

基于数值仿真的寒冷地区居住建筑能耗影响因素研究

鞠晓磊^{1*} 庞鲁新²

1. 中国建筑设计研究院有限公司, 北京 100044

2. 保定市爱城置业有限公司北京分公司, 北京 100044

摘要: 本文以寒冷地区某居住建筑为例, 基于现行国家及地方标准对节能指标的要求, 使用Design Builder数值仿真模拟软件, 模拟研究建筑能耗随各因素变化的趋势, 并给出设计指标推荐值。

关键词: 寒冷地区; 居住建筑能耗; 仿真模拟; 设计指标

Study on Influencing Factors of Residential Building Energy Consumption in Cold Area based on Numerical Simulation

Xiao-Lei Ju^{1*}, Lu-Xin Pang²

1. China Architecture Design & Research Group, Beijing 100044, Beijing, China

2. Baoding Aicheng Real Estate Co., Ltd., Beijing Branch, Beijing 100044, Beijing, China

Abstract: The paper uses Design Builder numerical simulation software to simulate and study the change trend of building energy consumption with various factors, and gives the recommended value of design indicators, taking a residential building in cold area as an example and based on the requirements of current national and local standards for energy-saving indicators.

Keywords: Cold area; Residential building energy consumption; Simulation; Design indicators

一、引言

随着节能建筑的发展, 大量研究已经证明, 住宅建筑应该从规划、设计阶段进行节能设计, 国家和地方有针对性地颁布了建筑节能标准, 对影响建筑能耗的重要参数进行规定。然而, 标准给定的限制较为宽泛, 建筑师不能单纯从某个参数的具体取值变化判断其对于整体能耗的影响, 且出于造价及建筑审美考虑, 各个影响参数不可能同时取得最低值^[1]。因此, 很多建筑在设计阶段大多依赖建筑师的经验判断, 在初步设计完成后, 再用计算机建模进行能耗模拟。如果需要进一步降低能耗, 往往不能确定改变哪个参数可以取得更好的节能效果。

本文立足于寒冷地区城市高层居住建筑, 依据其建筑特征建立基准模型, 选取节能标准中节能设计影响参数的上下限值, 模拟分析各参数改变时单位面积供暖和制冷能耗, 根据能耗变化趋势, 筛选最优性价比取值范围, 以辅助设计师在设计初期判断方案合理性。

二、算例和边界条件

(一) 基础算例

本文选择寒冷地区某南北通透板式高层住宅作为基础算例, 标准层面积822.4 m², 3单元联排, 建筑面宽64.2 m, 进深13 m, 层高3 m, 共十八层。标准层平面如图1。

(二) 建筑布局

寒冷地区居住小区常见布局包括错列式和行列式, 本文选取错列式作为小区建筑布局。

***通讯作者:** 鞠晓磊, 1983年1月, 男, 汉族, 山东泰安人, 任职于中国建筑设计研究院有限公司, 高级建筑师, 硕士研究生。研究方向: 太阳能建筑一体化。

资助信息: 兵团财政科技项目“基于气候适应性的新疆地区低成本建筑节能技术与太阳能建筑集成及应用”(2020AB007)。

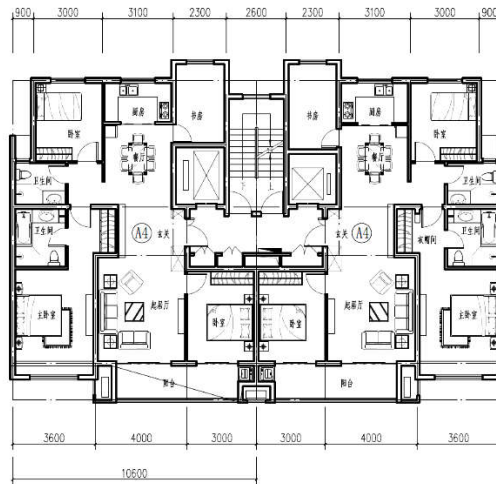


图1 标准层平面

按照错列式排布，取位于中央的三单元作为模拟建筑，其余作为日照遮挡物对中央建筑产生影响，以模拟正常日照间距中建筑的真实情况。按照《城市居住区规划设计标准》中要求的日照间距系数进行建模，小区设置在寒冷地区典型城市青岛，气象数据采用Design Builder内置数据库中的气象数据，采暖时段为每年11月~次年4月，制冷时段为每年6月~8月。

(三) 边界条件

室内相关参数参考国家现行设计标准，家用照明设备功率密度值取6 W/m²，居住建筑家用电器或设施的散热密度（全天）取1 W/m²。制冷制热设备均选用Design Builder中Dual duct VAV模块，COP设定为4.0。具体参数选用见表1。

表1 建筑室内相关参数选用表

参数	采暖期室内温度 (°C)	制冷器室内温度 (°C)	照明功率密度值	居住建筑家用电器散热密度 (W/m ²)	全天人员数量 (人/套)	SHGC
数据	20	26	6	1	2	0.45

根据《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26和《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350分别确定其他参数最高值和最低值。各影响因素的上下限值确定后，利用插值法确定步进值。

三、节能设计参数

为明晰各影响因素对建筑能耗的影响，本文不改变边界条件，在基础算例之上单独改变各影响因素参数。依据现有节能设计标准及静态能耗计算方法，筛选出对寒冷地区居住建筑能耗影响较为显著的五个参数，如表2。

表2 寒冷地区模拟算例参数设置

输入参数	单位	基础算例参数值	变化范围	变化间隔	变化组数
外墙传热系数	W/(m ² ·K)	0.42	0.15 ~ 0.42	0.03	10
外窗传热系数	W/(m ² ·K)	1.90	1.00 ~ 1.90	0.10	10
体形系数	/	0.218	0.255 ~ 0.310	层高递减三层	5

四、结果分析

(一) 计算机仿真模拟软件选择

本研究在Design Builder的3D建模空间中建立基础算例模型，环境参数参照上述标准，在基础算例之上单独改变各影响因素参数进行静态能耗模拟。

(二) 结果分析

寒冷地区居住建筑能耗与影响因素变化关系如下。

1. 外墙传热系数

寒冷地区的外墙传热系数与单位面积能耗均值呈正相关的变化趋势。在外墙传热系数取0.27时相关斜率出现拐点，外墙传热系数在小于0.18时，单位面积能耗均值下降更快。外墙传热系数取值在0.15~0.27范围内，减小外墙传热系数时，降低单位面积能耗更显著^[2]。因而，在建筑设计时，外墙传热系数取值在0.15~0.27范围内，更为经济。单位面积冷暖能耗均值随外墙传热系数变化如下图2所示

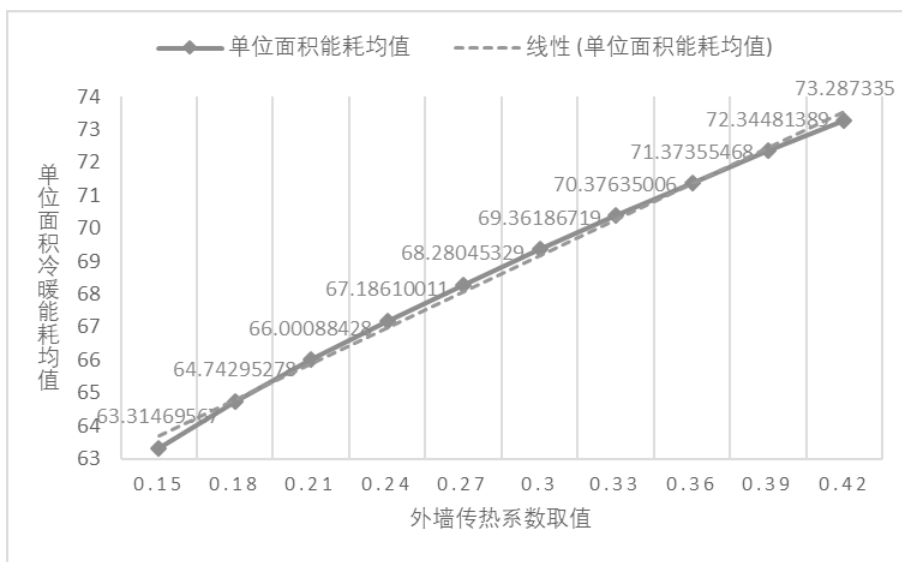


图2 单位面积冷暖能耗均值随外墙传热系数变化图

2. 外窗传热系数

寒冷地区外窗传热系数与单位面积能耗均值呈正相关的变化趋势；在1~1.54的变化范围内相关斜率基本保持一致^[3]。因而，在建筑设计时，合理范围内，外窗传热系数取值越小，对于降低建筑能耗更有利。单位面积冷暖能耗均值随外窗传热系数变化，如下图3所示。

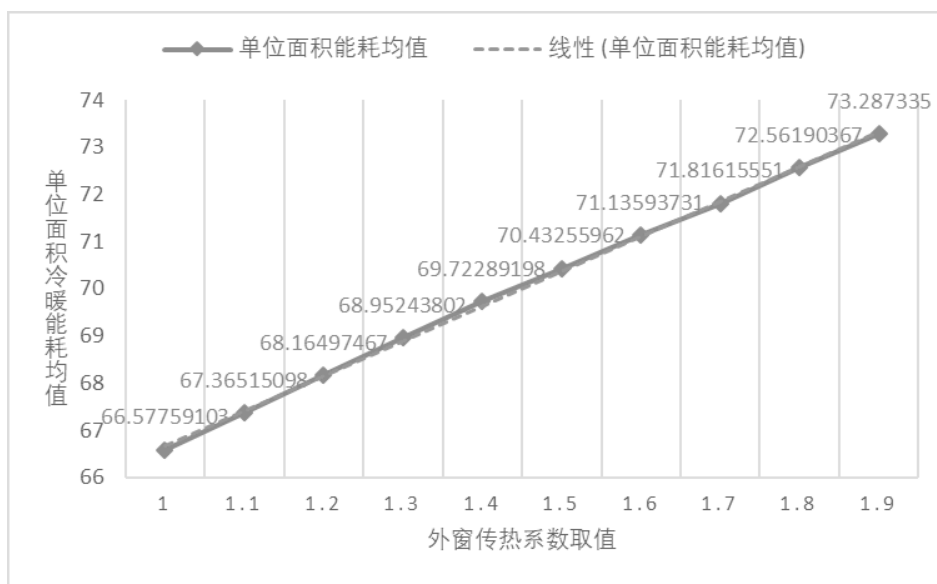


图3 单位面积冷暖能耗均值随外窗传热系数变化图

3. 体形系数

寒冷地区的体形系数与单位面积能耗均值呈正相关的变化趋势，在0.218~0.255的变化范围内相关斜率基本保持一致^[4]。因而，在建筑设计时，合理范围内，体形系数越小，对于降低建筑能耗更有利；体形系数取值在0.221~0.236范围内，较为经济。单位面积冷暖能耗均值随体形系数变化如图4所示。

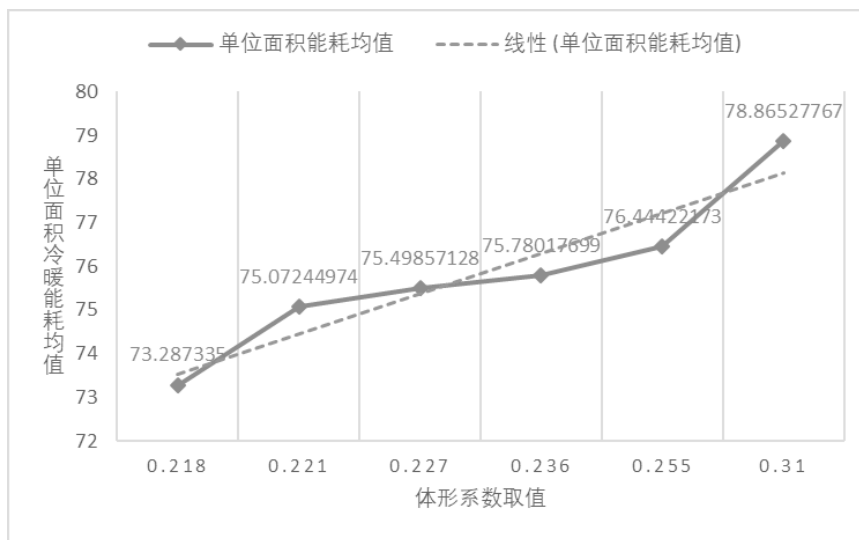


图4 单位面积冷暖能耗均值随体形系数变化图

五、结论

本文建立寒冷地区某居住小区建筑能耗模型，模拟分析影响因素变化时，建筑能耗的变化情况，并给出各影响因素的推荐取值。得到以下三点结果。

- 一是单位面积能耗与外墙传热系数呈正相关，外墙传热系数推荐取值0.15~0.27。
- 二是单位面积能耗与外窗传热系数呈正相关，合理范围内，外窗传热系数取值越小越好。
- 三是单位面积能耗与体形系数呈正相关，体形系数推荐取值0.221~0.236。

参考文献：

[1]刘馨,吴玥,梁传志,黄凯良,李宗翰,李画,鲁倩男.寒冷地区绿色建筑土壤源-空气源双源热泵运行特性分析[J].建筑科学, 2020,36(02):19-27+37.

[2]王德晔,王世杰.寒冷地区农村住宅建筑节能分析[J].节能, 2020,39(01):10-13.

[3]宋冰,杨柳.寒冷地区农村住宅建筑能耗影响因素及其经济性分析[J].建筑科学, 2020,36(04):33-38.

[4]高枫,朱能.寒冷地区办公建筑负荷敏感性差异分析及应用[J].哈尔滨工业大学学报, 2020,52(04):180-186+194.