

文章编号: 1000-5862(2021)03-0255-07

天山大峡谷国家森林公园土地利用变化及生态系统服务价值研究

赵芳芳¹ 孙桂丽^{1,2*} 吉小敏¹ 各文婷¹ 李雪¹ 卢航¹

(1. 干旱区林业生态与产业技术重点实验室, 新疆农业大学林学与园艺学院, 新疆 乌鲁木齐 830052;

2. 新疆林业科学院荒漠化研究所, 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘要: 通过对1990年、2000年、2010年和2018年4期遥感解译的土地利用数据,采用土地利用动态度、生态系统服务价值评价和敏感性分析等方法,分析了研究区的土地利用变化及生态系统服务功能,同时以ArcGIS软件为支撑,探讨了天山大峡谷国家森林公园在不同时期内的土地利用变化对生态系统服务(ESV)的影响。研究结果表明:1990—2018年天山大峡谷国家森林公园草地和农村居民点面积呈增加趋势,其他土地利用类型面积呈减少趋势;2018年生态系统服务总价值比1990年生态系统服务总价值减少28.35万元;不同土地类型生态敏感性均小于1,生态系统服务价值对单位面积的生态系统服务价值系数不敏感。研究区域土地利用总体处于发展期,由于生态系统服务总价值整体减少,所以其生态环境受到严峻挑战。

关键词: 土地利用; 生态系统服务价值; 天山大峡谷国家森林公园

中图分类号: F 062.2 文献标志码: A DOI: 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2021.03.06

0 引言

近年来,随着全球气候变暖、土地退化、生物多样性下降等生态环境问题的频发,土地利用/覆盖变化(LUCC)与生态系统服务(ESV)之间的关系越来越紧密,如罗跃初等^[1]研究了密云水库流域土地利用变化对其生态系统服务功能的影响;伍博炜等^[2]探讨分析了黄土高原生态脆弱区土地利用变化对生态系统服务价值的影响;娄佩卿等^[3]基于GEE模型,以京津冀地区为例,研究了土地利用变化对生态系统服务价值的影响。通过对LUCC的动态监测、模拟、预测及相关决策来有效实现生态系统服务的健康可持续发展。LUCC是生态系统可持续发展、生态资源有效合理开发利用的重要部分,而生态敏感性评价作为衡量生态系统对人类和自然干扰敏感性的评价标准^[4],主要用于分析和评价土地利用变化对生态服务价值产生变化的影响^[5]。

天山大峡谷国家森林公园地理位置优越,是乌

鲁木齐第1个国家5A级景区,具有丰富的生态资源和重要的生态价值,但景区生态资源保护制度未完全落实,生态环境较为脆弱,环境保护也面临很大压力^[6-7],如何有效合理开发利用景区内的土地资源,实现景区生态系统稳定可持续发展,是目前亟待解决的问题^[8-9]。因此,本文以1990年、2000年、2010年和2018年共4期土地利用数据为基础,探讨区域土地利用的变化,并分析不同土地类型对生态系统服务价值的影响,同时为进一步改善区域生态环境、优化土地利用布局及调整生态服务结构,为实现天山大峡谷景区开发与生态环境之间协调发展提供理论依据。

1 研究区域与数据来源

1.1 研究区概况

天山大峡谷国家森林公园位于乌鲁木齐县板房沟乡内,其地理坐标为87°12′~87°50′E,42°09′~43°28′N,三面环山,平均海拔为2 000 m,年平均气

收稿日期: 2020-11-29

基金项目: 国家自然科学基金(41861046,41361093)和国家林业局软科学课题(2016-R25-4)资助项目。

通信作者: 孙桂丽(1979—),女,河南兰考人,副教授,博士,主要从事生态风险评估与荒漠化防治研究。E-mail: sxfgl@

126.com

温为 4~6℃,气候属于温带大陆性干旱气候,冬冷夏热,年温差大,降水集中,年降雨量较少,动物种类丰富,园内有野生植物 70 余种,其中新疆雪莲、高山红景等药用价值极高,被称为“新疆植物王国”。

1.2 数据来源

本文基于 1990 年、2000 年、2010 年和 2018 年 4 期 30 m 空间分辨率的遥感影像(<http://www.dsac.cn/>) ,利用 ENVI 5.3 软件对其进行大气校正、几何图形校正和裁剪等多种预处理,并通过采用监督影像分类的计算方法进行目视解译,在结合研究区情况和严格参照 GB/T 21010—2007《土地利用现状》分类标准^[10]的基础上,将土地利用类型划分为 13 类 2 级土地利用类型(见表 1)。社会经济数据来源于《乌鲁木齐县统计年鉴》和天山大峡谷国家森林公园官网(<http://www.wlmqtsdxg.com/>) ,气象数据来源中国资源环境科学中心(<http://www.resdc.cn/>)。

表 1 天山大峡谷土地利用类型分类标准

1 级分类	2 级分类
耕地	耕地
林地	有林地、灌木林、疏林地
草地	高覆盖草地、中覆盖草地、低覆盖草地
水域	永久性冰川、滩地
建设用地	农村居民地、其他建设用地
未利用土地	戈壁、裸岩石质

2 研究方法

2.1 土地利用变化动态度

土地利用变化动态度表示在某段时间内不同土地利用类型变化的速度和幅度的指标,主要反映研究区土地利用类型的变化情况^[11],其计算公式^[12]为

$$K = (U_b - U_a) / (TU_a) \times 100\%$$

其中 K 为在一定时间段内土地利用变化的动态度, U_a 和 U_b 分别为在该时间段内研究区前期和末期的土地面积, T 为时间区段。

2.2 土地利用转移矩阵

用 ArcGIS10.5 软件对不同土地利用类型进行交叉分析,通过面积制表得出土地转移矩阵,直观反映出土地利用变化的数量结构特征与不同土地类型变化的方向^[13]。土地转移矩阵为

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \cdots & P_{nn} \end{pmatrix},$$

其中 P 为土地转移矩阵, n 为土地利用类型的种类, P_{ij} 为 i 类土地利用类型转换为 j 类土地利用类型的面积(hm^2) ($i, j = 1, 2, \cdots, n$)。

2.3 土地生态系统服务值评价法

参照文献[14],根据联合国发布的《千年生态系统评估》(Millennium Ecosystem Assessment,简称 MA) 将生态系统服务划分为供给服务、调节服务、文化服务和支持服务^[15]4 个功能类别,并以此来确定研究区生态系统单位面积生态服务价值(见表 2)。土地生态系统服务价值计算公式^[12]为

$$E_{SV} = \sum_{k=1}^n A_k V_{C_k}, \quad (1)$$

其中 E_{SV} 为生态系统服务价值, A_k 为第 k 种土地利用类型的面积(hm^2), V_{C_k} 为第 k 种土地利用类型生态价值系数($\text{元} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)。

2.4 敏感性指数分析

本文将不同土地利用类型的价值当量表上下调整 50%,借助生态敏感性指数,揭示生态系统服务价值 E_{SV} 对生态系统服务价值系数 V_C 的敏感程度^[16-17],分析生态系统服务价值对生态系统服务价值系数变化的依赖程度,并用来反映区域生态环境质量、人口负荷、土地利用程度以及经济发展状况等因素。敏感指数的计算公式^[18]为

$$C_s = \left| \frac{(E_{SV_j} - E_{SV_i}) / E_{SV_i}}{(V_{C_{jk}} - V_{C_{ik}}) / V_{C_{ik}}} \right|,$$

其中 C_s 为敏感指数, V_{C_i} 和 V_{C_j} 分别为调整前后的土地生态系统价值当量, E_{SV_i} 和 E_{SV_j} 分别为调整前后的生态价值。

3 结果分析

3.1 土地利用变化分析

通过对研究区域土地利用数据分析发现,天山大峡谷国家森林公园土地类型主要以耕地、高覆盖草地和有林地为主(见图 1),3 种土地类型的面积之和分别占总面积的 76.63% (1990 年)、76.55% (2000 年)、72.31% (2010 年) 和 72.24% (2018

年);近 28 年来农村居民地、其他建设用地和裸岩石质地整体上呈增加趋势,其中裸岩石质地面积增加了 6 762.42 hm²;永久性冰川、耕地和有林地整体上呈减少趋势,其中有林地面积减少的幅度最大,面积从 16 025.22 hm² 减少到 8 753.22 hm²,其主要原因是土地利用变化主要体现在不同类型之间的转化上,由 2000—2010 年土地利用转移矩阵(见

表 3)可知,高、中、低覆盖草地和永久性冰川转为裸岩石质地的总面积达到 9 501.27 hm²,这是导致裸岩石质地面积增加的主要原因;有林地转变为高覆盖草地和疏林地的面积共 8 817.75 hm²,这是造成有林地面积减少的主要原因.1990—2018 年主要土地利用类型面积如图 2 所示.

表 2 天山大峡谷国家森林公园单位面积生态服务价值当量表 hm²·a⁻¹

1 级分类	2 级分类	3 级分类	林地	草地	耕地	建设用地	水域	未利用土地
物质产品	生活资料生产	食物生产	0.33	0.43	1.00	0.36	0.53	0.02
	生产资料生产	原材料生产	2.98	0.36	0.39	0.24	0.35	0.04
生态安全维护	大气安全	CO ₂ 固定和释放 O ₂ (气候调节)	4.07	1.56	0.97	13.55	2.06	0.13
		多余氮素的去除和分解及净化大气环境	4.32	1.50	0.72	2.41	0.51	0.06
	水安全	水质净化和水源涵养(水文调节)	4.09	1.52	0.77	13.44	18.77	0.07
	土壤环境	土壤保持和培育	4.02	2.24	1.47	1.99	0.41	0.17
	物种安全	物种保护	4.51	1.87	1.02	3.69	3.43	0.40
	废物处理	废物吸收处理	1.72	1.32	1.39	14.40	14.85	0.26
景观文化承载	景观游憩	美学景观提供	2.08	0.87	0.17	4.69	4.44	0.24
总计			28.12	11.67	7.9	54.77	45.35	1.39

表 3 2000—2010 年土地利用转移矩阵

土地类型	土地类型												
	耕地	有林地	灌木林	疏林地	高覆盖草地	中覆盖草地	低覆盖草地	永久性冰川	滩地	农村居民地	其他建设用地	戈壁	裸岩石质地
耕地	8 070.75	0	0	0	7.92	320.58	1 709.19	0	162.63	335.07	0	0	0
有林地	6.03	7 169.76	0	1 025.10	7 792.65	5.67	0	0	5.58	0	0	0	21.87
灌木林	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
疏林地	5.31	0	0	0	0	0	1.44	0	0	0	0	0	0
高覆盖草地	247.77	1 566.09	7.56	320.58	42 093.36	3 552.12	737.55	2.61	163.71	34.92	87.03	0	1 070.01
中覆盖草地	165.42	17.64	0	0	1 216.98	197.73	104.58	15.39	0	1.08	0	0	2 026.98
低覆盖草地	574.83	0	0	0	490.41	732.33	2 047.59	0	0.18	24.66	210.15	0	561.33
永久性冰川	0	0	0	0	1 241.46	0	0	469.26	0	0	0	0	5 842.98
滩地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
农村居民地	129.78	0	0	0	3.87	0.18	1.62	0	0	137.43	0	0	0
其他建设用地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
戈壁	3.87	0	0	0	0	0	884.16	0	375.21	0	0.27	28.08	
裸岩石质地	0	0	0	26.73	774.72	0	280.26	24.39	0	0	0	0	417.15

3.2 土地利用动态变化

通过对研究区土地利用动态分析(见表 4)可知:(i)从时间上分析,1990—2000 年土地动态变化不显著,其中只有耕地面积略微减少,其动态度下降 0.08%;农村居民地面积上升,动态度增加 3.08%.其他土地利用类型变化不明显;2000—2010 年土地动态变化较显著,耕地、有林地、戈壁、永久性冰川的动态度均呈下降趋势,这主要是面积减少造成的,其中戈壁动态度下降幅度最大(9.78%).

其他土地类型动态度呈上升趋势,其中农村居民地增加幅度较明显(9.54%),面积增加了 260.28 hm²;2010—2018 年土地动态度变化不显著,其他建设用地、农村居民地和低覆盖草地动态度呈上升趋势,其中其他建设用地上升幅度最大(5.45%),主要是高、低覆盖草地面积转入,其他土地利用类型变化不明显.(ii)从土地类型上分析,1990—2000 年、2000—2010 年、2010—2018 年 3 个时间段期间,耕地动态度一直呈下降趋势,尤其是 2000—2010 年下

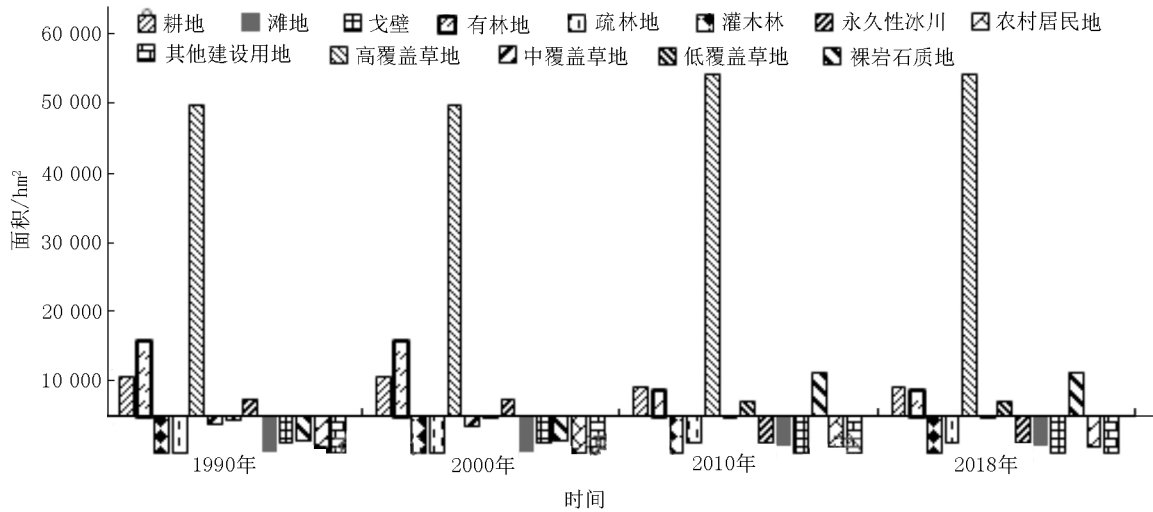


图1 1990—2018年不同土地利用类型面积变化

降显著.有林地、永久性冰川总体动态变化呈高—低—高趋势,在1990—2000年和2010—2018年这2个时间段较稳定,但在2000—2010年期间动态下降较快.低覆盖草地、农村居民地和其他建设用地动态一直呈现上升趋势,尤其是在2000—2010年期间上升较明显,在2010—2018年期间土地利用动态较稳定.综合分析可知,在3个时段内不同土地类型动态变化呈高—低—高趋势,即2000—2010年不同土地类型动态变化最大,其主要原因是由于土地面积之间互相转移造成的.

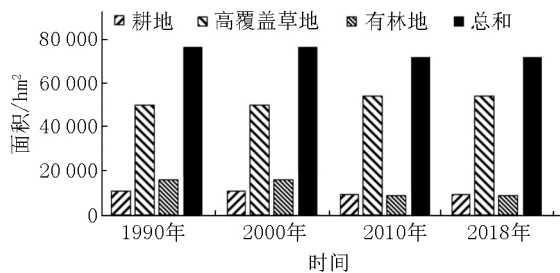


图2 1990—2018年主要土地利用类型面积

表4 1990—2018年土地利用动态变化 %

土地类型	1990—2000年	2000—2010年	2010—2018年
耕地	-0.08	-1.32	-0.72
有林地	0	-4.54	0
疏林地	0	1.20	0
高覆盖草地	0	0.89	0
中覆盖草地	0.06	2.84	0
低覆盖草地	0.07	5.53	0.24
永久性冰川	0	-8.26	0
戈壁	0	-9.78	0
裸岩石质地	0	5.15	0
农村居民地	3.08	9.54	1.38
其他建设用地	0	0	5.45
总计	3.13	1.25	6.35

3.3 土地利用类型转换分析

通过对表4研究区1990—2018年不同时期动态以及1990—2018年土地转移矩阵的分析可知,1990—2000年、2010—2018年这2个时间段各种土地类型动态变化不明显、土地转移不显著,在此不做详细介绍.2000—2010年土地类型动态变化明显,在这10年间高覆盖草地发生了较大变化,其中转出面积7 789.95 hm²,高覆盖草地转出量从大到小依次为中覆盖草地>有林地>裸岩石质地>低覆盖草地>疏林地>耕地>滩地>其他建设用地>永久性冰川;从耕地转出情况来看,主要转出高、中和低覆盖草地的面积共2 037.69 hm²、转出农村居民地的面积335.07 hm²,其转入面积为1 133.01 hm²,耕地面积整体呈下降趋势;有林地主要转为疏林地(1 025.10 hm²)和草地(7 799.76 hm²),转入面积为1 583.73 hm²,整体有林地面积呈下降趋势;永久性冰川分别转为草地(1 241.46 hm²)、裸岩石质地(5 842.98 hm²),转入面积为18.00 hm²,其整体呈下降趋势;农村居民地分别转为耕地(129.78 hm²)和草地(5.67 hm²),转入面积为395.73 hm²,整体呈上升趋势;戈壁分别转为低覆盖草地(884.16 hm²)和滩地(375.21 hm²);裸岩石质地转为高、低覆盖草地(1 054.98 hm²),转入面积为9 523.17 hm²,整体面积呈上升趋势.在2000—2010年这10年间林地面积减少明显,减少面积达到7 169.76 hm²,这主要是由于其转出草地和耕地等.水域面积迅速减少,主要是由于分别转为草地(高、中、低覆盖草地)和未利用土地(戈壁滩、裸岩石质地),转为草地的面积为1 241.50 hm²和转为未利用土地的面积5 843.00 hm².通过查阅研究区的气候资料可知,

2010 年比 2000 年平均气温高 6.3℃,温度上升是使水域面积减少的原因之一(见图 3)。

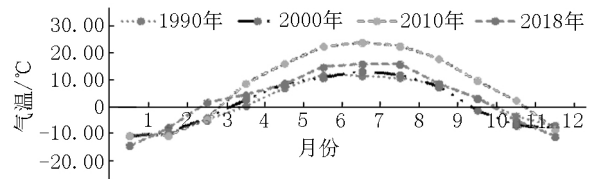


图3 1990—2018 年天山大峡谷国家森林公园月平均气温

3.4 生态系统服务价值变化分析

3.4.1 不同土地利用类型的 E_{SV} 变化 根据式(1) 计算得出 1990—2018 年研究区生态系统服务价值分别为 157.86 万元(1990 年)、158.23 万元(2000 年)、128.47 万元(2010 年)和 129.51 万元(2018 年),其整体生态系统服务价值呈下降趋势(见表 5)。1990—2018 年由于林地面积下降,导致林地的生态系统服务价值减少了 16.58 万元,占比减少

6.55%;草地、水域和未利用土地生态系统服务价值增长明显,分别增长 9.21、4.76 和 0.23 万元,其中草地在 2000—2010 年生态系统服务价值增长明显,增长了 9.39 万元,但在 2010—2018 年出现了缓慢下降趋势,这与其面积减少有关。在研究期间,建设用地、草地和未利用土地的生态系统服务价值增加量小于林地、耕地和水域的生态系统服务价值减少量,这是造成研究区总生态系统服务价值下降的主要原因。从研究区生态系统服务价值主要占比来看,林地、草地和耕地这 3 类土地类型的生态系统服务价值占 87.19%。其中草地产生的生态系统服务价值最大,主要与草地面积占比较大有关;其次是林地和耕地,这主要与林地的单位面积生态服务价值当量大和面积增加有关。以 2018 年为例,生态系统服务价值变化大小排序依次为草地>林地>建设用地>水域>耕地>未利用土地。

表5 研究区 1990—2018 年生态系统服务价值

土地利用 类型	1990 年		2000 年		2010 年		2018 年	
	E_{SV} /万元	占比/%	E_{SV} /万元	占比/%	E_{SV} /万元	占比/%	E_{SV} /万元	占比/%
耕地	8.45	5.35	8.38	5.30	7.27	5.66	7.22	5.57
林地	45.08	28.56	45.09	28.50	28.50	22.18	28.50	22.01
草地	67.99	43.07	68.01	42.98	77.40	60.25	77.20	59.61
建设用地	34.26	21.70	34.26	21.65	9.16	7.13	9.16	7.07
水域	1.08	0.68	1.49	0.94	4.55	3.54	5.84	4.51
未利用土地	1.00	0.63	1.00	0.63	1.59	1.24	1.59	1.23
总计	157.86	100.00	158.23	100.00	128.47	100.00	129.51	100.00

3.4.2 生态系统服务价值敏感性分析 由 1990—2018 年生态系统服务价值敏感性指数(见表 6)知,研究区各土地利用类型生态敏感性指数均小于 1,这表明研究区生态系统服务价值对价值当量表不敏感。经过修正的生态服务价值当量表适用于研究区域,可信度较高。以 2000 年为例,当草地生态系统服务价值系数由 11.670 元·hm⁻²上调到 17.505 元·hm⁻²时,其生态系统服务总价值由 115.79 万元增加到 192.32 万元;当其下调到 5.835 元·hm⁻²时,生态系统服务总价值由 115.79 万元减少到 124.22 万元;即当草地生态系统服务价值系数增加(或减少)1%时,生态系统服务总价值就增加(或减少)0.431 0%。

通过生态系统服务价值敏感性指数值由大到小排序可知,草地的敏感性指数值最大,这说明草地对生态系统服务价值的贡献率最大,当草地生态系统价值系数增加 1% 时,生态系统服务价值就分别增加 0.430 6%(1990 年)、0.431 0%(2000 年)、0.602 5%(2010 年)、0.596 1%(2018 年)。由于草地面积占

比较多和生态服务价值系数比较大,所以草地是影响研究区生态价值变化的一种主要的生态用地类型。

表6 土地利用类型生态系统服务价值敏感性指数

土地类型	年份			
	1990 年	2000 年	2010 年	2018 年
耕地	0.053 5	0.053 0	0.056 7	0.055 8
林地	0.285 6	0.285 0	0.221 7	0.203 9
草地	0.430 6	0.431 0	0.602 5	0.596 1
水域	0.217 0	0.216 5	0.071 5	0.054 8
建设用地	0.006 8	-0.423 5	0.035 4	0.045 1
未利用地	0.006 3	0.001 7	0.012 3	-0.003 8

4 讨论和结论

4.1 讨论

土地利用方式的变化是造成区域生态环境因子发生变化的主要根源,这主要受自然、经济和社会等多种因素的影响^[19],其中自然因子在土地利用变化空间分布上起主导作用,而社会因子在土地利用数

量变化上起着主导作用^[20]. 研究区位于生态环境脆弱的西北干旱区,是当地社会经济收入的重要来源之一. 通过对研究区域采用土地 2 级分类标准进行分类可使土地生态系统服务价值的计算结果更加准确. 本文重点分析了不同土地类型面积变化对生态系统服务价值变化的影响,未对造成这种变化的人为因素和自然因素进行特定的分析和讨论,这将是今后的研究重点. 土地生态系统服务之间价值的差异主要体现在土地数据来源和生态系统服务价值的测量方法上,本次基于欧阳志云等^[21]在 2015 年修订和补充的“单位面积生态系统服务价值当量表”来估算土地生态系统服务价值,这比其 2003 年的生态系统及其服务功能划分更细. 李景保等^[22]、杨新荣^[23]、毛德华等^[24]、钟业喜等^[25]和刘园等^[26]采用的传统货币方法对洞庭湖区土地生态系统服务价值进行了估算. 由于研究方法不同,其结果也有差异. 本文通过对研究区不同土地类型生态系统服务价值发展变化规律进行研究,以期为天山大峡谷国家森林公园生态环境建设及景区的合理开发提供理论支撑.

4.2 结论

本文以 4 期土地利用数据为基础,借助欧阳志云等^[21]构建的生态系统服务价值方法,测算了研究区土地生态系统服务价值,得出如下结论:

1) 在 1990—2018 年期间,不同土地利用类型的面积变化较显著. 其中耕地、林地和水域面积减少,草地、未利用土地和建设用地面积增加;耕地和林地动态度均为负值,草地和建设用地均为正值,这主要是草地和建设用地面积持续增加造成的. 分析结果表明土地利用在该时间段内处于发展期.

2) 生态系统服务总价值呈现下降趋势规律,生态环境正遭受危机,草地面积的变化对研究区土地生态系统服务价值的影响较明显. 研究区生态敏感性指数均小于 1,这表明生态系统服务价值对单位面积的生态系统服务价值系数不敏感,研究结果可信度高.

由于土地利用结构变化对生态环境产生的影响较大,因此,应加强天山大峡谷国家森林公园土地利用结构调整,集约土地利用,提高生态系统服务质量.

5 参考文献

[1] 李屹峰,罗跃初,刘纲,等. 土地利用变化对生态系统

服务功能的影响:以密云水库流域为例[J]. 生态学报, 2013, 33(3): 726-736.

- [2] 伍博炜,杨胜天,邵南方,等. 黄土高原生态脆弱区土地利用变化对生态系统服务价值的影响:以汾河流域为例[J]. 水土保持研究, 2019, 26(5): 340-345.
- [3] 姜佩卿,付波霖,林星辰,等. 基于 GEE 的 1998—2018 年京津冀土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J]. 环境科学, 2019, 40(12): 5473-5483.
- [4] 石龙宇,崔胜辉,尹锴,等. 厦门市土地利用/覆被变化对生态系统服务的影响[J]. 地理学报, 2010, 65(6): 708-714.
- [5] 刘永强,龙花楼,李加林. 长江中游经济带土地利用转型及其生态服务功能交叉敏感性研究[J]. 地理研究, 2018, 37(5): 1009-1022.
- [6] 雷金睿,陈宗铸,吴庭天,等. 海南岛东北部土地利用与生态系统服务价值空间自相关格局分析[J]. 生态学报, 2019, 39(7): 2366-2377.
- [7] 童新芳,周兴. 广西生态系统服务价值空间分布与生态保护对策[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(7): 3650-3653.
- [8] 陈端吕,陈哲夫,彭保发. 土地利用生态服务价值与经济协调及空间分异:以西洞庭湖区为例[J]. 地理研究, 2018, 37(9): 1692-1703.
- [9] Wilson M A, Carpenter S R. Economic valuation of freshwater ecosystem services in the United States: 1971—1997[J]. Ecological Applications, 1999, 9(3): 772-783.
- [10] 陈百明,周小萍. 《土地利用现状分类》国家标准的解读[J]. 自然资源学报, 2007, 22(6): 994-1003.
- [11] 吴琳娜,杨胜天,刘晓燕,等. 1976 年以来北洛河流域土地利用变化对人类活动程度的响应[J]. 地理学报, 2014, 69(1): 54-63.
- [12] 莫宏伟,李朝奎,林剑,等. 湘潭市土地生态价值及生态风险动态研究[J]. 湖南农业科学, 2009(6): 82-84.
- [13] 李一琼,白俊武. 近 20 年苏州土地利用动态变化时空特征分析[J]. 测绘科学, 2018, 43(6): 58-64.
- [14] 姚娟. 新疆大喀纳斯旅游区生态系统服务价值评估与消耗研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学, 2014.
- [15] 高艳妮,张林波,李凯,等. 生态系统价值核算指标体系研究[J]. 环境科学研究, 2019, 32(1): 58-65.
- [16] 周文霞,石培基,王永男,等. 河谷型城市生态系统服务价值效应:以兰州为例[J]. 干旱区研究, 2017, 34(1): 232-241.
- [17] 李怡,郭力宇,温豪. 陕西渭北旱塬区土地利用与生态系统服务价值变化:以陇县为例[J]. 水土保持研究, 2019, 26(1): 368-373.
- [18] 刘春霞,李月臣,杨华,等. 三峡库区重庆段生态与环境敏感性综合评价[J]. 地理学报, 2011, 66(5): 631-642.
- [19] 范树平,程从坤,刘友兆,等. 中国土地利用/土地覆盖

- 研究综述与展望 [J]. 地域研究与开发, 2017, 36(2): 94-101.
- [20] Verburg P H, Schot P P, Dijst M J, et al. Land use change modelling: current practice and research priorities [J]. Geo-Journal, 2004, 61(4): 309-324.
- [21] 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): 607-613.
- [22] 李景保, 代勇, 殷日新, 等. 三峡水库蓄水对洞庭湖湿地生态系统服务价值的影响 [J]. 应用生态学报, 2013, 24(3): 809-817.
- [23] 杨新荣. 湿地生态系统的功能及其价值评估: 以洞庭湖区为例 [J]. 农业技术经济, 2012(10): 80-87.
- [24] 毛德华, 吴峰, 李景保, 等. 洞庭湖湿地生态系统服务价值评估与生态恢复对策 [J]. 湿地科学, 2007, 5(1): 39-44.
- [25] 钟业喜, 朱治州. 长江经济带土地利用及其生态系统服务价值演变研究 [J]. 江西师范大学学报: 哲学社会科学版, 2018, 51(3): 100-107.
- [26] 刘园, 周勇. 长江经济带生态系统服务价值时空变化特征分析及灰色预测 [J]. 生态经济, 2019, 35(4): 196-201.

The Land Use Change and Ecosystem Service Value of Tianshan Grand Canyon National Forest Park

ZHAO Fangfang¹, SUN Guili^{1,2*}, JI Xiaomin¹, GE Wenting¹, LI Xue¹, LU Hang¹

(1. Key Laboratory of Forestry Ecology and Industrial Technology in Arid Areas, College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China; 2. Institute of Desertification, Xinjiang Academy of Forestry, Urumqi, Xinjiang 830052, China)

Abstract: Based on ArcGIS software, the impact of land use changes in different periods of Tianshan Grand Canyon National Forest Park on ecosystem services (ESV) is explored, which provides theoretical support for the optimization and adjustment of forest park land structure and the sustainable development of scenic spots. Through the interpretation of the land use data of the 4 periods of 1990, 2000, 2010, and 2018, the land use dynamics, ecosystem service value evaluation method and sensitivity analysis are used to analyze the land use change and ecosystem service functions of the study area. The results show that the area of grassland and rural residential areas in the Tianshan Grand Canyon National Forest Park show an increasing trend from 1990 to 2018. Compared with 1990, the total value of ecosystem services decrease by 283 500 yuan in 2018. The ecology sensitivity of different types of land is less than 1, and the ecosystem service value is not sensitive to the ecosystem service value coefficient per unit area. The land use in the study area is generally in the development stage. Due to the overall decrease in the total value of ecosystem services, its ecological environment is severely challenged.

Key words: land use; ecosystem service value; Tianshan Grand Canyon National Forest Park

(责任编辑: 刘显亮)