

DOI: 10.11830/ISSN.1000-5013.202404044



夏热冬冷地区村镇典型街巷 冬季热环境实测与分析

林姝颖, 李玲真, 常明玉, 吴正旺

(华侨大学 建筑学院, 福建 厦门 361021)

摘要: 选取福建省南平市仁寿镇的 8 条典型案例开展实测, 分析不同街巷的高宽比、街巷朝向、街巷平面形态等特征, 对比空气温度、相对湿度、风速及黑球温度的同时性变化情况。结果表明: 朝向影响街巷冬季热环境的主要途径是太阳辐射, 其效果与街巷的剖面形态密切相关; 位于多层低密度住区的街巷气温高于多层高密度住区, 但其风速也较高; 在多层建筑群中, 平面呈“丁”字形态的街巷风速较小、气温较高; 狭窄且两侧建筑高度相近的街巷风速虽大于两侧建筑不同高度街巷, 但在全天大部时段, 其热环境仍位于舒适区间。

关键词: 夏热冬冷地区; 街巷; 冬季热环境; 实测

中图分类号: TU 119.22

文献标志码: A

文章编号: 1000-5013(2025)01-0046-06

Actual Measurement and Analysis of Winter Thermal Environment in Typical Streets and Alleys in Villages and Towns of Hot Summer and Cold Winter Regions

LIN Shuying, LI Lingzhen, CHANG Mingyu, WU Zhengwang

(School of Architecture, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

Abstract: Eight typical cases from Renshou Town, Nanping City, Fujian Province are selected for actual measurement, the streets and alleys characteristics of different height to width ratios, orientation and plane shape *etc* are analyzed. The simultaneous changes of air temperature, relative humidity, wind speed and black sphere temperature are compared. The results show that, orientation affects the thermal environment of streets and alleys in winter mainly by way of solar radiation, and its effect is closely related to the cross-sectional shape of the streets and alleys. The streets and alleys located in multistory low-density residential areas have higher temperatures than multistory high-density residential areas, and have higher wind speeds. In a multistory building complex, streets and alleys with a flat “T” shape have lower wind speeds and higher temperatures. The wind speeds of the streets and alleys with narrow and similar building heights on both sides are higher than those with different building heights on both sides, their thermal environment remains in a comfortable range for most of the day.

Keywords: hot summer and cold winter region; street and alley; winter thermal environment; actual measurement

街巷是传统村镇主要的公共空间, 是邻里交往的重要场所。传统街巷在形态^[1-3]、更新策略^[4-7]及热

收稿日期: 2024-04-21

通信作者: 吴正旺(1972-), 男, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事建筑设计及其理论的研究。E-mail: wuzhengwang@126.com。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51378018)

环境^[8-12]等方面表现出较强的适应性。在当前乡村振兴建设中,由于总体布局、单体设计、道路形态等均不同于传统村镇,出现了低层网格式、多层网格式及多层干道式等典型的低密度街巷,其形态及朝向不同于传统。基于此,本文对夏热冬冷地区村镇典型街巷冬季热环境进行实测与分析。

1 研究概况

1.1 区域气候特征

南平市位于福建省北部,属夏热冬冷地区,冬季湿冷,夏季炎热,年平均气温为 18~20 ℃,冬季平均气温为 6.5~14.7 ℃,平均相对湿度约为 77%,平均日照时间为 10.4 h,盛行风向为东北风,平均风速约 1.27 m·s⁻¹。

1.2 研究对象

选取福建省南平市顺昌县仁寿镇为研究区域,该镇南北长、东西窄。街巷鸟瞰图,如图 1 所示。仁寿镇新区近 5 a 建成,街巷宽敞,建筑形式相近且密度低,布局整齐划一;仁寿镇旧区为高密度低层布局,街巷狭窄曲折,有少量多层新建民宅散布。选取仁寿镇的新、旧区共 8 条街巷开展实测,以温度、相对湿度、风速等作为指标,比较不同高宽比、平面形态、朝向等条件下的街巷热环境。



图 1 街巷鸟瞰图

Fig. 1 Bird view of streets and alleys

街巷测点空间数据信息,如表 1 所示。

表 1 街巷测点空间数据信息

Tab. 1 Spatial data information of streets and alleys measurement points

参数	街巷 A	街巷 B	街巷 C	街巷 D	街巷 E	街巷 F	街巷 G	街巷 H
特点	多层 网格式	多层 网格式	低层 网格式	低层 网格式	多层 南北向 干道式	多层 网格式	低层 高密度 不规则式	低层 高密度 不规则式
朝向	东西	南北	东西	南北	南北	南北	南北	东西
宽度/m	6.5	7.7	11.9	4.7	3.4	4.4	2.0	2.2
高宽比	2.2	1.8	0.9	2.3	4.2	4.1	5.4	4.9
剖面 示意图 (m)								

1.3 实测时间与测量仪器

实测时间为 2023 年 12 月 31 日—2024 年 1 月 6 日,实测时段为每日 8:30—17:00,包含风速、气温、相对湿度等指标。测量仪器类型包括 WFWZY-1 型万向风速仪、AZ88162 型温湿度计、RS-HQ 型黑球温度计,每种类型仪器 8 台,均具有自动记录功能。WheatA 小麦芽-农业气象大数据显示:实测期间平均气温为 10.8 ℃,平均相对湿度为 6.2%,平均风速为 1.16 m·s⁻¹,盛行北风。

系统实验仪器及参数,如表 2 所示。

表 2 实验仪器及参数

Tab. 2 Experimental instruments and parameters

参数	仪器	测量精度	量程	实验方法
风速	WFWZY-1 型万向风速仪	±0.05 m·s ⁻¹	0.05~30.00 m·s ⁻¹	自动记录,间隔 10 min
气温	AZ88162 型温湿度计	±0.5 ℃	-30~70 ℃	自动记录,间隔 10 min
相对湿度	AZ88162 型温湿度计	±3%	0%~99%	自动记录,间隔 10 min
黑球温度	RS-HQ 型黑球温度计	±0.1 ℃	-40~120 ℃	自动记录,间隔 10 min

以朝向、高宽比、平面形态为指标,据《建筑热环境测试方法标准》相关规定,在 8 条街巷内同时布置 8 个测点,温湿度计、黑球温度计布置于 1.1 m 高处,万向风速仪布置于 1.7 m 高处^[13]。

2 实测结果与分析

2.1 街巷高宽比对风、热环境的影响

东西朝向的街巷高宽比与气温成反比,南北朝向的街巷则无明显规律。街巷 C 的平均气温为 16.3 ℃,最高气温可达 25.3 ℃,平均相对湿度为 40.1%。街巷 A 的平均气温为 14.6 ℃,街巷 H 的平均气温为 13.3 ℃,除了 8:30—9:30 及 16:30—16:50 这两个时间段,其余时间段街巷 C 的气温都高于街巷 A,H。由此可知:高宽比小的街巷平均气温高;低密度街巷气温总是高于高密度街巷。

街巷 H,C,A 风速实测数据对比,如图 2 所示。图 2 中: v 为风速。由图 2 可知:东西朝向的街巷 A,H,C 全天波幅较大,下午的风速大于上午的风速;街巷的平均风速从大到小分别为街巷 C,A,H。

街巷 C 高宽比最小,建筑立面规整且空间宽敞,因此,对风的遮挡相对较小;街巷 H 的街巷尺度最小,空间较为封闭,大约有 25%的时间处于静风状态。国内外研究提出,当风速小于 $5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,人感觉舒适^[14]。日本学者村上周三和森川泰成根据不同的温度提出舒适风速的范围,当气温小于 10 ℃时,风速应小于 $1.3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;气温在 10~25 ℃时,风速小于 $1.5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ^[15],因此,街巷 C 的风速虽大于街巷 A,H,但仍处于舒适区间。赵敬源等^[16]研究表明,高宽比大的街巷热环境差,街巷高宽比在 0.8~0.9 时的热环境最佳,街巷 C 的热环境较优。

街巷 H,C,A 气温、相对湿度实测数据对比,如图 3 所示。图 3 中: θ 为气温; θ_b 为黑球温度; F 为相对湿度。

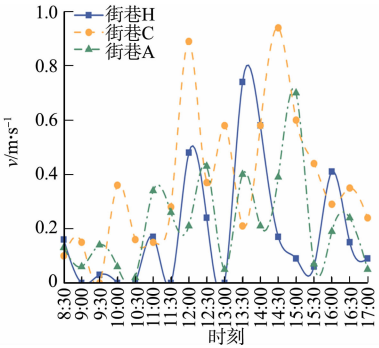


图 2 街巷 H,C,A 风速实测数据对比

Fig. 2 Comparison of measured data of wind speed in streets and alleys H, C, A

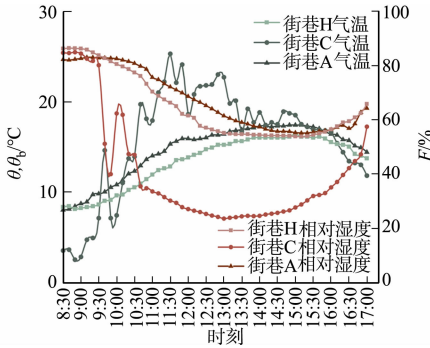


图 3 街巷 H,C,A 气温、相对湿度实测数据对比

Fig. 3 Comparison of measured data of temperature and relative humidity in streets and alleys H, C, A

2.2 街巷平面形态对风、热环境的影响

街巷 E,F 气温、相对湿度实测数据对比,如图 4 所示。街巷 E,F 风速实测数据对比,如图 5 所示。

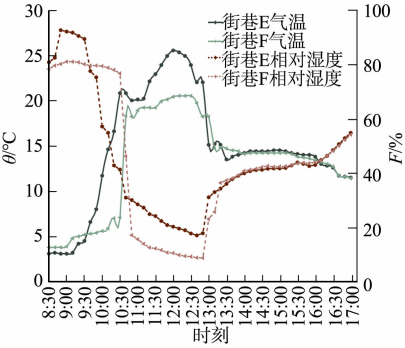


图 4 街巷 E,F 气温、相对湿度实测数据对比

Fig. 4 Comparison of measured data of temperature and relative humidity in streets and alleys E, F

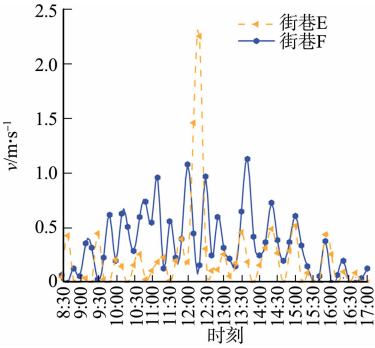


图 5 街巷 E,F 风速实测数据对比

Fig. 5 Comparison of measured data of wind speed in streets and alleys E, F

由图 4 可知:在相同街道朝向和街巷高宽比接近的条件下,“丁”字形的街巷 E 的平均气温为 15.3 ℃,平均相对湿度为 42.7%;“井”字形的街巷 F 的平均气温为 13.6 ℃,平均相对湿度为 43.9%;街巷 F 的气温在 9:30—13:00 低于街巷 E,在 13:00 之后,两条街巷的温差减小,变化趋势较一致。

由图 5 可知:街巷 E,F 的整体风速变化趋势较接近,街巷 E 的平均风速为 $0.25\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,最大风速为 $2.25\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;街巷 F 的平均风速为 $0.34\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,最大风速为 $1.13\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;街巷 E 在 12:00—12:40 的风速显著大于街巷 F,其余大多数时间段内,街巷 F 的风速较大。风对太阳辐射热作用具有一定的削减效果,在冬季的气候条件下风速增大会加剧冷感^[17]。街巷 E,F 均位于低密度居住区,两条街巷周边建筑形式相近。街巷 F 的周边建筑为南北朝向,街巷 E 周边建筑为东西朝向,且周边的建筑界面较街巷 F 连续、规整。在实测期间,据气象数据显示,当地风速较小,建筑界面较为规整的街巷 E 仍然具有一定的防风作用,风速更稳定。

2.3 街巷朝向对风、热环境的影响

街巷 A,B 气温、黑球温度实测数据对比,如图 6 所示。由图 6 可知:在低密度居住区,东西朝向的街巷 A 在 9:00—11:30 的气温高于南北朝向的街巷 B,其余时间段街巷 B 的气温较高,温差最大可达 $8.2\text{ }^{\circ}\text{C}$;从黑球温度的变化情况来看,街巷 A 的黑球温度变化趋势较为平缓,街巷 B 在 11:40 左右,黑球温度急剧上升,两条街巷黑球温度最大可相差 $9.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

街巷 H,G 气温、黑球温度实测数据对比,如图 7 所示。由图 7 可知:在高密度居住区中,南北朝向的街巷 G 的气温与黑球温度在实测时间段内均低于东西朝向的街巷 H,两条街巷的气温与黑球温度变化趋势相近,街巷 H,G 的黑球温度相差 $0.2\sim 3.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

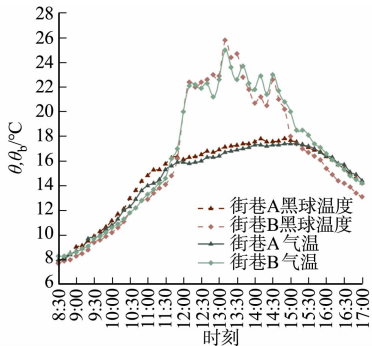


图 6 街巷 A,B 气温、黑球温度实测数据对比
Fig. 6 Comparison of measured data of temperature and black sphere temperature in streets and alleys A, B

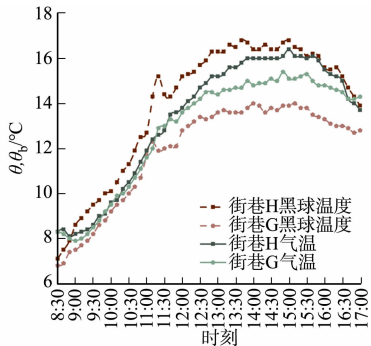


图 7 街巷 H,G 气温、黑球温度实测数据对比
Fig. 7 Comparison of measured data of temperature and black sphere temperature in streets and alleys H, G

街巷 C,D 气温、黑球温度实测数据对比,如图 8 所示。由图 8 可知:街巷 C,D 的气温与黑球温度变化规律与街巷 A,B 存在差异,在 10:30 之前两条街巷的气温波动大,但总体变化趋势接近,10:30 后街巷 C 的气温高于街巷 D;两条街巷的黑球温度变化趋势与气温变化趋势相近。由于冬季太阳高度角较小,东西朝向的街巷会由于建筑的遮挡从而损失更多的热量^[8]。在实测中,街巷 A,B 呈现出这一趋势,由于街巷 C,D 的建筑间距较大,建筑高度较小,因此,东西朝向的街道仍然能够获取较多的热量。

街巷 C,D 风速实测数据对比,如图 9 所示。由图 9 可知:街巷 C 的平均风速为 $0.32\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,街巷 D 的平均风速为 $0.37\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,在 13:00 之前,街巷 C 平均风速小于街巷 D,在 13:00 之后,街巷 C 的平均风速大。

街巷 G,H 风速实测数据对比,如图 10 所示。由图 10 可知:街巷 G 的平均风速为 $0.15\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,街巷 H 的平均风速为 $0.14\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;从全天的风速变化情况看,街巷 G 风速变化波动较小,街巷 H 在下午风速有所增大,其风速在 14:30—15:30 达到峰值。

街巷 G,H 不同天气状况风速实测数据对比,如图 11 所示。由图 11 可知:在晴天温度升高时,街巷 G,H 的风速较阴天时均有所升高。街巷 G 在午后温度升高时,其风速会高于街巷 H;街巷 G 尺度较

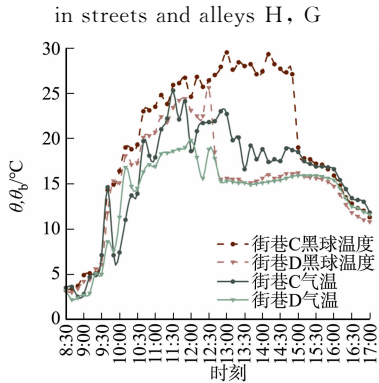


图 8 街巷 C,D 气温、黑球温度实测数据对比
Fig. 8 Comparison of measured data of temperature and black sphere temperature in streets and alleys C, D

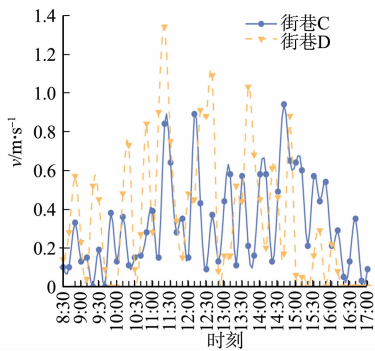


图9 街巷 C,D 风速实测数据对比

Fig. 9 Comparison of measured data of wind speed in streets and alleys C, D

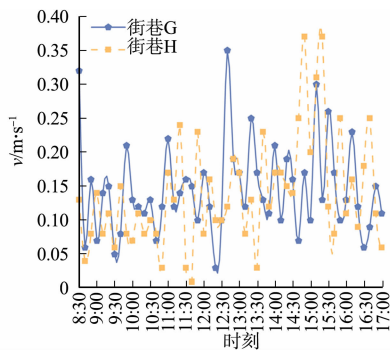


图10 街巷 G,H 风速实测数据对比

Fig. 10 Comparison of measured data of wind speed in streets and alleys G, H

小,两侧建筑较高,相较于街巷 H 两侧北高、南低的建筑形式更易产生狭管效应,同时也易与街巷上方产生温差,增大风速。

街巷 A,B 风速实测数据对比,如图 12 所示。由图 12 可知:街巷 A 在实测大多数时间段内风速低于街巷 B;从总体上看,实测期间内,8:30—11:00 两条街巷风速相差较小,差值最大为 $0.43\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 11:00—14:30 两者风速差距增大,最大可相差 $0.83\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

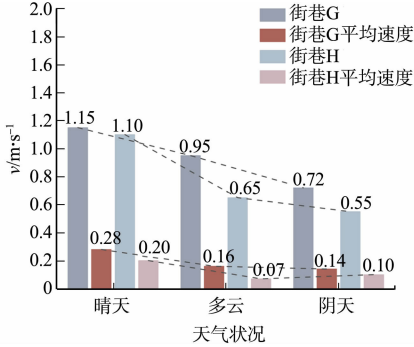


图11 街巷 G,H 不同天气状况风速实测数据对比

Fig. 11 Comparison of measured data of wind speed under different weather conditions in streets and alleys G, H

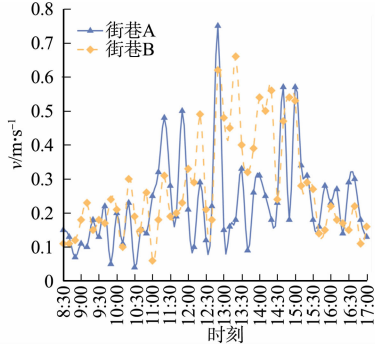


图12 街巷 A,B 风速实测数据对比

Fig. 12 Comparison of measured data of wind speed in streets and alleys A, B

3 结论

1) 朝向影响街巷冬季热环境的主要途径是太阳辐射,其效果与街巷的剖面形态密切相关。实测结果表明,在获得太阳直接辐射的时段,街巷的气温常常较高。一般认为,由于冬季太阳高度角较小,东西朝向街巷建筑遮挡更严重,获得的太阳辐射更少。在新区开展的实测发现,当两侧建筑高度较高时,南北朝向的街巷气温较高;但是,当两侧建筑高度较低时,则是东西朝向的街巷气温较高。同时,在旧区开展的实测也发现,两侧建筑高度较低的东西朝向街巷气温高于两侧建筑较高的南北朝向街巷。因此,从冬季热环境角度看,在乡村振兴中,对于东西向街巷,其两侧建筑高度要低一些为宜;对于南北向街巷,其沿街建筑可以高一些。

2) 位于多层低密度住区的街巷气温高于多层高密度住区,但风速也较高。低密度住区的街巷获得的太阳辐射多、气温高,但平均风速大于高密度住区的街巷。冬季风速增大时会加剧冷感,因此,就冬季舒适度而言,适当增加街区内部的建筑密度,有利于提高热舒适度;对于密度难以增加的街巷,则应避免形成风叠加、风加剧的区域。

3) 在多层建筑群中,平面呈“丁”字形态的街巷风速较小、气温较高。当前的乡村振兴,建筑以联排、独栋为主,形成了大量“井”、“丁”字形街巷。相较于“井”字形街巷,“丁”字形街巷的建筑界面较连续,其风速较小且变化幅度窄,有利于冬季防风。因此,在街巷布局中,可适当以错位、联排等布局方式,将网格式的“井”字形街巷,修改为“丁”字形。但在夏季,这种连续、多层的街巷,可能会加剧静稳天气的

形成及持续,是否仍舒适,还有待进一步研究。

4) 狭窄且两侧建筑高度相近的街巷风速虽大于两侧建筑高度不一者,但在全天大部时段,其热环境仍位于舒适区间。对于狭窄的街巷,一方面,由于两侧建筑较高,易诱发狭管效应,另一方面,由于其底部获得的太阳辐射较少,与上方温度差较大,还会形成一定程度的热压通风,这也可能是导致其风速较大的原因之一。但是,这些因素的影响并不强烈,在实测中,上述街巷的风速均位于舒适区间。因此,在乡村振兴中,应增加一些狭窄的街巷,既可作为新旧区域的联系,也有利于防风。

参考文献:

[1] 李早,叶茂盛,孙慧,等. 徽州传统村落街巷空间与居游通行的关联规律[J]. 建筑学报,2021(增刊 1):24-32.

[2] BOURBIA F,BOUCHERIBA F. Impact of street design on urban microclimate for semiarid climate[J]. Renewable Energy,2010,35(2):343-347. DOI:10. 1016/j. renene. 2009. 07. 017.

[3] 张小娟,卢凤阳. 黄河干流甘肃段传统村落空间形态特征研究:以靖远县平堡村为例[J]. 华中建筑,2023,41(8):85-89. DOI:10. 13942/j. cnki. hzjz. 2023. 08. 014.

[4] 秦海东,胡李平. 基于城市触媒效应的传统商业街区微更新策略[J]. 规划师,2019,35(增刊 1):81-86. DOI:10. 3969/j. issn. 1006-0022. 2019. z1. 016.

[5] 叶露,王亮,王畅. 历史文化街区的“微更新”:南京老门东三条营地块设计研究[J]. 建筑学报,2017(4):82-86. DOI:10. 3969/j. issn. 0529-1399. 2017. 04. 012.

[6] 王海勇,袁新国,魏凯,等. 非历史文化名城内传统街区的保护更新探索[J]. 规划师,2017,33(4):143-147. DOI:10. 3969/j. issn. 1006-0022. 2017. 04. 024.

[7] 王新阁,林倍多. 基于空间句法的古城街巷微更新策略研究:以苏州阊门历史文化街区为例[J]. 城市建筑空间,2023,30(12):53-55.

[8] 金雨蒙,康健,金虹. 哈尔滨旧城住区街道冬季热环境实测研究[J]. 建筑科学,2016,32(10):34-38,79. DOI:10. 13614/j. cnki. 11-1962/tu. 2016. 10. 06.

[9] 劳钊明,李颖敏,邓雪娇,等. 基于 ENVI-met 的中山市街区室外热环境数值模拟[J]. 中国环境科学,2017,37(9):3523-3531.

[10] 殷实,WERNER L,肖毅强. 湿热地区传统骑楼街区夏季热环境研究[J]. 南方建筑,2019(4):53-59. DOI:10. 3969/j. issn. 1000-0232. 2019. 04. 053.

[11] 金虹,崔鹏. 哈尔滨中央大街商业街区形态要素与温度关联性研究[J]. 建筑科学,2019,35(8):11-17. DOI:10. 13614/j. cnki. 11-1962/tu. 2019. 08. 02.

[12] SHASHUA-BAR L,TSIROX I X,HOFFMAN M. Passive cooling design options to ameliorate thermal comfort in urban streets of a mediterranean climate (athens) under hot summer conditions[J]. Building and Environment,2012,57(11):110-119. DOI:10. 1016/j. buildenv. 2012. 04. 019.

[13] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑热环境测试方法标准:JGJ/T 347—2014[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2014.

[14] 唐毅,孟庆林. 广州高层住宅小区风环境模拟分析[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版),2001(4):352-356,360. DOI:10. 3969/j. issn. 1006-7930. 2001. 04. 012.

[15] MURAKAMI S,MORIKAWAY. Criteria for assessing wind-induced discomfort considering temperature effort[J]. Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering,1985,35:9-17. DOI:10. 3130/aijax. 358. 0_9.

[16] 赵敬源,刘加平. 城市街谷热环境数值模拟及规划设计对策[J]. 建筑学报,2007(3):37-39. DOI:10. 3969/j. issn. 0529-1399. 2007. 03. 013.

[17] 刘魁星,游伟洁,甘婷婷. 寒冷地区室外辐射特性对人体热舒适影响研究[J]. 建筑科学,2024,40(2):142-149,159. DOI:10. 13614/j. cnki. 11-1962/tu. 2024. 02. 17.

(责任编辑: 陈志贤 英文审校: 方德平)