

# 南京市老城区行道树的组成及结构分析

窦 逗, 张明娟, 郝日明<sup>①</sup>, 杨 亮

(南京农业大学园艺学院, 江苏 南京 210095)

**摘要:** 对南京市老城区 125 条主要路段行道树的种类组成及结构特征进行了分析。结果表明, 研究区内的行道树共有乔木 27 种、灌木 24 种, 其中悬铃木 [*Platanus acerifolia* (Ait.) Willd.]、香樟 [*Cinnamomum camphora* (L.) Presl]、国槐 (*Sophora japonica* L.)、水杉 (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng)、女贞 (*Ligustrum lucidum* Ait.)、雪松 [*Cedrus deodara* (Roxb.) G. Don] 和枫杨 (*Pterocarya stenoptera* C. DC.) 是南京市老城区行道树群落的优势种, 决定了道路绿化景观的外貌; 在 7 种优势树种中, 悬铃木的年龄结构属稳定型, 香樟、国槐和女贞处于增长阶段, 水杉、雪松和枫杨则趋于老龄化。在行道树配植的 4 种垂直结构类型中, 乔木单层结构最多, 占 52.8%; 乔灌两层和乔灌草三层结构所占比例相近 (21.6% 和 22.4%); 乔草两层结构最少 (3.2%)。本研究结果对南京市行道树的合理配置具有重要的参考价值。

**关键词:** 行道树; 组成; 结构; 南京

**中图分类号:** S687.1; S731.2    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1004-0978(2007)03-0053-05

**Analysis on composition and structure of street trees in old urban district of Nanjing** DOU Dou, ZHANG Ming-juan, HAO Ri-ming<sup>①</sup>, YANG Liang (College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2007, 16(3): 53-57

**Abstract:** Street trees on 125 main street segments in old urban district of Nanjing were investigated and their composition and structure characteristics were analyzed, too. The results showed that there were twenty-seven species of arbor and twenty-four species of shrub along the streets. The dominant species determining the view of street greening were *Platanus acerifolia* (Ait.) Willd., *Cinnamomum camphora* (L.) Presl, *Sophora japonica* L., *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng, *Ligustrum lucidum* Ait., *Cedrus deodara* (Roxb.) G. Don and *Pterocarya stenoptera* C. DC. Among seven dominant species, the age structure of *P. acerifolia* was stable, and that of *C. camphora*, *S. japonica* and *L. lucidum* was growing, and that of the rest ones was declining. Among four types of vertical structure of street trees, the type of single-layer arbor was dominant, amounting to 52.8%; the type of two-layer of arbor and shrub was similar with that of three-layer of arbor, shrub and grass in the percentage of 21.6% and 22.4% respectively; while the type of two-layer of arbor and grass was the least with a percentage of 3.2%. This research result would give a reasonable reference to plant street trees of Nanjing in the future.

**Key words:** street tree; composition; structure; Nanjing

城市森林的保护与建设是解决城市生态环境问题的重要途径之一。行道树是城市森林的重要组成部分, 是连接城市中岛状绿地的纽带, 其功能越来越受到人们的重视<sup>[1]</sup>。目前, 城市行道树树种的选择种类雷同、配置模式单一。南京为中国六大古都之一, 是著名的历史文化名城, 绿化基础较好, 特别是道路绿化在全国享有“绿色隧道”之称, 街头冠盖如翳的悬铃木 [*Platanus acerifolia* (Ait.) Willd.] 已成为这座古城的标志性景观。在全面的实地调查基础上, 笔者对南京市老城区行道树的组成及结构进行了生态学分析, 旨在为南京市城市森林的结构优化

工作提供一定的科学依据。

## 1 研究区概况及研究方法

### 1.1 研究区概况

南京市位于北纬 31°13'~32°36'、东经 118°19'~119°24', 地处中国东南部长江下游的宁镇丘陵区, 属北亚热带季风性气候, 四季分明, 雨水充沛。年平均

收稿日期: 2006-12-22

作者简介: 窦 逗 (1983-), 女, 江苏新沂人, 硕士研究生, 主要从事园林植物与景观生态学研究。

<sup>①</sup> 通讯作者 E-mail: haoriming@sohu.com

均气温为 15.7 ℃,最高气温为 43.0 ℃,最低气温为 -16.9 ℃,年均降雨量 1 106.5 mm。地带性植被为常绿落叶阔叶混交林。以明城墙以内的南京市老城区作为研究区域,面积约 42.3 km<sup>2</sup>,现有主要交通道路 92 条,总长度约 115.3 km,道路绿化覆盖率达到 45.8%。

## 1.2 调查方法

调查和研究对象为南京市老城区内的行道树群落<sup>[2]</sup>,借助江苏省遥感影像图<sup>[3]</sup>和南京市城区相关地图,并结合道路绿化现状,将南京市老城区现有的 92 条主要道路划分为 125 个调查样带,详细记录各样带内道路的绿化形式及植物种类组成。在统计各乔木树种总株数的基础上,分别在同一树种中抽取总株数的 10% 作为样木,测定所有样木的胸径,以胸径平均值作为调查单位内乔木树种的量化指标值;灌木一般以片植形式存在,植株数量难以调查,因此只测算灌木的覆盖面积,间接反映其数量的变化。

乔木胸径(DBH)大小等级采用Ⅵ级立木划分标准<sup>[4]</sup>。Ⅰ级:10 cm < DBH ≤ 20 cm;Ⅱ级:20 cm < DBH ≤ 30 cm;Ⅲ级:30 cm < DBH ≤ 40 cm;Ⅳ级:40 cm < DBH ≤ 50 cm;Ⅴ级:50 cm < DBH ≤ 60 cm;Ⅵ级:DBH > 60 cm。

## 1.3 数据处理

数据处理主要参照文献[5~7]的方法,并结合实际情况进行相应的调整,各指标具体的计算方法如下:

多度(abundance)是指群落内某种植物的个体数量。相对多度(relative abundance, RA)是指某种植物个体数占群落个体总数的百分率,计算公式为:相对多度 = (某种植物个体数/同一生活型植物个体数之和) × 100%。

频度(frequency)是指某种植物出现的样带的百分率,不仅反映出该种植物在群落中的密度,还反映出其个体在群落中的分布格局。在城市这个特殊的环境中,树种的空间分布几乎完全由人为控制,因此频度可以反映人们对该树种的使用程度。相对频度(relative frequency, RF)是某种植物在样地中出现的频率占群落中全部物种频率之和的百分率。二者的计算公式如下:频度 = (某种植物出现的样带数/全部样带数) × 100%;相对频度 = (某种植物的频度/同一生活型植物的频度之和) × 100%。

盖度(cover degree)是指群落中各种植物遮盖地面的百分率,可分为投影盖度和基部盖度。相对投影盖度(relative cover degree, RC)是指某种植物的盖度占总盖度的百分比,而相对基部盖度又称显著度(dominance),是评定某种植物在群落中所占优势程度的指标之一,即相对显著度(relative dominance, RD)。二者的计算公式分别为:相对投影盖度 = (某种植物的覆盖面积/同一生活型植物的覆盖面积之和) × 100%;相对显著度 = (某种植物的胸高断面面积/同一生活型植物的胸高断面面积之和) × 100%。

重要值(important value, IV)是综合性指标,能较全面反映地不同种群在群落中的地位和作用。乔木重要值的计算公式为:重要值 = 相对多度 + 相对频度 + 相对显著度;灌木重要值的计算公式为:重要值 = 相对频度 + 相对投影盖度。

## 2 结果和分析

### 2.1 行道树种类分析

2.1.1 乔木种类分析 统计结果表明,南京市老城区内共有乔木 27 种,总计 30 735 株,其中裸子植物 5 种、被子植物 22 种,隶属于 21 科 24 属。重要值位于前 10 位的树种的数量特征指标见表 1。

由表 1 可见,南京市老城区行道树的乔木层表现出较强的单种优势,悬铃木[*Platanus acerifolia* (Ait.) Willd.]的重要值高达 174.37%,而其余树种的重要值均在 30.00% 以下。悬铃木的多度及频度等指标项目均排在首位,特别是相对显著度占绝对优势,可见这个外来物种已完全适应南京的气候条件和城市道路绿化的立地环境,并被人们所接受。但悬铃木有 17 365 株,占所统计的乔木个体总数的 56.50%,频度为 56.00%,在很大程度上导致南京市老城区行道树的种类组成较为单一。

重要值排序在第 2~10 位的树种间的各项特征值的差异较小,其中香樟[*Cinnamomum camphora* (L.) Presl]、国槐(*Sophora japonica* L.)和女贞(*Ligustrum lucidum* Ait.)的频度较高,可见这 3 个树种的绿化作用也已被人们所认识,并且开始广泛应用;水杉(*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng)、雪松[*Cedrus deodara* (Roxb.) G. Don]和薄壳山核桃[*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]的个体数

量虽然较多,但频度较低,仅在少数路段有种植;枫杨(*Pterocarya stenoptera* C. DC.)的频度虽然较高,但多为零星种植,个体数较少;具观赏价值的银杏(*Ginkgo biloba* L.)和紫叶李[*Prunus cerasifera* f. *atropurpurea* (Jaeg.) Rehd.]的个体数均较少,频度也较低,没有得到较好的应用<sup>[8]</sup>。

在调查区内,常绿乔木有7种,个体总数达6386株,占所统计的乔木个体总数的20.78%;落叶乔木有20种,常绿树种和落叶树种的个体数之比为1:3.81。彩叶树种6种,分别为银杏、紫叶李、榉树(*Zelkova schneideriana* Hand.-Mazz.)、鹅掌楸[*Liriodendron chinense* (Hemsl.) Sarg.]、乌桕[*Sapium sebiferum* (L.) Roxb.]和红枫[*Acer palmatum* var. *atropurpureum* (Vanh.) Schwer.],但

这些树种的个体数均较少,仅占所统计的乔木总株数的3.96%,只有16条样带种植上述彩叶树种,其中2条样带内的银杏仅1~2株,只是作为古树名木被保留下来,可见彩叶树种在南京老城区道路绿化中的应用还比较少。

观花类乔木有紫叶李、栾树(*Koelreuteria paniculata* Laxm.)、广玉兰(*Magnolia grandiflora* L.)、日本晚樱[*Cerasus serrulata* var. *lannesiana* (Carr.) Makino]、巨紫荆(*Cercis glabra* Pamp.)、木槿(*Hibiscus syriacus* L.)和碧桃(*Amygdalus persica* f. *duplex* Rehd.)等7种,这些种类的个体数占所统计的乔木总株数的3.65%,且仅存在于14条样带中,应用频率极低<sup>[8]</sup>。

表1 南京市老城区内行道树主要乔木种类的数量特征指标

Table 1 Quantitative characteristic indexes of main arbor species of street trees in old urban district of Nanjing

种类 Species	多度 Abundance	频度/% Frequency	相对多度/% Relative abundance	相对频度/% Relative frequency	相对显著度/% Relative dominance	重要值/% Important value
悬铃木 <i>Platanus acerifolia</i>	17 365	56.00	56.50	37.23	80.64	174.37
香樟 <i>Cinnamomum camphora</i>	3 798	20.80	12.36	13.83	2.54	28.72
国槐 <i>Sophora japonica</i>	2 182	16.00	7.10	10.64	1.96	19.70
水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	1 672	4.00	5.44	2.66	6.33	14.43
女贞 <i>Ligustrum lucidum</i>	1 112	13.60	3.62	9.04	0.62	13.28
雪松 <i>Cedrus deodara</i>	948	4.00	3.08	2.66	2.17	7.91
枫杨 <i>Pterocarya stenoptera</i>	408	6.40	1.33	4.26	2.07	7.66
薄壳山核桃 <i>Carya illinoensis</i>	663	1.60	2.16	1.06	1.09	4.32
银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	303	4.00	0.99	2.66	0.56	4.21
紫叶李 <i>Prunus cerasifera</i> f. <i>atropurpurea</i>	513	2.40	1.67	1.60	0.05	3.31

2.1.2 灌木种类分析 研究区内共有灌木24种,隶属于15科21属,其中木犀科种类最多,包括金叶女贞(*Ligustrum ovalifolium* 'Aureum')、小叶女贞(*Ligustrum quihoui* Carr.)、女贞、云南黄素馨(*Jasminum mesnyi* Hance)和桂花[*Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour.]5种。在125条调查路段中仅有55条种植灌木种类,总投影面积89600 m<sup>2</sup>,重要值位于前10位的灌木种类的数量特征指标见表2。

由表2可见,海桐[*Pittosporum tobira* (Thunb.) Ait.]的频度最高,重要值也最大,在南京市老城区道路绿化中占绝对优势;重要值排序在第2~10位的植物中,洒金桃叶珊瑚(*Aucuba japonica* var. *variegata* D'Ombr.)、金叶女贞、瓜子黄杨[*Buxus microphylla* subsp. *sinica* (Rehd. et Wils.) Hatus.]、红花檵木[*Loropetalum chinense* var. *rubrum* Yieh]及

日本珊瑚树[*Viburnum odoratissimum* var. *awabuki* (K. Koch) Zabel ex Ruml.]的出现频度均较高;而八角金盘[*Fatsia japonica* (Thunb.) Decne. et Planch.]的频度却较低,仅种植在御道街、北京东路和一些高架桥下的绿化带中。八角金盘植株较高,不适合道路分车带的绿化,但非常耐阴,较适合高架桥下的绿化。

在24种灌木中,观花灌木仅6种,分别为红花檵木、云南黄素馨、毛杜鹃(*Rhododendron mucronatum* var. *ripens* Wils.)、现代月季(*Rosa hybrida* Hort)、金丝桃(*Hypericum monogynum* L.)和紫薇(*Lagerstroemia indica* L.)。其中,红花檵木的种植和应用较多,覆盖面积较大,其余5种灌木的应用较少。总体上看,观花灌木所占的比例较小,常绿灌木占绝对优势,且灌木层的季相变化不明显。

## 2.2 优势树种的年龄结构特征分析

南京市老城区行道树不同种类种群的动态年龄结构大体可分为3个类型,即增长型、稳定型和衰老型。由于乔木种群的个体年龄难以确定,因而,以立木胸径代替年龄对乔木种群的年龄结构进行分析<sup>[9]</sup>。以乔木层中重要值大于5%的树种作为南京市老城区行道树群落的优势种。根据胸径的划分标准分别对优势种进行各级树种统计,结果见表3。

从表3可以看出,悬铃木跨越了6个径阶,且各级立木的个体数均较丰富,以I级立木数最多,径阶结构近似钟型,年龄结构属稳定型。香樟、国槐和女贞3个树种的个体均属于I级和II级2个立木级,

个体胸径均不超过30 cm,径阶结构呈金字塔型,年龄结构属增长型。其中,香樟的I级苗木个体数为3 495株,占该树种个体总数的92.02%;女贞的I级苗木也比较多,占其个体总数的87.77%,可见,这2个树种多为近几年新种植的树种。国槐的I级和II级2个立木级个体数的差异没有香樟和女贞显著,但I级立木个体数也占其个体总数的75.80%。另外,水杉和枫杨2个树种均缺失I级和II级幼树,但成年大树较多;雪松的径阶结构呈典型的倒金字塔型,因此,水杉、枫杨和雪松这3个树种的年龄结构均处于衰老阶段。

表2 南京市老城区内行道树主要灌木种类的数量特征指标

Table 2 Quantitative characteristic indexes of main shrub species of street trees in old urban district of Nanjing

种类 Species	频度/% Frequency	投影面积/m <sup>2</sup> Cover area	相对频度/% Relative frequency	相对显著度/% Relative dominance	重要值/% Important value
海桐 <i>Pittosporum tobira</i>	24.00	18 900	19.74	21.09	40.83
洒金桃叶珊瑚 <i>Aucuba japonica</i> var. <i>variegata</i>	9.60	13 410	7.89	14.97	22.86
金叶女贞 <i>Ligustrum ovalifolium</i> 'Aureum'	11.20	10 920	9.21	12.19	21.40
瓜子黄杨 <i>Buxus microphylla</i> subsp. <i>sinica</i>	10.40	9 800	8.55	10.94	19.49
红花继木 <i>Loropetalum chinense</i> var. <i>rubrum</i>	15.20	4 955	12.50	5.53	18.03
日本珊瑚树 <i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i>	8.00	6 135	6.58	6.85	13.43
八角金盘 <i>Fatsia japonica</i>	4.00	9 050	3.29	10.10	13.39
小叶女贞 <i>Ligustrum quihoui</i>	6.40	2 850	5.26	3.18	8.44
大叶卫矛 <i>Euonymus japonicus</i>	4.80	3 990	3.95	4.45	8.40
女贞 <i>Ligustrum lucidum</i>	2.40	3 600	1.97	4.02	5.99

表3 南京市老城区内行道树的优势树种各立木级的现存个体数

Table 3 Standing individual number of dominant species of street trees at different standing classes in old urban district of Nanjing

种类 Species	不同立木级的现存个体数 <sup>1)</sup> Standing individual number at different standing classes <sup>1)</sup>					
	I	II	III	IV	V	VI
悬铃木 <i>Platanus acerifolia</i>	5 308	2 246	2 006	3 250	1 554	3 001
香樟 <i>Cinnamomum camphora</i>	3 495	303	0	0	0	0
国槐 <i>Sophora japonica</i>	1 654	528	0	0	0	0
水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	0	0	1 077	595	0	0
女贞 <i>Ligustrum lucidum</i>	976	136	0	0	0	0
雪松 <i>Cedrus deodara</i>	120	380	448	0	0	0
枫杨 <i>Pterocarya stenoptera</i>	0	0	103	185	120	0

<sup>1)</sup> I: 10 cm < DBH ≤ 20 cm; II: 20 cm < DBH ≤ 30 cm; III: 30 cm < DBH ≤ 40 cm; IV: 40 cm < DBH ≤ 50 cm; V: 50 cm < DBH ≤ 60 cm; VI: DBH > 60 cm.

## 2.3 行道树垂直结构分析

南京市老城区行道树的垂直结构主要有4种类型,即乔木单层、乔草两层、乔灌两层和乔灌草三层。其中,乔木单层类型所占比例较大,占调查样带的52.8%,该类型中的乔木多以小面积种植池的形式

存在,池内多为裸露的表土,由于受人为践踏影响,土壤板结严重。乔、草相结合的复层结构类型较少,此类型样带仅有4条,占调查样带的3.2%,草本物种生长于乔木下面的种植池内,由于种植池面积较小,且紧贴地面,因此人为破坏严重,草本植物的生

长状况极差,并逐渐消亡,最后只剩下裸露的表土,最终演变成乔木单层结构类型。在上述2种类型中,乔木的根部多被硬质铺装所覆盖,通气透水性极差,严重阻碍了植物根系的正常生长。乔灌两层结构和乔灌草三层结构类型所占的比例大体一致,样带数分别为27和28条,分别占调查样带总数的21.6%和22.4%。在乔灌草相结合的类型中,由于灌木多成片栽植,密度较大,因此灌木下栽植的草本种类的生长受到严重抑制。

### 3 结论和讨论

南京市老城区道路绿化共使用乔木27种、灌木24种,乔木层优势树种有悬铃木、香樟、国槐、水杉、女贞、雪松和枫杨,这7个树种的株数占乔木层总株数的89.43%,绿化带的乔木树种组成相对单一,且彩叶类和观花类树种所占比例极少。灌木层中应用最广泛的是海桐、洒金桃叶珊瑚及金叶女贞等一些传统种类,导致道路景观单调、缺乏变化。因此,在南京市老城区的道路绿化过程中应及时引进一些新种类,乔木类如金枝国槐(*Sophora japonica* 'Golden Stem')及北美枫香(*Liquidambar styraciflua* L.)等,灌木类如银姬小蜡(*Ligustrum sinense* 'Variegatum')、红叶石楠(*Photinia × fraseri* Dress)及金边大花六道木(*Abelia × grandiflora* 'Francis Mason')等,以丰富南京市老城区的道路景观。

南京市老城区行道树中应用最广泛的悬铃木的年龄结构属稳定型,因此即使近几年不再增加悬铃木的幼树,也不会影响其优势种的地位。香樟、国槐及女贞3个种类的年龄结构属增长型;特别是香樟和女贞的幼树所占比例很大,可见人们开始重视常绿树种的应用。水杉、雪松和枫杨处于衰老状态,缺失幼树,主要是因为雪松的分枝点较低,根系浅,易倒伏;水杉的树冠呈尖塔形,冠幅较小,遮阴效果较差;而枫杨的树干通直性较差,且喜湿润环境。上述3个树种近十多年均未栽植,有逐渐淡出行道树的可

能。如果将雪松栽植在交通绿岛上,既不影响交通,又发挥了其市树的作用;而水杉适应能力较强,树形也较好,可用于路侧绿地。因此,只要采取适当的栽植形式,各行道树种都能在道路绿地中表现出较好的绿化效果。

南京市老城区道路绿化树种的结构简单,不仅表现出绿化树种的单调性,还表现出层次的单一性。在125条调查路段中,有66条是乔木单层结构,而外貌上表现为多种类、多层次的复层结构的样带多为人行道绿化带的乔木单层结构与分车绿化带的灌木单层结构的组合,这是由道路绿化环境的特殊性所决定的。城市道路的主要功能是交通,因此,要在不影响交通的条件下追求绿化效果。市中心繁华商业地段的人流量较大,加之历史上道路预留空间的局限,不得不采用乔木单层结构。靠近市郊或旅游区的新道路因预留了足够的绿地空间,则可以采用复层结构的立体绿化模式,从而优化城市森林结构,增强绿地的稳定性,更好地发挥其生态效益。

#### 参考文献:

- [1] Bongho Han, Kyong J L. A study on the analysis of the physiological growth condition and improvement of street trees in Seoul [J]. *Environmental Ecology*, 2001, 10(1): 39-48.
- [2] 詹志勇, 廖洪涛. 香港与广州城市行道树群落比较研究[J]. *地理学报*, 1997, 52(S1): 127-143.
- [3] 史照良. 江苏省遥感影像地图集(城市分册)[M]. 成都: 成都地图出版社, 2004. A01-A38.
- [4] 钱能志, 薛建辉, 吴永波, 等. 遵义市城区行道树组成结构分析[J]. *南京林业大学学报: 自然科学版*, 2005, 29(4): 113-116.
- [5] 张金屯. 植被数量生态学方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995.
- [6] 林 鹏. 植物群落学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986.
- [7] 金莹杉, 何兴元, 陈 玮, 等. 沈阳市建成区行道树的结构与功能研究[J]. *生态学杂志*, 2002, 21(6): 24-28.
- [8] 江苏省建设厅, 江苏省·中国科学院植物研究所. 江苏省城市园林绿化适生植物[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005.
- [9] 杨心兵, 刘胜祥, 杨福生. 湖北省后河自然保护区光叶珙桐种群结构的研究[J]. *生物学杂志*, 2000, 17(1): 15-19.