

南昌地区几种外墙的能耗比较及经济性分析

钟春 潘阳

(华东交通大学 土木建筑学院 江西 南昌 330013)

摘要: 在围护结构中, 外墙是重要组成部分. 它们的选择对建筑的能耗和造价均会产生重要影响. 本文针对南昌地区的室外气象条件, 以一栋多层住宅为研究对象, 利用能耗模拟工具 DeST-h 对其进行能耗模拟, 比较了几种节能外墙的能耗, 证明了节能外墙相对传统外墙具有较好的节能效果. 通过各墙体的造价分析, 计算了各墙体的静态回收期, 得到了性价比较高的节能墙体.

关键词: 能耗模拟; 节能墙体; 墙体造价

中图分类号: TU111

文献标识码: A

在《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》中提出, 通过采取节能措施, 包括增强建筑围护结构保温隔热性能和提高采暖、空调设备能效比, 达到与未采取节能措施前相比节能 50%. 在这 50% 的节能要求中, 建筑围护结构部分的节能将贡献一半^[1]. 因此, 围护结构的选择在住宅节能中是非常重要的环节. 在选择围护结构时, 首先要考虑其热工性能是否满足标准, 以达到节能要求. 另外, 围护结构本身的造价也是影响其能否被采用的重要因素.

在围护结构中, 外墙是重要组成部分. 它们的选择对建筑的能耗和造价均会产生重要影响. 本文以南昌地区一多层住宅建筑为研究对象, 利用能耗模拟工具 DeST-h 对其进行能耗模拟, 比较了几种节能外墙的能耗, 并作了经济性分析, 希望能给实际选择提供参考.

1 建筑模型

本文研究的建筑模型为一栋四层两单元的住宅, 层高 2.8 m, 建筑空调面积 2 438.3 m². 建筑模型平面图如图 1 所示.

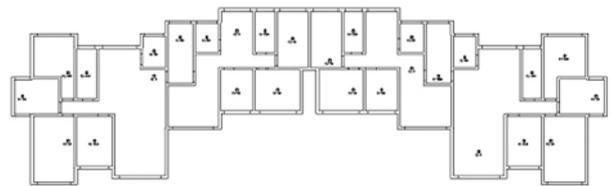


图 1 建筑模型平面图

2 建筑热过程模拟的数学模型

对于一面由多层材料组成的墙体, 通常其沿表面方向结构均匀, 且厚度远小于表面长宽尺度, 因此可以忽略其内部沿平行表面方向的导热, 按一维过程分析其沿厚度方向的导热^[2]

$$c_p \rho \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial t}{\partial x} \right)$$

式中 t —壁体内的温度分布, °C;

c_p —壁体材料的比热, kJ/(kg·°C);

ρ —壁体材料的密度, kg/m³;

k —壁体材料的导热系数, W/(m·°C);

x —壁体的厚度方向.

对于建筑物内所有壁体(楼板、墙体、门窗)均

收稿日期: 2008-04-03

基金项目: 华东交通大学校立科研基金资助(06ZKTM10); 江西省道路与铁道工程重点实验室资助.

作者简介: 钟春(1979-), 男, 江西新余人, 硕士, 讲师, 主要从事建筑节能等领域的教学与研究工作.

可列出以上动态热平衡方程。

3 模拟工具与方案

相比于实验研究,采用计算机模拟分析的方法可以方便有效地研究不同住宅建筑方案在各种内扰和外扰作用下的室内热状况特性。DeST 软件是由清华大学开发的我国首个能耗模拟软件。该软件对建筑热过程模拟的可靠性已通过傅立叶变换方法,在不同建筑物结构和不同室内外热扰状况下得到了验证。因此,在建筑描述、室外气象条件、室内热扰量及室温设定值确定的情况下,可通过 DeST 模拟分析住宅耗热量指标和耗冷量指标的全年逐时变化情况。^[3]

在模拟计算时,计算条件的设定采用了《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》中给出的计算条件:居室室内计算温度为 18℃~26℃;室外气象计算参数采用典型气象年;换气次数为 1 次/h;采暖设备能效比 1.9,空调设备能效比 2.3;室内热扰,照明得热 0.5 875 W/m²,其他得热 4.3 W/m²。

在围护结构的设定上,外窗、分户墙、楼板、屋面等均按照《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》的热工要求选择,并且在模拟过程中始终保持不变。它们的参数如表 1 所示。

表 1 外窗、分户墙和楼板传热系数

外窗	分户墙	楼板	屋面
标准双玻外窗, $K = 2.5$ W/(m ² ·K)	陶粒混凝土内墙, $K = 1.52$ W/(m ² ·K)	钢筋混凝土加保温砂浆, $K = 1.94$ W/(m ² ·K)	多孔混凝土(200 mm) + 钢筋混凝土(130 mm), $K = 0.81$ W/(m ² ·K)

通过让其他条件不变,仅仅改变外墙来研究能耗受外墙的程度。本文研究比较了 7 种外墙的能耗情况,它们的类型和传热系数如表 2 所示。

表 2 几种墙体及其传热系数

外墙 1	240 普通粘土砖墙, $K = 2.0$ W/(m ² ·K)
外墙 2	190 混凝土小砌块(双排孔盲孔) + 聚苯颗粒保温浆料, $K = 1.1$ W/(m ² ·K)
外墙 3	240 混凝土多孔砖(八孔砖) + 聚苯颗粒保温浆料, $K = 1.04$ W/(m ² ·K)
外墙 4	190 混凝土多孔砖(八孔砖) + 聚苯颗粒保温浆料, $K = 1.06$ W/(m ² ·K)
外墙 5	240 粘土多孔砖(KP1) + 聚苯颗粒保温浆料, $K = 0.99$ W/(m ² ·K)
外墙 6	砂加气混凝土砌块(B05) 200 厚, $K = 0.78$ W/(m ² ·K)
外墙 7	粉煤灰加气混凝土砌块(B05) 200 厚, $K = 0.99$ W/(m ² ·K)

在上述方案中外墙 1 是夏热冬冷地区的传统外墙,其它外墙为节能墙体。为了比较几种节能墙体的能耗与经济性,在此以外墙 1 作为一个衡量的基础。

4 能耗及节能分析

通过 DeST-h 全年 365 天动态模拟,得到上述外墙 1 到外墙 7 的年耗能分别为 58.09 kWh/m²、48.08 kWh/m²、47.24 kWh/m²、47.71 kWh/m²、46.4 kWh/m²、44.54 kWh/m²、46.96 kWh/m²,如图 2 所示。

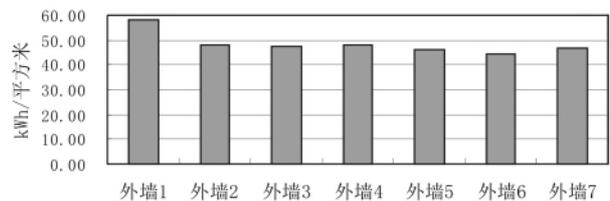


图 2 各方案模拟的年能耗

各节能墙体相对传统墙体的节能百分比如图 3。

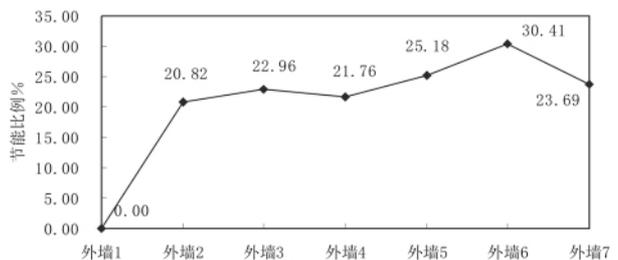


图 3 各外墙的节能百分比

从图中可以看到,各种节能外墙相对传统外墙的能耗都有不同程度的降低。随着墙体传热系数的减少,建筑能耗也相应的降低,节能率均在 20% 以上,尤其砂加气混凝土砌块外墙节能率达到 30%。

为了从经济上反映各节能外墙的效果,以外墙 1 为基础,计算各外墙的节能效益,如表 4 所示,其中电价按 0.6 元/度,外墙面积 1 608.7 m²。

5 综合造价与静态回收期

墙体造价一般由四部分组成:人工费、材料费(包括墙体主材、水泥砂浆、水等)、机械费、其他费用(管理费和利润)。上述四部分费用包括主体墙的施工全部操作过程:运输、调制砂浆、铺砂浆、砌砖、砌平旋、钢筋砖过梁、挑檐砖、腰线、压顶、窗台虎头砖、抹灰缝等^[4]。综合考虑各方面造价,计算结果如表 5。

表4 外墙节能效益分析

外墙种类	外墙 1	外墙 2	外墙 3	外墙 4	外墙 5	外墙 6	外墙 7
全年能耗(kW·h/m ²)	58.09	48.08	47.24	47.71	47.45	44.54	46.96
全年节能(kW·h/m ²)	0	10.01	10.85	10.38	10.64	13.55	11.13
节能收益(元/年)	0	14 644.49	15 873.40	15 185.79	15 566.17	19 823.46	16 283.03
外墙节能收益(元/m ² ·年)	0	9.10	9.87	9.44	9.68	12.32	10.12

表5 墙体造价(元/m²)

墙体类型	主墙体				外保温系统 (含材料、 人工等)	总造价	节能墙 体增加 的投资
	人工费	材料费	机械费	其他费用			
外墙 1	17.24	32.50	0.36	24.80	0.00	74.90	0
外墙 2	10.52	43.35	0.11	14.80	82.06	150.84	75.94
外墙 3	14.28	32.77	0.22	13.60	82.06	142.93	68.03
外墙 4	14.20	32.88	0.25	14.40	82.06	143.79	68.89
外墙 5	16.28	33.92	0.61	19.00	82.06	151.87	76.97
外墙 6	10.60	105.07	0.08	16.40	0.00	132.15	57.25
外墙 7	13.68	80.54	0.09	19.00	0.00	113.31	38.41

节能墙体的经济性可以通过其成本的静态回收期来衡量,计算公式为

$$n = \frac{P}{A}$$

式中 n —回收期(年);

P —节能墙体增加的投资(元/m²);

A —每年所获节能收益(元/m²·年).

利用上式进行计算,结果如表6.

表6 静态回收期

墙体类型	外墙 2	外墙 3	外墙 4	外墙 5	外墙 6	外墙 7
回收期(年)	8.34	6.89	7.3	7.95	4.65	3.8

6 结论

本文利用 DeST-h 能耗模拟软件对南昌一多层住宅的几种节能外墙进行了模拟分析,得到了以下结论:

1) 随着墙体传热系数的下降,建筑能耗相应减

少.在上述几种节能外墙中,传热系数最小的砂加气混凝土砌块墙体节能率达 30%.

2) 采用节能墙体在经济上是可行的.在本文研究的几种节能墙体中,静态回收期最长仅为 8.34 年.其中粉煤灰加气混凝土的回收期仅为 3.8 年,值得推广应用.

参考文献:

- [1] 中华人民共和国建设部.夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准[M].北京:中国建筑工业出版社,2001.
- [2] 清华大学 DeST 小组.建筑环境系统模拟分析方法—DeST[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [3] 简毅文,江亿.住宅建筑围护结构保温性能确定分析[J].住宅科技,2001,(7):4-8.
- [4] 胡达明,叶青,等.深圳地区外保温复合墙体基于能耗的经济性研究[J].建筑砌块与砌块建筑,2005,(5):30-33.

Comparison and Economic Analysis of energy Efficiency of External Walls in Nanchang

ZHONG Chun PAN Yang

(School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: External wall is an important portion of buildings. The cost and energy consumption of buildings is much influenced by the selection of external wall. In accordance with the special weather in Nanchang, this paper puts forward energy simulation of a resident building by using DeST-h. The results show that the new type of walls are better than traditional wall in energy saving. Technical-economic investigation on new type walls shows the wall whose technical and economic performance is best.

Key words: energy simulation; energy efficient wall; cost of wall

(责任编辑:李萍)