

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第20期 Vol.31 No.20 **2011**

中国生态学会
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 20 期 2011 年 10 月 (半月刊)

目 次

洋山港潮间带大型底栖动物群落结构及多样性·····	王宝强,薛俊增,庄 骅,等 (5865)
天津近岸海域夏季大型底栖生物群落结构变化特征·····	冯剑丰,王秀明,孟伟庆,等 (5875)
基于景观遗传学的滇金丝猴栖息地连接度分析·····	薛亚东,李 丽,李迪强,等 (5886)
三江平原湿地鸟类丰富度的空间格局及热点地区保护·····	刘吉平,吕宪国 (5894)
江苏沿海地区耕地景观生态安全格局变化与驱动机制 ·····	王 千,金晓斌,周寅康 (5903)
广州市主城区树冠覆盖景观格局梯度·····	朱耀军,王 成,贾宝全,等 (5910)
景观结构动态变化及其土地利用生态安全——以建三江垦区为例 ·····	林 佳,宋 戈,宋思铭 (5918)
基于景观安全格局的香格里拉县生态用地规划·····	李 晖,易 娜,姚文璟,等 (5928)
苏南典型城镇耕地景观动态变化及其影响因素·····	周 锐,胡远满,苏海龙,等 (5937)
放牧干扰下若尔盖高原沼泽湿地植被种类组成及演替模式·····	韩大勇,杨永兴,杨 杨,等 (5946)
放牧胁迫下若尔盖高原沼泽退化特征及其影响因子·····	李 珂,杨永兴,杨 杨,等 (5956)
近 20 年广西钦州湾有机污染状况变化特征及生态影响·····	蓝文陆 (5970)
万仙山油松径向生长与气候因子的关系 ·····	彭剑峰,杨爱荣,田沁花 (5977)
50 年来山东塔山植被与物种多样性的变化 ·····	高 远,陈玉峰,董 恒,等 (5984)
热岛效应对植物生长的影响以及叶片形态构成的适应性·····	王亚婷,范连连 (5992)
遮荫对濒危植物崖柏光合作用和叶绿素荧光参数的影响·····	刘建锋,杨文娟,江泽平,等 (5999)
遮荫对 3 年生东北铁线莲生长特性及品质的影响·····	韩忠明,赵淑杰,刘翠晶,等 (6005)
云雾山铁杆蒿茎叶浸提液对封育草地四种优势植物的化感效应·····	王 辉,谢永生,杨亚利,等 (6013)
杭州湾滨海滩涂盐基阳离子对植物分布及多样性的影响 ·····	吴统贵,吴 明,虞木奎,等 (6022)
藏北高寒草原针茅属植物 AM 真菌的物种多样性·····	蔡晓布,彭岳林,杨敏娜,等 (6029)
成熟马占相思林的蒸腾耗水及年际变化·····	赵 平,邹绿柳,饶兴权,等 (6038)
荆条叶性状对野外不同光环境的表型可塑性·····	杜 宁,张秀茹,王 炜,等 (6049)
短期极端干旱事件干扰后退化沙质草地群落恢复力稳定性的测度与比较·····	张继义,赵哈林 (6060)
滨海盐碱地土壤质量指标对生态改良的响应·····	单奇华,张建锋,阮伟建,等 (6072)
退化草地阿尔泰针茅与狼毒种群的小尺度种间空间关联·····	赵成章,任 珩 (6080)
延河流域植物群落功能性状对环境梯度的响应 ·····	龚时慧,温仲明,施 宇 (6088)
臭氧胁迫使两优培九倒伏风险增加——FACE 研究 ·····	王云霞,王晓莹,杨连新,等 (6098)
甘蔗//大豆间作和减量施氮对甘蔗产量、植株及土壤氮素的影响 ·····	杨文亭,李志贤,舒 磊,等 (6108)
湿润持续时间对生物土壤结皮固氮活性的影响·····	张 鹏,李新荣,胡宜刚,等 (6116)
锌对两个品种茄子果实品质的效应·····	王小晶,王慧敏,王 菲,等 (6125)
Cd ²⁺ 胁迫对银芽柳 PS II 叶绿素荧光光响应曲线的影响 ·····	钱永强,周晓星,韩 蕾,等 (6134)
紫茉莉对铅胁迫生理响应的 FTIR 研究 ·····	薛生国,朱 锋,叶 晟,等 (6143)

结缕草对重金属镉的生理响应	刘俊祥,孙振元,巨关升,等 (6149)
两种大型真菌子实体对 Cd^{2+} 的生物吸附特性	李维焕,孟 凯,李俊飞,等 (6157)
富营养化山仔水库沉积物微囊藻复苏的受控因子	苏玉萍,林 慧,钟厚璋,等 (6167)
一种新型的昆虫诱捕器及其对长足大竹象的诱捕作用	杨瑶君,刘 超,汪淑芳,等 (6174)
光周期对梨小食心虫滞育诱导的影响	何 超,孟泉科,花 蕾,等 (6180)
农林复合生态系统防护林斑块边缘效应对节肢动物的影响	汪 洋,王 刚,杜瑛琪,等 (6186)
中国超大城市土地利用状况及其生态系统服务动态演变	程 琳,李 锋,邓华锋 (6194)
城市综合生态风险评价——以淮北市城区为例	张小飞,王如松,李正国,等 (6204)
唐山市域 1993—2009 年热场变化	贾宝全,邱尔发,蔡春菊 (6215)
基于投影寻踪法的武汉市“两型社会”评价模型与实证研究	王茜茜,周敬宣,李湘梅,等 (6224)
长株潭城市群生态屏障研究	夏本安,王福生,侯方舟 (6231)
基于生态绿当量的城市土地利用结构优化——以宁国市为例	赵 丹,李 锋,王如松 (6242)
基于 ARIMA 模型的生态足迹动态模拟和预测——以甘肃省为例	张 勃,刘秀丽 (6251)
专论与综述	
孤立湿地研究进展	田学智,刘吉平 (6261)
甲藻的异养营养型	孙 军,郭术津 (6270)
生态工程领域微生物菌剂研究进展	文 娅,赵国柱,周传斌,等 (6287)
我国生态文明建设及其评估体系研究进展	白 杨,黄宇驰,王 敏,等 (6295)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 440 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 49 * 2011-10	



封面图说: 壶口瀑布是黄河中游流经秦晋大峡谷时形成的一个天然瀑布。此地两岸夹山,河底石岩上冲刷成一巨沟,宽达 30 米,深约 50 米,最大瀑面 3 万平方米。滚滚黄水奔流至此,倒悬倾注,若奔马直入河沟,波浪翻滚,惊涛怒吼,震声数里可闻。其形其声如巨壶沸腾,故名壶口。300 余米宽的滚滚黄河水至此突然收入壶口,有“千里黄河一壶收”之说。

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

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.

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.

广州市主城区树冠覆盖景观格局梯度

朱耀军¹, 王 成^{2,*}, 贾宝全², 栗 娟³

(1. 中国林业科学研究院 湿地研究所, 北京 100091; 2. 中国林业科学研究院 林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 国家林业局城市林业研究中心, 北京 100091; 3. 广州市林业和园林局, 广州 510030)

摘要:城市树冠覆盖是城市森林在小尺度上的景观表达,是衡量城市森林生态功能服务质量的重要指标。通过在 ArcGIS9.2 中对广州市中心城区的高分辨率航片进行目视解译,对形成的树冠覆盖专题图分析并生成栅格数据,利用 Fragstats3.3 软件分别选择标准方法和移动窗口方法分析研究区景观格局特征。其中基于移动窗口法形成了一系列基于所选择格局特征的连续栅格表面,每一个栅格单元代表的是设定的移动窗口半径尺度下景观类型的格局特征。分析表明,研究区景观格局呈现明显的空间异质性梯度特征。基于样带区尺度效应分析的结果表明,粒度 3—5m 和移动窗口半径 400—600m 可适合于研究区的景观格局梯度分析,选择的景观指数能够形成较为平滑的栅格表面。基于移动窗口的分析结果以连续变量图的形式对景观格局空间异质性进行可视化表达,能够为小尺度上的城市森林景观格局优化提供重要的参考。

关键词:广州;树冠覆盖;城市森林;移动窗口;景观格局梯度

Landscape pattern gradient on tree canopy in the central city of Guangzhou, China

ZHU Yaojun¹, WANG Cheng^{2,*}, JIA Baoquan², SU Juan³

1 Research Institute of Wetland, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

2 Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration; Research Center of Urban Forestry, State Forestry Administration, Beijing 100091, China

3 Guangzhou Municipal Bureau of Forestry and Landscape, Guangzhou 510030, China

Abstract: Quantification of landscape pattern and its dynamic is essential to monitor and evaluate the consequences of urban forests. The trees in urban area provide a wide range of ecosystem services, and are beneficial to the well-being of humans as well as the environment. Previous researches have demonstrated that tree canopy coverage is closely correlated with urban heat island effect, community microclimate, air quality, biodiversity, and quality of urban life and so forth. Tree canopy coverage in urban area benefits directly the community and can be recognized as a special landscape type of urban forest at fine scale. In this paper, a vector map of tree canopy coverage was obtained by a visual interpretation of aerial image in the central city of Guangzhou, and the spatial resolution of the image was 0.4m. A raster data transformed from the map was analyzed in FRAGSTATS 3.3 software. It is well known that the observed landscape pattern and its relationship with process depend upon the scale. In this regard, these studies integrated transect analyses to discuss the change of the scale effect, including grain and extent. The methods of Standard and Moving Window were chosen respectively, and different radius were tried to quantify the landscape structure. The window moves over one cell of the landscape at a time, calculating the selected metric within the window and assigning the value to the center cell. A series of new continuous grid maps for selected metrics, including PLAND, PD, MPS, LPI, ED, PARA_AM, ENN_MN,

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划重大项目(2006BAD03A06);中国林科院林业所所长基金资助项目

收稿日期:2011-06-15; **修订日期:**2011-07-13

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangcheng@caf.ac.cn

COHESION etc. , were calculated on the class level , and spatial gradient maps were outputted in grid format. The value of each grid cell represented the selected metric within selected window , and landscape pattern was described in visualization form. Based on the moving window analysis , the result demonstrated that spatial heterogeneity of landscape pattern was significant in the study area , and the selected landscape metrics could be depicted in the smoothing images. Considering effects of the grain size and extent , 3—5m and 0.4—0.6km were the optimal grain size and the moving window radius in the study area , respectively. A series of landscape pattern gradient maps in study area were obtained with the grain size of 5m and the radius of moving window of 0.5km. In comparison with quantifying metrics on the traditional holistic landscape pattern , the approach of moving window made a significant contribution to our understanding of the landscape pattern and process , which depicted a set of continuous variable maps such as vegetable density and hydrograph and relief map and others , and it linked landscape pattern and process more effectively in local scale. The analyzed result presents a continuous surface and is recorded in raster format , it is conducive to directly reveal driving forces at local level , and it can be used to compare the landscape pattern visually. Combined with other surface data such as geography information and socioeconomic data in multivariate models , the result of landscape pattern gradient analysis provided a novel way for discerning the driving force of landscape dynamic and optimizing urban forest landscape pattern at the fine scale.

Key Words: Guangzhou; tree canopy; urban forest; moving window; landscape pattern gradient

树冠覆盖是城市森林在小尺度上的景观表达,是衡量其生态服务质量的重要指标。城市的树冠覆盖状况与城市热岛效应、小气候、生物多样性、居民生活质量等密切相关^[1-4]。城市森林功能受景观组成和结构的影响,景观生态学上多用景观指数进行景观格局的描述。景观指数能够浓缩景观格局信息,定量反映景观组成和空间配置,可以描述和监测景观结构特征随时间的变化,也可以用于辨识景观特征的时空梯度^[5]。

生态学中的梯度分析始于植被生态学中对植被分布规律的研究,近年来在景观生态学领域备受关注。对景观分割形成连续窗口常用于较大尺度上景观格局的梯度分析^[6-9],其所形成的“划区效应”等问题逐渐被认识^[10-11],且该方法不能进行可视化表达,限制了其在格局优化方面的应用。有学者开展了对城市绿地格局梯度的研究^[12-14],助推了中等尺度上生态功能景观格局优化的进程。树冠覆盖是发生于更精细尺度上的生态过程,其提供的生态系统服务更易为城市居民所感知^[15]。广州地处我国城市化进程最为迅速的地区,城市化引发的各种生态问题较为突出,城市森林对于区域的可持续发展有重要意义。本文基于移动窗口法,分析广州市主城区树冠覆盖景观,生成了景观格局特征梯度的连续表面,为更小尺度上城市森林格局的空间量化与格局优化提供参考。

1 数据与方法

1.1 研究区概况

广州(112°57'—114°3'E, 22°26'—23°56'N)位于广东省中南部,地处珠江三角洲北缘,濒临南海,海洋性气候显著。北部和东北是山区,南部是珠江三角洲冲积平原。地带性植被为南亚热带季风常绿阔叶林,土壤以赤红壤为主,广州河流众多,水网丰富。广州是中国城市化速度最快的地区之一。以广州市环城高速公路以内的范围为研究区(图1),面积约为222km²,包含了广州老城区、新开发区域以及限制开发的区域,集中了广州市很多知名的公园绿地,珠江从研究区中间穿过。

1.2 研究方法

1.2.1 数据来源

数据来源于广州市2005年航片(空间分辨率0.4m),飞行时间是2005年6月,分析前经过精校正和配准。利用ArcGIS9.2软件进行人工目视解译得到广州市中心区的树冠覆盖斑块图。结合广州市2005年1:10 000基础地理信息数据,广州市2004年1:2000土地利用数据及广东省城市生活电子地图2005版对结果进行说明。

1.2.2 研究区数据处理

由于移动窗口法的广州市环城高速路向外缓冲 1km 的区域作为分析范围。由于研究区城市化发展阶段和城市功能定位不同,为便于说明研究区树冠覆盖景观整体格局的差异,本研究结合流经的自然河流将研究区划分为五个亚区(图 1),即南(S)、西南(WN)、西北(WN)、中(C)、东北区(EN),进行景观整体格局分析。利用 ArcGIS9.2 中 Spatial Analyst 模块,采用独立聚合方式进行矢栅转换,将树冠覆盖的矢量数据转换为粒度 3m 的栅格数据。

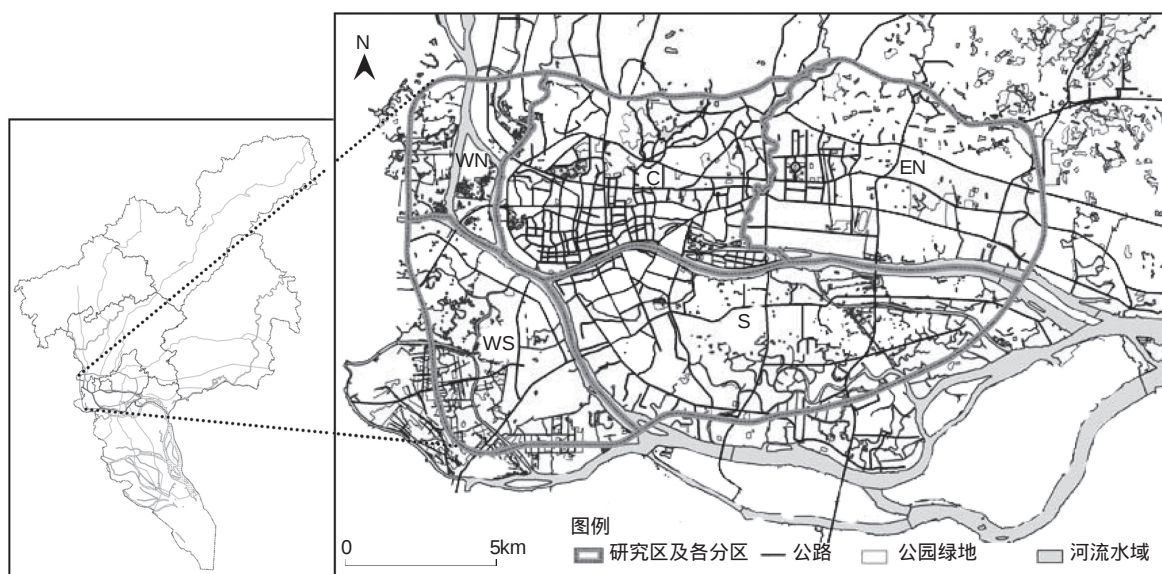


图 1 研究区位置

Fig. 1 Location of study area

1.2.3 梯度分析方法

参照景观格局分析的相关文献^[8,11],利用 Fragstats 3.3 软件^[5],分别通过标准分析方法和移动窗口法进行,选取景观比 PLAND、斑块密度 PD、平均斑块面积 MPS、最大斑块指数 LPI、边界密度 ED、加权周长面积比 PARA_AM、平均邻近距离 ENN_MN、连接度 COHESION 等进行分析。其中移动窗口法选择的移动窗口形状为矩形,窗口半径大小为 0.5km。

2 结果与分析

2.1 研究区树冠覆盖景观整体格局

2.1.1 树冠覆盖景观功能分类类型构成

对矢量数据进行分析得知,研究区树冠覆盖率为 13.10%。参考城市森林功能分类标准^[16],依据树冠覆盖的场所位置的道路和建筑物空间分布特征,结合广州市基础地理信息数据将研究区的树冠覆盖斑块分为五类,即生态公益林、专项防护林、居所林地、公共园林和生产林地类型。研究区是以居所林和生产林类型为主,分占占树冠覆盖的 37.50% 和 22.85%。研究区南部区域的树冠覆盖率最高,且是以生产林类型为主,集中于东南部的大面积果园区;西南、西北、东北部区域均以居所林所占比例最大;而中部区域则以公共园林类型比例最高,占 44.61%,居所林占 35.95%。西北和西南部区域以居所林和防护林类型为主,总树冠覆盖率均不足 10%,分别为 5.82% 和 7.34%。

2.1.2 树冠覆盖面积分类类型构成

参考城市森林斑块等级分类思想^[17],对研究区树冠覆盖斑块面积进行分析可知,研究区树冠覆盖以大斑块面积占优,小斑块数量为主。大于 1hm² 的特大斑块数量最少,但斑块覆盖面积所占比例最大,占总覆盖面积的 45.89%,其次为面积小于 0.1hm² 的小斑块覆盖占总覆盖的 26.61%,0.1—0.5hm² 的中斑块和 0.5—

1hm²的大斑块分占 19.85% 和 7.65%。分区统计表明,西南区和西北区是以中、小斑块面积主导的景观类型,南区以特大斑块为主;东北区和中区表现出相似的等级结构,均以特大斑块面积最大,其次为小、中、大斑块类型。

2.1.3 树冠覆盖景观格局特征

基于标准方法的景观格局分析表明(表 1),南区的树冠覆盖率最高,西北区最低;斑块密度以中区最大,西北区最小;最大斑块指数中区最大,边缘密度、平均斑块面积、连接度指数最高值出现在南区。中区景观破碎化程度更高,许多的生态过程可能发生于更小尺度,但中区的白云山北部覆盖有大型的生态林斑块,以及大型绿地中的连续树冠覆盖影响,最大斑块指数也最高。南区树冠斑块平均面积最大,其标准差也最大,南部大面积的生产类型树冠覆盖对于该区景观过程有重要作用。由于研究区发展阶段和目标不同,树冠覆盖多为人 为强烈干扰的结果,中区、西北和东北区的平均斑块面积相差不大,但中区的斑块之间偏差更大,而西北区缺少大型绿地,也较难形成连续树冠覆盖,斑块相对均匀。从平均最近距离指数看,东北区斑块之间的平均距离 更小。

表 1 研究区树冠覆盖景观格局

Table 1 Landscape pattern characteristics of tree-canopy cover patch in study area

景观区 Land zone	景观比 PLAND /%	斑块密度 PD /(个/100hm ²)	最大斑块 指数 LPI /%	边缘密度 ED /(m/hm ²)	斑块面积 MPS /hm ²	邻近度指数 ENN_MN /m	连接度指数 COHESION
西南区 WS	7.34	324.76	0.13	0.01	0.023	10.02	96.30
西北区 WN	5.82	165.50	0.33	0.02	0.033	12.24	97.32
南区 S	17.38	255.29	0.79	1.84	0.068	9.57	98.84
东北区 EN	13.05	384.44	0.42	0.74	0.034	6.83	98.17
中区 C	14.25	432.96	1.11	0.61	0.034	8.19	98.22

2.2 研究区树冠覆盖景观格局特征空间梯度

景观格局分布空间差异是景观异质性的具体表现。可以看出,研究区树冠覆盖景观格局表现出明显的空间异质性特征,基于移动窗口法的分析对于研究区树冠覆盖景观的格局梯度进行了量化的空间显式表达(图 2)。

景观比指数(PLAND)计算某一斑块类型占整个景观的面积的比例,用于确定景观基质或优势景观元素的依据之一,多用于衡量景观中的生物多样性、优势种和数量等指标^[5]。在窗口半径为 0.5km,栅格大小为 3m 时(下同),研究区 PLAND 值大于 30% 仅占区域的 9.70%,大于 20% 的占 18.31%,而 54.86% 景观面积低于 10%。较高树冠覆盖分布于中北部丘岗地带(白云山风景区南部、流花湖公园)以及东北部(五山街)区域,和南部海珠区新港街(中山大学所在地),及东风村、龙潭村、赤沙村和北山村的万亩果园区。而缺少树冠覆盖的区域分布在坦尾村西部、老城区的文昌街、文安街、宝华街、华村街,及中部的洗村、杨箕村、石牌村和猎德村,及棠下街、棠东村,海珠区的瑞宝村、三村,芳村区的增滘村、东滘村及东村等区域。

斑块密度指数(PD)在一定程度上反映的是景观破碎化程度。58.98% 的区域 PD 值在 100—300/km² 之间,低于 100/km² 的占 20.34%,大于 400/km² 占 4.98%。斑块密度指数最大值出现在荔湾区的蓬源街、多宝街附近,天河区西部的天河南街、沙河街、林河街、石牌街,原东山区东湖街,海珠江南中街、晓港街、赤岗街,原芳村区五眼桥村、花地村、茶街等区域。斑块密度最小的区域分布于天河区登峰街,海珠区琶洲村、土华村,芳村区增教村等区域。

平均斑块面积(MPS)在斑块水平上等于斑块类型的总面积除以该类型的斑块数,用于反映景观破碎度,较小的值反映更为破碎的景观,是反映景观异质性的关键^[5]。MPS 分布规律与 PLAND 一致,约 56.52% 区域的树冠覆盖斑块平均面积在 0.01—0.05hm² 之间,大于 1hm² 的约占 6.28%。在白云山景区北部、天河区五山街,海珠区南部的土华村、北山村、头村等以及黄埔村等区域的平均斑块面积最大;而老城区原东山区、越秀区

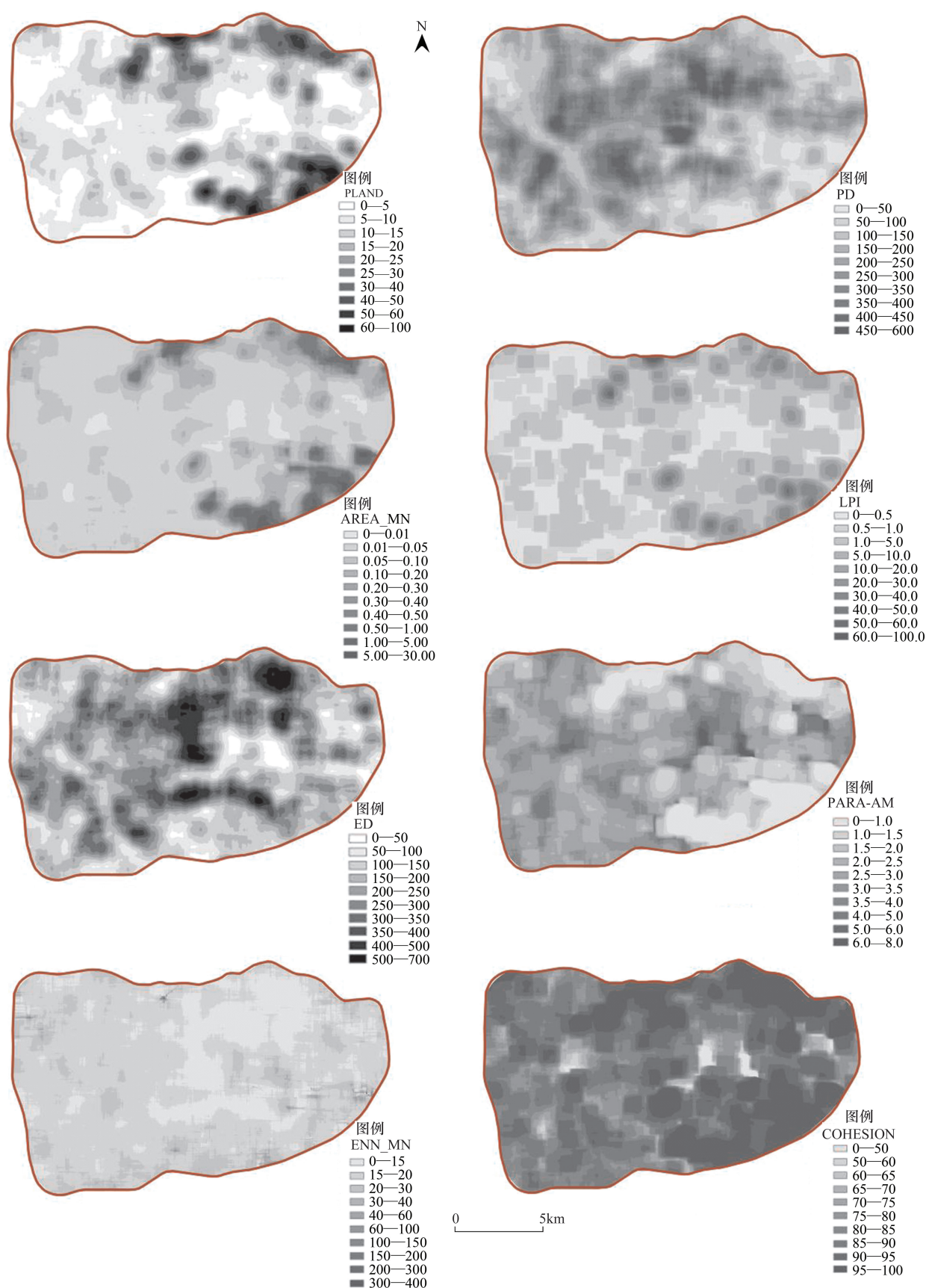


图2 研究区景观格局特征空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of characteristics of landscape pattern gradient in study area

南部、荔湾区、海珠区西部及原芳村区大部的平均斑块面积小。

最大斑块指数(LPI)等于某一斑块类型中的最大斑块占据整个景观面积的比例。可用于确定景观的基质或优势类型等,自然植被景观研究中其值的大小决定着景观中的优势种、内部种的丰度等生态特征,其值的变化可以反映人类活动的方向和强弱^[5]。研究区 LPI 的最大值出现的区域与平均斑块面积较高区域重叠。76.38% 栅格 LPI 值小于 5%,LPI 值大于 5% 的区域以白云山景区南部、越秀区北部,原东山区黄花街,天河区五山街、员村街,及景观区东南部的海珠区新港街、东风村、龙潭村、赤沙村、北山村和黄埔村相对集中。

研究区边界密度指数(ED)主要分布区间为 100—300m/hm²,占 69.18%。最高值区域出现在中部原东山区的黄花街、农林街、东湖街,天河区的五山街、石牌街,海珠区的新港街、赤岗街等区域,而低值出现在天河区猎德村、冼村和杨箕村区域。

面积加权形状指数(PARA_AM)等于某斑块类型中各个斑块的周长与面积比乘以各自的面积权重之后的和,随着值增大斑块形状变得更复杂、不规则,可以度量景观空间格局复杂性,并对许多生态过程都有影响,如斑块形状影响动物迁移、觅食等活动和植物的种植与生产效率,还可用于反映自然斑块的边缘效应^[5]。PARA_AM 最高值出现在原荔湾区东南部的文昌街、宝华街、多宝街、文安街、华村街,原东山区白云街,天河区西南部的冼村、杨箕村、石牌村、猎德村及棠东村和棠下街中部区域,芳村区茶街。低值则出现在研究区大型斑块相对集中的区域即研究区北部的白云山景区和南部的万亩果园区。

平均最近距离指数(ENN_MN)在斑块上等于从某斑块到同类型的斑块的最近距离之和除以具有最近距离的斑块总数,其度量的是景观的空间格局。一般来说其值越大,说明同类型斑块相隔距离越远,分布较离散;反之说明同类型斑块相距近,呈团聚分布^[5]。61.78% 的研究区域分布于 15—20m 之间,仅 14.96% 的栅格单元大于 25m。最小值出现在原荔湾区中南部、东山区南部,海珠区新港街、赤岗街及天河区五山街、天河南街、石牌街等区域。

连通性指数(COHESION)大于 80 的栅格占区域总单元的 86.69%,仅 3.43% 栅格单元特征值低于 70。最高值分布于大型树冠斑块集中的区域,白云山景区颁布,越秀区北部,天河区研究区域内五山街、员村街,海珠区的新港街、琶洲村、赤岗街北部及万亩果园区,而低值区域主要集中于荔湾区文安街、文昌街、宝华街、华村街,天河区北部的杨箕村、冼村、石牌村及猎德村东部、棠东村中南部区域。

3 结论与讨论

3.1 景观尺度效应与尺度选择

尺度效应是生态学研究中的不可回避的问题,不仅包括粒度和幅度效应,分析数据本身的分辨率对于景观格局分析也产生影响^[18],尺度效应分析对于处理高空间数据的意义更大。本研究基于高空间数据的解译,选择研究区东西轴线上 1.5km 宽的样带进行了尺度效应研究。结果表明,3—5m 的栅格粒度以及 400—600m 的窗口半径,可用于研究区树冠覆盖景观移动窗口法的景观格局分析,选择的景观指数能够形成较为平滑的可视化效果。

景观是泛地域时空尺度概念,景观格局是多时空尺度上耦合异质性的表现,不同尺度上的景观格局通过约束和联系作用于景观功能,景观功能发生于固有的特征尺度^[19-21]。基于面积聚合引起的尺度和划区效应导致不同的格局与过程关系,可能是真实系统多尺度特征的一种空间反映^[10]。研究区小斑块数量众多,矢栅转换容易造成数据损失,与斑块密度相关的指数影响最大。各景观指数对于幅度的变化在移动窗口半径较小时更为敏感,窗口半径大于 400m 之后,各指数变化相对平稳;3—5m 的栅格单元大小可以用于粒度分析。大斑块所在位置对于景观指数的影响较为显著;除 PLAND 和 LPI 指数对于粒度的敏感度较低外,其它指数存在不同程度的敏感度,尤其与边界相关的指数受粒度变化的影响大。此外,更小的粒度和移动窗口半径需要较高的计算机硬件配置和更长的数据处理时间。

3.2 景观格局梯度特征及成因分析

研究区树冠覆盖率为 13.1%,受城市发展阶段和街区单元性质的影响,不同区域的树冠覆盖类型不同和

覆盖率差异大,景观格局空间上也呈现明显异质性梯度特征。人为因素及城市发展阶段、土地利用方式等影响了研究区树冠斑块空间分布。

空间异质性是景观格局梯度差异的原因^[9]。流域尺度上,高程、降水等环境因子对于景观格局梯度起关键作用,而人口等对局地格局产生影响^[22]。城市是一种集社会、经济、自然系统于一体的复合巨系统,其生态功能景观的格局反映了人类主观决策层面的特点。城市森林等绿色空间的分布影响城市生态质量^[23-24],城市树冠覆盖受人类活动主观因素及城市功能单元性质的影响^[25],其景观破碎化和连接度水平反映城市生态建设的过程。城市树冠覆盖是一种特殊景观,对于城市生态环境质量有重要作用,例如改善城市居民生活质量,维持生物多样性,提供生境,参与物质能量循环等多方面。城市居住单元等小尺度上的树木对于空气净化、小气候调节和噪音削减等更容易被感知。树冠斑块类型及几何特征与鸟类等野生动物的栖息地生境质量联系密切。尽管人们现在已经对城市景观要素诸如斑块和廊道(尤其是绿色廊道)的生态意义有了相当的认识,但对其组合形式导致的生态结果尚需进一步研究。

3.3 景观格局梯度表达

基于移动窗口法的景观格局特征以一种类似连续变量专题图(如水分分布、植被密度、地形图等)的显式表现。与传统的基于总体的特征分析相比,可以更好地理解景观格局及其与生态过程的相互作用^[18]。结合地理信息与研究区社会、经济、环境数据,有助于更好地理解景观格局梯度特征及驱动力,以及其与城市各种生态过程相互作用的关系。

城市森林景观格局的量化和空间显式表达对于城市森林的生态和社会经济功能研究有重要作用,如对于当地的房地产价格产生影响^[4,26-27]。因此,将城市森林景观格局的空间显式数据与社会经济模型结合,可以进一步预测与阐释城市森林多功能性。基于不同粒度和幅度的空间格局分析,可以在不同尺度上对与城市森林服务功能相关的生态现象进行解释,为更小尺度上生态景观过程研究和格局优化提供参考。

References:

- [1] McPherson G, Simpson J R, Peper P J, Maco S E, Xiao Q F. Municipal forest benefits and costs in five US cities. *Journal of Forestry*, 2005, 103 (8): 411-416.
- [2] Nowak D J, Dwyer J F. *Understanding the Benefits and Costs of Urban Forest Ecosystems*. 2nd ed. New York: Springer, 2007.
- [3] Buyantuyev A, Wu J G. Urban heat islands and landscape heterogeneity: linking spatiotemporal variations in surface temperatures to land-cover and socioeconomic patterns. *Landscape Ecology*, 2010, 25(1): 17-33.
- [4] Sander H, Polasky S, Haight R G. The value of urban tree cover: a hedonic property price model in Ramsey and Dakota Counties, Minnesota, USA. *Ecological Economics*, 2010, 69(8): 1646-1656.
- [5] McGarigal K, Ene E, Holmes C. FRAGSTATS (version 3): spatial pattern analysis program for categorical maps. Amherst: Computer Software Program Produced by the Authors at the University of Massachusetts. http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats_documents.html.
- [6] Luck M, Wu J G. A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan area region, Arizona, USA. *Landscape Ecology*, 2002, 17(4): 327-339.
- [7] Huang J S, Li X Y, Li J L, Gan X Y, Zhou Y, Yang Q, Xue F. Landscape pattern gradient dynamics and desakota region features of three megacities in Asia-Pacific developing countries. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, 28(6): 1134-1142.
- [8] 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.
- [9] Yu L S, Fu Y F, Yu H Y, Li Z Q. Landscape pattern gradient dynamics and desakota features in rapid urbanization area: a case study in Panyu of Guangzhou. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2011, 22(1): 171-180.
- [10] Wu J G. *Landscape Ecology-Pattern, Process, Scale and Hierarchy*. Beijing: Higher Education Press, 2000.
- [11] Wu J G, Richard H. Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis. *Landscape Ecology*, 2002, 17(4): 355-365.
- [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] Tan L, He X Y, Chen W, Li X Y, Xu W D, Zhou N, Hu J B, Tang L. Urban green space landscape pattern of Shenyang city based on Quickbird image. *Chinese Journal of Ecology*, 2008, 27(4): 545-550.
- [14] Zhang L L, Kong F H, Yin H W, Sun Z R, Zhuang Y M, Ju W M. Spatial pattern change of Jinan City based on landscape metrics and moving window method. *Chinese Journal of Ecology*, 2010, 29(8): 1591-1598.
- [15] Landry S, Pu R L. The impact of land development regulation on residential tree cover: an empirical evaluation using high-resolution IKONOS imagery. *Landscape and Urban Planning*, 2010, 94(2): 94-104.
- [16] Song Y C. Analysis of several problems in studies of urban forest. *Journal of Chinese Urban Forestry*, 2004, 2(1): 4-9.
- [17] Wu Z M, Wu W Y, Gao J, Zhang S J. Landscape pattern analysis of urban forest in Hefei. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(12): 2117-2122.
- [18] McGarigal K, Cushman S A. The gradient concept of landscape structure//Wiens J, Moss M, eds. *Issues and Perspectives in Landscape Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- [19] Wang Y L, Zhang H Y, Han D, Ding Y. *Landscape Ecological Planning and Design: A Geographical Perspective*. Beijing: College of Urban and Environmental Science, 2003.
- [20] Levin S A. The problem of pattern and scale in ecology: the Robert H. Macarthur Award lecture. *Ecology*, 1992, 73(6): 1943-1967.
- [21] Limburg K E, O'Neill R V, Costanza R, Farber S. Complex systems and valuation. *Ecological Economics*, 2002, 41(3): 409-420.
- [22] 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.
- [23] Ong B L. Green plot ratio: an ecological measure for architecture and urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 2003, 63(4): 197-211.
- [24] Zhou Z X, Shao T Y, Tang W P, Wang P C, Liu X Q, Xu Y R. The different urban green-land spatial patterns and their environmental effects: a case of the central district of Yichang City, Hubei Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(2): 186-192.
- [25] Conway T M, Shakeel T, Atallah J. Community groups and urban forestry activity: drivers of uneven canopy cover? *Landscape and Urban Planning*, 2011, 101(4): 321-329.
- [26] Holmes T P, Murphy E A, Bell K P. Exotic forest insects and residential property values. *Agricultural and Resource Economics Review*, 2006, 35(1): 155-166.
- [27] Yin H W, Xu J G, Kong F H. Impact of the amenity value of urban green space on the price of house in Shanghai. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(8): 4492-4500.

参考文献:

- [7] 黄家生, 李新一, 李建龙, 干晓宇, 周殷, 杨齐, 薛峰. 亚太发展中国家三大城市景观格局梯度动态与城乡融合区特征. *生态学杂志*, 2009, 28(6): 1134-1142.
- [8] 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.
- [9] 俞龙生, 符以福, 喻怀义, 李志琴. 快速城市化地区景观格局梯度动态及其城乡融合区特征——以广州市番禺区为例. *应用生态学报*, 2011, 22(1): 171-180.
- [10] 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.
- [13] 谭丽, 何兴元, 陈玮, 李小玉, 徐文铎, 周娜, 胡健波, 唐玲. 基于 QuickBird 卫星影像的沈阳市城市绿地景观格局. *生态学杂志*, 2008, 27(4): 545-550.
- [14] 张琳琳, 孔繁花, 尹海伟, 孙振如, 庄艳美, 居为民. 基于景观空间指标与移动窗口的济南城市空间格局变化. *生态学杂志*, 2010, 29(8): 1591-1598.
- [16] 宋永昌. 城市森林研究中的几个问题. *中国城市林业*, 2004, 2(1): 4-9.
- [17] 吴泽民, 吴文友, 高健, 张少杰. 合肥市市区城市森林景观格局分析. *应用生态学报*, 2003, 14(12): 2117-2122.
- [19] 王仰麟, 张惠远, 韩荡, 丁艳. *景观生态规划与设计: 地理学透视*. 北京: 北京大学城市与环境学院, 2003.
- [22] 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.
- [24] 周志翔, 邵天一, 唐万鹏, 王鹏程, 刘学全, 徐永荣. 城市绿地空间格局及其环境效应——以宜昌市中心城区为例. *生态学报*, 2004, 24(2): 186-192.
- [27] 尹海伟, 徐建刚, 孔繁花. 上海城市绿地宜人性对房价的影响. *生态学报*, 2009, 29(8): 4492-4500.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 20 October, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Community structure and diversity of macrobenthos in the intertidal zones of Yangshan Port	WANG Baoqiang, XUE Junzeng, ZHUANG Hua, et al (5865)
Variation characteristics of macrobenthic communities structure in tianjin coastal region in summer	FENG Jianfeng, WANG Xiuming, MENG Weiqing, et al (5875)
Analysis of habitat connectivity of the Yunnan snub-nosed monkeys (<i>Rhinopithecus bieti</i>) using landscape genetics	XUE Yadong, LI Li, LI Diqiang, WU Gongsheng, et al (5886)
Study on the spatial pattern of wetland bird richness and hotspots in Sanjiang Plain	LIU Jiping, LÜ Xianguo (5894)
Dynamic analysis of coastal region cultivated land landscape ecological security and its driving factors in Jiangsu	WANG Qian, JIN Xiaobin, ZHOU Yinkang (5903)
Landscape pattern gradient on tree canopy in the central city of Guangzhou, China	ZHU Yaojun, WANG Cheng, JIA Baoquan, et al (5910)
Research on dynamic changes of landscape structure and land use eco-security: a case study of Jiansanjiang land reclamation area ...	LIN Jia, SONG Ge, SONG Siming (5918)
Shangri-La county ecological land use planning based on landscape security pattern	LI Hui, YI Na, YAO Wenjing, WANG Siqi, et al (5928)
Changes of paddy field landscape and its influence factors in a typical town of south Jiangsu Province	ZHOU Rui, HU Yuanman, SU Hailong, et al (5937)
Species composition and succession of swamp vegetation along grazing gradients in the Zoige Plateau, China	HAN Dayong, YANG Yongxing, YANG Yang, et al (5946)
Characteristics and influence factors of the swamp degradation under the stress of grazing in the Zoige Plateau	LI Ke, YANG Yongxing, YANG Yang, et al (5956)
Variation of organic pollution in the last twenty years in the Qinzhou bay and its potential ecological impacts	LAN Wenlu (5970)
Response of radial growth Chinese pine (<i>Pinus tabulaeformis</i>) to climate factors in Wanxian Mountain of He'nan Province	PENG Jianfeng, YANG Airong, TIAN Qinhua (5977)
Vegetation and species diversity change analysis in 50 years in Tashan Mountain, Shandong Province, China	GAO Yuan, CHEN Yufeng, DONG Heng, et al (5984)
Effect of urban heat island on plant growth and adaptability of leaf morphology constitute	WANG Yating, FAN Lianlian (5992)
Effects of shading on photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence parameters in leaves of the endangered plant <i>Thuja sutchuenensis</i>	LIU Jianfeng, YANG Wenjuan, JIANG Zeping, et al (5999)
Effects of shading on growth and quality of triennial <i>Clematis manshurica</i> Rupr.	HAN Zhongming, ZHAO Shujie, LIU Cuijing, et al (6005)
Allelopathic effect of extracts from <i>Artemisia sacrorum</i> leaf and stem on four dominant plants of enclosed grassland on Yunwu Mountain	WANG Hui, XIE Yongsheng, YANG Yali, et al (6013)
Effects of soil base cation composition on plant distribution and diversity in coastal wetlands of Hangzhou Bay, East China	WU Tonggui, WU Ming, YU Mukui, et al (6022)
Species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi of <i>Stipa</i> L. in alpine grassland in northern Tibet in China	CAI Xiaobu, PENG Yuelin, YANG Minna, et al (6029)
Water consumption and annual variation of transpiration in mature <i>Acacia mangium</i> Plantation	ZHAO Ping, ZOU Lvliu, RAO Xingquan, et al (6038)
Foliar phenotypic plasticity of a warm-temperate shrub, <i>Vitex negundo</i> var. <i>heterophylla</i> , to different light environments in the field	DU Ning, ZHANG Xiuru, WANG Wei, et al (6049)

An case study on vegetation stability in sandy desertification land: determination and comparison of the resilience among communities after a short period of extremely aridity disturbanc	ZHANG Jiyi, ZHAO Halin (6060)
Response of soil quality indicators to comprehensive amelioration measures in coastal salt-affected land	SHAN Qihua, ZHANG Jianfeng, RUAN Weijian, et al (6072)
Fine-scale spatial associations of <i>Stipa krylovii</i> and <i>Stellera chamaejasme</i> population in alpine degraded grassland	ZHAO Chengzhang, REN Heng (6080)
The response of community-weighted mean plant functional traits to environmental gradients in Yanhe river catchment	GONG Shihui, WEN Zhongming, SHI Yu (6088)
Ozone stress increases lodging risk of rice cultivar Liangyoupeijiu: a FACE study	WANG Yunxia, WANG Xiaoying, YANG Lianxin, et al (6098)
Effect of sugarcane//soybean intercropping and reduced nitrogen rates on sugarcane yield, plant and soil nitrogen	YANG Wenting, LI Zhixian, SHU Lei, et al (6108)
Effect of wetting duration on nitrogen fixation of biological soil crusts in Shapotou, Northern China	ZHANG Peng, LI Xinrong, HU Yigang, et al (6116)
Effects of zinc on the fruits' quality of two eggplant varieties	WANG Xiaojing, WANG Huimin, WANG Fei, et al (6125)
Rapid light-response curves of PS II chlorophyll fluorescence parameters in leaves of <i>Salix leucopithecia</i> subjected to cadmium-ion stress	QIAN Yongqiang, ZHOU Xiaoxing, HAN Lei, et al (6134)
Physiological Response of <i>Mirabilis jalapa</i> Linn. to Lead Stress by FTIR Spectroscopy	XUE Shengguo, ZHU Feng, YE Sheng, et al (6143)
Physiological response of <i>Zoysia japonica</i> to Cd ²⁺	LIU Junxiang, SUN Zhenyuan, JU Guansheng, et al (6149)
Biosorption of Cd ²⁺ using the fruiting bodies of two macrofungi	LI Weihuan, MENG Kai, LI Junfei, et al (6157)
Factors regulating recruitment of <i>Microcystis</i> from the sediments of the eutrophic Shanzai Reservoir	SU Yuping, LIN Hui, ZHONG Houzhang, et al (6167)
A new type of insect trap and its trapping effect on <i>Cyrtotrachelus buqueti</i>	YANG Yaojun, LIU Chao, WANG Shufang, et al (6174)
Photoperiod influences diapause induction of Oriental Fruit Moth (Lepidoptera: Tortricidae)	HE Chao, MENG Quanke, HUA Lei, et al (6180)
Influence of edge effects on arthropods communities in agroforestry ecological systems	WANG Yang, WANG Gang, DU Yingqi, et al (6186)
Dynamics of land use and its ecosystem services in China's megacities	CHENG Lin, LI Feng, DENG Huafeng (6194)
Comprehensive assessment of urban ecological risks: the case of Huaibei City	CHANG Hsiaofoei, WANG Rusong, LI Zhengguo, et al (6204)
The dynamics of surface heat status of Tangshan City in 1993—2009	JIA Baoquan, QIU Erfa, CAI Chunju (6215)
A projection-pursuit based model for evaluating the resource-saving and environment-friendly society and its application to a case in Wuhan	WANG Qianqian, ZHOU Jingxuan, LI Xiangmei, et al (6224)
Research on ecological barrier to Chang-Zhu-Tan metropolitan area	XIA Benan, WANG Fusheng, HOU Fangzhou (6231)
Optimization of urban land structure based on ecological green equivalent: a case study in Ningguo City, China	ZHAO Dan, LI Feng, WANG Rusong (6242)
Dynamic ecological footprint simulation and prediction based on ARIMA Model: a case study of Gansu Province, China	ZHANG Bo, LIU Xiuli (6251)
Review and Monograph	
A prospect for study on isolated wetland	TIAN Xuezhi, LIU Jiping (6261)
Dinoflagellate heterotrophy	SUN Jun, GUO Shujin (6270)
Research progress of microbial agents in ecological engineering	WEN Ya, ZHAO Guozhu, ZHOU Chuanbin, et al (6287)
The progress of ecological civilization construction and its indicator system in China	BAI Yang, HUANG Yuchi, WANG Min, et al (6295)

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 20 期 (2011 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 20 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@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 70.00 元