

近 19 年西安市土地利用/覆被及景观格局变化分析

马瑞芳¹, 员学锋^{1,2,3}

(1. 长安大学土地工程学院, 陕西西安 710054; 2. 陕西省土地整治重点实验室, 陕西西安 710054; 3. 长安大学乡村振兴研究院, 陕西西安 710054)

摘要 利用 2000、2005、2010、2015 和 2018 年西安市的土地利用数据, 基于 ArcGIS 10.5 分析土地利用/覆被的变化特征, 并利用 Fragstats 4.2 计算景观指数研究景观格局的变化特征。结果表明, 西安市土地利用以耕地为主, 2000—2018 年土地利用变化的主要特征为耕地面积显著减少、建设用地明显扩张, 其中耕地面积减少 497.54 km², 建设用地增加 532.36 km²; 各地类相互转化, 其中耕地的转出率较高, 建设用地的转入率较高, 且新增建设用地主要来源于耕地。2000—2018 年建设用地破碎化程度最高但有所降低, 耕地和林地破碎化程度升高, 草地的破碎化程度先升高后降低, 景观类型趋于复杂化、多样化、异质化。因此, 在城市发展过程中, 尤其是西部地区, 必须注重生态保护, 降低人类活动对景观格局的干扰强度。

关键词 土地利用/覆被; 景观格局; 变化特征; 西安市

中图分类号 F301 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)05-0090-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.05.025



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Analysis of Changes in Land Use/Cover and Landscape Pattern in Xi'an in Recent 19 years

MA Rui-fang¹, YUAN Xue-feng^{1,2,3} (1. School of Land Engineering, Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710054; 2. Key Laboratory of Land Remediation of Shaanxi Province, Xi'an, Shaanxi 710054; 3. Rural Revitalization Research Institute of Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710054)

Abstract Using the land use data of Xi'an in 2000, 2005, 2010, 2015 and 2018, the characteristics of land use/cover changes were analyzed based on ArcGIS 10.5, and Fragstats 4.2 was used to calculate the landscape index to study the change characteristics of landscape patterns. The results showed that the land use in Xi'an was dominated by arable land. The main characteristics of land use changes from 2000 to 2018 were the significant decrease in arable land and the obvious expansion of construction land. The area of arable land decreased by 497.54 km² and the construction land increased by 532.36 km²; all regions were transformed into each other. Among them, the conversion rate of arable land was higher, and the conversion rate of construction land was higher, and the newly added construction land mainly came from cultivated land. From 2000 to 2018, the degree of fragmentation of construction land was the highest but decreased. The degree of fragmentation of arable land and forest land increased, and the degree of fragmentation of grassland increased first and then decreased, and the types of landscapes tended to become more complex, diverse and heterogeneous. Therefore, in the process of urban development, especially in the western region, we must pay attention to ecological protection and reduce the intensity of interference of human activities on the landscape pattern.

Key words Land use/cover; Landscape pattern; Change characteristics; Xi'an City

土地利用/覆被变化(LUCC)作为全球环境变化、可持续发展研究的重要组成部分和内容^[1], 不仅刻画了地球表面的空间格局, 还表现了景观的变化^[2], 反映了自然过程与人类社会之间的作用关系^[3]。1995 年, “土地利用与土地覆被变化科学研究计划”的提出为研究不同尺度的 LUCC 奠定了基础^[4]。随着经济的发展, 我国的城市化进程不断加快, 深刻地影响着土地利用类型和景观格局的变化^[5]。近年来较多学者利用景观格局指数来研究土地利用变化, 通过建立格局与景观过程之间的联系^[6], 对土地景观格局的变化特征进行量化研究^[7]。刘纪远等^[8]对我国土地利用的时空格局变化进行了研究, 我国对西部地区经济较发达城市的研究较少, 对生态环境脆弱区的研究较多。而西安市作为关中平原城市群的中心城市, 对其景观格局变化进行研究, 可为区域其他城市发展及景观格局构建提供参考。笔者以西安市 2000、2005、2010、2015 和 2018 年土地利用数据为基础数据, 运用 ArcGIS 10.5 对土地利用格局进行研究, 并选取和计算景观格局指数分析景观格局变化。

1 资料与方法

1.1 研究区概况

西安市位于渭河流域中部关中盆地, 地处 107.40°~109.49°E、33.42°~34.45°N, 北部和南部分别与黄土高原、秦岭相邻, 地势南高北低。属温带季风气候, 年降水量最少约 522.4 mm, 最多约 719.5 mm, 水资源缺乏。总面积 10 752 km², 其中建成区面积 700.27 km²。经济的快速发展和城市的不断扩张导致了西安市土地利用变化, 对西安市的经济生态协调性影响较大。

处 107.40°~109.49°E、33.42°~34.45°N, 北部和南部分别与黄土高原、秦岭相邻, 地势南高北低。属温带季风气候, 年降水量最少约 522.4 mm, 最多约 719.5 mm, 水资源缺乏。总面积 10 752 km², 其中建成区面积 700.27 km²。经济的快速发展和城市的不断扩张导致了西安市土地利用变化, 对西安市的经济生态协调性影响较大。

1.2 数据来源及处理 该研究所采用的西安市行政边界、土地利用数据从中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn>)获取, 参照《土地利用现状分类》(GB/T 21010—2007)标准, 将土地利用类型划分为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地 6 种类型。

1.3 研究方法

1.3.1 土地利用/覆被变化分析 通过土地利用转出/转入率、转移矩阵等表现研究区的土地利用变化特征。土地利用转出/转入率表示在研究期内某一地类转为其他地类或由其他地类转为该地类的幅度^[9], 公式如下:

$$T_i = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} T_{ij}}{L_{i0}} \times 100\% \quad (1)$$

$$M_i = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} M_{ji}}{L_{ik}} \times 100\% \quad (2)$$

式中, T_i 为转出率; T_{ij} 为地类 i 在一定时间内转为地类 j 的面积; L_{i0} 为 t_0 时地类 i 的面积; n 为土地利用类型的数量; M_i 为

基金项目 陕西省土地整治重点实验室基金项目(211927190123)。

作者简介 马瑞芳(1995—), 女, 河南郑州人, 硕士研究生, 研究方向: 土地资源管理。

收稿日期 2020-08-04

转入率; M_{ji} 为地类 j 在一定时间内转为地类 i 的面积; L_{ik} 为 t_k 时地类 i 的面积。

土地利用转移矩阵, 描述不同土地利用类型的变化方向^[10], 公式为:

$$S_{ij} = \begin{Bmatrix} S_{11} & \cdots & S_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ S_{n1} & \cdots & S_{nn} \end{Bmatrix} \quad (3)$$

式中, S_{ij} 为研究期 i 到 j 的土地面积; n 为地类数量。

1.3.2 景观格局分析。 景观格局变化研究对于了解土地利用/覆被变化具有重要意义^[11]。景观格局指数反映了土地利用类型的结构特征^[12], 可用来描述区域景观格局特征及其变化, 将格局与景观过程联系起来, 在研究土地利用变化这一方面得到广泛应用^[13]。景观格局变化的研究以地类变化为前提, 因此景观指数主要从斑块类型水平、景观水平 2 个尺度选取。斑块类型水平上, 选取斑块数量 (NP)、斑块密度 (PD)、景观形状指数 (LSI)、最大斑块面积指数 (LPI) 4 个指标反映不同斑块的破碎度等特征。景观水平上, 选取 NP、LPI、LSI、蔓延度指数 (CONTAG)、香农多样性指数 (SHDI)、香农均匀度指数 (SHEI) 6 个指标反映景观的连片度、多样性等。

2 结果与分析

2.1 土地利用/覆被动态变化分析 从图 1 可以看出, 2000—2018 年西安市土地利用/覆被类型主要为耕地, 其次为林地、草地、建设用地, 水域和未利用土地较少。2000—2018 年耕地和建设用地的变化较为显著, 耕地、林地、草地和

水域的面积减少, 建设用地和未利用地增加。19 年间耕地面积减少了 497.54 km², 主要是由于人口增长和经济发展, 城市发展演化占用耕地; 林地减少了 1.45 km², 是因为乱砍滥伐、毁林开荒及城乡建设占用等原因, 而 2010 年林地面积增加主要是由于退耕还林等生态保护政策实施较好; 草地面积减少了 47.57 km², 主要是由于开垦、植树造林、建设用地占用等, 2005 年草地面积增加主要与退耕还草等生态环境保护政策有关; 建设用地增加了 532.36 km², 主要是由于城市发展过程中城市建设强度的增大。

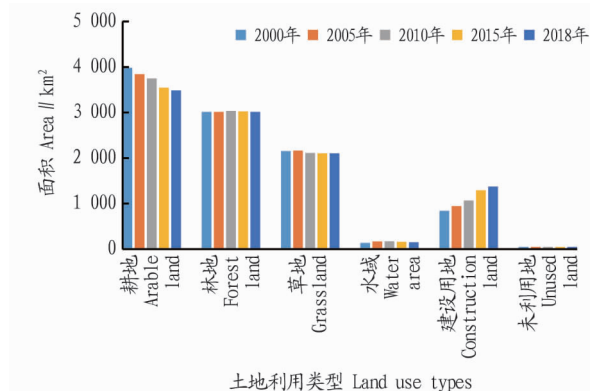


图 1 2000—2018 年西安市土地利用类型

Fig. 1 Types of land use in Xi'an from 2000 to 2018

该研究采用单一转出率和转入率对 2000—2018 年西安市土地利用/覆被变化特征进行分析 (表 1), 利用转移矩阵对土地利用类型之间的转移情况进行分析, 各期土地类型转移情况如表 2~5 所示。

表 1 2000—2018 年西安市各期土地利用转出/转入率

Table 1 The transfer-out/transfer-in rate of land use in various phases in Xi'an from 2000 to 2018

%

转出/转入率 Transfer-out/ transfer-in rate	时段 Period	耕地 Arable land	林地 Forest land	草地 Grassland	水域 Water area	建设用地 Construction land	未利用地 Unused land
转出率	2000—2005	3.59	0.36	0.51	0.63	0.04	0
Transfer-out rate	2005—2010	4.88	0.41	4.08	7.92	3.06	0
	2010—2015	13.39	5.64	10.43	27.21	11.94	24.01
	2015—2018	9.94	5.70	10.24	23.34	10.83	24.64
转入率	2000—2005	0.01	0.34	0.99	21.30	10.86	0
Transfer-in rate	2005—2010	2.53	1.05	1.64	8.74	14.56	0
	2010—2015	8.42	5.36	10.22	22.80	27.46	37.20
	2015—2018	8.41	5.36	10.26	16.74	16.11	30.66

从表 1 和表 2 可以看出, 2000—2005 年耕地变化以转为其他地类为主要特征, 耕地的转出率为 3.59%, 有 87.80 km² 转出为建设用地, 其次转出为水域、草地和林地, 耕地面积明显减少; 林地的转出率为 0.36%, 略大于转入率, 林地面积减少, 主要有 9.35 km² 转出为建设用地; 草地的转入率为 0.99%, 大于转出率, 草地面积增加, 主要有 20.82 km² 耕地转入; 水域的转入率为 21.30%, 远大于转出率, 水域面积增加, 主要有 24.21 km² 耕地和 7.07 km² 草地转入; 建设用地的转入率为 10.86%, 远大于转出率, 建设用地面积增加, 主要由 87.80 km² 耕地转入, 其次是林地和草地。

从表 1 和表 3 可以看出, 2005—2010 年耕地的转出率为 4.88%, 大于转入率, 主要是有 140.98 km² 转为建设用地, 其次是草地、林地和水域; 林地的转入率为 1.05%, 林地面积增加, 主要由 18.53 km² 草地和 10.38 km² 耕地转入; 草地的转出率为 4.08%, 大于转入率, 草地面积减少, 主要是有 61.08 km² 草地转为耕地; 水域的转入率为 8.74%, 大于转出率, 水域面积增加, 主要是由 9.25 km² 耕地转入; 建设用地的转入率为 14.56%, 远大于转出率, 建设用地面积明显增加, 主要有 140.98 km² 的耕地转入。

表2 2000—2005年西安市土地利用转移矩阵

Table 2 Land use transfer matrix in Xi'an City from 2000 to 2005

km²

2000年	2005年						总计 Total
	耕地 Arable land	林地 Forest land	草地 Grassland	水域 Water area	建设用地 Construction land	未利用地 Unused land	
耕地 Arable land	3 840.37	10.12	20.82	24.21	87.80	0	3 983.32
林地 Forest land	0.04	3 000.52	0.03	1.55	9.35	0	3 011.49
草地 Grassland	0	0.03	2 135.23	7.07	3.82	0	2 146.16
水域 Water area	0.18	0	0.44	122.05	0.16	0	122.84
建设用地 Construction land	0.09	0	0	0.21	830.31	0	830.61
未利用地 Unused land	0	0	0	0	0	3.65	3.65
总计 Total	3 840.68	3 010.67	2 156.52	155.09	931.44	3.65	10 098.05

表3 2005—2010年西安市土地利用转移矩阵

Table 3 Land use transfer matrix in Xi'an City from 2005 to 2010

km²

2005年	2010年						总计 Total
	耕地 Arable land	林地 Forest land	草地 Grassland	水域 Water area	建设用地 Construction land	未利用地 Unused land	
耕地 Arable land	3 653.15	10.38	26.92	9.25	140.98	0	3 840.68
林地 Forest land	2.93	2 998.32	0.97	1.85	6.60	0	3 010.67
草地 Grassland	61.08	18.53	2 068.61	2.31	5.99	0	2 156.52
水域 Water area	5.26	1.79	4.97	142.80	0.27	0	155.09
建设用地 Construction land	25.52	1.14	1.57	0.28	902.93	0	931.44
未利用地 Unused land	0	0	0	0	0	3.65	3.65
总计 Total	3 747.94	3 030.16	2 103.04	156.49	1 056.77	3.65	10 098.05

从表1和表4可以看出,2010—2015年耕地的转出率为13.39%,大于转入率,耕地面积减少,主要是有325.56 km²转为建设用地、104.06 km²转为草地、50.42 km²转为林地、21.09 km²转为水域;林地的转出率为5.64%,转入率为5.36%,林地面积变化不大;草地的转出率为10.43%,略大于转入率,草地面积减少;水域的转出率为27.21%,大于转入

率,水域面积减少,主要有26.01 km²转为耕地;建设用地转入率为27.46%,远大于转出率,面积大幅增加,主要有325.56 km²耕地转入;未利用地的转入率为37.20%,大于转出率,未利用地面积增加,主要有0.61 km²耕地和0.68 km²林地转入。

表4 2010—2015年西安市土地利用转移矩阵

Table 4 Land use transfer matrix in Xi'an City from 2010 to 2015

km²

2010年	2015年						总计 Total
	耕地 Arable land	林地 Forest land	草地 Grassland	水域 Water area	建设用地 Construction land	未利用地 Unused land	
耕地 Arable land	3 246.20	50.42	104.06	21.09	325.56	0.61	3 747.94
林地 Forest land	52.46	2 859.18	100.92	3.66	13.26	0.68	3 030.16
草地 Grassland	104.29	100.93	1 883.63	6.61	7.24	0.34	2 103.04
水域 Water area	26.01	4.83	5.74	113.92	5.99	0	156.49
建设用地 Construction land	115.15	5.48	3.74	2.28	930.11	0.01	1 056.77
未利用地 Unused land	0.56	0.20	0.03	0	0.08	2.78	3.65
总计 Total	3 544.67	3 021.04	2 098.12	147.56	1 282.24	4.42	10 098.05

从表1和表5可以看出,2015—2018年耕地的转出率为9.94%,转入率为8.41%,耕地面积减少但变化不大,新增耕地主要来源于102.79 km²草地和126.44 km²建设用地;林地的转出率为5.70%,转入率为5.36%,与2010—2015年相比,林地面积进一步减少,主要有100.15 km²转为草地;水域的转出率为23.34%,远大于转入率,水域面积持续减少,主要转为耕地和建设用地;建设用地的转入率仍然大于转出率,其面积在不断扩张,主要由耕地转入,说明建设用地扩张过程中不断占用耕地;未利用地转入率大于转出率,其新增面积主要来源于耕地撂荒。

2.2 景观格局变化分析

2.2.1 类型水平。

从斑块数量(NP)和斑块密度(PD)上看,各类用地的NP与PD的变化相似。各期斑块类型水平景观指数变化情况如图2所示。2000—2018年西安市建设用地的斑块数量最多、斑块密度最大,表明相对于其他景观类型,建设用地破碎化程度较高,且斑块密度下降,表明破碎化程度明显降低,主要是由于土地利用规划的实施及建设用地集约利用水平提高。耕地的斑块数量和密度均先减少后增加,表明耕地面积减少且破碎化程度升高,主要是由于耕地被道路等基础设施用地分割。其他景观类型破碎化程度较低且

变化幅度较小,未利用地的破碎化程度最低。

就最大斑块面积指数(LPI)来说,耕地的最大斑块指数不断减小,表明在空间上耕地被分割,面积逐渐减小;林地与

建设用地最大斑块指数呈增加趋势,表明这 2 种景观分布趋于集中、连片性增强;草地、水域和未利用土地最大斑块面积指数较小且变化不大。

表 5 2015—2018 年西安市土地利用转移矩阵
Table 5 Land use transfer matrix in Xi'an City from 2015 to 2018

2015 年	2018 年						总计 Total
	耕地 Arable land	林地 Forest land	草地 Grassland	水域 Water area	建设用地 Construction land	未利用地 Unused land	
耕地 Arable land	3 192.51	51.76	104.03	14.37	180.99	1.01	3 544.67
林地 Forest land	47.57	2 848.86	100.15	2.44	21.73	0.29	3 021.04
草地 Grassland	102.79	100.88	1 883.36	4.08	6.87	0.14	2 098.12
水域 Water area	15.89	2.92	5.60	113.12	10.03	0	147.56
建设用地 Construction land	126.44	5.29	5.27	1.86	1 143.34	0.04	1 282.24
未利用地 Unused land	0.58	0.33	0.17	0	0.01	3.33	4.42
总计 Total	3 485.78	3 010.04	2 098.58	135.87	1 362.97	4.81	10 098.05

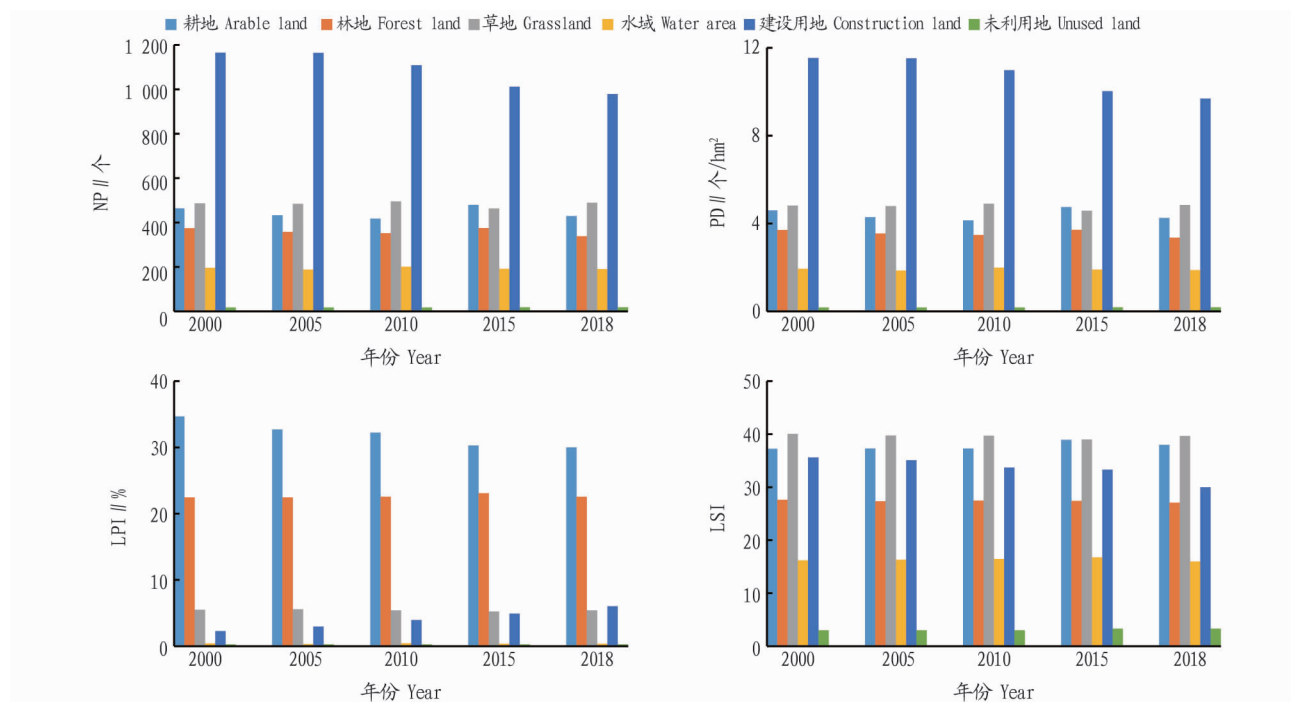


图 2 2000—2018 年各期类型水平景观指数的变化情况

Fig. 2 Changes in the horizontal landscape index of each period from 2000 to 2018

景观形状指数(LSI)越高,表明景观规则性越差、形状越复杂。变化较为明显的是耕地与建设用地,其中耕地的景观形状指数不断增加,表明耕地形状复杂,向不规则方向发展,在一定程度上阻碍了农业向规模化方向发展;建设用地的景观形状指数不断减小,表明该类用地规则性越来越好。草地、林地、水域和未利用土地的景观形状指数变化不大。

2.2.2 景观水平。从 2000—2018 年西安市各期景观水平指数的变化情况(图 3)可以看出,斑块数量(NP)呈逐年减小趋势,而斑块数量最多的是建设用地,表明西安市景观破碎化程度降低与建设用地集约利用程度提高有关。最大斑块面积指数(LPI)和蔓延度指数(CONTAG)均呈减小趋势,表明随着经济的发展,景观类型分布混杂,连片化程度和蔓延度降低,造成生境破碎化。景观形状指数(LSI)先增后减,2015 年达到最高值,这是由于城市化发展导致用地复杂、不

规则,受城市规划等影响后不规则性得到控制,景观斑块受人为干扰较大。香农多样性指数(SHDI)、香农均匀度指数(SHEI)均呈增大趋势,表明城市化进程中,人类活动强度加大,建设用地占用耕地、林地、水域等景观用地且不断扩张,景观类型越来越复杂化、多样化、异质化。

3 结论与讨论

2000—2018 年西安市土地利用/覆被发生显著变化,耕地不断减少,建设用地不断增加,林地、草地和水域波动减少,未利用地增加较少。其中,耕地面积减少 497.54 km²,建设用地增加 532.36 km²,主要是由于城市发展中城市建设强度的增大及耕地被占用。林地和草地面积波动减少主要原因是退耕还林还草及建设用地占用。未利用地增加主要与耕地撂荒、林草退化等有关。2000—2018 年各地类相互转化,其中耕地的转出率和建设用地的转入率较大。可见,建

建设用地占用耕地等地类是城市化发展的必然结果,城市化发展是土地利用类型相互转化的驱动因素。

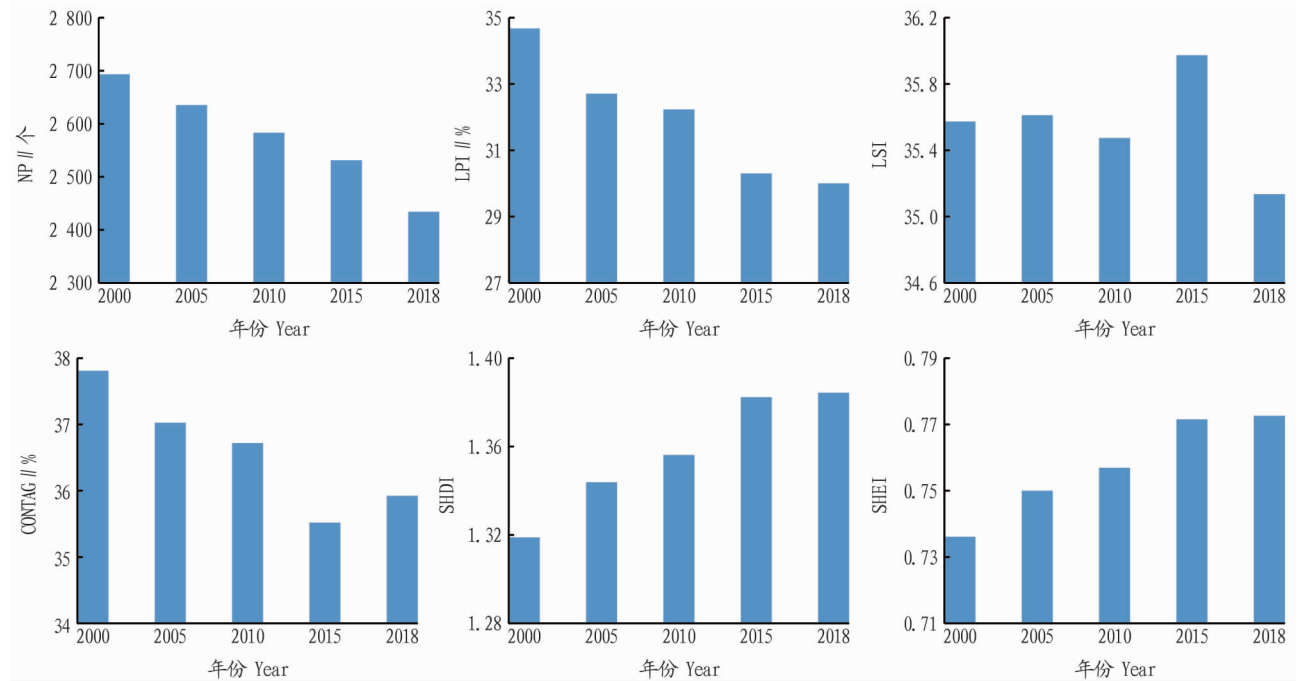


图3 2000—2018年各期景观水平景观指数的变化情况

Fig. 3 Changes in the landscape level landscape index in each period from 2000 to 2018

2000—2018年西安市景观格局变化较大。类型水平上,耕地和林地破碎化程度升高,建设用地破碎化程度最高但有所降低。景观水平上,研究区土地利用的斑块数量和斑块密度呈减小趋势,景观破碎化程度降低,表明政府部门通过加大规划力度使土地利用布局得到优化。但由于城市化发展及用地形状不规则,景观的类型复杂多样、景观形状不规则,景观的连片化程度和蔓延度依然较低。

我国西部地区城市的景观格局与当地的社会经济发展有紧密联系。那么,西安市在经济建设过程中对于生态的保护具有借鉴意义。此外,景观格局的时空特征是对人类活动干扰强度的响应^[14]。研究城市土地利用景观格局的变化有利于更清楚地了解土地利用情况及其变化趋势,对于国土空间规划中主体功能区的划分具有重要意义,可根据不同景观将城市划分为不同的功能区。在生态环境建设的大背景下,土地利用景观格局的动态变化研究能较为清晰地确定生态环境脆弱区域,根据地域差异制定生态环境保护政策,根据区域发展情况实施生态环境建设,从而有效地构建生态安全格局。从乡村振兴战略视角来看,景观生态格局研究对于贫困地区的生态扶贫具有重要意义,可以较为直观地看出扶贫工作中生态扶贫措施的有效性。

参考文献

- [1] 鄯文聚,杨红. 农村土地整治新思考[J]. 中国土地,2010,(Z1):69-71.
- [2] 张健,陈凤,濮劭杰,等. 近20年苏锡常地区土地利用格局变化及其驱动因素分析[J]. 资源科学,2007,29(4):61-69.
- [3] 史洪超. 土地利用/覆被变化(LUCC)研究进展综述[J]. 安徽农业科学,2012,40(26):13107-13110,13125.
- [4] 邓祥征,刘屹远,战金艳,等. 区域土地利用变化的多情景分析:以内蒙古自治区太仆寺旗为例[J]. 地球信息科学,2004,6(1):81-88.
- [5] 胡昕利,易扬,康宏樟,等. 近25年长江中游地区土地利用时空变化格局与驱动因素[J]. 生态学报,2019,39(6):1877-1886.
- [6] 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.
- [7] 张戈丽,王立本,董金纬. 低山丘陵区景观格局及其优化研究:以济南市平阴县为例[J]. 安徽农业科学,2007,35(6):1772-1774.
- [8] 刘屹远,宁佳,匡文慧,等. 2010—2015年中国土地利用变化的时空格局与新特征[J]. 地理学报,2018,73(5):789-802.
- [9] 陈学渊,唐华俊,吴永常,等. 耕地格局时空动态变化过程和差异分析:以浙江安吉为例[J]. 中国农业科学,2015,48(21):4302-4313.
- [10] 傅家仪,臧传富,吴铭毓. 1990—2015年海河流域土地利用时空变化特征及驱动机制研究[J]. 中国农业资源与区划,2020,41(5):131-139.
- [11] FAN Q D, DING S Y. Landscape pattern changes at a county scale: A case study in Fengjiu, Henan Province, China from 1990 to 2013[J]. Catena, 2016, 137:152-160.
- [12] 祖拜代·木依布拉,夏建新,普拉提·莫合塔尔,等. 克里雅河中游土地利用/覆被与景观格局变化研究[J]. 生态学报,2019,39(7):2322-2330.
- [13] 阿依努·吐逊,张青青,徐海量,等. 近57a玛纳斯河流域土地利用/覆被变化[J]. 干旱区研究,2019,36(3):599-605.
- [14] 刘佳琦,栗云召,宗敏,等. 黄河三角洲人类干扰活动强度变化及其景观格局响应[J]. 地球信息科学学报,2018,20(8):1102-1110.