

不同建筑密度下城市森林景观逆破碎化趋势

刘常富, 张慢芳

(沈阳农业大学 林学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘 要:基于 Quick Bird 卫星影像和地理信息系统, 对不同建筑密度城市森林覆盖率梯度下景观破碎化趋势的响应进行了分析。结果表明, 城市森林景观破碎化状态受建筑物密度的影响较大。建筑物密集区是城市森林景观破碎化的敏感区域, 建筑物密集区城市森林景观破碎化程度较高, 随森林覆盖率的升高呈现波动性状态响应, 森林覆盖率 10%~15% 是密集区城市森林景观指数的波动区段, 建筑物非密集区城市森林景观破碎化状态随森林覆盖率的增加呈现稳定的下降趋势, 森林覆盖率 20%~30% 是非密集区城市森林景观指数的急剧变化区域。

关键词:城市森林; 景观逆破碎化; 景观指数; 沈阳

中图分类号:S731.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2012)05-0266-06

Landscape Defragmentation Trends of Urban Forests under Different Building Densities

LIU Chang-fu, ZHANG Man-fang

(College of Forestry, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866, China)

Abstract:Based on Quick Bird images and geographic informational system, responses of landscape fragmentation trend to the urban building density and gradients of urban forest coverage were analyzed. The results showed that landscape fragmentation status of urban forests was distinctly influenced by urban building density. Dense urban areas were sensitive regions with high level of landscape fragmentation of urban forest. It undulately responded to the increase of urban forest coverage. Ten to fifteen per cent of forest coverage was the undulating range of landscape indices of urban forest. Landscape fragmentation of urban forest in less dense area decreased steadily with the increase of forest coverage. Twenty to thirty per cent of forest coverage was rapidly changing range of landscape indices of urban forest. The trend of landscape defragmentation of urban forest was preliminarily probed under the variation of landscape fragmentation.

Key words:urban forest; landscape defragmentation; landscape index; Shenyang

随着全球城市化进程的不断深入, 城市森林景观破碎化现象日益严重, 它是导致生物多样性下降甚至灭绝的主要原因^[1-3], 然而在城市森林景观整体破碎化的大趋势下, 仍有部分区域具有逆破碎化趋势, 并呈现出近自然的属性。目前, 国内对城市森林景观破碎化的研究多集中于景观格局的分析和生物多样性的研究^[4-8]。景观逆破碎化是 Bailey 在描述 M. Kurttila^[9]等在芬兰采用景观尺度规划方法来增大森林斑块从而实现森林经营破碎化的逆转(re-

verse fragmentation)中首次提及, 此后的研究多集中于生境和林地的逆破碎化及改良方案^[10-13], 对城市森林景观逆破碎化研究还未见报道。本研究以沈阳主要建成区三环以内区域为研究对象, 在不同的建筑密度下依据城市森林覆盖率确立不同的景观梯度, 从城市森林覆盖率梯度变化与景观破碎化程度响应来寻找逆破碎化趋势, 从而为城市森林的建设及城市森林景观逆破碎化恢复提供理论依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

沈阳市地处长白山余脉与辽河冲积平原的过渡地带,41°11′~42°17′N、122°21′~123°48′E,其东部属于低山丘陵区,海拔 70~200 m;西部和中部为浑河和辽河冲积平原,海拔在 20~40 m。研究区属暖温带季风气候,年均气温 7.9℃,7 月均温 24.6℃,1 月均温 -12.0℃,≥5℃年积温 3 870.6℃,年均无霜期约 150 d。年均降水量 727.4 mm,夏季降水约占全年降水量的 64.4%,年均蒸发量 1 407.7 mm,夏季蒸发量最高为 603.6 mm,占全年蒸发量的 43.2%。地带性植被为暖温带落叶阔叶林。

1.2 研究方法

1.2.1 景观逆破碎化梯度的建立 以沈阳市主要建成区三环以内区域为研究对象,按照城市建筑密度将城市区域分为 3 类:建筑密集区(建筑面积占样地面积的 50%~70%)、建筑中等区(建筑面积占样地面积的 30%~50%),建筑稀疏区(建筑面积占样地面积的 30%以下),同时在每一建筑密度下以城市森林覆盖率为依据建立景观变化梯度,每块样地面积为 20~25 hm²,每个梯度 3 个重复,划分了 6 个梯度(1 代表森林覆盖率<10%,2 代表森林覆盖率 10%~20%,3 代表森林覆盖率 20%~30%,4 代表森林覆盖率 30%~40%,5 代表森林覆盖率 40%~50%,6 代表森林覆盖率>50%),由于建筑密集区以 10 为梯度只选了 3 个,不能科学反应城市森林景观逆破碎化趋势,因此建筑密集区以 5 为 1 个梯度,选择了 5 个,共选择了 48 块样地。

1.2.2 数据来源及处理 利用 Erdas 图像处理软件对 2006 年 Quick Bird 卫星影像进行几何校正、拼接和裁剪处理,在研究区域的数字影像图的基础上进行数字化处理,获得沈阳三环以内区域城市森林景观数据库。在地理信息系统 ArcGIS9.3 的支持下,结合相关资料,在研究区根据建筑密度和城市森林覆盖率选择不同的景观梯度,并提取相应的空间数据库和属性数据库,将结果转化为 grid 文件,利用 Fragstats3.3 计算选择的景观指数。

1.2.3 景观指标的选取 孟京辉^[14]等提出用景观斑块密度指数(PD)、最大斑块指数(LPI)和景观斑块数量破碎化指数(FN1)等来描述景观格局的时空变化。李秀珍^[15]等提出常用总斑块数目(NP)、边界密度(ED)、平均斑块面积(MPS)和分维数来描述景观破碎化,并指出斑块数为景观破碎化的主要影响因子。刘常富^[16]等将 PD、平均斑块面积

(AREA_MN)和面积加权平均周长面积比作为景观破碎化指标,郭明^[17]等将廊道密度、斑块破碎度、分离度等作为破碎化指标。在景观指数分析软件 Fragstats3.3 的支持下,在斑块类型水平和景观水平上,本研究选用 PD、AREA_MN、TE、ED、景观形状指数(LSI)、FN1 和香农多样性指数(SHDI)作为景观破碎化指标来研究不同建筑密度下的城市森林景观逆破碎化趋势。

2 结果与分析

2.1 同建筑物密度下城市森林景观破碎化特征分析

2.1.1 建筑密集区 在建筑物密集区随着城市森林覆盖率的增加各景观指数表现出一定的规律(图 1):斑块密度出现了先升后降的表现,而平均斑块面积则表现出先降后升的特征,其他指数(除边界密度)总体上呈现下降趋势,总边界长度、景观形状指数和香农多样性指数均呈现稳定的上升趋势,但均在覆盖率为 10%~15%处表现出了波动,从而使整体的破碎化趋势呈现波动性的趋势。增大城市森林覆盖率尺度后使得这种表现(图 2)均呈现较高的破碎化状态。

2.1.2 建筑中等区 在建筑物中等区随着城市森林覆盖率的增加各景观指数总体上呈现较稳定的规律表现(图 2),斑块密度、边界密度、景观形状指数和香农多样性指数随着森林覆盖率的增加呈现稳定的下降趋势,而平均斑块面积和总边界长度则随着覆盖率的增加呈现稳定的上升趋势,从而使整体的景观破碎化呈现稳定的下降趋势。

2.1.3 建筑稀疏区 在建筑物稀疏区随着城市森林覆盖率的增加各景观指数总体上呈现稳定的规律表现(图 2):随着森林覆盖率的增加,斑块密度和边界密度呈现稳定的下降趋势,平均斑块面积总体呈现上升趋势,但在 20%和 50%出现了局部的峰值,总边界长度、景观形状指数和香农多样性指数呈现出相同的变化趋势,均表现出先稳定上升然后下降又上升的曲线变化趋势,从而使城市森林的景观破碎化呈现稳定的下降趋势。

2.2 不同建筑物密度下城市森林景观破碎化趋势对比

从不同建筑物密度下城市森林景观指数的总体变化(图 2)可以看出,建筑物中等区和稀疏区具有较为相似的变化,而密集区却具有独特的变化特征。在中等区和稀疏区,由于建筑物所占区域的比例相对较小,所以使得城市森林所能覆盖的区域比例增

大,可以有较大的城市森林景观斑块或者较为均匀的较大斑块群出现,只要达到城市森林覆盖率的要求,景观特征就会较为稳定。由于采用的是选择性

景观区域,所以会出现部分城市森林覆盖率区域局部波动的现象,从实际城市森林分布区的表现来看,不会影响整体景观特征规律的获取。

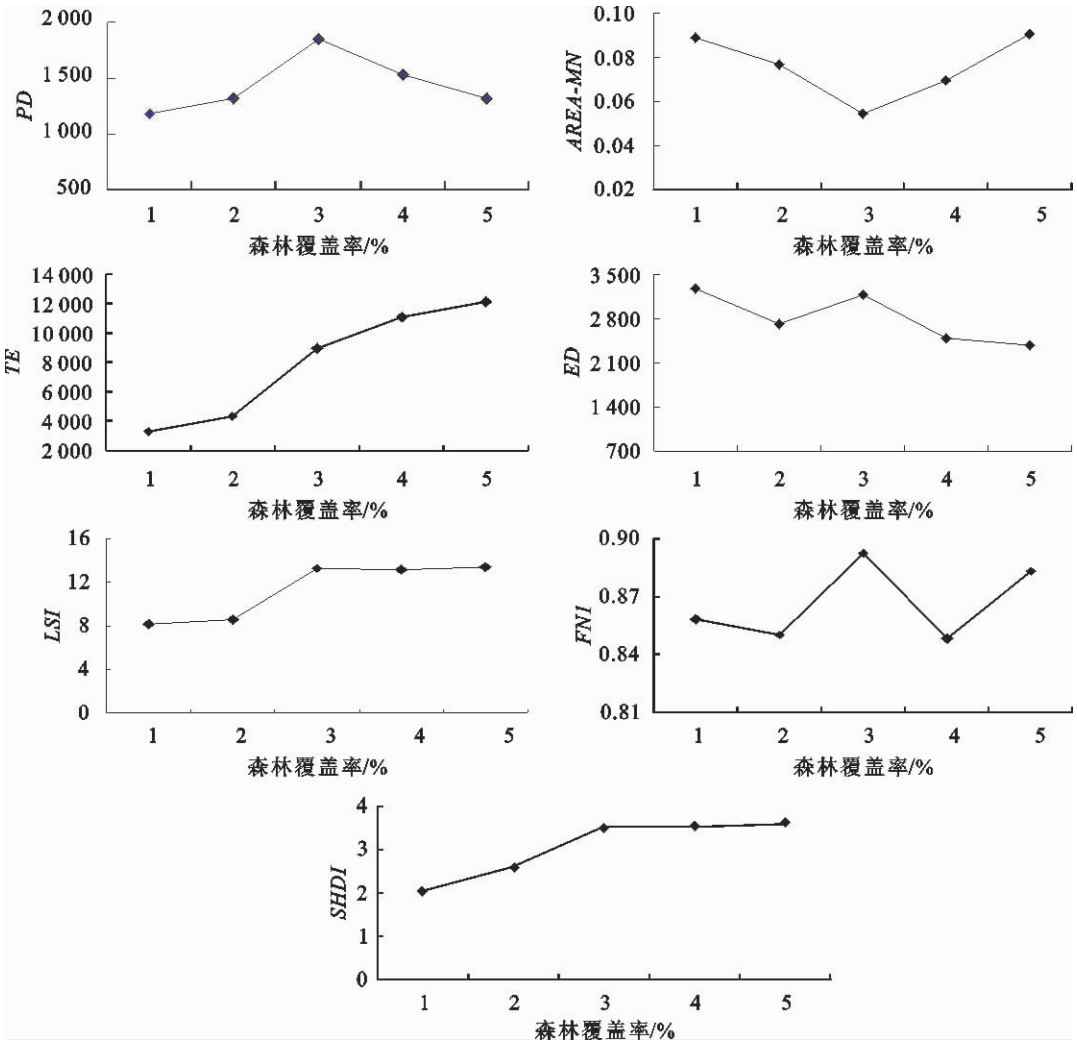


图 1 建筑密集区各景观指数随森林覆盖率的变化

Fig. 1 Landscape index changes in dense urban area with forest coverage

而在密集区则呈现出与中等区和稀疏区较为不同,甚至相反的变化趋势(图 2)。在密集区要想达到标定的城市森林覆盖率,由于受建筑物密度的较大影响,会出现局部的大斑块或几个较大的斑块群,直接影响了该区域的景观特征,大部分情况则是较小斑块的密集才能达到覆盖率的需求,从而使密集区的城市森林景观特征变化出现较大的波动,表现出密集区是城市森林景观特征变化的敏感地带。这种表现在较小尺度(图 1)的景观特征反应上更为明显,景观破碎化的波动也更为明显地表现出来。

从城市森林景观指数与覆盖率的梯度变化响应上看,密集区森林覆盖率在 10%~15%时表现最为剧烈(图 1);中等区和稀疏区森林覆盖率在 20%~30%时变化较大,但较密集区的响应幅度较小,这既有尺度上的差异,也存在实际表现的差异。同时森

林覆盖率较大时也会出现局部的波动,如在 40%~50%时,总边界长度、景观形状指数和香农多样性指数均出现了不同幅度的波动,虽然对景观破碎化的总体趋势没有产生实质性影响,但也景观特征随着城市森林覆盖率增大的一种共同趋势响应。

2.3 不同建筑物密度下的城市森林景观特征对比

在不同建筑物密度下的城市森林景观特征呈现出了波动和稳定变化两种趋势(图 3)。在较低的城市森林覆盖率(0%~10%)下各景观指数多数呈现波动趋势,从建筑物密集区到中等区和稀疏区的变化为:斑块密度、边界密度、总边界长度、景观形状指数和香农多样性指数均呈现先升后降的波动趋势,平均斑块面积则呈现先降后升,在稀疏区达到最高。因此在密集区破碎化最为严重,中等区和稀疏区破碎化较轻。

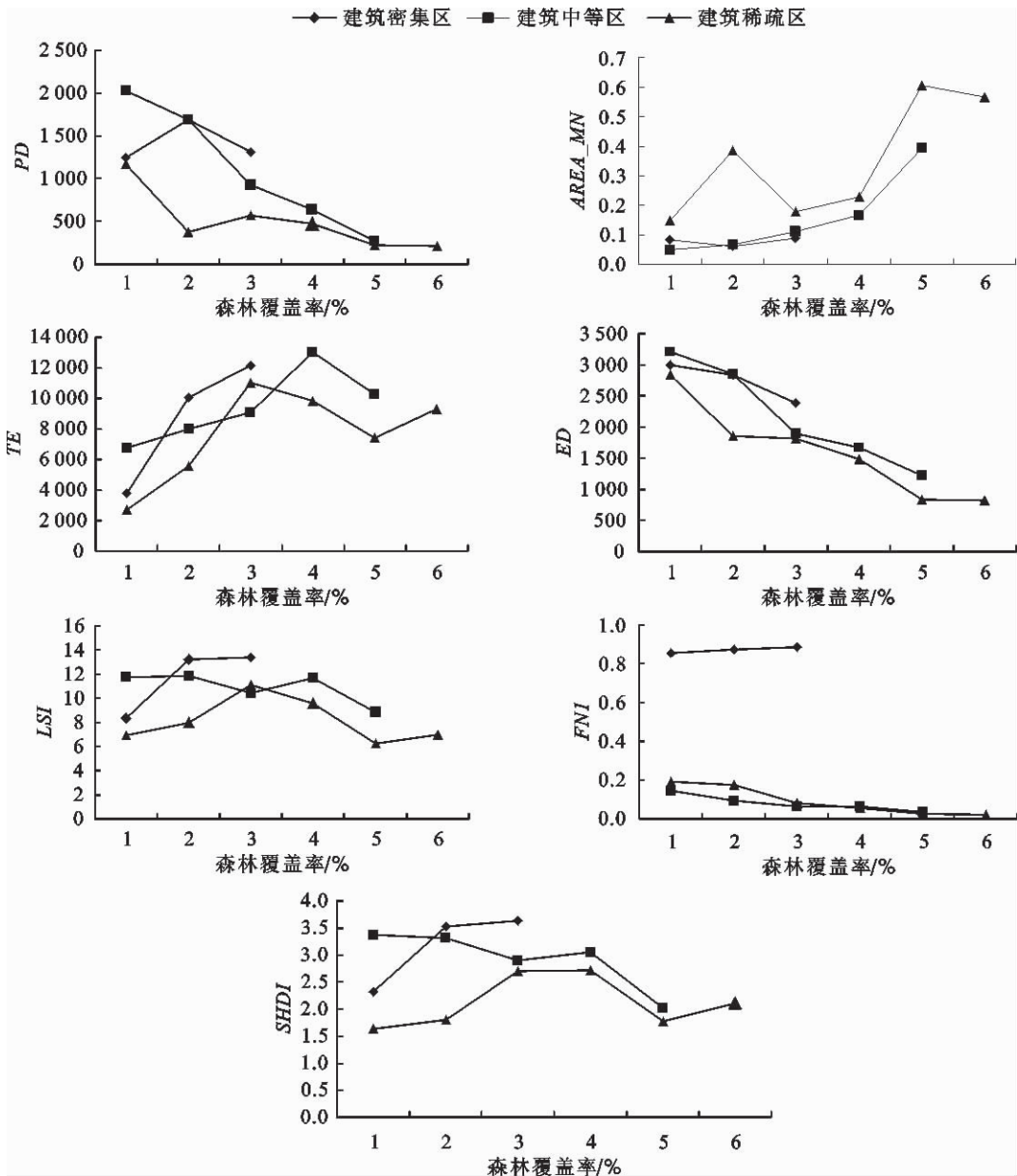


图 2 不同建筑密度下各景观指数随森林覆盖率的变化

Fig. 2 Landscape index changes in different building densities with forest coverage

在较高的森林覆盖率(10%~20%和20%~30%)下各景观指数呈现出相对稳定的变化趋势,从建筑物密集区到中等区和稀疏区的变化为:斑块密度、边界密度、总边界长度、景观形状指数和香农多样性指数总体均呈现稳定下降趋势,只有森林覆盖率为20%~30%时,稀疏区较中等区的总边界长度和景观形状指数略有上升,而平均斑块面积呈现稳定的上升趋势,因此使二者的破碎化程度表现出密集区破碎化最为严重,中等区和稀疏区破碎化较轻。

综合以上3种建筑物密度与森林覆盖率的响应

关系,较低森林覆盖率下的景观特征变化受建筑物密度的影响较大,具有明显的波动性,是城市森林景观破碎化最为敏感的区域;中等森林覆盖率下的景观特征变化受建筑物密度的影响依然较大,但变化规律较为稳定,有明显的下降或上升趋势;高森林覆盖率下的景观特征变化受建筑物密度的影响较小,呈现出平缓的下降或上升趋势。不同的森林覆盖率下的景观特征均在建筑物密集区呈现出最大的破碎化状态,在中等区和稀疏区表现出较为稳定或轻微的破碎化状态。

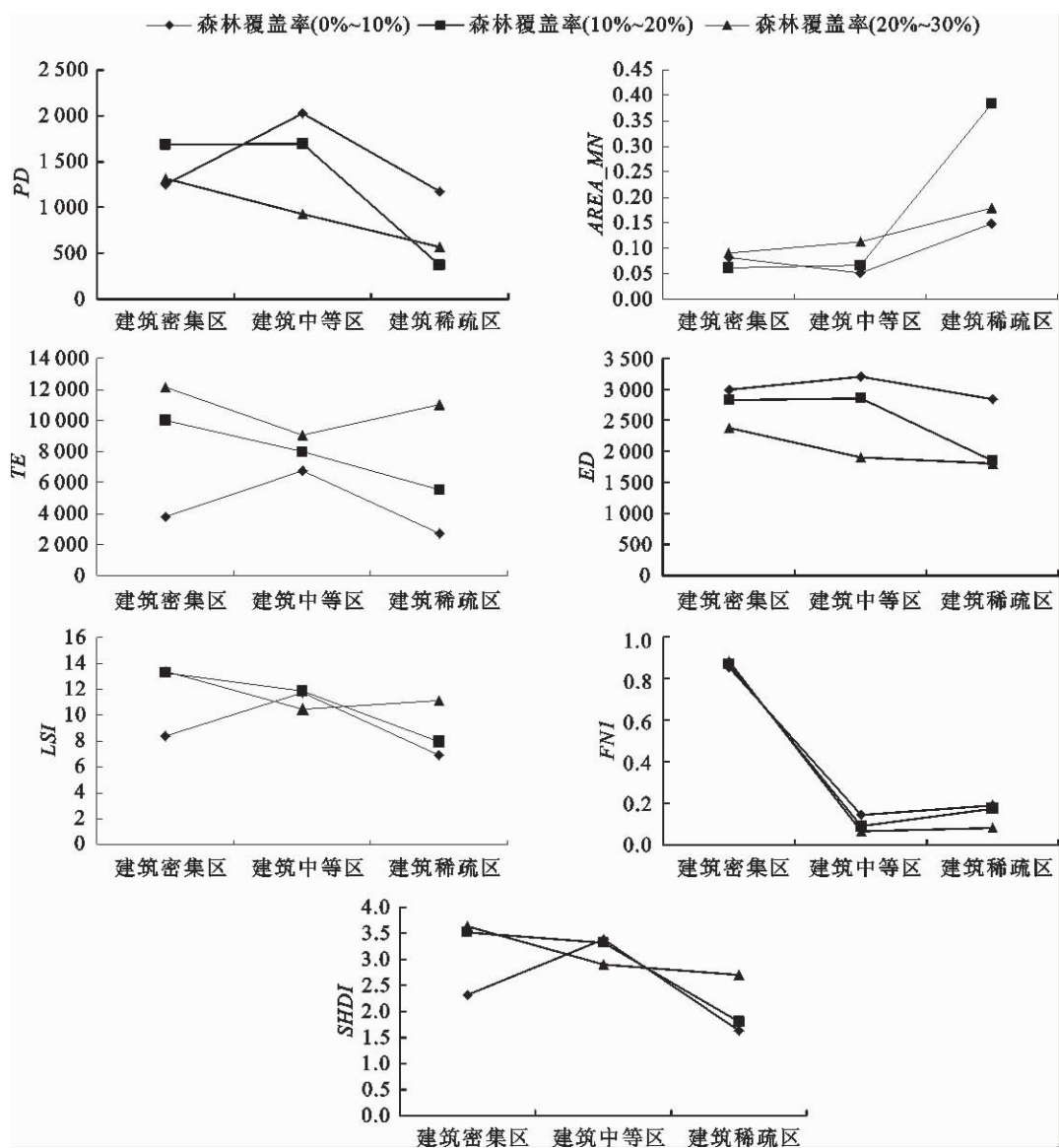


图3 不同建筑密度的各景观指数变化

Fig. 3 Landscape index changes in different building densities

3 结论与讨论

城市森林景观破碎化状态受建筑物密度的影响较大。建筑物密集区是城市森林景观破碎化的敏感区域。建筑物密集区城市森林景观破碎化程度较高,随森林覆盖率的升高呈现波动性状态响应,森林覆盖率10%~15%时是密集区城市森林景观指数的波动区段。建筑物非密集区城市森林景观破碎化状态随森林覆盖率的增加呈现稳定的下降趋势,森林覆盖率20%~30%时是非密集区城市森林景观指数的急剧变化区域。

当前全球范围景观破碎化不断加剧^[18-19],城市区域表现尤甚,从而使得破碎化景观恢复成为当前全球特别是城市面临的紧迫任务和新挑战。如果能使景观向着逆破碎化的方向发展,则是解决该问题的有效途径。通过本研究发现,伴随着城市森林覆

盖率的增加,城市森林景观破碎化在逐渐减弱,呈现出逆破碎化趋势,这为解决该问题打开了突破口,为其找到可靠的理论依据并深入发展提供了科学依据。事实上,S. Bailey^[20]于2007年描述Kurttila等在芬兰采用景观尺度规划方法来增大森林斑块实现了森林经营破碎化的逆转(reverse fragmentation)过程中首次提及,M. Heide^[11]等在评价生境的经济价值时也提及了生境逆破碎化(habitat defragmentation)方案,C. P. Quine^[21]等在研究英格兰南海岸维特岛的林地恢复时使用了逆破碎化(de-fragmentation)概念并测度了林地生境逆破碎化,并且指出如何从景观尺度实现生态恢复和林地逆破碎化这种挑战已经愈发明显。众多文献提及的逆破碎化都汇集于一个焦点:森林,即森林具有明显的逆破碎化属性。森林的这种属性实质上就是森林具有的自然演替能力。景观逆破碎化过程实质上就是通过合

理的人为干扰帮助(森林)景观步入自然进展演替的方向,从而维持(森林)景观的稳定性。

城市森林景观是从较大尺度发现问题,而要真正形成稳定的城市森林景观,则需要从群落角度入手。研究表明,在建筑物中等区和稀疏区,城市森林景观破碎化随森林覆盖率的增加逐渐减弱,也可理解为森林覆盖率的提高可以实现城市森林景观的逆破碎化,而密集区的波动性表现更为研究提供了良好的平台。要想使城市森林景观呈现稳定状态,寻求最小的临界稳定状态,对于城市森林的建设与规划具有重要的意义,而要想达到这种效果,进一步细化景观梯度,并与群落特征相结合,则可能达到更为理想的效果。

参考文献:

[1] ANDREWS A. Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: a review[J]. *Australia Zoologist*, 1990, 26:130-141.

[2] COLLINGE S K. Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning [J]. *Landscape and Urban Planning*,1996,36:59-77.

[3] LINEHAN J, GROSS M, FINN J. Greenway planning: developing a landscape ecological network approach[J]. *Landscape and Urban Planning*,1995,33: 179-193.

[4] 刘建锋,肖文发,江泽平,等. 景观破碎化对生物多样性的影响[J]. *林业科学研究*,2005,18(2):222-226.

LIU J F, XIAO W F, JIANG Z P, *et al.* A study on the influence of landscape fragmentation on biodiversity [J]. *Forest Research*, 2005, 18(2):222-226. (in Chinese)

[5] 王志泰,王志杰,包玉. 基于 Quick Bird 遥感影像的铜仁市城市绿地景观结构特征分析[J]. *西北林学院学报*,2010,25(1): 166-170.

WANG Z T, WANG Z J , BAO Y. Urban greenland landscape structure in Tongren based on Quick Bird [J]. *Journal of Northwest Forestry University* ,2010,25(1):166-170. (in Chinese)

[6] 何兴元,陈玮,徐文铎,等. 沈阳城区绿地生态系统景观结构与异质性分析[J]. *应用生态学报*,2003,14(12):2085-2089.

HE X Y, CHEN W, XU W D, *et al.* Structure and heterogeneity of urban vegetation landscape in Shenyang[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003,14(12):2085-2089. (in Chinese)

[7] 徐高福. 千岛湖区景观破碎化对生物多样性影响初探[J]. *林业调查规划*,2004,5(29):159-161.

XU G F. The thousand islet lake area landscape fragmentation effect to biodiversity [J]. *Forest Inventory and Planning*, 2004, 5(29):159-161. (in Chinese)

[8] 国庆喜,王化儒,高梅香. 景观破碎化对东北虎主要猎物种群动态影响的模拟[J]. *生态学报*,2010, 30(1):0015-0023.

GUO Q X, WANG H R , GAO M X. Simulation on the effect of landscape fragmentation on population dynamics of the main prey of Amur Tiger[J]. *Acta Ecologica Sinica*,2010,30(1): 0015-0023. (in Chinese)

[9] KURTTILA M, UUTTERA J, MYKRA S, *et al.* Decreasing

the fragmentation of old forests in landscapes involving multiple ownership in Finland: economic, social and ecological consequences [J]. *Forest Ecology and Management*, 2002, 166: 69-84.

[10] HEIDEA C M, BERGHB J C, IERLANDC E C, *et al.* Economic valuation of habitat defragmentation: a study of the veluwe, the Netherlands[J]. *Ecological Economics*, 2008, 67: 205-216.

[11] TROCME M. The Swiss defragmentation program-reconnecting wildlife corridors between the Alps and Jura: an overview[A]// IRWIN L, GARRETT P, McDermott K P. *Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation* , Davis: Road Ecology Center, 2006:144-149.

[12] FORMAN R T. Some general principles of landscape and regional ecology[J]. *Landscape Ecology*,1995,10:133-142.

[13] MOREIRA M , REGO F C, FERREIRA P G. Temporal (1958-1995) pattern of change in a cultural landscape of northwestern Portugal: implications for fire occurrence[J]. *Landscape Ecology*,2001,16:557-567.

[14] 孟京辉,陆元昌, CHRISTOPH K, 等. 基于遥感的景观格局时空动态研究[J]. *西北林学院学报*,2010,25(1):207-211.

MENG J H, LU Y C, CHRISTOPH K, *et al.* Spatial and temporal dynamics of landscape based on remote sensing [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2010,25(1):207-211. (in Chinese)

[15] 李秀珍,布仁仓,常禹,等. 景观格局指标对不同景观格局的反应[J]. *生态学报*,2004,24(1):123-134.

LI X Z, BU R C, CHANG Y, *et al.* The response of landscape metrics against pattern scenarios[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2004,24(1):123-134. (in Chinese)

[16] 刘常富,李京泽,李小马,等. 基于模拟景观的城市森林景观格局指数选取[J]. *应用生态学报*,2009,20(5):1125-1131.

LIU C F, LI J Z, LI X M, *et al.* Selection of landscape metrics for urban forest based on simulated landscapes[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2009,20(5):1125-1131. (in Chinese)

[17] 郭明,马明国,肖笃宁,等. 基于遥感和 GIS 的干旱区绿洲景观破碎化分析-以金塔绿洲为例[J]. *中国沙漠*,2004,24(2): 201-206.

GUO M, MA M G, XIAO D N, *et al.* Study on landscape fragmentation of arid region oasis based on remote sensing and GIS-A case study of Jinta Oasis[J]. *Journal of Desert Research*, 2004,24(2):201-206. (in Chinese)

[18] WU J G, LIVEN S A. A spatial patch dynamic modeling approach to pattern and process in an annual grassland[J]. *Ecological Monographs*, 1994, 64(4): 447-464.

[19] HIEBELER D. Populations on fragmented landscapes with spatially structured heterogeneities : landscape generation and local dispersal[J]. *Ecology*, 2000, 81(6): 1629-1641.

[20] BAILEY S. Increasing connectivity in fragmented landscapes: an investigation of evidence for biodiversity gain in woodlands[J]. *Forest Ecology and Management*, 2007, 238: 7-23.

[21] QUINE C P, WATTS K. Successful de-fragmentation of woodland by planting in an agricultural landscape an assessment based on landscape indicators[J]. *Journal of Environmental Management*, 2009, 90: 251-259.