

doi: 10.11918/j.issn.0367-6234.2015.06.012

# 应用微气候热舒适分区的街道空间形态初探

冷 红, 马彦红

(哈尔滨工业大学 建筑学院, 150001 哈尔滨)

**摘要:** 为在微气候热舒适视角下对街道空间的使用与设计提供建议, 研究以寒地城市春秋过渡季节为大气背景, 以哈尔滨城市住区街道为例, 确定影响寒地城市住区街道微气候热环境发生差异的主要气候因子和空间形态因子, 以实测数据检验模拟数据准确性为前提, 应用微气候热舒适空间量化分区方法, 对寒地城市住区街道微气候热舒适与其空间形态关联性进行了初步探析并以此为基础提出了相应的寒地城市住区街道空间形态优化策略。

**关键词:** 寒地气候; 住区街道; 实测模拟; 空间形态; 微气候热舒适分区

中图分类号: TU984

文献标志码: A

文章编号: 0367-6234(2015)06-0063-06

## A preliminary study on the street space patterns by applying microclimate thermal comfort zoning method

LENG Hong, MA Yanhong

(School of Architecture, Harbin Institute of Technology, 150001 Harbin, China)

**Abstract:** In order to provide recommendations for the use and design of street space under the perspective of microclimate thermal comfort. The study, taking transitional seasons (spring and autumn) of winter city as microclimatic background and urban residential streets of Harbin for example, determines the main climatic factors and spatial pattern factors which bring big difference to microclimate thermal environment of urban residential streets in winter city. With real-time measured data testing the accuracy of simulation data as the premise, applying microclimate thermal comfort zoning method, the research conducts a preliminary analysis for relevance between microclimate thermal comfort and spatial patterns of residential streets in winter city, and on this basis proposes the corresponding optimization strategies of spatial patterns in residential streets of winter city.

**Keywords:** climate in cold regions; residential street; actual measurement and simulation; spatial patterns; microclimate thermal comfort zoning

微气候条件是决定室外空间交往质量优劣非常重要的指标<sup>[1]</sup>。从不同气候区实践的角度来看, 国外微气候热舒适方面的研究主要集中在非洲北部的干热气候区<sup>[2]</sup>、沙漠区<sup>[3]</sup>、西方发达国家所处的温温带海洋性气候区<sup>[4]</sup>、亚洲香港<sup>[5]</sup>、新加坡<sup>[6]</sup>所处的暖湿气候区、亚热带气候区。北美<sup>[7]</sup>、北欧<sup>[8]</sup>寒区相关的微气候热舒适研究对本文的研究具有很好的借鉴意义。国内业界已存在的研究集中在夏热冬暖气候区<sup>[9]</sup>、夏热冬冷气候区<sup>[10]</sup>, 寒地气候背

景下对室外公共空间的研究也有所探索<sup>[11]</sup>。

街道空间作为室外公共交往空间的重要组成部分, 其空间形态能够对形成微气候环境的气候因子(风速、空气温度等)产生鲜明影响, 进而促使其微气候热舒适性发生显著改变。在各类街道空间中, 住区街道空间是城市居民使用最为频繁并与其联系最为密切的交往空间。因此, 论文选择典型寒地城市哈尔滨, 以住区街道作为研究对象, 旨在结合特定空间背景条件下微气候气候影响因素展开现场实测与数值模拟, 应用热舒适稳态评估方法, 在过渡季节气候背景条件下, 应用微气候热舒适分区对寒地城市住区街道空间形态进行初步探析。

收稿日期: 2015-01-04.

基金项目: 教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-11-0803);  
国家自然科学基金(51278140).

作者简介: 冷 红(1970—), 女, 教授, 博士生导师.

通信作者: 冷 红, hitlaura@126.com.

## 1 研究前提

### 1.1 研究季节与微气候影响因子的选择

#### 1.1.1 研究季节的选择

冬季哈尔滨气候严寒,微气候调节对于住区街道空间的热舒适性而言收效甚微,而春秋两季作为过渡性季节,日平均气温为 7.5 °C 左右,以此为基准的升降温幅度可达 10 °C,加上复杂多变的局地风环境特征,使得住区街道空间中活动的居民在过渡季节不同阶段、一天的不同时段以及不同地点会产生不同的冷暖感觉,并因此会增加或减少在空间中的活动<sup>[12]</sup>.研究过渡季节住区街区街道空间的热舒适情况,进而从空间形态角度提出优化策略,能够提升空间使用效率并促进居民社会交往.基于以上原因,本文研究时段选取以春季为代表的过渡季节进行相关实测与数值模拟研究.

#### 1.1.2 微气候气候影响因子的选择

微气候气候影响因子主要为风速、空气温度及空气相对湿度,其中风速与空气温度是影响微气候热舒适最关键的两个因素,由于哈尔滨过渡季节(春秋两季)空气相对湿度对微气候热舒适的影响非常微弱,因此本文选取实测调查、数值模拟的微气候热舒适性气候影响因子为风速与空气温度.

#### 1.1.3 微气候街道空间形态影响因子的选择

基于调研走访与类型学方法探究,街道朝向、街道高宽比、街道两侧建筑高度差、街道不同界面形式(分为两类:一类为街道两侧建筑中部一边开口或两边均开口,另一类为街道底部面宽完整,上部面宽完整或减少)5类因子基本能够囊括所有的寒地城市住区街道空间形态,故本文选择这5类因子作为微气候街道空间形态影响因子.

### 1.2 微气候气候影响因子与微气候热舒适关系分析

基于文献[13-14]对风速、空气温度与微气候热舒适值之间线性关系的研究成果,取哈尔滨过渡季节服装热阻指数 1.5,得到如图 1 的最佳环境风速和空气温度组合关系.

根据哈尔滨市 1983~2013 年过渡季节平均最大风速、平均空气温度统计数据<sup>[15]</sup>,严寒地区过渡季节平均最大风速 2.6 m/s、平均空气温度 7.5 °C.依据上述最佳风速和空气温度组合关系,2.6 m/s 对应的最佳空气温度高达 18.5 °C,而空气温度 7.5 °C 对应的最佳风速仅为 0.5 m/s,得到实际风速 2.6 m/s 约为理想值 0.5 m/s 的 5 倍,空气温度理想值 18.5 °C 约为实际值 7.5 °C 的 2.5 倍.即可推断出风速对热舒适性影响接近于空气温度的 2 倍.再则,根据清华大学夏一哉博士、

香港理工大学牛建磊教授在等温热环境中对紊动气流(风速稳定性)与人体热感觉之间关系的初步探索,风速稳定性对热舒适性影响强度约为风速本身的 1/4<sup>[16]</sup>.

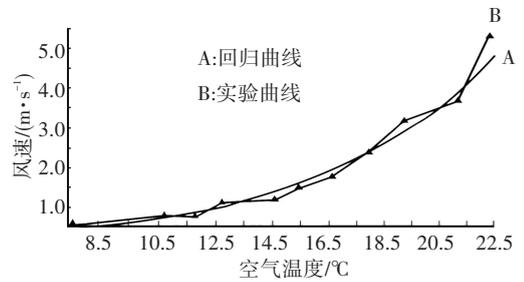


图 1 服装热阻指数 1.5 背景下环境最佳风速和空气温度组合关系<sup>[13-14]</sup>

## 2 哈尔滨住区街道微气候实测调查与分析

### 2.1 实测过程

#### 2.1.1 实测调查时间

4~6 月哈尔滨春季,选取具过渡季节气候特征代表性的 4 月为实测月份.

#### 2.1.2 实测调查对象

结合 GOOGLE EARTH 航拍图显示的哈尔滨市住区平面布局结构特征,在实地走访与观察对比后,根据影响因子取样方便、丰富原则,论文筛选哈尔滨市河政花园住宅小区、福顺尚都住宅小区、中植方洲苑住宅小区、运华广场住宅小区为街道实测点承载住区.

#### 2.1.3 实测调查内容

基于不同住区内街道朝向、高宽比、两侧建筑高度差、界面形式的空间差异性情况,科学记录这些因子影响下街道空间内人尺度(距地面 1.4 m 处)的风速、空气温度真实情况.

#### 2.1.4 实测调查方法

寒地城市过渡季节早晚依然寒冷,白天 09:45~16:45 时间段为居民除去上班、上学等必要出行以外参与住区公共活动的主要期望时间区间,因此实测选取此时间段作为实测时间范围,并保证实测数据记录时间间隔严格控制在 30 min,实测地点选取各住区街道的中心位置.即每实测天 7 h 内在 09:45、10:15、10:45、11:15、11:45、12:15、12:45、13:15、13:45、14:15、14:45、15:15、15:45、16:15、16:45 取得 15 个记录节点的最大风速、瞬时空气温度值.

5) 实测点的分布安排:结合住区街道微气候热舒适各影响因子的空间特征及前期在实测调查对象筛选方面的工作,各住区的实测点分布安排见图 2.

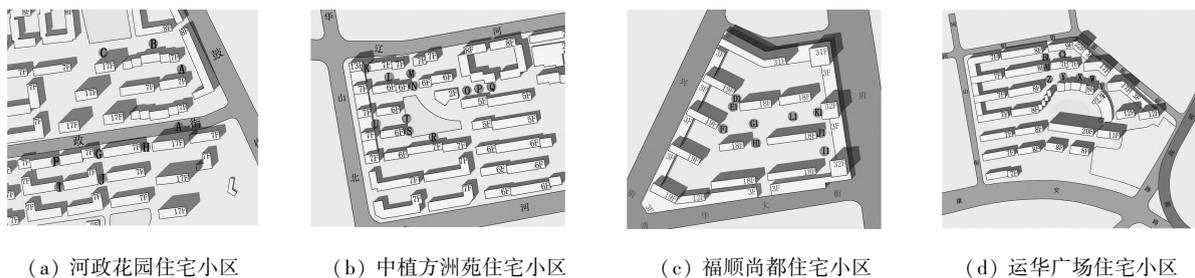


图2 实测点分布安排示意

## 2.2 实测结果分析

实测一共筛选出7对、14个有效点,进行相应实测点风速与空气温度数据的对比,基于各气候因子对微气候热舒适影响强弱关系(见“1.2 微气候气候影响因子与微气候热舒适关系分析”),得出如下结论:南北朝向街道微气候热舒适性优于东西朝向街道、南北朝向街道高宽比 $H/W$ 值越小其街道微气候热舒适性越好、东西朝向对称型街道北侧建筑升高或南北朝向对称型街道东侧建筑升高其微气候热舒适性均会下降、东西朝向无开口街道热舒适性弱于东西朝南开口街道、东西朝向无开口街道热舒适性优于东西朝南北开口街道、南北朝向西侧建筑面宽减少街道微气候热舒适性优于南北朝向完整面宽街道。

## 3 哈尔滨住区街道微气候数值模拟与分析

采用目前室外热环境科研领域广泛应用的流体力学模拟软件:德国 ENVI-met 城市三维微气候数值模拟软件展开数值模拟。

### 3.1 数值模拟必要说明

1)结合研究对象地域气候条件,参考实测数据进行有效校正,正确建立模型 Area Input File(模拟模型建立)与 Configuration File(模拟环境参数设置)文件。此外,所有模型均采用10 m模拟标准街宽,62 m街长,街道两侧建筑进深12 m。街道其他规格特征用 $H$ (街道两侧建筑高度)/ $W$ (10 m街宽)= $Y$ (比值)来表示。

2)街道编号规则解释。街道编号的两个首字母表示街道的朝向,“NB”为南北,“DX”为东西。不同高宽比街道编号如“DX0510”中,05为街道两侧建筑高度5 m,10为标准10 m街宽;不同两侧建筑高度差街道编号如“NB10D5X”中,10D为街道东侧10 m建筑高,5X为街道西侧5 m建筑高。不同界面形式(一类)街道编号如“NB0510X6D6”中,X6D6为南北向 $H/W=0.5$ 街

道东西侧建筑中间位置有6 m开口,而如“NB0510X6”中,X6为南北向 $H/W=0.5$ 街道西侧建筑中间位置有6 m开口,东侧建筑界面完整;不同界面形式(二类)街道编号如“NB0510DMJ”中,DMJ为街道东侧(D)面宽减少(MJ)。

### 3.2 数值模拟结果量化

以每一街道大类下的街道小类微气候热舒适性模拟表现不再出现明显变化来确定其总体的类型个数,数值模拟过程一共得到5大类24小类街道的数值模拟结果。

#### 3.2.1 微气候热舒适空间量化分区方法

结合数值模拟结果,每类型街道内风环境布局均可以划分为高风速区、中风速区、低风速区、风速骤变区与风速稳定区5个区间,相应空气温度布局也可划分为高温区、中温区、低温区及温度骤变区与温度稳定区。根据上述哈尔滨过渡季节微气候气候影响因子与微气候热舒适关系分析:风速质量是影响寒地城市住区街道微气候热舒适的最显著因素,故在本文住区街道空间微气候热舒适性量化方法的构建中,街道微气候热舒适性空间的分区以街道的整体风布局特征为基础,在考虑街道空气温度的影响下,将街道空间依据其微气候热舒适性划分为优区、中区、差区。根据微气候气候影响因子与微气候热舒适关系分析,因为风速对热舒适性影响强度接近于空气温度的2倍,而风速稳定性对热舒适性影响强度约为风速本身的1/4。即将风速的绝对质量分为高风、中风、低风,分值依次为4、6、8,将风速的稳定性质量分为骤变、稳定,分值依次为1、2;将空气温度的绝对质量分为高温、中温、低温,分值依次为4、3、2,将空气温度的稳定性质量分为骤变、稳定,分值依次为0.5、1(见表1)。街道内优区、中区、差区的划分以风速的绝对质量为基础,以其他影响因子的影响强度为加分项,高风区、中风区、低风区在加分完成后得分最高、居中、最低者分别为优区、中区、差区。

表 1 各微气候表现因子量化赋值表(数值模拟数据)

空气温度得分值分配			风速得分值分配			空气温度稳定性得分值分配			风速稳定性得分值分配		
低温 2	温 3	高温 4	中风 4	中风 6	微风 8	骤变 0.5	稳定 1	骤变 1	稳定 2	骤变 1	稳定 2

3.2.2 各微气候表现因子权重的确定及同一量纲下计算.

住区街道微气候热舒适空间的分区可以将所有类型的街道内部空间划分为微气候热舒适性优区、中区、差区,但此划分仅针对某一街道内 3 区的风速、空气温度特征及两因素融合后的结果进行对比分析.若要进行不同类型街道间的对比,需要考虑街道的最高风速、最低风速、最大风速差、最高空气温度、最低空气温度、最大空气温度差 6 项因素,从而确定各类型街道各项数据的权重,并进行不同类型街道 3 区间的对比.依据数值模拟

图得到 5 大类 24 小类街道微气候表现因子特征表(篇幅限制,此表不列出),即街道风速权重的确定以所有街道最大风速中的最小值 4.2 m/s 为基准、街道风速稳定性权重的确定以所有街道最大风速差值中的最小值 2.2 m/s 为基准、街道空气温度权重的确定以所有街道最大空气温度值中的最小空气温度值 283.44 K 为基准、街道空气温度稳定性权重的确定以所有街道最大空气温度差中的最小值 0.11 K 为基准,从而在同一量纲下得到 5 大类 24 小类街道的可相互间进行比较分析的最终数值(见表 2).

表 2 同一量纲下 5 大类 24 小类街道内部 3 区及整体微气候热舒适性量化统计(数值模拟数据)、实测点与相应数值模拟街道对应表

街道空间形态	街道编号	优区稳定性总得分	优区风速、空气温度总得分	优区总得分	中区稳定性总得分	中区风速、空气温度总得分	中区总得分	差区稳定性总得分	差区风速、空气温度总得分	差区总得分	街道稳定性总得分	街道风速、空气温度总得分	街道最后总得分	对应实测点
不同朝向	NB0510	0.15	2.77	2.92	1.35	11.69	13.04	0.03	0.39	0.42	1.53	14.85	16.38	A 与 B
	DX0510	0.16	2.55	2.71	1.53	11.40	12.93	0.05	0.50	0.55	1.74	14.45	16.19	
不同高宽比	NB1010	0.19	3.59	3.78	0.88	7.97	8.85	0.08	0.96	1.04	1.15	12.52	13.67	F1 与 H1
	NB2010	0.34	2.16	2.50	0.83	3.63	4.46	0.31	1.49	1.80	1.48	7.28	8.76	
不同两侧建筑高度差	NB4010	0.44	2.09	2.53	0.45	1.58	2.03	0.40	1.45	1.85	1.29	5.12	6.41	
	NB5D10X	0.08	1.69	1.77	0.97	10.13	11.10	0.06	0.90	0.96	1.11	12.72	13.83	E、D、G 与 H
	NB10D5X	0.31	5.45	5.76	0.78	6.99	7.77	0.04	0.42	0.46	1.13	12.86	13.99	
	NB10D20X	0.08	2.15	2.23	0.40	5.62	6.02	0.17	2.27	2.44	0.65	10.04	10.69	
	NB20D10X	0.19	4.06	4.25	0.42	4.02	4.44	0.04	0.25	0.29	0.65	8.33	8.98	
	NB20D40X	0.11	1.55	1.66	0.10	1.10	1.20	0.29	3.22	3.51	0.50	5.87	6.37	
	NB40D20X	0.45	3.74	4.19	0.53	2.13	2.66	0.10	0.36	0.46	1.08	6.23	7.31	
	DX10B5N	0.10	1.94	2.04	0.83	8.22	9.05	0.17	1.94	2.11	1.10	12.10	13.20	
不同界面形式(一类)	DX20B5N	0.04	0.92	0.96	0.41	6.55	6.96	0.19	2.43	2.62	0.64	9.90	10.54	
	DX40B5N	0.39	4.97	5.36	0.02	0.34	0.36	0.19	2.92	3.11	0.60	8.23	8.83	
	NB0510D6	0.26	3.86	4.12	1.40	9.52	10.92	0.08	0.83	0.91	1.74	13.30	15.04	L1、G1、M 与 L
	NB0510X6	0.33	3.96	4.29	1.35	8.97	10.32	0.12	1.09	1.21	1.80	14.02	15.82	
	NB0510X6D6	0.40	5.57	5.97	1.11	7.42	8.53	0.16	1.46	1.62	1.67	14.45	16.12	
	DX0510B6	0.31	4.38	4.69	1.13	8.48	9.61	0.17	1.55	1.72	1.61	14.59	16.02	
不同界面形式(二类)	DX0510N6	0.32	4.35	4.67	1.32	9.18	10.50	0.12	1.00	1.12	1.76	14.53	16.29	
	DX0510N6B6	0.41	5.29	5.70	1.21	7.53	8.74	0.16	1.30	1.46	1.78	14.12	15.90	
	NB0510XMJ	0.49	7.41	7.90	0.94	6.65	7.59	0.11	1.12	1.23	1.54	15.18	16.72	N 与 U
	NB0510DMJ	0.28	3.89	4.17	1.09	7.77	8.86	0.14	1.17	1.31	1.51	12.83	14.34	
	DX0510BMJ	0.28	4.25	4.53	1.42	8.64	10.06	0.15	0.98	1.13	1.85	13.87	15.72	
	DX0510NMJ	0.27	3.28	3.55	1.19	7.60	8.79	0.18	1.65	1.83	1.64	12.53	14.17	

3.2.3 实测结果与数值模拟结果的比对检测

因为实测面向的是部分街道类型,其分析结果也仅能体现有限街道类型的整体微气候热舒适结果

差异趋势,而数值模拟面向的是全部街道类型,能够涵盖并揭示所有类型街道空间形态与其因应微气候热舒适间的完整关联性.文章基于有限实测数据验证

与其相应模拟数据准确性的方法,为进一步以完整模拟数据为基础素材数据展开深入分析研究提供保证。研究中对5大类14个实测点与相应的数值模拟类型的比对中发现,实测结果与数值模拟结果吻合见表2,从而为后续论文以数值模拟结果为基础所展开的相关分析评价奠定了坚实的基础。

## 4 微气候热舒适视角下的寒地住区街道空间形态分析

### 4.1 微气候热舒适与街道空间形态关联性分析

关联性比较分析3个视角,其一为街道的整体性微气候热舒适表现,其二为街道的绝对性微气候热舒适表现,指仅考虑平均风速大小、平均空气温度大小的街道微气候热舒适,其三为街道的稳定性微气候热舒适表现,指仅考虑最大风速差大小、最大空气温度差大小的街道微气候热舒适。3个视角下的街道微气候热舒适表现存在这样的关系:整体性微气候热舒适=绝对性微气候热舒适+稳定性微气候热舒适。

#### 4.1.1 不同朝向街道

整体性微气候热舒适视角下,南北向街道(16.38)略优于东西向街道(16.19);绝对性微气候热舒适视角下,南北向街道(14.85)略优于东西向街道(14.45);稳定性微气候热舒适视角下,东西向街道(1.74)略优于南北向街道(1.53)。

#### 4.1.2 不同高宽比街道

对于南北朝向不同高宽比街道来说,随着街道高宽比 $H/W$ 值的增大,街道的整体性、绝对性微气候热舒适均在明显降低(16.38>13.67>8.76>6.41;14.85>12.52>7.28>5.12),而从稳定性微气候热舒适视角来说,最小 $H/W$ 值街道的稳定性最好(1.53),其他 $H/W$ 值街道稳定性在最小 $H/W$ 值街道基础上有不同程度的降低,但其稳定性并无随 $H/W$ 值增大而不断减小的规律可循(1.15<1.48>1.29>1.11)。

而对于东西朝向不同高宽比街道来说,如前文所述,哈尔滨现行日照间距系数1.5~1.8,而东西向规格 $H/W=0.5$ 街道日照间距系数为2.0,故住区内东西向街道在 $H/W=0.5$ 的基础上不做延伸分析。

#### 4.1.3 不同两侧建筑高度差街道

对于南北朝向不同两侧建筑高度差街道来说,当街道两侧建筑 $H/W$ 值均介于0.5~1.0时,街道两侧建筑东高西低或西高东低的建筑布局并不会对街道内的整体性(13.83≈13.99)、绝对性(12.72≈12.86)、稳定性微气候热舒适(1.11≈1.13)产生明显的影响;当街道两侧建筑 $H/W$ 值

均介于1.0~2.0时,西高东低街道与东高西低街道对微气候热舒适性因素的稳定性影响一致(0.65≈0.65),但前者在街道整体性、绝对性微气候热舒适方面优于后者(10.69>8.98;10.04>8.33);当街道两侧建筑 $H/W$ 值均介于2.0~4.0时,东高西低街道在整体性、绝对性、稳定性微气候热舒适方面均优于西高东低街道(7.31>6.37;6.23>5.87;1.08>0.50)。

而对于东西朝向不同两侧建筑高度差街道来说,由于住区内日照间距的考虑,东南朝向街道南侧建筑与街宽的 $H/W$ 值限定在0.5,随着北侧建筑高度的增加,街道内的整体性、绝对性、稳定性微气候热舒适均在不断降低(13.20>10.54>8.83;12.10>9.90>8.23;1.10>0.64>0.60)。

#### 4.1.4 不同界面形式街道(一类)

对于南北朝向不同开口形式街道来说,街道整体性、稳定性微气候热舒适视角下,东西开口街道优于东、西分别开口街道(16.12>15.82>15.04;14.45>14.02>13.30),西开口街道优于东开口街道(15.82>15.04;14.02>13.30),但在绝对性微气候热舒适视角下,东西开口街道最弱(1.67<1.74<1.80),西开口街道与东开口街道几乎一致(1.80≈1.74)。

对于东西朝向不同开口形式街道来说,东西朝向不同开口形式街道各视角下得到的结果差异性不是非常明显。街道整体性微气候热舒适视角下,南开口街道最优(16.29),北开口街道居中(16.02),南北开口街道末之(15.90);街道绝对性微气候热舒适视角下,北开口街道最优(14.59),南开口街道胜过南北开口街道(14.53>14.12);街道稳定性微气候热舒适视角下,南北开口街道近似于南开口街道(1.78≈1.76),南开口街道优于北开口街道(1.76>1.61)。

5)不同界面形式街道(二类)。对于南北朝向不同面宽形式街道来说,街道整体性、绝对性、稳定性微气候热舒适视角下,西侧建筑面宽减少街道均优于东侧建筑面宽减少街道(16.72>14.34;15.18>12.83;1.54>1.51)。

而对于东西朝向不同面宽形式街道来说,无论何种视角下,北侧建筑面宽减少街道均优于南侧建筑面宽减少街道(15.72>14.17;13.87>12.53;1.85>1.64)。

## 4.2 微气候热舒适视角下的寒地住区街道空间形态优化策略

### 4.2.1 街道空间的使用功能优化

根据本文前述分析,每种街道类型空间都可以

划分为微气候热舒适性的优区、中区、差区。另外,按照街道内车行交通、人行交通、交往、购物、休闲等行为模式的微气候热舒适要求及使用者对风速、风速稳定性、空气温度、空气温度稳定性等耐性的不同,可以对街道空间内的不同区域的使用进行科学合理的引导,如可以将停车空间设置在街道内的差区,将交往、休闲等户外曝露时间长的活动向优区引导,将购物、正常人行交通等活动向优区、中区引导;再如根据性别、年龄、身体状况等条件,将幼童、老年人、身体欠佳等对消极微气候条件耐性差的使用者向微气候热舒适性的优区引导。此种优化无论对于已建成街道亦或新建街道空间的合理使用或规划设计都具有非常现实的引导意义。

#### 4.2.2 街道空间的形态优化策略

寒地城市气候背景下,研究推荐选择南北向、高宽比  $H/W$  值小、两侧建筑  $H/W$  值介于 0.5 ~ 1.0 的街道空间类型。

南北向街道空间优化。在容许街道整体性、绝对性微气候热舒适有一定程度下降的背景下,如要提高街道稳定性微气候热舒适,则可考虑在街道东侧、西侧或东西侧开口。而在保持街道稳定性微气候热舒适背景下,如要提高街道的整体性绝对微气候热舒适性,则街道西侧可考虑采用减少面宽的形式。

东西向街道空间优化。如要同时提高街道的整体性、绝对性、稳定性微气候热舒适,则建议在街道的南侧开口;若在容许街道整体、稳定性微气候热舒适有一定下降的背景下来提高街道的绝对性微气候热舒适性,则建议在街道北侧开口;若在容许街道整体性、绝对性微气候热舒适有一定下降的情况下来提高街道的稳定性微气候热舒适,则建议在街道南、北两侧均开口。若容许街道整体性、绝对性微气候热舒适性有一定下降的背景下来提高街道的稳定性微气候热舒适,则建议在街道北侧使用面宽减少的形式。

## 5 结 语

论文以与居民室外交往联系最密切的“住区街道”为研究对象,一方面以实测数据为基础验证了模拟数据的准确有效性,另一方面将风速与空气温度两个微气候表现因子量化赋值,构建了以数值模拟结果为基础的 5 大类 24 小类街道内部不同区域(优区、中区、差区)及总体的微气候热舒适性量化对比分析方法,揭示了住区街道空间形态及与其因应的微气候环境间的关系,并对寒地气候大背景

下的住区街道交往性微气候热舒适空间选择进行了引导、对其设计优化提供了建议。

## 参考文献

- [1] 丁沃沃,胡友培,窦平平. 城市形态与城市微气候的关联性研究[J]. 建筑学报,2012(7):16-21.
- [2] JOHANSSON E. Influence of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot dry climate: a study in Fez, Morocco [J]. Building and Environment, 2006, 41(10): 1326-1338.
- [3] MAHMOUD A H A. Analysis of the microclimatic and human comfort conditions in an urban park in hot and arid regions [J]. Building and Environment, 2011, 46(12): 2641-2656.
- [4] SHAHRESTANI M, YAO Runming, LUO Zhiwen, et al. A field study of urban microclimates in London [J]. Renewable Energy, 2015, 73(1): 3-9.
- [5] NG E, CHENG V. Urban human thermal comfort in hot and humid Hong Kong [J]. Energy and Buildings, 2012, 55(12): 51-65.
- [6] PRIYADARSINI R, HIEN W N, DAVID C K W. Microclimatic modeling of the urban thermal environment of Singapore to mitigate urban heat island [J]. Solar Energy, 2008, 82(8): 727-745.
- [7] CHEN Liang, NG E. Outdoor thermal comfort and outdoor activities: a review of research in the past decade [J]. Cities, 2012, 29(4): 118-125.
- [8] ELIASSON I, KNEZ I, WESTERBERG U, et al. Climate and behaviour in a Nordic city [J]. Landscape and Urban Planning, 2007, 82(8): 72-84.
- [9] 程炎焱,郭卫宏. 坊居院落空间形态的微气候营造机理分析[J]. 建筑学报,2015(2):70-73.
- [10] 尤娟娟. 我国城市街区型住区规划研究初探[D]. 重庆:重庆大学,2010.
- [11] 刘德明. 寒地城市公共环境设计[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [12] 冷红,袁青. 城市微气候环境控制及优化的国际经验及启示[J]. 国际城市规划,2014,29(6):114-119.
- [13] 蔡强新. 既有居住区室外环境热舒适性研究[D]. 杭州:浙江大学,2010.
- [14] 周俊彦,魏润柏. 环境风速和温度的热舒适组合模型[J]. 同济大学学报:自然科学版,1998,26(6):701-704.
- [15] 国家气象信息中心. 中国气象科学数据共享服务网[EB/OL].(2014-09-15). <http://cdc.cma.gov.cn/home.do>.
- [16] 夏一哉,赵荣义,牛建磊. 等温热环境中紊动气流对人体热感觉的影响[J]. 清华大学学报:自然科学版,2000,40(10):100-103.

(编辑 苗秀芝)