

间歇供暖负荷计算方法研究

中国五洲工程设计有限公司 陈 玲[☆]

哈尔滨工业大学 董重成

摘要 以夏热冬冷地区、寒冷地区和严寒地区典型城市的居住建筑和办公建筑为研究对象,分别采用 DeST 和 DesignBuilder 软件模拟分析了围护结构、换气次数及散热器和地板辐射两种供暖方式对间歇供暖热负荷的影响,给出了间歇供暖相对于连续供暖的供暖热负荷附加率,确定了合理的间歇供暖模式。结果显示,窗墙面积比对间歇供暖热负荷的影响可以忽略;换气次数每增加 0.5 h^{-1} ,间歇供暖热负荷附加率约增加 5%;采用地板辐射供暖的间歇热负荷附加率比散热器供暖小 3%~10%。

关键词 间歇供暖 热负荷 附加率 居住建筑 办公建筑 围护结构 换气次数 供暖方式

Calculation method of intermittent heating load

By Chen Ling[★] and Dong Zhongcheng

Abstract Taking residential and office buildings in some typical cities in the hot summer and cold winter zone, the cold zone and the severe cold zone as the research objects, simulates and analyses the influences of the building envelope, the air changes and the two modes of radiator heating and floor radiant heating on the intermittent heating load by DeST and DesignBuilder software respectively. Gives the heating load additional factor of the intermittent heating compared with the continuous heating, and determines an appropriate intermittent heating mode. The results show that the influence of the area ratio of window to wall on the intermittent heating load is negligible; the intermittent heating load additional factor increases by about five percent when the air changes increases 0.5 h^{-1} ; the intermittent heating load additional factor using floor radiant heating is lower by three percent to ten percent than that using radiator heating.

Keywords intermittent heating, heating load, additional factor, residential building, office building, building envelope, air changes, heating mode

[★] China Wuzhou Engineering Corporation Ltd., Beijing, China

①

0 引言

随着生活水平的日益提高,人们对室内热环境的要求也越来越高。一方面供暖区域南扩,新增供暖区域多处于夏热冬冷地区,冬季供暖时间相对较短,多采用间歇供暖模式;另一方面部分公共建筑并不是全天使用,使用时间具有周期性,宜采用间歇供暖。目前对于供暖负荷的计算采用的还是一维稳态计算方法,而对于间歇供暖负荷的计算,现有的设计手册中涉及的内容很少,没有系统地阐述热负荷的特点和计算方法。由于夏热冬冷地区历史上不属于空调供暖地区,JGJ 134—2010《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》规定,对于该地区的负荷必须采用动态计算方法。《全国民用建筑工

程设计技术措施 暖通空调·动力》(2009 年版)中提出对于间歇使用的建筑物,宜按间歇附加率计算,附加在耗热量的总和上,仅白天使用的建筑物附加 20%,不经常使用的建筑物附加 30%。原来采用的连续供暖负荷的计算方法是针对最不利情况的最大负荷,无法体现全年的负荷和能耗。在 JGJ 26—2010《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计

①[☆] 陈玲,女,1985 年 9 月生,硕士研究生,助理工程师

100053 北京市西便门内大街 85 号中国五洲工程设计有限公司

(0) 13621166482

E-mail: chenlingchzz@163.com

收稿日期:2012-05-10

修回日期:2012-06-05

标准》中明确规定新建居住建筑的供暖供热系统,应按连续供暖进行设计,但实际工程中设计负荷偏大,设备选择不合理,通常处于低效运行工况,造成投资偏大,运行费用偏高^[1-2]。住房和城乡建设部在 2008 年《民用建筑采暖通风与空气调节设计规范》修订计划中提出了“供暖系统设计参数(比摩阻)的选择与间歇供暖负荷计算方法”的研究专题,本文针对其中的间歇供暖负荷计算方法进行研究。间歇供暖建筑物经历复杂的动态热工变化,影响因素繁多,包括建筑物形状、围护结构各部分尺寸、保温形式、房间位置、材料热工性质、室外气象参数在整个供暖季的变化情况,以及太阳辐射、冷风渗透、通风和间歇时间等^[3]。选用建筑热环境动态模拟软件 DeST 和能耗分析软件 DesignBuilder 对比分析不同地区的民用建筑,在不同的间歇运行模式下,建筑围护结构、通风换气次数和供暖方式对供暖负荷及室内空气温度的影响。模拟建筑设置温控设施,当采用间歇供暖模式时,能及时地调整流量,使室温维持在相对恒定的设计值。现根据地理位置及气候分区特点分析夏热冬冷地区、寒冷地区和严寒地区 7 个典型城市居住建筑和办公建筑的间歇供暖负荷^[4]。

1 建立模型

1.1 居住建筑模型

1.1.1 模拟建筑介绍

现以某 6 层居住建筑为例,层高为 3 m,体形系数为 0.284 m⁻¹,总面积为 4 102 m²。

1.1.2 模拟参数设置

客厅、书房、卧室冬季供暖室内设计温度为 18 ℃,厨房、卫生间为 16 ℃。卧室和客厅人数分别为 2 人和 3 人,人均发热量为 53 W。卧室和客厅照明功率为 5 W/m²。客厅和卧室设备总最大热功率分别为 90 W 和 60 W。所有参数每天的逐时变化值全部根据普通居民的实际生活规律来确定。

1.1.3 围护结构参数设置

当采用间歇供暖时,围护结构的热惰性将会影响建筑物的室温变化和热负荷。选用Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ类围护结构进行分析,所有指标均满足气候区域的热工要求,具体参数见表 1、2。

1.1.4 间歇运行模式确定

根据普通居住建筑中居民的生活习惯和实际

表 1 夏热冬冷地区和寒冷地区建筑围护结构参数				
类型	名称	围护结构材料	传热系数/ (W/(m ² ·K))	热惰性 指标 D
Ⅰ	外墙	240 砖墙+加气混凝土	0.54	7.66
	屋顶	憎水珍珠岩保温	0.74	4.48
Ⅱ	外墙	240 砖墙+水泥膨胀珍珠岩	0.78	4.79
	屋顶	憎水珍珠岩	0.74	4.48
Ⅲ	外墙	钢筋混凝土+EPS 板	0.84	2.89
	屋顶	EPS 板	0.67	3.61

注:内墙:40 砖墙;楼地:40 mm 混凝土;楼板:钢筋混凝土;外窗:标准外窗(传热系数根据窗墙比确定);外门:单层木质外门;内门:单层木质内门。

表 2 严寒地区建筑围护结构参数				
类型	名称	围护结构材料	传热系数/ (W/(m ² ·K))	热惰性 指标 D
Ⅰ	外墙	250 加气混凝土	0.43	6.07
	屋顶	憎水珍珠岩保温	0.50	6.51
Ⅱ	外墙	240 砖墙+水泥膨胀珍珠岩	0.45	4.41
	屋顶	憎水珍珠岩	0.52	5.92
Ⅲ	外墙	钢筋混凝土+EPS 板	0.48	3.12
	屋顶	EPS 板	0.46	3.14

注:内墙:200 mm 混凝土;楼地:40 mm 混凝土;楼板:钢筋混凝土;外窗:双层玻璃窗,K=2.5 W/(m²·K);外门:双层木质外门;内门:单层木质内门。

作息规律,确定分析以下 4 种供暖模式下供暖热负荷及室内温度情况。

模式 1 连续运行;

模式 2 07:00—17:00 停暖,其他时间供暖;

模式 3 00:00—04:00,07:00—17:00 停暖,

其他时间供暖;

模式 4 00:00—04:00,07:00—11:00,13:00—17:00 停暖,其他时间供暖。

1.2 办公建筑模型

1.2.1 模拟建筑介绍

现以某办公楼为例,该办公楼共 5 层,层高为 3.6 m,总建筑面积为 2 645 m²。

1.2.2 模拟参数设置

冬季供暖室内设计温度:办公室为 20 ℃,活动室为 18 ℃,走廊和卫生间为 16 ℃;普通办公室和会议室照明功率密度值为 11 W/m²,走廊为 5 W/m²;普通办公室人均占有的使用面积为 4 m²/人,会议室为 2.5 m²/人,走廊为 50 m²/人,其他为 20 m²/人;对于房间内的电器设备的功率,普通办公室为 20 W/m²,会议室为 5 W/m²,走廊没有。照明开关时间表、房间人员逐时在室率和电器设备逐时使用率满足 GB 50189—2005《公共建筑节能设计标准》要求。

围护结构参数见表 1、2。

根据 GB 50189—2005《公共建筑节能设计标

准》对办公建筑运行的要求,现确定 2 种供暖模式。

模式 1:连续运行;

模式 2:07:00—18:00 供暖,其他时间停暖。

2 围护结构对建筑间歇供暖负荷的影响

建筑外墙和窗户是整个围护结构中的重要组成部分,其热损耗占建筑所有围护结构热损耗的比例也最大。通过研究热惰性指标不同的围护结构对热负荷的影响,最终分别给出不同地区居住建筑和办公建筑间歇供暖热负荷附加率。

2.1 外墙和屋面对间歇供暖负荷的影响

2.1.1 居住建筑

2.1.1.1 模拟分析

目前,我国现行的规范规定:“供暖室外计算温度,应采用历年平均不保证 5 天的日平均温度”。模拟计算获得大量数据,分析各地区最冷月相关数据,并以冬季供暖室外计算温度为参考,确定供暖热负荷数据分析的典型日。

利用 DeST-h 模拟计算,得到不同城市在各种间歇供暖模式下的供暖热负荷附加率,见表 3。

表 3 居住建筑间歇供暖模式下供暖热负荷附加率(DeST-h 模拟) %

围护结构类型	模式	上海	合肥	长沙	武汉	成都	北京	哈尔滨
I	2	10	10	1	11	5	13	43
	3	48	18	34	48	41	51	92
	4	29	28	17	29	23	30	66
II	2	20	9	3	15	9	14	42
	3	59	45	37	53	45	52	91
	4	39	27	21	34	28	34	65
III	2	16	12	4	14	10	13	41
	3	54	49	38	34	47	51	90
	4	35	31	22	33	29	33	65

从表 3 可以看出,模式 3 的附加率偏大,有些城市甚至达到 50% 以上,这将大大增加设备容量及管网的投资费用,不推荐使用,这主要是因为夜间停暖,房间损失热量大,当再次供暖时,为了使室内环境达到设计要求,需要给房间补充更多的热量,从而导致该模式的热负荷附加率增大。对于严寒地区,以哈尔滨地区为例,最低的附加率都达到 41%,不适合采用间歇供暖;对于寒冷地区,以北京为例,在模式 2 下,附加率为 13%~14%,在模式 4 下为 30%~34%,都属于工程设计中可以接受的范围,具体设计时可以根据实际情况在此范围内选用;对于夏热冬冷地区,由于各个城市的气象条件

不同,修正率相差较大,采用模式 2 时附加率为 1%~20%,采用模式 4 时附加率为 17%~39%。

不同的围护结构类型,在不同城市对间歇供暖热负荷附加率的影响也不相同,这主要与当地的气象条件有关。模式 2 的附加率最小,因为该模式是白天停暖,这段时间内一方面由于室外温度升高,房间向外散失的热量减小;另一方面有太阳辐射,向房间补充了热量。模式 4 的修正率介于前两者之间,该模式虽然在夜间也停暖,但是在白天午间供暖一段时间,向房间提供了热量,减缓了室内温度降低,午间的供暖量远远低于夜间停暖时热量的损失,所以比模式 2 的热负荷修正率要大,比模式 4 的小。

利用 DesignBuilder 分别模拟计算典型城市北京、上海和武汉的居住建筑在 3 种围护结构类型、4 种运行模式共 12 种情况下的供暖热负荷,获得大量的数据。连续运行模式和间歇运行模式下的冬季供暖热负荷指标见表 4。

表 4 居住建筑 4 种供暖模式下不同围护结构类型供暖热负荷指标(DesignBuilder 模拟) W/m²

围护结构类型		模式 1	模式 2	模式 3	模式 4
北京	I	48.89	55.52	71.80	62.53
	II	54.14	62.71	77.91	74.07
	III	51.91	59.21	74.85	65.45
上海	I	28.18	31.48	49.03	36.65
	II	30.32	35.84	48.08	43.18
	III	35.66	41.62	45.87	42.47
武汉	I	34.19	39.01	43.48	38.88
	II	30.17	35.05	45.04	39.83
	III	35.94	40.82	45.00	40.60

从表 4 可以看出,无论采用哪种围护结构类型,间歇供暖模式下的供暖热负荷指标都比连续供暖模式大,这是由于停暖时房间向外散出热量,当再次供暖时,不仅要补充维持房间设计室温的热量,还有补充围护结构和室内物品蓄存的热量。间歇运行模式下各围护结构类型供暖热负荷的附加率见表 5。

从表 5 可以看出,DesignBuilder 模拟结果与 DeST-h 模拟结果规律相同。

2.1.1.2 DeST-h 与 DesignBuilder 模拟结果对比

为了对比分析两种软件模拟结果的差异,现以寒冷地区典型城市北京和夏热冬冷地区典型城市上海的居住建筑为例进行分析。图 1 显示了北京和上海在模式 2 下两种模拟软件的模拟结果。

表 5 居住建筑间歇供暖模式下供暖热负荷附加率 (DesignBuilder 模拟) %

	类型	模式 2	模式 3	模式 4
北京	I	14	47	28
	II	16	44	37
	III	14	44	26
上海	I	12	45	30
	II	18	59	42
	III	17	29	19
武汉	I	14	27	14
	II	16	49	32
	III	14	25	13

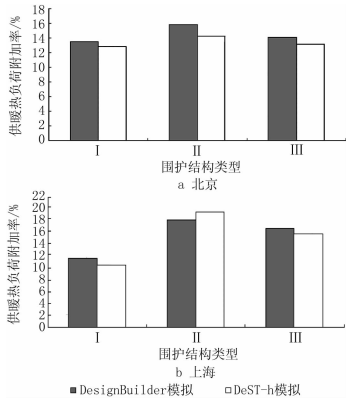


图 1 间歇供暖负荷附加率 DeST-h 和 DesignBuilder 模拟结果对比

从图 1 可以看到,这两种模拟软件的模拟结果接近,供暖热负荷附加率相差不超过 5%。

为了更进一步对比这两种软件的差异,现随机选取住宅模型采用围护结构类型 II 时,以北京地区冬季供暖期间 1 月 7—13 日的连续供暖模式(模式 1)和间歇供暖模式(模式 2)为例,分析说明供暖热负荷和室内温度的逐时波动情况,结果见图 2~4。

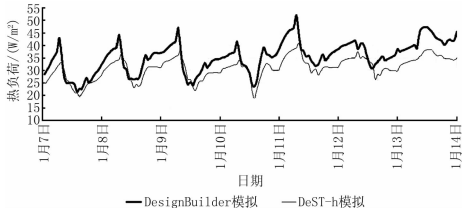


图 2 DesignBuilder 和 DeST-h 模拟连续供暖模式热负荷波动

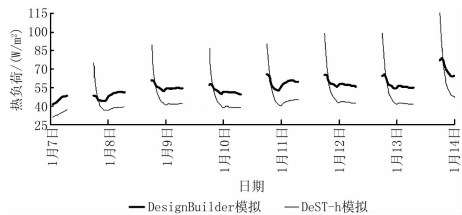


图 3 DesignBuilder 和 DeST-h 模拟间歇供暖模式热负荷波动

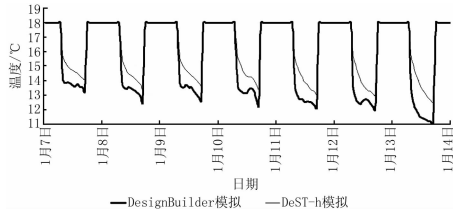


图 4 DesignBuilder 和 DeST-h 模拟间歇供暖模式温度波动

从图 2,3 可以看出,DesignBuilder 和 DeST-h 的模拟结果有一定的差异,但总体变化规律相同。当连续供暖时,随着白天和夜间的交替,供暖热负荷也相应地减小和增大,两种软件计算的值相差 15% 左右。当采用间歇供暖模式时,开始供暖时热负荷都很大,随着供暖时间的增加,热负荷逐渐减小,DeST-h 模拟结果波动较大,开始供暖时所需要的热负荷比平均值大很多,稳定之后热负荷又相对较小;DesignBuilder 模拟结果虽然开始供暖时所需负荷也相对较大,但供暖时间内整体波动比较小。从图 4 可以看出,在停暖期间,DesignBuilder 模拟计算的室内温度比 DeST-h 模拟计算的值要低,相差约 1℃。

2.1.2 办公建筑

2.1.2.1 模拟分析

利用建筑动态模拟分析软件 DeST-c 进行模拟计算,从 7 个典型城市的办公建筑在连续供暖模式和间歇供暖模式下热负荷数据统计中可以得到间歇供暖模式相对于连续供暖模式的供暖热负荷附加率,见表 6。

表 6 办公建筑间歇供暖模式下供暖热负荷附加率 (DeST-c 模拟) %

围护结构类型	上海	合肥	长沙	武汉	成都	北京	哈尔滨
I	8	19	18	16	16	24	28
II	22	13	22	29	21	23	29
III	16	15	14	25	25	23	29

从表 6 可以看出,当采用间歇供暖模式时,无论哪种围护结构,供暖热负荷附加率变化均较小。夏热冬冷地区供暖热负荷附加率为 8%~29%;寒冷地区典型城市北京约为 23%~24%;严寒地区哈尔滨约为 28%~29%。这主要是因为受室外温度影响,温度低的地区当间歇运行停暖时向外释放的热量较多,所以当开始供暖时需要补充的热量也相应增加。

使用 Designbuilder 对北京、上海与武汉进行模拟计算,供暖热负荷指标计算结果见表 7。间歇

供暖模式下不同围护结构类型时的供暖热负荷附加率见表 8。

表 7 办公建筑不同供暖模式、不同围护结构类型供暖热负荷指标 W/m²

		模式	类型 I	类型 II	类型 III
北京	连续		54.30	55.62	56.20
	间歇		67.08	65.02	67.03
上海	连续		47.74	48.08	49.68
	间歇		54.36	56.75	60.05
武汉	连续		45.96	47.48	48.55
	间歇		56.17	60.17	62.72

表 8 办公建筑间歇供暖模式下不同围护结构时的供暖热负荷附加率 %

	类型 I	类型 II	类型 III
北京	24	17	19
上海	14	18	21
武汉	22	27	29

从表 8 可以看出,上海和武汉间歇供暖热负荷附加率都是随着围护结构热惰性的减小而增大。这是因为热惰性大的建筑,当停止供暖时房间向外散失的热量少,室内温度波动小,当开始供暖时,供暖系统向房间提供的热量也就相对要小。但北京却没有这种规律,因为寒冷地区冬季室外温度比夏热冬冷地区低,围护结构热惰性影响不明显。

2.2 窗户对间歇供暖负荷的影响

2.2.1 居住建筑

从减少建筑能耗的角度出发,窗墙面积比是很重要的指标,根据 JGJ 134—2010《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》和 JGJ 26—2010《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》中对窗墙面积比的规定,在寒冷地区分析窗墙面积比范围为 0.20~0.35,间隔为 0.05 的 4 种情况;夏热冬冷地区分析窗墙面积比范围为 0.2~0.5,间隔为 0.05 的 6 种情况。

使用 DeST-h 和 DesignBuilder 模拟分析,结果显示对于某一个城市,无论选用哪种间歇供暖模式,当改变窗墙面积比时,供暖热负荷指标变化不大。现以夏热冬冷地区典型城市上海为例进行分析,各供暖模式下窗墙面积比变化对供暖热负荷的影响规律见图 5。

从图 5 可以看出,各供暖模式下,随着窗墙面积比的变化,热负荷的变化曲线基本上平行,其附加率也相同。这是因为在满足窗户热工和气密性要求前提下,由窗户所导致的热损失相差不大,而且窗户本身的蓄热性与外墙和屋面相比也是有限的。

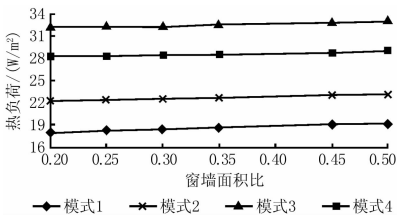


图 5 窗墙面积比变化对供暖热负荷的影响(DesT-h 模拟)

使用 DesignBuilder 模拟分析典型城市北京、上海和武汉在模式 1 和模式 2 下窗墙面积比变化对供暖热负荷的影响。供暖热负荷指标计算结果见表 9。

表 9 居住建筑窗墙面积比不同时供暖热负荷指标 (DesignBuilder 模拟) W/m²

		窗墙面积比			
供暖模式		0.2	0.3	0.4	0.5
北京	1	53.85	54.14	55.13	55.83
	2	61.96	62.71	63.34	65.51
上海	1	29.04	30.17	31.59	33.08
	2	34.20	35.05	37.56	39.11
武汉	1	30.16	30.32	31.29	32.83
	2	35.29	35.84	36.67	36.38

从表 9 可以看出,DesignBuilder 与 DeST-h 模拟结果的规律相同。

2.2.2 办公建筑

相对居住建筑来说,办公建筑窗墙面积比的适用范围更大,现选围护结构类型 II,使用两种软件模拟计算各气候区典型城市不同供暖模式下的热负荷。通过大量的数据统计发现,随着窗墙面积比的增大,各典型城市的热负荷也在增大,但增加的幅度并不大,附加率变化很缓慢,窗墙面积比为 0.2 时和 0.7 时最大差值在 1%~3% 之间变化。所以在满足热工要求的前提下,窗墙面积比的变化对间歇供暖负荷的影响甚小,可以不考虑。

3 换气次数对建筑间歇供暖负荷的影响

室内人员行为的不确定性和对室内温度的个性化要求会影响间歇供暖负荷和室内温度的稳定性^[5]。主要表现在不同区域窗户的冷风渗透和门窗的冷风侵入耗热量相差很大。对于该影响因素,主要通过改变建筑与外界的通风换气次数来研究其对间歇供暖热负荷的影响。

3.1 居住建筑

根据前文分析可知,严寒地区的居住建筑不适合采用间歇供暖,在此不再考虑。现以寒冷地区和夏热冬冷地区选用围护结构类型 II 进行模拟。

在满足相关节能标准要求前提下,分别计算北京和上海换气次数为 0.5,0.7,1.0,1.5,2.0 h⁻¹ 时,连续和间歇供暖模式下热负荷的变化情况,每个城市计算 20 种运行工况。通过 DeST-h 模拟计算得出的结果见表 10。

供暖模式		表 10 居住建筑不同换气次数时的热负荷指标 (DeST-h 模拟) W/m ²				
		换气次数/h ⁻¹				
		0.5	0.7	1.0	1.5	2.0
北京	1	29.15	33.71	40.78	51.80	62.99
	2	31.84	36.84	46.59	59.01	72.87
	3	40.01	47.91	61.85	77.91	95.50
	4	34.65	41.61	54.48	68.47	84.50
上海	1	13.55	16.41	21.80	26.43	32.64
	2	15.13	18.81	26.07	33.18	41.79
	3	20.25	25.11	34.63	43.79	54.76
	4	17.60	21.88	30.34	38.55	48.52

从表 10 可以看出,随着换气次数的增大,各典型城市单位面积平均供暖热负荷逐渐增大。换气次数每增加 0.5 h⁻¹,间歇供暖热负荷约增加 25%~30%,热负荷附加率增加约 5%。这主要是因为随着进入室内冷风量的增大,为了维持室内的热环境,需要为房间提供更多热量,这必然导致热负荷的增大。而且空气的比热容相对较小,当采用间歇供暖模式时,进入室内的空气并没有起到维持室温的作用,而是加剧了室温的降低,从而导致间歇供暖时的热负荷附加率增大。

DesignBuilder 模拟选取典型城市北京和上海,计算通风换气次数为 0.5,1.0,1.5,2.0 h⁻¹ 时,间歇供暖模式下热负荷变化情况,结果如图 6 所示。从图 6 可以看出,典型城市连续和间歇供暖的热负荷都随着换气次数的增大而增大,换气次数每增加 0.5 h⁻¹,供暖热负荷约增加 30%,间歇供暖附加率增加 3%~10%,增加的幅度越来越小。

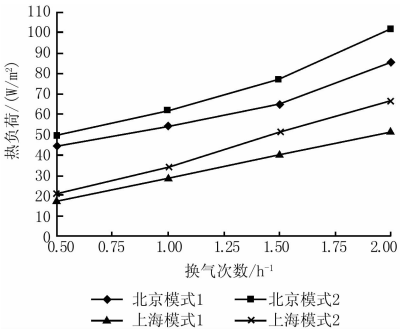


图6 典型城市供暖热负荷随换气次数的变化 (DesignBuilder 模拟)

3.2 办公建筑

与 3.1 节采用的方法一样,使用两种软件模拟分析办公建筑在连续和间歇供暖模式下热负荷的变化情况,所得规律相似。以北京和上海为例,DeST-c 模拟结果见图 7。

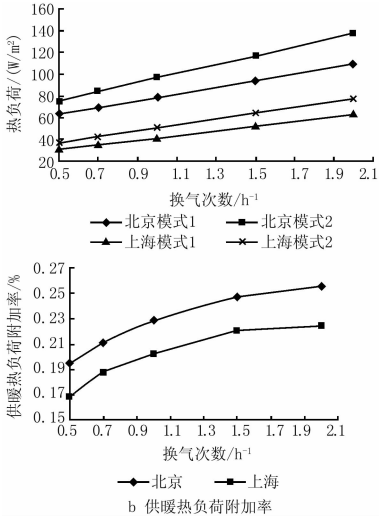


图7 供暖热负荷和附加率随换气次数的变化 (DeST-c 模拟)

4 供暖方式对建筑间歇供暖负荷的影响

目前,散热器和地板辐射是最常用的供暖方式。由于散热特征和蓄热性能不同,对间歇供暖负荷的影响也不同。通过改变散热设备的数量来研究间歇供暖中温度的升降时间及室内温度的稳定性。

分别取典型城市北京、上海和武汉的居住建筑进行模拟分析,围护结构选用类型Ⅱ。3 个典型城市的供暖热负荷和间歇供暖热负荷附加率的 DesignBuilder 模拟结果见表 11。

表 11 不同供暖方式热负荷及其附加率				
供暖模式	散热器热负荷/(W/m ²)	地板辐射热负荷/(W/m ²)	散热器热负荷附加率/%	地板辐射热负荷附加率/%
北京	1 54.14	50.94		
	2 62.71	56.93	15.83	11.76
	3 77.91	72.11	43.90	41.56
	4 74.07	64.70	36.81	27.01
上海	1 30.32	27.59		
	2 35.84	31.24	18.21	13.23
	3 48.08	43.69	58.58	58.35
	4 43.18	38.91	42.41	41.03
武汉	1 30.17	27.82		
	2 36.05	31.75	19.49	14.13
	3 45.04	40.86	49.29	46.87
	4 39.83	35.69	32.02	28.29

从表 11 可以看出,连续供暖模式和间歇供暖模式下地板辐射供暖的热负荷指标比散热器供暖小,并且间歇供暖时二者的差值更大。对比间歇供暖热负荷附加率,地板辐射供暖的附加率比散热器供暖约小 3%~10%,这主要是因为间歇供暖时地板辐射供暖的热惰性大,室内温度波动较小,所需供热系统补充的热量也小。

北京 1 月 7—13 日间歇供暖时的室内逐时温度见图 8。

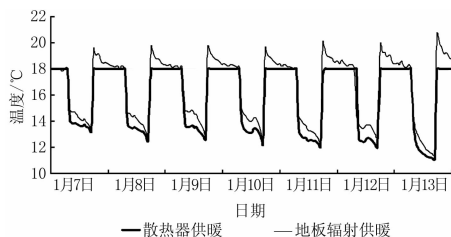


图 8 不同供暖方式间歇供暖时的室内温度波动

从图 8 可以看出,当停止供暖时散热器供暖由于蓄热性能差,热惰性小,相比地板辐射供暖室内温度波动较大,温度降低的幅度较大。当开始供暖时,散热器供暖迅速达到室温要求,而地板辐射供暖由于其热惰性比较大,温度不太容易控制,室温先升高约 1 °C,然后再降低维持在室内设计温度。

5 结论

5.1 对于居住建筑,当采用白天停暖、晚间供暖的

间歇供暖模式时,寒冷地区典型城市的热负荷附加率为 13%~14%,夏热冬冷地区典型城市的热负荷附加率约为 1%~20%;模式 3 附加率较大,有的甚至达到 50%以上,不推荐使用;模式 4 下寒冷地区的热负荷附加率约为 30%~34%,夏热冬冷地区的热负荷附加率为 17%~39%。

5.2 对于办公建筑,夏热冬冷地区间歇供暖热负荷附加率为 8%~29%,寒冷地区典型城市北京为 23%~24%,严寒地区典型城市哈尔滨为 28%~29%。

5.3 在节能标准要求的范围内,窗墙面积比对间歇供暖热负荷的影响可以忽略。换气次数每增加 0.5 h⁻¹,典型城市间歇供暖热负荷附加率约增加 5%;地板辐射供暖的间歇供暖热负荷附加率比散热器供暖约小 3%~10%。

参考文献:

- [1] 周智泉. 浅析间歇供暖存在的问题[J]. 科技信息, 2007 (13):225
- [2] 孙培良. 连续采暖与间歇采暖的对比分析[J]. 低温建筑技术, 2006(3):124-125
- [3] 李兆坚, 江亿, 燕达. 住宅间歇供暖模拟分析[J]. 暖通空调, 2005, 35(8):110-113
- [4] 陈玲. 间歇供暖负荷计算方法研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2010
- [5] 许景峰. 间歇采暖条件下建筑围护结构热工性能评价研究[D]. 西安:西安建筑科技大学, 2004:33-53