

不同节约集约利用类型下居住用地生态环境效应 ——以贵阳市中心城区为例

张帮云, 蔡广鹏, 张朝琼, 吴松

(贵州师范大学 地理与环境科学学院, 贵阳 550001)

摘要:利用 3S 技术,对 2011 年贵阳市中心城区 Landsat 7 ETM+ 和单波段 SPOT 5 影像进行校正、融合等处理,再遥感解译,提取研究区居住用地范围,并建立居住用地节约集约利用评价体系。运用坡度分析、景观指数分析、植被指数和植被覆盖度等分析方法对居住用地节约集约利用度进行生态环境效应定量分析。结果表明:(1) 居住用地集约利用程度较高,占总面积的 81.319%,其次是中度利用;(2) 居住用地主要集中分布于 $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 的坡度范围,其利用程度与坡度值基本呈正相关关系;(3) 居住用地景观格局较为破碎,且利用程度与斑块个数、斑块密度、平均斑块面积、景观形状指数、景观丰富度、景观聚集度基本呈正相关关系;(4) 居住用地的 NDVI 与其利用程度呈正相关关系。整体上居住用地生态环境效应为正效应。

关键词:居住用地; 节约集约利用; 生态环境效应; 贵阳市

中图分类号:F301.24; X24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2015)03-0193-05

Eco-Environmental Effect of Residential Land Under Different Intensive Use Levels —Taking the Central Urban Area of Guiyang City as the Example

ZHANG Bangyun, CAI Guangpeng, ZHANG Chaoqiong, WU Song

(College of Geography and Environmental Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

Abstract: In this paper, Landsat7 ETM+ and single band image SPOT5 of Guiyang City in 2011 were dealt with correction, fusion, and remote sensing interpretation using 3S technology to get the residential land of the study area, and the evaluation system of residential land on economical and intensive utilization was established. Eco-environment effect of residential land under economical and intensive utilization levels were quantitatively analyzed using the method of slope analysis, landscape index, vegetation index and vegetation coverage analysis. The results showed that: (1) intensive utilization degree of residential land was higher, accounting for 81.319% of the total area, followed by moderate use; (2) residential land mainly distributed in slopes with gradients ranging from 0° to 10° , slope gradient and slope use degree had the positively correlated relationship; (3) residential land landscape pattern was broken, and the utilization degree was positively related to basic relationship on number of patches, patch density, patch average area, landscape shape index, landscape richness and landscape concentration; (4) the NDVI and its utilization degree of residential land were positively correlated. Overall, eco-environment effect of residential land is positive.

Keywords: residential land; economical and intensive utilization; eco-environmental effect; Guiyang City

在人多地少及耕地资源稀缺的基本国情下,土地资源的节约集约利用已成为研究的热点之一^[1-3]。近年来土地节约集约利用的研究主要集中于以下几个方面:在研究对象上,主要涉及平原地区和经济较发达地区(如北京、浙江等)^[4-6],对西部丘陵地区、喀斯

特地区的研究相对较少;在研究内容上,主要是县级尺度建成区、城镇建设用地、农村居民点用地的节约集约利用潜力评价研究^[7-9],对居住用地的研究较少。随着城市热岛效应、土壤退化、水污染、生物多样性减少等环境问题的出现^[10-12],人们对土地节约集约利用

收稿日期:2014-07-01

修回日期:2014-08-10

资助项目:贵州省软科学研究项目“贵州工业化、城市化加快推进时期耕地保护研究”[黔科合 R 字(2012)2030]

第一作者:张帮云(1987—),女,贵州贵阳人,硕士研究生,研究方向为地理信息系统与遥感、土地利用规划。E-mail:zhangbangyun163@yeah.net

通信作者:蔡广鹏(1963—),男,贵州贵阳人,副教授,主要从事土地利用规划研究。E-mail:cgp@163.com

的认识由简单的经济投入和产出效益到综合体现社会、环境效益的提升,使得土地节约集约利用与生态文明建设产生了耦合^[13-14]。目前把土地节约集约利用和生态环境效应^[15-16]二者相结合研究的相对较少,仅有王千、程龙等^[17-18]从生态效益等视角研究土地节约集约利用,但对土地不同节约集约利用类型的生态环境效应缺乏深入研究。综上所述,以 3S 技术为平台,本文建立了研究区居住用地节约集约利用评价体系,并利用景观指数、植被指数和植被覆盖度等分析方法对居住用地不同节约集约利用类型的生态环境效应进行了分析。

1 研究区概况

贵阳市中心城区包括云岩区、小河区、南明区的全部辖区;乌当区、白云区和花溪区的部分辖区。总面积 1 230 km²。地处黔中山原丘陵中部,长江与珠江分水岭地带,地貌属山地、丘陵为主的喀斯特地貌,相对高差 100~200 m。气候属亚热带湿润温和型气候,年平均气温为 15.3℃,年平均总降水量为 1 196.9 mm。2011 年末,贵阳市中心城区常住人口 286.87 万人,其中非农人口 159.91 万人,国民生产总值达 1 040 亿元,固定资产投资达 902 亿元。根据贵阳市 2011 年土地利用现状,贵阳市中心城区农用地面积为 94 106.10 hm²,占总面积的 76.51%。其中耕地面积为 43 712.22 hm²,林地面积为 40 007.11 hm²,园地面积为 3 655.06 hm²,草地面积为 6 731.70 hm²。建设用地面积为 28 447.37 hm²,占总面积的 23.13%。其中城镇及工矿用地面积为 23 405.43 hm²,交通运输用地面积为 3 266.16 hm²,水域及水利设施用地面积为 1 775.79 hm²。

2 研究方法

2.1 数据来源与处理

选取研究区 2011 年分辨率为 30 m×30 m Landsat7 ETM+影像与单波段 2.5 m×2.5 m 精度的 SPOT5 影像运用 ERDAS 软件对两种影像进行配准,然后采用主成分变换进行图像融合,获取包含较高光谱信息的高分辨率图像,以达到图像增强的目的。再结合《贵阳市城市总体规划(2011—2020 年)》、《土地利用现状分类》(GB/T21010—2007),进行监督分类,其分类结果的 kappa 系数达到了 0.892 1,说明分类结果良好。然后进行实地遥感解译,以获取研究区更加准确的土地利用现状数据,并提取研究区居住用地。坡度数据来源于分辨率为 30 m×30 m 的贵阳市 DEM(地理空间数据云平台下载),运用 ArcGIS 9.3 空间分析模块提取

研究区坡度,且重分类分为 0°~5°,5°~10°,10°~15°,15°~20°,20°~25°,>25°六个等级。研究区 Landsat7 ETM+影像来源于 <http://www.landcover.org/data/>; SPOT5 影像来源于贵阳市城市建设用地集约利用潜力评价项目;土地利用数据来源 2011 年贵阳市土地利用现状数据;人口与经济基础数据主要来源于贵阳市统计年鉴(2012 年)。

2.2 研究区居住用地节约集约利用评价体系

2.2.1 指标体系建立及权重确定 本研究结合贵阳市区土地利用现状和《建设用地节约集约利用评价规程》(TD/T1018—2008)对评价指标体系要求,选取贵阳市城市居住用地节约集约利用状况评价的指标。评价指标权重采用特尔斐测定法。根据 20 名相关方面的专家和实际工作者,集中对已确定的贵阳市中心城区居住用地节约集约利用评价指标体系进行重要性排序,确定其相应权重(表 1)。

表 1 评价指标体系及权重

功能区类型	指标	权重	分指标	权重
居住 功能 区	综合容积率	0.273	综合容积率	1
	人口密度	0.224	人口密度	1
	基础设施 完备度	0.291	供水功能分	0.341
			排水功能分	0.203
			供电功能分	0.337
			供气功能分	0.119
	生活服务 设施完备度	0.212	中学	0.262
			小学幼儿园	0.301
			医疗	0.437

2.2.2 指标标准化模型及理想值确定 居住用地集约度计算的指标标准化初始值按照下列公式进行计算:

$$F_{i0} = \frac{b_i}{u_i} \tag{1}$$

式中: F_{i0} ——第 i 项指标标准化初始值; u_i ——第 i 项指标理想值; b_i ——第 i 项指标实际值。根据《贵阳市城市建设用地集约利用潜力评价技术报告(2011 年)》,云岩区、南明区综合容积率理想值为 3.0,其余区理想值为 2.2;人口密度理想值为 435 人/hm²;基础设施完备度理想值为 100;生活服务设施完备度理想值为 100。

2.2.3 居住用地节约集约度计算及划分标准 根据《建设用地节约集约利用评价规程》(TD/T1018—2008),居住用地集约度指标分值按照下列公式进行计算:

$$b_{ij} = \sum_{k=1}^n (S_{ijk} \times W_{ijk}) \tag{2}$$

式中: b_{ij} —— i 指标 j 分指标的分值; S_{ijk} —— i 指标 j 分指标 k 项的实现度分值; W_{ijk} —— i 指标 j 分指标 k

项相对分指标的权重值; n ——指标个数。根据《贵阳市城市建设用地集约利用潜力评价技术报告(2011年)》,居住用地集约度划分为过度利用区(土地利用集约度 ≥ 95 ,且云岩区、南明区容积率 ≥ 3.0 ,其余区 ≥ 2.2)、集约利用区($75 \leq$ 土地利用集约度 < 95)、中度利用区($50 \leq$ 土地利用集约度 < 75)、低度利用区(土地利用集约度 < 50)4个等级。

2.3 研究区居住用地生态环境效应分析方法

2.3.1 景观指数分析法 景观指数分析法是景观格局分析的常用方法之一^[19]。景观格局指数一般可从斑块水平、斑块类型水平、景观水平等3个水平来定义^[20]。结合研究区特点,在研究区土地利用类型图的基础上,选择斑块个数、斑块面积、平均斑块面积、最大斑块指数、景观形状指数、景观丰富度、景观聚集度7个具有代表性的、能反映居住用地绿色空间斑块单元、空间构型复杂程度的景观格局指数,对研究区居住用地空间的景观格局进行分析。

2.3.2 植被指数和植被覆盖率变化 植被指数和植被覆盖率^[21-22]是衡量生态环境状况好坏的一个重要指标。经对遥感影像校正处理后,运用归一化植被指数即 $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$,式中 NIR , R 为ETM+影像的近红外波段和红波段的反射值。结合研究区植被覆盖实际,可将植被覆盖类型分为无覆盖植被($-1 < NDVI \leq 0$)、低覆盖植被($0 < NDVI \leq 0.2$)、中覆盖植被($0.2 < NDVI \leq 0.4$)和高覆盖植被($NDVI > 0.4$)4类。

3 结果与分析

3.1 研究区居住用地节约集约利用分析

根据《建设用地节约集约利用评价规程》(TD/T1018—2008)和《土地利用现状分类》(GB/T21010—2007),将城镇住宅用地、街巷用地、农村宅基地、文体娱乐用地归类为居住用地。得出贵阳市居住用地总面积为5 795.445 hm²。由表2可以看出:居住用地集约利用面积为4 712.793 hm²,占总面积的81.319%;中度利用面积为912.951 hm²,占总面积的15.753%;低度利用26.966 hm²,占总面积的0.465%;过度利用面积为142.736 hm²,占总面积的2.463%。

居住用地主要分布在老城区、金阳、小河、二戈寨、白云等区域以及花溪、龙洞堡、新天等组团。集约利用类型在云岩区、南明区分布范围比较广。中度利用类型主要在白云、小河、花溪、乌当,云岩、南明有少量分布。低度利用类型主要分布在云岩。过度利用类型分布在旧城区(云岩、南明),大多处于一环范围内(图1)。

表 2 居住用地节约集约利用状况

土地节约集约利用类型	面积/hm ²	比例/%
集约利用	4712.793	81.319
中度利用	912.951	15.753
低度利用	26.966	0.465
过度利用	142.736	2.463
合计	5795.445	100.000

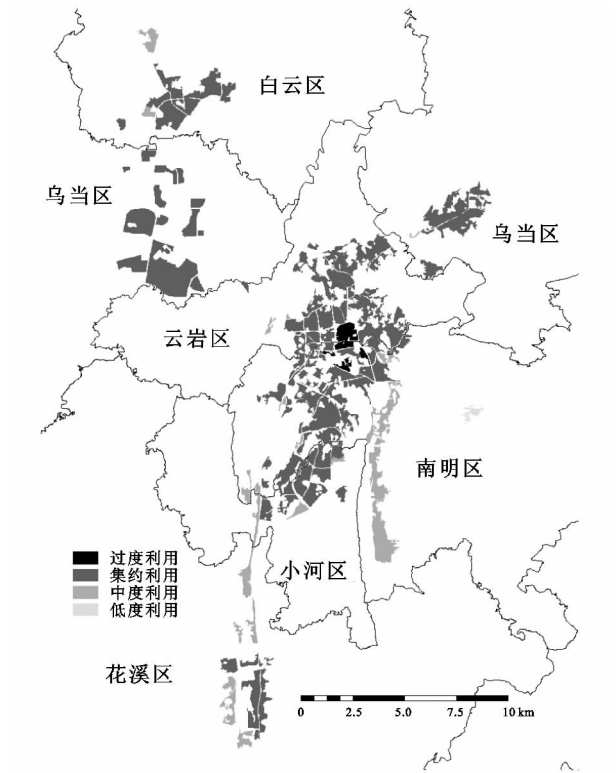


图 1 研究区居住用地节约集约利用类型分布情况

3.2 研究区居住用地生态环境效应分析

3.2.1 景观指数分析 从表3可以看出,居住用地斑块个数、景观形状指数、景观丰富度呈现:集约利用>中度利用>过度利用>低度利用;斑块密度呈现:低度利用>中度利用>过度利用>集约利用;平均斑块面积呈现:集约利用>过度利用>中度利用>低度利用;最大斑块指数呈现:低度利用>过度利用>中度利用>集约利用;景观聚集度呈现:过度利用>集约利用>中度利用>低度利用。

3.2.2 植被指数和植被覆盖率分析 从图2可以看出,研究区居住用地NDVI平均值表现为过度利用>集约利用>中度利用>低度利用,且过度利用、集约利用、中度利用3种类型的NDVI平均值均大于0.02,低度利用类型的NDVI平均值小于0。由表4可知:研究区居住用地利用类型植被覆盖度均是无覆盖度>低覆盖度>中覆盖度>高覆盖度。其中无覆盖度、低覆盖度呈现:集约利用>中度利用>过度利用>低度利用;中覆盖度呈现:集约利用>中度利用>低度利用>过度利用;高覆盖度呈现:集约利用>中度利用>低度利用=过度利用。

表 3 2011 年居住用地不同节约集约利用类型的景观类型特征及相关指数

利用状况 类型(TYPE)	斑块个数 (NP)	斑块密度 (PD)	平均斑块 面积(MPS)	最大斑块 指数(LPI)	景观形状 指数(LSI)	景观丰 富度(PR)	景观聚集 度(AI)
集约利用	115	2.44	40.9844	8.1308	20.3679	94	94.5397
中度利用	33	3.6128	27.6791	31.8258	11.9059	23	91.661
低度利用	2	7.4571	13.41	99.3289	3.9143	1	81.8182
过度利用	5	3.5229	28.386	51.5536	4.05	5	94.6661

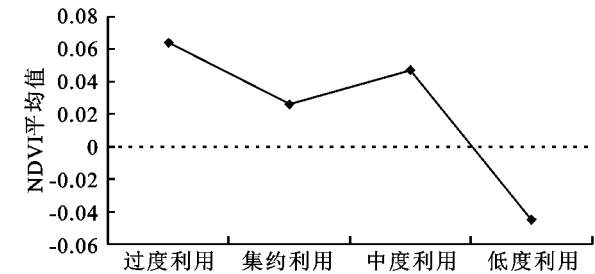


图 2 居住用地利用程度与 NDVI 相关性

3.2.3 坡度分析 由表 5 可知,居住用地各节约集约利用类型主要集中分布于 0°~5°,其中集约利用类型占 54.467%,中度利用类型占 65.131%,低度利用

类型占 73.968%,过度利用类型占 51.031%。其次是分布于 5°~10°, >25°分布最少。20°~25°, >25°分布主要是集约利用类型和中度利用类型。

表 4 居住用地利用程度与植被覆盖度变化趋势

植被覆盖度	像元数/个			
	集约 利用	中度 利用	低度 利用	过度 利用
无覆盖度($-1<NDVI\leq 0$)	27445	4518	86	1372
低覆盖度($0<NDVI\leq 0.2$)	20451	4466	190	214
中覆盖度($0.2<NDVI\leq 0.4$)	4384	1141	24	9
高覆盖度($NDVI>0.4$)	115	35	0	0
合计	52395	10160	300	1595

表 5 不同节约集约利用类型的居住用地坡度情况

坡度阈值	集约利用		中度利用		低度利用		过度利用		合计/ hm ²
	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	
0°~5°	2566.930	54.467	594.612	65.131	19.946	73.968	72.839	51.031	3254.327
5°~10°	1618.790	34.349	244.748	26.808	6.551	24.295	59.044	41.366	1929.134
10°~15°	396.555	8.414	44.621	4.888	0.468	1.737	10.730	7.518	452.375
15°~20°	95.934	2.036	17.290	1.894	0.000	0.000	0.121	0.085	113.345
20°~25°	24.081	0.511	5.921	0.649	0.000	0.000	0.000	0.000	30.003
>25°	10.502	0.223	5.758	0.631	0.000	0.000	0.000	0.000	16.260
合计	4712.793	100.000	912.951	100.000	26.966	100.000	142.736	100.000	5795.445

4 结论与讨论

从整体上看,贵阳市中心城区集约利用在居住用地中占据主导地位,其次是中度利用的特点。且呈现出集约度由城市外围向中心区递增的规律,符合克里斯塔勒的城市中心论。基于景观指数分析法,居住用地集约利用呈现斑块数最多,平均斑块面积最大,景观形状指数、景观丰富度和景观聚集度最高的特点。且集约利用程度与斑块破碎程度、景观水平基本呈正相关关系。但低度利用最大斑块指数最高,其次是过度利用,说明人类活动对低度利用类型区和过度利用类型区干扰强度较高。居住用地过度利用 NDVI 平均值最高,其次是集约利用和中度利用,低度利用最低,且为负值的特点。居住用地植被覆盖度与节约集约利用程度呈正相关关系,高覆盖度中只有集约利用、中度利用两种类型。说明研究区居民较注重生活环境的舒适性。居住用地 4 种利用类型分布面积由大到小依次为:0°~5°,5°~10°,10°~15°,15°~20°,20°~25°, >25°。且居住用地节约集约利用程度越

高,占用的坡度值越大。
本研究应用 3S 技术和较高分辨率影像,定量分析研究区居住用地土地节约集约利用程度、坡度分析、景观指数分析、植被指数和植被覆盖率等有较高的效率,其结果具有一定的可行性。但仍存在着不足,由于数据收集的局限性,仅利用 2011 年贵阳市数据分析了贵阳市居住用地的节约集约分布及不同利用类型下的生态环境效应,没有比较居住用地节约集约利用的时空差异及相应驱动因子分析。将在以后的研究工作中进行完善。

参考文献:

[1] 杜明军. 中国土地节约集约利用政策的反思[J]. 生态经济. 2012,16(5):81-88.
[2] 胡动刚,刘忻. 武汉城市圈节约集约用地现状和评价分析[J]. 湖北农业科学,2012,51(7):1327-1331.
[3] 雷志刚,张禾裕,李文高,等. 我国节约集约用地的探索与实践研究[J]. 国土与自然资源研究,2012(6):50-52.
[4] 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,2013(4):52-57.

- [5] 范晏彬,纪中奎,赵世元.基于RS技术的土地节约集约利用研究:以北京市通州区为例[J].安徽农业科学,2013,41(13):5968-5972.
- [6] 赵执,吴克宁.资源型城市土地节约集约利用研究:以陕西省府谷县为例[J].中国矿业,2013,22(3):98-116.
- [7] 陈甜甜,尹君,王佳,等.区域建设用地节约集约利用水平空间分异研究:以保定各市县为例[J].资源与产业,2012,14(6):50-53.
- [8] 李楠,朱道林.村镇建设用地节约集约利用自然效果评价[J].中国农业大学学报,2012,17(2):163-170.
- [9] 魏洪斌,廖和平.农村居民点土地集约利用评价研究:以重庆市开县为例[J].中国农学通报,2011,27(11):181-186.
- [10] 陈辉,古琳,黎燕琼,等.成都市城市森林格局与热岛效应的关系[J].生态学报,2009,29(9):4865-4874.
- [11] 孙东琪,张京祥,朱传耿,等.中国生态环境质量变化态势及其空间分异分析[J].地理学报,2012,67(12):1599-1610.
- [12] 陈利项,孙然好,刘海莲.城市景观格局演变的生态环境效应研究进展[J].生态学报,2013,33(4):1043-1050.
- [13] 许坚.节约集约与环境保护须兼顾:2011年海峡两岸土地学术交流会综述[J].中国土地,2011(9):38-39.
- [14] 鲁良栋.开发区土地节约集约利用研究:以西安高新区为例[J].中国土地,2011(11):22-23.
- [15] 崔佳,臧淑英.哈大齐工业走廊土地利用变化的生态环境效应[J].地理研究,2013,32(5):849-856.
- [16] 李国栋,张俊华,王乃昂,等.典型河谷型城市春季温湿场特征及其生态环境效应[J].生态学报,2013,33(12):3793-3804.
- [17] 王千,李哲,范洁,等.沿海地区耕地集约利用与生态服务价值动态变化及相关性分析[J].中国农学通报,2012,28(35):186-191.
- [18] 程龙,董捷.基于生态位适宜度模型的城乡建设用地增减挂钩规划方法研究[J].中国人口·资源与环境,2012,22(10):94-101.
- [19] 刘宇,吕一河,傅伯杰.景观格局—土壤侵蚀研究中景观指数的意义解释及局限性[J].生态学报,2011,31(1):267-275.
- [20] 苏少青,赵宇,刘晓南,等.基于景观指数聚类的粤北典型区景观生态区划[J].生态环境学报,2011,20(3):452-455.
- [21] 郑荣宝,庄剑顺,张金前.广州市土地利用与NDVI变化的关联分析[J].国土资源遥感,2008,76(2):102-107.
- [22] 杨海波,王宗敏,李纪人,等.基于RS与GIS的密云县生态环境效应分析[J].国土资源遥感,2008,78(4):64-68.

~~~~~  
(上接第192页)

- [27] 柯健,李超.基于DEA聚类分析的中国各地区资源、环境与经济协调发展研究[J].中国软科学,2005(2):144-148.
- [28] 方创琳,鲍超.黑河流域水—生态—经济发展耦合模型及应用[J].地理学报,2004,59(5):781-790.
- [29] 贺晟晨,王远,高倩,等.城市经济环境协调发展系统动力学模拟[J].长江流域资源与环境,2009,18(8):698-703.
- [30] 郭长雷,王丽婧,梅凤乔,等.贵阳市环境经济系统协调发展策略分析[J].长江流域资源与环境,2006,15(4):427-433.
- [31] 韩瑞玲,佟连军,朱绍华,等.基于ARMA模型的沈阳经济区经济与环境协调发展研究[J].地理科学,2014,34(1):32-39.
- [32] 汤铃,李建平,余乐安,等.基于距离协调度模型的系统协调发展定量评价方法[J].系统工程理论与实践,2010,30(4):594-602.
- [33] 盖美,李伟红.基于可变模糊识别模型的大连市水资源与社会经济协调发展研究[J].资源科学,2008,30(8):1141-1146.
- [34] 郭旭东,邱扬,连纲,等.基于PSR框架的土地质量指标体系研究进展与展望[J].地理科学进展,2003,22(5):479-489.
- [35] 郭旭东,邱扬,连纲,等.基于“压力—状态—响应”框架的县级土地质量评价指标研究[J].地理科学,2005,25(5):69-73.
- [36] 戴靓.县域土地生态质量的空间分异及主控因子识别[D].南京:南京大学,2013.
- [37] 余敦,陈文波.鄱阳湖生态经济区土地生态安全研究[J].水土保持研究,2011,18(4):107-116.
- [38] 袁磊,雷国平,张小虎.大庆油田区土地生态安全评价[J].水土保持研究,2009,16(1):216-221.
- [39] 卢中正,邱少鹏,高会军.黄河上游及源头区生态环境质量综合评价[J].地球信息科学,2003,5(1):11-15.
- [40] 李秀霞,张希.基于熵权法的城市化进程中土地生态安全研究[J].干旱区资源与环境,2011,25(9):13-17.
- [41] 焦立新.评价指标标准化处理方法的探讨[J].安徽农业技术师范学院学报,1999,13(3):7-10.
- [42] Tobler W R. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region[J]. Economic Geography, 1970, 46(2):234-240.
- [43] Tobler W. On the first law of geography: A reply[J]. Annals of the Association of American Geographers, 2004,94(2):304-310.
- [44] 徐建刚,尹海伟,钟桂芬,等.基于空间自相关的非洲经济格局[J].经济地理,2006,26(5):771-775,791.
- [45] 谢花林,刘黎明,李波,等.土地利用变化的多尺度空间自相关分析:以内蒙古翁牛特旗为例[J].地理学报,2006,61(4):389-400.