

Energy Efficiency Assessment of Residential Buildings Based on DeST

Bin Song¹, Liang Wang²

¹School of Civil Engineering and Architecture, Southwest Petroleum University, Chengdu Sichuan

²Zhejiang Zhenengwenzhou Liquefied Natural Gas Co. Ltd., Wenzhou Zhejiang

Email: 501953981@qq.com, 543063503@qq.com

Received: July 2nd, 2019; accepted: July 17th, 2019; published: July 24th, 2019

Abstract

Currently, some buildings have poor thermal insulation performance of envelope structure and low energy efficiency of air conditioning and heating equipment in China. A typical residential building in Guangzhou is taken as an example in this paper. According to the plan drawing, a three-dimensional model is developed using the commercial code DeST. The variations of annual dynamic load are investigated and the energy efficiency of this building is evaluated. In addition, the effects of different external walls and exterior window enclosures on the building energy consumption are analyzed. The results show that the building heating and air conditioning loads increase with the wall heat transfer coefficient. The air conditioning load decreases with the increase of heat transfer coefficient of external window, while the heating load increases with heat transfer coefficient of external window.

Keywords

DeST, Energy Efficiency Assessment, Envelope Structure, Air Conditioning Load, Heating Load

基于DeST的居民建筑节能评估

宋 斌¹, 王 亮²

¹西南石油大学土木工程与建筑学院, 四川 成都

²浙江浙能温州液化天然气有限公司, 浙江 温州

Email: 501953981@qq.com, 543063503@qq.com

收稿日期: 2019年7月2日; 录用日期: 2019年7月17日; 发布日期: 2019年7月24日

摘 要

针对国内目前部分建筑存在围护结构保温隔热性能差, 空调采暖设备能效比低的问题, 本文以广州市某

文章引用: 宋斌, 王亮. 基于 DeST 的居民建筑节能评估[J]. 土木工程, 2019, 8(5): 1004-1010.

DOI: 10.12677/hjce.2019.85117

典型住宅楼为例, 根据平面设计图, 基于DeST软件对该住宅楼进行三维立体建模, 研究全年动态负荷的变化规律, 评估该建筑的节能效果, 并分析不同外墙和外窗围护结构对建筑能耗的影响。结果表明: 建筑采暖负荷和空调负荷均随墙体传热系数的增大而增大; 空调负荷随外窗传热系数的增大而减小, 采暖负荷随外窗传热系数的增大而增大。

关键词

DeST, 节能评估, 围护结构, 空调负荷, 采暖负荷

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

目前, 我国的建筑能耗约占总能耗的 25%, 在一些发达国家可高达 30%~40% [1]。然而, 国内建筑的保温隔热性能差, 供能系统效率低。若建筑物要达到规定的热舒适程度, 则单位面积所需的建筑能耗比同纬度发达国家高 3~5 倍。据统计, 在我国建筑能耗中, 高层建筑能耗约占 8% 左右。

建筑能耗的计算方法主要包括现场实测与软件计算评估两种。在建筑物设计阶段, 可通过软件计算评估方法对建筑能耗进行预测, 确保建筑物能够满足国家相应的节能标准。目前, 常用的建筑节能评估软件有 DOE-2 和 DeST 两类。据笔者所知, DOE-2 [2] 软件对模拟的房间数量具有一定限制。对高层建筑而言, 只有将其进行简化后才能进行相应的节能评估, 但可能导致计算偏差较大。相比之下, DeST 软件对房间的数量没有限制, 故可对高层建筑直接进行建筑节能评估。

本文基于 DeST 软件, 根据广州市某高层建筑建筑平面图, 建立三维立体图。通过模拟计算, 对该建筑进行节能评估, 判定围护结构是否满足节能要求, 并分析室内采暖负荷和空调负荷随外墙和窗户结构传热系数的变化规律。

2. 几何模型

2.1. 工程概况

DeST 建模部分主要包括建筑外形尺寸、建筑围护结构等参数、人员内部热扰、空调起停时间及空调耐受温度等条件的设置等。本文以广州市某典型高层建筑为例, 该建筑总面积约为 710 m², 空调部分总建筑面积为 528.6 m², 共六层(含地面架空层), 建筑总高度为 19.2 m。每层层高为 3.2 m。建筑功能为住宅楼, 每层均包括主卧室、次卧室、客厅、厨房及卫生间。其中, 一层建筑平面布置如图 1 所示。

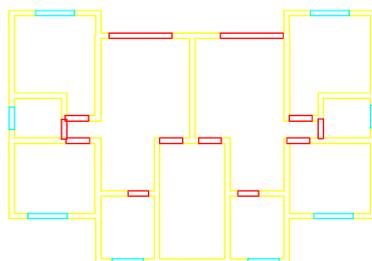


Figure 1. Floor plan of the first floor

图 1. 一层建筑平面图

2.2. 建筑围护结构

影响建筑能耗的因素众多, 如环境因素、建筑围护、结构因素和设备因素等。其中, 环境因素为客观因素, 主要为当地地区的气候条件。夏热冬暖地区的主要能耗为供冷, 而夏热冬冷地区的采暖和供冷均占很大一部分能耗。建筑围护结构因素主要包括建筑结构形状和位置、围护结构材料的选用、窗墙比、建筑朝向、建筑体型系数及建筑材料的热工性能指标等。表 1 为夏热冬暖地区围护结构传热系数和遮阳系数限值。该建筑的围护结构应采用《公共建筑节能设计标准》[3], 如表 2 所示。

Table 1. Limiting values of heat transfer coefficient and comprehensive shading coefficient of envelope structure in hot summer and warm winter areas

表 1. 夏热冬暖地区围护结构传热系数和综合遮阳系数限值

围护结构部位	传热系数 K $W/(m^2 \cdot K)$	
	重质($D \geq 2.5$)	轻质($D < 2.5$)
屋面	≤ 0.90	≤ 0.4
外墙(包括非透明幕墙)	≤ 1.5	≤ 0.7
底面接触室外空气的架空或外挑楼板	≤ 1.5	
外窗(包括透明幕墙)	传热系数 K $W/(m^2 \cdot K)$	综合遮阳系数 S_w (东、南、西向/北向)
窗墙面积比 ≤ 0.15	≤ 6.5	---
$0.15 < \text{窗墙面积比} \leq 0.2$	≤ 6.5	$\leq 0.70/---$
$0.2 < \text{窗墙面积比} \leq 0.3$	≤ 4.7	$\leq 0.45/0.54$
单一朝向外窗 (包括透明幕墙)	$0.3 < \text{窗墙面积比} \leq 0.4$	$\leq 0.40/0.49$
$0.4 < \text{窗墙面积比} \leq 0.5$	≤ 3.0	$\leq 0.36/0.45$
$0.5 < \text{窗墙面积比} \leq 0.6$	≤ 3.0	$\leq 0.33/0.42$
$0.5 < \text{窗墙面积比} \leq 0.7$	≤ 3.0	$\leq 0.31/0.40$
屋面透明部分	≤ 3.5	≤ 0.31

Table 2. Performance parameters of building envelope structures

表 2. 建筑围护结构性能参数

建筑构件	构件材料	传热系数($W/m^2 \cdot K$)
外墙	混凝土墙_气_175	0.958
内墙	水泥砂浆 20 mm + 陶粒混凝土 180 mm + 水泥砂浆 21 mm	1.515
外窗	标准外窗 3.2, 传热系数为 3.2 $W/(m^2 \cdot K)$	3.2
楼板	选用 999 号, 挤塑聚苯板保温	1.105
屋面	憎水膨胀珍珠岩($i = 5\%$)	0.61

2.3. 几何模型

基于 DeST 软件对图 1 所示的建筑平面图进行三维建模, 如图 2 所示。本工程考虑室内外通风, 建筑围护结构的性能参数如表 2 所示, 且添加空调系统到各房间。基于 DeST 软件可对建筑环境进行动态模拟, 分析室外气象条件参数、室内热环境参数全年逐时数据、整栋建筑物全年逐时冷热负荷以及各房间全年动态负荷等参数的变化规律[4]。本文主要是研究不同外墙材料、不同外窗类型对建筑负荷的影响规律。

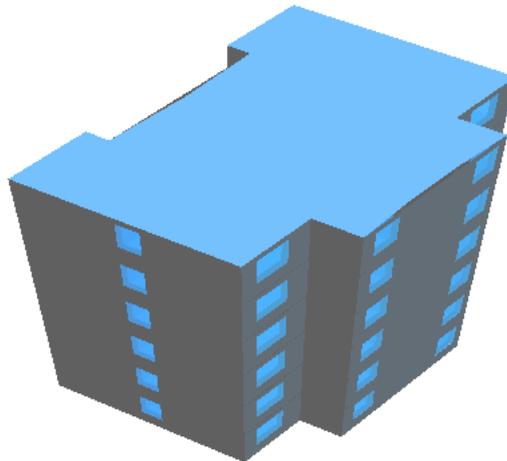


Figure 2. A three-dimensional model of a residential building

图 2. 住宅楼三维立体图

2.4. 建筑负荷模拟

根据上述所建的三维立体图及建筑围护结构的性能参数, 对该居民住宅楼进行建筑能耗模拟。如图 3 所示, 在 1~3 月及 12 月中, 该地区的空调热负荷较明显, 但在 4~11 月中, 冷负荷表现的更为明显。

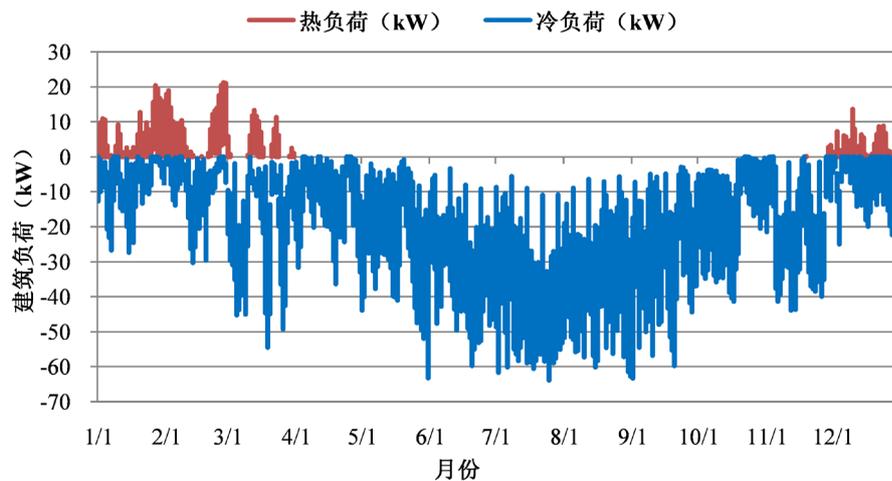


Figure 3. Variations of annual hourly air-conditioning loads

图 3. 全年逐时空调负荷变化

3. 围护结构对建筑能耗的影响

3.1. 外墙材料的影响

为了降低建筑的空调负荷, 实现建筑节能, 常采用围护结构的外隔热和内隔热技术。其主要原理是通过增大围护结构的传热热阻, 减小围护结构因传热得热引起的空调冷负荷。室外气象参数呈周期性变化, 围护结构的传热并不是一个稳态过程, 由于围护结构不是一个简单的纯热阻, 具有蓄热功能, 故在传热过程中, 围护结构相当于是一个被动热源体。不仅影响室内空调负荷的变化, 而且也影响着房间的热稳定性[5]。

在建筑节能过程中, 外围护结构的热损耗较大, 而其中墙体的热损耗所占的比例最大。因此, 建筑墙体改革与节能技术的发展是建筑节能技术的一个最重要的环节, 而发展外墙保温技术及节能材料则是节能技术的主要实现方式。由传热方程式 $Q = KA\Delta t$ 可知, 当墙体面积一定时, 若要改变传热量 Q , 则需改变与墙体材料和结构有关的传热系数 K 以及室内外温差 Δt [6]。建筑围护结构传热量的物理意义为传热系数 K 值在稳定状态条件下, 当物体两侧的空气温差一定时, 在单位时间内单位面积上流过该物体的热量。

为了研究不同墙体材料下建筑负荷的变化规律, 本文选取五种传热系数不同的墙体结构对建筑负荷进行分析, 如表 3 所示。

Table 3. Simulation results under different wall materials

表 3. 不同墙体材料下的模拟结果

墙体材料	传热系数 K (w/(m ² ·k))	采暖季热负荷(w/m ²)	空调季冷负荷(w/m ²)	采暖负荷(w)	空调负荷(w)
混凝土墙_气_150	1.081	3.20	51.43	2272	27185.90
混凝土墙_气_175	0.958	2.79	51.29	1980.9	27111.89
混凝土墙_气_200	0.859	2.47	51.19	1753.7	27059.03
混凝土墙_气_250	0.713	2.07	51.10	1469.7	27011.46
混凝土墙_气_280	0.647	1.84	51.05	1306.4	26985.03

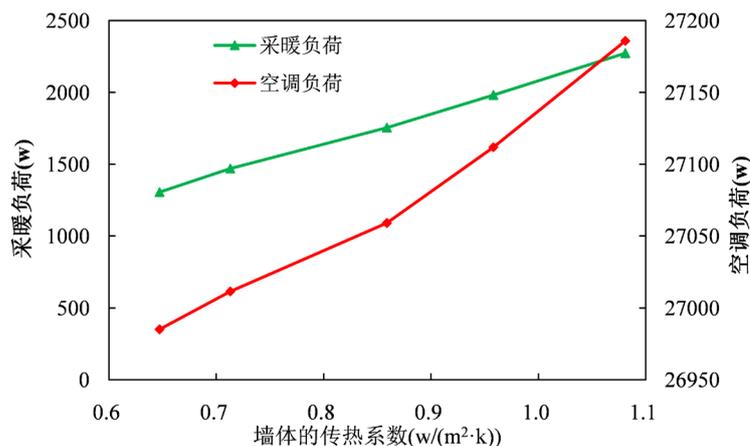


Figure 4. Variations of building loads under different wall materials

图 4. 不同墙体材料下建筑负荷的变化规律

由表 3 可知, 混凝土厚度越厚, 则墙体的导热系数 K 值越小。不同的传热系数的墙体围护结构对建筑负荷的影响效果较为明显, 采用不同加气混凝土厚度其保温性能效果也不同。由图 4 可知, 当其他因素(含室内热扰)不变时, 该居民住宅楼的采暖负荷和空调负荷均随墙体传热系数的增大而增大。空调热负荷的趋势是指空调系统能耗的变化规律。当外墙的保温效果较好, 传热系数降低时, 空调热负荷将减小, 建筑节能。若要达到节能效果, 则需要厚度较大的多孔混凝土材料, 同时相应的造价也会增加。因此, 需要权衡墙体材料造价及使用过程中节省能耗来综合选取墙体材料。

3.2. 外窗的影响

外窗户是建筑物获取自然光和太阳辐射热的主要部位, 也是交换室内与室外环境的媒介, 通常玻璃

窗的能耗占整个建筑物能耗的 50%左右[7]。在南方地区, 由于夏季太阳辐射较为强烈, 通过外窗户引进的太阳辐射得热会影响室内热环境品质, 尤其是朝向处于西向或西偏北向时, 其影响效果更为明显。因此, 窗户玻璃的传热性能及自身的遮阳能力对于调节室内采光和得热均有十分重要的作用[8]。为了研究不同传热系数的外窗材料下建筑负荷的变化规律, 本文选取三种传热系数不同的外窗结构材料对建筑负荷进行分析, 如表 4 所示。

Table 4. Simulation results under different window materials

表 4. 不同窗户材料下的模拟结果

窗户材料	传热系数 K ($w/(m^2 \cdot k)$)	采暖季热负荷(w/m^2)	空调季冷负荷(w/m^2)	采暖负荷(m^2)	空调负荷(m^2)
标准外窗 2.5	2.5	2.50	51.37	1775	27154.18
标准外窗 3.2	3.2	2.79	51.29	1980.9	27111.89
标准外窗 4.7	4.7	3.42	51.14	2272	27032.60

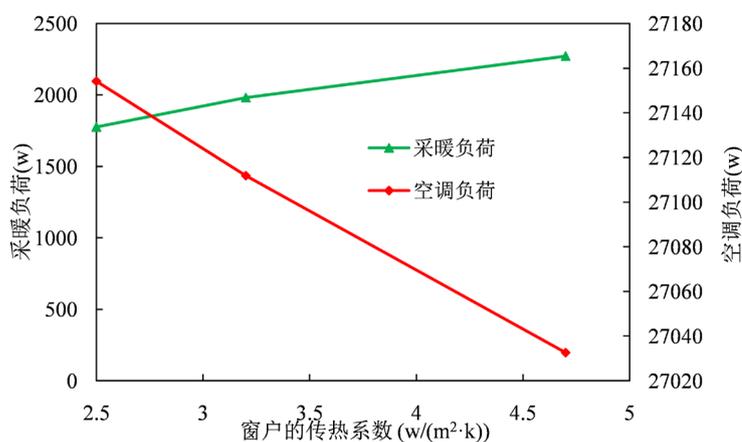


Figure 5. Variations of building loads under the different heat transfer coefficients of exterior window

图 5. 不同外窗传热系数下建筑负荷的变化规律

由表 4 可知, 不同的传热系数的窗户结构对建筑负荷的影响效果较明显, 采用不同传热系数的标准外窗其保温性能效果也不同。由图 5 可知, 该居民住宅楼的空调负荷随外窗传热系数的增大而减小, 采暖负荷随外窗传热系数的增大而增大。这是因为从传热过程来看, 当夏季室外温度较高时, 传热系数小的窗户的有利于隔绝室外的热量向室内传递, 起到保温的作用。并且在夏季夜间或过渡季节, 室外温度相对于室内温度较低, 传热系数小的窗户反而不利于室内向室外散热。因此, 可通过增大外窗的传热系数来减小全年的空调能耗。

4. 结论

- 1) 在 1~3 月及 12 月中, 该居民住宅楼的空调热负荷较明显; 而在 4~11 月中, 冷负荷表现得更为明显。
- 2) 不同的传热系数的墙体围护结构对建筑负荷的影响效果较为明显, 采用不同加气混凝土厚度, 其保温性能效果也不同。该住宅楼的采暖负荷和空调负荷均随墙体传热的增大而增大。
- 3) 不同传热系数的窗户结构对建筑负荷的影响效果较明显, 采用不同传热系数的标准外窗, 其保温性能效果也不同。该住宅楼的空调负荷均随外窗传热系数的增大而减小, 采暖负荷随外窗传热系数的增大而增大。

参考文献

- [1] 杜婷婷. 关于空调水系统节能问题的分析[J]. 科技信息, 2011(13): 741-742.
- [2] 范宏, 卜震, 曹毅然, 等. 高层建筑节能评估方法研究[J]. 墙材革新与建筑节能, 2005(5): 30-33.
- [3] 广东省建设厅. DBJ 15-51-2007 公共建筑节能设计标准-广东省实施细则[S]. 广州: 广东省建筑科学研究院.
- [4] 朱尚斌, 李灿, 陈泉, 等. 基于采光和能耗分析的某图书馆内遮阳节能研究[J]. 建筑节能, 2018, 46(7): 31-35.
- [5] 徐彪. 地下围护结构动态传热特性分析软件及数据库研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南大学, 2012.
- [6] 黄翔. 空调工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [7] 丁勇, 李百战, 刘红. 重庆某双层皮外围护结构通风效果实测及分析[J]. 暖通空调, 2007, 37(8): 42-45.
- [8] 黄家骏. 高透型 Low-E 玻璃节能效果的模拟应用[J]. 河南理工大学学报(自然科学版), 2013, 32(5): 639-642.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询;
或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3458, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjce@hanspub.org