

# 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

李 怡, 郭力宇, 温 豪

(西安科技大学 测绘科学与技术学院, 西安 710054)

**摘 要:**以陕西省陇县为研究对象,基于该区域 2000 年、2005 年、2010 年、2014 年四期遥感影像,探讨了陇县土地利用变化情况,并参照生态系统服务价值当量估算法定量分析了研究期内陇县的生态系统服务价值变化特征,以期为陇县生态环境保护和土地利用调控提供科学参考。结果表明:(1)近 14 年,陇县土地利用结构发生了明显变化,耕地、未利用地、水体的面积出现减少,林地、草地、建设用地的面积均有不同程度增加,草地面积增加最多,增长了 15.18%,耕地面积减少最多,减少了 2.68%。(2)研究期内,林地生态系统服务价值最高,依次为耕地、草地、水体和未利用地。陇县总生态系统服务价值增加了  $1.617 \times 10^7$  元,林地和草地的贡献度最大。耕地和水体面积减少引起食物生产、废物处理、水源涵养和娱乐文化的生态服务价值在不同时期出现下降。(3)不同时期,各地类的生态系统服务价值敏感系数均小于 1,表明生态系统服务价值对价值系数变化缺乏弹性,研究结果具有可信度。

**关键词:**土地利用变化;生态系统服务价值;渭北旱塬区;陇县

中图分类号:F301.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2019)01-0368-06

## Dynamic Changes of Land Use and Ecosystem Service Values in the Arid-Highland, North of Weihe River in Shaanxi Province —A Case Study of the Long County

LI Yi, GUO Liyu, WEN Hao

(College of Geomatics, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

**Abstract:** Strengthening the study of land use change and ecological service in ecologically fragile regions is conducive to regional environmental protection and land use management. Based on the remote sensing images of 2000, 2005, 2010 and 2014, we quantitatively analyzed the characteristics of the land use changes and the ecosystem service value changes in Long County by using dynamic index, sensitivity coefficient, information entropy and the table of equivalent value per unit area of ecosystem services. The results showed that the land use structure of Long County changed significantly in the past 14 years. The areas of farmland, unused land, and water body decreased, while the areas of forestland, grassland, and construction land increased with various degrees. The area of grassland increased by of 15.18%, the maximum increment of area was found in grassland. The area of farmland decreased by of 2.68%, and the maximum decline of area occurred in the farmland. During the study period, forest had the highest ecosystem service value, followed by farmland, grassland, water body and unused land. The aggregate value of ecosystem service increased by  $1.617 \times 10^7$  RMB, the contribution of forest and grassland to the value was the most. The ecosystem service values of food production, waste treatment, water conservation, and entertainment culture presented the declining trend in different periods, which was caused by the reduction of farmland area and water body. Every sensitivity coefficient of land ecological service value was less than 1, indicating that ecological service value was lack of elasticity to ecosystem service function indexes and the results were credible.

**Keywords:** land use change; ecosystem services value; the arid-plain, north of Weihe River; Long County

生态系统结构相互作用产生了生态系统功能,生态系统功能提供给人类发展的各种福利称之为生态系统服务<sup>[1-4]</sup>,包括有形的产品供给和无形的服务提供两方面。主要分为供给服务、支持服务、调节服务和文化服务4种类型。生态系统服务价值评估不仅揭示了生态系统结构与功能的完整性,而且为健全生态补偿机制提供科学依据。通过价值量的形式可形象表征生态系统给予人类的福祉,增强人类对生态环境的保护意识<sup>[5]</sup>。Costanza等最先估算了全球生态系统服务价值<sup>[4]</sup>,之后,生态系统服务价值研究成为生态学与地理学的研究热点。如:Luisetti等对英国北部海岸带生态服务价值进行了评估,以期政策的调整提供实证依据<sup>[6]</sup>;Camacho-Valdez等主要通过市场价值转移法估算了墨西哥西北部滨海湿地的生态系统服务价值,建议此地区优先考虑生态环境保护<sup>[7]</sup>。张琨等以试验数据为基础研究了典型退耕还林(草)区土壤保持服务、水文调节服务和植被碳固定服务的变化,以此分析植被恢复对主要生态系统服务的作用<sup>[8]</sup>。尚慧敏等参照市场价值法、影子工程法、费用成本法、成果参照法等分析了胶州湾滨海湿地生态系统服务价值变化<sup>[9]</sup>。

土地利用是人类活动按照一定的社会、经济目的对地表进行经营和改造的一项长期且复杂的过程<sup>[10]</sup>。土地利用不仅改变地表结构,而且会影响物质循环和能量交换等主要生态过程,影响整个生态系统的结构和功能,进而影响生态系统服务与人类福祉,因此基于土地利用研究生态服务价值变化是最直接的方法<sup>[11-14]</sup>。土地利用变化对生态系统服务的影响主要体现在3个方面,一是不同的土地利用类型产生的生态系统服务各有差异,二是土地利用格局变化对生态系统服务产生显著影响,三是不同土地利用强度对生态系统服务产生的影响不同<sup>[10]</sup>。本文主要研究前两个方面的影响作用。

陇县是关中与大西北交通要隘,陕西奶畜基地、果蔬种植和粮食种植基地,区域生物类型多样,旅游资源丰富,同时该区域沟壑纵横,地形破碎,水土流失严重,生态环境脆弱,属于典型的渭北旱塬区域。自2000年,陇县深入推进退耕还林还草工程,积极融入关中天水经济区和丝绸之路建设,历经十几年发展,区域林草覆盖面积显著提升,城镇化水平快速提高,同时出现一系列水资源短缺、环境污染、城镇用地快速扩张、农村空心化严重等人地矛盾问题。目前,学界基于陕西渭北旱塬区大尺度区域研究较多,且主要集中在土地利用变化,土壤、农业、气候变化等方向<sup>[15-18]</sup>,针对此区域内县域层面的研究工作开展较少,尤其是关于生态系统研究更为薄弱。本文旨在通

过定量分析陇县2000年、2005年、2010年、2014年土地利用与生态系统服务价值的变化特征,全面综合认识陇县生态系统演进趋势,以期对陇县土地利用优化调控和生态环境保护提供科学依据,最终实现生态—社会—经济协调可持续发展。

## 1 研究区概况

陇县地处渭北黄土高原西部的陇山东麓,地理坐标界于东经106°26′32″—107°8′17″,北纬34°35′17″—35°6′45″,属宝鸡市辖县,位于陕甘交界。县城距宝鸡市城区84 km,距西安市城区250 km,距平凉城区70 km。地表水分属渭河、泾河两大水系。海拔800.2~2 466 m,地貌类型复杂多样,关山横亘于西南,千山绵延于西北,千河横贯其中,境内有中山、低山、沟壑、梁峁和河谷阶地,属黄土侵蚀地貌。气候属暖温带大陆性季风区半湿润气候,光热资源丰富,雨热同期,年均气温10.7℃,年均降雨量600.1 mm,年均日照时长2 033.3 h。陇县所辖12个镇1个管委会158个行政村,土地总面积22.59万hm<sup>2</sup>,2017年末全县GDP为67.55亿元,总人口27.28万人,农业人口17.4万。

## 2 研究方法

### 2.1 土地利用数据来源与处理

本文采用的遥感影像资料来源于2000年、2005年、2010年Landsat TM影像以及2014年Landsat OLI影像,利用ENVI 5.1软件对遥感影像进行预处理,辐射校正,几何校正和图像配准,进一步在人机交互方式下解译。参照我国《土地利用现状分类》方法,根据具体研究目标和研究区实际情况将土地利用类型划分为林地、草地、耕地、建设用地、水体和未利用地6大地类。经野外取点验证,准确率达到85%以上。

### 2.2 生态系统服务价值计算

Costanza等提出的全球生态系统服务价值评估方法在全球已得到广泛应用<sup>[19]</sup>。谢高地等基于对中国生态系统的广泛基础性研究,并参考200多位中国生态学家的调查问卷,对该方法进行了修正,制定了中国生态系统服务价值当量因子表<sup>[20]</sup>。生态系统服务价值当量因子指生态系统产生的潜在生态服务价值相对贡献大小,1个标准生态服务价值当量因子的经济价值与当年研究区粮食单产市场价值比值是1:7,利用该方法可修正生态系统服务当量并推广到全国不同区域开展研究,使结果更符合实际<sup>[21]</sup>。2000—2014年,陇县平均粮食产量2 875.13 kg/hm<sup>2</sup>,平均粮食价格为2.26元/kg,所以陇县一个标准生态系统服务价值当量因子为928.26元/hm<sup>2</sup>,进

一步计算出陇县生态系统服务价值系数(表 1),生态系统服务价值的计算公式:

$$ESV=(A_k\times VC_k)$$
(1)

$$ESV_f=(A_k\times VC_{fk})$$
(2)

式中:ESV 是生态系统服务价值; $A_k$  为第  $K$  类土地利用面积; $VC_k$  为第  $k$  类土地利用的单位面积生态系统服务价值系数; $ESV_f$  为第  $f$  类生态功能价值; $VC_f$  为第  $k$  类土地利用的第  $f$  种服务功能价值系数。

表 1 陇县土地利用类型的生态系统服务价值系数 元/( $\text{hm}^2\cdot\text{a}$ )

生态系统服务与功能	森林	草地	农田	水体	未利用地
气体调节	3248.90	742.61	464.13	0.00	0.00
气候调节	2506.30	835.43	826.15	427.00	0.00
水源涵养	2970.42	742.61	556.95	18936.46	27.85
土壤形成与保护	3620.21	1810.10	1355.26	9.28	18.57
废物处理	1216.02	1216.02	1522.34	16894.29	9.28
生物多样性保护	3026.12	1011.80	659.06	2311.36	315.61
食物生产	92.83	278.48	928.26	92.83	9.28
原材料	2413.47	46.41	92.83	9.28	0.00
娱乐文化	1188.17	37.13	9.28	4028.64	9.28
合 计	20282.43	6720.59	6414.26	42709.14	389.87

2.3 单一土地利用动态度

单一土地利用类型动态度是指研究区一定时间范围内某种土地利用类型的年际变化率<sup>[22]</sup>,其计算公式为:

$$K=\frac{U_b-U_a}{U_a}\times\frac{1}{T}\times100\%$$
(3)

式中: $U_a$ 、 $U_b$  为某一地类研究初期与末期的面积; $T$  为研究时间段。

2.4 土地利用程度

土地利用程度用来分析研究区土地利用的深度与广度,既可量化揭示土地固有的自然属性,也可反映人类活动与自然环境相互作用的综合效应<sup>[23-24]</sup>。

$$L_a=100\times\sum_{i=1}^n P_i\times Q_i$$
(4)

式中: $L_a$  为土地利用程度指数; $P_i$  为第  $i$  极土地利用程度分级指数; $Q_i$  为第  $i$  级土地利用程度地类所占面积百分比,土地利用分级标准见表 2。

表 2 土地利用程度分级标准

分级指数	分级类型	各分级所含土地利用类型
1	未利用地	未利用地或难利用地
2	林、草、水用地级	林地、草地、水域
3	农业用地级	耕地、园地、人工草地
4	城镇聚落用地级	城镇、居民地、交通用地

2.5 土地利用信息熵

土地利用结构演变是人类有目的对土地利用系统施加的一种人为干扰,这种干扰有正负之分,它对一定时间范围内土地利用系统的有序程度产生影响,可通过信息熵定量描述土地利用系统有序程度,熵值越大,土地利用越无序,熵值越小,土地利用系统愈趋稳定,朝有序方向发展<sup>[25]</sup>。

$$H=-\sum_{i=1}^n \lg P_i$$
(5)

式中: $H$  为土地利用信息熵; $P_i$  为研究区各地类占区域总面积百分比; $n$  为土地利用类型数量。

2.6 敏感性分析

敏感性系数(CS)可描述一定时间段生态系统服务价值对生态服务价值系数的依赖度,通过该系数能够验证选用的生态服务价值系数是否符合本研究区域。 $CS>1$  时表示 ESV 对 VC 是富有弹性,其结果可信度低; $CS<1$  时表示 ESV 对 CS 缺乏弹性,其结果可信度高。此外,CS 越大,表明生态服务价值系数的准确性对于价值评估越关键。本文将各地类的生态服务价值系数分别调整 50% 进行敏感性分析<sup>[26]</sup>,CS 计算公式为:

$$CS=\frac{(ESV_j-ESV_i)/ESV_i}{(VC_{jk}-VC_{ik})/VC_{ik}}$$
(6)

式中:CS 为敏感性系数;ESV 为总生态系统服务价值。VC 为生态系统服务价值系数; $i$  和  $j$  表示最初与调整后的价值系数。 $K$  为各土地利用类型。

3 土地利用变化特征分析

3.1 土地利用类型面积变化

由表 3 可以看出 2000—2014 年研究区土地利用结构发生了显著变化。耕地变化最为明显,呈持续下降态势,减少面积为 6 055.40  $\text{hm}^2$ ,减幅达 8.50%,占比下降了 2.68%。未利用地面积也呈下降趋势,减少了 33.10  $\text{hm}^2$ ,占比下降了 0.01%。林地、建设用地和草地面积持续上升。草地面积增加最多,增加量为 4 183.30  $\text{hm}^2$ ,增幅为 15.18%,占比上升了 1.85%。其次林地增加 1 684.18  $\text{hm}^2$ ,增幅为 0.01%,占比增加了 0.75%。建设用地增加 345.63  $\text{hm}^2$ ,增幅为

9.95%，占比增加了 0.15%。水体变化趋势较为不稳定，前期呈增加趋势，中期面积减少，后期又有所回升，但末期相比较初期，面积减少了 124.62 hm<sup>2</sup>，减幅为 15.72%，占比减少了 0.06%。

表 3 2000—2014 年陇县土地利用变化

项目	2000 年		2005 年		2010 年		2014 年		动态度/%		
	面积/ hm <sup>2</sup>	占总面积 比例/%	面积/ hm <sup>2</sup>	占总面积 比例/%	面积/ hm <sup>2</sup>	占总面积 比例/%	面积/ hm <sup>2</sup>	占总面积 比例/%	2000—2005	2005—2010	2010—2014
草地	27565.70	12.20	30569.00	13.53	31725.30	14.04	31749.00	14.05	2.18	0.76	0.02
耕地	71057.50	31.45	66599.10	29.48	65389.10	28.94	65002.10	28.77	-1.25	-0.36	-0.15
建设用地	3476.53	1.54	3534.13	1.56	3584.10	1.59	3822.16	1.69	0.33	0.28	1.66
林地	122912.00	54.40	124323.00	55.03	124474.21	55.09	124596.18	55.15	0.23	0.02	0.02
水体	792.70	0.35	795.81	0.35	660.58	0.29	668.07	0.30	0.08	-3.40	0.28
未利用地	126.79	0.06	110.16	0.05	97.92	0.04	93.69	0.04	-2.62	-2.22	-1.08

3.2 土地利用类型变化动态度分析

各种土地利用类型在不同时期变化程度差异明显。2000—2005 年是退耕还林还草工程深入推进时期，此时段，耕地面积减少动态度大于其他各时期，草地和林地面积增长动态度高于其他各时期，且耕地减少动态度与草地增加的动态度均逐渐减小。林地在 2005 年之后，动态变化度趋于稳定，建设用地在 2010—2014 年动态变化程度最大，水体在 2005—2010 年动态变化度最高，且为耗减状态，未利用地减少的动态度持续降低。

3.3 土地利用程度分析

研究期间，陇县土地利用综合程度指数均在 200~300 之间，高于全国平均水平 231，说明土地利用程度处于中等水平（2000 年、2005 年、2010 年、2014 年土地利用程度综合指数分别为 234.47、232.56、232.07、232.11）。前 10 年土地利用程度逐渐变小，反映土地利用处于衰退阶段，由于此阶段正处于外出打工热潮，人们缺乏对土地的管理，以及退耕还林的持续推进和建设用地扩张侵占大量农田，使得土地利用级别较高的耕地大量减少，因此其土地利用程度逐渐减弱。2014 年土地利用程度指数略微上升，说明后期陇县土地利用方式渐趋合理，土地能够得到较高度利用。

3.4 土地利用信息熵分析

由式（4）可得到 4 期土地利用信息熵分别为 0.451 6、0.455 2、0.455 6、0.456 8，土地利用信息熵指数逐渐增大，表明陇县土地利用系统有序度降低，无序度上升。进入 21 世纪，随着社会经济的快速发展，城镇化不断提高，建设用地扩张侵占大量耕地和其他生态用地，致使县域整体土地利用系统朝无序方向发展。2000—2005 年期间，整体土地利用信息熵增长率最高，为 0.07%，此阶段人为干扰因素大，县域注重城市化发展，对土地利用管控不够，后期增长率有所下降，说明陇县在发展过程中逐渐重视经济发展和自然环境保

护相协调，逐步对土地利用结构进行合理调整。

4 生态系统服务价值分析

4.1 各地类的生态系统服务价值分析

从各土地利用类型分析，林地的生态系统服务价值最高，且呈现逐年增长趋势，总增长 3.274×10<sup>7</sup> 元，2005—2010 年增长量最多，为 2.720×10<sup>7</sup> 元，占林地总增长价值的 83.07%。其次，耕地的生态系统服务价值次之，但一直处于减少趋势，14 a 间，总共减少了 3.884×10<sup>7</sup> 元，仅前 5 a，减少价值占总耕地减少价值的 73.64%。草地的生态服务价值次于林地和耕地，呈增长趋势，共增长了 2.811×10<sup>7</sup> 元，前 5 年，草地的增长价值最高，占草地总增长价值的 71.79%。水体占研究区域面积较少，仅为 0.30% 左右，因此其生态系统服务价值占总生态系统服务价值比重偏低，仅为 1.00% 左右，且研究期间减少了 5.33×10<sup>6</sup> 元（表 4）。水体具有较高生态系统服务价值系数，研究区域应注重对水资源的保护，发挥其调节生态系统服务功能的能动作用。

4.2 土地利用变化对生态系统服务价值影响

研究期间，土地利用变化对生态系统服务价值产生显著影响。总生态系统服务价值增长了 1.670×10<sup>7</sup> 元，增幅为 0.52%，主要由于生态服务价值较高的草地和林地面积增长最多，其生态系统服务价值系数仅次于水体，虽然水体面积有所减少，但减少面积较少，综合影响下生态系统服务价值依然增长。各单项生态功能中，只有废物处理和食物生产的生态服务价值下降，因为水体的废物处理服务价值系数最高，耕地其次，而两者面积均有下降，因此废物处理的服务价值下降最多。水体面积在 2005—2010 年期间大量缩减，因此废物处理价值此时间段减少最多。此外，水体的水源涵养价值系数和娱乐文化价值系数远远大于其他地类，所以 2005—2010 年，水源涵

养服务价值和娱乐文化服务价值出现下降。耕地的食物生产价值系数最高,是其他地类此功能价值系数的 3~10 倍,因此耕地的大面积减少势必导致食物生产价值下降,耕地在 2000—2005 年面积下降最多,因此食物生产价值在此时间段显著降低,后期,减少量逐渐下降(表 5)。

表 4  陇县 2000—2014 年各类用地生态系统服务价值

项目	ESV/10 <sup>6</sup> 元				ESV 变化量/10 <sup>6</sup> 元			
	2000 年	2005 年	2010 年	2014 年	2000—2005 年	2005—2010 年	2010—2014 年	2000—2014 年
草地	185.26	205.44	213.21	213.37	20.18	7.77	0.16	28.11
耕地	455.78	427.18	419.42	416.94	−28.60	−7.76	−2.48	−38.84
林地	2494.37	2521.57	2524.64	2527.11	27.20	3.07	2.47	32.74
水体	33.86	33.99	28.21	28.53	0.13	−5.78	0.32	−5.33
未利用地	0.022	0.043	0.038	0.037	0.02	−0.01	0.00	0.02
合计	3169.29	3188.22	3185.52	3185.99	18.93	−2.70	0.47	16.70

表 5  2000—2014 年陇县生态系统服务价值结构变化

项目	ESV/10 <sup>6</sup> 元				ESV 变化量/10 <sup>6</sup> 元			
	2000 年	2005 年	2010 年	2014 年	2000—2005 年	2005—2010 年	2010—2014 年	2000—2014 年
气体调节	453.01	457.53	458.31	458.54	4.52	0.78	0.23	5.53
气候调节	390.30	392.49	392.78	392.79	2.19	0.29	0.01	2.49
水源涵养	440.37	444.16	442.23	442.53	3.79	−1.93	0.3	2.16
土壤形成与保护	591.43	595.68	596.67	596.63	4.25	0.99	−0.04	5.2
废物处理	304.64	303.18	300.65	300.36	−1.46	−2.53	−0.29	−4.28
生物多样性保护	448.73	452.91	453.43	453.58	4.18	0.52	0.15	4.85
食物生产	85.13	81.95	81.15	80.81	−3.18	−0.8	−0.34	−4.32
原材料	304.70	307.66	307.96	308.22	2.96	0.3	0.26	3.52
娱乐文化	151.00	152.68	152.34	152.52	1.68	−0.34	0.18	1.52
合计	3169.31	3188.24	3185.52	3185.98	18.93	−2.72	0.46	16.67

4.3  敏感性分析

由图 1 可以分析出,生态系统服务价值的敏感性由高到低依次是林地、耕地、草地、水体、和未利用地。林地作为敏感性系数最高的地类,各年份均为 0.79,说明研究区林地的生态价值系数增加 1%时,林地生态服务总价值增加 0.79%。不同时期,各种土地利用类型的敏感性系数均小于 1,表明研究区的生态系统服务相对于价值系数变化缺乏弹性,无论本研究将研究区的生态系统服务价值系数估算偏高或偏低,对于估算生态系统服务价值的影响都较小,因此本研究结果具有可信度,符合陇县实际情况。

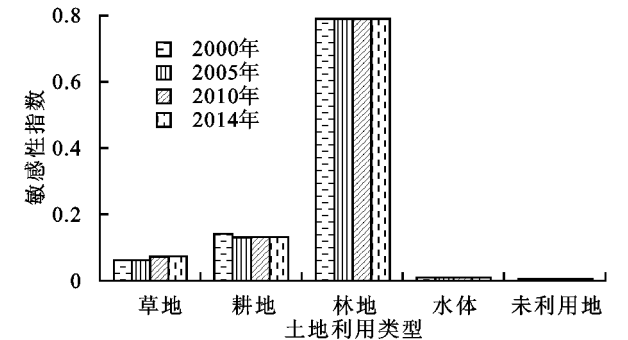


图 1  生态系统服务价值敏感性指数变化

5  结 论

(1) 研究期间内,陇县土地利用结构产生了显著变化。主要表现在:林地、建设用地和草地面积有不同比例增长,草地面积增长最多,建设用地的增幅最大,耕地是主要输出地类,减少面积达 6 055.40 hm<sup>2</sup>。在主要土地利用类型中,耕地的动态变化度仅次于建设用地。陇县土地利用程度虽高于全国平均水平 231,但研究期间土地利用程度明显衰退,主要原因是土地利用级别较高的耕地大量流失,并且土地利用信息熵指数逐渐增加,表明陇县土地利用系统朝无序方向发展。

(2) 受土地利用变化的影响,陇县生态系统服务价值处于逐渐增长趋势,就不同地类生态系统服务价值而言,林地生态系统服务价值最高,其次为耕地、草地、水体、未利用地。研究期间,陇县总生态系统服务价值增长了 0.52%,主要得力于林地和草地的生态系统服务价值增长的贡献,说明退耕还林还草等生态恢复工程对改善当地生态环境发挥了积极作用。耕地的减少虽然对食物生产价值产生了负面影响,但由

于食物生产对总生态系统服务价值贡献率很小,因此退耕还林草工程不会对研究区粮食生产产生根本改变。此外,耕地与水体面积减少对废物处理服务价值、水源涵养服务价值、娱乐文化服务价值在不同时段均产生负面影响。不同时期,各种土地利用类型的敏感性系数均小于1,说明研究区域的生态服务价值估算结果具有可信度。

(3) 本文基于遥感和地理信息技术,参照中国生态系统服务价值当量因子表分析了研究区内5种土地利用类型的生态服务价值变化,由于有关建设用地的生态服务价值估算方法缺乏统一性,文章未能估算建设用地的生态服务价值。再者文章只考虑了研究时段内特定年份的土地利用和生态系统服务价值变化,研究结果缺乏细致性年际分析,影响测算结果的精确性,后期研究工作中需深入分析土地利用和生态系统服务价值的年际变化特征,关于建设用地生态系统服务价值估算也是未来研究重点,还需加强长时间序列的土地利用变化和生态服务价值变化的比较分析。

#### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] Repetto R. Accounting for environmental assets[J]. Scientific American, 1992,266(6):94-100.
- [3] Herman E. Daly, Joshua Farley,徐中民. 生态经济学[M]. 郑州:黄河水利出版社,2007.
- [4] Costanza R, d'Arge R, Groot R D, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997,387(1):3-15.
- [5] 谢高地,鲁春霞,肖玉,等. 青藏高原高寒草地生态系统服务价值评估[J]. 山地学报,2003,21(1):50-55.
- [6] Luisetti T, Turner R K, Jickells T, et al. Coastal Zone Ecosystem Services:from science to values and decision making;a case study[J]. Science of the Total Environment, 2014,49(3):682-693.
- [7] Camacho-Valdez V, Ruiz-Luna A, Ghermandi A, et al. Valuation of ecosystem services provided by coastal wetlands in northwest Mexico[J]. Ocean & Coastal Management, 2013,78(3):1-11.
- [8] 张琨,吕一河,傅伯杰. 黄土高原典型区植被恢复及其对生态系统服务的影响[J]. 生态与农村环境学报,2017,33(1):23-31.
- [9] 商慧敏,郗敏,李悦,等. 胶州湾滨海湿地生态系统服务价值变化[J]. 生态学报,2018,38(2):421-431.
- [10] 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.
- [11] Tuan Y F. Geography, phenomenology, and the study of human nature[J]. Canadian Geographer, 2010,15(3):181-192.
- [12] Zhao B, Kreuter U, Li B, et al. An ecosystem service value assessment of land-use change on Chongming Island, China[J]. Land Use Policy, 2004,21(2):139-148.
- [13] 赵亮,刘吉平,田学智. 近60年挠力河流域生态系统服务价值时空变化[J]. 生态学报,2013,33(10):3169-3176.
- [14] 刘桂林,张落成,张倩. 长三角地区土地利用时空变化对生态系统服务价值的影响[J]. 生态学报,2014,34(12):3311-3319.
- [15] 傅伯杰. 渭北旱原土地类型特征及其利用[J]. 陕西师大学报:自然科学版,1985(2):101-108.
- [16] 李团胜,周育红,刘哲明. 宝鸡渭北旱塬农业气候资源分析与评价[J]. 西北大学学报:自然科学版,2002,32(2):189-193.
- [17] 庞奖励,张卫青,黄春长,等. 渭北高原土地利用变化对土壤剖面发育的影响:以洛川—长武塬区耕地转为苹果园为例[J]. 地理学报,2010,65(7):789-800.
- [18] 刘引鸽. 宝鸡渭北区域气温变化研究[J]. 宝鸡文理学院学报:自然科学版,2004,24(3):223-227.
- [19] 涂小松,龙花楼. 2000—2010年鄱阳湖地区生态系统服务价值空间格局及其动态演化[J]. 资源科学,2015,37(12):2451-2460.
- [20] 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.
- [21] 周德成,罗格平,许文强,等. 1960—2008年阿克苏河流域生态系统服务价值动态[J]. 应用生态学报,2010,21(2):399-408.
- [22] 马明德,谢应忠,米文宝,等. 宁夏东部风沙区土地利用/覆盖变化及其生态效应研究:以宁夏回族自治区盐池县为例[J]. 干旱区资源与环境,2014,28(4):8-14.
- [23] 王秀兰,包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展,1999,18(1):83-89.
- [24] 刘正恩,孙双印,高建民. 河北省怀来县土地利用程度及其区域差异分析[J]. 干旱区资源与环境,2010,24(11):125-128.
- [25] 陈浩,李正国,唐鹏钦,等. 气候变化背景下东北水稻的时空分布特征[J]. 应用生态学报,2016,27(8):2571-2579.
- [26] 刘焱序,任志远,李春越. 秦岭山区景观格局演变的生态服务价值响应研究:以商洛市为例[J]. 干旱区资源与环境,2013,27(3):109-114.