

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20180815

· 资源利用 ·

“三生”用地结构的空间格局及影响因素研究^{*}

——基于284个城市面板数据

朱琳¹, 程久苗^{1*}, 金晶², 费罗成¹, 程建^{1,3}

(1. 安徽师范大学地理与旅游学院, 安徽芜湖 241003;

2. 芜湖市国土资源局征地和土地整理开发复垦中心, 安徽芜湖 241005;

3. 中国农业大学土地科学与技术学院, 北京 100193)

摘要 [目的] 探究城市“三生”用地结构空间格局及影响因素, 为城市土地利用格局优化和城市发展提供参考。[方法] 基于284个地级市面板数据, 利用GIS空间分析法揭示城市“三生”用地结构空间格局并运用主成分法和多元线性回归模型定量分析其影响因素。[结果] (1) 城市“三生”用地结构在全国尺度下呈现以不同城市群为中心集聚的空间分布规律; (2) 城市生产用地结构呈现“东高西低、沿海高于内陆”的空间分布特征, 城市生活用地结构呈现“中部高, 东西部低”的空间分布特征, 城市生态用地结构呈现“东低西高”的空间分布特征; (3) 经济因素、产业结构、基础设施水平、生态环境和城市人口等是城市“三生”用地结构的主控因素, 且各因素因城市等级差别而产生不同程度的影响。[结论] 不同规模城市“三生”用地结构空间格局及影响因素具有差异性, 我国应根据不同城市的特征推进差别化的城市“三生”用地优化发展战略。

关键词 “三生”用地 城市 土地分类 空间格局 影响因素

中图分类号: F301.24 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-9121[2018]08105-11

0 引言

城市作为自然环境与人类社会相互作用最为显著的人地关系地域系统。改革开放以来, 我国工业化、城镇化进程快速推进, 截至2017年城镇化率已达58.52%。在城镇化快速发展过程中, 其内部“三生”用地(生产用地、生活用地、生态用地)之间争夺与冲突也日趋激烈。党的“十九大”报告明确指出要为人民创造良好的生产、生活和生态环境。明晰城市“三生”用地结构特征及影响因素已成为科学编制国土规划、优化用地布局的基础性工作。

近年来, 学界对“三生”用地的关注度日益提高, 就其内涵、分类和空间格局等方面展开了大量研究并取得了诸多成果。在“三生”用地内涵界定方面, 学界主要从城市视角^[1-2]、乡村视角^[3-4]和城乡综合视角^[5-10]展开。在“三生”用地分类上, 学界大体形成基于土地利用分类^[8, 11-14]和城市用地分类^[5, 15]的两种不同分类思路。在“三生”用地结构空间格局研究方面, 张红旗^[8]、刘长青^[16]、陶慧^[17]和刘继来^[18]等都进行了不同程度的研究。在研究方法上, 主要包括指标评价法^[9]、GIS空间分析法^[8, 19, 20]、构建指标体系和GIS空间分析“二合一”综合分析法^[1, 9, 17]等。以上已有研究成果为“三生”用地的后续研究奠定了坚实基础。然而, 当前对全国尺度城市“三生”用地结构空间格局及影响因素的综合研究则较少。文章选取全国284个地级市为研究对象, 综合运用GIS空间分析法拟合城市“三生”用地结构的

收稿日期: 2017-12-01

作者简介: 朱琳(1993—), 女, 安徽六安人, 硕士研究生。研究方向: 土地利用与土地政策

*通讯作者: 程久苗(1964—), 男, 安徽怀宁人, 教授。研究方向: 土地利用与土地政策。Email: jmcheng@mail.ahnu.edu.cn

*资助项目: 国家自然科学基金项目“资本下乡过程中农地流转冲突的发生机理与管控政策研究”(71603003)

用地结构的优化路径。

1 城市“三生”用地与分类体系

1.1 城市“三生”用地内涵

关于“三生”用地内涵，学者们做了大量研究，李广东^[1]认为城市生活功能具体细分为空间承载与避难功能、物质生活保障功能和精神生活保障功能，居住承载、交通承载、存储承载和公共服务承载功能是维持城市和区域系统运行的基底。易秋园^[2]认为城市土地生产功能包括工业产品输出和第三产业的服务产出，生态功能指城市范围内具有生物保育、气候调节、保持水土等功能的土地。土地资源是人类在生产生活过程中不可缺少且无法替代的一种生产生活资料，其最根本的职能是满足人类生存和发展的各种需求。基于已有研究成果作者认为城市生产用地指承载社会生产经营活动并提供工业产品以及第三产业所涵盖的各种服务产出的功能性用地；城市生活用地指维持城市系统运行所需的居住、交通、公共服务功能性用地；城市生态用地指保障人类可持续生活、维护城市生态环境健康的功能性用地。

1.2 城市“三生”用地分类体系

城市土地是一个多功能综合体，具有主体功能性^[21, 22]。该文在国内已有分类方法的基础上，以突出城市土地的主体功能性和城市“三生”用地分类的系统性为主要原则，依据《城市用地分类与规划建设用地标准（GB50137-2011）》构建城市“三生”用地分类体系（表1）。

表 1 城市“三生”用地分类体系

“三生”用地	城市建设用地类型	内容
生产用地	工业用地	工矿企业的生产车间、库房及其附属设施用地，包括专用铁路、码头和附属道路、停车场等用地，不包括露天矿用地
	物流仓储用地	物资储备、中转、配送等用地，包括附属道路、停车场以及货运公司车队的站场等用地
	商业服务业设施用地	商业、商务和娱乐等设施用地
生活用地	居住用地	住宅和相应服务设施用地
	公用设施用地	供水、供电、供燃气和供热等设施用地
	道路与交通设施用地	城市道路、交通设施等用地
	公共管理与公共服务用地	行政、文化、教育、体育和卫生等机构和设施的用地，
生态用地	绿地与广场用地	公园绿地、防护绿地和广场等公共开放空间用地

2 数据来源与处理

2.1 数据来源与处理

2.1.1 数据来源

该文研究时点为 2014 年，研究对象为全国地级以上城市，剔除样本数据不全的城市（广州市、拉萨市、三沙市、铜仁市、海东市、昌都市和喀则市），选取其中 284 个城市为研究样本。样本数据主要来源于《中国城市建设统计年鉴（2014 年）》和《中国城市统计年鉴（2015 年）》以及其他相关统计年鉴的数据。

2.1.2 数据标准化处理

在分析城市“三生”用地结构的影响因素中，为了消除变量量纲不同的影响，使用标准化处理法对原始数据进行数据无量纲化，其公式为：

$$Y_{ij} = (y_{ij} - \bar{X}) / \delta$$

(1)

式（1）中， Y_{ij} 为标准化值， y_{ij} 为实际值， $\bar{X}$ 为平均值， δ 为标准差。

2.2 城市等级分类

不同等级城市的“三生”用地结构空间格局及影响因素具有差异性。根据《国务院关于调整城市规

模划分标准的通知》（国发〔2014〕51号），以城区常住人口为统计口径，将284个城市划分为6个级别（表2），其中，特大城市包括上海、北京和南京等11个城市；Ⅰ型大城市包括哈尔滨、杭州、西安和长春等12个城市；Ⅱ型大城市包括苏州、厦门和南昌等59个城市；中等城市包括秦皇岛、湖州和九江等100个城市；Ⅰ型小城市包括景德镇、汉中和上饶等91个城市；Ⅱ型小城市包括丽江、金昌和庆阳等11个城市（表2）。

3 城市“三生”用地结构的空间格局

3.1 城市“三生”用地结构数量特征

在统计学中，如果数据是来自正态分布的总体，一般而言68%、95%、99%的个案分别是落在离均值1、2、3个标准偏差的范围内^[26]。介于全国284个地级以上城市的生产、生活与生态用地结构数据均符合正态分布，该文将离均值1个标准偏差的范围作为适合全国多数地级以上城市“三生”用地结构的一般规律取值范围，具体见图1。

总体来看（图1a），除Ⅰ型小城市生产用地结构和Ⅱ型小城市生态用地结构外，城市生产、生活、生态用地占城市建设用地的比重大致为30%、60%、10%。城市生产、生活、生态用地数量存在明显差异：其中城市生活用地比重最大，面积约是城市生产用地的2倍，城市生态用地则比重最小。

按城市规模来看，规模越大的城市生产用地所占的比例越大（图1b）：其中Ⅱ型小城市生产用地结构一般在20%~25%之间，Ⅰ型小城市一般在15%~35%之间，其他城市一般在25%~35%之间；而规模越大的城市生活用地所占的比例越小（图1c），其中小城市生活用地结构一般在50%~70%之间，其他城市

表 2 城市等级划分		
城市等级	常住人口（万人）	城市数量
特大城市	≥500	11
Ⅰ型大城市	300~500	12
Ⅱ型大城市	100~300	59
中等城市	50~100	100
Ⅰ型小城市	20~50	91
Ⅱ型小城市	<20	11

注：该文以《中国城市建设统计年鉴2014》地级以上城市城区人口和城区暂住人口合计数作为城区常住人口

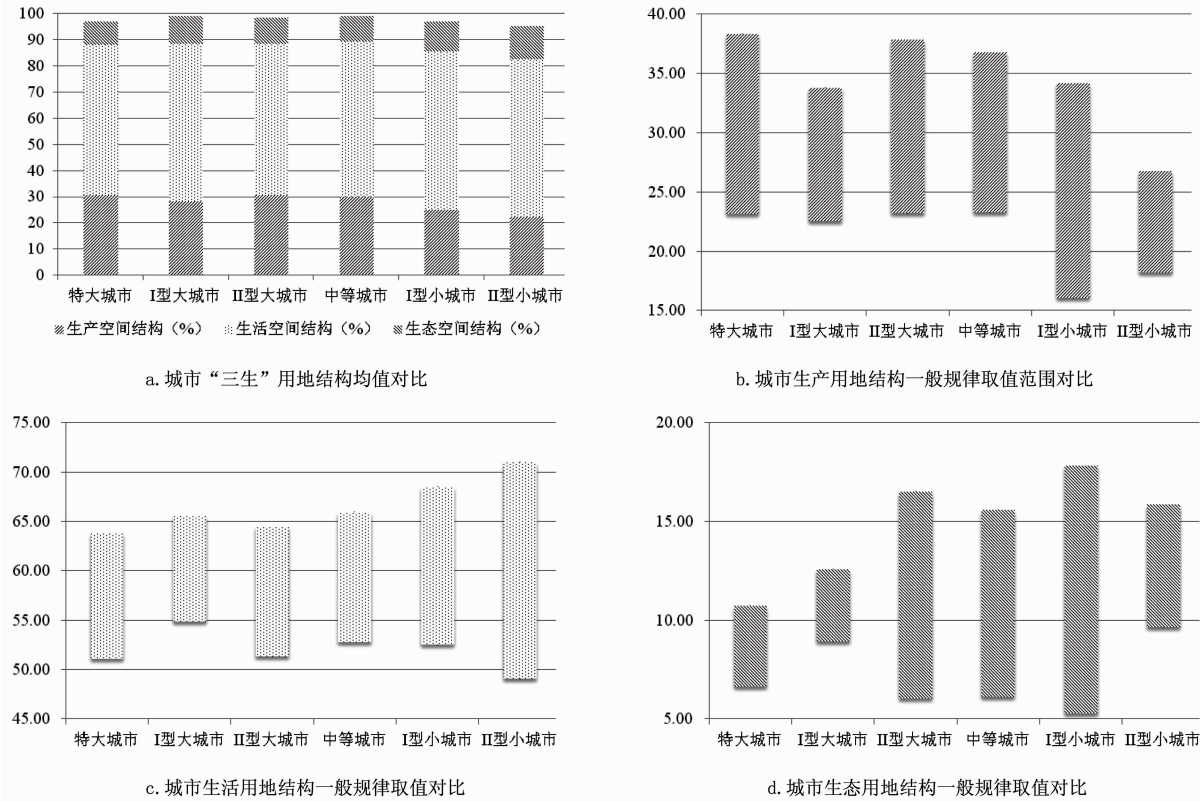


图 1 城市“三生”用地结构的一般规律取值范围对比

一般在 50%~65% 之间；至于城市生态用地结构（图 1d），不同规模城市生态用地结构基本都处于 5%~15% 之间，其中特大城市生态用地结构一般在 5%~10% 之间，I 型大城市一般在 10% 左右，II 型小城市一般在 10%~15% 之间，其他城市一般在 5%~15% 之间。

3.2 城市“三生”用地结构的空间格局

中国城市生产用地结构呈现“东高西低、沿海高于内陆”的空间分布特征（图 2a）。城市生产用地占比与经济发展水平大致呈正相关关系，且与经济发展历程息息相关。其中，“热点区”主要分布在辽中南城市群、山东半岛城市群、武汉城市群、长三角城市群、珠三角城市群。改革开放后，我国东部沿海地区凭借良好的区位优势率先崛起，产业规模居全国较高水平，城市生产用地占比较高；东北是我国老工业基地，部分地区生产用地占比也较内陆略高。

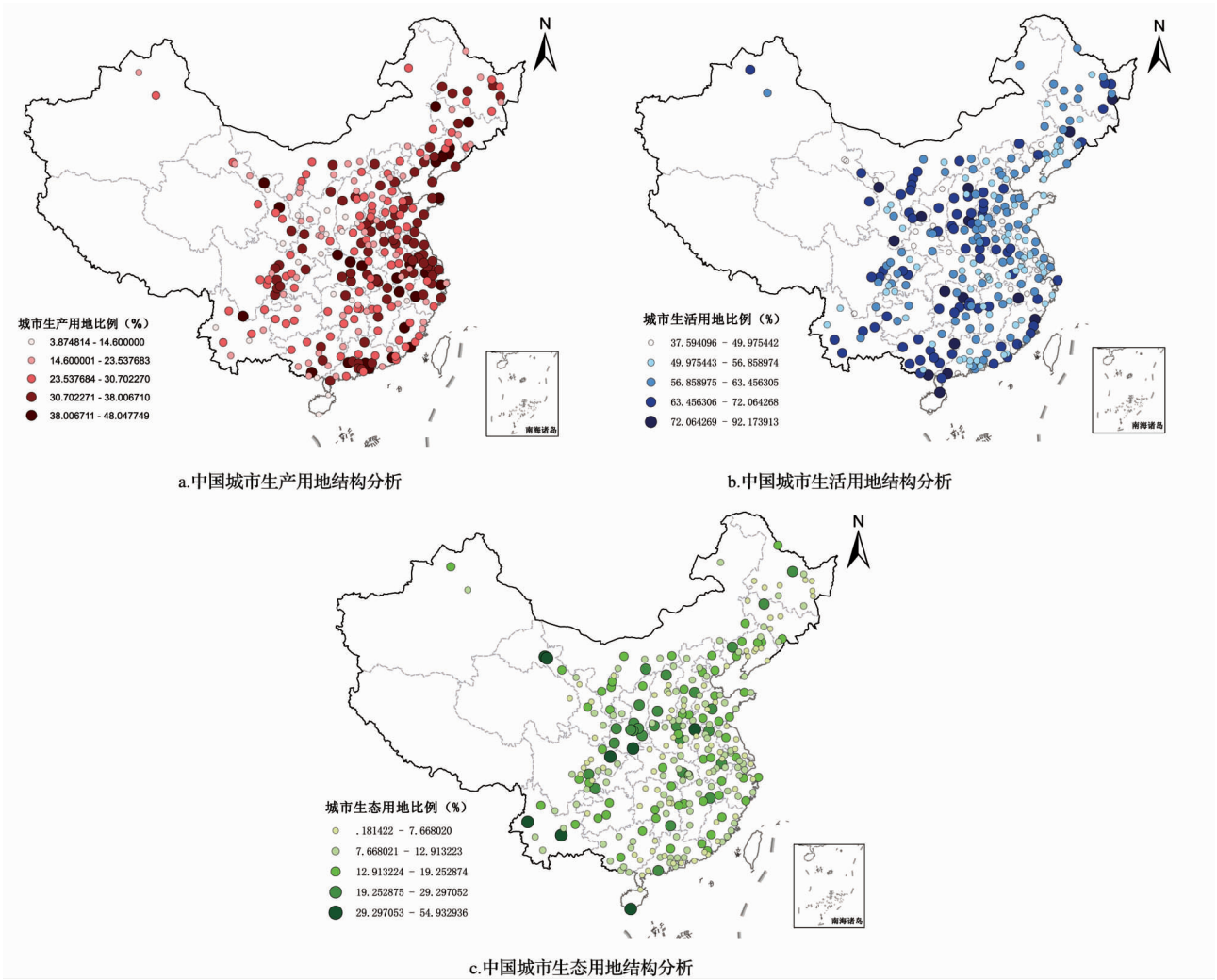


图 2 中国城市“三生”用地结构分析

中国城市生活用地结构呈现“中部高，东西部低”的空间分布特征，即“热点区”呈“Y”型集聚（图 2b）。新疆、甘肃一带城镇化进程处于中低阶段，人口规模和经济发展水平低，生活用地需求小，故城市生活用地占比偏低；同时，东部沿海地区和长江中下游城市城镇化进程处于较高阶段，二、三产业集聚，用地结构多元化，城市生活用地绝对数量大但占比偏低。由此可见，城镇化水平、经济水平高的地区，生活用地占比同样偏低。

中国城市生态用地结构呈现“东低西高”的空间分布特征，生态用地占比高的城市主要分布在胡焕

庸线西侧（图 2c）。改革开放初期，“三北”防护林重点工程在我国启动，近些年工程区生态环境整体得到改善^[29]，故三北及附近地区大部分城市生态用地占比较高。我国环长株潭城市群、北部湾城市群、珠三角城市群和长三角城市群为人口密集经济发达型地区，生产和生活用地对生态用地挤压严重，故城市生态用地占比较低。

4 城市“三生”用地结构影响因素

根据已有研究成果^[30, 31, 32]，选取 2014 年城市常住人口（ x_1 ）、人均 GDP（ x_2 ）、城市化率（ x_3 ）、固定资产投资额（ x_4 ）、社会消费品零售额（ x_5 ）、第二产业产值比重（ x_6 ）、第三产业产值比重（ x_7 ）、工业生产总产值（ x_8 ）、人均绿地面积（ x_9 ）、人均居住面积（ x_{10} ）和人均城市道路面积（ x_{11} ）共 11 个城市指标。在主成分分析的基础上进行多元线性回归分析，以探析不同规模城市“三生”用地结构的影响因素。

4.1 研究方法

4.1.1 主成分分析

为了消除各指标变量间的相关关系，客观地认识城市“三生”用地结构的影响因素，运用主成分法对已标准化的数据进行统计分析。其公式为：

$$\begin{cases} z_1 = l_{11}x_1 + l_{12}x_2 + \cdots + l_{1n}x_n \\ z_2 = l_{21}x_1 + l_{22}x_2 + \cdots + l_{2n}x_n \\ \cdots \\ z_p = l_{p1}x_1 + l_{p2}x_2 + \cdots + l_{pn}x_n \end{cases}$$

(2)

式（2）中， $z_1, z_2, \cdots, z_p$ 分别称为原影响因素 $x_1, x_2, \cdots, x_n$ 的第 1, 第 2, $\cdots$, 第 p ($p \leq n$) 个主成分。确定主成分就是确定原始变量 $x_1, x_2, \cdots, x_n$ 在各主成分 $z_1, z_2, \cdots, z_p$ 上的载荷 l_{ij} ($i = 1, 2, \cdots, p; j = 1, 2, \cdots, n$)。它们分别是 $x_1, x_2, \cdots, x_n$ 的相关矩阵的 p 个较大的特征值对应的特征向量。

4.1.2 多元线性回归分析

在进行多元线性回归分析前，首先引入信息熵的概念。信息熵反映区域土地利用的均衡程度，熵值越高，表明土地分布越均衡；当区域各类用地面积相等，熵值达到最大，表明区域土地利用达到均衡状态。公式如下：

$$h = - \sum_{i=1}^n (q_i \ln q_i)$$

(3)

式（3）中， h 为“三生”用地的信息熵， q_i 为第 i 类型用地所占比例。

11 个经济社会等因素直接影响城市“三生”用地结构，从而间接影响信息熵。故该文以信息熵为因变量，11 个指标为自变量进行多元线性回归分析。其表达式为：

$$y = a + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \varepsilon$$

(4)

式（4）中： y 为因变量； a 为常数项； b_i 为自变量的回归系数； x_i 为自变量； ε 为随机误差项。

4.2 不同规模城市“三生”用地结构影响因素分析

4.2.1 特大城市“三生”用地结构影响因素

根据所选取的指标建立矩阵，对已标准化处理的数据进行主成分分析。在此基础上选取 3 个主成分载荷中绝对值最大者 $x_1, x_2, x_6, x_7, x_{10}, x_{11}$ 等因子作为代表进行多元线性回归分析，以说明指标因子与特大城市“三生”用地结构之间的关系，得到回归结果（表 3）。由表 3 可知，特大城市“三生”用地结构影响因素回归方程拟合优度为 $R^2 = 0.925$ ，且通过 1% 的显著性检验，自变量对因变量的解释度约为 93%，其拟合回归方程为：

$$y = 1.686 - 0.734x_1 + 0.890x_2 + 0.610x_6 + 0.649x_7 - 0.463x_{10} - 0.346x_{11}$$

(5)

表 3 特大城市“三生”用地结构影响因素的回归分析

变量	非标准化系数		标准系数	t	Sig.
	B	标准误差	Beta		
(常量)	1.686	0.116		16.521	0.000
x_1	-0.734	0.009	0.876	9.486	0.001
x_2	0.890	0.003	0.965	11.563	0.000
x_6	0.610	0.003	0.798	7.012	0.003
x_7	0.649	0.005	0.813	7.568	0.000
x_{10}	-0.463	0.004	0.528	4.361	0.002
x_{11}	-0.346	0.002	0.352	2.513	0.000
调整 R^2	0.925				
Sig.	0.000				

综上分析，我国特大城市“三生”用地结构受常住人口、人均 GDP、第二产业产值比重、第三产业产值比重、人均居住面积和人均城市道路面积影响显著，影响程度大小依次为人均 GDP > 常住人口 > 第三产业产值比重 > 第二产业产值比重 > 人均居住面积 > 人均城市道路面积。其中，人均 GDP、第二产业产值比重和第三产业产值比重具有正向影响作用，而常住人口、人均居住面积和人均城市道路面积具有负向影响作用。

4.2.2 I 型大城市“三生”用地结构影响因素

利用统计软件 spss 对数据进行分析计算，经 KMO 检验后，最后得出旋转后的主成分载荷矩阵。在此基础上选取 3 个主成分载荷中绝对值最大者 x_4 、 x_5 、 x_6 、 x_7 、 x_{10} 等因子作为代表进行多元线性回归分析，以揭示 I 型大城市“三生”用地结构的影响因素，得到回归结果（表 4）。由表 4 可知，I 型大城市“三生”用地结构影响因素回归方程拟合优度为 $R^2 = 0.962$ ，且通过 1% 的显著性检验，自变量对因变量的解释度约为 96%，其拟合回归方程为：

$$y = 0.589 + 0.079x_4 + 0.057x_5 + 0.093x_6 + 0.091x_7 - 0.029x_{10}$$

(6)

综上分析，固定资产投资额、社会消费品零售额、第二产业产值比重、第三产业产值比重和人均居住面积对我国 I 型大城市“三生”用地结构影响较为显著，影响程度大小依次为第二产业产值比重 > 第三产业产值比重 > 固定资产投资额 > 社会消费品零售额 > 人均居住面积。其中仅人均居住面积对因变量有负向影响。

表 4 I 型大城市“三生”用地结构影响因素的回归分析

变量	非标准化系数		标准系数	t	Sig.
	B	标准误差	Beta		
(常量)	0.589	0.001		13.453	0.000
x_4	0.079	0.002	0.502	8.562	0.002
x_5	0.057	0.004	0.391	7.001	0.000
x_6	0.093	0.002	0.672	13.021	0.005
x_7	0.091	0.001	0.612	10.315	0.000
x_{10}	-0.029	0.006	0.301	3.068	0.000
调整 R^2	0.962				
Sig.	0.000				

4.2.3 II 型大城市“三生”用地结构影响因素

对已经过标准化处理的因子进行主成分分析，经过 KMO 检验后，得到旋转后的主成分载荷矩阵。同

样选取 3 个主成分载荷中绝对值最大者 x_5 、 x_6 、 x_{10} 、 x_{11} 等因子进行多元线性回归分析，以辨析Ⅱ型大城市“三生”用地结构的影响因素，得到回归结果（表 5）。由表 5 可知，Ⅱ型大城市“三生”用地结构影响因素回归方程拟合优度为 $R^2 = 0.943$ ，且均通过 1% 的显著性检验，自变量对因变量的解释度约为 94%，其拟合回归方程为：

$$y = 0.897 + 0.026x_5 + 0.035x_6 - 0.019x_{10} - 0.020x_{11}$$

(7)

表 5 Ⅱ型大城市“三生”用地结构影响因素的回归分析

变量	非标准化系数		标准系数		t	Sig.
	B	标准误差	Beta			
（常量）	0.897	0.004			168.151	0.000
x_5	0.026	0.005	0.198		2.948	0.003
x_6	0.035	0.001	0.372		5.501	0.000
x_{10}	-0.019	0.002	-0.235		-1.545	0.004
x_{11}	-0.020	0.004	-0.371		-2.728	0.000
调整 R^2	0.943					
Sig.	0.000					

综上分析，对Ⅱ型大城市“三生”用地结构影响较为显著的因子有社会消费品零售额、第二产业产值比重、人均绿地面积、人均居住面积和人均城市道路面积。且影响程度为第二产业产值比重 > 社会消费品零售额 > 人均城市道路面积 > 人均居住面积。其中社会消费品零售额和第二产业产值比重具有正向影响，而人均居住面积和人均城市道路面积具有负向影响。

4.2.4 中等城市“三生”用地结构影响因素

对中等城市的因子进行主成分分析，第一主成分、第二主成分、第三主成分的累积贡献率分别为 56.023%、79.685%、87.592%，且 KMO 值为 0.752。故在此基础上选取 3 个主成分载荷中绝对值最大者 x_5 、 x_6 、 x_9 、 x_{10} 、 x_{11} 等因子参与多元线性回归分析，以探析中等城市“三生”用地结构的影响因素，得到回归结果（表 6）。据表 6，中等城市“三生”用地结构影响因素回归方程拟合优度为 $R^2 = 0.901$ ，且均通过 1% 的显著性检验，自变量对因变量的解释度约为 90%，其拟合回归方程为：

$$y = 0.882 - 0.031x_5 + 0.041x_6 + 0.038x_7 + 0.079x_9 - 0.057x_{10}$$

(8)

表 6 中等城市“三生”用地结构影响因素的回归分析

变量	非标准化系数		标准系数		t	Sig.
	B	标准误差	Beta			
（常量）	0.882	0.005			167.669	0.000
x_5	-0.031	0.006	-0.232		-2.903	0.000
x_6	0.041	0.012	0.473		3.510	0.000
x_7	0.038	0.012	0.440		3.270	0.000
x_9	0.079	0.006	0.920		12.535	0.000
x_{10}	-0.057	0.006	-0.665		-8.899	0.000
调整 R^2	0.901					
Sig.	0.000					

综上分析，中等城市“三生”用地结构影响因素主要为社会消费品零售额、第二产业产值比重、第三产业产值比重、人均绿地面积、人均居住面积，且影响程度依次为人均绿地面积 > 人均居住面积 > 第二产业产值比重 > 第三产业产值比重 > 社会消费品零售额。其中第二产业产值比重、第三产业产值比重和人均绿地面积具有正向影响，社会消费品零售额和人均居住面积具有负向影响。

4.2.5 I 型小城市“三生”用地结构影响因素

将指标数据标准化处理后，对其进行主成分分析，经 KMO 检验后，减少了冗余数据和重叠数据，最后输出具有 4 个主成分的旋转载荷矩阵。在此基础上选取主成分中的绝对值最大者 x_5 、 x_6 、 x_9 、 x_{10} 等指标进入多元线性回归分析，以揭示 I 型小城市“三生”用地结构的主要影响因素，得到回归结果（表 7）。据表 7，其回归方程拟合优度为 $R^2 = 0.896$ ，且均通过 1% 的显著性检验，自变量对因变量的解释度约为 90%，其拟合回归方程为：

$$y = 0.481 + 0.360x_5 - 0.266x_6 + 0.206x_9 - 0.169x_{10}$$

(9)

表 7 I 型小城市“三生”用地结构影响因素的回归分析

变量	非标准化系数		标准系数	t	Sig.
	B	标准误差	Beta		
(常量)	0.481	0.023		20.653	0.000
x_5	0.360	0.166	1.161	5.172	0.003
x_6	-0.266	0.159	-0.897	-2.675	0.001
x_9	0.206	0.028	0.694	7.458	0.000
x_{10}	-0.169	0.027	-0.568	-6.183	0.000
调整 R^2	0.896				
Sig.	0.000				

综上分析，社会消费品零售额、第二产业产值比重、人均绿地面积和人均居住面积对 I 型小城市“三生”用地结构有显著影响，且影响程度具有差异，分别为人均绿地面积 > 人均居住面积 > 社会消费品零售额 > 第二产业产值比重。其中社会消费品零售额和人均绿地面积为正向影响，第二产业产值比重和人均居住面积则为负向影响。

4.2.6 II 型小城市“三生”用地结构影响因素

将已标准化处理的指标数据输入到主成分模型中，经过 KMO 等一系列检验后，最终输出主成分因子旋转载荷矩阵。在此基础上选取 3 个主成分载荷中绝对值最大者 x_1 、 x_5 、 x_8 、 x_9 、 x_{10} 等因子进行多元线性回归分析，以明晰 II 型小城市“三生”用地结构的主要影响因素，得到回归结果（表 8）。据表 8，其回归方程拟合优度为 $R^2 = 0.973$ ，且均通过 5% 的显著性检验，自变量对因变量的解释度约为 97%，其拟合回归方程为：

$$y = 0.840 + 0.123x_1 + 0.128x_5 + 0.086x_6 - 0.208x_8 + 0.327x_9 - 0.332x_{10}$$

(10)

表 8 II 型小城市“三生”用地结构影响因素的回归分析

变量	非标准化系数		标准系数	t	Sig.
	B	标准误差	Beta		
(常量)	0.840	0.010		85.539	0.000
x_1	0.123	0.021	0.649	5.530	0.010
x_5	0.128	0.015	0.679	8.335	0.004
x_6	0.086	0.016	0.589	4.827	0.000
x_8	-0.208	0.038	-1.099	-5.538	0.012
x_9	0.327	0.027	1.725	12.129	0.001
x_{10}	-0.332	0.030	-1.752	-10.943	0.002
调整 R^2	0.973				
Sig.	0.000				

综上分析，对 II 型小城市“三生”用地结构影响显著的变量有常住人口、社会消费品零售额、第二

产业产值比重、工业生产总产值、人均绿地面积和人均居住面积，影响程度大小依次为人均绿地面积 > 人均居住面积 > 社会消费品零售额 > 工业生产总产值 > 常住人口 > 第二产业产值比重。其中仅工业生产总产值和人均居住面积具有负向作用。

4.3 不同规模城市“三生”用地结构主要影响因素比较

从不同规模城市“三生”用地结构的主要影响因素（表 9）可以看出：对Ⅱ型及以上规模大城市影响程度最大的因子为经济因素和产业结构，对中等及以下规模城市影响程度最大的因子为生态环境和基础设施。

（1）经济因素是影响城市“三生”用地结构的根本动力，且对各规模城市均有显著影响。城市的一切经济活动均以土地为空间载体，特大城市经济因素主要体现在人均 GDP，而特大城市规模以下城市经济因素主要体现在社会消费品零售额和工业化水平方面。改革开放后，我国经济保持了 9.6% 的高增长，经济的快速发展不仅推动了城市对建设用地的强烈需求，且内部“三生”用地结构空间布局亦会随之变化。

（2）产业结构是影响城市“三生”用地结构的直接动力。城市经济发展以城市产业结构的不断升级为基础，由于不同产业对土地区位、数量和质量有着不同要求，在产业升级调整过程中，城市“三生”用地布局需在各产业间做出相应调整。大城市经济发达，产业规模居全国较高水平，产业结构对大城市“三生”用地结构影响较显著。小城市由于人口规模和产业规模较小，因此产业结构对小城市的“三生”用地结构影响程度较小。

（3）基础设施水平对各规模城市均有显著影响。基础设施是城市发展的基础，也是人们生产生活的必要保障。随着新型城镇化的推进，城市对交通设施的要求日益提高，便捷的交通不仅可以提高人们的出行效率，也将对城市“三生”用地结构的空间布局产生巨大影响，如地铁站带动了周围一定范围内居住用地、商服用地和公共设施用地等的发展。

（4）生态环境是城市“三生”用地结构的重要影响因素。城市发展的最终目标是为人们提供良好的生产与生活环境。伴随生活水平提高而来的是人们对生态环境等方面的追求，绿地则是衡量城市生态环境的重要标准。中等城市和小城市的人口规模、产业发展和开发强度等相对大城市有限，生态用地较大城市占比高，故生态环境对小城市“三生”用地结构影响较显著。

（5）城市人口是影响城市“三生”用地结构显著因素之一。21 世纪以来，我国城市化发展迅速，农村大量剩余劳动力向城市集中，城市生产、生活用地需求急剧上升，进而导致“三生”用地结构发生变化。特大城市人口规模和人口密度大，对人口增速较敏感。而Ⅱ型小城市人口规模较小，城市发展速度可能受人口限制。故城市人口对特大城市和Ⅱ型小城市影响较其他城市明显。

表 9 不同规模城市“三生”用地结构主要影响因素比较

城市级别	人口（万人）	1	2	3	4
特大城市	≥500	经济因素	城市人口	产业结构	基础设施水平
I 型大城市	300 ~ 500	产业结构	经济因素	基础设施水平	—
Ⅱ型大城市	100 ~ 300	产业结构	经济因素	基础设施水平	—
中等城市	50 ~ 100	生态环境	基础设施水平	产业结构	经济因素
I 型小城市	20 ~ 50	生态环境	基础设施水平	经济因素	产业结构
Ⅱ型小城市	<20	生态环境	基础设施水平	经济因素	产业结构、城市人口

5 结论与讨论

5.1 结论

（1）生产用地占比高的城市多分布在沿海发达的大型城市群内，占比低的城市多分布在内陆欠发达

的城市群内。城市生产用地占比与城市经济发展水平大体呈正相关关系；生活用地占比高的城市多分布在中部地区，占比低的城市多分布在东部沿海发达区域和西部欠发达区域。城市生活用地占比与人口规模、城镇化水平和经济发展水平有较大相关性；生态用地占比高的城市主要分布在城镇化水平较低的城市群内，占比高的城市多分布在城镇化水平较高的城市群内。城市生态用地占比与城镇化水平大致呈负相关关系。

(2) 经济因素是影响城市“三生”用地结构的根本动力，对各规模城市均有显著影响，影响程度大小与城市规模基本呈正相关。产业结构是影响城市“三生”用地结构的直接动力，对小城市的影响程度最小。基础设施水平是城市“三生”用地结构主要影响因素，其影响程度与城市规模大小呈负相关。生态环境是城市“三生”用地结构的重要影响因素，仅对中等城市和小城市有显著影响，且影响程度最大。城市人口是影响“三生”用地结构的显著因素之一，仅对特大城市和Ⅱ型小城市有显著影响。

5.2 讨论

(1) 不同规模城市对“三生”用地的利用存在差异^[18]，且城市“三生”用地内部各地类的排他性和竞争性不统一，导致各类城市“三生”用地占比不一致^[33]。生态用地和生活用地中的公共设施、公共服务等用地由于经济效益较低，没有得到足够重视；而生活用地中的居住用地和生产用地能够给当地带来最大化的财政收入，是城市发展中的优先选择地类。未来我国城市“三生”用地结构的空间布局需要因“市”制宜，根据不同城市的特征推进差别化的城市“三生”用地结构优化发展战略，为居民创造宜居的生产生活环境。

(2) 城市“三生”用地结构本质上是人地关系地域系统演进和分异的结果^[18]，目前，仅是初探了中国城市“三生”用地结构的空间格局，还需对中国城市“三生”用地结构的演进特征进行进一步完善。不同类型城市之间可能存在“推”与“拉”的相互关系，部分大城市也可能存在“溢出效应”或“磁场效应”。文章在定量分析城市“三生”用地结构影响因素的过程中未考虑到城市之间的依赖性和相关性，有待后续深入。

参考文献

- [1] 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.地理学报,2016,71(1):49~65
- [2] 易秋圆.县域城市土地利用功能分类与评价——以中方县为例.长沙:湖南农业大学,2013
- [3] 龙花楼.论土地整治与乡村空间重构.地理学报,2013,68(8):1019~1028
- [4] 洪惠坤,廖和平,李涛,等.基于熵值法和Dagum基尼系数分解的乡村空间功能时空演变分析.农业工程学报,2016,32(10):240~248
- [5] 扈万泰,王力国,舒沐晖.城乡规划编制中的“三生空间”划定思考.城市规划,2016,40(5):21~26
- [6] 金贵.国土空间综合功能分区研究——以武汉城市圈为例.武汉:中国地质大学,2014
- [7] 念沛豪,蔡玉梅,张文新,等.面向综合区划的国土空间地理实体分类与功能识别.经济地理,2014,34(12):7~14
- [8] 张红旗,许尔琪,朱会议.中国“三生”用地分类及其空间格局.资源科学,2015,37(7):1332~1338
- [9] 朱媛媛,余斌,曾菊新,等.国家限制开发区“生产—生活—生态”空间的优化——以湖北省五峰县为例.经济地理,2015,35(4):26~32
- [10] 康盈,舒沐晖.基于国家政策要求的生态与生产生活空间规划研究.天津:城市发展研究,2014
- [11] 党丽娟,徐勇,高雅.土地利用功能分类及空间结构评价方法——以燕沟流域为例.水土保持研究,2014,21(5):193~197
- [12] 陈婧,史培军.土地利用功能分类探讨.北京师范大学学报,2005,41(5):536~540
- [13] 席建超,王首琨,张瑞英.旅游乡村聚落“生产—生活—生态”空间重构与优化——河北野三坡旅游区苟各庄村的案例实证.自然资源学报,2016,31(3):425~435
- [14] 于莉,宋安安,郑宇,等.“三生用地”分类及其空间格局分析——以昌黎县为例.中国农业资源与区划,2017,38(2):89~96
- [15] 舒沐晖,沈艳丽,蒋伟,等.法定城乡规划划分“生产、生活、生态”空间方法初探.北京:中国建筑工业出版社,2017
- [16] 刘长青.基于不同丘陵类型的三生用地景观格局变化研究.成都:四川农业大学,2014
- [17] 陶慧,刘家明,罗奎,等.基于三生空间理念的旅游城镇化地区空间分区研究——以马洋溪生态旅游区为例.人文地理,2016,131(2):153~160

- [18] 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. 地理学报, 2017, 72 (7): 1290 ~ 1304
- [19] 胡兴定. 基于人居环境的采矿复垦区“三生”空间优化研究. 北京: 中国地质大学(北京), 2016
- [20] 陈龙, 周生路, 周兵兵, 等. 基于主导功能的江苏省土地利用转型特征与驱动力. 经济地理, 2015, 35 (2): 155 ~ 162
- [21] Erik Nelson, Mendoza G, Regetz J, et al. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Frontiers in Ecology & the Environment*, 2009, 7 (1): 4 ~ 11
- [22] Bennett E M, Peterson G D, Gordon L J. Understanding relationship among multiple ecosystem services. *Ecology Letters*, 2009, 12 (12): 1394 ~ 1404
- [23] 李俊晓, 李朝奎, 殷智慧. 基于 ArcGIS 的克里金插值方法及其应用. 测绘通报, 2013, (9): 87 ~ 97
- [24] 汤国安, 杨昕. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程. 北京: 科学出版社, 2006
- [25] 李丹, 韩书成, 张燕纯, 等. 基于主成分与聚类分析法的城市土地利用规划区研究. 中国农业资源与区划, 2017, 38 (6): 130 ~ 136
- [26] 蔡建琼, 于惠芳, 朱志洪. SPSS 统计分析实例精选. 北京: 清华大学出版社, 2006
- [27] 徐爱萍, 胡力, 舒红. 空间克里金插值的时空扩展与实现. 计算机应用, 2011, 31 (1): 273 ~ 276
- [28] 吴秀芹, 张洪岩, 李瑞改, 等. ArcGIS 9 地理信息系统应用与实践. 北京: 清华大学出版社, 2007
- [29] 陈赛赛, 孙艳玲, 杨艳丽, 等. 三北防护林工程区植被景观格局变化分析. 干旱区资源与环境, 2015, 29 (12): 85 ~ 90
- [30] 鲁春阳, 文枫, 杨庆媛, 等. 地级以上城市土地利用结构特征及影响因素差异分析. 地理科学, 2011, 31 (5): 600 ~ 607
- [31] 赵文佳, 董会和, 孙理政, 等. 哈尔滨市城市建设用地结构变化及其影响因素分析. 资源与产业, 2017, 19 (1): 41 ~ 47
- [32] 鲁春阳, 文枫, 杨庆媛. 城市土地利用结构影响因素的通径分析——以重庆市为例. 地理科学, 2012, 32 (8): 936 ~ 943
- [33] 匡兵, 卢新海, 周敏, 等. 武汉城市群城市用地结构时空演变特征及其机理. 经济地理, 2016, 36 (5): 71 ~ 78

SPACE DIFFERENTIATION PATTERNS AND INFLUENCING FACTORS OF "ECOLOGICAL-LIVING-INDUSTRIAL" LAND USE STRUCTURE * ——BASED ON THE PANEL DATA OF 284 CITIES

Zhu Lin¹, Cheng Jiumiao^{1*}, Jin Jing², Fei Luocheng¹, Cheng Jian^{1,3}

(1. College of Geography and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu, Anhui 241003, China;

2. The Land and Resources Bureau of Wuhu City Collects Land and Land to Develop Reclamation Center, Wuhu, Anhui 241005, China;

3. College of Land Science and Technology, China Agricultural University, Beijing, 100193, China)

Abstract To explore the spatial pattern and influencing factors of urban " ecological-living-productive" land use structure, and provide reference for urban land use pattern optimization and urban development. Based on the panel data of 284 prefecture-level city, the spatial pattern of urban " ecological-living-productive " land structure was revealed by GIS spatial analysis, and the influence factors were quantitatively analyzed by using principal component method and multiple linear regression model. The results showed: (1) The spatial distribution law of urban " ecological-living-productive" land was presented at the national scale with different urban agglomerations. (2) The urban production land structure presented the spatial distribution characteristics of " the eastern terrain was higher than the western terrain and the coastal terrain was higher than the inland terrain". The urban living land structure presented the spatial distribution characteristics of " the middle ground was higher, the low-lying area of the east and the west", and the urban ecological land structure presented the spatial distribution characteristics of " the east was low and the west was high". (3) Economic factors, industrial structure, level of infrastructure, ecological environment and urban population were the main control factors of " ecological-living-productive" land structures in the city, and each factor produced different degree of influence due to city grade difference. The spatial pattern and influencing factors of " ecological-living-productive" land structure in different scale cities were different, and we should promote the development strategy of " ecological-living-productive" land for different cities according to the characteristics of different cities.

Keywords " ecological-living-industrial " land; city; land classification; space differentiation patterns; influence factors