

# 南宁市植物群落结构特征与局地小气候效应关系分析

黄良美<sup>1,2</sup>, 黄玉源<sup>3,4\*</sup>, 黎桦<sup>4</sup>, 李建龙<sup>1</sup>, 王佳卓<sup>4</sup>

(1. 南京大学生命科学院, 南京 210093; 2. 广西林业科学研究院, 南宁 530001; 3. 仲恺农业技术学院生命科学学院, 广州 510225; 4. 广西大学农学院, 南宁 530005)

**摘要:** 着重探讨植物群落结构特征与生态小气候因子间的相关性。结果表明:(1)在林荫处,植物群落总冠幅盖度、总密度、群落重要值均与温度成极显著的负相关;植物群落群落重要值还与相对湿度达到显著正相关。(2)在林隙处,植物群落总平均株高与光照强度成显著正相关,与风速成极显著负相关。(3)植物群落结构特征与其小气候生态效应间的相关性是:总平均株高与遮光效应值达到极显著的正相关,与挡风效应值亦达到显著的正相关。另外,总冠幅盖度与降温效应值成极显著的正相关。同时,总密度与降温效应值亦成极显著的正相关。特别是群落重要值与降温、增湿、挡风、遮光等生态效应值都成显著甚至极显著的正相关。通过分析探讨南宁市植物群落结构和局地小气候因子间的相关性机理,可为科学地进行城市绿化、生态城市建设提供理论依据。

**关键词:** 城市植被; 群落结构; 环境因子; 生态效应; 相关系数

**中图分类号:** Q948.157 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2008)02-0211-07

## Analysis on the relation between the structural characteristics of plant communities and the microclimate effects in Nanning City, China

HUANG Liang-Mei<sup>1,2</sup>, HUANG Yu-Yuan<sup>3,4\*</sup>, LI Hua<sup>4</sup>,  
LI Jian-Long<sup>1</sup>, WANG Jia-Zhuo<sup>4</sup>

(1. College of Life Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093; 2. Guangxi Forestry Research Institute, Nanning 530001, China; 3. College of Life Sciences, Zhongkai University of Agriculture and Technology, Guangzhou 510225, China; 4. Agricultural College, Guangxi University, Nanning 530005, China)

**Abstract:** The species, height, quantity, coverage, diameter at breast height of plants in 17 communities of 4 functional area in Nanning City were measured. The microclimate factors, such as atmosphere temperature ( $T_a$ ), relative humidity (RH), light intensity (LI) and wind speed (WS) were also observed. The structural characteristics of plant communities and the correlation among the above indices were discussed in the light of ecological principles. The results show: (1) in the shade of the plant community, correlations between total coverage (TC), total density (TD) as well as community important value (CIV) are all very significantly negative correlated with atmosphere temperature ( $T_a$ ) (were discussed in the light of ecological principles  $r = -0.883, -0.718$  and  $-0.824$ , with  $P < 0.01$  respectively), while community important value (CIV) are significantly positive correlated with relative humidity (RH) ( $r = 0.594$  with  $P < 0.05$ ); (2) in the hiatus, total mean height (TMH) and light intensity (LI) show significant positive correlation ( $r = 0.629$  with  $P < 0.05$ ); it is significantly negative correlation between total mean height (TMH) and wind speed (WS) ( $r = -0.725$  with  $P < 0.01$ ). In addition,

收稿日期: 2007-02-26 修回日期: 2007-07-25

基金项目: 谭锦球青年科学基金(X0102031)[Supported by Youth Science Foundation of TAN Jin-Qiu(X0102031)]

作者简介: 黄良美(1977-),男,广东韶关人,博士研究生,从事城市生态和植物生态方面研究。

\*通讯作者(Author for correspondence, E-mail: lqxhy@yahoo.com.cn)

tion, the plant communities' structures and their microclimate factors' effects show their correlations as follows: (1) it is significantly positive correlation between total mean height (TMH) and shade from light effect (SLE), as well as shelter from wind effect (SWE) ( $r=0.746$  with  $P<0.01$ ;  $r=0.653$  with  $P<0.05$  respectively); (2) total coverage (TC) and drop in atmosphere temperature effect (DATE) obviously correlate positive ( $r=0.896$  with  $P<0.01$ ), so do total density (TD) and drop in atmosphere temperature effect (DATE) for their correlation ( $r=0.742$  with  $P<0.01$ ); (3) community important value (CIV) and all effects of green areas' microclimate factors have significantly positive correlation, some of them even come to quite obviously positive level ( $r=0.833$  with  $P<0.01$ ;  $r=0.587$  with  $P<0.05$ ;  $r=0.675$  with  $P<0.01$ ;  $r=0.755$  with  $P<0.01$  respectively).

**Key words:** urban vegetation; community structure; environmental factor; ecological effects; correlation coefficients

城市绿化是衡量一个城市现代化水平及文明程度的一项重要内容,城市植被是城市维系良好“天人关系”的物质载体,具保护、净化、美化环境及调节小气候的生态与景观功能和保护生物多样性及创造生态效益和经济效益的重要作用(杨士弘,1994;金莹杉等,2002;胡志斌等,2003;Beckett等,1998;Jim,1999;Atwell,2000;Shafer等,2000;Tyrvaainen等,2001;De Sousa,2003)。过去关于植物群落的研究侧重于野外山地、草原等地带的自然林、半人工林和人工林的结构分析。而对城市植物群落结构特征的调查研究,及其与生态效应间的关系和内在机制等研究则少见报道。城市自然生态系统(相对于城市社会生态系统和经济生态系统而言)是区域性自然生态系统的有机组成部分,随着城市的不断扩建和小城镇城市化水平的提高,若不注意城市植被的维护及合理性构建,则极易造成大区域性生态系统的支离破碎,生物多样性骤减。近年来,我国已有学者关注到城市植物群落结构的重要性,在上海、沈阳等地开展了城市部分区域的植物群落结构研究(傅徽楠等,2000;胡志斌等,2003),对当地城市生态系统组成现状的认识和植物群落结构的进一步优化和环境改善等具有重要意义。南宁地处我国南亚热带地区,为国家级园林城市,绿化覆盖率高,达39.6%,植被生物量大,素有“绿城”之称。本研究对南宁市部分区域的植物群落结构进行综合研究,并分析其与局地小气候因子间的相关性,对进一步认识该市植被状况、不同植物群落结构对当地形成的生态效益评价和进一步改善等,以及对我国尤其是南方热带、亚热带地区城市绿化的合理规划、植物群落结构的改进以及如何增大植被生态效益,建设生态城市方面提供理论参考。

## 1 研究地与方法

在南宁市4种功能区对17个植物群落(文教区

的广西大学和广西民族大学各5个,花园住宅区的文华园和瑞士花园各1个,商业街区的新民路、新竹路及园湖路各1个;交通干道的大学路和民族大道各1个)进行样地调查,包括样地木本植物的种类、株高、冠幅盖度、胸径和株数等指标;结合样地最小面积及景观用地异质性原理,调查采用分层取样法(米勒-唐布依斯等,1986;宋永昌等,2000),以提高样本结果与分析的精度。调查时间:2002年7月10日到9月21日,对17个植物群落,用DHM2型通风干湿表、ZDS-10型照度计、DEM6型三杯式螺旋风速风向仪测量其温度、湿度、光照强度、风速与风向。根据遮荫情况不同在植物群落的树荫、林隙、林缘和就近的裸地等处同时进行,其中林荫为乔木的树荫下面,林隙为林内的草被及小灌丛处,一般不被乔木遮荫的地方;林缘为林木与无植被覆盖的裸露地或草坪交界处。从8:00~18:00,每隔2h记录一次,测量的高度为1.5m,每一植物群落连续观测2~3d,阴雨天观测的数据不作统计分析。

数据处理分别计算出17个植物群落的以下指标:(1)一类重要值(温远光等,1992)和二类重要值(温远光等,1992;符气浩等,1996;金莹杉等,2002;黄良美等,2006;黄玉源等,2006),其中二类重要值是选由一类重要值排序 $\geq 0.1$ 的树种,用相对冠幅盖度、相对密度、相对频度计算而得,用以表征南宁市总体植物群落的结构特征;(2)群落重要值(李贞等,1998;程占红等,2000,2002;黄玉源等,2006),在针对群落的景观研究时,也称为群落景观重要值(程占红等,2002),用以表示某群落在整个区域植物群落中所占的比重;(3)小气候因子为2~3d的日均值、对照差值及效应值(杨士弘,1994;Shashua-Bar等,2000);效应值为植物群落测定点林荫、林隙、林缘处较裸地处的降温效率,增湿效率,滤光效率,风速减速率,最优效应值是从中所选得的最优值。选用最优效应值是为更好地揭示出植物群落结构特征

与其小气候效应间的相关性。(4)计算功能区综合舒适度指标(刘梅等,2002)。(5)相关系数,即植物群落结构特征值与其群落内外小气候因子指标差值及效应值之间  $M=2$  的相关系数;其中还对群落结构特征值进行数据总和和标准化。对种类重要值采用经典的似权重比值 0.1、0.6 等表示法,全部种类重要值总和等于 1 的方法(张金屯,2005),而群落重要值采用演变后的,根据数字要素项数目重要值总和可分别为 300%、400% 和 500% 等的方法(金莹杉等,2002)。各指标计算式如下:

种类一类重要值=(相对胸径盖度+相对冠幅盖度+相对密度)/300;种类二类重要值=(相对冠幅盖度+相对密度+相对频度)/300;群落重要值每个群落=相对株数+相对株高+相对胸径盖度+相对冠幅盖度+相对密度; $\Sigma$ 群落重要值 17 个群落=500%=5;差值=各遮荫测点的读数-对照裸地的读数;效应值=[1-(各遮荫测点的读数÷对照裸地的读数)] $\times$ 100%,由于湿度用相对湿度,为%数,效应值则直接是与对照裸地相减所得。

综合舒适度指标: $S=0.6(|Ta-24|)+0.07(|RH-70|)+0.5(|v-2|)$ ,式中  $S$  即为综合舒适度指标, $Ta$  为空气温度; $RH$  为空气相对湿度; $v$  为风速,并确定  $S<4.55$  为舒适, $4.55<S<6.95$  为较舒适, $6.95<S<9$  为不舒适, $S>9$  为极不舒适。

$$\text{相关系数: } r_{hi} = \frac{\sum_{j=1}^N (x_{hj} - \bar{x}_h)(x_{ij} - \bar{x}_i)}{\sqrt{\sum_{j=1}^N (x_{hj} - \bar{x}_h)^2 \cdot \sum_{j=1}^N (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}}$$

$$= \frac{SS_{hi}}{\sqrt{SS_{hh} \cdot SS_{ii}}}$$

$r_{hi}$  为离差标准化后的内积,当  $h=i$  时,是属性的自相关系数,取值为 1, $h \neq i$  时,是  $h$  与  $i$  两种属性间的相关系数,其取值在 -1 与 1 之间。正负号只表示相关趋势或方向,相关显著度大小与给出的标准  $R$  值比较可知。

## 2 结果与分析

### 2.1 南宁市植物群落组成及结构特征定量化分析

17 个植物群落中木本植物重要值占优的主要种类有乔木类 45 种,总株数 2 158 株,平均株高 8.02 m,平均胸径 19.03 cm;灌木类 24 种,总株数 416。在 45 种最常见的主要绿化乔木中,人面子(*Dracontomelon duperreanum*)的重要值最大,为 0.349,是最

优势树种,平均株高 10.1 m,平均胸径 28.4 cm。其它的优势树种有假槟榔(*Archontophoenix alexandrae*),垂叶榕(*Ficus benjamina*),桂花(*Osmanthus fragrans*),扁桃(*Mangifera persiciformis*),蒲葵(*Livistona chinensis*),阴香(*Syzygium cumini*),芒果(*Mangifera indica*)等,重要值都在 0.1 以上,因而,这些树种也是最常见的,在 45 种树种中其所占比例为 17.78%,因此是几种单优种占主导的种类分布格局。24 种绿化灌木中九里香(*Murraya paniculata*)是最优势种,其重要值达 0.403,尖叶木犀榄(*Olea cuspidate*),扶桑(*Hibiscus mutabilis*),黄叶假连翘(*Duranta repens*),七彩扶桑(*Cordyline puticosa*)等为优势灌木,重要值亦在 0.1 以上。17 个植物群落结构特征的计算结果及以群落重要值进行的排位见表 1,用其群落重要值排序号表示之。

由表 1 可知,各群落中,保护雨林和杂树林两群落的重要值最高,分别为 0.620 和 0.41,保护雨林的冠幅盖度高达 347%,密度为 0.267 株/ $m^2$ ,这两个群落基本上是对城郊林业用地林的维护与改造而成,有一定的自然森林群落特征,保留乔、灌、草和藤本植被的自然生长状态,结构层次及层片较复杂多样。因此,这两个群落有着最高的覆盖度、密度及郁闭度。冠幅盖度较高的还有桂花林,为 141%;住宅小区两个群落的密度较高分别为 0.178 株/ $m^2$  和 0.138 株/ $m^2$ 。植物群落株高以马尾松林最高(14.18 m),杂树林次之(11.92 m),桉树林为 11.07 m 也较高。胸径以位于新民路的最大为 30.6 cm,该群落是街道树,为成熟至老龄乔木,其冠幅盖度也较大为 86%。

### 2.2 南宁市植物群落小气候生态效应定量化分析

城市化的过程中,下垫面性质的改变、空气组成的变化、人为热和水汽的影响,在当地纬度、大气环流、海陆位置、地形等区域气候因素作用的基础上,会产生城市内部的特殊气候环境(Shudo 等,1997; Svensson & Eliasson, 2002; Chudnovsky 等, 2004),城市植物群落对城市小气候环境有明显的改善作用,尤其是以人活动为主的小环境。12 个植物群落小气候因子的效应值及与裸地的实测差值见表 2(由于 17 个群落中,5 个是用于乔木林与草本绿地或群落间作对照分析,没有裸地的对照,所以只运用 12 个群落的数值)。由表 2 可知,各生态小气候因子无论是以效应值还是直接以对照差值所表现的生态效应,在植物群落中,保护雨林的各效应都是最好

的,降温效应为 12.93%,增湿效应为 18.5%,遮光率更是高达 97.77%,挡风率为 100%;按功能区分,文教区明显好于其他功能区;商业街区较差,甚至出

现异常值,如商业区的新竹路,温度不降反升,而湿度则较空旷裸地处还低,这与商业街区多为高楼大厦,人流车流往来多,排热量大,而空气流畅程度差,

表 1 17 个植物群落结构特征

Table 1 Structural characteristics of the 17 plant communities

植物群落号 Community No.	面积 Area (m <sup>2</sup> )	总株数 Total species number	总平均株高 Total mean height(m)	总平均胸径 Total mean DBH(cm)	总冠幅盖度 Total coverage (%)	总密度 Total density (stem/m <sup>2</sup> )	群落重要值 Community important value
保护雨林	15 m×10 m	40	9.25	9.29	347	0.267	0.619 8
杂树林	20 m×60 m	159	11.92	9.53	146	0.133	0.406 8
瑞士花园	33 m×33 m	179	1.93	10.27	103	0.178	0.337 9
马尾松林	15 m×100 m	81	14.18	20.59	86	0.051	0.322 4
文华园	20 m×40 m×3*	339	2.3	10.57	61	0.138	0.320 2
桉树林	180 m×30 m	183	11.07	25.37	74	0.034	0.317 3
桂花林	120 m×40 m	177	9.28	14.68	141	0.037	0.317 3
新民路	280 m×31 m	165	9.95	30.57	85	0.019	0.315 5
桃李园	120 m×100 m	490	6.11	15.67	48	0.04	0.315 3
中心花园	210 m×100 m	424	6.36	20.78	49	0.02	0.2991
民族大道	120 m×50 m×2*	322	5.01	29.05	51	0.027	0.294 8
大学路	130 m×16 m×3*	327	3.91	13.51	69	0.052	0.269 8
草坪游园	130 m×10 m	74	9.49	20.02	9	0.056	0.225 6
哺育园	108 m×100 m	173	4.51	17.71	24	0.016	0.179 6
新竹路	450 m×25 m	68	7.91	17.69	14	0.006	0.161 9
圆湖路	200 m×30 m	187	2.94	11.98	17	0.031	0.158 9
蒲葵园	100 m×80 m	143	2.94	15.92	4	0.018	0.138 5

表 2 12 个植物群落小气候因子的效应值及与裸地的实测差值

Table 2 Indices of microclimate factors in the 12 plant communities and change range between community and nudity area

植物群落号 Community No.	最优效应值 The value of the best microclimate effect in communities				林荫处 In the shade of trees			林隙处 In the hiatus of community				
	降温效应 DATE (%)	增湿效应 HE (%)	遮光效应 SLE (%)	挡风效应 SWE (%)	温差 ATR (°C)	湿差 HR (%)	光照差 LIR (kLux)	风速差 WSR	温度差 ATR (°C)	湿度差 HR (%)	光照差 LIR (kLux)	风速差 WSR
	保护雨林	12.93	18.5	97.77	100	-4.26	18.5	-43.94	-0.05	-1	7.33	-25.77
杂树林	1.9	8.67	93.45	89.63	-0.53	8.67	-13.13	-0.48	-0.48	4.17	-9.68	-0.36
桃李园	2.48	2.33	94.1	52.78	-0.74	2.33	-26.06	-0.19	-0.31	2.16	-9.46	-0.11
中心花园	3.01	16.61	97.07	77.69	-0.92	16.61	-43.69	-0.38	-0.49	12.77	-19.58	-0.27
桉树林	4.21	6.16	94.9	86.89	-1.28	6.16	-29.75	-0.44	-1.08	5.41	-9.04	-0.46
桂花林	3.93	8.17	96.53	58.86	-0.9	7.83	-37.54	-0.2	-1.23	8.17	-17.75	-0.21
新民路	4.36	-33.47	95.68	1.57	-1.32	-33.4	-27.79	-0.01	-1.32	-33.4	-27.79	-0.01
文华园	2.72	8.5	79.82	-29.5	-0.43	6.33	-28.12	0.63	-0.83	8.5	-36.86	0.06
民族大道	3.26	8.38	91.4	44.12	-1.02	8.38	-31.45	-0.26	-0.4	6.27	-30.46	0.03
大学路	3.93	5.67	86.63	42.07	-1.27	5.67	-39.28	-0.44	-0.77	0.49	-33.11	-0.09
圆湖路	0.72	-40.46	80.51	-50.8	-0.22	-40.4	-23.38	0.36	-0.22	-40.4	-23.38	0.36
新竹路	-0.94	-24.46	86.74	9.57	0.28	-24.4	-25.19	-0.07	0.28	-24.4	-25.19	-0.07

DATE; drop in air temperature effect; HE; humidification effect; SLE; shade from light effect; SWE; shade from wind effect; ATR; air temperature range; HR; humidity range; LIR; light intensity range; WSR; wind speed range.

人为活动的负面干扰最大有关,此区多为城市的热岛中心(Shudo 等,1997;Pinho 等,2000;Svensson & Eliasson,2002;Chudnovsky 等,2004)。

功能区综合舒适度指标的计算结果为:住宅区 S=3.9069;文教区 S=4.424;商业区 S=3.792;交通干道 S=5.412,与规定的评价标准比较,南宁市各功能区的植物群落总体还是让人处于舒适与较舒

适的环境。

### 2.3 相关性分析

根据表 1 和表 2 的结果进行 M=2 的相关系数计算,计算过程分林荫处、林隙处和最优效应值三种情况,结果见表 3。

2.3.1 林荫处相关性分析 由表 3 可知,在林荫处,南宁市植物群落结构与小气候因子温度、湿度、风

速、光照强度等指标间的相关程度主要表现为:

(1) 总平均株高与温度、风速表现为负的相互关系, 而与湿度、光照强度表现为正的相互关系。植株越高, 群落复合层次多, 使得群落的总体热容量增大

(Ogee 等, 2001; Silberstein 等, 2003), 热容量大, 温度的变化幅度就小, 而湿度与温度是此高彼落的; 高的植株可阻挡空中及地面的风, 而且植株高则一般枝条的长度较大或较密, 所以挡风的作用也会增强。

表 3 南宁市植物群落结构特征与小气候因子间的相关性

Table 3 Correlation coefficient between the indices of the plant communities structures and microclimate factors

遮荫位置 Shade position	项目 Item	总株数 Total species number	总平均株高 Total mean height (m)	总平均胸径 Total mean DBH (cm)	总冠幅盖度 Total coverage (%)	总密度 Total density (stem/m <sup>2</sup> )	群落重要值 Community important value
林荫 In the shade	温度 Ta	0.250	-0.275	0.097	-0.883**	-0.718**	-0.824**
	湿度 RH	0.228	0.139	-0.207	0.469	0.458	0.594*
	光照强度 LI	-0.044	0.154	-0.067	-0.367	-0.161	-0.290
	风速 WS	-0.248	-0.563	-0.270	-0.110	0.198	-0.235
林隙 In the hiatus	温度 Ta	0.241	-0.336	-0.173	-0.482	-0.268	-0.427
	湿度 RH	0.283	0.099	-0.166	0.355	0.363	0.501
	光照强度 LI	0.538	0.629*	-0.015	0.053	-0.124	0.317
	风速 WS	-0.199	-0.725**	-0.119	-0.241	-0.046	-0.426
最优效应值 The value of the best microclimate effect	降温效应 DATE	-0.259	0.262	-0.122	0.896**	0.742**	0.833**
	增湿效应 HE	0.222	0.124	-0.215	0.464	0.464	0.587*
	遮光效应 SLE	0.255	0.746**	0.332	0.509	0.097	0.675*
	挡风效应 SWE	0.202	0.653*	0.011	0.570	0.318	0.722**

df=10, R<sub>0.05</sub>=0.576, R<sub>0.01</sub>=0.708

(2) 总平均冠幅盖度与温度达到极显著的负相关。群落内冠幅盖度越大, 则林隙或裸露的地面就越少, 阳光大部分被上面的枝叶遮挡和反射, 含高能的红光、橙光等均大部分被绿叶吸收, 进行光合作用, 只有很微弱的光线进入到林内, 而且主要还是一些绿光、蓝光。因此, 群落内地表接受到极微弱的辐射, 地面增温强度很小, 其地面辐射的热量也就很小, 林内的气温也就很低。随着树冠覆盖程度的加大, 这种降温的程度也就越大。这给广大城市, 尤其是长江以南及许多夏季炎热的城市一个重要的启示, 在绿化时必须着重考虑人工植物乔木层枝叶的覆盖程度及遮荫效果, 不能过多地铺设草皮、水泥路面和水泥、瓷砖式的广场。草皮的生物量比乔、灌木的低, 吸收的光能少, 光合作用强度明显小, 与木本植物、尤其是乔木林内的地面相比, 这类地面会吸收较多的光照和热能, 因而导致地面热辐射强度大, 地表温度和气温均较高。人和城市内其他的动物在草地上行走、活动时, 由于草地不能遮荫, 几乎所有的光照全部照在他们(它们)身上, 加上较高的气温, 因而人及其他动物会感到十分的炎热, 舒适度就很差。总冠幅盖度与湿度表现为近显著的正相关。说明冠幅盖度越大, 叶片数量越多, 蒸腾作用的量也就越大, 因而释放出大量的水汽; 同时, 由于树冠多, 林内立体空间的相对郁闭度大, 水汽散失的速度也就慢。此外, 冠幅大的群落里, 地表温度及气温均明显低,

水分的运动强度低, 向外蒸发的速度就慢得多。

(3) 总平均密度与温度为极显著负相关, 说明在群落内, 植株的相互间距离越小, 即单位面积内的植株数量越多, 则会有更多的、更密集的枝叶以及树干, 构成了上层有更大的冠幅盖度, 如果是多种树种混合的群落, 则会构成更多的层次, 形成更好的遮光、吸收光能的作用; 同时, 树干多, 枝条多, 构成立体空间的郁闭度大, 当早上和下午较为倾斜的阳光通过树干和枝条时, 进入群落地面的光线和能量也会少得多。因而就会使林内的气温明显降低。总密度与湿度呈正的相关性, 接近显著, 这也同样是密度大导致冠幅盖度大, 枝叶构成的郁闭度大, 林内水蒸气多, 且温度低, 水汽散失慢的结果。

(4) 群落重要值与温度成极显著负相关, 说明总密度、总平均树高、总冠幅盖度、总平均胸径、总株数等形构成的群落重要值越大, 林内温度就会越低。有着较复合多层的群落结构, 林内尤其是林隙处逆温现象(Pinho 等, 2000; Chudnovsky 等, 2004)就更明显, 且稳定和具增强趋势。群落重要值与湿度成正相关, 达到显著水平。这反映了总平均株高、总平均胸径、冠幅总盖度和总密度等指标组成的综合值大, 就会形成如上所述林内光照弱, 气温低, 同时, 由于枝叶生物量大, 增大其蒸腾作用, 释放大量水蒸气, 同时也起到明显降温的作用。此外, 加上植物早晚的吐水作用的量也大等因素, 会使林内水汽量

大,加上林内郁闭度大、气温和土壤温度低,水汽散失速度低,便会形成林内大的湿度。群落重要值的效果给我们以启示,在城市绿化造林时,要综合考虑树种的选择,做到力求多样性,形成和谐镶嵌的多层次植物群落;而且在树种的高度、树形、枝形、叶形、排列密度、树干大小,以及种植的密度等均要科学、合理地进行组合。以求达到既有茂密的、种类和结构丰富、高大的树林植物,创造出优美、宜人的良好城市生态环境,又形成自然优美的城市景观的目的。本研究所测定的时间是在夏季秋初,正值南方的广西炎热之时,从上述植物群落结构特征所反映出来对当地小气候影响的效益看,高大、茂密、层次丰富、覆盖度大、立体空间郁闭度大等结构特征的植物群落是能够最有力地改善人们在户外最觉不适的炎热、干燥的环境,而形成适合于人及其他如鸟类等动物舒适度要求的生态环境。而在冬季,树林则会有挡风遮雨的作用,加上林内植物的代谢和微生物分解、发酵的产热作用等,所以林内对于生物的感受来说整体是明显暖于林外的。

2.3.2 林隙处相关性分析 在林隙处,总平均株高与光照强度成显著的正相关,这说明随着遮荫的下降,光照强度已因总平均株高增大而增大了透光率。一般在林隙,即树林枝叶覆盖的间歇空缺处,按理光照强度不会因为树林的高低而有何影响,但有些城内人工林,由于对林地树干中下部树枝的过度修剪,及部分群落种植枝叶较为稀少而且又过于集中在顶端的树种如大王椰、假槟榔等,使得树干越高,早上和下午倾斜斜射的阳光到达林隙的量会增大。总平均株高与风速达到极显著负相关水平,这与林荫处情况一致,说明植株高大茂密,对于上部及中部甚至下部进入到林隙处的风阻挡作用会增强。

对南宁市植物群落结构特征与其小气候因子之间的相关性在林荫与林隙情况下的比较分析,可见植物群落结构特征与小气候因子之间的关系在两种林地空间位置上是有差异的,但总的关系趋势两者具有一致性。城市植物群落内的林隙与林缘处,作为由林荫到裸地的过渡地带,也即一个中间梯度带,往往出现较为复杂多变的现象,在温度方面,林隙趋向于林荫,而林缘趋向于裸地,湿度与风速则表现出独自的特点,既异于林荫又异于裸地,光照强度方面,林缘的遮荫处,似乎由于边缘效应较大,反而趋向于林荫内部的情况,而林隙倒趋向于裸地。因此,我们应在着眼于林荫对温度、湿度、光照强度的效益

时也应重视林隙及林缘的效益,尤其是风速的显著效应。总之,城市植物群落是一个有机的整体,综合考虑其各部分因素才能在城市绿化方面根据当地具体地理条件,做出科学、合理的设计与布局,产生最佳的生态效益和景观效益。

2.3.3 与最优效应值的相关性分析 为了更好地揭示出植物群落结构特征与生态效应间的相关性,即植物群落内林荫、林隙、林缘等各遮荫测点处的降温效率,增湿效率,滤光效率,风速减速率,从三者中选最优效应值进行相关性计算。由表3结果可知:总平均株高、总冠幅盖度、总密度、总冠幅盖度及群落重要值与最优效应值间的相关性,与上述林荫和林隙处在大体趋势与机理上表现的较为一致,但效果更为明显,尤其是群落重要值与降温率、增湿率、遮光率和挡风率都成显著甚至极显著的正相关性,这说明植物群落各结构特征值综合的作用,可以提高它们在降温、增湿、遮光、挡风方面的效应,说明植物群落的结构与功能之间,各指标在综合水平上所引起的效应是叠加、综合增效作用的。

### 3 结论

通过对南宁市植物群落结构特征与生态效应间的相关性分析与探讨,表明它们之间存在复杂的相关性:(1)在林荫处,总冠幅盖度、总密度、群落重要值与温度达到极显著的负相关(相关系数分别为 $r = -0.883$ ;  $r = -0.718$ ;  $r = -0.824$ ;  $P < 0.01$ );群落重要值还与湿度达到显著正相关( $r = 0.594$ ,  $P < 0.05$ )。 (2)在林隙处,总平均株高度与光照强度成显著正相关( $r = 0.629$ ;  $P < 0.05$ ),与风速成极显著负相关( $r = -0.725$ ;  $P < 0.01$ )。另外,植物群落结构特征与其小气候效应值之间的相关性为:(1)总平均株高与遮光效应值达到极显著的正相关性( $r = 0.746$ ;  $P < 0.01$ ),与挡风效应值达到显著正相关性( $r = 0.653$ ;  $P < 0.05$ )。 (2)总冠幅盖度与降温效应值成极显著的正相关( $r = 0.896$ ;  $P < 0.01$ )。 (3)总密度与总冠幅盖度同效应值间的相关性一致,均与降温效应达到极显著水平( $r = 0.742$ ;  $P < 0.01$ )。 (4)群落重要值与小气候各效应值都成显著甚至极显著的正相关性( $r = 0.833$ ,  $P < 0.01$ ;  $r = 0.587$ ,  $P < 0.05$ ;  $r = 0.675$ ,  $P < 0.05$ ;  $r = 0.755$ ,  $P < 0.01$ )。在当地宏观气候背景下,城市植物群落会以其巨大热容量对局地气候产生调控作用。城市植物通过遮

荫、蒸腾作用、吸收光能,以及光合作用、林冠截水、林内保水、根系保水等各种功能,起到净化大气、减小城市热岛效应甚至大区域温室效应作用,以及其与非绿地空间如房屋、街道的大气环流等来形成城市尤其是城市植物群落本身及周边范围的热量、光照、水量及风等方面好的、甚至最佳的小气候环境。

### 参考文献:

- 米勒-唐布依斯, D. H. 埃伦伯格(鲍显诚, 张绅, 杨邦顺等译). 1986. 植被生态学的目的和方法[M]. 科学出版社: 83—87
- 宋永昌, 由文辉, 王祥荣, 等. 2000. 城市生态学[M]. 上海: 华东师范大学出版社: 275—78
- 张金屯. 2004. 数量生态学[M]. 北京: 科学出版社
- Atwell K. 2000. Urban area resources and urban planting-case studies from Denmark [J]. *Landscape Urban Plan*, 52(2—3): 145—163
- Beckett K P, Freer-Smith P H, Taylor G. 1998. Urban woodlands; their role in reducing the effects of particulate pollution [J]. *Environ Pollut*, 99(3): 347—360
- Cheng ZH(程占红), Zhang JT(张金屯), Shangguan TL(上官铁梁). 2002. Ecotourist resources and its districts in Luya Mountain(芦芽山生态旅游资源及生态旅游区划)[J]. *J Mountain Sci(山地学报)*, 20(3): 375—379
- Cheng ZH(程占红), Zhang JT(张金屯), Shangguan TL(上官铁梁), et al. 2002. Relationship between tourism development and vegetation environment in Luya Mountain Nature Reserve I. quality analysis of vegetation ecological environment(芦芽山自然保护区旅游开发与植被环境关系 I. 植被环境质量分析)[J]. *Acta Ecol Sin(生态学报)*, 22(10): 1 765—1 773
- Cheng ZH(程占红), Zhang JT(张金屯). 2000. Impacts of tourist development on vegetation in Tianlong Mountains(天龙山旅游开发对植被的影响)[J]. *Sci Geo Sin(地理科学)*, 20(2): 144—147
- Chudnovsky A, Ben-Dor E, Saaroni H. 2004. Diurnal thermal behavior of selected urban objects using remote sensing measurements[J]. *Energy Buildings*, 36(11): 1 063—1 074
- De Sousa C A. 2003. Turning brownfield into green space in the city of Toronto[J]. *Landscape Urban Plan*, 62(4): 181—198
- Fu HN(傅薇楠), Yan LZ(严玲璋), Zhang LQ(张连全), et al. 2000. Study on ecological structure of the ornamental plants community in Shanghai(上海城市园林植物群落生态结构的研究)[J]. *Chin Land Scope Architech(中国园林)*, 18(68): 22—25
- Fu QH(符气浩), Yang XB(杨小波), Wu QS(吴庆书). 1996. Analysis of the plant for urban afforestation (对城市绿化植物的分析)[J]. *Sci Silu Sin(林业科学)*, 32(1): 35—43
- Hu ZB(胡志斌), He XY(何兴元), Chen W(陈玮), et al. 2003. Structural and ecological benefits of urban forest in Shenyang build-up area (沈阳市建成区城市森林结构与生态效益研究)[J]. *Chin J Appl Ecol(应用生态学报)*, 14(12): 2 108—2 112
- Huang LM(黄良美), Li JL(李建龙), Huang YY(黄玉源), et al. 2006. Quantitative analysis of the composition and distribution characteristics of the greening areas in different districts of Nanning City(南宁市不同功能区绿地组成与格局分布特征的定量分析)[J]. *J Nanjing Univ(南京大学学报(自然科学))*, 42(2): 190—198
- Huang YY(黄玉源), Huang LM(黄良美), Li JL(李建龙), et al. 2006. Vegetation community structure in different functional areas of Nanning City, Guangxi Province (南宁市几个功能区的植被群落结构特征分析)[J]. *J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报)*, 14(6): 492—498
- Jim CY. 1999. A planning strategy to augment the diversity and biomass of roadside trees in urban HongKong[J]. *Landscape Urban Plan*, 44 (1): 13—32
- Jin YS(金彦杉), He XY(何兴元), Chen W(陈玮), et al., 2002. Structure and function of trees in Shenyang Built Area (沈阳市建成区街行道树的结构与功能研究)[J]. *Chin J Ecol(生态学杂志)*, 21(6): 24—28
- Li Z(李贞), Bao JG(保继刚), Chen CF(覃朝锋). 1998. The impact of tourist development on the vegetation cover of Mount Danxia, Guangdong(旅游开发对丹霞山植被的影响研究)[J]. *Acta Geo Sin(地理学报)*, 53(6): 554—560
- Liu M(刘梅), Yu B(于波), Yao KM(姚克敏). 2002. The development and application of human comfortable index(人体舒适度研究现状及其开发应用前景)[J]. *Meteorol Sci and Tech(气象科技)*, 30(1): 11—14, 18
- Ogee J, Lamaud E, Brunet Y, et al. 2001. A long-term study of soil heat flux under a forest canopy [J]. *Agric Fore Meteorol*, 106(3): 173—186
- Pinho O S, Manso Orgaz M D. 2000. The urban heat island in a small city in coastal Portugal[J]. *Int J Biometeorol*, 44(4): 198—203
- Rong A(戎安). 2003. Large area vegetarien of building in Germany(德国城市建筑环境大面积植被化研究)[J]. *Environ Conservation(环境保护)*, (10): 60—64
- Shafer C S, Lee B K, Turner S. 2000. A tale of three greenway trails, user perceptions related to quality of life[J]. *Landscape Urban Plan*, 49(3—4): 163—178
- Shashua-Bar L, Hoffman M E. 2000. Vegetation as a climatic component in the design of an urban street An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees [J]. *Energy Buildings*, 31(3): 221—235
- Shudo H, Sugiyama J, Noriyoshi Y, et al. 1997. A study on temperature distribution influenced by various land uses[J]. *Energy Buildings*, 26(2): 199—205
- Silberstein R P, Sivapalan M, Viney N R, et al. 2003. Modelling the energy balance of a natural jarrah(*Eucalyptus marginata*) forest[J]. *Agric Fore Meteorol*, 114(3—4): 201—230
- Svensson M K, Eliasson I. 2002. Diurnal air temperatures in built-up areas in relation to urban planning[J]. *Landscape Urban Plan*, 61(1): 37—54
- Tyrvaenen L. 2001. Economic valuation of urban forest benefits in Finland[J]. *J Environ Manage*, 62(1): 75—92
- Wen YG(温远光), Huang ZH(黄志辉). 1992. Analysis and investigation of urban park plant in Nanning/Liuzhou and Guilin City(对广西南宁/柳州和桂林城市园林植物的调查与分析)[J]. *Guihaia(广西植物)*, 12(3): 279—287
- Yang SH(杨士弘). 1994. Study on the effect of decreasing temperature and increasing humidity of urban afforestation trees(城市绿化树木的降温增湿效应研究)[J]. *Geo Res(地理研究)*, 13(4): 74—79

# 南宁市植物群落结构特征与局地小气候效应关系分析

作者: [黄良美](#), [黄玉源](#), [黎桦](#), [李建龙](#), [王佳卓](#), [HUAGN Liang-Mei](#), [HUANG Yu-Yuan](#), [LI Hua](#), [LI Jian-Long](#), [WANG Jia-Zhuo](#)

作者单位: [黄良美, HUAGN Liang-Mei \(南京大学, 生命科学院, 南京, 210093; 广西林业科学研究院, 南宁, 530001\)](#), [黄玉源, HUANG Yu-Yuan \(仲恺农业技术学院, 生命科学院, 广州, 510225; 广西大学, 农学院, 南宁, 530005\)](#), [黎桦, 王佳卓, LI Hua, WANG Jia-Zhuo \(广西大学, 农学院, 南宁, 530005\)](#), [李建龙, LI Jian-Long \(南京大学, 生命科学院, 南京, 210093\)](#)

刊名: [广西植物](#) **ISTIC PKU**

英文刊名: [GUIHAI](#)

年, 卷(期): 2008, 28 (2)

被引用次数: 13次

## 参考文献(30条)

1. 米勒-唐布依斯;D. H. 埃仑伯格;鲍显诚;张绅, 杨邦顺 [植被生态学的目的和方法](#) 1986
2. 宋永昌;由文辉;王祥荣 [城市生态学](#) 2000
3. 张金屯 [数量生态学](#) 2004
4. Atwell K [Urban area resources and urban planting-case studies from Denmark](#) 2000(2-3)
5. Beckett KP.;Taylor G.;Freer-Smith PH. [Urban woodlands: their role in reducing the effects of particulate pollution \[Review\]](#) [外文期刊] 1998(3)
6. 程占红, 张金屯, 上官铁梁 [芦芽山生态旅游资源和生态旅游区划](#) [期刊论文]-[山地学报](#) 2002(3)
7. 程占红, 张金屯, 上官铁梁, 张峰 [芦芽山自然保护区旅游开发与植被环境的关系 I. 植被环境质量分析](#) [期刊论文]-[生态学报](#) 2002(10)
8. 程占红, 张金屯 [天龙山旅游开发对植被的影响](#) [期刊论文]-[地理科学](#) 2000(2)
9. A. Chudnovsky;E. Ben-Dor;H. Saaroni [Diurnal thermal behavior of selected urban objects using remote sensing measurements](#) [外文期刊] 2004(11)
10. De Sousa C A [Turning brownfield into green space in the city of Toronto](#) 2003(04)
11. 傅徽楠, 严玲璋, 张连全, 高峻 [上海城市园林植物群落生态结构的研究](#) [期刊论文]-[中国园林](#) 2000(2)
12. 符气浩;杨小波;吴庆书 [对城市绿化植物的分析](#) 1996(01)
13. 胡志斌, 何兴元, 陈玮, 李月辉, 李海梅 [沈阳市城市森林结构与效益分析](#) [期刊论文]-[应用生态学报](#) 2003(12)
14. 黄良美, 李建龙, 黄玉源, 黎桦 [南宁市不同功能区绿地组成与格局分布特征的定量化分析](#) [期刊论文]-[南京大学学报\(自然科学版\)](#) 2006(2)
15. 黄玉源, 黄良美, 李建龙, 黎桦, 伍映辉 [南宁市几个功能区的植被群落结构特征分析](#) [期刊论文]-[热带亚热带植物学报](#) 2006(6)
16. Jim CY A [planning strategy to augment the diversity and biomass of roadside trees in urban HongKong](#) 1999(01)
17. 金莹杉, 何兴元, 陈玮, 徐文铎, 宁祝华, 马润国 [沈阳市建成区行道树的结构与功能研究](#) [期刊论文]-[生态学杂志](#) 2002(6)
18. 李贞, 保继刚, 覃朝锋 [旅游开发对丹霞山植被的影响研究](#) [期刊论文]-[地理学报](#) 1998(6)
19. 刘梅, 于波, 姚克敏 [人体舒适度研究现状及其开发应用前景](#) [期刊论文]-[气象科技](#) 2002(1)
20. Ogee J;Lamaud E;Brunet Y A [long-term study of soil heat flux under a forest canopy](#) 2001(03)
21. Pinho O S;Manso Orgaz M D [The urban heat island in a small city in coastal Portugal](#) 2000(04)



22. 戎安 [德国城市建筑环境大面积植被化研究](#)[期刊论文]-[环境保护](#) 2003(10)
23. Shafer C S;Lee B K;Turner S [A tale of three greenway trails:user perceptions related to quality of life](#) 2000(3-4)
24. L. Shashua-Bar;M.E. Hoffman [Vegetation as a climatic component in the design of an urban street An empiricla model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees](#)[外文期刊] 2000(3)
25. Shudo H;Sugiyama J;Noriyoshi Y [A study on temperature distribution influenced by various land uses](#) 1997(02)
26. Silberstein R P;Sivapalan M;Viney N R [Modelling the energy balance of a natural jarrah\(Eucalyptus marginata\)forest](#) 2003(3-4)
27. Svensson MK;Eliasson I [Diurnal air temperatures in built-up areas in relation to urban planning](#) [外文期刊] 2002(1)
28. Tyrvaainen L [Economic valuation of urban forest benefits in Finland](#) 2001(01)
29. 温远光, 黄志辉 [广西南宁、柳州、桂林城市园林植物的调查与分析](#)[期刊论文]-[广西植物](#) 1992(3)
30. 杨士弘 [城市绿化树木的降温增湿效应研究](#) 1994(04)

#### 本文读者也读过(10条)

1. 黄玉源. 黄良美. 李建龙. 黎桦. 伍映辉. HUANG Yu-yuan. HUANG Liang-mei. LI Jian-long. LI Hua. WU Ying-hui [南宁市几个功能区的植被群落结构特征分析](#)[期刊论文]-[热带亚热带植物学报](#)2006, 14(6)
2. 黄宏英. 谭佳丽 [南宁市区桑寄生对桂花树的危害调查研究](#)[会议论文]-2006
3. 王德辉 [浅析城市园林绿化存在的问题及对策](#)[期刊论文]-[科技致富向导](#)2010(18)
4. 黄超. 李华 [南宁市主要街道、广场绿化地鼠洞调查](#)[期刊论文]-[医学动物防制](#)2007, 23(4)
5. 罗燕英. 王卫南. 蒋昌杰 [南宁市阴生地被植物的应用](#)[期刊论文]-[广西热带农业](#)2008(3)
6. 廖美兰. 林榕庚 [南宁市100种常见园林绿化苗木寒害调查初报](#)[期刊论文]-[广西林业科学](#)2002, 31(3)
7. 文祥凤. 和太平. 黄志辉. 李济东 [南宁市园林绿地中茶花应用的调查研究](#)[期刊论文]-[广西热带农业](#)2004(1)
8. 牟礼忠 [青山塔影\(五\)——南宁十大景观漫游](#)[期刊论文]-[广西林业](#)2006(5)
9. 谭奕为. 梁喜献. 林少芳. Tan Yi-Wei. liang Xi-xian. Lin Shao-fang [南宁市园林绿化植物多样性及其应用调查](#)[期刊论文]-[广西热带农业](#)2008(2)
10. 陈林. 孙凤岐 [对南宁市朝阳广场使用状况的分析](#)[期刊论文]-[建筑学报](#)2001(5)

#### 引证文献(9条)

1. 娄善伟, 饶翠婷, 赵强, 王宏伟, 郭仁松, 高云光, 张巨松 [不同种植密度下的棉田小气候特点](#)[期刊论文]-[中国农业气象](#) 2010(02)
2. 肖湘东, 王波, 马建武, 张媛媛, 冯美玲, 李欣芮, 程业典 [植物遮阴度对城市热岛效应的影响研究--以苏州市为例](#)[期刊论文]-[中南林业科技大学学报](#) 2014(12)
3. 武锋, 郑松发, 陆钊华, 陈燕, 李鹤 [珠海淇澳岛红树林的温湿效应与人体舒适度](#)[期刊论文]-[森林与环境学报](#) 2015(02)
4. 阳永泉 [广西大瑶山自然保护区森林植物群落的物种多样性与结构特征](#)[学位论文]硕士: 2010
5. 晏海, 王雪, 董丽 [华北树木群落夏季微气候特征及其对人体舒适度的影响](#)[期刊论文]-[北京林业大学学报](#) 2012(05)

6. 叶瑞 棉花油后直播合理密度研究[学位论文]硕士 2010
7. 何柳静, 黄玉源 城市植物群落结构及其与环境效益关系分析[期刊论文]-中国城市林业 2012(04)
8. 韩丽莹 基于群落理论的生态设计方法与途径——以江南生态园为例[学位论文]硕士 2009
9. 苑征 北京部分绿地群落温湿度状况及对人体舒适度影响[学位论文]硕士 2011

引用本文格式: 黄良美, 黄玉源, 黎桦, 李建龙, 王佳卓, HUAGN Liang-Mei, HUANG Yu-Yuan, LI Hua, LI Jian-Long, WANG Jia-Zhuo 南宁市植物群落结构特征与局地小气候效应关系分析[期刊论文]-广西植物 2008(2)