

# 东北农林交错区土地利用景观及生态服务价值变化

马泉来, 高凤杰, 张志民, 韩文文, 刘洋, 单培明

(东北农业大学 资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘要:** [目的] 分析东北农林交错区土地利用景观及其生态环境效应的变化特征, 为区域内资源利用和生态环境保护提供科学依据。[方法] 采用景观生态学理论和 3S 技术等理论方法, 以 1991—2013 年 4 个时间点的遥感影像为数据源, 通过景观指数计算和模型分析, 得到 22 a 间土地利用景观格局和生态服务价值的演变特征, 并对其驱动力进行探讨。[结果] 在 1991—2013 年, 景观指数普遍经历“V”或“Λ”型的变化过程, 景观形状、多样性指数近几年不断下降, 斑块平均面积、蔓延度、聚集度增加, 景观破碎化程度减小, 稳定性、多样性遭到破坏, 生态服务总价值经历下降后, 在 2013 年达到 524 299.55 万元, 林地是研究区最大景观类型, 对生态服务总价值贡献率在 40% 以上。[结论] 研究区近 22 a 间土地利用景观及生态服务价值变化剧烈, 受人口增长、社会经济发展和国家政策导向的影响较大。

**关键词:** 农林交错区; 景观变化; 生态服务价值; 驱动力

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)01-0265-07

中图分类号: F301.24

文献参数: 马泉来, 高凤杰, 张志民, 等. 东北农林交错区土地利用景观及生态服务价值变化[J]. 水土保持通报, 2016, 36(1): 265-271. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2016.01.047

## Landscape and Ecosystem Service Values of Land-use in Forest-agriculture Region of Northeast China

MA Quanlai, GAO Fengjie, ZHANG Zhimin, HAN Wenwen, LIU Yang, SHAN Peiming

(School of Resource and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China)

**Abstract:** [Objective] The objective of this study is to investigate the characteristics of land use landscape and its eco-environmental effects in northeast agriculture and forestry interlaced zone in order to provide scientific basis for resource utilization and ecological environment protection. [Methods] Based on the method of landscape ecology and 3S technology, remote sensing images in 1991, 2001, 2007 and 2013 were used, and landscape index calculation and model analysis were employed to study the evolution of land use landscape pattern and ecological service value. The driving forces of land use landscape evolution were also investigated. [Results] During the period from 1991 to 2013, landscape indexes varied as a "V" or "Λ" shape. The landscape indexes and diversity indexes decreased, while patch average area, sprawl and contagion indexes increased. The landscape fragmentation decreased, and the stability and diversity of landscape were damaged. The total value of ecosystem services decreased initially, and then increased continuously and reached to 5 242 995.5 thousand yuan in 2013. Forest was the greatest landscape type, which contributed above 40% for the total value of ecosystem services. [Conclusion] Land-use landscape and the value of ecosystem services changed greatly in the study area during the past 22 year, and population increase, economic development and government policy were the main driving factors.

**Keywords:** forest-agriculture region; landscape change; value of ecosystem services; driving force

土地利用/覆被变化(LUCC)是陆地生态系统景观变化的主要表现形式,对生态环境的影响是相关研究领域的前沿和热点问题<sup>[1-3]</sup>。土地利用景观动态演变及其产生的生态影响也已成为土地科学与景观生

态学领域研究的主要内容,土地利用景观变化影响区域生态过程,通过研究区域土地景观变化特征可以更好地去解释区域内的生态环境变化过程。在生态学领域,把景观变化与生态学过程结合在一起的研究较

收稿日期: 2015-03-17

修回日期: 2015-04-22

资助项目: 黑龙江省教育厅科学技术面上研究项目“寒地山区退耕还林前后土地生态安全演变”(12541037); 寒地黑土利用与保护省级重点实验室开放资助项目(ht2012-09)

第一作者: 马泉来(1992—),男(汉族),河南省禹州市人,硕士研究生,研究方向为景观生态。E-mail: mql1992@126.com。

通讯作者: 高凤杰(1981—),女(汉族),河北省迁西县人,博士,副教授,主要从事资源环境遥感研究。E-mail: gaojiecumt@126.com。

少<sup>[4]</sup>, 现有的研究主要集中于景观指数的定量分析, 土地景观变化对区域生态环境及生态安全的影响机制研究较少; 景观变化与生态环境效应不是瞬间的结果, 而是对系统在某一时期, 某一阶段过程状态的描述, 是一个动态的过程, 是关于时间的函数。实际生产生活中人们更关注的是景观变化与生态环境在时间尺度上的演变趋势, 而非某一状态<sup>[5]</sup>, 而生态效应的研究多停留在时间点上, 缺少时间尺度上土地景观变化与生态过程的动态分析<sup>[6-9]</sup>。开展典型区域土地景观时空演变及其特征规律的研究, 探讨土地利用与生态环境持续发展途径意义重大<sup>[10-14]</sup>。特别是随着景观生态学理论的创新与完善, 有关景观格局变化对区域生态环境效应(如对种群动态、生物多样性和生态系统过程)的影响还需要进行更深入的研究<sup>[15]</sup>。穆棱市地处东北高寒地区, 长期以来, 人类活动加剧, 采林垦荒现象多发, 区域景观格局变化强烈, 生态环境受到冲击, 受到专家学者和有关部门的重视。

穆棱市在时空演变上呈现出耕地和林地交替的特征, 土地利用变化十分明显, 是典型的农林交错带和生态脆弱区。本文从景观生态学角度出发, 拟以 3S 技术为支撑, 应用景观生态学理论及景观变化指数, 构建土地利用景观变化的分析模型; 同时应用修正后的生态服务总价值模型对研究区生态效应进行定量分析, 并在时间尺度上对研究区进行动态演变分析, 从而掌握近些年来, 尤其是研究区退耕还林工程实施前后 22 a 间土地利用景观格局变化对生态效应产生的影响及演变特征, 对区域内资源利用和生态环境保护具有重要意义。

## 1 研究区概况与数据来源

### 1.1 研究区概况

穆棱市地处黑龙江省东南部(129°45'19"—130°58'07"E, 43°49'55"—45°07'16"N), 为小兴安岭完达山余脉, 海拔在 232~1 111 m 之间, 平均海拔 600 m, 多低山丘陵分布, 该区域属温带大陆性季风气候区, 全市下辖穆棱镇、兴源镇、河西镇、八面通镇、下城子镇、马桥河镇、福禄乡、共和乡共 6 镇 2 乡, 总面积为 6 673 km<sup>2</sup>, 总人口 30 万, 素有“中国大豆之乡”和“中国红豆杉之乡”的美称。全市河流众多, 穆棱河贯穿全境, 林木业发展较快, 全市森林覆盖率在 60% 以上, 耕地面积占 30% 左右, 年均降水量 530 mm, 集中于 6—8 月, 占全年降水量的 60% 以上, 属于典型的农林交错区。境内耕地土层较薄, 多暗棕壤分布, 农林业用地交叉性强, 20 世纪末, 区域内农林业发展混乱, 水土流失情况严重, 生态环境脆弱, 随着牡丹江地区退耕还林工程的实施, 区域内景

观格局发生激烈变化, 区域生态环境状况发生改变, 但生态退化、环境恶化等现象仍不容忽视。

### 1.2 数据来源

研究区遥感影像主要来自于 Landsat 5 的 1991, 2001, 2007 年 TM 影像和 Landsat 8 的 2013 年 OLI 影像, 共 4 个时间点的遥感影像, 作为基础数据, 在 ENVI 环境中对遥感影像进行波段融合、配准、校正, 并在 GIS 平台经过人工目视解译得到不同时间点的穆棱市景观类型及其分布图(附图 8), 根据国家土地利用划分标准并结合研究区实际现状, 共划分为旱地、水田、林地、草地、水域和建设用地 6 大类, 1991, 2001 和 2007 年数据为历史数据, 2013 年数据为现状数据, 在室内判断及野外调研选取验证样点, 通过手持 GPS 在研究区实现土地利用类型的定点验证, 实地验证结果表明, 土地利用类型判别准确度在 90% 以上, 满足本研究要求, 最后采取 90 m 像元大小为最佳粒度保存为 Grid 格式进行景观分析, 以穆棱市地形图及行政区划图为辅助图件数据。相关社会经济统计数据主要来源于牡丹江地区统计年鉴和相关部门网站。

## 2 研究方法

### 2.1 研究技术路线

如图 1 所示, 以 3S 手段为技术支撑, 应用景观生态学的方法理论, 以 2001 年退耕还林工程的实施为界点, 同时考虑工程实施的阶段性效应, 对农林交错区退耕还林实施前后不同阶段(1991—2001, 2001—2007, 2007—2013 年)的景观格局演变进行系统的研究分析, 经过参数修正建立生态服务价值评价体系, 在时间尺度上分析研究区内景观格局变化所引起的生态服务价值的变化。为建立区域景观格局与生态效应间的因果关系, 在景观水平上与生态环境效应进行生态贡献率分析, 最后进行分析讨论, 得出结果。

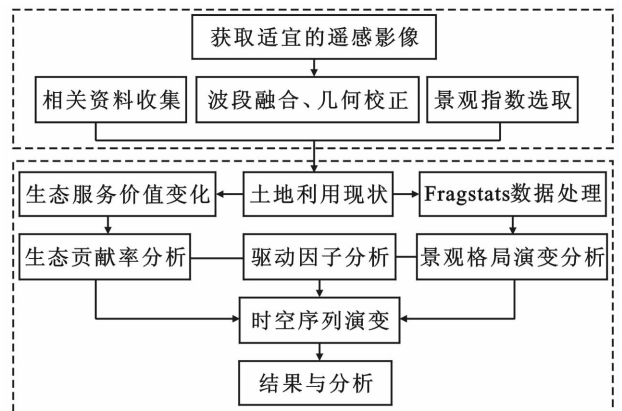


图 1 研究技术路线

### 2.2 景观指数选取及其生态意义

景观指数法是目前应用最为广泛的景观格局分

析方法,能够高度集中景观格局信息,反映景观的结构组成和空间配置的定量指标。在景观水平上选取景观形状指数(LSI)、Shannon 多样性指数(SHDI)、蔓延度指数(CONTAG)、聚集度指数(AI)、斑块面积平均值(AREA-MN)5 个景观指标来表征研究区景观水平的演变过程;在景观类型水平上选取斑块数量(NP)、平均斑块面积(AREA-MN)、斑块类型比例(PLAND)、斑块形状指数(LSI)、周长面积分维数(PAFRAC)、聚集度(AI)共 6 个景观类型指数。所选指标能够从空间组成、形状变异及聚集程度等方面反映区域内土地利用景观结构及其现状特征,现有研究也表明所选景观指标能够很好反映景观格局演变过程,相关计算公式及生态学意义见参考文献<sup>[9-12]</sup>。

### 2.3 生态环境效应分析

(1) 生态服务价值变化。研究区在 1991—2013 年,土地利用景观格局发生重大变化,期间研究区经历了滥砍滥伐,耕地增加、退耕还林以及后退耕还林时期的生态维护 3 个不同的时间段。区域内生态环境随着土地利用格局的变化也发生一系列的时空变化,区域生态服务价值作为一种定量的研究指标,其变化能够很好地反映研究区的生态环境状况。

本研究综合当前的研究成果<sup>[10,16-17]</sup>,采用谢高地在中国陆地生态系统单位面积生态服务价值研究成果,考虑到生态系统的区域异质性,同时穆棱市地处

黑龙江省和吉林省边界处,本文制定区域价值修正系数(黑龙江省 0.66,吉林省 0.96),采用平均加权确定穆棱市修正系数 0.81<sup>[18-19]</sup>,最后得到穆棱市的生态服务价值系数(表 1),采用的 ESV 生态服务价值计算公式为:

$$ESV = \sum_{k=1}^n A_k VC_k \quad (1)$$

式中:ESV——研究区生态服务总值; $n$ ——土地景观类型的数量; $A_k$ ——研究区土地景观类型  $k$  面积; $VC_k$ ——穆棱市第  $k$  类土地景观修正后的生态服务价值系数[元/( $hm^2 \cdot a$ )]。

(2) 生态贡献率。研究区整体生态服务价值在 1991—2013 年发生变动,其本质是研究区土地景观变化的直接结果。本文在 1991—2001,2001—2007,2007—2013 年 3 个时间段,通过生态贡献率分析获取不同土地景观对研究区生态系统服务价值变化在不同时间段的影响程度,从而确定研究区内生态服务价值的敏感因子及主要贡献因子,计算公式如下<sup>[20]</sup>:

$$S_{kT} = \frac{|\Delta ESV_{kT}|}{\sum_{k=1}^n |\Delta ESV_{kT}|} \times 100\% \quad (2)$$

式中: $S_{kT}$ ——第  $k$  类土地景观类型在  $T$  时间内发生变化所产生生态服务价值的绝对值占总量的比例,即贡献率; $\Delta ESV_{kT}$ ——第  $k$  类土地景观在  $T$  时间内发生变化引起的生态服务价值的变化量。

表 1 修正后的穆棱市生态系统服务价值系数

元/( $hm^2 \cdot a$ )

I 级分类	II 级分类	农田	森林	草地	水域	建设用地
供给服务	食物生产	363.77	120.04	156.42	192.80	0
	原材料生产	141.87	1 084.04	130.96	127.32	0
调节服务	气体调节	261.91	1 571.49	545.66	185.52	0
	气候调节	352.86	1 480.55	567.49	749.37	0
	水文调节	280.11	1 487.82	552.93	6 827.98	0
	废物处理	505.64	625.68	480.18	5 402.00	0
支持服务	保持土壤	534.75	1 462.36	814.84	149.15	0
	维持生物多样性	371.04	1 640.61	680.25	1 247.73	0
文化服务	提供美学景观	61.84	756.65	316.48	1 615.14	0
	合计	2 873.79	10 229.24	4 245.21	16 497.01	0

## 3 结果与分析

### 3.1 土地景观演变分析

本文从土地景观整体水平和景观类型水平两个研究尺度出发,科学地选取研究指标,利用 Fragstas 3.3 计算得出研究区土地利用景观整体水平和景观类型水平变化特征,如图 2a—2e 和表 2 所示。

(1) 如图 2 所示,从 1991—2013 年,景观形状指数(LSI)呈现先增后减的趋势,在 2007 年达到最大值 32.75,后降至 27.89。表明在研究期内土地利用景

观的边界形状经历由简单到复杂,最后趋于简单的过程,这与该时期人们对土地的不合理利用到合理开发分不开;景观水平多样性指数(SHDI)在 2001 年达到最大后开始呈现下降趋势,相关政策的实施,促使土地利用多向发展,景观格局朝着非均衡化方向的发展,破碎化程度变化较大,研究区景观格局由稳定状态又回归不稳定,稳定性变弱;蔓延度指数(CONTAG)从 2001 年后开始持续增加,说明在退耕还林工程实施后,研究区内有大板块的团聚形成,破碎程度减小;聚集度指数(AI)从 1991 年快速下降,2001 年达到

93.40 后速度减缓,在 2007 年出现转折点开始上升,增长幅度为 1.09,说明研究区退耕还林政策的实施使得聚集度减小的速度变缓,经过后期的不断完善修补,最终回升达到 94.15 的水平;斑块平均面积 (AREA-MN)经历了从下降到增加的过程,研究区总面积恒定不变,说明研究区内破碎度先增加后减少,最后达到较强的景观连通性,单一斑块面积增加的情形,在这个过程中主要是因为林地作为基质,在总面积中占据了近 70% 的比重。总言之,研究区自 1991 年来,土地景观整体水平发生了显著的变化。

(2) 由景观类型水平变化特征(表 2)可以得出:斑块数量在一定程度上反映了景观类型的空间分布情况,在研究时段内,斑块数量变化比较大的是水田和草地,其中水田从 1991 年的 160 个斑块减少到 2013 年的 24 个斑块,呈现倍数减少。其次是旱地和林地,建设用地和水域斑块数量变化甚微。平均斑块面积与斑块类型比例反映了区域内的生物多样性及景观的分布特征,在景观类型中林地的平均斑块面积始终最大,这与林地是区域内最大景观基质是相关的,水田平均斑块面积的增加与农业规模化生产和旱改水等土地整治改造息息相关,其他景观类型变化不大;景观类型的斑块形状指数和聚集度与景观整体水平生态学意义相同,是站在各个景观类型的角度对景观格局演变进行的说明;周长面积分维数反映了人类对景观的干扰强度和景观的稳定性,水田和草地的分维指数均值在 1.50 以上,说明受人类的干扰表现出极不稳定的情况,旱田和林地基本维持在 1.50 之下,并且没有大的变化,即人类活动的干扰对于面积占绝对地位的景观类型的影响是有限的,建设用地的增减与其本身特征密切相关,近些年几无变化。总言之,景观类型指数从不同角度定量地分析了研究区内各景观类型的时空演变情况,对以后区域内的土地结构调整,经济发展提供科学参考。

(3) 结合土地利用景观指数研究,比较不同时间土地利用景观类型变化情况,1991—2013 年穆棱市土地利用景观整体呈现以下特点:在 2001 年之前,林地在斑块数量增加的基础上,面积在不断减少,共减少 290 km<sup>2</sup>,其中,主要转化为耕地、草地和建设用地,被开垦为耕地的面积占总比例的 90% 以上,同时也有少量其他用地转化为林地,建设用地面积增加较少,不同地类破碎度均呈增大趋势;研究区在 2001 年开始实施国家退耕还林工程,坡耕地、耕作条件差的耕地被还林还草,其中旱地还林还草面积为 171.51 km<sup>2</sup>,同时一些未利用地逐步演变为草地,草地和水域面积略有增加,不同地类更趋于集聚状态,土地利用情况更加规整。

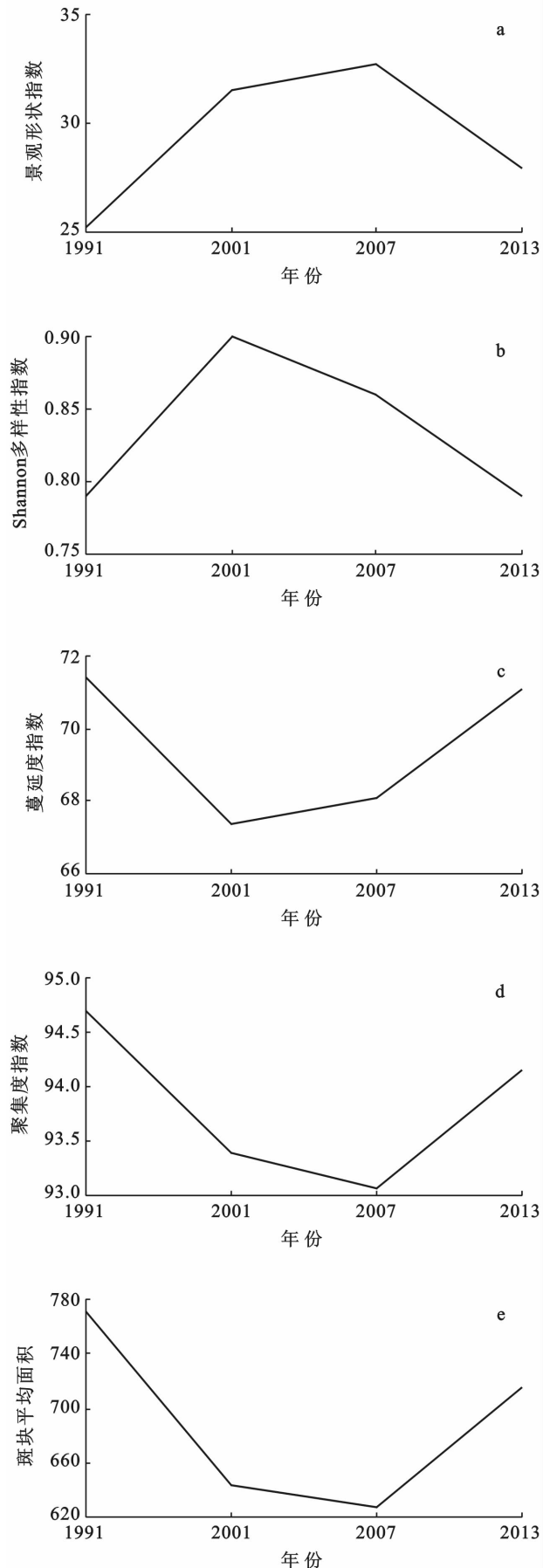


图 2 研究区景观整体水平变化特征

表 2 不同时间段景观类型水平变化特征

土地利用类型	斑块数量 NP				平均斑块面积 AREA-MN/km <sup>2</sup>				斑块类型比例 PLAND			
	1991年	2001年	2007年	2013年	1991年	2001年	2007年	2013年	1991年	2001年	2007年	2013年
旱田	230	258	282	290	508.30	583.96	436.76	474.62	18.79	23.55	20.33	21.50
水田	160	28	26	24	100.80	982.88	1040.94	1115.10	2.59	4.30	4.22	4.18
草地	22	198	198	77	923.07	94.47	97.94	67.83	3.26	2.93	3.03	0.8159
林地	202	295	298	286	2287.97	1475.96	1617.91	1619.77	74.29	68.07	71.28	72.36
水域	2	2	3	3	203.85	280.26	199.53	119.53	0.10	0.087	0.094	0.094
建设用地	190	214	215	214	31.53	31.60	31.09	31.15	0.96	1.06	1.04	1.04

土地利用类型	斑块形状指数 LSI				周长面积分维数 PAFRAC				聚集度 AI			
	1991年	2001年	2007年	2013年	1991年	2001年	2007年	2013年	1991年	2001年	2007年	2013年
旱地	35.51	41.16	46.33	46.55	1.4889	1.4923	1.5007	1.4834	90.89	90.66	88.66	88.92
水田	34.43	18.08	18.20	17.18	1.5686	1.5085	1.4873	1.4708	76.07	90.68	90.53	91.04
草地	15.79	41.12	42.13	20.60	1.5030	1.5716	1.5684	1.5417	90.59	73.42	73.19	75.22
林地	26.11	33.25	34.72	28.92	1.4170	1.4288	1.4327	1.4254	96.67	95.59	95.50	96.30
水域	3.82	3.49	3.78	3.78	N/A	N/A	N/A	N/A	89.35	90.08	89.25	89.24
建设用地	17.73	18.92	18.90	18.82	1.2844	1.3205	1.3137	1.3134	80.31	80.15	80.04	80.08

### 3.2 生态服务价值分析

根据公式(1)得到研究区自 1991—2013 年间的生态服务总价值及各土地景观类型间生态服务价值的变化情况,由表 3 可以得出研究区 1991,2001,2007 年和 2013 年的生态服务总价值分别是 520 091.04,505 730.53,521 095.36 和 524 299.55

万元。从 1991—2013 年总价值增加 4 208.51 万元,增加幅度为 0.81%。平均年增长率为 0.04%。在 1991—2001 年,研究区生态服务总价值呈现负增长形势,总价值减少 14 360.51 万元;从 2001 年起,总价值连续增加,增长率 3.67%,在 2013 年达到研究时段内的最大值。

表 3 研究区不同时间生态服务价值分类统计

年份	农田	林地	草地	水域	建设用地	合计
1991	39 408.57	472 870.04	6 861.87	950.56	0	520 091.04
2001	51 257.12	445 510.10	8 021.83	941.48	0	505 730.53
2007	45 184.34	466 687.39	8 231.17	992.46	0	521 095.36
2013	47 251.29	473 837.63	2 218.33	992.30	0	524 299.55

从计算结果可以看出,林地作为研究区的主导景观,其服务总价值在研究区生态服务总价值中始终占据主要地位,所占比例始终维持在 80%以上,这与林地在研究区所占总面积的比例是一致的。按景观类型分析,林地和农田的服务价值变动比较大,先是从 472 870.04 万元减少了 27 359.94 万元,后在 2013 年再次达到 473 837.63 万元,期间经历一减一增的波动趋势,林地与农田的波动都会带来研究区生态环境效应的显著变化,水域和建设用地的服务价值变化幅度较小,不足总变化量的 1%,这与水域的形成条件和建设用地的政策法规密切相关。

### 3.3 贡献率分析

根据研究结果(表 4)可以得出:在 1991—2001,2001—2007 和 2007—2013 年 3 个时间段里,林地是研究区生态系统服务价值结构中贡献最大的土地景观类型,最低时占 46.95%,在 2001—2007 年对生态

系统服务价值的贡献率达到最大值 76.98%,与研究区内生态服务价值相关性最大。

其次是农田,从研究期初的 29.34%到最后的 13.57%,始终维持在 20%以上,2007 年前,一直是贡献率第 2 大的土地景观类型。草地的贡献率由 2007 年前的 3%以下,在 2007 年后达到了 39.48 的最大值,草地面积变化较为剧烈;从 ESV 变化量来看,近些年来,研究区水域和建设用地基本没有发生变化,所产生的生态环境效应十分有限。

### 3.4 驱动因子分析

对驱动因子的研究,有助于从本质上找到问题产生的根源,实现结构的优化调整,在实地调研和资料收集的基础上,总结出研究区土地景观及其生态服务价值变化的驱动因子主要来自于自然和社会两方面的影响,包括温度上升、旱涝灾害、人口的膨胀、GDP 增长及国家政策调整等。

表 4 不同时间景观类型生态服务价值变化的贡献率

土地利用类型	1991—2001年		2001—2007年		2007—2013年	
	ESV变化量	贡献率/%	ESV变化量	贡献率/%	ESV变化量	贡献率/%
农田	11 848.55	29.34	-6 072.78	22.07	2 066.95	13.57
林地	-27 359.94	67.76	21 177.29	76.98	7 150.24	46.95
草地	1 159.96	2.87	209.34	0.76	-6 012.84	39.48
水域	-9.08	0.03	50.98	0.19	-0.16	0.00
建设用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合计	40 377.53	100.00	27 510.39	100.00	15 230.19	100.00

(1) 自然因子。从中国气象科学数据共享平台获得穆棱市所在地区 1990—2012 年共 22 a 间的年降水量和年平均气温作为研究区自然驱动力因子进行分析,并绘制其时间轴上折点图(见图 3)。可以看到,穆棱市近 22 a 间的降水量以 500 mm 线为中轴上下波动,在 1999 和 2011 年出现较大波动点;年平均气温 22 a 间均无较大变化,相对稳定,对研究区土地利用情况无显著影响。综合其他气候因子的变化特征,穆棱市近 22 a 间气候相对没有发生变化,没有气温骤降、降雨量突变、自然灾害发生等极端情形出现,自然条件稳定,对研究区土地景观和生态服务价值影响比较微弱。

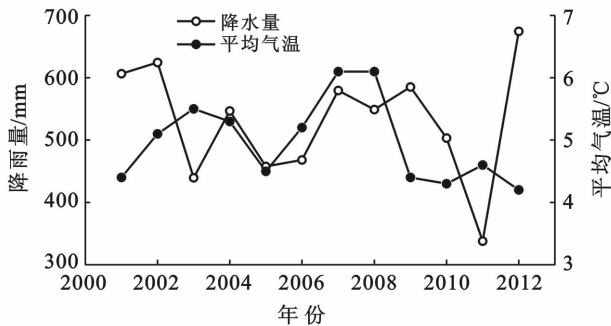


图 3 1990—2012 年穆棱市自然因子变化

(2) 社会因子。人文社会因子能够在短期内强烈影响和改变区域的景观格局和生态环境系统<sup>[21-22]</sup>,研究区景观格局变化及生态环境演变与人类社会经济发展和国家政策有着密切的关系。1991 年开始,随人口的增长和经济的发展,第二、三产业的发展,区域生产总值突破 100 亿元,人口总数超过 30 万,粮食增产、城镇建设的需求,均促使了农业用地和建设用地的大幅度增长,研究区景观格局变化较大,生态环境遭到破坏;近几年来,受国家退耕政策影响,2001 年后部分耕地经过退耕变为林地,林地草地发展得到保护,建设用地进一步规范,农民在这个过程中也得到国家经济补助,退耕还林,保护生态环境的热情提高;同时,土地、环境规划以及相关制度的确立也起到了一定的促进作用,随着人类社会认识的提高,生态

环境进一步改善。研究表明,土地利用景观及生态环境效应演变过程中,社会经济和国家政策是最大的驱动因子,主导着土地景观和生态环境效应的发展方向。

## 4 结论

(1) 穆棱市作为典型农林交错区,多低山丘陵分布,林地、农田分布较广,社会经济的发展较快,区域内土地利用景观变化剧烈,2001 年退耕还林工程实施前,由于政策规范的缺失,滥垦乱伐现象突出,生态环境逐步恶化,2001 年后,在国家政策保护和人类意识提高情况下,以上现象得到遏制。在 1991—2013 年,景观指数整体上均呈现出“先增后减”或“先减后增”的变化过程,景观形状、景观多样性指数近几年不断下降,景观的蔓延度、聚集度及斑块平均面积增加,破碎化程度先增后减,研究区范围内生态系统稳定性、多样性遭到破坏。

(2) 通过土地利用景观特征研究可以表征区域内生态环境状况,研究区生态环境受景观变化影响巨大,生态服务总价值也呈现“先减后增”趋势,随着土地利用景观结构的变化,总价值在 2013 年增加到 5 629.853 0 万元的新高水平。其中,林地作为区域内最大景观类型,对生态服务总价值贡献率在 40% 以上,具有关键性作用,同时是未来生态环境优化的重点领域。

(3) 人类活动、政策导向是该区域内景观格局演变和生态环境效应变化的最大驱动力。保持区域生态环境的优良状态,其前提是要保障区域内景观格局的良性发展,把握好人类活动和政策导向这两大主要驱动因子。杜绝恶意破坏和随意改变用途的人类行为,在对典型农林交错区进行土地利用结构调整和规划编制时优先考虑其生态环境效应,并进行生态环境规划,为后期发展创造好的环境。

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 李保杰,顾和和. 矿区土地复垦景观格局变化和生态效应[J]. 农业工程学报, 2012, 28(3): 251-256.

- [2] 谢花林. 典型农牧交错区土地利用变化驱动力分析[J]. 农业工程学报, 2008, 24(10): 56-62.
- [3] Geist H J, Lambin E F. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation[J]. Biological Science, 2002, 52(2): 143-150.
- [4] 邬建国. 景观生态学: 格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 103-104.
- [5] 裴欢, 魏勇, 王晓妍, 等. 耕地景观生态安全评价方法及其应用[J]. 农业工程学报, 2014, 30(9): 212-220.
- [6] 陈利顶, 孙然好, 刘海莲. 城市景观格局演变的生态环境效应研究进展[J]. 生态学报, 2013, 33(4): 1042-1050.
- [7] 张华, 丁亮, 苗苗. 科尔沁沙地景观空间格局及其生态环境效应分析[J]. 水土保持学报, 2007, 21(2): 193-196.
- [8] 赵阳, 余新晓, 贾剑波, 等. 红门川流域土地利用景观动态演变及驱动力分析[J]. 农业工程学报, 2013, 29(9): 239-247.
- [9] 刘德林, 李壁成. 黄土高原上黄小流域土地利用景观格局分析[J]. 测绘科学, 2014, 39(1): 78-82.
- [10] 刘纪远, 刘明亮, 庄大方, 等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析[J]. 中国科学: D 辑, 2002, 32(12): 65-74.
- [11] 高凤杰, 张柏, 王宗明, 等. 牡丹江市退耕还林前后自然状态下土壤侵蚀敏感性变化研究[J]. 水土保持通报, 2010, 30(5): 1-6.
- [12] 谢花林, 李秀彬, 陈瑜琦, 等. 土地利用规划环境影响的生态安全评价方法初探: 以内蒙古翁牛特旗为例[J], 资源科学, 2010, 32(1): 57-63.
- [13] Chen Xi. Land Use/Cover Change in Arid areas of China[M]. Beijing: Science Press, 2008: 16-23.
- [14] Luo Geping, Feng Yixing, Zhang Baiping, et al. Sustainable land-use patterns for arid lands: A case study in the northern slope areas of the Tianshan Mountains. Journal of Geographical Sciences, 2010, 20(4): 510-524.
- [15] 邬建国. 景观生态学中的十大研究论题[J]. 生态学报, 2004, 24(9): 2075-2076.
- [16] 杨俊, 单灵芝, 席建超, 等. 南四湖湿地土地利用格局演变与生态效应[J]. 资源科学, 2014, 36(4): 0856-0864.
- [17] 吴莉, 侯西勇, 邸向红. 山东省沿海区域景观生态风险评价[J]. 生态学杂志, 2014, 33(1): 214-220.
- [18] 谢高地, 肖玉, 甄霖, 等. 我国粮食生产的生态服务价值研究[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(3): 10-13.
- [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): 911-9101.
- [20] 王友生, 余新晓, 贺康宁, 等. 基于土地利用变化的怀柔水库流域生态服务价值研究[J]. 农业工程学报, 2012, 28(5): 246-251.
- [21] 封建民, 郭玲霞. 陕西省神木县土地利用格局和生态服务价值变化[J]. 水土保持通报, 2014, 34(6): 293-298.
- [22] 马晴, 李丁, 廖杰, 等. 疏勒河中下游绿洲土地利用变化及其驱动力分析[J]. 经济地理, 2014, 34(1): 148-155.

(上接第 264 页)

- [3] 刘昌明, 孙睿. 水循环的生态学方面: 土壤—植被—大气系统水分能量平衡研究进展[J]. 水科学进展, 1999, 10(3): 251-259.
- [4] 王芳, 王浩, 陈敏建, 等. 中国西北地区生态需水研究: 基于遥感和地理信息系统技术的区域生态需水计算及分析[J]. 自然资源学报, 2002, 17(2): 129-137.
- [5] 彭世彰, 徐俊增. 参考作物蒸发蒸腾量计算方法的应用比较[J]. 灌溉排水学报, 2004, 23(6): 5-9.
- [6] 张红旗, 张志强. 应用遥感数据反演针叶林有效叶面积指数[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(6): 36-39.
- [7] 方子云. 试论正确处理水利发展与环境的关系[J]. 人民长江, 1991, 22(5): 1-4.
- [8] 李静, 焦树林, 梁虹, 等. 基于 MIKESHE 分布式水文模型的降水时间尺度对喀斯特流域径流模拟的影响研究: 以红水河系六洞河流域为例[J]. 中国岩溶, 2012, 31(4): 388-394.
- [9] 武金慧, 李占斌. 水面蒸发研究进展与展望[J]. 水利与建筑工程学报, 2007, 5(3): 46-50.
- [10] 郑建平, 陈敏建, 徐志侠, 等. 海河流域河道最小生态流量研究[J]. 水利水电科技进展, 2005, 25(5): 12-15.