

北方地区被动式办公建筑能耗分析研究

吕冬杰¹,张子平¹,康熙²,杨震¹,沈晓峰¹

(1.河北工程大学 能源与环境工程学院,河北 邯郸 056038;2.河北省建筑科学研究院,河北 石家庄 050200)

摘要:以寒冷地区某一具体被动式办公建筑为原型,应用 eQUEST 能耗计算软件分别按照工程实际和我国公共建筑节能设计标准建立模型,选取我国北方地区 10 个城市为研究对象,对比被动式办公建筑在北方地区相对于我国《公共建筑节能设计标准》设计的标准建筑的空调能耗情况。结果表明:按照德国被动式办公建筑参数设计的办公建筑夏季制冷能耗基本与常规节能建筑持平,而冬季采暖能耗有大幅度下降;就空调综合能耗来看,太原地区空调综合能耗节能潜力最大,空调综合能耗比常规节能建筑降低 54.16%;哈尔滨地区最低,但也比常规节能建筑能耗减少了 34.06%。

关键词:被动式办公建筑;北方地区;能耗分析;eQUEST

中图分类号:TU111.19

文献标识码:A

Analysis of energy consumption of passive office buildings in North China

LV Dongjie¹,ZHANG Ziping¹,KANG Xi²,YANG Zhen¹,SHEN Xiaofeng¹

(1. College of Energy and Environmental Engineering, Hebei University of Engineering, Hebei Handan, 056038, China;

2. Hebei Academy of Building Research, Hebei Shijiazhuang, 056020, China)

Abstract: Based on an existent passive office building in cold areas, two different models were set up according to actual condition and domestic design standard by using the eQUEST software. Ten cities located in different provinces in North China were selected to compare the energy consumption of air conditioning. The results show that the passivhaus have almost the same energy consumption in summer with the normal buildings, but in winter, the heating energy consumption of the passivhaus has great decline. On the comprehensive energy consumption of air conditioning, Taiyuan has the largest energy saving potential. In Taiyuan and Harbin, the passivhaus's air conditioning energy consumption is 54.16% and 34.06% less than the domestic normal buildings respectively. Passive office building has great potential for energy saving in northern China.

Key words: Passive office building; northern area; energy consumption analysis; eQUEST

被动式建筑是指采用各种节能技术构造最佳的围护结构,由于其良好的建筑保温隔热性能和气密性,夏季有效阻挡了室外热量进入室内,但同时也不利于室内的散热,而冬季在阻挡室外冷量进入室内的同时也最大限度的减少了室内热量散失。近几年国内学者对我国被动房进行了大量研究,宿金成等人对哈尔滨地区被动式房屋的能耗进行了分析^[1],邱乐对被动房在大连地区的应用

进行了研究^[2],任晋对被动房在乌鲁木齐地区的适用性进行了探讨^[3]。但到目前为止,对于被动式公共建筑的研究相对较少。而不同建筑功能以及不同地点对建筑物及建筑系统的要求差别很大^[4],在设计方面照搬照抄居住建筑设计标准显然是不可取的^[5],基于此,本文选取北方地区不同省份的 10 个城市来研究分析被动式办公建筑的空调能耗情况,旨在发现被动式办公建筑在我国

表1 示范工程围护结构热工性能
Tab.1 Thermal performance of building envelope

围护结构	传热系数/ $W \cdot m^{-2}k^{-1}$
屋面、底面接触室外空气的架空或外挑楼板、地下室顶板	0.14
外墙	0.14
外窗	0.8

表2 中德标准对比
Tab.2 Standard contrast between China and Germany

维护结构	传热系数/ $W \cdot m^{-2}k^{-1}$		
	德国标准	中国公共建筑节能设计标准 ^[8] (甲类 体形系数 ≤ 0.30)	
		寒冷地区	严寒地区
屋面	≤ 0.15	≤ 0.45	≤ 0.28
地下车库与供暖房间之间的楼板	≤ 0.15	≤ 1.0	≤ 0.5
外墙	≤ 0.15	≤ 0.5	≤ 0.38
外窗	≤ 0.8	≤ 2.7	≤ 2.5

北方地区的性能表现,为被动式办公建筑进一步推广提供参考。

1 工程概况及中德标准对比

1.1 工程概况

本工程为某被动式低能耗示范工程,位于河北省石家庄市,地下一层为停车库,建筑面积 $2164m^2$ 。地上6层为办公区,建筑面积 $12362m^2$ 。建筑高度28m,体形系数为0.161,效果图见图1。室内设计温度冬季 $20^\circ C$,夏季 $26^\circ C$ ^[6]。围护结构热工参数见表1。



图1 某被动式低能耗示范工程
Fig.1 Passive house demonstration project

1.2 中德标准对比

德国标准对于公共建筑规定:采暖需求不大于15

$kWh/(m^2 \cdot a)$;制冷需求不大于 $15 kWh/(m^2 \cdot a)$ 。一次能源需求不大于 $120 kWh/(m^2 \cdot a)$;气密性要求在室内外压差50 Pa的条件下,每小时换气次数不超过0.6次。^[7]围护结构热工性能对比见表2。

2 能耗模拟

2.1 软件介绍

eQUEST是由美国劳伦斯伯克利国家实验室开发的一款以DOE-2.2为计算核心的建筑能耗模拟软件,在DOE-2.2的基础上提供了更加友好的用户输入界面,在假定室内温度为常数的基础上采用传递系数法计算建筑整体能耗^[9]。其使用的天气文件为bin格式,包含了干球温度、湿球温度、大气压力、云量、降雨、降雪、风向、空气含湿量、空气密度、空气焓值、太阳总辐射、直接辐射、云类型和风速等参数^[10],本文采用由EPW格式的中国标准气象数据(CSWD)文件转换为bin格式来进行模拟计算。

2.2 模型建立

根据本工程建筑平面图在eQUEST软件中建立建筑模型(图2),首先根据本工程实际热工参数建立计算模型,分别选取郑州、济南、太原、石家庄、北京、天津、呼和浩特、沈阳、长春、哈尔滨十个城市标准气象数据文件进行模拟计算。之后分别以表2中中国公共建筑节能设计标准中寒冷地区

表3 室内负荷设置
Tab.3 Indoor load setting

属性	人员密度/ $\text{m}^2 \cdot \text{人}^{-1}$	照明功率密度/ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$	设备功率密度/ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
办公室	10	9	15
走廊	0	7	0

和严寒地区的标准限值建立参考模型,由于沈阳、长春、呼和浩特和哈尔滨分别属于严寒C区和严寒AB区,AB区对维护结构热工性能要求更高,故本次模拟均以严寒AB区参数进行设置,保证其在严寒C区依旧适用。在模拟过程中建筑人员、照明、设备负荷设置保持一致。室内负荷设置见表3^[8]。

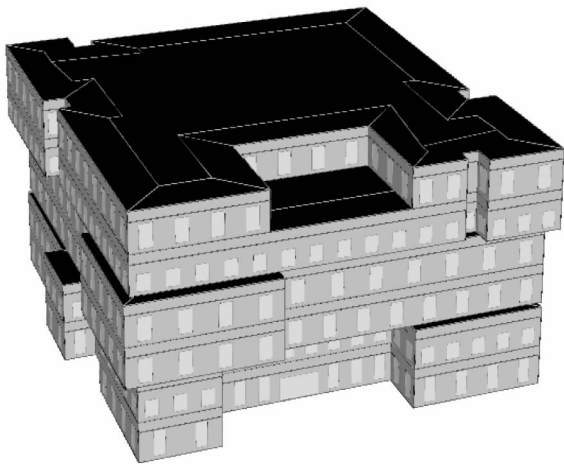


图2 eQUEST 建筑模型图

Fig.2 Building model by eQUEST

3 结果及分析

3.1 石家庄地区能耗模拟结果对比分析

石家庄供冷期为5~9月,采暖期为11月到次年3月,通过对石家庄地区被动式办公建筑和常规建筑进行模拟对比分析,发现被动式办公建筑较常规建筑在供冷季节能耗差别不大(图3),但在采暖季节,由于良好的围护结构热工性能,被动式办公建筑采暖期总能耗为113 200 kWh,而常规节能建筑采暖能耗为370 000 kWh,被动式建筑比常规节能建筑采暖能耗降低69.41%。全年空调综合能耗降低49.63%,逐月采暖能耗见图4。

3.2 不同地区空调能耗对比分析

通过导入不同地区气象文件,分别模拟了被动式办公建筑和常规建筑夏季制冷和冬季采暖的能耗情况,结果表明除石家庄和济南被动式办公

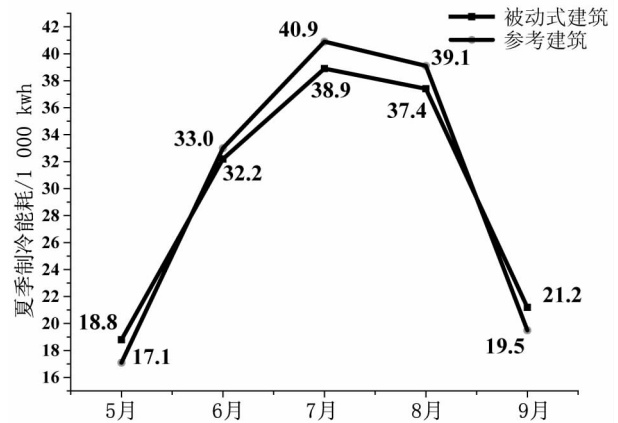


图3 制冷能耗对比

Fig.3 Comparison of refrigeration energy consumption

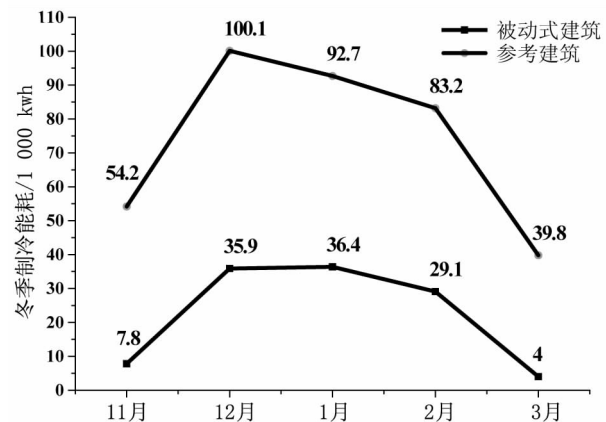


图4 采暖能耗对比

Fig.4 Comparison of heating energy consumption

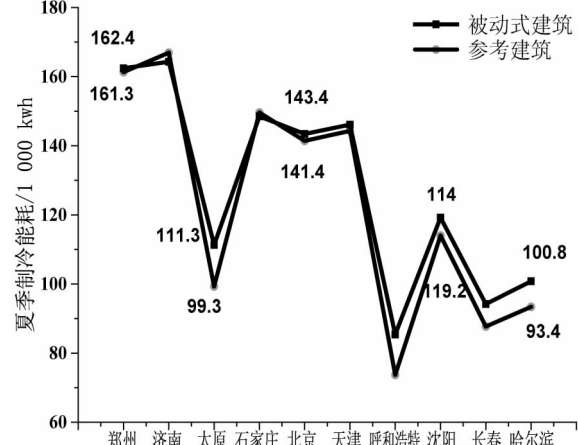


图5 不同地区制冷能耗对比

Fig.5 Comparison of refrigeration energy consumption in different area

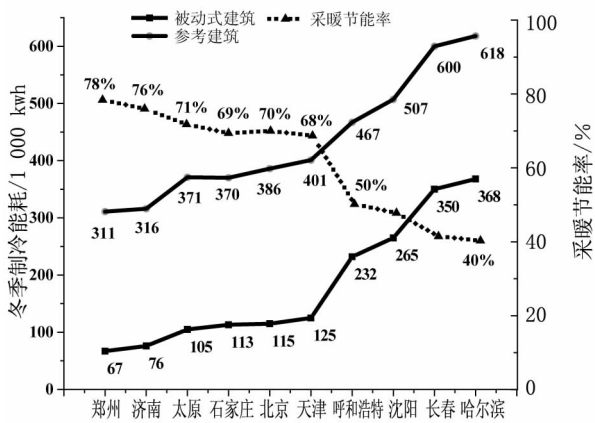


图6 不同城市采暖能耗及节能率

Fig. 6 Comparison of heating energy consumption and energy saving rate in different area

建筑比常规建筑制冷能耗稍低以外,其他几个城市夏季制冷能耗要比常规建筑高 0.68% 到 13.7%,见图 5。分析认为是由于办公建筑室内人员设备较多且建筑使用时间相对集中,加上被动式办公建筑良好的气密性导致夏季内部得热不能通过维护结构散失,造成夏季冷负荷比常规节能建筑偏高。

对比冬季采暖能耗发现,被动式办公建筑在郑州、济南、太原、石家庄、北京、天津等地区较常规节能建筑冬季采暖能耗节能 68% 以上,而呼和浩特、沈阳、长春、哈尔滨被动式办公建筑也比常规节能建筑采暖能耗节能 40% 以上(图 6)。(注:本文所指节能率均指与我国 65% 节能建筑相比)

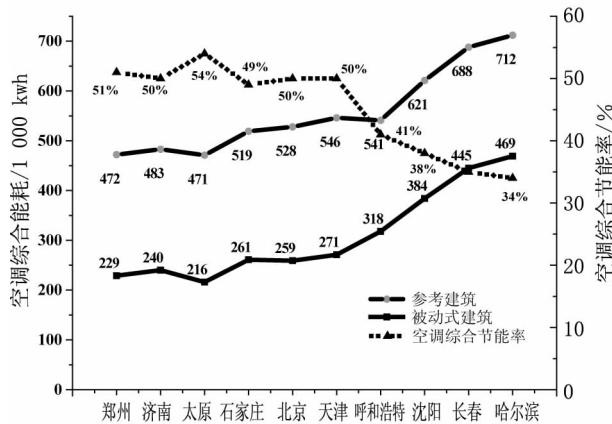


图7 不同城市空调综合能耗及节能率

Fig. 7 Comparison of energy consumption and energy saving rate in different area

就全年空调能耗来看,太原地区节能效果最为明显,节能率为 54.16%;哈尔滨地区节能效果

最差,比常规节能建筑节能 34.06%,但都体现出了良好的节能效果。从图 7 可以看出,严寒地区几个城市空调综合能耗节能率较寒冷地区有 10% 左右的下降,由于本被动式建筑模型位于寒冷地区石家庄市,对于寒冷地区来说并不是最优的建设模式,这也提醒我们在不同地区的被动式办公建筑要结合气候条件进行合理优化。

4 结论

1) 在寒冷地区,被动式办公建筑冬季采暖能耗较常规节能建筑可以降低 68% 以上,在严寒地区可降低 40% 以上。而夏季制冷能耗较常规节能建筑节能效果并不明显。

2) 就全年综合空调能耗来看,北方地区被动式办公建筑较我国常规节能建筑来说还有很大的节能潜力。

3) 当把寒冷地区被动式办公建筑放到严寒地区时,节能效果会出现 10% 左右下降,因此在不同热工分区推广建设被动式办公建筑时应充分考虑气候条件。

参考文献:

- [1] 宿金成,张升旺. 被动式房屋在哈尔滨地区应用探讨[J]. 低温建筑技术,2015,18(12):152-154.
- [2] 邱乐. 德国被动房在大连地区多层住宅中的设计与应用研究[D]. 大连:大连理工大学,2014.
- [3] 任晋.“被动式”建筑节能技术在乌鲁木齐地区适用性问题初探[D]. 乌鲁木齐:新疆大学,2014.
- [4] 江亿. 我国建筑节能战略研究[J]. 中国工程科学,2011,13(6):30-37.
- [5] 汪静. 夏热冬冷地区被动房外保温系统应用经验总结与思考[J]. 建设科技,2014,8(13):47-51.
- [6] GB 50736—2012. 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范[S].
- [7] 房涛,高辉,郭娟利,等. 德国被动房对我国建筑节能发展的启示[J]. 新建筑,2013,31(4):37-40.
- [8] GB 50189—2015. 公共建筑节能设计标准[S].
- [9] 马晓云. 建筑能耗模拟软件 eQUEST 及其应用[J]. 建筑热能通风空调,2009,28(6):77-80.
- [10] 彭瑶. 夏热冬冷地区办公建筑窗户采光性能对建筑综合能耗的影响研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2014.

(责任编辑 王利君)