

全运会对济南市城区土地利用变化的影响分析

刘金花^{1,2}, 郑新奇²

(1. 山东建筑大学 管理学院, 济南 250101; 2. 中国地质大学 土地科学技术学院, 北京 100083)

摘 要:2009 年十一届全运会在济南市举办,为迎接全运会召开,济南市在城镇基础设施、体育场馆及相关配套方面进行了大量建设准备工作,这些准备大多涉及到土地利用的变化。为了揭示大型运动会对举办城市土地利用的影响,采用 2003—2005 年 1:10 000 土地利用现状图作为数据源,以济南市城区为研究区,采用修正的动态度、开发度、耗减度等一系列指标对土地数量变化进行定量分析;采用信息熵对土地空间结构合理性进行研究。结果表明:济南市城区耕地、居民点及工矿用地、林地、未利用土地为土地利用变化的“热区”,相互之间变化明显,其中耕地转移面积达到 285.87 km²,新增面积 354.33 km²,变化面积最大,交通设施用地动态度最高,为 0.67;信息熵呈上升趋势,由 1996 年的 1.77 增加到 2004 年的 1.835,空间结构总体呈现良性变化;经济发展是土地利用变化的内在动力,政府行为在一定程度上影响了土地利用的变化方向。该研究对其他举办大型运动会的城市及相关部门提供决策支持。

关键词:土地利用变化;土地动态度;信息熵;全运会;济南市

中图分类号:F301.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)01-0087-05

Influence of the Eleventh National Games on Land Use Change of Building Area in Ji'nan City

LIU Jin-hua^{1,2}, ZHENG Xin-qi²

(1. Institute of Administration Engineering, Shandong Jianzhu University, Ji'nan 250101, China;

2. Institute of Land Scientific Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: To meet the eleventh National Games' needs of city infrastructure, stadium, ancillary facility, a lot of preparations were made, which resulted in land use change. This paper adopted present status map of land use from 2003 to 2005 as data resource and made use of a series of indices such as rectified dynamic degree of land use, development degree, depletion degree to analyze the quantitative change, at the same time, used information entropy to evaluate the spatial structure ration. Based on above analysis, we found that, firstly, cultivated land, residential land, mineral land, forest land, unused land were the 'hotspots' of land use change, furthermore, they were of interaction, among which area of cultivated land transfer and newly added area respectively reached 285.87 km² and 354.33 km², respectively, and the dynamic degree of traffic land is 0.67, which is the highest in all kinds of land use; secondly, spatial patterns developed at a speed of stability and laid out a good change, all of these reflected positive response to economic inspiration and governmental macro control. Land use structure and spatial patterns has undergone large changes recently with the implementation of large sports meet. It's significant to make scientific decision for government and relative administration sector to hold such a large sports meeting.

Key words: land use change; land dynamic degree; information entropy; National Games; Ji'nan City

土地利用/土地覆被变化对全球气候变化^[1]、全球陆—海生态系统产生重要的影响^[1-4],部分学者认为土地利用/土地覆被变化已成为全球三大环境变化之一^[5],影响着人类社会的经济发展,对于全球粮食

安全^[6]、人类身体健康、可持续发展^[7-8]乃至真正实现人地和谐局面产生重要的影响。土地利用/土地覆被变化研究已成为全球研究的热点和焦点^[1,9]。近年来,城市化的快速发展导致土地利用变化的加

收稿日期:2011-04-25

修回日期:2011-07-04

资助项目:中央高校基本科研业务费专项资金资助(2009PY21);中国地质大学(北京)2009 年度研究生科技创新扶持奖励基金项目(2009121105);国土资源部公益性行业科研专项经费项目资助(201011018)

作者简介:刘金花(1979—),女,山东潍坊人,在读博士,讲师,从事土地利用规划与评价、土地信息系统研究。E-mail: xuemei_jinhua@163.com

剧^[10-12],但大型运动会的召开这种特定背景下的土地利用变化研究较少。2004 年 10 月山东省政府向国家体育总局递交申办十一届全运会的报告,2005 年 2 月申办报告得到正式批准,主场地设在省政府驻地——济南。为促进全运会的顺利召开,济南市投入 1 400 多亿元进行城建和城市面貌改造,建设“一轴”、“两环”、“三区”,实施八大工程,开展六项整治,为实现“和谐全运”做好充分准备。这些硬件的建设无疑在一定程度上加快了土地利用变化。为揭示全运会大型运动会的召开对举办城市土地利用的影响,本文采用济南市 2003 年、2005 年两期土地利用现状图,借助 ArcView 提取信息,通过计算动态度、开发度、耗减度、信息熵等指标,分析土地利用变化程度和结构变化合理性,探讨大型运动会的举办对土地利用数量及结构的影响,为其他举办大型运动会的城市及相关部门提供决策支持。

1 研究区概况及数据预处理

济南市位于山东省中部,土地总面积为 8 177 km²,市区面积为 3 296 km²,建城区面积 190 km²。南部为泰山山地,北部为黄河冲积平原,地势南高北低,地形复杂,气候类型为暖温带大陆性季风气候,多年平均降雨量约 650 mm。总人口 592 万人,其中市辖区人口 350 万人。济南市现辖六区三县一市,本文选取土地利用变化的“热点”区域(规划城区)作为研究区,即历下、市中、槐荫、天桥、历城、长清 6 区。按照全国土地利用分类(过渡时期适用)将济南市城区土地利用分为十类:耕地、园地、林地、牧草地、其它农用地、居民点及独立工矿用地、交通运输用地、水利设施用地、未利用土地、其它土地。

本文采用 2003—2005 年 1:10 000 土地利用现状图作为数据源,基于地理信息系统软件 ArcView 提取城区范围数据和土地利用类型变化数据。属性数据来源于《济南市统计年鉴(2004,2006)》、《济南市年鉴(2004,2006)》以及济南市土地利用总体规划(2006—2020 年)中相关数据。

2 土地利用数量变化分析

2.1 指标选取

为体现土地利用动态变化过程及方向,常采用土地利用动态度、开发度、耗减度等指标对土地利用数量变化进行定量评价^[13-14]。

土地利用动态度(LUDI)是用动态度反映单位时间内某一土地利用类型面积变化程度的指标,其传统表达式为:

$$LUDI = \frac{\Delta_{ab}}{U_a} \times \frac{1}{\Delta t} \times 100\%, \text{其中 } \Delta_{ab} = |U_a - U_b| \quad (1)$$

式中: U_a —— a 时刻某种土地利用类型的面积; U_b —— b 时刻某种土地利用类型的面积; t —— a, b 时刻的时间间隔。该模型有两点不足:首先,模型反映的是在 a, b 两个时间点的离散变化,当选取的时间跨度较大时,无法反映时间间隔内变化的连续性和变化的频率。文中笔者采用时间跨度为两年的数据资料进行计算,该因素可以忽略;其次,此指标无法表征两种土地类型之间的相互转化,即无法表征土地利用变化的局部活跃程度。对于第二个缺点,将土地利用变化借助于空间分析引入开发度(LUD)和耗减度(LCD)两个指标来衡量,能够有效地反映土地利用类型的增加和转换速率。

$$LUD = \frac{D_{ab}}{U_a} \times \frac{1}{\Delta t} \times 100\%; LCD = \frac{C_{ab}}{U_a} \times \frac{1}{\Delta t} \times 100\% \quad (2)$$

式中: D_{ab}, C_{ab} ——由时刻 a 至时刻 b 新增和转出的某土地利用类型面积,即分别表示由其它土地利用类型转化为该土地利用类型的面积和该类型转出的面积。 C_{ab} 在本文中为转换矩阵(表 1)每一行中除该类面积之外的其它列数值之和; D_{ab} 为转换矩阵每一列中除该类面积之外的其它行数值之和。可知式(1)中 $\Delta_{ab} = |C_{ab} - D_{ab}|$ 。

上述三个指标在测算区域的综合土地利用数量变化时是有效的,尽管采用某一个指标对一种土地利用类型计算时表征的是单方向的变化,加和则可反映出各类型间相互变化的趋势。但由于土地本身的自然特性,具有位置固定性的特点,动态度只体现土地利用类型数量的变化,无法定量表示土地空间变化方向及速率等方面,因此本文借鉴刘盛和,何书金提出的“空间分析模型”(CCL 为改进后的动态度值)弥补上述缺陷^[15]。

$$CCL = \frac{\Delta'_{ab}}{U_a} \times \frac{1}{\Delta t} \times 100\% \quad (3)$$

其中 $\Delta'_{ab} = |C_{ab} + D_{ab}|$,考虑的是转换速率和增加速率之和,其它参数含义同上。该模型可以有效地将土地利用变化速率显著化。

2.2 济南市土地利用数量变化分析

为定量分析济南市各土地利用类型数量上的变化,本文基于地理信息系统中 ArcView 软件进行空间分析和统计处理,利用 ArcView 的 tabulate areas 功能统计汇总各类土地面积,建立 2003—2005 年的土地利用类型变化转移矩阵,如表 1 所示。

将表 1 数据及在 ArcView 中对各类土地面积进行的统计结果进行处理,运用上述表征土地利用动态变化的各公式(1—3)进行计算,结果见表 2。

表 1 2003—2005 年济南市城区土地利用类型转换矩阵 km²

土地利用类型	11	12	13	14	15	20	26	27	31	32	2003 年总计
11	1041.59	36.99	57.76	0.00	10.37	84.44	14.78	2.72	62.64	16.16	1327.46
12	49.95	97.52	13.64	0.00	0.54	12.17	1.10	0.52	17.15	1.19	193.77
13	53.80	16.00	233.64	0.00	1.82	14.00	1.96	0.36	61.61	4.41	387.59
14	0.32	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.41
15	13.37	0.34	1.62	0.00	13.14	5.38	0.68	0.54	0.59	1.31	36.95
20	91.19	13.03	19.22	0.00	5.31	442.60	14.29	1.13	21.47	5.87	614.09
26	19.10	1.28	2.39	0.00	0.77	15.10	15.91	0.45	1.51	0.65	57.15
27	4.50	0.50	1.35	0.00	0.63	1.71	0.16	29.59	1.06	1.55	41.04
31	100.40	31.73	126.70	0.00	2.95	17.30	1.40	1.04	267.68	3.74	552.92
32	21.71	1.58	3.74	0.00	2.54	5.47	0.83	4.48	1.31	43.11	84.76
2005 年总计	1395.92	198.95	460.06	0.00	38.09	598.19	51.12	40.82	434.99	77.99	

注:表中首行及首列数字,分别表示 10 种土地类型,依次为:11——耕地;12——园地;13——林地;14——牧草地;15——其它农用地;20——居民点及独立工矿用地;26——交通设施用地;27——水利设施用地;31——未利用土地;32——其它土地。

表 2 2003—2005 年济南市城区土地利用动态变化指数

土地类型	未变面积	转移部分			新增部分			U_a	LUDI	CCL
		C_{ab}	%	LCD	D_{ab}	%	LUD			
耕地	1041.59	285.87	25.72	0.11	354.333	31.88	0.13	1327.46	0.03	0.24
园地	97.52	96.25	8.66	0.25	101.425	9.13	0.26	193.77	0.01	0.51
林地	233.64	153.95	13.85	0.20	226.418	20.37	0.29	387.59	0.09	0.49
牧草地	0	0.41	0.04	0.49	0	0.00	0.00	0.41	0.49	0.49
其它农用地	13.14	23.81	2.14	0.32	24.953	2.25	0.34	36.95	0.02	0.66
居民点及工矿用地	442.6	171.49	15.43	0.14	155.585	14.00	0.13	614.09	0.01	0.27
交通用地	15.91	41.24	3.71	0.36	35.21	3.17	0.31	57.15	0.05	0.67
水利设施用地	29.59	11.45	1.03	0.14	11.225	1.01	0.14	41.04	0.00	0.28
未利用土地	267.68	285.24	25.67	0.26	167.313	15.06	0.15	552.92	0.11	0.41
其它土地	43.11	41.65	3.75	0.25	34.875	3.14	0.21	84.76	0.04	0.45

注: C_{ab} 表示土地转移面积; D_{ab} 为土地新增面积;LCD 为土地耗减度;LUD 为土地开发度;LUDI 为土地动态度;CCL 为改进的土地动态度。

由表 2 可知,2003—2005 年期间土地利用变化速度较快,各土地利用类型发生变化区域总面积达到 1 111.336 km²,占城区总面积的近 34%,变化幅度十分明显。

2.2.1 土地利用类型的转移变化 在各地类的转移变化过程中,以耕地和未利用地的转换最为突出。耕地转移面积为 285.87 km²,占区域转移总面积的 25.72%,位列各地类转移面积之首;耗减度为 0.11,空间转移较为明显,主要流向居民点及工矿用地、林地、未利用地,三项转移占到耕地转移面积的 71.7%,其中居民点及工矿用地占转移总量的 29.5%,究其原因,济南市正处于城市化快速发展期,城镇建设用地的增加主要通过占用耕地实现,且为迎接全运会的召开,新建 14 个体育场馆,7 个市级全民健身中心及相关配套设施,仅奥体中心占地约 70 hm²,导致耕地空间转移主要流向居民点及工矿。林地占耕地转移总量的 20%,位列第二,这与响应合理利用土地,改善生态环境,实行退耕还林还草分不开的;也是全运会八大工程之一——生态景观工程的要求。从耕地总量变化看,2005 年耕地比 2003 年增加 68.46 km²,耕地

呈现增长势态,这一过程主要是通过土地综合整治确保耕地占补平衡,结合优化土地利用结构来实现的。

未利用土地转移速度较快,转移率(转移面积占初期年该地类总面积的比例)为 51.59%,达到每年平均 142.62 km²,转移速度较快;耗减度达到 0.26,从空间转移流向来看,主要转移为耕地和林地。其中转移为耕地的面积占总转移量的 35.17%,这也是济南市耕地总量呈增加趋势的主要原因之一;转移为林地面积 126.7 km²,提高了区域绿化率,极大地改善了区域生态环境,从而为全运会的召开创造良好的生态环境。

居民点及工矿用地的转移亦十分明显,转移面积占区域总转移面积的 15.43%。耗减度为 0.14,流向主要转移为耕地和林地。其中转移为耕地的面积占总转移面积的 54.87%,这也是该区域耕地总量增加的主要原因之一,通过工矿用地的综合整治,既补充了耕地又改善了生态环境。

林地的转移面积也达到了 153.945 km²,占转移总面积的 13.85%,其中转移为耕地的比例为 35%。交通用地的耗减度为 0.36,转移面积 41.24 km²,转移率为 72.16%。

从转移流向来看,耕地、未利用地、居民点及工矿用地依次是转移速度较快的地区。耕地主要流向居民点及工矿用地、林地;未利用地主要流向耕地和林地;居民点及工矿用地主要流向耕地和林地。在快速城市化和全运会场馆及配套设施的集中建设背景下,济南市城镇建设用地快速增加,主要靠侵占耕地而来,但是通过对工矿用地和未利用地的有步骤有计划的综合整治,确保了耕地占补平衡,保障耕地总量非但没减少反而呈增加趋势。

2.2.2 土地利用类型的新增变化 耕地新增面积 354.33 km²,占区域新增总面积的 31.88%,年均新增 177 km²,变化较快;从表 1 转换矩阵来看,耕地增加的来源主要是未利用土地和居民点及工矿用地,其中未利用土地在新增部分的贡献率达到了 28.33%,但由于未利用土地的有限性及适宜性,今后通过未利用地开发补耕难度越来越大。

林地新增 226.42 km²,占区域新增总面积的 20.37%,开发度为 0.29;林地增加的来源主要是未利用地及耕地,其中未利用土地转入 126.70 km²,占新增林地的 55.96%,退耕还林还草也是林地增加的主要来源之一。

未利用土地新增面积 167.31 km²,主要来自于耕地及林地,两项之和为 124.25 km²,从中可见生态退耕工作取得一定进展。

居民点及工矿用地新增面积占区域新增总面积的 14.00%,占原面积的 25.24%,增长幅度较大;从新增来源看主要是耕地和未利用地、林地,与耕地、林地转移流向相吻合。

交通用地新增 35.21 km²,开发度为 0.31,来源为居民点及工矿用地、耕地和林地。虽然新增交通用地占区域新增总面积的 3.17%,但却占原面积的 61.6%,增加速度堪称历年之最,这主要是由于全运会的召开对交通设施的需求和刺激。期间,济南实施道路畅通工程,包含路网改造、快速公交、铁路和公路建设等六大类 335 项,均极大地促进了济南市交通设施的发展,导致交通用地的急剧增加。从 2005 年土地利用结构来看,交通用地所占总面积比例虽较往年提高,但从济南市经济社会发展需求来看,交通用地仍显不足,这也是今后用地调整的一个重点方向。

水利设施用地开发度为 0.14,新增来源主要是耕地。增加用地主要用于对大明湖进行改造、环城公园通航、小清河等城区河道水环境整治,实施综合保泉,突显济南的“泉城”特色。

从开发度方面来看,交通用地、林地、园地、耕地增长速率较快,开发度依次为 0.31,0.29,0.26,0.13。

从新增来源来看,新增耕地主要来源于未利用地和居民点及工矿用地;林地主要来源于未利用地和生态退耕;居民点及工矿用地主要来源于耕地和林地;交通用地主要来源于居民点及工矿和耕地、林地;水利设施用地主要来源于耕地。其中交通用地开发度较高,这与全运会的召开对交通设施需求增加密切相关。各种土地类型的转移情况如图 1 所示:

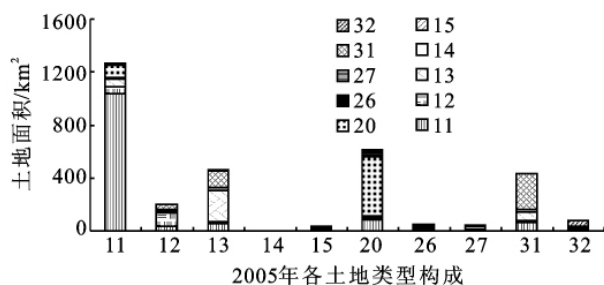


图 1 2003—2005 年济南市城区各类用地构成

3 空间结构变化分析

由于土地利用结构的复杂性,土地利用类型数量上的变化难以直观地反映土地利用结构的合理性。为此采用信息论的方法进行分析研究。

信息熵是衡量土地利用空间结构的一个有效指标,陈彦光、刘明华曾给出城市土地利用结构的熵值定律^[16];刘耀彬等借助于信息熵对武汉城市土地空间结构进行了变动分析^[17]。其一般表达式为:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \times \ln P_i \quad (4)$$

$$P_i = \frac{A_i}{A_{\text{总}}} \quad (5)$$

式中: P_i ——各土地利用类型占该区域土地总面积的比例; H ——土地利用结构信息熵,反映土地利用类型的多少和各土地类型空间数量分布的均匀程度; A_i ($i=1,2,\dots,n$)——各土地类型面积; $A_{\text{总}}$ ——区域土地总面积。从式(5)中可以看出,土地类型越多,熵值 H 越大。所以,通过比较不同时间的 H 值可以衡量空间结构的变化情况。但这种模型的缺点也是显而易见的:无论某一类用地成片分布或是破碎分布对于结果没有影响,也就是说熵只能反映区域土地整体的空间分布均匀程度,无法表达某一类土地的内部维度特征。本文只对济南市城区土地利用结构在时间序列上的趋势进行研究,采用熵能够反映其土地利用结构的变化。

通过计算可得济南市历年城区的土地利用结构信息熵,如图 2 所示。可见,信息熵呈现明显的上升趋势,反映了济南市城区土地利用结构在 1996—2004 年间有序度下降,其中 1997—1998 年和 2003—2004 年两个时间段呈现快速下降趋势,主要原因是建设用地比重加大,而耕地面积不断减小,交通设施用地迅

速扩大。在此过程当中,牧草地急剧萎缩,但比重太小,不足以影响熵值的有效变化。而2005年信息熵有所下降,相对2003年减小1.4%。可见信息熵值已经出现收敛的迹象,而收敛过程一般会有所波动,最终达到一个稳定状态,即土地利用结构成熟的状态,在此过程当中,对于不同类型的城市,其土地政策应该有何区别,济南作为一个综合性的城市,应该加强对土地尤其是耕地的保护。

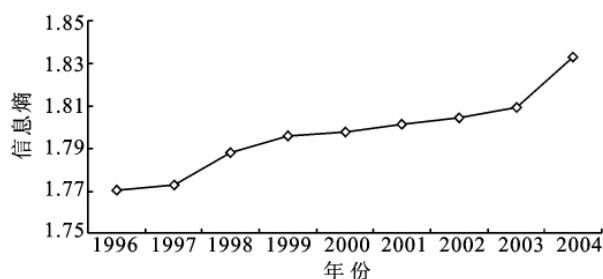


图2 1996—2004年济南市城区土地利用结构信息熵变化

济南市投资1400亿元用于全运会的各项准备工作,这一巨大的资金注入为济南市的经济打了一针强心剂,带动各行业快速发展,城市整体功能和区域功能也在产生更替,即中心城市功能正由生产型转向管理服务型,中心城区的工业、仓储等功能逐渐向外围转移,工业用地也同时发生转移,因此经济发展是土地利用变化产生的根本原因。为达到土地资源的优化配置的目标,实现资源、环境、经济协调发展,政府的宏观调控也至关重要。影响土地利用变化的因素较多,但大型运动会的召开对区域土地利用变化乃至经济、社会、生态都会产生较为深远的影响。

4 结论

本文采用高精度土地利用数据,研究全运会背景下济南市城区土地利用的数量变化,发现济南市城区耕地、未利用土地、居民点及工矿用地、林地土地利用变化的“热区”,相互之间转换明显,耕地转移面积和新增面积最大;全运会对体育场馆、交通设施及配套需求使得2003—2005年期间交通设施用地动态度最大。1996—2004年土地利用信息熵的变化可看出,济南市土地利用结构总体呈现良性变化,空间布局渐趋合理。大型运动会的召开需要在生态环境、场馆建设、基础设施及配套等方面做好充分的准备,这些最终落实到土地上,使得区域土地利用在结构和空间上产生较大的变化。该研究对于举办大型运动会的政府或相关部门提供决策支持,短期内大量投资项目的落实,要严格按照各项规划和国家政

策有计划有步骤的实施。唯有如此,才能既拉动经济增长,促进城镇建设,改善基础设施,又促进土地利用结构的合理调整和布局的优化配置。本文在大型运动会的召开对区域土地利用空间布局的影响方面未作详细研究,有待进一步深化。

参考文献:

- [1] Foley J A, DeFries R, Asner G P, et al. Global consequences of land use[J]. Science, 2005, 309: 570-574.
- [2] 吴文斌, 杨鹏, 唐华俊, 等. 土地利用对土壤性质影响的区域差异研究[J]. 中国农业科学, 2007, 40(8): 1697-1702.
- [3] 于兴修, 杨桂山, 王瑶. 土地利用覆被变化的环境效应研究进展与动向[J]. 地理科学, 2004, 24(5): 627-633.
- [4] Pielke Sr R A. Land use and climate change[J]. Science, 2005, 310: 1625-1626.
- [5] 龚建周, 夏北成. 快速城市化过程中城市土地覆被的时空动态特征[J]. 亚热带资源与环境学报, 2006, 1(2): 63-65.
- [6] 邹士鑫, 廖和平, 项树明. 重庆市耕地利用变化与粮食安全分析[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2010, 35(2): 231-235.
- [7] 史培军, 王静爱, 冯文利, 等. 中国土地利用覆盖变化的生态环境安全响应与调控[J]. 地球科学进展, 2006, 21(2): 111-119.
- [8] Verburg P H, Overmars K P, Huigen M G A, et al. Analysis of the effects of land use change on protected areas in Philippines[J]. Applied Geography, 2006, 26: 153-173.
- [9] 唐华俊, 吴文斌, 杨鹏, 等. 土地利用/土地覆被变化(LUCC)模型研究进展[J]. 地理学报, 2009, 64(4): 456-468.
- [10] 李艳丽, 赵纯勇, 穆新伟. 基于GIS与RS技术的城市土地利用覆盖变化分析[J]. 水土保持研究, 2006, 13(3): 72-74.
- [11] 尹黎明, 卢玉东, 潘剑君. 基于RS和GIS的南川市土地利用覆盖变化研究[J]. 土壤, 2006, 38(2): 176-180.
- [12] 接栋正, 庄剑顺. 快速城市化地区土地利用变化的人文因素分析: 以泉州市为例[J]. 亚热带资源与环境学报, 2008, 3(2): 89-93.
- [13] 杨述河, 闫海利, 郭丽英. 北方农牧交错带土地利用变化及其生态环境效应: 以陕北榆林市为例[J]. 地理科学进展, 2004, 23(6): 49-55.
- [14] 杨国安, 甘国辉, 郭腾云. 北京市土地利用动态变化及其预测[J]. 地球信息科学, 2005, 7(3): 108-112.
- [15] 刘盛和, 何书金. 土地利用动态变化的空间分析测算模型[J]. 自然资源学报, 2002, 17(5): 533-540.
- [16] 陈彦光, 刘明华. 城市土地利用结构的熵值定律[J]. 人文地理, 2001, 16(4): 20-24.
- [17] 刘耀彬, 陈志, 杨益明. 基于信息熵的武汉城市土地利用空间结构变动分析[J]. 资源开发与市场, 2004, 20(5): 335-337.