

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第18期 Vol.31 No.18 **2011**

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 31 卷 第 18 期 2011 年 9 月 (半月刊)

目 次

高寒矮嵩草草甸冬季 CO ₂ 释放特征	吴 琴, 胡启武, 曹广民, 等 (5107)
开垦对绿洲农田碳氮累积及其与作物产量关系的影响	黄彩变, 曾凡江, 雷加强, 等 (5113)
施氮对几种草地植物生物量及其分配的影响	祁 瑜, 黄永梅, 王 艳, 等 (5121)
浙江天台山甜槠种群遗传结构的时空自相关分析	祁彩虹, 金则新, 李钧敏 (5130)
大兴安岭林区不同植被对冻土地温的影响	常晓丽, 金会军, 于少鹏, 等 (5138)
樟子松树轮不同组分的稳定碳同位素分析	商志远, 王 建, 崔明星, 等 (5148)
内蒙古不同类型草地叶面积指数遥感估算	柳艺博, 居为民, 朱高龙, 等 (5159)
杭州西湖北里湖荷叶枯落物分解及其对水环境的影响	史 绮, 焦 锋, 陈 莹, 等 (5171)
火干扰对小兴安岭落叶松-苔草沼泽温室气体排放的影响	于丽丽, 牟长城, 顾 韩, 等 (5180)
黄河中游连伯滩湿地景观格局变化	郭东罡, 上官铁梁, 白中科, 等 (5192)
黄土区次生植被恢复对土壤有机碳官能团的影响	李 婷, 赵世伟, 张 扬, 等 (5199)
我国东北土壤有机碳、无机碳含量与土壤理化性质的相关性	祖元刚, 李 冉, 王文杰, 等 (5207)
黄土旱塬裸地土壤呼吸特征及其影响因子	高会议, 郭胜利, 刘文兆 (5217)
宁南山区典型植物根际与非根际土壤微生物功能多样性	安韶山, 李国辉, 陈利顶 (5225)
岩溶山区和石漠化区表土孢粉组合的差异性——以重庆市南川区为例	郝秀东, 欧阳绪红, 谢世友 (5235)
夏蜡梅及其主要伴生种叶的灰分含量和热值	金则新, 李钧敏, 马金娥 (5246)
苏柳 172 和垂柳对 Cu ²⁺ 的吸收特性及有机酸影响	陈彩虹, 刘治昆, 陈光才, 等 (5255)
导入 <i>TaNHX2</i> 基因提高了转基因普那菊苣的耐盐性	张丽君, 程林梅, 杜建中, 等 (5264)
空气湿度与土壤水分胁迫对紫花苜蓿叶表皮蜡质特性的影响	郭彦军, 倪 郁, 郭芸江, 等 (5273)
黄土高原旱塬区土壤贮水量对冬小麦产量的影响	邓振镛, 张 强, 王 强, 等 (5281)
咸阳地区近年苹果林地土壤含水量动态变化	赵景波, 周 旗, 陈宝群, 等 (5291)
苗药大果木姜子挥发油成分变化及其地理分布	张小波, 周 涛, 郭兰萍, 等 (5299)
环境因子对小球藻生长的影响及高产油培养条件的优化	丁彦聪, 高 群, 刘家尧, 等 (5307)
不同基质对北草蜥和中国石龙子运动表现的影响	林植华, 樊晓丽, 雷焕宗, 等 (5316)
安徽沿江浅水湖泊越冬水鸟群落的集团结构	陈锦云, 周立志 (5323)
黑胸散白蚁肠道共生锐滴虫目鞭毛虫的多样性分析与原位杂交鉴定	陈 文, 石 玉, 彭建新, 等 (5332)
基于熵权的珠江三角洲自然保护区综合评价	张林英, 徐颂军 (5341)
专论与综述	
中小尺度生态用地规划方法	荣冰凌, 李 栋, 谢映霞 (5351)
土地利用变化对土壤有机碳的影响研究进展	陈 朝, 吕昌河, 范 兰, 等 (5358)
海洋浮游植物与生物碳汇	孙 军 (5372)
多年冻土退化对湿地甲烷排放的影响研究进展	孙晓新, 宋长春, 王宪伟, 等 (5379)
生源要素有效性及生物因子对湿地土壤碳矿化的影响	张林海, 曾从盛, 仝 川 (5387)
生态网络分析方法研究综述	李中才, 徐俊艳, 吴昌友, 等 (5396)
研究简报	
不同群落中米氏冰草和羊草的年龄结构动态	金晓明, 艾 琳, 刘及东, 等 (5406)
主题分辨率对 NDVI 空间格局的影响	黄彩霞, 李小梅, 沙晋明 (5414)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 314 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-09



封面图说: 在树上嬉戏的大熊猫——大熊猫是中国的国宝, 自然分布狭窄, 数量极少, 世界上仅分布在中国的四川、陕西、甘肃三省的部分地区, 属第四纪冰川孑遗物种, 异常珍贵。被列为中国国家一级重点保护野生动物名录, 濒危野生动植物种国际贸易公约绝对保护的 CITES 附录一物种名录。瞧, 够得上“功夫熊猫”吧。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

黄彩霞, 李小梅, 沙晋明. 主题分辨率对 NDVI 空间格局的影响. 生态学报, 2011, 31(18): 5414-5420.

Huang C X, Li X M, Sha J M. The impact of thematic resolution on NDVI spatial pattern. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(18): 5414-5420.

主题分辨率对 NDVI 空间格局的影响

黄彩霞¹, 李小梅¹, 沙晋明^{2,*}

(1. 福建师范大学环境科学与工程学院, 福州 350007; 2. 福建师范大学中欧景观与环境管理中心, 福州 350007)

摘要: 景观格局与尺度的相互关系一直是景观生态学的研究重点。景观生态学中的尺度内涵包括时间、空间和分析(观察)等。近年来景观格局与空间、时间尺度关系受到广泛关注, 而分析尺度对格局的影响探讨较少。地理空间信息的主题分辨率反映了地理空间信息的制图细节, 即专题图的分类数。以 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)为专题图内容, 选择福州行政区、福州城区和永泰县为研究区域, 通过改变 NDVI 分类数, 研究主题分辨率对空间格局的影响。NDVI 格局指数包括: 斑块数量(NP)、最大斑块占景观面积比例(LPI)、斑块平均大小(AREA-MN)、面积加权平均形状指数(SHAPE-AM)、面积加权平均分维数(FRAC-AM)、蔓延度指数(CONTAG)、散步与并列指数(IJI)、香农多样性指数(SHDI)。结果表明格局指数对主题分辨率(分类数)的连续响应特征如下: 初始条件敏感区(分类数 2—4 类)、敏感响应区(分类数为 4—8 类)、适合分析尺度区(分类数 8—12 类)、不敏感区(分类数 ≥ 12 类); 格局指数与主题分辨率的关系有对数增长、线性增长和幂函数下降等。分析尺度对 NDVI 空间格局影响的本质原因是相对应的生态系统等级结构的存在。

关键词: 主题分辨率; 空间格局指数; 尺度; NDVI

The impact of thematic resolution on NDVI spatial pattern

HUANG Caixia, LI Xiaomei¹, SHA Jinming^{2,*}

1 College of Environmental Science & Environmental Engineering, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China

2 China-European Center of Landscape & Environmental Management, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China

Abstract: The interrelationship between pattern and scale is still an important topic in landscape ecology. Scale means “the window of perception”, or the measurement of time, space and analysis (or observation). In recent years, the relationship between pattern and temporal or spatial scale has been extensively studied, but the relationship between pattern and analysis scale has been less studied. Usually landscape pattern is expressed by a series of pattern indices, which are counted under the control of the principle of thematic classification, so numbers of thematic classes may influence the value of indices. For example, if there is fewer classes (less than 5 classes) in one thematic map, many landscape patches are aggregated into one class, the landscape heterogeneity would be largely ignored, otherwise, the landscape boundary would be vague with too detailed classification. In this paper, analysis scale refers to the thematic resolution of spatial information or numbers of thematic classes in a map, and reflects the mapping detail of geo-information. The paper is expected to derive the proper number of thematic classes during landscape mapping and reveal how thematic resolution influences the landscape pattern.

We design three typical districts as the research areas. One is Fuzhou administrative district representing the mixed landscapes with cities, forest and agricultural land under the similar land use policy and management in large region, next is Fuzhou urban area characterized by the human-made landscape at middle space scale, and the last one is Yongtai county representing the semi-natural landscape with a large proportion of forest & agricultural land at small space scale. We analyze

基金项目: 福建省国际合作重点项目(2009I006); 欧盟第七框架项目资助(IGIT 247608); 福建省重点资助项目“海峡西岸经济区生态文明理论与技术支撑体系研究”

收稿日期: 2010-07-07; 修订日期: 2011-05-10

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jmsa@fjnu.edu.cn

the influence of NDVI(Normalized Difference Vegetation Index) classes on its spatial pattern. The pattern indices include NP (Number of Patches), LPI (Largest Patch Index), AREA-MN (Patch Area Mean), SHAPE-AM (Area-weighted Mean SHAPE Index), FRAC-AM (Area-weighted Mean patch Fractal Dimension), CONTAG (Contagion Index), IJI (Interspersion-Juxtaposition Index), and SHDI (Shannon's Diversity Index). The analysis generated the following results.

Firstly, it is shown that there are critical analysis scale domains for pattern indices; if the number of classes is less than 4, indices change dramatically; if the number of classes is more than 12, indices keep stable, and the result is similar with that of the response of pattern indices to spatial scales. Moreover, the response sequence of pattern indices to analysis scale is identified; the initiatively sensitive scales (2—4 classes), sensitive scales (4—8 classes), proper analytical scales (8—12 classes), and insensitive scales (more than 12 classes).

Secondly, by comparing the two group regions (Fuzhou administrative district / Fuzhou urban area, Fuzhou urban area / Yongtai county), except SHAPE-AM, the response trend of other pattern indices to the number of chasses keeps similar in despite of the changed values of pattern indices in different regions. Therefore, factors such as study area and human disturbance have little influence on the relationship of pattern-analysis scale.

Lastly, the quantitative relationships between different pattern indices and thematic resolutions are listed as following: logarithmic growth for NP and SHDI with analysis scale, linear growth for LPI and CONTAG with analysis scale, power decrease for AREA-MN with analysis scale. The impact of thematic resolution on NDVI pattern is a result of the inherent hierarchy of the landscape, just like that of the spatial scale.

Overall, in a NDVI classification map, 8—12 classes are optimally recommended in the light of the landscape pattern. NDVI landscape pattern has steadily thematic scale-dependency without the influence of study area and strength of human activity. NP,SHDI and CONTAG should be selected as the typical pattern indices in that they steadily change with the analysis scales.

Key Words: thematic resolution;spatial pattern indices;scale;NDVI

NDVI(归一化植被指数)定义为近红外波段和可见光波段数值之差和这两个波段数值之和的比值。NDVI变化可以作为生态系统的反馈变量揭示植被生长状态和覆被变化,同时由于土地利用与覆被的关联性也可以在一定程度上反映出当地社会经济系统的动态特征^[1],因此本文对研究区 NDVI 进行分类,讨论 NDVI 格局的尺度依赖性特征。

景观格局包括景观组成单元的多样性和空间配置,景观格局分析的目的不是描述景观格局,而是要解释和理解其中存在的生态过程和现象^[2]。景观格局的斑块类型和空间分布和配置可以通过景观指数来分析。大部分景观指数之间景观格局信息重复,具有一定的相关性,Gimona 等^[3]将多种景观指数用于预测植物物种丰富度,结果表明只有与形状有关的指数与物种的丰富度有一定的相关性。因此,根据研究的区域特点来选择有效的指数,而不是盲目的应用,不同的指数选择可能就会得到不同的分析结果。景观指数具有尺度效应、方向性^[4]以及其他行为学特征,随着空间幅度和粒度的变化而变化,在使用这些指数时有必要明确地指出尺度^[5-8]。尺度分为空间尺度和分析尺度。除了粒度和幅度,尺度的定义还要包括最低映射单元(MMU)和主题分辨率^[9]。幅度和粒度属于空间尺度,而主题分辨率属于分析尺度,与空间尺度不同。前人研究多数集中于幅度、粒度的变化对景观指数的影响,申卫军等^[10]考查了 16 种常用的景观水平格局指数随空间幅度变化行为,得出边界总长、景观形状指数和斑块丰度密度与幅度之间的关系可用简单的函数关系来表达;朱明等^[11]认为斑块密度、边界密度、平均斑块分维度、景观聚集度和最大斑块占景观面积比例的粒度效应比较明显。

虽然一般景观指数的尺度关系是相当好理解的,但主题分辨率的问题没有得到太多的关注。改变主题分辨率也就是改变影像数据的分类数,不同的分类图形成了不同的景观格局细节,导致景观指数的结果不同。

因为景观指数表征某一尺度的分类地图的地理和空间属性,是取决于主题分辨率和分类规则的,普遍认为这些参数的改变会影响结果^[3]。Castilla 等^[9]发现镶嵌格局的斑块性随着主题的分辨率的增加而单调增加。Buyantuyev 和 Wu^[12]经研究得出主题分辨率对景观指数的影响展现出一些普遍的形式:单调的增加,单调的降低,微小变化或者不规则。Bailey 等^[13]按生境类型将景观分为 2、3、14 和 47 类生境,并在这 4 个主题分辨率水平上,研究不同类型群和个体大小群体的景观格局指数和农业生物多样性之间的关系。在景观格局分析中必须考虑主题分辨率的影响,如同关于粒度和幅度的这些影响^[5]。

1 研究区概况

研究区福州位于福建省东部闽江下游,北纬 $25^{\circ}15'—26^{\circ}39'$,东经 $118^{\circ}08'—120^{\circ}31'$ 。现辖五区、六县、两个县级市和一个经济区。全市土地总面积 11968 km²,其中城区面积 1181 km²;永泰县位于东经 $118^{\circ}23'—119^{\circ}12'$,北纬 $25^{\circ}39'—26^{\circ}05'$ 之间,总面积 2241 km²,福州市行政区划见图 1。

福州市所在地属于典型的河口盆地,盆地四周被群山峻岭所环抱,其海拔多在 600—1000 m 之间;地带性植被类型以中亚热带常绿阔叶林为主,但由于人为长期对植被的破坏,目前植被类型主要以马尾松群落为主的针叶林,而阔叶林只呈斑块状分布;人工植被以各种农作物为主。永泰境内群山林立,大部分地区海拔在 500—1000 m,大樟溪自西向东,横贯中部,形成长廊式的谷地,是“八山一水一分田”的山区农业县,常绿阔叶林是永泰县具有代表性的天然植被,但由于缺乏保护,存留面积不多。在长期的人为作用下,大面积的原始森林被次生林和人工林所替代,以马尾松和杉木为主的人工林面积占林地面积的 75% 以上^[14]。

2 研究方法

2.1 数据来源

本文数据资料为 TM 遥感影像(2002 年 5 月 4 日),影像分辨率为 30 m,在分析前影像已进行预处理,投影类型为 Transverse Mercator。

2.2 景观格局指数的选取

在众多的景观指数中,大部分景观指数的景观格局信息重复,且单个指数无法描述整个景观的特征,需要对景观指数进行筛选,并结合不同的景观指数对景观格局进行分析^[15]。本文参考前人的研究成果^[16-22]以及根据研究区域的特征,选取了 8 个指数:①斑块面积与数量指数(表征景观格局的破碎程度):斑块数量(NP)、最大斑块占景观面积比例(LPI)和斑块平均大小(AREA-MN);②形状指数(表征景观格局的几何形状):面积加权平均形状指数(SHAPE-AM)和面积加权平均分维数(FRAC-AM);③聚散性指数(表征景观格局的空间分布排列特征):蔓延度指数(CONTAG)和散步与并列指数(IJI);④多样性指数(表征景观格局组分):香农多样性指数(SHDI)。各景观指数的计算公式和公式描述见文献^[5]。景观指数分为斑块水平指数、斑块类型水平指数以及景观水平指数 3 个类型,本文仅在景观水平上进行景观指数的计算,以描述研究区的整体景观格局特征。

2.3 技术方法

将 2002 年福州 TM 影像变换成 NDVI 的单波段图像,对其进行 K-Means 非监督分类(分类数为 2,4,6, ..., 20 类),分类后处理获得福州行政区 NDVI 分类图,在福州行政区 NDVI 分类图上进行掩膜获得福州城区和永泰县的 NDVI 分类图,将分类图转成 Grid 数据后计算景观指数。

3 结果与讨论

本文讨论福州行政区、福州城区和永泰县 3 个具有不同幅度且城市化发展水平不同的区域,其 NDVI 格

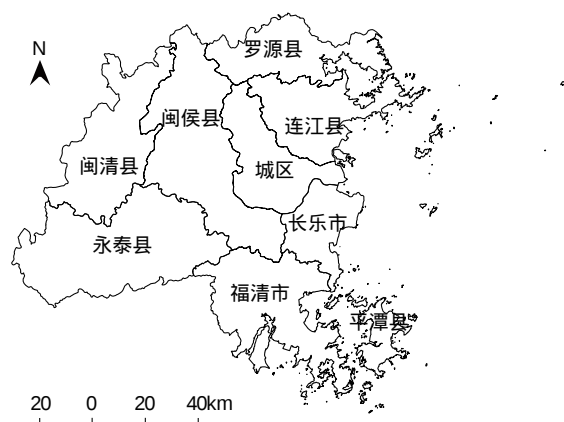


图 1 福州市行政区划图

Fig. 1 Administrative map of Fuzhou city

局在景观水平上的指数对分类尺度的响应特征。NDVI 格局的景观指数随分类尺度的变化曲线见图 2,并对变化曲线进行拟合得到表 1。

3.1 NP 和 AREA-MN 的分类尺度依赖性特征

NP 和 AREA-MN 直接反映了景观格局的破碎程度,在区域面积不变的前提下,二者在数值上成反函数关系。图 2 中,分类数 8—12 是一个分类尺度阈,小于该阈值范围,NP 和 AREA-MN 数值变化剧烈,而大于该阈值,指数值趋于稳定状态。由表 1 可知,随着分类数的增加,NP 呈对数增长,AREA-MN 呈幂函数下降。3 个区域的 NP 和 AREA-MN 的分类尺度依赖性特征一致的。

表 1 景观格局指数分类尺度拟合曲线
Table 1 Fitting curve of landscape indices and analytic scales

景观指数 Landscape indices	研究区域 Research regions	拟合曲线 Fitting curve	R^2	预测行为 Predictable behavior
NP	福州市	$y = 3233.3 \ln x - 1777.6$	0.9528	对数增长
	福州市区	$y = 1680.3 \ln x - 1433.5$	0.9649	$y = a \ln x - b$
	永泰县	$y = 2881.4 \ln x - 2025.7$	0.9673	$(a > 0, b > 0)$
LPI *	福州市	$y = 0.3434x + 11.19$	0.7141	直线增长
	福州市区	$y = 0.294x + 27.949$	0.9852	$y = ax + b$
	永泰县	$y = 1.3676x + 34.793$	0.7237	$(a > 0, b > 0)$
AREA-MN	福州市	$y = 2891.8x^{-1.0895}$	0.8912	幂函数下降
	福州市区	$y = 1238.4x^{-1.3729}$	0.9491	$y = ax^{-b}$
	永泰县	$y = 1056.8x^{-1.2567}$	0.9109	$(a > 0, b > 0)$
SHAPE-AM	三个区域	—	—	不规则变化
FRAC-AM	三个区域	—	—	从分类数 4 开始单调下降
CONTAG	福州市	$y = 1.2822x + 7.7822$	0.9916	直线增长
	福州市区	$y = 1.0094x + 25.256$	0.9963	$y = ax + b$
	永泰县	$y = 1.0324x + 28.374$	0.9546	$(a > 0, b > 0)$
IJI	三个区域	—	—	先增加后下降
SHDI	福州市	$y = 0.6334 \ln x + 0.4149$	0.9379	对数增长
	福州市区	$y = 0.5586 \ln x + 0.4967$	0.9273	$y = a \ln x + b$
	永泰县	$y = 0.5292 \ln x + 0.2423$	0.8974	$(a > 0, b > 0)$

* 表示拟合时忽略 2 类数据

3.2 LPI、CONTAG 和 IJI 的分类尺度依赖性特征

LPI 反映优势斑块显著程度,CONTAG 描述不同斑块类型的团聚程度或延展趋势,IJI 反映各个斑块类型间的总体散布与并列状况。图 2 和表 1 中,LPI 与 CONTAG 变化趋势基本一致,分类数为 2—4 之间急速下降,而后随分类数的增加,两个指数呈直线增长。相反,表达斑块散布与并列状况的 IJI,其变化趋势与上述两个指标基本相反。

NDVI 格局的 LPI 和 CONTAG 随分类尺度的变化规律在 3 个区域之间基本相似,在同一分类数下,3 个区域的 NDVI 格局的 LPI 值顺序为:永泰县>福州城区>福州行政区。永泰县地势比较陡峭,大部分地区海拔在 500—1000 m,人类活动干扰程度较小,林地 NDVI 值较大,具有高 NDVI 值的林地成为优势斑块,而且优势斑块(林地)在整个区内具有较高的连通性;福州城区地势较和缓,人口聚集,林地受到人为因素扰动较大,斑块间面积差异较大^[23],具有高 NDVI 值的林地优势度仍较为明显,整体上连通程度稍低;从福州行政区大区域来说,其 NDVI 格局的 LPI 和 CONTAG 值低是容易理解的。因此在同样的分类尺度下,NDVI 的 LPI 和 CONTAG 大小与研究区域的面积大小和优势景观类型密切相关。

NDVI 格局的 IJI 随分类尺度在 3 个区域之间的变化规律与 LPI 和 CONTAG 具有相反的趋势。

3.3 SHAPE-AM 和 FRAC-AM 的分类尺度依赖性特征

SHAPE-AM 和 FRAC-AM 均反映 NDVI 格局的形状复杂程度。图 2 中,当分类数 ≥ 8 时,SHAPE-AM 和

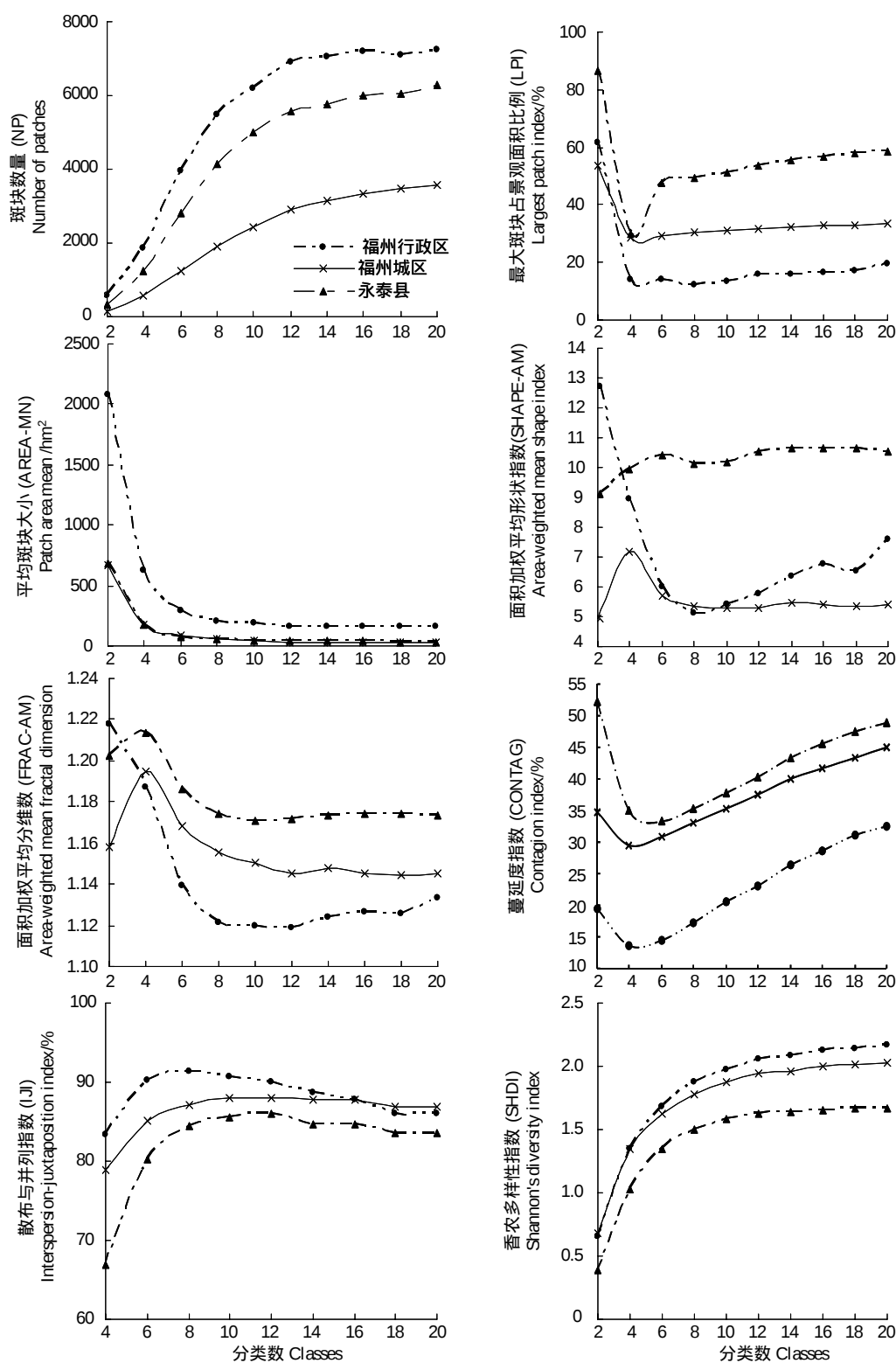


图2 景观指数随分类尺度的变化特征

Fig. 2 Change of Landscape indices with the analytic scale

FRAC-AM 较为稳定。NDVI 格局的 SHAPE-AM 和 FRAC-AM 随分类尺度的变化规律在 3 个区域之间有些差别。

3.4 SHDI 的分类尺度依赖性特征

SHDI=0 表明整个景观仅由一个斑块组成;SHDI 增大,说明斑块类型增加或各斑块类型在 NDVI 格局中呈均衡化趋势分布^[24]。由表 1 可知,随着分类数的增加,SHDI 呈对数增长。随着分类数的增加,NDVI 格局的斑块类型增加了,所以 SHDI 值增大。

NDVI 格局的 SHDI 随分类尺度的变化规律在 3 个区域之间相同,这种规律不随研究区域范围大小和区域景观 NDVI 值差异而改变。但在同一分类数下,3 个区域的 NDVI 格局的 SHDI 值顺序为:福州行政区>福州城区>永泰县,这说明福州行政区各斑块类型在 NDVI 格局中的分布比其余两者均衡。

3.5 NDVI 景观格局分类尺度依赖性总特征

图 2 和表 1 表明,景观指数对分类尺度有明显的响应尺度阈,可以分为 4 个变化区:①初始敏感阈(2—4 类),景观指数变化率最大;②敏感阈(4—8 类),景观指数的变化率较高;③最适尺度阈(8—12 类),景观指数的变化趋于稳定,适合尺度效应分析;④稳滞尺度阈(≥ 12 类),景观指数随分类数变化而停滞稳定,增加分类数对格局变化没有意义。

NDVI 景观格局对分类尺度的依赖性规律不随研究区域范围大小和区域景观 NDVI 值差异而改变。

3.6 讨论

(1)利用遥感影像进行景观制图时最适宜的分类数目是本文的核心。若分类数过少,斑块聚合程度高,景观图的信息量过少,不能突出异质性特征;若分类数过多,导致区域景观界限模糊。本研究首先验证了 NDVI 景观格局对分析尺度(主题分辨率)响应的临界特征(分类数<4,敏感;分类数>12,迟钝),这与景观格局对空间粒度的响应特征^[25]、景观阈值对影像格局的控制^[26]等结果一致。其次,研究发现 NDVI 景观格局-分类尺度的连续响应范围为:初始敏感区(2—4 类)、敏感区(4—8 类)、分析尺度适合区(8—12 类)、不敏感区(≥ 12 类),适宜分类数(8—12 类)与 Bailey 等^[13]在生物多样性监测——主题分辨率关系研究中所主张的中等分类数(14 类)基本接近。

(2)研究区特性(如面积大小、受人类干扰程度)对 NDVI 景观格局-分类尺度关系的影响是进一步探讨的内容。为此,选择福州市区/福州行政区、福州市区/永泰县两组区域进行对比分析。结果发现除 SHAPE-AM 外,NDVI 格局-分类尺度的变化规律较稳定(曲线形状一致),不随研究区域范围大小和人类干扰程度而改变,而格局指数值大小与景观特征有关,与美国凤凰城和广东植被景观的研究结果相符^[10,25]。

(3)本文最后讨论了 NDVI 不同景观格局指数对分类尺度的响应特征之间的差异。景观指数-分类数定量拟合结果(表 1)显示:①NP 和 SHDI 对数增长;②LPI 和 CONTAG 直线增长;③AREA-MN 幂函数下降;④SHAPE-AM、FRAC-AM 和 IJI 曲线拟合度较低。该变化趋势可以直接应用于景观指数的筛选或稳定性分析,如 NP、SHDI 和 CONTAG(图 2)3 个指数对分类尺度具有较为稳定的响应,与 Buyantuyev 和 Wu 的研究结果一致^[12]。

4 结论

NDVI 景观格局对分析尺度(主题分辨率)响应具有临界特征,而且其临界阈值阈即最佳分类数为 8—12 类;NDVI 景观格局具有较为稳定的尺度依赖性特征,不随研究区域范围大小和人类干扰程度而改变;NP、SHDI 和 CONTAG 3 个景观格局指数可以被筛选作为 NDVI 格局的代表性指数,对分类尺度具有稳定的响应。

References:

- [1] Wang J, Sun J, Yang X J, Liu W Z, Zaccarelli N, Zhang X L, Wang X Y. An analysis of disturbance on social-ecological system at multiple scales based on NDVI, case study in Yuzhong county of Gansu Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(3): 1622-1628.
- [2] Chen L D, Lü Y H, Fu B J, Wei W. A framework on landscape pattern analysis and scale change by using pattern recognition approach. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(3): 663-670.
- [3] Gimona A, Messenger P, Occhi M. CORINE-based landscape indices weakly correlate with plant species richness in a northern European landscape transect. *Landscape Ecology*, 2009, 24(1): 53-64.
- [4] Wu J G, Shen W J, Sun W Z, Tueller P T. Empirical patterns of the effects of changing scale on landscape metrics. *Landscape Ecology*, 2002, 17(8): 761-782.
- [5] Wu J G. *Landscape Ecology: Pattern, Process, Scale and Hierarchy*. Beijing: Higher Education Press, 2000: 121-125.

- [6] Zhu X H, Li J L, Yang X C, Cai Y L. Scaling characteristics of spatial structure of land use. *Scientia Geographica Sinica*, 2007, 27(1): 58-62.
- [7] D'eon R G, Glenn S M. The influence of forest harvesting on landscape spatial patterns and old-growth-forest fragmentation in southeast British Columbia. *Landscape Ecology*, 2005, 20(1): 19-33.
- [8] Grossmann E B, Mladenoff D J. Open woodland and savanna decline in a mixed-disturbance landscape (1938 to 1998) in the Northwest Wisconsin (USA) Sand Plain. *Landscape Ecology*, 2007, 22(S1): 43-55.
- [9] Castilla G, Larkin K, Linke J, Hay G J. The impact of thematic resolution on the patch-mosaic model of natural landscapes. *Landscape Ecology*, 2009, 24(1): 15-23.
- [10] Shen W J, Wu J G, Ren H, Lin Y B, Li M H. Effects of changing spatial extent on landscape pattern analysis. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(11): 2219-2231.
- [11] Zhu M, Pu L J, Li J L. Effects of varied remote sensor spatial resolution and grain size on urban landscape pattern analysis. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(6): 2753-2763.
- [12] Buyantuyev A, Wu J G. Effects of thematic resolution on landscape pattern analysis. *Landscape Ecology*, 2007, 22(1): 7-13.
- [13] Bailey D, Billeter R, Aviron S, Schweiger O, Herzog F. The influence of thematic resolution on metric selection for biodiversity monitoring in agricultural landscapes. *Landscape Ecology*, 2007, 22(3): 461-473.
- [14] Shen Q Q, Huang M S. Diversity of vegetation landscape in Yongtai County. *Fujian Agricultural Science and Technology*, 2006, (6): 66-70.
- [15] Bu R C, Hu Y M, Chang Y, Li X Z, He H S. A correlation analysis on landscape metrics. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(10): 2764-2775.
- [16] Wu J G. *Lectures in Modern Ecology (III): Advances and Key Topics*. Beijing: Higher Education Press, 2007: 230-250.
- [17] Hu W W, Wang G X, Deng W. Advance in research of the relationship between landscape patterns and ecological processes. *Progress in Geography*, 2008, 27(1): 18-24.
- [18] Chen W B, Xiao D N, Li X Z. Classification, application, and creation of landscape indices. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(1): 121-125.
- [19] Zhang L Y, Xia J S, Ye W H. Overview on choosing landscape indices in landscape pattern analysis. *Yunnan Geographic Environment Research*, 2008, 20(5): 38-43.
- [20] Lin M L, Cao Y, Wang X. Limitations of landscape pattern analysis based on landscape indices: a case study of Lizejian wetland in Yilan of Taiwan Province, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2008, 19(1): 139-143.
- [21] Zeng C S, Zheng C H, Chen Q, Ou S F. 3S technology based landscape pattern analysis of wetlands in Fujian Province. *Journal of Subtropical Resources and Environment*, 2007, 2(4): 24-32.
- [22] Li Y F, Zhu X D, Sun X, Wang F. Landscape effects of environmental impact on bay-area wetlands under rapid urban expansion and development policy: a case study of Lianyungang, China. *Landscape and Urban Planning*, 2010, 94(3/4): 218-227.
- [23] Bai L Y, Wu S D, Chen Z Q. Study on landscape pattern in Fuqing. *Journal of Taiyuan Normal University (Natural Science Edition)*, 2007, 6(4): 114-116, 127.
- [24] Liu X L. Shape index and its ecological significance meadow landscape. *Pratacultural Science*, 2000, 17(2): 50-52.
- [25] 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.
- [26] Hall O, Hay G J, Bouchard A, Marceau D J. Detecting dominant landscape objects through multiple scales: an integration of object-specific methods and watershed segmentation. *Landscape Ecology*, 2004, 19(1): 59-76.

参考文献:

- [1] 王俊, 孙晶, 杨新军, 刘文兆, Zaccarelli N, 张向龙, 汪兴玉. 基于 NDVI 的社会-生态系统多尺度干扰分析——以甘肃省榆中县为例. *生态学报*, 2009, 29(3): 1622-1628.
- [2] 陈利顶, 吕一河, 傅伯杰, 卫伟. 基于模式识别的景观格局分析与尺度转换研究框架. *生态学报*, 2006, 26(3): 663-670.
- [5] 邬建国. *景观生态学——格局、过程、尺度与等级*. 北京: 高等教育出版社, 2000: 121-125.
- [6] 朱晓华, 李加林, 杨秀春, 蔡运龙. 土地空间分形结构的尺度转换特征. *地理科学*, 2007, 27(1): 58-62.
- [10] 申卫军, 邬建国, 任海, 林永标, 李明辉. 空间幅度变化对景观格局分析的影响. *生态学报*, 2003, 23(11): 2219-2231.
- [11] 朱明, 濮励杰, 李建龙. 遥感影像空间分辨率及粒度变化对城市景观格局分析的影响. *生态学报*, 2008, 28(6): 2753-2763.
- [14] 沈庆琼, 黄民生. 永泰县植被景观多样性分析. *福建农业科技*, 2006, (6): 66-70.
- [15] 布仁仓, 胡远满, 常禹, 李秀珍, 贺红土. 景观指数之间的相关分析. *生态学报*, 2005, 25(10): 2764-2775.
- [16] 邬建国. *现代生态学讲座 (III) 学科进展与热点论题*. 北京: 高等教育出版社, 2007: 230-250.
- [17] 胡巍巍, 王根绪, 邓伟. 景观格局与生态过程相互关系研究进展. *地理科学进展*, 2008, 27(1): 18-24.
- [18] 陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究. *应用生态学报*, 2002, 13(1): 121-125.
- [19] 张林艳, 夏既胜, 叶万辉. 景观格局分析指数选取刍论. *云南地理环境研究*, 2008, 20(5): 38-43.
- [20] 林孟龙, 曹宇, 王鑫. 基于景观指数的景观格局分析方法的局限性: 以台湾宜兰利泽简湿地为例. *应用生态学报*, 2008, 19(1): 139-143.
- [21] 曾从盛, 郑彩红, 陈渠, 欧世芬. 基于 3S 技术的福建省湿地景观格局特征分析. *亚热带资源与环境学报*, 2007, 2(4): 24-32.
- [23] 白丽月, 伍世代, 陈志强. 福清市景观空间格局特征分析. *太原师范学院学报 (自然科学版)*, 2007, 6(4): 114-116, 127.
- [24] 刘学录. 盐化草地景观中的斑块形状指数及其生态学意义. *草业科学*, 2000, 17(2): 50-52.
- [25] 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.

CONTENTS

CO ₂ emission from an alpine <i>Kobresia humilis</i> meadow in winters	WU Qin, HU Qiwu, CAO Guangmin, et al (5107)
Effect of cultivation on soil organic carbon and total nitrogen accumulation in Cele oasis croplands and their relation to crop yield	HUANG Caibian, ZENG Fanjiang, LEI Jiaqiang, et al (5113)
Biomass and its allocation of four grassland species under different nitrogen levels	QI Yu, HUANG Yongmei, WANG Yan, et al (5121)
Small-scale spatial patterns of genetic structure in <i>Castanopsis eyrei</i> populations based on autocorrelation analysis in the Tiantai Mountain of Zhejiang Province	QI Caihong, JIN Zexin, LI Junmin (5130)
Influence of vegetation on frozen ground temperatures the forested area in the Da Xing'anling Mountains, Northeastern China	CHANG Xiaoli, JIN Huijun, YU Shaopeng, et al (5138)
Analysis of stable carbon isotopes in different components of tree rings of <i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>	SHANG Zhiyuan, WANG Jian, CUI Mingxing, et al (5148)
Retrieval of leaf area index for different grasslands in Inner Mongolia prairie using remote sensing data	LIU Yibo, JU Weimin, ZHU Gaolong, et al (5159)
Decomposition of lotus leaf litter and its effect on the aquatic environment of the Beili Lake in the Hangzhou West Lake	SHI Qi, JIAO Feng, CHEN Ying, et al (5171)
Effects of fire disturbance on greenhouse gas emission from <i>Larix gmelinii</i> - <i>Carex schmidtii</i> forested wetlands in XiaoXing'an Mountains, Northeast China	YU Lili, MU Changcheng, GU Han, et al (5180)
Wetland landscape transition pattern of Lianbo Beach along the Middle Yellow River	GUO Donggang, SHANGGUAN Tieliang, BAI Zhongke, et al (5192)
Effect of revegetation on functional groups of soil organic carbon on the Loess Plateau	LI Ting, ZHAO Shiwei, ZHANG Yang, et al (5199)
Soil organic and inorganic carbon contents in relation to soil physicochemical properties in northeastern China	ZU Yuangang, LI Ran, WANG Wenjie, et al (5207)
Characteristics of soil respiration in fallow and its influencing factors at arid-highland of Loess Plateau	GAO Huiyi, GUO Shengli, LIU Wenzhao (5217)
Soil microbial functional diversity between rhizosphere and non- rhizosphere of typical plants in the hilly area of southern Nixia	AN Shaoshan, LI Guohui, CHEN Liding (5225)
Differences in the surface palynomorph assemblages on a karst mountain and rocky desertification areas: a case in Nanchuan District, Chongqing	HAO Xiudong, OUYANG Xuhong, XIE Shiyu (5235)
Ash content and caloric value in the leaves of <i>Sinocalycanthus chinensis</i> and its accompanying species	JIN Zexin, LI Junmin, MA Jine (5246)
Uptake kinetic characteristics of Cu ²⁺ by <i>Salix jiangsuensis</i> CL J-172 and <i>Salix babylonica</i> Linn and the influence of organic acids	CHEN Caihong, LIU Zhikun, CHEN Guangcai, et al (5255)
Introduction of <i>TaNHX2</i> gene enhanced salt tolerance of transgenic puna chicory plants	ZHANG Lijun, CHENG Linmei, DU Jianzhong, et al (5264)
Effects of air humidity and soil water deficit on characteristics of leaf cuticular waxes in alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	GUO Yanjun, NI Yu, GUO Yunjiang, et al (5273)
Influence of water storage capacity on yield of winter wheat in dry farming area in the Loess Plateau	DENG Zhenyong, ZHANG Qiang, WANG Qiang, et al (5281)
Research of dynamic variation of moisture in apple orchard soil in the area of Xianyang in recent years	ZHAO Jingbo, ZHOU Qi, CHEN Baoqun, et al (5291)
Volatile oil contents correlate with geographical distribution patterns of the miao ethnic herb <i>Fructus Cinnamomi</i>	ZHANG Xiaobo, ZHOU Tao, GUO Lanping, et al (5299)
Effect of environmental factors on growth of <i>Chlorella</i> sp. and optimization of culture conditions for high oil production	DING Yancong, GAO Qun, LIU Jiayao, et al (5307)
The effects of substrates on locomotor performance of two sympatric lizards, <i>Takydromus septentrionalis</i> and <i>Plestiodon chinensis</i>	LIN Zhihua, FAN Xiaoli, LEI Huanzong, et al (5316)
Guild structure of wintering waterbird assemblages in shallow lakes along Yangtze River in Anhui Province, China	CHEN Jinyun, ZHOU Lizhi (5323)
Phylogenetic diversity analysis and <i>in situ</i> hybridization of symbiotic Oxymonad flagellates in the hindgut of <i>Reticulitermes chinensis</i> Snyder	CHEN Wen, SHI Yu, PENG Jianxin, et al (5332)
An entropy weight approach on the comprehensive evaluation of the Pearl River Delta Nature Reserve	ZHANG Linying, XU Songjun (5341)
Review and Monograph	
On planning method of mesoscale and microscale ecological land	RONG Bingling, LI Dong, XIE Yingxia (5351)
Effects of land use change on soil organic carbon: a review	CHEN Zhao, LÜ Changhe, FAN Lan, et al (5358)
Marine phytoplankton and biological carbon sink	SUN Jun (5372)
Effect of permafrost degradation on methane emission in wetlands: a review	SUN Xiaoxin, SONG Changchun, WANG Xianwei, et al (5379)
A review on the effects of biogenic elements and biological factors on wetland soil carbon mineralization	ZHANG Linhai, ZENG Congsheng, TONG Chuan (5387)
A review of studies using ecological network analysis	LI Zhongcai, Xu Junyan, WU Changyou, et al (5396)
Scientific Note	
Dynamics of age structures on <i>Agropyron michnoi</i> and <i>Leymus chinensis</i> in different communities	JIN Xiaoming, AI Lin, LIU Jidong, et al (5406)
The impact of thematic resolution on NDVI spatial pattern	HUANG Caixia, LI Xiaomei, SHA Jinming (5414)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

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 31 卷 第 18 期 (2011 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 18 2011

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	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
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@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.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 70.00 元