

基于 RS 和 GIS 的肇州县土地利用变化分析

胡天然^{1,2}

(1. 东北林业大学林学院, 黑龙江哈尔滨 150001; 2. 黑龙江省水土保持科学研究所, 黑龙江哈尔滨 150070)

摘要 以 1992、2001、2010 年 3 个时相的卫星遥感图像 TM 为主要数据源, 基于 RS 与 GIS, 分别对研究区土地利用数据进行解译和提取, 获得 1992~2010 年肇州县土地利用变化的基础数据, 由此计算出土地利用类型的动态转移矩阵、土地利用动态度指数、定量分析该区域土地利用变化情况。结果表明: 肇州县林地面积在迅速的增加, 随着当地农牧业投入的加大以及养殖业的不断发展, 草地面积也在迅猛增长, 同时在县域经济发展的带动影响下, 建设用地面积呈现出快速增长的趋势, 且其他用地的开发利用速度较快。从区域 LUCC 空间动态度来看, 肇州县土地利用变化逐渐由基本处于双向转移平衡状态向单向不平衡转移状态转化。

关键词 遥感; 土地利用; 动态度; 肇州县

中图分类号 S28 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)31-11158-05

Analysis of Land Use Dynamic in Zhaozhou Region Based on RS and GIS

HU Tian-ran^{1,2} (1. Forestry School of Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150001; 2. Heilongjiang Institute of Water and Soil Conservation, Harbin, Heilongjiang 150070)

Abstract With the 3 phase of the TM satellite remote sensing image as the main data source, based on RS and GIS, land use data in the study area in 1992, 2001, 2010 was interpreted and extracted, the basic data of land use dynamic in Zhaozhou County during 1992-2010 was obtained. The land use transfer matrix, the land use dynamic index was calculated, the land use change was quantitatively analyzed. The results showed that: the area of woodland in Zhaozhou increased rapidly, along with the local agricultural and animal husbandry increase in investment and development of aquaculture, grassland area also is in rapid growth, at the same time under the economic development, construction land area is showing a trend of rapid growth, and development rapid of other land use is fast. From the dynamic of the LUCC, the land use change in Zhaozhou transfer gradually from two-way equilibrium state to one-way unbalanced transformation.

Key words Remote sensing; Land use; Dynamic degree; Zhaozhou County

20 世纪 90 年代以来, 土地利用/覆被变化 (LUCC) 是全球环境变化的重要组成部分和造成全球环境变化的重要原因, 日益受到国际组织和世界各国的普遍关注, 目前已成为国际上全球变化研究的前沿和热点课题。近几年国内外在区域土地利用变化方面研究的广度和深度都有了很大的提高^[1-12], 随着经济的发展和人口的剧增, 城市的土地利用变化迅速, 国内外对一些大都市区和经济发达地区的城市土地利用变化研究较多^[8-11], 而对一些中小城市的土地利用变化研究相对较少。笔者以土地资源遥感调查数据为基础, 利用遥感和地理信息系统方法, 结合统计分析, 揭示 1992~2010 年肇州县土地利用的数量变化和空间变化特征, 明确其变化的主要类型和区域差异, 为该区域土地管理决策、生态环境保护以及进一步深入研究奠定基础, 对于区域土地可持续利用具有重要意义。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区概况 肇州县隶属于黑龙江省大庆市, 位于黑龙江省西南部, 松花江之北, 松嫩平原腹地。背靠大庆油田, 东部与肇东市毗邻, 西部与大同区交界, 南部与肇源县接壤, 北部与安达市相连, 是长春、哈尔滨、大庆、齐齐哈尔黄金经济带上的一个重要县份。地理坐标为 124°48'12"~125°48'03"E、45°35'02"~46°16'08"N。全境南北长 77 km, 东西宽 72 km, 境内幅员面积 2 398 km²。辖 6 镇 6 乡 2 场, 104 个行政村, 731 个自然屯。肇州县地处黑龙江省第一积温带, 属中温带大陆性季风气候, 年均活动积温 2 800 ℃, 无霜期

143 d。全境为冲击平原, 地势平坦, 平均海拔 150 m。

1.2 资料来源 研究区的遥感影像资料包括 1992、2001 和 2010 年的 3 期 landsat TM 多波段的数据, 其地形图数据为全国 1:5 万地形图。

1.3 遥感图像信息提取 遥感影像预处理包括影像的波段处理、几何校正、影像的拼接与裁剪。遥感影像利用 ENVI 软件进行计算机监督分类处理之后, 利用 ArcMap 成图功能, 得到了研究区 1992、2001 和 2010 年的土地利用现状图 (图 1~3) 和研究区 1992~2001、2001~2010 年土地利用动态变化图 (图 4、5)。

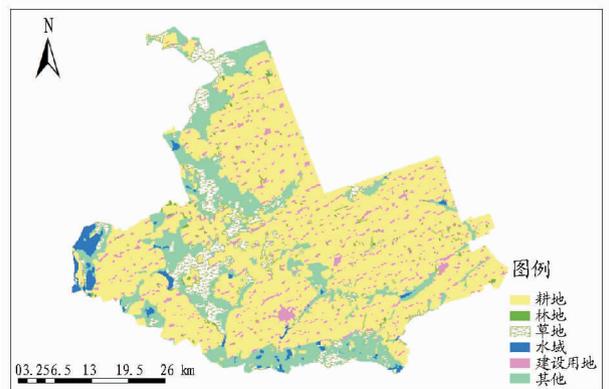


图 1 1992 年肇州县土地利用现状

1.4 研究方法 利用遥感图像处理 ENVI 软件, 首先对 3 个时相的遥感图像进行几何校正、镶嵌、几何配准、监督分类, 从中提取出主要的土地利用类型, 提取出土地利用变化信息, 在此基础上建立土地利用变化动态转移矩阵和主要变化类型的空间分布图。在 ArcGIS、Excel 等软件的支持下, 计算出肇州县土地利用动态转移矩阵、土地利用动态度

基金项目 黑龙江省普通高校重点实验室项目 (KJKF-13-10)。

作者简介 胡天然 (1979-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 工程师, 在读博士, 从事水土保持技术及 3S 技术在土壤侵蚀方面的应用研究。

收稿日期 2014-09-24

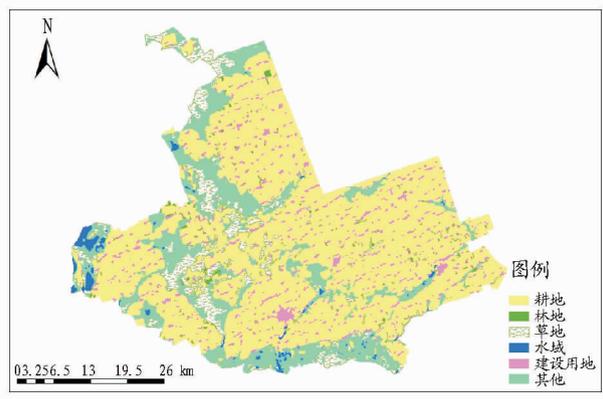


图 2 2001 年肇州县土地利用现状

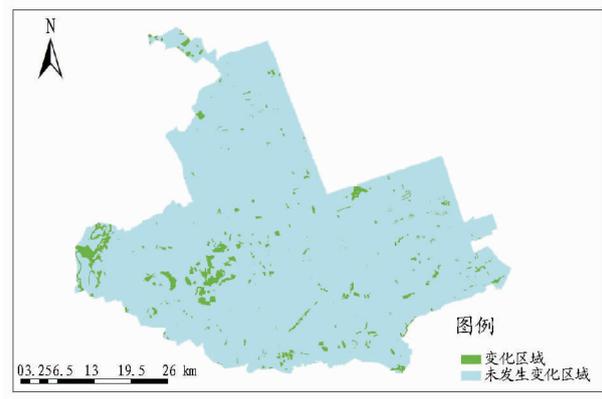


图 4 1992 ~ 2001 年肇州县土地利用动态变化空间分布

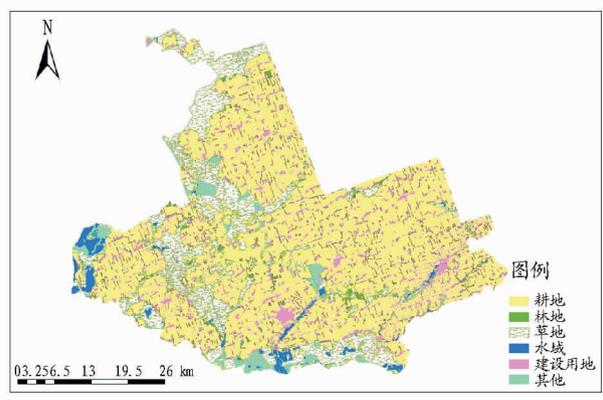


图 3 2010 年肇州县土地利用现状

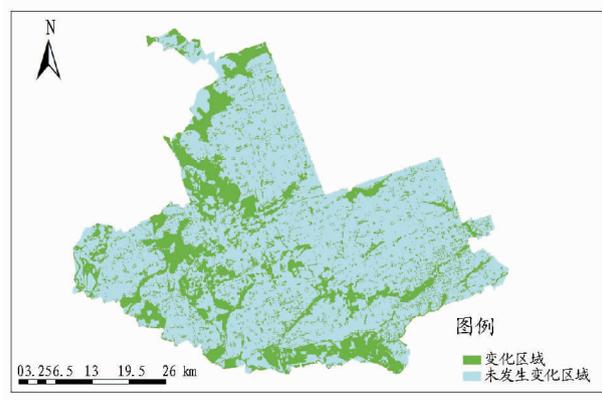


图 5 2001 ~ 2010 年肇州县土地利用动态变化空间分布

等模型,对该区 1992 ~ 2010 年土地利用时空变化进行定量分析。

2 结果与分析

2.1 土地利用动态转移矩阵 为了分析土地利用类型的转移趋向,在 ArcGIS 和 Excel 软件中对不同时相遥感图像的分类结果进行运算,可获得 1992 ~ 2001、2001 ~ 2010 年研究区各土地利用类型之间的变化量。将 1992、2001 和 2010 年 3 期矢量数据的耕地、林地、草地、水域、建设用地和其他用地

类别的相同地类编码通过 ArcGIS 中的融合工具分别进行同一地类的合并,得到 6 类用地类型的相关数据新表;经过 3 个时段矢量数据的两两相交操作分别得到各用地类型的地类编码转换对照表,并在 ArcGIS 里将面积发生变化的用地类型总面积计算出来;将数据导出为 .dbf 格式文件,利用 Excel 中的数据透视表和数据透视图工具对得到的 2 期数据分别进行相关数据的计算操作;由计算所得结果得到肇州县土地利用变化转移矩阵^[13](表 1、2)。

表 1 1992 ~ 2001 年肇州县土地利用变化转移矩阵

类型	耕地	林地	草地	水域	建设用地	其他	总计
耕地	159 705.69	316.33	991.05	37.10	287.05	257.61	161 594.84
林地	191.67	1 324.92	10.76	0	5.97	9.04	1 542.37
草地	1 911.88	266.76	17 726.66	177.63	4.53	686.18	20 773.64
水域	16.93	0	584.14	2 625.69	0.01	1 465.95	4 692.72
建设用地	190.37	5.24	0.18	0	13 406.86	0.37	13 603.02
其他	79.06	14.03	1 040.11	417.02	9.49	36 049.85	37 609.56
总计	162 095.60	1 927.29	20 352.90	3 257.45	13 713.91	38 469.00	239 816.15

表 2 2001 ~ 2010 年肇州县土地利用变化转移矩阵

类型	耕地	林地	草地	水域	建设用地	其他	总计
耕地	147 935.67	4 698.22	2 448.38	390.39	5 739.37	386.23	162 095.60
林地	965.43	759.94	66.55	7.46	172.27	3.79	1 927.29
草地	4 075.31	599.01	13 116.29	641.44	713.98	1 394.83	20 352.90
水域	55.48	17.16	577.19	2 482.84	45.30	132.49	3 257.45
建设用地	2 925.26	581.06	462.39	49.64	9 715.84	84.03	13 713.91
其他	2 650.06	646.34	27 777.47	1 872.82	1 516.30	4 109.97	38 469.00
总计	158 607.21	7 301.74	44 448.27	5 444.58	17 903.07	6 111.34	239 816.15

由表1~2可以看出,1992~2001年及2001~2010年的土地利用变化主要是耕地主要转变为林地、草地和建设用;林地主要转变为耕地和建设用地;草地主要转变为耕地、林地和其他用地;水域主要转变为草地和其他用地;建设用主要转变为耕地、林地和草地;其他用地主要转变为耕地、草地、水域和建设用地。

2.1.1 耕地转换分析。1992~2001年,耕地向其他类型用地转换表现为向林地、草地和建设用地转换,转化量分别为316.33、991.05和287.05 hm^2 ,分别占由耕地转换为其他类型用地总量的16.74%、52.46%和15.19%。由其他类型的土地转换为耕地的类型中林地占8.02%,草地占80%,建设用占7.97%,但耕地的总量是增加的,净增加了500.75 hm^2 。2001~2010年,耕地主要向林地、草地和建设用地转化,其转化量分别为4698.22、2448.38和5739.37 hm^2 ,比前一个时期的转化量明显高出很多,分别占由耕地转化为其他类型用地总量的34.39%、17.92%和42.01%。由其他类型土地转变为耕地的类型中,草地占38.19%,建设用占27.41%,其他用地占24.83%。相较于上一时期,草地的转化比例有所下降,建设用地的转化量有所增加,同时新增了其他用地的转化,但总体上这一时期耕地的总量是减少的,净减少了2991.05 hm^2 。

2.1.2 林地转换分析。1992~2001年,林地主要向耕地、草地和其他用地转换,转换面积分别为191.67、10.76和9.04 hm^2 ,分别占转为其他类型的土地总量的88.15%、4.95%和4.16%。在由其他类型的土地转变为林地的类型中,主要是林地和草地,分别占转入总量的52.51%和44.29%。这一时期林地的总量是增加的,总共增加了384.92 hm^2 。2001~2010年,林地主要表现出向耕地和建设用地的趋势。其中林地转化为耕地和建设用地的面积分别为965.43和172.27 hm^2 ,分别占由林地转化为其他类型用地总量的79.43%和14.17%。在由其他类型土地转变为林地的类型中,主要是耕地、草地、建设用和其他用地,分别占总量的71.82%、9.16%、8.88%和9.88%。在此期间林地的总量仍是持续增加的,在上一期的基础上净增加了5326.30 hm^2 。

2.1.3 草地转换分析。1992~2001年,草地主要转换为耕地、林地和水域和其他用地,转换面积分别为1911.88、266.76、177.63和686.18 hm^2 ,分别占由草地转换为其他类型总量的62.75%、8.76%、5.83%和22.52%。同时,在其他土地转换为草地的类型中主要是耕地、水域和其他用地,面积分别为991.05、584.14和1040.11 hm^2 ,分别占总量的37.74%、22.24%和39.6%。在这一时期内,草地的总量是减少的,共减少了420.74 hm^2 。2001~2010年,草地有4075.31 hm^2 转换为耕地,占转出总量的54.89%,有713.98 hm^2 转换为建设用,占转出总量的9.62%,有1394.83 hm^2 转换为其他用地,占转出总量的18.79%。同时,主要由耕地和其他用地来弥补草地的损失,分别占转入总量的7.81%和88.66%。在此期间,草地的总量大幅增加,净增加了23907.41 hm^2 。

2.1.4 水域转换分析。肇州县水域资源比较丰富,主要包括河流、湖泊水面、水库和坑塘等。1992~2001年,水域有584.14 hm^2 转换为草地,有1465.95 hm^2 转换为其他用地,分别占转出总量的28.26%和70.92%。同时,在其他类型土地转换为水域用地的主要是草地和其他用地,面积分别为177.63和417.02 hm^2 ,占转入总量的28.12%和66.01%,总体上来说,该时期内水域的总量减少了1435.27 hm^2 。2001~2010年,水域主要转换为草地和建设用,转换量分别为577.19和132.49 hm^2 ,占转出总量的69.74%和16.01%。由其他类型转换为水域的主要是耕地、草地和其他用地,分别占转入总量的13.18%、21.66%和63.23%。这一时期水域的总体上呈增加趋势,面积增加了2134.12 hm^2 。

2.1.5 建设用转换分析。1992~2001年,建设用转化为其他类型的土地在数量上主要表现为向耕地转换,转出量为190.37 hm^2 ,占转出总量的97.04%。与此同时,由其他类型土地转换为建设用也主要是耕地,还有少量其他用地,数量为287.05和9.49 hm^2 ,分别占转入总量的93.49%和3.09%,由此可以看出,在此期间建设用和耕地间的转换比较频繁,而且转换量比较大,但总体上来看,建设用的面积还是增加的,总共增加了110.89 hm^2 。在2001~2010年期间,建设用转换为其他类型的土地,按照数量的多少分别是耕地、林地和草地,其面积分别为2925.26、581.06和462.39 hm^2 ,分别占由建设用转变为其他类型总量的71.31%、14.16%和11.27%。同时可以看出,主要由耕地、草地和其他用地来弥补建设用的流失,分别占转换总量的70.10%、8.72%和18.52%。可见,建设用迅速增加主要是靠占用大量耕地得以实现的,其次是林地和草地。与1992~2001年相比,建设用仍是持续增加的,但增幅较大,在面积上增加了4084.85 hm^2 ,比上期的110.89 hm^2 高出很多。

2.1.6 其他用地转换分析。1992~2001年,其他用地有79.06 hm^2 转换为耕地,有1040.11 hm^2 转换为草地,有417.02 hm^2 转换为水域,分别占转出总量的5.07%、66.69%和26.74%。同时,主要由耕地、草地和水域转换为其他用地,转换面积分别为257.61、686.18和1465.95 hm^2 ,分别占转入总量的10.65%、28.36%和60.60%。这一时期内其他用地净增加了859.44 hm^2 。2001~2010年,其他用地主要转变为耕地、林地、草地、水域和建设用,转换量分别为2650.06、646.34、2777.47、1872.82和1516.30 hm^2 ,分别占转出总量的7.69%、1.88%、80.60%、5.43%和4.40%,同时,主要由耕地、草地和水域转换为其他用地,分别占转入总量的19.30%、69.69%和4.20%,但其他用地的总量是急剧降低的,净减少了32461.61 hm^2 。由此可以看出,其他用地在此期间得到了比较充分地利用。

2.2 土地利用动态度

2.2.1 单一及综合土地利用变化动态度。利用土地利用动态度模型来定量反映区域土地利用变化的速率,对比不同时段土地利用变化差异和预测未来土地利用变化的趋势具有积极意义。单一土地利用类型动态度表示某研究区域一定

时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况。计算公式为^[15]：

$$R_s = (U_b - U_a) / U_a \times (1/T) \times 100\% \quad (1)$$

式中, U_a 、 U_b 分别为研究期初、研究期末某一种土地利用类型的数量; T 为研究时段长; K 为研究时段内某一土地利用类型的动态度。当设 T 为年时, K 就是该研究区域某种土地利用类型的年变化率。

某一研究样区的综合土地利用动态度计算公式为^[16]：

$$R_t = \frac{\sum_{i=1}^n |\Delta U_{in-i} - \Delta U_{out-in}|}{2 \sum_{i=1}^n U_{ai}} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中, ΔU_{in-i} 为研究期间其他类型转变为 i 类型的面积之和; ΔU_{out-i} 为 i 类型转变为其他类型的面积之和; $\sum_{i=1}^n U_{ai}$ 为研究期初各种土地利用类型的面积之和; R_t 的值就是该研究区土地利用年综合变化率。通过计算, 得到 1992~2001、2001~2010 年肇州县单一土地利用动态变化程度^[17] 和综合土地利用动态度^[18], 结果见表 3。

表 3 肇州县 1992~2010 年土地利用变化动态度

研究类别	1992~2001 年 2001~2010 年 1992~2010 年		
	年变化率	年变化率	年变化率
单一动态度			
耕地	0.03	-0.21	-0.21
林地	2.77	29.96	41.49
草地	-0.23	12.93	12.66
水域	-3.40	7.16	1.78
建设用地	0.09	3.28	3.51
其他	0.25	-9.35	-9.31
区域综合动态度	0.09	1.64	0.86

从表 3 可以看出, 6 种土地利用类型中林地年变化率最大, 其次为草地, 再次为其他用地和建设用地。说明由于 1992~2010 年肇州县对生态环境建设的重视, 林地面积在迅速的增加, 随着当地农牧业投入的加大以及养殖业的不断发展, 草地面积也在迅猛增长, 在县域经济发展的带动影响下, 建设用地面积呈现出快速增长的趋势, 且其他用地的开发利用速度较快。以上数据还表明, 1992~2010 年研究区域综合土地利用年均变化速度为 0.86%, 其中 2001~2010 年综合土地利用年均变化速度相比 1992~2001 年要更快, 约为前者的 18 倍, 说明 2001~2010 年研究区在土地利用方面有很大的调整和变化。

2.2.2 土地利用变化空间动态度。为了对研究区的各类用地数据类型进行更深入的分析, 在进行了数量变化及不同土地利用类型间的转移矩阵及单一、综合动态度的分析之后, 综合利用数据进行土地利用变化空间动态度和趋势状态指数的相关研究分析, 其中使用的土地利用类型间转移指数模型^[19] 见表 4。表 4 中, U_a 为研究期初某一种土地利用类型的数量; ΔU_{in} 为研究时段 T 内其他类型转变为该类型的面积之和, ΔU_{out} 为某一类型转变为其他类型的面积之和; ΔU_{in-i} 为研究期间其他类型转变为 i 类型的面积之和; ΔU_{out-i} 为 i 类型转变为其他类型的面积之和; $\sum_{i=1}^n U_{ai}$ 为研究期初各种土地利用类型

的面积之和。

表 4 土地利用变化类型间转移指数模型

序号	选用的指数模型名称及符号	表达式
1	单一土地利用变化空间动态度 (R_{ss})	$R_{ss} = \frac{\Delta U_{in} - \Delta U_{out}}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$
2	单一土地利用变化趋势状态指数 (P_s)	$P_s = \frac{R_{ss}}{R_{ss}} = \frac{\Delta U_{in} - \Delta U_{out}}{\Delta U_{in} + \Delta U_{out}}, \frac{R_s}{R_{ss}} \leq 1,$ 即 $-1 \leq P_s \leq 1$
3	区域土地利用变化空间动态度 (R_{ts})	$R_{ts} = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta U_{in-i} + \Delta U_{out-i})}{2 \sum_{i=1}^n U_{ai}} \times \frac{1}{T} \times 100\%$
4	区域土地利用变化趋势状态指数 (P_t)	$P_t = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta U_{in} - \Delta U_{out} }{\sum_{i=1}^n \Delta U_{in} + \Delta U_{out} }, 0 \leq \frac{R_t}{R_{ts}} \leq 1,$ 即 $0 \leq P_t \leq 1$

根据 1992~2001 年以及 2001~2010 年的转移矩阵数据, 分别统计、计算出肇州县 1992~2001 年和 2001~2010 年 2 个时段的单一、区域综合土地利用变化空间动态度和趋势状态指数^[20], 结果见表 5。

表 5 肇州县 1992~2001 年和 2001~2010 年土地利用变化空间动态度

地类	1992~2001 年		2001~2010 年	
	空间动态度 (单一 R_{ss} , 综合 R_{ts})	趋势状态指数 (单一 P_s , 综合 P_t)	空间动态度 (单一 R_{ss} , 综合 R_{ts})	趋势状态指数 (单一 P_s , 综合 P_t)
耕地	0.294	0.117	1.673	-0.123
林地	5.906	0.470	43.632	0.687
草地	3.034	-0.074	20.964	0.617
水域	6.390	-0.532	12.718	0.563
建设用地	0.411	0.220	9.882	0.332
其他	1.175	0.216	10.504	-0.890
区域综合	0.416	0.207	2.858	0.575

从表 5 中数据 (R_{ss} 行列) 分析可看出, 1992~2001 年水域的变化空间动态度最大, 其次是林地和草地, 说明在研究期间水域和林地等土地利用类型输入与输出转化频繁, 或转化量占各自期初面积的百分比较大。2001~2010 年林地变化空间动态度最大, 其次是草地和水域, 再次是其他用地和建设用地, 较之上一期整体空间动态度数值都有大幅增加, 说明在此期间除了上述地类土地利用类型输入与输出转化频繁或转化量占各自期初面积的百分比较大之外, 各地类之间转化面积比例也有较大规模变动。在 2 个时间段空间动态度最小的都是耕地, 说明 1992~2010 年耕地空间转移不频繁, 或转化量占期初面积的百分比不大。

从 P_s 行列分析, 当 $0 \leq P_s \leq 1$ 时则该土地利用类型朝着规模增大的方向发展, 该类型处于“涨势”状态。 P_s 越接近于 0, 表明该土地利用类型的规模增长越缓慢, 且双向转换频繁, 呈现平衡态势, 但转换为其他类型的面积略微小于其他类型转换为该类型的面积, 如 1992~2001 年的耕地和 2001~2010 年的建设用地; P_s 越接近于 1, 说明土地利用类型的转换方向主要为其他类型转换为该类型, 呈现极端非平衡态

势,致使该类型面积稳步增加,如两个时期的林地。

当 $-1 \leq P_i \leq 0$ 时,则土地利用类型朝着规模减少的方向发展,该类型处于“落势”状态。 P_i 越接近 0,表明该类型的规模减少越缓慢,且双向转换频繁,呈现平衡态势,但面积转换为其他类型面积略微大于其他类型转为该类型的面积,如 1992~2001 年的草地和 2001~2010 年的耕地; P_i 越接近于 -1,说明土地利用类型的转换方向主要为该类型转换为其他类型,呈极端非平衡态势,致使该类型规模逐步萎缩,如 1992~2001 年的水域和 2001~2010 年时段的其他用地。

从区域 LUCC 空间动态度(R_{is})来看,2001~2010 年肇州县各种土地利用类型总的空间转移量(转出或转入)比前一时段有所增加。从区域空间变化趋势状态指数(P_i)分析,当 P_i 越接近 0 时,表明区域内所有的土地利用类型的双向转移越频繁,且呈现均衡转移的态势;当越接近于 1 时,说明每种土地利用类型的转移方向主要为单向的极端不均衡转移,或者是该类型转移为其他类型,或者是其他类型转移为该类型。为了更好地表达和理解 LUCC 的趋势和状态,可对区域 LUCC 的整体趋势和状态指数进行分级:当 $0 \leq P_i \leq 0.25$ 时,定义区域 LUCC 处于平衡状态;当 $0.25 \leq P_i \leq 0.50$ 时,定义区域 LUCC 处于准平衡状态;当 $0.50 \leq P_i \leq 0.75$ 时,定义区域 LUCC 处于不平衡状态;当 $0.75 \leq P_i \leq 1$ 时,定义区域 LUCC 处于极端不平衡状态。从表 5 中的数据可看出,肇州县土地利用变化逐渐由基本处于双向转移平衡状态向单向不平衡转移转化。

3 结论与讨论

(1) 研究区土地利用数量变化存在着明显的差异性,其中草地在研究期内总量增加了 23 674.51 hm^2 ,而其他用地面积减少了 31 498.27 hm^2 ,这两者是面积变化最明显的土地类别。

(2) 1992~2010 年肇州县林地面积在迅速的增加,随着当地农牧业投入的加大以及养殖业的不断发展,草地面积也在迅猛增长,同时在县域经济发展的带动影响下,建设用地面积呈现出快速增长的趋势,且其他用地的开发利用速度较快。此外,较之 1992~2001 年,2001~2010 年肇州县各土地利用类型在数量方面有很大的调整和变化。

(3) 1992~2001 年肇州县在水域和林地的分配和利用方面有较大比例调整,与该时期相比,2001~2010 年除了林地和水域之外,肇州县对草地、建设用地以及其他用地的利用都有较大调整和变动,因此在此期间以上地类的空间动态度指标变化较明显。与以上地类相比,1992~2010 年肇州县对耕地的保有量和转换控制较好,耕地面积基本无大规模变动。

(4) 从趋势状态指数方面来看,研究区 1992~2001 年的耕地和 2001~2010 年的建设用地的规模增长较缓慢,且双向

转换频繁,呈现平衡态势,但转换为其他类型的面积略微小于其他类型转换为该类型的面积;2 个时期的林地增长呈现极端非平衡态势,致使该类型面积稳步增加。1992~2001 年的草地和 2001~2010 年的耕地规模减少较缓慢,且双向转换频繁,呈现平衡态势,但面积转换为其他类型面积略微大于其他类型转为该类型的面积;1992~2001 年的水域和 2001~2010 年的其他用地类型规模逐步萎缩,呈极端非平衡态势。

(5) 从区域 LUCC 空间动态度来看,肇州县土地利用变化逐渐由基本处于双向转移平衡状态向单向不平衡转移状态转化。

参考文献

- [1] 王良健,包浩生,彭补拙.基于遥感与 GIS 的区域土地利用变化的动态监测与预测研究[J].经济地理,2000,20(2):47-51.
- [2] 朱会义,李秀彬,何书金,等.环渤海地区土地利用的时空变化分析[J].地理学报,2001,56(3):253-260.
- [3] 王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨[J].地理科学进展,1999,18(1):81-87.
- [4] 王思远,张增祥,周全斌,等.基于遥感与 GIS 技术的土地利用时空特征研究[J].遥感学报,2002,6(3):224-228.
- [5] 何春阳.土地利用/覆盖变化混合动态监测方法研究[J].自然资源学报,2001,16(3):255-262.
- [6] 张永民,赵士洞.近 15 年科尔沁沙地及其周围地区土地利用变化分析[J].自然资源学报,2003,18(2):174-181.
- [7] 陈四清,刘纪远,庄大方,等.基于 Landsat TM/ETM 数据的锡林河流域土地覆盖变化[J].地理学报,2003,58(1):45-52.
- [8] 田光进,张增祥,王长有,等.基于遥感与 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] 何春阳,陈晋,史培军,等.大都市区城市扩展模型:以北京城市扩展模拟为例[J].地理学报,2003,58(2):294-304.
- [10] 吴宏安,蒋建军,周杰,等.西安城市扩张及其驱动力分析[J].地理学报,2005,60(1):143-150.
- [11] MASEK J G, LINDSAY F E, GOWARD S N. Dynamics of urban growth in the Washington DC metropolitan area, 1973-1996, from Landsat observation[J]. International Journal of Remote Sensing, 2000, 21(18):3473-3486.
- [12] 陈龙乾,郭达志,胡召玲,等.徐州市城区土地利用变化的卫星遥感动态监测[J].中国矿业大学学报,2004,33(5):528-532.
- [13] SOLLBERG S H A, TOXT T, JAIN K A. A Markov random field model for classification of multisource satellite imagery[J]. IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 1999, 34(1):100-113.
- [14] HU Z L, DU P J, GUO D Z. Analysis of spatio-temporal changes of land use in Xuzhou city based on remote sensing[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2006, 16(2):151-155.
- [15] 陈龙乾,郭达志,胡召玲,等.城市扩展空间分异的多时间 TM 遥感研究[M].煤炭学报,2004,29(3):308-312.
- [16] 陈龙乾.矿区土地演变监测与可持续利用研究[M].徐州:中国矿业大学出版社,2003:1-25.
- [17] KANELLOPOULOS I, WILKINSON G G. Strategies and best practice for neural networks image classification[J]. International Journal of Remote Sensing, 1997, 18(4):711-725.
- [18] GONG P, HOWARTH J P. Frequency-based contextual classification and gray-level vector reduction for land-use identification[J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 1992, 8(4):423-437.
- [19] 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.
- [20] BINAGHI E. Fuzzy Contextual classification of multisource remote sensing images[J]. IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 1997, 35(5):326-340.