

夏季阴天户外空间表面温度测试及分析

冉茂宇 杨若菡

(华侨大学建筑学院, 福建 泉州 362021)

摘要 以我国东南沿海某居住小区为研究对象,用红外非接触测温技术测试夏季阴天户外空间周围建筑物各立面温度分布和变化,以及常用的水泥和草地地面在有或无遮挡时的温度变化.用气候监测仪测试全天太阳辐射、空气温度和相对湿度、风速和风向,了解居住小区多种热环境因素的变化.通过测试结果分析,为居住小区户外空间的热环境设计提出相应建议.

关键词 热环境, 居住小区, 太阳辐射, 气候参数, 夏季, 阴天

中图分类号 TU 111.3⁺1

文献标识码 A

良好的户外空间的设计不仅要考虑景观交通、经济技术等因素,还应考虑绿化和小区微气候因素^[1~2].目前,随着全球气候变暖和城市热环境日益恶化,户外热环境研究已成为人们关注的课题之一^[3~5].我国东南沿海,多属热带或亚热带海洋性季风气候,夏季太阳辐射强烈,热湿多云,常有暴雨,阴天和晴天气候数量相当,户外热环境异常闷热.因此,研究阴天气候条件下,影响居住小区户外空间设计的热环境因素,对于了解小区微气候和搞好户外空间设计有重要意义.目前,在室外热环境模拟中,如何预测各种表面在太阳直射或散射作用下的温度变化仍是难点,而由于户外空间周围表面的多样性,以及测试手段的局限性,这方面的研究甚少^[6].本文对户外空间表面温度进行测试,考察不同材料表面引起的温度变化规律,了解表面长波辐射的情况,为搞好小区户外热环境设计提供依据和参考意见.

1 测试方法和测点布置

所选择的研究对象为福建泉州华侨大学新南小区,位于东经 118°,北纬 25°左右.泉州市属典型的亚热带季风气候,冬季盛行东北风,平均风速为 $3.67 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;夏季盛行西南风,平均风速为 $2.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.小区背靠清源山,面向台湾海峡,住宅建筑朝向都为南偏西 15°,主入口与南侧交通道路相通,北侧有主干道与校园区相连.整个小区从东南向西北渐高,但坡度不大于 0.5%.住宅群围绕中心的户外活动空间布置,全为 7 层高,其中有底层架空的,也有底层不架空的.小区建于 2001 年,总用地面积 35 200 平方米,住宅共 24 栋,用地面积 26 400 平方米.

测试时间是 2004 年 7 月 26 日下午 19 时至 27 日下午 19 时,全天几乎无直接太阳辐射,可认为是阴天.用 CASELLA 气象参数仪对全天的太阳辐射(E)、空气温度(θ)、空气相对湿度(φ)、风向、风速(V)、气压(P)等进行监测.各地表测点温度(θ_1)和建筑表面测点温度(θ_2)采用非接触式红外测温仪 MT4 型进行测量,其测温范围在 $-1 \sim 260 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,相对误差为 $\pm 2\%$.测量时,除 26 日 22 时至 27 日 6 时外,其余时间每隔 1 h 测量一次.本文考察内容包括以下 4 个主要方面.(1) 室外气候参数变化.(2) 建筑朝向各立面在阴天下的温度分布和变化.(3) 水泥地面在阴天下有或无遮挡时温度变化.(4) 草地地面在阴天下有或无遮挡时温度变化.为了测试小区户外空间周围建筑各立面的温度变化,选择最不受遮挡的 16 号楼东立面、8 号楼西立面、13 号楼南立面和 10 号楼北立面为测点布置对象,每立面沿高度布置两排测试点,如图 1 所示.测点编号中的第 1 个字母表示所测表面朝向,第 2 个字母表示测点位于

收稿日期 2005-09-09

作者简介 冉茂宇(1967-),男,副教授,博士,主要从事建筑热工和热环境的研究. E-mail: ranmaoyu@yahoo.com.cn

基金项目 福建省自然科学基金资助项目(D0210013)

该表面的方位,第 3 个数字表示测点顺序.例如“ES1”表示“东立面南侧第 1 个测点”.东西立面表面颜

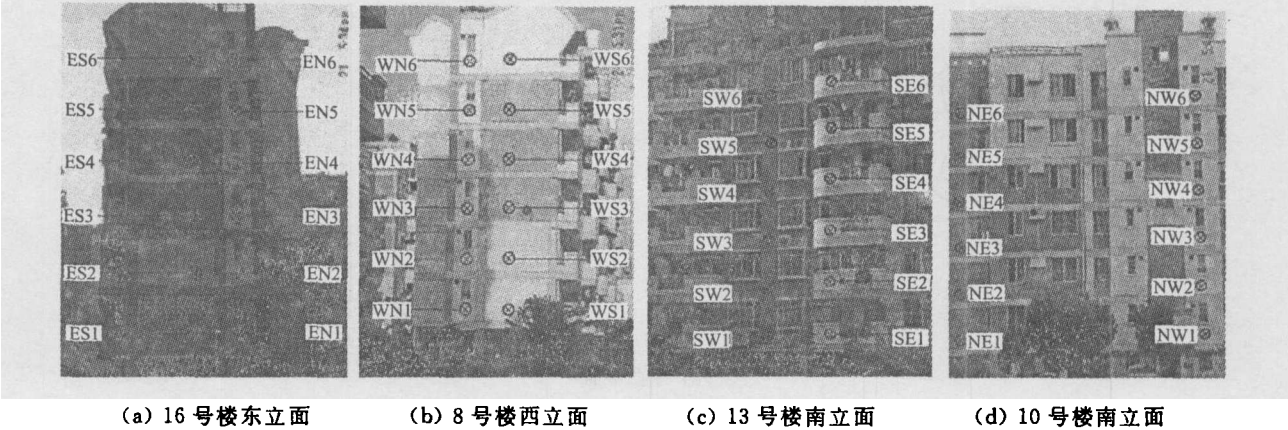


图 1 建筑各立面及其测点布置图

色沿高度有红色与灰白色相间,可预期颜色不同将会使表面温度有较大的变化.考察草地表面在全天候有或无遮挡时的温度变化,选择管理楼前道路南侧的树荫遮阳草地和 10 号楼前道路北侧的无遮挡的草地为测试对象;考察水泥地面在全天候有或无遮挡时的温度变化,选择 8 号楼底层的架空遮挡地面和 10 号楼前无遮挡水泥道路地面为测试对象.另外,气候监测仪布置在小区 17 号楼屋顶东侧南缘.

2 测试结果及分析

2.1 气象参数仪的检测结果

气候参数变化情况,如图 2,3 所示.从图 2 可知,小区在夏季阴天情况下,主导风向为西风,风速白天高而夜间低,最高风速出现在下午 14 时左右,可达 $4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. 太阳辐射强度除了在 12 时 15 分和 15 时有片刻直接辐射外,其余时间都有云遮挡,可认为是典型的阴天情况.图 3 显示空气温度和相对湿度在全阴天气候下变化平缓,最高空气温度出现在中午 12 时左右,约为 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$;最低温度出现在日出前,约

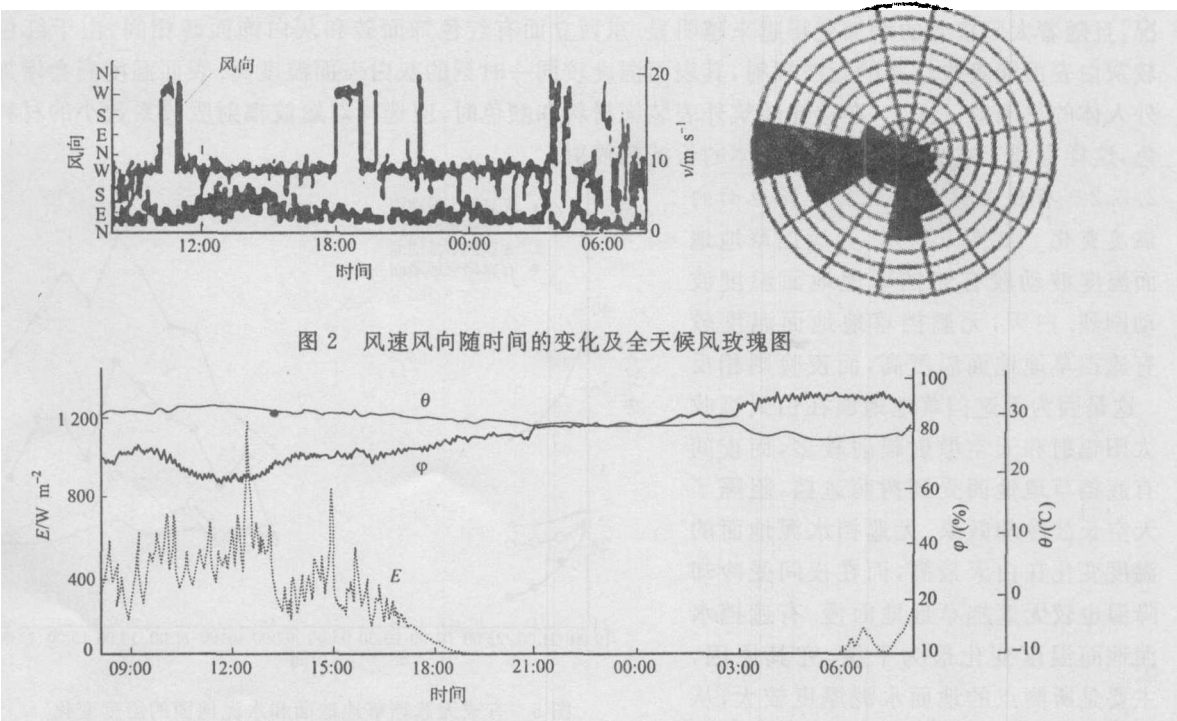


图 2 风速风向随时间的变化及全天候风玫瑰图

图 3 太阳辐射和空气温度及相对湿度随时间的变化曲线

为 $26\text{ }^{\circ}\text{C}$. 相应的相对湿度,从最高温度时 63%到最低温度时的 91%.

2.2 非接触红外测温仪的测试结果

2.2.1 建筑朝向各立面温度分布 建筑各立面温度在不同时刻沿高度(h)的分布,如图4所示.从图

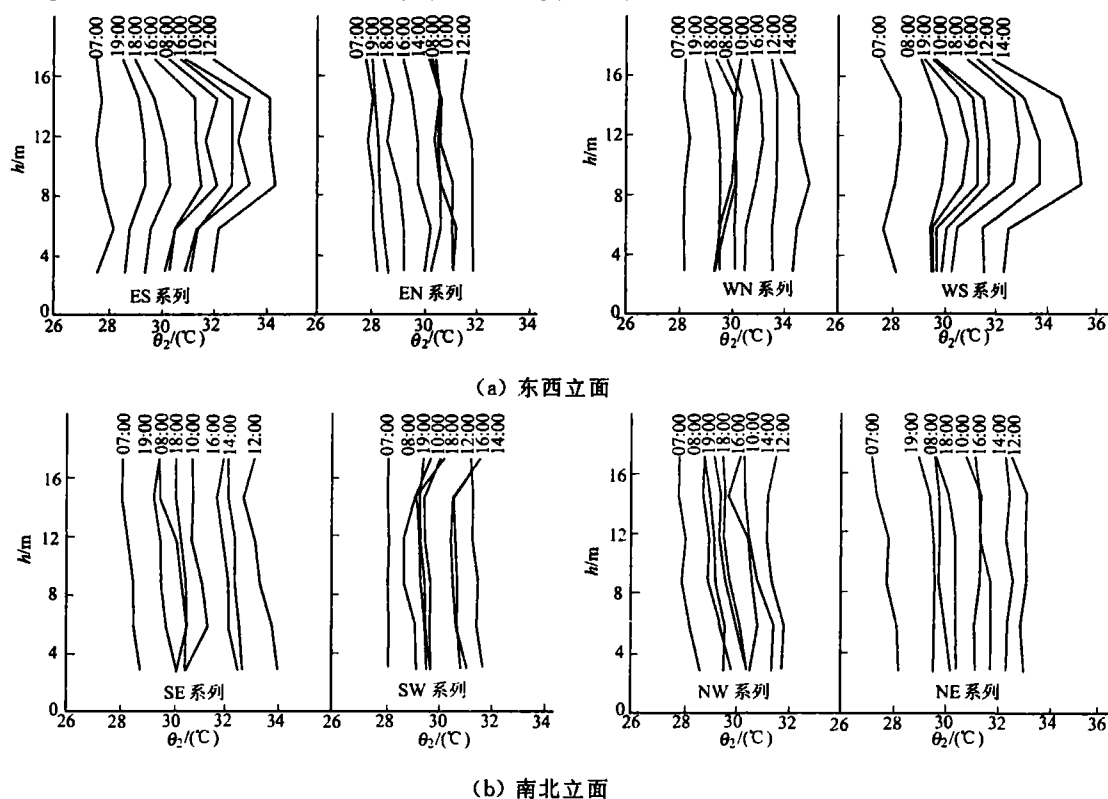


图4 立面温度沿建筑高度的分布和变化

4,5 可知,当建筑表面是同一颜色时,表面温度沿高度变化不大.大多数实验曲线显示,表面温度沿高度分布有降低的趋势,但不是特别明显.这可能是由于向天空长波辐射冷却的结果.当建筑表面颜色沿高度不是同一颜色时,表面温度沿高度的变化有很大起伏.起伏变化取决于颜色及其沿高度的分布情况,且随着太阳辐射的增加变得越来越明显.东西立面有红色饰面砖和灰白饰面砖相间,由于红色表面较灰白表面能吸收较多的短波辐射,其表面温度较同一时刻的灰白表面温度高.表面温度高会增加对室外人体的热辐射.因此,在选择建筑外表装饰材料和颜色时,应选择对短波辐射吸收系数小的材料和颜色,这样有利于减小建筑外表对人体的长波热辐射.

2.2.2 有或无遮挡草地和水泥地面的温度变化

如图5所示,无遮挡草地地面温度波动较有遮挡草地地面温度波动剧烈.白天,无遮挡草地地面温度较有遮挡草地地面温度高,而夜晚则相反.这是因为无遮挡草地地面在白天吸收太阳辐射和天空散射辐射较多,而夜间有遮挡草地地面受到树荫遮挡,阻隔了天空长波冷却效果.无遮挡水泥地面的温度变化在白天最高,而在夜间受冷却降温也较无遮挡草地地面慢.有遮挡水泥地面温度变化最为平缓,究其原因,主要是所测点的地面水泥厚度较大,从而热容量较大,致使温度变化平缓.从

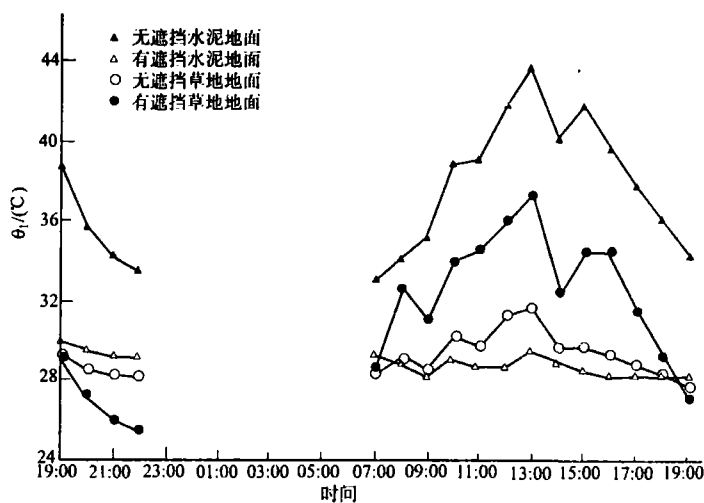


图5 有或无遮挡草地地面和水泥地面的温度变化

图5 测试结果可知,在进行小区室外热环境设计时,应尽量将水泥和石材等蓄热能力大的地面面积降到最小,采用种树等措施对水泥和石材地面或道路进行遮挡,减少对太阳直射辐射和散射辐射的吸收.草

地地面的存在有助于降低地面对人体的热辐射温度,树木和遮阳装置的存在却有利有弊。树木和遮阳装置白天能遮挡烈日和暴雨,傍晚和夜间会阻隔天空的长波辐射冷却。所以,对于夏季白天户外活动为主的空间,设置种树和遮阳装置是一种好的方法,而对于夏季傍晚户外活动为主的空间,则应留出露天空间,以便获得天空的长波辐射冷却。例如,该小区活动区设在12号楼前,16号楼旁,该处对天空的立体视角较大,可获得较多的天空辐射冷却效果。

3 室外空间热环境设计建议

本文对东南沿海某一居住小区的户外热环境因素在夏季阴天进行了测试,并对结果进行了分析,提出以下4点室外热环境设计建议。(1)用浅色材料装修建筑外表,可以减小夏季室外人体所受的长波热辐射有益于人体室外热舒适。(2)应尽量多布置草地地面,尽量少铺设水泥或石头等吸热、蓄热能力大的地面。这样有益于降低地表温度,从而减少来自地表的长波热辐射,改善室外热环境。(3)对于用水泥或石头等吸热、蓄热能力大的材料做成的路面,应采取措施遮挡太阳辐射和天空散射,以减轻其白天对短波辐射的吸收导致夜间放热能力小。(4)树木和遮阳装置可在白天遮挡太阳的直接辐射和天空的散射辐射,但在傍晚和夜间又会阻隔天空的长波辐射。所以,对于户外活动以白天为主的空间,设置种树和遮阳装置,可改善热环境;但对于傍晚或夜间为主的户外活动空间,种树和遮阳装置会阻隔天空辐射冷却。因此,设计时要留出一定的露天空间,对天空保持较大的视角,以利用天空辐射冷却。

参 考 文 献

- 1 Buffington D E. Economics of landscaping feature for conserving energy in residences proceedings[J]. Florida State Horticulture Society, 1979, 92: 216~220
- 2 Huang Y J, Taha H, Akbari H. et al. The potential of vegetation in reducing summer cooling loads in residential buildings[J]. Journal of Applied Meteorology, 1987, 26(9): 21~291
- 3 Tan S A. The influence of pave material on the thermal environment of outdoor[J]. Building and Environment, 1992, 27(3): 289~295
- 4 Bansal N K. Effect of exterior surface color on the thermal performance of building[J]. Building and Environment, 1992, 27(1): 31~37
- 5 Liao Zaiyi, Tsou J Y. Impacts of greenbelts on the thermal environment of residential communities[A]. 见: 李建成, 等主编. 泛亚热带地区建筑设计与技术[C]. 广州: 华南理工大学出版社, 1998. 203~212
- 6 林波荣, 李晓锋, 朱颖心. 太阳辐射下建筑外微气候的实验研究——建筑外表面温度分布及气流特性[J]. 太阳能学报, 2001, 22(3): 327~333

Investigation and Analysis of Temperatures on Outdoor Building Surface in Cloudy Summer Days

Ran Maoyu Yang Ruohan

(College of Architecture, Huaqiao University, 362021, Quanzhou, China)

Abstract Taking a residential community located in the southeast coastland of China as the research object to study the outdoor thermal environment, the noncontact infrared thermometers were used to record the temperature distributions and variations on different outdoor building facades in cloudy summer day. The temperature variations on the gross ground and concrete ground shaded or unshaded, are also investigated. The Casella NOMAD weather station system was used to automatically monitor the outdoor climate parameters such as solar radiation, air temperature, relative humidity, wind speed and wind direction. Discussing and analyzing the recorded results, some helpful suggestions are presented for the design of the outdoor thermal environment.

Keywords thermal environment, residential community, solar radiation, climate parameter, summer, cloudy weather