

doi:10.11835/j.issn.1674-4764.2014.02.012

重庆新农村典型民居的节能性能

刘 猛¹, 张会福¹, 粟 珩¹, 詹 翔²

(1. 重庆大学 a. 城市建设与环境工程学院; b. 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400045;
2. 机械工业第三设计研究院, 重庆 400039)

摘 要:在《重庆市巴渝新农村民居通用图集》中选取典型设计方案,用清华大学开发的全年动态能耗模拟软件 DeST-H 进行供热供冷能耗模拟分析。模拟方案为变参数法,模拟出采用节能措施后的全年建筑能耗,并结合不同围护结构方案可能造成的成本增量,分析其技术经济性能。通过对各项节能优化措施进行研究分析、探讨,总结出适用于重庆新农村典型民居建设的最佳设计参数为:外墙外保温采用 30 mm 膨胀聚苯板,主要功能房间外窗采用镀 Low-e 膜中空玻璃,其他房间采用普通 6 mm 单玻;过渡季节加强通风;夏季空调温度设置为 28℃,冬季采暖温度设置为 16℃;建筑朝向为南北向。

关键词:建筑经济性;节能;新农村建设;模拟

中图分类号:TU241.4;TU831.6;TU834.1 文献标志码:A 文章编号:1674-4764(2014)02-0075-09

Energy Performance of New Rural Residential Buildings in Chongqing

Liu Meng¹, Zhang Huifu¹, Su Heng¹, Zhan Xiang²

(1a. Faculty of Urban Construction and Environmental Engineering;

1b. Key Laboratory of the Three Gorges Reservoir Region's Eco-environment of MOE, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China; 2. CMCU Engineering Co. Ltd, Chongqing 400039, P. R. China)

Abstract: The DeST-H, developed by Tsinghua University, was used to analyze the Heating and cooling energy consumption of the typical design project obtained from the General Dwellings Atlas of Chongqing Ba-Yu New Rural Residential. The whole year energy consumption after opting energy-saving measures was simulated by varying the relevant parameters. Meanwhile, the technical and economic performance were analyzed by taking the cost increment into account which was caused by energy-saving measures. Based on the optimization results, the priority design parameters adapted to residential buildings of new rural development in Chongqing are summarized as follows: exterior wall thermal insulation with 30mm EPS board; the external window of the main function room with Low-e film hollow glass or others with ordinary single 6 mm glass; strengthened ventilation at over-season; indoor temperature in summer is set to 28℃, the heating temperature in winter is set to 16℃; building orientation is north-south.

Key words: building economy; energy conservation; new rural construction; simulation

收稿日期:2013-10-29

基金项目:国家自然科学基金(51108473);国家“十二五”科技支撑计划(2013BAJ11B05);中央高校基金(106112012CDJZR215502)

作者简介:刘 猛(1979-),男,教授,博士,主要从事绿色建筑技术适宜性、建筑碳计量研究,(E-mail)liumeng2033@126.com。

随着经济的快速发展,农村生产生活条件也在不断改善。2012 年底,全国农村人均住房面积 37.1 m^2 , 比 2007 年增加 5.5 m^2 ^[1]。与此同时重庆新农村建设也取得了丰硕的成果:新建巴渝新居 19.8 万户^[2]。但不可忽视的是在经济发展的同时带来的能源消耗的增加。调研^[3]发现目前中国农村住宅用商品能源(主要是燃煤、电力、燃气)总量已达到城镇建筑用商品能源的 1/3,而且正在以每年 10% 以上的速度增长。重庆地区的统计^[4]情况是:近 20 年来和农村用电消耗以每年超过 5% 的速度增长。而农村住宅建筑用能源消耗在农村总能源消耗中又占有相当大的比重。因此,农村建筑节能已经成为提高农村能源利用效率的关键所在。

从节能角度出发,新建建筑是建筑节能的重点。对于新建建筑,节能的关键环节在于建筑设计^[5]。并且有研究^[6]表明:建筑围护结构的散热是建筑耗能的主要部位,所以加强围护结构的保温隔热性能,提高门窗的气密性,减少门窗的空气渗透量是建筑节能设计的重点。研究^[7]表明:与现有标准中夏季空调设定温度值取 $26 \text{ }^\circ\text{C}$ 相比,设定温度提高 $2 \text{ }^\circ\text{C}$ 可使模型建筑的空调年能耗减少 11.8%。类似研究^[8]表明使用双层玻璃至少可以减少能耗 10%,并且窗子的位置和大小也对建筑能耗有着重要的影响。在全年的能源消耗情况来看,在相对干旱地区厚重的墙体建筑相对于轻薄的墙体的建筑能源节约接近 25%^[9]。建筑物的形状对建筑的能耗也有明

显的影响,有研究表明,多棱柱形建筑相对于规则直角形建筑平均节能 7.88%^[10]。

已有研究成果都是针对城市建筑而言的,对于农村建筑这一类特殊建筑,相同的结论是否适用,还有待研究。同时,农村居民在考虑节能措施的同时,会更加关注经济成本。笔者针对农村建筑,综合考虑各项节能措施带来的节能效果与节能措施的经济性,进行研究分析、探讨、总结出适用于典型重庆新农村民居建设的最佳设计参数,为通用图集提供必要的补充,以为农村新建住宅建筑的设计提供更多的理论指导,使农村新建住宅建筑既有当地特色又能更好的满足节能的目的。

1 研究方法

在《重庆市巴渝新农村民居通用图集》中选取 3 套典型设计方案,其中有 1 套经济型、1 套适用型、1 套小康型(建筑效果图见图 1),用清华大学开发的全年动态能耗模拟软件 DeST-H(Designer's Simulation Toolkit Home)进行供热供冷能耗模拟分析。模拟方案为变参数法,即在选定参照模型基础上,通过改变参数设置,如:围护结构墙体参数、窗户类型、通风次数、空调设置温度以及建筑朝向,并保持其余参数不变的原则,模拟出采用此项节能措施后的全年建筑能耗,并且结合不同围护结构方案可能造成的增量成本,分析技术经济性能。



(a)经济型

(b)适用型

(c)小康型

图 1 建筑效果图

由于各方案的模型建立及参数设置相似,仅介绍其中一套(适用型)的模型建立以及参数设置。

1.1 模型的建立

适用型的建筑平面图如图 2 所示。

在 DeST 中进行模拟需要一些简化,根据项目实际情况在模型建立中作如下简化:

1) 阳台的简化:在建立模型时把阳台作为室外处理,而把连接室内和阳台的门窗简化成窗,同时减小这个窗户的传热系数并采用水平外遮阳;

2) 后庭院的简化:由于后院是敞开的,所以可将

后院直接简化为室外处理;

3) 楼梯间的简化:由于楼梯间与起居室之间没有隔断,所以可将楼梯间作为起居室的一部分处理。

经过以上简化后,在 DeST 中建立图 3 所示的模型。

1.2 模拟参数的设置

建立选取的每套典型设计方案的基准模型,此基准模型的相关设计参数符合规范^[11-12]的规定,同时结合农村建筑的实际情况进行设置。

1.2.1 围护结构的参数设定

围护结构的材料及热工参数如表 1 所示。

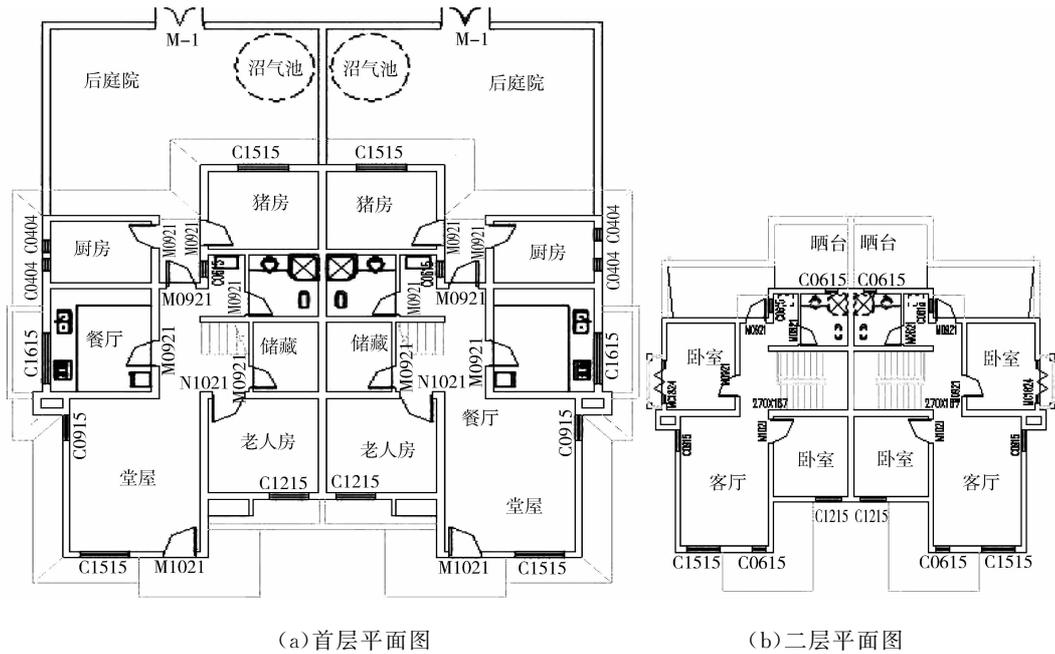


图 2 建筑平面图

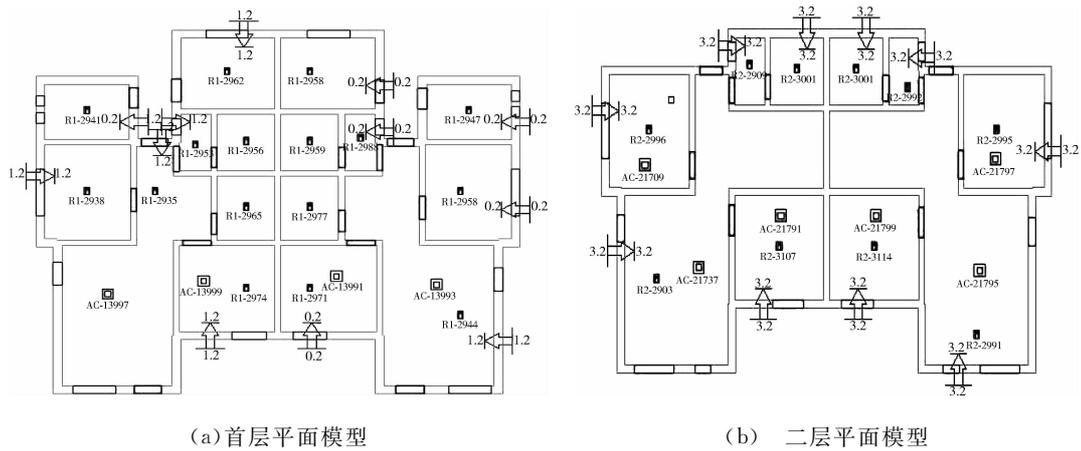


图 3 建筑模型图

表 1 围护结构材料及热工参数

围护结构	材料	传热系数/[W·(m ² ·K) ⁻¹]
外墙	20 mm 水泥砂浆+20 mm 膨胀聚苯板+240 mm 烧结页岩砖+20 mm 水泥砂浆	1.097
内墙	20 mm 水泥砂浆+240 mm 烧结页岩砖+20 mm 水泥砂浆	1.822
外窗	普通中空玻璃(中空 9 mm)	3.100
坡屋面	坡屋面+轻钢构架	0.557
平屋面	加气混凝土保温屋面	0.812
楼板构件	钢筋混凝土楼板	3.055

1.2.2 室内热扰的参数设定

灯光、设备和人员散热量决定了建筑内部负荷。并且文献[13]有关研究表明:在 DeST 中进行居住

建筑热环境的动态模拟时,分别给出房间内的人员、照明和设备的发热量及其作息模式。该模拟的室内热扰的具体设置见表 2。

表 2 室内热扰情况

房间	灯光最大功率/(W·m ⁻²)	设备最大功率/(W·m ⁻²)	人员总数 最大值	人员产热量/(W·人 ⁻¹)	人员产湿量/(g·(h·人) ⁻¹)
卧室	11	13	2	53	61
起居室	11	5	3	53	61
厨房	11	5	1	53	61
洗手间	11	5	1	53	61

注:建筑中主卧室和次卧室房间参数设置相同,储藏室、农具室和猪房按空房间来处理。

1.2.3 空调和通风参数设定

该模拟中只有起居室和卧室是空调房间,其余房间为非空调房间。依据规范^[11]的相关规定,夏季空调室内设计温度为 26 °C,冬季采暖室内设计温度

为 18 °C;空调启动温度上限为 29 °C,空调启动温度下限为 16 °C;湿度上限为 65%,湿度下限为 30%。空调运行时间见表 3 所示。

表 3 灯光、设备、人员、空调作息时间表

房间功能	卧室	起居室
灯光	18:00—21:00,0.5; 22:00—24:00,1.0; 其余时段为 0。	18:00—23:00,1.0; 24:00,0.5 其余时段为 0。
设备	19:00—20:00,0.7; 21:00—24:00,1.0; 其余时段为 0。	13:00—14:00,0.69; 20:00—23:00,1.0; 其余时段 0.225。
人员	周一至周五 23:00,0.5;0:00—7:00,1.0; 其余时段为 0。 周末: 0:00,9:00—10:00, 15:00—16:00,0.5; 1:00—8:00,1.0;其余时段为 0。	周一至周五 8:00—9:00,17:00—18:00,23:00, 0.33; 20:00—22:00,1.0;其余时段为 0。 周末: 9:00—10:00,14:00—16:00,0:00,0.33 11:00—13:00,17:00—19:00,0.66 20:00—23:00,1.0;其余时段为 0。
空调作息	周一至周五:8:00—22:00 关闭; 其余时段开启; 周六、周日,全天开启。	周一至周五:1:00—18:00 关闭; 其余时段开启; 周六、周日,0:00—8:00 关闭; 其余时段开启。

注:建筑中主卧室和次卧室房间参数设置相同。其他房间,如洗手间、厨房的作息时间表都按照日常使用时间进行设置,在此不在赘述。

在 DeST 模拟房间负荷时的通风设定中,只设定房间与室外的通风,房间之间互相不存在通风。且全年逐时通风次数为 1.0 次/h。

1.2.4 模拟方案

由于模拟方案众多,现对各方案进行编号为 I-II。其中 I 的取值与意义见表 4;II 的取值与意义见表 5,当 II

取值 1 时,代表住宅类型的基准建筑,II 取值为 2~20 时,代表在基准建筑上改变设置参数的方案。

表 4 I 的定义

I 值	A	B	C	X
住宅类型	经济型	适用型	小康型	经济型、适用型和小康型

表 5 II 的定义

· II 值	墙体类型	窗户类型	通风次数/ (次·h ⁻¹)	夏季空调 设置温度/°C	冬季空调 设置温度/°C	建筑朝向
1	20 mm 水泥砂浆+20 mm 膨胀聚苯板+240 mm 烧结页岩砖+20 mm 水泥砂浆	全部普通中空玻璃 (中空 9 mm)	1	26	18	南
2	20 mm 水泥砂浆+240 mm 烧结页岩砖+20 mm 水泥砂浆	—	—	—	—	—
3	20 mm 水泥砂浆+10 mm 膨胀聚苯板+240 mm 烧结页岩砖+20 mm 水泥砂浆	—	—	—	—	—
4	20 mm 水泥砂浆+30 mm 膨胀聚苯板+240 mm 烧结页岩砖+20 mm 水泥砂浆	—	—	—	—	—
5	20 mm 水泥砂浆+30 mm 聚苯颗粒保温浆料+240 mm 烧结页岩砖+20 mm 水泥砂浆	—	—	—	—	—
6	—	普通 6 mm 单玻	—	—	—	—
7	—	主要功能房间普通中空玻璃,其他房间普通 6 mm 单玻	—	—	—	—
8	—	全部镀 Low-e 膜中空 (低透型)	—	—	—	—
9	—	主要功能房间镀 Low-e 膜中空,其他房间普通 6 mm 单玻	—	—	—	—

续表 5

· II 值	墙体类型	窗户类型	通风次数/ (次·h ⁻¹)	夏季空调 设置温度/℃	冬季空调 设置温度/℃	建筑朝向
10	—	—	1~20	—	—	—
11	—	—	—	24	—	—
12	—	—	—	28	—	—
13	—	—	—	30	—	—
14	—	—	—	—	14	—
15	—	—	—	—	16	—
16	—	—	—	—	20	—
17	—	—	—	—	—	东
18	—	—	—	—	—	西
19	—	—	—	—	—	北
20	20 mm 水泥砂浆+30 mm 膨胀聚苯板+240 mm 烧结页岩砖+20 mm 水泥砂浆	主要功能房间 Low-e 膜中空,其他房间普通 6 mm 单玻	1~20	28	16	南

注：“—”表示参数与基准建筑相同。其中通风次数 1 次/h 表示全年逐时通风换气次数为 1 次/h;通风次数 1~20 次/h,表示 DeST 根据需要对通风次数在 1~20 中自动选择,以减少能耗,提高建筑节能效率。

2 讨论分析

在 DeST-h 中对 X-1 进行模拟后的结果如图 4 所示。

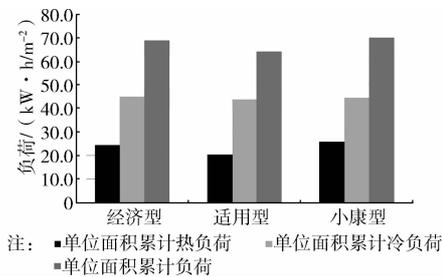


图 4 建筑单位面积负荷的对比

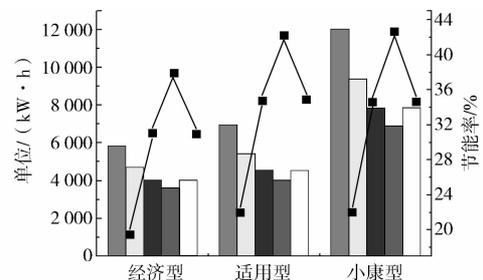
从图 4 中可以看出,经济型、适用型、小康型 3 种类型建筑的冷负荷指标明显大于热负荷指标,这是因为重庆处于夏热冬冷地区,夏季闷热,冬季湿冷,夏季供冷能耗为建筑的主要能耗;3 种类型建筑单位面积冷、热负荷以及单位面积总累计负荷的差别不是很明显,这是由于各基础建筑的围护结构相同,体形系数相差不大,所以单位面积负荷差别不大。这也说明了对各类建筑进行节能性分析的作用也是同等重要的。

2.1 外墙保温分析

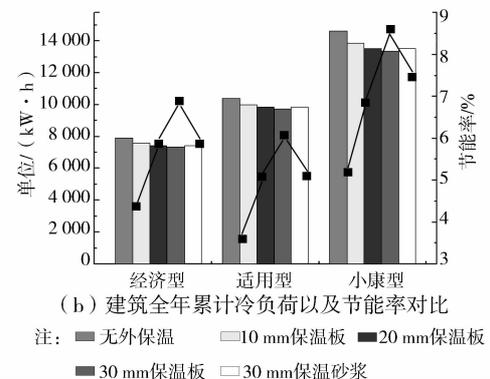
通过改变模型外墙的保温的性能,在 DeST-h 中对方案 X-1、X-2、X-3、X-4、X-5 进行模拟的结果如图 5 所示,图中节能率以 X-2 为基准计算得到。

从图 5 可以看出:通过增加保温层的厚度,累计热负荷和累计冷负荷有明显降低,其中累计热负荷

的节能率在 19.4%~42.7%之间,累计冷负荷的节能率在 3.6%~8.6%之间,累计热负荷的节能率明显高于累计冷负荷的节能率;随着保温层厚度的逐渐增大,节能率的增幅逐渐减小。



(a) 建筑全年累计热负荷以及节能率对比



(b) 建筑全年累计冷负荷以及节能率对比

图 5 外墙保温性能与模拟分析

增加外墙保温层的厚度,在减小外墙传热系数的同时,相应的增加墙体的蓄热功能,从而在炎热、寒冷或者极端气候条件下,减少建筑的空调、采暖能耗。但是,在夜间或者非极端气候条件下,反而阻碍

了室内外的热交换,增加了空调、采暖能耗。所以,保温层的厚度不能无限增长下去,一定有一个经济厚度。

对于处于夏热冬冷的重庆地区而言,通过分析重庆的室外逐时气象参数发现:采暖季时,以室内恒定为采暖温度 18℃为基础,得到室内外平均温差为 8.8℃;空调季时,以室内恒定为空调温度 26℃为基

础,得到室内外平均温差为 1.3℃。所以适当增加外墙的保温层厚度,在空调季和采暖季均能起到降低能耗的作用;并且采暖季室内外平均温差明显高于空调季室内外平均温差,所以累计热负荷的节能率明显高于累计冷负荷的节能率。

从经济性方面对比不同外墙保温形式的差异,如表 6 所示。

表 6 不同外墙保温方案的经济性对比

方案	节约运行费用/(元·a ⁻¹)				增加的初投资/元				增加初投资的回收期/a			
	X-3	X-1	X-4	X-5	X-3	X-1	X-4	X-5	X-3	X-1	X-4	X-5
A	387.8	599.3	724.8	598.6	1 341.9	2 683.8	4 025.7	9 914.7	3.5	4.5	5.6	16.6
B	502.0	780.5	945.1	780.3	1 150.2	2 300.5	3 450.7	8 498.6	2.3	2.9	3.7	10.9
C	897.5	1 384.7	1 685.3	1 385.7	1 796.5	3 593.0	5 389.4	13 273.4	2.0	2.6	3.2	9.6

注:价格参考文献[14]中的调研值:膨胀聚苯板 350 元/m³,聚苯颗粒保温浆料 8.52 元/(cm·m²);估算空调全年运行费用时,直接采用规范[11]的相关规定;制冷时额定能效比取 2.3,采暖时额定能效比取 1.9,折合计算出冷热源设备的年耗电量,然后再乘以重庆固定的电价 0.52 元/(kW·h),得到冷热源设备的全年累计增加运行费。

综合节能与经济性分析得到:外墙采用 30 mm 膨胀聚苯板的厚度的经济回收期都在 6 a 以内,但是得到同样节能效果的保温砂浆的回收期在 10 a 左右,不具有经济可行性。同时近年来人们生活水平也在不断提高,人们对建筑室内的舒适性的要求也越来越高,通过增强外围护结构的保温性能,能够在一定程度上提高非空调、采暖期的室内舒适度,减小空调设备的装机容量,所以建议新建巴渝新农村住宅外墙采用 30 mm 的膨胀聚苯板来提高能源利用效率,如果经济上不宽裕也可以采用回收期更短的 10 mm 或者 20 mm 的膨胀聚苯板,同样可以提高能源利用效率。

2.2 外窗保温的分析

不同外窗玻璃的热工性能和价格见表 7。

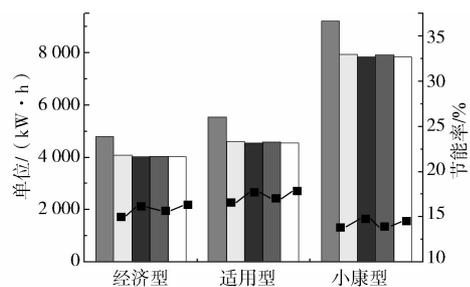
表 7 外窗的热工性能和市场价格

外窗类型	传热系数/(W·m ⁻² ·K ⁻¹)	遮阳系数	造价/(元·m ⁻²)
普通中空玻璃(中空 9 mm)	3.100	0.780	65
普通 6 mm 单玻	5.700	0.850	20
镀 Low-e 膜中空(低透型)	2.100	0.490	150

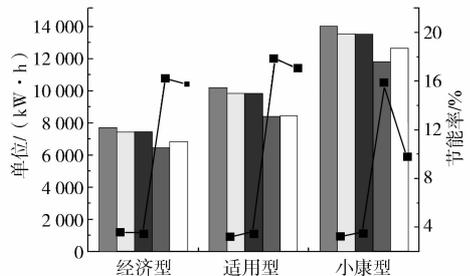
注:研究中的投资成本仅限于采用不同种类玻璃的造价成本,玻璃价格是根据现在市场上的报价范围内取得的平均值,价格因不同地区和厂家生产工艺不同而有所差异,所以玻璃价格取的是平均值,价格主要参照《重庆市建筑装饰工程计价定额 2008》。

通过改变模型外窗的类别,在 DeST-h 中对方案 X-1、X-6、X-7、X-8、X-9 进行模拟后的结果如图 6 所示,图中节能率以 X-6 为基准计算得到。

从图 6 中可以得出:采用普通中空玻璃和 Low-e 玻璃 2 种情况全年累计热负荷基本相同,但是相



(a) 建筑全年累计热负荷及节能率对比



(b) 建筑全年累计冷负荷及节能率对比

注: ■全部 6 mm 单玻 □部分普通中空 ■全部普通中空 ■部分 Low-e 中空 □全部 Low-e 中空

图 6 外窗保温性能模拟分析结果

对于普通 6 mm 单玻,全年累计热负荷又相对较小;对于全年累计冷负荷来说,普通 6 mm 单玻>普通中空玻璃>中空 Low-e 玻璃。

窗户的能耗与窗户的传热系数(K),遮阳系数(S_c)、窗墙比等因素有关系。对于累计热负荷而言,镀 Low-e 膜中空(低透型)玻璃与普通中空玻璃相同,是因为在冬季热负荷与玻璃的遮阳系数成反比,而与传热系数成正比,由于各因素的综合作用导致两者的热负荷相差很小;普通 6 mm 单玻与普通中空玻璃相比较,遮阳系数相同,而传热系数较大,所

以累计热负荷相对较大。对于累计冷负荷而言,相对较小的遮阳系数(S_c)和传热系数(K)对节约空调能耗有利,所以累计冷负荷普通 6 mm 单玻 > 普通

中空玻璃 > 中空 Low-e 玻璃。

从经济性方面对比不同外窗形式的差异,如表 8 所示。

表 8 不同外窗方案的经济性对比

方案	节约运行费用/(元·a ⁻¹)				增加的初投资/元				增加初投资的回收期/a			
	X-7	X-1	X-9	X-8	X-7	X-1	X-9	X-8	X-7	X-1	X-9	X-8
A	259.3	277.1	488.9	547.1	1 012.5	1 952.1	2 925.0	5 639.4	3.9	7.0	6.0	10.3
B	330.8	357.4	669.1	667.8	1 441.8	1 948.5	4 165.2	5 629.0	4.4	5.5	6.2	8.4
C	453.8	484.0	852.2	537.9	1 826.6	2 466.0	5 277.0	7 124.0	4.0	5.1	6.2	13.2

注:表中结果是以 X-6 为基准对比得到的。

综合节能与经济性分析得到:

1) 主要功能房间采用节能型外窗、其他房间采用普通 6 mm 单玻与全部外窗采用节能型外窗相比,节能性上差别不大,但是经济性上有很大优势。

2) 外窗采用中空玻璃的回收期为 3.9~4.4 a,采用中空 Low-E 玻璃的回收期为 6.0~6.2 a,差别不是很大。同时减小外窗的传热系数在可以减小非空调、采暖期的室内温度波动,提高室内舒适度,减小空调设备的装机容量。所以,从长远角度考虑,建议新建巴渝新居主要功能房间外窗采用镀 Low-e 膜中空,其他房间采用普通 6 mm 单玻。

2.3 房间自然通风分析

自然通风是建筑普遍采取的一项改善建筑热环境、节约空调能耗的技术,采用自然通风方式的根本目的就是取代(或者部分取代)空调制冷系统。方案 X-1 和 X-10 在 DeST-h 中模拟结果的对比,如图 7 所示,其中基础室温是以一层的其中一个卧室为研究对象。

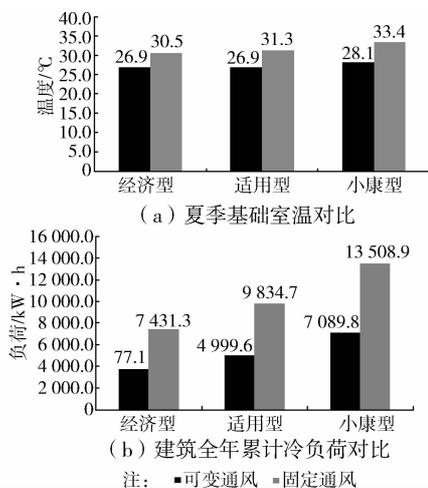


图 7 房间自然通风模拟分析结果

从图 7(a)的对比可以看出:可变自然通风与固定次数自然通风相比可以明显降低空调期室内基础

室温,一般降温在 3.6~5.3 °C 之间,可以显著的提高室内的舒适度。

从图 7(b)可以看出:通风对全年累计冷负荷影响很大,通过可变次数的自然通风可以把全年累计冷负荷降低 50% 左右,节能效果非常明显。此外,自然通风具有 3 种不同的功能^[15]: 1) 健康通风,即保证室内空气质量; 2) 舒适的热环境,即避免室内过于温暖潮湿而引起的人体不适; 3) 调温通风,即调节室内温度,使室内外达到温度平衡。

当过渡季、夏季的夜间和早晨室外温度低于室内温度时,通过增加通风量而非开启空调来达到降温目的,即根据室外温度情况通过人为开窗来自主调节自然通风量,以达到降低能耗的作用。因此,在日常生活中一定要注意在室外条件适宜的情况下,加强通风,以减少建筑的能耗,提高建筑能源利用效率。

2.4 房间空调设置温度分析

空调设定温度与空调能耗以及人体热舒适有着密切的关系,夏季空调设定温度越高,则空调能耗越低,但人体舒适度越差;冬季正好相反。通过在 DeST-h 中改变模型的空调设定温度,模拟出夏季空调温度(24、26、28 和 30 °C)和冬季空调温度(14、16、18 和 20 °C)的方案能耗情况,计算结果如图 8 所示,图中建筑全年冷负荷节能率以夏季空调设定为 24 °C 为基准计算得到,热负荷节能率以冬季空调设定为 20 °C 为基准计算得到。

通过图 8 可以得出:在夏季,空调设定温度每升高 2 °C,空调能耗的降低幅度都在 50% 左右。在冬季,空调设定温度每降低 2 °C,空调能耗的降低幅度都在 20% 以上。在冬、夏季空调能耗的降低都非常明显。

在夏季与冬季,当空调设定温度提高和降低时,产生上述结果的原因是: 1) 室内外温差减小,通过围护结构的传热量减少,而室外新风与室内空气的焓差也减小,因此其冷负荷总量降低,从而降低了空调

能耗;2)随着室内空调设定温度的提高,全年可以利用自然通风的时间变长,从而减少了开启空调的时间,从而减小了能耗。

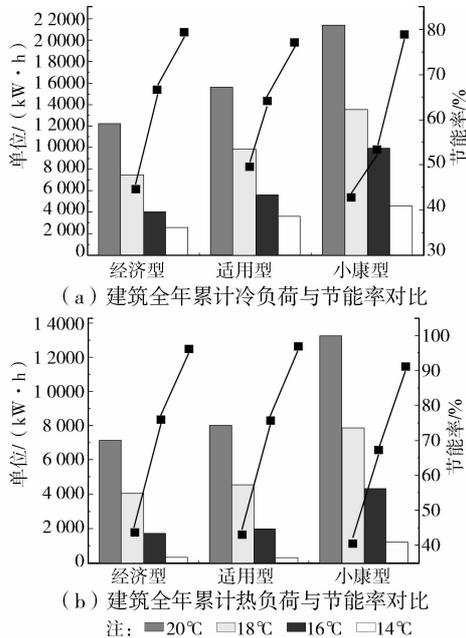


图 8 不同空调设置温度能耗分析结果

但是考虑到温度对人体热舒适的影响,冬夏季室内空调温度不能设定的太低或太高。有研究^[16]表明:在尽可能满足人体舒适性的条件下,夏季室内空调温度调高幅度一般可达 2~3℃。

从以上分析可以看出:合理的设定室内空调温度,带来的能耗的减少非常明显。因此在日常生活空调使用的过程中,尤其是在过渡季、夏季夜间和早晨等室外温度适宜时,多开窗加强通风,减少使用空调系统的时间;同时在冬夏季使用空调时,建议冬季采暖温度设置为 16℃,夏季空调温度设置为 28℃,以提高能源使用效率。具体空调使用温度因人而异,视具体情况而定。

2.5 建筑朝向的分析

正确选择住宅的朝向对建筑的采光和节能有着很重要的意义。中国大部分地区处于北温带,房屋“坐北朝南”,这种朝向的房屋冬季太阳可以最大限度地射入室内,同时南向外墙可以得到最佳的受热条件,而夏季正好相反,从建筑节能的角度出发,为了尽可能地冬季利用日照或夏季限制日照,避免冷风造成的大量能耗,应该合理的选择房屋的朝向。

通过在 DeST-h 中改变建筑物的朝向来模拟计算出建筑的全年能耗,通过能耗的对比来研究重庆地区的新建建筑朝向的优化选择。具体模拟结果见图 9。

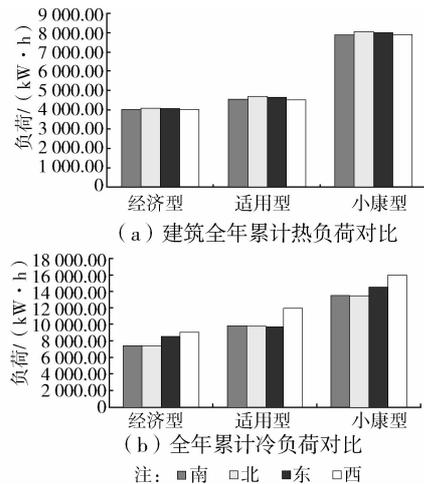


图 9 不同朝向的能耗模拟分析结果

从图 9 中可以看出:朝向对全年热负荷的影响较小(在 200 kW·h 以下);南北向建筑全年累计冷负荷明显比东西向低。从而可见在重庆地区朝向对建筑的制冷能耗的影响大于采暖能耗的影响。

造成上面结果的原因是:重庆属于夏热冬冷地区,夏季非常炎热,制冷时间远远超过采暖时间,从而导致朝向对建筑的制冷能耗的影响大于采暖能耗的影响,因此在重庆应该注意朝向的选择,选择有利与降低制冷能耗的朝向。

模拟选用的气象数据是重庆地区能耗分析典型年,但是重庆属于山地城市,各地高低起伏,地形复杂,道路弯曲,建筑完全做到南北朝向有一定困难。并且有研究^[17]表明:重庆政府办公建筑中仅有 1/3 的朝向为南北朝向。重庆各个地区的地形以及气象条件不尽相同,因此重庆新建巴渝新农村建筑的朝向要因地制宜,在条件允许的情况下尽量采用南北朝向或接近南北朝向,以提高能源利用效率。

2.6 综合经济性分析

典型建筑采取节能措施后,与基准建筑相比,能源消耗以及经济性情况分析(即方案 X-1 与 X-20 的对比分析),计算结果如表 9 所示。

表 9 采取节能措施之后的经济性

房间类型	增加的初投资/元	节约的运行费用/元	初投资回收期/a
经济型	2 314.8	2 194.1	1.1
适用型	3 366.9	2 716.5	1.2
小康型	4 607.4	3 928.3	1.2

从表 9 中可以看出:采取节能措施的投资回收期都在 1.2 a 以内,同时考虑到采取节能措施之后对室内环境的改善,得到新建巴渝新农村建筑采取必要的节能措施,在经济性和舒适性上是可行的。

3 结论

利用模拟软件 DeST-h 对《重庆市巴渝新农村民居通用图集》中的典型建筑进行供热供冷能耗模拟分析,通过能耗以及经济性对比分析,得到以下结论:

1) 建议新建巴渝新农村住宅外墙采用 30 mm 的膨胀聚苯板来提高能源利用效率,如果经济上不宽裕也可以采用回收期更短的 10 mm 或者 20 mm 的膨胀聚苯板,同样可以提高能源利用效率。

2) 综合考虑到投资和节能两方面,为实现舒适性和经济性的平衡,建议新建巴渝新居主要功能房间外窗采用镀 Low-e 膜中空,其他房间采用普通 6 mm 单玻。

3) 在日常生活空调使用的过程中,尤其是在过渡季、夏季夜间和早晨室外温度适宜时,多开窗加强通风,减少使用空调系统的时间;同时在冬夏季使用空调时,适当降低或提高空调的设定温度值,提高能源使用效率。建议冬季采暖温度设置为 16℃,夏季空调设置为 28℃,以提高能源使用效率。

4) 重庆新建巴渝新农村建筑的朝向要因地制宜,在条件允许的情况下尽量采用南北朝向或接近南北朝向,以提高能源利用效率。

参考文献:

- [1] 温家宝. 政府工作报告--2013年3月5日在第十二届全国人民代表大会第一次会议上[EB/OL]. [2013-5-7]. http://news.xinhuanet.com/2013lh/2013-03/18/c_115064553.htm.
- [2] 重庆时报. 重庆新农村建设农民看得到的幸福[OL]. [2011-12-23]. <http://www.cq.gov.cn/today/news/370720.htm>.
- [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 2012[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [4] 重庆市统计局,国家统计局重庆调查总队. 重庆统计年鉴 2011[M]. 北京:中国统计出版社,2011.
- [5] 杨仕超. 建筑设计是建筑节能的关键[J]. 建设科技, 2005,10(20):36-37.
- [6] 孔祥龙. 浅谈建筑节能设计现状及对策[J]. 科技致富向导,2012(9):142.
Kong X L. Introduction to building energy efficiency design present situation and the countermeasures [J]. Guide of Sci-tech Magazine,2012(9):142.
- [7] 李莉,陶求华. 居住建筑空调能耗模拟及夏季室内温度设定[J]. 建筑热能通风空调,2008,27(6):78.
Li L, Tao Q H. Residential building air conditioning energy consumption simulation and summer indoor temperature setting [J]. Building Energy & Environment, 2008, 27 (6): 78.
- [8] Al-ajmi F F, Hanby V I. Simulation of energy consumption for Kuwaiti domestic buildings [J]. Energy and Buildings, 2008,40: 1101-1109.
- [9] Larsen S F, Filippín C, González S. Study of the energy consumption of a massive free-running building in the Argentinean Northwest through monitoring and thermal simulation [J]. Energy and Buildings, 2012, 47: 341-352.
- [10] Zerefos S C, Tassas C A, Kotsiopoulos A M, et al. The role of building form in energy consumption: The case of a prismatic building in Athens [J]. Energy and Buildings,2012,48: 97-102.
- [11] 中华人民共和国住房和城乡建设部. JCJ 134—2010 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,2010.
- [12] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册(下册)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [13] 宋芳婷,诸群飞,江亿. 建筑环境设计模拟分析软件 DeST 第 5 讲 影响建筑热过程的各种外界因素的取值方法[J]. 暖通空调,2004,34(11):52-65.
Song F T, Chu Q F, Jiang Y. The Unit 5 of building environment design simulation analysis software-DeST The accessor methods of the external factors that affect the building thermal process [J]. HVAC,2004,34(11):52-65.
- [14] 邓钊印. 建筑材料实用手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [15] Givoni B. 人·气候·建筑[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1982.
- [16] 彭鹏,朱磊. 某办公楼动态能耗模拟与节能分析[J]. 节能,2007,12(305):50-52.
Peng P, Zhu L. A dynamic energy consumption simulation and energy analysis of a office building [J]. Energy Conservation,2007,12(305):50-52.
- [17] 曹晓庆,郑洁. 重庆市政府办公建筑能耗影响因素分析[J]. 制冷与空调,2007,21:238-241.
Cao X Q, Zheng J. The influencing factors analysis of the Chongqing government office building energy consumption [J]. Refrigeration & Air-Conditioning, 2007,21:238-241.

(编辑 胡英奎)