

# Sampling Study for Subtropical Trees' Improving the Urban Microclimate

Hui Xiong

Guangdong Jinglong Construction Group Co., LTD., Guangzhou Guangdong  
Email: 375610596@qq.com

Received: Sep. 5<sup>th</sup>, 2018; accepted: Sep. 20<sup>th</sup>, 2018; published: Sep. 28<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

Due to the rapid urban expansion and building, the shade area of ground and building wall is not increased synchronously; it leads to the more apparent effect of the Urban Heat Island. In this paper, a university in Guangzhou is selected to carry out the measurement and survey of the temperature and sunshine of the tree canopy in Pearl River Delta.

## Keywords

Trees' Shade, Urban Microclimate, Sampling Study

---

# 亚热带乔木绿荫改善城市微气候的抽样研究

熊 辉

广东景龙建设集团有限公司, 广东 广州  
Email: 375610596@qq.com

收稿日期: 2018年9月5日; 录用日期: 2018年9月20日; 发布日期: 2018年9月28日

---

## 摘 要

由于城市快速扩张与建筑物大量兴建, 城市地面及建筑墙面遮阴面积却未同步上升, 使得城市热岛效应更加明显。本文针对珠三角地区常见乔木之树冠遮阴热环控因子及效益, 选取广州市区内某大学为试点进行实测与调查, 进行气温与日照量评估。

## 关键词

乔木绿荫, 城市微气候, 抽样研究

---

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

自改革开放以来,中国城市化之进程日益加快,城市面积不断扩大,然而现今国内建筑于规划设计时,大多对基地内既有乔木不重视而将其移除或砍伐,造成原有环境乔木创造的遮阴功能、蒸散作用消失,再加上城市内建筑体、道路体等蓄热面积不断增加,城市热岛现象日益严重,但直到近年来国人才开始重视城市微气候与城市热岛的问题。林中立等人利用 MODIS 地表温度产品数据和 DMSP/OLS 夜间灯光影像数据,对 2001~2013 年这 3 个城市群的热岛与发展二者之间的关系进行研究,他们发现在 2001~2013 年间,3 个城市群的热岛斑块面积都有较大幅度的增加,并且在空间上逐渐相连接,形成热岛城市带;RHII(区域热岛指数)不断升高,京津唐城市群的热岛 RHII 升高 0.051,长三角城市群升高 0.070,珠三角城市群升高 0.101,3 个城市群热岛状况不断加剧[1]。胡永红等人则发现,结构越丰富的群落在增湿降温方面的效果越明显,而草坪对微气候的调节能力则大为减弱[2]。可见,相同面积之草坪绿化或乔木绿化,对于城市的热环境控制效果后者更理想。关于这一方面的研究还有很多,如文[3]-[8]。

不同种类之乔木除了 CO<sub>2</sub> 吸收量不同以外,各种类乔木也因为天然树形及叶冠浓密不同,故其地面及墙面遮阴功能高低有很大差异。从乔木成树遮阴性有关之树干高低度、树冠宽窄性与树叶丛密稀度等角度而言,乔木冠形可概分为高阔密、高阔稀、高窄密、高窄稀、低阔密、低阔稀、低窄密、低窄稀等八种类型。不同乔木冠形对基地热环境调节及热岛效应减缓会有相当大之差异,不能将 CO<sub>2</sub> 吸收量做直接转换,需要一个更明确的城市热岛缓和系数或城市冷岛系数以供决策者参考,故有必要对各类乔木热环控的效果及影响,做进一步实测与调查。

## 2. 研究内容、目的与方法

本文主要针对珠三角地区,其位于低纬度区,全年日照量较大而夏季环境湿热,故城市建筑基地应尽量利用大面积乔木树冠水平面遮阴以减轻对地面之辐射,尽量利用高耸的乔木树冠垂直面遮阴以减轻墙面之辐射热,以降低建筑基地内蓄热面之日照时数与面积。不过对于乔木树冠遮阴对热环境地面及墙面蓄热元素,欠缺高遮阴性乔木树种对微气候影响之研究,因此需要对这以课题进行实测调查,以量化方式来评估乔木树冠遮阴热效应改善之效益。针对地方性城市热岛的研究也不少,如文[7]-[12]。

本研究将对珠三角常见乔木之树冠遮阴热环控因子及效益进行实测与调查,并研究城市冷岛系数之量化值作为评估工具,以利于城市规划者在进行基地绿化设计时,将乔木树冠遮阴降温之热环控因子考虑在内,通过自然手段达到城市热岛退烧之效果。

研究方法。首先是进行资料收集。将针对亚热带气候城市热岛效应、城市冷岛、绿化热环境因子之相关学术论文及著作列为资料搜集范围。其次是汇总整理城市热岛、城市冷岛与植栽绿化热环境控制之相关研究成果,拟定研究方向,以及找出符合本研究的调查方式,并根据文献[13]的归纳,借鉴文[14] [15] [16]中的观点,开展本研究。

本研究之亮点,是利用资源设备与测量仪器,进行实地调查测量纪录,测量内容包括环境气温、地面与墙面表面温度、太阳日照量、遮阴状况、天气变化等,并将实测数据采科学方式数据量化及统计整理,再将乔木树形遮阴防热效益之统计数据采科学方式进行分析、归纳整理做详细比较,量化亚热带绿建筑基地乔木绿化热环境影响程度。

### 3. 量化抽样与实验条件

本研究选定广州市辖区之校园，并选定校内的乔木进行实际测量。针对夏季广州市区校园水平地面与建筑垂直墙面受乔木遮阴环境进行实测实量，纪录表面温度与气温受太阳日照量变化之影响，同时将有乔木树冠遮阴与无乔木树冠遮阴的热环境变化进行比对分析，并归纳整理出本研究调查与分析之建筑基地乔木绿荫热环境控制因子。调查项目可分为测点表面材质、建筑墙面受照方位、乔木与墙面之间距、环境的遮阴状况、太阳日照量等物理环境之变量，以分析乔木不同乔木的绿荫效果，对周遭环境直接或间接影响气温与表面温度之关系。本研究主要以表面温度、气温及太阳日照量三项热环境因子为比较分析，而风环境相关因子在本研究并无涉及。借助现场实际测量取得热环境数据，分析验证不同乔木绿荫环境下，各项因子影响热环境变化的程度，进而建立基地乔木城市冷岛系数，使建筑设计时间重视乔木的选择与应用，达到良好的环境隔热效果，使减缓改善城市热岛效应及维持良好的基地热环境。

#### 3.1. 样本说明

本研究将选定广州某大学作为实验样本，并从校园中选择符合本研究实测条件需求的乔木种类，且受到热因子影响较少的环境中选定测点，以便进行实测地面与墙面受乔木树冠遮阴之影响变化。针对选区内的乔木，将依据乔木树形分类条件，选择适当乔木以进行实测；同时，周遭热源影响较小的环境条件，是作为本研究实测调查所优先考虑之因素。样本选定条件的整理如表 1 所示，乔木树冠外观分类及判断基准如表 2 所示。

**Table 1.** Selected conditions for horizontal and vertical plane cases

**表 1.** 水平面与垂直面案例选定条件

选定条件	测量类型	水平地面测量	垂直墙面测量
测点选定		选择符合条件之乔木，同时不受大量热源影响的环境作为测点	选择符合条件之遮阴，同时不受大量热源影响的环境作为测点
参考点选定		由测点周遭选定，需有相同表面材质	由测点周遭选定，需有相同表面材质
日照要求		全日照	全日照
树种、树形的选定		依据相关研究论述的乔木分类条件，选定符合条件之实际树形乔木进行测量	依据相关研究论述的乔木分类条件，选定符合条件之实际树形乔木进行测量
种植方位		不考虑	建筑物之东、西面
测点表面材质		测点与参考点必须同样表面材质，方可进行同条件比对分析	测点与参考点必须同样表面材质，方可进行同条件比对分析
与墙面间距		不考虑	树冠不直接与墙面贴齐，避免绿荫无法依不同时间点有所变化

**Table 2.** Classification and its judgment criteria for canopy appearance of trees

**表 2.** 乔木树冠外观分类及其判断基准

乔木外观分类		判断基准说明
树干	高	成树树干高度 10 m 以上
	低	成树树干高度 10 m 以下
树冠	阔	树冠体呈现宽阔水平延伸之外观
	窄	树冠体呈现尖窄垂直延伸之外观
叶丛	密	密叶丛乔木
	疏	疏叶丛乔木

本研究将水平面案例测点分为 A 类，垂直面案例分为 B 类。各案例的详细相关资料如下所示。A 类水平地面乔木树冠遮阴测点分为 A-1、A-2、A-3、A-4、A-5、A-6 与 A-7 共七个案例，B 类垂直墙面乔木树冠遮阴测点分为 B-1、B-2、B-3 与 B-4 共四个案例。限于篇幅，分类原则只做部分列举，如表 3 所示。

### 3.2. 实验项目与条件

本研究将选择天气整日晴朗之时进行实验调查，且环境气温需要达到当日中央气象局发布之 30℃ 以上，阴天与雨天则不列入实测考虑。乔木案例将依据相关文献进行分类挑选，在乔木有遮阴与无遮阴之环境下进行热环境测量，其测量项目分为环境气温、测点表面温度与太阳日照量三种。由于太阳入射角会受时间点影响而变化，过早或是过晚的测量时间，将会造成乔木树冠阴影变化大而不易测量其遮阴效

**Table 3.** Illustration for cases of horizontal ground and vertical wall

**表 3.** 水平地面乔木案例与垂直墙面乔木案例部分说明

案例	实测测点基本数据	图片示例
案例 A-1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 位置: 某校区 a 号楼南侧</li> <li>2) 树种: 榕树</li> <li>3) 实际树形: 高阔密</li> <li>4) 树冠高: 19 m</li> <li>5) 树冠直径: 18 m</li> <li>6) 地面材质: 柏油</li> <li>7) 测量点: A-1-1, 有树荫; A-1-2, 无树荫</li> </ol>	
案例 A-2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 位置: 某校区 b 号楼南侧</li> <li>2) 树种: 樟树</li> <li>3) 实际树形: 高阔稀</li> <li>4) 树冠高: 14 m</li> <li>5) 树冠直径: 12 m</li> <li>6) 地面材质: 柏油</li> <li>7) 测量点: A-2-1: 有树荫; A-2-2: 无树荫</li> </ol>	
案例 B-1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 位置: 某校区 h 号楼西侧</li> <li>2) 树种: 白千层</li> <li>3) 实际树形: 高窄稀</li> <li>4) 树冠高: 16 m</li> <li>5) 树冠直径: 7.4 m</li> <li>6) 墙面材质: 红色磁砖</li> <li>7) 测量方位: 西晒</li> <li>8) 与墙面间距: 5.9 m</li> <li>9) 测量点: B-1-1, 有树荫; B-1-2, 无树荫</li> </ol>	
案例 B-2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 位置: 某校区 i 号楼西侧</li> <li>2) 树种: 肯氏南洋杉</li> <li>3) 实际树形: 高阔稀</li> <li>4) 树冠高: 20 m</li> <li>5) 树冠直径: 9 m</li> <li>6) 墙面材质: 白色磁砖</li> <li>7) 测量方位: 西晒</li> <li>8) 与墙面间距: 5.2 m</li> <li>9) 测量点: B-2-1, 有树荫; B-2-2, 无树荫</li> </ol>	

果, 因此本研究将测量时间设定为上午 8 点至下午 5 点。其案例测量条件与使用仪器将分别进行论述:

1) 环境气温: 将于乔木树冠遮阴时, 至乔木绿荫的中心点进行测量气温, 并且环境受过多的车流量、压缩机风口等热源所影响。

2) 表面温度: 将于乔木树冠遮阴时, 水平铺面表面温度测量将选择乔木树冠下方由上午八点至下午五点皆有绿荫的位置进行测量, 以确实了解各种乔木对铺面表面温度影响程度; 垂直墙面表面温度测量将选择东、西晒墙面, 并于墙面遮阴处由高至低测量复数个测点(一楼层一个测点)。水平面及垂直面无乔木树冠遮阴的参考点, 要求全日照且不受任何环境物体之阴影遮蔽影响, 且无乔木树冠遮阴参考点之表面材质皆需与有乔木树冠遮阴测点相同, 以作为对照组分析。

3) 太阳日照量: 在测量太阳日照量时, 实测方式将分为仪器于垂直向树荫下向上、水平向树荫下(面北)及树荫外直向着太阳, 以搜集直接日照量数据。

4) 实验仪器规格: 携带式红外线热影像显示仪 NECF30S, 太阳能日照计 TES-1333, 温湿度计 E-510。

5) 实验测量方式: 本研究将采用人工方式每小时逐时定点纪录实测数据。

## 4. 调查实验及结果

本研究实验调查将采用全天候为晴天状态下测量, 并以每小时逐步对测点进行测量为取样频率, 实测户外热环境数据将分为两个大类型:

- 1) 水平地面乔木树冠遮阴热环境因子测量。
- 2) 垂直面墙面乔木树冠遮阴热环境因子测量。

### 4.1. 水平地面遮阴热环境温度因子

2017 年 7 月 21 日, 当日选区晴朗, 无阴无雨, 从 11 时至 15 时, 每隔一小时针对案例水平地面实测逐时气温及表面温度后表明, 乔木树荫下最高气温多为中午 12 点, 其最高气温由高至低依序排列, 分别为低窄密乔木 37.9℃、低阔稀乔木为 37.0℃、低阔密乔木及高阔密乔木皆为 36.9℃、高阔稀乔木与高窄稀乔木皆为 36.1℃, 高窄密乔木为 35.6℃, 因此高窄密乔木之环境气温为最低, 与低窄密乔木最高气温相差 2.7℃。由于高阔密乔木案例邻接柏油路面停车场, 故环境气温受影响而偏高。由图 1 可知, 中央气象局发布逐时环境气温与各案例树荫下逐时环境气温之变化并不相似, 中午 12 点环境温度反而偏低, 因此在后续分析比较不会将中央气象局环境气温列入相互比较基准。

七个案例乔木树荫下逐时表面温度比较如图 2 所示。不难看出, 乔木树荫下表面最高温出现之时间, 由高至低分别是低阔稀乔木下午 2 点的 50.0℃、高窄稀乔木上午 11 点的 41.1℃、高阔稀乔木下午 1 点与 2 点的 40.2℃、低窄密乔木下午 3 点的 39.8℃、高窄密乔木中午 12 点与下午 2 点的 36.3℃, 高阔密乔木中午 12 点及低阔密乔木下午 2 点的 35.4℃, 因此高阔密乔木与低阔密乔木之表面温度为最低, 与低阔稀乔木最高表面温度相差 14.6℃。

### 4.2. 水平地面遮阴热环境日照因子

由乔木遮阴案例水平地面实测逐时日照量表明, 无遮阴水平地面太阳直接日照量(基准值)最高为上午 11 点的 1004.0 W/m<sup>2</sup>, 最低为下午 3 点的 855.3 W/m<sup>2</sup>。在树荫下水平向最高日照量及出现之时间, 由高至低分别是低阔稀乔木下午 1 点的 98.5 W/m<sup>2</sup>, 高窄稀乔木上午 11 点的 81.8 W/m<sup>2</sup>, 高窄密乔木上午 11 点的 63.3 W/m<sup>2</sup>, 高阔稀乔木中午 12 点的 61.1 W/m<sup>2</sup>, 高阔密乔木下午 2 点的 48.5 W/m<sup>2</sup>, 低窄密乔木中午 12 点的 37.9 W/m<sup>2</sup>, 低阔密乔木下午 1 点 30.1 W/m<sup>2</sup>, 因此低阔密乔木之水平向日照量为最低, 与低阔稀水平向最高日照量相差 68.4℃。其中低阔密乔木案例日照量最低, 是因为该树种印度橡胶树之叶片

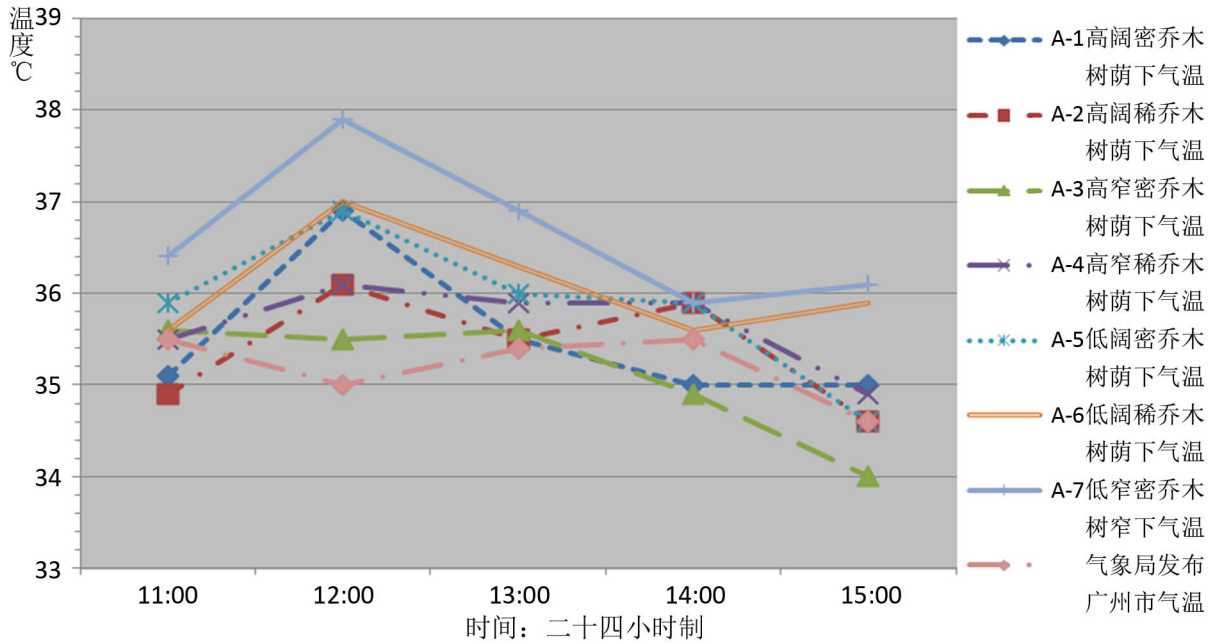


Figure 1. The temperature changes hour by hour under the shade of the horizontal ground  
图 1. 水平地面案例树荫下气温逐时变化

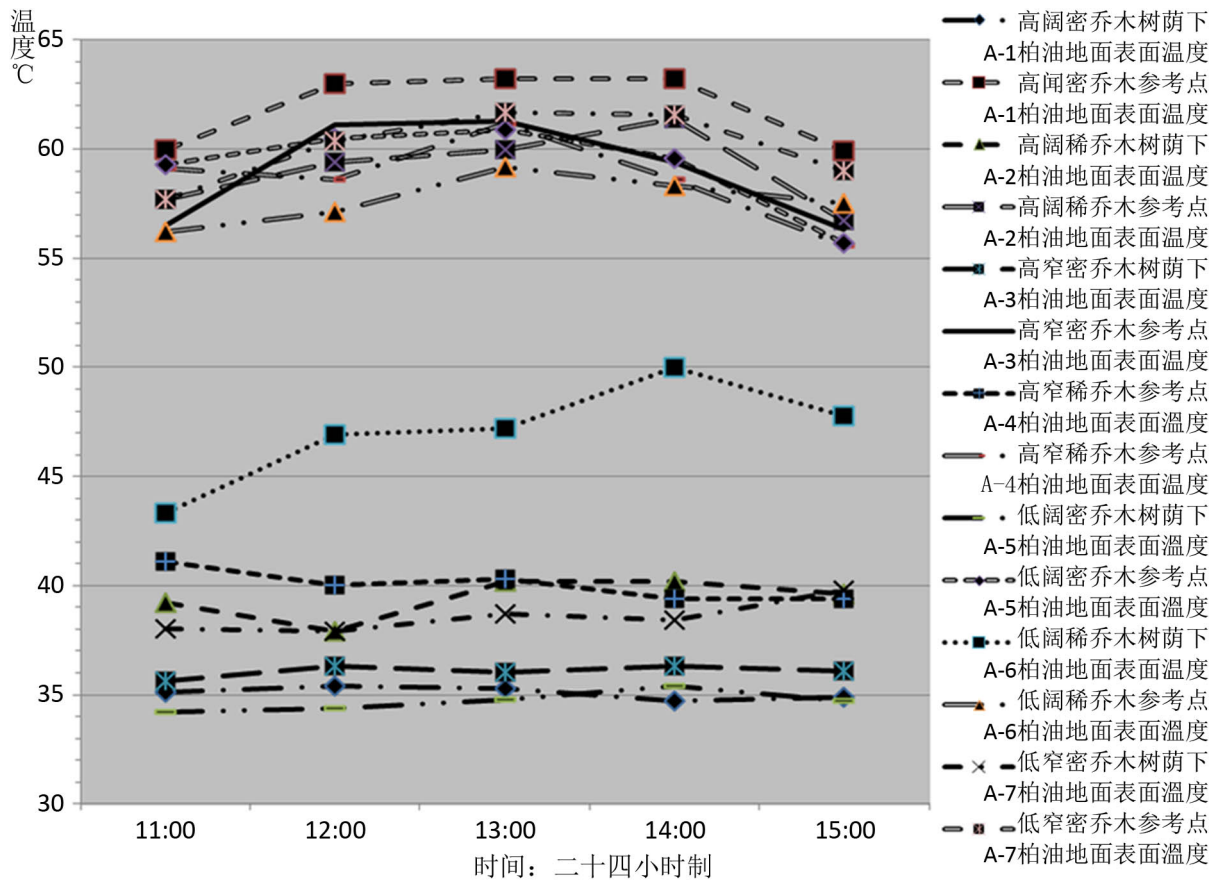


Figure 2. The surface temperature of the horizontal ground changes hour by hour  
图 2. 水平地面案例表面温度逐时变化

大而厚实，遮阴性极佳所致。低阔稀乔木案例日照量偏高甚多，是因为该树种凤凰木之树叶丛非常稀疏所致。

在树荫下垂直向上最高日照量及出现之时间，由高至低分别是低阔稀乔木下午 1 点的  $177.0 \text{ W/m}^2$ ，高阔稀乔木下午 2 点的  $115.1 \text{ W/m}^2$ ，高窄稀乔木下午 2 点的  $107.3 \text{ W/m}^2$ ，低窄密乔木下午 3 点的  $101.8 \text{ W/m}^2$ ，高窄密乔木上午 11 点的  $81.3 \text{ W/m}^2$ ，高阔密乔木中午 12 点的  $62.1 \text{ W/m}^2$ ，低阔密乔木中午 12 点的  $51.2 \text{ W/m}^2$ ，因此低阔密乔木树荫下垂直向上日照量为最低，与低阔稀乔木最高日照量  $125.8 \text{ W/m}^2$ 。以上显示各案例树荫下垂直向上日照量，皆比无树荫下直接日照量低 90%~95%左右。

### 4.3. 竖直墙面遮阴热环境温度因子

2017 年 7 月 21 日，当日选区晴朗，无阴无雨。乔木遮阴案例竖直墙面实测逐时气温及表面温度测定后，四个案例的气温逐时温度比较如图 3 所示。显示乔木树荫下最高气温由高至低依序排列，分别为高阔稀乔木下午 2 点的  $36.6^\circ\text{C}$ ，低阔稀乔木下午 1 点的  $36.3^\circ\text{C}$ ，高窄稀乔木下午 1 点与低窄稀乔木下午 1 点至 3 点皆为  $36.1^\circ\text{C}$ ，因此高窄稀乔木与低窄稀乔木之环境气温为最低，与高阔稀乔木最高气温相差  $0.5^\circ\text{C}$ 。由图 3~图 5 显示，中央气象局发布逐时环境气温与各案例树荫下逐时环境气温偏低，因此在后续分析比较不会将中央气象局环境气温列入相互比较基准。

由于墙面表面材质有分为红色面砖与白色面砖，因此将由相同的表面材质墙面的案例进行分析。红色面砖两个案例乔木遮阴下逐时表面温度比较，如图 5 所示。显示乔木墙面遮阴最高表面温度及出现之时间，高窄稀乔木由高至低分别是 6 楼下午 3 点的  $44.3^\circ\text{C}$ ，5 楼下午 3 点的  $44.1^\circ\text{C}$ 、4 楼下午 3 点的  $40.4^\circ\text{C}$ 、3 楼下午 1 点的  $38.3^\circ\text{C}$ 、2 楼下午 1 点的  $38.7^\circ\text{C}$ ，因此 2 楼表面温度为最低，与最高表面温度之 6 楼相差  $5.6^\circ\text{C}$ ；低窄稀乔木由高至低分别是 3 楼下午 2 点及 3 点的  $43.8^\circ\text{C}$ ，2 楼下午 1 点的  $39.5^\circ\text{C}$ ，因此 2 楼表面温度为最低，与最高表面温度之 3 楼相差  $4.3^\circ\text{C}$ 。以上显示高楼层墙面温度偏高，低楼层墙面温度偏低，可见乔木遮阴对降低建筑外壳蓄热有明显影响。

白色面砖两个案例乔木遮阴下逐时表面温度比较，如图 6 所示，显示乔木墙面遮阴最高表面温度出

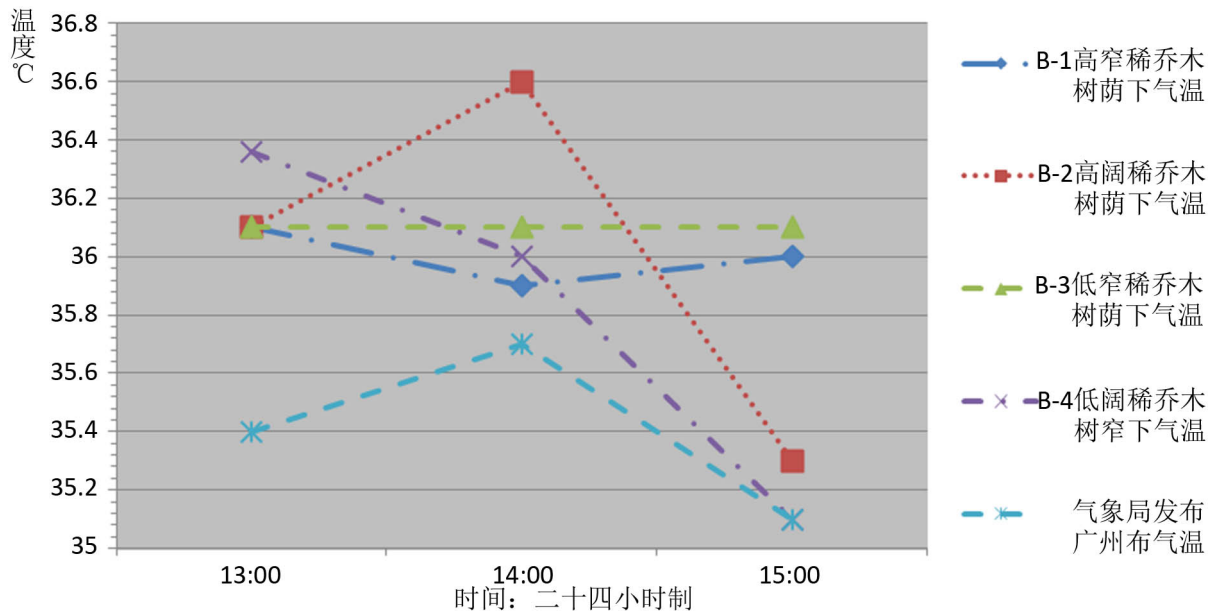


Figure 3. The temperature changes time by time under the shade of trees along the ground floor around the vertical wall  
图 3. 竖直墙面 1 楼地面层墙边树荫下逐时气温变化

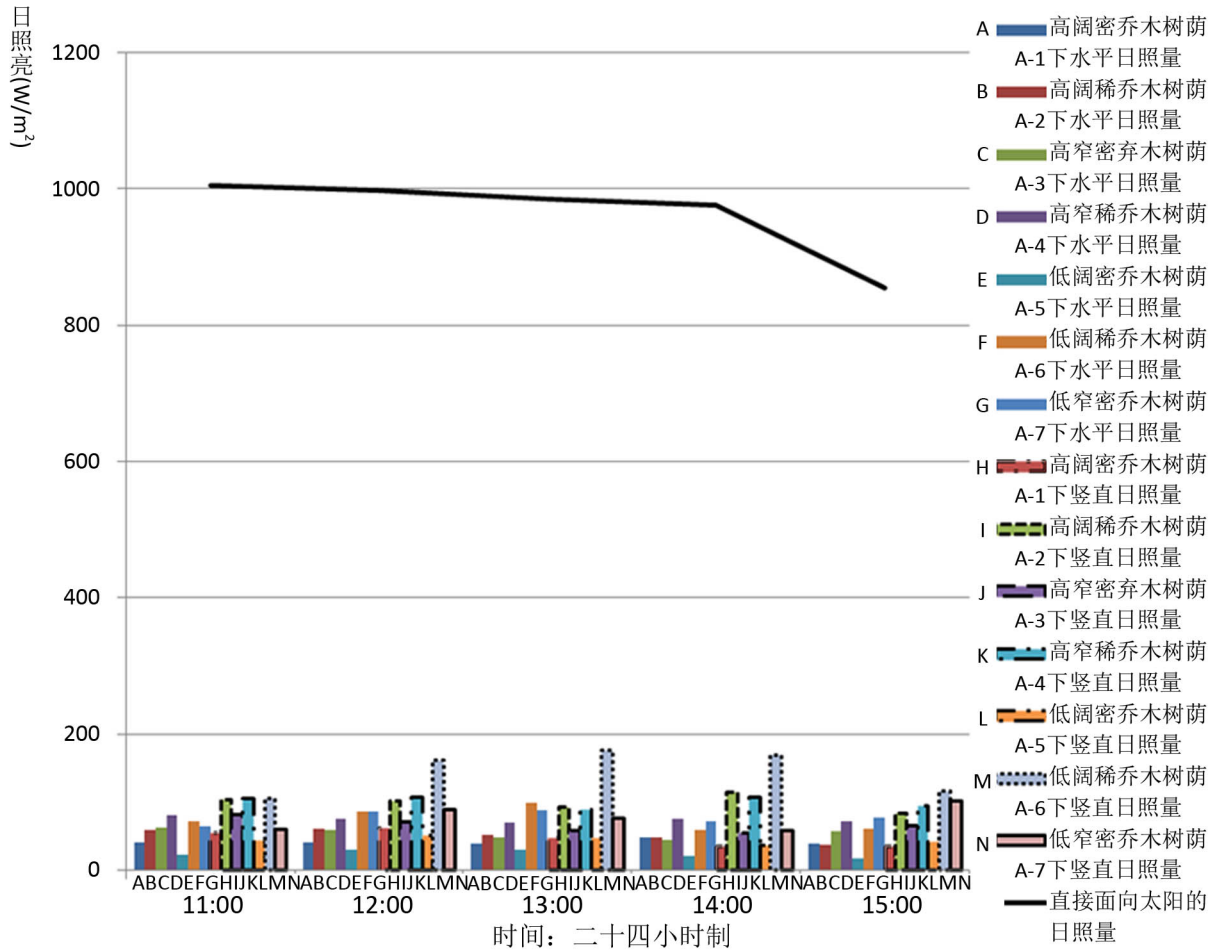


Figure 4. The surface temperature of the horizontal ground changes hour by hour  
 图 4. 水平地面案例表面温度逐时变化

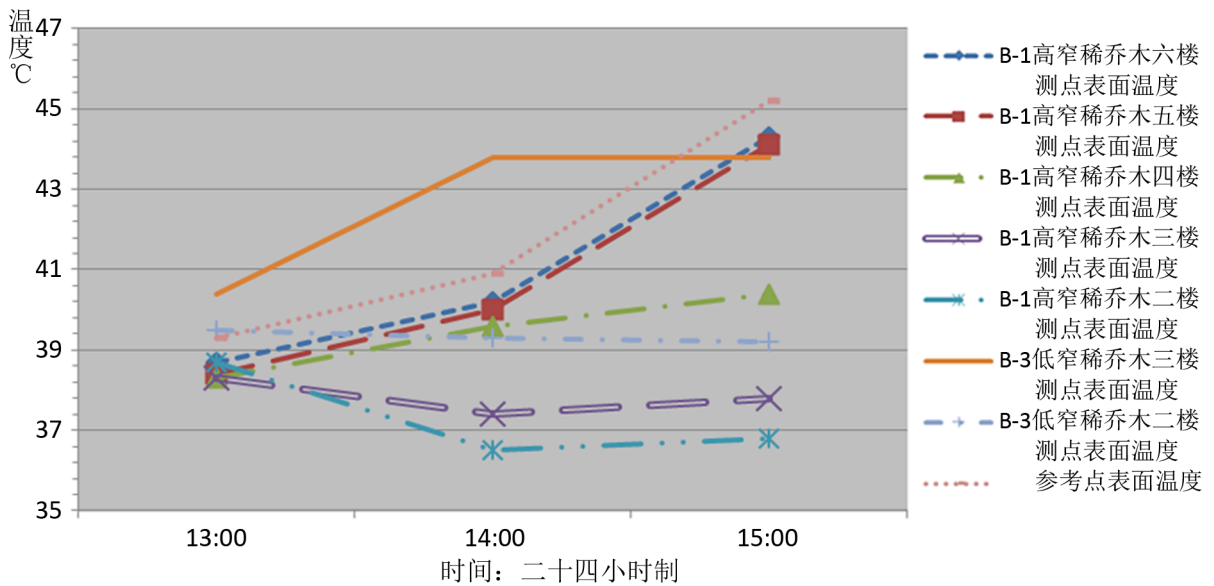


Figure 5. Surface temperature changes hour by hour along the vertical wall (red brick)  
 图 5. 竖直墙面案例墙面(红色面砖)表面温度逐时变化



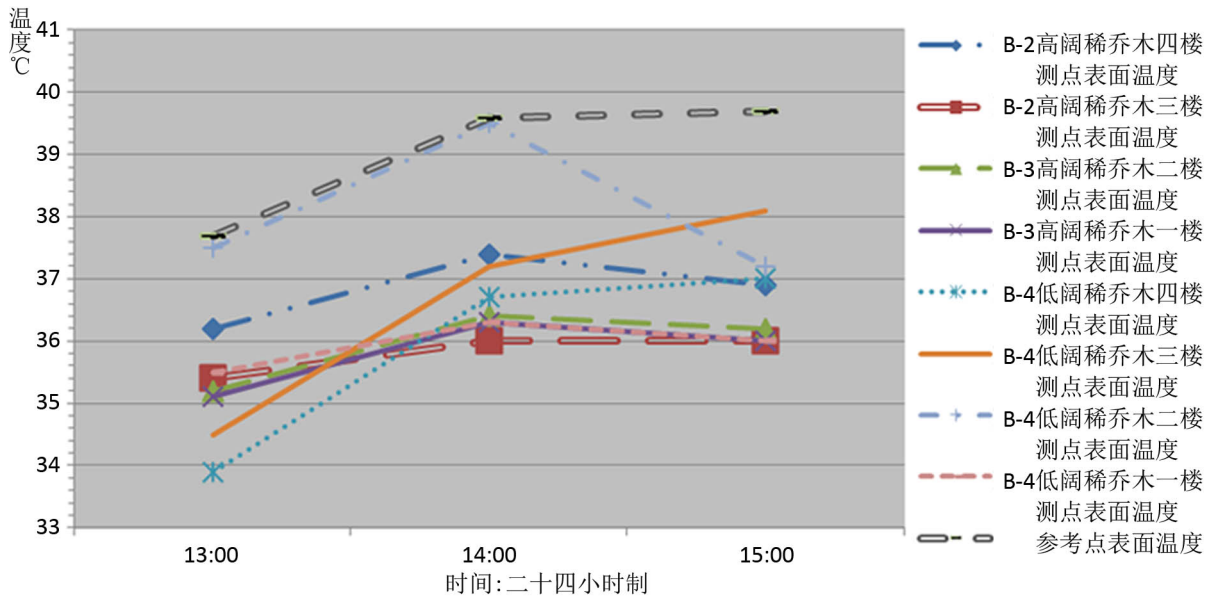


Figure 6. Surface temperature changes hour by hour along the vertical wall (white brick)  
图 6. 垂直墙面案例墙面(白色面砖)表面温度逐时变化

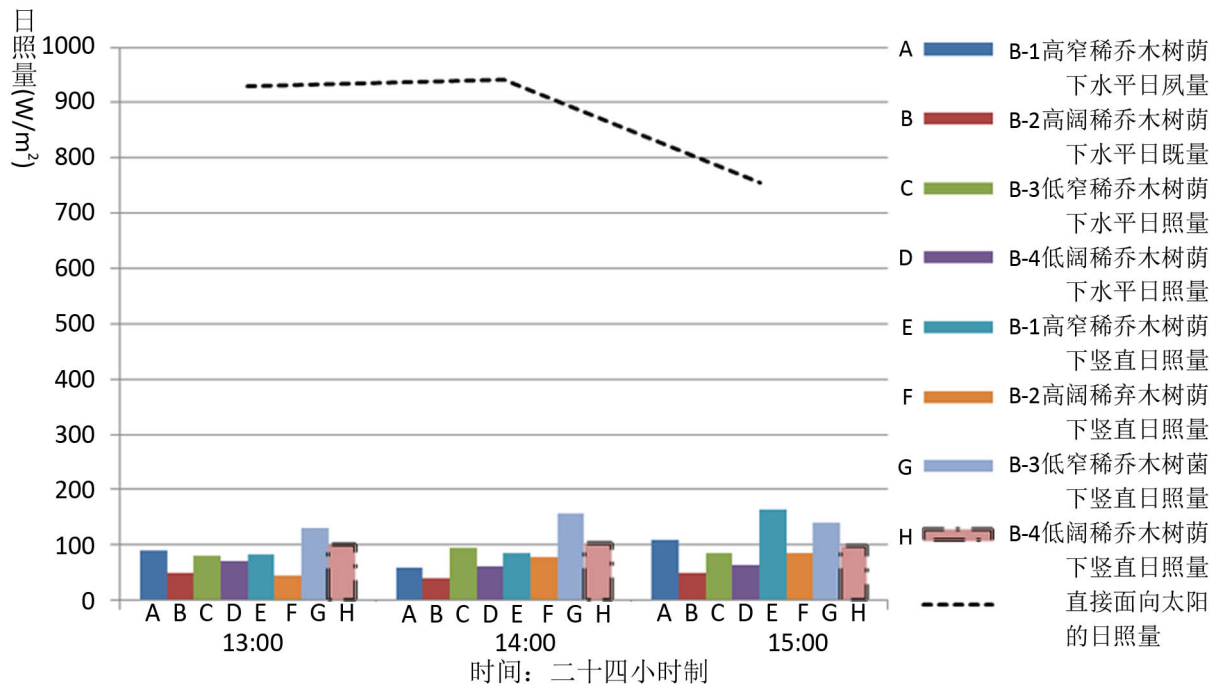


Figure 7. The sunshine amount of vertical wall case changes hour by hour  
图 7. 垂直墙面案例日照量逐时变化

现之时间, 高阔稀乔木由高至低分别是 4 楼下午 2 点的 37.4°C、2 楼下午 2 点的 36.4°C、1 楼下午 2 点的 36.3°C、3 楼下午 2 点及 3 点的 36.0°C, 因此 3 楼与 1 楼表面温度为最低, 与 4 楼最高表面温度相差 1.4°C; 低阔稀乔木由高至低分别是 2 楼下午 2 点的 39.5°C、3 楼下午 3 点的 38.1°C、4 楼下午 3 点的 37.0°C、1 楼下午 2 点的 36.3°C, 因此 1 楼表面温度为最低, 与 2 楼最高表面温度相差 3.2°C。高阔稀乔木墙面温度都较低阔稀乔木低, 显示乔木树冠高度大对降低建筑外壳蓄热有明显影响。

#### 4.4. 竖直墙面遮阴热环境日照因子

针对乔木遮阴案例竖直墙面实测逐时日照量,如图7所示。无遮阴竖直墙面太阳直接日照量(基准值),最高为下午2点 $941.6\text{ W/m}^2$ ,最低为下午3点 $755.2\text{ W/m}^2$ 。在树荫下水平方向最高日照量出现之时间,由高至低分别是高窄稀乔木下午3点的 $109.2\text{ W/m}^2$ ,低窄稀乔木下午2点的 $94.2\text{ W/m}^2$ ,低阔稀乔木下午1点的 $70.6\text{ W/m}^2$ ,及高阔稀乔木下午3点的 $50.1\text{ W/m}^2$ ,因此低阔稀乔木与高阔稀乔木水平向日照量为最低,与高窄稀乔木最高水平向日照量相差 $59.1\text{ W/m}^2$ 。

在树荫下垂直向上最高日照量出现之时间,由高至低分别是高窄稀乔木下午3点的 $165.1\text{ W/m}^2$ ,低窄稀乔木下午2点的 $155.9\text{ W/m}^2$ ,低阔稀乔木下午2点的 $103.9\text{ W/m}^2$ ,高阔稀乔木下午3点的 $85.2\text{ W/m}^2$ ,因此高阔稀乔木垂直向日照量为最低,与高窄稀乔木最高垂直向日照量相差 $79.9\text{ W/m}^2$ 。以上显示乔木遮阴时,树冠宽阔比树冠狭窄对降低日照量有明显的效果。

#### 参考文献

- [1] 林中立, 徐涵秋, 陈弘. 我国东部沿海三大城市群热岛变化及其与城市群发展的关系[J]. 环境科学研究, 1-13. <https://doi.org/10.13198/j.issn.1001-6929.2018.03.31>
- [2] 胡永红, 王丽勉, 秦俊, 等. 不同群落结构的绿地对夏季微气候的改善效果[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(2): 235-237.
- [3] 曾永年, 张少佳, 张鸿辉, 等. 城市群热岛时空特征与地表生物物理参数的关系研究[J]. 遥感技术与应用, 2010, 25(1): 1-7.
- [4] 蒋卫国, 李京, 陈云浩. 城市湿地与城市热岛效应关系探讨[J]. 上海环境科学, 2007(4): 151-155.
- [5] 王艳霞, 董建文, 王衍桢, 等. 城市绿地与城市热岛效应关系探讨[J]. 亚热带植物科学, 2005, 34(4): 55-59.
- [6] 丁硕毅, 乔冠瑾, 郭媛媛, 等. 珠三角城市群热岛及其气象影响因子研究[J]. 热带气象学报, 2015, 31(5): 681-690.
- [7] 董良鹏. 基于 MODIS 地表温度的气温估计方法及其在中国东部城市群热岛效应研究中的应用[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京信息工程大学, 2012.
- [8] 李丽光, 金巍, 王宏博, 等. 辽宁中部城市群城市热岛特征及其影响因子分析[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(5): 2113-2116.
- [9] 刘勇洪, 栾庆祖, 权维俊, 等. 基于多源卫星资料的京津唐城市群热环境研究[J]. 生态环境学报, 2015(7): 1150-1158.
- [10] 余永江, 林长城, 王宏等. 福建省福州城市热岛效应与气象条件的关系研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(3): 1165-1166.
- [11] 张羽, 朱学超. 广东省雷暴特征及其对城市热岛的响应[J]. 生态学杂志, 2017, 6(12): 3584-3593.
- [12] 朱玲, 由阳, 程鹏飞, 等. 海绵建设模式对城市热岛缓解效果研究[J]. 给水排水, 2018(1): 65-69.
- [13] 张宇轩, 翟晓强. 缓解城市热岛效应的策略及其研究进展[J]. 建筑科学, 2017(12): 142-151.
- [14] 顾康康, 祝玲玲. 城市居住区开发强度与微气候的关联性研究——以合肥市为例[J]. 生态环境学报, 2017, 26(12): 2084-2092.
- [15] 宗桦, 周晔, 李俊强. 城乡户外人居环境微气候研究现状、特点与展望[J]. 生态经济, 2018(1): 145-152.
- [16] 冯秋霜. 城市微气候与城市空间形态的关联性研究[J]. 技术与市场, 2017, 24(10): 284-284.

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2332-7901，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[ulu@hanspub.org](mailto:ulu@hanspub.org)