

建筑排列对城市微环境影响的数值研究

唐洁¹, 张双喜², 易旭懂¹

1. 测绘学院地球物理系, 武汉大学, 湖北省, 武汉

2. 地球空间环境与大地测量教育部重点实验室, 武汉大学, 湖北省, 武汉

简介:随着城市化的快速发展, 由于城乡下垫面差异导致的微环境变化越来越明显, 城市微环境是指一个小空间范围内与周边大环境气候有差异的现象, 最明显的就是风速与温度的变化, 城市微环境的研究更加贴近人们的生活。基于流体流动以及传热接口建立三维数值模型, 考虑建筑容积率一定情况下, 3种建筑排列形态对微环境的影响, 模拟区域微环境风速和温度分布。

结果:图3为3种建筑排列分布人行高度处 (h=2m) 流场以及温度的分布。

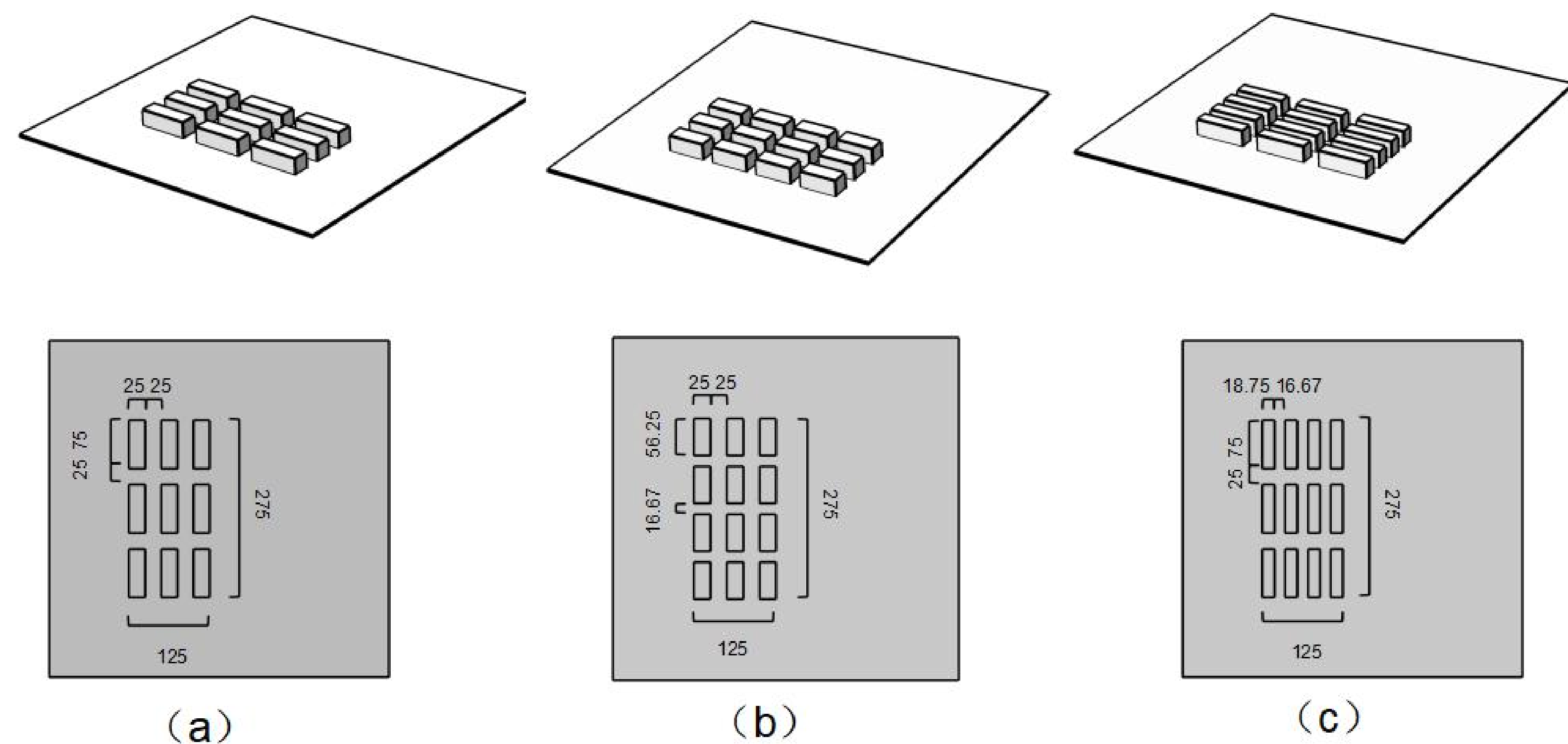


图 1. 3种建筑排列分布

计算方法: 采用流体流动以及传热接口, 其中流体流动接口使用雷诺平均纳维斯托克斯方程联合标准k-ε方程, 传热接口考虑表面对表面辐射, 加载外部辐射源。

$$\rho(\mathbf{u} \cdot \nabla)\mathbf{u} = \rho C_p \rho \mathbf{u} \cdot \nabla T + \nabla \cdot \mathbf{q} = Q$$

$$\nabla \cdot [-\rho \mathbf{I} + (\mu + \mu_T)(\nabla \mathbf{u} + (\nabla \mathbf{u})^T)] + F \quad \mathbf{q} = -k \nabla T$$

$$\rho \nabla \cdot (\mathbf{u}) = 0$$

$$\rho(\mathbf{u} \cdot \nabla)k = \nabla \cdot \left[\left(\mu + \frac{\mu_T}{\sigma_k} \right) \nabla k \right] + P_k - \rho \epsilon$$

$$\rho(\mathbf{u} \cdot \nabla)\epsilon = \nabla \cdot \left[\left(\mu + \frac{\mu_T}{\sigma_\epsilon} \right) \nabla \epsilon \right] + C_{\epsilon 1} \frac{\epsilon}{k} P_k - C_{\epsilon 2} \rho \frac{\epsilon^2}{k}$$

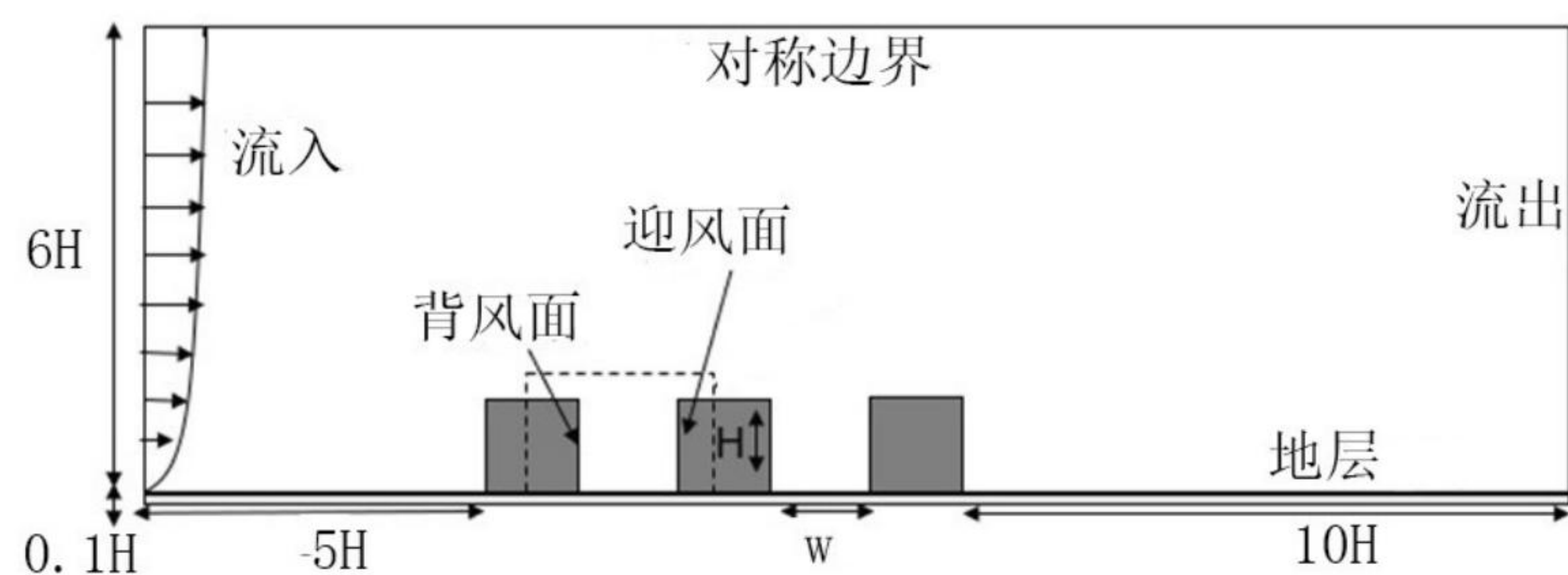


图 2. 模型计算域以及边界条件设置

表 1. 模型各个壁面物理性质

	厚度 (m)	热传导系数 (Wm ⁻¹ K ⁻¹)	热推 (Jkg ⁻¹ K ⁻¹)	密度 (Kgm ⁻³)	发射率	太阳辐射吸收率
屋顶	0.3	0.15	1000	1000	0.92	0.8
壁面	0.2	0.15	1000	1000	0.88	0.7
地面	0.5	0.9	970	2400	0.91	0.9
土壤	2	1	1680	2100		

其他边界条件, 采用对数风剖面, 选取参考高度为10m时平均风速为1.5m/s, 建筑表面以及地面为壁函数, 初始温度为300K。

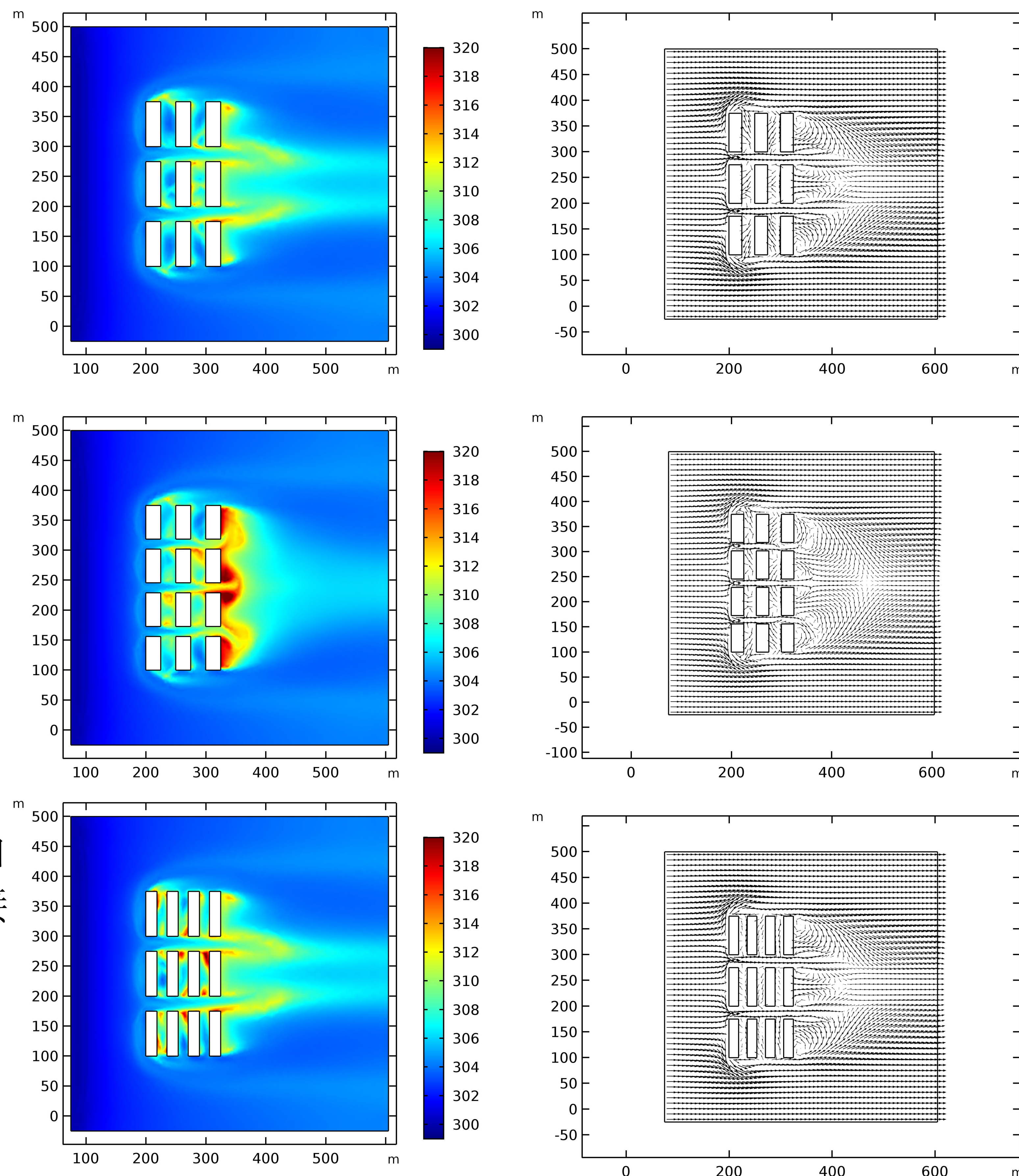


图 3. 流场以及温度场分布 (h=2m)

结论:

1. 在容积率一定的条件下, 建筑的排列方式对区域微环境有一定的影响, 主要通过城市风道来影响微环境分布;
2. 城市热环境和风环境分布有相似分布; 与来流方向一致的通道数量相同时 (a) (c), 与来流方向垂直的通道越多越不利于区域热量的扩散;
3. 与来流方向垂直的通道数量相同时 (a) (b), 与来流方向一致的通道数量越多越不利于区域热量扩散, 尤其是最后一排。

参考文献:

1. Bottillo S, De Lieto Vollaro A, Galli G, Vallati A. CFD modeling of the impact of solar radiation in a tridimensional urban canyon at different wind conditions. SOL ENERGY 2014;102:212-222
2. Deng J Y, Wong N H, Zheng X. The Study of the Effects of Building Arrangement on Microclimate and Energy Demand of CBD in Nanjing, China ☆[J]. Procedia Engineering, 2016, 169:44-54.
3. Allegrini J, Dorer V, Carmeliet J. Influence of morphologies on the microclimate in urban neighbourhoods[J]. Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics, 2015, 144:108-117.