

Energy Consumption Simulation Analysis of an Office Building Based on EnergyPlus

Dexiang Huang¹, Yuan Lv², Yangjie Feng², Meiqin Ni²

¹Company of Jiangsu Tianhe Energy Management, Changzhou Jiangsu

²School of Hydraulic, Energy and Power Engineering, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

Email: 415564650@qq.com, nmeiq@126.com

Received: Oct. 20th, 2018; accepted: Nov. 8th, 2018; published: Nov. 15th, 2018

Abstract

Building energy consumption simulation is an important technical means in building energy saving design, also called the building performance simulation. This paper analyzes the energy consumption of air conditioning in an office building of Yangzhou City. The EnergyPlus software is used to analyze the influence of different external wall structure, indoor air conditioning temperature and host redundancy coefficient on building energy consumption. The results show that Wall heat transfer coefficient, a reasonable set of air conditioning temperature and redundancy coefficient can reduce building energy consumption.

Keywords

Office Buildings, Air Conditioning Energy Consumption, Energy-Saving, Hot Comfortable

基于EnergyPlus某办公建筑的能耗模拟分析

黄德祥¹, 吕媛², 冯杨杰², 倪美琴²

¹江苏天合能源管理有限公司, 江苏 常州

²扬州大学水利与能源动力工程学院, 江苏 扬州

Email: 415564650@qq.com, nmeiq@126.com

收稿日期: 2018年10月20日; 录用日期: 2018年11月8日; 发布日期: 2018年11月15日

摘要

建筑能耗模拟是建筑节能设计中的一种重要技术手段, 也称建筑性能模拟, 本文对扬州市某办公楼空调能耗进行模拟分析, 利用Energyplus软件分析了不同外墙结构、室内空调设定温度和主机的冗余系数等

因素对建筑能耗的影响, 结果表明: 减小外墙的传热系数、合理地设定空调温度和冗余系数均能降低建筑能耗。

关键词

办公建筑, 空调能耗, 节能, 热舒适

Copyright © 2018 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

随着我国社会经济的发展, 建筑面积逐年增加, 建筑总能耗也随之不断增加。办公建筑由于其空调系统负荷大、相对集中等特点, 一直是建筑能耗的大户, 而空调能耗又占了办公建筑能耗的 50%左右, 节能潜力巨大。因此对办公建筑的空调能耗进行测试模拟分析[1] [2]是十分必要的。

2. 建筑概况

本文选取扬州市某办公楼为原型, 建筑位于扬州市文昌中路, 东靠京杭运河大桥, 北侧为文昌花苑, 属于扬州市的中心地带。办公楼总建筑面积 11.7 万平方米, 其中地上建筑面积 9.7 万平方米, 地下面积 2 万平方米。建筑高度约 99.85 m, 共 30 层, 为 I 类高层公共建筑。自西向东分别 A、B、C 三楼, 本文主要介绍 C 楼的土壤源热泵空调系统。

3. 建筑模型

3.1. 模型的建立

建立建筑模型[3]主要包括输入建筑物基本信息、建筑分区、构建建筑几何模型、建立运行时间表和空调系统输入等。表 1 为模型基本信息。

Table 1. Basic information of the model

表 1. 模型基本信息

内容	基本信息	内容	基本信息
空调系统	风机盘管加独立新风系统	照明	11 W/m ²
夏季设计温度	25 °C	设备	10 W/m ²
冬季设计温度	18 °C	人员	0.1 人/m ²
新风量	30 m ³ /人		

本工程由于主要包括办公室、走廊和门厅三个部分, 根据其使用功能的不同进行分区。具体分区如图 1, 其中 1 至 8 区为空调热区, 9 区为非空调热区。

根据标准层平面图, 按照实际尺寸, 运用 SKetchUp 三维画图软件建立能导入 EnergyPlus 软件的文件, 所建几何模型如图 2。

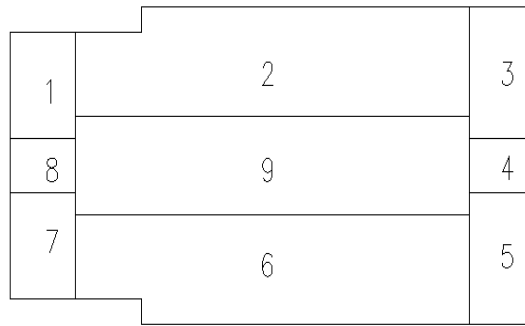


Figure 1. Standard layer air conditioning partition map
图 1. 标准层空调分区图

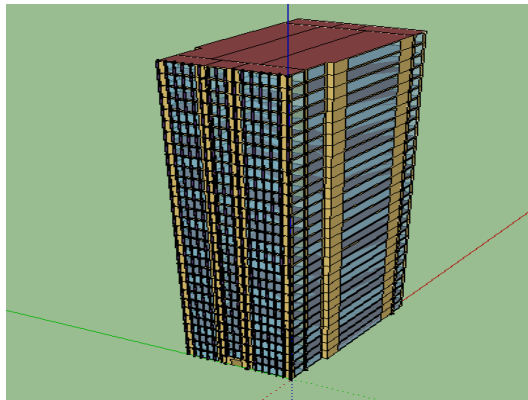


Figure 2. Architectural geometry model
图 2. 建筑几何模型图

3.2. 模型验证

将此模型与空调系统运行5天的实测结果相比较,结果表2所示,其运行时间为2016年8月份8:00至18:00。

Table 2. Comparison of test and simulation results
表 2. 测试与模拟结果对比

项目	时间段	室内平均温度/℃	瞬时冷负荷 kw	空调系统耗电 kw*h
测试值	8:00~18:00	25.2	2274.64	4489.7
模拟值	8:00~18:00	24.8	2208.565	4250.4
误差		1.50%	2.90%	5.33%

模拟结果与实测数据的对比:室内温度满足人体热舒适的要求,并在规范规定的范围之内,温度误差为1.5%;负荷模拟结果与实测结果误差为2.9%,相差不大;能耗模拟结果与实测数据也基本吻合,因此本模型建立与实际情况相符合,所建模型正确。

4. 建筑能耗影响因素的分析

4.1. 外墙传热系数对建筑能耗的影响

本文选取了几种常见的外墙作为研究对象,以现有模型为基础,改变外墙材料,保持其它参数不变,对比不同墙体材料下的建筑能耗[4]。不同外墙的结构以及传热系数如表3,模拟结果如图3。

Table 3. Different exterior wall structure and heat transfer coefficient
表 3. 不同外墙结构和传热系数

外墙编号	外墙类型	结构	传热系数(W/m ² ·K)
一	矿棉轻质复合板	6 mm 石棉水泥板、80 mm 矿棉岩棉玻璃棉板 70、12 mm 石膏板	0.55
二	混凝土加气混凝土 280	20 mm 外粉刷、30 mm 钢筋混凝土 2500、150 mm 加气混凝土泡沫混凝土 700、100 mm 混凝土板、喷白浆	0.71
三	填泡沫混凝土钢筋混凝土	20 mm 外粉刷、30 mm 钢筋混凝土空心板、160 mm 加气混凝土泡沫混凝土 700、30 mm 钢筋混凝土空心板、20 mm 内粉刷	0.98
四	砖墙(079001)	20 mm 外粉刷、370 mm 砖墙、20 mm 内粉刷	1.5
五	钢筋混凝土剪力墙(092001)	5 mm 釉面砖、25 mm 水泥砂浆、400 mm 钢筋混凝土 2500、20 mm 内粉刷	2.22

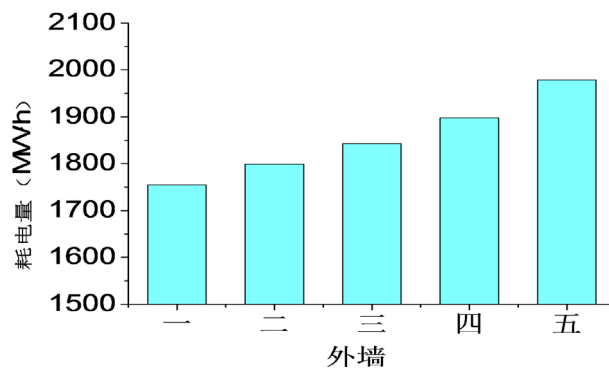


Figure 3. Annual energy consumption of different external walls
图 3. 不同外墙全年能耗

从模拟结果分析得出, 对于办公建筑, 我们应该尽可能选择传热系数低、保温性能好的材料作为外墙围护结构, 本工程选择外墙一最佳。

4.2. 空调设定温度的影响

在已建模型基础上, 改变室内空调设定温度, 保证其它参数不变, 分别研究夏季和冬季在不同空调设定温度下的空调能耗[5]。模拟结果如图 4、图 5。

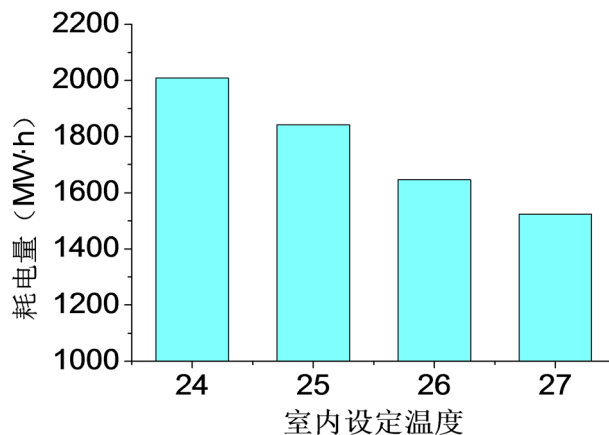


Figure 4. Annual power consumption at different set temperatures in summer

图 4. 夏季不同设定温度下的全年耗电量

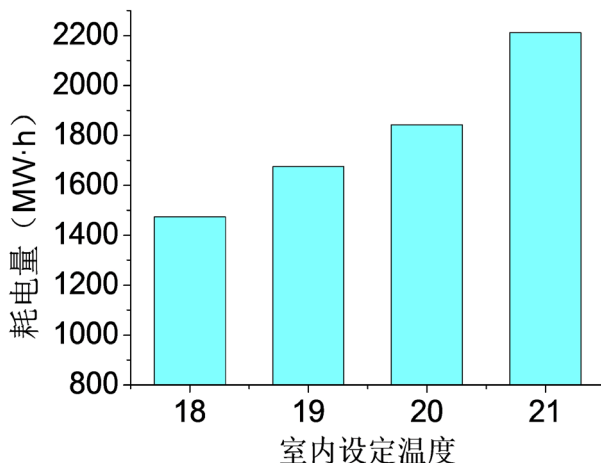


Figure 5. Annual power consumption at different set temperatures in winter

图 5. 冬季不同设定温度下的全年耗电量

在满足热舒适[6] [7] [8] [9]的前提下, 夏季我们应当尽可能提高设定温度, 相反地在冬季应该降低空调设定温度。由模拟结果可以看出, 夏季不同空调设定温度下的全年耗电量随着空调设定温度的提高下降明显, 空调设定温度每升高 1°C, 全年耗电量下降 8.3%~9.8%, 节能效果明显。冬季不同设定温度下的耗电量随着温度的升高而上升明显, 空调设定温度每下降 1°C, 全年耗电量下降 11.8%~16.7%。冬季相比夏季对全年耗电量的影响更大。夏季设定温度为 27°C, 冬季设定温度为 18°C 时全年能耗最小。

4.3. 主机的冗余系数对能耗的影响

在保证室内舒适度的前提下, 研究不同冗余系数[10]下选择的冷水机组带来的全年能耗对比。根据《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 中对选择制冷机组的要求, 结合目前办公建筑选择主机时的实际情况, 本文分别研究冗余系数为 1.2、1.3 和 1.4 时所选冷水机组的性能, 以夏季经典日 7 月 30 日为例, 室内瞬时温度值如图 6。冷水机组耗电量模拟结果如图 7。

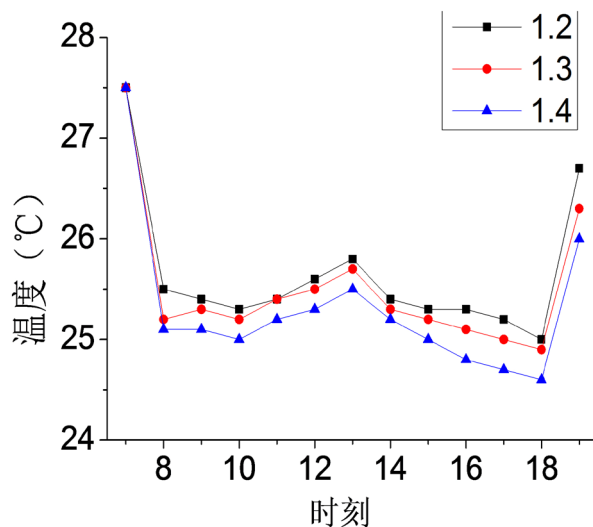


Figure 6. Indoor temperature on July 30

图 6. 7 月 30 日的室内温度

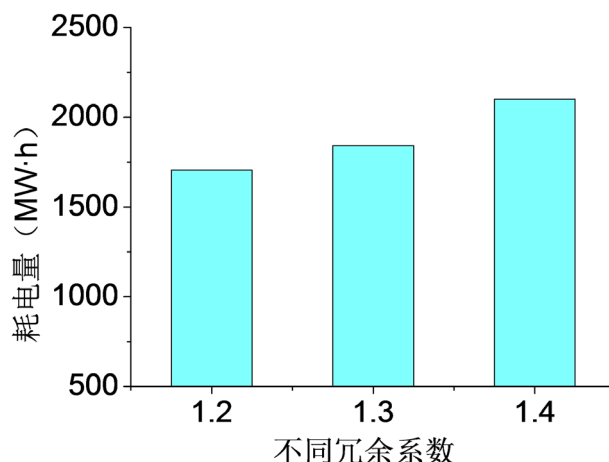


Figure 7. Annual power consumption of different redundancy factors
图 7. 不同冗余系数的全年耗电量

通过模拟结果分析可以发现,在保证热舒适的要求下,采用小冗余系数选择冷水机组能节约能耗,模拟表明采用 1.2 的冗余系数全年能耗最小。在选择冷水机组时,我们首先应该利用模拟软件详细计算建筑的负荷,得出全年瞬时负荷最大值,以此为依据根据实际情况选择冷水机组,在满足负荷要求的前提下,采用小的冗余系数来选定冷机组,这样能节约很大一部分能耗。

5. 结语

1) 通过对不同外墙结构的比较,发现随着外墙传热系数的增大,全年能耗增加,本工程选择外墙一矿棉轻质复合板最佳,传热系数为 $0.55 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,空调能耗占全年总能耗从 58% 下降到 56%。

2) 通过模拟不同设定温度下的能耗发现,夏季空调设定温度每升高 1°C ,全年耗电量降低 8.3%~9.8%,采用 27°C 的设定温度,空调能耗可以从 58% 降低为 49.3%;冬季空调设定温度每下降 1°C ,全年耗电量下降 11.8%~16.7%,采用 21°C 的设定温度,空调能耗可以从 58% 下降到 47.5%。

3) 通过对采取不同冗余系数选择的主机的能耗模拟发现,在满足热舒适前提下,采用小的安全系数可以减少空调能耗。采用 1.2 的冗余系数空调能耗最小,可以使空调能耗从 58% 下降到 54.7%。

参考文献

- [1] Rim, D., Schiavon, S. and Nazaroff, W.W. (2015) Energy and Cost Associated with Ventilating Office Buildings in a Tropical Climate. *PLoS ONE*, **10**, e0127930.
- [2] MacNaughton, P., Pegues, J., Satish, U., Santanam, S., Spengler, J. and Allen, J. (2015) Economic, Environmental and Health Implications of Enhanced Ventilation in Office Buildings. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **12**, 14-22. <https://doi.org/10.3390/ijerph121114709>
- [3] Peng, X.T. and Chen, L. (2012) Computer Simulation and Energy-Saving Analysis of a Composite Steel Residential Building. *Journal of Computers*, **7**, 798-803.
- [4] Eleni, P., Sotiris, P. and Dionysia, K. (2015) Retrofitting an Office Building towards a Net Zero Energy Building. *Advances in Building Energy Research*, **9**, 20-33. <https://doi.org/10.1080/17512549.2014.917985>
- [5] 梁传志. 夏热冬暖地区办公建筑能耗特性研究[D]: [博士学位论文]. 天津: 天津大学, 2011.
- [6] 张恩祥, 李春旺, 陈淑琴, 李念平. 办公建筑空调系统能耗评价及节能潜力分析[J]. 节能技术, 2008, 26(4): 295-299 + 320.
- [7] 高丽颖, 全巍, 秦波, 安玉娇. 北京市办公建筑空调能耗的调查与分析[J]. 建筑技术, 2015, 46(1): 79-82.
- [8] 张欢, 李金洋, 王津利, 由世俊, 邵鑫彤. 办公建筑围护结构节能措施对空调能耗的影响及经济性分析[J]. 暖通

空调, 2015, 45(11): 5-9.

[9] 夏剑铭. 上海某办公建筑能耗分析与节能研究[J]. 制冷空调与电力机械, 2010, 31(2): 56-61.

[10] GB50189-2015《公共建筑节能设计标准》[S].

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3458, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 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