

闽北建筑节能改造研究

毛雯婷, 刘薇薇, 薛鹏峰, 魏太兵

武夷学院, 福建 武夷山

收稿日期: 2022年7月23日; 录用日期: 2022年8月22日; 发布日期: 2022年8月29日

摘要

我国建筑中95%以上都是高能耗建筑, 建筑产生的能耗占到了全社会总能耗的40%, 因此, 建筑节能是实现我国降低碳排放的重要内容。本研究通过对武夷山市星村镇的旧宅进行实地测量, 建立revit模型, 并导入Green Building Studio进行能耗及热舒适度模拟分析, 最后得到改造方案。研究发现应用BIM工具对既有建筑的改造进行分析, 可以得到有效合理的改造建议, 能让改造方案少走弯路。

关键词

节能, 减排, 使用与经济

Research on Building Energy Saving Transformation in Northern Fujian

Wenting Mao, Weiwei Liu, Penghao Xue, Taibing Wei

Wuyi University, Wuyishan Fujian

Received: Jul. 23rd, 2022; accepted: Aug. 22nd, 2022; published: Aug. 29th, 2022

Abstract

More than 95% of buildings in China are high-energy buildings, and the energy consumption generated by buildings accounts for 40% of the total energy consumption of the whole society. Therefore, building energy conservation is an important content to reduce carbon emissions in China. In this study, through the field measurement of the old houses in Xingcun Town, Wuyishan City, the revit model was established, and the energy consumption and thermal comfort were simulated and analyzed by importing into Green Building Studio, and finally the renovation scheme was obtained. It is found that using BIM tools to analyze the renovation of existing buildings can get effective and reasonable renovation suggestions, which can make the renovation plan take fewer detours.

Keywords

Energy Saving, Emissions Reduction, Use and Economy

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

建筑模型(Building Information Modeling)在建筑设计阶段[1] [2] [3]、施工[4] [5] [6] [7]及运营阶段[8] [9] [10] [11]已经有不同程度的运用。包括碰撞检查, 能耗模拟, 逃生模拟等等。建筑能耗研究既可以让建筑在设计阶段得以优化, 也可以使既有建筑获得最佳的节能改造方案。

在装配式建筑深化设计中利用 BIM 技术对组件以协作和参数化的方式进行分离和组装。创建三维 BIM 组件模型后, 员工创建和处理 BIM 深化图, 将每个组件信息的数据转换为二维构造图, 然后将其用于组件加工和生产。根据模型报告的问题生成冲突分析报告, 并制定适当的对策。最后, 利用虚拟现实技术实现了施工仿真, 利用模拟施工过程和应用工作效果, 提前选择和优化方案, 同时通过模型中的模拟漫游, 感受现场的真实效果[12]。

在基于绿色 BIM 理念的多层建筑节能设计中选择不同 BIM 设计模型软件中的各种模拟软件与其他 Ecotect 模拟软件结合, 利用 BIM 设计模型软件中的模拟软件在建筑方案设计各个阶段自动创建整体建筑设计模型, 通过利用 IFC 的数据分析格式和其与 Ecotect 之间数据进行模拟数据交换, 在围护节能设计、日照节能设计、环境模拟、太阳辐射、材料选择等阶段对设计方案模型进行数据分析和设计模拟并选择节能减排策略。BIM 技术可以帮助建筑行业早日实现绿色节能管理的数字化、可以有效结合设计、施工和其他施工项目, 发挥绿色节能管理的理念和作用[13]。

在传统的建筑施工全过程中由于存在管理粗放、效率低下的状况因此利用 BIM 技术采用三维立体模型更加直观地展示出建筑的整体效果。BIM 技术的可视化功能, 可以更好的将实际效果与设计模型进行比对验收, 提高施工质量的控制水平。采用 BIM 技术的数据处理功能, 通过专业软件计算出使用材料的规格和数量, 对建筑材料的精准裁剪, 提高了建筑材料的利用率用 BIM 技术对施工过程进行模拟预演, 合理分配作业计划, 对施工工序进行碰撞检测并及时调整施工工序[14]。

由于绿色建筑在运营维护阶段涉及众多利益相关者, 各相关方之间的信息交互与传递十分复杂, 因此将 BIM 技术引入到运维管理中绿建运维综合效益构建中, 利用 BIM 绿建运维管理综合效益评价指标体系, 并使用 COWA 算子进行效益指标的重要性排序, 引入集对分析理论描述效益指标与评价标准之间的关联度, 从而实现 BIM 在绿色建筑运营阶段的综合效益评价, 使评价结果更为明确, 为 BIM 应用于绿色建筑运维管理提供评价依据。运用 BIM 建立了综合效益评价模型与方法, 计算过程简洁, 结果较明确。不仅能够得出综合效益的评价等级, 还可通过明确细分结果抓住问题核心, 从而有针对性地提出相应的效益提升策略[15]。

2. 农村旧宅概况

本研究建筑位于武夷山星村镇洋头山村(图 1), 建于 1983 年, 建筑面积 233 m², 由于建造时间较早, 该建筑构造简单, 舒适度低, 建筑能耗高。该建筑为较具代表性的老式房屋, 主体为两层砖木结构, 外墙采用外涂泥土砖墙, 砖瓦屋顶, 水泥地面, 木框单层玻璃窗, 户主有翻新改造的意愿。



Figure 1. Photos of the old mansion
图 1. 旧宅照片

经过旧宅现场实际尺寸测量，本研究建立 Revit 模型(图 2)。

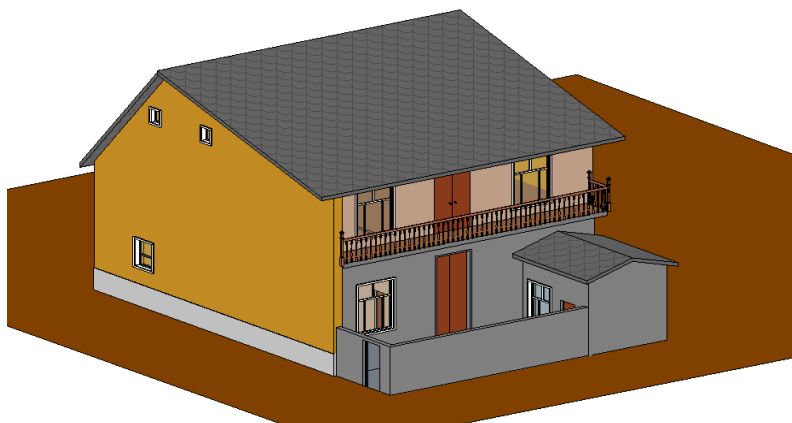


Figure 2. Old house REVIT model
图 2. 旧宅 REVIT 模型

3. 导入 Green Building Studio

Green Building Studio 是基于云平台的建筑性能分析工具，其使用 DOE2.2 动态热能耗模拟引擎估算建筑能耗和运营成本。由于是基于云平台的能耗模拟，因此在模拟分析中可以免受电脑硬件的限制，快速得到建筑设计方案能耗及成本反馈。

将建成的 Revit 模型转换成 gbxml 格式，导入到 GBS，设定地点为福建武夷山，设定电力成本为 0.48 元/KWh，燃料成本为 2.2 元/千卡(图 3)。

经过云端计算，该建筑能源使用强度 EUI 为 1034 MJ/m²/年，每年能源消耗成本为 18,138 元，寿命周期成本为 247,048 元。

GBS 主要是通过确定某一改造方向，或者调整具体的热阻值来进行方案改造选择，没有具体的材质调整，如可以选择保温隔热好的材质。按 GBS 可选方案，将原方案进行调整，外墙调整为隔热整体外墙，屋顶调整为符合规范隔热屋顶，玻璃调整为透明隔热玻璃。

调整以后，建筑能源使用强度 EUI 为 612.3 MJ/m²/年，每年能源消耗成本为 14,659 元，寿命周期成本为 199,663 元(图 4)。

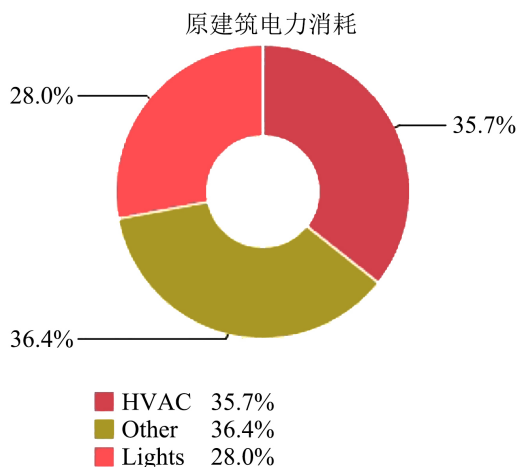


Figure 3. Pie chart of the electricity consumption of the original building

图 3. 原建筑电力消耗饼图

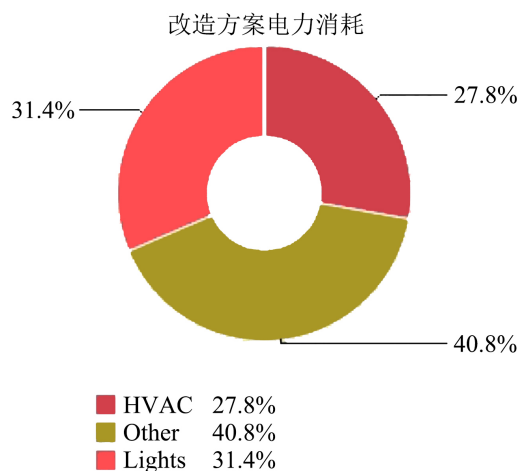


Figure 4. Retrofit scheme power consumption pie chart

图 4. 改造方案电力消耗饼图

对比可得，调整后的改造方案的空调消耗比旧建筑的明显降低，从 35.7% 的占比降低到 27.8%，每年 EUI 可节省 422 MJ/m²，能耗成本节约 3479 元，寿命周期成本降低 47,385 元，改造方案节能效果较好。

4. 旧宅改造方案

武夷山夏季气温较高且冬季气温低，旧房隔热能力不足以及防潮保温效果一般，夏季制冷能耗大大增加，同时，也增加了经济费用，而在冬季室内物品极易发潮且室内不够暖和；旧房还存在隔音质量较差的不足，外界的声音极易传到室内，因此，提出以下几个改造意见。

通过对比分析，旧宅改造可以考虑以下几个方面：

- 1) 采用轻质砖(空心砌块)加空气层，内隔石膏板外墙，提高外墙保温隔热能力，此做法将少量增加冬季制热时的能耗，却能大幅度降低在高温季节的制冷能耗，使整体能耗减少；
- 2) 石棉板保温通风屋顶，利用风压和热压的作用，尤其是自然通风，带走进入夹层中的热量，减少室外热作用对内表面的影响，明显改善房屋舒适度，降低能耗；

3) 首层, 采取架空底板, 1/4 水泥砂浆混凝土做防水层, 防水层上铺石膏板, 面层采用橡木板的做法, 防潮保温效果好, 适用于南方湿热气候, 木地板特有的传热性能能够调整地面温度, 有冬暖夏凉的效果;

4) 双层玻璃铝框窗, 具有保温、隔热和隔声的优点, 减少室外环境对室内的声干扰, 提高热环境与声环境的舒适度。

另外, 建筑所在武夷山市气候[16]属于属中亚热带季风湿润气候区, 年平均气温约 12℃~13℃, 1 月均温 3℃左右, 极端最低气温可达-15℃, 7 月均温 23℃~24℃; 年降水量在 1926 毫米。根据气候特点, 改造时需考虑到通风防湿的措施, 夏季秋季晴天较多可以考虑使用太阳能。如参照太阳房的做法, 合理利用空气间层, 并且在间层壁面上涂贴辐射系数小的反射材料, 目前主要采用的是铝箔, 另外还要增加墙体的热惰性, 具体做法为: 使用对流环路式集热墙, 冬季白天房间集热墙的上通风口打开, 太阳辐射透过玻璃幕墙加热固定在集热墙外壁面上的集热板, 集热板为铝板, 外壁面涂无光黑漆, 在集热板和太阳辐射的共同作用下, 加热夹层内的空气形成热压, 与室内空气形成自然循环。热空气经上通风孔进入室内, 室内温度较低空气经下通风口进入空气夹层, 集热墙吸收的太阳辐射热则可以通过空气的对流作用和集热墙的导热作用传递到室内, 以升高室内温度, 晚上关闭上下通风口, 以减少太阳房夜间因空气对流作用引起的热损失。

同时, 夜间通风可以采取自然通风、机械通风或混合通风的方式, 利用室外气候减少空调能耗。具体做法可以有增加二层深挑檐和窗外遮阳板来诱导通风和遮阳, 屋顶设类似烟囱的可控通风口, 在白天关闭隔热, 在夜间打开通风。

5. 结论

在传统的住宅中利用 BIM 技术对改造方案进行分析可以得到较为合理的改造意见, 让改造方案少走弯路, 同时, GBS 是一个较为有效的模拟工具, 能够直观给出的数据和图表分析, 对既有建筑改造有着较强的指导意义。建筑围护结构的调整可以较为有效的提高节能效果, 对既有建筑的改造还需要针对当地的实际气候条件考虑提高通风, 增加被动设计, 从而改善热舒适度。

基金项目

1) S202010397065 (大学生创新训练项目课题基金); 2) 2020-SSTD-002 (师生共创科研团队课题基金)。

参考文献

- [1] 饶仕贵, 王鹏鹏. BIM 协同技术在建筑设计阶段的应用实践——以四川某高校综合教学建筑为例[J]. 四川建筑, 2021, 41(6): 64-66.
- [2] 张晓聪. BIM 信息技术在装配式建筑深化设计中的应用研究[J]. 建设科技, 2021(14): 73-75+81.
- [3] 王昕, 陈炫江, 李倩云, 林俐. 基于 BIM 的地铁站装修标准化设计研究[J]. 智能市, 2021, 7(18): 21-22.
- [4] 柳红燕. BIM 技术在施工管理中的应用——以中国尊大厦为例[J]. 科学技术创新, 2021(28): 85-87.
- [5] 祁润田, 堵一凡, 吴佳东, 许红胜. BIM 虚拟施工技术在北盘江大桥纵移悬拼新工艺中的应用[J]. 湖南交通科技, 2021, 47(3): 132-137.
- [6] 杨琴, 冯燕. 基于 BIM 技术土木工程建筑施工中的应用研究[J]. 居舍, 2022(10): 40-42.
- [7] 徐金国. 浅析 BIM 技术在建筑钢结构施工过程中的应用[J]. 中国建筑金属结构, 2021(7): 102-103.
- [8] 李州扬. BIM 技术在绿色建筑运营阶段的效益分析[J]. 大连理工大学, 2021(1): 76.
- [9] 彭江发. BIM 技术在城市地铁车站的应用[J]. 工程技术研究, 2020, 5(18): 70-71.
- [10] 王勇华, 李燕芳, 徐慧莹, 张康, 常红丽, 王有力. 基于 BIM 的燃气厂站运维风险管理研究[J]. 煤气与热力, 2020, 40(8): 33-37+46.

- [11] 胡振中, 冷烁, 袁爽. 基于 BIM 和数据驱动的智能运维管理方法[J/OL]. 清华大学学报(自然科学版), 2022, 62(2): 199-207. <https://doi.org/10.16511/j.cnki.qhdxxb.2022.22.003>, 2021-10-18.
- [12] 袁云霞. BIM 技术在装配式建筑深化设计中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(9): 100-101.
- [13] 何军峰. 基于绿色 BIM 理念的多层建筑节能设计分析[J]. 低碳世界, 2021, 11(9): 150-151.
- [14] 孙涛, 李长江, 夏凡, 刘兰波, 李和涛, 罗文询. BIM 技术在建筑工程施工中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(9): 82-83.
- [15] 李忠富, 李州扬, 戴利人, 蔡晋. 基于 COWA-模糊集对的 BIM 绿建运维管理综合效益分析[J]. 施工技术(中英文), 2021, 50(13): 134-138.
- [16] 百度百科. 武夷山[EB/OL]. <https://baike.baidu.com/item/%E6%AD%A6%E5%A4%B7%E5%B1%B1/904113?fr=aladdin>