

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

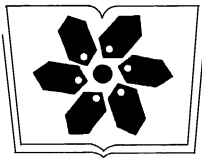
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第23期 Vol.31 No.23 **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 23 期

2011 年 12 月 (半月刊)

目 次

不同海拔高度高寒草甸光能利用效率的遥感模拟·····	付 刚,周宇庭,沈振西,等 (6989)
天山雪岭云杉大气花粉含量对气温变化的响应·····	潘燕芳,阎 顺,穆桂金,等 (6999)
春季季风转换期间孟加拉湾的初级生产力·····	刘华雪,柯志新,宋星宇,等 (7007)
降水量对川西北高寒草甸牦牛粪分解速率的影响 ·····	吴新卫,李国勇,孙书存 (7013)
基于 SOFM 网络对黄土高原森林生态系统的养分循环分类研究·····	陈 凯,刘增文,李 俊,等 (7022)
不同油松种源光合和荧光参数对水分胁迫的响应特征 ·····	王 琰,陈建文,狄晓艳 (7031)
盐生境下硅对坪用高羊茅生物学特性的影响 ·····	刘慧霞,郭兴华,郭正刚 (7039)
高温胁迫对不同种源希蒙得木叶片生理特性的影响·····	黄激激,张念念,胡庭兴,等 (7047)
黄土高原水土保持林对土壤水分的影响 ·····	张建军,李慧敏,徐佳佳 (7056)
青杨雌雄群体沿海拔梯度的分布特征·····	王志峰,胥 晓,李霄峰,等 (7067)
大亚湾西北部春季大型底栖动物群落特征·····	杜飞雁,林 钦,贾晓平,等 (7075)
湛江港湾浮游桡足类群落结构的季节变化和影响因素·····	张才学,龚玉艳,王学锋,等 (7086)
台湾海峡鲈鱼种群遗传结构·····	张丽艳,苏永全,王航俊,等 (7097)
洱海入湖河流弥苴河下游氮磷季节性变化特征及主要影响因素·····	于 超,储金宇,白晓华,等 (7104)
转基因鱼试验湖泊铜锈环棱螺种群动态及次级生产力·····	熊 晶,谢志才,蒋小明,等 (7112)
河口湿地植物活体-枯落物-土壤的碳氮磷生态化学计量特征 ·····	王维奇,徐玲琳,曾从盛,等 (7119)
EDTA 对铅锌尾矿改良土壤上玉米生长及铅锌累积特征的影响 ·····	王红新,胡 锋,许信旺,等 (7125)
不同包膜控释尿素对农田土壤氮挥发的影响·····	卢艳艳,宋付朋 (7133)
垄作栽培对高产田夏玉米光合特性及产量的影响·····	马 丽,李潮海,付 景,等 (7141)
DCE 不同施用时间对小麦生长期 N ₂ O 排放的影响 ·····	纪 洋,余 佳,马 静,等 (7151)
氮肥、钙肥和盐处理在冬小麦融冻胁迫适应中的生理调控作用 ·····	刘建芳,周瑞莲,赵 梅,等 (7161)
东北有机及常规大豆对环境影响的生命周期评价 ·····	罗 燕,乔玉辉,吴文良 (7170)
土壤施硒对烤烟生理指标的影响·····	许自成,邵惠芳,孙曙光,等 (7179)
不同种植方式对花生田间小气候效应和产量的影响·····	宋 伟,赵长星,王月福,等 (7188)
西花蓟马的快速冷驯化及其生态学代价·····	李鸿波,史 亮,王建军,等 (7196)
温度对麦长管蚜体色变化的影响·····	邓明明,高欢欢,李 丹,等 (7203)
不同番茄材料对 B 型烟粉虱个体发育和繁殖能力的影响 ·····	高建昌,郭广君,国艳梅,等 (7211)
基于生态系统受扰动程度评价的白洋淀生态需水研究·····	陈 贺,杨 盈,于世伟,等 (7218)
两种典型养鸡模式的能值分析 ·····	胡秋红,张力小,王长波 (7227)
四种十八碳脂肪酸抑藻时-效关系分析的数学模型设计 ·····	何宗祥,张庭廷 (7235)
流沙湾海草床重金属富集特征·····	许战州,朱艾嘉,蔡伟叙,等 (7244)
基于 QuickBird 的城市建筑景观格局梯度分析 ·····	张培峰,胡远满,熊在平,等 (7251)
景观空间异质性及城市化关联——以江苏省沿江地区为例·····	车前进,曹有挥,于 露,等 (7261)
基于 CVM 的太湖湿地生态功能恢复居民支付能力与支付意愿相关研究·····	于文金,谢 剑,邹欣庆 (7271)
专论与综述	
北冰洋海域微食物环研究进展·····	何剑锋,崔世开,张 芳,等 (7279)
城市绿地的生态环境效应研究进展·····	苏泳娴,黄光庆,陈修治,等 (7287)
城市地表灰尘中重金属的来源、暴露特征及其环境效应 ·····	方凤满,林跃胜,王海东,等 (7301)
研究简报	
三峡库区杉木马尾松混交林土壤 C、N 空间特征 ·····	林英华,汪来发,田晓堃,等 (7311)
广州小斑螟发生与环境因子的关系·····	刘文爱,范航清 (7320)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 336 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 39 * 2011-12



封面图说:黄河的宁夏段属于中国的半荒漠地区,这里气候干燥、降水极少(250mm 以下)、植被缺乏、物理风化强烈、风力作用强劲、其蒸发量超过降水量数十倍。人们从黄河中提水引水灌溉土地,就近形成了荒漠中的绿洲。有水就有生命,有水就有绿色。这种独特的条件形成了人与沙较量的生态关系——不是人逼沙退就是沙逼人退。

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

张培峰, 胡远满, 熊在平, 刘森. 基于 QuickBird 的城市建筑景观格局梯度分析. 生态学报, 2011, 31(23): 7251-7260.

Zhang P F, Hu Y M, Xiong Z P, Liu M. A gradient analysis of urban architecture landscape pattern based on QuickBird imagery. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(23): 7251-7260.

基于 QuickBird 的城市建筑景观格局梯度分析

张培峰^{1,2}, 胡远满^{1,*}, 熊在平¹, 刘 森¹

(1. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 研究城市建筑景观的梯度变化特征, 对城市规划与管理的合理调整有着重要的意义。应用 QuickBird 影像, 基于 Barista 软件提取了建筑物三维信息, 采用建筑平均高度、建筑密度、容积率、建筑高度标准差、建筑体形系数等指标, 结合梯度分析法研究了铁西区建筑景观格局的梯度变化。结果表明: 从 1997 到 2008 年, 低层与多层建筑是主要的建筑景观组分, 平房与低层建筑占地面积比重显著下降, 多层、中高层与高层建筑比重上升。建筑平均高度、容积率与建筑高度标准差逐年上升, 建筑密度、建筑体形系数与景观形状指数下降。建筑向垂直方向扩展, 建筑能耗降低, 形状更加规则。建筑景观的梯度变化与距市中心距离的远近没有关系, 与区域功能相关, 商业区建筑平均高度与容积率最高, 政府所在地范围内建筑密度最大。

关键词: 建筑景观; 容积率; 建筑密度; 建筑平均高度; 梯度分析

A gradient analysis of urban architecture landscape pattern based on QuickBird imagery

ZHANG Peifeng^{1,2}, HU Yuanman^{1,*}, XIONG Zaiping¹, LIU Miao¹

1 Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China

2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: The gradient analysis is useful in proposing reasonable adjustments for urban planning and management of urban architecture landscape. It was mainly studied that the whole and gradient variation characteristic of architecture landscape in a three-dimensional space in the Tiexi District, Shenyang, China, during the urban renewal process in this paper.

In this research, the three-dimensional information of buildings was extracted from aerial photos (1997) and QuickBird imageries (2002, 2005 and 2008) based on ArcGIS and Barista software separately, and the height accuracy of building extraction was 2.66m. All buildings were divided into six types according to the height (H): Bungalow ($H \leq 4\text{m}$), Low-rise building ($4\text{m} < H \leq 10\text{m}$), Muti-story building ($10\text{m} < H \leq 19\text{m}$), Mid-tall story building ($19\text{m} < H \leq 30\text{m}$), High-rise building ($30\text{m} < H \leq 100\text{m}$) and Super-high building ($H > 100\text{m}$). Seven indexes (average building height, landscape height standard deviation, floor area ratio, building shape coefficient, building coverage ratio, patch density and landscape index shape) were used to study the variation in architecture landscape pattern in the Tiexi District. To detect the gradient variation in architecture landscape pattern in a three-dimensional space, we conducted a northeast-southwest transect cutting across the study area from the center to outskirt of the city. The transect had three adjacent rows each composed of twenty-four 300×300m blocks. The orientation of the transect was chosen to include the first ring road area, government building area, second ring road area, commercial district, public garden and third ring road area. The four indexes (average building height, floor area ratio, building coverage ratio and building shape coefficient) were computed along a 7.2km long and 0.9km wide transect with 3×3 (i. e., 900×900m) and 1×1 (i. e., 300×300m) overlapping

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41171155, 40801069)

收稿日期: 2010-10-04; **修订日期:** 2010-12-06

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: Huym@iae.ac.cn

moving window, separately.

The results showed that low-rise and multi-story buildings were the dominant architecture landscape types from 1997 to 2008. The area ratio of bungalow and low-rise building declined, whereas, multi-story, mid-tall story and high-rise building increased. The value of average building height, floor area ratio and building height standard deviation was increasing year by year, as building coverage ratio, building shape coefficient and building shape index was decreasing. Buildings were growing in the vertical direction. The energy consumption of buildings was decreased and the building shape became more regular. The gradient change of architecture landscape was not related to the distance to the urban center, but to the regional function. Commercial district has the highest average building height and floor area ratio. The government building area has the highest building coverage ratio. The size of the moving window didn't have influence on the variation characteristic in architecture landscape pattern along the transect. For the four indexes in the gradient analysis, both size of the moving window with a fairly similar trend, but the small size presented big fluctuation. The implementation of urban renewal policies and transformation of regional function were the main factors for variation in architecture landscape pattern in Tiexi District from 1997 to 2008.

Key Words: architecture landscape; floor area ratio; building coverage ratio; average building height; gradient analysis

城市改造是城市化的一种表现形式,在城市改造过程中城市景观格局发生了剧烈的变化^[1-2]。目前,城市景观研究工作者基于土地利用数据、航空影像数据、TM 与 Quickbird 等影像采用 Kappa 指数、转移矩阵、景观格局指数、梯度分析等方法对上海市^[3-5]、开封市^[6]、南昌市^[1]、深圳市^[7]、长沙市^[8]、贵港市^[9]、沈阳市^[10]、西安市^[11]、美国亚利桑那州凤凰城^[12]等众多城市景观的变化进行了研究。这些方法在城市景观变化研究的应用中已经较成熟。也可以很好的揭示研究区景观格局的变化特征。但是,对景观类型的划分较宏观,大部分景观类型为农田、水体、城市建设用地(公共设施用地、工业用地、居住用地)等。对景观格局的分析都局限于二维水平上。而随着城市的立体化发展^[13],城市景观要素在三维层面的影响日趋显著,传统的二维景观格局特征的分析已不能满足城市景观格局研究的需要;同时,高分辨率遥感影像与城市三维信息提取技术的出现,使城市景观元素的三维分析成为城市景观研究发展的重要趋势之一^[14]。张小飞等^[14]介绍了城市景观三维信息提取的相关方法;初步提出了三维城市景观格局特征测量与动态变化监测方法。Shi 等^[15]以上海市为例,应用统计数据,分析了不同时段建筑平均高度与建筑占地面积的变化特征与驱动机制。总体上看,对城市景观在三维空间变化的研究处于初步的探讨阶段。

建筑既是城市的重要组成部分,也是城市景观变化的重要体现者。研究城市景观在三维空间的变化首先应该研究城市建筑景观的变化。高分辨率遥感影像与建筑三维信息提取技术的出现使研究城市三维景观变化成为可能。本文主要采用 Barista 软件从 Quickbird 影像中提取了建筑物三维信息,选择了建筑平均高度、建筑密度、容积率、建筑高度标准差、建筑体形系数等指标来分析了沈阳市铁西区从 1997 到 2008 年建筑景观在三维空间的变化特征,并结合梯度分析法来研究铁西区城市改造过程中,建筑景观在三维空间的梯度变化特征。通过分析铁西区城市改造过程中建筑景观在三维空间的变化特征来揭示工业城市改造过程中建筑三维景观的演变规律与驱动机制,从而预测其变化趋势;同时,也为城市规划与管理的合理调整提供借鉴。

1 研究区与研究方法

1.1 研究区概况

铁西区位于沈阳市中心的西南部,是沈阳市核心城区之一,曾被誉为“共和国的装备部”,素有“东方鲁尔”之称,是中国工业区形象的典型代表。周围被长大、沈山线铁路环绕,隔铁路,东与和平区,南、西与于洪区,北与皇姑区为邻,面积 39.48km²^[16]。沈阳市的一环与二环路将研究区分为一环区域、二环区域和三环区域 3 部分(图 1)。

2002 年,铁西区和沈阳经济技术开发区“合署办公”,实施了“退二进三”与“东搬西建”的改造政策。铁

西区的区域功能逐渐由工业区向生活商贸区转变,区内工业企业逐步外迁,工业企业搬迁后腾出的土地,被有计划地进行现代服务业的发展^[16]。区域内原有的大量棚户区与工业建筑被高大的居住于商业建筑取代。2007 年,铁西新又一次扩大行政范围,第二次实施了“退二进三”的改造政策^[16],进一步推进了铁西区的改造。2003—2005 年,113 户企业进行了搬迁改造^[17]。2007 年,铁西区基本完成了棚户区和危旧楼的改造^[18],改造面积达 149km²,6 万多户居民住房条件得以改善,全区人均住房面积从 2002 年的 14m² 增加到 24.8m²。2008 年,254 个工厂搬出铁西区,8.6km² 的土地被改造成商业和居住建筑^[19]。

1.2 数据处理

本文采用 1997 年 1:10000 航片;2002、2005、2008 年 3 期 QuickBird 影像,基于 Barista 软件,RS 与 GIS 技术通过目视解译提取了建筑物三维信息。参照中华人

民共和国国家标准《住宅设计规范》GB 50096—1999(2003 年版)第 1.0.3 条与中华人民共和国城乡建设环境保护部标准《民用建筑设计通则》JGJ 37-87 第 1.0.5 条,并结合本文的研究目的,将建筑物按高度(H)分为 6 类(图 2):平房($H \leq 4\text{m}$ 的单层建筑);低层($4\text{m} < H \leq 10\text{m}$ 的 2—3 层建筑);多层($10\text{m} < H \leq 19\text{m}$ 的 4—6 层建筑);中高层($19\text{m} < H \leq 30\text{m}$ 的 7—9 层建筑);高层($30\text{m} < H \leq 100\text{m}$ 的 10—33 层建筑);超高层($H > 100\text{m}$ 的 34 层以上的建筑)。

1.3 研究方法

本文选取了建筑平均高度(AH)、高度标准差($LHSD$)^[14]、容积率(FAR)^[20]、建筑体形系数(BSC)^[21]、建筑密度(BCR)^[20]、斑块(单个建筑物作为一个斑块)密度(PD)、景观形状指数(LSI)7 个指标来分析沈阳市铁西区从 1997—2008 年建筑景观的变化特征。斑块密度与景观形状指数应用 Fragstats 软件计算得到,其余指标在 ArcGIS 中统计得到,各指标的计算公式及解释见表 1。

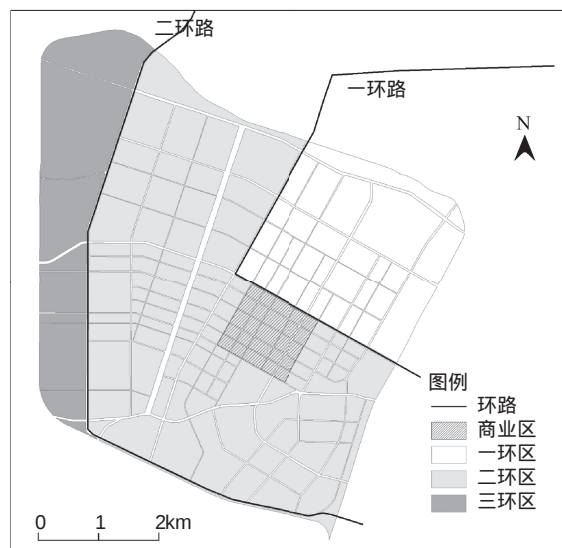


图 1 沈阳市铁西区

Fig. 1 Tiexi District of Shenyang City

表 1 指标体系及意义

Table 1 Indices and the meaning

指标 Index	表达式 Expression	意义与备注 Meaning and remarks
平均高度 Average height (AH)	$AH = \frac{\sum_{j=1}^n H_{ij}}{n_i}$	反映城市建筑高度的整体水平与城市在垂直方向上扩张状况; H_{ij} 为第 i 类建筑物第 j 个建筑的高度; n_i 为第 i 类建筑的数量;
景观高度标准差 Landscape height standard deviation ($LHSD$)	$LHSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - MPH)^2}{n}}$	反映一定范围内城市建筑景观高度的变异程度; H_i 为第 i 个建筑的高度; MPH 为建筑的平均高度; n 为建筑的数量
容积率 Floor area ratio (FAR)	$FAR = \frac{\sum (CH/C * F)}{A}$	反映城市土地开发强度与城市环境质量; H 为建筑高度; F 为建筑占地面积; C 为常数 ($C=3.0\text{m}$); A 为总用地面积。
建筑体形系数 Building shape coefficient (BSC)	$BSC = \frac{P \times H + F}{F \times H}$	反映建筑空间热散失面积的大小与能耗的多少,系数越大,能耗越高; H 为建筑高度; F 为建筑占地面积; P 为建筑底面周长。
建筑密度 Building coverage ratio (BCR)	$BCR = \frac{\sum F}{A} \times 100\%$	反映一定用地范围内的空地率和建筑密集程度,值越大,建筑越密集; F 为建筑占地面积; A 为总用地面积

续表

指标 Index	表达式 Expression	意义与备注 Meaning and remarks
斑块密度 Patch density (<i>PD</i>)	$PD = \frac{n_i}{A_i} \times 100$	反映斑块的破碎化程度,值越大,破碎化程度越大; <i>n_i</i> 为建筑斑块的数量; <i>A_i</i> 为建筑占地面积
景观形状指数 Landscape index shape (<i>LSI</i>)	$LSI = \frac{e_i}{\min(e_i)}$	反映景观形状的复杂程度,指数越大,景观越离散、不规则;指数越小,景观越聚集、简单; <i>e_i</i> 是景观中类型 <i>i</i> 的总边缘长度; <i>min(e_i)</i> 为相应类最大聚集程度下的最小边缘长度



图 2 1997—2008 建筑高度分类结果

Fig. 2 Results of building height classification from 1997 to 2008

首先,分析了研究时段内建筑景观的总体变化特征。然后,设置了东北—西南向(一环区域→二环区域→三环区域)长 7.2km、宽 0.9km 的样带,来研究建筑景观的梯度变化特征。样带由 3 个邻接行组成,每行共 24 个 300m×300m 的样块。政府、商业区与公园 3 个具有特殊性质区域位于样带之上。分析时采用 900m×900m 的重叠移动窗口,窗口移动步长为 300m(图 3)。同时,在样带的第 2 行以 300m×300m 为移动窗口,来对比分析移动窗口大小对建筑景观梯度变化的影响。

2 结果分析

2.1 景观类型变化

从各类建筑占地面积比重(图 4)看,研究时段内,低层与多层建筑占地面积比重较大,是主要的建筑景观组分。1997 年,平房比重最大,依次为低层、多层、中高层与高层。2002 年,平房比重大幅度降低,低层建筑比重最大,其余各类建筑比重都较 1997 年有明显的增加。2005 年与 2008 年,平房与低层建筑比重都较前一年下降,多层建筑比重最大,其余各类建筑比重都较前一年增加。2002 年与 1997 年相比,平房比重降低最快,低层与多层建筑比重增加较快。2005 年与 2002 年相比,低层建筑比重降低最快,多层建筑比重增加最快。2008 年与 2005 年相比,低层建筑比重降低最快,高层建筑比重增长最快。从平房到超高层建筑占地面积比重的分布看,1997 年,各类建筑比重呈逐渐递减趋势;其余 3 个年份,建筑比重成倒“U”字形分布。可见,从 1997 到 2008 年,平房与低层建筑占地面积比重逐渐减少,多层、中高层、高层及超高层建筑比重逐年增加。随着城市的进一步改造,中高层与高层的比重将大幅度提高。建筑类型的更替主要呈现:平房首先被更替,其次为低层建筑。

2.2 景观总体特征

研究时段内,建筑平均高度、容积率与高度标准差逐年增加;建筑密度、建筑体形系数、斑块密度与景观形状指数逐年降低。可见,在铁西区城市改造过程中,建筑在垂直方向的扩张代替了其在水平方向的蔓延。随着城市改造的进行,建筑高度的变异程度增加;建筑数量减少,空地率增加;建筑能耗降低,建筑设计更加节能。1997—2002 年,建筑平均高度增长较快;建筑体形系数、建筑斑块密度与建筑景观形状指数降低最快。由于 1997 年的数据来源于航片,研究区存在大量棚户区和占地面较大的低矮的工业建筑,在 ArcGIS 中进行数据解译时,每一个建筑都作为一个独立的解译对象。2002 年的数据为 QuickBird 影像,在 Barista 软件中提取建筑物三维信息时,将连片的低矮建筑作为一个建筑解译对象。而且,2002 年以来,城市改造力度加大,区域功能转变,大量棚户区与工业建筑拆迁,取而代之的是高大的居住、商业等建筑,城市规划与建筑的设计更加完善,建筑的布局与设计更加合理,从而是建筑平均高度快速增长,建筑形状更加规则、建筑能耗与建筑斑块的破碎化程度显著降低。

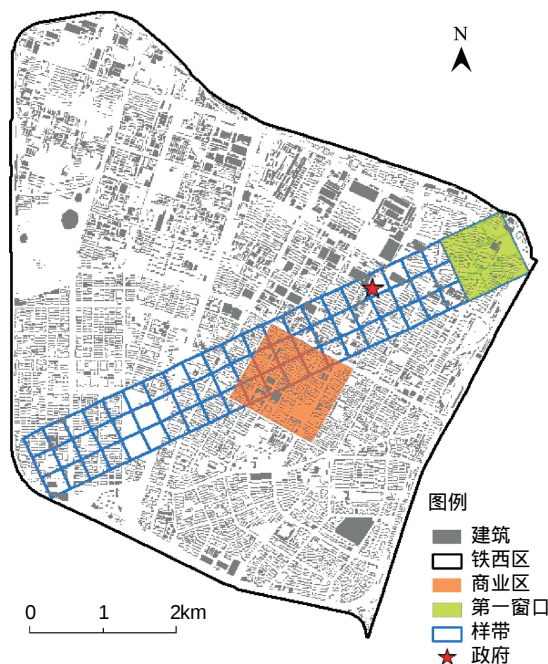


图 3 样带设置与移动窗口

Fig. 3 Belt transect and moving window

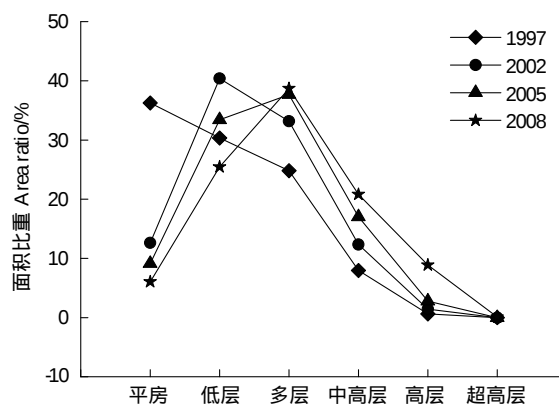


图 4 各类建筑占地面积比重

Fig. 4 Build-up area ratio of different type buildings

2002—2005 年的建筑密度降低最快,主要原因是 2005 年与 2002 年影像相比,研究区有大面积工业建筑被拆迁,尤其是在一环区域内。2005—2008 年,建筑平均高度与高度标准差增长最快,主要是 2008 年在 2005 年拆迁的区域兴建了高大的居住与商业建筑。

表 2 建筑景观指标计算结果

Table 2 Results of architecture landscape indices

年份 Year	AH/m	LNSD/m	FAR	BSC/1/m	BCR/%	PD	LSI
1997	6.78	6.05	0.99	0.43	30.90	458.46	97.48
2002	11.64	7.32	1.27	0.21	29.86	279.87	85.00
2005	12.86	8.00	1.26	0.22	25.15	267.76	77.28
2008	16.38	13.40	1.49	0.22	23.50	262.49	73.32

2.3 景观梯度变化

为分析铁西区从一环区域→二环区域→三环区域建筑景观的梯度变化特征,在东北—西南向的样带上,采用 900m×900m 的重叠移动窗口,以 300m 为窗口移动步长,计算了建筑平均高度、容积率、建筑密度与建筑体形系数 4 个指标的值。其中,距第一窗口 1.8km 处为铁西区政府所在地;3.3km 处为商业区;5.4km 处为公园。

在样带的各个窗口(图 5),从 1997 到 2008 年,建筑平均高度与容积率逐年升高,建筑密度和建筑体形系数逐年降低。1997—2005 年,商业区容积率与平均高度最大,政府所在地建筑密度最高。2008 年,政府所在地容积率与建筑平均高度最大,商业区建筑密度最高。整个研究时段内,公园所在地建筑密度、平均高度与容积率都最小。

沿样带方向(一环区域→二环区域→三环区域)上,各指标的变化并非由小到大或者由大到小的逐渐递变,而是呈现波动的变化趋势。1997、2002 与 2005 年,建筑平均高度与容积率都有 1 个波峰 2 个波谷(图 5),波峰的最高点都位于商业区,从该波峰向两侧建筑平均高度与容积率先降低后缓慢升高。2008 年,平均高度由东北向西南呈现降低的趋势,商业区两侧建筑平均高度迅速升高,且明显超出商业区;容积率在政府所在地最高,由此向两侧逐渐降低。1997 年,建筑密度从东北向西南总体上呈逐渐递减的趋势,其中在距第一窗口 4.8km 处出现一个波峰,因为该区域存在大面积的棚户区。2002 与 2005 年,政府所在地建筑密度最高,由此向两侧递减。2008 年,建筑密度最高点向商业区移动(图 5)。除 1997 年建筑体形系数较大且波动幅度较大外,2002、2005 与 2008 年,建筑体形系数在样带上的变化较小,基本上保持稳定(图 5)。1997 年,建筑分布杂乱无章、设计的不规范、大量棚户区与工业建筑的存在是建筑体形系数较大的主要原因。

由于容积率与建筑平均高度、建筑密度存在密切的关系^[22](容积率=建筑密度×建筑平均高度/单层建筑高度),为分析不同时期政府、商业区容积率较高的主要原因。对比图 5,从 1997—2008 年,沿样带方向建筑容积率与平均高度从大到小的顺序为 2008>2005>2002>1997,建筑密度的从大到小为 1997>2002>2005>2008。可见,研究时段内,主要通过增加建筑平均高度来提高建筑的容积率。

在样带方向上,1997、2002 与 2005 年,政府所在地容积率与建筑平均高度较小,建筑密度最大;商业区容积率与建筑平均高度最高,建筑密度较小。2008 年,政府所在地容积率与建筑平均高度最高,建筑密度较低;商业区容积率与建筑平均高度较大,建筑密度最大。可见,在一定用地范围内,建筑容积率的提高主要通过建筑平均高度的增加来完成。建筑平均高度、容积率及建筑密度的大小与距城市中心距离的远近无关,而与区域的功能有关。商业区土地收益率高,地租高,建筑平均高度、建筑密度与容积率都相对较高。

3 讨论与结论

3.1 建筑高度精度与分类

本研究中,随机抽取了 156 个建筑物,通过野外实地考察验证的建筑高度精度为 2.66m,与前人提取的精度接近^[23-25],可用于本文的研究。在对建筑进行分类的过程中,由于 1997—2002 年,研究区存在大面积的棚

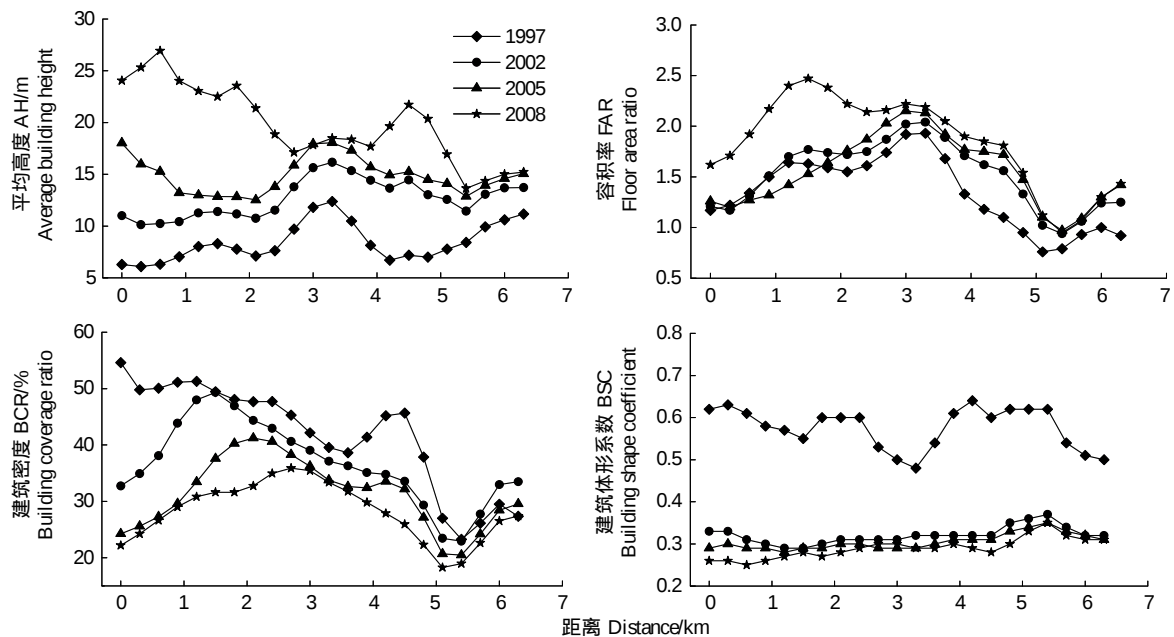


图5 1997—2008年建筑景观梯度变化

Fig. 5 Gradient changes of architecture landscape from 1997 to 2008

户区,为了将棚户区与低层建筑区分,以反映在铁西区改造过程中建筑更替的规律,在参考国家建筑高度分类标准的基础上,增加了平房这一类型。

3.2 移动窗口大小对建筑景观梯度分析的影响

对比图 5(900m×900m 移动窗口,移动步长为 300m)与图 6(300m×300m 移动窗口,移动步长为 300m)可见,在样带方向的同一位置上,各年份建筑平均高度、建筑密度与建筑体形系数有相同的变化趋势,不同的是以 300m×300m 为移动窗口得到的各指标值波动性较强。因此,窗口的大小并不会影响样带方向上建筑景观梯度变化的总体特征(图 5、图 6)。

3.3 城市改造政策对建筑景观的影响

建筑景观变化特征显示:1997 年,建筑类型以平房和低层建筑为主,2002 年后以低层和多层建筑为主,而且,多层、中高层与高层建筑的比重在逐年增加,建筑向垂直方向扩张。建筑景观变化是城市改造的直接结果。铁西区作为我国老工业基地的突出代表,其改造与发展一直受到党中央、国务院的高度重视。1986 年,国务院将铁西区的总体改造作为我国唯一的区域性改造试点工程列入国家计划。但由于国内经济重心转移,国内外经济技术环境的变化及东北老工业基地体制、结构、资金、技术和历史包袱等诸多因素的制约^[26],铁西区成为“东北现象”的典型代表。2002 年沈阳市委、市政府将铁西区和沈阳经济技术开发区“合署办公”,是铁西区城市改造的转折点,区内工业企业逐步外迁,工业企业搬迁后腾出的土地,被有计划地进行现代服务业的发展^[16]。区域内原有的大量棚户区与工业建筑被高大的居住于商业建筑取代。2003 年中央振兴东北老工业基地战略决策的实施^[27]及 2007 年沈阳市委、市政府将铁西新区与沈阳细河经济区的“合署办公”^[16],进一步推进了铁西区的改造。铁西老工业区建筑改造的次序为,先平房,其次为低层建筑。随着社会经济的发展、人口增加、城市改造策略的实施,区域功能进行了重大调整、城市规划逐步完善、人们对生活环境质量要求不断提高,建筑平均高度与容积率增加,土地开发强度提高^[28-29];建筑密度降低,空地率增加,用于绿地、基础设施等建设的用地增加^[30],环境质量有所改善;建筑高度变异程度提高;建筑形状更加规则;建筑体形系数降低到小于 0.3 的适宜范围^[31]内,建筑能耗逐年降低。

3.4 区域功能转变对建筑景观的影响

在样带方向上(一环区域→二环区域→三环区域),建筑景观的变化并非由城市中心向外围逐渐递变,而

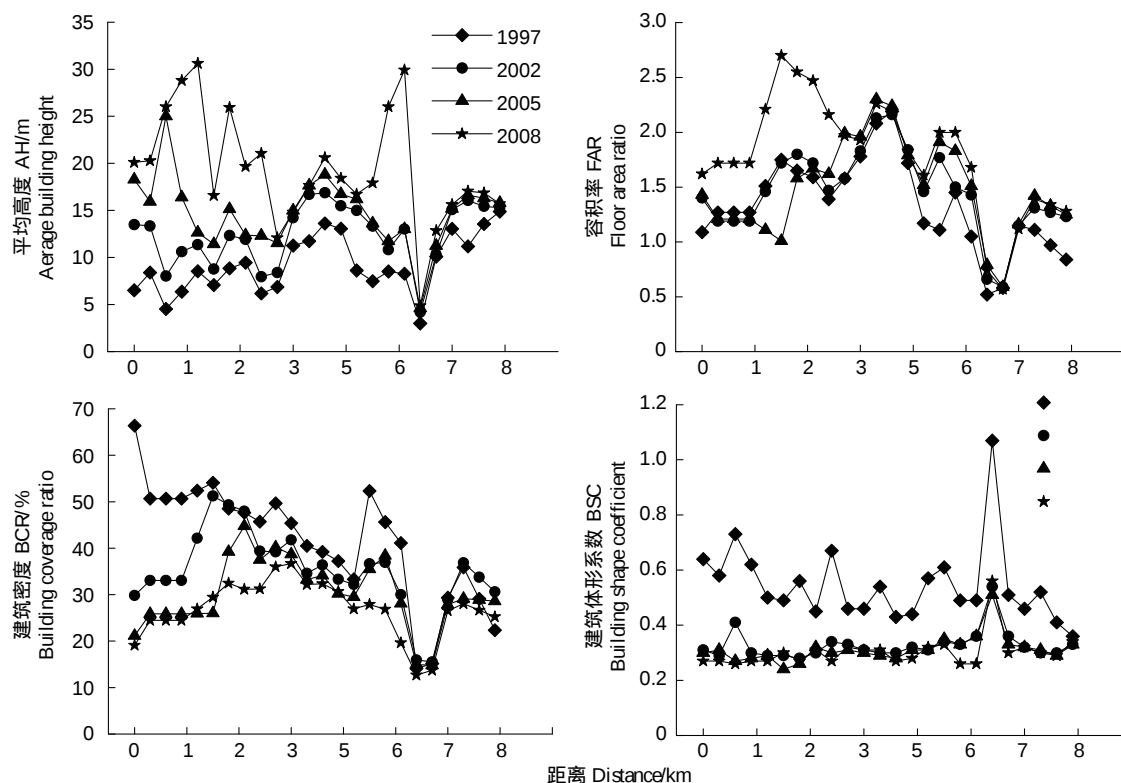


图6 1997—2008年建筑景观梯度变化

Fig. 6 Gradient changes of architecture landscape from 1997 to 2008

是在不同距离范围内呈现波动的变化趋势。建筑平均高度、容积率与建筑密度的变化与距城市中心距离的远近没有关系,而与区域功能有关。1997、2002与2005年间,商业区一直保持最高的建筑平均高度与容积率,政府所在的一环区域为典型的工业区,建筑密度一直保持最高。2008年,一环区域内大量工业建筑拆迁,用于发展现代商业,在一环区域内形成以星摩尔、宜家家居、国际纺织服装城等大型项目为龙头的“北部商圈”;在二环区域内形成由万达商业广场、深圳茂业购物中心、家乐福超市构成的“南部商圈”^[18]。从而使政府所在地及位于商业区两侧的建筑平均高度与容积率快速上升,建筑密度逐渐下降。

基于 QuickBird 影像,应用三维信息提取技术,来分析建筑景观在三维空间上的梯度变化规律,对城市规划的合理调整,城市建筑在时空上的合理布局,城市生态环境的优化等有重要的意义,也为城市建筑景观在三维空间变化的研究提供指导与借鉴作用。

References:

- [1] Zeng H, Gao L Y, Xia J. Dynamic analysis of urban landscape using a modified conversion matrix method: a case study in Nanchang City. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(11): 2201-2209.
- [2] Zeng H, Xia J, Zhang L. The current status of urban landscape ecology study and its perspectives. *Scientia Geographica Sinica*, 2003, 23(4): 484-492.
- [3] Li J X, Wang Y J, Shen X H, Song Y C. Landscape pattern analysis along an urban-rural gradient in the Shanghai metropolitan region. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(9): 1973-1980.
- [4] Wang Y J, Li J X, Wu J P, Song Y C. Landscape pattern changes in urbanization of Pudong New District, Shanghai. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(1): 36-40.
- [5] Zhang L Q, Wu J P, Zhen Y, Shu J. A GIS-based gradient analysis of urban landscape pattern of Shanghai metropolitan area, China. *Landscape and Urban Planning*, 2004, 69(1): 1-16.
- [6] Ding S Y, Zhang M L. Urban landscape dynamics of Kaifeng city from 1988 to 2002. *Geographical Research*, 2005, 24(1): 28-37.

- [7] Li W F, Wang Y L, Peng J, Li G C. Landscape spatial changes in Shenzhen and their driving factors. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(8): 1403-1410.
- [8] Xue X P, Lin H, Sun H, Mo D K. Dynamic analysis of landscape change in Changsha. *Journal of Central South University of Forestry and Technology*, 2009, 29(1): 64-68.
- [9] Sun J, Xia H P, Lan C Y, Xing K. A gradient analysis based on the buffer zones of urban landscape pattern of the constructed area in Guigang City, Guangxi, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(3): 655-662.
- [10] Hu J B, Li X Y, Chen W, He X Y. Cityscape pattern of Shenyang based on QuickBird image and GIS. *Chinese Journal of Ecology*, 2008, 27(5): 809-815.
- [11] Zhao X Y, Liu K, Qin Y M. Urban landscape pattern of Xi'an City based on GIS. *Chinese Journal of Ecology*, 2007, 26(5): 706-711.
- [12] Luck M, Wu J G. A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA. *Landscape Ecology*, 2002, 17(4): 327-339.
- [13] Dong H X. Three-dimensional city-new tend of urban mode development. *Journal of Southeast University (Natural Science Edition)*, 2005, 35(A01): 225-229.
- [14] Zhang X F, Wang Y L, Li Z G, Li W F, Ye M T. Preliminary theory of three-dimensional urban landscape ecology. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(7): 2972-2982.
- [15] Shi L Y, Shao G F, Cui S H, Li X Q, Lin T, Yin K, Zhao J Z. Urban three-dimensional expansion and its driving forces — a case study of Shanghai, China. *Chinese Geographical Science*, 2009, 19(4): 291-298.
- [16] Tiexi District People's Government. Tiexi general situation. (2008-2-25) [2010-01-14]. <http://www.tiexi.gov.cn/>.
- [17] Yan S Y, Zhang P N, Ma Y J, Li L. Spatial restructuring of industry in Shenyang city and its mechanisms. *Human Geography*, 2007, 22(3): 107-111.
- [18] Dong F. Evaluation and Mode of Sustainable Development in Old Industrial Base [D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2009.
- [19] Zhang Y F. On the transform of industrial landscape of old district: a new task during renovation of Tiexi industrial District, Shenyang. *Modern Urban Research*, 2004, 19(11): 34-38.
- [20] Pan X Z, Zhao Q G, Chen J, Liang Y, Sun B. Analyzing the variation of building density using high spatial resolution satellite images: the example of Shanghai City. *Sensors*, 2008, 8(4): 2541-2550.
- [21] Long E S. Are the relative variation rates (RVRs) approximate in different cities with the same increase of shape coefficient? *Building and Environment*, 2005, 40(4): 473-480.
- [22] Li J Y, Zhang L, Wu B F, Ma X H. Study on extracting building density and floor area ratio based on high resolution image. *Remote Sensing Technology and Application*, 2007, 22(3): 309-313.
- [23] Hanley H B, Fraser C S. Sensor orientation for high-resolution satellite imagery further insights into bias-compensated RPCs. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2004, 35(B1): 24-29.
- [24] Willneff J, Poon J, Fraser C. Single-image high-resolution satellite data for 3D information extraction. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2005, 36(1/W3): 1-6.
- [25] Fraser C S, Rottensteiner F, Weser T, Willneff J. Application of a generic sensor orientation model to spot 5, quickbird and alos imagery//Asia Conference and Remote Sensing. Kuala Lumpur, 2007: 1-7.
- [26] Zhao H, Zhang J J, Zhang N G. Revial strategy in old industrial city under Northeast Revitalization — a case of Tiexi District in Shenyang city//Conference Proceeding of Annual National Planning Conference in 2006. 2006: 607-614.
- [27] Wang J N. The annual working summary and points of the Northeast Revitalization. (2009-10-14) [2009-10-14]. www.chinaneast.gov.cn.
- [28] Yang S J, Chen W. Study on reasonable density of residence. *City Planning Review*, 2005, 29(3): 72-76.
- [29] Zou D C. Study of floor area ratio. *City Planning Review*, 1994, 18(1): 19-23.
- [30] Kuang W H, Shao Q Q, Liu J Y, Sun C Y. Spatio-temporal patterns and driving forces of urban expansion in Beijing central city since 1932. *Journal of Geo-Information Science*, 2009, (4): 428-435.
- [31] Liu X P, Ding L X. Analysis on the effect of building shape coefficient for energy saving. *Journal of Hunan University of Science and Technology (Natural Science Edition)*, 2006, 21(2): 25-28.

参考文献:

- [1] 曾辉, 高凌云, 夏洁. 基于修正的转移概率方法进行城市景观动态研究——以南昌市区为例. *生态学报*, 2003, 23(11): 2201-2209.
- [2] 曾辉, 夏洁, 张磊. 城市景观生态研究的现状与发展趋势. *地理科学*, 2003, 23(4): 484-492.
- [3] 李俊祥, 王玉洁, 沈晓虹, 宋永昌. 上海市城乡梯度景观格局分析. *生态学报*, 2004, 24(9): 1973-1980.

- [4] 王玉洁, 李俊祥, 吴健平, 宋永昌. 上海浦东新区城市化过程景观格局变化分析. 应用生态学报, 2006, 17(1): 36-40.
- [6] 丁圣彦, 张明亮. 1988~2002 年开封市景观动态变化. 地理研究, 2005, 24(1): 28-37.
- [7] 李卫锋, 王仰麟, 彭建, 李贵才. 深圳市景观格局演变及其驱动因素分析. 应用生态学报, 2004, 15(8): 1403-1410.
- [8] 薛晓坡, 林辉, 孙华, 莫登奎. 长沙市区景观动态变化分析. 中南林业科技大学学报: 自然科学版, 2009, 29(1): 64-68.
- [9] 孙娟, 夏汉平, 蓝崇钰, 辛琨. 基于缓冲带的贵港市城市景观格局梯度分析. 生态学报, 2006, 26(3): 655-662.
- [10] 胡健波, 李小明, 陈玮, 何兴元. 基于 QuickBird 和 GIS 的沈阳市城市景观格局. 生态学杂志, 2008, 27(5): 809-815.
- [11] 赵晓燕, 刘康, 秦耀民. 基于 gis 的西安市城市景观格局. 生态学杂志, 2007, 26(5): 706-711.
- [13] 董贺轩. 城市立体化——城市模式发展的一种新趋向解析. 东南大学学报(自然科学版), 2005, 35(A01): 225-229.
- [14] 张小飞, 王仰麟, 李正国, 李卫锋, 叶敏婷. 三维城市景观生态研究. 生态学报, 2007, 27(7): 2972-2982.
- [16] 铁西区人民政府. 铁西概况. (2010-01-14) [2008-02-25]. <http://www.tiexi.gov.cn/>.
- [17] 延善玉, 张平宇, 马延吉, 李蕾. 沈阳市工业空间重组及其动力机制. 人文地理, 2007, 22(3): 107-111.
- [18] 董峰. 老工业基地可持续发展的评价及模式研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2009.
- [19] 张艳峰. 老工业区改造过程中工业景观的更新与改造——沈阳铁西工业区改造新课题. 现代城市研究, 2004, 19(11): 34-38.
- [22] 李锦业, 张磊, 吴炳方, 马新辉. 基于高分辨率遥感影像的城市建筑密度和容积率提取方法研究. 遥感技术与应用, 2007, 22(3): 309-313.
- [26] 赵辉, 张建军, 张年国. 振兴东北下的老工业城市复兴策略研究——以沈阳铁西区改造实践为例//2006 中国城市规划年会论文集. 2006: 607-614.
- [27] 王娇妮. 振兴东北年度工作总结和年工作要点. (2005-06-13) [2009-10-14]. www.chinaneast.gov.cn.
- [28] 杨松筠, 陈韦. 对我国住宅合理密度的初探. 城市规划, 2005, 29(3): 72-76.
- [29] 邹德慈. 容积率研究. 城市规划, 1994, 18(1): 19-23.
- [30] 匡文慧, 邵全琴, 刘纪远, 孙朝阳. 1932 年以来北京主城区土地利用空间扩张特征与机制分析. 地球信息科学, 2009, (4): 428-435.
- [31] 刘仙萍, 丁力行. 建筑体形系数对节能效果的影响分析. 湖南科技大学学报(自然科学版), 2006, 21(2): 25-28.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 23 December, 2011 (Semimonthly)
CONTENTS

Satellite-based modelling light use efficiency of alpine meadow along an altitudinal gradient	FU Gang, ZHOU Yuting, SHEN Zhenxi, et al (6989)
Changes in the concentrations of airborne <i>Picea schrenkiana</i> pollen in response to temperature changes in the Tianshan Mountain area	PAN Yanfang, YAN Shun, MU Guijin, et al (6999)
Primary production in the Bay of Bengal during spring intermonsoon period	LIU Huaxue, KE Zhixin, SONG Xingyu, et al (7007)
Effect of rainfall regimes on the decomposition rate of yak dung in an alpine meadow of northwest Sichuan Province, China	WU Xinwei, LI Guoyong, SUN Shucun (7013)
SOFM-based nutrient cycling classification of forest ecosystems in the Loess Plateau	CHEN Kai, LIU Zengwen, LI Jun, et al (7022)
Characterization of the responses of photosynthetic and chlorophyll fluorescence parameters to water stress in seedlings of six provenances of Chinese Pine (<i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.)	WANG Yan, CHEN Jianwen, et al (7031)
Effect of silicon supply on Tall Fescue (<i>Festuca arundinacea</i>) growth under the salinization conditions	LIU Huixia, GUO Xinghua, GUO Zhenggang (7039)
Effects of high-temperature stress on physiological characteristics of leaves of <i>Simmondsia Chinensis</i> seedlings from different provenances	HUANG Weiwei, ZHANG Niannian, HU Tingxing, et al (7047)
Soil moisture dynamics of water and soil conservation forest on the Loess Plateau	ZHANG Jianjun, LI Huimin, XU Jiajia (7056)
The distribution of male and female <i>Populus cathayana</i> populations along an altitudinal gradient	WANG Zhifeng, XU Xiao, LI Xiaofeng, et al (7067)
Analysis on the characteristics of macrobenthic community in the North-west Daya Bay of South China Bay in spring	DU Feiyan, LIN Qin, JIA Xiaoping, et al (7075)
The effects of season and environmental factors on community structure of planktonic copepods in Zhanjiang Bay, China	ZHANG Caixue, GONG Yuyan, WANG Xuefeng, et al (7086)
Population genetic structure of <i>Pneumatophorus japonicus</i> in the Taiwan Strait	ZHANG Liyan, SU Yongquan, WANG Hangjun, et al (7097)
Seasonal variation of nitrogen and phosphorus in Miju River and Lake Erhai and influencing factors	YU Chao, CHU Jinyu, BAI Xiaohua, et al (7104)
Population dynamics and production of <i>Bellamya aeruginosa</i> (Reeve) (Mollusca: Viviparidae) in artificial lake for transgenic fish, Wuhan	XIONG Jing, XIE Zhicai, JIANG Xiaoming, et al (7112)
Carbon, nitrogen and phosphorus ecological stoichiometric ratios among live plant-litter-soil systems in estuarine wetland	WANG Weiqi, XU Linglin, ZENG Congsheng, et al (7119)
Effects of EDTA on growth and lead-zinc accumulation in maize seedlings grown in amendment substrates containing lead-zinc tailings and soil	WANG Hongxin, HU Feng, XU Xinwang, et al (7125)
Effects of different coated controlled-release urea on soil ammonia volatilization in farmland	LU Yanyan, SONG Fupeng (7133)
Effects of ridge planting on the photosynthetic characteristics and yield of summer maize in high-yield field	MA Li, LI Chaohai, FU Jing, et al (7141)
Effect of timing of DCD application on nitrous oxide emission during wheat growing period	JI Yang, YU Jia, MA Jing, et al (7151)
The role of the fertilizing with nitrogen, calcium and sodium chloride in winter wheat leaves adaptation to freezing-thaw stress	LIU Jianfang, ZHOU Ruilian, ZHAO Mei, et al (7161)
Environment impact assessment of organic and conventional soybean production with LCA method in China Northeast Plain	LUO Yan, QIAO Yuhui, WU Wenliang (7170)
Effects of selenium added to soil on physiological indexes in flue-cured tobacco	XU Zicheng, SHAO Huifang, SUN Shuguang, et al (7179)
Influence of different planting patterns on field microclimate effect and yield of peanut (<i>Arachis hypogaea</i> L.)	SONG Wei, ZHAO Changxing, WANG Yuefu, et al (7188)
Rapid cold hardening of Western flower thrips, <i>Frankliniella occidentalis</i> , and its ecological cost	LI Hongbo, SHI Liang, WANG Jianjun, et al (7196)

- Effects of temperature on body color in *Sitobion avenae* (F.) DENG Mingming, GAO Huanhuan, LI Dan, et al (7203)
- Development and reproduction of *Bemisia tabaci* biotype B on wild and cultivated tomato accessions
..... GAO Jianchang, GUO Guangjun, GUO Yanmei, et al (7211)
- Study on ecological water demand based on assessment of ecosystem disturbance degree in the Baiyangdian Wetland
..... CHEN He, YANG Ying, YU Shiwei, et al (7218)
- Emergy-based analysis of two chicken farming systems: a perspective of organic production model in China
..... HU Qiuhong, ZHANG Lixiao, WANG Changbo (7227)
- Mathematical model design of time-effect relationship analysis about the inhibition of four eighteen-carbon fatty acids on toxic
Microcystis aeruginosa HE Zongxiang, ZHANG Tingting (7235)
- Enrichment of heavy metals in the seagrass bed of Liusha Bay XU Zhanzhou, ZHU Aijia, CAI Weixu, et al (7244)
- A gradient analysis of urban architecture landscape pattern based on QuickBird imagery
..... ZHANG Peifeng, HU Yuanman, XIONG Zaiping, et al (7251)
- Landscape spatial heterogeneity is associated with urbanization: an example from Yangtze River in Jiangsu Province
..... CHE Qianjin, CAO Youhui, YU Lu, et al (7261)
- CVM for Taihu Lake based on ecological functions of wetlands restoration, and ability to pay and willingness to pay studies
..... YU Wenjin, XIE Jian, ZOU Xinqing (7271)
- Review and Monograph**
- Progress in research on the marine microbial loop in the Arctic Ocean HE Jianfeng, CUI Shikai, ZHANG Fang, et al (7279)
- Research progress in the eco-environmental effects of urban green spaces
..... SU Yongxian, HUANG Guangqing, CHEN Xiuzhi, et al (7287)
- Source, exposure characteristics and its environmental effect of heavy metals in urban surface dust
..... FANG Fengman, LIN Yuesheng, WANG Haidong, et al (7301)
- Scientific Note**
- Spatial structures of soilcarbon and nitrogen of China fir and Masson pine mixed forest in the Three Gorger Reservoir Areas
..... LIN Yinghua, WANG Laifa, TIAN Xiaokun, et al (7311)
- The relationship between *Oligochroa cantonella* Caradja and environmental factors LIU Wenai, FAN Hangqing (7320)

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 23 期 (2011 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 23 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