南昌市实际,从生态安全、自然条件、社会经济等 3 方面选取 11 个评价指标,构建城乡建设用地开发适宜性评价指标体系,并将指标分为强限制性指标和较强限制性指标两类,如表 1 所示。

在评价时,考虑到经济发展与生态保护的矛盾,将生态红线作为强限制性指标处理。生态红线是指为维持生态安全和生态系统完整性,通过科学合理的方法划定的必须实施特殊保护的国土空间界线<sup>[36]</sup>。同时为贯彻最严格的耕地保护政策,选取永久基本农田区为强限制性指标。地面塌陷区开发难度大且多为自然灾害易发区,所以将地面塌陷区也列为强限制性指标。此外,坡度直接影响建设用地开发成本和开发难度,坡度过大会影响建筑物的稳定性及增加潜在危险性。相关研究表明,在进行建设用地开发时,坡度大于 25°的陡坡地一般被视为“禁止建设区”<sup>[37-38]</sup>。地质灾害直接威胁到人类的生命财产安全,区位条件和人口密度影响社会经济发展以及信息的可达性和居民生活的便利程度。因此,在适宜性评价时,都将其作为评价指标考虑在内。

对于强限制性指标,根据“一票否决”原则进行 0 和 1 赋值。对于较强限制性指标,在参考相关研究<sup>[39-41]</sup>的基础上,根据适宜性程度进行 0—100 赋值,采用层次分析法和专家打分法确定各较强限制性指标的权重。由于坡度对建设用地开发影响特殊,对于坡度大于 25°的陡坡地进行 0 和 1 赋值,而坡度小于 25°的地区则按限制性等级进行 0—100 赋值(见表 1)。

采用限制系数评价模型,计算各评价单元的城乡建设用地开发适宜性分值,计算公式如下:

$$E = \prod_{i=1}^m F_i \times \sum_{j=1}^n w_j f_j \quad (1)$$

式中  $E$  为综合适宜性分值;  $i$  为强限制性指标序号;  $j$  为较强限制性指标序号;  $F_i$  为第  $i$  个强限制性指标适宜性分值;  $f_j$  为第  $j$  个较强限制性指标适宜性分值;  $w_j$  为第  $j$  个较强限制性指标权重;  $m$  为强限制性指标个数;  $n$  为较强限制性指标个数。

表 1 南昌市城乡建设用地开发适宜性评价指标及其划分标准

Table 1 Evaluation index and division criteria for the development suitability of the urban-rural construction land in Nanchang City

因子类型 Factor type	因子 Index	分级 Grade	量化 Quantitation	权重 Weight	
强限制性因子 Strong restriction factor	永久基本农田区	永久基本农田区	0	0.0394	
		其他	1		
	生态红线区	生态红线区	0		
		其他	1		
	地面塌陷区	地面塌陷区	0		
		其他	1		
较强限制性因子 Less strong restriction factor	坡度	$\geq 25^\circ$	0	0.0812	
		其他	1		
		高程/m	$>450$		20
			270—450		40
			130—270		60
	50—130		80		
	坡度	$<50$	100		
		$15^\circ—25^\circ$	40		
		$7^\circ—15^\circ$	60		
		$2^\circ—7^\circ$	80		
$<2^\circ$		100			
土地利用类型	耕地、林地、水域	40	0.1148		
	草地、未利用地	70			
	建设用地	100			
地质灾害区	地质灾害高易发区	40	0.2331		
	地质灾害中易发区	60			
	地质灾害低易发区	80			
	无地质灾害风险区	100			
蓄滞洪区	蓄滞洪区	40	0.2365		
	其他	100			
人口密度	密度低	20	0.0511		
	密度较低	40			
	密度中等	60			
	密度较高	80			
	密度高	100			
距主要道路距离/km	$>3$	40	0.1053		
	2—3	60			
	1—2	80			
	$<1$	100			
距建成区距离/km	$>6$	40	0.1386		
	4—6	60			
	2—4	80			
	$<2$	100			

### 2.3 南昌市城乡建设用地承载力计算

城乡建设用地可承载临界值是指区域土地资源所能承载的人类活动的最大规模和强度。基于城乡建设

用地开发适宜性评价结果,将最适宜开发建设区视为最适宜承载区,较适宜开发建设区视为较适宜承载区,结合现状建设用地情况,通过 ArcGIS 10.2 软件,测算城乡建设用地可承载临界值。计算公式如下:

$$LDI = \frac{(E_1 + E_2) \cup C}{U} \times 100\% \quad (2)$$

式中,LDI 为城乡建设用地可承载临界值, $E_1$  为最适宜承载区面积, $E_2$  为较适宜承载区面积, $C$  为现状城乡建设用地面积, $U$  为研究区总面积。

城乡建设用地已开发强度反映区域现状建设用地利用状况,以各县(区)现状城乡建设用地总量( $C$ )占各县(区)区域总面积( $U_T$ )的比例表示。

$$DI = C/U_T \quad (3)$$

以城乡建设用地可承载临界值为城乡建设用地极限开发强度,将其与已开发强度相减,差值为剩余开发强度,即城乡建设用地的开发潜力。

#### 2.4 南昌市可承载城乡建设用地丰度计算

可承载城乡建设用地丰度( $A$ )反映的是研究区内可承载建设用地的丰富程度<sup>[42]</sup>,主要从数量和空间分布情况考虑。数量方面( $A_1$ ),以各县(区)可承载城乡建设用地面积( $E_1+E_2$ )占县域总面积( $U_T$ )的比例表示;空间方面( $A_2$ ),以各县(区)可承载城乡建设用地面积( $E_1+E_2$ )占研究区可承载城乡建设用地面积( $U_s$ )的比例表示,数据标准化处理后求和得到各县(区)可承载城乡建设用地丰度,计算公式如下:

$$A = \frac{(E_1 + E_2)/U_T}{A_{1\max}} + \frac{(E_1 + E_2)/U_s}{A_{2\max}} \quad (4)$$

采用自然断点法将各县(区)的丰度差异划分为 I 级、II 级和 III 级<sup>[43-44]</sup>。其中, I 级城乡建设用地丰度为“丰富”, $A > 1.0$ ; II 级城乡建设用地丰度为“中等”, $0.6 < A < 1.0$ ; III 级城乡建设用地丰度为“缺乏”, $A < 0.6$ 。

#### 2.5 南昌市城乡建设用地空间匹配度分析

城乡建设用地空间匹配度是指现状城乡建设用地与可承载城乡建设用地的空间匹配情况。将现状城乡建设用地与最适宜承载区和较适宜承载区进行空间叠加,分析现状城乡建设用地的可承载适宜性情况,计算公式如下:

$$M = (C_1 + C_2) / C \quad (5)$$

式中, $M$  为现状城乡建设用地与可承载城乡建设用地的空间匹配度, $C_1$  为现状城乡建设用地处在最适宜承载区面积, $C_2$  为现状城乡建设用地处在较适宜承载区面积, $C$  为现状城乡建设用地总面积。

### 3 结果与分析

#### 3.1 城乡建设用地适宜性评价分析

通过 ArcGIS 10.2 软件的处理和 SPSS 22.0 软件的聚类分析,南昌市城乡建设用地开发适宜性评价结果见表 2 和图 3,最适宜区、较适宜区、较不适宜区和不适宜区面积分别为 1466.19、1346.01、353.69  $\text{km}^2$  和 3770.70  $\text{km}^2$ 。其中,不适宜区面积最大,占研究区面积的 54.36%;较不适宜区面积最小,占研究区面积的 5.10%;最适宜区和较适宜区分别占比为 21.14% 和 19.40%。

由图 3 可知,南昌市城乡建设用地开发适宜性空间分异显著,不同等级的空间集散特征差异较大。最适宜区分布较为集中,主要分布在中心城区的西湖区、青云谱区、青山湖区、东湖区等,由于这些地区地势平坦、交通便利、经济发达且较少处于生态保护区,适宜进行建设用地开发。较适宜区分散分布在适宜区周边地区,如新建县、南昌县等,在对较适宜区进行建设用地开发时,应根据实际情况和生态保护要求,避免过度开发。较不适宜区面积小且分布较为分散。由于受到永久基本农田区和生态保护的限,研究区大部分地区不适宜开发为建设用地,作为面积占比最大的适宜性等级,不适宜区广泛分布在各县(区)。

表 2 南昌市城乡建设用地开发适宜性等级划分标准和面积占比

适宜性评价等级 Suitability evaluation level	划分标准 Classification standard	面积 Area/km <sup>2</sup>	占比 Percentage/%
最适宜 Most suitable	86.89—100	1466.19	21.14
较适宜 More suitable	77.67—86.89	1346.01	19.40
较不适宜 Less suitable	53.08—77.67	353.69	5.10
不适宜 Not suitable	0	3770.70	54.36

### 3.2 城乡建设用地承载力分析

#### 3.2.1 城乡建设用地开发强度分析

以城乡建设用地可承载临界值为极限开发强度,以现状建设用地占区域总面积比例为已开发强度,以极限开发强度与已开发强度差值为剩余开发强度,测算研究区城乡建设用地开发强度,结果如表 3 所示。

南昌市城乡建设用地极限开发强度为 41.25%,各县(区)的极限开发强度介于 19.43%—98.71%之间,差异较大。其中,东湖区、青山湖区和青云谱区的极限开发强度大于 90%,这些区域地理条件优越,交通便利,为南昌市的经济、政治、文化中心,大部分适宜开发为建设用地;西湖区的极限开发强度为 86.90%,也比较适宜进行建设用地开发;南昌县的极限开发强度为 50.50%;新建县、进贤县和安义县等极限开发强度在 30%—40%之间。湾里区依托梅岭国家森林公园,坚持生态立区、旅游兴区,实施严格的生态保护制度,因此湾里区大部分地区不宜开发为建设用地,其极限开发强度为全市最小值 19.43%。

南昌市城乡建设用地已开发强度为 17.20%,由于区域地理条件和经济状况差别较大,各县(区)的已开发强度差异明显,范围在 10.41%—86.70%。由于地理优势明显,位于中心城区的市区,其已开发强度大于其他县(区)。其中,青云谱区作为南昌市“银三心”繁荣板块之一,其已开发强度最大,为 86.70%;西湖区和青山湖区分别作为南昌市主要历史文化区和工业区,已开发强度分别为 76.19%和 72.37%;东湖区、南昌县已开发强度适中,分别为 43.51%和 20.19%。处于生态保护限制区和农业发展区的县(区)已开发强度一般较小,安义县、新建县、进贤县和湾里区的已开发强度均小于 20%,其中进贤县的已开发强度为最小。

将城乡建设用地极限开发强度与已开发强度相减,得到南昌市的剩余开发强度为 24.05%,略大于现状城乡建设用地规模,表明南昌市还有较大的开发空间。各县(区)的剩余开发强度介于 5.65%—49.83%之间,差异较大。其中,湾里区的剩余开发强度最小,为 5.65%,由于受到永久基本农田区和生态保护的限制,不宜进行建设用地开发。西湖区和青云谱区的剩余开发强度介于 10%—20%之间,由于已开发强度大导致其开发潜力较小。大部分县(区)的剩余开发强度范围在 20%—30%,包括青山湖区、新建县、安义县和进贤县。安义县、进贤县和新建县虽然受到永久基本农田区和生态保护的限制,但由于已开发强度较小,仍有部分地区可进行建设用地开发。青山湖区基于发展经济的需求,大部分面积已经开发为建设用地,剩余开发强度相对较小。剩余开发强度大于 30%的县(区)有南昌县和东湖区,其中东湖区的剩余开发强度最大,为 49.83%,在进行建设用地规划时,在不破坏区域生态环境的情况下可优先考虑指标划分。

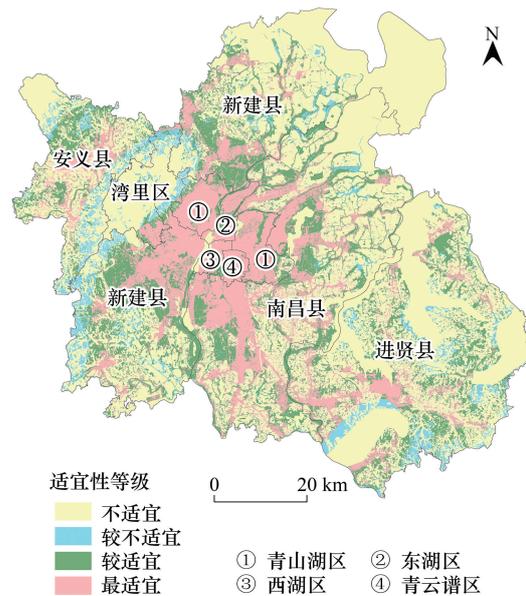


图 3 南昌市城乡建设用地开发适宜性等级分布图

Fig.3 Grade distribution map for the development suitability of urban-rural construction land in Nanchang City

表 3 南昌市城乡建设用地开发强度统计

Table 3 Statistics on the Development Intensity of urban-rural Construction Land in Nanchang City

开发强度 Development intensity	安义县	新建县	青山湖区	青云谱区	南昌县	东湖区	进贤县	湾里区	西湖区	南昌市
极限开发强度 Ultimate development strength/%	34.02	38.24	93.45	98.71	50.50	93.34	31.30	19.43	86.70	41.25
已开发强度 Developed strength/%	10.45	14.26	72.37	86.70	20.19	43.51	10.41	13.78	76.19	17.20
剩余开发强度 Remaining development intensity/%	23.57	23.98	21.08	12.01	30.31	49.83	20.89	5.65	10.51	24.05

### 3.2.2 可承载城乡建设用地丰度分析

南昌市可承载城乡建设用地丰度情况整体良好,但各县(区)差异较大,丰度范围介于 0.19—1.50 之间,丰度最大的是南昌县,最小的是湾里区,具体如图 4 所示。可承载城乡建设用地丰度为“丰富”(即 I 级)的县(区)有新建县、青山湖区、青云谱区、南昌县和东湖区;丰度为“中等”(即 II 级)的县(区)有进贤县和西湖区;丰度为“缺乏”(即 III 级)的县(区)有安义县、湾里区。

### 3.3 城乡建设用地空间匹配度分析

将现状城乡建设用地与适宜性评价结果进行空间叠加,得到现状城乡建设用地的可承载适宜性情况,结果如图 5 所示。经统计,南昌市现状城乡建设用地位于最适宜、较适宜、较不适宜和不适宜承载区的面积分别为 963.31、120.14、24.67 km<sup>2</sup>和 85.46 km<sup>2</sup>,分别占现状城乡建设用地面积的 80.70%、10.67%、2.07%和 7.16%。通过计算各县(区)现状城乡建设用地位于最适宜和较适宜承载区的面积占区域总面积的比例,得到各县(区)的空间匹配度在 67.41%—99.25%之间,反映各县(区)的空间匹配度较好,且差异不大。其中,空间匹配度大于 90%的县(区)有东湖区、青云谱区、西湖区和青山湖区,均为中心城区,区位条件好且地势平坦,大部分地区适宜进行建设用地开发,因此现状开发适宜性情况相对较好;安义县、进贤县、南昌县和新建县的空间匹配度在 70%—90%,空间匹配度较好;受地理位置及生态环境的限制,湾里区的空间匹配度最小。南昌市的空間匹配度为 91.37%,说明研究区现状城乡建设用地的承载适宜性整体情况良好。

将南昌市各县(区)的城乡建设用地可承载临界值、可承载城乡建设用地开发丰度与城乡建设用地空间匹配度进行相关性分析,发现空间匹配度与城乡建设用地可承载临界值和可承载城乡建设用地丰度均呈正相关关系(表 4),反映可承载临界值和丰度越高,其空间匹配度越高,这说明城乡建设用地的现状利用状态与其合理开发状态存在一定的联系,揭示两者之间的空间匹配程度。

表 4 可承载临界值、可承载城乡建设用地丰度和空间匹配度的相关系数

Table 4 Correlation coefficient of bearing critical value, abundance and spatial matching degree of urban-rural construction land in Nanchang City

因子 Index	城乡建设用地丰度 Abundance of urban-rural construction land	空间匹配度 Spatial matching degree
可承载临界值 Bearable critical value	0.419	0.897 **
城乡建设用地丰度 Abundance of urban-rural construction land		0.669 *

\* 表示  $P < 0.05$ ; \*\* 表示  $P < 0.01$ 。

## 4 结论与讨论

### 4.1 讨论

随着经济快速发展和城镇化进程不断加快,土地开发强度日益增大,导致生态环境不断恶化,分析城乡建设用地承载能力及空间格局匹配情况,对解决土地利用不合理、生态破坏等问题具有重要意义。本研究以江西省南昌市为例,探讨了城乡建设用地承载力和现状开发状态之间的空间匹配关系,为南昌市国土空间优化

和可持续发展提供参考。

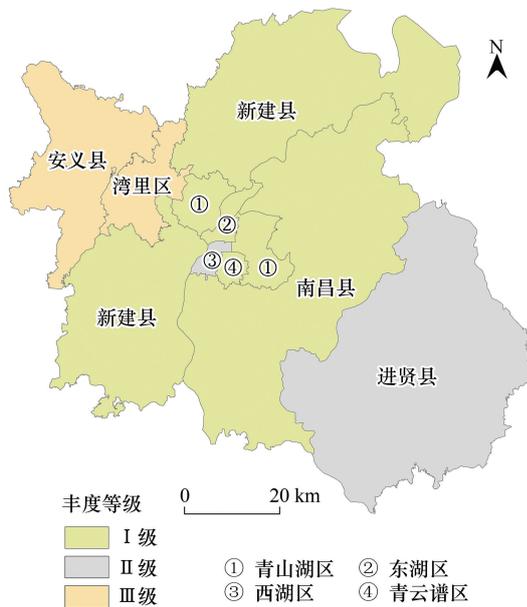


图4 南昌市可承载城乡建设用地丰度等级分布图

Fig.4 Grade distribution map of urban-rural construction land abundances in Nanchang City

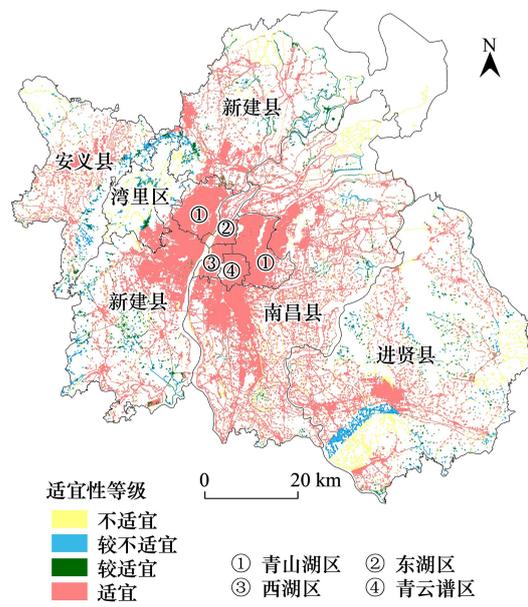


图5 南昌市现状城乡建设用地适宜性等级分布图

Fig.5 Suitability grade distribution map of urban-rural construction land in Nanchang City

在适宜性评价中,增加了生态红线、地质灾害、区位条件、人口密度等评价指标,考虑比较全面,但通过层次分析法和专家打分法确定指标权重,存在一定的主观性,在今后的研究中有待进一步改进。从整体来看,南昌市可承载城乡建设用地丰度和空间匹配情况良好,各县(区)城乡建设用地开发强度差异显著,安义县、进贤县的极限开发强度和已开发强度小于区位条件好的青山湖区、青云谱区,剩余开发强度与区位条件无明显关联,这与易丹等<sup>[39]</sup>针对环鄱阳湖城市群的研究结果较为吻合。

通过对城乡建设用地承载力和现状开发状态之间的空间匹配关系分析发现,南昌市及各县(区)的现状开发适宜性情况较为合理,但空间分异显著,应根据国土空间规划相关要求,对土地资源进行合理利用和优化配置。湾里区由于大部分位于不适宜开发区且开发潜力较小,应控制建设用地开发,加强生态环境保护;安义县、新建县和进贤县等虽然也有较大部分位于不适宜开发区,但其已开发强度小,开发潜力大,应结合地区实际情况,在不破坏生态环境和保障农业生产的基础上,对其适宜建设区进行适量开发,承接中心城区的部分功能,带动经济发展;对于开发潜力较大、空间匹配度较高的东湖区和南昌县,由于位于都市发展核心区,可充分利用区位优势,在不破坏生态环境的基础上可优先安排城乡建设用地开发;对于已开发强度大、开发潜力小的青山湖区、青云谱区和西湖区,为缓解土地承载压力,不宜进行城乡建设用地开发,同时应加强城市改造和生态建设,改善人居环境。

#### 4.2 结论

研究通过对南昌市进行城乡建设用地开发适宜性评价,根据评价结果确定可承载区域,计算城乡建设用地可承载临界值和可承载城乡建设用地丰度,并与现状城乡建设用地进行空间匹配度分析,探讨城乡建设用地现状开发状态与其合理开发状态之间的联系。主要结论如下:

(1) 根据城乡建设用地适宜性评价结果,南昌市不适宜区面积最大且广泛分布在各县(区),较不适宜区面积最小且分布分散,最适宜区和较适宜区面积共为 2812.20 km<sup>2</sup>, 占总面积的 40.54%, 集中分布在地理条件良好的中部市区。

(2)南昌市城乡建设用地可承载临界值为41.25%,各县(区)可承载临界值在19.43%—98.71%之间,各县(区)可承载城乡建设用地丰度范围为0.19—1.50,各县(区)值均有较大差异。其中,东湖区、青云谱区、青山湖区由于经济发达、地理条件优越,可承载临界值和可承载丰度均大;而湾里区由于生态保护的限制,在进行建设用地开发时要注意与生态环境的保护相结合。

(3)南昌市剩余开发强度为24.05%,略大于现状建设用地规模,表明南昌市还有较大的开发潜力。各县(区)现状城乡建设用地与可承载城乡建设用地的空间匹配度介于67.41%—99.25%之间,说明城乡建设用地现状开发状态较好。对现状适宜性与开发状态相关性研究表明,在进行后续城乡建设用地开发时,应注意与可承载临界值和可承载丰度相结合,合理规划国土空间布局,避免过度开发。

#### 参考文献(References):

- [1] 何刚,夏业领,朱艳娜,王雯雯.基于DPSIR-TOPSIS模型的安徽省土地承载力评价及预测.水土保持通报,2018,38(2):127-134.
- [2] 王大本,刘兵.京津冀区域土地资源承载力评价研究.经济与管理,2019,33(2):9-14.
- [3] 黄宇驰,苏敬华,吕峰.基于SEP模型的土地资源承载力评价方法研究——以上海市闵行区为例.中国人口·资源与环境,2017,27(S1):124-127.
- [4] Guo J J, Yue D X, Li K, Hui C. Biocapacity optimization in regional planning. Scientific Reports, 2017, 7: 41150.
- [5] 蔡东燕.基于适宜性评价的土地承载力研究——以宁波市为例[D].杭州:浙江大学,2016.
- [6] 赵会顺,胡振琪,陈超,孙杨杨.采煤预塌陷区超前复垦适宜性评价及复垦方向划定.农业工程学报,2019,35(11):245-255.
- [7] 尹海静.矿山损毁土地复垦适宜性评价研究——以凉水井矿山为例[D].重庆:重庆师范大学,2019.
- [8] 赵筱青,普军伟,饶辉,李思楠,卢飞飞,顾泽贤.云南喀斯特山区城乡建设用地开发适宜性及分区.水土保持研究,2020,27(1):240-248.
- [9] 吕一河,傅微,李婷,刘源鑫.区域资源环境综合承载力研究进展与展望.地理科学进展,2018,37(1):130-138.
- [10] 张红,陈嘉伟,周鹏.基于改进生态足迹模型的海岛城市土地承载力评价——以舟山市为例.经济地理,2016,36(6):155-160,167-167.
- [11] 陈百明.“中国土地资源生产能力及人口承载量”项目研究方法概论.自然资源学报,1991,6(3):197-205.
- [12] 封志明.土地承载力研究的过去、现在与未来.中国土地科学,1994,8(3):1-9.
- [13] 郭秀锐,毛显强.中国土地承载力计算方法研究综述.地球科学进展,2000,15(6):705-711.
- [14] 岳文泽,代子伟,高佳斌,陈阳.面向省级国土空间规划的资源环境承载力评价思考.中国土地科学,2018,32(12):66-73.
- [15] 尤南山,蒙吉军,李枫,郭力仁.1980—2017年中国土地资源学发展研究.中国土地科学,2017,31(11):4-15,2-2.
- [16] Lane M. The carrying capacity imperative: assessing regional carrying capacity methodologies for sustainable land-use planning. Land Use Policy, 2010, 27(4): 1038-1045.
- [17] 刘世梁,朱家骞,许经纬,武雪,赵爽,侯笑云.城市化对区域生态足迹的影响及其耦合关系.生态学报,2018,38(24):8888-8900.
- [18] 何如海,阮梦雅,程玉祺,王其师.芜湖市土地资源承载力综合评价研究.安徽农业大学学报,2019,46(3):471-477.
- [19] 赵正,宁静,周非飞,杜可,荣国华.基于生态足迹模型的资源型城市生态承载力评价——以黑龙江省大庆市为例.水土保持通报,2019,39(2):281-287.
- [20] 覃事娅.土地综合承载潜力和承载量评价——以湖南省“3+5”城市群为例.中国水土保持科学,2014,12(5):103-109.
- [21] Liu H M. Comprehensive carrying capacity of the urban agglomeration in the Yangtze River Delta, China. Habitat International, 2012, 36(4): 462-470.
- [22] 董思,任志远,魏倩倩.生态脆弱区土地综合承载力时空差异分析——以榆林市为例.水土保持研究,2017,24(6):286-291,299-299.
- [23] 于广华,孙才志.环渤海沿海地区土地承载力时空分异特征.生态学报,2015,35(14):4860-4870.
- [24] 农殷璇,臧俊梅,许进龙.珠江-西江经济带土地综合承载力测算及其系统耦合协调度研究.水土保持研究,2018,25(4):264-269.
- [25] 贾立斌,袁国华.基于系统动力学的土地资源承载力评价与监测预警——以安徽省凤台县为例.国土资源科技管理,2018,35(1):61-72.
- [26] 靳相木,柳乾坤.基于三维生态足迹模型扩展的土地承载力指数研究——以温州市为例.生态学报,2017,37(9):2982-2993.
- [27] 李刚,卢晓宁,边金虎,李爱农,雷光斌,南希,姜琳.岷江上游土地资源承载力评价.水土保持研究,2015,22(1):262-268.
- [28] 陈珏,雷国平,王元辉.黑龙江省土地综合承载力空间差异研究.中国人口·资源与环境,2011,21(S1):267-270.
- [29] 高爽,董雅文,张磊,蒋晓威,叶懿安,陈佳佳.基于资源环境承载力的国家级新区空间开发管控研究.生态学报,2019,39(24):9304-9313.

- [30] 裴鹰, 杨俊, 李冰心, 李雪铭, 葛雨婷. 城市边缘区生态承载力时空分异研究——以甘井子区为例. 生态学报, 2019, 39(5): 1715-1724.
- [31] 沈春竹, 谭琦川, 王丹阳, 陈逸, 黄贤金. 基于资源环境承载力与开发建设适宜性的国土开发强度研究——以江苏省为例. 长江流域资源与环境, 2019, 28(6): 1276-1286.
- [32] 廖慧璇, 籍永丽, 彭少麟. 资源环境承载力与区域可持续发展. 生态环境学报, 2016, 25(7): 1253-1258.
- [33] 梁宇哲, 谢晓瑜, 郭泰圣, 吴茗华, 王璐. 基于资源环境承载力的国土空间管制分区研究. 农业资源与环境学报, 2019, 36(4): 412-418.
- [34] 封志明, 杨艳昭, 闫慧敏, 潘韬, 李鹏. 百年来的资源环境承载力研究: 从理论到实践. 资源科学, 2017, 39(3): 379-395.
- [35] 纪学朋, 黄贤金, 陈逸, 王丹阳, 宋娅娅. 基于陆海统筹视角的国土空间开发建设适宜性评价——以辽宁省为例. 自然资源学报, 2019, 34(3): 451-463.
- [36] 林勇, 樊景凤, 温泉, 刘述锡, 李滨勇. 生态红线划分的理论和技术. 生态学报, 2016, 36(5): 1244-1252.
- [37] 杨子生. 山区城镇建设用地适宜性评价方法及应用——以云南省德宏州为例. 自然资源学报, 2016, 31(1): 64-76.
- [38] 朱天翥, 杜宏茹, 张小雷, 王伯礼. 基于建设开发适宜性评价的干旱区绿洲城市增长边界的划定——以乌鲁木齐市为例. 干旱区研究, 2019, 36(5): 1318-1324.
- [39] 易丹, 赵小敏, 郭熙, 江叶枫, 王成量, 赖夏华, 黄心怡, 陈蕾. 环鄱阳湖城市群城乡建设用地的承载能力评价及空间格局匹配. 应用生态学报, 2019, 30(2): 627-636.
- [40] 李慎鹏, 项广鑫, 曾毅, 张建新. 面向空间规划的土地适宜性评价——以汨罗市为例. 亚热带资源与环境学报, 2019, 14(2): 74-82.
- [41] 丁丹青. 靖安县土地资源承载力评价研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2017.
- [42] 张晓平, 何昌明, 胡紫红, 聂佳. 低丘缓坡土地资源综合适宜性评价研究. 生态经济, 2019, 35(3): 166-169.
- [43] 原杰. 基于 VM-Mapinfo 技术的辽宁省可建设用地丰度研究[D]. 沈阳: 辽宁师范大学, 2011.
- [44] 高永年, 鲍桂叶, 王静, 严长清, 金志丰, 杨兴典, 黄琪. 江苏沿海地区可承载城乡建设用地能力及匹配性评价. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1278-1288.