

甘南黄河水源补给区土地利用及其生态服务价值时空分异研究

郝旭然¹,王艳艳¹,蔡明娟¹,孙文莉¹,马海婧¹,陈强强^{1,2*}

(1. 甘肃农业大学财经学院,甘肃 兰州 730070;2. 甘肃省生态建设与环境保护研究中心,甘肃 兰州 730070)

摘要:土地利用结构变化对区域生态系统服务价值的时空变化和可持续发展有着深远的意义。基于甘南黄河水源补给区1980—2017年的土地利用结构数据,运用土地利用动态度和修正的生态系统服务价值当量因子法,研究了甘南黄河水源补给区生态系统服务价值及其时空变化。结果表明:草地以183.18亿元的生态服务价值成为最大的土地利用类型,其次是林地、湿地、耕地,且37年间4种土地利用类型仅林地的生态系统服务价值增加了29.46亿元,其他均不同程度下降;甘南黄河水源补给区生态系统服务总价值由1980年的328.50亿元上升至2017年的329.63亿元,基本维持平稳状态,期间经历“下降—增长”的双时段波动。不同类型生态系统服务功能价值呈现波动变化特征,其中,调节功能价值最大,达211.86亿元,支持功能77.82亿元,供给功能21.39亿元,文化服务18.56亿元;生态系统服务价值区域差异显著,玛曲县以113.55亿元的生态服务价值高居首位,夏河县位居第二,临潭县生态服务价值最低,仅为10.26亿元。各区域的调节功能价值均最大,玛曲县以79.77亿元的价值承担了研究区重要的生态调节功能;贯彻落实森林保护工程和草原生态补偿机制,拓宽研究区居民生计,减少对当地生态的依赖,进行区域统筹与联防联控,传承弘扬黄河文化,可更好地服务于当地的经济发展。

关键词:当量因子法;甘南黄河水源补给区;土地利用;生态系统服务价值;时空分异

中图分类号:S181;X826 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2022)06-0071-08

DOI:10.13817/j.cnki.cycp.2022.06.010



人类福祉与自然生态有着密切的关系,由于人类对生态系统及其多功能价值的认识不足,在取得社会经济高速发展的同时,生态系统服务功能被严重消耗。从时空尺度看,人类生产生活对土地利用方式的改变,正影响着生态系统的结构和功能,进而对全球生态变化产生深远的影响。生态系统服务价值及其

时空变化已成为国内外生态系统服务研究的热点^[1]。Costanza将生态系统服务定义为人类直接或间接从生态系统中获得的利益,将生态系统服务划分为17个类型,并首次对全球生态系统服务功能进行了估算。人类能够从生态系统中得到生态系统服务,即通过生态系统的结构、功能获得必要的生命支持产品和服务^[2]。其中,服务主要分为有形的服务和无形的服务^[3],包含供给服务、调节服务、文化服务以及维持其他类型服务所必须的支持服务4种类型^[4]。生态系统服务价值评估是生态环境保护、生态功能区划、环境经济核算和生态补偿决策的重要依据和基础^[5-8]。

黄河流域是我国重要的生态屏障和经济地带,在我国经济社会的发展和生态安全方面的地位十分重要。甘南黄河水源补给区位于甘肃省西南部,地处青藏高原、黄土高原的过渡地带,总面积共4.5万km²,地

收稿日期:2021-07-18;**修回日期:**2021-08-09

基金项目:国家社会科学基金项目(21BJY117);甘肃省人文社会科学项目(20ZZ02);甘肃省软科学项目(20CX9ZA100);2020年甘肃农业大学国家级大学生创新创业训练计划项目(202010733016)

作者简介:郝旭然(1999-),女,山西榆次人,本科生。

E-mail:haoxr1999@126.com

*通信作者。E-mail:jglxy666@126.com

理坐标 N 33°06′~35°34′, E 100°45′~104°45′, 包括甘南州的夏河、玛曲、碌曲、卓尼、临潭 5 个县以及合作市, 属于高原生态过渡脆弱区^[9], 多年平均补给的黄河水量高达 $65.9 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占黄河年均径流量的 11.4%^[10], 是黄河与长江的重要水源涵养区和甘肃“两江一水”流域水土与生物多样性生态功能区, 具有涵养水源、保护生物多样性、调节黄河水量等重大生态功能, 对维持黄河流域的生态平衡具有重大意义^[10]。甘南黄河水源补给区作为各种自然、人文过程和格局剧烈变化的区域, 人地关系呈现出高度异质性与复杂性^[9]。加强对甘南黄河水源补给区生态系统服务价值的研究, 有助于深入了解该区生态系统服务功能, 对黄河流域内生态环境和可持续发展具有重要意义。

本研究基于 1980—2017 年的土地利用结构数据, 在定量测度甘南黄河水源补给区生态系统服务价值的基础上, 从时间和空间两个维度分析生态类型变化及其生态系统服务价值 (ESV) 动态演变的时空分异特征。同时在遵循生态价值评估和人地关系等理论基础, 分析其变化趋势以及深层次原因, 以期为甘南黄河水源补给区的生态安全、协调统筹发展提供决策参考与理论支撑。

1 材料和方法

1.1 研究方法

1.1.1 土地利用动态度 土地利用动态度表示研究

区一年内某种土地利用类型的变化幅度^[11], 是评价土地利用变化速度的指标, 可直观反映不同时段土地利用变化特征。计算公式如下:

$$K = \frac{U_t - U_0}{U_0} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: K 为研究时段内研究区某类土地利用类型的动态度; U_0 、 U_t 分别为研究初期和末期土地利用类型的面积, T 为研究时段。

1.1.2 生态系统服务价值 参考谢高地修订的“中国陆地生态系统单位面积生态系统价值服务当量值”^[2](表 1), 计算黄河水源补给区不同土地类型生态系统服务价值^[12]:

$$VC_i = \sum_{j=1}^k EC_j \times E_a \quad (2)$$

$$ESV = \sum_{i=1}^n A_i \times VC_i \quad (3)$$

式中: i 为土地利用类型; j 为生态系统服务类型; VC_i 为第 i 类土地利用类型单位面积生态系统服务价值; EC_j 为某类土地利用类型第 j 项生态系统服务的价值当量; ESV 为生态系统服务价值; A_i 为第 i 类土地利用类型的面积; E_a 为标准单位生态系统服务的经济价值, 即 1 hm^2 农田每年平均粮食产量经济价值的 $1/7$ ^[13], 计算公式为:

$$E_a = \frac{1}{7} \times P \times \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i \quad (4)$$

式中: P 为研究区粮食平均价格; n 为年份; Q 为研究区平均粮食产量。

表 1 甘南黄河水源补给区生态系统单位面积生态服务价值当量

Table 1 Ecosystem service value per unit area in water supply area of the yellow river in Gannan

生态系统 类型	供给服务当量			调节服务当量				支持服务当量			文化服务 当量
	食物 生产	原料 生产	水资源 供给	气体调节	气候调节	净化环境	水文调节	土壤保持	维持养 分循环	生物多 样性	美学 景观
耕地	0.85	0.4	0.02	0.67	0.36	0.1	0.27	1.03	0.12	0.13	0.06
草地	0.22	0.33	0.18	1.14	3.02	1	2.21	1.39	0.11	1.27	0.56
森林	0.31	0.71	0.37	2.35	7.03	1.99	3.51	2.86	0.22	2.6	1.14
湿地	0.51	0.5	2.59	1.9	3.6	3.6	24.23	2.31	0.18	7.78	4.73

注: 研究区农田与草地分别以旱地和草甸为主, 故生态服务价值当量值分别是旱地和草甸值, 林地多为针阔混交林, 故林地取针阔混交值

1.2 数据来源与处理

以 1980—2017 年为考察期, 根据我国土地资源分类法, 将土地利用类型分为耕地、草地、林地和湿地 4 种。甘南黄河水源补给区土地利用的面积数据通过查阅 1990—2018 年的《甘肃农村年鉴》、1984—2018 的

《甘肃发展年鉴》以及《甘南州志 (1991—2010)》和 1999 年民族出版社出版的《甘南州志》收集整理得到, 研究区五县一市土地利用的面积数据则是通过各县县志、各县统计年鉴收集整理得到。在土地利用类型面积数据的基础上, 参考谢高地修订的“中国陆地生

态系统单位面积生态系统价值服务当量值”^[2],修正得到甘南黄河水源补给区生态系统单位面积生态服务价值当量表(表 1),通过当量因子法计算得到研究区生态系统服务价值(ESV)。为分析生态服务价值时空变化特征,以 1980、1990、1999、2008、2017 年为时间节点,将研究期具体划分为 5 个时间段。在计算 1 标准单位生态系统服务的经济价值(Ea)时,为减少农作物价格波动对生态系统服务价值计算的影响,以甘南州粮食作物多年平均产量及对应的 2017 年粮食作物平均价格为基准,计算得到甘南黄河水源补给区 1980—2017 年平均粮食产量为 2 004.70 kg/hm²;查阅《2018 年中国农产品价格调查年鉴》《甘肃年鉴》,计算得到 2017 年甘南黄河水源补给区粮食价格平均为 2.3 元/kg。因此,根据公式(4)得到研究区生态系统服务经济价值当量因子为 658.69 元/(hm²·a)。

2 结果与分析

2.1 土地类型及动态度分析

1980—2017 年,甘南黄河水源补给区各土地类型面积均发生不同程度的变化。其中,林地面积呈增加的趋势,而草地、耕地、湿地总体均呈现减少趋势(表 2)。具体表现为:

(1)林地面积呈增加的趋势,由 1980 年的 38.05 万 hm²(占比 11.20%)增加至 2017 年的 57.41 万 hm²

(占比 17.78%),增加了 19.36 万 hm²,增幅为 6.58%。从动态度上看,除 1999—2008 年外,土地利用动态度呈增长趋势,且历年变化率大于 1%,快于其他土地利用类型的动态度,1980—2017 年林地的土地利用动态度达到了 1.38%,远高于其他土地利用类型。

(2)草地为甘南黄河水源补给区面积最大的生态类型,其面积占土地总面积的 75% 以上。然而,无论是草地面积还是所占比重,均呈现明显的减少趋势。1980—2017 年,草地面积减少 35.40 万 hm²,减少了 6.68%。草原面积所占比重由 1980 年的 82.04% 下降到 2017 年的 75.36%。土地利用的动态度为 -0.34%,尤其 1980—2008 年草地面积下降动态度高达 -1.08%,平均每年以 0.55% 的速度削减。

(3)耕地与湿地呈现波动减少的趋势,1980—2017 年,耕地减少了 0.40 万 hm²,利用动态度为 -0.19%。随着经济的发展和城镇化加快,甘南州的城镇化水平从 1978 年的 13.99%^[20]增长到 2017 年的 34.01%,增长了 20.02%,年均增长率为 3.67%。人均耕地面积则由 1980 年的 0.14 hm²减少到 2017 年的 0.09 hm²,耕地资源不断被消耗,转化为交通用地,且随着人口增长,土地承载力不断加大。1980—2017 年间湿地面积减少了 0.46 万 hm²,土地利用动态度为 -0.07%,较其他土地利用类型低。

表 2 1980—2017 年甘南黄河水源补给区土地类型及动态度

Table 2 Land type and dynamic drgress in water supply area of the yellow river in Gannan from 1980—2017

土地 类型	面积/万 hm ²					单一动态度/%				
	1980	1990	1999	2008	2017	1980—1990	1990—1999	1999—2008	2008—2017	1980—2017
林地	38.05	43.35	48.58	47.77	57.41	1.39	1.34	-0.18	2.24	1.38
草地	278.70	248.60	246.89	236.02	243.30	-1.08	-0.08	-0.49	0.34	-0.34
耕地	5.68	5.25	5.53	5.23	5.28	-0.75	0.6	-0.6	0.1	-0.19
湿地	17.31	16.84	17.16	16.84	16.85	-0.27	0.21	-0.21	0.01	-0.07

2.2 生态系统服务价值

2.2.1 生态系统服务价值时间变化

(1)研究期甘南黄河水源补给区生态系统服务价值从 1980 年的 328.50×10⁸ 元上升至 2017 年的 329.63 亿元,37 a 的时间里增加 1.13 亿元,增长率为 0.34%,基本维持平稳状态,期间经历“下降—增长”的双时段波动(图 1,表 3)。不同土地类型生态服务价值从大到小排序为,草地>林地>湿地>耕地,草地

和林地的生态系统服务价值贡献率之和历年在 80% 以上,因此,合理规划并利用草地和林地,对当地生态安全具有深远的意义。林地生态服务价值增速最高,从 1980 年的 57.86 亿元上升到 2017 年的 87.32 亿元,增幅达到 50.92%。相反,草地生态系统服务价值从 1980 年的 209.83 亿元减少到 2017 年 183.18 亿元,减少了 12.70%,其生态价值贡献率也从 1980 年的 63.87% 减少到 2017 年的 55.57%,草原生态系统安

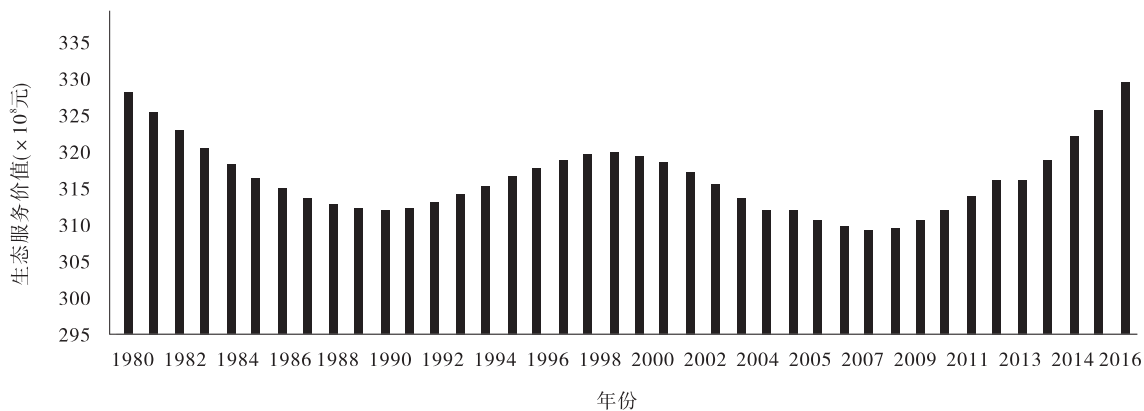


图1 1980—2017年甘南黄河水源补给区生态系统服务价值总量

Fig. 1 Total ecosystem service value in the water supply area of the yellow river in Gannan from 1980–2017

表3 1980—2017年甘南黄河水源补给区生态服务价值时间变化

Table 3 Time change of ecological service value in water supply area of the yellow river in Gannan from 1980–2017

亿元

年份	土地类型	供给服务价值	调节服务价值	支持服务价值	文化服务价值	合计
1980年	耕地	0.47	0.52	0.48	0.02	1.50
	草地	13.40	135.30	50.85	10.28	209.83
	林地	3.48	37.29	14.23	2.86	57.86
	湿地	4.10	38.00	11.81	5.39	59.31
1990年	耕地	0.44	0.48	0.44	0.02	1.39
	草地	11.95	120.68	45.36	9.17	187.17
	林地	3.97	42.48	16.22	3.25	65.92
	湿地	3.99	36.97	11.49	5.25	57.70
1999年	耕地	0.46	0.51	0.47	0.02	1.46
	草地	11.87	119.85	45.05	9.11	185.88
	林地	4.45	47.61	18.17	3.65	73.88
	湿地	4.07	37.67	11.71	5.35	58.80
2008年	耕地	0.44	0.48	0.44	0.02	1.38
	草地	11.35	114.58	43.06	8.71	177.69
	林地	4.37	46.82	17.87	3.59	72.66
	湿地	3.99	36.97	11.49	5.25	57.70
2017年	耕地	0.44	0.49	0.45	0.02	1.39
	草地	11.70	118.11	44.39	8.97	183.18
	林地	5.26	56.27	21.48	4.31	87.32
	湿地	4.00	36.99	11.50	5.25	57.74

全将对整个补给区生态安全具有举足轻重的意义。

(2)不同时段生态系统服务价值变化各不相同,整体呈现出上下波动的趋势。1980—1990年,研究区生态系统服务价值减少了16.32亿元,减少率达4.97%,除林地生态系统服务价值有所增加,其他土地利用类型均下降;1990—1999年,总体增长了7.84亿元,增长率为2.51%,草地服务价值持续下降,减幅为0.69%,耕地、林地和湿地生态系统服务价值均增

加。1999—2008年4种土地类型生态服务价值均呈现不同程度的下降,整体下降3.31%,其中耕地下降率最为明显,为5.48%,草地生态服务价值下降数量最多,达8.19亿元,下降幅度为4.41%紧随其后,湿地生态服务价值下降1.87%,林地降幅最少,为1.65%。2008—2017年耕地、草地、林地和湿地生态系统服务功能均持续增加,增幅最大为林地,增加近14.66亿元,其次是草地达 5.49×10^8 元。

(3)1980—2017 年不同生态系统服务类型中调节服务的价值最大,文化服务价值最低(图 2)。截止 2017 年,研究区的调节服务价值为 211.86 亿元,占研究区生态服务价值的 64.27%,文化服务价值仅为 18.56 亿元,占 5.63%。各类土地利用类型的生态系统服务价值变化趋势体现出“减—增—减—增”的变化规律,且 2008—2017 年时间段的四种服务价值增长幅度快于 1990—1999 年,而 1999—2008 年时间段服务价值减少速度较 1980—1990 年时间段有所趋缓。

2.2.2 生态系统服务价值空间变化 生态系统服务价值空间差异与土地利用结构关系密切。整体来看,2017 年合作市和玛曲县的生态系统服务价值较 1980 年有所增加,分别上升了 5.30 亿元和 6.75 亿元,其余各县的生态系统服务价值处于波动中下降趋势,其中,卓尼县的减少量最多,高达 13.16 亿元。

甘南黄河水源补给区五县一市中玛曲县生态系统服务价值最大,整体呈现增长的趋势,截止 2017 年,

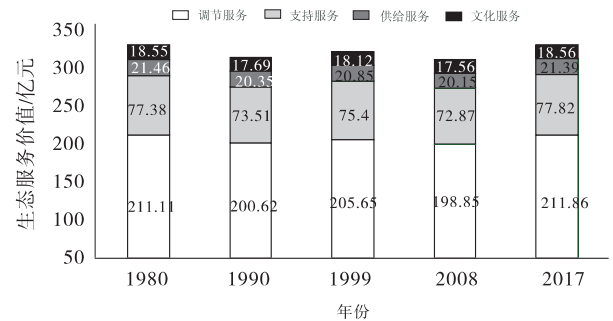


图 2 1980—2017 年甘南黄河水源补给区不同生态系统服务类型的价值量

Fig. 2 Values of different ecosystem service types in the water supply area of the yellow river in Gannan from 1980—2017

玛曲县生态系统服务价值达 113.55 亿元。夏河、碌曲和卓尼 3 县生态系统服务价值呈现波动变化,基本在 40~80 亿元之间变化,整体均表现出下降的趋势(图 3)。合作市于 1998 年成立,其生态系统服务价值表现出连续增长的趋势。临潭县生态系统服务价值在甘南黄河水源补给区最小,基本在 10 亿元以上。

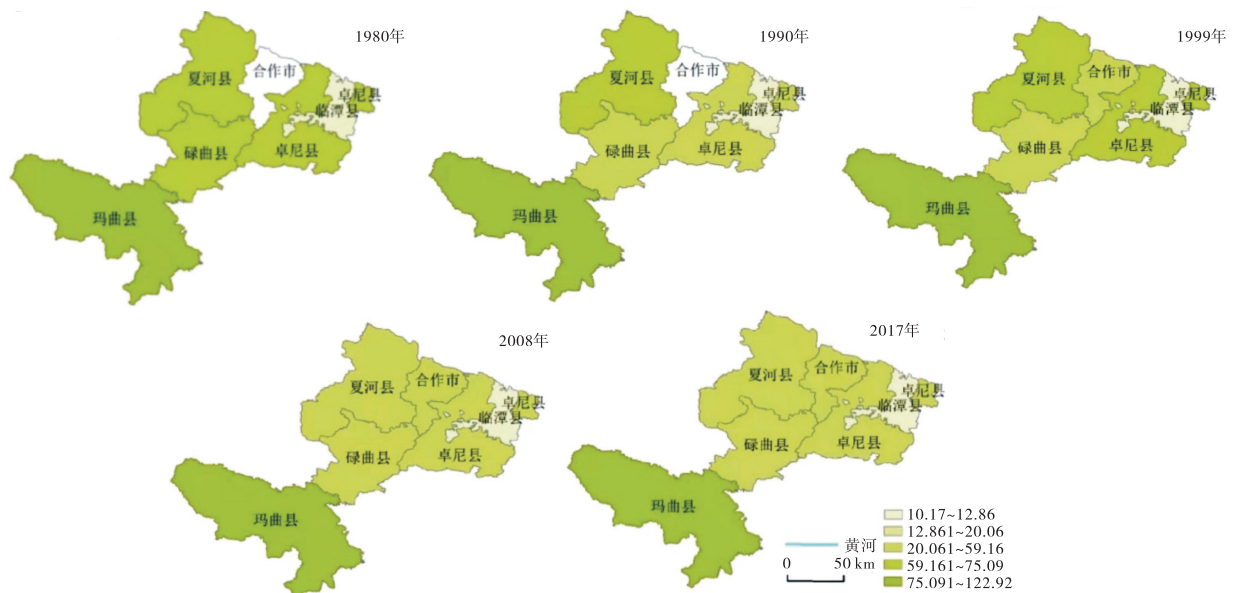


图 3 1980—2017 年甘南黄河水源补给区生态系统服务价值空间分布

Fig. 3 Spatial distribution of ecosystem service value in the Water recharge area of the Yellow River in Gannan Region from 1980—2017

调节功能是各区域不同时间段所提供的最大服务价值,其次为支持服务、供给服务、文化服务,表明甘南黄河水源补给区最大的功能不在于供给产品而在于涵养水源、保持水土。从调节服务功能来看,玛曲县的调节服务功能最大,基本维持在 74~80 亿元之间,远远高于其他各县(市),其变化比较平稳,表明玛曲县是最大的调节功能区,它承载了研究区主要的水源

涵养功能。总体来看,整个研究区的文化服务价值都较小,表明研究区对文化价值的挖掘还有所欠缺,在加强生态文明建设的同时,传承并弘扬好黄河文明显得尤为重要(表 4)。

3 讨论

甘南黄河水源补给区是“两屏三带”全国生态安

全战略格局的重要组成,对保障国家生态安全具有不可替代的作用。20世纪60年代以来,甘南黄河水源补给量急剧下降,水土流失加剧,草地退化严重,湿地面积锐减等问题,致使区域涵养水源能力减弱,生态屏障能力减弱和生态多样性的减少,使得甘南黄河水源补给区的生态研究成为社会各界关注的热点^[14]。

表4 1980–2017年甘南黄河水源补给区生态服务价值空间变化

Table 4 Spatial variation of ecological service value in the water supply area of the yellow river in Gannan from 1980–2017

亿元

地区	服务类型	1980	1990	1999	2008	2017
合作市	供给服务	—	—	1.44	1.67	1.75
	调节服务	—	—	13.43	15.97	16.84
	支持服务	—	—	4.85	5.82	6.15
	文化服务	—	—	1.28	1.47	1.54
	合计	—	—	20.99	24.93	26.29
临潭县	供给服务	0.94	0.82	0.82	0.81	0.76
	调节服务	8.21	7.06	6.99	7.04	6.47
	支持服务	3.20	2.76	2.74	2.76	2.54
	文化服务	0.62	0.54	0.53	0.53	0.49
	合计	12.98	11.17	11.08	11.14	10.26
卓尼县	供给服务	4.25	3.38	4.08	3.58	3.40
	调节服务	42.91	34.20	41.55	36.45	34.57
	支持服务	16.21	12.95	15.73	13.80	13.08
	文化服务	4.25	3.38	4.08	3.58	3.40
	合计	67.61	53.91	65.45	57.40	54.45
玛曲县	供给服务	7.66	7.90	7.71	7.63	8.09
	调节服务	75.33	77.88	75.85	74.96	79.77
	支持服务	19.47	20.59	19.73	19.61	21.44
	文化服务	4.34	4.31	4.29	4.10	4.24
	合计	106.80	110.69	107.59	106.31	113.55
碌曲县	供给服务	4.03	3.04	2.61	2.95	3.74
	调节服务	40.13	30.23	25.77	29.43	37.65
	支持服务	14.80	11.11	9.40	10.79	13.92
	文化服务	3.36	2.58	2.27	2.55	3.18
	合计	62.31	46.96	40.05	45.73	58.48
夏河县	供给服务	4.35	4.91	4.37	3.68	3.83
	调节服务	42.38	48.65	43.81	36.71	38.36
	支持服务	15.95	18.35	16.48	13.80	14.43
	文化服务	3.34	3.82	3.45	2.91	3.04
	合计	66.03	75.73	68.11	57.10	59.67

注:1996年5月28日,中华人民共和国民政部以民行批字[1996]35号给予甘肃省人民政府《关于甘肃省设立合作市的批复》。1998年1月1日,合作市正式挂牌成立。故表4中1980年与1990年合作市的生态系统服务价值不做计算

科学评估生态系统服务价值对摸清研究区资源本底状况具有重要意义。当量因子法是生态价值核算普遍采用的方法之一。邵卫东等^[15]关于生态价值核算的研究中指出,当量因子法具有统一的子系统标准和基准的单位面积生态系统服务价值当量表,从体系核算来说更具有规范性。王小莉等^[16–17]在区域生态系统服务价值评估方法中认为,当量因子法特别适用于区域生态系统服务价值评估,以及研究生态系统服务价值时空变化特征。本研究采用当量因子法结合甘南黄河水源补给区土地利用结构的变化对甘南黄河水源补给区生态系统服务价值评估,计算出甘南黄河水源补给区1980—2017年的生态系统服务价值,结果显示,研究区在过去近40年的时间除林地生态系统服务价值有所增加外,其他土地类型均下降。张茂鑫等^[18]通过野外科学观测得出黄河流域草地、水域面积减少,林地用地面积有所增加。王丹彤^[19]等对甘南

藏族自治州土地利用变化特征趋势进行了实证,结果表明,1997—2012年甘南州以林地面积持续增加,耕地面积和牧草面积持续减少,水域面积先减少后增加。本研究与上述学者研究结论一致。

孙继琼^[20]研究认为,黄河流域生态保护指数和质量发展指数呈现日益提升的变化趋势,耦合度呈现“先下降后上升”的演化态势,耦合协调度日益提升。而温煜华^[10]利用耦合协调度模型分析发现甘南黄河水源补给区作为黄河上游重要的补给区,该区域的生态环境调节能力逐步提高,社会经济发展水平显著提升。生态环境与社会经济持续向着协调发展的方向不断演进。本研究发现生态服务总价值的提高有力地促进了研究区生态保护与经济发展的耦合协调,有助于实现研究区经济的高质量发展与可持续发展。

杨旻等^[21]以黄河上游甘南地区生态保护区为研究对象,评估其生态保护协同管控成效,研究表明,研究区自然保护区平均水源涵养量最高且功能稳定性最好。王文浩^[22]表明涵养水源、生态产业和农牧民收益是甘南黄河重要水源补给生态功能区的主要价值。由于甘南黄河水源补给区重要的水源涵养功能,使得众多学者将研究重点放在了其保持水土、涵养水源等调节价值和农牧业的供给价值,而文化价值容易被忽视。李月英^[23]基于研究黄河流域非物质文化的研究,也得出了当地保护意识落后,重申报轻宣传的结论。本研究从供给价值、支持价值、调节服务和文化价值四个方面去全面分析,本研究表明,研究区生态系统服务类型中文化服务价值最低,黄河流域的生态文明建设有待提高。黄河流域作为华夏文明的发源地,承载着弘扬中华文化的重要使命,研究区作为黄河上游的重要组成部分,孕育出了以新石器时代文化、先秦文化、针灸文化为代表的中医药文化等丰富了黄河文化体系内容^[24]。因此,复兴黄河文明成为提升甘南黄河水源补给区文化价值提升的有效途径,千年黄河文明甘南独具代表,传承并弘扬好千年黄河文明,才能真正发挥好研究区的文化服务价值。推进新时代黄河文化复兴,需要坚持政府支持,多方参与黄河生态文化传播,推进形式与内容的创新,注重传播群体的针对性^[25]。开展地区间联合打造黄河文化旅游品牌,推进歌舞、民俗等非物质文化的营销,健全文旅机制

的打造。

马艳艳等^[26]对生态功能区农户的生计风险研究显示,在自然压力冲击下,重点生态功能区内面临多重压力的居民的低适应能力使其生计具有高度依赖性和脆弱性。本研究认为,“人”是发展的核心要素,减缓当地居民对草原生态的强依赖性,需要积极培育当地社会资本,提升生计能力,促进当地畜牧业发展的转型升级,培育经济新增长点,减小人类行为对草原生态的干预。孟庆华^[27]针对甘南黄河水源补给区生态问题提出了守住生态用地红线、划分生态用地格局和结合生态保护与建设工程改善生态用地环境三方面的对策。赵海莉等^[14]基于制度安排视角,提出明确生态补偿制度在宪法中的地位、修订环境保护基本法等来探讨甘南黄河水源补给区生态补偿机制建构。

4 结论

基于土地利用数据,对甘南黄河水源补给区土地利用结构及生态系统服务价值进行分析,得出以下结论:(1)从土地利用结构和动态度看,37年间甘南黄河水源补给区的土地利用以草地和林地为主。其中,林地面积呈增加的趋势,增加了19.37万 hm^2 ,土地利用动态度达到了1.38%;草地、耕地、湿地面积呈减少的趋势,土地利用动态度分别为-0.34%、-0.19%、-0.07%;(2)1980—2017年,甘南黄河水源补给区生态系统服务价值总体呈现“减一增一减一增”趋势,整体上生态系统服务价值增加了1.13亿元。耕地、草地、湿地都有一定程度的减少,其中草地变化最大,减少了26.65亿元;林地增加29.46亿元,成为当地生态服务价值增加的主要驱动力;(3)研究区的4种服务功能中,调节服务最大,文化服务最小。2017年,研究区的调节服务价值为211.86亿元,占研究区生态服务价值的64.27%,说明了研究区主要起涵养水源的功能,而文化服务价值仅为18.56亿元,仅为研究区生态服务价值的5.63%;(4)甘南黄河水源补给区生态系统服务价值体现出空间差异性,除合作市的生态系统服务价值呈现单调增加态势外,其余各县的生态系统服务价值处于波动变化状态,玛曲县承担着研究区主要的生态调节功能。

参考文献:

- [1] 张鹏岩,耿文亮,杨丹,等. 黄河下游地区土地利用和生态系统服务价值的时空演变[J]. 农业工程学报, 2020, 36(11): 277—288.
- [2] 谢高地,张彩霞,张雷明,等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1243—1254.
- [3] 龙精华,张卫,付艳华,等. 鹤岗矿区生态系统服务的价值[J]. 生态学报, 2021(5): 1—10.
- [4] 傅伯杰,张立伟. 土地利用变化与生态系统服务:概念、方法与进展[J]. 地理科学进展, 2014, 33(4): 441—446.
- [5] 孙兴辉,金良,张文娟. 内蒙古土地生态系统服务价值时空变化特征[J]. 内蒙古财经大学学报, 2020, 18(6): 99—103.
- [6] 刘祗坤,吴全,苏根成. 土地利用类型变化与生态系统服务价值分析——以赤峰市农牧交错带为例[J]. 中国农业资源与区划, 2015, 36(3): 56—61.
- [7] 耿纪文,帅红,张英,等. 洞庭湖生态经济区土地生态系统服务价值的时空变化[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版), 2020, 14(4): 53—61+76.
- [8] 薛明皋,邢路,王晓艳. 中国土地生态系统服务当量因子空间修正及价值评估[J]. 中国土地科学, 2018, 32(9): 81—88.
- [9] 赵雪雁,李巍. 中国地理学中的甘南研究[J]. 地理研究, 2019, 38(4): 743—759.
- [10] 温煜华. 甘南黄河重要水源补给区生态经济耦合协调发展研究[J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(12): 35—43.
- [11] 彭文甫,周介铭,杨存建,等. 基于土地利用变化的四川省生态系统服务价值研究[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(7): 1053—1062.
- [12] 吴连喜. 20年巢湖流域土地利用变化及生态服务功能价值分析[J]. 土壤, 2009, 41(6): 986—991.
- [13] 薛嵩嵩,高凡,何兵,等. 近30年乌伦古河流域土地利用与生态系统服务价值变化研究[J]. 水土保持通报, 2019, 39(6): 223—229+322.
- [14] 毛爱华,毛红霞,李璇,等. 浅议甘南黄河上游涵养区生态保护和修复的重要意义[J]. 发展, 2021(3): 43—46.
- [15] 邵卫东,陈末,刘浩然. 功能价值法和当量因子法在生态价值核算中的比较[J]. 农业与技术, 2021, 41(1): 105—107.
- [16] 王小莉,高振斌,苏婧,等. 区域生态系统服务价值评估方法比较与案例分析[J]. 环境工程技术学报, 2018, 8(2): 212—220.
- [17] 董永平,钱贵霞,李梦雅. 草业产值统计指标与方法及其初步核算——以内蒙古锡林浩特市为例[J]. 草原与草坪, 2018, 38(1): 83—89.
- [18] 张茂鑫,吴次芳,李光宇,等. 黄河流域土地利用安全野外科学观测研究站建设研究[J]. 人民黄河, 2020, 42(11): 11—16.
- [19] 王丹彤,徐华君,王文欣,等. 甘南藏族自治州土地利用变化的生态系统服务价值响应[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(28): 9973—9976.
- [20] 孙继琼. 黄河流域生态保护与高质量发展的耦合协调:评价与趋势[J]. 财经科学, 2021(3): 106—118.
- [21] 杨旻,翟俊,金点点,等. 黄河上游甘南地区生态保护协同管控成效评估[J]. 环境影响评价, 2021, 43(3): 1—6.
- [22] 王文浩. 甘南黄河重要水源补给生态功能区价值分析[J]. 人民黄河, 2009, 31(12): 62—63.
- [23] 李月英. 如何保护和传承黄河流域非物质文化遗产[J]. 戏剧之家, 2021(18): 197—198.
- [24] 卜鹏楼. 关于保护传承弘扬甘肃黄河文化的研究[J]. 发展, 2021(5): 43—48.
- [25] 陈超. 新时代黄河生态文化传播路径研究[J]. 新闻爱好者, 2019(11): 27—30.
- [26] 马艳艳,赵雪雁,兰海霞,等. 重点生态功能区农户的生计风险多维感知及影响因素——以甘南黄河水源补给区为例[J]. 生态学报, 2020, 40(5): 1810—1824.
- [27] 孟庆华. 重点生态功能区规划中生态用地对策研究——以甘南黄河重要水源涵养补给生态功能区为例[J]. 林业资源管理, 2013(3): 9—11, 34.

(下转 87 页)

49.2%, respectively. The content of dry matter in silage was reduced by 1.0% and lactation net energy was increased by 0.8%. The grey relational analysis showed that the silage quality of maize was the best in the narrow-row planting mode, and that of Sorghum hybrid Sudan grass was the best in the middle-row planting mode.

Key words: maize; sorghum hybrid sudan grass; intercropping row widths; quality of silage

(上接 78 页)

Spatio-temporal differentiation investigation of land use and ecological service value in the water supply area of the Yellow River in Gannan

HAO Xu-ran¹, WANG Yan-yan¹, CAI Ming-juan¹, SUN Wen-li¹, MA Hai-jing¹,
CHEN Qiang-qiang^{1,2*}

(1. College of Finance and Economics, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China; 2. Gansu Research Center for Ecological Construction and Environmental Protection, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The change of land use structure is of profound significance to the spatio-temporal change and sustainable development of regional ecosystem service value. Based on the data of land use structure in the water supply area of the Yellow River in Gannan from 1980 to 2017, the dynamic attitude of land use and the modified equivalent factor method of ecosystem service value were used to analyze the ecosystem service value and its temporal and spatial changes. The results showed that grassland became the largest land use type with the ecological service value of $\text{¥ } 183.18 \times 10^8$, followed by woodland, wetland and cultivated land. In 37 years, the ecosystem service value of woodland only increased by $\text{¥ } 29.46 \times 10^8$, while the others all decreased to different degrees. The total value of ecosystem services in the water supply area of the Yellow River in Gannan increased from 328.50×10^8 yuan in 1980 to 329.63×10^8 yuan in 2017, basically maintaining a stable state and experiencing a two-period fluctuation of "decline and growth" during the period. The value of different ecosystem service functions fluctuated, among which, the value of regulation function was up to 211.86×10^8 yuan, support function 77.82×10^8 yuan, supply function 21.39×10^8 yuan, and cultural service 18.56×10^8 yuan. The regional difference of ecosystem service value was significant. Maqu county ranked first with 113.55×10^8 yuan of ecological service value, Xiahe County ranked second and Lintan County had the lowest ecological service value, which was only 10.26×10^8 yuan. The adjustment function value of each region is the highest. Maqu County assumes the important ecological adjustment function of the study area with the value of 79.77×10^8 yuan. It is of great significance to implement forest protection projects and grassland ecological compensation mechanisms, broaden the livelihoods of residents in the study area, reduce dependence on local ecology, coordinate regional planning and joint prevention and control, inherit and promote the Yellow River culture, so as to better build local development.

Key words: equivalent factor method; gannan water supply area of the Yellow River; land use; ecosystem service value; spatiotemporal differentiation