

丹江土石山区景观格局模拟与社会经济响应关系

郑淋峰¹, 李占斌^{1,2}, 李鹏¹, 高海东¹, 徐国策¹, 柯浩成¹

(1. 西北旱区生态水利工程国家重点实验室培育基地(西安理工大学), 西安 710048;

2. 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘要:以丹江流域陕西省段为研究对象,采用 GIS, IDRISI 和 Fragstats 平台与系列经济数据,分析了丹江流域土地的数量变化及转移情况,建立了景观格局和经济指标的模型,模拟出 2020 年、2030 年的景观格局,并通过模型计算相应年份经济数据。结果表明:(1) 该流域的优势景观为草地,1980—2010 年草地面积减少最大为 46.65 km²,林地增加最多为 50.42 km²;与 2010 年相比,2030 年的林地和城镇工矿用地会进一步增加,草地大幅度减少(90.84 km²);(2) 研究区整体多样性增加,稳定性降低。草地、林地和城镇用地都趋于规则,更加聚集、高连通;(3) 景观指数 DIVISION, IJI, LPI, SHDI 与经济有显著关系,其中 DIVISION, SHDI 与经济呈负相关,而 IJI, LPI 与经济呈正相关;(4) 2010—2020 年是经济增速明显,除人口外增幅 80%~188%;2020—2030 年增幅降低,保持在 30%以上,但人口相比 2020 年开始降低。

关键词:土地利用;景观格局;CA-Markov 模型;经济;丹江流域

中图分类号:P962; P963

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2019)01-0338-06

Relationship Between Landscape Pattern Simulation and Social Economic Response in Danjiang Mountain Area

ZHENG Linfeng¹, LI Zhanbin^{1,2}, LI Peng¹, GAO Haidong¹, XU Guoche¹, KE Haocheng¹

(1. State Key Laboratory of Eco-hydraulics in Northwest Arid Region of China, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China; 2. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau, Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Section of Danjiang River Basin in Shaanxi Province was selected as the research object, using GIS, IDRISI and Fragstats platform and a series of economic data, we quantitatively analyze the changes of land transfer in Danjiang River Basin, established the landscape pattern and economic index model, and simulated the landscape pattern in 2020 and 2030 and calculated the corresponding year economic data by using the model. The results showed that: (1) the basin landscape for grassland, grassland area decreased from 1980—2010 to a maximum of 46.65 km², forest increased up to 50.42 km²; and forest and urban industrial land will further increase, and the grassland reduced (90.84 km²) in 2030 compared to those in 2010; (2) the overall diversity of the study area increased and the stability reduced; grassland, forest and urban tended to be regular, more aggregated and highly connected; (3) the landscape indexes, DIVISION, IJI, LPI and SHDI, have a significant relationship with the economy, in which DIVISION and SHDI are negatively related to the economy, while IJI and LPI are positively related to the economy; (4) the economic growth rate was obvious, except the growth rate outside the population is 80%~188% in 2010—2020. The growth rate of 2020—2030 will decrease by over 30%, but the population will begin to decrease compared with that in 2020.

Keywords: land use; landscape pattern; CA-Markov model; economy; Danjiang Basin

景观格局(Landscape Pattern)是包括景观组成单元的多样性和空间配置,即指景观的空间结构特征,并揭示相应的生态学现象与过程^[1]。景观格局分析的方法很多,其中景观指数法被证明是一种比较有效的方法且被广泛应用^[2-3]。以景观几何特征为基础的景观格局分析也可以有效地反映土地利用变化的空间格局^[4]。它是在多种驱动力的综合作用下形成的,反映人类活动对景观作用的范围、强度和频率,同时也影响着生态系统的格局和过程^[5]。

丹江流域在几十年发展中,经济增长的同时,城市化这一强大的驱动力使得生态环境发生巨大改变。面对城市化进程的同时,也带来了诸多问题:植被多样性的降低、水质的变化、空气污染、人口压力等^[6]。归根到底是城市和生态的可持续发展的问题。本研究区域作为丹江的水源涵养区和发源地,植被资源与水资源丰富,每年向丹江口水库输送了达 70% 的水量,更对南水北调中线工程有着深远意义,改善我国北方水资源问题,促进北方部分地区的经济发展。

目前,就土地利用和景观格局研究已经取得了不少成果,这对本研究有一定的借鉴作用。如刘德林等用主成分分析法选择的 7 个景观指数研究了黄土高原上黄小流域土地利用景观格局的基本特征^[7]。王彦阁等在小流域土地利用时空变化及景观中从运用 CA-Markov 模型来模拟和预测土地利用的变化^[8]。施益强等运用了马尔可夫模型对厦门市的土地利用进行模拟和预测^[9]。刘琳等对黄土高原 1990—2000 年的景观格局演变及生态系统服务功能进行了分析^[10]。

在保证社会稳定发展的基础之上,生态意义的研究也刻不容缓。本文研究从近 30 来丹江流域地区土地利用和经济数据入手:(1) 动态模拟与预测丹江的土地利用变化;(2) 在类型上比较景观格局演变特征;(3) 从景观层面研究景观与社会经济发展的关系。以达到对丹江流域地区土地利用及景观格局研究提供借鉴,为丹江流域未来的发展规划,提供生态意义的指导与建议。

1 数据及研究方法

1.1 研究区概况

研究区属于陕西省内丹江流域段,地理位置介于 109°30'4"–111°1'27"E, 33°12'22"–34°11'11"N。整个流域属于大陆性季风气候,由于北边秦岭的阻挡,使得北方冷空气不易南下,造成秦岭以南地区气候比较温暖,雨量较为充沛,年平均气温 14℃,四季分明^[11]。降水主要集中在 7—9 月份,年平均降水量 800 mm。丹江是汉江的最大支流,属于长江水系,商洛市西北部的秦岭南麓是丹江的发源地,海拔 1 964.7 m 在左右。在陕

西境内,丹江流域的河段长 250 km,流域面积为 7 132 km²,占整个丹江流域面积的 40%,多年平均径流量 1.89×10¹⁰ m³^[12]。陕西省境内丹江段的植被较好,大部分为河流切割而成的斑块状山林,具有南北过渡性特征,地貌起伏变化大,山大沟深,一般相对深度在 600~1 200 m(图 1)。丹江大致呈现出从西北至东南方向,途径多山川,少平原,从商洛市的商州区流经丹凤县、商南县,于商南县的东南方向流入河南省^[13]。

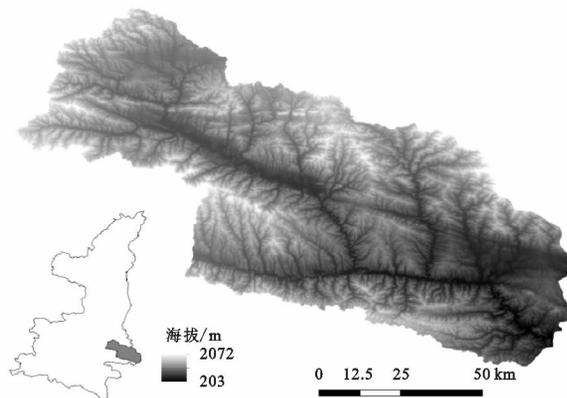


图 1 研究区示意图

1.2 数据来源

本次研究共收集了丹江 1980 年、1990 年、1995 年、2000 年、2005 年、2010 年及 2013 年 7 期土地利用数据。数据来源于国家自然科学基金委员会“中国西部环境与生态科学数据中心”。这是中国 1:10 万土地利用数据库的子集,该数据库是以卫星遥感为手段,在三年内基于 Landsat MSS, TM 和 ETM 遥感数据构建的。数据采用一个分层的土地覆盖分类系统,将全国分为 6 个一级类(耕地、林地、草地、水域、城乡工矿用地和未利用土地),31 个二级类。土地利用一级类型综合评价精度为 94%,二级类型分类综合精度为 91%。本次研究所使用的社会经济数据主要来自国家统计局陕西省区域统计年鉴,包括 1990 年、1995 年、2000 年、2005 年、2010 年及 2013 年 6 期的经济数据。从统计年鉴中总获得 96 个指标,通过基于主成分分析原理的方法,最终选定的经济指标:总人口数、生产总值、社会消费品零售总额、民用汽车拥有量、全社会固定资产投资、公路里程、农林牧渔总产值。

1.3 研究方法

1.3.1 景观指数 使用景观指数来形容景观格局及其改变,并且确立格局与和景观变化之间的关联,是景观生态学中最经常使用的定量化研究措施^[14]。应用景观格局分析软件 Fragstats 4.2,对研究区流域的景观空间格局特征进行分析,并计算相关的景观指标。选取最大斑块指数(LPI)、斑块密度(PD)、边缘密度(ED)、景观形状指数(LSI)、散布与并列指数(IJI)、景观分割度(DIVISION)、蔓延度指数(CONTAG)及

香农多样性指标 (SHID), 分别从面积, 密度, 边缘, 形状, 聚散性, 邻近度, 多样性等方面来对景观进行评价分析。

1.3.2 经济指标筛选 运用张辉等^[15]在筛选经济指标中基于主成分分析原理的方法。此方法有较强的操作性, 使统计意义和经济意义相结合, 定量和定性相结合等优点。在众多的经济指标中以主成分分析的原理方法进行科学的筛选。选取原则有: (1) 在不同领域代表社会经济的发展; (2) 与景观有相互影响; (3) 分别从人口, 经济和社会活动 3 个方面进行指标的选取。具体步骤: 首先, 为了消除量纲的影响, 对数据进行标准化处理; 其次, 根据主成分分析对指标进行初选; 最终, 根据相关性确定最终指标。

1.3.3 CA-Markov 模型 元胞自动机 (Cellular Automata), 是一种简单的算法通过局部的运算模拟空间上, 时间上离散的复杂现象的模型^[16]。元细胞自动机不是平常我们所见到的动力学模型, 它不具有严格的概念或者定义, 也不具有方程表达式或者函数。它相当于一个类型模型的统称, 也可以说是一类方法的构架。但是可以用形式语言的方法来进行描述, 表示为:

$$CA = (L_d, S, N, F)$$

式中: L 表示规则划分出的网格空间, d 表示 L 的维数; S 表示一个离散有限集合; N 表示一定范围内元胞的组合; F 表示映射函数, 即是转换规则函数。

马尔科夫链是原苏联数学家安德烈·马尔可夫 (A. A. Markov) 提出的。马尔科夫过程中, 随着事件的发展, 在已知的信息和规则下, 根据一定的概率, 系统从一个状态改变到另一个状态, 或者不变^[17]。Markov 的表达式为: 假设一事件的变化中有 n 个状态, 即表示为 $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$ 事件的变化历程中, 记 P_{ij} 以 E_i 状态开始, 下一状态转移到 E_j 状态的可能性, 则 P_{ij} 称为状态转移概率, 还要满足以下条件:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ P_{m1} & P_{m2} & \cdots & P_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\text{且: } 0 \leq P_{ij} \leq 1,$$

$$\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$$

式中: $i, j \in 1, 2, 3$

元胞自动机模型具有比较强的空间概念和模拟繁杂空间系统的时间空间动态演变能力。Markov 模型相对较弱的空间参数, 侧重于土地利用变化的数量上的预测, 使得各类型的土地利用在空间上的变化程度无法深入研究^[18]。CA-Markov 模型又被叫做

时空马尔科夫链, 是结合了元胞自动机和 Markov 模型的各自优点, 不仅在数量上, 而且在空间上都对土地利用都有较高精度的模拟及预测^[19]。

1.3.4 模型的精度验证 Kappa 系数是一种计算精度分类的方法, 是评价分类结果一致性和可信度的重要指标, 常用于遥感解译的精度评价^[20]。本次研究中通过实际的土地利用和模拟的土地利用计算 Kappa 系数, 从达到评价模拟精度。

$$Kappa = \frac{p_0 - p_c}{1 - p_c}$$

式中: P_c 是随机情况下模拟正确的比例; P_0 是模拟正确栅格的比例。当 Kappa 值 ≤ 0.4 时, 表示一致性很差; 当 $0.4 \leq Kappa$ 值 ≤ 0.6 时, 表示一致性一般; $0.6 \leq Kappa$ 值 ≤ 0.8 时, 表示一致性较好; 当 Kappa 值 ≥ 0.8 时, 表示一致性极好。

2 结果与分析

2.1 土地利用动态模拟

在软件 IDRISI Selva 中运用 CA-Markov 模型。以 1990 年和 2000 年土地利用数据为初始状态, 通过 Markov 模块生成转移矩阵和状态转移图集, 并赋 0 为背景栅格单元值, 设置比例误差为 0.15, 元胞自动机循环次数为 10 次。首先模拟出 2010 年的土地利用, 并与真实的 2010 年土地利用数据作精度检验, 检验结果 Kappa 系数为 0.89, 模拟图像和真实图像的一致性很好, 说明模拟的精度理想, 适合做下一步的模拟。再以 2000 年和 2010 年的土地利用作为模拟初始状态, 进一步模拟 2020 年和 2030 年的土地利用情况 (附图 7)。

2.2 土地利用结构分析

选取 10 a 为一个间隔, 分析 1980 年、1990 年、2000 年、2010 年土地利用。研究区景观结构相对稳定, 并无突出变化。所占面积比例从大到小依次是: 草地 > 林地 > 耕地 > 城乡工矿用地 > 水域 > 未利用土地。草地占总面积的 41%, 构成研究区的基质景观。其次林地 35%, 耕地达 20%, 高于我国的平均水平。

从空间结构上来看, 林地主要是分布在秦岭南麓, 以原始高大乔木类的原始森林为主, 郁闭度达 95% 以上。其次主要分布在丹凤县以东北方向至商南县西北处一带, 以土石山区为主, 林木的保存相对较好。草地的分布在平面空间尺度上和林地嵌套较为均匀分布, 但是在海拔高度上有较大差异。林地和草地主要分布在海拔 800~1 400 m 中, 坡度在 15° 以上区域。耕地和城镇工矿用地是由于人类活动影响形成, 主要是沿丹江流域或者地势平缓区域集中分布。

从时间尺度上,在自然演替与人类活动的双重作用下,研究区的土地结构也在发生变化。不同类型的土地变化各不相同,草地就是持续性减少,草地减少的主要原因是人类城市的占用,其次就是生态环境的改善,较高海拔中的草地向林地的演替。林地的增加主要原因是由于国家实行退耕还林工程和天然林资源保护工程。城镇工矿用地多年间稳定且高速的增加,人口增加和城镇化进程引起的。

通过土地利用转移矩阵(表 1,表 2)可以看出,从 1980—2010 年,土地利用变化情况:耕地主要向林地,草地和城镇用地转变;林地较少部分向耕地转变;草地主要是向耕地和林地转变;城镇用地的增加主要来源于耕地。而 2010—2030 年的模拟结果显示:耕地进一步向城镇用地转变,且城镇用地的大面积增加主要是由耕地转换而来;林地较少的转变为耕地;草地大面积的向耕地和林地转变。

表 1 1980—2010 年土地利用转移矩阵

km²

土地利用转移矩阵	2010 年					
	耕地	林地	草地	水域	城镇用地	未利用地
1980 年						
耕地	1466.7000	35.2908	46.6416	0.3726	27.5058	0.3906
林地	14.2776	2516.3820	2.3400	0.1260	0.7335	0.3600
草地	60.7203	32.4702	2868.8790	0.4716	1.3176	0.7326
水域	0.0468	0.0648	0.2232	9.4590	0	0
城镇用地	1.0638	0.072	0.1134	0	45.0990	0
未利用地	0	0	0	0	0	0.0657

表 2 2010—2030 年土地利用转移矩阵

km²

土地利用转移矩阵	2030 年					
	耕地	林地	草地	水域	城镇用地	未利用地
2010 年						
耕地	1493.52400	0.37800	1.6578	0	46.9107	0
林地	20.8764	2562.0630	0.5112	0	0	0
草地	28.6758	63.9126	2824.4160	0	0	0
水域	0.0081	0.0117	0.0324	10.377	0	0
城镇用地	2.8431	0.3024	0.0351	0	71.4744	0
未利用地	0.1899	0.3114	0.6975	0	0	0.3501

2.3 土地类型的景观特征

景观要素在斑块上的特征及斑块与斑块之间的物质交换,能量交换等相互影响,对景观的稳定性,破碎化及复杂程度都有重要的影响。为体现景观差异性,同样选取 10 a 为一个间隔,分析 1980 年、1990 年、2000 年与 2010 年景观格局。按土地利用类型进行分析研究,得到如下结果:

(1) 耕地在 30 多年间,斑块数量整体呈上升趋势。斑块密度和邻近度指数均增加,说明耕地的破碎化程度有所提高,空间异质性程度较大。一方面原因是随着经济的发展和人类对环境意识的加强,退耕还林还草和城乡建设用地的增加使得耕地面积减少,另一方面原因是由于该地区属于土石山区,耕地面积少且不集中,使得耕地的破碎化程度增加。

(2) 林地大致符合逐年稳定增长,截至 2010 年面积增加 1.98%,增长面积最大。空间格局上,主要以海拔高,坡度大,不利于生产的坡耕地,退耕还林。林地的稳定变化从景观指标都能看出,林地的班类数量,斑块密度和景观形状指数减小,说明林地的面积增长,且破碎化程度减小。退耕还林、天然林资源保护工程及林地的自然演替,使得从以前破碎的林斑成片连接起来,连通度提高。而林地景观形状指数减少,

其原因主要是退耕还林是以人工手段为主,将不易耕种的坡度较高且宜林的荒山荒地进行植树造林。林地斑块比自然更新林地更加规整,所以该指标降低。

(3) 城镇工矿用地变化较快且稳定,空间分布上,随着人类的发展,以沿丹江流域,低矮,平缓的地区增加为主,这主要是交通便利,更适合工农业的发展。在景观指数的上反映的更加直观,斑块数量,斑块密度和景观形状指数的减少;边缘密度和邻近度指数的增加,说明城乡工矿用地呈现区域性的增加,所以聚集度和连通度也相应的提高。期间,草地面积有较大幅度的降低,减少 48.81 km²,减少幅度最大。从景观指标中都能比较直观的反映,斑块数量,斑块密度和景观形状指数增加,边缘密度和邻近度指标降低,都很好的说明了草地的破碎化程度上升,分化程度严重。

2.4 丹江流域景观与社会经济的关系

生态和经济是密不可分共同体,在满足现在社会的经济发展同时,建立我们的生态家园也是重中之重的大事。所以,通过匹配 1990 年、1995 年、2000 年、2005 年、2010 年及 2013 年 6 期景观指数与经济数据,找到对经济指标中关系尤为敏感的生态指标,并建立景观与经济的关系(表 3)。

从整体的景观指数与社会经济指标耦合过程中发

现,LPI 与社会经济反映整体较好,突出在公路里程,民用汽车拥有量和农林牧渔总产值,这 3 个方面的精度都在 0.75~0.85。但是 LPI 与这 3 个指标都呈负相关关系,表明在人类的活动发展过程中,随着经济的增长与生态的演替,该研究区的景观呈现出更为均匀分布。主要是人类城镇化的扩张,使得城镇工矿用地增加,草地面积减少,才使得 LPI 的逐年减小。

其次,SHDI 和社会经济指标有较高的相关性,耦合的效果整体不如 LPI,但在生产总值和社会消费品零售总额上精度较高,甚至精度达到了 0.9 以上。SHDI 的增加,反映出该研究区景观异质性的增加,土地利用也越丰富,很好的说明现在人类在发展上和在对生态的建设上也越来越多元化,从以前的钢铁工业到现在的绿色工业、环保工业;从以前简单的传统农业到现在的生态农业和农林经济等。

景观分离度指数(DIVISION)和散布与并列指数

表 3 景观指数与经济关系

因变量(Y)	自变量(X)	回归方程	R ²
社会消费品零售总额/亿元	SHDI	$Y=6542.766 \times SHDI - 7239.468$	0.910
生产总值/亿元	SHDI	$Y=28801.81 \times SHDI - 31909.604$	0.900
公路里程/km	LPI	$Y=-9993.614 \times LPI + 141338.833$	0.858
民用汽车拥有量/量	LPI	$Y=-68060.785 \times LPI + 934297.426$	0.795
农林牧渔总产值/亿元	LPI	$Y=-131.714 \times LPI + 1835.932$	0.755
年底总人口/万人	IJI	$Y=-3.299 \times IJI + 386.736$	0.707
全社会固定资产投资/亿元	DIVISION	$Y=175804.375 \times DIVISION - 171838.497$	0.694

以前一味地追逐经济,带来了结构失衡、效益低下、环境污染、产能过剩等诸多问题,经济增长的背后付出了沉重的代价,并且百姓的生活质量并未得到与 GDP 增长率的同步提升。在 2020—2030 年虽然经济的增速放缓,但是更加稳健,在减速中实现产业结构优化,有面对更强大的经融风险的能力。经济结构也发生转型,不仅仅是农林经济的比重降低,向第三产业倾斜,而且第三产业更加多元化均衡发展。从单一的高速的经济增长转变为多元稳定的增长,未来该地区的经济情况会更加乐观(表 4)。

表 4 2010—2030 年经济数据

经济指标	2000 年	2010 年	2020 年	2030 年
社会消费品零售总额/亿元	19.91	79.19	188.53	262.47
生产总值/亿元	56.35	285.90	789.09	1114.551
公路里程/km	4899	11871	21484.42	27619.5
民用汽车拥有量/量	6511	49643	118037.6	159820.1
农林牧渔总产值/亿元	29.49	100.35	256.27	337.1321
年底总人口/万人	236.72	234.29	247.85	246.39
全社会固定资产投资/亿元	23.27	290.07	836.56	1135.43

3 结论与讨论

3.1 讨论

本文研究通过研究丹江流域 1980—2010 年景观

(IJI)分别与全社会固定资产投资和年底总人口也有不错的耦合效果,精度能保证在 0.7 左右。DIVISION 和 IJI 都是景观聚散指标,景观的聚散性和社会经济的关系较好。在众多的发展过程中,DIVISION 的这多年中变化不大,但是至 2020 年、2030 年会有略微的增加,表明在未来景观类型会更加丰富。而 IJI 在景观尺度上是反映斑块类型间的总体散布与并列状况,其值在未来有减少的趋势,表明斑块类型更加聚合。

根据已建立回归方程与模拟出的 2020 年与 2030 年的景观可以算出相对应的年份的经济指数(表 3)。可以发现在未来的十多年间,经济的增长非常显著,2010—2020 年是高速增长期。所选取的经济指标均有不同程度的增长,除年底总人口外,涨幅都在 100 % 左右,最高的是生产总值,增长达 170 %,最低的公路里程增长的也有 80%,主要是由于该地区以土石山区为主,修建公路更加困难,成本也更高,出现公路增长相对较缓慢的情况。

变化,并模拟的 2020 年和 2030 年的景观格局。在斑块尺度上详细分析该研究区的景观类型变化,并且在整体景观尺度上找寻和经济指数的敏感指标,取得了一定的成果,但是本次研究也有很多不足。首先,类型尺度上水域和未利用土地这两大类的分析不够,主要由于遥感解译的精度不足,导致水域中较窄的河道部分,及破碎度很高的未利用出现很多缺失。土地利用数据中的丹江流域陕西省段的水面面积总和约 100 km²,远小于真实值。其次,经济指标的选取仅仅具有一定的代表性,但是经济意义并不充分。最后,景观指数和经济指标耦合的效果不够好,仅仅使用一元线性回归的方法研究过于片面。

随着遥感、地理信息技术等越来越成熟,基于高精度的遥感影像可以制作高精度的土地利用图^[21]。我们应该深入探索如何高效、准确的解译高精度遥感影像。在高精度的土地利用基础上,全面分析该地区的景观格局情况,如细长的河道信息能够更全面的反映。其次系统的分析经济类型,从更多的经济学意义上选取指标。最后,如何更好的耦合景观指数和经济,尝试更多方法去探索更优的耦合效果。

3.2 结论

丹江流域以草地为景观基质,在 1980—2010 年

草地面积变化最大,并且持续减小,林地缓慢增加,增速显著的城镇用地,耕地略微减少,水域和未利用地变化不大。至 2030 年,变化显著的依旧是但是空间结构稳定,面积依次是:草地>林地>耕地>城镇用地>水域>未利用地。

随着时间尺度的变化,人类活动对该地区的影响与自然演替的共同作用下,该地区的景观越趋向于规则,高连通度,更加聚集的方向发展。虽然该地区的景观多样性上升,但是均匀度有所下降,优势种增加。该地区属于土石山区,耕地面积少,且以坡耕地为主,破碎度较高。林地保存较好,雨量丰沛,土石山区使得人类对较高海拔林地的干扰小,多样性高,稳定性好的良性循环。草地虽然比重最大,但是景观状态反映并不乐观,破碎度高,稳定性差,多样性也不高,所以该地区改善草地生态系统迫在眉睫。城镇景观高速扩张,更加规则、连通度高、聚合度高,但是也有很多生态问题的出现,多样性和稳定性都较差,所以建设生态城市是未来的大方向。

该地区的经济状况呈现出良好的增长,都有大幅度的增长。并且找到与经济关系较为理想的生态指标,结果表明:香农多样性指数、最大斑块指数、散布与并列指数、景观分离度指数,这些和经济指标能有较好的耦合,建立回归方程。对于未来经济增长和景观的变化,有一定的参考意义。

本文通过 CA-Markov 模型模拟出 2020 年与 2030 年的景观格局,不仅仅从数量上,而且从空间结构上较高精度的模拟出景观格局图。算出 2020 年与 2030 年的景观指标,带入建立的回归方程当中,最终得出响应的经济指标。各经济指标都有显著上升,但是上升幅度有所减缓。就目前来讲,符合当今的发展实际情况,不能单单一味追求高增长,更需要稳定增长,多元增长和生态发展。唯一有所不同的就是人口会出现增长后降低的趋势。人类活动的影响,城镇用地的扩大,但是相对应的人口并没有显著增加,主要是由于该地区经济相对并不发达,人口大量向大城市流动,并且曾经的计划生育控制人口,导致出现人口老龄化。人口和经济的增长很大程度上受政策影响,为应对人口老龄化加剧问题,国家实行“二胎”政策,这对未来人口肯定有一定影响,所以人口与经济指标仅仅作参考。

参考文献:

[1] 张爱静,董哲仁,赵进勇,等. 流域景观格局分析研究进展[J]. 水利水电技术,2012(7):17-20.

- [2] Sundell-Turner N M, Rodewald A D. A comparison of landscape metrics for conservation planning[J]. Landscape & Urban Planning, 2008,86(3):219-225.
- [3] Seto K C, Fragkias M. Quantifying spatiotemporal patterns of urban land-use change in four cities of China with time series landscape metrics[J]. Landscape Ecology, 2005,20(7):871-888.
- [4] 伍星,沈珍瑶. 长江上游地区土地利用/覆被和景观格局变化分析[J]. 农业工程学报,2007,23(10):86-92.
- [5] 傅伯杰. 黄土区农业景观空间格局分析[J]. 生态学报,1995,15(2):113-120.
- [6] 蒋艳灵,刘春腊. 中国生态城市理论研究现状与实践问题思考[J]. 地理研究,2015,34(12):2222-2237.
- [7] 刘德林,李壁成. 黄土高原上黄小流域土地利用景观格局分析[J]. 测绘科学,2014,39(1):78-82.
- [8] 王彦阁. 密云水库流域土地利用时空变化及景观恢复保护区划[D]. 北京:中国林业科学研究院,2010.
- [9] 施益强. 近 20 年厦门市土地利用动态模拟变化及预测[J]. 水土保持通报,2014,34(5):176-181.
- [10] 刘琳. 黄土高原 1990—2000 年的景观格局演变及生态系统服务功能分析[J]. 干旱区域资源与环境,2011,25(5):8-13.
- [11] 杨媛媛,徐国策. 丹江水源区小流域土壤有效铁空间分布特征[J]. 西安理工大学学报,2015,31(2):201-206.
- [12] 张伟,杨新兵,李军. 冀北山地华北落叶松林生态系统水化学特征[J]. 水土保持学报,2011,25(4):217-220.
- [13] 成玉婷,李鹏,徐国策,等. 丹江流域氢氧同位素变化特征[J]. 水土保持学报,2014,28(5):129-133.
- [14] 滕连泽. 基于 GIS 的浅丘区农村居民点空间分布特征分析[J]. 安徽农业科学,2014,42(1):284-288.
- [15] 张辉,赵秋红. 基于主成分分析基本原理的经济指标的筛选方法[J]. 山东财经大学学报,2013(2):52-61.
- [16] 周嵩山,李红波. 元胞自动机模型在土地利用领域的研究综述[J]. 地理信息世界,2012,10(5):6-10.
- [17] Yang X, Zheng X Q, Chen R. A land use change model: Integrating landscape pattern indexes and Markov-CA[J]. Ecological Modelling, 2014,283(7):1-7.
- [18] 郑燕凤. 基于 GIS 的 CA-MARKOV 模型的土地利用变化研究[D]. 山东泰安:山东农业大学,2009.
- [19] 龚文峰,袁力,范文义. 基于 CA-Markov 的哈尔滨市土地利用变化及预测[J]. 农业工程学报,2012,28(14):216-222.
- [20] 许文宁,王鹏新,韩萍. Kappa 系数在干旱预测模型精度评价中的应用:以关中平原的干旱预测为例[J]. 自然灾害学报,2011,20(6):81-86.
- [21] 张庆印,樊军. 高精度遥感影像下农牧交错带小流域景观特征的粒度效应[J]. 生态学报,2013,33(24):7739-7747.