

石家庄西部太行山区景观格局时空变化

魏 静¹, 郑小刚², 葛京凤^{1,*}

(1. 河北师范大学资源与环境科学学院, 河北 石家庄 050016; 2. 河北省土地整理服务中心, 河北 石家庄 050051)

摘要 基于 1987、2000 年两期 TM、ETM + 遥感数据资料, 利用 ArcGIS 提取石家庄西部太行山区的景观类型转移矩阵, 并结合重心模型, 从时间和空间上对景观格局动态变化进行分析。结果表明: (1) 1987 ~ 2000 年, 景观基质均为耕地, 林地、草地、水域、建设用地和未利用土地作为斑块单元镶嵌其中, 耕地、草地和水域的面积均为减少, 其中草地面积减少量最大, 主要向林地转化, 林地、建设用地和未利用土地的面积均为增加, 其中建设用地面积增加量最大, 主要由未利用土地转化而来。(2) 1987 ~ 2000 年间, 水域重心迁移距离最大, 耕地、水域和建设用地的重心偏移方向为北偏西, 林地和草地的重心偏移方向为北偏东, 未利用土地的重心偏移方向为南偏西。

关键词 石家庄, 太行山区, 转移矩阵, 重心模型

文章编号: 1000-0933 (2007) 05-1993-09 中图分类号: Q149 文献标识码: A

Spatial and temporal change of landscape pattern in the western Shijiazhuang, Taihang Mountains

WEI Jing¹, ZHENG Xiao-Gang², GE Jing-Feng^{1,*}

1 College of Resource and Environmental Sciences, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016, China

2 Land Consolidation and Rehabilitation Center of Hebei Province, Shijiazhuang 050051, China

Acta Ecologica Sinica 2007, 27 (5): 1993 ~ 2001.

Abstract: Based on the remote sensing data of Landsat TM and ETM + (1987, 2000), the transfer matrix of landscape types were extracted using ArcGIS software, and the spatial and temporal change of landscape pattern was analyzed using barycenter transfer model in the western Shijiazhuang, Taihang Mountains. The statistics on areas and percentages of landscape types shows that cultivated land had been dominating landscape pattern inlaid by some small pieces of forest land, grass land, water area, building land and unused land from 1987 to 2000. The analysis on transfer matrix of landscape pattern shows that the areas of cultivated land, grass land and water area decreased, among which the area of grass land decreased most rapidly resulted in the converting of grass land into forest land; and the areas of forest land, building land and unused land increased, among which the building land increased most greatly with most coming from unused land. The study on barycenter transfer model indicates that from 1987 to 2000, the barycenter transfer direction of cultivated land, water area and building land was west-north, with the furthest barycenter transfer distance of water area, and the barycenter transfer direction of forest land and grass land was east-north, only the barycenter transfer direction of unused land was west-south.

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目 (403163, D2007000267)

收稿日期: 2006-09-26; 修订日期: 2007-02-11

作者简介: 魏静 (1981 ~) 女, 河北藁城人, 硕士生, 主要从事土地利用/土地覆被变化, 景观生态学研究。E-mail: weijing810201@126.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: gejingfeng@hebtu.edu.cn

Foundation item: The project was financially supported by Hebei Province Natural Science Foundation (No. 403163, D2007000267)

Received date 2006-09-26; **Accepted date** 2007-02-11

Biography: WEI Jing, Master candidate, mainly engaged in land use/Land cover change and landscape ecology. E-mail: weijing810201@126.com

Key Words : Shijiazhuang ; Taihang Mountains ; transfer matrix ; barycenter transfer model

采用 GIS 和 RS 技术对景观格局时空变化进行分析已成为当前景观生态学研究的核心问题,是景观生态安全评价和景观规划预案制订的基础和前提。我国学者在北美学派的影响下,对农业景观、森林景观、湿地景观、沙漠景观、干旱区绿洲景观和城市景观等进行了深入的研究,肖笃宁、赵景柱、伍业刚等介绍了景观空间格局的研究方法和度量结构体系^[1~5],傅伯杰等就农业城郊景观作了深入研究^[6],摆万奇、严登华、王根绪、丁圣彦、胡震峰等对景观格局动态变化进行了分析^[7~11],候琳等详细阐述了景观格局方法在水土流失动态监测中的应用^[12]。许多研究还应用了 GIS、遥感与统计分析模型等先进方法和手段,李晓琴等利用遥感对北京山区植被覆盖景观格局进行了动态分析^[13],张利权、吴志峰、菅利荣等利用 GIS 技术分别对景观格局进行了一定的分析^[14~16];马安青、田光进、马明国等利用 RS 和 GIS 进行了景观格局动态变化研究^[17~19]。

对山区景观格局变化研究正在兴起,从 2002 年起,我国学者利用 RS 和 GIS 技术,应用景观指数和动态变化模型对不同区域景观格局的动态变化、景观格局变化的生态环境效应、生态安全以及景观格局优化做了不同程度的研究。本文以生态环境脆弱的石家庄西部太行山区为研究区,采用数字影像资料,利用 ArcGIS 对该区域 13a 间景观格局的动态变化进行了时空分析,为进一步研究该区域景观格局变化的驱动力机制、预测未来变化趋势以及探讨合理的土地利用和管理模式奠定基础。

1 背景与方法

1.1 研究区域

石家庄西部太行山区地处河北太行山区中麓,东临石家庄市,南与邢台临城县、内邱县毗邻,西与山西省接壤,北与保定阜平县、曲阳县相连。地理坐标为东经 113°30' ~ 114°30',北纬 37°30' ~ 38°47',包括井陘县、行唐县、灵寿县、赞皇县、平山县、元氏县、井陘矿区和鹿泉市共 8 个行政单元,总面积 8242.41km²。研究区位于温带半湿润大陆性季风气候区,地貌类型多样,区内群山连绵,沟壑纵横,地质构造比较复杂,地层类型较多,土壤类型以褐土为主,植被主要为暖温带针阔叶混交林,具有多样性和复杂性特点,河流主要有磁河、木刀沟、滹沱河、冶河等。2004 年,研究区总人口为 256.65 万人,占石家庄市总人口的 27.97%。国民生产总值为 350.18 亿元,占石家庄市国民生产总值的 21.44%,其中第一产业 57.90 亿元,第二产业 188.51 亿元,第三产业 103.77 亿元,分别占研究区国民生产总值的 16.54%、53.83%、29.63%,人均国民生产总值 1.36 万元/人^[20]。以上数据表明研究区以第二、三产业为主,工业基础雄厚,矿产资源丰富,第三产业在国民经济中的地位日益增强。自然环境的变化和社会经济的飞速发展,直接影响着研究区的土地利用状况,探索该区域土地利用景观格局的发展变化,对今后合理、安全的利用土地具有指导性意义。

1.2 数据来源

本研究采用 1987 年 TM 和 2000 年 ETM+ 两期假彩色合成数字影像,成像时间分别为 1987 年 3 月中旬和 2000 年 9 月上旬,影像精度完全满足制作 1:10 万的景观类型图,在结合 GPS 定位数据、地形图、地貌图、土壤图、植被图等辅助资料的基础上,先后进行了两次实地勘查,确保解译精度控制在 95% 以上,运用 Erdas Imagine 8.5 对遥感影像进行坐标转换、几何校正,在 ArcView 工作平台上采用人机交互解译,最终得到研究区两期景观类型图,并采用统一的数学和地理基础建立属性数据库,所有原始数据图形及影像数据均采用北京 1954 坐标系及双标准纬线等面积圆锥投影,中央经线为 105°,双标准纬线分别为北纬 25°和北纬 47°。

1.3 研究方法

1.3.1 以全国 1:10 万土地利用分类系统为基础,结合遥感解译的实际情况,根据土地资源经营特点、利用方式和覆盖特征将景观类型分为耕地、林地、草地、水域、建设用地(城乡、工矿、交通、居民用地)和未利用土地六大类。

1.3.2 利用 ArcGIS 对两期遥感资料进行统计分析,获取各景观类型的总体变化特征。

1.3.3 运用 ArcGIS 对两期遥感资料进行空间分析,建立景观类型转移矩阵。

景观类型的变化剧烈程度可以用景观类型转移概率来描述^[21],在土地利用转移矩阵的基础上,建立土地利用转移概率矩阵,公式为:

$$D_{ij} = \sum_{j=1}^n \left(\frac{dS_{i-j}}{S_i} \right) \times 100\% \quad (1)$$

式中, S_i 为1987年第*i*类景观类型总面积; dS_i 为1987~2000年间第*i*类景观类型转化为第*j*类景观类型的面积总和; n 为研究区发生景观类型变化的数量; D_{ij} 为13a间第*i*类景观类型转化为第*j*类景观类型的转移概率。

1.3.4 引入重心模型对研究区景观类型的空间变化进行分析,重心模型可以较好地反映各景观类型的时空演变过程。具体方法为:把一个区域分为若干小区,然后在大比例尺地图上根据居民点的分布及地形特点,确定每个小区重心的地理坐标,然后再乘以该小区某景观类型的面积,最后把乘积累加后除以全区域某景观类型的总面积。重心坐标一般以地图经纬度表示,第*t*年某景观类型的重心坐标(经纬度)可表示为:

$$Y_t = \frac{\sum_{i=1}^n (C_{ti} \times Y_i)}{\sum_{i=1}^n C_{ti}} \quad (2)$$

$$X_t = \frac{\sum_{i=1}^n (C_{ti} \times X_i)}{\sum_{i=1}^n C_{ti}}$$

式中, X_t 、 Y_t 分别表示第*t*年某景观类型分布重心的经纬度坐标; X_i 、 Y_i 分别表示某景观类型第*i*个斑块分布重心的经纬度坐标; C_{ti} 表示第*t*年某景观类型第*i*个斑块的面积^[22]。

2 结果与分析

2.1 景观类型变化的总体特征分析

13a间,研究区景观类型中耕地所占比例最大,其次为草地和林地,再次为水域、建设用地和未利用土地。林地、建设用地和未利用土地的面积呈增加趋势,耕地、草地、水域的面积呈减少趋势,详见表1。

表1 1987、2000年各景观类型面积及所占比例

Table 1 The areas and percentages of different landscape types in 1987 and 2000

景观类型 Landscape type	1987年		2000年		变化 Change	
	面积 Area (km ²)	百分比 Percent (%)	面积 Area (km ²)	百分比 Percent (%)	面积 Area (km ²)	年变化率 Annual changed rate (%)
耕地 Cultivated land	3341.16	40.54	3221.15	39.08	-120.01	-0.28
林地 Forest land	1737.32	21.08	2167.08	26.29	429.76	1.90
草地 Grass land	2546.52	30.90	2132.36	25.87	-414.17	-1.25
水域 Water area	323.18	3.92	306.21	3.72	-16.96	-0.40
建设用地 Building land	280.56	3.40	392.09	4.76	111.54	3.06
未利用土地 Unused land	13.68	0.17	23.51	0.29	9.84	5.53
合计 Total	8242.41	100	8242.41	100	0.00	0.00

2.2 景观类型的时间变化特征

通过景观类型转移矩阵和景观类型转移概率分析可得:①耕地的转出类型主要为建设用地,其次为草地;转入类型主要为草地,耕地和草地之间的动态变化较为明显。②林地和草地相互转化较为密切,从面积的净变化量来分析,草地向林地的转化趋势较强。③水域面积的减少量主要转化为耕地和林地。④建设用地面积的增加量主要由耕地转化而来,同时部分建设用地向耕地转化。⑤未利用土地面积变化幅度最大,其增加量主要由水域转化而来,面积减少量主要转化成耕地,详见表2、表3。

2.3 景观类型的空间变化特征

通过景观类型的空间变化分析,可得1987~2000年间不同景观类型的重心变化情况,详见表4。

表 2 景观类型转移矩阵 (km²)

Table 2 The transfer matrix of landscape types

1987 年	2000 年						
	耕地 Cultivated land	林地 Forest land	草地 Grass land	水域 Water area	建设用地 Building land	未利用土地 Unused land	合计 Total
耕地 Cultivated land	3050.94	40.91	77.00	26.67	141.66	3.97	3341.16
林地 Forest land	27.07	1638.73	69.07	1.66	0.20	0.60	1737.32
草地 Grass land	85.45	470.23	1976.71	6.11	5.61	2.41	2546.52
水域 Water area	22.07	13.09	7.93	271.50	1.96	6.63	323.18
建设用地 Building land	33.42	3.82	1.11	0.28	241.84	0.11	280.56
未利用土地 Unused land	2.21	0.31	0.54	0.00	0.83	9.79	13.68
合计 Total	3221.15	2167.08	2132.36	306.21	392.09	23.51	8242.41

表 3 景观类型转移概率矩阵 (%)

Table 3 The transfer probability matrix for different landscape types

1987 年	2000 年						
	耕地 Cultivated land	林地 Forest land	草地 Grass land	水域 Water area	建设用地 Building land	未利用土地 Unused land	
耕地 Cultivated land	91.31	1.22	2.30	0.80	4.24	0.12	
林地 Forest land	1.56	94.33	3.98	0.10	0.01	0.03	
草地 Grass land	3.36	18.47	77.62	0.24	0.22	0.09	
水域 Water area	6.83	4.05	2.45	84.01	0.61	2.05	
建设用地 Building land	11.91	1.36	0.39	0.10	86.20	0.04	
未利用土地 Unused land	16.16	2.23	3.95	0.00	6.09	71.57	

其中 ①耕地重心向北偏移了 0.0361°, 向西偏移了 0.0553°, 整体向西北偏移了 6.26km (图 1); ②林地重心向北偏移了 0.0648°, 向东偏移了 0.1059°, 重心主体向东偏移, 整体向东北偏移了 8.96km (图 2); ③草地重心向北偏移了 0.0441°, 向东偏移了 0.0794°, 整体向东北偏移了 8.45km (图 3); ④水域重心向北偏移了 0.0785°, 向西偏移了 0.0287°, 整体向西北偏移了 9.20km (图 4); ⑤建设用地重心向北偏移了 0.0147°, 向西偏移了 0.0228°, 整体向西北偏移了 2.57km (图 5); ⑥未利用土地重心向南偏移了 0.0051°, 向西偏移了 0.0957°, 整体向西南偏移了 8.64 km (图 6)。

表 4 1987~2000 年间各景观类型重心变化

Table 4 The barycenter transfer of different landscape types from 1987 to 2000

景观类型 Landscape type	重心坐标 Barycenter coordinate				迁移方向 Transfer direction	迁移距离 Transfer distance (km)
	1987 年		2000 年			
	X (°)	Y (°)	X (°)	Y (°)		
耕地 Cultivated land	113.9634	38.3200	113.9081	38.3561	北偏西	6.26
林地 Forest land	113.9448	38.2164	114.0507	38.2812	北偏东	8.96
草地 Grass land	114.0135	38.3174	114.0929	38.3615	北偏东	8.45
水域 Water area	114.2158	38.2412	114.1871	38.3197	北偏西	9.20
建设用地 Building land	114.3072	38.1217	114.2844	38.1364	北偏西	2.57
未利用土地 Unused land	114.1848	38.2455	114.0891	38.2404	南偏西	8.64

3 讨论

3.1 通过景观类型变化的总体特征分析可得, 1987、2000 年研究区的景观基质均为耕地, 林地、草地、水域、建设用地和未利用土地等景观类型作为斑块单元镶嵌其中。耕地、草地和水域的面积在减少, 其中草地的面积减少量最大, 土地利用年变化率最大, 林地、水域和未利用土地的面积在增加, 其中林地的面积增加量最大,

未利用土地的土地利用年变化率最大。

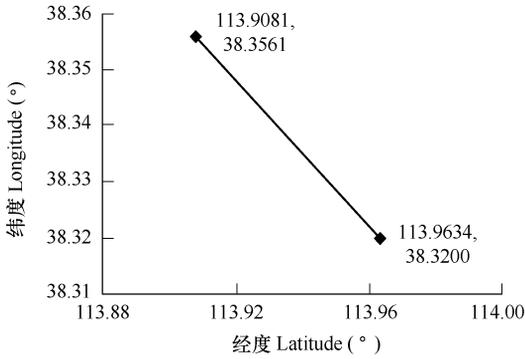


图1 1987~2000年耕地重心变化

Fig. 1 The barycenter transfer of cultivated land from 1987 to 2000

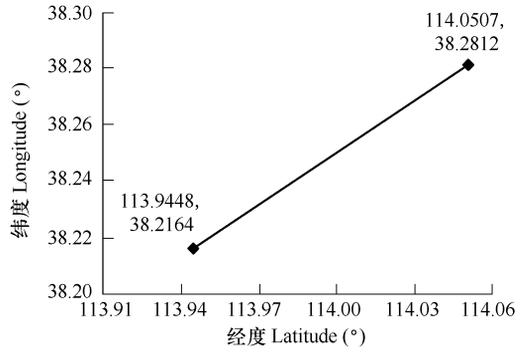


图2 1987~2000年林地重心变化

Fig. 2 The barycenter transfer of forest land from 1987 to 2000

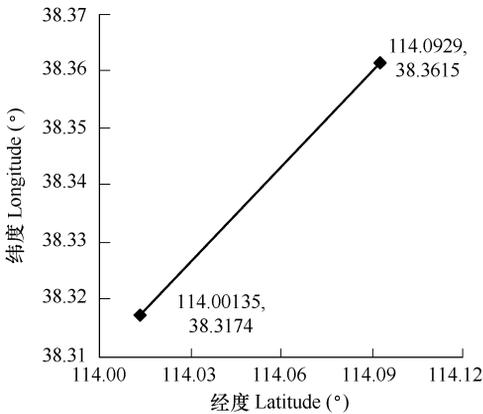


图3 1987~2000年草地重心变化

Fig. 3 The barycenter transfer of grass land from 1987 to 2000

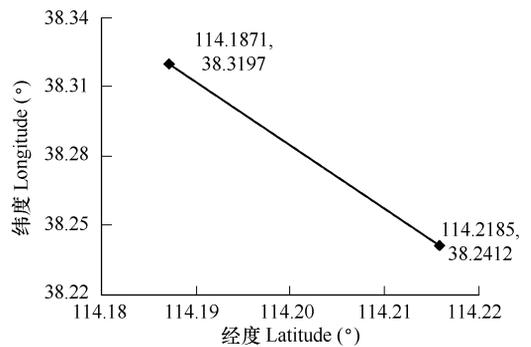


图4 1987~2000年水域重心变化

Fig. 4 The barycenter transfer of water area from 1987 to 2000

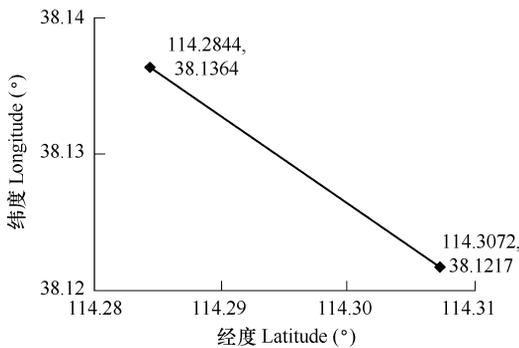


图5 1987~2000年建设用地重心变化

Fig. 5 The barycenter transfer of building land from 1987 to 2000

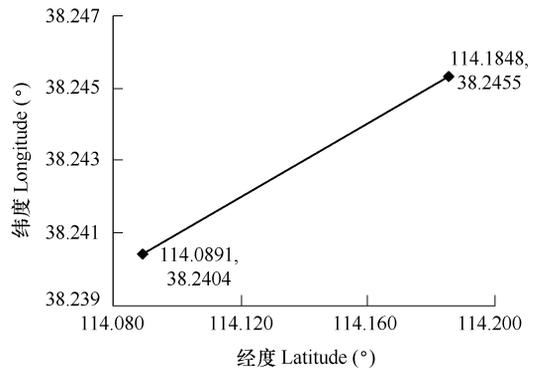


图6 1987~2000年未利用土地重心变化

Fig. 6 The barycenter transfer of unused land from 1987 to 2000

3.2 从耕地的转化类型分析 随着近年来经济的发展、人口的增长,在城市化和工业化过程中大量耕地转化为建设用地,主要分布在鹿泉市、元氏县、行唐县和灵寿县的南部。气候的干旱少雨导致耕地向草地的退化,主要分布在东部平原区,受耕地占补平衡原则的指导,部分草地开垦为耕地,这样从数量上达到了平衡的目的,但质量上的平衡更值得我们去关注。由于研究区东南平原区大片耕地转变为建设用地,东北部和西南部大面积耕地向草地转化,而西部和北部对草地的开垦增加了耕地的面积,使得耕地整体重心向西北偏移(图7)。

接彩图(789)

接彩图 (10 ,11 ,12)

3.3 13a 间由于存在乱砍滥伐现象,使林地主要退化为草地,转化面积为 69.07km²;林地的转入类型也主要是草地,转化面积为 470.23km²。受近年来植树造林政策、太行山绿化工程的影响,草地向林地的转化趋势较强,主要分布在井陘县、赞皇县、平山县的西部和北部、行唐县的北部和灵寿县的北部。由于研究区的西南部和东北部大面积的草地向林地转化,同时,西南部的部分林地也转化成草地,使得林地的净增加量主要分布在研究区的东北部,整体重心向东北方向偏移(图 8)。

3.4 草地向林地的转化是其减少的主要原因,由于研究区的西南部大面积的草地向林地转化,使得整体重心向东北方向偏移(图 9)。

3.5 降水量的减少是水域面积缩小的直接原因,主要表现为部分河滩地向耕地、林地和荒滩地的转化。由于研究区的东南部大面积的水域向耕地和林地转化,同时也有部分耕地转化成水域,净变化量在东南部是减少的,使得整体重心向西北方向偏移(图 10)。

3.6 建设用地面积的增加主要由于研究区矿产资源比较丰富,随着采矿业和建材业的迅速发展,带动相关配套设施的建设,一些良田因建设需要转为建设用地,集中分布在井陘县和井陘矿区;同时受土地的整理、砖瓦窑复垦和空心村改造影响,建设用地主要向耕地转化。由于建设用地主要由东南部的耕地转化而来,在原有规模的基础上向西北方向扩张,使得整体重心向西北方向偏移(图 11)。

3.7 受近年来气候干旱少雨的影响,上游水库储水水位明显下降,以水库作为补给源的河流出现断流现象,河滩地转变为未利用土地,对荒草地的整理使部分未利用土地转化成耕地,由于未利用土地的增加量主要由西南部的地域转化而来,其东北部的减少量主要转化为耕地,使得整体重心向西南方向偏移(图 12)。

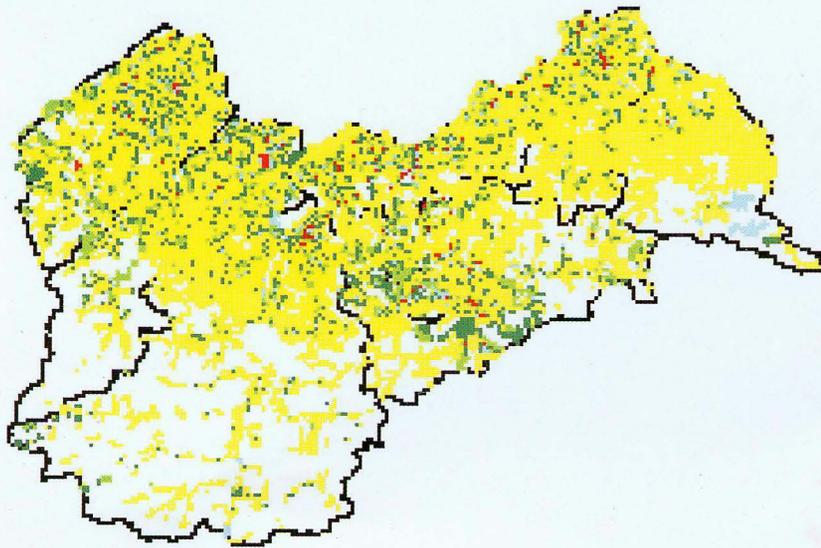
References :

- [1] Wang Y L, Zhao Y B, Han D. The spatial structure of landscape eco systems concept, indices and case studies. *Advance in Earth Sciences*, 1999, 14 (3) : 235 - 241.
- [2] Xiao D N. The index system of landscape spatial structure and research method. *Landscape ecology*. Beijing: Forest Industry Press of China, 1991. 92 - 98.
- [3] Zhao J Z. Dynamic indicator system for measurement of spatial pattern in landscape ecology. *Acta Geographica Sinica*, 1990, 10 (2) : 182 - 186.
- [4] Li H B, Wu Y G. The mathematical method of landscape ecology. Beijing: Beijing Science and Technology Press, 1992. 30 - 40.
- [5] Xiao D N, Zhao Y, Sun Z W, *et al.* Study on the variation of landscape pattern in the west suburbs of Shenyang. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1990, 1 (1) : 75 - 85.
- [6] Fu B J. The spatial pattern analysis of agricultural landscape in the Loess Area. *Acta Geographica Sinica*, 1995, 15 (2) : 113 - 120.
- [7] Bai W Q, Zhang Y L, Bao W K. Landscape patterns and dynamics in the upper reaches of the Dadu River. *Journal of Natural Resources*, 2003, 18 (1) : 75 - 80.
- [8] Yan D H. Landscape pattern and its dynamic variation in the East Liaohe River basin. *Resources Science*, 2004, 26 (1) : 31 - 37.
- [9] Wang G X, Guo X Y, Cheng G D. Dynamic variations of landscape pattern and the landscape ecological functions in the Source Area of the Yellow River. *Acta Geographica Sinica*, 2002, 22 (10) : 1587 - 1598.
- [10] Ding S Y, Qian L X, Cao X X, *et al.* Forest landscape pattern dynamics of Yihe-Louhe River basin. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 23 (5) : 604 - 611.
- [11] Hu Z F. Summary of the research of the dynamic variation of the land utilization and landscape arrangement. *Sci/tech Information Development & Economy*, 2003, 13 (12) : 143 - 145.
- [12] Hou L, Peng H. Application of landscape pattern technology in soil and water loss dynamic monitoring. *Soil and Water Conservation Science and Technology in Shanxi*, 2003, 9 (3) : 15 - 16.
- [13] Li X Q, Sun D F, Zhang F R. Landscape pattern analysis on change in the fraction of green vegetation based on remotely sensed data in Beijing Mountainous Area. *Journal of Mountain Research*, 2003, 21 (3) : 272 - 280.
- [14] Zhang L Q, Wu J P, Zhen Y, *et al.* A GIS-Based gradient analysis of the urban landscape pattern of Shanghai metropolitan region. *Acta Phytocologica Sinica*, 2004, 28 (1) : 78 - 85.
- [15] Wu Z F, Wen Y, Li D Q, *et al.* GIS-Based analysis on landscape pattern of Dengta Basin in Guangdong Province. *Acta Phytocologica Sinica*, 2003, 23 (3) : 218 - 221.

- [16] Jian L R, Li M Y. GIS analytical method applied to the study of forest landscape pattern changes. *Journal of Central South Forestry University* 2002, 22 (1) 86-89.
- [17] Tian G J, Zhang Z H, Zhang G P *et al.* Landscape pattern dynamic evolution in Haikou city based on RS and GIS. *Acta Geographica Sinica* 2002, 22 (7) 1028-1034.
- [18] Ma A Q, Chen D J, Wang J H *et al.* Landscape pattern and differentiation in Longdong Loess Plateau based on RS and GIS. *Journal of Soil Water Conservation*, 2002, 16 (3) 56-59.
- [19] Ma M G, Wang X M, Jiao Y M *et al.* Study on the change of landscape pattern of Oasis in arid region based on RS and GIS methods — application of Jinta Oasis. *Journal of Desert Research* 2003 23 (1) 53-58.
- [20] Shijiazhuang Statistic Bureau. 2005/Statistical yearbook of Shijiazhuang. Beijing: China Statistics Press 2005. 7.
- [21] Wang G Q, Wang S Y, Chen Z X. Land-use/land-cover changes in the Yellow River basin. *Journal of Tsinghua University (Science and Technology)* 2004 44 (9) 1218-1222.
- [22] Chen S Y. Study on landscape dynamic variation of the Shule River Basin. Paper of Master Degree from Northwest University. 2004.

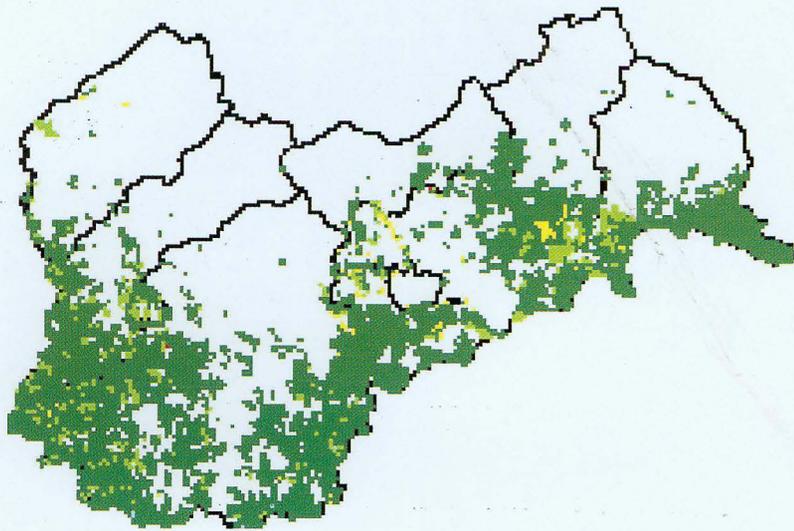
参考文献:

- [1] 王仰麟, 赵一斌, 韩荡. 景观生态系统的空间结构: 概念、指标与案例. *地球科学进展*, 1999, 14 (3) 235-241.
- [2] 肖笃宁. 景观空间结构的指标体系和研究方法. *景观生态学*. 北京: 中国林业出版社, 1991. 92-98.
- [3] 赵景柱. 景观生态空间格局的动态度量指标体系. *生态学报*, 1990, 10 (2) 182-186.
- [4] 伍业钢, 李哈滨. 景观生态学的数学研究方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 30-40.
- [5] 肖笃宁, 赵羿, 孙中伟, 等. 沈阳西郊景观格局变化研究. *应用生态学报*, 1990, 1 (1) 75-85.
- [6] 傅伯杰. 黄土区农业景观空间格局分析. *生态学报*, 1995, 15 (2) 113-120.
- [7] 摆万奇, 张镜铨, 包维楷. 大渡河上游地区景观格局与动态. *自然资源学报* 2003, 18 (1) 75-80.
- [8] 严登华. 东辽河流域景观格局及其动态变化研究. *资源科学* 2004, 26 (1) 31-37.
- [9] 王根绪, 郭晓寅, 程国栋. 黄河源区景观格局与生态功能的动态变化. *生态学报* 2002, 22 (10) 1587-1598.
- [10] 丁圣彦, 钱乐祥, 曹新向, 等. 伊洛河流域典型地区森林景观格局动态. *地理学报* 2003, 23 (5) 604-611.
- [11] 胡震峰. 土地利用与景观格局动态变化研究. *科技情报开发与经济* 2003, 13 (12) 143-145.
- [12] 候琳, 彭鸿. 景观格局方法在水土流失动态监测中的应用. *山西水土保持科技* 2003, 9 (3) 15-16.
- [13] 李晓琴, 孙丹峰, 张凤荣. 基于遥感的北京山区植被覆盖景观格局动态分析. *山地学报* 2003, 21 (3) 272-280.
- [14] 张利权, 吴建平, 甄彧等. 基于 GIS 的上海市景观格局梯度分析. *植物生态学报* 2004, 28 (1) 78-85.
- [15] 吴志峰, 文雅, 李定强, 等. 基于 GIS 的广东省灯塔盆地景观格局分析. *热带地理* 2003, 23 (3) 218-221.
- [16] 菅利荣, 李明月. GIS 分析方法在森林景观格局变化中的应用. *中南林学院学报* 2002, 22 (1) 86-89.
- [17] 田光进, 张增祥, 张国平, 等. 基于遥感与 GIS 的海口市景观格局动态演化. *生态学报* 2002, 22 (7) 1028-1034.
- [18] 马安青, 陈东景, 王建华, 等. 基于 RS 与 GIS 的陇东黄土高原土地景观格局变化研究. *水土保持学报* 2002, 16 (3) 56-59.
- [19] 马明国, 王雪梅, 角媛梅, 等. 基于 RS 与 GIS 的干旱区绿洲景观格局变化研究——以金塔绿洲为例. *中国沙漠* 2003, 23 (1) 53-58.
- [20] 石家庄市统计局. 2005/石家庄统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2005. 7.
- [21] 王光谦, 王思远, 陈志祥. 黄河流域的土地利用和土地覆被变化. *清华大学学报 (自然科学版)* 2004, 44 (9) 1218-1222.
- [22] 程水英. 疏勒河流域景观动态变化研究. 西北大学硕士学位论文, 2004.



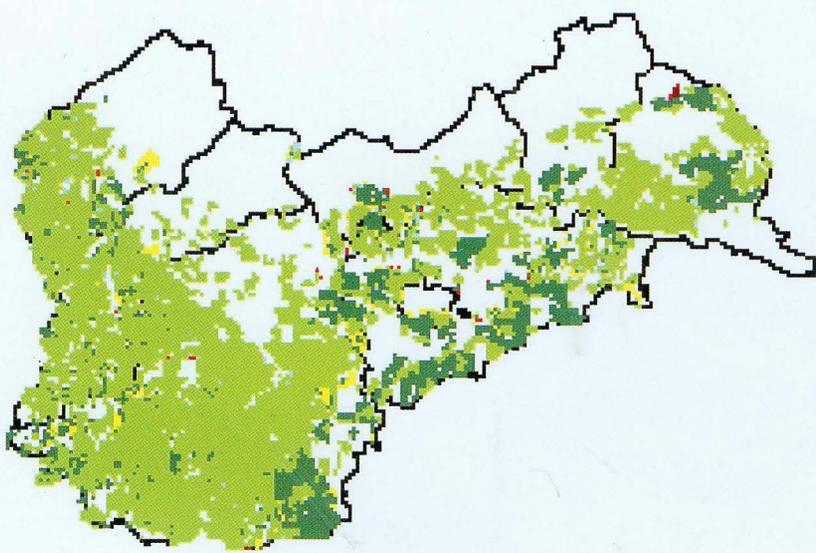
- 图例 Legend
- 耕地转化成耕地 Cultivated land converting into cultivated land
 - 耕地转化成林地 Cultivated land converting into forest land
 - 耕地转化成草地 Cultivated land converting into grass land
 - 耕地转化成水域 Cultivated land converting into water area
 - 耕地转化成建设用地 Cultivated land converting into building land
 - 耕地转化成未利用土地 Cultivated land converting into unused land

图 7 1987~2000 年间由耕地转出的景观类型
Fig.7 Landscape types coming from cultivated land
from 1987 to 2000



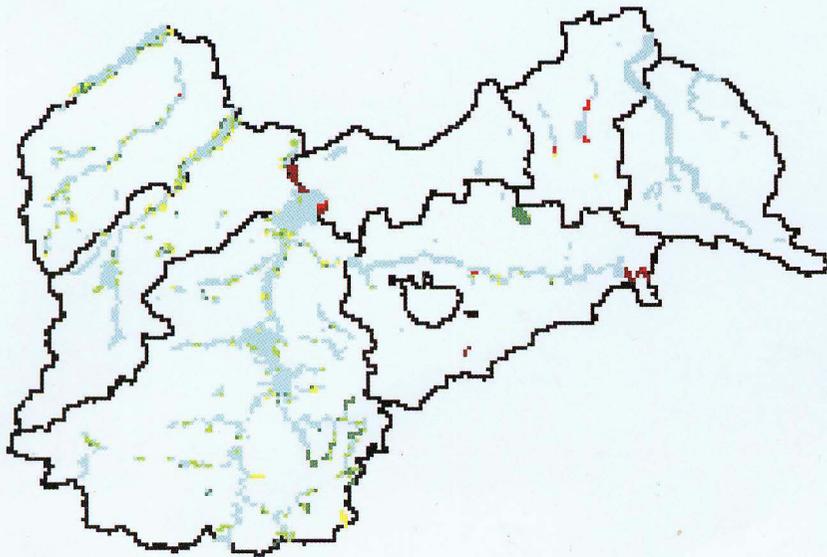
- 图例 Legend
- 林地转化成耕地 Forest land converting into cultivated land
 - 林地转化成林地 Forest land converting into forest land
 - 林地转化成草地 Forest land converting into grass land
 - 林地转化成水域 Forest land converting into water area
 - 林地转化成建设用地 Forest land converting into building land
 - 林地转化成未利用土地 Forest land converting into unused land

图 8 1987~2000 年间由林地转出的景观类型
Fig.8 Landscape types coming from forest land
from 1987 to 2000



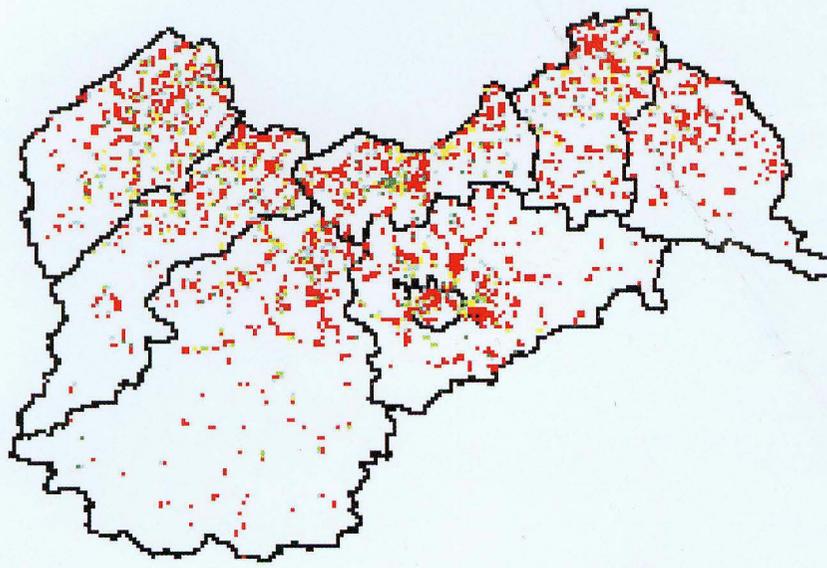
- 图例 Legend
- 草地转化成耕地 Grass land converting into cultivated land
 - 草地转化成林地 Grass land converting into forest land
 - 草地转化成草地 Grass land converting into grass land
 - 草地转化成水域 Grass land converting into water area
 - 草地转化成建设用地 Grass land converting into building land
 - 草地转化成未利用土地 Grass land converting into unused land

图 9 1987~2000 年间由草地转出的景观类型
Fig.9 Landscape types coming from grass land
from 1987 to 2000



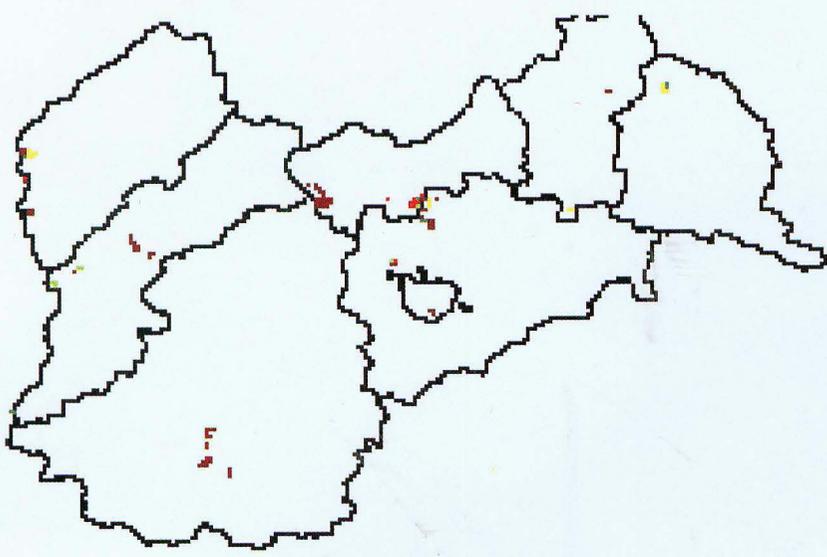
图例 Legend
 水域转化成耕地
 Water area converting into cultivated land
 水域转化成林地
 Water area converting into forest land
 水域转化成草地
 Water area converting into grass land
 水域转化成为水域
 Water area converting into Water area
 水域转化成建设用地
 Water area converting into building land
 水域转化成未利用土地
 Water area converting into unused land

图 10 1987~2000 年间由水域转出的景观类型
 Fig.10 Landscape types coming from water area
 from 1987 to 2000



图例 Legend
 建设用地转化成耕地
 Building land converting into cultivated land
 建设用地转化成林地
 Building land converting into forest land
 建设用地转化成草地
 Building land converting into grass land
 建设用地转化成为水域
 Building land converting into water area
 建设用地转化成建设用地
 Building land converting into building land
 建设用地转化成未利用土地
 Building land converting into unused land

图 11 1987~2000 年间由建设用地转出的景观类
 Fig.11 Landscape types coming from building land
 from 1987 to 2000



图例 Legend
 未利用土地转化成耕地
 Unused land converting into cultivated land
 未利用土地转化成林地
 Unused land converting into forest land
 未利用土地转化成草地
 Unused land converting into grass land
 未利用土地转化成建设用地
 Unused land converting into building land
 未利用土地转化成未利用土地
 Unused land converting into unused land

图 12 1987~2000 年间由未利用土地转出的景观类型
 Fig.12 Landscape types coming from unused land
 from 1987 to 2000