



# 龙口市土地利用变化分析与预测

闫常华<sup>1</sup>, 徐艳慧<sup>2</sup>, 张辉<sup>2</sup>, 张芬<sup>2</sup>

(1. 龙口市国土资源局, 山东 龙口 265701; 2. 山东师范大学人口·资源与环境学院, 山东 济南 250014)

**摘要:** 基于多时相 TM 影像的解译数据, 运用 RS, GIS 和马尔科夫模型, 分析山东省龙口市近 20 年的土地利用变化过程, 揭示该地区土地利用类型的时空变化特征, 预测未来一段时间的变化趋势。研究成果可以为城市的发展和规划提供决策依据。

**关键词:** 土地利用; 变化分析; 马尔科夫模型; 山东龙口  
**中图分类号:** F301.24      **文献标识码:** C

随着全球城市化进程的加快, 土地利用/覆被变化(LUCC)成为全球变化研究的热点<sup>[1-3]</sup>。近年来, 土地利用在区域尺度上的生态效应日益得到了学术界的重视<sup>[4,5]</sup>。区域土地利用研究从微观、中观和宏观的空间尺度上探讨了土地利用演变, 生态过程之间的联系与互动<sup>[6]</sup>。因此, 探讨土地利用变化机制, 分析其空间演化规律, 对维持地区的可持续发展有重要意义。

## 1 研究区简介

龙口市位于山东省东北部, 胶东半岛西北部, 西北临渤海, 东与蓬莱市毗邻, 南与栖霞市、招远市接壤, 隔海与天津、大连相望。全市东西最大横距 46.08 km, 南北最大纵距 37.43 km, 总面积 893.84 km<sup>2</sup>。龙口市属温带季风型气候, 年平均气温 12℃左右; 年平均降雨量 600 mm 左右, 无霜期 190 多天。

## 2 数据来源与处理

该文数据主要来源于 GLCF 与中国科学院对地观测与数字地球科学中心 1989 年、2001 年、2009 年 Landsat TM 多光谱遥感影像。在 ArcGIS9.3 软件中, 以 20 世纪 90 年代初和 2000 年土地利用数据为基础, 采用直接判读法对 1989 年、2001 年 TM 影像数据进行解译和修改, 将整个区域的土地利用类型分为

耕地、园地、林地、草地、水域、建设用地、其他用地, 得到 1989 年、2001 年土地利用现状图。参照 2001 年土地利用现状图, 对 2009 年 TM 影像进行解译, 生成 2009 年土地利用现状图, 由此得到龙口市三期土地利用数据。对解译结果的精度评价采用 Kappa 系数, 同时结合研究区野外调查资料, 其中耕地、园地、水体解译精度在 85% 以上, 建设用地、林地、草地、未利用地解译精度在 80% 以上, 符合判别精度标准。

## 3 土地利用变化分析

### 3.1 土地利用动态分析

土地利用动态度分为单一土地利用动态度和综合土地利用动态度。单一土地利用动态度  $K$  可表达区域一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况; 综合土地利用动态度  $LC$  从总体上反映研究区一定时间范围内各土地利用/覆盖类型相互转化的剧烈程度。计算公式如下<sup>[7-9]</sup>:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

$$LC = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \right] \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中:  $U_a, U_b$  分别为研究期初及研究期末某一土地

\* 收稿日期: 2012-03-01; 修订日期: 2012-03-25; 编辑: 陶卫卫

基金项目: 山东省自然科学基金资助项目(Y2008E10); 中德科技合作项目(2007DFB70200)

作者简介: 闫常华(1970—), 女, 山东龙口人, 工程师, 主要从事土地资源规划与管理工; E-mail: lktdglj@163.com.

类型的数量;  $LU_i$  为监测起始时间第  $i$  类土地利用类型面积;  $\Delta LU_{i-j}$  为监测时段第  $i$  类土地利用类型转化为非  $i$  类土地利用类型面积的绝对值;  $T$  为研究时段长。

从单一土地利用动态度来看, 1989—2001 年期间, 园地的变化速度最快, 耕地与建设用地的变化速度次之, 分别为  $-4.03\%$ ,  $3.44\%$ 。2001—2009 年期间, 草地的变化速度最快, 其次为林地和建设用地(表 1)。这一时期的综合土地利用动态度高于第一个时间段, 说明研究期内龙口市的综合土地利用动态度呈增加趋势, 土地利用类型的转变越来越剧烈。

表 1 1989—2009 年土地利用动态度(%)

时间段	统计类型	耕地	园地	林地	草地	建设用地	水体	其他用地	LC
		1989-2001 K	-4.03	7.54	-0.44	-1.98	3.44	0.20	5.85
2001-2009 K		0.07	-0.85	-1.29	15.74	1.04	0.98	0.28	2.51

### 3.2 土地利用类型转换分析

研究期内园地的面积增加最多, 变化率为  $77.59\%$ 。这是受供求关系和商品经济的影响。龙口市是烟台苹果和山东梨的主要产区之一, 桃、葡萄和大樱桃也相当丰富。在经济利益的刺激和政府的支持下, 水果的种植力度加大, 园地面积相应增加。园地的转换来源主要是耕地, 这就造成耕地面积的大量减少。到 2009 年, 耕地面积共减少  $195.12 \text{ km}^2$ , 占 1989 年面积的  $48\%$ , 是研究期内减少最多的地类。耕地的主要转换去向还有建设用地。经济的发展和人口的增多, 带来住房需求的增大, 相配套的基础设施建设也加大, 城镇范围不断扩张, 这些原因都造成建设用地面积的增加。草地增加的面积主要来源于耕地和林地, 随着城市的扩张, 城市内绿化面积增加, 人工草地逐渐增多。林地面积减少还与乱砍乱伐, 盲目毁林开荒有关, 这将对当地的生态环境造成很大破坏。龙口市沿海滩涂的增加以及坑塘水面和养殖水面的增加使得水体面积增多, 其他用地的增加主要因为研究区南部林地的开垦使得未利用地和裸地增多, 这也造成林地面积的减少(表 2)。

## 4 土地利用的马尔科夫预测

### 4.1 马尔科夫模型

马尔科夫(Markov)过程是一种特殊的随机运动过程, 其过程特点是无后效性, 即一个运动系统在

$T+1$  时刻的状态只和  $T$  时刻的状态有关, 而和以前的状态无关。根据这一特性, 可由该系统初始状态概率向量  $P(n-1)$  和转移概率矩阵  $P_{ij}$  求得其在任何时刻的状态概率向量<sup>[10]</sup>  $P(n)$ :

$$P(n) = P(n-1)P_{ij}$$

Markov 模型对于研究土地利用的动态演变被证明是较为适宜的, 因为在一定条件下, 土地利用的动态演变具有 Markov 过程的性质: ①一定区域内, 不同土地利用类型之间具有相互可转化性; ②土地利用类型之间相互转化过程包含着较多尚难用函数关系准确描述的事件。预测的关键在于确定各景观类型之间相互转化的初始转移概率矩阵, 其数学表达式为:

$$\begin{bmatrix} P_{11} & P_{12}L\cdots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22}L\cdots & P_{2n} \\ M & M & M \\ P_{n1} & P_{n2}L\cdots & P_{nm} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$n$  为景观类型,  $P_{ij}$  代表由  $i$  类景观块转变为  $j$  类景观的概率, 同时,  $P_{ij}$  须满足以下 2 个条件: ①  $0 \leq P_{ij} \leq 1$ ; ②  $\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$ 。利用公式(3)及表 2 可以求得 1989—2009 年的转移概率矩阵(表 3)。

表 2 1989—2009 年土地利用转移矩阵( $\text{km}^2$ )

类型	耕地	园地	林地	草地	建设用地	水体	其他用地	合计
耕地	161.37	174.08	8.83	11.16	46.66	3.37	1.04	406.52
园地	33.89	112.32	6.05	6.18	14.51	3.35	0.39	176.69
林地	3.89	11.57	97.39	10.09	8.55	2.15	3.65	137.31
草地	2.39	6.18	2.89	2.87	3.20	1.46	0.46	19.45
建设用地	7.64	6.35	0.83	2.98	88.95	1.13	0.50	108.38
水体	1.63	2.72	0.50	0.91	2.20	29.93	0.52	38.42
其他用地	0.59	0.57	0.33	0.52	0.41	1.17	0.33	3.92
合计	211.41	313.79	116.82	34.72	164.48	42.57	6.90	
面积增减	-195.12	137.10	-20.49	15.27	56.10	4.16	2.98	
变化率(%)	-48.00	77.59	-14.92	78.52	51.77	10.82	76.11	

表 3 1989—2009 年土地利用转移概率矩阵(%)

类型	耕地	园地	林地	草地	建设用地	水体	其他用地
耕地	39.70	42.82	2.17	2.75	11.48	0.83	0.26
园地	19.18	63.57	3.42	3.50	8.21	1.90	0.22
林地	2.84	8.43	70.93	7.35	6.23	1.57	2.66
草地	12.30	31.77	14.88	14.77	16.44	7.49	2.35
建设用地	7.05	5.86	0.76	2.75	82.08	1.04	0.46
水体	4.25	7.08	1.30	2.38	5.72	77.92	1.36
其他用地	15.00	14.44	8.33	13.33	10.56	30.00	8.33

## 4.2 预测结果

根据表 3 土地利用转移概率矩阵和 2009 年各土地利用类型的面积,以 20 年为步长,预测研究区的土地利用变化,结果见表 4。

表 4 各土地利用类型的马尔科夫预测结果(km<sup>2</sup>)

类型	耕地	园地	林地	草地	建设用地	水体	其他用地
2029 年	166.12	324.52	105.74	36.94	201.18	49.09	7.07
增减值	-45.28	10.73	-11.07	2.22	36.69	6.52	0.17
2049 年	153.06	314.36	97.97	36.77	227.05	54.43	7.013
增减值	-13.06	-10.15	-7.76	-0.16	25.87	5.33	-0.06

由表 4 可知,研究区各土地类型的面积大致保持 1989—2009 年的发展形势。耕地、林地的面积趋于减少,但是减少的趋势变和缓,到大约 2049 年,耕地的面积大约减至 153 km<sup>2</sup>,林地面积大约减至 98 km<sup>2</sup>。建设用地和水面面积呈增加趋势。园地、草地和其他用地的面积变化较为复杂,但最终都呈减少趋势。到 2029 年,这 3 种景观类型的面积保持增加状态,园地面积为 324.5 km<sup>2</sup>,草地为 36.9 km<sup>2</sup>,其他用地为 7.07 km<sup>2</sup>。到 2049 年,三者面积趋于减少。在预测年限的末年,只有建设用地和水面面积呈增加趋势,其他土地利用类型的面积趋于减少,说明随着城市化进程的加快,经济发展的需要,各种土地利用类型开始向建设用地和水面转化。

## 5 结语

使用 1989 年、2001 年、2009 年的龙口市遥感影像,提取了龙口市 2 年的用地信息,分析了该地区在不同时期的土地利用变化情况。结果表明:研究期内,龙口市各土地利用类型间的转换越来越剧烈。耕地、林地的面积减少,园地、建设用地、草地、水体

和其他用地的面积增加。从马尔科夫预测结果可知,在今后一段时间内,建设用地和水面面积趋于增加,其他景观类型的面积呈减少趋势。说明随着社会经济的发展,城镇面积增加,养殖水面和沿海滩涂范围扩大,其他景观类型慢慢向城镇用地转化,这必然会带来城镇建设发展与基本农田保护间的矛盾,同时会引起一系列的生态环境问题。因此,要促进土地利用结构的不断优化,提高土地利用率和土地生产率,植树造林,保护生态环境。

## 参考文献:

- [1] 吴秀芹,蔡运龙.土地利用/土地覆盖变化与土壤侵蚀关系研究进展[J].地理科学进展,2003,22(6):576-584.
- [2] 万荣荣,杨桂山.太湖流域土地利用与景观格局演变研究[J].应用生态学报,2005,16(3):475-480.
- [3] 颀耀文,陈发虎.干旱区土地利用/土地覆盖变化与全球环境变化[J].地域研究与开发,2002,21(2):22-26.
- [4] 史培军,李晓兵,江源,等.土地利用/覆盖变化与生态安全响应机制[M].北京:科学出版社,2004.
- [5] Dube F, ZAagal E, Stolpe N, et al. The influence of land-use change on the organic carbon distribution and microbial respiration in a volcanic soil of the Chilean Patagonia [J]. Forest Ecology and Management, 2009,257(8):1695-1704.
- [6] 王成,魏朝富,袁敏,等.重庆市浅丘带坝区土地利用与景观空间格局分析[J].地域研究与开发,2008,27(1):82-87.
- [7] 徐嘉兴,李钢,梁俊峰,等.洪泽湖地区土地利用与景观格局演变[J].长江流域资源与环境,2011,20(10):1211-1216.
- [8] 田光进,张增祥,王长有,等.基于遥感和 GIS 的海口市土地利用结构动态变化研究[J].自然资源学报,2001,16(6):543-546.
- [9] 任志远,张艳芳.土地利用变化与生态安全评价[M].北京:科学出版社,2003.
- [10] 郑艳慧,靳海亮,贾露,等.基于马尔柯夫模型平顶山市土地动态变化预测[J].北京测绘,2011,(4):1-4.

## Analysis and Predication of Land Use Change in Longkou City

YAN Changhua<sup>1</sup>, XU Yanhui<sup>2</sup>, ZHANG Hui<sup>2</sup>, ZHANG Fen<sup>2</sup>

(1. Longkou Bureau of Land and Resources, Shandong Longkou 265701, China; 2. Population Resources and Environment College of Shandong Normal University, Shandong Jinan 250014, China)

**Abstract:** Based on interpretation data multi temporal TM images, by using RS, GIS and markov model, changes of land use from 1989 to 2009 of Longkou city in Shandong province have been analyzed. It revealed the spatiotemporal changes of land use and predicated the dynamic change trend. The researching data result can provide basis for making decisions in development and planning of the city.

**Key words:** Land use; change analysis; Markov model; Longkou city in Shandong province