

生物多样性生态功能区生境质量 变化遥感监测研究

李 营¹ 张 峰¹ 杨海军¹ 殷守敬¹ 洪运富¹ 朱海涛¹ 滕佳华² 代宇庭³

(1. 环境保护部卫星环境应用中心, 北京 100094;

2. 中国矿业大学地球科学与测绘工程学院, 北京 100083; 3. 中国人民大学环境学院, 北京 100872)

【摘要】稳定的生境质量是维持生态系统生物多样性的重要基础, 迄今为止, 我国设立了多个生物多样性生态功能区, 但有关其生态质量状况的研究较少, 针对这一现象, 选取秦巴生物多样性生态功能区作为研究区, 采用 InVEST 模型和 Mann-Kendall 趋势检验方法, 获取了研究区生境质量指数和生态系统生产力变化趋势, 以此监测研究区生境质量在 2000-2010 年间的时空变化情况。结果表明, 2000-2010 年间, 研究区生境质量虽然略有小幅变化, 但整体上基本保持稳定, 无明显变化。

【关键词】生物多样性; 生态功能区; 生境质量; 遥感监测

中图分类号: X835 文献标识码: A 文章编号: 1673-288X(2016)02-0046-03

1 引言

生境实际上是指生态系统能够提供给物种生存繁衍所需条件的潜力^[1], 是生物生存的本质基础, 研究表明, 生境特征与生物多样性紧密相关^[2], 生境质量的优劣直接决定了生物栖息地的适宜性高低。目前, 国内开展的生态系统生境质量研究主要涉及河流^[3-5]以及特定物种^[6-7], 有关国家生态功能区生境质量的研究相对较少, 同时, 上述研究主要采用生态调查的方式, 研究周期长且耗费了大量人力、物力。

遥感技术具有时效性强、监测范围广、数据便于获取等优势, 目前, 已被广泛应用于生态环境监测中, 并取得了显著的成效。在生境质量遥感评价中, 生境质量指数考虑了生态系统整个景观类型敏感性和外界威胁程度, 能够监测生境质量分布状况并评价其质量优劣^[8], 是较为普遍的监测指标。然而, 生境质量不完全由上述因素所决定, 其自身的生产能力也是重要的衡量指标。植被净初级生产力(Net Primary Productivity, NPP)是衡量植物群落在自然环境条件下生产能力的重要指标^[9], 生产力的高低直接决定生态系统的供给能力, 关系到物种的丰富度^[10], 从而与生境质量间接关联, 因此, NPP 的变化会对生境质量产生影响。

秦巴生物多样性生态功能区是我国设立的国家级重要生态功能区, 属于限制开发区域, 保护该区域的生态系统, 维持其生境质量健康, 对国家生态安全战略具有

重要作用^[11-12], 而国内有关生物多样性生态功能区的生境质量状况的监测相对较少。为了解我国生物多样性生态功能区生境质量变化情况, 更好地保护区域生态环境, 本文选取秦巴生物多样性生态功能区, 基于遥感技术, 采用生境质量指数和 NPP 变化趋势指标, 分别从生态系统的敏感性、外界威胁程度及生产力角度, 对该生态功能区在 2000-2010 年间的生境质量进行动态监测。

2 监测方法及数据

2.1 监测方法

生境质量监测采用生境质量指数和 NPP 变化趋势等两个指标进行监测分析, 其中, 生境质量指数采用 InVEST 模型基于土地利用数据获取, 用于分析生态系统敏感性及外界威胁程度。

NPP 变化趋势利用 Mann-Kendall 检验趋势方法^[13]计算, 设置置信度为 95%, $\alpha=0.05$ 为趋势检验的显著水平。Mann-Kendall 检验的统计 S, 利用下式计算:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (1)$$

式中: x_j 和 x_k 分别为第 j 年和第 k 年的数值, $j > k$, n 为系列的记录长度(个数), $\text{sgn}(x_j - x_k)$ 为表征函数:

$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{当 } x_j - x_k > 0 \\ 0 & \text{当 } x_j - x_k = 0 \\ -1 & \text{当 } x_j - x_k < 0 \end{cases} \quad (2)$$

资助项目: 国家生态功能区生态状况考核与评价

作者简介: 李营, 博士, 工程师, 研究方向为无人机遥感环境监测

通讯作者: 殷守敬, 博士, 高级工程师, 主要从事环境遥感监测与评价研究

引用文献格式: 李 营 等. 生物多样性生态功能区生境质量变化遥感监测研究 [J]. 环境与可持续发展, 2016, 41(2): 46-48.

随机序列 $S_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 近似地服从正态分布, 则 S_j 的均值和方差为:

$$E(S) = 0$$

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (3)$$

利用下式计算统计检验值 Z_s :

$$Z_s = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

利用 Z_s 的值进行趋势统计的显著性检验。 Z_s 值为正, 表明 2000 - 2010 年间 NPP 有上升趋势, Z_s 值为负, 表明有下降趋势。

2.2 监测数据来源

监测数据采用土地利用和 NPP 数据, 其中, 土地利用数据时间为 2000 年和 2010 年, NPP 为 2000 - 2010 年的旬数据。

3 结果与分析

3.1 生境质量指数变化监测分析

参考郑丙辉等^[14] 王建华等^[15] 关于生境质量分级的方法, 将生境质量指数分为很差、较差、一般、较好、良好等五级(表 1)。

表 1 生境质量指数分级标准

等级	生境质量指数
良好	(0.75, 1]
较好	(0.6, 0.75]
一般	(0.45, 0.6]
较差	(0.3, 0.45]
很差	[0, 0.3]

为分析研究区生境质量指数变化状况, 分别统计生境质量等级在 2000 年、2010 年的面积百分比(表 2)。由表可知, 在面积百分比数值分布方面, 研究生境质量指数等级面积百分比最大的为良好等级, 之后为很差、较好、一般、较差等级。2000 年、2010 年的良好等级面积百分比分别为 77.9023% 和 78.6209%, 很差等级分别为 22.0906% 和 21.3718%, 较好和一般等级均不超过 0.1%, 而较差等级均为 0, 说明研究区生境质量指数良好, 较差等级面积百分比不大; 在生境质量指数变化方面, 2000 - 2010 年间, 研究区良好等级面积百分比增加 0.7186%, 很差等级减少 0.7188%, 较好等级增加 0.0003%, 一般等级减少 0.0001%, 说明在等级方面研究区生境质量指数稍微增强。

为进一步定量分析研究区生境质量变化情况, 对研究区 2000 年和 2010 年生境质量指数进行差运算, 统计

2000 - 2010 年间生境质量指数在像元尺度的变化情况, 并将变化分为变好、不变、变差等三个等级。对生境质量指数变好、不变、变差的面积百分比进行统计(表 3), 获取变好、不变、变差区域占研究区总面积的百分比分别为 53.424%、33.065% 和 13.510%, 从数值上可以看出, 研究区生境质量指数以变好为主, 变差区域不超过 14%, 说明 2000 - 2010 年间, 生境质量指数总体上有所增强。

表 2 生境质量指数等级面积百分比及其变化(%)

等级	2000 年	2010 年	变化
良好	77.9023	78.6209	0.7186
较好	0.0069	0.0072	0.0003
一般	0.0001	0.0001	-0.0001
较差	0.0000	0.0000	0.0000
很差	22.0906	21.3718	-0.7188

表 3 生境质量指数变化统计(%)

变化情况	百分比
变好	53.424
不变	33.065
变差	13.510

分析研究区 2000 - 2010 年间生境质量指数的分级、变化及相关统计数据, 可以看出, 研究区生境质量指数总体上稍微变好但有限, 生境质量指数较差的区域并未明显扩张, 说明这一时期内, 研究区生态系统的敏感性及其受到外界的威胁程度并未明显变化, 生态系统生境质量保持良好、较为稳定。

3.2 生态系统生产力变化趋势分析

通过 Mann - Kendall 趋势分析, 获取研究区 NPP 各像元在 2000 - 2010 年间的上升、下降及不变等三个变化趋势, 对三种变化趋势进行统计, 获取其面积百分比(表 4), 由表可知, 研究区在 2000 - 2010 年间, NPP 变化趋势主要以不变为主, 面积占研究区的 89.306%, 呈下降趋势的面积百分比为 7.752%, 呈上升趋势的面积百分比为 2.942%。

表 4 NPP 变化趋势状况统计(%)

趋势	百分比
上升	2.942
不变	89.306
下降	7.752

通过以上分析可知, 研究区 NPP 呈上升趋势的区域面积要多于下降趋势, 但相对于不变的区域, 其所占比例较小, 对整个研究区作用影响并不是很大, 说明 2000 - 2010 年间, 研究区生态系统生产力在局部有略微

下降,而在整体上相对趋于稳定,其对生境质量影响并不明显,进而表明,在生态系统生产力评价方面,研究区生境质量也相对稳定。

4 结 论

稳定的生境质量是维持生态系统生物多样性的基础,迄今为止,我国设立了多个生物多样性生态功能区,但有关其生态质量状况的研究较少,针对这一现象,本文选取秦巴生物多样性生态功能区作为研究区,采用 InVEST 模型和 Mann - Kendall 趋势检验方法,获取了研究区生境质量指数和生态系统生产力变化趋势,以此监测研究区生境质量在 2000 - 2010 年间的时空变化情况。结果表明:

(1) 基于秦巴生物多样性生态功能区生境质量变化遥感监测分析可知,秦巴生物多样性生态功能区在 2000 - 2010 年间,生境质量指数和生态系统生产力基本稳定,未发生明显变化,结合研究区土地利用及气象指标等驱动因素分析发现,土地利用、降水及气温等因素变化较小,未对生境质量造成较大影响,这与研究区生境质量基本保持稳定相一致。

(2) 生态质量变化对生态系统功能与结构造成的影响具有滞后性,理论上的研究时间尺度应维持在几十年,因受数据因素限制,本文的时间尺度为 11 年,在条件允许的情况下,今后的研究应当适当延长。

参考文献:

- [1] 包玉斌,刘康,李婷,等. 基于 InVEST 模型的土地利用变化对生境的影响——以陕西省黄河湿地自然保护区为例 [J]. 干旱区研究, 2015, 32(3): 622 - 629.
- [2] RAVEN P J, HOLMES N T, DAWSON F H, et al. River habitat quality: the physical character of rivers and streams in the UK and Isle of Man Bristol. England Environment Agency, 1998, (2): 85.
- [3] 王强,袁兴中,刘红,等. 基于河流生境调查的东河河流生境评价 [J]. 生态学报, 2014, 34(6): 1548 - 1558.
- [4] 王琼,范志平,李法云,等. 蒲河流域河流生境质量综合评价及其与水质响应关系 [J]. 生态学杂志, 2015, 34(2): 516 - 523.
- [5] 刘华,蔡颖,於梦秋,等. 太湖流域宜兴片河流生境质量评价 [J]. 生态学杂志, 2012, 31(5): 1288 - 1295.
- [6] 邓凯. 基于滇金丝猴生境质量的土地生态评价与应用 [D]. 云南: 云南财经大学, 2014.
- [7] 周洁敏. 大熊猫生境质量评价体系研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2007.
- [8] 杨芝歌,周彬,樊登星,等. 北京山区生物多样性分析与碳储量评估 [J]. 水土保持通报, 2012, 32(3): 42 - 46.
- [9] 刘芳,迟耀斌,王志勇,等. NPP 列入生态统计指标体系的潜力分析——以北京地区 NPP 测算与空间分析为例 [J]. 生态环境学报, 2009, 18(3): 960 - 966.
- [10] KVANS K L, GREENWOOD J D, GASTON K J. Dissecting the species - energy relationship. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 2005, 272: 2155 - 2163.
- [11] 环境保护部,中国科学院. 《全国生态功能区划》, 2008.
- [12] 国务院. 《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》, 2010.
- [13] ALCARAZ - SEGURA D, CABELLO J, PARUELO J M, et al. Use of descriptors of ecosystem functioning for monitoring a national park network: a remote sensing approach [J]. Environmental Management, 2009, 43: 38 - 48.
- [14] 郑丙辉,张远,李英博,等. 辽河流域河流栖息地评价指标与评价方法研究 [J]. 环境科学学报, 2007, 27(6): 928 - 936.
- [15] 王建华,田景汉,吕宪国. 挠力河流域河流生境质量评价 [J]. 生态学报, 2010, 30(2): 481 - 486.

On Habitat Quality Change Monitoring by Remote Sensing in Eco - functional Area of Biological Diversity

LI Ying¹ ZHANG Feng¹ YANG Hai - jun¹ YIN Shou - jing¹ HONG Yun - fu¹
ZHU Hai - tao¹ TENG Jia - hua² DAI Yu - ting³

(1. Satellite Environment Center, Ministry of Environmental Protection, Beijing 100094, China;

2. College of Geoscience and Surveying Engineering, China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China;

3. School of Environment and Natural Resources, RENMIN University of China, Beijing 100872, China)

Abstract: The stable ecological quality plays an important role in sustaining the biodiversity, China has established several eco - functional areas of biological diversity, however, the study on the ecological quality is less. Therefore, we took Qinba eco - functional area of biological diversity as the study area, used InVEST model and Mann - Kendall trend test method, obtain the habitat quality index and changing trend of ecosystem productivity to monitor the temporal and spatial variation of the habitat quality from 2000 to 2010. The result showed that the habitat quality remained stable overall in the study area, despite some fluctuation.

Keywords: biodiversity; eco - functional area; habitat quality; remote sensing monitoring