

文章编号: 1671-6612 (2020) 01-081-05

基于 Ecotect 软件的 西安某办公楼围护结构优化设计

裴雨露 强天伟 李跃奇

(西安工程大学城市规划与市政工程学院 西安 710048)

【摘要】 目前我国很多既有建筑的节能性并不能达到国家的绿色建筑节能标准,会对环境产生较大的影响。拟对建筑的围护结构改造进行模拟研究。首先采用 Ecotect 建筑节能软件对西安某办公楼围护结构进行节能改造模拟,其次对改造后的建筑热环境进行模拟分析,最后得出最优围护结构节能改造方案。模拟结果显示改变窗户材质可以最大化降低建筑能耗,为既有建筑的节能优化设计提供一定的理论依据。

【关键词】 ecotect; 既有建筑; 节能改造
中图分类号 TU243.2 文献标识码 A

Optimal Design of Enclosure Structure of an Office Building in Xi'an Based on Ecotect Software

Pei Yulu Qiang Tianwei Li Yueqi

(Xi'an Polytechnic University, School of Urban Planning and Municipal Engineering, Xi'an, 710048)

【Abstract】 At present, many existing buildings in China energy-saving can not meet the country's green building energy-saving standards, will have a greater impact on the environment. This paper intends to carry on the simulation research to the building enclosure structure transformation. Firstly, the energy-saving reconstruction of an office building in Xi'an is simulated by using Ecotect building energy saving software, and then the thermal environment of the reconstructed building is simulated and analyzed, and the energy-saving transformation scheme of the optimal envelope structure is finally obtained. The simulation results show that changing the window material can minimize the energy consumption of the building and provide some theoretical basis for the energy saving optimization design of the existing building.

【Keywords】 ecotect; existing building; energy saving

作者简介:裴雨露(1997-),女,在读硕士研究生, E-mail: 1253541342@qq.com

通讯作者:强天伟(1970.11-),男,博士研究生,教授, E-mail: 254599797@xpu.edu.cn

收稿日期:2019-06-17

0 引言

随着人类社会的发展,环境和资源发展也越来越严峻,作为如今经济发展命脉的建筑业在满足人类需求的同时也在消耗大量的能源。大量现有建筑由于时间、技术问题存在许多不符合绿色节能标准的情况,影响现代城市建筑发展,统计显示建筑的

能耗占一次能源利用的 20%~40%^[1,2]。因此,现有建筑的改造和优化是当今建筑从业人员面临的一个重要问题。重庆大学的鲁华章教授^[3]从节能机制角度分析我国既有建筑节能现状并提出优化策略;清华大学的林波荣教授^[4]对不同地区既有建筑分析,得出节约能耗和改善环境的技术策略;

Reinhard, Martin^[5]通过更换德国既有住宅的围护结构和供热系统对节能改造偏好进行了分析；Somsak Nopparat^[6]研究了安装百叶窗后对建筑室内热环境的影响。

Ecotect 是一个全面的技术性能分析辅助设计软件，提供了一种交互式的分析方法，便于逐步推进方案。其包含了热、光、声、风、日照、经济型及环境影响、可视度六类分析功能，还附带一个可视化气象数据分析模块。在方案的初始阶段，通过计算机模拟建筑的空间、体型等对其模型进行性能预测，通过可视化进行分析比较，得出最佳设计方案^[7]。本文以西安某办公楼为例，对其围护结构进行改造优化，利用生态模拟软件 ecotect 对现有建筑及优化后建筑进行热环境模拟，深入分析其温度分布、围护结构得热、能源消耗和热舒适度，得出适用于西北地区既有建筑的优化策略。

1 优化设计前办公楼热环境分析

1.1 项目概况

本项目是一栋建筑年纪 10 年的典型办公楼，位于陕西省西安市，地理位置在建筑热工划分区中属于夏热冬冷地区，太阳辐射全年幅度变化不大，全年湿度较为平均。在冬季采用市政集中供暖，夏季空调制冷，建筑能耗较大。办公楼为砖混结构，南北方向布置，窗户采用单层玻璃铝制窗，一字型平面带天台，共 6 层，2 个单元。长 27m，宽 21m，总高 24m，建筑面积约为 13608m²。

1.2 ECOTECT 模拟分析

在模拟软件 ecotect 里建立办公楼模型，如图 1 所示，按照办公楼的围护结构构造赋予各个构件相对应的材质，导入西安地区的气候条件进行热工分析。

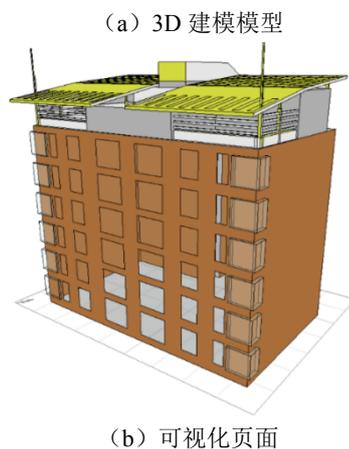
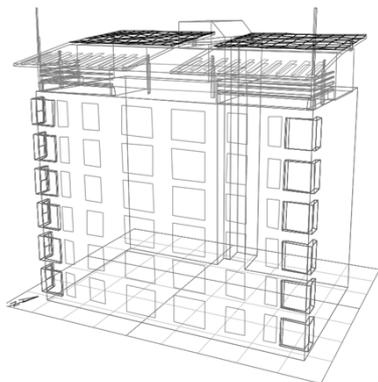


图 1 办公楼能耗模拟模型

Fig.1 Energy consumption simulation model of office building

(1) 逐月能耗分析模拟

建筑能耗是指建筑物（包括民用，商业及其他生产部分）建成后消耗商品能源的总和，包括了采暖，空调，照明，热水供应，通风，电梯等。其中采暖和空调占了建筑能耗的一大部分。本文用能耗分析软件模拟出了整个办公楼及各个区域的能耗，结果如图 2 所示。柱状图表示的是不同月份办公楼的总能耗量，从图中可以看出在 12 月-2 月，建筑的能耗较大，表示办公楼的冬季供暖能耗远高于夏季的制冷能耗，也就是说在优化设计时应特别加强冬季的保温措施，防止热量散失。

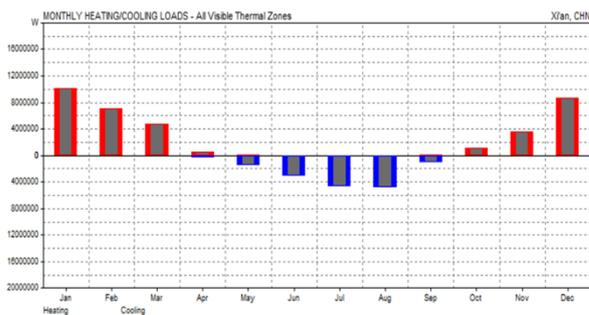


图 2 既有办公楼逐月能耗分析

Fig.2 Monthly energy consumption analysis of existing office buildings

(2) 逐月热不舒适度分析

舒适度是被动性区域性能的唯一衡量指标，它能反应建筑热环境的质量。图 3 所示为自然通风状室内有办公人员的逐月热不舒适度。其横坐标为月份，纵坐标表示热不舒适度，正数代表热感觉增加，负数代表冷感觉加重。如图 3 所示，12 月-2 月的

室内不舒适度更高, 表现为过冷, 其中在 1 月份最冷, 也说明在改善舒适度方面, 需要加强冬天的改善措施。

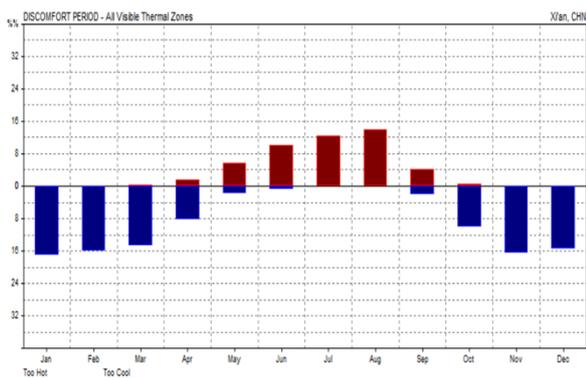


图 3 既有办公楼逐月热不舒适度分析

Fig.3 Analysis of monthly thermal non-comfort in existing office buildings

(3) 逐时得热分析

逐时得热分析显示的是在一天 24h 之内热量的变化, 得热量单位为瓦特 (W)。默认条件下此分析的是整个建筑 1 月 9 日 24 小时内各种来源得热的变化曲线。从图 4 可以发现, 对于整个建筑来说, 在冬季影响最大的是暖通空调系统, 损失较多, 围护结构得热基本趋于平稳, 太阳得热较小, 室内的热量变化趋于稳定, 也反应了围护结构保温措施需改进。

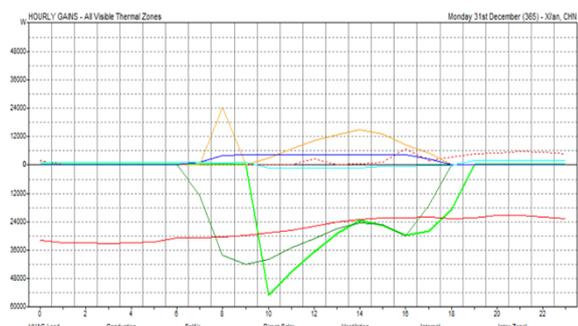


图 4 既有办公楼逐时得热分析曲线图

Fig.4 A graph of time-driven thermal analysis of existing office buildings

通过 ecotect 软件对西安某办公楼的热环境分析, 可以发现西安地区的冬季气温更为寒冷, 能耗也较夏季高, 人体不舒适性更不为理想, 在优化设计中应该着重冬天的防护措施。

2 优化设计后办公楼热环境分析

对于既有建筑来说, 改造围护结构是一项有效简易的节能措施。根据 JGJ134-2001《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》^[8], 通过在既有建筑的围护结构上增加保温的隔热层, 来减小围护结构的传热系数。夏季通过阻止室外的空气进入室内, 以使得室内的温度保持在较低的温度, 从而减少制冷需要降低的温度; 冬季同样阻止室外的冷空气进入室内, 让室内温度保持在较高的温度, 以减少供热, 从而达到节能降耗的目的。

陕西省的围护结构节能标准有三大类, 外墙构造方法, 窗户改造, 屋面构造法共十四种。结合本项目, 拟选取三种方法来改变其围护结构, 综合比较更节能的方案。对于窗户改造, 既有建筑采用的是单玻璃铝窗, 门窗节能改造后, 窗框选用了铝合金, 而能量损耗最大的玻璃则选择了保温隔热性能更好的双层中空玻璃。对于既有建筑外墙, 拟采用在主体外墙外侧铺设矿棉和玻璃纤维保温板两种方案。模拟方法如上, 需要在能耗分析软件中改变材料的 U 值, 查阅文献知既有办公楼的单玻璃铝窗 U 值为 $6.0\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$, 外墙 U 值为 $1.880\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 优化后采用的双层玻璃铝窗 U 值为 $2.7\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$, 选用的保温材料为矿棉的 U 值为 $0.920\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$, 采用玻璃纤维的外墙 U 值为 $0.640\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 。模拟分析结果如图 5~6 所示。

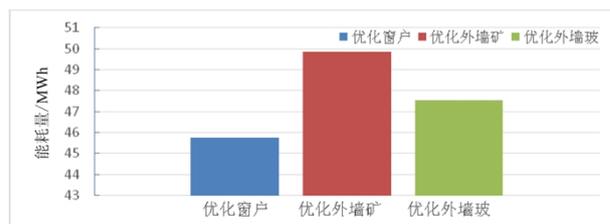


图 5 各方案总能源消耗量

Fig.5 Total energy consumption for each programme

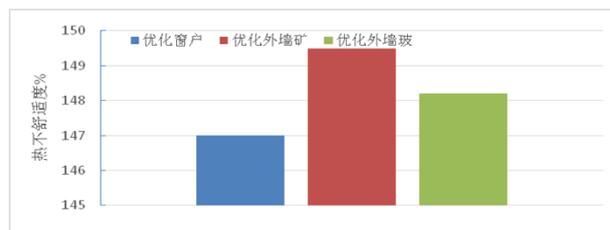


图 6 各方案热不舒适度分析

Fig.6 Analysis of thermal non-comfort in each scheme

从模拟结果可知, 对于该办公楼, 通过改变门窗的材质达到的节能效果远大于改变不同外墙墙

材的节能效果, 改变窗材料, 对提高热舒适度的贡献最大, 综合考虑本项目的优化方案以改变窗材为主。

3 优化方案比较

本文通过改变围护结构来改变其传热性能, 运用软件对该建筑及优化后建筑进行模拟分析, 得出优化结果。

(1) 能耗对比

通过图 7 可知, 优化后的全年平均能耗量比之前的既有建筑平均能耗有所下降。从图 8 的逐月能耗对比分析可以看出, 能耗减少主要集中在夏季和冬季, 可以显示出优化后的设计改善了室内的能耗问题。

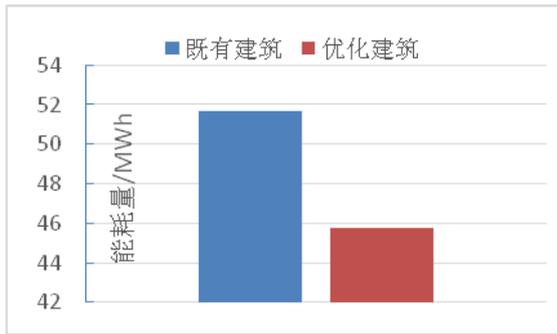


图 7 优化前后建筑平均能耗分析

Fig.7 Analysis of average energy consumption of buildings before and after optimization

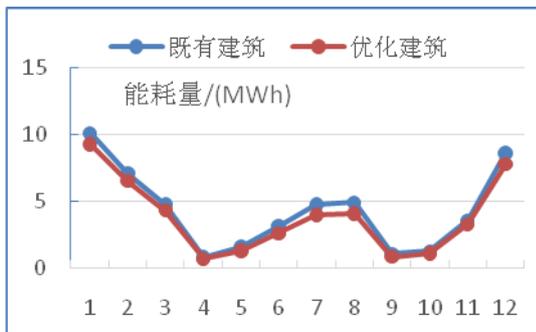


图 8 优化前后建筑逐月能耗分析

Fig.8 Analysis of monthly energy consumption of buildings before and after optimization

(2) 热不舒适度分析对比

如图 9 所示的是既有建筑的全年不舒适度总和与优化后的全年不舒适度对比, 从图中也可以看出优化后的建筑不舒适度总和比既有建筑的不舒适度总和低, 表示了优化后室内的热舒适度有所提

升。

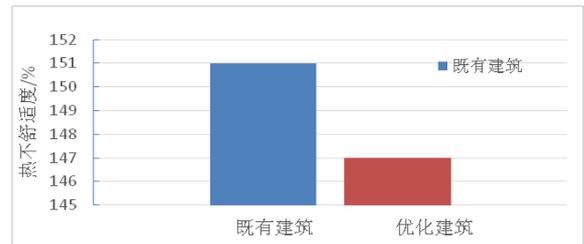


图 9 优化前后建筑热不舒适度对比

Fig.9 Comparison of non-comfort in building heat before and after optimization

(3) 建筑围护结构得热分析对比

图 10 表示既有建筑的围护结构得热, 图 11 表示的是优化后建筑围护结构得热, 对比分析可以看出, 冬季的既有建筑的失热明显比优化后的建筑失热多, 而夏季, 既有建筑的围护结构得热比优化后的建筑得热多。对比也说明, 对既有建筑的围护结构改造, 其保温隔热性能有所提高, 建筑能耗会因此降低, 也会提高热舒适度, 达到预期效果。

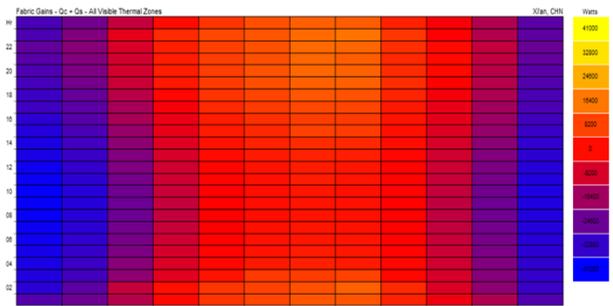


图 10 优化前建筑围护结构得热分析图

Fig.10 Thermal analysis diagram of optimized pre-building enclosure structure

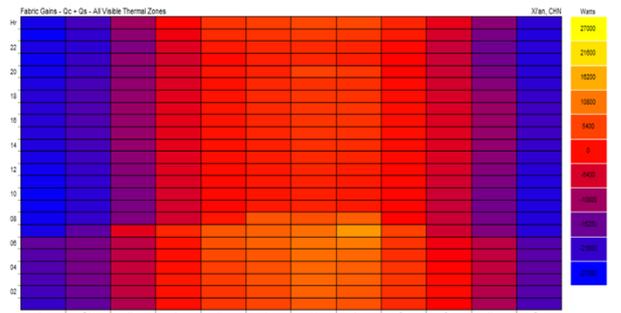


图 11 优化后建筑围护结构得热分析图

Fig.11 Thermal analysis diagram of building enclosure structure after optimization

4 结论

本文用 ecotect 对西安市某办公楼以及优化设计后的热环境进行模拟,分析其能耗,不舒适度以及得热对比,可得出在节能改造中通过改变围护结构的方法,可以降低围护结构的传热能力,增加围护结构的保温隔热系数,从而减少了现有建筑的能源消耗以及不舒适度时间,提高了室内热舒适性,达到了优化的目的。本文为类似方案的改造提供了一定的参考。

参考文献:

- [1] Energy Information Administration. International Energy Outlook,2013[M]. Government Printing Office, 2013.
- [2] Castleton H F, Stovin V, Beck S B, et al.Green roofs,building energy savings and the potential for retrofit[J]. Energy and Buildings, 2010,42(10).
- [3] 鲁华章.既有大型公共建筑节能激励机制优化设计[J].城市开发,2015,(12):80-81.
- [4] 林波荣,李紫薇.气候适应型绿色公共建筑环境性能优化设计策略研究[J].南方建筑,2013,(3):17-21.
- [5] Martin Achtnichta, Reinhard Madlener. Factors influencing Germanhouse owners preferences on energy retrofits[J]. Energy Policy, 2014,(68):254-263.
- [6] Nopparat Khamporn, Somsak Chaiyapinunt. Effect of installing a venetian blind to a glass window on human thermal comfort[J]. Building and Environment, 2014,(82):713-725.
- [7] 柏慕培训.Autodesk Ecotect Analysis 绿色建筑分析应用[M].北京:电子工业出版社,2011.
- [8] JGJ134-2001,夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2001.

(上接第24页)

热,空气相对湿度大,空调期相对较长,采用温湿度独立控制空调系统是比较节能的合理降温选择。

参考文献:

- [1] 国家铁路大型客站能源消耗专项调查组,韩砚,王康平.2011年国家铁路大型客站能源消耗专项调查情况分析[J].铁道经济研究,2012,(5):8-13.
- [2] 中国气象局气象信息中心气象资料室.中国建筑热环境分析专用气象数据集[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [3] GB 50736-2012,民用建筑供暖通风与空气调节设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [4] 覃新,钟辉智,雷波.自然通风条件下铁路旅客车站热舒适标准的研究[C].西南地区暖通空调及热能动力学术年会,2007.
- [5] 杨静竹.火车站候车厅自然通风热舒适性与节能研究[D].成都:西南交通大学,2012.
- [6] 马卫武.铁路客运站候车环境与能耗研究[D].长沙:中南大学,2009.
- [7] Szokolay S V. Passive and Low Energy Design for Thermal and Visual Comfort[J]. Passive & Low Energy Ecotechniques, 1985:11-28.
- [8] 陈海旋,刘猛.夜间通风在不同气候条件下的适用性[J].土木建筑与环境工程,2016,(S2):112-116.
- [9] 嵇赟喆,高屹,王晓杰,等.空气流速对人体热舒适影响的研究[J].兰州大学学报,2003,(2):95-99.
- [10] GB 50226-95,铁路旅客车站建筑设计规范[M].北京:中国计划出版社,1996.