

## 建设森林城市 提高沈阳生态环境的可持续发展能力

孙丽娜, 孙铁珩

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016)

**摘 要:** 从城市森林与森林城市的概念出发, 论述了森林城市的特征和城市森林的结构、功能及其与城市可持续发展能力之间的关系。分析了沈阳市生态环境的现状、绿地景观存在的问题和建设森林城市的必要性, 提出了建设沈阳森林城市的原则和对策。

**关键词:** 城市森林; 结构与功能; 可持续发展能力; 森林城市; 建设原则; 沈阳市

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)03-0181-03

## Constructing the Forests City, Enhancing the Capabilities of Sustainable Development of Shenyang City

SUN Li-na, SUN Tie-heng

(Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China)

**Abstract:** The definitions and characteristics of the forest of city and the forest city and the constructs, contexts and the functions of the forests of city were expounded, and the relations of the forests of city to city capability of sustainable development were discussed. The necessity of constructing the forests city of the Shenyang was analysed and the principles and countmeasures were proposed based on existing states of ecological environment.

**Key words:** the forests of city; contexts and functions; the capability of sustainable development; the forests city; the principles of construct; Shenyang City

城市是一个以人为主体的, 以空间和环境利用为基础, 以聚集经济效益、环境效益为特点, 以人类社会进步为目的的一个集约人口、集约经济、集约科学文化的空间地域系统<sup>[1]</sup>, 代表着国家的经济发展水平和方向, 城市化已成为世界性的发展趋势, 目前, 全世界已有 54.7% 的人口居住在城市。然而, 城市蔓延、城市规模增大导致的城市资源耗竭和短缺, 生态环境恶化以及人口极度增长引起的大量社会问题等给地球造成了巨大压力, 使得本来就已十分脆弱的城市更加脆弱, 极大的阻碍着城市的可持续发展。为解决城市化带来的问题, 改善城市的生态环境质量, 提高城市可持续发展能力, 人们从城市森林的综合效益中看到了建设森林城市的重要意义。本文通过分析城市森林的生态环境功能和森林城市建设在城市可持续发展方面的地位与作用, 阐明沈阳市建设森林城市的必要性和建设原则。

### 1 城市森林与森林城市

城市森林一词自 20 世纪 60 年代首次由美国提出, 并由加拿大 Erik Jorgensen 教授定义的, 至今已有 30 多年的历史。城市森林是城市生态系统的重要生物组成部分, 它是指生长在城市及其周边的对其所在的环境有明显改善的林地

及相关植被。城市森林具有一定的规模, 以林木为主体, 包括各种类型的森林植被、栽培植被和生活在其间的动物、微生物以及它们赖以生存的气候、土壤等自然因素的总称, 以改善城市生态环境、促进人类健康、提高文化生活水平为主要目的。它一方面具有天然森林的为人类改善生态环境、提供适宜生存条件、维系城市可持续发展的特征, 另一方面, 城市森林的存在状态和演化形式, 在很大程度上受到各种社会因素的影响, 因为城市森林处于城市人工环境体系中, 所面临的是人工改造了的生态因子<sup>[2]</sup>。

森林城市是生态城市的一种发展模式, 是城市建筑物与植物之间达到合理布局, 使森林功能得以充分发挥的生产、居住、物质与信息交流的生态系统。把森林引进城市, 将森林建在城市中, 体现了人类与森林的协调发展。森林城市中, 植物的配置应以乔木为主, 乔木的绿化覆盖率占整个城市规划区面积的 10% ~ 30% 以上, 乔、灌、草相配合, 并与市域的水系、动物、微生物共同构成生态综合体。森林城市的特征为:

城市绿化覆盖率大于 40%, 森林覆盖率大于 10% ~ 30%, 人均绿地面积大于 10 m<sup>2</sup>, 城区树木覆盖面积大于整个城区绿地面积的 25%, 郊区树木覆盖面积大于整个郊区绿地面积的 75%; 城市中绿地分布均匀, 城市周边应有大片的绿

收稿日期: 2004-05-12

基金项目: 中国科学院沈阳应用生态研究所知识创新项目(SCXM S0203); 沈阳环境工程重点实验室资助

作者简介: 孙丽娜(1960-), 女, 博士, 主要从事资源与环境和环境可持续发展研究, 发表论文 40 余篇。

地: 具有基地、嵌块体和廊道的有机整体的森林体系, 廊道之间分布有嵌块, 嵌块之间由廊道连接; 具有生物多样性与景观多样性的有机结合及其与水体的有机结合<sup>[3]</sup>。

森林城市是继“园林化城市”、“城市森林”之后又一城市发展模式, 发展森林城市已受到世界各个国家的重视, 并成为当今世界的城市发展的时尚。发达国家相继出现了莫斯科、华沙、堪培拉、亚特兰大、北海道、横滨等森林城市, 并广泛应用计算机和生物技术实现现代管理。发展中国家危地马拉、墨西哥的绿色城市运动也取得了明显的成效。我国的森林城市建设起步较晚, 目前经国家批准建设的有长春市、阜新市和娄底市, 大连、合肥、珠海、中山、南京和富阳、北京密云等城市都从不同的角度提出建设森林城市<sup>[4]</sup>。

## 2 城市森林的结构、功能与城市的可持续发展能力

### 2.1 城市森林结构

城市森林的结构是指城市内或受城市影响的地域范围内所有植物统计上的集合特征, 包括种类组成、年龄及径级的分布、生长情况、密度和排列方式。城市森林的结构决定其稳定性和功能, 影响森林的生态效益, 受城市所处的植被气候带、城市的地形特点等自然环境和人为的经营目的、管理体系、人为活动对植物的影响等人为经济因素的影响。森林的群落组成与结构越接近自然的成熟群落, 其稳定性越好。而城市的快速发展会造成城市森林的急剧变化, 有时完全由于人们的主观喜好来影响城市森林的结构。因此, 稳定的城市森林群落与自然的成熟类型相距甚远, 必须通过各种措施加以维持。具有良好结构的森林一方面能够更好的发挥其应有的功能, 另一方面必然减少森林的维护支出<sup>[5]</sup>。

### 2.2 森林城市的生态功能与可持续发展能力

可持续发展能力是衡量实施可持续发展战略成功程度的基本标志, 是可持续发展战略实施中着力培育的物质能力和精神能力的总和, 包括生存支持能力, 发展支持能力, 环境支持能力, 社会支持能力, 智力支持能力<sup>[6]</sup>, 其中生态环境的支持能力是可持续发展的基础, 标志着成功地延伸至可持续发展目标的能力。生态环境为人类的生存和发展提供了物质基础、能量基础、生存空间基础和社会经济活动基础。生态环境能力是对人类文明进程的基础承载能力, 体现在维系人类生存与发展的外部环境稳定能力; 对于人类活动所释放废弃物的缓冲能力; 对于各类有毒物质的自然降解能力; 对于各类干扰和破坏生态系统平衡的抗逆能力和对于生态系统受到破坏后的修补能力。城市生态环境承受外部干扰的能力和系统结构与功能越强, 城市的可持续发展能力越大; 系统的资源供给能力、环境的容纳能力、生态系统的自我维持能力越强, 景观生态的时空量构序的整合性越好, 在变化的环境中处理压力的能力和持续的自组织能力越强, 城市的可持续发展能力越大。森林作为森林城市生态系统的重要生物组成部分, 广泛参与城市生态系统的物质、能量的高效利用和社会自然的协调发展, 具有重要的生态环境功能和生态、经济与社会三大综合效益, 极大的增强了城市环境的基础承载能力和城市可持续发展能力, 是改善城市生态环境和促进城市可持续发展的基础。

(1) 城市森林通过吸收大气污染物、缓和温室效应, 改善城市小气候、降低热岛强度, 吸尘减噪和涵养水分、保持水

土、改良土壤体现出其重要的生态效益:

城市森林通过植物的光合作用制供  $O_2$ , 净化  $CO_2$ ; 城市森林通过吸收/吸附作用净化大气中有害气体污染物。有资料表明, 每公顷公园绿地每年能吸附、滞留灰尘及悬浮颗粒物数百千克~  $10\ t^{[8]}$ , 每天能吸收  $900\ kg\ CO_2$ , 产生  $600\ kg\ O_2$ ; 每公顷阔叶林每天吸收  $1\ 000\ kg\ CO_2$ , 释放  $730\ kg\ O_2^{[2,7]}$ 。森林植物净生产量中的  $S$  量是城市上空平均  $S$  储量的  $2\sim 3$  倍。如果森林的储  $S$  量只来自大气, 则城市森林的大气净化作用大约可使大气中的  $S$  每年更换  $2\sim 3$  次。实地监测结果表明, 现有林地附近大气中  $SO_2$  含量比无林地大气中  $SO_2$  的含量低  $20\%\sim 50\%$ 。城市森林对有害污染物吸附量为  $Pb\ 1.22\ t/(hm^2 \cdot a)$ ,  $SO_2\ 0.59\ t/(hm^2 \cdot a)$ ,  $NO\ 0.38\ t/(hm^2 \cdot a)$ ,  $CO\ 2.2\ t/(hm^2 \cdot a)$ ,  $HF\ 0.38\ t/(hm^2 \cdot a)^{[3]}$ 。

城市森林通过蒸腾作用向环境散失水分, 同时从周边环境吸收热量使环境增湿和降温, 缓解城市的热岛效应。1株胸径  $20\ cm$ 、绿量  $209.3\ m^2$  的槐树, 1d 可蒸发  $439.46\ kg$  水, 吸收  $302.040\ kJ$  热量, 相当于 3 台功率为  $1\ 100\ W$  的空调工作  $24\ h$  产生的降温效应; 一个结构合理、树种选择配置得当的城市森林可使相对湿度增加  $50\%$  以上, 降低风速  $40\%\sim 50\%$ 。森林的增湿调温量为  $62.8 \times 10^6\ MJ/hm^2$ 。城市热岛在空间上呈中心型分布在无绿地覆盖地区, 在绿化  $20\%$  以上的地区与热岛中心气温差为  $2^\circ$ , 绿化率低于  $10\%$  的地区与热岛中心的气温差为最大可达  $4\sim 5^\circ$ , 绿化率大于  $50\%$  的地区可改善热岛效应<sup>[8]</sup>。

城市森林通过吸滞粉尘、减少细菌载体, 通过分泌一些萜类、酒精、有机酸、醚、醛、酮等杀菌素而杀死细菌、真菌和原生动物, 通过植物茂密的枝叶和多层次的柔性表面能有效的降低噪音。有资料表明, 城市绿地空气的含菌量比居民区空气的含菌量低  $86\%$  以上。当噪音穿过  $40\ m$  宽的城市林带时可降低  $10\sim 15\ dB$ , 穿过  $50\ m$  宽的城市林带时可降低  $20\ dB$ ; 公园的噪声比空旷地区低  $26\sim 45\ dB$ 。

城市森林通过植物根系深入土壤, 增加雨水的土壤渗透性, 使地表水缓慢而均匀的流动来降低有植被地区的径流量, 实现涵养水源的功能, 通过植物根系的吸附/吸收作用可实现其净化地下水和土壤的功能。研究表明, 每公顷森林可蓄水  $30 \times 10^4\ kg$ , 蓄水保墒量达  $300\ m^3/hm^2$ 。

(2) 城市森林通过直接提供食品、医药及其它工农业生产原料而产生直接的经济效益, 通过遮阴、防风而带来的能源节省和改善环境而产生间接的经济效益<sup>[9]</sup>。

有资料表明,  $1\ km^2$  40 年生的毛白杨行道树可产木材  $150\ m^3$ , 价值数千元; 一座林业发达的城市可为城市居民提供  $50\%$  的薪材,  $80\%$  的干鲜果品。城市森林给森林城市增添了自然美、色彩美、曲线美, 创造了城市的良好形象, 提高了城市对外资的吸引能力, 有利于森林城市的经济繁荣。森林城市中丰富的自然景观和人文景观是人们的旅游胜地, 可带动森林城市以旅游产业为主的生态产业发展和与其相关的饮食、住宿、交通、购物等第三产业的发展。有资料表明, 近年来全世界的生态旅游增长率为  $15\%$ , 年产值  $2\ 000$  多亿美元, 其中发展中国家的年收入为  $250$  多亿美元。森林城市可推动房地产业的发展, 带动边缘地区的经济增长, 如绿地附近的房价要高于  $15\%\sim 20\%$ 。由此可见, 城市森林是城市发展的经济增长点, 发展森林城市可提高的城市发展支持能

力<sup>[7, 10, 11]</sup>。

(3) 城市森林通过改善城市结构与形象, 为人类提供适宜的生存环境和社交、娱乐场所及机会。通过净化大气、减尘滞尘减噪和降温增湿, 形成良好的小气候, 改善了人类的生活质量, 有利于人类的身心健康和生存、发展。通过为城市提供了新的就业机会, 有利于缓解城市的就业压力和社会的稳定, 从而提高了城市的社会支持能力和智力支持能力, 体现出良好的社会效益。

### 3 沈阳市开展森林城市建设的必要性和建设原则

#### 3.1 建设沈阳森林城市的必要性

沈阳是辽宁省的政治、经济、科技和文化中心, 也是我国重要的重工业基地之一。长期以来, 城市经济快速增长提高了人民的生活水平, 也出现了一系列的生态环境问题: 城市空气污染严重; 水环境质量呈加剧恶化趋势; 城市垃圾围城的危害日趋严重; 土地退化, 水土流失严重, 沙尘暴频发; 农产品污染; 城市人口高度密集和城市绿地奇缺等。监测资料表明, 沈阳市地表水水质均为五类和超五类水质, 污染综合指数为 4.3~7.3; 地下水污染的超标率为 2.2%~23.9%, 极差与较差级水质占 56.5%。大气的 TSP、SO<sub>2</sub>、CO、BaP 和降尘、硫酸盐化速率的超标率为 8.9%~100%, 综合污染指数 1.27, 为中污染(沈阳市 1996~2000 年环境监测报告)。2001 年, 沈阳市的气温较正常年升高 1℃, 平均风速是 2000 年的 1/2, 降水为 2000 年的 1/3。连续出现的逆温天气, 导致空气污染物不断增加, 环境空气中可吸入颗粒物 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>2</sub> 浓度均值为正常天气的 1.9、2.1 和 1.8 倍。沈阳市土地沙化面积 30 万 hm<sup>2</sup>, 占沈阳市土地面积的 23%; 水土流失面积为 19.5 万 hm<sup>2</sup>, 占全市区域面积 15.2%。若以土壤流失大于 500 t/(km<sup>2</sup>·a), 每年将有至少千万吨的沃土流失掉。

环境污染、资源短缺和生态环境的恶化已严重降低了沈阳地区的生态环境的基础支撑能力, 束缚了沈阳的可持续发展。因此, 沈阳市政府把建设森林城市作为提高沈阳市生态环境可持续发展能力的基本战略措施和创模内容, 对实现沈阳市的可持续发展是十分必要的, 具有极其重要的意义<sup>[15]</sup>。

#### 3.2 沈阳绿地系统的景观格局存在的问题

经过多年的努力, 沈阳市已具备了良好的城市绿地景观。区域上大片的菜地和农田保护区和自然保护区(风景名胜), 形成了沈阳市良好的郊外景观基质; 城区内多个面积可观的公园绿地社区绿地、单位附属绿地、街头绿地和居住区绿地构成了沈阳市的城市绿地景观。但是, 沈阳市绿地系统的景观格局还存在许多问题:

(1) 沈阳市的森林覆盖率低, 仅为 6.95%, 人均绿地覆盖面积为 4.7 m<sup>2</sup>。就沈阳市森林景观系统中绿化程度较高的 20 个公园来说, 除了南胡公园和万柳塘公园绿地接近 80% 的指标规定外, 其余均未达到标准。特别是商业用地、交通用地和住宅用地的绿化较差。

(2) 现有的绿地群落结构单一。公园的优势树种主要为乔木中的油松和灌木中的紫丁香, 行道树的树种主要为银白杨, 缺乏乔灌木的自然立体配置, 生态效应(功能)的发挥受到限制<sup>[12]</sup>。

(3) 城区绿色斑块分布不均, 绿色斑块之间缺乏有机的

联系。表现在不同地区的绿色斑块的规模大小不同, 植物的生态质量分布不均衡。如北陵公园绿地和东陵公园绿地的占地面积为城区公园绿地总面积的 77.25%, 其树种胸径大、生物生产力高、树冠宽, 生态功能发挥的较好, 而其他公园的森林绿地规模较小、树龄小、郁闭度差, 生物生产力低, 群落稳定性差。各居民住宅区缺乏较大的绿色斑块及其带状廊道, 因此, 生态功能相对较差。

(4) 城市与外围区域生态系统缺乏绿色廊道的有机联系, 主要表现在缺乏城区的景观生态背景与区域景观的有机联系。行道树以单行为主, 没有形成带状廊道, 并缺乏与绿地廊道的有机联系, 限制了城市绿地生态效益的最大发挥。

#### 3.3 森林城市的建设原则与对策

根据沈阳市的自然地理环境特点和历史现状与发展方向, 从实际出发, 按照城市可持续发展的原则, 制定一个科学的、超前的、可持续的森林城市建设的总体规划, 并将其纳入沈阳市总体建设的框架之下, 使其与城市建设的总体规划和土地利用的总体规划协调一致, 以保证城市森林建设的合理性和建成森林的稳定性, 做到城区与郊区同步, 实现城乡一体化。

(1) 发展城市森林绿化, 提高城市绿地的覆盖率。坚持以人为本、人与自然协调发展的原则, 在充分保护自然风景林和自然湿地的基础上, 针对沈阳绿地覆盖率低、空间分布不均、植物群落结构单一和植物生态质量分布不均衡的特点, 通过增加公园绿地、街头绿地、商业绿地和住宅绿地, 使城市绿地覆盖率提高到 30%~50% 森林城市绿地覆盖率的指标, 达到净化空气、美化环境、改善城市小气候的目的。

公园是供人们游览、休息、观赏和开展文化娱乐、社交的优美场所, 是城市绿化水平的重要窗口, 在森林城市系统中占据重要的位置。沈阳市公园面积小(仅 11.86 km<sup>2</sup>), 空间分布不均和植物群落单一等严重的制约了公园绿地生态效益的发挥。通过加大公园绿地斑块面积、调整绿地结构和空间分布的合理性, 建设以乔木为主、乔灌木结合的立体绿色空间, 强化生态效益和绿地的稳定性, 达到植物生态的质量的统一。在树种的选择和配置上, 综合考虑沈阳自然地理条件和冬季大气污染严重的特点, 选择常绿树种或灌木和落叶植物, 树型上宜优美、遮阴面积大, 符合美化城市的原则。

(2) 加强街道和沿河两岸带状绿地的建设。街道绿地是生态景观中带状廊道的主要形式, 是创建城市绿色廊道的重点。以沈阳市的交通道路和南运河、新开河和卫工河三条人工河的带状游园为框架, 通过扩大路旁绿化面积, 沿河两岸扩建护林带, 使之形成绿色廊道, 并通过绿色廊道将公园绿地、广场绿地和各种公共绿地、专有绿地有机的联系起来, 创建连续的绿色空间, 发挥城市绿地的整体生态效益。

(3) 加强城市周边大环境支持系统和防护林的建设。根据沈阳市的自然地理特点, 实施城区绿地、城郊森林与远郊农林生态系统的有机连接, 将森林引进城市, 形成环境绿化的城乡一体化, 更大程度的发挥生态环境系统的整体效应。

康平法库位于沈阳的北部, 科尔沁沙地的东南缘。康法森林草原是遏制科尔沁沙地对沈阳和辽中南城市群威胁的生态屏障。由于过度开发, 康法地区水土流失严重, 已成为全国防风治沙的重点和三北防护林建设的重点。因此, 应按照

(下转第 219 页)

## 参考文献:

- [1] 中国农业百科全书 水利卷(下)[M]. 北京: 农业出版社, 1987. 1 131- 1 134
- [2] 吴发启 水土保持学概论[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003
- [3] 王礼先 关于我国水土保持科学的内涵与研究领域问题[J]. 中国水土保持科学, 2003, 1(2): 108- 110
- [4] 吴普特, 汪有科, 冯浩 21 世纪中国水土保持科学的创新与发展[J]. 中国水土保持科学, 2003, 1(2): 84- 87.
- [5] 刘秉正, 吴发启 土壤侵蚀[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1997. 1- 4
- [6] 吴发启 水土保持规划[M]. 西安: 西安地图出版社, 2002. 1- 4
- [7] 王礼先 流域管理学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999. 1- 11.
- [8] 唐克丽, 郑粉莉, 史德明 土壤侵蚀研究回顾与展望[J]. 土壤学报, 1989, 26(3): 226- 232
- [9] 陈永宗 黄土高原土壤侵蚀规律研究工作回顾[J]. 地理研究, 1987, 6(1): 76- 85
- [10] 陈永宗 我国土壤侵蚀研究工作的新进展[J]. 中国水土保持, 1989, (9): 7- 11.
- [11] 唐克丽 中国土壤侵蚀与水土保持学的特点及展望[J]. 水土保持研究, 1999, 6(2): 2- 7.
- [12] 郑粉莉 浅谈我国土壤侵蚀学科亟待加强的研究领域[J]. 水土保持研究, 1999, 6(2): 26- 31.
- [13] 吴发启, 赵晓光, 刘秉正 缓坡耕地侵蚀环境及动力机制分析[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2001. 72- 205
- [14] 景可, 申元村 黄土高原林草建设的经验教训与前景[J]. 科技导报, 2002, (4): 54- 56
- [15] 蒋定生 黄土高原水土流失与治理模式[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997. 122- 330

## (上接第 183 页)

沈阳市政府提出的“北部大开发”战略, 加强康、法地区的防护林建设、平原绿化工程建设和防沙治沙工程建设, 真正发挥其生态屏障作用, 有效地防治土地荒漠化, 控制水土流失, 改善沈阳市春秋多风沙的现象。

加强沈阳市东部低山丘陵地区和西北部地区的水源涵养林建设, 通过种植防风林和水源涵养林, 减少径流, 提高水资源的下渗作用来涵养水源, 防止水土流失。

(4) 在功能定位、群落设计和树种选择方面遵循植被地带性原则, 运用近自然森林建设的理念和技术, 以生态学的

潜在自然植被和群落演替的基本理论为依据, 选择当地自然植被的乔、灌木, 建设具有完整群落结构、丰富生物多样性、高生物量、趋于稳定的、后期完全遵循自然规律的以地带性森林为主的近自然森林<sup>[12, 13]</sup>, 并考虑不同物种的性质、叶表面特性、树体结构、叶枝茂密度的差异对其滞尘能力等环境功能的影响和不同性质土壤对不同物种的影响。根据森林的类型与功能合理配置树种与空间, 降低树木之间的竞争, 保护树木健康<sup>[5]</sup>。

## 参考文献:

- [1] 郭亚军, 潘建民 建设绿色城市是可持续发展的战略选择, 旅游理论与研究[DB/OL]. www. gxtravel. com, 2002- 12- 21.
- [2] 李海梅, 合兴元, 陈韩, 等 中国城市森林研究现状及动态[A]. 城市森林生态研究进展[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002. 75- 83
- [3] 陆庆轩, 纪凯 城市森林生态系统模式及生态功能评价探析[A]. 城市森林生态研究进展[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002. 84- 89
- [4] 廖富霖, 叶功富, 黄克富 加快森林城市建设, 实现城市可持续发展[J]. 福建林业科技, 1999, 26(2): 6- 10
- [5] 吴泽民, 高健, 吴文友 城市森林及其结构研究[A]. 城市森林生态研究进展[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002. 49- 57.
- [6] 中国科学院可持续发展研究组 2002 中国可持续发展战略报告[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 13- 184
- [7] 丛日春, 等 是论城市林业在我国城市发展中的地位[J]. 北京林业大学学报, 1997, (2): 1- 10
- [8] Robert J Laverne, Geoffrey M dD Levis Tree and Building Energy Use[A]. 城市森林生态研究进展[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002. 49- 57.
- [9] 金莹杉, 合兴元, 陈韩, 等 城市公园及其植被的特征分析- 以沈阳为例[A]. 城市森林生态研究进展[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002. 151- 156
- [10] 李吉跃, 等 我国 21 世纪城市林业可持续发展战略探讨(面向 21 世纪的林业)[M]. 北京: 中国林学会, 1997. 131- 134
- [11] 王义文 中国城市林业现状及发展趋势(面向 21 世纪的林业)[M]. 北京: 中国林学会, 1997. 67- 70
- [12] 金莹杉, 合兴元, 陈韩, 等 沈阳市城区行道树的结构与功能分析[A]. 城市森林生态研究进展[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002. 130- 135
- [13] 达良俊, 杨永川 伤害城市近自然森林的恢复[A]. 城市森林生态研究进展[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002. 136- 139
- [14] Miyawaki A. Restoration of native forest[M]. Tokyo: Dainippon Tokro Press, 1999. 112- 156