

中国城市森林景观生态研究进展与展望^{*}

古琳¹ 牛牧¹ 黎燕琼¹ 张海鸥¹ 慕长龙¹ 刘改萍²

(1 四川林业科学研究院, 成都 610081; 2 中国林业科学研究院林业科技信息研究所, 北京 100091)

摘要: 在分析中国城市森林景观生态相关研究工作的基础上, 从城市森林景观的概念、研究方法和城市森林景观生态研究现状等方面, 对我国近年来城市森林景观生态研究的一些问题进行了总结, 并对城市森林景观生态研究的发展趋势进行了展望。

关键词: 中国, 城市森林, 景观生态

中图分类号: Q 149, S 731. 2

文献标识码: A

文章编号: 1001-4241(2009)04-0058-05

Research and Perspective of Urban Forest Landscape Ecology in China

Gu Lin¹ Niu Mu¹ Li Yanqiong¹ Zhang Haiou¹ Mu Changlong¹ Liu Gaiping²

(1 Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China; 2 Research Institute of Forestry Policy and Information, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract Landscape ecology has become an important research field in urban forest research. Based on the summary of research advances on urban forest landscape ecology in China, this paper expatiated its concept and research methods, introduced the present situation of ecological studies on Chinese urban forest landscape. At last, the authors put forward their view on research direction of urban forest landscape ecology.

Key words China, urban forest, landscape ecology

景观生态学注重研究空间格局的形成、动态以及与生态学过程的相互关系, 是现代生态学的一个年轻分支。在研究方法上, 主要采用遥感和地理信息系统技术与生态学过程分析相结合。城市森林的景观生态学研究, 将景观生态学理论和方法引入城市森林, 不仅深化对城市森林的认识, 为城市森林的规划建设提供新思路, 也是景观生态学应用领域的拓展。我国目前有关城市森林的综合多集中于城市森林的概念、结构及功能的探讨, 对城市森林景观生态研究的综合分析相对较少。本文在总结近年来我国城市森林景观生态研究与实践进展的基础上, 提出未来城市森林景观需要深入研究与实践的几个方面。

1 城市森林景观的内涵及研究方法

1.1 内涵

景观是指具有特定结构、功能和动态特征不同的生态系统镶嵌组成的异质性区域, 由一系列大小、形状各异的景观要素组成。城市森林景观是指城市区域内由各种森林斑块和廊道共同镶嵌在城市基质上的森林景观生态系统, 是基于城市森林概念的整体观和景观概念的异质观对城市森林的认识^[1]。由于景观具有其特有的结构和独立功能特性, 将城市森林作为一个景观整体进行研究, 在理论和实践上都有重要意义。城市森林景观生态研究的对象是在城市地域内以森林生态系统为主体构成的景观。

* 收稿日期: 2008-09-08

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划重大项目城市人居生态林优化布局技术研究 (2006BAD03A06)

作者简介: 古琳 (1982-), 女, 四川人, 硕士, 主要从事城市森林研究, E-mail: gulin1123@163.com

通讯作者: 慕长龙 (1964-), 男, 博士, 研究员, 博士生导师, E-mail: mucl2006@yahoo.com.cn

1.2 研究方法

1.2.1 城市森林的景观生态分类

景观生态分类思想的实质就是根据景观系统内部差异以及人类活动对景观的影响, 综合考虑景观的自然属性、生态功能和空间形态特征, 按一定的原则用系列指标反映这些差异, 从而将各种景观生态类型进行划分和归并, 其目的在于综合反映景观的发生和形态 2 方面特征^[2]。构建适用于景观生态学研究的城市森林景观分类体系, 既是城市森林景观结构与功能研究的基础, 又是景观生态规划、管理等应用研究的前提条件^[3]。具体区域的景观生态分类包括 3 个步骤: 1) 根据遥感影像解译, 结合地形图和其他图形文字资料, 加上野外调查成果, 选取并确定区域景观生态分类的主导要素和依据, 初步确定个体单元的范围及类型, 构建初步的分类体系; 2) 详细分析各类景观单元的定性和定量指标, 表列各种特征, 通过聚类分析确定分类结果, 逻辑序化分类体系; 3) 依据类型单元指标, 经由判别分析, 确定不同单元的功能归属, 作为功能性分类结果。

1.2.2 景观指数法

景观指数是指能够高度浓缩景观格局信息, 反映其结构组成和空间配置某些方面特征的简单定量指标。用景观指数描述和监测景观格局随时间的变化, 建立格局与景观过程之间的联系, 是景观生态学最常用的定量化研究方法。常用的景观指数主要有: 斑块形状特征指数 (斑块面积、周长、分形维数等), 景观整体特征指数 (多样性指数、优势度指数等), 景观空间构型指数 (蔓延度等)^[4]。然而景观指数法也存在一些缺陷, 如许多景观指数间具有相关性^[5], 指数随空间幅度和粒度的变化而变化^[6], 不易表达景观结构的整体性与景观空间单元间的功能关系等。因此, 要根据不同景观指数的特点和不同的研究目的、内容, 选择合适的景观指数, 以期对研究对象进行最好的定量描述。

1.2.3 景观模型方法

景观模型在阐述城市森林景观的空间异质性和规律性, 以及空间格局的等级结构等方面发挥着积极作用, 在模拟和预测城市森林景观格局方面也体现了较高的可靠性和操作性。景观模型有许多种, 不同的景观模型具有各自的优势和特点。

综合可达性评估指数模型能够模拟城市景观可达性动态特征及其对林地植被变化的影响^[7]。景观分室模型能模拟分析不同干扰程度下城市森林的景观格局变化^[8]。空间趋势面模型用于林区景观要素沿环境梯度的分布研究, 能有效地分析复杂异质景观中景观要素空间分布的总体趋势^[9]。人工神经网络 (ANN) 模型泛化能力强, 适于研究自然、社会驱动因素与城市森林景观格局的非线性对应关系^[10]。将通用可加性模型 (GAM) 应用于预测植物物种丰富度的空间格局, 是植被 - 环境关系定量研究的新途径^[11]。尽管景观模型种类很多, 但将景观模型应用于城市森林研究要慎重考虑其可行性, 根据外界条件和研究目的, 有针对性地选择模型。例如, 在自然条件不稳定的情况下, Markov 模型不可作准确的长期预测^[12]。

2 中国城市森林景观生态研究现状

2.1 景观格局分析

景观格局指大小和形状不一的景观斑块在空间上的配置, 是景观异质性的具体表现, 同时又是包括干扰在内的各种生态过程在不同尺度上作用的结果^[13]。利用景观生态学原理和方法进行城市森林景观格局分析, 能了解城市森林在城市地域范围内的分布情况, 为进行合理的城市森林景观生态规划提供理论依据。近年来, 我国已进行了大量城市森林景观格局的分析研究, 依据研究地的不同可分为两大类。一类是以各大城市的城区森林或绿地为主要对象, 研究内容包括景观格局分析与评价、景观多样性与异质性分析等, 研究范围涵盖了从中等尺度的城市森林、绿地系统, 到小尺度的公园、庭院、单位附属绿地等^[14-19]。另一类研究是以城郊自然保护区、森林公园等自然林、半自然林为对象, 研究森林景观的格局特征、多样性和破碎化程度, 结果都体现了天然林、次生林的斑块破碎化指数大于人工林, 并且破碎化程度与人为干扰强度呈正相关^[20-22]。城市森林景观是人工与自然耦合的城市景观之一, 是城市景观的重要组成部分, 受城市化影像及人为干扰强烈, 因此, 城市森林景观格局最突出的特征是具有缀块性、破碎性和梯度性。

2.2 景观动态变化及驱动机制

城市森林景观动态研究包括景观动态监测研

研究与动态模拟研究两大类。我国城市森林动态监测的研究重点是景观整体格局的演变,即通过计算不同时期的城市森林景观格局指数,并比较其在时间维上的变化,定量地描述和监测城市森林景观格局特征随时间的变化^[23-25]。然而整个研究区景观指数的平均计算只能对整体景观水平格局进行量化,不能体现区域内部的景观格局差异。有学者提出将景观指标与梯度分析相结合进行时空梯度分析研究,实现景观指标的空间量化与可视化,能够更好地连接景观格局与过程^[26]。城市森林景观动态模拟研究的主要方法是利用模型描述景观动态和功能变化特征,研究其内在的驱动机制,探求城市化及土地利用结构调整对城市森林格局和结构特征的影响,使用的模型包括整体景观变化模型、景观分布变化模型、景观空间模型等^[7-9]。景观动态模拟的方法主要包含以下 4 个步骤: 1) 数据(航片、卫片、公开出版的数据和统计资料)的收集和整理; 2) 建立景观分类系统; 3) 建立空间数据基础; 4) 建立模拟模型进行数据分析。

城市森林动态变化的驱动机制包括自然因素和人文因素两大类。由于城市森林处于城市这个特殊环境中,受人为活动的影响很大,故人文因素对城市森林景观动态变化的影响最大。城市建成区森林绿地景观格局变化的主要驱动力是城市化进程、政府政策以及城市所处自然环境的变化,城郊自然林、半自然林景观格局变化的主要驱动力是人为干扰。目前对城市森林动态变化驱动力的研究主要是从整体上进行定性描述,并且集中于分析驱动力对景观变化的影响,尚缺乏景观稳定性的驱动因子分析。通过具体变量来反映各种驱动因素、确定主导驱动力等驱动机制的定量化研究有待加强。

2.3 生态环境效应研究

城市森林具有降温增湿、净化空气、减弱噪声等生态功能,而城市森林景观格局的生态环境效应,是各类景观组分环境影响的综合效应。因此,城市森林景观要素的类型、面积以及空间组合方式的差异均会导致不同的生态环境效应^[27-28]。在城市建成区中,以大面积绿地斑块占优势、绿地斑块分布均匀、且绿地斑块与绿化廊道共存的绿地景观格局对城市环境改善起着重要作用。以乔木为主的森林斑块平均面积越大、破碎度指

数越低、绿化廊道比例越高,其对城市环境改善的作用越大。近年来,城市热岛问题日益突出,一些研究表明,城市森林绿地景观格局与城市热岛分布关系密切。有学者以地表温度(LST)和植被指数(NDVI)作为基本指标,研究城市景观类型及其在不同空间格局下的生态环境效应,发现LST和NDVI具有明显的负相关性,城市植被对于缓解城市热岛效应具有显著作用^[29]。

2.4 景观生态规划

景观生态规划是应用景观生态学原理,在景观格局分析的基础上,提出景观最优利用方案和对策建议。基于生态适宜性分析的生态规划、基于系统分析与模拟的生态规划、以景观格局优化为核心的景观格局规划模式构成景观生态规划方法发展的三大主要方向^[30-32]。城市森林景观生态规划即根据城市森林现状及城市生态环境问题的需求,运用景观生态学原理和方法,对城市森林的布局进行调整,增加景观丰富度,减少景观破碎化,发挥廊道的连接作用,使得城市森林类型结构及布局更加合理化、科学化。

基于景观生态学格局优化理论的城市森林布局优化研究,其目的是提高城市森林稳定性,最大限度发挥生态效益。当前,我国城市森林布局优化的理论和方法尚处于探索阶段。对城市森林布局优化的研究包括城市景观格局分析、城市森林生态服务范围 and 评价以及布局优化方案确定 3 个方面。各种景观模型、定量化方法和先进技术的应用,为城市森林布局优化提供了有力的支持。南京城市森林采用“集中与分散相结合原则”的总体结构优化模式^[11]。广州、珠海等城市在分析城市森林结构和格局现状的基础上进行城市森林景观生态规划^[33-34]。除了对大型城市的研究,也有学者运用景观生态评价方法探索中小城镇城市森林的布局优化^[35]。

3 研究展望

3.1 深化城市森林景观定量化研究

由于我国的城市森林发展处于起步阶段,目前一些主要研究仍处于定性研究阶段,定量化研究有待加强。尽管景观生态学的模型种类丰富,但景观模型应用于城市森林的定量研究较少,且集中于对城郊森林的研究,缺乏对中心城区内城

市森林格局的模型分析。由于基础研究不足, 致使建模困难, 模型预测能力不强, 可靠性差。应大力开展研究工作, 加强研究的深度和广度, 特别是强化各类景观模型的改进与综合运用, 如各种改进的元胞自动机模型 (CA)、人工神经网络模型 (ANN)、Markov 模型与 CIIYgreen 模型等, 重点是探讨维持城市良好运作的各类城市森林面积底限、空间格局及动态变化, 构建能够反映城市森林景观结构特征, 并与景观功能相联系的定量函数, 为城市森林的格局优化及功能调整奠定科学基础。

3.2 拓展景观结构与功能关系的研究

目前过多集中于对城市森林景观结构和格局的研究, 对景观功能的研究较少, 而对城市森林景观格局与功能关系的研究尤为薄弱。应借鉴城市森林生态效应的研究成果与 CIIYgreen 模型构建原理, 在 GIS 技术以及长期实验观测的基础上, 利用空间逻辑回归、遗传算法等方法, 量化城市森林景观结构与功能的相互关系, 最终通过空间结构的调整, 实现城市森林生态功能的优化。

3.3 重视尺度的连续性

尺度问题一直是城市森林景观生态研究的一个重点和难点问题。目前对城市森林景观生态研究多集中于孤立的中、小尺度上, 尚缺乏大尺度以及跨尺度的、系统的研究。尺度作用与尺度理论是景观生态学, 乃至整个陆地表层系统研究的核心基础之一^[36]。应发展和测试新的尺度方法, 重视尺度的连续性, 将尺度推绎应用于城市森林景观生态研究中, 如研究格局与过程相互作用时如何确定合适尺度, 在城市森林异质景观中进行尺度上推或下推, 将小尺度实验结果外推到真实景观世界等。综合野外观测、控制实验、遥感、地理信息系统和模型模拟为一体的途径有利于推动城市森林尺度研究的发展。

3.4 新技术和新方法的广泛应用

计算机技术在空间技术领域的发展, 以及“3S”技术的广泛应用, 提高了研究的准确度和效率, 为城市森林景观生态研究提供了高科技平台。景观可视化技术的发展为城市森林景观生态研究带来了更多惊喜, 使人们更直观地体验和了解模型的模拟结果, 并加强了与公众的沟通。目前我国城市森林专题 GIS 的建设相对比较滞后, 多数

停留于绿地信息的管理和显示。现有的 GIS 空间分析仅基于简单的空间地理过程 (如叠加、缓冲区等), 并不能提供城市森林景观规划所需的优化选择、决策分析等。因此, 今后应采用先进的信息技术, 建立独立的城市森林 GIS 并在此基础上进行合理的空间分析, 实现城市森林的动态监测与模拟以及合理的规划与布局。

4 结语

随着城市化进程的加速和城市环境问题的加剧, 构建结构优化、功能高效、布局合理的城市森林生态系统, 是改善城市环境, 促使城市生态系统实现良性循环的重要举措。然而, 由于城市森林建设在中国尚处于起步阶段, 目前大多数城市的城市森林布局不合理, 森林绿地系统网络难以形成, 致使城市森林的环境效益未能有效发挥。总结城市森林景观生态研究的成果, 进一步完善城市森林景观生态研究的理论体系和方法, 对促进中国城市森林的健康发展具有深远意义。

参考文献

- [1] 赵清, 郑国强, 黄巧华. 南京城市森林景观格局特征与空间结构优化 [J]. 地理学报, 2007, 62 (8): 870-878
- [2] 李振鹏, 刘黎明, 张虹波, 等. 景观生态分类的研究现状及其发展趋势 [J]. 生态学杂志, 2004, 23 (4): 150-156
- [3] 王仰麟. 景观生态分类的理论方法 [J]. 应用生态学报, 1996, 7 (增刊): 121-126
- [4] 陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究 [J]. 应用生态学报, 2002, 13 (1): 121-125.
- [5] 龚建周, 夏北成. 景观格局指数间相关关系对植被覆盖度等级分类数的响应 [J]. 生态学报, 2007, 27 (10): 4075-4085
- [6] 孙小芳, 卢健, 孙依斌. 基于分割的多尺度城市绿地景观 [J]. 应用生态学报, 2006, 17 (9): 1660-1664.
- [7] 秦佩恒, 武剑峰, 刘雅琴, 等. 快速城市化地区景观可达性及其对林地的影响——以深圳市宝安区为例 [J]. 生态学报, 2006, 26 (11): 3796-3803.
- [8] 何东进, 洪伟, 胡海清, 等. 武夷山风景名胜区景观空间格局变化及其干扰效应模拟 [J]. 生态学报, 2004, 24 (8): 1602-1610.
- [9] 郭晋平, 王俊田, 李世光. 关帝山林区景观要素沿环境梯度分布趋势的研究 [J]. 植物生态学报, 2000, 24 (2): 135-140
- [10] 郭东, 夏北成, 江学顶. 基于 GIS 与人工神经网络的广州森林景观生态规划 [J]. 中山大学学报 (自然科学版), 2005, 44 (5): 121-123.
- [11] 沈泽昊, 赵俊. 基于植物-地形关系的物种丰富度空间格局预测——GAMs 途径的一种应用 [J]. 生态学报, 2007, 27 (3): 953-963.

- [12] 韩文权, 常禹. 景观动态的 Markov 模型研究——以长白山自然保护区为例 [J]. 生态学报, 2004, 24(9): 1958–1965
- [13] 傅伯杰, 陈利顶, 等. 景观生态学原理及应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2003 202–233
- [14] 吴泽民, 吴文友, 高健, 等. 合肥市市区城市森林景观格局分析 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(12): 2117–2122
- [15] 刘常富, 李小马, 郭蕊. 沈阳不同行政区城市森林景观格局差异及其原因 [J]. 辽宁林业科技, 2007(3): 4–6
- [16] 吴丽娟, 周亮. 北京城市绿地系统景观多样性分析 [J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(2): 88–93
- [17] 王瑛, 陈北光, 张璐. 广州越秀公园景观格局分析 [J]. 华南农业大学学报, 2008, 29(1): 68–72
- [18] 代保清, 肖笃宁, 王艳, 等. 沈阳市庭院绿地的结构特征与异质性分析 [J]. 应用生态学报, 2005, 16(2): 301–306
- [19] 周志翔, 邵天一, 周小青, 等. 武钢厂区景观结构与绿地空间布局研究 [J]. 应用生态学报, 2001, 12(2): 190–194
- [20] 金莹杉, 翟明普, 周荣伍, 等. 北京西山风景林景观空间分布格局 [J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(3): 74–80
- [21] 王清春, 张向辉, 张林艳, 等. 北京喇叭沟门自然保护区森林景观多样性研究 [J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(3): 54–60
- [22] 马克明, 傅伯杰. 北京东灵山地区景观格局及破碎化评价 [J]. 植物生态学报, 2000, 24(3): 320–326
- [23] 干晓宇, 李建龙, 刘旭, 等. 南京市绿地结构变化的遥感监测及驱动力分析 [J]. 南京林业大学学报 (自然科学版), 2007, 31(3): 73–77
- [24] 周春国, 温小荣, 丁胜, 等. 中山陵风景名胜区内森林景观格局动态分析 [J]. 南京林业大学学报 (自然科学版), 2005, 29(2): 83–86
- [25] 郭冻, 余世孝. 泰山风景区景观格局时空变化的研究 [J]. 应用生态学报, 2005, 16(4): 641–646
- [26] 尹海伟, 孔繁花. 济南市城市绿地时空梯度分析 [J]. 生态学报, 2005, 25(11): 3010–3018
- [27] 周志翔, 邵天一, 唐万鹏, 等. 城市绿地空间格局及其环境效应——以宜昌市中心城区为例 [J]. 生态学报, 2004, 24(2): 186–192
- [28] 邵天一, 周志翔, 王鹏程, 等. 宜昌城区绿地景观格局与大气污染的关系 [J]. 应用生态学报, 2004, 15(4): 691–696
- [29] 岳文泽, 徐建华, 徐丽华. 基于遥感影像的城市土地利用生态环境效应研究——以城市热环境和植被指数为例 [J]. 生态学报, 2006, 26(5): 1450–1460
- [30] M dH arg L. Design with nature [M]. New York: the Natural History Press, 1969 25–28.
- [31] E P Odum. The strategy of ecosystem development [J]. Science, 1969, 164 262–279
- [32] R T T Forman. Land mosaics: the ecology of landscape and region [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1995 56–59.
- [33] 肖化顺, 曹世恩, 曾思齐. 广州市城市森林体系规划建设探讨 [J]. 中南林学院学报, 2005, 25(1): 60–65.
- [34] 杨峥屏. 珠海市中心城区生态绿地系统规划研究 [J]. 城市生态规划, 2001, 25(1): 72–73
- [35] 常青, 王仰麟, 李双成. 中小城镇绿色空间评价与格局优化——以山东省即墨市为例 [J]. 生态学报, 2007, 27(9): 3702–3710
- [36] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002 19–21.