

文章编号:1001-1498(2005)04-0398-08

# 绍兴市城市森林人工群落配置模式研究

史久西<sup>1</sup>, 王小明<sup>1</sup>, 阙国宁<sup>1</sup>, 陈秀龙<sup>2</sup>, 沈吾山<sup>3</sup>, 黄岳夫<sup>3</sup>

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400;

2. 浙江省绍兴市林业局, 浙江 绍兴 312003;

3. 浙江省绍兴市农业科学研究所, 浙江 绍兴 312003)

**摘要:**以城市森林三维绿量和平均健康度为核心构建城市森林群落评价指标体系,对浙江省绍兴市现有城市森林栽培群落进行质量和效益评价,选出作为地方植物群落配置的基本模式14个;基于树木生态、生物学特性基本决定群落组成的一般认识,按树种相同或特性相近原则,对基本配置模式进行多样化扩展,提出以绍兴市为代表的不同类型城市森林人工群落配置模式。

**关键词:**城市森林;人工植物群落;植物配置;群落评价;浙江绍兴

**中图分类号:**S731.2 **文献标识码:**A

## Study on Urban Forest Community Models of Shaoxing City

SHI Jiuxi<sup>1</sup>, WANG Xiaoming<sup>1</sup>, QUE Guoning<sup>1</sup>, CHEN Xiulong<sup>2</sup>, SHEN Wushan<sup>3</sup>, HUANG Yuefu<sup>3</sup>

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Forestry Bureau of Shaoxing City, Zhejiang Province, Shaoxing 312003, Zhejiang, China;

3. Shaoxing Agriculture Research Institute, Zhejiang Province, Shaoxing 312003, Zhejiang, China)

**Abstract:** This paper dealt with the evaluation on the quality and benefit of the existing urban forest communities of Shaoxing City, Zhejiang Province, based on established indicator framework focusing on city forest three-dimension biomass and mean healthy level, 14 main models assembled with local phytobiocenose were selected, which have been extended in diversity according to the assemble principle of same species, or similar species with similar characteristics, on the basis of knowledge that the communities structure is fixed by ecological and biological characteristics of the trees. As a result of that, the different urban forest community models, suited in different land type, has been identified in typical city like Shaoxing city.

**Key words:** city forest; culture community; plant assemble; community evaluation; Shaoxing of Zhejiang Province

城市森林人工植物群落的优化配置是一个复杂的技术问题,目前的研究主要集中在宏观原则、定性描述和经验模式应用诸方面<sup>[1~4]</sup>,有关理论(如生态位、生物多样性、群落演替等)与生产实践还不能很好地结合,模式配置的明确步骤和定量检验还相对缺乏。以现有森林群落的评价选优为基础,按适生树种相同或其特性相近原则进行配置模式的多样化扩展,为特定地域的城市森林群落配置提供一套具有定量基础的可

操作方案,还是一种新尝试,对于促进城市森林群落配置的理论研究和地域生态环境建设均具有一定的探索意义。

## 1 研究地概况

绍兴市位于浙江省中北部,钱塘江南岸,29°13'36"~30°16'27" N,119°53'02"~121°13'18" E。该市地处亚热带季风区,四季分明,气候湿润,年平均气温16.4

收稿日期:2004-08-09

基金项目:2001年1月至2004年6月国家科技攻关重大专项子项“中国森林生态网络系统建设绍兴点的研究”

作者简介:史久西(1963—),男,浙江象山人,高级工程师。

极端最低气温 - 13.4℃, 极端最高气温在 40℃ 以上。年平均日照近 2 000 h, 无霜期 240 d 左右, 年平均降水量 1 400 mm 左右。土壤类型属浙中北部水网平原的水稻土, pH 值 6.5 ~ 7.5, 适合各类农作物和树木生长。

## 2 研究方法

### 2.1 城市森林群落调查

2.1.1 踏查 踏查以摸清绍兴市绿地类型和植物群落类型为目的, 记录绿地类型、群落类型、群落的树种组成和生长健康状况等项目。本期踏查共涉及绿地类型 18 个, 群落类型 32 个, 包括各类道路绿带、河道水际绿地, 公共绿地、市区山地(塔山、府山和戴山)和市郊林地及其森林群落, 基本覆盖了绍兴市区现有的绿地类型和森林群落类型。

2.1.2 样地调查 在踏查的基础上选样进行详细调查。样地的选择标准为: 占据一定的面积、具群落特征、代表性强; 总体上均匀分布于道路、水际、山体等各绿地类型; 样地大小为 400 m<sup>2</sup>, 总数 16 个。

样地调查分每木调查和群落调查两部份。每木调查记录树种、数量、年龄、树高、胸径、冠幅、所居层次、树冠水平投影重叠、健康状况、经营强度等项目。其中健康状况和经营强度采用分级评分法评定。健康状况根据叶色变化、枯枝量和树木整体长势分为 4 级: 1——健康; 2——较健康; 3——不健康或濒临死亡; 4——死亡。经营强度分 3 级: 1——树木自然生长, 免维护; 2——修剪、捆扎等少量维护; 3——修剪造型、风障越冬等需经常性强度维护。

群落效益调查包括郁闭度、CO<sub>2</sub> 吸收率和光照强度林内外对照、吸污能力、滞尘能力、减噪能力、杀菌能力、服务半径、日游人量、景观优美度、娱乐教育价值等, 其中景观优美度、娱乐教育价值为分级评分项目。

调查表记录的同时, 在方格纸上绘制树冠水平投影图, 以供群落水平结构和邻体干扰等情况的分析。

### 2.2 地带性植被调查

选市区邻近山地(会稽山、兰亭国家森林公园)的次生林进行地带性植被调查, 主要调查项目为群落类型、树种组成等。

### 2.3 样地调查数据统计计算

指标权重以研究参考和专家咨询相结合确定, 鉴于以三维绿量或健康状况单一指标作为群落效益

和质量评价的主张<sup>[5-7]</sup>, 在评价指标体系中, 对这两项指标赋予最高权重, 见表 1。

表 1 评价指标及权重

一级指标	权重	二级指标	权重
结构指标	30	郁闭度	5
		层数	6
		物种丰富度	7
		树冠投影重叠总面积	6
		常绿落叶比	6
生长、健康指标	26	胸径年生长	5
		树高年生长	5
		平均健康度	16
效益指标	40	三维绿量	15
		吸收 CO <sub>2</sub> 能力	4
		遮光率	3
		净化环境能力	4
		景观优美度	8
		服务半径	2
		知识性	2
日游人量	2		
经济指标	4	人工经营强度	4
	100		100

## 3 结果与分析

### 3.1 绍兴市自然植被类型

本期(会稽山度假区、兰亭国家森林公园)和先期(柯岩风景区、柯桥镇附近山地)两期次生林调查结果显示: 绍兴市近郊地区的自然植被以常绿阔叶林为主, 但由于人类的长期活动, 使自然植被除常绿阔叶林外, 还有针叶林、针阔叶混交林、常绿、落叶阔叶混交林、落叶阔叶林、沼泽及水生植被等类型。

3.1.1 针叶林 以马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.) 林为主, 林下为常绿灌木, 白栎(*Quercus fabri* Hance)、短柄栎(*Q. glandulifera* Bl. var. *brevipetiolata* (DC.) Nakai) 等小落叶阔叶树。

3.1.2 常绿阔叶林 以青冈属(*Cyclobalanopsis* Derst.)、栲属(*Castanopsis* Spach)、石栎属(*Lithocarpus* Bl.)、红楠(*Machilus thumbergii* Sieb. Et Zucc.)、紫楠(*Phoebe shearei* (Hemsl.) Gamble) 以及木荷(*Schima superba* Gardn. et Champ.) 等种类组成的常绿阔叶林为主, 其中以苦槠(*Castanopsis sclerophylla* (Lindl.) Schott)、甜槠(*C. eyrei* (Champ.) Tutch.)、青冈栎(*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst.)、木荷林为最多, 是地带性植被的典型类型。

3.1.3 常绿、落叶阔叶混交林 其常绿树种以青冈栎、木荷、苦槠、甜槠、红楠、杜英(*Elaeocarpus decipiens* Hemsl.) 等为主; 落叶树种以壳斗科(Fagaceae) 的落

叶栎类及枫香 (*Liquidambar formosana* Hance) 等为主。

3.1.4 落叶阔叶林 主要为次生林,组成树种以落叶栎类如槲栎 (*Quercus aliena* Bl.)、白栎、麻栎 (*Quercus acutissima* Carr.)、栓皮栎 (*Q. variabilis* Blume.)、短柄 茅栗 (*Castanea sequinii* Dode)、化香 (*Platycarya strobilacea* Sieb. et Zucc.) 及枫香等为主。

3.1.5 针阔叶混交林 也是一种次生林,多数原为针叶林,以后逐渐发生阔叶树种,是针叶林向阔叶林过渡的阶段,主要为马尾松和前述常见的阔叶树种形成的林子。

3.1.6 竹林 以毛竹 (*Phyllostachys edulis* (Carr.) H. de Lehai) 林为主。

3.1.7 灌草丛 其中灌木多为白栎与短柄 的小树及桤属 (*Eurya* Thunb.) 植物、胡枝子 (*Lespedeza bicolor* Turcz.)、木 (*Loropetalum chinense* (R. Br) Oliv.)、杜鹃 (*Rhododendron simsii* Planch.)、桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk.) 等,草本多为芒 (*Miscanthus sinensis* Anderss)、白茅 (*Imperata cylindrica* Beauv)、芒萁 (*Dicranopteris linearis* (NL. Burm) Underw)、野枯草 (*Arudinella hirta* Tanaka) 等。

3.1.8 沼泽和水生植被 沼泽植被主要有灯心草 (*Juncus effusus* L.)、芦苇 (*Phragmites communis* Trin)、茭白 (*Zizania latifolia* (Griseb.) Stapf)、水筛 (*Blyxa*

*Japonica* Maxim.) 等;水生植被主要有金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum* Linn.)、黑藻 (*Hydrilla verticillata* (Linn. F.) Royle)、眼子菜 (*Potamogeton pectinatus* L.)、槐叶萍 (*Satvinia natans* (L.) All)、菱 (*Trapa bispinosa* Roxb.)、荷 (*Nelumbo nucifera* Gaertn)、凤眼莲 (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) 等。

### 3.2 绍兴市区主要绿地类型

绍兴市区的绿地除具有一般城市绿地类型外,还有丰富的水际绿地类型;街道、园路沿河铺设常形成两侧不对称绿带,新旧道路及绿带的并存,使道路绿地类型大大增加;市区内山体少且小,生长的植被留下了强烈人为干扰的印记。根据调查,可将绍兴市的城市绿地分成河湖水际绿地(小类:水陆过渡带;堤岸;沼泽湿地;水体(包括河、湖),对植物配植而言,以水流速度不大的湖泊为主。)、道路绿化带(小类:超宽绿带,20 m 以上;宽绿带,约 10~20 m;中宽绿带,约 4~9 m;窄绿带,约 1~3 m;非对称型绿带;改造拓宽型绿带。)、块状绿地(小类:街头小游园;居民小区;公园;城市广场;城郊林地。)和山体绿地(小类:天然、半天然林地;天然、人工混合林地;人工林地)4 种类型。

### 3.3 群落样地调查结果

样地调查计算、排序结果见表 2。

表 2 调查群落指标分值计算、排序结果

群落号	三维绿量	平均健康度	郁闭度	CO <sub>2</sub> 吸收率	日游人量	净化环境效益	景观优美度	教育价值	服务半径	遮光率	物种丰富度	常绿落叶比	层数	免经营程度	胸径年生	树高年生	树冠投影重叠	总分
7	15.00	11.84	5.00	0.80	0.50	4.00	3.28	2.00	2.00	3.00	2.87	4.98	6.00	4.00	1.00	1.55	6.00	73.82
14	9.15	11.68	4.75	1.96	0.30	3.76	8.00	1.22	1.52	2.61	4.55	2.40	3.60	2.28	3.85	4.20	3.06	68.89
13	5.85	8.80	5.00	2.80	0.60	4.00	6.08	1.52	1.52	2.37	7.00	2.82	4.80	3.44	3.40	2.30	1.62	63.92
3	3.90	10.24	4.45	3.36	0.16	3.76	3.28	2.00	0.82	2.82	6.58	4.20	4.80	3.90	3.30	2.25	2.10	61.92
5	3.65	11.48	3.95	0.79	0.20	2.35	6.12	1.53	2.00	1.72	3.29	6.00	3.60	1.78	1.44	2.23	1.42	60.88
12	5.10	12.80	2.65	4.00	0.80	2.72	6.08	2.00	1.52	1.08	1.68	1.98	3.60	4.00	5.00	4.20	0.90	60.11
11	0.75	12.64	4.20	1.20	0.80	3.76	8.00	2.00	1.52	2.79	4.97	1.98	3.60	1.86	0.65	3.00	0.36	54.08
6	1.20	14.08	3.15	0.00	0.50	3.52	6.08	1.52	2.00	2.04	4.13	1.38	3.60	4.00	0.95	5.00	0.48	53.63
16	0.45	12.80	4.20	1.60	0.02	3.28	8.00	1.52	1.52	1.32	3.71	2.52	3.60	3.40	2.40	1.90	0.18	52.42
4	2.55	8.48	3.15	3.36	0.16	3.52	6.08	1.52	0.82	2.40	3.71	1.62	3.60	3.90	3.10	1.60	0.90	50.47
1	0.90	11.52	3.95	0.80	0.20	2.36	6.08	1.52	2.00	1.71	3.29	6.00	3.60	1.78	1.45	2.25	0.78	50.19
8	0.60	14.40	2.10	0.80	2.00	2.36	8.00	2.00	2.00	1.89	3.29	0.60	3.60	2.32	0.55	2.40	0.06	48.97
15	1.05	13.92	2.65	1.60	0.06	3.76	6.08	0.82	1.52	1.62	3.71	1.62	3.60	2.34	2.45	1.85	0.30	48.95
10	1.20	16.00	2.10	1.20	0.10	2.36	6.08	1.52	1.52	1.11	1.26	0.00	3.60	4.00	1.85	2.05	0.06	46.01
2	0.90	9.28	2.10	0.80	0.20	1.64	6.08	1.52	2.00	1.98	2.03	1.38	2.40	4.00	1.50	1.00	0.24	39.05
9	3.45	12.16	2.10	1.60	0.10	2.36	3.28	1.52	1.52	1.02	1.26	0.00	2.40	3.80	1.35	1.00	0.12	39.04

注:表中指标数值为算术均值经无量纲标准化后与相应权重之积,其中,三维绿量仅指树冠部分,采用几何体模拟法计算<sup>[5]</sup>;群落平均健康和平均免经营程度以绿量为比例因子计算。

由表3可见,7号、14号群落总得分最高,其中7号群落位于府山,是以构树和香樟为建群种的半天然次生林群落,14号位于沈园入口,是以香樟和柳树为建群种的高龄复层群落。两群落具有较大的绿量优势,在其它指标上也保持在中上水平,故评价分值高;9号、2号群落总分最低,两者都以落叶阔叶树为主要建群种,在三维绿量、物种丰富度、树冠投影重叠等方面表现较差,预计这些不足将随着群落年龄的增大得到弥补。

参照文献[8]的建议,将生长指数达到60分以上的树种归为地域骨干树种。如果以7号半天然次生林的总体质量和效益作为人工群落优化的目标,那么这些群落(除2号、9号外)均已达到了60分以上(以10号低分群落计, $46.01/73.82 \times 100 = 62.33$ ),因此作者认为这些人工群落已具备较高的质量和效益,可作为基本模式直接应用。基本模式共涉及乔木树种76种,亚乔木和灌木140余种,这

些树种为亚热带地区常见的园林绿化树种,在本地生长良好,可作为骨干树种。

通过群落树种在方格纸上水平投影的观察分析,可见调查群落的种植方式主要有列植、团状种植和自然式散植3类,相应的种群水平分布(以样地大小为尺度)有带状分布、团块状分布、均匀分布、偏向一侧或一角的非均匀分布及其组合分布。将绿带和团块看作一个绿化单元,在样地范围内成均匀分布,其效果与单树的均匀分布相似。如果将表2从中间分开,则前半部群落多为均匀分布,后半部多为各种形式的非均匀分布。似乎可见,群落均匀分布时,表现出一定优势。

## 4 群落配置建议

### 4.1 基本模式

建议将上述前14个调查群落作为群落配置基本模式,群落属性描述见表3。

表3 基本模式群落树种组成、种植方式及应用

样地号	群落名称	组成、结构和分布状况	主要树种配比	样地位置	应用扩展
7	构树+香樟-小蜡群落	伴生种少,仅有檫树、女贞、杉木、棕榈等偶见种。	构树33,香樟29,檫树17,杉木13,女贞4,棕榈4	府山	山地半天然次生群落模式
14	香樟-柳树-花灌木群落	花灌木种类有桂花、茶花、迎春、红枫、火棘、杜鹃等,多列植,各树种成均匀分布。	香樟28,柳树33,桂花17,茶花22	沈园入口	沿河街道群落配置模式
13	构树-含笑+桂花群落	山地半天然次生林与人工景观林的结合形式。其中天然林部分由构、榆、檀、乌桕等组成,多落叶;人工林部分有含笑、广玉兰、桂花、女贞等树种,增加了常绿成分。	构树37,玉兰、含笑18,桂花27,榆树、黄檀6,小蜡、女贞6,乌桕6,	塔山	山地半天然次生林+人工景观林模式,常绿落叶混交模式。
3	广玉兰-柏树群落	复层,绿篱+自然种散植,均匀分布。第1层树种为:广玉兰、柏木等;第2层:夹竹桃、桂花、石榴等;第3层:龙柏、小蜡等;第4层:火棘、桧柏、黄杨等;第5层:草本地被。	广玉兰22,柏木24,桂花17,紫藤17,石榴10,火棘10	望花北六居民小区	针阔混交模式,居民区绿地配植模式。
5	竹-草模式,	上层为哺鸡竹、金镶玉竹,下层有八角金盘、麦冬等,自然式种植,均匀分布。	金镶玉竹62,哺鸡竹38	戴山园	以竹类植物为建群种的群落配置模式
12	柳树-樱花+桂花+茶花群落	柳树、樱花近河岸列植,桂花和茶花于内侧散植,各树种成带状分布。	柳树24,日本樱花40,茶花26,桂花10	百花园	柳树-观花植物配置模式,水际花园配置模式。
11	桂花-花灌木群落	桂花和茶花作自然式散植,均匀分布,下层多花灌木多模纹式种植物,或与景石小品配植,有栀子花、六月雪、十大功劳、月季、金丝桃、金银花、南天竺等。	桂花13,茶花4,其它花灌木83	百花园	观花植物群落配置模式
6	香樟-马褂木群落	上层列植,带状分布,下层桂花、瑞香、南天竺、金丝桃、八角金盘等自然或块状种植,团块状均匀分布。	香樟28,马褂木18,桂花24,瑞香18,柳树12	西园	具穿越式边缘的道路绿化模式。

续表3

样地号	群落名称	组成、结构和分布状况	主要树种配比	样地位置	应用扩展
16	女贞-梅花+腊梅群落	本样处于缓坡山地,以梅花、腊梅为主的冬景园。其中基调树种(梅花和腊梅)成片状种植,常绿树种女贞主要用作衬托,自然式疏种植,其它伴生种棕榈、珊瑚、匍地柏、金叶女贞、南天竺等列植或块状种植,团块状非均匀分布。	女贞 17,梅花 32,蜡梅 27,棕榈 8,金叶女贞 16	会稽山度假区	专题花园配置模式。
4	柳树-迎春,广玉兰+腊梅混合群落	在道路河岸侧列植柳树和迎春,另侧种植广玉兰(列植)、腊梅、红花继木等,各树种成带状分布。这种形式直观上是由两种群落组成,在道路和绿带不大的情况下,作为一种混合群落来处理,整体性更好些。	柳树 17,迎春 17,广玉兰 35,腊梅 7,珊瑚 17,海桐 7	罗门幼儿园	水际道路群落配置模式
1	湿地松-花灌木群落	松为自然式种植,均匀分布,花灌木包括金叶女贞、小蜡、紫叶小檠、杜鹃、红枫等多作修剪造型,丛植或点植,团块状均匀分布。	湿地松 38,枫香 10,金叶女贞 21,紫叶小檠 15,小蜡 13,红枫 3	稽山园	以松树为建群种的群落配置模式、水际植物景观配置模式。
8	香樟-枫香+银杏群落	上层与亚乔木层(桂花、红枫、八角等)列植或自然式疏植,非均匀分布,下层茶梅、杜鹃等模纹式种植,团块状非均匀分布。	香樟 19,枫香 13,银杏 13,桂花 30,红枫 25	城市广场	常绿落叶混交模式,疏林草地和缀花草坪植物群落配置模式。
15	水杉-广玉兰-紫玉兰群落	共建种还有枫香、桂花,下层为海棠、海桐、蜡梅、火棘等,全部自然式种植,带状分布。	水杉 37,广玉兰 17,桂花 19,枫香 12,紫玉兰 5,海棠、蜡梅 10	会稽山度假区	以水杉为建群种的群落配置模式,水陆过渡区植物群落配置模式
10	枫香+杨树-杜英群落	散、丛植,乔草结构,带状分布,地被为马尼拉。	枫香 51,杨树 28,杜英 21	平水东江	落叶阔叶林配植模式

注:表中所涉植物名称:构树(*Broussonetia papyrifera* (L.) L'Herit. ex Vent)、香樟(*Cinnamomum camphora* (L.) Presl)、小蜡(*Ligustrum sinense* Lour.)、女贞(*L. lucidum* Ait.)、金叶女贞(*L. lucidum* cv. *vicaryi*)、檫树(*Sassafras tsumu* (Hemsl.) Hemsl.)、杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)、棕榈(*Trachycarpus fortunei* (Hook. f.) H. Wendl.)、柳树(*Salix babylonica* Linn.)、桂花(*Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour.)、茶花(*Camellia sinensis* (L.) O. Ktze.)、茶梅(*C. sasanqua* Thunb.)、迎春(*Jasminum nudiflorum* Lindl.)、红枫(*Acer palmatum* cv. *Atropuceum*)、火棘(*Pyracantha fortuneana* (Maxim.) Li)、含笑(*Michelia figo* (Lour.) Spreng.)、广玉兰(*Magnolia grandiflora* L.)、榆(*Ulmus pumila* L.)、檀(*Dalbergia hupeana* Hance)、乌桕(*Sapium sebiferum* (Linn.) Roxb.)、柏木(*Cupressus funebris* Endl.)、夹竹桃(*Nerium indicum* Mill.)、石榴(*Psidium guajava* Linn.)、龙柏(*Sabina chinensis* (Linn.) Ant. cv. *Kaizuka*)、桧柏(*Chamaecyparis formosensis* Matsum)、黄杨(*Buxus sinica* (Rehd. et Wils.) Cheng ex M. Cheng)、乌哺鸡竹(*Phyllostachys vivax* McCl.)、金镶玉竹(*P. aureosulcata* f. *spectabilis* C. D. Chu et C. S. Chao)、樱花(*Prunus serrulata* Lindl.)、栀子花(*Gardenia jasminoides* Ellis)、六月雪(*Serissa foetida* (L. f.) Comm.)、十大功劳(*Mahonia fortunei* (Lindl.) Fedde)、月季(*Rosa chinensis* Jacq.)、金丝桃(*Hypericum monogynum* L.)、金银花(*Lonicera japonica* Thunb.)、南天竺(*Nandina domestica* Thunb.)、马褂木(*Liriodendron chinense* Sarg.)、瑞香(*Daphne odora* Thunb.)、八角金盘(*Fatsia japonica* Decne. et planch)、梅花(*Prunus mume* Sieb. et Zucc.)、腊梅(*Chimonanthus praecox* (L.) Link.)、珊瑚(*Viburnum odoratissimum* Ker Gawl.)、匍地柏(*Sabina chinensis* (L.) Ant. cv. *kaizuka procumbens*)、湿地松(*Pinus elliottii* Engelm.)、紫叶小檠(*Berberis thunbergii* DC.)、银杏(*Ginkgo biloba* L.)、八角(*Llex cornuta* Lindl.)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng)、紫玉兰(*Magnolia liliflora* Desr.)、海棠(*Malus spectabilis* (Ait.) Borkh.)、海桐(*Pittosporum tobira* (Thunb.) Ait.)、杨树(*Populus canadensis* Moench.)、马尼拉(*Zoysia matrella* Merr.)、麦冬(*Liriope spicata* (Thunb.) Lour.)、红花继木(*Loropetalum chinense* (R. Br) Oliv. var. *rubrum* Yieh)。

## 4.2 扩展模式

基于树木生态、生物学特性基本决定群落组成的一般认识,对群落配置模式进行多样化扩展,以满足城市森林建设实践对植物群落多样性的要求。

4.2.1 模式树种确定 将14个基本模式中所涉的树种以及基本模式中未出现而在群落踏查中发现的

健康森林的主要组成树种,视为当地适生树种<sup>[8]</sup>,作为基本的模式树种;将地带性天然植被主要组成树种,作为近自然林的模式树种。

4.2.2 群落模式选择 将14个基本群落以及部分踏查群落、自然植被群落类型作为扩展群落模式。

4.2.3 扩展原则 分析混交林经营中有关伴生树

种的选择思想<sup>[9]</sup>,可以预计有相似生态、生物学特性的伴生树种在人工群落中将具有相似的表现和作用。鉴此,按树种相同或特性相近替换原则,进行群落扩展。在城市森林群落配置应用中,特性相近尚包括景观特性之内容,具体如下:1)生态习性相近,如对土壤、小气候的要求相近、耐水湿性相近、耐荫性相近等;2)形态相近,如树高相近、冠型、冠幅相近、根系分布相近等;3)物候特性相近,如落叶性、季相指数相近,花期、果期相近;4)景观效果相近。

4.2.4 扩展模式 按上述步骤和原则操作,建议扩展:1)河湖水际植物群落配置扩展模式 16个;2)城市森林植物群落配置扩展模式 18个;3)近自然森林群落配置模式 10个(限于篇幅,详表略去)。

### 4.3 植物配置模式在各地类中的应用

#### 4.3.1 河湖水际植物群落配置模式

##### 4.3.1.1 以柳树为建群种的群落配置模式

·单群落:如柳树-迎春群落;柳树-碧桃(*Amygdalus persia* L.)群落;柳树-樱花群落等。

·混合群落:如柳树-迎春加含笑-红枫群落;柳树-迎春加玉兰-腊梅群落等。

4.3.1.2 以竹类植物为建群种的群落配置模式:如刚竹属植物-石蒜(*Lycoris radiata* (L'Her.) Herb.)、毛茛(*Ranunculus japonicus* Thunb.)群落。

4.3.1.3 以针叶树为建群种的湿地森林群落配置模式

·湿生群落:如落羽杉(*Taxodium distichum* (Linn.) Rich.)、墨西哥落羽杉(*T. mucronatum* Tenore)-水杉-花灌木群落;湿地松-花灌木群落等。

·沼生群落:如池杉(*T. ascendens* Brongn.)-水松(*Glyptostrobus pensilis* (Staunt.) Koch)-枫杨(*Pterocarya stenoptera* C. DC)群落。

4.3.1.4 以其它阔叶树种为建群种的群落配置模式

乔木层:枫香、银杏、乌桕、苦楝(*Melia azedarach* L.)、无患子(*Sapindus mukorossi* Gaertn.)、栾树(*Koeleruteria paniulata* Laxm.)、白蜡(*Fraxinus chinensis* Roxb.)、重阳木(*Bischofia polycarpa* (Levl.) Airy Shaw)、江南桫木(*Alnus crenastogyne* Burk.)、榆树、杨树、玉兰等。

亚乔木、灌木层:枸杞(*Lycium chinense* Miller)、石楠(*Photinia serrulata* Lindl.)、冬青(*Hex purpurea* Hassk.)、樱花、海棠、紫叶李(*Prunus cerasifera* Ehrh.)、三角枫(*Acer buergerianum* Miq.)、迎春、月季等。

地被层:毛茛、石蒜、蓼子草(*Polygonum criopolitanum* Hance.)、萱草(*Hemerocallis fulva* L.)、鸢尾(*Iris tectorum* Maxim.)、鸭趾草(*Setcreasea pallida* Rose cv. purple heart)、冷水花(*Pilea notata* C. H. Wright)类、水菖蒲(*Acorus calamus* L.)、蝴蝶花(*Viola tricolor* Linn.)、鱼腥草(*Houttuynia cordata* Thunb.)、朱顶红(*Amaryllis vittata* Ait.)、天目地黄(*Rehmannia chingii* H. L. Li)等。

层间植物:紫藤(*Wisteria sinensis* (Sims) Sweet)。

4.3.1.5 挺水植物群落:莲-萍-萍蓬草(*Nuphar pumilum* (Timm.) DC.);芡实(*Euryale ferox* Salisbury)-香蒲(*Typha angustifolia* L.);鸢尾-水芹(*Oenanthe javanica* (Bl.) DC.)-茭白;灯芯草-慈菇(*Sagittaria sagittifolia* L.)-野芋(*Colocasia antiquorum* Schott);菖蒲(*Acorus calamus* L.)-姜花(*Hedychium coronarium* Koenig);莲-荷等。

4.3.1.6 沉水植物群落:金鱼藻-黄花狸藻(*Utricularia aurea* Lour);菹草(*Potamogeton crispus* Linn.)-黑藻-金鱼藻;苦草(*Vallisneria natans* (Lour.) Hara)-大茨藻(*Najas marina* L.);眼子菜-水筛-水车前(*Ottelia alismoides* Pers.)等。

4.3.1.7 浮水植物群落:菱-浮萍(*Lemna minor* L.)-槐叶萍;浮萍-水鳖(*Hydrocharis dubia* Backer.)-马蹄莲(*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.)-荇菜(*Trapa maximowiczii* Korsh.)等。

#### 4.3.2 道路配植模式

4.3.2.1 竖向重叠式:用于宽度较小(1~3 m)的绿带种植,其中灌木常需修剪造型,球状、模纹式或绿篱式,乔木稀疏列植,常直接种于模纹之上。乔-灌-乔-草模式多用于人行道绿化,如香樟-龙柏,香樟-茶梅,盘槐(*Sophora japonica* Linn. var. *pendula* Lour.)-黄杨,银杏+香樟-杜鹃群落;合欢(*Albizia julibrissin* Durazz.)-酢浆草(*Oxalis corniculata* L.),杜英-酢浆草群落等。灌-草模式仅用于分车带,其中造型灌木常数种以一定韵律团块状间隔,或与草本地被一起团块状间隔种植。

##### 4.3.2.2 竖向重叠、横向展开式

乔-灌-草模式:绿带达到一定宽度(4~6 m)时采用,其中乔木多退居道路远侧作背景,花灌木和草本地被沿内侧种植。该模式竖向层次丰富,视域开阔,如香樟-铁树(*Cycas revolute* Thunb.),间杜鹃球、茶梅色带、酢浆草组成的乔-灌-草配植模式。

乔-灌-乔模式:该模式适于道路绿带拓宽,同

时保留原行道树的情况,具有穿越式视景效果。平面上,道路的内外侧均为高树乔木,且一般内疏外密,中间为低矮灌草,如香樟-红花继木、龙柏球,金叶女贞、瓜子黄杨色块-木兰 (*Magnolia cylindrica* Wils.) 群落。

4.3.2.3 混合群落式:是一种非对称的道路绿带布置模式,常用于水际道路的绿化,沿路两侧采用不同形式的群落设计,如柳树-迎春,广玉兰+腊梅混合群落,柳树-樱花,桂花+茶花群落。

4.3.2.4 组团模式:适于绿带有一定宽度,但不够配置自然群落的情形,以组团混交方式进行绿化配植,一个组团相当于一个小型群落,可作简单的种植配置。混交结果可产生丰富的韵律变化和景观效果,如桂花+红枫-杜鹃组团与玉兰-小蜡-红花继木组团相间排列。

4.3.2.5 自然群落式:对于超宽绿带,常配植成复层(多具亚乔木层)的自然群落形式,如广玉兰-桧柏-海桐-麦冬群落,香樟+银杏-紫荆 (*Cercis chinensis* Bge.)-红花继木群落,木兰-桂花+樱花-茶梅群落等。

#### 4.3.3 块状绿地植物群落配置模式

4.3.3.1 街头小游园、居民区绿地植物群落配置模式  
·庭园式:如以松、竹、梅等古典园林造园材料与山石小品共同组成植物配置模式,常出现在空间较小且比较幽静的居民小区。

·花园式:乔-灌-草或灌草结构,其中灌木和亚乔木层多为观花观叶植物,景观效果佳,常见于街头小游园和开放式居民小区,如桂花-花灌木群落,花灌木种类丰富,常见的有红枫、茶梅、杜鹃、火棘、南天竺、金丝桃等。

·自然群落式:在绿地面积较大的地块适用,乔木比重较花园式明显增大,如香樟+银杏-花灌木群落。

#### 4.3.3.2 公园、城市广场植物群落配置模式

·疏林草地式:如香樟+枫香-桂花+八角疏林配马尼拉、马蹄金 (*Dichondra repens* Fost)。

·缀花草地式:如茶梅、杜鹃、鸢尾、萱草开、葱兰 (*Zephyranthes candida* (Lindl.) Herb.) 等配马尼拉。

·专题园模式:如黑松-蔷薇 (*Rosa multiflora* Thunb.) 园,桂花-花灌木园等。

·自然群落式:与道路、街头小游园、居民区绿地植物群落配置类似。

#### 4.3.3.3 大面积城郊片林

·果园配置模式:如枇杷 (*Eriobotrya japonica*

(Thunb.) Lindl.)-杨树群落,柑桔 (*Citrus reticulata* Blanco)-银杏群落等

·园林栽培树种配植模式:针阔混交模式,如广玉兰-柏树群落,水杉-广玉兰-紫玉兰群落,湿地松-花灌木群落;常绿落叶阔叶混交模式,如枫香+杨树-杜英群落,含笑-红枫群落;常绿阔叶林配植模式,如香樟-桂花群落,下层配植花灌木如南天竹、瑞香、八角金盘、金丝桃等;落叶阔叶林配植模式,如枫香+银杏-红枫群落。

·近自然林模式:采用地带性天然林(或次生林)植物材料,根据群落学原理,以特别的造林方法(如宫协昭法)营造的仿自然人工森林群落。在绍兴,宜营造以苦槠、木荷、华东楠 (*Machilus leptophylla* Hand.)、枫香等为建群种的近自然林。

#### 4.3.4 山体配置模式

4.3.4.1 次生林模式:以府山为例,其主要群落为构树+香樟-小腊,伴生种有女贞、檫树、杉木、棕榈等。

4.3.4.2 次生林-人工景观林模式:以塔山为例,其次生林为构树-榆树-小腊群落(黄檀、乌柏伴生),人工景观林由木兰科植物、桂花、樱花、女贞、木槿 (*Hibiscus syriacus* Linn.)、珊瑚和茶梅等组成。

4.3.4.3 专题园模式:如黑松-蔷薇园,女贞-梅花+腊梅园等。

## 5 讨论

(1) 城市森林栽培植物群落在树种组成、选择机制上不同于天然森林群落,因此基于天然群落的研究方法和相关结果不能在城市森林研究中直接应用。为解决此问题,刘仲健<sup>[8]</sup>在树木生长指数评价(达标)的基础上,研究城市森林组成树种的种间联接关系,成功地将自然群落的研究方法引入栽培群落。以此群落评价思想为基础,进行基本配置模式及其树种组成、配比、水平分布格局的研究,则是从更为实用的角度开展的一种探索。

(2) 在群落评价指标及其权重的设计方面,笔者认为将三维绿量和生长健康指标置于突出重要的地位是比较合理的。三维绿量是反映森林生态效益的综合性原始指标,其它许多指标如 CO<sub>2</sub> 吸收率、滞尘、降噪能力等其实均可看作三维绿量导出的导出指标;生长健康指标则是群落结构合理性、稳定性、群落自身质量的综合性指标。另外还设置树冠水平投影重叠率,属森林结构和邻体干扰指标,结果发现该指标对待测状态揭示较好,测量简单,是替代邻体

干扰指数,在层次结构相对简单的城市森林中采用的可行方案。评价指标宜多些,以尽可能消除个别指标测量误差对总体评价结果的影响。

(3)从调查群落的评价结果看,一般在整体上长势较好、健康无病的人工森林在自身质量和生态效益上均能达到60以上的分值,而森林的长势和健康状况是经验模式的最直观依据,因此,可以认为目前群落配置上大量采用的经验模式基本上也是可靠的。

(4)借用混交林伴生树种选择相关理论,本文提出了城市森林人工群落模式扩展方法及其结果,在增加群落多样性以及配置可操作性的意义上,是一种有益的尝试。然而这些方法的合理性尚需要接受实践的检验,方法的进一步改善,尚需今后深入研究。

#### 参考文献:

- [1] 欧 静. 生态园林的植物配置[J]. 山地农业生物学报, 2001, 20(3): 170 ~ 173
- [2] 宋兆民, 孟平, 张劲松, 等. “京九”铁路绿色长廊北京大兴段绿化模式及结构配置[A]. 见: 彭镇华. 中国森林网络体系建设[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 297 ~ 301
- [3] 许东新, 杨学军, 唐东芹, 等. 上海城市外环林带森林结构优化模式研究[A]. 见: 彭镇华. 中国森林网络体系建设[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 345 ~ 350
- [4] 杜心田, 孙敦玄, 马新民, 等. 栽培植物群落组建理论的研究[J]. 生态学杂志, 2001, 20(5): 76 ~ 80
- [5] 坚 华, 孙天纵. 三维绿色生物量的遥感模式研究与绿化环境效益估算[J]. 环境遥感, 1995, 10(3): 162 ~ 174
- [6] 陆元昌. 森林健康状态监测技术体系综述[J]. 世界林业研究, 2003, 16(1): 20 ~ 25
- [7] 邵青还. 林业和谐论的进展及持续发展战略初析[J]. 自然杂志, 2003, 23(1): 1 ~ 10
- [8] 刘仲健. 深圳市园林绿化的植物配置和树种选择的分析[J]. 中国园林, 1992, 8(1): 26 ~ 32
- [9] 黄世国, 林思祖, 洪伟, 等. 集对分析在伴生树种选择上的应用[J]. 福建林学院学报, 2001, 21(1): 45 ~ 48