

# 土地利用景观格局演变及驱动力分析

## ——以唐山市曹妃甸新区为例

王观湧, 张 乐, 陈青锋, 于化龙, 陈亚恒

(河北农业大学, 河北 保定 071000)

**摘 要:**以唐山市曹妃甸新区为研究区,运用遥感(RS)、地理信息系统(GIS)等技术方法,运用景观生态学理论研究景观动态变化,结合主成分分析方法从自然条件、区域政策与经济发展等角度,探讨了曹妃甸新区景观格局变化的驱动力因素。结果表明:1990—2010 年盐田、居民点及工矿用地呈增加趋势;港口码头为新增加用地;耕地、林地则有增有减;沿海滩涂和未利用地则处于减少趋势。土地利用景观多样性增加,斑块形状复杂性降低,破碎化程度整体有所上升,景观类型趋于均衡并且更加合理发展,这些变化主要受全区总人口、GDP、固定资产投资等社会经济驱动因子和区域政策的影响,其研究对于曹妃甸新区土地利用规划和生态环境保护具有重要意义。

**关键词:**土地利用;驱动力;景观指数;主成分分析;曹妃甸新区

中图分类号:P901

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2014)05-0084-05

## Analysis on Landscape Pattern Change and Its Driving Forces

### —Taking Caofeidian New Area, Tangshan City as an Example

WANG Guan-yong, ZHANG Le, CHEN Qing-feng, YU Hua-long, CHEN Ya-heng

(Institute of Land Resources, Agricultural University of HeBei, Baodin, Hebei 071000, China)

**Abstract:**Caofeidian area in Tangshan City was taken as the study area, and by using remote sensing, geographic information system and global positioning system technology methods, based on landscape ecology theory combined with the method of principal component from economic development, natural conditions and regional policy, this paper analyzed the driving force factors. The results showed that: salt pan, land for residential areas and mining presented an increasing trend; port was for the new increased land; arable land, woodland would increase and decrease; coastal land and unused land were in a decreasing trend. Land use landscape fragmentation overall increased, patch shape complexity decreased, landscape diversity increased, different types of landscape were more balanced and reasonable development, these changes were mainly affected by the regional total population, GDP, investment in fixed assets, and other social and economic driving factors and the impact of regional policy, the research for land use planning and protection of the ecological environments in Caofeidian New area has the important significance.

**Key words:**land use; driving force; landscape index; principal component analysis; Caofeidian New area

土地利用/覆被变化是陆地景观生态系统变化的主要体现,也是自然交叉与人类活动最为密切的问题<sup>[1-2]</sup>,已经成为全球变化研究的核心主题之一<sup>[3-6]</sup>。目前国内外对土地利用/覆被变化的研究主要集中在时空变化特征<sup>[7-8]</sup>、土地利用变化的影响以及土地利用变化机制或驱动力方面,并取得了一系列研究成果。2005 年 IGBP 和 IHDP 共同推出国际重大科学

计划“全球陆地计划(GLP)”<sup>[9]</sup>,将土地利用变化的驱动机制和生态环境后果作为重点研究内容。近年来中国诸多学者利用遥感技术与 GIS 等手段分析景观格局的演变过程,对不同研究区的土地利用变化特征发展趋势及景观格局变化的驱动因素进行了研究并取得了诸多成果<sup>[10-11]</sup>。总结国内外研究现状发现,基于景观尺度的中国生态城市土地利用变化定量研究

收稿日期:2013-11-20

修回日期:2013-12-18

资助项目:河北省住建厅“生态宜居城市土地利用格局配置研究”;国家重点基础研究发展规划资助项目(2005CB121107)

作者简介:王观湧(1988—),男,河北省青县人,硕士研究生,研究方向为土地资源利用。E-mail:wanguanyongyun@sina.com

通信作者:陈亚恒(1973—),男,河北省顺平人,博士,副教授,主要从事土地评价、土地开发整理、土地规划等方面的研究和教学工作。

E-mail:chenyaheng@126.com

及其驱动力分析工作还较为薄弱。因此土地利用景观格局演变及驱动力的研究成为土地相关学科的研究热点,对研究区域环境变化有重要的现实意义。

曹妃甸位处环渤海经济圈的中心轴线位置,是我国重要的钢铁、石化、煤炭和高科技发展基地,国家级经济循环示范区,宜居生态的滨海新城和北方商务休闲之都,经济热点发展地区。曹妃甸新区为了打造北方国际生态城将更加注重曹妃甸新区生态环境的变化。本文则以曹妃甸新区为研究对象,利用遥感(RS)、地理信息系统(GIS)等技术方法,运用景观生态学理论,结合主成分分析理论方法,探讨曹妃甸新区土地利用景观格局演变和驱动因素,为曹妃甸新区土地利用规划、区域生态环境保护工作提供科学依据。

## 1 研究区域与资料来源

### 1.1 研究区概况

曹妃甸新区位于河北省唐山市南部沿海,地理坐标是北纬  $38^{\circ}54'$ — $39^{\circ}26'$ ,东经  $118^{\circ}59'$ — $118^{\circ}54'$ ,总面积为  $1\,943.72\text{ km}^2$ 。现管辖“两区一县一城”,即唐山市曹妃甸工业区、南堡经济开发区、唐山市唐海县和唐山市曹妃甸新城。截至 2007 年,曹妃甸新区现状人口 22 万。现状人口主要集中在唐海、南堡开发区和曹妃甸工业区,新区气候属东部季风区暖温带半湿润气候,四季分明,雨热同季,年平均气温  $10.8^{\circ}\text{C}$ ,春夏两季气温比同纬度地区偏低。区域主要分布湿地及芦苇地、荒草地和盐田、水浇地和草地等土地利用类型,其中有少量淡水水库分布。新区具有丰富的水生动、植物资源,为以水禽为主的鸟类提供了丰富的食物来源和筑巢、隐藏等天然的活动场所及栖息环境。其中,唐海湿地是滦河水系冲积和海洋动力作用下形成的滨海复合型湿地,有天然湿地和人工湿地两种类型。唐海湿地是多种候鸟迁徙的驿站、多种野生动植物的繁衍基地,形成了比较复杂的水陆动植物共生体系。

### 1.2 土地利用类型的划分

基于成像时间为 1990 年 9 月、2000 年 9 月和 2010 年 8 月曹妃甸新区 Landsat-TM 影像数据。轨道号为 122/33 成像质量好,平均云量为 0。用几何精校正及配准的 1:5 万土地利用现状图及其矢量化数据,对影像进行配准。采用遥感多波段数据融合获取土地利用信息,通过相关性及统计分析,确定最佳三期波段影像组合为 TM3(B)、4(G)、7(R)合成假彩色方案。根据建立的土地利用地表景观解译标志,利用 Envi 的分类监督功能解译出土地利用三期土地利

用现状图。参照《全国土地分类》,将研究区土地利用类型划分为耕地、林地、盐田、居民点及工矿用地、淡水水域及湿地、港口码头、沿海滩涂以及未利用地 8 种类型。

## 2 研究方法

### 2.1 土地利用变化分析

土地利用动态度将区域内土地利用变化速度进行定量描述,比较区域土地利用变化的差异,反映区域内土地利用变化剧烈程度,预测区域未来土地利用趋势变化产生积极作用。按描述对象的不同,土地利用类型动态度可以分为单一土地利用动态度和综合土地利用类型动态度。本文引用单一土地利用动态度以及综合土地利用动态度来分析曹妃甸新区土地利用变化,具体如下<sup>[12-13]</sup>:

(1) 单一土地利用动态度。单一土地利用动态度用来描述区域内某种土地利用类型在一定时间范围内的变化情况,其计算公式为:

$$k = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中: $U_a, U_b$ ——区域内某种土地利用类型在研究期初和期末的数量; $T$ ——研究时段长,一般以年为单位。

(2) 综合土地利用动态度。综合土地利用动态度用于表征整个研究区土地利用的变化速度,其公式可以表达为:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n (|U_{ai} - U_{bi}|)}{S} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中: $U_{ai}, U_{bi}$ ——区域内第  $i$  种土地利用类型在研究期初和期末的数量; $S$ ——区域总面积; $T$ ——研究时段长。

### 2.2 景观格局指数

“景观格局指数”是指将景观格局信息高度浓缩,对于其空间配置和结构组成等方面反映简单定量指标,其中包括三个层次上的指数:单个斑块,若干斑块组合的板块类型和若干板块类型组成的整个景观镶嵌体<sup>[14-17]</sup>。景观格局直接描述景观格局以及变化趋势,将景观格局量化是景观生态学中最常被运用的定量研究方法。

### 2.3 景观格局的驱动力分析

土地利用变化受到人口增长、社会经济发展以及国家政策等外在驱动力控制,各种驱动力因素之间相互联系,关系错综复杂,共同影响土地利用变化的趋势和方向,简单的相关分析方法已经没有办法满足需要。因此,本文结合区域实际,以定性和定量相结合

的方法,从经济发展、自然条件和区域政策等角度对影响曹妃甸新城土地利用景观格局变化的各种驱动因素进行分析。

### 3 曹妃甸新区土地利用变化分析

#### 3.1 土地利用变化特征

从图 1 中可以看出,研究区以沿海滩涂、耕地、盐田、淡水水域及湿地景观为主。研究期间盐田、居民点及工矿用地呈增加趋势;港口码头为新增用地;耕地、林地则有增有减;沿海滩涂和未利用地则处于减少趋势。盐田面积由 1990 年的 325.84 km<sup>2</sup>,增加至 2000 年的 339.44 km<sup>2</sup>,到 2010 年面积达到 444.83 km<sup>2</sup>,成为了规模最大的地类。2010 年居民点及工矿用地面积增加至 133.09 km<sup>2</sup>,比例由 1990 年的 4%增加至 2010 年的 7%,增加的主要原因是经济发展,人口增加的结果。经济的增长促使了城镇和农村的扩张,大量的农田转变为居民点。为了加快港口物流体系建设,完善港口功能,使唐山港曹妃甸港区朝国际化、大型化、现代化综合型港口迈出坚实步伐,围绕建设现代化国际性综合大港的目标,曹妃甸新区直到 2010 年港口码头建设大幅度增加,面积达到 170.39 km<sup>2</sup>。2010 年曹妃甸新区前期建设港口、新开工以及正在安排续建项目 19 个,相应投资预计 473 亿元,年内投资完成 108 亿元。重点项目加紧建设,推进煤炭码头续建、焦煤码头以及矿石码头二期等项目建设,力争突破新港年吞吐量 2 亿 t。耕地先减少后增加。沿海滩涂和未利用地均处于减少趋势,1990—2000 年沿海滩涂虽有减少,但变化不大,从 700.87 km<sup>2</sup> 减少到 680.19 km<sup>2</sup>;2000—2010 年,这 10 a 来沿海滩涂面积减少明显,到 2010 年沿海滩涂面积仅为 435.78 km<sup>2</sup>;未利用地一直处于均匀减少,1990 年末利用地面积为 108.64 km<sup>2</sup>,占土地总面积的 6%,2000 年末利用地面积为 78.94 km<sup>2</sup>,占土地总面积的 4%,2010 年末利用地面积为 26.05 km<sup>2</sup>,占土地总面积的 1%。

#### 3.2 土地转化速率分析

由表 1 可知,1990—2000 年林地动态度相对较大,为 6.70%,说明该地区林地变化最为活跃并呈增长趋势;沿海滩涂单一动态度仅为-0.30%,说明该土地类型在该时段较稳定。2000—2010 年,由于港口码头的大量修建导致港口码头的动态度达到 4 473.95%,林地、未利用地、沿海滩涂、淡水水域及湿地逐渐减少,动态度为-7.08%,-6.70%,-3.59%,-1.57%;盐田、居民点及工矿用地和耕地逐渐增加,

动态度为 3.10%,2.99%,2.52%。对于整个流域的土地利用类型动态度可采用综合动态度指标值进行描述。刘纪远等<sup>[18]</sup>将我国土地利用的时间动态特征分为 4 种类型:21%~24%(急剧变化性);13%~20%(快速变化型);4%~12%(慢速变化型);0~3%(极缓慢变化型)。曹妃甸新区属于极缓慢变化类型,综合动态值均小于 4%,但有加快变化的趋势。其中,2000—2010 年曹妃甸新区土地利用综合动态度值已经接近慢速变化类型范围,例如耕地等土地利用类型已变为慢速变化类型范畴。可以预见,倘若不调整现有的土地利用规划,耕地面积转变速度会加剧。

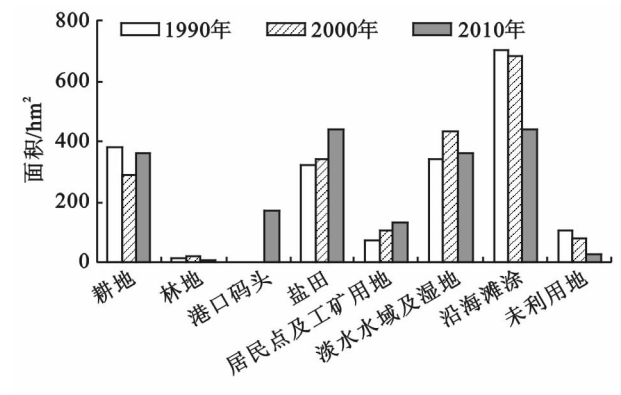


图 1 1990—2010 年各土地利用类型面积  
表 1 1990—2010 年各用地类型的土地利用动态度 %

土地类型	1990—2000 年	2000—2010 年
耕地	-2.27	2.52
林地	6.70	-7.08
港口码头	—	—
盐田	0.42	3.10
居民点及工矿用地	3.12	2.99
淡水水域及湿地	2.61	-1.57
沿海滩涂	-0.30	-3.59
未利用地	-2.73	-6.70

#### 3.3 景观格局演变分析

本文在研究曹妃甸新区景观格局指数时采用景观空间格局分析软件 FRAGSTATS 3.3,但是景观格局指数众多,部分景观格局指数相关性比较高,在参考相关文献<sup>[19-20]</sup>研究的基础上将其排除,并且根据曹妃甸新区的具体情况,从斑块形状、面积、大小、结构以及景观多样性等方面选取生态意义较为明确的景观格局特征指数:斑块数量、平均分形指数、面积加权的平均形状指数、香农均匀度指数、香农多样性指数 5 个景观格局指标,并对曹妃甸新区三年景观变化进行分析,具体计算公式参见相关文献<sup>[21]</sup>。计算结果见表 2。

表 2 1990—2010 年曹妃甸新区土地利用景观格局总体变化

年份	斑块数	平均分形 指数	面积加权 的平均 形状指数	香农 多样性 指数	香农 均匀度 指数
1990	472	1.38	2.81	1.33	0.58
2000	544	1.23	3.29	1.35	0.57
2010	599	1.17	2.85	1.41	0.74

由表 2 分析得出,在 1990—2010 年间,研究区内增加斑块数 127 块,为初期研究的 1.27 倍,平均分形指数降低,由研究初期的 1.38 降低至 1.17,面积加权形状指数有所起伏,1990 年为 2.81,2000 年上升为 3.29,直至 2010 年降低为 2.85,香农均匀度指数和香农多样性指数呈上升趋势,分别由初期的 1.13 和 0.58 增加到 1.44 和 0.74。景观格局指数变化反映出,人类活动影响景观变化,并且干扰程度越大,越会导致土地利用景观破碎度整体上升,并且斑块形状复杂性降低,景观多样性增加,不同景观类型更加均衡合理发展。通过对比前后不同时段两个景观格局指数变化幅度,在不同时期呈现不同的特征。研究区内斑块数量、面积加权的形状指数以及平均分形指数在 1990—2000 年之间变化幅度较大,表明人类活动的干扰较大直到 2010 年有所缓解。香农多样性指数反映景观类型的复杂程度,香农多样性指数和香农均匀度指数在 1990—2000 年期间变化不大,景观复杂程度变化不明显。2000—2010 年香农多样性指数和香农均匀度指数均有明显增加。为了加快港口物流体系建设,完善港口功能,曹妃甸新区直到 2010 年港口码头建设大幅度增加,面积达到 170.39 km<sup>2</sup>,沿海滩涂占主导的景观格局迅速转变为港口码头、盐田等其他地类,各地类均衡发展景观多样性指数明显改善。

## 4 曹妃甸新区土地利用景观格局演变的驱动力分析

### 4.1 主成分分析

影响土地利用景观格局变化的因素错综复杂,本文采用 SPSS 软件对选取的 9 个指标进行主成分分析,旨在一定程度上解决指标因子数量选取和因子之间相关性,所选取主成分的标准需以特征值大于 1,且特征值占方差百分数的累加值大于 85%。其中第一主成分与全区 GDP、总人口、固定资产投资、人均工业产值和农民人均纯收入有较大的正相关;第二主成分与农牧渔业总产值、水产品总产量有较大的正相关;根据主成分反映信息筛选出两个主成分,分别命名经济发展因素、自然条件与区域政策因素,并从这

两方面就曹妃甸新区景观格局变化原因进行探讨。

### 4.2 驱动力分析

(1) 经济发展因素。由表 3 可看出,经济发展成为影响曹妃甸新区景观格局变化的主要因素,全区 GDP、总人口、固定资产投资相关指数均在 95% 以上。2006 年新区 GDP 产值为 77 亿元,2007 年达到 111.6 亿元,同比增长 44.8%,人均地区生产总值达 4.2 万元;截至 2007 年,曹妃甸新区现状人口达到 22 万人;2009 年,唐山市曹妃甸新区完成固定资产投资近 1 100 亿元,2010 年完成 1 600 亿元。导致土地利用结构在经济利益的驱动下有低收入土地结构向高收入土地结构转移,耕地急速减少,但由于粮食安全红线的制约使得 2010 年耕地下降的形势有所缓解;沿海滩涂及未利用地则一直处于下降趋势,主要转向港口、基础设施用地、住宅用地等城乡用地。2005 年 10 月,曹妃甸新区南部曹妃甸工业区成立,是曹妃甸新区的核心区和龙头带动区。工业区成立以后,曹妃甸工业区颁布了促进曹妃甸工业区建设相关政策,大力开展围海造田工程,曹妃甸新区南部建设用地扩张明显。

表 3 主成分载荷矩阵

项目	主成分 1	主成分 2
X <sub>1</sub> 总人口	0.97	-0.218
X <sub>2</sub> GDP	0.973	-0.179
X <sub>3</sub> 全区固定资产投资	0.962	-0.156
X <sub>4</sub> 城镇化水平	0.649	-0.658
X <sub>5</sub> 农民人均纯收入	0.979	-0.15
X <sub>6</sub> 农牧渔业总产值	0.361	0.771
X <sub>7</sub> 水产品总产量	0.676	0.727
X <sub>8</sub> 人均工业产值	0.857	-0.03
X <sub>9</sub> 总财政收入	0.786	0.466

(2) 自然条件与区域政策因素。第二主成分与农牧渔业总产值、水产品总产量有较大的正相关,说明第二主成分可以代表曹妃甸新区第一、三产业发展。近 20 a 来,曹妃甸新区发生了翻天覆地的变化。第一个十年受农业产业政策的影响,位于曹妃甸新区北部的唐海县农林牧渔业发展迅速。从用地结构看出,1990—2010 年间鱼虾海淡水养殖业发展迅速。逐渐形成北部绿色旱地农业区,中部以水稻种植为主的立体农业发展区,南部为芦苇及海淡水养殖发展区。

伴随着河北省打造沿海经济隆起带,推进开发建设沿海地区,大力实施“11 县 8 区 1 路 1 带”的重点推进计划,促进工业向沿海转移,推进新一轮的沿海开发格局。曹妃甸新区作为沿海经济隆起带上的战略引擎,其将建成矿石、能源等新型工业化基地、商业

性能源储备基地、大宗货物的集疏港以及国家级循环经济示范区。区域土地利用格局将在较短时间内发生较大变化。未来变化将主要受曹妃甸空间开发格局、国际生态城市建设等因素的影响。伴随着曹妃甸新区生态城的建设,将导致林地结构发生变化,同时也促进了未利用地、淡水水域及湿地的变化。

## 5 结论

(1) 通过对曹妃甸新区土地利用变化及景观格局分析,可以得出由各时期土地利用景观变化分析可知研究区以沿海滩涂、耕地、盐田、淡水水域及湿地景观为主。研究期间盐田、居民点及工矿用地呈增加趋势;港口码头为新增加用地;耕地、林地则有增有减;沿海滩涂和未利用地则处于减少趋势。由于近年来曹妃甸新区经济的快速发展,曹妃甸空间开发格局和国际生态城市建设等因素的影响,1990—2010年曹妃甸新区土地利用空间格局发生了较大变化,从全区来看,土地利用景观多样性增加,斑块形状复杂性降低,破碎化程度整体有所上升,景观类型趋于均衡并且更加合理发展。

(2) 依据驱动力分析结果,主要影响因子为GDP、总人口、固定资产投资的增加。曹妃甸工业区的建设对耕地、居民与工矿用地等景观变化造成直接或间接影响,一、三产业的发展促使传统粮食种植业在政策的驱动下分区重点发展,导致耕地与其他用地类型之间的转化。曹妃甸新区经济快速发展和国际生态城市建设的需要,土地利用结构和空间形态将持续发生变化,建设占用仍是造成地类变化的主要因素之一,水产养殖业发展继续促使水田向养殖用地转化,土地利用总的发展趋势还不稳定。

(3) 通过研究曹妃甸新区土地利用变化景观演变及驱动因子可以掌握其内在调控机制,在今后的土地利用中必须严格保护耕地,限制淡水水面和滩涂用地转为其他地类,控制建设用地规模,同时考虑生态保护和城镇用地空间扩展的合理性,促进曹妃甸新区朝着生态宜居的方向发展,为曹妃甸国际生态城的建设提供重要的自然基础条件。

### 参考文献:

- [1] 李保杰,顾和和. 矿区土地复垦景观格局变化和生态效应[J]. 农业工程学报,2012,28(3):251-256.
- [2] David B B, Edward A E, Natalia A, et al. The institutional drivers of sustainable landscapes: a case study of the 'Mayan Zone' in Quintana Roo, Mexico[J]. Land Use Policy,2004,21(4):333-346.
- [3] 梁溪,曹银贵,周伟. 2003—2008年兰州市土地利用变化及其驱动因素研究[J]. 资源开发与市场,2010(10):876-879.
- [4] 谢花林. 典型农牧交错区土地利用变化驱动力分析[J]. 农业工程学报,2008,24(10):56-62.
- [5] Liu Yansui, Wang Lijuan, Long Hualou. Spatio-temporal analysis of land-use conversion in the eastern coastal China during 1996—2005[J]. Journal of Geographical Sciences,2008,18(3):272-282.
- [6] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域:土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报,1996,51(6):553-557.
- [7] 文枫,鲁春阳,杨庆媛,等. 重庆城市土地利用变化及用地效益分析[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2010,35(2):198-203.
- [8] 杨朝现,陈荣蓉,刘秀华. 重庆市北碚区土地利用变化及驱动力分析[J]. 西南农业大学学报:社会科学版,2004,1(2):26-29.
- [9] Global Land Project(GLP). Science Plan and Implementation Strategy[R]. IGBP Report No. 53/IHDP Report No. 19. Stockholm: IGBP, 2005:64.
- [10] 王婷婷,侯淑涛,唐军利,等. 七台河市土地利用景观格局动态变化分析[J]. 水土保持研究,2012,19(3):90-94.
- [11] 钱者东,蒋明康,刘鲁君,等. 陕北榆神矿区景观变化及其驱动力分析[J]. 水土保持研究,2011,18(2):90-93,271.
- [12] 朱会义,李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. 地理学报,2003,58(5):643-650.
- [13] 严登华. 东辽河流域景观格局及其动态变化研究[J]. 资源科学,2004,26(1):31-37.
- [14] 王小玉,张安明,邹小红,等. 重庆市土地利用变化及驱动机制研究[J]. 西南大学学报:自然科学版,2009,31(2):146-151.
- [15] Jeny A G, Edward A, Kevin P. Landscape structure analysis of Kansas at three scales[J]. Landscape and Urban Planning,2000,52(1):45-61.
- [16] 邬建国. 景观生态学:格局、过程、尺度与等级[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [17] 陈文波,肖笃宁,李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. 应用生态学报,2002,13(1):121-125.
- [18] 刘纪元. 20世纪90年代中国土地利用变化的遥感时空信息研究[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [19] 王薇,陈为峰,王燃葵,等. 黄河三角洲新生湿地景观格局特征及其动态变化:以垦利县为例[J]. 水土保持研究,2010,17(1):82-87.
- [20] 李欢,刘霞,姚孝友,等. 蒙阴县土地利用景观格局动态分析[J]. 水土保持研究,2011,18(5):43-47.
- [21] 余新晓. 景观生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2006.