

奈曼旗土地利用动态及其生态系统服务功能

乌义汉¹, 秦富仓², 郭月峰¹, 李龙¹, 刘艳琦¹

(1. 内蒙古农业大学 沙漠治理学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古农业大学 林学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘要: [目的] 研究内蒙古自治区奈曼旗土地利用动态及生态系统服务功能与价值的演变情况, 为该区土地的合理利用及生态治理工作提供科学依据。[方法] 基于奈曼旗 2000, 2010 与 2018 年土地利用数据, 运用 ArcGIS, Envi Classic 计算土地利用动态度与土地利用转移矩阵, 分析土地利用变化及生态系统服务的演变特征。[结果] ① 2000—2018 年间奈曼旗呈“林地—水域—沙地”主导的土地类型演变特征, 即林地、水域面积增加, 沙地面积减少; 其中林地面积净增 312 100 hm², 水域面积净增 500 hm², 沙地面积净减 142 100 hm²。② 时间上, 生态系统服务价值变化呈“一减一增”的趋势, 其服务价值由 2000 年的 3 050.7 万元减至 2010 年的 1 991.58 万元再增至 2018 年的 4 728.55 万元。③ 空间上, 生态系统服务高值区、中值区与低值区分别位于南部、中部和北部, 形成了“高一中—低”的区域分布格局。④ 生态系统服务功能上, 气候调节的变化最为明显, 其对应的服务价值由 2000 年的 801.64 万元增至 2018 年的 1 349.85 万元。[结论] 2000—2018 年间, 研究区土地利用变化明显, 其覆被结构明显优化, 生态系统服务功能与服务价值也均提高。

关键词: 土地利用动态; 转移矩阵; 生态系统服务功能; 生态治理; 协调发展; 奈曼旗

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2020)04-0321-08

中图分类号: F301.24

文献参数: 乌义汉, 秦富仓, 郭月峰, 等. 奈曼旗土地利用动态及其生态系统服务功能[J]. 水土保持通报, 2020, 40(4): 321-328. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2020.04.043; Wu Yihan, Qin Fucang, Guo Yuefeng, et al. Land use dynamics and ecosystem service founction in Naiman Banner [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2020, 40(4): 321-328.

Land Use Dynamics and Ecosystem Service Founction in Naiman Banner

Wuyihan¹, Qin Fucang², Guo Yuefeng¹, Li Long¹, Liu Yanqi¹

(1. College of Desert Governance, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China; 2. College of Forestry, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010018, China)

Abstract: [Objective] The dynamics of land use and the evolution of ecosystem service function and value in Naiman Banner of Inner Mongolia Autonomous Region were studied in order to provide a scientific basis for rational land use and ecological management in this area. [Methods] Based on the land use data of Naiman Banner in 2000, 2010 and 2018, ArcGIS and Envi Classic software were used to calculate the land use dynamic attitude and land use transfer matrix, to analyze the evolution characteristics of land use change and ecosystem services. [Results] ① From 2000 to 2018, the evolution characteristics of land use type in Naiman Banner were dominated by “woodland-water area-sandy land”, that was, the woodland and water area was increased, while the sandy land area was decreased. The forest area increased 312 100 hm², the water area increased 500 hm², while the sand area decreased 142 100 hm². ② In terms of time, the value of ecosystem services showed a trend of “decreasing and increasing”. The value of ecosystem services decreased from 30.507 million yuan in 2000 to 1.915 58 million yuan in 2010 and then increased to 47.285 5 million yuan in 2018. ③ Spatially, the high-value region, the middle-value region and the low-value region of ecosystem services were located in the south, the middle and the north respectively, forming a regional distribution

收稿日期: 2020-04-03

修回日期: 2020-05-24

资助项目: 国家重点研发计划重点专项“荒漠化治理技术产业化机制和业态培育”(2017YFC0506702)

第一作者: 乌义汉(1995—), 女(蒙古族), 内蒙古自治区赤峰市人, 硕士研究生, 研究方向为荒漠化防治和土地资源管理。Email: 2221636065@qq.com。

通讯作者: 秦富仓(1966—), 男(汉族), 内蒙古自治区呼和浩特市人, 教授, 博士生导师, 主要从事土壤侵蚀, 水土保持和土地资源管理等方面的教学与研究。Email: WYH788465@163.com。

pattern of “high-medium-low”. ④ In terms of ecosystem services, the change in climate regulation was the most obvious, the corresponding service value increased from 8.016 4 million yuan in 2000 to 13.498 5 million yuan in 2018. [Conclusion] From 2000 to 2018, the land use in the study area changed significantly, its cover structure was optimized significantly, and the ecosystem service function and value were also improved.

Keywords: land use dynamics; transfer matrix; ecosystem service functions; ecological management; coordinated development; Naiman Banner

土地利用方式将直接影响生态系统的服务功能与价值,合理的土地利用会提高服务功能,改善生境质量;不合理的土地利用会使生态系统失去平衡,降低服务功能与服务价值。自1993年对土地利用与生态系统的研究被列入“全球地圈与生物圈计划和全球环境变化人文计划”^[1-3]之后,一直作为全球环境领域的核心内容被国内外众多学者所研究,国外包括 Yan 等^[4]人以中国三江平原地区为研究区,分析60年间土地覆被变化对生态系统服务的影响发现,湿地转为耕地后服务价值也产生变动。Wang 等^[5-6]对中国横断山区近10 a的研究也发现还林还草政策会使生态系统服务价值明显提高。国内对土地利用及生态系统的研究始于20世纪90年代,包括运用遥感技术对土地利用/覆被进行监测、建立模型、数据库,分析土地利用对生态系统服务和生态效应的影响。因生态系统服务是人类从生态环境中获得的直接和间接利益,对生态系统的研究有助于推进当地的可持续发展^[7],对制定生态治理政策^[8]、合理配置资源等^[9]工作提供科学依据。而目前对于生态系统服务的研究主要以 Costanza 等国外学者^[10]及谢高地^[11]等国内学者为主,前者研究了生态系统服务价值的计算方法,后者则基于前期研究成果展开调查并修订了中国陆地生态系统单位面积ESV当量表并广泛应用于中国各个区域。本文基于国内外相关研究,分析中国北方农牧交错带典型脆弱区^[12]的土地利用及生态系统,因该区存在生态系统失衡、环境退化明显等生态特征,不合理的土地利用会促使当地荒漠化、盐碱化等土地退化问题^[13]。而地处北方农牧交错带的内蒙古自治区奈曼旗作为典型的生态环境脆弱区,常年遭受科尔沁沙地等自然因素和不合理的土地利用等人为因素的双重危害,是亟需解决的生态治理区域^[14-15]。因此基于以上理念选取奈曼旗为研究区,利用2000,2010与2018年的土地利用变更数据,运用ArcGIS,Envi Classic计算土地利用动态度与土地利用转移矩阵,分析土地利用变化及生态系统服务的演变特征。结合研究区土地利用方式及生态环境质量对制定土地利用总体规划、荒漠化防治政策、生态治理工程提供科学意见。

1 研究区概况

奈曼旗地处内蒙古自治区通辽市辽西山地北部和西辽河平原南端(120°19′40″—121°35′40″E,42°14′40″—43°32′20″N),东西宽68 km,南北长140 km,全境总面积8 137.6 km²。奈曼旗是一个由蒙古族与汉族形成的44万人口的旗县,辖14个苏木乡镇和355个嘎查村。位于“西北—东南”方向的出海地理走廊,属西部大开发、振兴东北老工业基地及环渤海经济圈叠交区域,因地缘优势拥有丰富的矿产、林业等资源。2018年奈曼旗生产总值达79.16亿元,其中三产分别达到33.61亿元,15.81亿元和29.74亿元。受地理位置的影响,研究区属北温带大陆性季风干旱气候,年平均降水量366.3 mm;最高气温39.2℃最低气温-31.6℃,平均气温6.4℃;年平均蒸发量1 935 mm,降水量的5.28倍,蒸发量远高于降水量。又因位于北方典型的农牧交错带地区呈由南向北“山地—剥蚀风积倾斜平原—风积冲积波状平原与风积冲积河谷平原”的地貌特征,加上长期的过度放牧和开垦草场等不合理的土地利用行为导致土地退化严重,至2018年土地沙化面积达到了8.011 35 hm²。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源与处理

2.1.1 数据来源 研究区土地利用变更数据源于地理空间数据云平台30 m×30 m分辨率的遥感影像。为满足数据的可比性分别选取Landsat 4-5TM数字产品的2000年9月15日、2010年8月10日无云影像和Landsat 8OLI_TIRS数字产品的2018年3月25日无云影像,并对影像元数据进行辐射定标和FLAASH大气校正提高影像精度。生产经济与社会资源数据来源于2000—2018年的《奈曼旗统计年鉴》。

2.1.2 数据处理 运用ArcGIS和Envi Classic对定标校正的影像进行拼接镶嵌、波段组合、图像增强等影像预处理工作,并通过目视解译和监督分类法结合研究区实际情况分为林地、草地、水域、沙地和其他5种地类。因奈曼旗是科尔沁沙地主体部分,其土地类型以沙地为主,为此把沙地分为流动沙丘、半流动沙丘和固定沙丘3种类型。再根据土地利用类型在

ArcGIS 绘制土地利用专题图制作土地利用动态表和土地利用转移矩阵,分析土地利用时空变化。并基于土地利用专题图对其属性表获取唯一值,运用字段计算器对生态服务赋值,进行各类土地的面积和对应的生态系统服务值相乘工作,分析地类面积变化产生的生态系统服务的变动。最终根据分值制作 2000—2018 年 ESV 空间分布图,并根据演变的情况在 Origin Lab 9.0 软件的 spline connected 功能模块对服务功能的空间变化进行定量分析。

2.2 研究方法 with 内容

2.2.1 土地利用动态 土地利用动态是指一定时间段内发生的土地利用数量变化^[16],土地利用单一态度可定量描述其变化的速度^[17],揭示土地利用结构在时间上的变化。

$$L = [(U_b - U_a)] \times U_a^{-1} \times T^{-1} \times 100\% \quad (1)$$

式中: L 为土地利用动态度(%); T 为时间(a); U_a , U_b 为研究区初期与末期各类土地面积(hm^2)。

2.2.2 土地利用转移 土地利用转移矩阵揭示人文/自然因素引起的土地利用类型转移的内在规律,对空间变化进行定量描述^[18]。

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & \cdots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & \cdots & A_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ A_{n1} & A_{n2} & A_{n3} & \cdots & A_{nm} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中: A 为转移面积(hm^2); T 为转移时间(a); T_1 为转移前的时间(a); T_2 为转移后的时间(a); $i, j (i, j = 1, 2, \dots, n)$ 为转移前后土地利用类型; A_{ij} 为 T_1 时点的土地类型 i 在 T_2 时点转变为土地类型 j 的面积(hm^2)。

2.2.3 生态系统服务 通过生态系统服务计算公式进行系统的核算,可以量化土地利用结构对生态系统服务产生的影响。文中采用谢高地等人的生态系统服务系数^[19],对应研究区各类土地面积面算出生态系统服务价值。

$$ESV = \sum_{j=1}^n V_j E_j \quad (3)$$

式中: ESV 为生态系统服务价值; V_j 为 j 类土地面积(hm^2); E_j 为 j 类土地生态系统服务系数〔元/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$)〕。

2.2.4 土地利用导致的生态系统服务变化 土地利用/覆被变化作为地球表层系统中最突出的景观标志对自然现象和生态过程的各个方面都产生着显著的影响,包括对气候、水文、土壤、生物及整个生态系统。正面影响对区域的水土资源、生产经济及人文社会的可持续发展起到促进作用,负面影响则会带来沙漠化、盐碱化等土地退化、自然灾害、能源缺乏、经济危机等一系列生态经济问题。而降低土地利用变化对

生态系统的不良影响,必须全面了解土地利用变化的驱动因素,研究土地利用变化的过程,产生的生态效应和土地利用变化的驱动机制,为区域土地利用结构优化和生境质量的改善提供科学依据(见图 1)。

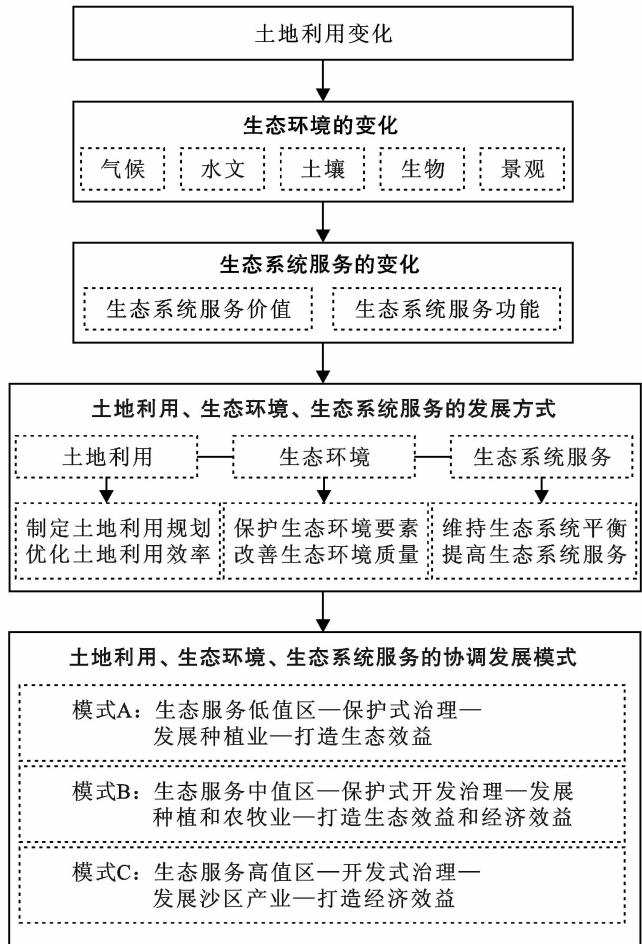


图 1 人文/自然—土地—生态系统响应流程

3 结果与分析

3.1 土地利用动态

自 20 世纪 90 年代土地覆被相关的研究被列入“全球地圈与生物圈计划和全球环境变化人文计划”之后关于土地覆被—生态系统—驱动因素的研究一直是全球环境领域的热点研究内容。因作为生态环境脆弱区的奈曼旗是展开生态治理研究的典型区域,为此结合国内外相关研究以及实施的生态治理政策《奈曼旗规划区原有生态环境总体情况及保护措施(2010—2020 年)》和两期《奈曼旗土地利用总体规划(2000—2010 年,2010—2020 年)》将其分为上期规划(2000—2010 年)和最新规划(2010—2018 年)两阶段对土地覆被演变情况进行对比分析。统计结果显示(见表 1)奈曼旗土地利用覆被变化总体趋势为“两增

四减”,即林草地增加,流动、半流动、固定沙丘的减少。2000—2010年的土地覆被结构则主要以草地和沙地为主,占比分别为26.88%和24.47%,水域和林地的占比则为3.88%所占比例为沙地的1/6,且相比2000年,2010年的林草地和水域面积减少了 $1.41 \times 10^5 \text{ hm}^2$;说明生态治理效果欠佳。相比前10 a,2010—2018年土地覆被结构已明显优化,林草地面积有所增加、沙地则大幅减少。其中林地增加 $4.34 \times 10^5 \text{ hm}^2$,占总土地的32.86%;沙地占比降至

5.46%,近2/3的沙地被绿化特别是半流动沙丘和固定沙丘分别减少 $6.47 \times 10^4 \text{ hm}^2$, $5.75 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。其他地类如湿地、耕地、城乡居民用地、盐碱地、未利用地等在总体上持平衡的状态。土地覆被信息显示相比前10 a,2010—2018年植被覆盖度显著提升、沙地面积及比例大幅减少、生态系统和生态环境质量显著提升,说明人们的土地利用方式、土地利用规划及生态治理等工作具有科学性和合理性,达到了优化土地利用结构的目的。

表1 奈曼旗2000—2018年土地利用结构变化

地类	2000年		2010年		2018年	
	面积/ 10^4 hm^2	比例/%	面积/ 10^4 hm^2	比例/%	面积/ 10^4 hm^2	比例/%
林地	17.47	11.79	5.38	3.63	48.68	32.86
草地	41.30	27.88	39.82	26.88	24.26	16.38
流动沙丘	3.05	2.06	4.08	2.75	1.06	0.71
半流动沙丘	8.50	5.74	7.44	5.02	2.03	1.37
固定沙丘	10.68	7.21	24.74	16.70	4.93	3.33
水域	0.81	0.55	0.37	0.25	0.86	0.58
其他	66.32	44.77	66.32	44.77	66.32	44.77

3.2 土地利用转移

为探究土地利用结构在空间上的变化,以2000—2018年土地覆被信息为数据源借助Envi Classic计算土地利用动态与转移矩阵,数据化表达土地利用变化特征(见封3,附图7)。

基于土地利用空间变化和转移矩阵计算的统计结果显示(见表2),草地和林地面积显著提升、沙地面积大幅减少,而林草地的增幅是由沙地转化而来。2000—2018年草地净增 $278\,182.08 \text{ hm}^2$,而 $134\,864.37 \text{ hm}^2$ 量的草地维持不变,其中固定、半流动及流动沙丘的转入面积分别为 $18\,599.04$ 、 $2\,226.33$ 和 158.76 hm^2 ,即 $20\,984.13 \text{ hm}^2$ 沙地已被草地覆盖。林地面积增加 $47\,066.31 \text{ hm}^2$,通过封沙育林,打造经济林等活动在沙地进行大型种植工作使林地替代了固定沙丘、半流动沙丘和流动沙丘,其转换量分别为 $4\,674.78$ 、 376.38 和

21.15 hm^2 。水域是研究区相对稳定的土地利用类型,草地和林地是水域减少的主要原因,其中 $3\,825.18 \text{ hm}^2$ 面积量的水源转为林地, $1\,504.98 \text{ hm}^2$ 转为草地,转出面积共计 $5\,330.16 \text{ hm}^2$ 。而沙地呈“固定沙丘向半流动沙丘,半流动沙丘向流动沙丘转换”的趋势,2000—2018年 $15\,127.29 \text{ hm}^2$ 固定沙丘转为半流动沙丘, $8\,483.22 \text{ hm}^2$ 半流动沙丘则转为流动沙丘。即2000—2018年采取的《内蒙古自治区林地保护利用规划大纲(2010—2020年)》《内蒙古自治区主体功能区规划(2009—2020年)》《奈曼旗土地利用总体规划(2006—2020年)》等生态治理政策以及土地利用方式、土地利用总体规划导致沙地面积大量减少,沙化问题得到一定的控制。除此之外林草地的增加,植被覆盖度的提高导致了生态系统服务质量提升,降低了生态环境的脆弱程度。

表2 奈曼旗2000—2018年土地利用转移矩阵

土地类型	水域	林地	草地	固定沙丘	半流动沙丘	流动沙丘	减少合计
水域	3 146.31	3 825.18	1 504.98	87.75	57.78	13.05	8 635.05
林地	3 798.27	127 627.92	255 692.97	64 303.56	31 170.69	4 234.14	486 827.55
草地	82.08	38 168.82	134 864.37	34 865.46	29 145.33	4 749.48	241 875.54
固定沙丘	67.95	4 674.78	18 599.04	6 705.90	15 127.29	4 093.47	49 268.43
半流动沙丘	286.56	376.38	2 226.33	804.60	8 103.06	8 483.22	20 280.15
流动沙丘	9.99	21.15	158.76	47.79	1 357.29	8 969.94	10 564.92
增加合计	7 391.16	174 694.23	413 046.45	106 815.06	84 961.44	30 543.30	817 451.64
净增量	4 244.85	47 066.31	278 182.08	100 109.16	76 858.38	21 573.36	—

3.3 生态系统服务

3.3.1 生态系统服务价值 奈曼旗因地理特征及人文/自然因素的影响,目前已属典型的生态环境脆弱区,即生态系统失调,荒漠化严重,生态服务价值减少等问题。而位于科尔沁沙地腹地的奈曼旗正是国家三北防护林体系建设工程重点项目区。为此在研究过程中参考有关部门之间制定的《奈曼旗规划区原有生态环境总体情况及保护措施(2010—2020年)》和“四期(2001—2010年)和五期(2011—2020年)三北防护林建设工程”将研究数据分为2000—2010年和2010—2018年两阶段,对应每期的治理工程和治理政策,并利用谢高地等人的研究成果制作研究区生态系统服务价值数据运用Origin Lab处理平台对不同时期

的区域总体生态服务价值进行对比。因生态系统是指对人文社会带来的效益,其价值的高低直接决定产生的效益程度,对典型脆弱环境而言区域生态安全的底线,科学评估价值变化是合理规划区域土地利用、构建生态安全格局的重要基础。研究显示(见图2),2000—2018年奈曼旗生态服务价值变化呈“一减一增”的趋势,即从2000—2010年服务值由最初的3 050.7万元减少至1 991.58万元再增至2018年的4 728.55万元服务值。结合2000—2018年各类土地覆被与生态系统服务价值变化数据得知,2010—2018年林地面积的增加促进了林地生态系统服务价值,使奈曼旗在2018年生态服务最佳,2010年林地和水域面积的减少则导致生态服务价值减少、生态环境达不到理想的状态。

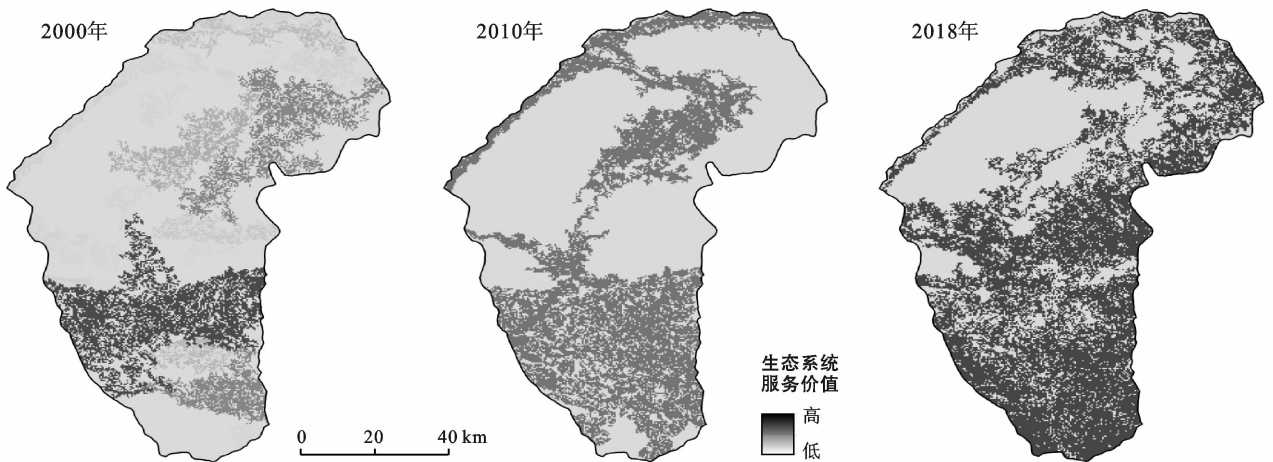


图2 奈曼旗2000—2018年生态系统服务价值变化

明晰生态系统服务价值的演变特征,有助于针对性的提出区域生态系统服务提升决策,对于维持和改善人类福祉以及生态环境质量具有重要意义。本文基于2000—2018年生态系统服务变化数据在ArcGIS遥感系统上对生态系统服务总值进行重分类,将研究区分为高值区、中值区和低值区。而生态系统服务价值空间分布3期影像显示(见图3),相比最初的低值区占大比例,到2018年的高值区占最大比例,且中值区已被高值区替代,而数量上也是高值区大幅增长,其变化缘由则为不同土地覆被结构的生态服务值上升导致。研究结果显示,2000—2018年林地和水域生态指数明显上升,特别是林地从413.53万元增至3835.71万元,相比2010年总体生态服务中的比值增加60.36%,导致2018年林地的生态系统服务价值达到最高值并使总体生态服务最佳;而草地与荒漠的生态价值呈轻微幅度的下降趋势,共计752.99万元。即土地覆被结构的转变对环境以及产生的服务价值起到正面作用。结果说明,实

施生态保护措施、实行退耕还林政策,扩大林草面积等生态治理工作是提高生态质量及服务价值的关键。

为此本文基于生态系统服务总值及不同分值区的分布特征,建立了不同的人文/自然—土地—生态系统协调发展模式。①模式A:生态系统服务低值区。即服务价值与服务功能较弱,生态环境质量较差,是沙化土地集中分布区域;此类地区以环境保护为先,适合发展种植业打造生态效益。②模式B:生态系统服务中值区。即服务功能与价值适中,生态系统基本维持协调功能,环境承载力较高,为此可以发展保护式—开发式两类模式,一方面发展沙区特色产业,使其在发展过程中打造经济效益;一方面发展种植业,保护生态环境,平衡生态系统。③模式C:生态系统服务高值区。即生态服务价值最高服务功能最强,环境承载力最大,生态环境质量最高地区。结合建立的协调发展模式及土地覆被、生态系统数据得出此类地区在维持生态环境的基础上可发展部分开发式生态治理模式,即发展养殖业、种植业、沙区产业等产业打造经济效益。

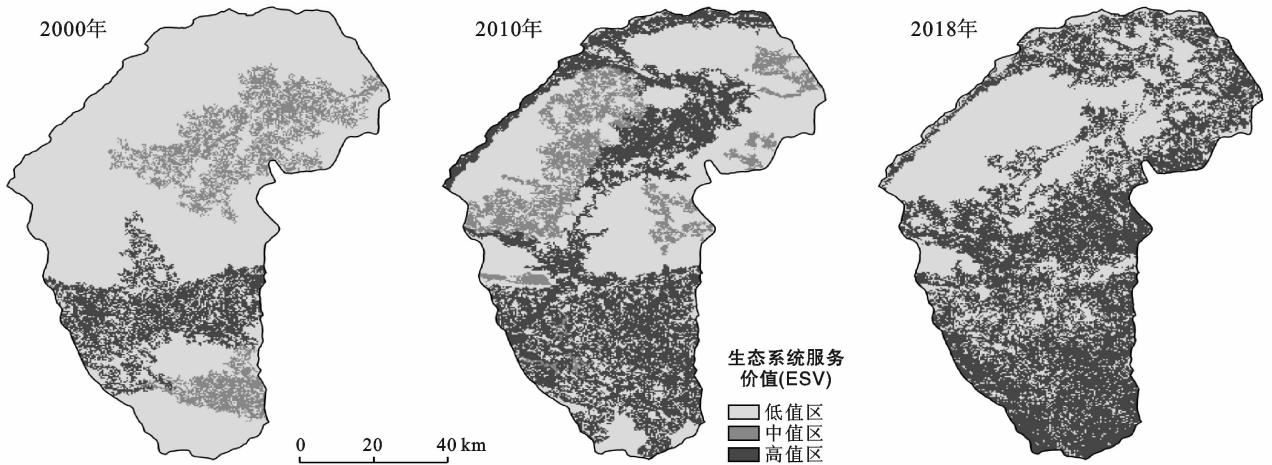


图 3 奈曼旗 2000—2018 年生态系统服务价值分区变化

3.3.2 生态系统服务功能 由生态系统所形成的维持人类赖以生存和发展的自然环境条件及效用即为生态服务功能,是产生服务价值的前提。其功能归纳为以下 4 个方面。①供给服务功能:包括食物供给、原料生产与水资源供给;②调节服务功能:气体调节、气候调节、水文调节以及净化环境;③支持服务功能:土壤保持、维持养分循环及生物多样性;④文化服务功能即美学景观。而土地覆被的变化导致生态环境的每项功能会发生相应的变化。

图 4 为基于生态系统服务价值功能变化数据在 Origin Lab9.0 软件上通过 spline connected 功能模块绘制的 4 类服务功能不同时期的变化情况,总体上各类服务功能变化情况呈“先减后增”的趋势,11 类服务功能均在 2018 年达到最理想的状态。而气候调节、水文调节和土壤保持的生态系统服务价值超过 600 万元,特别是气候调节功能价值近 1 400 万元;相对与其他服务功能维持养分循环功能的偏幅不大呈稳中增长的趋势。

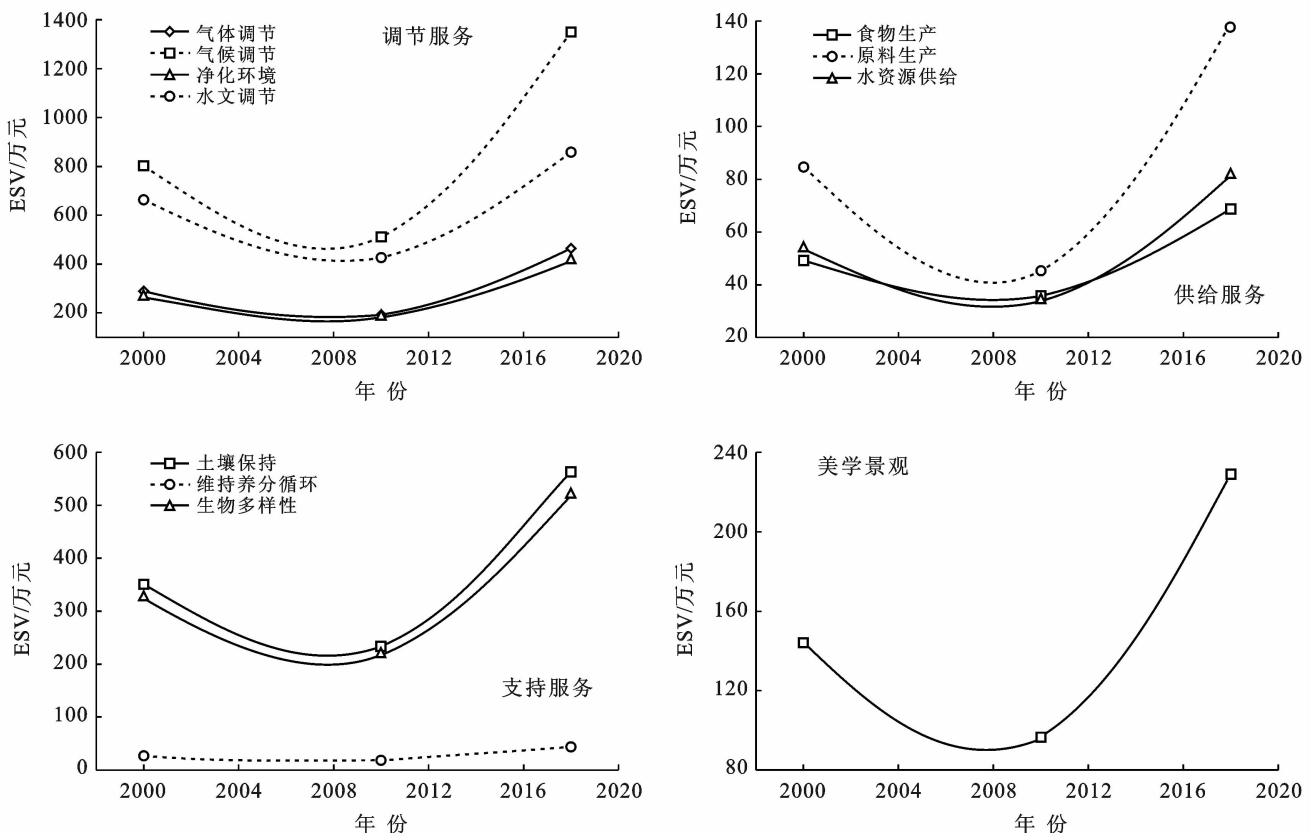


图 4 奈曼旗 2000—2018 年生态系统服务功能演变

通过分析生态系统服务功能发展趋势得知奈曼旗生态系统服务功能均在2010年产生巨大的变化。2000—2010年:供给服务功能价值均下降,而供给服务功能的变化最为明显,原料生产由84.59万元降至45.31万元,食物生产、水资源供给的下降共计33.18万元。调节服务功能模块的气候、气体、水文和净化环境分别下降290.14,96.24,236.4,82.39万元。支持服务和文化服务则降至468.26万元及96.58万元。而产生此类变化的原因主要为土地覆被结构的变动,因人为不合理的活动对生态系统带来负面影响,包括2000—2010年草地和水域的减少与沙地的增加导致生态系统服务功能的价值降低。2010—2018年4种生态系统服务功能则均增加,以调节服务功能变化最为典型,其服务总值已达3085.31万元,相比2010年增加1773.36万元,所占比例高达65.25%,导致整个生态系统的服务功能也随之增加,使生态环境质量得到改善。支持服务功能增至1125.2万元,净增量达656.94万元。而土壤保持服务功能和生物多样性服务功能的提升也是服务价值提高的重要原因,两者分别以每年21.78375万元与16.55万元的速率增至目前的289.06万元和228.98万元。对比2000—2018年4类生态系统服务功能的演变趋势可知,人文活动会直接影响到土地覆被进而影响生态系统服务,而每一期的生态治理政策下产生的效果都有所不同,2010年后制定的《奈曼旗规划区原有生态环境总体情况及保护措施(2010—2020年)》下产生的服务功能远比2010年之前的效果好,4期三北防护林建设下的生态服务功能也比3期时显著提升。为此人文因素是生态环境的服务功能产生变动的间接因素,是提高生态系统对人文社会的服务功能的前提条件。而服务功能变化结果则表示减少不合理的人为活动,控制产生的负面影响,加强人文化活动的合理性、科学性、有效性可达到生态服务功能稳增的结果。

4 讨论与结论

奈曼旗作为中国北方农牧交错带典型生态环境脆弱地区是沙漠化最集中、扩散最快、生态问题最严重的区域。作为科尔沁沙地的核心区域,地表土质疏松且多沙质等自然因素加剧了该地区生态环境的脆弱程度,加上人为不合理的土地利用导致生态系统失去平衡,这与杜子涛、任海峰^[20]等人的研究结果相一致。本文基于国内外相关研究,建立土地—生态系统—驱动因素响应流程,运用研究区2000—2018年遥感数据分析土地覆被结构与生态系统服务演变特

征,结合人文因素建立了3种人文—土地—生态系统协调发展模式。研究表明,时间上(2000—2018年)土地利用呈“草地—林地—沙地”主导的地域演变特征,其占比高达54.65%,特别是林地,至2018年林地面积净增312100hm²;沙地则减少了142100hm²。说明基于《奈曼旗土地利用总体规划(2009—2020年)》的人为活动如发展沙区特色产业、种植沙生植物等土地利用方式,基于《奈曼旗规划区原有生态环境总体情况及保护措施(2010—2020年)》实施的生态恢复治理工程对土地覆被结构的优化及土地利用效率、生态系统产生了正面作用。

生态系统服务数据显示,ESV总值最初的3050.7万元增至2018年的4728.55万元,而气候调节服务的变化是服务价值上升的主要原因,其价值由2000年的801.64万元增至1349.85万元。因此类功能的改善对于农林牧的发展起到决定性作用,对于长期受沙漠影响的干旱地区而言净化环境功能的提升对减轻风沙危害以及整体生态环境的改善提供有力的条件。而生态环境的改善会提高生态系统服务价值。进而影响到农牧民以及整个地区的生产和生活。

本文建立的模型及体系将会为后期的土地利用总体规划制定,生态治理政策编制,土地利用结构调整和生态环境质量的提高提供科学意见。

[参 考 文 献]

- [1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域:土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报,1996,51(6):553-558.
- [2] Andrea Weber, Nicola Fohrer, Detlev Moller. Long-term land use changes in a mesoscale watershed due to socio-economic factors: Effects on landscape structures and functions [J]. Ecological Modelling, 2001, 140(1/2):125-140.
- [3] Jennifer J. Schulz, Luis Cayuela, Cristian Echeverria, et al. Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975—2008) [J]. Applied Geography, 2010, 30(3):436-447.
- [4] Fengqin Yan, Shuwen Zhang. Ecosystem service decline in response to wetland loss in the Sanjiang Plain, Northeast China [J]. Ecological Engineering, 2019, 130(7):117-121.
- [5] Dai Erfu, Wang Yahui. Attribution analysis for water yield service based on the geographical detector method: A case study of the Hengduan Mountain region [J]. Journal of Geographical Sciences, 2020, 30(6):1005-1020.
- [6] 陈姝, 居为民, 李显凤. 常熟市土地利用变化对生态服务价值的影响 [J]. 水土保持研究, 2009, 16(5):93-97.

- [7] 朱琳. 煤炭资源枯竭型城市转型时期的可持续发展情况分析:以贾汪为例[C]//中国地理学会,河南省科学技术协会. 中国地理学会 2012 年学术年会学术论文摘要集. 2012.
- [8] 白雪. 农户视角下的生态治理政策效果评价研究[D]. 甘肃 兰州:兰州大学,2019.
- [9] 梁流涛. 农村生态环境时空特征及其演变规律研究[D]. 江苏 南京:南京农业大学,2009.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 彭建,王仰麟,张源,等. 滇西北生态脆弱区土地利用变化及其生态效应:以云南省永胜县为例[J]. *地理学报*, 2004,59(4):629-638.
- [13] Terefe Tolessa, Feyera Senbeta, Moges Kidane. The impact of land use/land cover change on ecosystem services in the central highlands of Ethiopia [J]. *Eco-system Services*, 2017,23(2):47-54.
- [14] 王家庭,曹清峰. 京津冀区域生态协同治理:由政府行为与市场机制引申[J]. *改革*,2014(5):116-123.
- [15] 史恒通,睢党臣,徐涛,等. 生态价值认知对农民流域生态治理参与意愿的影响:以陕西省渭河流域为例[J]. *中国农村观察*,2017(2):68-80.
- [16] 穆松林. 1982—2014 年内蒙古自治区温带草原生态系统服务价值及其空间分布[J]. *干旱区资源与环境*, 2016,30(10):76-81.
- [17] 孙特生,李波,张新时. 北方农牧交错带农业生态系统结构的能值分析:以准格尔旗为例[J]. *干旱区资源与环境*,2013,27(12):7-14.
- [18] 张丽,杨国范,刘吉平. 1986—2012 年抚顺市土地利用动态变化及热点分析[J]. *地理科学*,2014,34(2):185-191.
- [19] 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.
- [20] 杜子涛,杨小明,颜树强,等. 奈曼旗土地退化遥感监测研究[J]. *农业工程学报*,2012,28(3):154-161.

(上接第 294 页)

- [46] 汪明,刘建,刘兴良,等. 四川省生态功能区区划及其生态屏障建设与布局[J]. *四川林业科技*,2005,26(3):11-19.
- [47] 淳阳,朱晚秋,潘洪义,等. 重心转移视角下新型城镇化与生态足迹时空差异及其耦合关系研究:以四川省为例[J]. *长江流域资源与环境*,2018,27(2):306-317.
- [48] Wang Rui, Dong Zhibao, Zhou Zhengchao. Changes in the depths of seasonal freezing and thawing and their effects on vegetation in the Three-River Headwater Region of the Tibetan Plateau [J]. *Journal of Mountain Science*, 2019,16(12):2810-2827.
- [49] 魏江龙. 川西高原荒漠化时空变化特征及驱动力分析[D]. 四川 成都:成都理工大学,2017.
- [50] 杨桂山,徐昔保,李平星. 长江经济带绿色生态廊道建设研究[J]. *地理科学进展*,2015,34(11):1356-1367.
- [51] 郑杰,冯文兰,牛晓俊,等. 四川省植被变化及其与气象因子的相关性分析[J]. *水土保持通报*,2016,36(2):99-104.
- [52] 张骞,马丽,张中华,等. 青藏高原寒区退化草地生态恢复:退化现状、恢复措施、效应与展望[J]. *生态学报*, 2019,39(20):7441-7451.
- [53] 郑朝菊,曾源,赵玉金,等. 近 15 a 中国西南地区植被覆盖度动态变化[J]. *国土资源遥感*,2017,29(3):128-136.
- [54] 李波,邵怀勇. 气候变化与人类活动对川西高原草地变化相对作用的定量评估[J]. *草学*,2017,0(3):16-21.
- [55] 王强,张廷斌,易桂花,等. 横断山区 2004—2014 年植被 NPP 时空变化及其驱动因子[J]. *生态学报*,2017,37(9):3084-3095.
- [56] 杜华明,延军平. 四川省气候变化特征与旱涝区域响应[J]. *资源科学*,2013,35(12):2491-2500.
- [57] 曾波,湛芸,肖国杰. 川西高原植被特征及其气候变化的相关分析[J]. *成都信息工程学院学报*[J],2011,26(6):625-630.
- [58] 王正兴,刘闯,陈文波,等. MODIS 增强型植被指数 EVI 与 NDVI 初步比较[J]. *武汉大学学报(信息科学版)*,2006,31(5):407-427.
- [59] 陈燕丽,罗永明,莫伟华,等. MODIS NDVI 与 MODIS EVI 对气候因子响应差异[J]. *自然资源学报*,2014,29(10):1802-1812.