

# 基于 BIM 技术的内蒙古寒冷区低能耗住宅窗户对建筑能耗的影响

金国辉, 张雪寒

内蒙古科技大学 土木工程学院, 内蒙古 包头 014010

**摘要:** 本文基于 BIM 技术, 以内蒙古寒冷地区吉兰泰的某住宅建筑为例, 创建了对应的 3D 信息模型, 将该模型导入 Ecotect 绿色节能软件内, 从而得到相应的节能分析模型。针对此模型进行相关的材质及系统设置, 同时将窗体在能耗方面的相关因素展开探究, 以图表的方式进行展现, 发现其中问题并给出相关建议。

**关键词:** 内蒙古寒冷区; BIM; 建筑节能; 低能耗住宅

**中图分类号:** TU201.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-2324(2017)04-0528-04

## The Effect of Residential Windows in Low Energy-saving Zones of Inner Mongolia on the Buildings Based on BIM

JIN Guo-hui, ZHANG Xue-han

School of Civil Engineering/Inner Mongolia University of Science & Technology, Baotou 014010, China

**Abstract:** Based on BIM technology, a 3D information model is created by taking a residential building in Jilantai, Inner Mongolia as an example and then the model is imported into Ecotect green energy-saving software to get the corresponding energy-saving analysis model. The material and system settings for the model, while the energy consumption of the form in the relevant factors to explore the way to show the chart to find the problem and give recommendations

**Keywords:** Cold area of Inner Mongolia; BIM; energy-saving building; low energy house

我国建筑市场是全世界最大的, 面积的整体范围高达  $5.6 \times 10^{10} \text{ m}^2$ , 但是对于这个建筑来讲, 其单位的消耗状况同样是偏高的。当下来看, 中国的年建筑总体面积高达  $2.0 \times 10^9 \text{ m}^2$ , 相关研究表明, 2020 年时, 中国的建筑面积总数可能会增加约  $3.0 \times 10^{10} \text{ m}^2$ <sup>[1]</sup>。伴随着经济的发展和水平的提高, 中国建筑在耗能方面的水平同样会提升, 相关研究显示, 其极有可能变成将来整体能源消耗放在的重要部分<sup>[2]</sup>。根据清华大学发布的建筑节能发展研究报告, 建筑的冬季采暖是我国建筑能耗的最主要部分, 同时也是建筑节能工作的重心<sup>[3]</sup>。

目前, 原有 2D 建筑节能软件以手工进行主体设计为基础展开分析。随着智能化、数字化技术的发展, 3D 建筑软件逐渐成熟 (BIM 技术), 并进而走向智能化与自动化。本文以内蒙古寒冷区一栋典型住宅建筑为例, 研究了该建筑基于 BIM 技术的低能耗住宅窗户对建筑能耗的影响分析。

### 1 模拟软件的介绍

Ecotect 是由英国公司 Square One 开发的基于 BIM 技术的绿色建筑软件<sup>[4,5]</sup>, 它可以便捷地在设计过程的各个阶段对设计进行评估, 除此之外, 其在速度与技术方面的优势同样是十分突出的。Ecotect 软件当中的关键为准入系数法<sup>[6]</sup>, 在区域数量与建筑物形态方面, 其未进行规定, 同时运算方式是相对灵活的。其中最为重要的即是其能够在保证速度的前提下, 以直接的方式展现结果。

### 2 BIM 技术节能应用研究

#### 2.1 工程背景

选取吉兰泰地区某居住建筑为研究实例。该建筑位于阿拉善盟左旗的吉兰泰镇, 始建于上世纪 90 年代, 主要结构形式为混凝土框架结构, 每层两户。建筑层数为六层(图 1), 是建筑标准层的平面图, 建筑的整体面积是  $1.38 \times 10^3 \text{ m}^2$ 。把平面图纳入到 Ecotect 当中, 即可得到图 2 当中的基础模型。

#### 2.2 模型材质设定

对该建筑进行实地调研后发现, 其基本构造做法见表 1。

收稿日期: 2016-10-20

修回日期: 2016-11-12

基金项目: 内蒙古自然科学基金项目(2014MS0535;2016MS0516);国家自然科学基金项目(51668051)

作者简介: 金国辉(1966-),男,硕士,教授,研究方向:土木工程建造与管理. E-mail:jinguohuimba@163.com

数字优先出版:2016-11-07 http://www.cnki.net

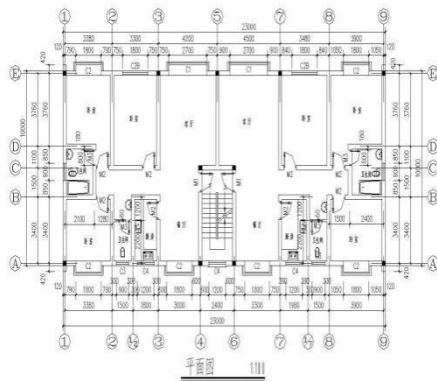


图 1 某居住建筑标准层平面图

Fig.1 A chart of residential building standard floors

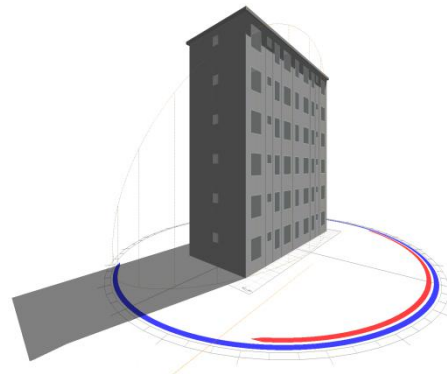


图 2 Ecotect 基础模型

Fig.2 The basic model of Ecotect

表 1 某居住建筑基本构造做法

Table 1 The structure and construction of a residential building

建筑结构 Structures of building	施工过程 Processes of construction
屋顶构造	30 mm 水泥板+180 mm 空气层+10 mm 防水卷材+20 mm 水泥砂浆+70 mm 水泥炉渣+50 mm EPS+20 mm 水泥砂浆+120 mm 钢筋混凝土楼板
外墙构造	20 mm 水泥砂浆+50 mm 膨胀珍珠岩板+240 mm 钢筋混凝土墙体+20 mm 水泥砂浆
窗墙比	南向 0.3
外窗构造	铝合金窗框+6 mm 普通玻璃

根据表 1 中的构造做法,在 Ecotect 中分别对基础模型构件的构造方式进行编辑,输入基本参数值后利用构造物理属性计算软件 EcoCal 计算得出每种构件构造方式的传热系数、衰减系数等参数。

### 2.3 相关参数设定

在基础模型建立完成之后需要对模型中的区域属性进行设置,主要包括区域中的系统类型、人数、设备发热量以及活动(运行)时间等内容。其中,区域属性需要按区域分别设置,包括一般设置、热环境属性和区域信息三个选项卡。

2.3.1 一般设定 一般设置均可使用默认的设置即:衣着量为 1;相对湿度设置为 30%;室内风速为 0.1 m/s 接近无风状态;室内照度为 100 lux。

就人员和运行方面来看,其含有两方面设置内容,即渗透率与室内得热状况,在对所有房间状况展开详细探究的基础上能够明确其人数与人员活动情况(一般设为“静坐—70 W”)。

渗透率的设置即空气交换率为 0.25。

2.3.2 热环境属性设定 热环境属性设定包括采暖、通风及空气调节设定、UK PART L-SBEM 设定(此项为英国部分建筑能耗简化模型概述,此处将不会涉及)和运行时间设定 3 项。

在系统类型中,针对该建筑模型则选择了全空调系统选项,效率为 95%。

系统运行时间根据实际调研情况设定,工作日系统运行时间为晚上 8 点至次日早晨 5 点;周末系统运行时间为晚上 7 点至次日早晨 6 点。

## 3 建筑节能设计的 Ecotect 分析

外窗作为围护结构,其重要的作用即是让建筑物保持采光与通风状况良好,同时其是室内外失热环节当中的关键内容。相关数据表示<sup>[7]</sup>,通过外窗损失的能耗大约占围护结构总能耗量的 60%以上,经过计算外窗玻璃损失的能耗占围护结构总能耗的近四成<sup>[8]</sup>,外窗是建筑围护结构中热消耗最多的部位。

### 3.1 窗框的材料

建筑外窗中经常使用的窗框材料有很多种类。以材质进行划分能发现,框体多含有下述材质,即钢窗,木窗,铝合金窗,塑钢窗,断热铝合金窗等。各种常见材质窗框的优缺点如下表所示。

表 2 几种常用窗框材质优缺点的对比

Table 2 Comparison among characters of usual materials in window

窗体 Windows	优点 Advantages	缺点 Defects
木窗	保温隔热	易变形, 耐久性较差, 自重大
钢窗	强度高, 断面小, 抗风压、防火、防盗	价格高, 密封性、耐潮性较差
铝合金窗	强度高, 刚性好, 耐潮湿	保温隔热性差
塑钢窗	保温隔热, 气密性、装饰性好	易老化, 不耐久

### 3.2 窗户的玻璃材质

玻窗户是由玻璃和窗框组成, 玻璃占窗户的 80%以上, 普通窗户材料是由单层玻璃制成的。现今, 为研究被动式低能耗住宅建筑以达到利用太阳能资源解决冬季能耗大的问题, 将玻璃技术中掺入一些元素以达到吸热的作用。详细来讲, 其包括可进行热发射的镀膜玻璃, 以及低辐射镀膜玻璃等类型。结合此课题, 主要使用 3 种不同材质的玻璃材料, 分别是普通单层玻璃、低辐射镀膜玻璃及双层真空玻璃来作为对比分析。

### 3.3 外窗类型

外窗对能耗的影响主要由传热系数及遮阳系数决定, 试验选取单层木窗、双层铝窗以及双层 Low-E 真空玻璃铝窗等 6 种外窗, 窗户的光热性能系数如表 3 所示。

表 3 窗户的光热性能系数

Table 3 The coefficients of light and heat performances in windows

窗户类型 Windows	传热系数 (w/m <sup>2</sup> ·k) Coefficients of heat conduction	太阳得热系数 Solar coefficients	可见光透过率 Light transmittance	玻璃折射系数 Coefficient of glass refraction
双层玻璃铝窗	2.90	0.81	0.647	1.74
双层 Low-E 玻璃铝窗	2.41	0.75	0.611	1.74
双层 Low-E 玻璃木窗	2.26	0.75	0.639	1.74
双层玻璃木窗	2.70	0.81	0.647	1.74
单层玻璃铝窗	6	0.94	0.753	1.74
单层玻璃木窗	5.1	0.94	0.737	1.74

通过 Ecotect 软件进行冷热负荷的计算, 并按 U 值大小排列绘制成图, 对应的负荷指标如图 3 所示。

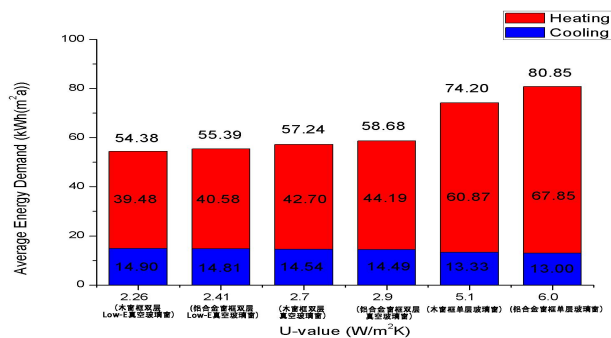


图 3 不同材质的窗户对能耗的影响

Fig.3 The effects of materials in windows on the energy consumption

由上图 3 可见, 在相同的下这 6 种不同材质的外窗的制冷能耗情况不一, 铝合金窗框单层玻璃窗的总能耗最高, 且采暖能耗也是最高的。因为上文提到, 普通铝合金窗在热工性能方面存在明显不足, 并且采用单片玻璃, 保温隔热性能太差。而双层 Low-E 玻璃木窗所产生的热负荷最低, 但因为其强度低, 受力易变形, 因此在实际使用中应采用双层 Low-E 玻璃铝窗更为合适。

### 3.4 窗墙比

所谓窗墙比, 即窗洞自身面积和整个房间内单元面积之间的比值<sup>[9]</sup>。建筑耗能方面, 窗墙比所占作用偏大。夏季时期, 随着窗墙比的增大, 空调制冷能耗越大; 但在冬季, 围护结构丢失的相应

热量和通过太阳辐射获取到的相应热量对等关系是较差的, 其需以地理位置为基础, 在此前提下明确窗墙比, 从而推动采暖消耗的降低。

### 3.5 南向外窗的节能模拟

住宅建筑要实现低能耗目标, 建筑的南向外窗不仅要求有较好的隔热保温性能, 还需要有具有的太阳得热系数。外窗玻璃具备较好的太阳得热系数能, 天气较冷, 尤其是冬季时, 太阳光就可更容易的进入到室内当中, 从而提升整个室内的温度, 减少建筑的消耗。基于规范, 一般较冷区域当中的南向窗墙比会低于 0.5, 所以, 本篇在进行探究时, 会将南向窗墙比的值设置成: 0.3, 0.4, 0.5, 得出下图 4。

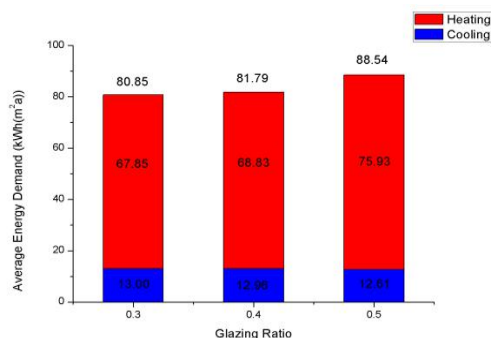


图 4 不同南向窗墙比对能耗的影响

Fig.4 The effects of southward window and wall ratios on energy consumption

由上图可知, 在南向的窗墙比增加的同时, 采暖的能耗同样在提升, 之所以会出现这样的状况, 是由于提升南向窗墙比后, 冬季采暖期间会增加单位面积通过围护结构的传热耗热量, 即建筑物的采暖能耗随窗墙比的增大而增大。而通过减小窗墙比, 能够显著降低全年的总能耗。随着窗墙比的增大, 对于室内来讲, 其采光系数同样得到提升, 空调能耗会随之减少。根据房间的朝向和功能的不同选择适合的窗墙比, 一方面可以让室内的相应采光与舒适的得到保障, 另一方面还能节约能源。

## 4 结语

本文按照内蒙古寒冷区某居住建筑的建筑图纸建立 BIM 模型, 并将模型导入到 Ecotect 软件中, 同时对环境与材质进行设定。以 Ecotect 软件为基础, 模拟可以影响窗体耗能方面的因素, 进而根据图表, 给出结论, 同时进行建议。就当下来看, BIM 系列软件在中国内地发展时间是较短的, 因此还没有完全在建筑业的各专业中运用。在一些情况下, 模型在跨软件导入的时候可能会发生数据的丢失, 从而影响建筑绿色节能分析的效果。虽然 BIM 技术用于绿色建筑还存在这些问题, 但是 BIM 技术用于绿色建筑分析是大势所趋, 二者的有机结合也一定会对建筑节能以及可持续发展起到巨大的推动作用。

### 参考文献

- [1] 车立兵. 浅析生态节能建筑的规划与设计[J]. 建筑与发展, 2013(3):83,85
- [2] 宋树信. BIM 技术在绿色建筑中的应用[J]. 中外建筑, 2015(10):148-149
- [3] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告 2011[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011
- [4] 云 朋. ECOTECT 建筑环境设计教程[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007
- [5] 余 庄. 建筑智能设计: 计算机辅助建筑性能的模拟与分析[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006
- [6] 云 鹏, 黄俊鹏. 生态设计软件 Ecotect 在建筑设计中应用//浙江省土木建筑学会. 首届中国建筑节能总工高峰论坛论文集[C]. 杭州: 中国建筑节能总工高峰论坛, 2007
- [7] 张云霞, 朱 琨. 节能窗的研究应用现状及存在问题探讨[J]. 能源与环境, 2008(3):13-15
- [8] 刘宇宁, 陈 超, 屈 璐, 等. 玻璃窗在建筑节能中的作用及其特征性分析[J]. 建筑热能通风空调, 2006, 25(6):80-84
- [9] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准 JGJ26-2010[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010