

三江源地区生态经济系统协调度评价及其时空演变特征

程 静, 陈红翔, 韩永贵

(宁夏师范学院 政治与历史学院, 宁夏 固原 756000)

摘 要:为探讨三江源地区生态经济系统协调发展程度,以 1990—2018 年 4 期遥感数据为基础,采用修正后的单位面积生态系统服务当量因子,结合生态经济协调度模型对三江源地区 ESV 和经济发展与生态环境的协调度水平进行了综合评价。结果显示:1990—2018 年三江源地区耕地、草地、水域和建设用地呈增加趋势,分别增加 16.22%, 7.50%, 8.67%, 130.85%, 未利用地和林地呈波动下降态势,其中未利用地下降幅度最大,为 24.57%。研究期间,三江源地区 ESV 呈先减后增的变化趋势,而草地 ESV 的增减是导致研究区 ESV 变化的主要原因;ESV 在空间上呈现西北高东南低的分布格局,甘德和久治单位面积 ESV 呈下降趋势,其余各县均呈增加趋势。三江源地区生态经济协调度指数为 0.011 7,生态经济发展总体处于低度协调状态,从空间分布格局来看,生态经济失调的地区有玉树、久治和甘德,三地均属于低度失调区,其余地区均处于协调状态,属于低度协调区。总的来看,研究区生态经济发展协调程度有所改善,但仍处于低度协调度的边缘,而合理开发和有效利用区域水土资源是实现三江源地区生态系统服务功能维持、发展与经济可持续、协调发展的关键。

关键词:生态经济系统;协调度指数;生态系统服务价值;三江源地区

中图分类号:F062.6

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2022)06-0336-08

Evaluation of Coordination Degree of Eco-economic System in Three-River Source Region and Its Spatio-temporal Evolution Characteristics

CHENG Jing, CHEN Hongxiang, HAN Yonggui

(School of Politics and History, Ningxia Normal University, Guyuan, Ningxia 756000, China)

Abstract: In order to explore the degree of coordinated development of the eco-economic system in the Sanjiangyuan Area, based on the 4th remote sensing data of the study area from 1990 to 2018, the revised ecosystem service equivalent factor per unit area was used to combine the ecological and economic coordination degree model to analyse the Sanjiangyuan Area comprehensive evaluation of ESV and the level of coordination between economic development and ecological environment. The results showed that: from 1990 to 2018, the cultivated land, grassland, water area and construction land in the Three Rivers Source Region showed an increasing trend, increasing by 16.22%, 7.50%, 8.67% and 130.85% respectively. Unused land and forest land showed a fluctuating and decreasing trend, of which unused land declined. The largest range is 24.57%. During the study period, the ESV in the Three Rivers Source area showed a trend of first decreasing and then increasing, and the increase or decrease of grassland ESV was the main reason for the ESV changes in the study area; ESV showed a spatial distribution pattern of high in northwest and low in southeast, Gande and Jiuzhi units the area ESV showed a downward trend, while the remaining counties showed an increasing trend. The ecological and economic coordination index of the Three Rivers Source area were 0.011 7, and the ecological economic development was generally in a low degree of coordination. From the perspective of the spatial distribution pattern, the areas with ecological and economic disorders include Yushu, Jiuzhi and Gande, with the three places all having low-level disorders. The remaining areas are in a state of coordination

收稿日期:2021-09-24

修回日期:2021-10-10

资助项目:宁夏师范学院校级科学基金(重点 B 类)(NXSFZDB2113);宁夏自然科学基金(2022AAC03324)

第一作者:程静(1995—),女,宁夏西吉人,硕士,助教,主要从事生态经济与生态评估研究。E-mail:958830559@qq.com

通信作者:陈红翔(1979—),男,山西霍州人,博士,副教授,主要从事区域经济发展研究。E-mail:670577976@qq.com

and belong to low-level coordination areas. On the whole, the ecological and economic development of the study area has a low degree of coordination. The rational development and effective use of regional water and soil resources is the key to achieving the maintenance of ecosystem service functions, development and sustainable economic development and coordinated development in the Three-River Source area.

Keywords: ecological economic system; coordination index; ecosystem service value; Three River Source Region

改革开放以来,随着工业化、城镇化的快速发展,中国正面临着区域发展不协调、资源环境约束趋紧、生态退化和环境恶化等问题,这对我国实现区域可持续发展构成巨大挑战^[1-2]。如何协调经济发展与生态退化及资源消耗的关系涉及到人类能否实现可持续发展,而生态环境与经济协调发展是实现可持续发展的重要途径,也是可持续发展的基本要求^[3-4]。生态经济系统协调度(EEH)作为衡量生态环境与社会经济是否均衡发展的重要指标,长期以来成为学术界以及社会各界关注的热点话题^[1,4]。开展生态经济协调度研究可以定量揭示区域生态环境与经济的协调发展程度,有利于依据协调度的变化及时采取措施进行精准调控,为区域的可持续发展提供理论依据^[5]。

近年来,不同领域学者从不同研究视角出发,对生态环境与经济发展协调关系进行了深入的探讨。但通过文献梳理发现,现阶段针对生态与经济协调度的研究主要集中在以下几个方面:(1) 研究内容主要包括生态环境与经济协调发展的理论探讨^[6-7]、评价指标体系的构建^[8-9]、生态经济协调水平^[1,10]、协调发展路径^[11]、时空演变格局与影响因素^[12-13]以及协调度区划与发展模式等^[14];(2) 研究方法主要包括综合指数法、能值分析法、生态足迹法、系统动力学模型以及物质流模型等^[15-18];(3) 研究尺度主要集中在国家^[1,6]、区域^[8-9,17]、省际^[16]、市域^[10,13]以及县域等^[1]多种空间尺度。近年来,基于生态系统服务价值,结合空间分析法研究生态经济协调度及其时空演化特征成为生态经济协调度研究的重要途径之一。如朱玉鑫等^[5]对陕西省环境与经济协调度时空演变特征及其驱动因素进行了研究;魏晓旭等^[1]基于县域单元对中国生态经济系统协调度及空间演化格局进行了探讨,发现中国县域生态经济协调度整体得到改善,空间关联度相对稳定,但空间分布不均衡。

上述研究为持续推进生态环境与社会经济协调发展的深入研究提供了科学参考与借鉴。但总结发现,现有研究多集中在经济发展水平快的城市群、经济带以及东南沿海等地区,针对西部生态环境脆弱和经济贫困的复合区域关注较少,且现有研究多集中于较大空间尺度,从县域尺度进行生态环境与社会经济

的协调发展研究还比较单薄。基于此,本研究以三江源地区为研究对象,考虑到土地利用变化对生态系统服务功能的影响^[19],且生态系统服务功能是实现区域可持续发展的基础,其价值变化是区域生态环境变化综合表征^[4],因此本文以单位面积 ESV 表征区域生态环境状况,以人均 GDP 表征经济发展水平,结合生态经济协调度模型对三江源地区生态经济协调度时空演化过程与格局进行综合分析,以期对三江源地区可持续发展提供科学的参考与借鉴。

1 研究区概况

三江源地区地处青海省南部,地理位置介于 31°37'—36°14'N,89°46'—102°24'E,是黄河、长江以及澜沧江的发源地,被称为中国水塔。三江源位于青藏高原腹地,属于高原大陆性气候区,气候冷热、干湿分明,年温差小,日温差大,日照时数长,辐射强,年均气温 7℃左右,平均海拔 4 000 m 以上,降水空间分布不均,由东南向西北递减。受地貌和气候的影响,该地区形成了独特的高山植被生态系统,植被水平和垂直地带性十分明显。三江源地区是全球高海拔生物多样性最集中的地区之一,对气候变化极为敏感,也是中国乃至亚洲重要的水源区和补给区,具有独特的地理环境和生态地位,其生态环境问题是学术界研究的重点,如何合理利用生态资源,促进区域生态经济协调可持续发展成为专家学者共同关注的焦点问题。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本研究所用数据主要有遥感数据和统计数据两大类。遥感数据包括土地利用数据和高程数据,其中 1990—2018 年 4 期土地利用数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心(www.resdc.cn),空间分辨率为 30 m,该数据是以不同时期 Landsat TM/ETM 遥感影像为基础数据源,通过人工目视解译获得,其解译总精度达 92% 以上,并将土地利用分类划分为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地 6 大类。高程数据来源于地理空间数据云平台,分辨率为 30 m。

社会经济统计数据来源 1991—2019 年《青海省统计年鉴》和《中国县域统计年鉴》以及中国经济社会大数据研究平台和国家统计局网站。

2.2 生态系统服务价值评估方法

生态系统服务是人类为谋求生存和发展从自然生态系统中直接或间接获取的效益^[20],其价值的定量评估是区域生态安全网络构建、生态补偿以及生态文明建设的重要参考依据,对促进区域经济和生态环境协调发展具有重要作用。本文基于 Costanza 等^[21]提出的生态系统服务价值评估模型,结合谢高地等^[22]制定的中国生态系统服务当量表,并采用徐丽芬等^[23]提出的农田粮食价值修正方法对当量因子进行尺度修正,其计算公式为:

α = f / F (1)

表 1 三江源地区不同生态系统单位面积生态服务价值 元/hm²

一级类型	二级类型	耕地	林地	草地	水域	未利用地
供给服务	食物生产	767.64	253.32	330.09	406.84	15.35
	原材料生产	299.37	2287.57	276.35	268.67	30.70
调节服务	气体调节	552.70	3316.21	1151.46	391.50	46.05
	气候调节	744.61	3124.29	1197.52	1581.34	99.79
	水文调节	591.08	3139.65	1166.81	14408.60	53.73
	废物处理	1067.01	1320.30	1013.28	11399.45	199.58
支持服务	保持土壤	1128.43	3085.92	1719.51	314.73	130.49
	维持生物多样性	782.99	3462.05	1435.49	2633.01	307.05
文化服务	提供美学景观	130.49	1596.69	667.85	3408.32	184.23

2.3 生态经济协调度计算

协调度指数不仅反映了区域生态环境与经济发展之间的相互作用关系与强度,还能反映两者之间的协调发展程度^[24]。目前,生态系统与经济系统的协调发展尚未形成统一的标准,生态经济系统协调度也是一个相对指标指数。本文在借鉴相关研究的成果上,采用魏伟等^[6]提出的生态经济协调度指数来反映研究生态经济发展过程的相互影响程度及其耦合互动程度,其计算过程为:

R_{ESV} = (R_{ESV,m} - R_{ESV,n}) / R_{ESV,n} (4)

R_{GDP} = (R_{GDP,m} - R_{GDP,n}) / R_{GDP,n} (5)

C_{EEH} = R_{ESV} / R_{GDP} (6)

式中:R_{ESV}为研究区生态系统服务价值变化率(%),R_{ESV,m}和R_{ESV,n}分别为研究区不同时期始末生态系统服务价值(元);R_{GDP}为研究区GDP变化率(%);R_{GDP,m}和R_{GDP,n}分别为研究区不同时期始末GDP

E_i = α · E_{i0} (2)

ESV = ∑_{k=1}⁵ S_k · VC_k (3)

式中:α为研究区修正系数;f和F分别为研究区和全国单位面积粮食产量;E_i为第i类生态系统修正后的当量因子;E_{i0}为谢高地制定的第i类生态系统的当量因子;ESV为研究区生态系统服务价值;S_k为第k类生态系统的面积;VC_k为生态系统第k类生态系统单位面积生态系统服务价值系数,k=5。2018年研究区与全国单位面积粮食产量分别为3664,5621kg,可以得到研究区修正系数为0.6518。由于自然生态系统提高的经济价值是现有单位面积耕地提供的食物生产服务价值的1/7,故此可以计算得到一个生态服务价值量因子的价值为767.64元/hm²,从而得到研究区不同生态系统单位面积的生态服务价值(表1)。

(元)。当C_{EEH}值为正时,表明研究区生态与经济发展处于协调状态,当C_{EEH}值为负时,表明研究区生态与经济发展处于失调状态。在参考相关研究成果^[5-6]的基础上,根据C_{EEH}值将研究区生态经济协调类型进一步划分为4类,即C_{EEH}≥1时,为高度协调;0≤C_{EEH}<1时,为低度协调;-1≤C_{EEH}<0时,为低度失调;C_{EEH}<-1时,为高度失调。

3 结果与分析

3.1 三江源土地利用变化分析

研究期间,草地和未利用地是研究区主要的土地利用类型,共占研究区总面积的89%以上,其次是水域和林地,占研究区总面积的10%左右,而耕地面积和建设用地面积占比较小,不足1%。由表2可以看出,研究期间三江源地区土地利用发生较大变化,耕地、草地、水域和建设用地整体呈现增加趋势,未利用地和林地呈现波动下降态势。1990—2018年草地面积增长幅度最大,为5.033%,年均增长0.268%,其中2010—2018年增长幅度最大,为4.831%,年均增长率为0.897%;其次是水

域面积,其增长幅度为 0.446%,年均增长率为 0.310%;而耕地和建设用地面积增长幅度最小,分别为 0.094%,0.052%,两者年均增长率分别为 0.579%,4.673%。林地面积虽有减少,但其变化不大,净减少面积 83.27 km²,年

均下降率 0.018%;未利用地呈现出先升后将的变化趋势,降幅为 5.604%,共减少 21 706.97 km²,年均减少率为 0.878%,其减少趋势与草地面积增加趋势相对应,这也是草地面积增加的主要原因。

表 2 1990—2018 年三江源地区土地利用变化

土地利用 类型	1990 年		2000 年		2010 年		2018 年		动态度/%
	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%	
耕地	2232.63	0.576	2351.02	0.607	2567.42	0.663	2594.86	0.670	0.579
林地	16695.73	4.309	16696.04	4.309	16581.65	4.279	16612.46	4.288	−0.018
草地	260043.91	67.121	259830.03	67.066	260826.47	67.323	279543.42	72.154	0.268
水域	19958.94	5.152	19877.05	5.131	20711.22	5.346	21689.30	5.598	0.310
建设用地	151.42	0.039	161.96	0.042	171.73	0.044	349.56	0.091	4.673
未利用地	88342.21	22.803	88508.74	22.845	86566.35	22.345	66635.24	17.199	−0.878

3.2 三江源 ESV 时空变化特征分析

由表 3 可以看出,1990—2018 年三江源地区 ESV 整体上呈现出先减后增的变化趋势,1990—2000 年研究区 ESV 由 3 492.58 亿元下降至 3 477.6 亿元,累计减少 14.98 亿元,年均降低 0.043%,说明三江源地区生态系统结构和功能不断恶化。从不同土地利用类型 ESV 来看,除耕地和未利用地外,其余土类 ESV 均出现不同程度的下降,其中草地 ESV 下降幅度(0.467%)最大,其对该时段 ESV 减少量的贡献率为 72.59%,主要是由于当地牧民教育资源缺乏,生态意识淡薄,对草地演替规律认识不清,过度放牧致使草地退化,导致生态恶化,ESV 下降。2000—2010 年三江源地区 ESV 呈增加趋势,由 3 477.6 亿元增加至 3 523.46 亿元,累计增加 45.85 亿元,年均增长 0.132%,生态系统不断得到恢复和改善,其中草地和水域 ESV 分别增加 17.88 亿元,29.04 亿元,林地和未利用地 ESV 出现不同程度的缩减,耕地增加幅度不大。2010—2018 年三江源地区 ESV 增加较为显著,由 3 523.46 亿元增加至 3 704.74 亿元,增幅 5.15%,其中草地和水域 ESV 分别增长 167.67 亿元,34.25 亿元,未利用地 ESV 下降 21.27 亿元,而耕地和林地 ESV 变化不大。研究期间,三江源地区 ESV 整体呈现出增加的态势,由 3 492.58 亿元增加至 3 704.74 亿元,累计增长 212.16 亿元。不同土地利用类型 ESV 中,林地和未利用地 ESV 呈下降趋势,其中未利用地 ESV 减少量最大,为 13.16 亿元,降幅为 24.57%;而耕地、草地和水域 ESV 呈现不同程度的增长趋势,其中草地 ESV 增长 174.68 亿元,增幅为 7.50%,占研究区 ESV 增加量的 82.34%,其次是水域 ESV,增长 60.24 亿元,而耕地 ESV 仅增长 2.20 亿元,增长幅度为 16.22%。

表 3 1990—2018 年三江源地区生态系统服务价值变化
亿元

年份	耕地	林地	草地	水域	未利用地	合计
1990	13.54	360.39	2329.57	694.82	94.26	3492.58
2000	14.26	358.24	2318.69	691.97	94.44	3477.60
2010	15.57	357.93	2336.58	721.01	92.37	3523.46
2018	15.74	358.60	2504.25	755.06	71.10	3704.74

为揭示 1990—2018 年三江源地区 ESV 空间演化特征,借助 ArcGIS 空间分析工具,采用自然断点法将研究区地均 ESV 变化量划分为 5 个等级,即高值区、较高值区、中值区、较低值区和低值区(图 1)。1990—2000 年研究区 ESV 整体呈负增长趋势,且 ESV 下降区域集中分布在中西部地区,其中下降幅度最大的是曲麻莱县和甘德县,其次是格尔木市、杂多县和玉树市,而久治县、泽库县等地区 ESV 变化不大。2000—2010 年曲麻莱县 ESV 持续下降,同时同德县、泽库县和河南县 ESV 呈现出不同程度的下降趋势,其他地区 ESV 均呈现出上升态势,其中治多县、格尔木市和玛多县上升为增长高值区,称多县和囊谦县为增长较高区,而杂多县、玉树县以及兴海县等地区 ESV 变化不大。2010—2018 年除甘德县和久治县外,其余各县 ESV 均呈上升变化趋势,其中玛多县和曲麻莱县增幅最大,跃升至增长高值区,杂多县、称多县、兴海县和同德县为增长较高区,而玉树市、囊谦县和班玛县等地区为增长较低区,总的分布特征为北部地区增长幅度高于南部地区,空间上呈现出“中间高,四周低”的格局。研究期间三江源地区各县地均 ESV 变化存在较大的空间差异性,甘德县和久治县地均 ESV 呈下降趋势,降幅分别为 1.65%,2.99%,其余各县地均 ESV 均呈上升态势,其中玛多县和曲麻莱县增幅最大,分别为 18.70%,18.55%,其次是兴海县、同德县、称多县和杂多县,增幅分别为

8.62%,6.38%,6.44%,5.76%,而囊玛县和玛沁县增

幅最小,两者增幅均不足 1%。

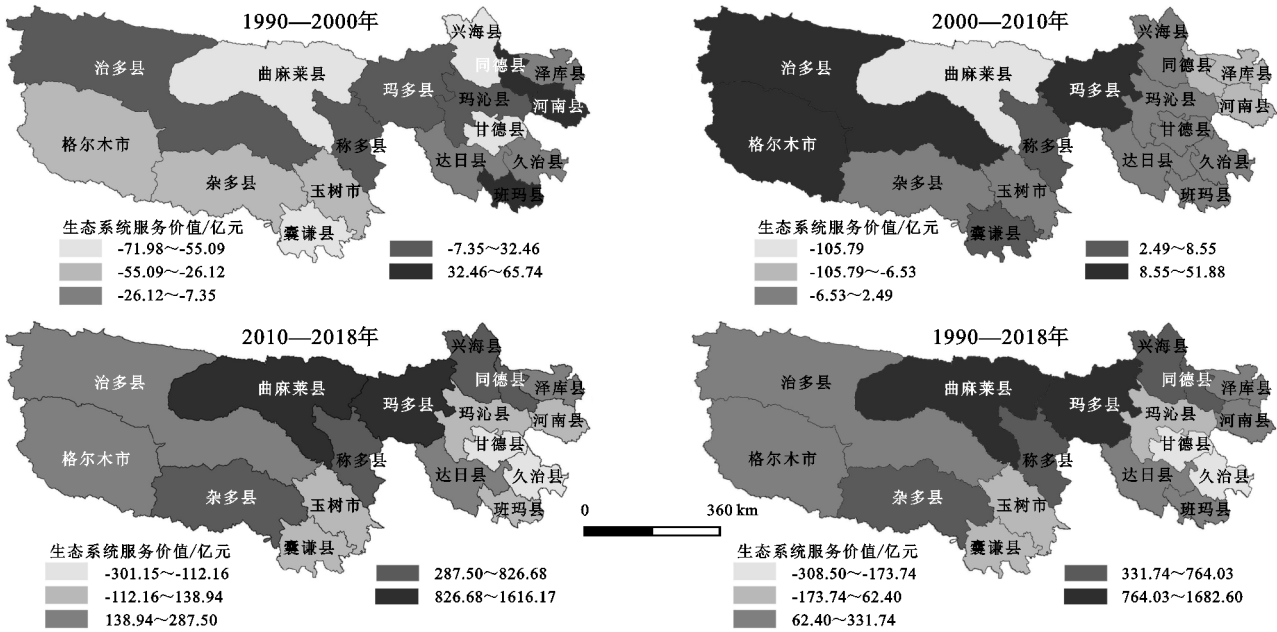


图 1 1990—2018 年三江源地区地均生态系统服务价值变化

3.3 三江源经济发展时空演化特征分析

1990—2018 年三江源地区经济取得长足发展,增长趋势较为显著。1990—2000 年三江源地区 GDP 总量由 9.17 亿元增加至 34.45 亿元,年均增长率为 27.56%;2000—2010 年三江源地区经济增速持续扩大,经济总量增加 185.49 亿元,年均增长率上升为 55.64%;2010—2018 年研究区经济增量不断扩大,其经济增速逐渐放缓,年均增长率为 12.21%。从中可以看出,研究期间三江源地区经济发展速度在时间存在不平衡现象,1990—2010 年处于快速发展期,2010 年后进入发展缓慢期,但整体保持高速发展的态势。

为揭示研究期间三江源地区经济发展的空间演变特征,借助 ArcGIS 空间分析工具,采用自然断点法将研究区地均 GDP 变化量划分为 5 个等级,即高值区、较高值区、中值区、较低值区和低值区(图 2)。1990—2000 年同德县和泽库县为 GDP 增长高值区,玉树市、囊谦县、兴海县和河南县为较高值区,称多县、班玛县、甘德县和玛沁县为中值区,其余各县均为较低和低值区。2000—2010 年杂多县经济增速最大,由低值区跃升至较低值区,而河南县经济增速较为缓慢,由较高区下降至中值区,而其余各县经济增长等级属性保持稳定,与上一时期经济增加空间特征相似。2000—2018 年甘德县和河南县经济增长速度明显加快,增幅分别为 152.09%,141.62%,均由中值区跃升至较高值区,而玛沁县经济发展缓慢,经济增速最低,增幅仅为 103.79%,并由中值区下降至较低值区。总体来看,研究期间三江源地区经济增长空间不均衡,东部地区经济增速明显高于西部地区。

3.4 三江源地区生态经济系统协调度时空演化特征分析

三江源地区生态经济协调发展存在两种类型,即低度失调和低度协调。研究期间,三江源地区 C_{EEH} 值为 0.011 7,说明研究区生态经济处于低度协调发展状态,其中 1990—2000 年 C_{EEH} 值为 -0.016 3,说明该时期研究区生态经济发展处于低度失调状态,经济发展对生态环境产生严重的负面效应,经济发展与生态保护相悖,长此以往,将不利于区域生态系统的可持续发展。2000—2010 年、2010—2018 年 C_{EEH} 值分别为 0.023 7, 0.421 2,表明该时期研究区生态经济发展处于低度协调状况,且生态经济协调程度不断提升和改善。整体来看,研究区生态经济关系经历了由低度失调向低度协调演变的过程,生态经济协调关系得到明显改善,区域可持续性不断增强。

从三江源地区生态经济协调类型空间演化过程来看(图 3),1990—2000 年三江源地区各县以低度失调为主,低度失调县域数量为 9 个,占全部县域的 52.94%,生态经济协调度呈现恶化趋势,生态环境与经济发展矛盾不断加剧;2000—2010 年三江源地区各县生态经济协调类型变化显著,曲麻莱县、玉树市和泽库县持续恶化,处于低度失调状态;同德县、河南县和玛沁县生态经济关系不断恶化,由低度协调转变为低度失调;而格尔木市、杂多县和囊谦县等地区生态经济关系有所好转,并由低度失调转变为低度协调状态。2010—2018 年研究区生态经济系统协调度持续好转,除甘德县和久治县处于低度失调外,其余各县均处于低度协调状态,说明该时期研究区生态环境与经济发展矛盾趋向

缓和,生态经济系统处于协调状态。1990—2018 年甘德县、久治县和玉树市处于低度失调状态,而其余各县均处于低度协调状态,主要是甘德县、久治县和玉树市 ESV 呈现负增长态势,生态价值在经济增长中出现透支。值得注意的是,除甘德县、久治县和玉

树市生态经济协调度处于失调外,其余各县均处于协调状态,但其协调程度并不高,部分地区处于失调与协调的临界边缘,而社会经济的持续增长将加大生态环境的压力,生态经济协调度有可能降为失调状态,未来需要注意加强生态恢复与保护。

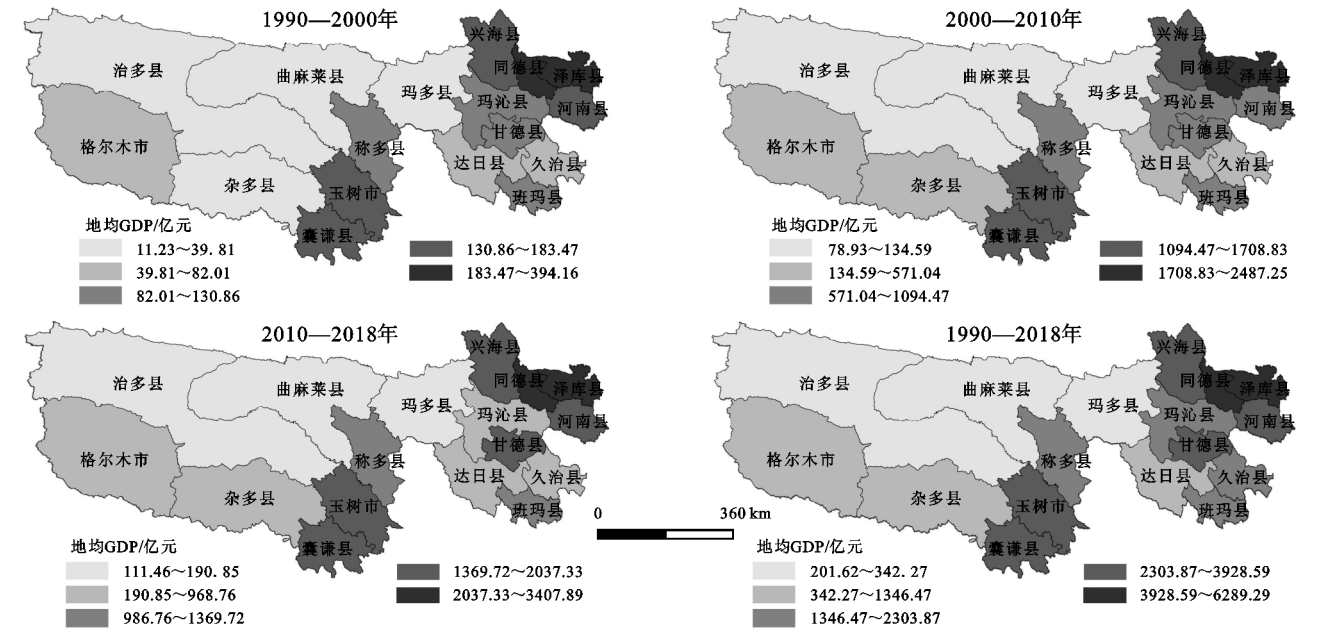


图 2 1990—2018 年三江源地区地均 GDP 变化

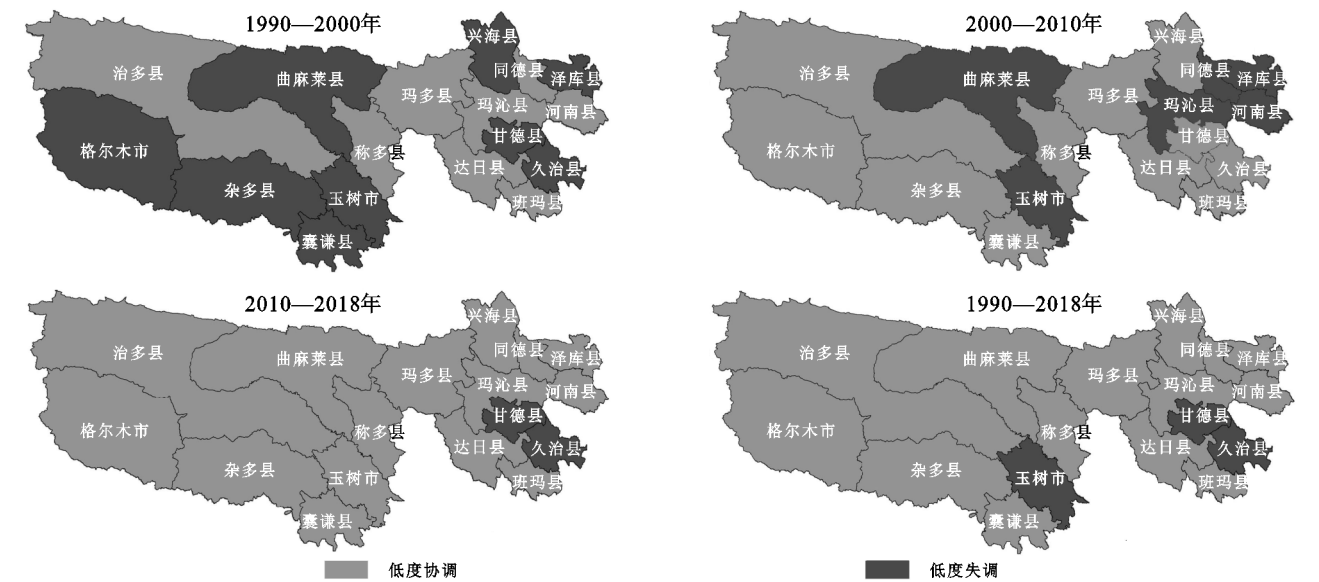


图 3 1990—2018 年三江源地区生态经济协调度变化

4 讨论

4.1 三江源地区生态系统服务价值计算

目前,ESV 的计算主要有物质量法和价值量法两种。本文基于谢高地等^[22]改进的单位面积价值当量因子法对三江源地区 ESV 进行评估,该方法与代替市场技术、模拟市场技术等方法相比,操作简便,评估全面,被广泛地应用于区域、国家以及全球尺度 ESV 的评估^[25]。近年来关于三江源地区 ESV 的评

估均采用该方法进行核算^[25-26],因此采用该方法对三江源地区 ESV 进行评估具有一定的科学性和合理性。但值得注意的是,该方法并未将土地利用类型与生态系统完全对应起来,不同土地利用类型单位面积 ESV 系数的取值只是近似值^[27]。而生态系统服务功能的强弱不仅与生态系统生物多样性、植被覆盖度和生产力等因素息息相关,同时也受到社会经济发展和人们支付意愿与能力的影响,本文通过农田粮食价值法对当量因子进行修正,为全面考虑生态系统的空间

异质性特征以及社会经济发展对生态系统服务的影响。因此,未来研究中应探索更精准的 ESV 评估方法和收集更详实的数据资料,从而提升 ESV 评估的精准度,确保 ESV 评估结果的可靠性和科学性。

4.2 生态经济协调度指数计算方法的选择

目前针对生态经济系统协调度指数的计算方法有很多^[1,6,14],本文在借鉴相关研究的基础上^[1,6,9],以单位面积 ESV 和单位面积 GDP 表征研究区生态环境状况和经济发展水平,以单位面积 ESV 变化率与单位面积 GDP 变化率的比值构建生态经济系统协调度指数。值得注意的是,生态经济系统具有丰富的内涵和外延,环境经济协调发展问题的综合性和复杂性绝非当前单个指标所能反映的,但受数据资料的限制,尚难对经济发展、生态建设做出全面的刻画^[5]。目前生态经济系统协调度评价方法还不完善,难以得出让公众和学术界普遍接受的结果,不同计算方法所获得的协调度指数存在较大差异,难以区分其优劣。因此未来应通过对相关参数进行更加精细和符合现实发展规律的设置,来优化协调度指数。

4.3 三江源地区生态经济协调度演化特征

通过对三江源地区 1990—2018 年生态经济协调度研究表明:三江源地区生态经济系统协调度指数呈现出增长态势,并由低度失调转变为低度协调状态。研究初期,研究区协调度指数为负,主要是该时期三江源地区过度放牧,致使草地退化,水域面积萎缩,经济快速发展的同时 ESV 出现下降,影响了生态经济系统的协调发展。而后,随着退耕工程、三江源保护建设项目以及生态文明建设政策的颁布和实施,草地得到恢复,生态系统功能不断提升,促进了区域生态经济系统的协调发展。从空间格局特征来看,协调地区主要分布在西部地区,可能的原因是退耕工程、三江源保护建设项目有效地改善和提升了西部生态环境质量,而经济发展的同时,当地的 ESV 也得到了极大的发挥,协调度指数上升,由于协调度的空间溢出效应,在一定程度上带动了相邻地区协调度的上升。失调地区主要分布在东部地区的甘德县、久治县和中部的玉树市,该地区林地面积的减少,导致 ESV 下降,而该地区也是经济发展较为活跃地区,城镇扩展导致部分生态资源被占用,造成 ESV 的损失,影响生态经济的协调发展。

5 结论

(1) 1990—2018 年三江源地区土地利用类型以草地和未利用地为主,不同时期土地利用变化差异较大,耕地、草地、水域和建设用地整体呈现增加趋势,未利用

地和林地呈现波动下降态势。相关生态政策和工程的实施以及土地利用的合理开发利用对三江源地区土地利用格局、均衡发展及其稳定性具有显著影响。

(2) 研究期间,三江源地区 ESV 呈现先减后增的变化趋势,各县 ESV 之间存在较大的空间差异性,除甘德县和久治县 ESV 呈下降趋势外,其余各县 ESV 均呈上升态势。未利用地的合理开发利用以及草地的恢复时区域 ESV 增加的主要原因。

(3) 1990 年以来三江源地区经济发展迅速,区域 GDP 呈现出持续增长的态势,但区域内各县之间空间差异显著,经济增长空间不均衡,且东部地区经济增速明显高于西部地区。

(4) 从生态经济协调度来看,三江源地区生态经济系统协调度经历了由低度失调向低度协调演变的过程,且不同时期协调度空间差异显著。但总体来看,研究区生态经济协调度整体偏低,主要以低度协调为主,且部分地区处于失调与协调的临界边缘,未来需要注意加强生态恢复与保护,实现生态环境价值化,促进生态经济系统协调发展。

参考文献:

- [1] 魏晓旭,赵军,魏伟,等.基于县域单元的中国生态经济系统协调度及空间演化[J].地理科学进展,2014,33(11):1535-1545.
- [2] 陈培阳,朱喜钢.基于不同尺度的中国区域经济差异[J].地理学报,2012,67(8):1085-1097.
- [3] 王鹏,王亚娟,刘小鹏,等.基于 RS 与 GIS 的沙坡头区生态系统服务价值研究[J].水土保持研究,2018,25(4):250-256.
- [4] 苏飞,张平宇.基于生态系统服务价值变化的环境与经济协调发展评价:以大庆市为例[J].地理科学进展,2009,28(3):471-477.
- [5] 朱玉鑫,姚顺波.基于生态系统服务价值变化的环境与经济协调发展研究:以陕西省为例[J].生态学报,2021,41(9):3331-3342.
- [6] 魏伟,石培基,魏晓旭,等.中国陆地经济与生态环境协调发展的空间演变[J].生态学报,2018,38(8):2636-2648.
- [7] 马丽,金凤君,刘毅.中国经济与环境污染耦合度格局及工业结构解析[J].地理学报,2012,67(10):1299-1307.
- [8] 吴跃明,郎东锋,张子珩,等.环境-经济系统协调度模型及其指标体系[J].中国人口·资源与环境,1996,6(2):51-54.
- [9] 张远,李芬,郑丙辉,等.海岸带城市环境-经济系统的协调发展评价及应用:以天津市为例[J].中国人口·资源与环境,2005,15(2):53-56.
- [10] 曾梦婷,李志刚.基于改进价值当量因子的北京市生态-经济协调度实证分析[J].生态经济,2021,37(4):163-169.
- [11] 隋建利,陈豪.生态足迹视域下环境与经济增长协调发展路径研究[J].财贸经济,2021,42(6):54-70.
- [12] 孔伟,任亮,王淑佳,等.河北省生态环境与经济协调发展

的时空演变[J].应用生态学报,2016,27(9):2941-2949.

[13] 李龙,吴大放,刘艳艳,等.基于 CA-Markov 模型的惠州市生态与经济协调度时空演变特征及模拟预测[J].生态与农村环境学报,2020,36(2):161-170.

[14] 张雅杰,马国创.荆州市域县市区生态经济耦合协调关系与发展模式研究[J].生态经济,2016,32(12):92-96.

[15] 王鹏,刘小鹏,姚晓艳,等.基于能值分析的宁夏生态经济系统可持续发展评价[J].生态经济,2018,34(1):70-73.

[16] 隋建利,陈豪.生态足迹视域下环境与经济增长协调发展路径研究[J].财贸经济,2021,42(6):54-70.

[17] 王奕淇,李国平.基于 SD 模型的黄河流域生态环境与社会经济发展可持续性模拟[J].干旱区地理,2022,45(3):901-911.

[18] 李春发,曹莹莹,杨建超,等.基于能值及系统动力学的新天津生态城可持续发展模式情景分析[J].应用生态学报,2015,26(8):2455-2465.

[19] 刘海霞,任栋栋.黄河流域生态保护与经济协调发展的现实之困及应对之策[J].生态经济,2021,37(7):148-153.

[20] 谢高地,张彩霞,张昌顺,等.中国生态系统服务的价值[J].资源科学,2015,37(9):1740-1746.

[21] Costanza R, d'Arge R, De Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997,387(6630):253-260.

[22] 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,2008,23(5):911-919.

[23] 徐丽芬,许学工,罗涛,等.基于土地利用的生态系统服务价值当量修订方法:以渤海湾沿岸为例[J].地理研究,2012,31(10):1775-1784.

[24] 苏胜亮,高明,徐锦娟,等.宁夏海原县生态脆弱性与经济贫困空间耦合关系[J].水土保持研究,2022,29(3):327-333.

[25] 郑德凤,郝帅,吕乐婷,等.三江源国家公园生态系统服务时空变化及权衡-协同关系[J].地理研究,2020,39(1):64-78.

[26] 赖敏,吴绍洪,尹云鹤,等.三江源区基于生态系统服务价值的生态补偿额度[J].生态学报,2015,35(2):227-236.

[27] 吴健生,黄乔,曹祺文.深圳市基本生态控制线划定对生态系统服务价值的影响[J].生态学报,2018,38(11):3756-3765.



(上接第 329 页)

[24] 廖艳梅,兰安军,尹林江,等.喀斯特山区农村居民点空间分布特征及其影响因素[J].水土保持研究,2021,28(06):233-241.

[25] 赵青松,兰安军,范泽孟,等.贵州省不同地貌形态类型土壤侵蚀强度变化的定量分析[J].地球信息科学学报,2020,22(7):1555-1566.

[26] 徐曼.基于 GIS 技术的彭州市湞江流域生态敏感度评价研究[D].成都:西南交通大学,2019.

[27] 骆继花,王鸿燕,谢志英.地图比例尺与遥感影像分辨率的关系探讨[J].测绘与空间地理信息,2015,38(12):61-64,71.

[28] 刘晓阳,曾坚,贾梦圆,等.闽三角城市群生态安全格局构建及城镇扩展模拟[J].生态学报,2020,40(21):7873-7885.

[29] 彭建,赵会娟,刘焱序,等.区域生态安全格局构建研究进展与展望[J].地理研究,2017,36(3):407-419.



(上接第 335 页)

[12] 李小云,董强,饶小龙,等.农户脆弱性分析方法及其本土化应用[J].中国农村经济,2007(4):32-39.

[13] 任威,熊康宁,盈斌,等.喀斯特地区不同地貌下农户生计脆弱性影响因子评估:以贵州花江、撒拉溪研究区为例[J].生态与农村环境学报,2020,36(4):442-449.

[14] 赵雪雁,介永庆,何小风,等.多重压力下重点生态功能区农户的生计适应性研究:以甘南黄河水源补给区为例[J].中国人口·资源与环境,2020,30(1):140-149.

[15] 张强.2010—2015 年甘南州夏河县草地植被动态变化分析[J].环境研究与监测,2017,30(2):5-8.

[16] 张峰,石军伟,陈鹏.甘肃夏河县发生地震 武警甘肃总队高效救援[J].中国减灾,2019(23):10.

[17] 夏河县统计局.2018 年夏河县国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. (2019-05-19)[2022-07-10]. <http://tjj.gnzhmzf.gov.cn/info/1045/1355.htm>.

[18] Kay S. Measuring Destitution: Integrating Qualitative and Quantitative Approaches in the Analysis of Survey Data[R]. IDS Working Paper 217, 2003.

[19] 徐爽,胡业翠.农户生计资本与生计稳定性耦合协调分析:以广西金桥村移民安置区为例[J].经济地理,2018,38(3):142-148,164.

[20] 马国璇,周忠发,朱昌丽,等.农户生计资本与生计稳定性耦合协调分析:以花江示范区峡谷村为例[J].水土保持研究,2020,27(3):230-237.

[21] 郭秀丽,杨彬如.贫困民族地区农户生计策略选择分析:以甘南州夏河县为例[J].中国农业资源与区划,2020,41(11):252-258.