

基于风环境优化的张家口市街区空间形态研究

郝宇鹏 林大峪*

河北建筑工程学院 河北张家口 075000

摘要: 本文旨在探讨张家口市街区的空间形态如何影响风环境,并提出相应的优化策略。通过对街区空间形态与通风过程关系的分析,筛选出可控性指标:建筑尺寸、裙房尺寸、围合度、错落度、离散度。结合张家口市街区的实际情况,提出具体的规划建议。研究表明,通过合理的空间形态控制,可以显著改善街区的通风环境,提高居民的生活舒适性和城市的生态宜居性。

关键词: 风环境;城市街区;空间形态

引言

随着城市化进程的加速,城市街区空间形态对微气候的影响日益显著。风环境作为城市微气候的重要组成部分,对城市居民的生活质量和能源消耗有着重要影响。良好的风环境不仅可以提高居民的舒适度,还能促进污染物的扩散,减少城市热岛效应,降低建筑能耗。因此,研究城市街区空间形态对风环境的影响,并提出基于风环境优化的街区空间形态优化策略,对于提升城市居住环境质量、促进可持续发展具有重要意义。

1. 研究数据与模拟条件设定

1.1 风环境指标筛选

街区作为由多种空间形态要素协同构成的有机体,各要素对于街区气候环境的影响是相互关联的,因此,需要根据空间形态要素对街区气候环境的影响力进行筛选。

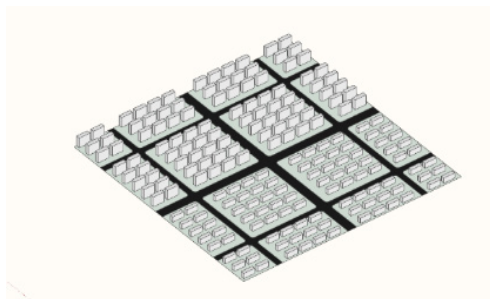
在选择可能对街区风环境产生显著影响且未来在城市规划与设计体系中具有可操作性的空间形态要素时,要同时考虑到城市逐渐从增量建设转向存量开发,未来的城市建设活动将更多聚焦于旧城存量地区的更新改造,而非新区的大尺度开发,综合目前街区尺度研究,从城市更新存在参考性、CFD模拟具有可行性以及与风环境有相关性这三个标准筛选出适用于本研究的街区空间形态指标:建筑尺寸、裙房尺寸、围合度、错落度、离散度。

1.2 街区典型模型提取

第一步,参照城市街区居住类建筑的形态特征,建立建筑典型模型;第二步,依据城市典型街区样本的建筑群布局特征和城市的城市规划技术管理规定相关要求,设定街区类

型典型模型中道路围合地块的建筑群布局;第三步,将每种街区类型典型模型的街道路网布局中嵌套合适的道路围合地块建筑群,建立起每种街区类型的典型模型。

研究结合调研区域的真实情况,参考相关工程标准如《城市居住区规划设计标准》《张家口市城市技术规划管理规定》中对居住建筑的建筑高度、建筑密度、容积率、日照间距等的具体要求和相关规定,将典型居住型街区(多层与高层居住建筑混合街区)模型比例设定如下:采用长宽高分别为 $50\text{m}\times 15\text{m}\times 21\text{m}$ 和 $50\text{m}\times 16\text{m}\times 48\text{m}$ 的建筑单体建立理想模型,模型单体之间南北间隔 40m 东西间隔 15m 。街区尺寸设定为 $300\text{m}\times 300\text{m}$,每个居住类建筑密度为 0.2 ,居住建筑的基本布局方式为行列式,主干道宽度为 40m ,次干道宽度为 26m ,居住建筑退让道路红线 10m 。



街区典型模型示意图

1.3 模拟方法

1.3.1 模拟模型设定

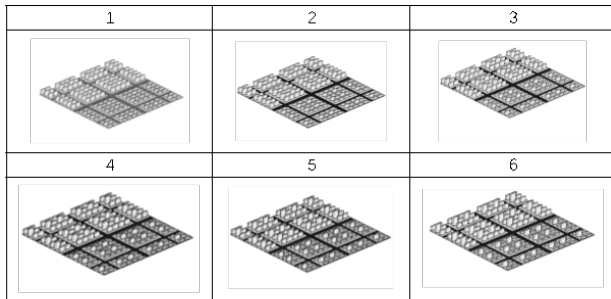
研究借助控制变量法来对空间形态指标的变化进行设定来探究街区空间形态变化对于其风环境的具体影响,并通过建立对应的物理模型来表征其形态变化,同时方便对其风

环境进行模拟。

对于模拟中涉及到的五个指标分别进行变化：建筑的开间尺寸分别设定为 35m、40m、45m、55m、60m、65m；裙房的高度依次设定为 6m、7.5m、9m、10.5m、12m、13.5m；裙房深度依次设定为 6m、7m、8m、9m、10m、11m；街区的围合度依次设定为 25%、40%、55%、70%、85%、100%；错落度的设定，保证建筑平均高度为不变，间隔选取内部 4 栋建筑，将其建筑高度分别提升 5 m、10 m、15 m、20m、25m、30 m，同时相应地降低其他建筑的高度，生成错落度分别为 5、10、15、20、25、30 的六组对照模型；街区离散度的变化进行设定，保证建筑密度，建筑物单体间的距离不变，实验地块内建筑的平均高度为 34.5m。改变建筑的高度和不同高度的数量来获得不同的离散度。

C1	F1	F2	F3	F4	F5	F6
高度组成	11m*96 栋 58 m*96 栋	11 m*60 栋 34.5 m*72 栋 58*60 栋	11 m*48 栋 34.5 m*96 栋 58 m*48 栋	11 m*28 栋 58 m*28 栋 21 m*20 栋 48 m*20 栋 27 m*48 栋 42 m*48 栋	21 m*64 栋 48 m*64 栋 34.5 m*64 栋	34.5 m*192 栋
平均高度	34.5					
离散度	23.5	18.58	16.6	14.6	11.7	0

街区离散度变化设定



街区错落度模型变化示意图

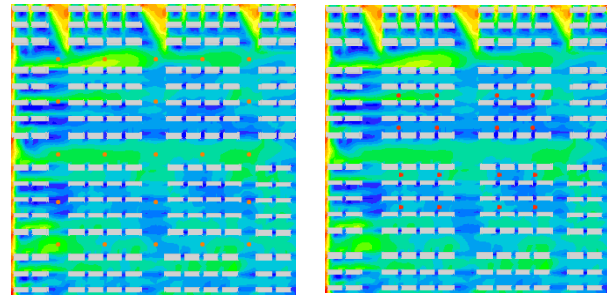
1.3.2 模拟步骤

通过对张家口街区居住建筑进行调研，确定基本的建筑形态和模型参数，采用 Sketchup 建立物理模型，将模型导入 Phoenics 模拟软件，并设置合适的模拟参数进行风环境模拟，通过后处理操作得到可视化的模拟结果。将实验数据导入 Tec-plot 软件，获取源数据，采用 Excel 软件进行数据处理和可视化分析

1.3.3 数据获取

测点设置为一在 1km*1km 的模型道路中线均匀的设置 21 个点位，主要表现了街区道路内的风速情况。测点设置

二为选择模型内中心四个 300m*300m 的街区，均匀布置 16 个测点，主要表现街区内的风速情况。



测点设置一

测点设置二

1.3.4 计算域与边界条件设定

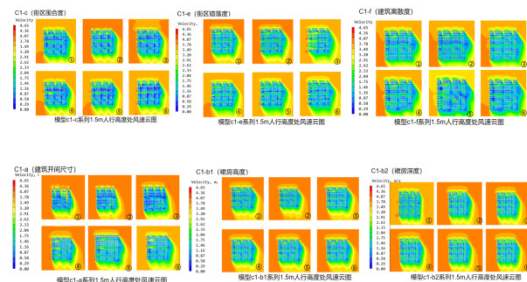
张家口冬季寒冷且漫长，关注建筑冬季的防寒防风效果比关注夏季的通风散热效果更具意义。查阅《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》得到张家口相关气象指标，冬季最多风向为北西北风 (NNW)，冬季室外最多风向的平均风速为 3.5 m/s，以此作为模拟气象条件。模拟条件方面，计算区域的高度为目标模型最高点的 3 倍，来流和出流方向的宽度为目标模型宽度的 5 倍，两侧区域大小为目标模型的 5 倍；最小网格尺寸为 2 m，背景网格尺寸为 4 m。模拟采用标准 k-ε 双方程湍流模型，迭代次数为 1 000 次，计算达到收敛精度即停止。

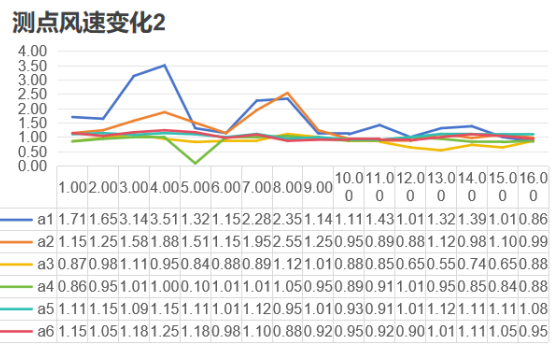
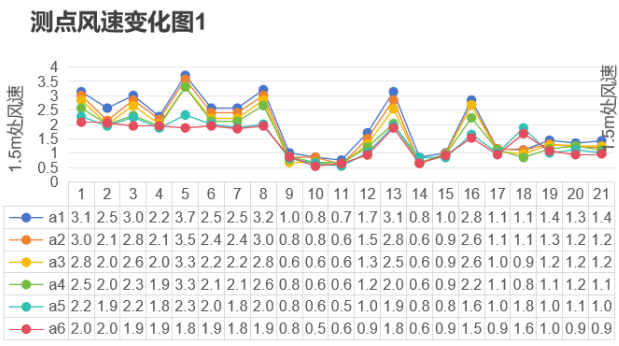
1.4 评价标准

在考虑街区室外活动空间需求的基础上，参考人行高度 (1.5m) 处的 Beaufort 指数中“风速大于 2.68m/s 时会产生锦旗飞舞，纸尘飞扬等现象”以及对于静风区的定义“风速小于 0.3m/s 为静风区”，所以将 0.3m/s~2.68m/s 的风速作为舒适风环境标准。

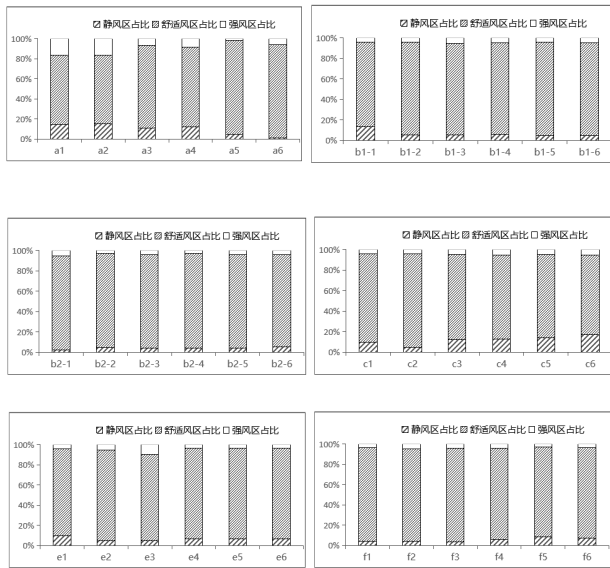
2. 模拟结果及分析

以下是对模型的不同指标变化下的模拟结果：





根据这些图表和数据，综合对比分析其风环境状况如图1所示：



随建筑的开间尺寸增大，街区内强风区和静风区的面积占比逐步下降，舒适风区的面积逐渐增多，平均风速呈下降趋势；随着建筑裙房高度的增加，街区内静风占比下降，舒适风区占比增加，强风区的面积较为平均没有变化，平均风速较为平稳变化不大，裙房高度变化对模型系列无影响；随建筑裙房深度的增加，街区内静风区、舒适风区、强风区占比变化较小，平均风速呈下降趋势；随街区内围合度比例的增加，静风区面积占比提高，强风区占比基本保持不变，街区平均风速略微下降；随街区建筑的错落度增加，街区静风区占比降低舒适风区占比增大，平均风速有少许变化；随建筑的离散程度的提高，街区内静风区占比提高，强风区占比波动较小，平均风速呈下降趋势。

3. 结语

通过对以上五个指标变化下的模拟数据进行分析，得到城市居住街区初步结论。建筑尺寸方面：西北侧设置开间尺寸较大的板式住宅可以创造更多的风影区来抵御冬季寒风，东侧和南侧设置更多的点式住宅可以保证夏季的通风散热。建筑裙房方面：街区裙房的高度的改变对街区风环境影响不大，裙房深度的增加可以适当改善南北向街道冬季风环境。街区围合度方面：街区围合度越高，街道界面的连续性就越强。增加冬季主导风向西侧与北侧街道界面的延续性，增加围挡可以防止冬季寒风进入街区，东侧和南侧可设置较多开口来保证夏季的通风散热。街区错落度和离散度方面：错落度和离散度与街区内的风环境存在明显关联，在街区的规划建设应有意识的增加建筑的错落度和整体街区建筑空间的丰富度。

参考文献：

- [1] 张艺杰. 基于风环境模拟的威海市近山临海街区形态导控研究_张艺杰[D]. 山东建筑大学, 2024.
- [2] 张倩, 陈宏. 基于风环境性能驱动的街区优化设计研究(1)——以武汉市为例[J]. 1-12.
- [3]. 基于风环境质量的居住区更新潜力分析_李若尧[J].
- [4]. 基于风环境计算机模拟的居住区设计研究_王悠然[J].
- [5] 李帆. 张家口市中学教学建筑灰空间对庭院风环境的影响研究_李帆[D]. 河北建筑工程学院, 2023

基金项目：SQ2024129 基于多源数据的中小城市人本尺度街道空间适老化测度及优化研究