

# 高原生态城土地利用变化对生态系统服务价值的影响研究 ——以甘肃省民乐县为例

陈 颖, 石培基, 潘竟虎, 赵 峥, 刘英英

(西北师范大学 地理与环境科学学院, 兰州 730070)

**摘 要:**采用 Constanza 生态系统服务价值计算公式, 结合谢高地等人制定的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表, 对正在建设高原生态城的民乐县 1996—2020 年 25 a 间的土地利用变更数据进行分析, 估算了民乐县的生态系统服务价值, 并对其变化进行对比分析。结果表明:①1996—2009 年, 民乐县的生态系统服务价值从 9.507 9 亿元增加到 10.019 3 亿元, 预测到 2015 年和 2020 年将分别达到 10.559 4 亿元和 10.712 9 亿元, 区域生态系统服务价值呈增加趋势。②在不同生态系统类型中, 森林、草地和农田生态系统提供的生态系统服务价值所占比例较大, 而林地面积的增加是引起其生态系统服务总价值持续上升的主要原因。

**关键词:**土地利用变化; 生态系统服务价值; 民乐县

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2012)02-0154-06

## Analysis on the Effect of Land-use Change on Ecosystem Service Value in the Plateau Eco-city —A Case Study of Minle County

CHEN Ying, SHI Pei-ji, PAN Jing-hu, ZHAO Zheng, LIU Ying-ying

(College of Geographic and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** According to method of calculating the value of ecosystem services by Costanza and the Chinese terrestrial ecosystem services value per unit area tables by Gao-di Xie, the changes of Minle County which is being built as Plateau Eco-city were analyzed from 1996 to 2020, the values of ecosystem services were estimated and the variation was analyzed. The results indicated that the value of ecosystem services increased from  $9.5079 \times 10^8$  Yuan to  $1.00193 \times 10^9$  Yuan from 1996 to 2009. It is forecasted that ESV will reach up to  $1.05594 \times 10^9$  Yuan in 2015 and  $1.07129 \times 10^9$  Yuan in 2020, ecosystem service total value in the entire research period assumed the increase tendency. In different ecosystems, the ecosystem service values of forest, grassland and farming accounted for the major proportion in the ecosystem service value constitution, and increase the area of woodland is the main reason for causing the rise of the value of ecosystem service.

**Key words:** land use change; ecosystem service value; Minle County

土地是各种陆地生态系统的载体, 土地利用结构的变化引起各类生态系统类型、面积以及空间分布格局的变化, 进而直接影响生态系统所提供服务的种类和强度<sup>[1]</sup>。单纯的以经济利益为目的调整土地利用结构, 势必会导致自然生态系统面积减少, 系统生态服务减弱, 影响自然生态系统服务和社会经济系统可持续协调发展。因此在土地利用决策中, 评估土地利用变化引起研究区域生态价值的变化是非常重要的, 其研究为分析和控制其生态安全, 保护生态环境提供

重要的背景资料和科学依据<sup>[2]</sup>。

1997 年 Costanza<sup>[3]</sup> 等在《Nature》上发表了“全球生态系统服务价值和自然资本”一文, 将生态系统服务的价值评估研究推向生态经济学研究的前沿, 并在生态系统服务功能的研究中取得了较大的进展。近几十年来, 生态系统服务价值的评估研究也引起了国内众多学者的高度重视, 谢高地<sup>[4-7]</sup> 等人对青藏高原生态资产进行了评估, 制定了中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值表; 冉圣宏等<sup>[8]</sup> 针对中国的

实际情况,对不同土地利用类型单位面积生态服务价值进行了校正,并以此为基础,计算了自上一轮土地利用规划实施以来(1996—2004年)我国不同省市土地利用变化引起的生态服务功能的变化;欧阳志云<sup>[9-11]</sup>等对我国陆地生态系统的服务功能价值进行了研究,得出我国陆地生态系统服务功能经济价值,同时分析了生态系统服务功能与生态系统结构与过程的关系;王成等<sup>[12]</sup>认为土地利用通过生态进程与服务间的相互作用影响生态系统提供的产品与服务;上述研究均为土地资源的合理利用和生态环境保护提供参考。本文对民乐县1996—2009年的土地利用数据,以及2015年和2020年的预测数据进行分析,计算其生态系统服务价值,分析其变化趋势,旨在通过分析土地的生态效益变化情况,为科学、合理地进行土地利用,保护区域生态平衡和经济环境的可持续发展提供支持。

## 1 研究区概况

甘肃省民乐县位于祁连山北麓,河西走廊中段、张掖市东南部,属山地和倾斜高平原地区。县域地势呈南高北低之势,海拔1 589~5 027 m。境内有洪水河、大堵麻河等7条较大河流和马蹄河、大泉沟等12条小河流,年地表水径流量4.2亿m<sup>3</sup>,地下水总量2.5亿m<sup>3</sup>。境内气候属温带大陆性荒漠草原气候,受地势影响,形成南部高寒、中部冷凉、北部干旱的特点。年日照时数约3 000 h,年均气温2.8℃,年均降水量328.2 mm,年蒸发量163 mm。民乐县土地总面积为289 978.53 hm<sup>2</sup>,全县辖1个社管委、6镇、4乡,2009年全县总人口24.24万人,其中非农业人口3.52万,城镇人口6.1万人,现状城镇化水平约为25.17%。草地面积最大,占全县土地面积的32.24%,其次是耕地,所占比重为23.19%,未利用地和林地面积所占比例也较大,分别占总面积的20.02%和19.77%。第一产业一直占据民乐县生产总值的主要部分,但随着工业园区建设,园区工业企业的开工生产,第二产业快速发展,二产增加值将逐渐成为民乐县地区生产总值的主要构成部分;由于第二产业的发展,带动第三产业快速增长,第二、三产业将占地区生产总值的比重越来越多,产业结构逐渐由一、二、三产业向二、三、一产业进行调整。张掖市委二届六次全会提出了建设“生态张掖”的宏伟目标,民乐县制定了以生态建设促进城市化建设的发展策略,欲将其建设成为具有区域特色的高原生态城。近年随着民乐县经济发展和城市化进程加快,土地利用发生了较大的变化,随之也引起了生态系统服务价值的变化。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

民乐县土地利用变更数据和社会经济资料均来自历年《民乐县统计年鉴》及民乐县国土局。土地利用数据的分类依据我国现行的土地利用分类系统,同时考虑到研究区土地利用的特点,最终将民乐县土地资源分为耕地、园地、林地、草地、建设用地、水域和未利用地6种土地利用类型。

### 2.2 研究方法

2.2.1 土地利用变化率<sup>[13]</sup> 采用土地利用变化率分析各类土地的变化幅度。土地利用变化率的计算公式为:

$$LC = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times 100\% \quad (1)$$

式中:LC——某类土地的变化率; $U_a, U_b$ ——该类土地在某研究时段初期与末期的数量。其中水域面积以坑塘水面、养殖水面、沟渠、水库水面、水工建筑物、湖泊水面、河流水面和冰川及积雪用地面积的总和统计,湿地面积以苇地、滩涂和沼泽地面积的总和统计。

2.2.2 土地利用动态度<sup>[13]</sup> 土地利用动态度是在土地利用变化率的基础上,进一步研究各土地利用类型在特定时段内变化的差异。若特定时段为年,动态度则表示此类土地的年变化率,计算公式为:

$$LD_T = LC/T \quad (2)$$

式中: $LD_T$ ——某土地利用类型的动态度;LC——该类土地的变化率; $T$ ——研究时段<sup>[5]</sup>。

### 2.3 生态系统服务价值评价方法

2.3.1 生态系统服务价值<sup>[14]</sup> 生态系统服务价值的计算采用Costanza等人的估算方法其公式为:

$$ESV = \sum (A_k \times VC_k) \quad (3)$$

$$ESV_f = \sum (A_k \times VC_{fk}) \quad (4)$$

式中:ESV——生态系统服务总价值(元); $A_k$ ——研究区 $k$ 种土地利用类型的面积(hm<sup>2</sup>); $VC_k$ —— $k$ 种土地利用类型的生态价值系数[元/(hm<sup>2</sup>·a)]; $ESV_f$ ——单项服务功能价值系数[元/(hm<sup>2</sup>·a)]; $VC_{fk}$ —— $k$ 种土地利用类型的单项服务功能价值系数[元/(hm<sup>2</sup>·a)]。在估算过程中,园地取森林和草地两者的平均值,建设用地参照Costanza<sup>[3]</sup>等学者的方法,不估算其生态价值。

2.3.2 贡献率<sup>[13]</sup> 为了分析各类土地利用变化对区域生态系统服务价值变化的影响大小(贡献率),采用各类用地变化产生的生态系统服务价值的变化量占有所有各类土地类型产生的价值变化量总绝对值的比例进行分析。其计算公式为:

$$S_{iT} = \frac{|\Delta \text{ESV}_{iT}|}{\sum_{i=1}^n |\Delta \text{ESV}_{if}|} \times 100\% \quad (5)$$

式中： $S_{iT}$ ——第  $i$  类土地在  $T$  时段内的变化所产生的生态系统服务价值的变化量占所有各类土地变化所产生的价值变化量绝对值的比例； $\Delta \text{ESV}_{iT}$ ——此类土地在  $T$  时段内的变化所产生的生态服务价值变化量。

由于谢高地<sup>[5-6]</sup>等制定的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表,反映的是中国平均状态的生态系统服务价值的单价,所以本文参考谢高地等制定的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表,结合民乐县的实际情况,对其进行了调整。一般来说,生物量越大,生态服务功能越强,为此,假定生态服务功能强度与生物量成线性关系<sup>[6]</sup>。民乐县各种生态系统的生物量与全国平均状况相比,主要在耕地、草地和林地上存在差异,由于生物量的可取性较难,因此建议采用生态服务价值的基于生态系统产量的调整因子,按下述公式来进一步修订生态服务单价:

$$p_{ij} = (b_j/B)P_i \quad (6)$$

式中： $p_{ij}$ ——订正后的单位面积生态系统的生态服务价值， $i=1,2,\cdots,9$ ，分别代表食物生产、原材料生产等不同类型的生态系统服务价值， $j=1,2,\cdots,n$ ，分别代表不同生态系统类型； $b_j$ —— $j$  区生态系统的产量； $B$ ——中国某类生态系统单位面积平均产量； $P_i$ ——生态系统服务价值基准单价。其中，河流/湖泊和荒漠的价值当量与全国相比基本相当，故未做调整<sup>[6]</sup>。

以森林为例说明，民乐县单位面积活立木产量为

37.97 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>，中国单位面积活立木蓄积量为 77.86 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>，故修正后的森林系数为 0.546 3，进而得出民乐县森林修正后的单位面积的生态服务价值，其他土地类型亦是如此，见表 1。

表 1 民乐县生态系统生态服务价值 元/(hm<sup>2</sup>·a)

| 服务功能    | 森林      | 草地     | 农田      | 河流/湖泊    | 荒漠     |
|---------|---------|--------|---------|----------|--------|
| 食物生产    | 80.95   | 115.87 | 420.1   | 133.29   | 8.98   |
| 原材料生产   | 731.04  | 97.01  | 163.84  | 88.03    | 17.96  |
| 气体调节    | 1059.76 | 404.19 | 302.47  | 128.26   | 26.95  |
| 气候调节    | 998.44  | 420.36 | 407.5   | 518.08   | 58.38  |
| 水文调节    | 1003.34 | 409.58 | 323.48  | 4720.58  | 31.44  |
| 废物处理    | 421.94  | 355.69 | 583.94  | 3734.72  | 116.77 |
| 保持土壤    | 986.17  | 603.59 | 617.55  | 103.11   | 76.35  |
| 维持生物多样性 | 1106.37 | 503.89 | 428.5   | 862.63   | 179.64 |
| 提供美学景观  | 510.26  | 234.43 | 71.42   | 1116.64  | 107.78 |
| 合计      | 6898.28 | 3144.6 | 3318.79 | 11405.35 | 624.25 |

### 3 结果与分析

#### 3.1 研究区土地利用变化

本文根据民乐县历年各类土地利用变化数据,参照国家土地利用相关法律法规、张掖市土地利用总体规划(2006—2020 年)、民乐县“十二五”规划基本思路及县城规划(2009—2030 年)等,采用灰色系统预测法、综合增长法和趋势外推预测法预测得出 2015 年和 2020 年民乐县土地利用规划数据,由土地利用变化率公式(1)和土地利用动态度公式(2)进行计算,分析 1996—2020 年民乐县土地利用面积变化特点,详见表 2。

表 2 1996—2020 年民乐县土地利用面积变化

| 年份          | 耕地/hm <sup>2</sup> | 园地/hm <sup>2</sup> | 林地/hm <sup>2</sup> | 草地/hm <sup>2</sup> | 建设用地/hm <sup>2</sup> | 水域/hm <sup>2</sup> | 未利用地/hm <sup>2</sup> |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| 1996 年      | 76874.18           | 2457.53            | 43151.12           | 98399.71           | 7433.89              | 3501.45            | 58121.72             |
| 2002 年      | 75347.05           | 2547.69            | 46663.76           | 96248.27           | 7584.56              | 3503.72            | 58060.15             |
| 2009 年      | 67253.08           | 2547.56            | 57329.67           | 93482.81           | 7790.15              | 3530.36            | 58044.90             |
| 2015 年      | 67074.79           | 2661.67            | 68188.73           | 88765.09           | 11710.49             | 3551.76            | 48005.25             |
| 2020 年      | 66840.35           | 2769.09            | 71667.04           | 86376.30           | 12218.98             | 3551.76            | 46534.26             |
| 1996—2002 年 | 变化率/%              | −1.99              | 3.67               | 8.14               | −2.19                | 2.03               | 0.06                 |
|             | 动态度/%              | −0.28              | 0.52               | 1.16               | −0.31                | 0.30               | 0.01                 |
| 2002—2009 年 | 变化率/%              | −10.74             | −0.01              | 22.86              | −2.87                | 2.71               | 0.76                 |
|             | 动态度/%              | −1.53              | 0.00               | 3.27               | −0.41                | 0.39               | 0.11                 |
| 2009—2015 年 | 变化率/%              | −0.27              | 4.48               | 18.94              | −5.05                | 50.32              | 0.61                 |
|             | 动态度/%              | −0.04              | 0.75               | 3.16               | −0.84                | 8.39               | 0.10                 |
| 2015—2020 年 | 变化率/%              | −0.35              | 4.04               | 5.10               | −2.69                | 4.34               | 0.00                 |
|             | 动态度/%              | −0.07              | 0.81               | 1.02               | −0.54                | 0.87               | 0.00                 |
| 1996—2009 年 | 变化率/%              | −12.52             | 3.66               | 32.86              | −5.00                | 4.79               | 0.83                 |
|             | 动态度/%              | −0.89              | 0.26               | 2.35               | −0.36                | 0.34               | 0.06                 |
| 1996—2020 年 | 变化率/%              | −13.05             | 12.68              | 66.08              | −12.22               | 64.37              | 1.44                 |
|             | 动态度/%              | −0.52              | 0.51               | 2.64               | −0.49                | 2.57               | 0.06                 |

由表 2 可以看出,在 1996—2020 年间,草地面积分布最广,平均所占比例为 31.95%,林地、耕地和未利用地位列其后,园地面积最少,所占比例为 0.9%。25 a 间民乐县土地利用类型发生了变化,其变化趋势为耕地、草地和未利用地面积呈下降趋势,其中未利用地相对减少较快,其次是耕地和草地;园地、林地、建设用地和水域面积呈增加趋势,其中林地增加最快,建设用地次之,园地增加相对缓慢,水域面积在年际内有一定的变化,但基本处于小范围的波动状态。

从表 2 中可看出,在各个研究期,研究区土地利用变化速度各有差异。1996—2002 年,园地、林地和建设用地年变化率有所增加,林地增加相对明显,耕地和草地有所下降,但都不明显,水域和未利用地几乎没有发生变化。2002—2009 年,耕地和草地年变化率下降,耕地下降显著,林地、建设用地和水域年变化率有所增加,林地增加显著,这是因为民乐县实施退耕还林补植补栽工程、生态小康村绿化工程、乡村渠路绿化以及由建设占用、农业结构调整和灾毁,使得耕地与林地的变化较为明显,园地和未利用地并无变化。2009—2015 年,园地、林地、建设用地和水域年变化率增加,建设用地增加最显著,其次是林地、草地和未利用地年变化率下降,未利用地下降明显,耕地并无变化。2015—2020 年,耕地、草地和未利用地年变化率都下降,水域基本不变,园地、林地和建设用

地都呈增加趋势,但都变化不明显,这是由于退耕还林工程的实施逐年进行,以后的重点工作将逐步转移到封山育林以及荒山造林等方面,林地面积的增幅会放缓;建设用地也由于经历上一快速增长长期后,这一时期城市化进程趋于稳定状态,面积变化率不大。整体看来,1996—2020 年,耕地、草地和未利用地年变化率都在下降,其中未利用地下降明显,园地、林地、建设用地和水域年变化率都在增加,其中林地变化较显著,水域变化不明显。通过进一步的调研分析,随着民乐县建设高原生态城和经济的快速发展,城市化进程的加快,人类的活动对区域土地利用结构的影响越来越显著,这主要源于城市经济的发展,特别是加快了二、三产业的发展;村镇建设、水利、能源、交通等基础设施建设开发和利用了未利用地;近些年,国家提出增加农民收入的相关政策,民乐县进行了农业生产结构调整,提倡发展特色林果业及退耕还林工程,加强民乐县生态建设,使林业用地面积呈现了较大增长<sup>[15]</sup>。由此优化土地利用结构和布局,提高了土地利用效率。

3.2 生态系统服务价值变化

根据生态系统服务价值公式(3),(4)和(5),结合民乐县 1996—2020 年土地利用类型面积,计算民乐县 1996 年、2002 年、2009 年、2015 年和 2020 年生态系统服务价值及其变化见表 3。

表 3 1996—2020 年民乐县土地利用生态服务价值及其变化

| 生态服务价值            | 耕地      | 园地     | 林地     | 草地      | 水域     | 未利用地    | 总计      |
|-------------------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|
| 1996 年 ESV/亿元     | 2.5513  | 0.1234 | 2.9767 | 3.0943  | 0.3994 | 0.3628  | 9.5079  |
| 2002 年 ESV/亿元     | 2.5006  | 0.1279 | 3.219  | 3.0266  | 0.3996 | 0.3624  | 9.6361  |
| 2009 年 ESV/亿元     | 2.232   | 0.1279 | 3.9548 | 2.9397  | 0.4026 | 0.3623  | 10.0193 |
| 2015 年 ESV/亿元     | 2.2261  | 0.1337 | 4.7038 | 2.791   | 0.4051 | 0.2997  | 10.5594 |
| 2020 年 ESV/亿元     | 2.2183  | 0.139  | 4.9438 | 2.7162  | 0.4051 | 0.2905  | 10.7129 |
| 平均比重/%            | 23.37   | 1.29   | 38.98  | 29.02   | 3.99   | 3.35    | 100     |
| 净变化量/亿元           | -0.0507 | 0.0045 | 0.2423 | -0.0677 | 0.0002 | -0.0004 | 0.1282  |
| 1996—2002 年 变化率/% | -1.99   | 3.65   | 8.14   | -2.19   | 0.05   | -0.11   | 1.35    |
| 占变化绝对值比率/%        | 13.86   | 1.23   | 66.24  | 18.51   | 0.05   | 0.11    | 100     |
| 净变化量/亿元           | -0.2686 | 0      | 0.7358 | -0.087  | 0.003  | 0       | 0.3832  |
| 2002—2009 年 变化率/% | -10.74  | 0      | 22.86  | -2.87   | 0.75   | 0       | 3.98    |
| 占变化绝对值比率/%        | 24.54   | 0      | 67.23  | 7.96    | 0.27   | 0       | 100     |
| 净变化量/亿元           | -0.0059 | 0.0058 | 0.749  | -0.1487 | 0.0024 | -0.0626 | 0.54    |
| 2009—2015 年 变化率/% | -0.26   | 4.53   | 18.94  | -5.06   | 0.6    | -17.28  | 5.39    |
| 占变化绝对值比率/%        | 0.61    | 0.59   | 76.87  | 15.26   | 0.25   | 6.42    | 100     |
| 净变化量/亿元           | -0.0078 | 0.0054 | 0.24   | -0.0751 | 0      | -0.0092 | 0.1533  |
| 2015—2020 年 变化率/% | -0.35   | 4.04   | 5.1    | -2.69   | 0      | -3.07   | 1.45    |
| 占变化绝对值比率/%        | 2.31    | 1.6    | 71.11  | 22.25   | 0      | 2.73    | 100     |
| 净变化量/亿元           | -0.333  | 0.0156 | 1.9671 | -0.3781 | 0.0057 | -0.0723 | 1.205   |
| 1996—2020 年 变化率/% | -13.05  | 12.64  | 66.08  | -12.22  | 1.43   | -19.93  | 12.67   |
| 占变化绝对值比率/%        | 12.01   | 0.56   | 70.97  | 13.64   | 0.21   | 2.61    | 100     |

表 3 结果显示,1996—2020 年 25 a 中,民乐县生态系统服务价值总体呈现增长趋势,由 1996 年 9.507 9 亿元增加至 2020 年的 10.712 9 亿元,共增加了 1.205 亿元,年均增加了 0.048 2 亿元,变化率为 12.67%。在整个研究时段中,草地面积最大,1996 年草地提供的生态服务价值量最多,但是随着林地面积逐年增加和草地面积的减小,林地产生的生态服务价值量持续上升,2002 年林地的生态服务价值量比例由 1996 年的第 2 位升到第 1 位,因为在此期间林地面积变化率明显高于其它,这奠定了林地是整个生态服务价值量增加的主要来源之基础。2002—2009 年间由于耕地面积的大幅减少,它所提供的生态服务价值明显下降,但同时林地面积的快速扩张所产生的生态服务价值增加量,不仅抵消了耕地和草地生态服务价值的减少量,而且还使总生态系统价值仍处于增加趋势。2009—2015 年间生态系统服务总价值增加较显著,从各生态服务价值的构成比例来看,林地提供的生态服务价值增幅最大,对整个生态系统服务总价值的贡献最多,其次是未利用地,园地和水域也对生态系统服务总价值有一定的贡献。纵观 4 个研究时期,耕地增加的生态服务价值对区域生态系统服务价值变化贡献率会缓慢增加;未来近 10 a 内,由于要提升园地生产效益,需适量发展园地,其生态服务价值增加量对整个生态服务价值变化贡献率也会小幅增加;随着后期规划林地面积的年变化率会减小,因此林地产生的生态系统服务总价值增加缓慢,但这丝毫不影响它在促进整个生态系统服务总价值增加中的主导地位,同时使得草地生态系统服务价值的变化对整个生态服务价值的影响逐渐显著。自 1996—2015 年大量未利用地由于被开垦为生态价值系数较高的林地、园地和被建设城市占用,未利用地的贡献率达到最大,此后随着未利用地面积变化率减小而贡献率下降,水域增加的生态服务价值对区域生态服务总价值变化贡

献甚小。综上,林地对维持民乐县生态系统服务价值持续增加的作用最大。

从表 3 还可以看出,研究时段内生态服务价值量变化存在明显的时段差异。在整个研究期间,林地、园地和水域的生态服务价值呈增加趋势,其中以林地的增加最为显著,水域和园地也在一定范围内有所增加,耕地、草地和未利用地的生态服务价值都呈下降趋势,其中草地生态服务价值下降最明显,未利用地生态服务价值下降并不显著。总体来说,各生态系统服务价值呈现三增三减的趋势:林地、园地和水域生态系统服务价值增加,耕地、草地和未利用地生态系统服务价值下降。1996—2002 年呈缓慢增加,增幅为 1.35%;2002—2009 年加速增长,增加值为 0.383 2 亿元,增加变化率为 3.98%,其增加量主要来源于林地,说明在此期间存在退耕还林的现象,但是林地大幅增加的生态服务价值量大于耕地和草地的生态服务价值的减小量,使得整个生态服务价值增加,说明在这一时段实施的退耕还林政策,发挥出了其明显的生态效益。2009—2015 年,整个生态系统服务价值得到迅速增加,增加了 1.688 9 亿元,主要是生态价值系数较高的耕地和草地的减少量有所减小,林地和园地的生态服务价值增加以及大量的未利用地被开垦利用转化引起的;到 2020 年会增至 10.712 9 亿元,增幅为 1.45%,整个生态系统服务价值继续增加,但增幅较前个两时段有所减小。

土地利用生态服务功能的经济价值有农作物产量、农作物播种面积及各土地利用类型的面积决定。从表 4 可以看出,表明土地利用结构与生态系统服务价值呈线性关系,当林地、园地和水域面积增加时,相应的生态系统服务价值也在增加,而且土地利用面积变化越大,生态服务价值波动也就越大,其中林地产生的生态系统服务正价值最大,带动整个民乐县生态系统服务总价值的升高。

表 4 1996—2020 年民乐县土地利用面积与生态服务价值的变化

| 时间          | 项目                   | 耕地        | 园地     | 林地       | 草地        | 水域     | 未利用地      |
|-------------|----------------------|-----------|--------|----------|-----------|--------|-----------|
| 1996—2002 年 | 面积增量/hm <sup>2</sup> | -1527.13  | 90.16  | 3512.64  | -2151.44  | 2.27   | -61.57    |
|             | ESV 增量/亿元            | -0.0507   | 0.0045 | 0.2423   | -0.0677   | 0.0002 | -0.0004   |
| 2002—2009 年 | 面积增量/hm <sup>2</sup> | -8093.97  | -0.13  | 10665.91 | -2765.46  | 26.64  | -15.25    |
|             | ESV 增量/亿元            | -0.2686   | 0.00   | 0.7358   | -0.0869   | 0.003  | -0.0001   |
| 2009—2015 年 | 面积增量/hm <sup>2</sup> | -178.29   | 114.11 | 10859.06 | -4717.72  | 21.40  | -10039.65 |
|             | ESV 增量/亿元            | -0.0059   | 0.0058 | 0.749    | -0.1487   | 0.0025 | -0.0626   |
| 2015—2020 年 | 面积增量/hm <sup>2</sup> | -234.44   | 107.42 | 3478.31  | -2388.79  | 0.00   | -1470.99  |
|             | ESV 增量/亿元            | -0.0078   | 0.0053 | 0.24     | -0.0748   | 0.00   | -0.0092   |
| 1996—2020 年 | 面积增量/hm <sup>2</sup> | -10033.83 | 311.56 | 28515.92 | -12023.41 | 50.31  | -11587.46 |
|             | ESV 增量/亿元            | -0.333    | 0.0156 | 1.9671   | -0.3781   | 0.0057 | -0.0723   |

## 4 结论与讨论

(1) 整体来看,1996—2020年,民乐县不同土地类型提供的生态系统服务总价值呈升高趋势,升高意味着在该时段土地利用变化生态效应总体上向良性发展,生态环境良好。根据土地利用变化率和动态度,耕地、草地和未利用地面积逐年减少,林地、建设用地、园地和水域面积有所增加,其中未利用地减少最多,减少幅度为19.94%,动态度是-0.8%;林地增加最明显,增幅为66.08%,动态度是2.64%,其次是建设用地,增幅达到64.37%。从各类用地变化对区域土地利用变化的影响看,林地最大,占土地变化绝对值比例为42.37%,其次是草地占17.86%,未利用地占17.22%,耕地占14.91%。为建设高原生态城和提高城镇化发展水平,因地制宜,在不破坏生态环境、保护林地和耕地的情况下合理适度开发未利用土地,优化土地利用结构和布局,实现土地利用和生态环境的和谐发展。

(2) 根据不同生态系统在生态系统服务价值中所占平均比重和贡献率,民乐县生态服务价值主要来源于耕地、林地和草地,表明其生态系统服务价值体系构成简单,但林地的面积变化对整个生态系统服务价值变化起主导作用。为了满足民乐县建设高原生态城的要求,加大了未利用地的改造,并主要转化为生态价值系数较高的林地,由于林地生态系统价值的增加量多于耕地、草地和未利用地生态系统价值的减少量,因此民乐县总生态系统价值仍处于增加趋势,表明此期间区域土地利用的变化产生了较好的生态效益,生态服务功能得到了一定程度的改善。另外,该项研究有助于了解县域土地利用变化对生态服务价值的影响,为制定城镇生态环境保护政策和调整土地利用结构提供参考。

参考文献:

- [1] 白晓飞,陈焕伟.不同土地利用结构生态系统服务功能价值的变化研究:以内蒙古自治区伊金霍洛旗为例[J].中国生态农业学报,2004,12(1):180-182.
- [2] 苏海霞,马礼,郭万翠.坝上沽源县土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J].干旱地区农业研究,2008,26(4):196-200.
- [3] Costanza R. The value of the world's ecosystem services and natural[J]. Nature,1997,38(7):253-260.
- [4] 谢高地,鲁春霞,成升魁.全球生态系统服务价值评估研究进展[J].资源科学,2001,23(6):5-9.
- [5] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.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.
- [6] 谢高地,甄霖,鲁春霞,等.一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J].自然资源学报,2008,28(2):322-325.
- [7] 谢高地,张钻铨,鲁春霞,等.中国自然草地生态系统服务价值[J].自然资源学报,2001,16(1):47-53.
- [8] 冉圣宏,吕昌河,贾克敬,等.基于生态服务价值的全国土地利用变化环境影响评价[J].环境科学,2006,27(10):2139-2144.
- [9] 欧阳志云,王如松,赵景柱.生态系统服务功能与可持续发展[J].应用生态学报,1999,10(5):635-640.
- [10] 欧阳志云,王效科,苗鸿.中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J].生态学报,1999,19(5):48-53.
- [11] 李文华,欧阳志云,赵景柱.生态系统服务功能研究[M].北京:气象出版社,2002:26-37.
- [12] 王成,魏潮富,邵景安,等.区域生态服务价值对土地利用变化的相应:以重庆市沙坪坝区为例[J].应用生态学报,2006,17(8):1485-1489.
- [13] 熊鹰,谢更新,曾光明,等.喀斯特区土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J].中国环境科学,2008,28(3):210-214.
- [14] 闵捷,高魏,李晓云,等.武汉市土地利用与生态系统服务价值的时空变化分析[J].水土保持学报,2006,20(4):170-174.
- [15] 柴仲平,王雪梅,蒋平安.石河子市土地利用变化及其对绿洲生态系统服务功能影响分析[J].干旱区资源与环境,2010,24(10):19-24.