

# 合肥市新建中小户型住宅室内自然通风优化策略研究

罗旭萍

安徽华盛国际建筑设计工程咨询有限公司

**摘要：**良好的室内自然通风是绿色健康住宅的基础，调研发现合肥地区新建中小户型住宅因设计差异呈现自然通风效果差异较大。文章选取近年来合肥地区新建典型中小型住宅户型，依据户型中不同特点设定3组实验共9种工况，运用CFD模拟和比较研究的方法，以平均风速和空气龄为评价指标，针对性提出相应设计策略，为未来合肥地区中小户型住宅设计提供参考意见。

**关键词：**合肥市；中小户型住宅；室内自然通风

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.08.089

## 引言

良好的室内自然通风可以在不消耗能源的前提下有效改善室内空气质量，研究表明，住宅采取自然通风可在夏季降低空调能耗约21.23%<sup>[1]</sup>。现阶段中小户型住宅仍是住宅建设主力军，在双碳目标背景下，研究其如何利用自然通风有效改善室内物理环境显得尤为必要。针对住宅室内自然通风，国内外学者已有过相关研究，大多为针对某一特定区域某一特定户型的研究。文献2以北京地区典型住宅为例，通过CFD模拟和对比研究，提出住宅通风开口优化策略<sup>[2]</sup>。文献3通过对上海2个对称户型的CFD模拟分析了不同风向对自然通风的影响差异<sup>[3]</sup>。文献4、5选取香港地区典型住宅平面，从外窗形式及开启方式等方面提出优化住宅室内自然通风策略<sup>[4]</sup><sup>[5]</sup>。也有学者从住宅室内通风计算的角度进行研究，如通过建筑单侧开口通风量计算公式的修正，实现住宅建筑设计中房间通风量的快速预测<sup>[6]</sup>。还有研究者对自然通风计算中的表面风压系数和开口流量系数相关研究进行梳理，为住宅自然通风的计算提供依据<sup>[7]</sup>。

上述研究对住宅自然通风设计或计算提供了一定依据，但不同地区因气候、经济发展水平不同，住宅户型呈现不同特点，即使在同一地区也因住宅产品设计迭代在不同时期呈现不同特点。本文选取合肥地区新建典型中小户型住宅为研究对象，结合通风现状进行多工况模

拟对比研究，提出有利于合肥地区新建中小户型住宅自然通风的建筑设计策略。

## 一、合肥市新建中小户型住宅特征概况

### （一）新建中小户型住宅空间布局特征

通过对合肥市近5年新建中小户型住宅（套内使用面积集中在75~90m<sup>2</sup>）的调研，总结其空间布局差异主要体现在房间数量和南向开间数量多少。在房间数量上主要为三室两厅一卫，部分住宅通过精细化设计做到三室两厅两卫，但客厅面积都相对较小。在南向开间数量上则主要为两开间或三开间。

### （二）新建中小户型住宅自然通风形式特征

合肥市新建中小户型住宅当前所利用的自然通风方法大多为风压驱动的通风方式，即打开建筑外窗，利用建筑迎风面和背风面的风压差进行通风。在实际情况中，由于室外风速不稳定，室内自然能通风效果并不稳定，且不同住宅之间由于通风口布置和空间布局差异，通风效果差异很大。

### （三）新建中小户型住宅通风口形式特征

调研时发现合肥市新建中小户型住宅通风口与以往住宅呈现较大差别，主要体现在：1）受城市风貌管控等因素影响，与卧室或起居厅相连的阳台从原来的开敞阳台为主变化为以封闭阳台为主，通风口面积的变化对内部自然通风产生一定影响；2）从节能气密性等角度出发，外窗开启方式从原来的以推拉窗为主变化为以平开窗为主，通风口开启方式的变化对住宅内部自然通风也产生一定影响。

## 二、研究工况设定与CFD模拟设置

### （一）研究工况设定

通过以上相关分析，本研究对居室通风开口的位置、通风开口的面积2组实验共6种工况进行比较研究。

#### 1. 第一组实验

选取基本模型（图1），调整外窗开启扇位置，外窗总开启面积不变，进行实验对比。具体如表1所示

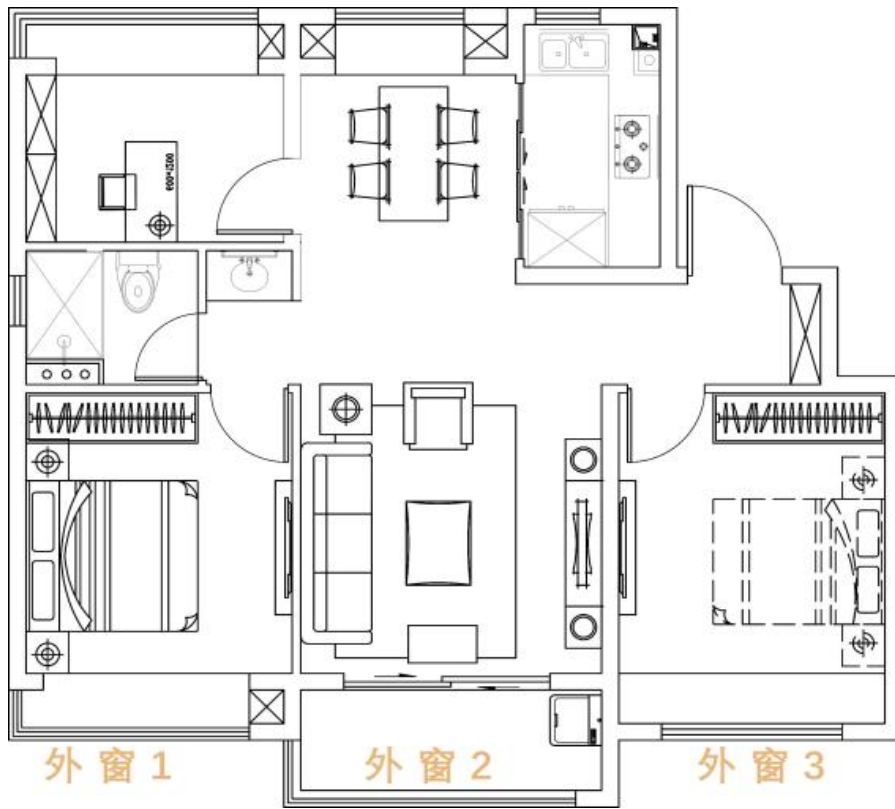


图1 基本模型选取

表1 “通风口不同位置对自然通风影响对比”实验设置

(作者自绘)

	工况1	工况2	工况3
窗窗1	开启扇正对卧室门	开启扇居中布置	开启扇靠外墙布置
窗窗2	开启扇居中对阳台门	开启扇靠墙右边布置	开启扇靠墙左边布置
窗窗3	开启扇正对卧室门	开启扇居中布置	开启扇靠外墙布置

2. 第二组实验

在基本模型基础上，增加开启扇面积，进行实验对比。考虑到平开窗实际使用情况，通过两种方式增加开启扇面积，一是居中增加开启扇面积，二是在两侧增加开启扇面积，具体如下表2所示。

表2 “不同通风口面积对自然通风影响对比”实验设置

	工况7	工况8	工况9
窗窗1	开启面积0.98m <sup>2</sup>	开启面积1.96m <sup>2</sup>	开启面积1.96m <sup>2</sup>
窗窗2	开启面积1.92m <sup>2</sup>	开启面积2.88m <sup>2</sup>	开启面积2.88m <sup>2</sup>
窗窗3	开启面积0.98m <sup>2</sup>	开启面积1.96m <sup>2</sup>	开启面积1.96m <sup>2</sup>

(二) CFD模拟设置

目前在室内、室外风环境模拟研究中，Airpak是常见的CFD模拟软件，可以应用于多种尺度的建筑和环境

模拟研究中，如户型模拟、居住小区模拟、村落环境模拟，其模拟结果与实际状况吻合度较高<sup>[8][9]</sup>。本研究选用Airpak的湍流模块进行模拟，模拟边界与网格等设置参照软件说明和前人经验总结<sup>[10]</sup>：边界长宽分别设为模型整体长宽的3倍，边界高度为模型高度的3倍，模拟对象设置在九宫格中心区域；网格划分方式为：中部建筑所在区域网格相对密集，设置0.1m\*0.1m，外围无建筑区设置为0.5m\*0.5m，垂直方向建筑区域设置为0.1m，上班无建筑区设置为0.5m，计算总网格393万；迭代次数2000次，收敛精度10<sup>-4</sup>。根据文献10实验模拟假设室外风速为3m/s，风向与户型开口方向垂直<sup>[11]</sup>。

(三) 评价指标的选取

室内风环境相关的主要评价指标包括风速、空气龄、风压等。根据Sandlberg等人的定义，空气龄是空气质点自进入房间至到达室内某点所经历的时间，反映了室内空气的新鲜程度，它可以综合衡量房间通风换气效果，是评价室内空气品质常用的指标<sup>[12]</sup>。风速大小会直接影响到人的舒适度，结合本研究的目标，选取风速和空气龄作为本研究室内自然通风的评价指标。

根据GB/T10000-1998《中国成年人人体尺寸》相关

数据显示,成年人平均身高坐立时对环境感知度较高的面部距地面为1.1m左右,因此研究选取距地1.1m的风速和空气龄结果进行研究。

### 三、实验结果与讨论

#### (一) 通风口位置分析

第一组实验通过数据提取筛选计算迎风面卧室、客厅平均风速、空气龄如表3所示。从数据可直观看出工况2(开启扇居中布置)的卧室空气龄要明显优于另外两种工况,其次是工况1(开启扇正对门布置),最后是工况3(开启扇靠墙斜对门布置),因此当卧室迎风面外窗只有一扇开启扇时,从通风角度考虑建议居中布置。就客厅而言,受阳台缓冲区域影响,阳台开启扇位置对平均风速和空气龄影响不大,但居中布置时可明显发现客厅区域局部风速过大,舒适度欠佳,因此建议阳台开启扇避免与客厅推拉门正对布置。

表3 第二组实验迎风面房间平均风速、空气龄统计  
(作者自绘)

工况	左侧卧室		客厅		右侧卧室	
	风速	空气龄	风速	空气龄	风速	空气龄
工况1	0.58m/s	33.68s	0.60m/s	24.69s	0.73m/s	40.42s
工况2	0.53m/s	23.7s	0.69m/s	23.73s	0.56m/s	29.19s
工况3	0.5148m/s	43.54s	0.62m/s	22.57s	0.55m/s	48.32s

#### (二) 通风口面积分析

第二组实验数据迎风面房间平均风速、空气龄计算结果如表4所示。整体而言三种工况数据对比差距比较小,相对而言工况5较好,但工况6卧室选取的外窗形式在实际使用中间扇可取的良好观景效果,综合而言,该种情况下建议选取工况6外窗形式。值得注意的是,将第二组实验的工况1、工况3与第二组实验的工况6进行交叉对比,可明显发现相比与仅靠房间一侧开窗,在房间两侧分别开窗可明显改变室内自然通风质量,且两侧开窗亦能保证房间外窗中间扇的观景效果。

表4 第三组实验迎风面房间平均风速、空气龄统计  
(作者自绘)

工况	左侧卧室		客厅		右侧卧室	
	风速	空气龄	风速	空气龄	风速	空气龄
工况4	0.52m/s	24.7s	0.67m/s	24.73s	0.48m/s	28.19s
工况5	0.49m/s	22.77s	0.71m/s	21.78s	0.47m/s	26.37s
工况6	0.53m/s	23.67s	0.61m/s	21.19s	0.47m/s	27.11s

### 四、结论与建议

本文从住宅通风口位置、通风口面积2个方面总结出有利于改善合肥地区的2项设计优化策略:

(1) 通风口位置对室内平均风速影响较小,但对室内平均空气龄影响较大。就迎风面卧室而言,中小户型住宅门通常是紧靠墙一侧布置,无论外窗开启扇是正对门布置或靠另一侧墙斜对角布置在室内都会产生涡流从而影响空气龄,而开启扇居中布置则能有效避免产生涡流减少空气龄。就起居厅而言,因与阳台相连推拉门大多居中布置,阳台开启扇位置对空气龄影响较小,但相对于居中布置,在阳台两侧布置开启扇可相对降低起居厅风速,避免因风速过大产生不适。

(2) 在满足现有外窗可开启扇面积比规范要求前提下,增加可开启扇面积对住宅室内风速、空气龄影响不大,但在同一开启扇面积前提下,分散布置增加通风口位置则能改善室内空气质量,因此在条件允许下,在外窗设计中应尽可能设置多个开启扇。

#### 参考文献

- [1] 付衡, 龚延风, 余效恩, 郭永清, 赖道新. 夏热冬冷地区自然通风对居住建筑热环境和能耗的影响[J]. 建筑节能, 2013, 41(08): 21-28+41.
  - [2] 郭佩艳, 易敏, 吕太锋, 王宇, 刘庭风. 基于CFD模拟的住宅自然通风开口模式优化策略研究[J]. 建筑科学, 2021, 37(04): 120-125.
  - [3] 李瑜, 杨丽, 李媛. 绿色住宅小区夏季自然通风模拟对比研究[J]. 建筑节能, 2019, 47(08): 82-86.
  - [4] Liu T, Lee W L. Evaluating the Influence of Transom Window Designs on Natural Ventilation in High-Rise Residential Buildings in Hong Kong[J]. Sustainable Cities and Society, 2020, 62(6): 102406.
  - [5] 张宇峰. 自然通风计算基础—表面风压系数和开口流量系数[J]. 建筑科学, 2016, 32(12): 22-29+79.
  - [6] 曾穗平, 田健, 曾坚. 基于CFD模拟的典型住区模块通风效率与优化布局研究[J]. 建筑学报, 2019(02): 24-30.
- 作者简介: 罗旭萍(1977-), 女, 学士学位, 副高工, 一级注册建筑师。研究方向: 建筑设计及其理论。