



基于信息熵的山东省城市建设用地演变及驱动力分析

曲鲁平¹,张全景^{1,2},翟腾腾¹

(1.曲阜师范大学地理与旅游学院,山东日照 276826;2.曲阜师范大学土地研究中心,山东日照 276826)

摘要:以山东省为研究区域,基于信息熵方法探讨2006—2015年城市建设用地结构及规模演变,并采用主成分分析开展了驱动机制分析。研究发现,山东省城市建设用地规模逐年增加,在空间上存在较大差异,东部沿海经济发展较快的城市扩张较为显著。建设用地结构信息熵呈先下降后上升再下降的波动态势,均衡度也呈波动变化,居住用地、工业用地在山东省城市建设用地中处于优势地位,山东省的城市建设用地仍处在开发状态。经济发展、人口变动、交通及产业结构是影响城市建设用地动态变化的主要驱动因子。

关键词:城市建设用地;信息熵;驱动力;山东省

中图分类号:P963

文献标识码:C

doi:10.12128/j.issn.1672-6979.2019.02.012

引文格式:曲鲁平,张全景,翟腾腾.基于信息熵的山东省城市建设用地演变及驱动力分析[J].山东国土资源,2019,35(2):69-75. QU Luping, ZHANG Quanjing, ZHAI Tengting. Analysis on Evolution and Driving Force of Urban Construction Land in Shandong Province Based on Information Entropy[J]. Shandong Land and Resources, 2019, 35(2): 69-75.

0 引言

随着城市化的不断推进,人口聚集产生的聚集效应引起社会需求量的增加,进而导致城市建设用地加速扩张,城市建设用地内部结构也不断发生变化^[1]。其不仅反映了城市内部建设用地各地类比例状况,也是显示一定区域内城市扩张的标志,还能够映射出一定区域范围、一定时期的经济社会的发展状态。《国家新型城镇化规划》中明确指出,要按照“五位一体”的总体布局,走绿色、高效、集约的土地资源开发道路,切实提高新型城镇化背景下土地资源开发的综合效益。在建设用地审批的严格控制以及供应不足的现状下^[2],进行城市建设用地结构的研究,对城市土地利用结构的优化调整、土地利用规划的制定和效益评价^[3]、促进新型城镇化过程中城市建设用地与经济社会系统相协调具有重要意义。

当前,国内外相关学者对建设用地的研究也取得了较为显著的成果。吕晓^[4]对建设用地扩张的空间均衡态势进行分析,探讨了建设用地扩张与多因素间的耦合关系;何丹^[5]探讨了城市建设用地适宜性评价的指标体系;鲁华宇^[6]从数量和布局上分析了建设用地存在的问题;梁发超^[7]对建设用地景观格局动态演变进行分析,探讨建设用地的演变机制。对于建设用地结构的研究主要集中于建设用地结构布局以及建设用地结构评价上,对城市建设用地内部结构动态演化的研究也主要集中于单个具有显著性特征的大城市。在建设用地的空间研究上,学者多采用马尔科夫链^[8]、神经网络分析法^[9]、洛伦兹曲线和基尼系数法^[10]等。信息熵可以用来描述、刻画系统的有序程度,利用信息熵可以综合的反应城市建设用地结构在一定时期内的动态变化。该文借鉴前人的研究成果以及城市建设用地相关标准规范,对城市建设用地分类变更前后数据进行重新

收稿日期:2018-06-30;修订日期:2018-08-15;编辑:曹丽丽

基金项目:山东省社科规划项目:山东省农地流转与新型城镇化的耦合机制与创新研究(18CSJJ31)

作者简介:曲鲁平(1992—),女,山东威海人,硕士研究生,研究方向为土地利用管理;E-mail:qlp921016@163.com

通讯作者:张全景(1967—),男,山东东明人,博士,教授,硕士生导师,主要从事土地利用管理研究;E-mail:zhqj9988@aliyun.com

分类整合得到统一的分类标准,利用信息熵的方法分析山东省近年来城市建设用地结构的演化特征,并利用主成分分析法,对山东省建设用地演化的经济社会影响机制的驱动力进行定量化分析。

1 研究区概况

山东省总面积 15.71 万 km^2 , 占全国总面积的 1.64%。全省下辖 17 个地级市。山东省作为中国经济最发达的省份之一,在全国经济建设和社会发展中具有举足轻重的地位。截至 2015 年末,山东省常住人口 9 847 万人,实现生产总值 6.30×10^4 亿元,人均生产总值 6.42×10^4 元,公路通车里程达到 26.50 万 km 。与经济社会发展速度相对应的城市建设用地也呈现出快速扩张的趋势^[11],自 2006 年来,每年以 4.8% 左右的速度增长,至 2015 年末,山东省城市建设用地就达到了 4 407.70 km^2 ,年均增长达到 165.45 km^2 。

2 数据来源和研究方法

2.1 数据来源

研究采用的数据主要包括 2 类:建设用地数据主要来自《中国城市建设统计年鉴》2006—2015 年;经济社会指标主要来自《山东统计年鉴》、《中国城市年鉴》。部分指标数据无法直接通过相应计算得到。该文城市建设用地是指市辖区建成区内建设用地,由于自 2012 年城市建设用地划分标准变更,因此为研究需要,依据《城市用地分类与规划建设用地标准(GBJ137-90)》和《城市用地分类与规划建设用地标准(GB50137-2011)》,将城市建设用地分为居住用地、公共设施用地(公共管理和公共设施用地和商业服务业用地)、工业用地、物流仓储用地、道路交通用地、公用设施用地、绿地共 7 类。并根据此重分类数据对山东省建设用地结构进行研究。

2.2 研究方法

2.2.1 信息熵

信息熵是由美国数学家香农提出,由于信息是系统有序程度的度量,因此信息熵就成为描述、表征系统不确定程度以及测度系统紊乱程度的指标。建设用地结构信息熵可以综合地反映一定时期研究区

域内各建设用地类型的动态变化以及转化的程度,对区域建设用地结构规划、调整具有一定指导作用^[11]。因此,信息熵就成为了刻画空间规律的重要特征量^[12]。从理论上讲,土地利用信息熵值的大小可以反映土地利用结构的有序程度。在建设用地结构研究中用来从整体上反映其结构的多样性。假定一个城市建设用地总面积为 S ,可根据职能分成 n 种类型,每类的面积 $S_i (i=1, 2, \dots, n)$,各种建设用地类型的面积占该区域建设用地总面积的比例为 P_i ^[13],则建设用地结构信息熵可定义为:

$$H(x) = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \quad (1)$$

信息熵 H 用来描述城市建设用地的多样性。其大小能够反映建设用地的类型数量和各类建设用地面积分布的均匀有序程度。当熵值 H 越大时,则说明建设用地的类型越多,各地类面积越接近^[14]。当研究区域内建设用地面积相等,即 $S_1 = S_2 = \dots = S_n$ 时,则信息熵值最大。由于信息熵本身存在一些弊端,使不同阶段的可比性不大,因此为提高研究精度,引入均衡度和优势度进行进一步说明。

$$E = \frac{H}{H_{\max}} = - \frac{\sum P_i \ln P_i \ln P_i}{\ln(n)} \quad (2)$$

E 表示均衡度, $E(0, 1)$, E 的值越大,表明建设用地结构越均衡;反之, E 越小,则表明建设用地结构越不均衡。当 $E=1$ 时,则建设用地的利用达到最理想的均衡状态,当 $E=0$ 时,均质性较差,开发状态不稳定。

$$D = 1 - E \quad (3)$$

D 表示优势度,优势度是指在研究区域内,建设用地中的某一种或某几种建设用地类型在该研究区域范围内起支配地位的程度。

2.2.2 主成分分析

主成分分析法最早是由 K. 皮尔森对非随机向量提出来的,尔后 H. 霍特林将该方法推广到随机向量。在分析一些问题时,经常会收集与研究对象相关的尽可能多的信息,以期获得对研究对象较为全面的认识,但是过多的变量在处理和 analysis 中较为繁琐,大量的信息会对分析造成障碍,而主成分分析法可以较好地克服这一障碍。主成分分析法就是通过降维的方法,在尽量减少信息损失量的前提下,将内部相互关联的各个指标降维到少数几个综合性的指标来描述和综合反映原来较多的信息^[15]。它是通

过协方差矩阵的内部结构关系,将原始数据利用线性组合形成几个综合性的指标(即主成分),通过主成分分析方法,可以在研究复杂的多种指标时抓住主要矛盾。

3 山东省城市建设用地动态演变分析

3.1 城市建设用地规模变化

从时间上看(图 1),山东省城市建设用地规模近十年来不断上升,从 2006 年的 2 753.18 km² 增加到 2015 年的 4 407.70 km²,10 年间净增长 1 654.52 km²,年平均增长率约 4.8%。居住用地、工业用地仍然是占城市建设用地总规模较大的地类,其规模变化也较为显著。居住用地从 2006 年的 824.29 km² 增长到 1 308.03 km²,年均增长 4.73%,工业用地由 643.66 km² 增加到 1 044.10 km²,年均增长 4.96%。城市建设用地各地类的规模均呈现增长态势,增长规模较大的为道路交用地、绿地,年均增长率分别达到 5.01%、5.20%,物流仓储用地增长幅度较小,增长率为 3.30%。

从空间上看(图 1),城市建设用地增长规模在空间上存在较大差异,增长总量高值区主要集中在东部沿海核心城市青岛、烟台,其中青岛市增长量最高,10 年间增量达到 278.55 km²;中值区主要是在威海、潍坊、临沂、济宁、济南、德州;低值区主要是在东营、滨州、日照、枣庄、莱芜、泰安、菏泽、聊城。随着山东半岛蓝色经济区发展规划的不断推进实施,作为经济社会发展领头城市、且具有优越区位的青岛、烟台两市的城市建设用地总量也增长较大。

山东省各市城市建设用地年均增长率差异也较为显著,近十年来,德州市、聊城市、菏泽市、莱芜市、济宁市建设用地增长速率较快,增速达到 6% 以上;青岛市、烟台市、威海市、临沂市、滨州市、淄博市、潍坊市平稳增长,增速一般在 3%~6%;枣庄市、泰安市、济南市、东营市增速放缓,增速小于 3%。随着山东省西部隆起带发展规划的实施推进,山东省西部城市也加速推进经济、社会建设及产业结构的调整,因此建设用地的需求也不断增加,建设用地的总规模也快速增长。

3.2 城市建设用地结构变化

通过对山东省 2006—2015 近十年的城市建设用地构成及信息熵、均衡度、优势度的变化分析(表

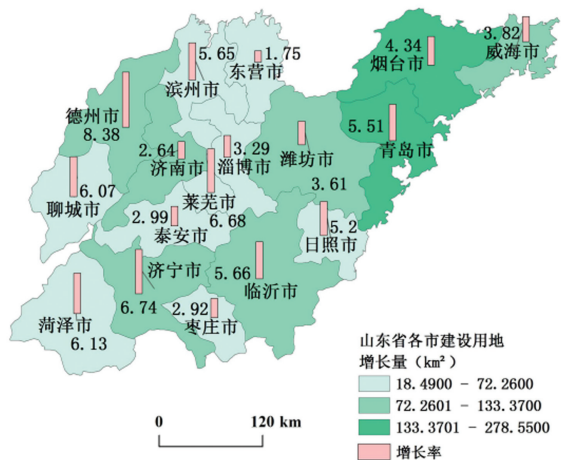


图 1 山东省各市建设用地增长规模

1、图 2),山东省城市建设用地结构的信息熵时空特征和变化规律如下:

(1)从总体变化上看,2006—2015 年间信息熵大体呈现下降—上升—下降的波动变化趋势(图 2),城市建设用地内部结构多样性不断发生变化,说明在近十年时间里,山东省城市内部尚处于不稳定的开发状态,信息熵波动起伏,建设用地内部结构变化不稳定。2008 年和 2012 年是 2 个重要的转折点,2006—2008 年,熵值呈显著下降趋势,说明 2006—2008 年,山东省城市建设用地类型丰富度和复杂程度不断降低,城市建设用地处于快速开发状态。自 2008 年,城市建设用地信息熵整体呈上升趋势,2009 年信息熵虽发生微小降低,但对整体趋势影响较弱,城市建设用地内部结构规模进一步缩小,城市建设用地的开发逐渐稳定。2012—2015 年间(图 2),信息熵再度呈现显著下降趋势,城市内部建设用地多样性再度减弱,城市建设用地各地类规模差别再度出现。

(2)均衡度的变化与信息熵值变化规律大致相同,2006—2008 年,均衡度逐渐下降,说明山东省城市建设用地出现不均衡的态势,并逐渐增强,优势度较高,存在个别建设用地类型规模的迅速变动;2008 年和 2012 年是山东省城市建设用地结构变化的转折点,2008 年,均衡度开始呈上升趋势,说明山东省城市建设用地结构又逐渐趋向均衡态势,城市内部各类型建设用地的面积差别逐渐减小,用地结构均质态势增强。2012 年,均衡度又呈下降趋势,城市建设用地均衡态势减弱,各用地类型间差距再次显现。

表 1 2006—2015 山东省城市建设用地构成及信息熵与均衡度

年份	居住/ %	公共设 施/%	工业用 地/%	物流仓储/ %	道路交 通/%	公用设 施/%	绿地/ %	信息熵	均衡度	优势度
2006	0.30	0.17	0.23	0.04	0.12	0.04	0.11	1.731	0.890	0.110
2007	0.30	0.17	0.24	0.03	0.12	0.04	0.11	1.729	0.889	0.111
2008	0.30	0.16	0.24	0.03	0.11	0.04	0.11	1.727	0.887	0.113
2009	0.30	0.16	0.23	0.03	0.12	0.03	0.12	1.729	0.889	0.111
2010	0.31	0.16	0.23	0.03	0.12	0.04	0.11	1.729	0.888	0.112
2011	0.31	0.16	0.23	0.03	0.11	0.04	0.12	1.731	0.890	0.110
2012	0.30	0.18	0.21	0.03	0.12	0.05	0.11	1.748	0.898	0.102
2013	0.30	0.17	0.21	0.03	0.13	0.05	0.12	1.746	0.897	0.103
2014	0.30	0.17	0.22	0.03	0.12	0.03	0.12	1.726	0.887	0.113
2015	0.30	0.17	0.24	0.03	0.12	0.03	0.11	1.724	0.886	0.114

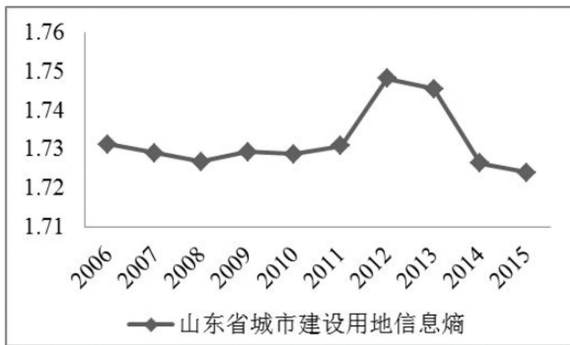


图 2 2006—2015 年建设用地信息熵变化趋势

(3)通过信息熵值和均衡度的计算和分析可以看出,山东省城市建设用地均衡度变化呈先下降后上升再下降的波浪式变动。2010—2012年,建设用地信息熵和均衡度平稳增加,城市建设用地开发利用态势平稳,各地类的增减基本处于平稳的态势,变动幅度较为稳定。2006—2011年间山东省的城市建设用地职能较为齐全,在发展过程中熵值会先降后升,再逐渐趋于稳定。由于在2008年以前,山东省城市建设用地处在发展开发期,建设用地的单项职能必然会出现其优势性,使信息熵值、均衡度值下降,随着城市建设用地结构的优化调整、社会经济、产业结构以及环境条件的稳定,各类建设用地职能逐渐稳定,彼此之间相互协调之后,信息熵值便会上升。但随着城市化进程的加快,城市功能和设施的不断健全和完善,城市人口涌入量及社会需求的不断增加,使城市建设用地需求量也随之增加。土地作为有限的资源,当一种用地增加时必然将导致另一种用地的相对减少,城市内部建设用地结构波动发展成为必然趋势,伴随着经济、社会的再调整,用地结构的再调整、不稳定的地类规模变动是必然的。

2012年中共十八大提出了全面建设小康社会,促进农业转移人口市民化,调整空间结构,增加绿色空间,控制工业用地等一系列政策,这些政策的调整也促使土地结构发生改变。因此2012—2015年间,经济、社会需求的再调整导致山东省城市建设用地信息熵再度呈下降趋势,城市建设用地再次出现不均衡的态势,城市内部建设用地结构也出现不稳定,各项建设用地规模差别再度出现。公共设施用地、物流仓储用地有所减少,居民用地、工业用地以及交通用地仍在持续扩张,是城市建设用地结构中的相对优势地类。

3.3 山东省城市建设用地演变驱动机制分析

建设用地内部结构变化同经济增长、社会进步、人口变动、生态环境、产业结构之间具有密切的联系^[14]。各因素之间相互耦合,对城市建设用地产生重要影响^[15-17]。影响城市建设用地变化的驱动因素较多,分析和处理的难度较大,较为复杂。因此选取主成分分析来综合处理这一问题。根据主成分分析的思路,选取固定资产投资 x_1 、总人口 x_2 、人均可支配收入 x_3 、居民消费水平 x_4 、市区生产总值 x_5 、人均GDP x_6 、单位从业人员数 x_7 、绿化覆盖面积 x_8 、第一产业产值比 x_9 、第二产业产值比 x_{10} 、第三产业产值比 x_{11} 、人均道路面积 x_{12} 、公共交通客运量 x_{13} 为自变量因子,建设用地面积 y_1 为解释变量因子。以2006—2015年的数据作为分析样本,应用 spss 17.0 软件对样本进行分析,得到相关系数矩阵、特征值、贡献率和累计贡献率(表2、表3)。

由表2相关系数矩阵可以看出,在影响山东省城市建设用地结构的13个驱动因子之间存在不同程度的相关关系, x_1 与 x_3 、 x_1 与 x_5 、 x_2 与 x_6 、 x_3 与 x_4 、 x_3 与 x_5 、 x_4 与 x_5 、 x_5 与 x_6 之间有较大的相关

性,相关系数都大于 0.990。根据相关系数矩阵分析,影响山东省城市建设用地面积的 13 个变量因子存在明显的相关性。因此,可利用主成分分析法来分析,并通过分析提取到 2 个主成分。2 个主成分的累计贡献率达到了 96.517%,第 1 个主成分解释了变量信息的 83.626%,第 2 个主成分解释了变量信息的 12.891%,2 个主成分提供了变量较充足的信息,采用主成分分析的效果也会比较好。由此,可以继续得出主成分荷载矩阵。

通过表 4 可知,绿地覆盖面积、人均生产总值、

市辖区生产总值、居民消费水平、市辖区总人口、居民人均可支配收入、固定资产投资、公共交通运营量、单位从业人员数与第 1 主成分存在明显的相关性,第二产业产值比重、第三产业产值比重、第一产业产值比重与第 2 主成分存在明显的相关性,说明产业结构调整对城市建设用地的变动也起到了重要的作用。因此可将影响山东省城市建设用地的驱动因子归纳为经济因素、环境因素、交通和人口因素以及产业结构因素。

表 2 驱动因子相关系数矩阵

因子	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13
y	1													
x1	0.929	1												
x2	0.951	0.987	1											
x3	0.958	0.990	0.982	1										
x4	0.966	0.986	0.982	0.997	1									
x5	0.961	0.991	0.989	0.998	0.999	1								
x6	0.964	0.983	0.991	0.989	0.995	0.996	1							
x7	0.888	0.966	0.972	0.949	0.954	0.960	0.966	1						
x8	0.992	0.961	0.976	0.977	0.985	0.983	0.987	0.927	1					
x9	-0.971	-0.832	-0.883	-0.870	-0.884	-0.878	-0.892	-0.799	-0.947	1				
x10	0.279	-0.052	0.065	0.002	0.037	0.025	0.072	-0.031	0.197	-0.482	1			
x11	0.569	0.795	0.717	0.771	0.747	0.755	0.718	0.743	0.634	-0.381	-0.627	1		
x12	0.794	0.869	0.859	0.828	0.811	0.827	0.815	0.783	0.820	-0.739	0.051	0.604	1	
x13	0.984	0.932	0.942	0.965	0.975	0.969	0.972	0.906	0.983	-0.928	0.192	0.623	0.731	1

表 3 特征值、主成分贡献率及累计贡献率

成份	初始特征值			旋转后特征值		
	特征值	贡献率 %	累积贡献率 %	特征值	贡献率 %	累积贡献率 %
1	11.767	84.054	84.054	11.706	83.617	83.617
2	1.744	12.455	96.508	1.805	12.891	96.508

表 4 主成分荷载矩阵

因子	主成分	
	1	2
x1	0.976	0.205
x2	0.988	0.083
x3	0.986	0.148
x4	0.990	0.112
x5	0.991	0.127
x6	0.993	0.080
x7	0.946	0.182
x8	0.997	-0.048
x9	-0.930	0.346
x10	0.152	-0.988
x11	0.667	0.735
x12	0.843	0.090
x13	0.976	-0.051

(1)经济因素。从第一主成分的构成来看,以 GDP、居民消费水平、人均可支配收入、固定资产投资为主的经济因素对城市建设用地动态变化具有较为显著的影响。随着经济全球化的迅猛发展,国民经济有了飞跃式的发展,致使人民的可支配收入增加,居民消费水平提高。推动居住者追求更高的物质享受从而扩大居住面积,居住用地由 2005 年末的 760.1 km² 增长到 2015 年的 1 302.87 km²,相应的设施服务、道路广场等固定资产投资也有所增加。城市固定资产投资额从 2006 年的 9 949.86 亿元增加到 2015 年的 4.74×10⁴ 亿元。经济的高效发展就要求拓宽城市空间来不断满足城市发展的需要,因此城市建设用地的增加就成了难以避免的发展问题。

(2)人口和交通因素。经济的快速发展也带动农村居民向城市地区的流动,高校的扩张也使得更多的大学生和城市工作、定居,造成城市人口数量的不断增加。山东省城市人口由 2006 年的 2 385.34 万人增长到 2015 年的 2 880.07 万人,大量外来人口

需要解决居住问题,外来人口对住房的需求加速了城市建设用地面积的增加。同时政府近年实行保障性安居工程,增加了保障性住房的建设,使得城市内部居住用地的比例有所增加。城市内公共交通客运量、私家车拥有量不断增多,就要求扩大城市内的道路交通面积。青龙高速、胶州湾大桥等一系列重大道路工程也增加了道路用地。山东省抓住机遇举办了“全运会”“亚洲沙滩博览会”等国际性活动,交通基础设施得以大力完善,因而对外交通道路面积也有所增加。

(3)环境因素。随着城市的快速发展,经济社会的进步,人们已不满足当前的生存环境需求,开始探索更宜居,更优美的生活环境,在物质需求的基础之上人们开始增加精神上的需求,因此对城市美化便提出了更高的要求。为了满足日益增长的大众精神需求,城市中的绿地和广场用地有所增加,绿化覆盖面积由 2006 年的 $1.33 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 增长到 2015 年的 $2.40 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。

(4)产业结构因素。产业结构因子作为构成第 2 主成分的主要因子,其中第二、三产业的比重对城市建设用地动态变化具有显著的影响。在 21 世纪早期,由于大力发展工业,以及建筑业的蓬勃发展,第二产业产值在早期所占比重较大,第二产业也成为山东省的主导产业,第二产业的发展成为山东省城市建设用地结构调整的主要推动力。但随着近几年“退二进三”的产业结构调整政策的实施,第三产业产值比重开始有所增加,伴随着第三产业的不断兴起,第三产业对城市建设用地结构的推动作用也逐渐增强。

4 结论

(1)通过对山东省 2006—2015 年城市建设用地总规模的分析发现,山东省城市建设用地由 2006 年的 $2\,753.18 \text{ km}^2$ 增加到 2015 年的 $4\,407.70 \text{ km}^2$ 。建设用地总量增长较大的主要是东部沿海主导城市青岛市和烟台市;建设用地总规模增速较快的城市主要是分布在西部隆起带的德州市、聊城市、菏泽市、莱芜市、济宁市。表明经济社会的发展必然引起建设用地规模的扩张。

(2)通过对山东省城市建设用地结构信息熵的分析发现,山东省城市建设用地结构信息熵呈现先下降后上升再下降的波动变化趋势,表明山东省城

市建设用地结构处在不断变化和开发的过程。居住用地、工业用地仍是山东省城市建设用地中优势较大的地类。

(3)通过主成分分析方法,影响山东省城市建设用地总量和结构的动态变化的主要因素为经济因素、环境因素、人口和交通因素以及产业结构因素。

参考文献:

- [1] 郭晨,刘强,郑兆伟,等.城市化发展中土地资源集约利用分析——以山东省济南市为例[J].山东国土资源,2017,33(10):93-96.
- [2] 吕晓,牛善栋,张全景,等.基于内容分析法的集体建设用地流转政策演进分析[J].中国土地科学,2015,29(4):25-33.
- [3] 陈昌玲,张全景,柳博会,等.基于建设用地控制视角的土地利用规划实施效益分析——以山东省日照市为例[J].青岛农业大学学报(自然科学版),2015,32(3):222-227.
- [4] 吕晓,黄贤金.县域建设用地扩张的空间均衡分析[J].地理与地理信息科学,2015,31(5):53-59.
- [5] 何丹,金凤君,周璟.资源型城市建设用地适宜性评价研究——以济宁市大运河生态经济区为例[J].地理研究,2011,30(4):655-666.
- [6] 鲁华宇,梁山.优化城乡建设用地结构与布局研究——以河北省藁城市为例[J].中国农学通报,2011,27(08):374-378.
- [7] 梁发超,刘诗苑,刘黎明.近 30 年厦门城市建设用地景观格局演变过程及驱动机制分析[J].经济地理,2015,35(11):159-165.
- [8] 吴金华,戴森.基于改进算法的灰色马尔科夫模型的建设用地预测[J].安徽农业科学,2010(8):3867-3868+3927.
- [9] 郭杰,欧名豪,刘琼,欧维新.基于 BP 神经网络的南通市建设用地需求预测[J].资源科学,2009(8):1355-1361.
- [10] 翟腾腾,郭杰,欧名豪,等.基于基尼系数的江苏省建设用地总量分配研究[J].中国人口·资源与环境,2015(4):84-91.
- [11] 赵可,张安录,李平.城市建设用地扩张的驱动力——基于省际面板数据的分析[J].自然资源学报,2011,26(8):1323-1332.
- [12] 周子英,段建南,梁春风.长沙市土地利用结构信息熵时空变化研究[J].经济地理,2012(4):124-129.
- [13] 黄晓冰,陈忠暖.基于信息熵的地铁站点商圈零售业种结构的研究——以广州 15 个地铁站点商圈为例[J].经济地理,2014(3):38-44.
- [14] 谢汀,伍文,高雪松,等.基于信息熵与偏移-份额模型的建设用地结构变化分析——以成都市为例[J].资源科学,2014,36(4):722-730.
- [15] 布买日也木·买买提,丁建丽,孜比布拉·司马义.阿克苏市城市化发展与建设用地结构变化之间的关联性研究[J].冰川冻土,2016(1):279-290.
- [16] 梁东,毛美桥,徐卫东.土地政策参与宏观经济调控的目标工具和途径探讨[J].山东国土资源,2018,34(5):118-122.

- [17] 王鹏,况福民,邓育武,等.基于主成分分析的衡阳市土地生态安全评价[J].经济地理,2015(1):168-172.
- [18] 陆汝成,黄贤金,李衡.基于信息熵的建设用地演化和人文驱动分析——以黑龙江省为例[J].经济地理,2009(5):827-831.
- [19] 王磊,郭灿,李慧明.基于信息熵的天津市建设用地演化与驱动因素分析[J].资源开发与市场,2016(1):18-21.
- [20] 赵晶,徐建华,梅安新,等.上海市土地利用结构和形态演变的信息熵与分维分析[J].地理研究,2004(2):137-146.

Analysis on Evolution and Driving Force of Urban Construction Land in Shandong Province Based on Information Entropy

QU Luping¹, ZHANG Quanjing^{1,2}, ZHAI Tengting¹

(1. Geography and Tourism College of Qufu Normal University, Shandong Rizhao 276826, China; 2. Land Research Center of Qufu Normal University, Shandong Rizhao 276826, China)

Abstract: Based on the information entropy method, the structure and scale of urban construction land in Shandong province from 2006 to 2015 have been analyzed in this paper. By using principal component analysis, driving force mechanism of urban construction land has been carried out. It is showed that the scale of urban construction land in Shandong province has increased year by year, and there are big differences in space. The expansion of the eastern coastal economic cities is more significant. The information entropy of construction land is descending and then fluctuating slightly. The equilibrium degree also fluctuates, and the urban construction land in Shandong province is still in the development state. Economic development, population change, traffic and industrial structure are main driving factors influencing the dynamic change of urban construction land.

Key words: Urban construction land; information entropy; driving factors; Shandong province