

西安市土地利用景观格局动态演变及驱动力分析

马亚鑫^{1,2},从 辉^{1,2},周维博^{1,2*},张 晗^{1,2}

(1. 长安大学 环境科学与工程学院,陕西 西安 710054;2. 长安大学 干旱区地下水文与生态效应教育部重点实验室,陕西 西安 710054)

摘要:为探究西安市土地利用及景观格局的时空演变规律,以1995年和2013年的TM5遥感影像图为数据源,借助ERDAS9.1、ArcGIS9.3工具对此进行空间分析,得到西安市1995—2013年的土地利用转移矩阵,通过FRAGSTAT4.1软件得到景观格局指数,分析研究区域各县区的景观格局特征,并运用主成分分析法探讨景观变化驱动力。结果表明,西安市土地利用类型主要以林地为主,占50%左右,主要分布于山地丘陵地区;耕地是西安市较为重要的景观类型;1995—2013年林地、城镇建设用地与园地面积增加,呈“涨势”,耕地、水域与未利用地面积减少,呈“落势”,趋势状态指数 P_t 为0.4,表明土地利用变化整体接近动态平衡,呈双向转换趋势;西安市景观多样性指数从1.238下降到1.213,均匀度指数从0.691下降到0.677,优势度指数从0.554上升到0.578,破碎化指数从0.086下降到0.074,表明景观异质性程度降低;其中,经济与人口因素是耕地向城镇建设用地、园地转化的主要驱动力,亦是水域、未利用地发生转化的主要影响因子,政策因素是林地发生变化的根本原因。

关键词:土地利用;景观格局;转换趋势;景观格局指数;驱动力;西安市

中图分类号:S731.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2017)04-0186-07

Landscape Pattern of Land Use Dynamic Development and Driving Force in Xi'an

MA Ya-xin^{1,2}, CONG Hui^{1,2}, ZHOU Wei-bo^{1,2*}, ZHANG Han^{1,2}

(1. College of Environmental Engineering and Science, Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710054, China;

2. Key Laboratory of the Underground Hydrology and Ecology Effect in Arid Regions, Ministry of Education,
Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710054, China)

Abstract: Based on the remote sensing images of two periods (TM in 1995, 2013), the temporal and spatial variations of land use/cover and landscape patterns in Xi'an were explored with the spatial analysis tools of ERDAS9.1 and ArcGIS 9.3. The land use transfer matrixes of the districts or counties within Xi'an during 1995—2013 were obtained. The characteristics of landscape patterns were examined by adopting index analysis method, which could be achieved by FRAGSTAT4.1 tools. The results showed that the dominant type of the land use in Xi'an was forest land, accounted for about 50%, which was mainly distributed in mountainous areas. Cultivated land was also an important landscape type. The areas of woodland, urban construction land, garden land increased and presented a rising trend, while the areas of cultivated land, water and unused land decreased significantly, and presented a declining trend. The index of P_t for the whole period was 0.4, indicating that the overall change of land use was closed to the dynamic balance by two-way transition. With the rapid development of social economy, the landscape diversity index decreased from 1.238 to 1.213, landscape evenness index decreased from 0.691 to 0.677, and the dominance index increased from 0.554 to 0.578, the fragmentation index decreased from 0.086 to 0.074, which indicated that landscape het-

收稿日期:2016-08-28 修回日期:2016-12-08

基金项目:中国地质调查局地质调查项目(12120113004800)。

作者简介:马亚鑫,女,在读硕士,研究方向:水文地质。E-mail:965851881@qq.com

*通信作者:周维博,男,教授,研究方向:水资源与水环境及节水灌溉。E-mail:zwbzyz823@163.com

erogeneity reduced in the study area. The driving forces of the transformation of cultivated land to construction land and green land were from economic and demographic factors, which were also the main factors that influenced the transformation of waters and unused land. Policy factor was the root cause of forest land change.

Key words: land use; landscape pattern; transformation trend; landscape index; driving force; Xi'an city

随着城市化建设的快速发展,土地利用与土地覆被格局发生了变化,不断在改变和影响着城市产、汇、流条件,地下水的补、径、排关系,从而引发了一系列水资源和水环境的问题^[1]。土地利用格局的变化与全球气候的变化、生物多样性的减少、生态环境演变以及人类与环境之间相互作用的可持续性等问题密切相关^[2-3]。因此,对土地利用/覆被变化的研究成为当今全球变化区域响应研究的热点和重点^[4-5]。

景观格局是指景观组成单元的类型、数目以及空间分布与配置,是景观异质性的具体体现,同时又是包括干扰在内的各种生态过程在不同尺度上作用的结果^[6-8]。将土地利用变化与景观格局研究相结合,可以深入理解土地利用景观格局特征。国内外学者对土地利用与景观格局的时空演变规律、驱动机制等展开大量研究^[9-11],为土地的科学利用及景观类型的协调发展奠定基础。近年景观格局的研究逐渐呈现从大尺度范围向小区域尺度深化的趋势^[12-14]。

随着西安市经济的快速发展,人口增长以及工业化、城市化过程的广泛深入推进,土地利用方式发生了前所未有的深刻变化,形成了具有典型特征的区域土地覆被格局空间模式。采用景观格局指数法,并借助 ArcGIS 9.3、ERDAS 9.1、FRAGSTATS 4.1 等工具分析西安市土地利用景观格局的时空演变,揭示景观格局演变的内在机制,为西安城市化区域土地利用/覆被变化的水文响应研究和城市建设规划提

供依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

西安市位于黄河流域中部关中平原(107°40'—109°49'E, 33°39'—34°44'N),属于暖温带半湿润季风气候,年平均气温为13.3℃,多年平均降水量611.5 mm,降水年内分配不均匀,多集中于7—10月。地势东南高西北低,南依秦岭,主要地貌类型为山前洪积台地、秦岭山地和河谷冲积平原。面积约10 108 km²,主要有渭河、灞河、浐河等流域。

1.2 数据来源与研究方法

1.2.1 数据来源与处理 在地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>)中下载西安市1995和2013年TM遥感影像,根据2007年颁布的《土地利用现状分类》国家标准,结合西安市主城区的土地利用现状以及研究需要,对分类系统进行调整,运用ERDAS9.1软件对此遥感影像进行监督分类处理,将研究区的土地利用类型划分为:耕地、林地、水域、园地、城镇工矿建设用地与未利用地共6类,进行聚类分析、去除、重编码处理得到西安市不同时期的土地利用图(图1)。根据西安市土地利用规划图并结合GPS实地调查等同期参考资料,通过随机选取样本,计算其Kappa指数,对遥感影像的分类结果进行精度检验。结果表明,Kappa指数分别为0.81(1995年)、0.88(2013年),均达到最低允许判别的精度0.7^[15]。

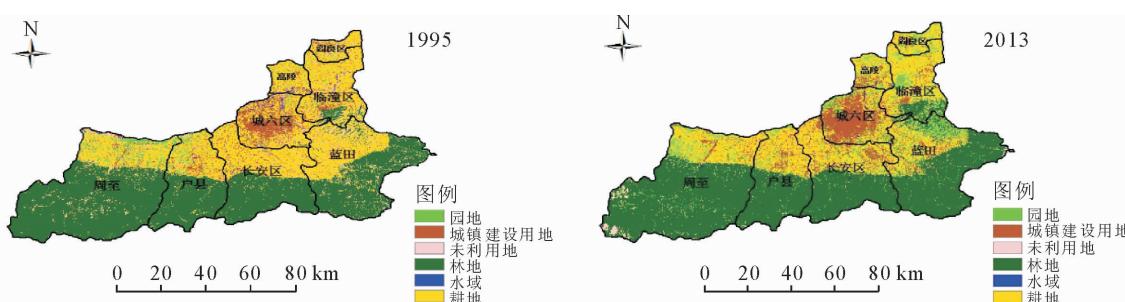


图1 1995、2013年西安市土地利用类型图

Fig. 1 Land use map in Xi'an in 1995, 2013

1.2.2 土地利用动态表征方法 土地利用动态变化过程和趋势可由量化的要素或特征值来表示,例如:总变化、净变化、趋势、方向和状态等^[16-18]。其中:

$$N_c = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times 100\% = \frac{\Delta U_{in} - \Delta U_{out}}{U_a} \times 100\% \quad (1)$$

$$T_c = \frac{\Delta U_{in} + \Delta U_{out}}{U_a} \times 100\% \quad (2)$$

$$P_s = \frac{N_c}{T_c} = \frac{\Delta U_{in} - \Delta U_{out}}{\Delta U_{in} + \Delta U_{out}} \quad (3)$$

$(\Delta U_{in} + \Delta U_{out} \neq 0, -1 \leq P_s \leq 1)$

式中, N_c 是某种土地类型的净变化, T_c 指其总变化, U_a 和 U_b 分别指某种土地类型初始和末时刻的面积; ΔU_{in} 表示其他土地类型转为某种类型的总面积, ΔU_{out} 表示某种土地类型转为其他类型的总面积; 趋势指数 P_s 代表某种土地类型变化的状态和趋势^[18]。

若 $0 < P_s \leq 1$ 时, 表示某种土地类型呈“涨势”状态; P_s 越趋于 0 时, 表示土地类型以极小速度的增长, 呈现双向转换的特点, 转入与转出双向相差越小, 并接近平衡状态。相反, 若 P_s 越趋于 1 时, 表明以单向转换为主的特点, 某种土地类型消耗其他土地类型面积, 使其面积增加, 转入的趋势大于转出的趋势, 此种为不平衡状态。若 $-1 \leq P_s < 0$ 时, 表示某种土地类型呈“落势”状态, P_s 接近于 0 时, 表示其以极小速度的减小, 呈现双向转换的特点, 转出与转入相差较小, 并接近平衡状态。相反, 若 P_s 越接近于 -1, 表明土地类型面积以单向转换为主的特点流失, 转出的趋势大于转入趋势, 并处以极不平衡的状态。

对于整体来讲, 趋势指数 P_t 定义如下:

$$P_t = \frac{S_a}{S_s} = \frac{\sum_{i=1}^n |\Delta U_{in-i} - \Delta U_{out-i}|}{\sum_{i=1}^n (\Delta U_{in-i} + \Delta U_{out-i})} \times 100\% \quad (4)$$

表 1 景观格局空间特征指数及生态学涵义

Table 1 The diagnostic indices and ecological meaning of the pattern

指数	计算公式	涵义
香农多样性指数	$SHDI = -\sum_{i=2}^m (P_i * \ln P_i)$	度量系统结构组成的复杂程度, 反应景观要素多少和各景观要素所占比例的变化, $SHDI=0$ 表明景观仅由一个斑块组成; 表示斑块类型增加或各斑块类型在景观中呈均衡化趋势分布
香浓均匀度指数	$SHEI = \frac{-\sum_{i=2}^m (P_i * \ln P_i)}{\ln m}$	景观各类型空间分布的均匀程度, 其值介于 0~1 之间, $SHEI=0$ 表明景观由一种斑块组成, 无多样性; $SHEI=1$ 表明各板块类型均匀分布, 有最大多样性
景观优势度指数	$D = \ln m + \sum_{i=2}^m (P_i * \ln P_i)$	表示景观多样性对最大多样性的偏离程度, 或斑块支配景观格局的程度
景观破碎化指数	$FN = (N_p - 1) / N_c$	景观被分割的破碎程度和结构复杂性, FN 值在 0~1 之间, 0 表示无破碎化, 1 表示已完全破碎

注: P_i 表示景观类型 i 所占面积的比例; m 表示景观类型数目; N_c 表示研究区域总面积与最小斑块面积之比, N_p 表示景观类型中各类斑块的总数。

2 结果与分析

2.1 土地利用动态变化分析

在 ArcGIS9.3 软件中对西安市 1995、2013 年两期土地利用类型图进行矢量叠加, 获得土地利用变化数据, 得出 1995—2013 年间土地利用变化的转移概率矩阵(表 2), 分析在各个时段各种土地利用类型之间的转换关系。在此基础上得到 1995—2013 年土地类型的状态和趋势变化如表 3 所示。

1995—2013 年期间 $P_t=0.4$, 表明西安市土地

式中, U_{ai} 和 U_{bi} 分别表示 i 类型初始时刻与末时刻的面积, ΔU_{in-i} 表示其他土地类型转为 i 类型的总面积, ΔU_{out-i} 表示某种土地类型转为 i 类型的总面积; P_t 表示在整个研究区土地变化状态和趋势。

为方便研究和讨论, P_t 分为 4 种方式:

1) $0 < P_t \leq 0.25$: 土地变化呈双向转换趋势并保持平衡状态。

2) $0.25 < P_t \leq 0.5$: 对于大部分土地类型接近平衡, 通常呈双向转换趋势。

3) $0.5 < P_t \leq 0.75$: 土地变化呈单向转换为主趋势, 为不平衡状态。

4) $0.75 < P_t \leq 1$: 土地变化呈单向转换趋势, 为极不平衡状态。

1.2.3 景观格局分析指标 用景观格局指数法对景观格局空间特征进行分析, 国内外研究者已提出许多类景观格局指标^[19-21]。基于研究区域具体情况以及研究目的, 选取适合的指标以此来定量地描述西安市土地利用景观格局的动态变化特征。利用 Fragstat4.1 软件计算相关景观格局指数(表 1)。

1.2.4 驱动力分析 运用 SPSS 软件, 基于西安市 1995—2013 年统计年鉴, 选取非农业人口、农业人口、第一产业、第二产业、第三产业、生产总值、固定资产投资、造林面积、育苗面积、粮食产量与水果产量 11 个指标, 采用主成分分析法, 对景观格局演变驱动力进行分析。

利用类型变化通常呈双向转换趋势, 并大部分土地类型接近动态平衡状态。其中, 城镇建设用地、林地和园地净变化 N_c 分别为 37.24%、5.77%、178.07%, 呈净增长的趋势, 且趋势指数 P_s 分别为 0.3、0.47 和 0.52, 处以“涨势”, 表明相应土地类型面积以极小的速度增长, 但城镇建设用地和林地的 P_s 距 0 值较近, 表明其有转入与转出动态平衡的趋势, 与其他土地类型呈双向转换的特点, 其中城镇建设用地和园地的转出和转入来源均主要为耕地, 但转入 > 转出, 面积明显增加。而对于耕地, 水域和未

利用地净变化 N_c 分别为 -15.04% , -48.36% 和 -81.6% , 呈净减少的趋势, 其中, 未利用地趋势指数 P_s 达 -0.72 , 处以“落势”, 接近于 -1 , 表示该土地类型以单向转换为主的趋势减少, 转化为其他土地利用类型, 处于极不平衡的状态。而耕地和水域 P_s 分别为 -0.26 和 -0.39 , 处以“落势”, 表示该两种土地类型以极小的速度减少, 但其 P_s 距 0 值较近, 表明其有动态平衡的趋向。结合 1995—2013 年

土地利用转移矩阵可知, 耕地主要转化为城镇建设用地, 林地和园地, 分别占耕地转出量的 50.4% , 16.3% 和 32.1% ; 未利用地面积主要转化为耕地和林地, 分别占未利用地转出量的 34.9% 和 31.2% ; 水域主要转化为城镇建设用地, 占水域转出量 57.2% 。综合分析可知, 15 a 间, 西安市土地利用类型变化有转入与转出, 呈双向转换的特点, 接近动态平衡。

表 2 1995—2013 年西安市土地利用转移矩阵

Table 2 Land-use transfer matrix in Xi'an from 1995 to 2013

km²

1995 年土地利用类型	2013 年土地利用类型						总计
	城镇建设用地	耕地	林地	水域	未利用地	园地	
城镇建设用地	550.55	283.06	32.35	5.5	1.78	85.37	958.61
耕地	613.83	2 127.61	198.19	6.15	7.46	391.12	3 344.36
林地	10.53	33.07	4 701.24	1.34	96.39	19.90	4 862.47
水域	21.33	9.50	2.50	6.35	0.13	3.86	43.67
未利用地	90.14	224.96	205.51	2.98	15.51	121.07	660.17
园地	29.24	163.19	3.37	0.23	0.21	42.48	238.72
总计	1 315.62	2 841.39	5 143.16	22.55	121.48	663.80	10 108.00

表 3 1995 和 2013 年西安市土地利用状态变化

Table 3 Land-use transfer matrix in Xi'an from 1995 to 2013

年份		城镇建设用地	耕地	林地	水域	未利用地	园地
1995	面积/km ²	958.61	3 344.36	4 862.47	43.67	660.17	238.72
	面积%	9.48	33.07	48.13	0.43	6.53	2.36
2013	面积/km ²	1 315.62	2 841.39	5 143.16	22.55	121.48	663.80
	面积%	13.02	28.10	50.84	0.22	1.23	6.58
1995—2013	Nc/%	37.24	-15.04	5.77	-48.36	-81.60	178.07
	Tc/%	122.38	57.72	12.40	122.56	113.70	342.48
	P_s	0.30	-0.26	0.47	-0.39	-0.72	0.52

2.2 景观格局变化分析

由于各区县的社会经济与自然环境条件不同, 各区县之间的多样性指数、均匀性指数、优势度指数

以及破碎化指数存在空间上的差异, 运用 FRAGSTATS4.1 分析计算出各区县的相关景观格局指数, 并对此分别进行讨论。

表 4 1995 和 2013 年西安市各分区景观格局指数

Table 4 The landscape pattern indices in Xi'an in 1995 and 2013

指标	年份/年	西安	周至县	鄠邑区	长安区	城6区	蓝田县	临潼区	高陵县	阎良区
多样性指数	1995	1.237 7	0.940 4	1.155 2	1.072 9	1.101 5	1.002 3	1.090 3	0.957 0	1.033 9
	2013	1.213 9	0.913 9	1.053 6	1.137 2	1.024 9	0.998 7	1.159 4	1.026 8	0.922 6
均与度指数	1995	0.690 8	0.524 9	0.644 7	0.598 8	0.614 7	0.622 8	0.608 5	0.594 6	0.642 4
	2013	0.677 5	0.510 0	0.654 6	0.634 7	0.572 0	0.557 4	0.647 1	0.573 0	0.573 2
优势度指数	1995	0.554 0	0.851 2	0.636 6	0.718 9	0.690 4	0.607 0	0.701 5	0.652 5	0.575 5
	2013	0.577 8	0.878 1	0.555 9	0.654 5	0.766 9	0.793 0	0.632 3	0.765 2	0.687 0
破碎化指数	1995	0.086 2	0.069 1	0.081 9	0.071 2	0.099 6	0.086 3	0.144 6	0.156 6	0.149 7
	2013	0.074 3	0.051 1	0.058 2	0.067 7	0.105 2	0.084 3	0.127 7	0.137 7	0.114 1

注: 城6区指莲湖区、新城区、碑林区、未央区、雁塔区与灞桥区。

2.2.1 景观多样性分析 西安市的景观多样性指数由 1995 年的 1.237 7 降低到 2013 年的 1.213 9。在各县区中, 1995 年景观多样性指数最高的是鄠邑区 1.155 2, 最低的是周至县 0.940 4, 而高陵县、阎

良区等其他县区多样性指数在 $0.957 0 \sim 1.101 5$ 波动; 2013 年景观多样性指数最高的是临潼区 1.159 4, 最小的依然是周至县 0.913 9, 而鄠邑区的多样性指数降为 1.053 6, 1995—2013 年期间, 多样

性指数整体呈下降趋势,只有长安区、临潼区、高陵县多样性指数增加(表4)。

2.2.2 景观均匀度和优势度分析 西安市的景观均匀度由1995年的0.6908减小到2013年的0.6775。在各个县区中,1995年均匀度最高的是鄠邑区(0.6447),最小的是周至县(0.5249);2013年均匀度最高的仍然是鄠邑区(0.6546),最小的为周至县(0.5100);而优势度指数与此相反,1995年和2013年优势度指数最高的都是周至县分别为0.8512和0.8781,1995年最小的是阎良区(0.5760),2013年最小的是鄠邑区(0.5560)(表4)。

1995—2013年期间,周至县、城6区、蓝田县、高陵县、阎良区景观均匀度呈减小的趋势,而鄠邑区、长安区、临潼区的景观均匀度有所增加;而优势度的趋势则呈相反的趋势;均匀度减小,优势度的增加,表明优势景观类型的份额增加,单一组分对景观的控制作用增强。

2.2.3 景观破碎化程度分析 西安市的景观破碎化指数由1995年的0.0860降低到2013年的0.0740,1995年破碎化指数较高的为临潼区、高陵县、阎良区,其值在0.1450~0.1570间,较低的为周至县、鄠邑区、长安区、蓝田县,其值在0.0690~0.0860,城6区的破碎化指数为0.0990;2013年各县区破碎化指数都呈下降的趋势,只有城6区上升达0.1050,但破碎化程度较高与较低区县未发生变化(表4)。

2.3 土地利用景观格局变化驱动力

影响景观格局变化驱动因子主要有自然和人为2方面要素,在较小的时空尺度下,相对稳定的自然因子对景观格局变化有约束作用,而变化的人文因素则是影响景观变化的主要因素,限于本研究时空尺度较小,主要研究了相关人为因素的影响,利用SPSS软件对选取的11个指标进行主成分分析,共提取了2个主成分,累计方差贡献率达87.6%。第一主成分与社会经济、人口因素相关性较强,第二主成分与造林面积有关,概括为政策因素(表5)。

2.3.1 社会经济发展、人口因素 经济发展是影响西安市景观格局变化的重要因素,工业化和城镇化的快速发展,使得建设用地需求不断增大;低产值业向高产值业的转变,产业结构的调整,水果业的大力发展,以及传统农业向采摘园等设施农业的转变,使得一部分耕地面积转化为园地、工矿建设用地。此外,1995—2013年期间人口数量快速增长,西安市人口密度增大,非农业人口与农业人口之比增加,直接导致居民用地、交通等各类建设用地面积增加,由

1995年的958.1 km²扩大到2013年的1315.6 km²,其中水域面积有57.8%转化为城镇建设用地;另外,人类活动对景观的干扰,人口开发活动加剧了对土地的利用程度,使得西安市主城区景观破碎化程度增强,同时也促进了未利用地、水域向城镇建设用地、耕地的转化。

表5 主成分载荷

Table 5 Loading matrix of principal component factors

指标	第一主成分	第二主成分
X1 非农业人口	0.980	0.080
X2 农业人口	0.905	0.286
X3 第一产业值	0.958	-0.201
X4 第二产业值	0.992	-0.053
X5 第三产业值	0.992	-0.063
X6 生产总值值	0.992	-0.063
X7 固定资产投资	0.974	-0.134
X8 造林面积	-0.092	0.974
X9 育苗面积	0.794	0.110
X10 粮食产量	0.532	0.293
X11 水果产量	0.995	0.010

2.3.2 政策因素 区域政策会对土地利用结构变化造成重要影响。自2000年以来,荒山荒坡造林、幼林抚育、退耕还林、防止土地沙漠化综合治理等工程政策的实施,显著改变了林地景观优势度,并直接推动了区域林地、耕地等土地利用结构的改变,表现为:耕地、水域面积减少,未利用地向林地、耕地转化。可见,区域政策是林地结构发生变化的根本原因。

3 结论与结论

多样性指数是反映景观中各类斑块复杂性和变异性的量度,反映不同景观类型在景观中所占比例和类型的多少。某种程度上可以反映景观内生态系统修复功能的强弱,在人类社会高度发展的现阶段,该指数的大小也反映出人为活动对景观干扰程度的大小。多样性指数下降是因为在此期间西安市城镇建设用地、园地、林地面积有所增加,而耕地、水域、未利用地面积相应减少,在确定的土地利用分类体系下,各景观类型所占比例差异增大,景观异质性降低,并且城6区在此期间城镇建设速度加快,建设用地规模增大,同时人口密度变大,人类活动对其土地利用景观影响程度则相对较大,导致该地区多样性指数降低。而长安区、临潼区、高陵县地区多样性指数增大是因为各个景观类型差异减小,景观异质性和景观结构复杂度增加。

景观均匀度指数表示景观由少数几个主要景观类型的控制程度及各个景观的均匀程度,优势度指

数指景观结构中一种或几种景观类型支配景观的程度,其值越大表示某种景观类型占主导地位,支配景观的程度越强。并且这两者之间可以彼此印证。周至县的均匀度最小,优势度最高,是因为在此地区地貌类型以山地丘陵为主,土地利用结构以林地为主,林地类型占绝对主导地位,对该区域的控制程度较强;而其它地区林地所占面积相对减少,耕地、城镇建设面积分量相对增大,造成各种土地利用景观类型呈现出相对均衡的空间分布趋势,均匀度指数也相对较高,优势度相对较小,但依然存在占优势的景观类型。西安市的景观均匀度减小,优势度增加,是因为西安市的土地利用类型以林地和耕地为主,并且近年来“植树造林”、“退耕还林”政策的实施,使得林地面积增加,耕地面积降低,其林地景观类型的优势相对增加,对景观的控制作用增强。但整个西安市占主导地位的景观类型与其他景观类型所占的比例差异相对于其他县区较小,造成西安市相对于其他县区均匀度虽有所减小但依旧是最大的现象。鄠邑区和长安区土地利用结构以林地为主,但耕地亦占有重要地位,临潼区以耕地为主。鄠邑区、长安区和临潼区均匀度增加,优势度减小是因为随着社会的发展,人类活动的增强,城镇建设面积、园地面积有所增加,使得占有优势的林地和耕地景观类型相对其他土地利用景观类型所占比例差异缩小,优势景观类型的优势作用弱化,呈现出各类景观类型相对较为均匀分布的特点。

景观破碎化指数表示土地利用景观的破碎化程度和景观结构的复杂程度,也反映了景观斑块异质性,景观破碎度越大表明景观异质性越高。临潼区、高陵县、阎良区破碎化程度相对较高是因为这些地区以耕地为主,耕作农业是土地利用最主要的方式,耕地面积所占比重大,人类长期的农业活动使土地类型呈较高破碎化的特点,但1995—2013年期间耕地面积相对减少,使得农业活动有所降低,破碎化指数亦有所降低。周至县、鄠邑区、长安区、蓝田县地貌类型以山地丘陵为主,土地利用结构以林地为主,人类的农业活动相对较弱,使得其破碎化程度较弱。1995—2013年期间随着社会经济的快速发展,城市化速度加快,使得主城区的城镇建设用地所占比例增大,加上该地区的人口密度较大,人类活动程度增强造成城6区的破碎化程度增强,指数增大,表明人类开发活动与景观破碎化呈正相关性规律。整体来看,1995—2013年期间,西安市的林地面积增加,耕地面积大幅度减少,虽城镇建设用地亦有所增加,但综合作用的效果使得破碎化指数依旧呈减小的趋势。

西安市土地利用类型以林地和耕地为主,1995—2013年间,研究区土地利用/覆被类型发生变化:林地、城镇建设用地、园地面积增加,处以“涨势”状态,而耕地、未利用地、水域面积减小,处以“落势”状态;趋势指数为0.4,表明西安市土地利用类型变化整体呈双向转换的特点,并接近动态平衡。期间,由于林地面积增加,耕地面积减小,林地优势作用增强,同时各景观类型所占比例差异增大,景观异质性降低,使得西安市景观多样性指数、均匀度指数减小,优势度指数增加,破碎化指数减小,景观异质性程度降低;各县区中,周至县的景观多样性指数、均匀度指数、破碎化指数最小,并呈减小趋势,优势度指数最高,并呈上升趋势,主要因为周至县地貌类型以山地丘陵为主,林地面积增加并且受人类活动影响较重的耕地面积减少,林地的优势性增强,对景观的控制作用增强。影响土地利用景观格局变化的驱动力因子主要有社会经济、人口因素,其促使耕地转化为城镇建设用地和园地,使得未利用地和水域面积亦发生改变,并且人类活动的加剧使得主城区的破碎化度增强,而影响林地景观格局发生变化的根本驱动力是政策因素,退耕还林等政策的实施改变了林地景观的优势度。

本研究结合ERDAS9.1和ArcGIS9.3软件对遥感影像进行解译处理,得到相关土地利用类型图,但因为历史资料的限制及时间跨度较大,在遥感解译时存在一些偏差,在以后的研究中解译精度需进一步提高。

参考文献:

- [1] 周维博,董艳慧,董起广,等.大西安城市建设引起的水循环变化规律研究[R].西安:长安大学,2014.
- [2] 孙恺,杨延征,赵鹏祥,等.基于遥感技术的西安城市景观格局时空演变及分析[J].西北林学院学报,2015,30(2):180-185.
SUN K, YANG Y Z, ZHAO P X, et al. Spatial temporal evolution of landscape pattern in Xi'an based on 3S technology[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2015, 30 (2): 180-185. (in Chinese)
- [3] 张利利,余济云,李锐,等.1998—2010年五指山市土地利用景观格局变化分析[J].西北林学院学报,2016,31(1):221-225.
ZHANG L L, YU J Y, LI R, et al. Changes of land use and landscape pattern in Wuzhishan during 1998—2010[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2016, 31 (1): 221-225. (in Chinese)
- [4] 史晓亮,李颖,赵凯,等.诺敏河流域土地利用与覆被变化及其对水文过程的影响[J].水土保持通报,2013,33(1):23-28.
SHI X L, LI Y, ZHAO K, et al. Land use/cover change and its effects on hydrologic processes in Nuomin River Basin[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation. 2013, 33(1): 23-28. (in Chinese)

- [5] 黎治华,高志强,高炜,等.中国1999—2009年土地覆盖动态变化的时空特点[J].农业工程学报,2011,27(2):312-323.
- LI Z H, GAO Z Q, GAO W, et al. Spatio-temporal feature of land use/land cover dynamic changes in China from 1999 to 2009[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2011, 27(2): 312-323. (in Chinese)
- [6] 陈文波,肖笃宁,李秀珍.景观空间分析的特征和主要内容[J].生态学报,2002,22(7):1135-1143.
- CHE N W B, XIAO D N, LI X Z. The characteristics and contents of landscape spatial analysis[J]. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(7): 1135-1143. (in Chinese)
- [7] 胡巍巍,王根绪,邓伟.景观格局与生态过程相互关系研究进展[J].地理科学进展,2008,27(1):18-24.
- HU W W, WANG G X, DENG W. Advance in research of the relationship between landscape patterns and ecological processes [J]. Progress In Geography, 2008, 27(1): 18-24. (in Chinese)
- [8] 王成,魏朝富,袁敏,等.不同地貌类型下景观格局对土地利用方式的响应[J].农业工程学报,2007,23(9):64-71.
- WANG C, WEI C F, YUAN M, et al. Response to the landscape pattern on the land use pattern under the different types of geomorphology[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2007, 23(9): 64-71. (in Chinese)
- [9] JENNIFER J, SCHULZ L, CRISTIAN E, et al. Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975—2008)[J]. Applied Geography, 2013, 30(3): 436-447.
- [10] 杨国清,吴志峰,祝国瑞.广州地区土地利用景观格局变化研究[J].农业工程学报,2006,22(5):218-221.
- YANG G Q, WU Z F, ZHU G R. Analyzing and modeling land use pattern changes in rapid urbanization of area: a case study of Guangzhou City, China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2006, 22(5): 218-221. (in Chinese)
- [11] 田锡文,王新军,K. G. 卡迪罗夫,等.近40 a 凯拉库姆库区土地利用/覆盖变化及景观格局分析[J].农业工程学报,2014,30(6):232-241.
- TIAN X W, WANG X J, KADIPOV K G, et al. Land use/cover dynamic change and landscape pattern analysis in Kayrakkum reservoir area during past 40 years[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering , 2014, 30 (6):232-241. (in Chinese)
- [12] 胡玉福,邓良基,张世熔,等.基于RS和GIS的西昌市土地利用及景观格局变化[J].农业工程学报,2011,27(10):322-327.
- HU Y F, DENG L J, ZHANG S R, et al. Changes of land use and landscape pattern in Xichang City based on RS and GIS [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2011, 27(10): 322-327. (in Chinese)
- [13] 梁友嘉,钟方雷,徐中民.基于RS和GIS的张掖市土地利用景观格局变化及驱动力[J].兰州大学学报:自然科学版,2013,46(5):24-30.
- LIANG Y J, ZHONG F L, XU Z M. Driving forces and changes in landscape pattern of land utilization based on RS and GIS in Zhangye City, Gansu Province[J]. Journal of Lanzhou University: Natural Sciences, 2013, 46(5): 24-30. (in Chinese)
- [14] 张荣天,张小林,李传武.镇江市土地利用景观格局分析[J].经济地理,2012,32(9):132-137.
- ZHANG R T, ZHANG X L, LI C W. Analysis on the landscape spatial patterns of land-use in Zhenjiang[J]. Economic Geography, 2012, 32(9): 132-137(in Chinese)
- [15] LUCAS I F J, FRANS J M. Accuracy assessment of satellite derived land-cover data: a review[J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 1994, 60(4): 410-432.
- [16] FENG Y X, LUO G P, LU L. Effects of land use change on landscape pattern of the Manas River watershed in Xinjiang, China [J]. Environ Earth Sci. , 2011, 64 (8): 2067-2077.
- [17] ROBERT G, PONTIUS J R, SHUSAS E, et al. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2004, 101:251-268.
- [18] 白泽龙,包安明,赵金,等.艾比湖流域近40年来土地利用与覆被动态变化研究[J].水土保持通报,2012,32(2):172-177.
- BAI Z L, BAO A M, ZHAO J, et al. Land use/cover changes of Ebinur Lake watershed in recent forty years[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2012, 32 (2): 172-177. (in Chinese)
- [19] 张本昀,申怀飞,郑敬刚,等.河南省土地利用景观格局分析[J].资源科学,2009,31(2):317-323.
- ZHANG B Y, SHEN H F, ZHENG J G, WU G X, GIS-based analysis on the landscape spatial patterns of land-use in Henan Province[J]. Resources Science. 2009, 31 (2) : 317 - 323. (in Chinese)
- [20] 常学礼,邬建国.科尔沁沙地景观格局特征分析[J].生态学报,1998,18(3):225-232.
- CHANG X L, WU J G. Spatial analysis of pattern of sandy landscapes in Kerqin, Inner Mongolia[J]. Acta Ecologica Sinica, 1998, 18(3): 225-232. (in Chinese)
- [21] HULSHOFF R M. Landscape indices describing a dutch landscape[J]. Landscape Ecology, 1995, 10(2) : 101-111.