

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

景观生态学专辑



第34卷 第12期 Vol.34 No.12 **2014**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 34 卷 第 12 期 2014 年 6 月 (半月刊)

目 次

中国景观生态学发展历程与未来研究重点.....	陈利顶,李秀珍,傅伯杰,等 (3129)
城市景观格局演变的水环境效应研究综述.....	黄 硕,郭青海 (3142)
多功能景观研究进展.....	汤 茜,丁圣彦 (3151)
空间形态受限型城市紧凑发展研究——以厦门岛为例	黄 硕,郭青海,等 (3158)
紫金山森林公园降温效应影响因素.....	闫伟姣,孔繁花,尹海伟,等 (3169)
城市公园景观空间结构对其热环境效应的影响	冯悦怡,胡潭高,张力小 (3179)
基于 OWA 的低丘缓坡建设开发适宜性评价——以云南大理白族自治州为例	刘焱序,彭 建,韩忆楠,等 (3188)
生态安全条件下土地利用格局优化——以皇甫川流域为例	喻 锋,李晓兵,王 宏 (3198)
新疆玛纳斯河流域 2000—2010 年土地利用/覆盖变化及影响因素	刘金巍,靳甜甜,刘国华,等 (3211)
基于 GIS 和 RS 的赣江上游流域土地利用动态趋势分析	鲁燕飞,彭 芳,万 韵,等 (3224)
1954—2010 年三江平原土地利用景观格局动态变化及驱动力	刘吉平,赵丹丹,田学智,等 (3234)
基于斑块评价的三峡库区腹地坡耕地优化调控方法与案例研究.....	王永艳,李阳兵,邵景安,等 (3245)
贵州省山地-坝地系统土地利用与景观格局时空演变	李阳兵,姚原温,谢 静,等 (3257)
中国西南地区土地覆盖情景的时空模拟	李 婧,范泽孟,岳天祥 (3266)
基于移动窗口法的岷江干旱河谷景观格局梯度分析.....	张玲玲,赵永华,殷 莎,等 (3276)
基于植被覆盖度的藏羚羊栖息地时空变化研究.....	赵海迪,刘世梁,董世魁,等 (3285)
西南峡谷型喀斯特坡地土壤微生物量 C、N、P 空间变异特征	范夫静,黄国勤,宋同清,等 (3293)
峡谷型喀斯特不同生态系统的土壤微生物数量及生物量特征.....	谭秋锦,宋同清,彭晚霞,等 (3302)
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	刘桂林,张落成,张 倩 (3311)
基于视觉廊道的青藏铁路沿线旅游动态景观评价.....	张瑞英,席建超,姚予龙,等 (3320)
基于 RS 与 GIS 的农村居民点空间变化特征与景观格局影响研究	任 平,洪步庭,刘 寅,等 (3331)
生态系统保护现状及保护等级评估——以江西省为例.....	樊乃卿,张育新,吕一河,等 (3341)
崇明东滩盐沼植被变化对滩涂湿地促淤消浪功能的影响.....	任璘婧,李秀珍,杨世伦,等 (3350)
基于气候、地貌、生态系统的景观分类体系——以新疆地区为例.....	师庆东,王 智,贺龙梅,等 (3359)
黄土丘陵沟壑区景观格局演变特征——以陕西省延安市为例.....	钟莉娜,赵文武,吕一河,等 (3368)
不同干扰背景下农业景观异质性——以巩义市为例	张晓阳,梁国付,丁圣彦 (3378)
山西高原草地景观的数量分类与排序.....	张先平,李志琴,王孟本,等 (3386)

山区夏季地表温度的影响因素——以泰山为例..... 孙常峰,孔繁花,尹海伟,等 (3396)

典型岩溶洼地土壤水分的空间分布及影响因素..... 张继光,苏以荣,陈洪松,等 (3405)

基于移动窗口法的豫西山丘陵区景观异质性分析..... 李栋科,丁圣彦,梁国付,等 (3414)

桂西北喀斯特区域植被变化趋势及其对气候和地形的响应..... 童晓伟,王克林,岳跃民,等 (3425)

喀斯特与非喀斯特区域植被覆盖变化景观分析——以广西壮族自治区河池市为例.....
..... 汪明冲,王兮之,梁钊雄,等 (3435)

不同干扰背景下景观指数与物种多样性的多尺度效应——以巩义市为例.....
..... 董翠芳,梁国付,丁圣彦,等 (3444)

石栎-青冈常绿阔叶林土壤有机碳和全氮空间变异特征 杨 丹,项文化,方 晰,等 (3452)

湘中丘陵区南酸枣阔叶林群落特征及群落更新..... 易 好,邓湘雯,项文化,等 (3463)

基于 RBFN 的桂西北喀斯特区植被碳密度空间分布影响因素分析..... 张明阳,王克林,邓振华,等 (3472)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 352 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 36 * 2014-06



封面图说: 空间发展受限城市的厦门——在我国城市化进程中,中小城市在城镇体系建设中处于中间环节,起到了联系大城市和小城镇的作用。但是,每个城市由于发展历史、社会经济结构、自然地理形态等因素的不同,都有其发展的特性,这些问题都必须因地制宜地去把握。例如,厦门岛相对隔离,没有多余的发展空间,该城市以居住功能为主,城市功能较为单一,公共服务功能和商业服务功能比例较小。研究这样紧凑型的城市发展必须要考虑该城市结构转换的承受力,周边社会经济环境以及居民的生活习惯等。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201310312639

张玲玲, 赵永华, 殷莎, 房舒, 刘晓静, 蒲苗苗. 基于移动窗口法的岷江干旱河谷景观格局梯度分析. 生态学报, 2014, 34(12): 3276-3284.

Zhang L L, Zhao Y H, Yin S, Fang S, Liu X J, Pu M M. Gradient analysis of dry valley of Minjiang River landscape pattern, based on moving window method. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(12): 3276-3284.

基于移动窗口法的岷江干旱河谷景观格局梯度分析

张玲玲, 赵永华*, 殷莎, 房舒, 刘晓静, 蒲苗苗

(长安大学地球科学与资源学院, 西安 710054)

摘要:以岷江干旱河谷为研究区, 基于 GIS 技术和移动窗口法对其景观格局梯度变化进行分析, 以期为区域的景观格局优化和管理提供支持。根据研究区的形状特征, 分别沿干流和支流设置 4 条样带; 选取景观水平下的景观指数, 利用 FRAGSTATS3.3 软件分别采取标准法和移动窗口法获得不同尺度下的景观指数值; 综合利用景观指数粒度效应分析、区域面积信息守恒评价方法和景观指数幅度效应评价曲线确定研究区景观格局梯度分析移动窗口尺寸, 并计算了此窗口尺度下 4 条样带上的景观指数, 得到沿样带方向的景观梯度格局。结果表明: 岷江干旱河谷的景观基质是灌木林地, 面积占 73.82%。有林地和草地的景观异质性低, 居民地和耕地斑块破碎化程度较大。确定了 50m 的栅格大小, 250m 的移动窗口尺寸为研究区景观格局梯度分析的窗口尺度; 4 条样带上各景观指数均随景观类型变化出现不同幅度的上下波动特征, 梯度特征明显。处于景观类型过渡地带的区域, 景观多样性和异质性增加, 破碎化程度高; 干旱河谷景观格局梯度变化主要受地形、水热因子, 以及堤坝建设和土地利用影响。研究作为一种有益的尝试, 更精细地分析了研究区的景观格局, 能够为河谷地区景观格局量化分析提供参考, 但也存在一定不足, 需要在今后工作中继续深入研究。

关键词:尺度效应; 景观指数; 移动窗口; 梯度分析

Gradient analysis of dry valley of Minjiang River landscape pattern, based on moving window method

ZHANG Lingling, ZHAO Yonghua*, YIN Sha, FANG Shu, LIU Xiaojing, PU Miaomiao

College of Earth Science and Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, China

Abstract: Great attentions have been paid on landscape changes in recent years. As a basis of further researches on landscape functions and dynamics, contributes to analyzing spatial distribution characteristics of landscape components, landscape pattern analysis became an important topic of landscape ecology. In landscape pattern analysis, landscape metrics has been used as a common tool to exhibit the spatial distribution of landscape. During the past two decades, many processes have been used to analyze changes of landscape and the relationships with human influences and environmental factors. As a hotspot of quantitative methods of landscape analysis, gradient analysis, which is conducive to revealing the evolutionary laws of spatial landscape patterns has become a significant means in landscape ecology. However, the appropriate spatial scale is the key point to calculate the landscape metrics, and scale issues represent one of the foremost frontiers of landscape ecology. It is well known that the observed landscape pattern and its relationship with (landscape) process depend upon the scale. Great developments have been made on researches on pixel and spatial extent of landscape pattern evolution quantitatively and qualitatively. Little on the accuracy of the landscape analysis is related to both pixel and extent effect since there is the lackage of systematic study on the selection of optimization scale in landscape gradient pattern

基金项目:国家自然科学基金项目资助(31000222, 31170664)

收稿日期:2013-10-31; **修订日期:**2014-04-04

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yonghuaz@chd.edu.cn

analysis. In this study, taking the dry valley of Minjiang River as study area and using ARCGIS9.3, ENVI4.8 and FRAGSTATS3.3, based on the image data of Land Resources Satellite ETM+ (2011), we aim to analyze the variation of landscape index with grain size. To obtain gradient patterns of the landscapes, 4 transects have been set up along both mainstream and tributaries of Minjiang River. A series of metrics at the landscape level (NP, PD, LPI, DIVISION, SHDI, and SHEI) were chosen and calculated using standard and moving window approach with different spatial scale, respectively. Then, an optimization-scale selection method, which integrates: the grain effect analysis of landscape index, the data loss assessment and the landscape index range effect curve analysis, was developed to obtain accuracy and efficient scale. By analyzing the grain inflexions of the landscape index comprehensively, we found that 30—90m and 110—160m were the appropriate grain ranges. Data loss assessment showed that 50m was the appropriate grain extent. In addition, based on moving window analysis, landscape index range effect curve analysis suggested that 250m was the most appropriate spatial extent for landscape pattern analysis. At the landscape level, 6 metrics were calculated by Moving window method: shrub land, accounting for 73.82% of the total landscape, was the matrix in dry valley of Minjiang River in the year 2011; the forestland and grassland's landscape heterogeneity decreased and relatively high the fragmentation degree of construct and farmland; water area has no obvious change; landscape metrics in the four transects present different amplitude and evident gradient diversity as landscape type change, the index change is larger in transition zone as compared to the single region; landscape pattern develops in the direction of heterogeneity, diversification and homogenization; and topography, precipitation, temperature and human activities were the factors for the gradient changes of landscape. As a kind of beneficial attempt, this study more finely analyzed the landscape pattern in the study area. The result of landscape pattern gradient analysis provided a novel way for discerning the landscape pattern change in the mountainous areas.

Key Words: scale effect; landscape metrics; moving window; gradient analysis

景观生态学中,尺度通常指空间和时间上的幅度(extent)和粒度(grain)。景观格局是各种生态过程在不同尺度上作用的结果,是景观异质性的表现^[1-3]。尺度效应是指当空间幅度或粒度改变时,景观空间异质性也随之改变的现象^[4-5]。尺度的变化对景观格局的定量分析结果会产生不同程度的影响,因此在景观格局分析中,选择合适的分析尺度很有必要。尺度效应已有大量研究,徐丽等探讨了合肥市景观格局指数随不同粒度的变化特征;ZHANG等以凤凰市为例,应用移动窗口法,研究了不同窗口大小对土地破碎化研究结果的影响;Paul Galpern对景观连通性的幅度效应进行了分析。上述研究主要集中在单一的空间粒度或者空间幅度方面,研究结果已经证明分析数据的空间分辨率大小和研究区域的空间范围对景观分析结果均有影响^[6-11],因此在景观分析中应该将两者综合考虑,以准确有效反映区域景观格局变化信息。

移动窗口法是通过统计计算窗口内所选的景观指标,输出对应的栅格图,以观察景观格局空间变异状况,它可以使景观空间格局信息明晰化^[12]。梯度

分析可以充分展现研究目标在空间上沿某一方向的分布规律和逐渐变化的空间特征。与传统的基于总体的特征分析相比,利用移动窗口法对景观格局进行空间梯度分析,可以实现局部区域上景观指数的量化和空间可视化,从而更明确地从空间上展示景观格局动态变化的过程,揭示景观内部结构的差异性^[13]。岷江干旱河谷地区地理位置特殊,地形地貌类型复杂多样,生物多样性丰富,是我国西南地区脆弱且具有重要生态服务功能的地区。它不仅是长江上游生态安全重要屏障的组成部分,也是成都平原的水源生命线。常年来在气候条件和人类活动的共同影响下,滑坡、崩塌频发,水土流失严重。近年来,由于对水土资源的不合理开发利用强度加大以及重大地质灾害的影响,区域内生态环境恶化,景观格局也发生一些变化。目前国内外学者利用景观指数和移动窗口相结合的方法对流域、城市空间梯度格局进行了大量的研究^[14-15],但是用此方法对河谷地区景观格局梯度分析尚属少见。为此,本文以岷江干旱河谷为研究区,基于移动窗口法,通过变换研究区栅格像元大小和移动窗口半径,来选择干旱河谷空

间格局梯度分析的合适尺度,旨在科学阐述岷江干旱河谷景观梯度格局特征及其影响因素,探讨各景观指数沿样带梯度变化情况以及梯度分析方法能否反映干旱河谷纵向景观格局变化特征,为河谷地区景观格局的空间量化分析和格局优化提供参考。

1 研究区域和研究方法

1.1 研究区概况

岷江上游干旱河谷地处四川盆地丘陵山地与青藏高原的过渡地带,地理位置位于 $102^{\circ}56'E-103^{\circ}55'E, 31^{\circ}16'N-32^{\circ}26'N$ 之间,属于横断山区东北缘。主要分布于岷江干流松潘镇江关以下,经茂县凤仪镇至汶川县绵虬镇的岷江干流,以及黑水河谷和杂谷脑河谷等岷江支流的两侧。行政区域上包括四川省阿坝藏族羌族自治州的汶川、理县、茂县、黑水和松潘县。区域内高山与峡谷错综分布,岭谷相对高差大,山脉多呈南北走向。由于高山峡谷阻挡了来自太平洋的东南季风气流和来自印度洋的西南季风气流,造成了该地区气候垂直分异和地域性差异,绝热增温的焚风效应显著,河谷地带终年受下沉的干热气流控制,因此植被稀疏,主要为旱生灌草植被^[16]。干湿季节分明,雨季短,一般为当年6月到10月,植被长势茂盛。旱季长,一般是当年11月至次年5月,植被枯黄凋零。年降水量490mm左右,小于当年蒸发量,气候干燥。

1.2 数据来源与处理

遥感数据选用2011年7月19日的Landsat ETM+遥感影像,经过图像增强处理后,分辨率为 $15m \times 15m$ 。结合ETM+各波段的特点和波段之间的相关性,并且考虑到视觉效果,采用TM5、TM4、TM3波段合成假彩色影像。影像的投影坐标系采用Transverse Mercator投影,Krasovsky椭球体,中央经线为 $105^{\circ}E$ 。参考2007年国土资源部公布的《土地利用现状分类》,根据研究区的实际情况和研究需要,将干旱河谷景观分为有林地、灌木林地、草地、耕地、水体、居民地6种景观类型。根据建立的解译标志,在ENVI4.8中使用监督分类方法进行图像解译,得到分类结果(图1)。经过Kappa指数进行评价与验证,分类精度为78.2%,符合研究需要。在Arcgis9.3中将分类结果转换成矢量格式,并创建拓扑关系,最终得到符合要求的矢量数据。利用

Arcgis9.3的空间分析功能,将矢量数据转化为GRID格式。最后将栅格图导入Fragstats3.3软件中进行相关景观指数计算。

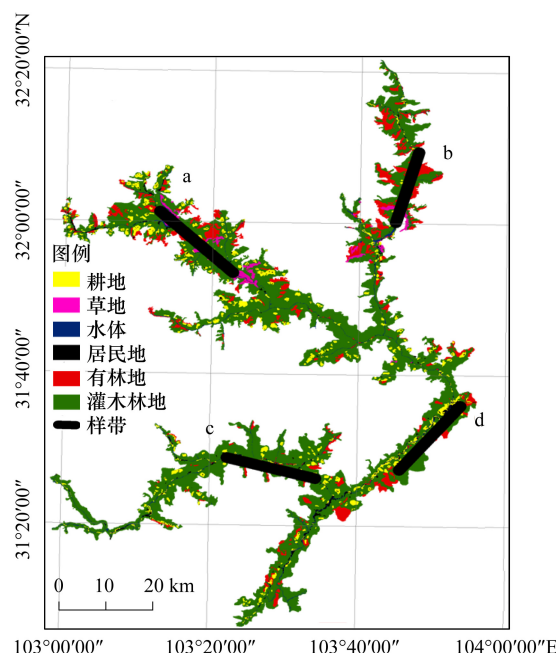


图1 岷江干旱河谷景观类型及样带设置

Fig.1 Landscape type and location of the 4 sampling transects in dry valley of Minjiang River

1.3 研究方法

1.3.1 景观指数的选择

为既能全面反映景观格局特征,又能减少格局信息冗余度,参照相关研究成果和研究区特点^[17-19],本文选择类型水平上的斑块类型面积百分比(PLAND)、斑块平均大小(MPS)、最大斑块指数(LPI)及斑块密度(PD);景观水平上的斑块数(NP)、斑块密度(PD)、最大斑块指数(LPI)、分离度(DIVISION)、Shannon多样性指数(SHDI)和Shannon均匀度指数(SHEI),利用Fragstats 3.3软件分别选择标准法和移动窗口法分析研究区景观格局特征。

1.3.2 计算方法

本文综合运用景观指数粒度效应分析和改进的区域土地面积变化评价指数模型两种方法^[17,20],定性分析和定量评价相结合,以选取适合本研究区景观格局分析粒度。

景观指数粒度效应分析是依据景观指数的粒度效应曲线来选取合适粒度域的方法。曲线是以不同粒度为横轴,以该粒度下对应的景观指数值为纵轴

建立的。

面积信息守恒评价方法是定量评判尺度转换后精度的有效方法,根据徐芝英等提出的改进的区域土地面积变化评价指数模型,对研究区总面积损失情况进行评估。利用第一尺度域中的栅格大小作为横坐标,以区域土地面积变化值作为纵坐标进行图示分析。模型表达如下:

$$L_i = (A_i - A_{bi}) / A_{bi} \times 100 \quad (1)$$

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n L_i^2}{n}} \quad (2)$$

式中, A_i 表示*i*类景观栅格面积; A_{bi} 表示该类型在尺度转换前的矢量面积, L_i 表示面积损失的相对值; S_i 表示区域土地面积变化指数; n 表示景观类型数目。

1.3.3 样带设计

岷江干旱河谷是以岷江干支流为中心逐渐向外扩展的自然地理区域,自然地理梯度主要表现为沿河流流向的纵向梯度。由于干旱河谷是地形比较破碎的地区,受自然和社会因素的影响,干旱河谷的上

下游和干支流地段具有不同的宽度。考虑到不仅要尽可能多的包括多种斑块类型还要保证研究数据结果的一致性,本文根据岷江干旱河谷的形状特征、河谷宽度的上下限和研究目的,设置a、b、c、d 4条表示纵向梯度格局,具有代表性的样带^[21]。4条样带宽度均为2.5km,a、b长度分别为21.5、17.5km,c、d均为19.5km。然后基于移动窗口法,以500m为间隔对样带进行栅格水平上的采样,以分析干旱河谷景观格局梯度变化。

2 结果与分析

2.1 分析尺度的选取

2.1.1 分析粒度的选取

本文选取转换粒度以20m为起点,180m为终点,10m为间隔,对解译的矢量数据栅格化,得到17幅不同粒度等级的栅格图。对上述选取的指数进行景观指数粒度效应分析,以确定研究区的合适分析粒度。

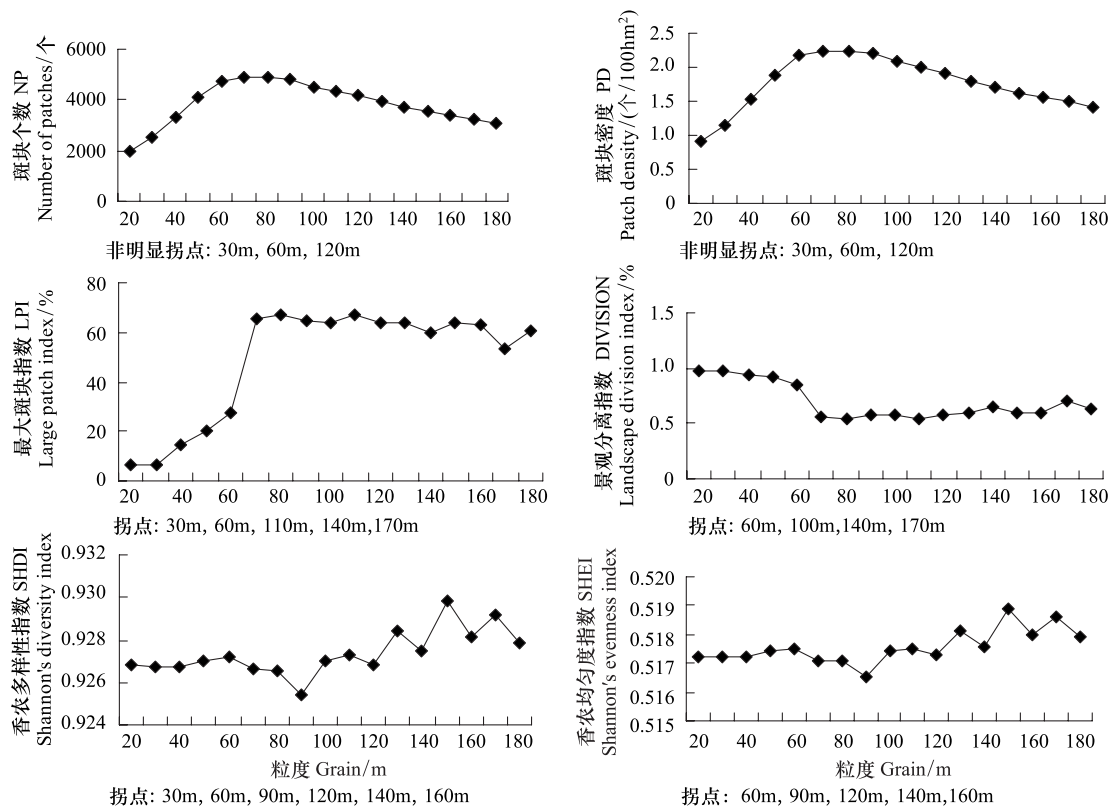


图2 岷江干旱河谷景观指数值随粒度的变化

Fig.2 The changes in landscape indices with different grain sizes in dry valley of Minjiang River

由图2可知,随着粒度的增加,各景观指数值出现了尺度转折点。这是由于栅格化过程中,矢量数

据的边界、相邻斑块的属性发生改变,进而改变了景观格局的有关特征,导致景观指数值发生相应变化^[10]。根据拐点分布情况,选定 30—90 m 和 110—160 m 为两个景观格局分析适宜尺度域。在此尺度域内,景观指数值的变化相对平缓,没有剧烈变动,能够有效反映研究区景观格局变化。考虑到计算效率问题,选择第 1 尺度域作为适宜尺度域,进行下一步适宜分析粒度的确定研究。

由图 3 可知,当栅格分辨率小于 70m 时,面积精度损失指数较小,其值小于 0.25;大于 70m 后,面积精度损失指数值迅速变大,达到 0.34。

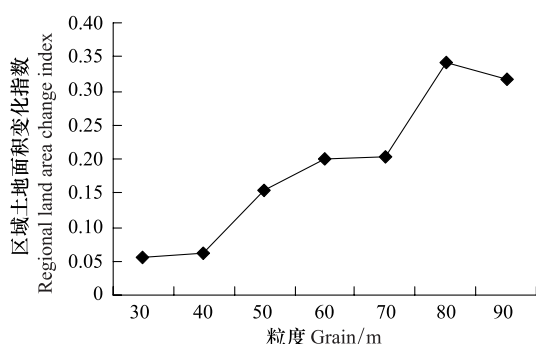


图 3 不同栅格尺寸下的区域土地面积精度的变化

Fig.3 Changes of land area accuracy in different grid sizes

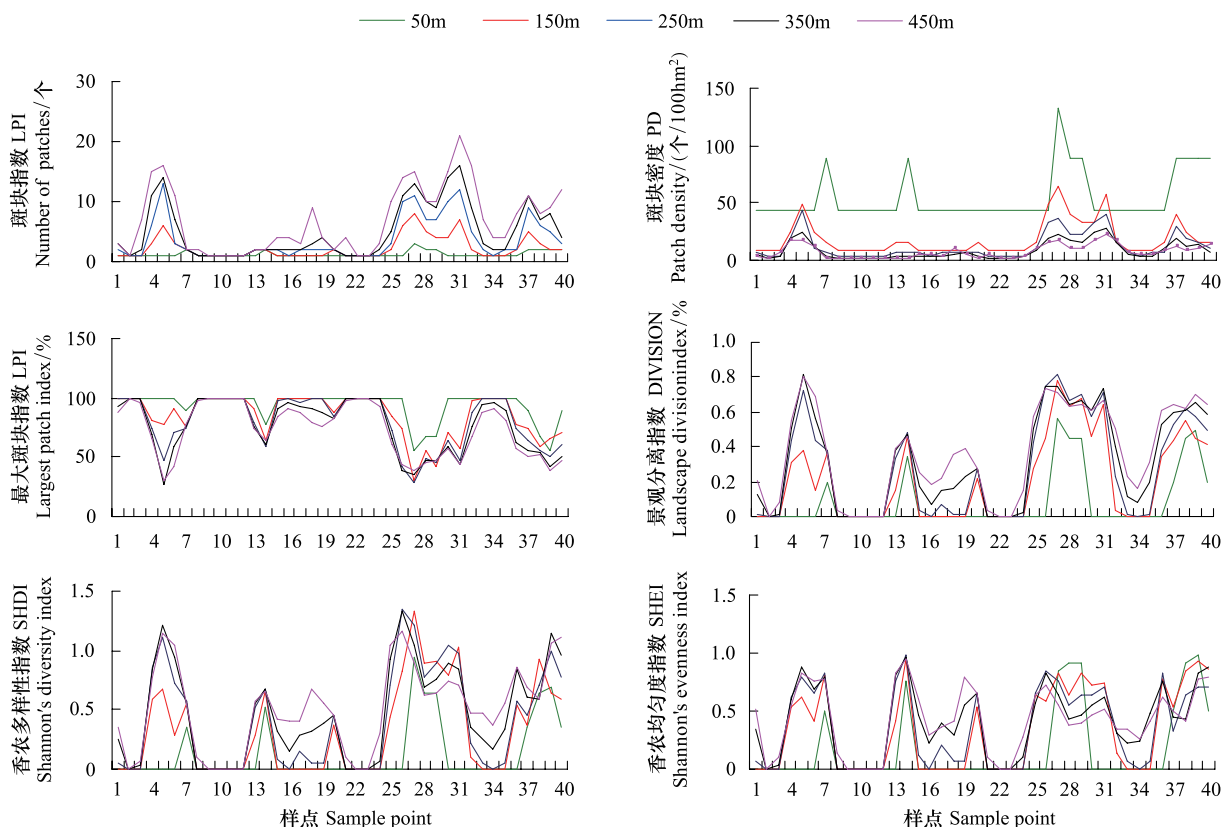


图 4 不同幅度下景观指数沿样带的变化

Fig.4 Variation of landscape metrics along the land use transect with different spatial extents

综合景观指数粒度效应分析和信息损失评价的结果表明,50m 为研究区景观格局的适宜分析粒度,既能保证计算质量,又不使计算工作量过于冗余。

2.1.2 分析幅度的选取

在已经确定的研究区分析粒度基础上,再进行分析幅度的选取,为进一步的区域景观格局研究做准备。为避免非整数个像元带来的数据处理的麻烦,本研究采用 50m 的奇数倍作为移动窗口的尺寸,以 500m 为上限,分别用边长不等的移动窗口计算窗口内的景观指数。为避免窗口的边缘效应,移动窗口在整个研究区内从左上角开始移动,计算窗口内的景观指数值,再赋值给该窗口中心栅格,得到相应景观指数栅格图,然后在指数栅格图中选取样带进行分析。基于获取的景观指数栅格图,在 4 条样带上选取 160 个样点,提取样点的景观指数值,研究幅度变化对景观格局指数的影响。

在景观水平上,4 条空间带的景观格局指数呈现出相似的变化趋势。限于篇幅,本文仅以样带 c 上各景观指数幅度变化响应为例进行分析。从图 4 可以看出,当窗口宽度增大时,除 NP 指数曲线波动加剧外,其他 5 种景观指数曲线趋于平滑。而当窗

口宽度减小到 50m 时,指数曲线表现出锯齿状的波动。总体来看,250m 的窗口尺寸是比较合适的分析尺度,选择的景观指数能够形成较为平滑的可视化效果^[22]。

2.2 合适尺度下景观格局梯度分析

2.2.1 景观格局整体特征

基于标准法的景观格局分析表明(表 1),岷江干旱河谷景观组成中,灌木林地的景观面积百分比最大,占总面积的 73.82%,是研究区景观基质类型;有林地、耕地、水体、草地和居民地的比例依次为 11.86%、7.65%、2.51%、2.26%和 1.9%;平均斑块面

积最大的是灌木林地,为 741.2hm²,其次为草地,是 117.2hm²,而其他类型景观平均斑块面积都较小;斑块密度最大的是水体,其次是居民地和耕地,而有林地、草地的斑块密度很小,不足 0.3 个/km²;灌木林地的最大斑块指数最大,草地、有林地、耕地、水体和居民地依次减小。上述结果说明,灌木林地 of 研究区的优势景观类型。有林地和草地的最大斑块指数比较大,而斑块密度很小,说明二者的景观异质性低。居民地和耕地的斑块密度比较大,而平均斑块面积很小,表明二者斑块的破碎化程度较大。

表 1 岷江干旱河谷景观格局特征
Table 1 Landscape characteristics in dry valley of Minjiang River

类型 Type	PLAND/%	PD/(个/100hm ²)	LPI/%	MPS/hm ²
水体 Water	2.51	0.91	0.15	2.75
灌木林地 Shrub	73.82	0.10	19.95	741.20
有林地 Forestland	11.86	0.18	0.40	67.64
耕地 Farmland	7.65	0.31	0.15	24.83
居民地 Residential Area	1.90	0.37	0.13	5.09
草地 Grassland	2.26	0.02	0.49	117.20

PLAND:景观面积百分比 Percentage of landscape; PD:斑块密度 Patch density; LPI:最大斑块指数 Largest patch index; MPS:平均斑块面积 Average patch area

2.2.2 景观空间梯度格局

景观空间梯度格局梯度变化是指在某一区域内景观特征沿着某方向有规律地变化。研究区景观类型的梯度变化特征如图 5 所示,4 条样带上各指数值均呈现不同幅度的上下波动特征。

样带 a 上,各景观指数出现 4 个明显的波动段,分别是样点 8—11(景观类型主要为草地和灌木林地),22—26(景观类型以灌木林地和耕地为主),31—34(位于灌木林地区),40-43(位于有林地到灌木林地的过渡带)。其中在第 1 段和第 4 段中 DIVISION、SHEI 和 SHDI 值均出现峰值,而 NP、PD 和 LPI 出现谷值,表明这一地区景观类型多样,分布均匀,破碎化程度高。这一方面是由于谷坡陡峻,山体破碎所致,二是薪柴仍旧是该山区农业人口的主要能源形式,长期大量取薪造成这一地区景观破碎化和生态退化;第 2 段和第 3 段中除 LPI 出现谷值外,其他景观指数均出现峰值。说明这一区域景观异质性显著,破碎程度高。主要是由于近年来梯级水电站的建立,导致该区的土地开发和建设强度不断加大。

样带 b 上是 3 段起伏变化,分别为 7—10(区域内耕地、居民地、有林地交替分布),13—17(景观类型以灌木林地为主),27—29(位于灌木林地向有林地过渡带),3 段上 NP、PD、DIVISION、SHEI、SHDI 均出现峰值,LPI 则是谷值。说明该段区域上景观类型多样,分离度高,破碎化严重,优势景观不明显。主要是因为源头附近河流侵蚀作用强烈,山体破碎,以及居民贫困现象显著,过度采伐和陡坡耕植禁而不止。

样带 c 上分为 3 段波动区域,分别是 3—7(景观类型主要为居民地和耕地),25—31(景观类型以灌木林地为主),36—38(优势景观类型为耕地)。其中第 1 段和第 2 段上 NP、PD、DIVISION、SHEI、SHDI 均出现峰值,LPI 则是谷值,表明这段区域景观分布均匀,异质性显著。第 3 段上 NP、PD、LPI 出现谷值,DIVISION、SHEI、SHDI 出现峰值。说明在该段景观多样性和异质性大,破碎化程度高。这是由于该段接近干支流交汇处,水分条件得到改善,人口增加,居民点分布密度也提高,对土地利用强度增加,造成生态破坏。

样带 d 上自西南向东北依次出现了 2 个峰值, 分别是 17—20 (位于灌木林地向耕地过渡地带), 28—31 (景观类型以灌木林地为主)。在第 1 段里 DIVISION、SHEI 和 SHDI 出现峰值, LPI 出现谷值, 而 NP 和 PD 变化不大。表明该段景观类型完整, 第 2 段里 NP、PD、DIVISION、SHEI、SHDI 均出现峰值,

LPI 则是谷值。说明这段区域土地利用丰富, 景观类型多样, 各类景观分布均匀。这是因为受海拔的降低, 水热条件改善, 以及退耕还林政策的引导和地震灾害的影响和生态补偿机制的建立, 居民活动向有利于生态环境恢复的方向发展。

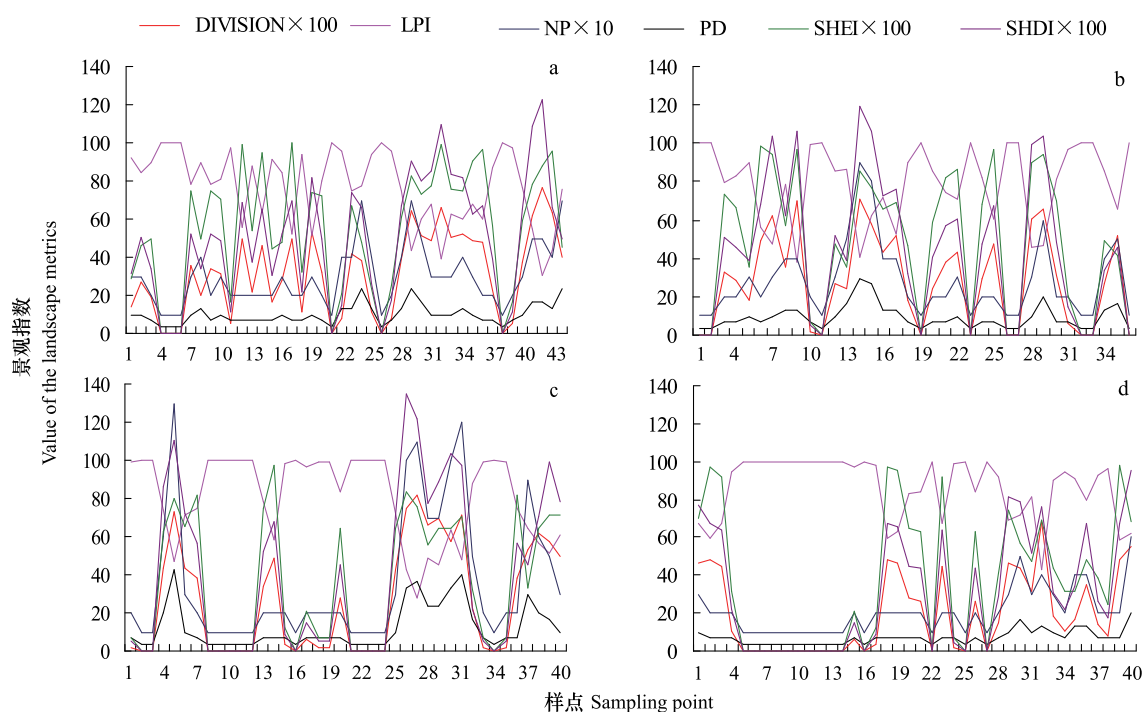


图 5 岷江干旱河谷样带上景观指数的梯度变化

Fig.5 Gradients variation in Landscape Metrics of 4 transects in dry valley of Minjiang River

3 结论与讨论

(1) 不同的景观有不同的格局特征, 对尺度变化的响应也不同, 只有针对特定景观的合适尺度, 而没有最佳尺度^[14]。综合景观粒度效应分析、面积信息守恒评价和景观指数幅度响应曲线的结果, 考虑到计算机硬件配置和数据运算时间^[23], 确定 50m 的栅格大小、250m 的窗口尺寸可用于研究区景观梯度分析, 既能保留梯度特征又不使景观指数出现较大波动。

(2) 岷江干旱河谷总体上以灌木林地和有林地为主, 斑块面积大, 优势度高, 异质性低。居民地和耕地斑块密度大, 分布分散, 破碎化程度高。4 条样带上景观格局梯度变化特征表明: 沿干流和沿支流梯度方向上, 各景观指数值均有明显变化。样带上不同地区的景观类型空间异质性是景观格局梯度差

异的原因, 处于景观类型过渡地带和不同景观镶嵌分布的区域, 指数变化比较大, 景观多样性增加, 破碎化程度高。干旱河谷本身的自然地理因素中的地形、水热等因子, 以及人为因素中的堤坝建设和土地开发利用活动是景观格局变化的驱动因子。

(3) 不同样带设计方案会影响到景观指数的梯度变化, 在计算结果的差异方面尚缺乏系统的研究, 因此选取样带时需要综合考虑研究区的地形特征、研究目标等因素。本文在设置样带时将干旱河谷形状特征和自然、社会影响因子考虑在内, 设计了支流方向上主要受水分因素影响的 a、c 样带, 干流方向上主要受热量因素影响的 b、d 样带, 而且, b 样带位于源头附近, 受人类活动干扰程度小于海拔较低的 d 样带。样带 a、c 比样带 b、d 景观指数波动大, 样带 d 比样带 b 景观指数波动大, 表明研究区景观格局变化受水分影响和人类活动影响比较大。

(4) 干旱河谷总体格局分析能够得到研究区总体格局的特征,但是很难反映干旱河谷景观格局的细节特征,梯度分析能有效解决这一问题。作为一种有益的尝试,本研究设置样带,应用移动窗口和景观指数相结合的方法,更精细地分析了岷江干旱河谷的景观格局。但尚存在一定的问題:

(1) 本研究主要分析了水平维度上的景观格局梯度动态变化,垂直维度因素如何影响景观梯度格局,有待进一步研究。

(2) 遥感数据本身的分辨率对梯度分析结果有一定的影响,使用高空间分辨率的分析数据能够更真实反映空间格局的变化。

(3) 尺度可分为测量尺度和本征尺度。测量尺度用来测量过程和格局,本征尺度是自然现象固有而独立于人类控制之外的^[3]。本研究在尺度推绎上存在一定的主观性,如何使测量尺度不断接近本征尺度,减少人为测量尺度的划分对景观格局内在规律性的破坏需要进一步的研究。

(4) 景观生态过程是动态的、发展延续的过程,将静态的格局分析赋予动态变化的属性,是把格局分析与生态过程研究结合起来的重要分析方法。今后,将结合时间序列的景观数据和社会经济数据等,建立过程影响因子动态变化图谱,从而构建新的景观动态变化格局,以分析其变化特征并实行空间格局的优化。

References:

- [1] Su C H, Fu B J. Discussion on links among landscape pattern, ecological process, and ecosystem services. *Chinese Journal of Nature*, 2012, 34(5): 277-283.
- [2] Haber W. Landscape ecology as a bridge from ecosystems to human ecology. *Ecological Research*, 2004, 19(1): 99-106.
- [3] Chen L D, Liu Y, Lü Y H, Feng X M, Fu B J. Landscape pattern analysis in landscape ecology: current, challenges and future. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(11): 5521-5531.
- [4] Wang Y f, Shen Y M, Chen S J, Wu D L. Range effect of the correlations among landscape metrics. *Chinese Journal of Ecology*, 2012, 31(8): 2091-2097.
- [5] Zhang J H, Wu Z F, Lv Z Q, Gao Y. Extent effect of landscape gradient analysis of urban-rural transect. *Chinese Journal of Ecology*, 2008, 27(6): 978-984.
- [6] Bu R C, Li X Z, Hu Y M, Chang Y, He H S. Scaling effects on landscape pattern indices. *Chinese Journal of Ecology*, 2003, 14(12): 2181-2186.
- [7] Shen W J, Wu J G, Lin Y B, Ren H, Li Q F. Effects of changing grain size on landscape pattern analysis. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(12): 2506-2519.
- [8] Zhu M, Xu J G, Li J L, Xu S, Song L G. Effects of spatial extent in gradient analysis of Shanghai City landscape pattern. *Chinese Journal of Ecology*, 2006, 25(10): 1214-1217.
- [9] Zhang S N, York A M, Boone C G. Methodological advances in the spatial analysis of land fragmentation. *The Professional Geographer*, 2013, 65(3): 512-516.
- [10] Xu L, Bian X Q, Qin X L, Zhang Q G, Liu L. Effects of grain size change on landscape pattern indices of Hefei City. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2010, 21(5): 1167-1173.
- [11] Galpern P, Manseau M. Finding the functional grain: comparing methods for scaling resistance surfaces. *Landscape Ecology*, 2013, 28(7): 1269-1281.
- [12] KONG F H, Nobukazu N. Spatial-temporal gradient analysis of urban green spaces in Jinan, China. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 78(3): 147-164.
- [13] Liu X, Guo Q X. Landscape pattern in Northeast China based on moving window method. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2009, 20(6): 1415-1422.
- [14] Zhao Z X, Zhang B, Jin X, Weng B S, Yan D H, Bao S J. Spatial gradients pattern of landscapes and their relations with environmental factors in Haihe River basin. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(7): 1925-1935.
- [15] Tao Y, Li F, Wang R S, Zhao D. Research progress in the quantitative methods of urban green space patterns. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33(8): 2330-2342.
- [16] Hu Z B, He X Y, Jiang X B, Zhao Y H, Hu Y M, Chang Y, Li Y H, Han W Q, Liu M. Landscape pattern change at the upper reaches of Minjiang River and its driving force. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(10): 1797-1803.
- [17] Zhao W W, Fu B J, Chen L D. The effects of grain change on landscape indices. *Quaternary Science*, 2003, 23(3): 326-333.
- [18] Yu L, Zhao Y W, Zhang Y, Li M. Landscape pattern analysis of wetlands in the Daliaohe Watershed, based on optimal grain size. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2011, 31(4): 873-879.
- [19] Yang C J, Liu J Y, Zhang Z X, Wang C Y. Analysis of accuracy loss during rasterizing vector data with different grid size. *Journal of Mountain Science*, 2001, 19(3): 258-264.
- [20] Xu Z Y, Hu Y F, Liu Y, Yan Y. A review on the accuracy analysis of spatial scaling data. *Progress in Geography*, 2012, 31(12): 1574-1582.
- [21] Liu H Y, Li Z F. Spatial gradients of wetland landscape and their influential factors in watershed. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(1): 213-220.
- [22] Tan L, He X Y, Chen W, Li X Y, Xu W D, Tang L. Gradient analysis of urban green space landscape pattern in Shenyang City based on QuickBird image. *Chinese Journal of Ecology*, 2008, 27

(7): 1141-1148.

- [23] Zhu Y J, Wang C, Jia B Q, Su J. Landscape pattern gradient on tree canopy in the central city of Guangzhou, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(20): 5910-5917.

参考文献:

- [1] 苏常红, 傅伯杰. 景观格局与生态过程的关系及其对生态系统服务的影响. *自然杂志*, 2012, 34(5): 277-283.
- [3] 陈利顶, 刘洋, 吕一河, 冯晓明, 傅伯杰. 景观生态学中的格局分析: 现状、困境与未来. *生态学报*, 2008, 28(11): 5521-5531.
- [4] 王艳芳, 沈永明, 陈寿军, 吴德力. 景观格局指数相关性的幅度效应. *生态学杂志*, 2012, 31(8): 2091-2097.
- [5] 张景华, 吴志峰, 吕志强, 高杨. 城乡样带景观梯度分析的幅度效应. *生态学杂志*, 2008, 27(6): 978-984.
- [6] 布仁仓, 李秀珍, 胡远满, 常禹, 贺红士. 尺度分析对景观格局指标的影响. *应用生态学报*, 2003, 14(12): 2181-2186.
- [7] 申卫军, 邬建国, 林永标, 任海, 李勤奋. 空间粒度变化对景观格局分析的影响. *生态学报*, 2003, 23(12): 2506-2519.
- [8] 朱明, 徐建刚, 李建龙, 徐胜, 宋量刚. 上海市景观格局梯度分析的空间幅度效应. *生态学杂志*, 2006, 25(10): 1214-1217.
- [10] 徐丽, 卞晓庆, 秦小林, 张庆国, 刘琳. 空间粒度变化对合肥市景观格局指数的影响. *应用生态学报*, 2010, 21(5): 1167-1173.
- [13] 刘昕, 国庆喜. 基于移动窗口法的中国东北地区景观格局. *应用生态学报*, 2009, 20(6): 1415-1422.
- [14] 赵志轩, 张彪, 金鑫, 翁白莎, 严登华, 鲍淑君. 海河流域景观空间梯度格局及其与环境因子的关系. *生态学报*, 2011, 31(7): 1925-1935.
- [15] 陶宇, 李锋, 王如松, 赵丹. 城市绿色空间格局的定量化方法研究进展. *生态学报*, 2013, 33(8): 2330-2342.
- [16] 胡志斌, 何兴元, 江晓波, 赵永华, 胡远满, 常禹, 李月辉, 韩文权, 刘森. 岷江上游典型时期景观格局变化及驱动力初步分析. *应用生态学报*, 2004, 15(10): 1797-1803.
- [17] 赵文武, 傅伯杰, 陈利顶. 景观指数的粒度变化效应. *第四纪研究*, 2003, 23(3): 326-333.
- [18] 于磊, 赵彦伟, 张远, 李敏. 基于最佳分析粒度的大辽河流域湿地景观格局分析. *环境科学学报*, 2011, 31(4): 873-879.
- [19] 杨存建, 刘纪远, 张增祥, 王长有. 土地利用数据尺度转换的精度损失分析. *山地学报*, 2001, 19(3): 258-264.
- [20] 徐芝英, 胡云锋, 刘越, 艳燕. 空间尺度转换数据精度评价的准则和方法. *地理科学进展*, 2012, 31(12): 1574-1582.
- [21] 刘红玉, 李兆富. 流域湿地景观空间梯度格局及其影响因素分析. *生态学报*, 2006, 26(1): 213-220.
- [22] 谭丽, 何兴元, 陈玮, 李小玉, 徐文铎, 唐玲. 基于 QuickBird 卫星影像的沈阳城市绿地景观格局梯度分析. *生态学杂志*, 2008, 27(7): 1141-1148.
- [23] 朱耀军, 王成, 贾宝全, 栗娟. 广州市主城区树冠覆盖景观格局梯度. *生态学报*, 2011, 31(20): 5910-5917.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.12 June, 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Development history and future research priorities of landscape ecology in China	CHEN Liding, LI Xiuzhen, FU Bojie, et al (3129)
Research review on effects of urban landscape pattern changes on water environment	HUANG Shuo, GUO Qinghai (3142)
A review of multifunctional landscape	TANG Qian, DING Shengyan (3151)
Compact development of space-limited city: a case study of Xiamen Island	HUANG Shuo, GUO Qinghai, TANG Lina (3158)
Analysis of factors contributing to the cooling effects of Purple Mountain Forest Park	YAN Weijiao, KONG Fanhua, YIN Haiwei, et al (3169)
Impacts of structure characteristics on the thermal environment effect of city parks	FENG Yueyi, HU Tangao, ZHANG Lixiao (3179)
Suitability assessment for building land consolidation on gentle hillside based on OWA operator: a case in Dali Bai Nationality Borough in Yunnan, China	LIU Yanxu, PENG Jian, HAN Yinan, et al (3188)
Optimization of land use pattern based on eco-security: a case study in the Huangfuchuan watershed	YU Feng, LI Xiaobing, WANG Hong (3198)
Analysis of land use/cover change from 2000 to 2010 and its driving forces in Manas River Basin, Xinjiang	LIU Jinwei, JIN Tiantian, LIU Guohua, et al (3211)
Dynamic trend analysis of land use change in the Ganjiang upstream watershed by using RS and GIS techniques	LU Yanfei, PENG Fang, WAN Yun, et al (3224)
Landscape pattern dynamics and driving forces analysis in the Sanjiang Plain from 1954 to 2010	LIU Jiping, ZHAO Dandan, TIAN Xuezhi, et al (3234)
Optimizing theory and case studies of cultivated slope land in the center of three gorges reservoir area based on patch-scale land evaluation	WANG Yongyan, LI Yangbing, SHAO Jingan, et al (3245)
Spatial-temporal evolution of land use and landscape pattern of the mountain-basin system in Guizhou Province	LI Yangbing, YAO Yuanwen, XIE Jing, et al (3257)
Spatio-temporal simulation of land cover scenarios in southwestern of China	LI Jing, FAN Zemeng, YUE Tianxiang (3266)
Gradient analysis of dry valley of Minjiang River landscape pattern, based on moving window method	ZHANG Lingling, ZHAO Yonghua, YIN Sha, et al (3276)
Study on spatio-temporal change of Tibetan Antelope's habitat based on vegetation coverage	ZHAO Haidi, LIU Shiliang, DONG Shikui, et al (3285)
Spatial heterogeneity of soil microbial biomass carbon, nitrogen, and phosphorus in sloping field in a grove Karst region, Southwest China	FAN Fujing, HUANG Guoqin, SONG Tongqing, et al (3293)
Characteristics of soil microbial populations and biomass under different ecosystems in a canyon karst region	TAN Qiujin, SONG Tongqing, PENG Wanxia, et al (3302)
Spatial and temporal dynamics of land use and its influence on ecosystem service value in Yangtze River Delta	LIU Guilin, ZHANG Luocheng, ZHANG Qian (3311)
Evaluation of tourism dynamic landscape along Qinghai-Tibet railway based on the visual corridor	ZHANG Ruiying, XI Jianchao, YAO Yulong, et al (3320)
A study of spatial evolution characteristics of rural settlements and influences of landscape patterns on their distribution using GIS and RS	REN Ping, HONG Buting, LIU Yin, et al (3331)

- Assessing the ecosystem conservation status and priority: a case study from Jiangxi Province, China FAN Naiqing, ZHANG Yuxin, LÜ Yihe, et al (3341)
- The impact of salt marsh change on sediment accumulation and wave attenuation at the East Chongming Island REN Linjing, LI Xiuzhen, YANG Shilun, et al (3350)
- Landscape classification system based on climate, landform, ecosystem: a case study of Xinjiang area SHI Qingdong, WANG Zhi, HE Longmei, et al (3359)
- Analysis of landscape pattern evolution characteristic in the hilly and gully area of loess plateau: a case study in Yan'an City, Shaanxi Province ZHONG Lina, ZHAO Wenwu, LV Yihe, et al (3368)
- Analysis of the characteristics of agro-landscape heterogeneity under the different disturbances: a case study of Gongyi City ZHANG Xiaoyang, LIANG Guofu, DING Shengyan (3378)
- Classification and ordination of grassland landscape in the Shanxi Plateau ZHANG Xianping, LI Zhiqin, WANG Mengben, et al (3386)
- Analysis of factors affecting mountainous land surface temperature in the summer: a case study over Mount Tai SUN Changfeng, KONG Fanhua, YIN Haiwei, et al (3396)
- Research on spatial distribution and influencing factor of soil moisture in typical depression area of karst region ZHANG Jiguang, SU Yirong, CHEN Hongsong, et al (3405)
- Landscape heterogeneity of mountainous and hilly area in the western Henan Province based on moving window method LI Dongke, DING Shengyan, LIANG Guofu, et al (3414)
- Trends in vegetation and their responses to climate and topography in northwest Guangxi TONG Xiaowei, WANG Kelin, YUE Yuemin, et al (3425)
- Landscape pattern analysis on change of fractional vegetation cover between karst and no-karst areas: a case study in Hechi District, Guangxi Zhuang Autonomous Region WANG Mingchong, WANG Xizhi, LIANG Zhaoxiong, et al (3435)
- Multi-scale effects for landscape metrics and species diversity under the different disturbance: a case study of Gongyi City DONG Cuifang, LIANG Guofu, DING Shengyan, et al (3444)
- Spatial heterogeneity of soil organic carbon and total nitrogen concentrations in a *Lithocarpus glaber-Cyclobalanopsis glauca* evergreen broadleaved forest YANG Dan, XIANG Wenhua, FANG Xi, et al (3452)
- The characteristics and regeneration of the *Choerospondias axillaries* broad-leaved community in the hilly region of central Hunan Province, China YI Hao, DENG Xiangwen, XIANG Wenhua, et al (3463)
- Factors influencing the spatial distribution of vegetation carbon density in karst landscapes of Northwest Guangxi: a case study based on radial basis function network model ZHANG Mingyang, WANG Kelin, DENG Zhenhua, et al (3472)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 34 卷 第 12 期 (2014 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 34 No. 12 (June, 2014)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元