

东莞市人居生态林透光率及遮荫效应

叶永昌¹, 敬小丽², 刘颂颂¹, 莫罗坚¹, 张璐², 苏志尧²

(1. 东莞市林业科学研究所, 广东 东莞 523106; 2. 华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642)

摘要:城市绿地尤其是其中的木本植物群落在调节气温、优化居民的生活环境方面发挥着关键作用。以东莞城市绿地4种人居生态林为研究对象, 采用半球面影像技术获取数据, 分析和评价林木的透光率及遮荫效应。结果表明: 在调查的4种人居生态林中, 共有乔木19科33属37种, 以人民公园的物种最丰富, 遮荫效果最好; 除林下直射光外, 林冠开度、林下散射光和总辐射透光率在4种人居生态林间存在显著差异($P < 0.01$), 且林下直射光和散射光透光率与林冠开度均呈显著线性相关关系($P < 0.01$), 说明良好的冠层结构能减少透光率, 增强辐射消减效应。4个地点的人居生态林冠层均有较良好遮荫效果。

关键词:生态林; 半球面影像; 林冠开度; 遮荫效应

中图分类号:S 718.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)05-0089-04

生态林是以提供森林生态和社会服务产品为主要经营目的, 对维持和改善生态安全、生物多样性保护和经济社会可持续发展发挥重要作用的防护林和特种用途林^[1]。城市人居生态林是在城市范围内以改善生态环境为主要目的, 营造出适宜人类居住环境的生态林, 如城市公园、居住区绿地、道路绿地等。由于城市里的温度逐渐升高, 南方的夏天高温难耐, 城市居民迫切需要在市区内找到一个能避暑的地方。城市公园丰富的植被不仅具有降温增湿^[2]、释氧固碳^[3]的作用, 它庞大的树冠产生的遮荫效应对于调节空气温度也有重要作用, 成为人们夏天避暑乘凉的首选地点, 目前对于城市绿地遮荫效应的评价的相关研究还比较少。

半球面影像技术(Hemispherical Photography)由于其方便、快速的特点被广泛用于生态学领域的研究, 如测定植物叶面积指数^[4]、估测绿量^[5]以及测定林隙光照^[6]等。该研究利用半球面影像技术测定城市绿地植物冠层结构参数和林下光照, 借此评价城市绿地林木的遮荫效应, 以期在城市绿地改善生态环境的功能研究提供一种新的方法。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

东莞市(东经113°31'~114°15', 北纬22°39'~23°09')位于广东省东南部, 东邻惠州, 南接深圳, 是粤港澳经济三角的中心地区。地貌以丘陵台地、冲积平原为主, 土壤以赤红壤为主, 少有红壤、黄壤, 年平均气温22.1℃, 年平均降水量1800 mm。该研究地点为东莞市4个城市绿地, 包括2个公园绿地人民公园(RM)和元美公园(YM)、1个道路绿地沿河西路(YH)和1个广场绿地文化广场(WH)。近年来, 东莞市社会经济发展迅速, 市区高楼林立, 空气流动受阻, 加上汽车尾气与林地开发, 城市温度逐年上升^[7], 城市绿地有效地降低了空气温度, 定量研究其遮荫效应对于提高城市绿地的生态环境改善功能以及创建更适合居民生活的城市环境具有重要意义。

1.2 研究方法

1.2.1 植物调查 在2个公园绿地中采用样方法, 各调查一个20 m×20 m样方, 调查样方内的乔木树种; 广场绿地和道路绿地则调查研究地范围内的所有乔木树种, 记录其种名(Species)、树高(Height, H)、胸径(Diameter at Breast Height, DBH)、冠幅(Crown, 南-北方向 W1, 东-西方向 W2)。

1.2.2 半球面影像获取及处理 将 Nikon Coolpix 4500数码相机外接 Nikkor FC-E8 鱼镜头转换器举到约1.65 m处, 在所调查的每棵树下, 镜头朝上, 拍摄半球面林冠影像。采用 Gap Light Analyzer 2.0(GLA)图像处理软件分析林冠影像, 保存分析得出的林冠开度(Cano-

第一作者简介:叶永昌(1966-), 男, 硕士, 研究员, 现主要从事林业科技推广等研究工作。E-mail: dgk@163.com.

责任作者:苏志尧(1963-), 男, 博士, 教授, 现主要从事生态学等研究工作。E-mail: zysu@scau.edu.cn.

基金项目:东莞市科技计划资助项目(2007108101029); 广东省林业科技创新专项资助项目(2011KJCX031-02)。

收稿日期:2014-11-13

py Openness, CO)、叶面积指数(Leaf Area Index, LAI)、林下直射光(Transmitted Direct Light, Tdir)、林下散射光(Transmitted Diffused Light, Tdif)及林下总光照(Transmitted Total Light, Ttot)5个参数。

1.3 数据分析

采用 Excel 2003 统计研究地的树种组成及测量指标。在 Statistica 8.0 中采用非参数的 Kruskal-Wallis test 分析检验人居生态林的林冠开度与林下光照在不同地点间的差异显著性并做多重比较;采用相关分析方法分析透光率与林冠开度的关系。

2 结果与分析

2.1 人居生态林树种组成及结构

基于调查数据,东莞4个城市绿地共计有乔木37

种,分属于33属19科。其中,公园绿地中的人民公园物种最丰富,有15科24属27种,元美公园有6科9属9种,文化广场有11科14属14种,沿河西路有6科6属6种。所有树种中以豆科 Leguminosae 植物占优势,共有7属8个种,包括台湾相思(*Acacia confusa*)、海红豆(*Adenanthera pavonina*)、南洋楹(*Albizia falcataria*)、羊蹄甲(*Bauhinia purpurea*)、黄槐决明(*Cassia surattensis*)、鸡冠刺桐(*Erythrina crista-galli*)、柠檬桉(*Eucalyptus citriodora*),其中又以台湾相思(*Acacia confusa*)数量最多,有22株(表1)。而楝科 Meliaceae、木兰科 Magnoliaceae、桑科 Moraceae 等多为2个种。在所调查的乔木树种中,除黄槐决明外,均为胸径 ≥ 25.0 cm的大树,冠层枝叶均较密,冠幅较大,能达到较好的遮荫效果。

表1

4个人居生态林的树种数量特征及分布

Table 1

The quantitative characteristic and distribution of trees in four amenity forests

树种 Species	多度 Abundance	胸径 DBH/cm	树高 H/m	冠幅 W1/m	冠幅 W2/m	分布 Distribution
台湾相思 <i>Acacia confusa</i>	22	35.0 \pm 1.7	16.5 \pm 0.2	7.0 \pm 0.7	7.4 \pm 0.9	RM
海红豆 <i>Adenanthera pavonina</i>	1	40.4	17.0	8.0	15.0	RM
糖胶树 <i>Alstonia scholaris</i>	2	35.6 \pm 1.9	14.5 \pm 1.5	7.0 \pm 0.0	6.5 \pm 0.5	YM
南洋杉 <i>Araucaria cunninghamii</i>	2	30.8 \pm 3.8	11.8 \pm 0.3	3.5 \pm 0.5	3.5 \pm 1.5	RM,WH
羊蹄甲 <i>Bauhinia purpurea</i>	5	31.1 \pm 1.6	9.7 \pm 1.2	3.3 \pm 0.6	3.6 \pm 0.4	RM
木棉 <i>Bombax ceiba</i>	11	36.0 \pm 5.3	12.4 \pm 0.9	7.6 \pm 0.9	6.9 \pm 0.6	RM,WH,YM,YH
土蜜树 <i>Bridelia tomentosa</i>	1	33.2	14.0	7.0	3.0	RM
构树 <i>Broussonetia papyrifera</i>	2	40.7 \pm 1.5	15.0 \pm 0.0	7.5 \pm 0.5	7.5 \pm 1.5	RM
美丽异木棉 <i>Ceiba speciosa</i>	5	33.4 \pm 1.7	14.4 \pm 1.1	7.0 \pm 0.4	6.6 \pm 0.5	YM
朴树 <i>Celtis sinensis</i>	1	30.0	12.0	6.0	5.0	RM
毛麻楝 <i>Chukrasia tabularis</i> var. <i>velutina</i>	8	27.0 \pm 0.7	8.9 \pm 0.7	6.3 \pm 0.5	5.2 \pm 0.4	YM,WH
阴香 <i>Cinnamomum burmannii</i>	1	30.5	14.0	9.0	8.0	RM
龙眼 <i>Dimocarpus longan</i>	2	45.6 \pm 0.5	8.6 \pm 1.5	5.6 \pm 0.4	5.9 \pm 1.1	RM
人面子 <i>Dracontomelon duperreanum</i>	5	69.8 \pm 40.5	11.7 \pm 2.5	7.1 \pm 1.6	6.5 \pm 1.6	RM,WH
水石榕 <i>Elaeocarpus hainanensis</i>	2	30.0 \pm 0.6	8.0 \pm 1.5	6.5 \pm 0.5	7.5 \pm 2.5	RM
毛果杜英 <i>Elaeocarpus rugosus</i>	1	48.6	14.0	8.0	8.5	WH
鸡冠刺桐 <i>Erythrina crista-galli</i>	1	28.8	5.6	4.0	3.5	RM
柠檬桉 <i>Eucalyptus citriodora</i>	3	43.4 \pm 5.6	17.2 \pm 1.6	7.7 \pm 0.7	9.5 \pm 2.6	RM
南洋楹 <i>Falcataria moluccana</i>	15	52.6 \pm 4.5	19.2 \pm 2.6	10.2 \pm 0.6	9.6 \pm 0.7	YM,YH,WH
高山榕 <i>Ficus altissima</i>	1	25.9	6.5	4.0	5.0	RM
榕树 <i>Ficus microcarpa</i>	9	66.3 \pm 8.2	12.4 \pm 0.8	9.1 \pm 0.7	10.7 \pm 0.9	RM,WH
黄槿 <i>Hibiscus tiliaceus</i>	3	28.5 \pm 1.2	21.6 \pm 5.8	6.3 \pm 0.3	4.3 \pm 0.9	YH
塞楝 <i>Khaya senegalensis</i>	6	40.0 \pm 3.9	9.8 \pm 1	5.1 \pm 0.7	4.6 \pm 0.3	YM,WH
荔枝 <i>Litchi chinensis</i>	1	25.5	5.5	7.0	5.0	WH
潺槁木姜子 <i>Litsea glutinosa</i>	2	28.7 \pm 3.3	14.3 \pm 0.3	6.5 \pm 0.5	3.8 \pm 0.3	RM
杧果 <i>Mangifera indica</i>	3	58.8 \pm 27.7	11.8 \pm 3.7	6.7 \pm 2.2	6.3 \pm 1.9	RM,WH
白兰 <i>Michelia alba</i>	16	31.0 \pm 1.6	13.7 \pm 0.7	6.1 \pm 0.4	5.6 \pm 0.4	RM,WH
醉香含笑 <i>Michelia macclurei</i>	1	25.8	15.0	3.0	2.5	RM
木犀 <i>Osmanthus fragrans</i>	1	30.4	10.0	5.0	4.0	RM
银海枣 <i>Phoenix sylvestris</i>	2	29.9 \pm 1.4	5.3 \pm 0.8	3.0 \pm 0.0	2.5 \pm 0.0	WH
大王椰子 <i>Roystonea regia</i>	7	38.8 \pm 1.9	11.3 \pm 0.7	3.1 \pm 0.7	3.7 \pm 0.3	YM,RM,WH
垂柳 <i>Salix babylonica</i>	2	30.3 \pm 0.3	8.2 \pm 1.3	5.5 \pm 1.5	4.0 \pm 1.0	RM,WH
乌桕 <i>Sapium sebiferum</i>	3	36.2 \pm 5.5	13.3 \pm 0.9	7.3 \pm 0.9	7.7 \pm 0.7	RM
黄槐决明 <i>Senna surattensis</i>	1	11.0	5.0	5.0	3.0	YM
火焰树 <i>Spathodea campanulata</i>	5	34.4 \pm 2.0	20.2 \pm 5.1	5.8 \pm 0.6	5.4 \pm 0.5	YH
洋蒲桃 <i>Syzygium samarangense</i>	11	31.3 \pm 1.3	10.0 \pm 0.9	5.7 \pm 0.5	5.6 \pm 0.5	YH,RM
池杉 <i>Taxodium distichum</i> var. <i>imbricatum</i>	3	26.3 \pm 3.9	8.8 \pm 1.1	2.3 \pm 0.3	2.5 \pm 0.3	YH,RM

注:除了仅有1株个体的树种外,表中胸径、树高、冠幅的数据均为平均值 \pm 标准误差。RM:人民公园;WH:文化广场;YH:沿河西路;YM:元美公园。

Note: DBH, H, W1 and W2 are represented by mean \pm SE, except for those species with only one individual. RM, WH, YH, and YM stand for Renmin Park, Wenhua Square, Yanhexi Road, and Yuanmei Park, respectively.

2.2 林冠开度与林下辐射

Kruskal-Wallis test 分析结果表明,林冠开度与散射光和总光照的透光率在不同地点的人居生态林间差异性显著($P<0.01$),而直射光的透光率在不同地点的人居生态林间却不存在显著差异($P>0.05$)。说明 4 个地点的人居生态林的冠层均比较完整,没有完全空的林隙,直射光到达林下的比例较小,遮荫效果好。林冠开度与林下直射光、散射光和总光照的透光率的最小值均在人民公园,最大值除了林下直射光外均在文化广场,可能是由不同人居生态林的树种组成所引起的。人民

公园内树种丰富,其它 3 个生态林内所没有的潺槁木姜子(*Litsea glutinosa*)、高山榕(*Ficus altissima*)、羊蹄甲(*Bauhinia purpurea*)和台湾相思(*Acacia confusa*)等冠幅较大的乔木树种,增加了冠层枝叶的密度,能有效防止太阳光照射到林下,遮荫效果更好;文化广场内虽然也有木棉(*Bombax ceiba*)、南洋楹(*Falcataria moluccana*)等冠幅较大的树种,但数量较小,其它树种如大王椰子(*Roystonea regia*)等冠幅较小,不能达到很好的遮荫效果。

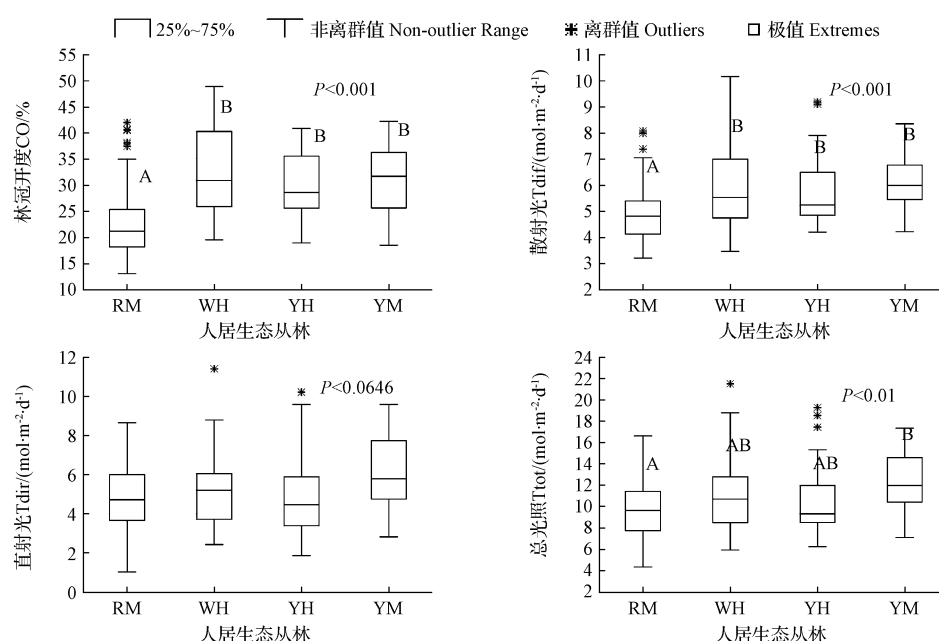


图 1 不同地点人居生态林的林冠开度与林下光照比较

Fig. 1 Comparison of CO and transmitted light in different amenity forests

2.3 透光率与林冠开度的关系

相关分析结果表明林下光照的透光率与林冠开度均呈显著线性相关($P<0.01$) (图 2),即林下光照的透光率随林冠开度的增加而增加。进一步说明冠层对光照有较强的阻碍作用,林冠开度越大,光照经过冠层时受到的阻碍越小,能更多地通过林冠照射到林下。该研究地点的乔木冠幅均偏大,所以在林冠开度较小的范围

内,透光率与林冠开度的线性关系显著,一些偏离直线较远的点可能是由一些特别的树种造成的,如醉香含笑(*Michelia macclurei*)、池杉(*Taxodium distichum* var. *imbricatum*) (表 1) 等冠幅较小的树种,可能会导致透光率很大。由图 2 还可知,散射光的透光率与林冠开度的相关系数(r)大于直射光的透光率与林冠开度的相关系数,说明冠层对散射光的作用比直射光强,因为经过冠

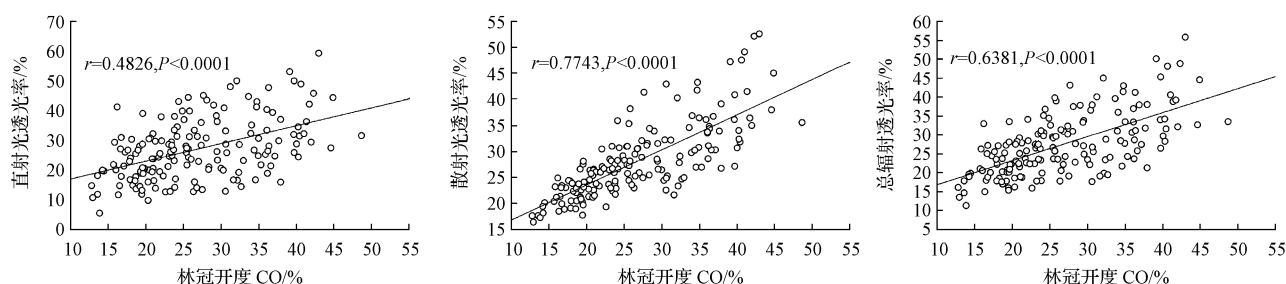


图 2 人居生态林的林冠开度与林下光照的关系

Fig. 2 The correlation between CO and transmitted light in amenity forest

层的直射光被大量地反射到大气中,但是大部分散射光却能通过^[8]。结合图 1,说明所调查的 4 个地点的人居生态林的遮荫效果均较好。

3 讨论

太阳光照射进冠层,经过冠层的投射、反射、散射,只有部分照到林下。所以林冠开度直接影响着冠层的透光率。该研究中,人民公园有相对其它地点较丰富的树种组成,有大量冠幅较大的大乔木,使得该研究地点的冠层枝叶较密,林冠开度较小,透光率也相应较小,遮荫效果较好。该研究表明林冠开度与透光率线性正相关关系显著($P < 0.01$),而且冠层对散射光的作用比直射光强。有研究表明,不同树种间透光率存在显著差异^[9],不同树种的树冠不同,对光照的透射率也不同,与该研究结果相似。

植物的遮荫效应降低了空气温度,蒸腾作用产生大量水汽,还能提高局部空气的相对湿度。研究表明,不同的冠层结构对温湿度的调控作用不同^[10]。但是冠层具体的遮荫效果及其使人类感觉舒适的程度还需要进一步研究,比如林下光照与林冠上方光照、温度、湿度等环境因子的差异;采用体感气象指数(Discomfort Index, DI)等指标评价冠层的遮荫效果;计算使人类感觉到最

舒适的遮荫效果时冠层的叶面积指数(LAI)及林冠开度等。

参考文献

- [1] 孙绍鹏,韩友志.生态林经营中存在问题及对策[J].内蒙古林业调查设计,2010,33(6):59-68.
- [2] 李晶,孙根年,任志远,等.植被对盛夏西安温度/湿度的调节作用及其生态价值实验研究[J].干旱区资源与环境,2002,16(2):102-106.
- [3] 李想,李海梅,马颖,等.居住区绿化树种固碳释氧和降温增湿效应研究[J].北方园艺,2008(8):99-102.
- [4] Zhao D H, Lv M T, Wang P H, et al. Can the plant area index of a submerged vegetation canopy be estimated using digital hemispherical photography[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2014, 192-193: 69-77.
- [5] 黎彩敏,黎孟昭,翁殊斐,等.半球面影像技术估测三种园林树种的绿量[J].北方园艺,2011(9):73-76.
- [6] 孙东,朱纯,熊咏梅,等.林隙光照对广州市风景林下植物分布的影响[J].华南农业大学学报,2011,32(4):63-66.
- [7] 邓玉娇,匡耀求,黄宁生,等.温室效应增强背景下城市热环境变化的遥感分析—以广东省东莞市为例[J].地理科学,2008,28(6):814-819.
- [8] Yamasoe M A, Randow C von, Manzi A O, et al. Effect of smoke and clouds on the transmissivity of photosynthetically active radiation inside the canopy[J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2006(6):1645-1656.
- [9] 钟泳林,王志云,洗丽铨,等.基于粗糙集的林木冠层结构和光分布对净光合速率影响研究[J].中南林业科技大学学报,2014,34(4):43-49.
- [10] 李英汉,王俊坚,陈雪,等.深圳市居住区绿地植物冠层格局对微气候的影响[J].应用生态学报,2011,22(2):343-349.

Light Transmittance and Shading Effect of the Urban Amenity Forest in Dongguan, China

YE Yong-chang¹, JING Xiao-li², LIU Song-song¹, MO Luo-jian¹, ZHANG Lu², SU Zhi-yao²

(1. Dongguan City Forest Research Institute, Dongguan, Guangdong 523106; 2. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642)

Abstract: Urban green land especially woody plants within it played an important role in regulating air temperature and improving living conditions. Taking four kinds of amenity forest in Dongguan as research object, the light transmittance and shading effect using hemispherical photography were analyzed and estimated. The results showed that there were 19 families, 33 genera and 37 species of trees in total in the four study sites, Renmin park had the most abundance species and its shading effect was the best; canopy openness (CO), the transmittance of transmitted diffused light and total light had a significance difference in the four urban green lands ($P < 0.01$) except transmitted direct light, besides, the transmittance of transmitted light had a significance linear correlation with CO ($P < 0.01$) which indicated that good canopy structure could reduce transmittance and enhance radiation attenuation effect. The four amenity forests had a good shading effect.

Keywords: amenity forest; hemispherical photograph; canopy openness; shading effect