云南省昭通市土地利用时空变化特征及其驱动力

程宪波，杨子生

（云南财经大学 国土资源与持续发展研究所，云南 昆明 650221）

摘　要：[目的] 对云南省昭通市土地利用时空变化特征及其驱动力进行分析，为揭示不同尺度区域土地利用变化规律提供科学依据。[方法] 基于昭通市 2009—2015 年土地利用变更及调查数据，结合人口和社会经济数据，采用信息熵公式计算了昭通市各类用地结构信息熵及其均衡度，采用灰色关联分析方法计算了昭通市各类用地总面积与人口数量和经济社会发展要素之间的关联度。[结果] ①2009—2015 年，昭通市农用地总面积呈减少趋势变化，建设用地总面积和其他用地总面积呈上升趋势变化；②昭通市耕地面积减少速率最快，土地综合变化度相较其他地区变化较小；③昭通市及各县/区各类用地结构也逐步向均衡和稳定方向发展，鲁甸县和巧家县的各类用地结构均衡度最高；④第一产业值、第三产业值、人口和城镇化率为建设用地变化主要驱动力，第二产业值为各区县农用地变化驱动力，国内生产总值均影响昭通市各个区县的农用地、建设用地和其他用地变化。[结论] 云南省昭通市土地利用变化受人口、社会和经济等不同因素影响，各类土地逐步向均衡和稳定方向发展。

关键词：土地利用结构；农用地；建设用地；信息熵；灰色关联度分析

文献标识码：A　　**文章编号**：1000-288X(2018)02-0166-05　　**中图分类号**：F301.2

文献参数：程宪波，杨子生. 云南省昭通市土地利用时空变化特征及其驱动力[J]. 水土保持通报，2018，38(2)：166-170. DOI：10.13961/j.cnki.stbctb.2018.02.027. Cheng Xianbo, Yang Zisheng. Temporal and spatial variation characteristics and driving forces of land use in Zhaotong City of Yunnan Province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018, 38(2): 166-170.

Temporal and Spatial Variation Characteristics and Driving Forces of Land Use in Zhaotong City of Yunnan Province

CHENG Xianbo, YANG Zisheng

(*Institute of Land Resource and Sustainable Development, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming, Yunnan* 650221, *China*)

Abstract: [Objective] This study analyzed the characteristics and driving forces of land use in Zhaotong City of Yunnan Province in order to provide scientific basis for revealing the law of land use change in different scales. [Methods] This study calculated land resource information entropy and equilibrium degree, and analyzed the relevancy degrees among the total area of various types of land and factors of population, society, economy based on data of land use change, population and economics from 2009 to 2015 in Zhaotong City of Yunnan Province. [Results] ① The total area of agricultural land showed a decreasing trend, and the construction land area and other land use area showed an upward trend from 2009 to 2015 in Zhaotong City; ② The cultivated land area had the fastest decrease rate in Zhaotong City, and the comprehensive change degree of land was smaller than those of other regions. ③ The land use structure in Zhaotong City, and other counties gradually equilibrated and got stable, and the land use structures in Ludian and Qiaojia County were mostly obvious. ④ The first industry value, the tertiary industry value, population and urbanization rate were the main driving forces for the change of construction land; the second industry value was the primary

收稿日期：2017-09-19　　**修回日期**：2017-10-23

资助项目：云南财经大学研究生创新项目“土地利用结构与效益变化的耦合效应分析”(2017YUFEYC038)

第一作者：程宪波(1992—)，男(汉族)，重庆市人，硕士研究生，研究方向为土地资源与土地利用规划。E-mail：chengxianbo129@163.com。

通讯作者：杨子生(1964—)，男(白族)，云南省大理县人，博士，教授，博士生导师，主要从事土地资源与土地利用、国土生态安全与区域可持续发展等领域的研究工作。E-mail：yangzisheng@126.com。

driving force of agricultural land change in counties and districts; the gross domestic product(GDP) affected the changes of agricultural land, construction land and other land uses in different districts and counties in Zhaotong City. [Conclusion] The land use structure was affected by different factors such as population, society and economy. All kinds of land gradually developed towards equilibrium and stability in Zhaotong City of Yunnan Province.

Keywords: land use structure; agricultural land; construction land; information entropy; gray correlation analysis

土地是人类赖以生存和发展最基本的自然资源和物质基础。土地利用/土地覆被(LUCC)变化是全球变化过程的重要表现,引起国内外学者重视[1-2]。近年来,学者们运用 RS[3-4] 等方法,从土地资源变化对生态格局[5]、生态服务价值[6]和生态敏感性[7]等不同视角研究中国土地资源时空间变化特征、土地资源变化驱动力及其效应。研究区域主要有国家[2-3]、省[8]、市[9]、县[10]、经济发达地区[11]等不同尺度。研究数据的来源的获得方法主要是 RS 的解译[12]和土地利用变更等调查数据[13]。总体来看,针对全国、区域的土地相关的研究成果较丰富,但主要集中在中国经济较发达地区,而在经济欠发达的研究不足,且发达地区与欠发达地区土地利用结构变化的比较规律很不足。因此本研究以昭通市为研究区,借用土地利用变更数据为基础,结合相关人口、经济及城镇化等数据,研究其各类土地的时空间变化特征及其驱动力,为西南地区土地利用相关研究及其合理、可持续利用提供一个研究案例。

1　材料与方法

1.1　研究区概况

昭通市位于云南省东北部,地处云南、贵州、四川 3 省的结合部,辖区面积 2.30×10^4 km^2。昭通地势西南高、东北低,属典型的山地构造地形,山高谷深,高原季风立体气候特征明显。辖区内土地总面积为 2 243 979.02 hm^2,其中,耕地 612 709.74 hm^2,园地 37 034.14 hm^2,林地 1 031 149.38 hm^2,草地 270 324.4 hm^2,城镇村及工矿用地 57 379.6 hm^2,交通运输用地 17 806.44 hm^2,水域及水利设施用地 27 309.89 hm^2,其他用地 190 265.43 hm^2。

1.2　数据来源

各类土地利用数据来源于 2009—2015 年昭通市土地利用变更及调查数据;人口、经济及社会相关数据主要来源于 2010—2016 年的《昭通市统计年鉴》和 2009—2015 年。

1.3　研究方法

1.3.1　土地利用的速度变化　土地利用类型用地面积的变化程度[14]:

$$L_C=\sum_{i=1}^{n}\Delta LC_{i-j}/2\sum_{i=1}^{n}LU_i\times\frac{1}{T}\times100\% \quad (1)$$

式中:LU_i——研究时段内第 i 地类的面积;ΔLU_{i-j}——研究时段内第 i 地类转为非 i 地类的土地利用类型面积;L_C——T 时段研究区土地利用类型年变化率。

1.3.2　土地利用程度分析

(1) 土地利用程度综合指数(L_a)分析。其计算公式为:

$$L_a=100\times\sum_{i=1}^{n}A_iC_i \quad (2)$$

式中:L_a——区域土地利用程度综合指数;A_i——该区域的土地利程度分级指数[15];C_i——第 i 级土地利用程度分级面积占土地总面积的百分比。

(2) 土地利用程度变化量分析。计算公式为:

$$\Delta L_{b-a}=L_b-L_a=\sum_{i=1}^{n}(A_i\cdot C_{ib})-\sum_{i=1}^{n}(A_i\cdot C_{ia})\times100\% \quad (3)$$

式中:L_a,L_b——研究期初和期末土地利用程度综合指数;C_{ia},C_{ib}——分别为 a 时间和 b 时间土地利用程度所占区域面积百分比;ΔL_{b-a}——正值,则表明该地区处于发展期,反之处于调整期或衰退期。

(3) 土地利用程度变化率(Q)分析。计算公式为:

$$Q=\frac{\sum_{i=1}^{n}(A_i\cdot C_{ib})-\sum_{i=1}^{n}(A_i\cdot C_{ia})}{\sum_{i=1}^{n}(A_i\cdot C_{ia})}\times100\% \quad (4)$$

式中:Q——土地利用程度变化率,其余各参数定义如上;Q——正值,说明该区土地利用处于发展阶段;Q——负值表示该区处于调整期或衰退期。

1.3.3　土地利用结构信息熵分析　土地结构信息熵的计算。根据 Shannon 熵公式可以构建土地利用结构信息熵(H),其计算模型为:

$$LU=\sum_{i=1}^{n}LU_i \quad (5)$$

$$P_i=LU_i/LU \quad (6)$$

$$H=-\sum_{i=1}^{n}P_i\ln P_i \quad (7)$$

式中：LU——各类用地总面积；P_i——各类土地面积百分比，具有归一性；H——各类用地结构信息熵。

1.3.4 土地利用结构均衡度和优势度的计算 根据信息熵函数，构建的均衡度公式为：

$$J=H/H_m=-\sum_{i=1}^{n}P_i\ln P_i/\ln N \tag{8}$$

式中：J——均衡度；H——信息熵；H_m——土地利用结构信息熵最大值，记为：$\ln N$。基于均衡度的概念，构建出各类用地结构的优势度公式：

$$I=1-J \tag{9}$$

式中：I——优势度。

1.3.5 土地利用变化效益动态关联度分析 根据灰色系统理论，参考系列与比较系列在 k 点的关联系数为：

$$\zeta_i(k)=\frac{\min\limits_i\min\limits_k|C_k^*-C_k^i|+\rho\max\limits_i\max\limits_k|C_k^*-C_k^i|}{|C_k^*-C_k^i|+\rho\max\limits_i\max\limits_k|C_k^*-C_k^i|} \tag{10}$$

式中：$\zeta_i(K)$——C^* 和 C_i 在时刻 K 的关联系数；ρ——分辨系数，ρ 越小，分辨力越大，一般的取值区间为 $\rho\in[0,1]$，具体取值可视情况而定，当 $\rho=0.546\ 3$时分辨率最好，通常取 $\rho=0.5$。参考序列与比较序列的关联度为序列在各时刻关联系数的均值，记作：

$$r_i=\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\xi_i(k) \tag{11}$$

2 结果与分析

2.1 昭通市土地利用及程度变化分析

由表 1 可知 2009—2015 年昭通市各类用地总体变化，耕地、园地、林地和草地面积简减少，城镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他用地面积增加。其中，耕地减少 5 146.65 hm^2，减少量占总面积（简称“占比”）0.23%；园地减少 956.65 hm^2，占比 0.04%；林地减少 2 621.97 hm^2，占比 0.12%；草地减少 1 111.27 hm^2，占比 0.05%；城镇村及工矿用地增加 3 062.74 hm^2，占比 0.14%；交通运输用地增加 728.82 hm^2，占比 0.03%；水域及水利设施用地增加 2 486.53 hm^2，占比 0.11%；其他用地增加 3 558.45 hm^2，占比 0.16%。由表 1 也可看出，土地利用程度变化量为 −0.092 6%，表明该地区处于调整期。土地利用程度变化率为 −0.040 8%，该区处于调整期。

表 1 昭通市 2009—2015 年各类用地变化量、利用程度变化量及利用程度变化率

项目	耕地	园地	林地	草地	城镇村及工矿用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他用地
2009 年占比/%	27.53	1.69	46.07	12.1	2.42	0.76	1.11	8.32
2015 年占比/%	27.3	1.65	45.95	12.05	2.56	0.79	1.22	8.48
$U_{ib}-U_{ia}$/hm^2	−5 146.65	−956.65	−2 621.97	−1 111.27	3 062.74	728.82	2 486.53	3 558.45
ΔP_i/%	−0.23	−0.04	−0.12	−0.05	0.14	0.03	0.11	0.16
利用程度分级指数	3	3	2	2	4	4	2	1
ΔL_{b-a}				−0.092 6				
Q				−0.040 8				

注：$U_{ib}-U_{ia}$为变化量（hm^2）；ΔL_{b-a}为利用程度变化量（%）；Q 为利用程度变化率（%）；ΔP_i 为各类土地面积百分比之差（%）。

2.2 昭通市土地利用速度变化分析

由表 2 可知，昭通市水域及水利设施用地以每年 1.67%的最高速率增长，城镇村及工矿用地和交通运输用地分别以 0.94%和 0.71%的速度增长；而农用地中，园地、耕地、林地和草地分别以每年 0.42%，0.41%，0.04%和 0.07%的速率减少。昭通市各县/区各类用地变化，耕地都是呈减少的趋势变化；园地变化，绥江县以每年 8.45%的高速率减少，与之相反的是盐津县园地几乎无变化；林地与草地变化，各县/区林地变化速率都很小；城镇村及工矿用地变化，除绥江县外，其余各县/区都有较大速率的增加，交通运输用地变化，除绥江县以 0.46%的速率减少，其他 10 个县/区交通运输用地都以不同的变化速率变化增加；水域及水利设施用地变化，绥江县以每年 26.19%的变化速率增加，绥江县属于水资源相对缺乏地区，近几年兴建水利工程，其中包括关村水库等水利工程，因此短时内导致水域及水利设施用地面积激增；其他用地的变化，鲁甸县和彝良县都有较大变化速率的增加。昭通市综合土地利用动态度为 0.07%，相较刘明皓等[16]研究重庆市土地利用综合动态度3.179%和封建民[17]等分析五陵原土地利用综合动态度 1.14%相比，昭通市土地综合变化度较小。

表 2　2009—2015 年昭通市及各县/区单一土地利用动态度　　%

地区	耕地	园地	林地	草地	城镇村及工矿用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他用地
昭阳	−0.35	−0.07	−0.06	−0.02	1.83	2.30	−0.07	0.46
鲁甸	−0.41	−0.58	−0.34	−0.05	1.81	0.65	0.74	2.88
巧家	−0.02	−0.12	−0.03	−0.02	0.59	0.54	−0.13	0.06
盐津	−0.02	0.00	−0.01	−0.04	0.62	0.01	0.14	−0.05
大关	0.09	−1.51	−0.01	−0.31	0.89	3.61	−0.04	−0.07
永善	−0.04	−0.16	0.00	0.00	1.12	0.16	−0.01	−0.01
绥江	−0.82	−8.45	−0.27	−0.70	−0.87	−0.46	26.19	−0.56
镇雄	−0.02	−0.30	0.00	−0.07	0.55	0.08	−0.04	−0.01
彝良	−0.27	−0.69	−0.03	−0.43	0.89	0.10	0.23	1.11
威信	−0.02	−0.02	0.00	−0.23	0.66	0.20	0.04	−0.03
水富	−0.08	−0.38	−0.03	−0.02	0.48	0.59	0.61	−0.05
昭通市	−0.14	−0.42	−0.04	−0.07	0.94	0.71	1.67	0.32

2.3　昭通市及各县/区土地利用动态变化分析

由表 3 可知,2009—2015 年,昭通市及各县/区各类用地面积的信息熵和均衡度总体呈上升并渐趋于稳定趋势;昭通市及各县/区各类用地面积优势度的变化趋势与信息熵和均衡度的变化相反。总体来看,昭通市及各县/区各类用地总体呈逐渐升高并渐趋稳定的趋势,说明昭通市下辖各县/区中,有序性降低,结构性减弱,各类用地规模差别在逐渐缩小。本研究结果与林珍铭等[18]以广东省 1996—2008 年的土地利用结构变化进行时间序列和空间差异分析,在研究期间信息熵逐年上升趋势,均衡度逐年上升,优势度逐年下降,结果一致。

表 3　昭通市及各县/区 2009—2015 年各类用地结构信息熵 *H*(Nat)、均衡度 *J* 和优势度 *I*

项目		昭通市	昭阳	鲁甸	巧家	盐津	大关	永善	绥江	镇雄	彝良	威信	水富
H	2009	1.420 6	1.648 9	1.522 7	1.509 6	1.154 0	1.181 4	1.495 6	1.245 0	1.270 2	1.112 9	1.249 4	1.209 6
	2010	1.421 2	1.651 1	1.525 3	1.509 7	1.154 0	1.181 8	1.496 1	1.245 1	1.270 3	1.113 5	1.249 4	1.210 0
	2012	1.423 6	1.655 7	1.526 8	1.510 4	1.154 9	1.182 7	1.496 8	1.253 5	1.270 6	1.120 0	1.249 4	1.214 1
	2013	1.426 7	1.659 7	1.527 9	1.510 6	1.155 5	1.182 8	1.497 5	1.281 0	1.271 0	1.120 9	1.249 5	1.214 3
	2014	1.429 1	1.665 2	1.547 1	1.511 8	1.155 7	1.186 4	1.497 7	1.281 6	1.271 4	1.121 3	1.250 1	1.214 4
	2015	1.429 5	1.666 2	1.549 1	1.512 2	1.155 9	1.186 0	1.497 8	1.281 7	1.271 8	1.120 4	1.251 1	1.214 5
J	2009	0.683 1	0.792 9	0.732 3	0.726 0	0.555 0	0.568 1	0.719 3	0.598 7	0.610 8	0.535 2	0.600 8	0.581 7
	2010	0.683 5	0.794 0	0.733 5	0.726 0	0.555 0	0.568 3	0.719 5	0.598 8	0.610 9	0.535 5	0.600 8	0.581 9
	2012	0.684 6	0.796 2	0.734 2	0.726 4	0.555 4	0.568 8	0.719 8	0.602 8	0.611 0	0.538 6	0.600 8	0.583 9
	2013	0.686 1	0.798 1	0.734 8	0.726 5	0.555 7	0.568 8	0.720 1	0.616 0	0.611 2	0.539 1	0.600 9	0.584 0
	2014	0.687 2	0.800 8	0.744 0	0.727 0	0.555 8	0.570 5	0.720 2	0.616 3	0.611 4	0.539 2	0.601 2	0.584 0
	2015	0.687 4	0.801 3	0.745 0	0.727 2	0.555 9	0.570 3	0.720 3	0.616 4	0.611 6	0.538 8	0.601 7	0.584 0
I	2009	0.316 8	0.207 1	0.267 7	0.274 0	0.445 0	0.431 9	0.280 7	0.401 3	0.389 2	0.464 8	0.399 2	0.418 3
	2010	0.316 5	0.206 0	0.266 5	0.274 0	0.445 0	0.431 7	0.280 5	0.401 2	0.389 1	0.464 5	0.399 2	0.418 1
	2012	0.315 4	0.203 8	0.265 8	0.273 6	0.444 6	0.431 2	0.280 2	0.397 2	0.389 0	0.461 4	0.399 2	0.416 1
	2013	0.313 9	0.201 9	0.265 2	0.273 5	0.444 3	0.431 2	0.279 9	0.384 0	0.388 8	0.460 9	0.399 1	0.416 0
	2014	0.312 8	0.199 2	0.256 0	0.273 0	0.444 2	0.429 5	0.279 8	0.383 7	0.388 6	0.460 8	0.398 8	0.416 0
	2015	0.312 6	0.198 7	0.255 0	0.272 8	0.444 1	0.429 7	0.279 7	0.383 6	0.388 4	0.461 2	0.398 3	0.416 0

2.4　昭通市土地利用变化驱动力分析

由表 4 可知,农用地总面积与各因子之间关联程度由高到低的排序依次为第二产业值、第一产业值、第三产业值、国内生产总值、人口数量和城镇化率,建设用地总面积与各因子之间关联程度由高到低的排序依次为第二产业值、第三产业值、第一产业值、国内生产总值、人口数量和城镇化率,其他用地总面积与各因子之间关联程度由高到低的排序依次为国内生产总值、第三产业值、第一产业值、第二产业值、人口数量和城镇化率。各个县/区中,农用地、建设用地和

其他用地与各个因子的关联度有所差异。如国内生产总值与农用地总面积关联度最高的县/区有巧家、大关、镇雄和彝良等县;与建设用地总面积关联度最高的的县/区有巧家、盐津和水富的县;与其他用地总面积关联度最高的区县有昭阳、鲁甸、绥江等县/区。第一产业值与农用地总面积关联度最高的有大关、镇雄和水富县;人口与农用地总面积关联度最大的只有盐津和永善县;城镇化率与农用地总面积关联度最高的只有水富县;第一产业值、第三产业值、人口和城镇化率等因子与建设用地总量在各个县/区中关联度较高。而第二产业值除永善、绥江和水富县的建设用地总面积关联度较高,其余都与农用地总面积的关联度较高。国内生产总值都较平均影响昭通市各个区县的农用地、建设用地和其他用地变化。

总体来看,结合已选取的驱动因子对昭通市各个县/区的农用地、建设用地和其他用地的关联度分析,第一产业值、第三产业值、人口和城镇化率为建设用地变化主要驱动力,第二产业值是农农地变化主要驱动力,国内生产总值驱动昭通市各个区县各类用地变化。

表 4 昭通市及各县/区 2009—2015 年各类用地总面积与各影响因子之间的关联度

区域	GDP			GDP_1			GDP_2			GDP_3			RK			CZHL		
	F	*C*	*O*	*F*	*C*	*O*	*F*	*C*	*O*	*F*	*C*	*O*	*F*	*C*	*O*	*F*	*C*	*O*
昭通	0.61	0.66	0.62	0.71	0.67	0.72	0.77	0.75	0.73	0.70	0.70	0.69	0.60	0.66	0.70	0.56	0.63	0.55
昭阳	0.61	0.64	0.66	0.57	0.60	0.65	0.63	0.67	0.68	0.60	0.65	0.66	0.63	0.69	0.58	0.61	0.67	0.69
鲁甸	0.64	0.66	0.82	0.58	0.63	0.74	0.76	0.74	0.68	0.81	0.83	0.78	0.56	0.71	0.58	0.55	0.57	0.56
巧家	0.69	0.69	0.69	0.57	0.58	0.58	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.68	0.78	0.73	0.55	0.54	0.54
盐津	0.73	0.74	0.73	0.51	0.52	0.51	0.75	0.75	0.75	0.79	0.80	0.78	0.72	0.64	0.69	0.66	0.67	0.66
大关	0.68	0.67	0.68	0.53	0.50	0.53	0.63	0.62	0.63	0.80	0.81	0.80	0.71	0.82	0.66	0.54	0.60	0.54
永善	0.63	0.62	0.63	0.60	0.61	0.60	0.52	0.53	0.52	0.63	0.64	0.63	0.76	0.68	0.76	0.55	0.56	0.55
绥江	0.76	0.74	0.77	0.63	0.71	0.64	0.67	0.69	0.67	0.65	0.67	0.65	0.78	0.88	0.73	0.64	0.67	0.65
镇雄	0.75	0.73	0.75	0.56	0.52	0.53	0.60	0.59	0.59	0.72	0.73	0.72	0.64	0.76	0.64	0.60	0.62	0.60
彝良	0.77	0.75	0.75	0.67	0.68	0.64	0.67	0.62	0.63	0.58	0.59	0.69	0.59	0.77	0.72	0.55	0.56	0.55
威信	0.78	0.78	0.78	0.56	0.56	0.56	0.61	0.60	0.61	0.57	0.57	0.57	0.67	0.71	0.67	0.58	0.59	0.58
水富	0.52	0.54	0.53	0.75	0.74	0.75	0.52	0.54	0.52	0.60	0.64	0.60	0.69	0.58	0.70	0.72	0.71	0.72

注:F,C,O,GDP,GDP_1,GDP_2,GDP_3,RK,CZHL 分别为昭通市农用地面积(hm^2)、建设用地面积(hm^2)、其他用地面积(hm^2)、国内生产总值(万元)、第一产业值(万元)、第二产业值(万元)、第三产业值(万元)、人口(万人)和城镇化率(%)。

3 结 论

(1) 2009—2015 年,昭通市农用地总面积呈减少趋势变化,建设用地和其他用地总面积呈上升趋势变化。昭通市各县/区中,耕地面积高速率减少的是昭阳区、绥江县和鲁甸县;园地面积高速率减少的是大关县、绥江县和彝良县;林地面积高速率减少的是鲁甸县和绥江县,草地面积高速率减少的是绥江县、彝良县和大关县;城镇村及工矿用地面积高速率增加的是昭阳区、鲁甸县和永善县;交通用地高速率增加的是绥江县,其他用地高速率增加的是鲁甸县和彝良县,高速率减少的是绥江县。

(2) 2009—2015 年,昭通市下辖各县/区中,有序性降低,结构性减弱,各类用地规模差别在逐渐缩小。县/区中,昭阳区、鲁甸县和巧家县的各类用地结构均衡度最高,其他各县优势度由高向低分别为:永善县、镇雄县,威信县、绥江县、水富县,大关县、盐津县和彝良县。

(3) 国内生产总值、第一产业值、第二产业值、第三产业值、人口和城镇化率分别与农业用地总面积、建设用地总面积和其他用地总面积关联度分析:第一产业值、第三产业值、人口和城镇化率为建设用地变化主要驱动力;第二产业值为各区县农用地变化驱动力;国内生产总值都较平均影响昭通市各个区县的农用地、建设用地和其他用地变化。

[参 考 文 献]

[1] Ramankutty N, Foley J A. Estimating historical changes in global land cover: Croplands from1700 to1992[J]. Global Biogeochemical Cycles, 1999,13(4):997-1028.

[2] 葛全胜,戴君虎,何凡能,等.过去 300 年中国部分省区耕地资源数量变化及驱动因素分析[J].自然科学进展,2003,13(8):825-832.

[3] 刘纪远,匡文慧,张增祥,等.20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J].地理学报,2014,69(1):3-14.

[4] 马晴,李丁,廖杰,等.疏勒河中下游绿洲土地利用变化及其驱动力分析[J].经济地理,2014,34(1):148-155.

(下转第 177 页)

京:高等教育出版社,2002.
[2] 俞孔坚.生物保护的景观生态安全格局[J].生态学报,1999,19(1):8-15.
[3] 曹瑞娜,齐伟,李乐,等.基于流域的山区景观格局分析和分区研究:山东省栖霞市为例[J].中国生态农业学报,2014,22(7):859-865.
[4] 吴健生,张理卿,彭建,等.深圳市景观安全格局园地综合识别[J].生态学报,2013,33(13):4125-4133.
[5] 胡乔利,齐永青,胡引翠,等.京津翼地区土地利用/覆被与景观格局变化及驱动力分析[J].中国生态农业学报,2011,19(5):1182-1189.
[6] 徐昔保,杨桂山,李恒鹏,等.三峡库区蓄水运行前后水土流失时空变化模拟及分析[J].湖泊科学,2011,23(3):429-434.
[7] 谭静,官冬杰,虎帅,等.重庆三峡库区土地利用时空转型及其生态环境响应研究[J].资源开发与市场,2017,33(3):311-315.
[8] 贺敬滢,张桐艳,李光录,等.基于 DEM 的土地利用与地形因子关系研究[J].干旱区农业研究,2012,30(2):206-212.
[9] 喻红,曾辉,江子瀛.快速城市化地区景观组分再地形梯度上的分布特征研究[J].地理科学,2001,21(1):64-69.
[10] 江涛,黄子杰,吴昊广,等.基于分形理论的三峡库区土壤侵蚀空间格局变化[J].中国水土保持科学,2011,9(2):47-51.
[11] 李绥,石铁予,付士磊,等.南充城市扩展中的景观生态安全格局[J].应用生态学报,2011,22(3):734-740.
[12] 许宁,张广录,刘紫玉,等.基于地形梯度的河北省太行山去土地利用时空变异研究[J].中国生态农业学报,2013,21(10):1284-1292.
[13] 王永艳,李阳兵,甘彩虹,等.基于地形因子的三峡库区腹地耕地演变:以草堂溪流域为例[J].生态学杂志,2013,32(7):1903-1911.
[14] 李潇然,李阳兵,王永艳,等.三峡库区县域景观生态安全格局识别与功能分区:以奉节县为例[J].生态学杂志,2015,34(7):1959-1967.
[15] 孙贤斌,刘红玉.基于生态功能评价的湿地景观格局优化及其效应:以江苏盐城海滨湿地为例[J].生态学报,2010,30(5):1157-1166.
[16] 李晖,易娜,姚文璟,等.基于景观安全格局的香格里拉县生态用地规划[J].生态学报,2011,31(20):5928-5936.
[17] 钟式玉,吴菁,李宇,等.基于最小累积阻力模型的城镇土地空间重构:以广州市新塘镇为例[J].应用生态学报,2012,23(11):3173-3179.
[18] 刘孝富,舒俭民,张林波,等.最小累积阻力模型在城市土地生态适宜性评价中的应用:以厦门为例[J].生态学报,2010,30(2):421-428.
[19] 李平星,樊杰.区域尺度城镇扩张的情景模拟与生态效应:以广西西江经济带为例[J].生态学报,2014,34(24):7376-7384.

(上接第 170 页)

[5] 王兮之,郑影华,李森.海南岛西部土地利用变化及其景观格局动态分析[J].中国沙漠,2006,26(3):409-414.
[6] 王军,顿耀龙.土地利用变化对生态系统服务的影响研究综述[J].长江流域资源与环境,2015,24(5):798-808.
[7] 黄静,崔胜辉,李方一,等.厦门市土地利用变化下的生态敏感性[J].生态学报,2011,31(24):7441-7449.
[8] 袁俊.湖北省土地利用变化及其驱动力分析[J].国土与自然资源研究,2003(4):33-35.
[9] 赵晴,赵旭阳,刘征.石家庄市土地利用变化及其生态服务功能响应[J].水土保持通报,2015,35(3):242-249.
[10] 边亮,胡志斌,宋伟东.陕西省长武县土地利用变化的生态环境效应评价[J].生态学杂志,2009,28(9):1743-1748.
[11] 吴明发,欧名豪,廖荣浩.经济发达地区土地利用变化及其驱动力分析:以广东省为例[J].水土保持研究,2012,19(1):183-187.
[12] 杨静,庄家尧,张金池.基于 RS 和 GIS 的徐州市 20 年间土地利用变化研究[J].南京林业大学学报:自然科学版,2013,37(2):85-91.
[13] 刘超琼,彭开丽,陈红蕾.安徽省土地利用变化下的生态敏感性时空规律[J].长江流域资源与环境,2015,24(9):1584-1590.
[14] 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.
[15] 庄大方,刘纪远.中国土地利用程度的区域分异模型研究[J].自然资源学报,1997(2):105-111.
[16] 刘明皓,王耀兴.基于"源""汇"理念的土地利用动态变化分析:以重庆市主城区为例[J].地理与地理信息科学,2013,29(3):86-91.
[17] 封建民,李晓华.基于遥感和 GIS 的五陵原土地利用动态变化研究[J].安徽农业科学,2011,39(7):4241-4243.
[18] 林珍铭,夏斌,董武娟.基于信息熵的广东省土地利用结构时空变化分析[J].热带地理,2011,31(3):266-271.