

县域工业化进程中各地类效益及空间变化研究 ——以宁波市鄞州区为例

宓泽锋¹, 李伟芳^{2*}, 曾刚¹, 朱菲菲²

(1.华东师范大学 中国现代城市研究中心, 上海 200241; 2.宁波大学 建筑工程与环境学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 利用 Stata 和 GeoDa 软件对鄞州区土地利用进行回归分析和空间分析, 研究结果表明: (1) 各地类的集聚层次性显著; (2) 各地类的经济效益差距变大; (3) 经济效益变化是影响土地利用变化的重要因素, 由此提出提升土地利用效益应是调控土地利用方式的首要手段。

关键词: 鄞州区; 工业化; 土地类型; 空间自相关; GDP

中图分类号: K902

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2016) 02-0094-05

随着中国经济的快速发展, 国家内部空间形态正发生急剧变化。自 1980 年以来, 我国东部地区农地利用的总播种面积明显下降, 中西部地区则有不同程度的扩大^[1]。虽然保护耕地是我国的基本国策, 但实际上耕地仍在继续向效益更高的其他土地用途转移^[2]。建设用地方面, 我国建设用地处于快速低效扩张状态^[3]。同时随着社会的发展, 人们对土地的需求量越来越大, 土地资源日益稀缺, 未利用地被大量开发^[4]。我国东部沿海发达省市逐渐进入工业化后期甚至后工业化时期, 很多地区正处于快速工业化状态^[5], 因此对工业化发展过程中的土地利用变化研究具有重要意义。

空间过程是生态环境、社会经济和地理系统的基本运动形式之一^[6]。20 世纪 80 年代以前, 土地利用研究以现状分析为主, 缺乏时间和空间维度的演化分析^[7]。随着信息技术的发展, GIS 技术得到广泛运用^[8-11], 空间自相关理论发展得到重视^[12-13], 并在研究区域空间特征和变化上得以应用^[14-17]。

浙江省宁波市鄞州区在 1996~2008 年快速发展, 长期位列中国百强市辖区前列, 人均 GDP 从 14 921 元激增到 82 052 元。2008 年的一、二、三产业产值比为 3.7:64.7:31.6, 一产从业人员降至 8%, 从经济意义上基本实现了从工业化初期向工业化

后期的转变。本文根据鄞州区 1996 年和 2008 年的土地和经济数据, 通过线性回归和空间分析探讨了鄞州区在工业化发展过程中的土地利用变化。

1 数据来源及研究方法

1.1 数据来源

本研究数据来自《鄞州区统计年鉴》、《鄞县统计年鉴》、《鄞县土地志》以及《宁波市鄞州区国土资源志》。改革开放以来, 鄞州区对各乡镇有过多次调整, 根据实际情况, 统一以最大面积进行计算, 即若存在 1 个乡镇分割或 2 个乡镇合并情况, 以较大乡镇进行统计。其中: 茅山镇、首南街道、姜山镇归入姜山镇计算, 梅墟街道与邱隘镇归入邱隘镇计算, 杖锡镇与章水镇归入章水镇计算。涉及到中河街道的数据均分给钟公庙镇与下应镇(中河街道由钟公庙与下应镇各划分出一部分组成), 街道的称呼均改为镇。由此, 共计为 21 个乡镇, 分别为瞻岐镇、咸祥镇、塘溪镇、章水镇、东吴镇、五乡镇、邱隘镇、下应镇、云龙镇、横溪镇、姜山镇、钟公庙镇、高桥镇、横街镇、集士港镇、古林镇、石碇镇、洞桥镇、鄞江镇、龙观乡、东钱湖镇。

1.2 研究方法

采用多元线性回归对各地类利用效率进行测

收稿日期: 2015-03-19.

宁波大学学报(理工版) 网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家自然科学基金(60874083); 浙江省教育厅科研项目(Y200907622); 宁波大学科技学院预研项目(003-21021003)。

第一作者: 宓泽锋(1991-), 男, 浙江余姚人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 区域发展和经济地理。E-mail: mizefeng1991@163.com

*通信作者: 李伟芳(1961-), 男, 浙江宁波人, 副教授, 主要研究方向: 土地利用规划与土地资源管理。E-mail: liweifang@nbu.edu.cn

算,以反映在工业化初期和后期各土地利用类型相对利用效率的变化。继而利用空间自相关对土地利用空间分布进行展现,同时结合各地类重心的变化以及各地类的回归系数,进一步探讨工业化进程中地类的空间分布变化与经济间的联系。

1.2.1 多元线性回归

设 Y 为因变量, $X_1, X_2, \dots, X_k$ 为自变量,且自变量与因变量之间为线性关系,则多元线性回归模型为:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_k X_k + e,$$

式中: b_0 为常数, $b_1, \dots, b_k$ 分别为 $X_1, \dots, X_k$ 的系数, e 为残差。

1.2.2 空间自相关

(1)空间权重矩阵构建。运用 GeoDa 软件进行空间自相关分析。空间权重矩阵选用 K-nearest 邻近权重矩阵,取 $K=4$ 。

(2)全局空间自相关。以 Moran's I 系数分析空间自相关性。其公式为:

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

$$Z = \frac{1 - E(I)}{\sqrt{Var(I)}},$$

式中: n 表示乡镇的个数, x_i 和 x_j 表示被研究乡镇 i 和 j 相应的属性值。 $\bar{x}$ 表示所有乡镇被研究属性的均值。由此可见, Moran's I 系数的值在 $[-1, 1]$ 区间,正值表示正相关,负值表示负相关,为零时表示随机分布不相关。 Moran's I 值采用 Z 检验: $E(I)$ 为 I 值的期望, $Var(I)$ 为 I 值的方差。一般 $Z(I)$ 的绝对值大于 1.96, 则认为变量的空间自相关显著。

(3)局部空间自相关主要通过 Moran 散点图和 LISA 图结合分析。其计算公式为:

$$I_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sum_{j=1, j \neq i}^n x_j^2 / (n-1) - \bar{x}^2} \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_j - \bar{x}),$$

$$Z(I_i) = \frac{I_i - E(I_i)}{\sqrt{Var(I_i)}}.$$

1.2.3 地类重心变化计算及相关分析

采取加权方式进行重心坐标计算,其公式为:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{21} \left(\frac{S_i}{S} x_i \right), \quad \bar{y} = \sum_{i=1}^{21} \left(\frac{S_i}{S} y_i \right),$$

式中: i 表示第 i 个乡镇, x_i 和 y_i 表示 i 个乡镇的 x 坐标和 y 坐标, S_i 表示 i 个乡镇的 S 类别值, S 表示 S 类别总值。 $\bar{x}$ 和 $\bar{y}$ 表示 S 类别在鄞州区的重心坐标。

在进行相关分析时,先进行标准化处理,再采用 Pearson 相关计算。标准化计算公式为:

$$a_i = A_i / \sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i^2)},$$

式中: A_i 表示第 i 个地类的数值, n 表示地类种类。

2 各地类与 GDP 的回归分析

对鄞州区各乡镇的年度数据进行回归分析,其中 GDP 作为因变量,1996 年和 2008 年的地类面积为自变量。将土地类型划分的一级类和二级类进行回归分析,经怀特检验,显示不存在异方差。分析结果发现,鄞州区一级地类中建设用地面积与 GDP 之间存在显著正相关,且 2008 年的正相关系数是 1996 年的 4.57 倍,说明建设用地与 GDP 的正相关性变强。农用地和未利用地不显著,即在一级地类中仅建设用地对 GDP 有显著的正相关性(表 1)。

表 1 鄞州区 1996 年和 2008 年地类回归分析

地类	类型	1996 年			2008 年		
		面积占	回归	标准	面积占	回归	标准
		比/%	系数	误	比/%	系数	误
一级	农用地	75.39	-1.32	1.12	73.69	-6.97	10.62
	建设用地	10.15	62.68***	11.28	17.34	286.00***	63.42
	未利用地	14.46	-5.94	4.97	8.96	-77.51	54.41
二级	耕地	31.39	3.96	3.53	25.95	-37.72	43.16
	园地	4.18	-18.21	22.11	4.11	-236.50*	125.70
	林地	39.82	-0.44	2.29	39.88	4.14	11.70
	其他农地	—	—	—	3.75	971.50**	381.30
	民工矿地	7.81	25.75	22.25	14.01	74.73	59.80
	交通用地	2.34	119.70**	45.05	2.08	1 316.00***	190.00
	水利用地	—	—	—	1.25	-716.70	399.80
	未利用地	3.77	17.82	17.48	1.68	382.00	305.10
	其他用地	—	—	—	7.28	-99.63**	39.89
	水域	10.69	-1.15	4.68	—	—	—

注:以 GDP 为因变量,地类为自变量进行回归,其中***为 $P < 0.01$,

**为 $P < 0.05$, *为 $P < 0.1$ 。

鄞州区二级地类中与 GDP 呈显著相关的土地利用类型从 1996 年的 1 个地类变为 2008 年的 4 个地类,说明土地利用方式对于地区产值创造的影响日益显著,不同地类的产值创造能力的差别正

在扩大. 交通用地以及交通运输用地与鄞州区各乡镇的 GDP 呈显著的正相关, 且 2008 年的相关系数是 1996 年的 10.99 倍, 说明交通发展对地区 GDP 的重要意义凸显. 园地系数从 1996 年的不显著负相关变为 2008 年显著负相关性, 说明鄞州区园地的产值创造能力相对弱化(表 1).

进一步对各地类面积差进行标准化, 并与回归系数差的标准化值进行相关分析, 得到相关系数为 0.500, 表明各地类面积变化与各地类的经济效益变化存在中度正相关关系.

3 土地利用变化空间分析

3.1 二级地类的空间自相关分析

3.1.1 二级地类全局空间自相关分析

由于各乡镇面积差异大, 对各乡镇的地类进行运算时, 均先进行标准化, 其公式为:

$$ST_i = x_i / S_i,$$

式中: ST_i 表示标准化后的 X_i 值, X_i 表示 i 乡镇对应地类面积, S_i 表示 i 乡镇的总面积.

在 1996~2008 年间, 鄞州区的交通用地、居民点及工矿用地的集聚程度越来越高, 与此同时, 耕地、园地以及未利用地的集聚程度则出现较大的弱化. 耕地比重从 31.39% 下降到 25.95%. 园地面积

变化较小(比重从 4.18% 下降到 4.11%), 但 Moran's I 值和 Z 值变化较大, 说明园地在鄞州区内的置换现象显著. 未利用地的比重从 1996 年的 3.77% 下降到 1.68%, 从不显著的负相关变为显著的正相关, 说明未利用地持续得到开发, 且开发的空间集聚现象较为显著(表 1 和表 2).

表 2 1996 年和 2008 年二级地类全局 Moran's I 值

类型	1996 年	Z 检验	2008 年	Z 检验
耕地	0.458 514	3.716 6	0.207 551	1.978 9
园地	0.351 748	3.054 8	-0.122 377	-0.574 6
林地	0.433 531	3.654 8	0.420 879	3.659 2
居民工矿地	0.381 850	3.594 4	0.483 074	4.043 9
交通用地	0.326 458	3.608 5	0.414 454	4.142 9
未利用地	-0.613 888	-0.115 1	0.186 671	2.052 0

3.1.2 各地类局部空间自相关分析

在各地类的空间分布上, 耕地、居民点及工矿用地、交通用地在中心地区呈现集聚, 而园地、林地、未利用地总体呈现中心稀疏、周边集聚的趋势. 耕地和未利用地的集聚区域开始远离鄞州区中心地区, 林地和交通用地集聚较为稳定, 园地和居民点及工矿用地有向经济中心进一步集聚的趋势. 总体而言, 鄞州区在工业化初期向后期的发展过程中, 各地类空间分布的经济指向性在增强(图 1).

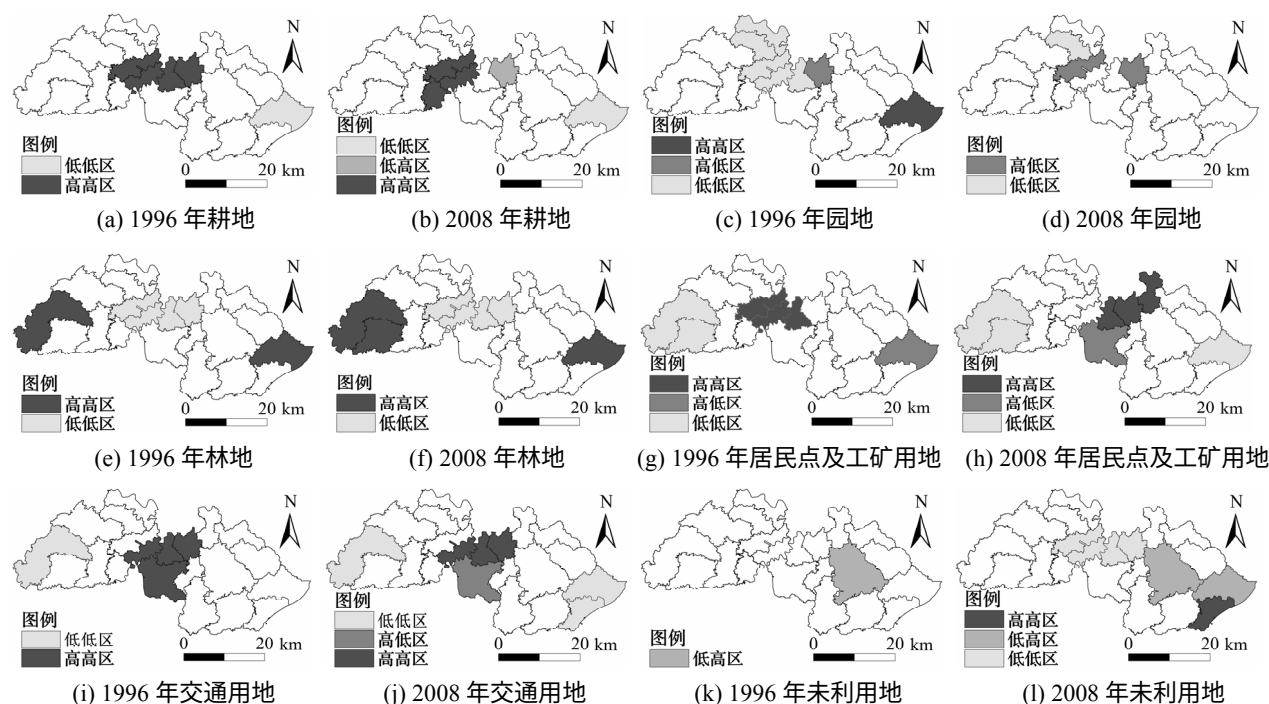


图 1 鄞州区 1996 年与 2008 年二级地类局部空间自相关图(LISA)

表3 各地类重心变化

类型	地类名称	1996年到经济 中心距离	2008年到经济 中心距离	重心距离 差值	回归系 数差值	重心距离差 值标准化	回归系数差 值标准化
一级地类	农用地	3 555.72	3 713.20	-158.77	-5.66	-0.081 9	-0.023 1
	建设用地	2 454.70	1 307.20	1 147.50	233.92	0.591 8	0.956 0
	未利用地	7 252.64	8 807.63	-1 555.00	-71.57	-0.801 9	-0.292 5
二级地类	耕地	1 536.91	2 157.24	-620.33	-41.68	-0.376 7	-0.032 8
	园地	4 728.86	4 201.95	516.91	-218.29	0.313 9	-0.171 7
	林地	5 131.72	4 883.45	248.27	4.57	0.150 8	0.003 6
	居民工矿地	2 924.07	2 041.28	882.79	48.98	0.536 1	0.038 5
	交通用地	984.74	423.08	561.66	1 196.30	0.341 1	0.941 2
	未利用地	3 093.77	4 044.23	-950.46	364.18	-0.577 2	0.286 5

3.2 鄞州区地类重心空间变化分析

由于鄞州区 GDP 重心位置一直稳定在区政府所在地钟公庙镇,故以钟公庙镇中心为固定经济中心点进行分析。为表现鄞州区 1996 年和 2008 年各地类空间分布与经济效益间关系,进一步计算了 1996 年与 2008 年各地类重心变化的差值以及各地类与 GDP 回归系数的差值,标准化后进行相关分析。各地类情况不尽相同,但总体而言,除二级地类中的园地和未利用地因变动较大,出现重心距离差值和回归系数差值的正负号不同外,其余地类均表现出正负号的一致性。将重心距离差值和回归系数差值标准化后进行相关分析,得到相关系数为 0.502,即各地类重心到经济中心的距离变化跟其经济效益变化呈现中度正相关关系(表 3)。

4 结论及建议

(1)各地类集聚的层次性显著。从各地类的 Moran's I 系数和 Z 检验值可知,各地类的空间集聚情况十分显著,耕地、居民点及工矿用地、交通用地这三大类在中心地区呈现集聚;而园地、林地、未利用地总体呈现中心稀疏,周边集聚的趋势。在鄞州区工业化发展中,各地类的空间集聚状况仍保持显著状态,但各地类的集聚区域开始转移,总体呈现经济效益低的地类往外移动,经济效益高的地类往中心集聚的趋势。

(2)各地类间的经济效益差距拉大。比较 1996 年和 2008 年各地类的回归系数,可发现在工业化进程中,各地类的经济效益差距拉大。一级地类中农用地和未利用地的相对效益减少,而建设用地

的经济优势更加凸显;二级地类中延续了一级土地大类中的总体趋势,其中耕地的相对效益下降和居民点及工矿用地的相对效益上升是城乡差距扩大的重要体现,而交通用地效益凸显则反映出交通设施建设在工业化进程中有着重要推动作用。

(3)各地类的空间变化与经济效益变化相关性。在各大类变化中,各地类的面积变化和空间重心变化均与 GDP 的回归系数变化呈现中度正相关性,说明在鄞州区在工业化进程中,土地的经济效益对土地利用有极大的影响,表现为以经济效益为基础的利用和集聚趋势。可见在工业化进程中,市场力量在土地利用中的影响显著。

土地利用问题特别是耕地保护等问题一直受到各界的关注。本研究结果表明,在工业化进程中土地的经济效益是影响土地性质转变的重要因素。因此,在我国仍总体处于工业化中期阶段的国情下,我国对土地利用的宏观调控应更多地发挥市场力量,即提高土地的利用效率。同时,可进一步深化土地利用变化与经济发展之间的关系研究,做好对土地利用变化的预测和调控。

参考文献:

- [1] 刘成武,李秀彬. 1980 年以来中国农地利用变化的区域差异[J]. 地理学报, 2006, 61(2):139-145.
- [2] 蔡运龙. 中国农村转型与耕地保护机制[J]. 地理科学, 2001, 21(1):1-6.
- [3] 杜官印,蔡运龙. 1997-2007 年中国建设用地在经济增长中的利用效率[J]. 地理科学进展, 2010, 29(6):693-700.
- [4] 徐健,周寅康,金晓斌,等. 基于生态保护对土地利用

- 分类系统未利用地的探讨[J]. 资源科学, 2007, 29(2): 137-141.
- [5] 齐元静, 杨宇, 金凤君. 中国经济发展阶段及其时空格局演变特征[J]. 地理学报, 2013, 68(4):517-531.
- [6] 王劲峰, 王智勇. 地理信息空间分析的理论体系探讨[J]. 地理学报, 2000, 55(1):92-103.
- [7] 戴尔阜, 蔡运龙. 土地可持续利用的系统特征与评价[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2002, 38(2):231-238.
- [8] MILLER H J. Tobler's first law and spatial analysis[J]. *Annals of the Association of American Geographers*, 2004, 94(2):284-289.
- [9] 龙花楼, 刘彦随, 邹健. 中国东部沿海地区乡村发展类型及其乡村性评价[J]. 地理学报, 2009, 64(4):426-434.
- [10] 刘彦随, 杨忍. 中国县域城镇化的空间特征与形成机理[J]. 地理学报, 2012, 67(8):1011-1020.
- [11] 蔡玉梅, 刘彦随, 宇振荣. 土地利用变化空间模拟的进展[J]. 地理科学进展, 2005, 23(4):63-71.
- [12] CLIFF A, ORD K. Testing for spatial autocorrelation among regression residuals[J]. *Geographical Analysis*, 1972, 4(3):267-284.
- [13] 吕韬, 曹有挥. “时空接近”空间自相关模型构建及其应用[J]. 地理研究, 2010, 29(2):351-360.
- [14] 孟斌, 王劲峰, 张文忠, 等. 基于空间分析方法的中国区域差异研究[J]. 地理科学, 2005, 25(4):393-400.
- [15] 马荣华, 顾朝林, 蒲英霞, 等. 苏南沿江城镇扩展的空间模式及其测度[J]. 地理学报, 2007, 62(10):2011-2022.
- [16] 曾庆泳, 陈忠暖. 基于 GIS 空间分析法的广东省经济发展区域差异[J]. 经济地理, 2007, 27(4):558-561.
- [17] 朱子明, 祁新华. 基于 Moran'I 的闽南三角洲空间发展研究[J]. 经济地理, 2009, 29(12):1977-1980.

Variation of Benefits and Usage Types of Land Space in Process of Industrialization at County Level: A Case Study on Yinzhou District

MI Ze-feng¹, LI Wei-fang^{2*}, ZENG Gang¹, ZHU Fei-fei²

(1.Center for Model Chinese City, East China Normal University, Shanghai 200241, China;

2.Faculty of Architectural, Civil Engineering and Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: China has been in the process of rapid industrialization, in which the rational use of the land should be considered a prioritized issue. Yinzhou District between 1996 and 2008 progressed from its initial development to later industrialization. In this paper, the land use of Yinzhou District is analyzed using Stata and GeoDa software to conduct both the regression analysis and spatial autocorrelation analysis. The outcomes indicate that: (1) The agglomeration of land usage types has a good hierarchy. (2) The gap of economic benefits among the different land usage types is becoming widened. (3) The economic benefit is one of the important factors that plays an important role in the change of land use.

Key words: Yinzhou district; industrialization; land types; spatial autocorrelation; GDP

(责任编辑 史小丽)