

基于层次分析法的沈阳城市森林群落结构评价

刘常富, 常江, 谭莹莹

(沈阳农业大学 林学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘要: 建立沈阳城市森林群落结构的评价指标体系, 应用层次分析法来确定各项指标的权重值, 结合概率和数理统计理论对沈阳各个功能类型城市森林群落结构进行评价。结果表明: 沈阳农业大学复旦园风景游憩林、沈阳农业大学垂钓中心生态公益林、黎明宿舍住宅区附属林、沈阳市潜水泵有限公司门前道路林、青年苗圃生产林的得分分别排在各功能样地的首位, 群落结构相对较好, 在城市森林建设中具有较高的参考作用。

关键词: 城市森林; 层次分析法; 指标体系; 群落评价

中图分类号: TU 985.12⁺7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)07-0250-04

植物群落是在一定生物环境条件下由某些植物构成的总体, 具有一定的种类组成和种间的数量比例、一定的结构和外貌及一定的生物环境条件, 并执行着一定的功能^[1-3]。由于城市森林群落包括城市辐射区域内呈自然状态的天然林和次生林, 所以城市森林群落的结构与森林生态学中的群落结构类似^[4]。它是由植物种类及其在空间分布的不同决定的, 物种间的不同空间关系导致了群落结构的不同, 决定了物种的竞争势态及其空间生态位, 也决定了植物群落发展的动态, 预示着植被演替的趋势^[3]。

城市森林群落结构特征包括林冠面积、树龄分布等级、多样性等^[4-8], 其性质不但取决于其区系组成, 还取决于组成群落的物种数量和各个种的个体数量。城市森林群落结构是城市森林研究的基础, 是城市森林的重要组成部分, 决定着城市森林的效益与规划管理, 为优化城市森林的空间格局、改善景观的异质性格局具有重要的理论和现实意义。

对整个沈阳城市森林按照功能类型的不同分类, 建立群落结构评价指标体系, 分别对其进行系统的评价, 得到群落结构相对较好的样地并分析原因, 找出各功能样地最佳的群落结构模式, 为以后沈阳城市森林群落结构的构建提出建议。

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区域概况

沈阳市地处长白山余脉与辽河冲积平原的过渡地带, 位于北纬 $41^{\circ}11' \sim 42^{\circ}17'$, 东经 $122^{\circ}21' \sim 123^{\circ}48'$ 之间,

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 20 ~ 40 m。气候为暖温带季风气候区, 年均温 7.9°C , 7 月份气温最高, 平均 24.6°C , 1 月份最低, 平均 -12.0°C , $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温 3870.16°C , 无霜期平均 150 d, 年平均降水量 727.4 mm, 各季节分配不均, 主要集中在夏季, 占全年降水量的 64.4%, 冬季只占 4.6%, 年平均蒸发量为 1407.7 mm, 夏季蒸发量最高为 603.6 mm, 占全年蒸发量的 43.2%。

1.2 研究方法

利用沈阳市 2006 年的航片作参考, 对沈阳市三环内的和平区、沈河区、大东区、东陵区、皇姑区、沈北新区和浑南新区共 8 个区域 168 块的样地进行了实地每木调查。调查时按照不同功能把样地分为道路林(R)、附属林(S)、风景游憩林(L)、生产林(P)和生态公益林(E)^[9]。

利用调查数据库和地理信息系统, 建立 Arc View 以及 City green 模型的城市森林管理信息系统, 并结合 Excel 得出评价指标的数据。

1.3 评价指标的确定

1.3.1 确定评价指标的原则 评价指标的确定应遵循系统性、科学性、层次性、独立性、真实性、实用性等 6 项原则^[10]。

1.3.2 确定评价指标体系 该研究评价指标的确定是经过四轮专家咨询, 每一轮的评定, 凡评价指标有 70% 以上的专家赞成的, 均作为保留指标, 从而确定了沈阳城市森林群落结构的综合指标评价体系的框架。第 1 层指标: 沈阳城市森林群落综合评价指数(B); 第 2 层指标: 结构指数(B_1), 生态指数(B_2), 生长指数(B_3); 第 3 层指标: 基础指标 A 共 18 个指标(见图 1)。

1.4 评价指标权重的计算

在评价指标体系中, 各指标权重值的高低代表指标对评价总目标层的贡献程度, 权重值的变动将会直接引

第一作者简介: 刘常富(1971-), 男, 博士, 副教授, 现主要从事城市森林生态学及园林生态学研究。E-mail: changjiang_009@

163.com。

收稿日期: 2009-02-20

起评价对象优劣状态的改变。因此科学地确定各评价指标的权重在评价中就显得十分重要 它直接影响着评价结果的科学性和准确性。

采用层次分析法^[11-12]，由专家采用 Saaty1-9 标度法对 各层指标两两比较打分，通过软件计算得到各指标的权重向量(见表 1)。

1.5 权重向量一致性检验^[13-14]

$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n \frac{(BWB)i}{nW_i}$ (式 1), $C_R \leq 0.1$, 这里 $C = (\lambda_{max} - n)/(n - 1)$, $C_R = C / R_I$ (式 2) 权重向量一致性检验就是要求 $C \leq 0.1$, 式中: n 为矩阵阶数, B 为判断矩阵, W_i 为相对权重列向量, R_I 为随机一致性矩阵, 可查表求得。

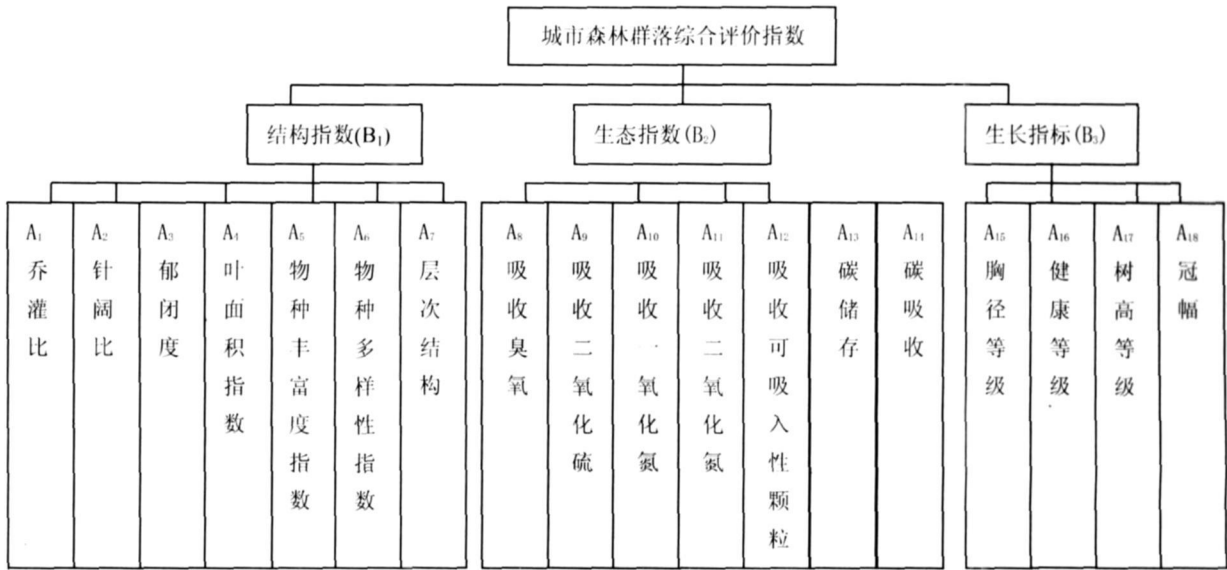


图 1 指标体系图

1.6 指标评价值的确定

通常, 传统的数量性状分级方法均为建立在经验基础上的等差分级^[15-16], 虽然简单易行, 但不能很好地反映性状取值的概率分布情况, 且难以形成统一的标准。刘孟军(1996)提出了基于数量性状分布特征的概率分级方法, 较好地反映了性状变异的中值和离散程度以及不同性状值在总体变异中的系统位置, 使得数量性状的分级有了客观和统一的标准。而弄清性状的分布则是概率分级的基础和前提^[11]。

利用 SPSS11.0 软件对所得数据进行性状间相关分析, 统计各性状最小值、最大值、平均数、标准偏差、极差、柯尔莫哥洛夫-斯米诺夫(K-S)值和正态性检验 Sig. 值。对于不符合正态分布的性状, 在分组的基础上, 进行数据标准化处理, 再进行检验。

1.7 数量性状的分级

按照刘孟军(1996)的概率分级方法进行分级, 使 5 级分级中 1~5 级出现的概率分别为 10%、20%、40%、20%和 10%, 1~5 级出现的概率分别为 10%、20%、40%、20%和 10%, 4 个分级点分别为 $(X - 1.2818S)$ 、 $(X - 0.5246S)$ 、 $(X + 0.5246S)$ 和 $(X + 1.2818S)$ 。依据级别分别赋予每块样地相对应的指标评价价值^[17]。

1.8 各级评价指标的计算

各级评价指数采用多指标综合评分法进行定量计算, 然后依据各级及综合指数的大小进行评价。综合加权评价数学模型:

$$A = \sum_{i=1}^n w_i B_i \times 100\%$$
 (式 3),

式中, w_i 为 i 准则层相对于目标层的权重值, B_i 为各指标评价值。

2 结果与分析

2.1 评价指标权重值及一致性检验

经过计算与不断调整最终获得的各层指标权重值及一致性检验结果(见表 1)。

2.2 样地指标性状的分布

在对调查的 168 块样地的 18 个指标进行阿尔莫哥洛夫-斯米诺夫(K-S)的正分布检验, 结果表明: 物种丰富度指数、物种多样性指数、郁闭度、叶面积、胸径等级、健康等级、树高等级、平均冠幅、吸收 O_3 、吸收 SO_2 、吸收 NO_2 、吸收 NO 、吸收可吸入性颗粒、碳存储、碳吸收 15 个性状达到 0.01 的显著水平; 而灌乔比、针阔比、层次结构不符合正态分布, 经检验, 这 3 个性状符合 X^2 分布, 达到 0.01 显著水平, 符合概率分级的方法。

表 1 各层评价指标的权重及一致性检验

基础评价指标	B_1	B_2	B_3	组合权重向量
	W_{1i}	W_{2i}	W_{3i}	
	0.1220	0.5584	0.3196	
乔灌比	0.0883			0.0108
针阔比	0.1077			0.0131
郁闭度	0.0594			0.0072
叶面积指数	0.0645			0.0079
物种丰富度指数	0.24			0.0293
物种多样性指数	0.2926			0.0357
层次结构	0.1474			0.018
吸收臭氧		0.1040		0.0581
吸收二氧化硫		0.0833		0.0465
吸收二氧化氮		0.0574		0.0321
吸收一氧化氮		0.1598		0.0893
吸收可吸入性颗粒		0.0511		0.0286
碳存储		0.3068		0.1713
碳吸收		0.2375		0.1326
胸径等级			0.2458	0.0786
健康等级			0.4258	0.1361
树高等级			0.1360	0.0435
冠幅			0.1924	0.0615
三大效益评价指数对总评价指数的权重向量一致性检验	$A_1 \sim A_5$ 对结构指数的权重向量一致性检验	$A_6 \sim A_{12}$ 对生态指数的权重向量一致性检验	$A_{13} \sim A_{16}$ 对生长指数的权重向量一致性检验	
$C_I=0.0176$	$C_I=0.0751$	$C_I=0.0708$	$C_I=0.0805$	
$C_R=0.0303$	$C_R=0.057$	$C_R=0.059$	$C_R=0.0894$	

2.3 样地群落结构的综合评价

在风景游憩林(L)样地中,排名在前3位的样地分别为L001(沈阳农业大学复旦园)4.55分,L016(黎明公园)4.39分,L037(万泉公园)4.01分。对风景游憩林样地的综合分析可以得到:样地为经过良好保护具有一定历史年限的森林类型,群落结构人为干扰较小。物种丰富度指数6.28,多样性指数0.9,灌乔比0.37,针阔比0.98,树种搭配比较均匀,平均树高为7.74 m,平均胸径为0.16 m,平均冠幅为5.44 m,其植物群落构建模式为乔-灌-草结合的垂直层次结构。

在生态公益林(E)样地中,排名在前3位的样地分别为E006(沈阳农业大学垂钓中心山上公益林)4.23分,E001(沈阳农业大学实验主楼前)4.09分,E035(沈苏西路军河边生态公益林)3.83分。对生态公益林的综合分析可以得到:群落结构人为干扰较小,灌木的数量和种类少,物种的丰富度指数为2.66,物种多样性指数为0.83,灌乔比0,针阔比为0.06,树种搭配不好,平均树高为8.19 m,平均胸径为0.24 m,平均冠幅为5.14 m,其植物群落构建模式为乔-乔-乔-草结合的垂直层次结构。

在附属林(S)样地中,排名在前3位的样地分别为S012(黎明宿舍住宅区附属林)4.0分,S022(百鸟公园)3.98分,S020(606研究所前附属林)3.83分。对附属林的综合分析可以得到:群落结构人为干扰较小,物种的丰富度指数为1.86,物种多样性指数为0.75,灌乔比0.27,

针阔比为0.23,树种搭配比较均匀,平均树高为8.36 m,平均胸径为0.16 m,平均冠幅为5.44 m,其植物群落构建模式为乔-灌-草结合的垂直层次结构。

在道路林(R)样地中,排名在前3位的样地分别为R005(沈阳市潜水泵有限公司门前道路林)4.16分,R017(大东前进杂技团道路林)4.08分,R033(泉园小区道路林)3.93分。对道路林的综合分析可以得到:物种的丰富度指数为1.25,物种多样性指数为0.77,灌乔比(0.65)、针阔比(0.54)较高,但树种的搭配不好,平均树高为7.74 m,平均胸径为0.36 m,平均冠幅为4.86 m,植物群落构建模式为乔-草-灌-草结合的垂直层次结构。

在生产林(P)样地中,排名在前3位的样地分别为P003(青年苗圃生产林)4.27分,P002(青年苗圃)3.89分,P007(梨园生产林)3.68分。对生产林的综合分析可以得到:生产经营林多数为纯林结构,物种的丰富度指数、物种多样性指数、灌乔比、针阔比都为0,平均树高为(3.31 m)、平均胸径(0.08 m)、平均冠幅为(2.54 m)指标值不是很大,但可以达到最佳的经营效果,植物群落构建模式为乔-草-灌-草结合的垂直层次结构。

3 讨论

通过对沈阳城市森林各功能类型的样地的群落结构评价指标的分析,获得了不同功能类型的样地其群落结构也存在很大的差异。目前沈阳城市森林的建设蓬勃发展,然而设计者往往更多地强调群落的景观功能,追求视觉效果,而忽略了其生态功能,更谈不上针对城市不同功能区域对绿地特殊功能的需求来构建相应的植物群落。因此,在构建不同功能样地的群落结构时应符合其自身生态功能。

3.1 风景游憩林群落结构模式

风景游憩林主要以为人们提供风景游憩功能为主体,兼有其他方面功能的森林,或以提供某方面特殊功能(如水土保持)为主体,但以风景游憩为主要表现功能的森林。要求群落结构有较丰富的层次、生活型结构与季相变化,乔-灌-草相结合的模式。这种模式可最大程度地提高叶面积指数、相对高度、覆盖度、丰富度、多样性及空间绿量,从而发挥最大生态服务功能及良好景观功能,最有利于植物群落的稳定性,同时景观层次丰富,季相变化明显。

3.2 生态公益林群落结构模式

生态公益林其生态功能目标主要是:通过形成森林环境改善小气候环境,吸收污染物质,提高环境质量以及通过污染物质的隔离防护保持道路附近地带的生态环境质量等。因此,要形成良好的小气候,可以采用乔-灌-草相结合的模式,也可以高密度的高大单一乔林或复合乔林,选择的树种以速生、常绿为主。

3.3 附属林群落结构模式

附属林的主要功能目标是: 为城市居民提供最基本的休闲娱乐空间, 以改善居住、办公等环境质量为主要功能。可以采用乔灌草相结合的模式, 还可以采用花灌木-草坪的模式, 这种模式可应用在人口比较密集的居住区的街心花园或小游园, 形成半封闭的小空间, 可进入性较好。强调人性的空间, 铺装中可设置一些花架、座椅、亭廊等满足游憩需要, 空间以灵活多样、幽静舒适为特色。

3.4 道路林群落结构模式

道路林的主要形成道观观赏面为目标, 并且能吸收有害气体, 提高环境质量。道路林可以采用乔-灌-草相结合的模式, 或是复合乔林的模式, 选择的树种以抗性高、速生的树种, 这样可以快速的形成景观, 而且, 复合乔林可以减少病虫害的发生和传播。

3.5 生产经营林的群落结构模式

生产经营林的主要功能是合理化的使用土地已达到最大化的生产, 目前沈阳的生产经营林主要分为苗圃林和果园, 因此可采用的群落结构模式可以为乔-草、灌-草模式。

参考文献

[1] 王伯荪. 植物群落学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1987.
[2] 朱忠保. 森林生态学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.
[3] 惠刚盈, 克劳斯·冯佳多. 森林结构分析量化分析方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2003.
[4] Sanders R A. Some determinants of urban forest structure[J]. Urban

Ecology, 1984(8): 13-27.
[5] Rowntree R A. Forest canopy cover and land use in four eastern United States cities[J]. Urban Ecology, 1984 8: 55-67.
[6] Nowak D J. Urban forest structure: The state of Chicago's urban forest. Northeastern Forest Experiment Station, General Technical Report NE-18 [M]. DC: USDA, 1994: 3-18.
[7] NOWAK D J. Atmospheric carbon dioxide reduction by Chicago's urban forest. Northeastern Forest Experiment Station, General Technical Report NE-18[M]. DC: USDA, 1994: 95-114.
[8] DORNEYJ R, Guntenspergen J R, STEARNS F. Composition and structure of an urban woody plant community[J]. Urban Ecology, 1984(8): 69-90.
[9] 何兴元, 刘常富. 城市森林分类探讨[J]. 生态学杂志, 2003 22(5): 146-149.
[10] 黄娟. 上海地区三种特殊类型绿地综合评价体系的研究[D]. 华东师范大学, 2006.
[11] 赵焕臣, 许树柏. 层次分析法——一种简易的新决策方法[M]. 北京: 科学出版社, 1986.
[12] 郭斌关. AHP 排序权向量及比例标度的讨论[J]. 中南林学院学报 1988(1): 80.
[13] 林齐宁. 决策分析[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2003.
[14] 李玉林, 毛春芳, 王得刚, 等. 应用模糊数学原理对小流域生态经济系统评价[J]. 水土保持科技情报, 2002(1): 43-45.
[15] 蒲富慎. 果树种质资源描述符—记载项目及评价标准[M]. 北京: 农业出版社, 1990: 208-212.
[16] 景士西, 李宝江. 山楂种质资源性状描述系统的研究[J]. 园艺学报 1990, 17(2): 81-88.
[17] 刘孟军. 枣树数量性状的概率分级研究[J]. 园艺学报, 1996 23(2): 105-109.

Community Structure Evaluation of Shenyang's Urban Forest by AHP

LIU Chang-fu, CHANG Jiang, TAN Ying-ying

(Forestry College of Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China)

Abstract: This paper aimed to set up an evaluation system for forest community structure in shenyang. Analysis hierarchy process was applied to find the weight value of each evaluation, then according to the probability and mathematical statistics theory, the community structure of each type of urban forest in shenyang was evaluated. The result indicated the community structure of fudanyuan in shenyang agricultural university was relatively good in landscape and relaxation forest and the chuidiaozhongxin of shenyang agricultural university in ecological and public welfare forest, liming residence area in subordinated forest, the road in front of shenyang submersible pump company in road forest, qingnian nursery garden in production and management forest.

Key words: Urban forest; Analysis hierarchy process (AHP); Evaluation system; Community evaluation