

# 人类活动条件下兰坪县土地利用景观格局及生态系统服务价值

李益敏, 段亚苹, 蒋德明, 谢亚亚

(云南大学 资源环境与地球科学学院 云南省地理研究所, 昆明 650091)

**摘要:**对土地利用景观格局的生态系统服务价值评估,有利于人们认识自然生态系统对人类福祉的重要性。基于兰坪县 1996 年和 2015 年两期遥感影像解译数据,居民点数据,采用 ArcGIS 技术,生态价值评估方法,分析了人类活动对土地利用景观类型变化及生态系统服务价值的影响。结果表明:随着社会经济的发展以及相关政策的出台,林地、耕地以及建设用地等土地利用景观格局的变化较大;结合 443 个居民点以及不同气候带基础数据,得出人类活动主要集中在 1 900~3 000 m 的温带范围内。人类活动对土地利用景观格局的变化有着重要的影响;20 年间兰坪县生态系统服务价值总量增加了 44 035.19 万元,其中不同生态服务功能的服务价值贡献率由大到小依次为:土壤形成与保护、气体调节、水源涵养、生物多样性保护、气候调节、原材料、废物处理、娱乐文化、食物生产;不同土地利用景观类型生态系统服务价值总量大小排序为:林地>耕地>水体>草地>建设用地>未利用地。

**关键词:**人类活动;景观格局;生态系统服务价值;兰坪县

**中图分类号:**X171.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2019)01-0293-08

## Study on Landscape Pattern of Land Use and Ecosystem Service Value Under Human Activities in Lanping County

LI Yimin, DUAN Yaping, JIANG Deming, XIE Yaya

(Department of Environment and Resource, Institute of Geography, Yunnan University Yunnan Kunming 650091)

**Abstract:** Evaluation of ecosystem services values of landscape pattern is helpful for people to understand the importance of the natural ecosystem in terms of human welfare. Based on the interpretation of remote sensing data in 1996 and 2015 as well as settlements data of Lanping County, we analyzed the influence of human activities on landscape pattern change and ecosystem service values by ArcGIS technology and ecological value evaluation method. The results showed that: with the development of social economy and relevant policy, land landscape patterns of forestland, cultivated land and construction had changed greatly; according to the 443 settlements and the basic data of different climate zones, human activities mainly concentrated in the temperate range with the elevation of 1 900~3 000 m; human activities had the important impact on the change of landscape patterns of land uses; the total value of ecosystem service in Lanping County increased by 440.351 9 million yuan within the 20 years, among which the contribution rate of service value of different ecological service functions decreased in the order: soil formation and conservation, gas regulation, water conservation, biodiversity conservation, climate regulation, raw material, waste disposal, recreational culture, food production; the total value of ecosystem service of different land use landscape decreased in the sequence: woodland>cultivated land>water>grass>construction land>unused land.

**Keywords:** human activities; landscape pattern; ecological services values; Lanping County

生态系统服务(Ecosystem service)是由生态系统与生态过程所形成的,主要维持人类赖以生存的自

然环境条件与效用,是人类通过生态系统的功能直接或间接得到的产品和服务,并创造和维持了地球生命

支持系统<sup>[1-6]</sup>,该概念由 Ehrlich 等首次提出,后由 Daily 和 Constanza 等真正推动了生态系统服务研究工作。在自然、生物以及人为因素共同作用下,土地利用方式处于不断变化的过程中,生态服务功能也随之变化,对生态系统服务价值量的变化有着重要影响<sup>[7-8]</sup>。土地利用是自然和人为环境相互作用的结果<sup>[9]</sup>,随着社会经济的不断发展,人们在接受大自然馈赠的同时,人类活动对大自然的改造越来越强烈,土地利用景观格局不断改变。已有研究表明,人类活动在城市化进程<sup>[10]</sup>、土地利用方式变化<sup>[11-12]</sup>等方面对景观格局的变化产生了重大影响,并得出景观格局与人为干扰之间的量化关系,目前人为干扰已成为生态研究领域的国际热点<sup>[13]</sup>。随着土地利用景观格局的改变其生态系统服务价值也相应改变,开展相关研究对区域生态环境的变化以更好的保护生态环境,实现可持续发展有着重要意义。土地利用景观格局及生态系统服务价值方面已有大量研究,国内主要是以谢高地等<sup>[14-18]</sup>的研究为基础,在不同区域根据土地利用变化对生态系统服务价值进行了科学的估算,但从人类活动角度对土地利用景观格局的变化及生态系统服务价值定量研究还不足。而人类活动在社会经济发展过程中,采用正确的土地利用方式,对生态系统服务价值量的升高有很大的作用,有利于实现社会经济的可持续发展。本文首次聚焦于“三江并流”世界自然遗产地的怒江州的生态服务价值,以兰坪县开展人类活动条件影响下的土地利用景观格局变化以及生态系统服务价值研究,以 1996 年和 2015 年两期土地利用为数据源,采用生态系统服务价值等评估方法,分析兰坪县在人类活动条件下景观格局的变化及其生态系统服务价值量,以期对兰坪县土地资源的可持续利用以及社会生态经济可持续发展提供参考和决策支持。

## 1 研究区概况

兰坪白族普米族自治县(以下称兰坪县),隶属云南省怒江傈僳族自治州,东经 99°38′—99°58′,北纬 26°06′—27°04′,总面积为 4 388.5 km<sup>2</sup>,辖 4 乡 4 镇,101 个行政村,为国家级贫困县。2015 年总人口 53.1 万人,居住有白族、普米族、怒族、藏族、汉族、傈僳族、彝族等 14 个民族,集中了川、滇、藏民族走廊的多民族文化。兰坪县地处横断山脉滇西北纵谷区的“三江并流”世界自然遗产区的腹地地带,地形复杂,县域 95% 为山地,境内海拔 1 360~4 435.4 m,相对高差达 3 075.4 m,属低纬山地季风气候类型,年均降水量 1 002.2 mm,年均气温 11.3℃,垂直气候明显,植被、土壤等地理环境

要素的分布垂直差异明显。兰坪县自然资源丰富,主要有矿产、水能、生物及旅游四大优势资源,开发潜力巨大,有大小河流 93 条,水能资源可达 270 万 kW;全县森林覆盖率高,栖息和分布着种类繁多的珍稀物种;兰坪县矿产资源十分丰富,是“三江成矿带”上的重点矿区。尤其以铅、锌矿产资源最为丰富,全县有 40 多个矿种,220 多个矿床、矿点。

## 2 研究方法

### 2.1 数据源

1996 年土地利用数据为第一次土地详查数据,2015 年土地利用数据由高分一号遥感影像数据解译得到(图 1),1:5 万 DEM,居民点数据来源于怒江州民政局。兰坪县 4 种主要农作物(玉米、小麦、薯类和豆类)的播种面积、产量、单价来源于怒江州《2016 年统计年鉴》和怒江州农业信息网。

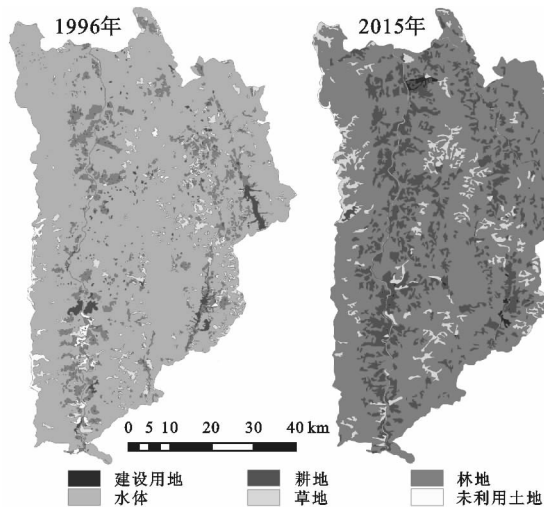


图 1 1996 年和 2015 年土地利用景观类型

### 2.2 景观类型分类

将兰坪县土地利用景观分为林地(有林地、灌木林、其他林地等)、草地(天然草地、荒草地、人工草地等)、耕地(水田、旱地、水浇地等)、建设用地(道路、居住地、工矿地等)、水域(河流、库、塘、湖泊、沼泽等)、未利用土地(滩涂、沙地、裸地等)6 大类。

### 2.3 人类活动测算方法

不同的景观类型反映不同等级的认为活动或开发利用强度,为通过不同的景观类型来计算人类影响程度,曾辉等<sup>[19]</sup>利用不同景观组分的面积比重,提出人类活动指数计算方法,用来描述区域内人类活动强度。本文引用曾辉提出的人类活动指数,并根据兰坪的实际情况对不同景观类型的人类影响强度系数进行修正,在土地利用图的基础上,定量化描述其人类活动强度,具体公式如下:

$$HAI=\sum_{i=1}^n\frac{A_iP_i}{TA}$$

(1)

式中：HAI(Human Activity Intensity)为人类活动强度值，值越大表示人类活动影响程度越大； $n$  为景观类型的数量； $A_i$  是地  $i$  种景观类型的面积； $TA$  为景观总面积； $P_i$  为第  $i$  中类型的人类影响强度系数。人类影响强度系数反映了不同类型景观的属性特征和人类参与、管理、改造的强度。通常是通过专家打分来确定的，具体情况见表 1。

表 1 人类影响强度系数

| 景观类型 | 林地 | 草地 | 耕地 | 建设用地 | 水体 | 未利用地 |
|------|----|----|----|------|----|------|
| 强度系数 | 2  | 3  | 7  | 9    | 5  | 1    |

2.4 生态系统服务价值评估方法

1997 年, Costanza 发表的全球生态系统服务价值和自然资本一文, 使生态系统服务价值估算的原理及方法从科学意义上得以明确<sup>[2]</sup>, 以生态服务供求渠县为一条垂直直线为假定条件, 逐项估计了各种生态系统的各项生态系统服务价值, 但此方法在研究某些数据时存在较大的偏差。谢高地根据我国实际情况, 参考 Costanza 等学者的研究, 把生态服务功能分为 9 大类, 采用 200 位生态学者的问卷调查统计结果, 总结出“中国生态系统服务价值当量因子表<sup>[20]</sup>,

表 2 2015 年兰坪县不同土地利用景观类型生态系统单位面积生态价值服务表 元/hm<sup>2</sup>

| 生态服务功能  | 林地       | 草地      | 耕地      | 建设用地    | 水体       | 未利用土地  |
|---------|----------|---------|---------|---------|----------|--------|
| 气体调节    | 3618.76  | 827.15  | 516.97  | 258.48  | 0.00     | 0.00   |
| 气候调节    | 2791.61  | 930.54  | 920.20  | 460.10  | 475.61   | 0.00   |
| 水源涵养    | 3308.58  | 827.15  | 620.36  | 325.69  | 21071.52 | 31.02  |
| 土壤形成与保护 | 4032.33  | 2016.17 | 1509.54 | 770.28  | 10.34    | 31.02  |
| 废物处理    | 1354.45  | 1354.45 | 1509.54 | 759.94  | 18796.87 | 10.34  |
| 生物多样性保护 | 3370.62  | 1126.99 | 734.09  | 542.81  | 2574.49  | 351.54 |
| 食物生产    | 103.39   | 310.18  | 1033.93 | 522.14  | 103.39   | 10.34  |
| 原材料     | 2688.22  | 51.70   | 103.39  | 51.70   | 10.34    | 0.00   |
| 娱乐文化    | 1323.43  | 41.36   | 10.34   | 10.34   | 4487.26  | 10.34  |
| 总计      | 22591.39 | 7485.69 | 6958.36 | 3701.48 | 47529.82 | 444.6  |

采用 Costanza 等的研究方法来测算兰坪县的生态服务总价值, 公式如下:

$$ESV=\sum(A_k\times VC_k)$$

(2)

式中:  $ESV$  为生态系统服务价值总量;  $A_k$  为第  $k$  类土地利用类型面积;  $VC_k$  为单位面积生态系统服务价值。

3 结果与分析

3.1 人类活动强度时空变化

兰坪县山高坡陡, 人类活动很大程度上受到自然环境的影响, 为了更好的体现其人类活动强度的变

同时指出 1 个当量因子的经济价值量等于该区域 1 hm<sup>2</sup> 农田的平均产量的市场价值的 1/7<sup>[21]</sup>。经济价值量算法为:

$$E_n=1/7\sum_{i=1}^n\frac{m_iq_ip_i}{M}$$

$n=1,2,3$

(2)

式中:  $E_n$  为兰坪县单位面积农田生态系统提供食物生产服务功能的经济价值(元/hm<sup>2</sup>);  $i$  为作物种类;  $m_i$  为  $i$  种粮食作物面积(hm<sup>2</sup>);  $q_i$  为  $i$  种粮食作物单产(kg/hm<sup>2</sup>);  $p_i$  为  $i$  种农作物价格(元/kg);  $M$  为  $n$  种粮食作物总面积(hm<sup>2</sup>)。

Costanza 以及谢高地等国内外学者研究出的全球生态系统服务价值的估算方法, 主要集中在自然生态系统, 而建设用地的生态系统服务价值一般都为 0<sup>[22]</sup>。兰坪县建设用地主要为城乡居民地, 城乡居民地的建设中会涉及到绿地、广场等地, 如不考虑建设用地对生态系统服务价值的影响, 得出的结果往往不符合实际的评价结果, 本文结合兰坪实际, 参考相关资料, 取耕地和未利用地赋值区间用内插法进行了赋值<sup>[23]</sup>。以 2015 年农业单产及市场价格为基础, 采用公式(2)计算出兰坪县 2015 年 1 个生态服务价值当量因子的经济价值为 1 003.93 元/hm<sup>2</sup>, 进而得到兰坪县生态系统的单位面积生态系统服务价值表(表 2)。

化, 将兰坪分为 5×5 km 的网格, 利用兰坪景观分类图, 按公式(1)和表 1 中的人类影响强度系数, 通过 ArcGIS 的空间分析计算单元格的人类活动强度值, 得到兰坪县人类活动强度的空间分布图, 见图 2。

如图 2 所示, 从空间上看, 1996 年的人类活动强度最大值区域为南部地区, 强度值达到了 2.879 56, 其他区域相对影响程度较小, 2015 年的人类活动强度最大值为中部和北部地区, 最大值为 2.156 95, 西侧和东侧边界地区人类活动强度较小; 从时间上来看, 2015 年人类活动强度最大值减小, 但是人类活动区域扩大。

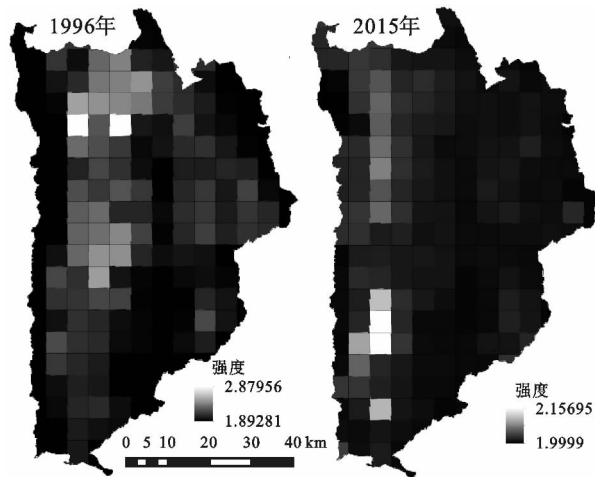


图 2 1996 年和 2015 年人类活动强度空间分布

3.2 人类活动范围与垂直气候带的关系

自然环境与人类活动之间有着密切的关系,自然环境包含人类活动范围的各种自然环境因素,人类活动依赖自然环境而生存。在怒江州高山峡谷地区,不同高程范围内人类活动强度不同。通过怒江州不同垂直气候带,划分 6 个不同的高程范围,并结合兰坪县居民点,研究人类活动与不同垂直气候带之间的关系。兰坪县海拔高差大,具有明显的垂直气候带特征,主要分为亚热带(<1 900 m)、温带(1 900~3 600 m)及寒带(>3 600 m)共 3 个垂直气候带,进一步细分为 6 个气候带(表 3)。

表 3 不同高程范围内面积及居民点分布情况

| 垂直<br>气候带 | 高程/<br>m  | 面积              |       | 居民点 |       |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----|-------|
|           |           | hm <sup>2</sup> | 比例/%  | 个数  | 比例/%  |
| 河谷中亚热带    | <1600     | 7045.36         | 1.61  | 15  | 3.39  |
| 河谷北亚热带    | 1600~1900 | 20492.45        | 4.67  | 33  | 7.45  |
| 山地暖温带     | 1900~2400 | 67728.58        | 15.43 | 169 | 38.15 |
| 山地凉温带     | 2400~3000 | 185476.10       | 42.26 | 211 | 47.63 |
| 山地寒温带     | 3000~3600 | 128861.00       | 29.36 | 14  | 3.16  |
| 高山亚寒带、寒带  | >3600     | 29262.55        | 6.67  | 1   | 0.23  |

从表 3 可以看出,温带面积所占比例最大,占总面积的 87.05%;寒带面积占总面积的 6.67%;亚热带面积占总面积的 6.28%。从居民点分布来看,兰坪县居民点主要集中在 1 900~3 000 m 范围内,占总居民点的 85.78%。

兰坪县人类活动与山地垂直气候带有着密切的关系。结合高程与居民点分布图(图 3),可以看出兰坪县高山峡谷的自然地理条件,决定了人类活动范围主要集中在 1 900~3 000 m 高程范围内,是人类活动干扰较强的主要区域。

3.3 土地利用景观格局指数

景观指数是指能够高度浓缩景观格局信息,反映

其结构组成和空间配置某些方面特征的简单定量指标<sup>[24-25]</sup>。斑块面积的大小能较好地反映出景观格局的变化;景观的斑块数量和斑块密度二者之间具有紧密的联系,二者可以反映出景观的破碎化程度,斑块数量越多,斑块密度越大,说明景观的破碎化程度越大;最大斑块指数能反映出景观的优势类型,指数值的大小对景观中的优势种有着较大的影响、内部种的丰富程度等生态特征,另外指数值的变化可以表征外界干扰的强度和频率,能较好的反映出人类活动的方向以及强弱;聚集度的值越大则表明景观由少数大斑块为主或同一类型斑块连接度高组成,相反景观以许多离散的小斑块组成时,聚集度的值越小。因此,选取总斑块面积(TA)、斑块数量(NP)、斑块密度(PD)、最大斑块指数(LPI)以及聚集度(AI)5 个指标,对土地利用景观格局的时空变化进行分析,探讨人类活动对景观格局变化的影响。

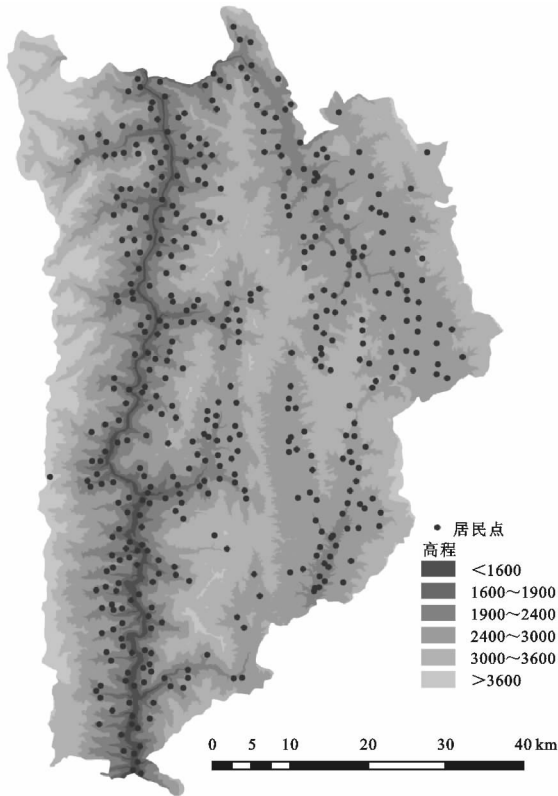


图 3 高程及居民点分布

从表 4 可以看出,1996—2015 年期间斑块总面积中,建设用地和林地的面积增大,而草地、耕地和未利用土地面积有所减少。两个时间段的平均数据结果可以看出,斑块数量大小排序为,水体(433)>建设用地(425)>耕地(415)>未利用地(286)>草地(154)>林地(45);不同土地利用类型中,斑块数量与斑块密度其值的大小排在前两位的为水体和建设用地,排在最后两位的是林地和草地。最大斑块指数中以林地最高,水体最低,建设用地排在第二位。林地

聚集度最高,为 91.64;最低的为水体,聚集度指数为 8.36。通过 1996 年和 2015 年间土地利用景观格局指数的变化幅度对比来看:斑块数量和斑块密度变化最大的为未利用土地,数量减少了 96 块,密度增加了 0.85;建设用地的斑块数量和斑块密度均有所增

加。从最大斑块指数来看,变化最大的为草地,其指数增加了 3.86,最小的为建设用地,减少了 6.33;林地和建设用地的聚集度指数均有所增加,分别增加了 1.93,10.33。而草地、耕地和未利用地的聚集度指数值均在减小,减小值分别为 7.31,2.13 以及 6.34。

表 4 不同时期土地利用景观格局指数

| 土地利用类型 | 年份   | 总斑块面积(TA) | 斑块数量(NP) | 斑块密度(PD) | 最大斑块指数(LPI) | 聚集度(AI) |
|--------|------|-----------|----------|----------|-------------|---------|
| 林地     | 1996 | 348804.61 | 55       | 0.02     | 99.27       | 90.67   |
|        | 2015 | 372733.75 | 34       | 0.01     | 99.46       | 92.61   |
| 草地     | 1996 | 15600.93  | 142      | 0.91     | 11.20       | 62.71   |
|        | 2015 | 12618.54  | 165      | 1.30     | 3.48        | 55.58   |
| 耕地     | 1996 | 42235.07  | 406      | 1.00     | 4.28        | 66.94   |
|        | 2015 | 30380.13  | 423      | 1.34     | 4.03        | 64.63   |
| 建设用地   | 1996 | 6492.69   | 421      | 6.81     | 5.99        | 41.56   |
|        | 2015 | 9138.75   | 428      | 7.69     | 18.65       | 51.89   |
| 水体     | 1996 | 4008.46   | 433      | 10.84    | 3.17        | 8.36    |
|        | 2015 | 4008.46   | 433      | 10.84    | 3.17        | 8.36    |
| 未利用地   | 1996 | 21704.25  | 334      | 1.51     | 5.13        | 55.65   |
|        | 2015 | 9966.37   | 238      | 2.37     | 11.28       | 49.31   |

综上,通过对景观格局的指数进行横向和纵向的对比可以得出:除自然因素外,人类活动对景观格局指数的变化影响较大。随着社会经济的发展,自然环境在人类活动的影响下,人们选择适合的地区进行开垦耕种,耕地景观类型的斑块数量和斑块密度增高,使得耕地的破碎化程度相应增大;最大斑块指数中,耕地的减小与林地的增加,与兰坪县实行退耕还林等国家政策有很大的关系;兰坪县经济社会的发展,必然导致建设用地面积的增加,建设用地变化与人类活动有密切的关系;另外,建设用地最大斑块指数的增加与建设用地斑块数量和斑块密度的增加表现出的

趋势,从侧面反映出人类活动的影响强度较大。

3.4 不同垂直气候带土地利用景观变化

土地利用景观格局的变化,离不开人类活动的影响。在经济社会的发展过程中,城镇化的建设、耕地的开垦、采矿、修路等或破坏原有的土地利用景观格局。另外,人们在经济社会发展过程中实行的一系列保护环境,如保护林地、耕地以及生态环境等措施对土地利用景观变化具有较大的影响。通过对高程及土地利用的叠加分析,得出不同高程范围土地利用变化情况表(表 5),以分析各个高程范围内人类活与土地利用景观变化之间的关系。

表 5 不同高程范围内土地利用景观类型变化情况表

| 垂直气候带    | 高程/m      | 年份   | 林地        | 草地      | 耕地       | 建设用地    | 水体      | 未利用地    |
|----------|-----------|------|-----------|---------|----------|---------|---------|---------|
| 河谷中亚热带   | <1600     | 1996 | 3795.92   | 173.64  | 800.10   | 272.82  | 1237.78 | 765.10  |
|          |           | 2015 | 4029.49   | 67.39   | 663.86   | 335.87  | 1237.78 | 710.98  |
| 河谷北亚热带   | 1600~1900 | 1996 | 13049.25  | 679.84  | 4174.56  | 538.14  | 265.09  | 1785.57 |
|          |           | 2015 | 14424.52  | 403.59  | 3101.37  | 1087.07 | 265.09  | 1210.80 |
| 山地暖温带    | 1900~2400 | 1996 | 46252.03  | 1266.39 | 14760.68 | 2676.01 | 664.88  | 2108.59 |
|          |           | 2015 | 50968.71  | 1314.23 | 10886.23 | 3093.64 | 664.88  | 800.89  |
| 山地凉温带    | 2400~3000 | 1996 | 151772.38 | 3143.24 | 19804.16 | 2956.41 | 1260.67 | 6539.23 |
|          |           | 2015 | 160878.48 | 3612.43 | 13357.11 | 4540.96 | 1260.67 | 1826.44 |
| 山地寒温带    | 3000~3600 | 1996 | 110209.76 | 8044.03 | 2695.57  | 49.30   | 443.46  | 7418.85 |
|          |           | 2015 | 117033.60 | 6205.92 | 2371.57  | 81.21   | 443.46  | 2725.22 |
| 高山亚寒带、寒带 | >3600     | 1996 | 23725.27  | 2293.80 | 0.00     | 0.00    | 136.58  | 3086.90 |
|          |           | 2015 | 25398.95  | 1014.97 | 0.00     | 0.00    | 136.58  | 2692.04 |

从表中可以看出,林地、耕地、建设用地以及未利用地 4 种土地利用景观类型变化幅度较大。1996—

2015 间,1 900~3 000 m 高程范围内林地面积增加了 13 822.77 hm<sup>2</sup>,建设用地面积增加了 2 002.18 hm<sup>2</sup>;耕地面积减少 10 321.50 hm<sup>2</sup>,未利用地面积减少 6 020.49 hm<sup>2</sup>。其他几个高程范围内,林地面积共增加 10 106.37 hm<sup>2</sup>,建设用地面积共增加 643.88 hm<sup>2</sup>,耕地、草地和未利用地均呈现出减少的趋势,减少的总面积分别为 1 533.44 hm<sup>2</sup>,3 499.43 hm<sup>2</sup>,5 717.39 hm<sup>2</sup>。

综上,在社会经济发展过程中,人类活动在各类土地利用景观类型的变化中起到了很大影响。一方面,城镇化和开矿等人类活动促使了建设用地面积增加较快。另一方面,为保护自然生态环境,国家出台的生态保护

政策措施对各类土地利用景观类型的影响也较大。兰坪县林地面积的增加以及耕地面积的减少,与国家实施的生态林保护和退耕还林等政策密不可分。

3.5 不同垂直气候带生态系统服务价值

结合不同土地利用景观类型生态系统单位面积生态系统服务价值表(表 1)以及不同气候带范围内土地利用变化情况表(表 5),计算出各个气候带范围内不同土地利用类型景观生态系服务价值总量,见表 6。通过对不同土地利用景观以及不同生态功能的生态系统服务价值进行统计,得出各类土地利用景观及生态功能占总的价值量的百分比,见图 4。

表 6 不同气候带范围内土地利用景观生态系统服务价值总量表

万元

| 垂直气候带    | 高程/m      | 年份   | 林地        | 草地       | 耕地       | 建设用地    | 水体       | 未利用地   | 合计        |
|----------|-----------|------|-----------|----------|----------|---------|----------|--------|-----------|
| 河谷中亚热带   | <1600     | 1996 | 8575.51   | 129.99   | 556.74   | 100.99  | 5883.13  | 34.02  | 15280.38  |
|          |           | 2015 | 9103.17   | 50.45    | 461.94   | 124.32  | 5883.13  | 31.61  | 15654.62  |
| 河谷北亚热带   | 1600~1900 | 1996 | 29480.06  | 508.91   | 2904.81  | 199.19  | 1259.95  | 79.39  | 34432.31  |
|          |           | 2015 | 32587.00  | 302.12   | 2158.04  | 402.38  | 1259.96  | 53.83  | 36763.33  |
| 山地暖温带    | 1900~2400 | 1996 | 104489.77 | 947.98   | 10271.01 | 990.52  | 3160.16  | 93.75  | 119953.20 |
|          |           | 2015 | 115145.40 | 983.79   | 7575.03  | 1145.11 | 3160.16  | 35.61  | 128045.10 |
| 山地凉温带    | 2400~3000 | 1996 | 342874.91 | 2352.93  | 13780.45 | 1094.31 | 5991.95  | 290.73 | 366385.30 |
|          |           | 2015 | 363446.84 | 2704.15  | 9294.36  | 1680.83 | 5991.95  | 81.20  | 383199.30 |
| 山地寒温带    | 3000~3600 | 1996 | 248979.16 | 6021.51  | 1875.68  | 18.25   | 2107.74  | 329.84 | 259332.20 |
|          |           | 2015 | 264395.18 | 4645.56  | 1650.22  | 30.06   | 2107.74  | 121.16 | 272949.90 |
| 高山亚寒带、寒带 | >3600     | 1996 | 53598.68  | 1717.06  | 0.00     | 0.00    | 649.18   | 137.24 | 56102.16  |
|          |           | 2015 | 57379.76  | 759.78   | 0.00     | 0.00    | 649.18   | 119.69 | 58908.41  |
| 总和       |           | 1996 | 787998.10 | 11678.38 | 29388.68 | 2403.26 | 19052.12 | 964.97 | 851485.51 |
|          |           | 2015 | 842057.35 | 9445.85  | 21139.59 | 3382.69 | 19052.12 | 443.10 | 895520.70 |

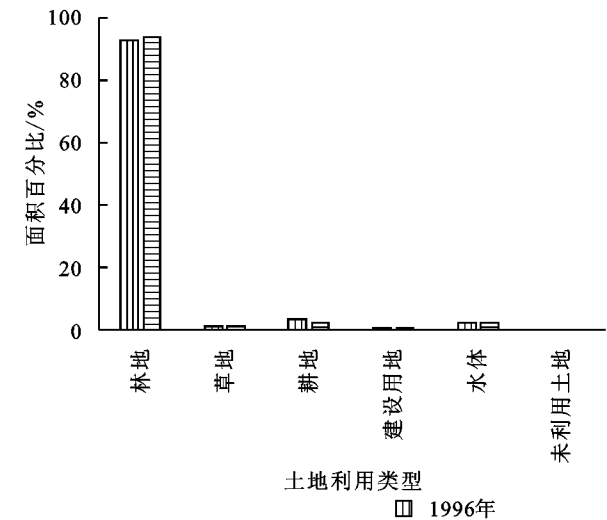
由表 6 可以看出,1996 年各类土地利用景观类型的生态系统服务价值总量为 851 485.51 万元,到 2015 年为 895 520.70 万元,相比 1996 年增加了 44 035.19 万元。其中,不同时期的生态系统服务价值总量占总的生态系统服务价值总量百分比比较高的区域,主要集中在 1 900~2 400 m,2 400~3 000 m,3 000~3 600 m 等 3 个高程范围内,1996 年分别为 14.09 %,43.03 %和 30.46 %,2015 年分别为 14.30 %,42.79 %以及 30.48%。其中 3 000~3 600 m 范围内生态系统服务价值总量百分比比较大,因为人类活动干扰较小、土地利用景观类型中林地为主要景观类型。人类活动较为集中的两个气候带(1 900~3 000 m)范围内,其中 1 900~2 400 m 气候带内,到 2015 年林地生态系统服务价值总量增加了 31 227.56 万元,占林地生态系统服务价值总增长的 57.77%;20 a 间建设用地生态系统服务价值总量增加了 979.44 万元;1 900~3 000 m 气候带范围内,到 2015 年建设用地生态系统服务价值总量为 2 825.94 万元,相比 1996

年增长了 741.11 万元,为建设用地生态系统服务价值总增长的 75.67%。

从不同土地利用景观类型来看,兰坪县的生态系统服务价值中以林地贡献值最高,占生态系统服务价值总量的 90%以上;土地利用景观类型中,到 2015 年生态系统服务价值总量增加的有林地和建设用地,减少的有草地、耕地及未利用地。其中,林地增加的比例较大,1996 年为 92.54%,2015 年为 94.03%,增加了 1.49%;而减少比例较大的为耕地,1996 年为 3.45%,2015 年为 2.36%,减少了 1.09%。

各生态服务功能对区域总生态系统服务价值贡献率由高到低依次为:土壤形成与保护、气体调节、水源涵养、生物多样性保护、气候调节、原材料、废物处理、娱乐文化、食物生产,对兰坪县生态系统服务价值结构中贡献最大和最小的分别为土壤形成与保护以及食物生产功能。生态服务功能价值比例到 2015 年有所增加的分别为气体调节、气候调节、水源涵养、生物多样性保护、原材料以及娱乐文化功能,价值比例

减少的有土壤形成与保护、废物处理、食物生产功能。土壤形成与保护功能生态系统服务价值下降,其原因是草地、耕地以及未利用地面积减少造成;废物处理



功能生态系统服务价值下降是由于建设用地面积增加所致;耕地面积的减少是食物生产功能生态系统服务价值最低以及下降的主要原因。

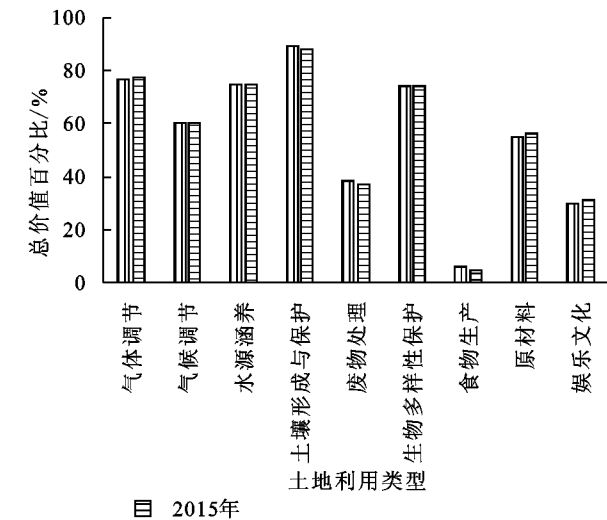


图 4 土地利用类型以及各类生态服务功能的总价值百分比

4 结 论

(1) 人类活动对土地利用景观格局指数的变化有着重要的影响。为改善生态环境,促进健康和谐以及可持续发展,兰坪县实施的退耕还林政策,使得林地得到了很好的保护,其斑块数量逐步下降,最大斑块指数有所上升;随着社会经济的发展,城镇化建设是建设用地面积及破碎化程度增加的根本原因;草地保护的投入不足和过度放牧等人为因素,以及自然灾害、病虫害等自然因素导致草地退化日趋严重。表明退耕还林等人类活动对土地利用景观格局的变化影响较大。

(2) 兰坪县各类土地利用景观类型的生态系统服务价值总量由 1996 年的 851 485.51 万元增加为 2015 年的 895 520.70 万元,增加了 44 035.19 万元。土地利用生态系统服务价值总量大小排序为:林地>耕地>水体>草地>建设用地>未利用地。土地利用景观类型的变化其生态系统服务价值量也相应变化,在人类活动较为集中的 1 900~3 000 m 海拔范围内,20 a 间生态系统服务价值量增加了 24 905.96 万元,主要是未利用地、耕地面积减少而林地面积增加的结果。表明兰坪县人类活动区域也是景观类型改变最大的区域,也是生态系统服务价值变化重大的区域。

(3) 对兰坪县生态系统服务价值量贡献较大的为土壤形成与保护、气体调节、水源涵养以及生物多样性保护 4 个生态服务功能,其贡献值占总的 62.62%。但随着时间的推移,土壤形成与保护、废弃物处理、食物生产 3 个功能的生态系统服务价值均呈下降趋势。为此

需要制定相关措施,保护土壤环境;减少废弃物的排放量,以便更好地保护生态环境。

(4) 为了保护生态环境,兰坪县需要处理好发展与生态环境建设之间的矛盾,实现社会、经济、生态的协调发展,这样的发展才是可持续的。依托兰坪县丰富的林地资源,发展林下种植、养殖等产业,以达到保护生态和发展经济的双赢目标。

(5) 兰坪县矿产资源十分丰富,是“三江成矿带”上的重点矿区。应加大对矿产资源开采中对环境影响的监管力度,强化矿产资源开采后的生态修复。

参考文献:

[1] 刘春雨,董晓峰,刘英英. 西北干旱区土地利用结构变化及生态服务价值的响应:以民乐县为例[J]. 兰州大学学报:自然科学版,2013,49(5):675-681.

[2] Costanza R, D'Arge R, Groot R D, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. World Environment, 1997,25(1):3-15.

[3] 柴仲平,王雪梅,蒋平安. 石河子市土地利用变化及其生态系统服务功能研究[J]. 西南农业学报,2009,22(4):1028-1032.

[4] 李双成,王珏,朱文博,等. 基于空间与区域视角的生态系统服务地理学框架[J]. 地理学报,2014,69(11):1628-1639.

[5] 李双成,刘金龙,张才玉,等. 生态系统服务研究动态及地理学研究范式[J]. 地理学,2011,66(12):1618-1630.

[6] 郑华,李屹峰,欧阳志云,等. 生态系统服务功能管理研究进展[J]. 生态学报,2013,33(3):702-710.

[7] Turner B L, Skole D, Sanderson S, et al. Land-use and land-cover change: science/research plan[R] // International Geosphere-Biosphere Programme, Stockholm, 1995.

- [8] Lambin E F, Baulies X, Bockstael N, et al. Land-use and land-cover change: implementation strategy[R]. Stockholm: International Humandimensions Programme, 1999.
- [9] 耿焕侠, 张小林, 李红波. 行政中心驻地对县域土地利用景观格局的影响研究: 以江苏省丰县为例[J]. 长江流域资源与环境, 2015, 24(1): 1-7.
- [10] 左冕, 张伟, 马永俊. 基于生态服务价值演变的土地利用思路研究: 以浙江省义乌市为例[J]. 中国林业科技大学学报, 2012, 32(3): 98-103.
- [11] 苏蕾, 朱京海, 傅立群. 锦州—葫芦岛沿海地区景观格局变化与生态服务价值评估[J]. 沈阳大学学报: 自然科学版, 2014, 26(1): 4-8.
- [12] 董美娜, 杨琳, 栗练灵, 等. 基于土地利用变化的生态系统服务价值及敏感性研究: 以大庆市为例[J]. 安全与环境学报, 2014, 14(4): 330-333.
- [13] 肖翠, 解雪峰, 吴涛. 浙江西门岛湿地景观格局与人为干扰度动态变化[J]. 应用生态学, 2014, 25(11): 3255-3262.
- [14] 重玲, 朱志玲, 白琳波, 等. 景观格局动态变化对生态服务价值的影响: 以宁夏中部干旱带为例[J]. 干旱区研究, 2015, 32(2): 329-335.
- [15] 李函洋, 钟秋, 石锦安, 等. 汉源县观光果园景观格局变化及生态系统服务价值估算[J]. 四川农业大学学报, 2015, 33(3): 325-331.
- [16] 赵丹, 马俊杰, 刘哲, 等. 秦岭北麓城市新兴开发区生态系统服务价值变化[J]. 水土保持通报, 2015, 35(5): 279-283.
- [17] 姜建惠, 顾君望, 张建英. 流域突发污染事件的生态服务价值损失评估方法研究[J]. 安全与环境学报, 2015, 15(1): 163-167.
- [18] 王洪翠, 吴承祯, 洪伟, 等. 武夷山风景名胜生态系统服务价值评价[J]. 安全与环境学报, 2006, 6(2): 53-56.
- [19] 曾辉, 郭庆华. 东莞市凤岗镇景观人工改造活动的空间分析[J]. 生态学报, 1999, 19(3): 298-303.
- [20] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-196.
- [21] 吕明权, 王延平, 王继军. 吴起县土地利用变化及其生态服务价值研究[J]. 水土保持研究, 2010, 17(1): 144-148, 153.
- [22] 董家华, 舒廷飞, 谢慧. 城市建设用地生态服务功能价值计算与应用[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2007, 35(5): 636-640.
- [23] 陈雅琳, 高吉喜, 常学礼. 矿区土地利用及生态服务价值动态评估: 以山西省朔州市为例[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(1): 44-48.
- [24] 邬建国. 景观生态学—格局、过程、尺度与等级[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2012.
- [25] 吴健生, 王政, 张理卿, 等. 景观格局变化驱动力研究进展[J]. 地理科学进展, 2012, 31(12): 1739-1746.

(上接第292页)

- [4] 屈小娥. 陕西省水资源承载力综合评价研究[J]. 干旱区资源与环境, 2017, 31(2): 91-97.
- [5] 惠泱河, 蒋晓辉, 黄强, 等. 水资源承载力评价指标体系研究[J]. 水土保持通报, 2001, 21(1): 30-34.
- [6] 王建华, 姜大川, 肖伟华, 等. 水资源承载力理论基础探析: 定义内涵与科学问题[J]. 水利学报, 2017, 48(12): 1399-1409.
- [7] 王建华, 翟正丽, 桑学锋, 等. 水资源承载力指标体系及评判准则研究[J]. 水利学报, 2017, 48(9): 1023-1029.
- [8] 李焕, 黄贤金, 金雨泽, 等. 长江经济带水资源人口承载力研究[J]. 经济地理, 2017, 37(1): 181-186.
- [9] 李玲玲, 徐琳瑜. 特大城市水资源承载力政策响应的动态模拟[J]. 中国环境科学, 2017, 37(11): 4388-4393.
- [10] 马海良, 施陈玲, 王蕾. 城镇化进程中的江苏水资源承载力研究: 基于组合赋权和升半  $\Gamma$  型分布函数[J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(11): 1697-1703.
- [11] 文扬, 周楷, 蒋姝睿, 等. 陆水流域水环境与水资源承载力研究[J]. 干旱区资源与环境, 2018, 32(3): 126-132.
- [12] 姜秋香, 付强, 王子龙. 三江平原水资源承载力评价及区域差异[J]. 农业工程学报, 2011, 27(9): 184-190.
- [13] 李高伟, 韩美, 刘莉, 等. 基于主成分分析的郑州市水资源承载力评价[J]. 地域研究与开发, 2014, 33(3): 139-142.
- [14] 郭倩, 汪嘉杨, 张碧. 基于 DPSIRM 框架的区域水资源承载力综合评价[J]. 自然资源学报, 2017, 32(3): 484-493.
- [15] 屈小娥. 陕西省水资源承载力综合评价研究[J]. 干旱区资源与环境, 2017, 31(2): 91-97.
- [16] 刘佳骏, 董锁成, 李泽红. 中国水资源承载力综合评价研究[J]. 自然资源学报, 2011, 26(2): 258-269.
- [17] 吴一凡, 雷国平, 路昌, 等. 基于改进 TOPSIS 模型的大庆市城市土地利用绩效评价及障碍度诊断[J]. 水土保持研究, 2015, 22(4): 85-90.
- [18] 郭显光. 熵值法及其在综合评价中的应用[J]. 财贸研究, 1994(6): 56-60.
- [19] 刘民士, 刘晓双, 侯兰功. 基于水足迹理论的安徽省水资源评价[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(2): 220-224.