

南京市中心城区建设用地的集约利用评价 及空间相关性研究

吕玉珍, 张小林

(南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210023)

[摘要] 以 2014 年为评价时点,南京市中心城区城镇用地规模边界内的建设用地为研究对象,运用多因素评价法对居住、商业等 641 个功能区进行集约利用状况定量评价,在此基础上利用 ESDA 方法研究不同功能区土地利用集约度的空间自相关性. 结果表明:南京市中心城区建设用地表现出以集约利用类型为主,其次为中度利用的特点,居住功能区土地利用集约水平最高,工业功能区土地利用集约水平最低;中心城区主城的建设用地集约利用整体水平高于仙林、东山和江北副城,总体呈现出由核心区向城市外围逐渐降低的空间分布格局;居住、商业、工业、教育功能区土地利用集约度均具有空间正相关性与空间集聚性,居住功能区土地利用集约度的空间相关性较商业、工业、教育功能区更加明显;城市中心多呈高值聚类,应采取结构调整型挖潜方式,通过旧城改造和立体化开发优化土地结构布局,城市边缘呈现低值聚类和少数异常值聚类,应采取内涵管理型挖潜方式,通过加大投入和规划管理提高土地利用强度,提高南京市城市建设用地节地效益.

[关键词] 城市建设用地,节约集约,空间自相关,南京市

[中图分类号] F301.24 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2018)04-0133-07

Study on the Evaluation and Spatial Correlation of Intensive Use of Construction Land in Central Urban Area of Nanjing

Lü Yuzhen, Zhang Xiaolin

(School of Geography, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

Abstract: Taking 2014 as the evaluation point, the construction land within the scale of urban land use in Nanjing center as the object of study, according to the principles and methods of functional area delineation, it was divided into 641 functional areas, including residential, commercial, industry, education, administrative and other functions. It took the method of multi factor evaluation to quantitatively evaluate the intensive utilization of various functional areas, and took the method of ESDA to analyze the spatial autocorrelation of land use intensity to reveal distribution law. The results showed that: the intensive use is the main construction in Nanjing central urban area, followed by moderate utilization; the residential functional area had the highest land use intensity, the industry functional area had the lowest land use intensity; the extent of land intensive utilization is higher in the center than Xianlin, Dongshan and Jiangbei vice city, showed a distribution pattern of decreasing from the center to the periphery; the land use intensity of various functional areas have significant spatial positive correlation and spatial agglomeration, among which the residential function was the best, and the educational function was inferior; the city center with high value of intensive degree should adopt structural adjustment potential tapping method to optimize land structure through urban renewal and three-dimensional development, the city edge with low value of intensive degree should take connotation management potential tapping method to increase the intensity of land use through increasing investment and planning. This paper is expected to provide basis for improving land benefit of urban construction land in Nanjing.

Key words: urban constructional land, saving and intensive, spatial correlation, Nanjing

收稿日期: 2017-12-10.

基金项目: 国家自然科学基金(41571164).

通讯联系人: 吕玉珍, 硕士, 研究方向: 人文地理学. E-mail: 2298812281@qq.com

改革开放以来,我国城市化推进不断加快,人地矛盾逐渐凸显,针对各城市面临的建设用地日益稀缺、结构失衡、布局混乱等问题,国土资源部制定严格的节约集约用地政策,并逐渐健全城市建设用地节约集约评价体系^[1]. 土地节约集约利用强调“节约”与“集约”,前者针对土地浪费和资源分配不公平,后者针对城市土地粗放开发利用,实质是节制利用土地资源总量,降低消耗增加投入,提高土地利用效率的动态进程,从而遏制城市无序扩张,实现城市土地“紧凑型发展”、“精明增长”与“可持续发展”^[2]. 目前,国内学者针对土地节约集约的相关研究主要集中在城市建设用地节约集约评价方法与模型^[3-5]、时空特征差异性分析^[6-7]、驱动力研究^[8-9]、土地集约利用效益研究^[10-11]、土地集约利用差别化对策管控^[12-13]等方面,对城市土地利用集约度在空间上的相关性与相互作用机制着眼较少. 探索性空间数据分析(exploratory spatial data analysis, ESDA)以空间关联测度为核心,可以揭示要素在空间的相关性特征与分布规律,并将其空间聚集和空间异常现象可视化^[14].

南京市位于江苏省西南部,地处中国沿海开放地带与长江流域开发地带的交汇部,作为南京都市圈的核心城市,2014 年城市化水平达 80.7%位于全国前列,土地利用实际情况为建设用地 1 851.62 km²,农用地 4 170.87 km²,其中耕地 2 370.10 km². 为推进建设用地节地提效,南京市根据土地集约利用状况及其空间格局来优化调整用地类型,合理配置城市土地,从而达到经济水平、土地资源、生态环境的有效统一. 为此,本文以南京市中心城区建设用地为研究对象,在对土地利用状况进行定量评价的基础上,运用 ESDA 方法研究各功能区土地利用集约度的空间相关性特征,以期政府决策提供依据.

1 数据来源与研究方法

1.1 研究思路与数据来源

1.1.1 研究思路

依据《南京市土地利用总体规划(2006—2020 年)》确定南京市中心城区城镇规模控制边界,综合土地利用变更调查数据库、城镇地籍数据库、遥感影像图和实地调查,判定城镇规模边界内的所有现状建设用地,形成评价工作地域范围,主要包括主城、仙林副城、东山副城和江北副城,面积为 524.02 km². 依据南京市城市总体规划确定功能分区边界,基于 ArcGIS 工作平台最终划分 641 个功能区,包括 292 个居住功能区,57 个商业功能区,127 个工业功能区、78 个教育功能区、18 个行政办公功能区和 69 个其他功能区,基于基础数据资料调查对各功能区进行土地集约利用状况定量评价,并划分各个功能区的土地利用类型,最后对居住、商业、工业、教育四类功能区的土地利用集约度进行空间相关性分析(行政办公功能区样本量过少,其他功能区由不同用途地类构成,并存在大量空闲地,为降低对土地集约度集聚性分析的影响,将这两类功能区在空间相关性分析中予以剔除).

1.1.2 数据来源

研究中涉及的人口数据来源于各区第六次人口普查常住人口数据并结合每年 5‰~1‰人口变动抽样调查作修正,社会经济数据来源于市、区统计、编办等管理部门,功能区建筑总面积、建筑基底总面积等建设状况数据来源于城镇地籍数据库或地形图,基准地价及土地市场交易数据来源于南京市中心城区的土地级别与基准地价更新成果(2014 年度),市政公用设施水平及环境状况数据来源于 2014 年南京市统计公报,以上来源未覆盖部分数据通过外业实地调查获得.

1.2 研究方法

1.2.1 建设用地集约利用定量评价

用地状况定量评价是权衡城市土地是否集约利用的有效办法,按照《建设用地节约集约利用评价规程》,选取并建立指标体系,采用专家打分法确定指标权重,结合国家、地方的控制性指标和专家咨询结果确立指标理想值,进行评价指标标准化并最终计算得到集约利用指数^[1]. 南京市中心城区各类功能区的具体评价指标体系见表 1.

1.2.2 ESDA 方法

ESDA 属于空间统计学方法,可借助空间相关分析法反映区域各单元同一属性值的类似度来揭示研究对象间的空间联系,众多学者将其应用于土地利用研究,用来探测土地结构要素的空间分布、聚集程度和异常情况^[15-16]. 本文基于 Moran's I 指数和 Anselin local Moran's I 指数从全局和局部两个角度探析土地

利用集约度的空间自相关格局。

表 1 南京市中心城区用地状况定量评价指标及其权重值

Table 1 The quantitative evaluation index and weight value of land use in central urban area of Nanjing

功能区类型	评价指标	重要性排序	指标权重值
居住功能区	综合容积率 R_1	1	0.33
	人口密度 $R_2/(人/hm^2)$	2	0.25
	基础设施完备度 R_3	3	0.19
	住宅地价实现水平 $R_4/\%$	4	0.13
	建筑密度 $R_5/\%$	5	0.10
商业功能区	综合容积率 C_1	1	0.37
	基础设施完备度 C_2	2	0.22
	商业地价实现水平 $C_3/\%$	3	0.27
	建筑密度 $C_4/\%$	4	0.14
工业功能区	综合容积率 I_1	1	0.30
	基础设施完备度 I_2	2	0.15
	单位用地固定资产总额 $I_3/(万元/hm^2)$	3	0.21
	单位用地工业总收入 $I_4/(万元/hm^2)$	4	0.24
	建筑密度 $I_5/\%$	5	0.10
教育功能区	综合容积率 E_1	1	0.35
	基础设施完备度 E_2	2	0.21
	单位用地服务学生数 $E_3/(人/hm^2)$	3	0.29
	建筑密度 $E_4/\%$	4	0.15
行政办公功能区	综合容积率 G_1	1	0.37
	基础设施完备度 G_2	2	0.21
	单位用地服务办公人数 $G_3/(人/hm^2)$	3	0.28
	建筑密度 $G_4/\%$	4	0.14
其他功能区	综合容积率 X_1	1	0.63
	建筑密度 $X_2/\%$	2	0.37

1.2.2.1 全局空间自相关

全局空间自相关分析用来描述空间要素属性在研究区域整体的空间依赖性和平均关联水平,多用全局 Moran's I 指数来体现,其公式为:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (1)$$

式中, n 代表要素总数量; W_{ij} 表示邻近关系; x_i, x_j 分别表示要素 i 、要素 j 的属性值; $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ 表示要素属性均值。Moran's I 指数值区间为 $[-1, 1]$,大于 0 表示要素间的相互作用随空间分布位置的聚集而显著,即空间正相关,小于 0 则相反,表示空间负相关,趋于 0 则表明要素空间分布趋于随机状态。

1.2.2.2 局部空间自相关

局部空间自相关分析可借助空间联系局部指标(Anselin local Moran's I)来描述单元的某一属性值与其邻近范围内单元的同属性值在空间具体位置上的集聚或离群分布特征,分为局部空间正相关和局部空间负相关两种类型,前者表现有高-高集聚(HH 分布)和低-低集聚(LL 分布),凸显空间集聚性;后者表现有高-低集聚(HL 分布)和低-高集聚(LH 分布),凸显空间异质性。Anselin local Moran's I 指数界定为:

$$I_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S^2} \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_j - \bar{x}), \quad (2)$$

式中, $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ 表示单元属性方差。

2 结果与分析

2.1 中心城区建设用地集约利用状况特征分析

2.1.1 总体状况分析

进行建设用地集约利用定量评价得到各个功能区的集约利用指数,采用总分频率曲线图法划分功能区土地利用集约度的分值区段^[17],以 $[100,+\infty)$, $[80,100)$, $[60,80)$ 和 $[0,60)$ 为分类标准,将功能区划分为过度利用区、集约利用区、中度利用区和低度利用区 4 种利用状况类型,各类功能区具体土地集约利用评价结果见表 2。

表 2 南京市中心城区各类功能区土地集约利用评价结果
Table 2 The evaluation results of land intensive use of various functional areas in central urban area of Nanjing

功能区类型	过度利用区			集约利用区			中度利用区			低度利用区			合计		
	个数	面积/hm ²	比例/%	个数	面积/hm ²	比例/%	个数	面积/hm ²	比例/%	个数	面积/hm ²	比例/%	个数	面积/hm ²	比例/%
居住功能区	1	15.99	0.08	192	12 921.91	61.99	86	7 404.55	35.52	13	504.08	2.42	292	20 846.53	48.54
商业功能区	—	—	—	6	54.70	4.48	31	600.99	49.26	20	565.41	46.26	57	1 221.10	2.84
工业功能区	—	—	—	32	1 298.81	9.69	33	3 687.03	27.50	62	8 422.76	62.82	127	13 408.59	31.22
教育功能区	12	401.82	9.52	27	1 356.77	32.14	29	1 280.54	30.34	10	1 182.08	28.00	78	4 221.22	9.83
行政办公功能区	—	—	—	1	5.08	2.56	12	137.85	69.45	5	55.57	27.99	18	198.50	0.46
其他功能区	—	—	—	23	522.84	17.33	7	748.76	24.54	39	1 779.91	58.33	69	3 051.51	7.11
合计	13	417.81	0.97	281	16 160.11	37.63	198	13 859.72	32.27	149	12 509.81	29.13	641	42 947.45	100.00

由表 2 可知,从整体上看,南京市中心城区建设用地利用状况类型以集约利用区占主导,其次是中度利用区,其中集约利用区面积达 16 160.11 hm²,中度利用区面积达 13 859.72 hm²,两种类型总面积占评价土地面积比例分别为 37.63%和 32.27%,低度利用区面积达 12 509.81 hm²,占比为 29.13%,另外,存在 417.81 hm² 过度利用的建设用地。从土地用途上看,居住功能区土地利用集约水平最高,集约利用区和过度利用区总面积占比达 62.07%,居住用地利用效率较高;教育功能区土地利用集约水平也较高,集约利用区和过度利用区总面积占比达 41.66%,其中过度利用面积占比达 9.52%,主要原因是旧城分布较多高校老校区,历史悠久且整体建筑密度较大,人口分布较为密集,导致利用强度较高;商业功能区和行政办公功能区总体表现为中低度利用状态,而工业功能区和其他功能区低度利用态势明显。

2.1.2 空间特征分析

从功能区土地利用状况分布(图 1)能够看出,中心城区主城的土地集约利用水平整体高于副城,集约度显现由城市中心向外围递减、局部变异的空间分布规律。中心区土地级别高,区位交通可达度和基础设施完备度高,人口分布较为密集,土地集约利用水平最高,老城区局部区域由于交通拥挤、绿化率低等环境问题呈过度利用状态;江北副城六合区分布着较多建筑密度大、年代久远的居住小区和农村居民点,导致部分土地利用程度较高;南京经济技术开发区、仙林大学城所在的仙林副城、南京高新技术开发区所在的江北副城浦口区和南京江宁经济技术开发区、江宁大学城所在的东山副城主要分布着工业功能区、教育功能区和低密度、低容积率或别墅类居住功能区,一方面绕城公路范围沿线的工业产业用地正处于外迁退出、开发阶段,利用强度较低,另一方面市郊高校与居住小区基础设施完备度不及中心建成区,用地需求量大,土地集约利用水平较低。

2.2 各类功能区土地利用集约度空间相关性分析

2.2.1 全局空间自相关分析

基于 ArcGIS 软件,以各功能区的土地利用集约度为解析字段,获得全局 Moran's I 指数。由表 3 可知,各类功能区的全局 Moran's I 指数值均大于 0,标准化统计量 Z 验证值均大于正态分布的检验阈值 2.58,且处于 99%的置信区间,表明存在较明显的空间正自相关性,评价工作地域范围内高集约度功能区与低集约度

表 3 各类功能区全局 Moran's I 指数及空间自相关报表
Table 3 Global Moran's I index and spatial autocorrelation reports of each functional area

功能区类型	Moran's I 指数	Z 得分	P 值	置信度
居住功能区	0.61	19.73	0.00	99%
商业功能区	0.53	14.38	0.00	99%
工业功能区	0.45	10.19	0.00	99%
教育功能区	0.28	5.02	0.00	99%

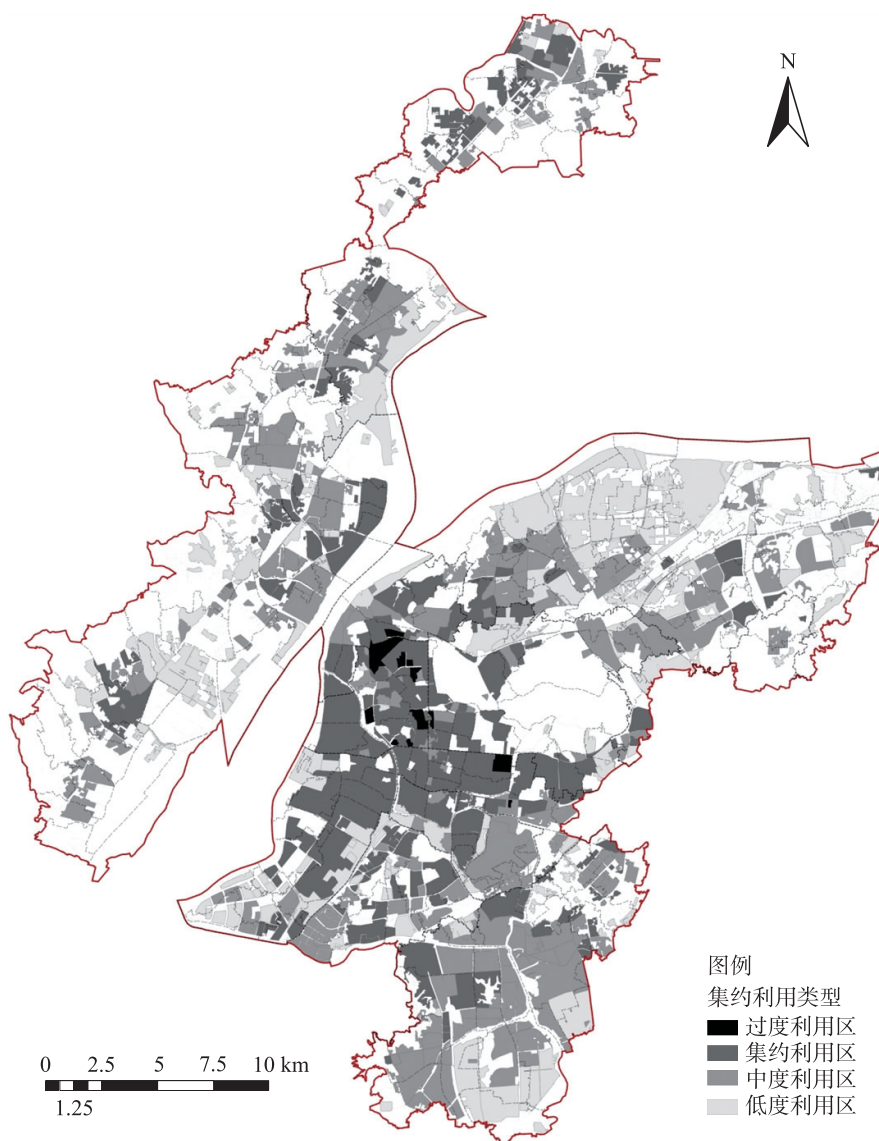


图1 南京市中心城区土地集约利用状况分布图

Fig. 1 Distribution of land intensive use in central urban area of Nanjing

功能区分别在空间上呈集聚分布趋势. 对比各类功能区的报表可知居住功能区的 Moran's I 指数值为 0.61, 高于商业、工业和教育功能区, 空间自相关和空间集聚特征最为明显. 南京市居住用地占主导地位, 面积占评价土地总面积的比例达 48.54%, 空间依赖性比较强; 商业用地功能区多分布在主城, 与居住用地联系紧密, 空间联动效应较强; 工业用地在城区工业园集中分布, 园区内部经济水平、基础设施条件相近, 导致空间正相关; 教育功能区用地标准不一, 但在局部地段分布较为集中, 也表现出微弱的空间相关性.

2.2.2 局部空间自相关分析

基于土地利用集约度在全域空间存在自相关性, 通过 Anselin local Moran's I 探析其在局部空间的相关性与异质性, 并将通过 99% 置信度检验的结果利用 ArcGIS 聚类 and 异常值分析可视化显示, 得到各类功能区土地利用状况的空间聚类情况, 即 LISA 图. 从图 2 可以看出, 各类功能区土地利用集约度均呈现出局部空间集聚特征, 其中 HH 分布主要集中在主城, LL 分布主要集中在主城外围; 居住、商业和工业功能区显现出微弱的空间非常态集聚现象, 即 HL 分布和 LH 分布, 散布在中心城区边缘地带. 整体来说土地利用集约度在老城主要呈高值空间集聚分布, 在主城边缘主要呈低值空间集聚分布并表现出局部空间异质性; 居住和商业功能区以 HH 分布为主, 空间关联性较为显著, 高值点主要集中在新街口、珠江路等市中心一带; 工业功能区以 LL 分布为主, 低值点集中分布在仙林副城与江北副城; 教育功能区则在老城区多呈 HH 分布, 在市郊多呈 LL 分布.

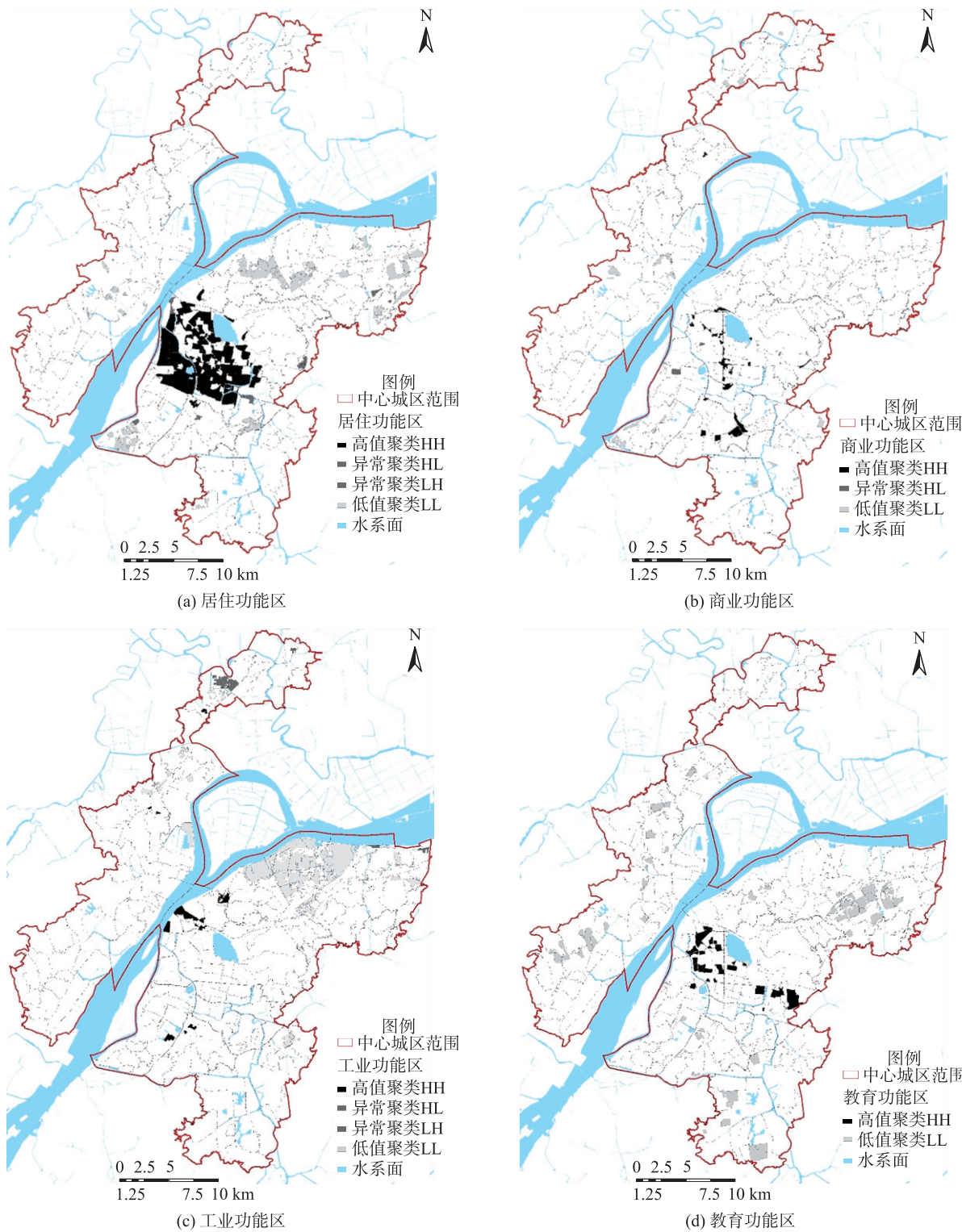


图 2 南京市中心城区各类功能区土地利用集约度空间聚类分布

Fig. 2 Spatial concentration distribution of land intensive use in central urban area of Nanjing

3 结语

本文以 2014 年为评价时点,深入到功能区层面对南京市中心城区建设用地展开调查与定量评价,并采用探索性空间数据分析方法对居住、商业、工业、教育功能区土地利用集约度进行空间相关性研究,探析各类功能区的利用状况及其空间格局特点,得出如下结论:

(1)南京市中心城区共划定了 641 个功能区,土地利用状况以集约利用类型占主导,其次为中度利

— 138 —

用,居住功能区土地利用集约水平最高,工业功能区土地利用集约水平最低;中心城区主城的土地利用集约水平明显高于副城,土地利用集约度总体呈现由城市中心向外围逐渐降低的空间分布格局。

(2)南京市中心城区居住、商业、工业、教育功能区均表现出全局空间正相关特征和局部空间集聚特征,居住用地的空间自相关与空间集聚特征较商业、工业、教育用地更为显著,居住和商业功能区主要为高值聚类型,工业和教育功能区主要为低值聚类型;土地利用集约度由中心城区主城向外围表现出高值聚类向低值聚类过渡的空间规律,并在边缘表现出空间异质性特征。

(3)南京市中心城区土地集约利用应采取针对性差别化管控。对于土地集约利用水平较高且高值聚类明显的老城区,应采取结构调整型挖潜方式,改造整治集中在鼓楼区、秦淮区的低矮建筑、棚户区与老旧房屋,改善老城面貌,提升环境友好度,通过建设高架快速公路系统、地铁交通网络等方式开发利用地上空间和地下空间,缓解中心区交通压力,逐步形成城市建设用地立体化利用模式;对于土地集约水平略低、低值聚类明显、存在高低值聚类现象的老城区外围和城市边缘区,应采取内涵管理型挖潜方式,根据区域实际需求规划和控制用地规模以避免土地粗放浪费和闲置现象,加快提高基础设施完备程度和生活宜居度,并加大资本、人力物力与技术的投入,发展引进高新技术产业,提高土地利用强度。在此基础上,形成以政府为主导、市场辅助推进的良好模式,科学规划,合理配置,功能组合优化土地结构,推动南京市中心城区建设用地节地提效,提高南京城市综合运行效率与活力。

[参考文献]

- [1] 国家土地资源部. 建设用地节约集约利用评价规程:TD/T 1018—2008[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [2] 帅文波,杜新波. 土地节约集约利用内涵及机制研究[J]. 生态经济(中文版),2013(4):52-57.
- [3] 关威,李淑杰,范晓峰,等. 基于模糊综合评判法的长春市建设用地节约集约利用评价[J]. 湖北农业科学,2017,56(6):1173-1175.
- [4] 任远辉,郭雯,陈伟强,等. 基于层次分析法的建设用地节约集约效益研究:以商丘市为例[J]. 中国农学通报,2016,32(26):87-91.
- [5] 朱一中,曹裕. 基于PSR模型的广东省城市土地集约利用空间差异分析[J]. 经济地理,2011,31(8):1375-1380.
- [6] 关涛,蒋明利,欧阳安蛟,等. 浙江省城市区域建设用地节约集约利用动态变化特征分析及总体趋势[J]. 上海国土资源,2017,38(1):4-8.
- [7] 强妮,单林春. 宁夏城市建设用地节约集约利用时空差异性分析[J]. 国土与自然资源研究,2017(3):1-5.
- [8] 李福平,田云. 武汉市开发区土地集约利用评价及其影响因素分析[J]. 湖北农业科学,2017,56(1):47-50.
- [9] 王群,王万茂,金雯. 中国城市土地集约利用研究中的新观点和新方法:综述与展望[J]. 中国人口·资源与环境,2017(Suppl 1):95-100.
- [10] 宋成舜,许翠,谈兵,等. 基于耦合关系的城市土地集约利用效益研究:以咸宁市为例[J]. 华中师范大学学报(自然科学版),2013,47(2):265-270.
- [11] 王秀,姚玲玲,李阳,等. 新型城镇化与土地集约利用耦合协调性及其时空分异:以黑龙江省12个地级市为例[J]. 经济地理,2017,37(5):173-180.
- [12] 刘阳. 土地节约集约利用差别化对策研究[J]. 管理观察,2017(16):113-114.
- [13] 孔伟,郭杰,欧名豪. 不同经济发展水平下的建设用地集约利用及区域差别化管控[J]. 中国人口·资源与环境,2014,24(4):100-106.
- [14] ANSELIN L. Interactive techniques and exploratory spatial data analysis[M]. New York:John Wiley & Sons,1999:253-266.
- [15] 赵丽红,陈文波,邵虹. 南昌市中心城区城市建设用地集约利用特征及空间相关性分析[J]. 长江流域资源与环境,2015,24(8):1286-1292.
- [16] 付金霞,郑粉莉,李媛媛. 小理河流域土地利用空间自相关格局与影响因素分析[J]. 农业机械学报,2017,48(1):128-138.
- [17] 马文东,李宛珊,黄春芳. 桂平市中心城区建设用地节约集约利用评价[J]. 安徽农业科学,2017,45(11):191-193.

[责任编辑:丁 蓉]