

严寒地区村镇住宅节能体型系数研究

李桂文¹, 许淑君¹, 毛 靓^{1,2}, 金梦潇¹, 张 斌¹, 方修睦³, 姜凤宇¹

(1. 哈尔滨工业大学 建筑学院, 150006 哈尔滨; 2. 东北林业大学 园林学院, 150040 哈尔滨;

3. 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 150090 哈尔滨)

摘 要: 我国严寒地区村镇住宅冬季采用分户乡土式采暖方式, 采暖期达半年之久, 采暖能耗很大. 为了提出国家标准《村镇住宅节能设计标准》中有关严寒地区的节能体型系数的控制性指标, 本文在严寒气候区实测了57户村镇住宅, 通过数理分析, 得出了体型系数的实际情况; 针对影响严寒地区住宅建筑体型系数的平、剖面形式, 面积大小, 栋深组合长度等因子进行分析, 提出了减少体型系数的各种因子参数控制范围; 提出了按照层数不同, 分别确定体型系数的结论, 一层住宅建筑体型系数宜 <0.75 , 二层住宅建筑体型系数宜 <0.59 .

关键词: 严寒地区; 村镇住宅; 体型系数

中图分类号: TU241.4

文献标志码: A

文章编号: 0367-6234(2012)06-0074-04

Shape coefficient of energy efficiency of rural residence in severe cold region

LI Gui-wen¹, XU Shu-jun¹, MAO Liang^{1,2}, JIN Meng-xiao¹, ZHANG Bin¹, FANG Xiu-mu³, JIANG Feng-yu¹

(1. School of Architecture, Harbin Institute of Technology, 150006 Harbin, China;

2. School of Landscape Architecture, Northeast Forestry University, 150040 Harbin, China;

3 School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, 150090 Harbin, China)

Abstract: Chinese rural residence in severe cold regions uses local type heating in winter. Heating period is six months and the energy consumption of heating is huge. In order to raise the controlling index about shape coefficient of energy efficiency in the "design standard for energy efficiency of rural residence", the paper measured 57 rural residences in severe cold regions and got the shape coefficient by mathematical analysis. The control range of different factors on reducing shape coefficient according to Plane form, Profile form, acreage, length of building depth group, and slope of roof, which affect the shape coefficient of rural residence in severe cold regions were presented. The shape coefficient can be got according to the floor quantity. The shape coefficient of one-layer residence should be less than 0.75, and that of two-layer residence should be less than 0.59.

Key words: severe cold region; rural residence; shape coefficient

1 研究背景

建筑体型系数是我国现行各类城市建筑节能设计中均需要控制的一个参数指标. 对于村镇住宅的建筑节能设计, 其体型系数也应该是一个需

要控制的参数指标. 本文针对严寒气候区村镇住宅体型系数与耗热量指标进行研究.

1.1 体型系数与耗热量

体型系数是指建筑物与室外大气接触的外表面积与其所包围的体积的比值. 外表面积是直接对外散热面, 维护结构外表面积的传热量和传热阻成正比, 外表面积越大传热越多.

体型系数对建筑能耗影响较大, 其数值在0.3的基础上每增加0.01, 能耗增加2.4%~2.8%; 每减少0.01, 能耗约减少2.3%~3%. 严寒地区如果将体型系数值变小, 会使维护结构的传热系数变得

收稿日期: 2011-07-18.

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目“农村住宅节能技术标准研究”(2008BAJ08B12); “十一五”国家科技支撑计划项目“农村住宅设计标准研究”(2008BAJ08B10).

作者简介: 李桂文(1943—), 女, 教授, 博士生导师.

通信作者: 李桂文, liguiwen@hit.edu.cn.

很小,使得维护结构传热系数限值在现有的技术条件下实现有难度,同时投入成本太大^[1]. 本文利用DOE-4 软件通过增减北京地区多层建筑模型的层数得到不同体型系数的建筑模型,并计算不同体型系数建筑的耗热量指标. 由图1 可以看出体型系数与建筑耗热量指标呈线性关系. 故应在综合考虑农村住宅居住现状和耗热量值控制的前提下,提出合理的体型系数.

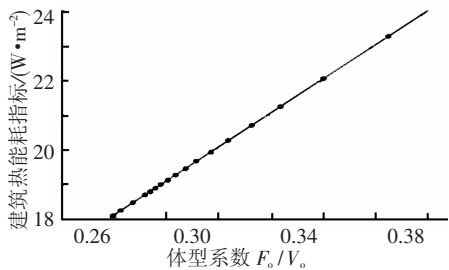


图1 体型系数与耗热量指标

1.2 现行标准规定

我国现行严寒地区低层居住建筑的体型系数限值规定如下:国家现行节能标准规定,体型系数限值 ≤ 0.5 ^[1];辽宁省现行节能标准规定,体型系数限值 ≤ 0.55 ^[2];吉林省现行节能标准规定,体型系数限值 ≤ 0.5 ^[3];黑龙江省现行节能标准规定,体型系数限值 ≤ 0.5 ^[4]. 这里低层(≤ 3 层)的居住建筑在条文解析中指出是别墅、托幼、疗养院,不含村镇住宅.

村镇住宅建筑耗热量指标和传热系数限值应

与城镇低层居住建筑有较大差异. 如何确定适合严寒地区农村居住建筑的体型系数,是当前村镇住宅建筑节能标准研究中一个比较关注的问题.

1.3 严寒地区村镇住宅平房率高

2006 年第六次全国农业普查中的数据显示,东北地区村镇住宅户均拥住宅面积 80.3 m^2 ,楼房占 2.2% ,平房占 96.8% ,其他占 1% ^[1]. 调查户中平房率 90% . 低层建筑的耗热量指标比多层高 $10\% \sim 30\%$ ^[5],低层建筑中平房耗热量指标因其体型系数大,能耗更大. 长久以来,由于受到经济发展水平的制约,农村住宅多以自建为主,缺乏规范指导,节能意识不足,导致能源浪费严重.

2 实态调查分析

通过入户调研、发放问卷、现场测绘等方式,调研了黑龙江、吉林、辽宁 3 省共 31 户,收集到了大量的农村住宅的基础数据. 通过测绘、计算分析比较,得出严寒地区村镇住宅体型系数值约为 $0.57 \sim 0.90$,见表 1. 其中平房住宅的体型系数值为 $0.57 \sim 0.90$,二层住宅的体型系数值为 $0.58 \sim 0.62$. 与 2010 年 8 月执行的《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》(三层以下建筑,体型系数 ≤ 0.50)相比,近乎所有的村镇住宅在体型系数上不达标.

对黑龙江省住建厅组织的新农村设计图(有的已实施)进行计算,见表 2.

表1 实态调研农户情况统计

农户所在地区	层数	面积/ m^2	层高/ m	体型系数	栋长/ m	栋深/ m
黑龙江铁东村	1	107.48	3.00	0.57	8.85	12.09
哈尔滨市郊区朝鲜东明村 1	2	177.95	3.00	0.58	8.75	10.17
吉林省八家子新村	2	190.00	6.00	0.58	10.00	9.50
哈尔滨市郊区朝鲜东明村 2	2	111.82	3.00	0.61	7.30	7.67
黑龙江克东县新兴村	2	187.29	6.20	0.62	7.50	12.50
黑龙江省哈尔滨近郊	1	83.53	2.80	0.62	11.70	7.00
黑龙江省黑河市幸福乡之路村	1	121.00	3.20	0.69	15.30	7.94
吉林梨树郭家店 1	1	104.96	3.00	0.70	12.80	8.20
黑龙江克东县光明村	1	118.75	3.00	0.70	12.50	9.50
黑龙江省齐齐哈尔任海吉家	1	96.53	3.15	0.71	12.60	7.38
黑龙江英勇铁东村	1	139.14	2.80	0.71	15.60	8.90
吉林省松源市大河基地	1	109.17	3.00	0.73	13.64	8.00
吉林省松源市达里巴村	1	78.49	3.60	0.73	9.45	8.30
黑龙江牡丹江民主村	1	55.90	2.80	0.73	9.76	5.73
黑龙江肇源县新站	1	106.96	3.00	0.73	12.30	8.70
吉林省蛟河市东荒地村 1	1	116.00	2.80	0.74	14.50	8.00
吉林梨树源灯笼山	1	102.48	3.30	0.74	10.70	9.56
黑龙江大庆石油	1	98.74	3.00	0.75	13.00	7.60
黑龙江黑河市海口镇常胜村	1	108.00	2.90	0.75	14.40	7.50
吉林梨树万发乡	1	99.28	3.00	0.76	14.60	6.80
黑龙江大庆市高台子镇西太平村	1	101.00	3.00	0.76	10.20	8.70
黑龙江大庆小东村	1	89.11	3.00	0.77	12.73	7.00
吉林省蛟河市东荒地村 2	1	70.00	3.50	0.79	10.00	7.00
哈尔滨市郊区朝鲜东明村 3	1	81.54	3.00	0.79	12.00	6.77
黑龙江省大庆市林甸县胜利村	1	81.00	3.30	0.82	12.40	6.50
哈尔滨市郊区朝鲜东明村 4	1	81.54	3.00	0.83	9.80	8.32
吉林梨农安前塘家	1	60.90	3.20	0.85	10.50	5.80
吉林梨树郭家店 2	1	59.59	3.00	0.87	10.00	5.90
齐齐哈尔市甘南县甘南镇	1	58.32	2.90	0.90	10.82	5.40

表 2 农村住宅体型系数统计

序号	农户所在地区	层数	表面积/m ²	体积/m ³	体型系数
黑-1	黑龙江哈尔滨	1	216.00	291.50	0.741
黑-2	黑龙江哈尔滨	1	256.50	364.35	0.704
黑-3	黑龙江哈尔滨	1	220.50	299.59	0.736
黑-4	黑龙江哈尔滨	1	285.72	425.18	0.672
黑-5	黑龙江哈尔滨	1	207.21	278.13	0.745
黑-6	黑龙江哈尔滨	1	153.33	175.64	0.873
黑-7	黑龙江哈尔滨	1	187.67	241.84	0.776
黑-8	黑龙江哈尔滨	1	181.50	221.61	0.819
黑-9	黑龙江哈尔滨	1	273.50	406.39	0.673
黑-10	黑龙江哈尔滨	1	189.08	233.43	0.810
黑-11	黑龙江齐齐哈尔	1	382.50	591.19	0.647
黑-12	黑龙江齐齐哈尔	1	247.50	348.10	0.711
黑-13	黑龙江齐齐哈尔	1	216.00	291.50	0.741
黑-14	黑龙江齐齐哈尔	1	256.50	364.35	0.704
黑-15	黑龙江齐齐哈尔	1	220.50	299.59	0.736
黑-16	黑龙江齐齐哈尔	1	200.81	264.22	0.760
黑-17	黑龙江齐齐哈尔	1	235.43	325.18	0.724
黑-18	黑龙江齐齐哈尔	1	247.50	348.10	0.711
黑-19	黑龙江齐齐哈尔	1	245.43	347.63	0.706
黑-20	黑龙江齐齐哈尔	1	282.24	440.31	0.641
黑-21	黑龙江齐齐哈尔	2	391.86	709.15	0.552
黑-22	黑龙江齐齐哈尔	2	456.42	774.74	0.589
黑-23	黑龙江齐齐哈尔	2	565.26	891.06	0.634
黑-24	黑龙江齐齐哈尔	2	506.25	883.35	0.570
黑-25	黑龙江齐齐哈尔	2	425.56	784.38	0.540
黑-26	黑龙江齐齐哈尔	2	447.72	775.74	0.577
黑-27	黑龙江齐齐哈尔	2	765.84	1 524.77	0.502
黑-28	黑龙江齐齐哈尔	1	329.06	499.33	0.659

通过调研和图集数据分析,得出统计结果:46 户一层住宅体型系数平均值为 0.74;11 户二层住宅体型系数的平均值为 0.59。

3 体型系数控制对策

严寒地区村镇住宅体型系数的确定不能照搬城镇低层建筑的值。在尊重现状和保证农户使用前提下,应通过对住宅的平面面积、平面形式、房间的长宽比、屋面坡度、层高和层数等相关影响因素的分析,慎重对待。

3.1 面积和平面形式紧凑

2006 年第二次全国农业普查对 40 656 个乡镇级行政单位,22 592 万个住户农村居民的生活条件进行了调查。调查显示,东北地区农村居民平均每户拥有住宅面积约 80.3 m²[6]。从现状调查看,严寒地区村镇住宅的面积普遍偏小,栋深一般为 7~9 m。

北方传统农宅平面多为三至五开间的坐北朝南的“长方形”。针对现代农民的生产生活变化,在继承传统平面功能的基础上,合理扩大栋深形成紧凑型平面布局,并减少相应的凹凸变化,可有效降低体型系数。

在试做方案中,设定建筑物的高度和面积一定,发现栋深越大,体型系数越小,而且减小幅度比较大,即栋深每增加 2 m 其体型系数就可降低 1%~2.5%。因此,村镇住宅增加建筑物的栋深,可以较大幅度减小体型系数。

通过对村镇住宅平面形式的调研分析,提出:当建筑面积 < 120 m²,建议设计为一层,栋深为

8~9 m,栋长为 10~16 m;当建筑面积 > 120 m²时,建议设计二层。

3.2 层高和层数调整

2006 年全国农业普查显示,我国村镇住宅多采用 2.7~3.0 m 层高。

严寒气候区地处我国北方,地广人稀,且多为经济不发达地区,从空间的使用、造价、室内环境质量及节能等多个角度分析,一层的村镇住宅符合现有国情。且当住宅层高从 3 m 降到 2.8 m 时,平均每套住宅综合造价可下降 4%~4.5% [7]。针对以上两点,在保证农户居住舒适度和采光性的前提下,以降低层高、增加层数为原则进行调整,同时结合不同层高对造价与体型系数的影响,将单层建筑的层高设定为 2.7~3.0 m,双层建筑的首层设定为 2.7~3.0 m,总高度为 5.7~6.0 m。这种层高限定,具有广泛的应用价值。

3.3 保温层宜设在吊顶上

对于此次调研村镇住宅来看,严寒地区村镇住宅多为坡屋顶,其坡度 19°~37°不等,坡屋顶内设吊棚,吊棚上放置保温层。这种构造的保温层所用材料可选种类多,易从当地获取,施工方便,经济性好。本研究认为,这种做法在严寒地区村镇住宅具有可持续性推广应用价值;通过计算分析,本文提出坡屋顶住宅体型系数应以保温层以下的空间参数作为计算参数。坡屋顶的保温层若利用双层复合保温方案 [8] 和直接放在吊顶上的方案,其体型系数均为

$$S = F_0/V_0 = (2hw + 2hl + wl)/hwl,$$

式中: h 为层高; w 为栋深; l 为栋长。

以调研中的父子户住宅为例,其 $l = 16.4\text{ m}$, $w = 8\text{ m}$, $h = 3\text{ m}$,屋面坡度 $\alpha = 31.5^\circ$.当采用一体化的屋顶双层复合保温模式时,体型系数 $S = 0.71$.

3.4 增加联排户数

对于多户联排的住宅来说,当 h, w, l 为常数时, S 随户数 n 的增大而减小.多户联排住宅组合设计,可以有效降低体型系数.通过实证进行推导

表3 平房拼联户数与体型系数

n	1	2	3	4	5	6	...	∞
S	0.720	0.640	0.610	0.597	0.590	0.583	...	0.550

当村镇住宅为二层建筑时,令 $h = 6\text{ m}$; $w = 9\text{ m}$; $l = 12\text{ m}$, $S = 1/(6n) + 7/18$,当 n 为如下值

表4 二层拼联户数与体型系数

n	1	2	3	4	5	6	...	∞
S	0.560	0.470	0.444	0.430	0.420	0.417	...	0.390

从表3、4可见,当户数 n 增加时,体型数随之减小;但是无论增大多少,且当序列 $n > 4$ 后,体型系数 S 随 n 的变化就不是很明显了.

因此,对于村镇住宅,建议将独立式住宅设计为联排式,且最好在4户以上,以达到最佳长度,

论断.
假设其组合户数为 n , $F_0 = 2hw + 2nlh + wl$, $V_0 = nhwl$ 即 $S = (2hw + 2nlh + nwl)/nhwl = 2/nl + 2/w + 1/h$;

当村镇住宅为一层建筑时,令 $h = 3\text{ m}$; $w = 9\text{ m}$; $l = 12\text{ m}$, $S = 1/6n + 5/9$,当 n 为如下值时,体型系数见表3.

时,体型系数见表4.

可以有效降低其体型系数.
根据目前农村居民常用住宅建筑形态,拟作一层 90 m^2 、一层 120 m^2 和二层 80 m^2 3种基本村镇住宅建筑形式作为严寒地区村镇住宅体型系数标准样本,具体指标见表5.

表5 3种基本住宅形式与体型系数

建筑面积/ m^2	栋长/ m	栋深/ m	层高/ m	表面积/ m^2	体积/ m^3	体型系数
90	10.3	8.7	3(一层)	203.61	268.83	0.75
120	13.3	9.0	3(一层)	253.50	359.10	0.71
180	10.3	8.7	6(二层)	317.61	537.66	0.59

4 结 语

2010年8月起执行的JGJ26—2010《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》规定:三层以下建筑,体型系数 ≤ 0.50 .本文研究得出严寒地区的村镇住宅与上述规定有很大区别,研究认为,村镇住宅节能应建立专用的节能指标体系.关于体型系数,建议严寒地区村镇住宅应按照不同层数确定不同的体型系数限值.当建筑为一层时,建议其体型系数限值宜 < 0.75 ;当建筑为二层时,建议其体型系数限值宜 < 0.59 .并建议村镇住宅的栋深宜 $> 8\text{ m}$,尽量做到3户以上联排.利用好体型系数这一约束条件进行村镇住宅设计,就为实现节能把好第一关,也为村镇住宅形态设计多样化提供了前提.

参考文献:

[1] 中国建筑科学研究院. JGJ26—2010 严寒和寒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.
[2] 辽宁省建筑科学研究院. DB21/T1476—2006

J10922—2007 辽宁省居住建筑节能设计标[S]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2006.
[3] 吉林省建筑设计院有限责任公司. DB22/T164—2007 吉林省建筑节能设计标准(节能50%)[S]. 长春:吉林省建设厅,2007.
[4] 哈尔滨工业大学. DB23/T120—2001 黑龙江省居住建筑节能65%设计标准[S]. 哈尔滨:黑龙江省建设厅,2008.
[5] 中国建筑科学研究院. JGJ26—95 民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)[S]. 北京:中国建筑工业出版社,1996.
[6] 国务院第二次全国农业普查领导小组办公室. 第二次全国农业普查主要数据公报[EB/OL]. 2008. 2. 26. http://www.china.com.cn/policy/txt/2008-02/21/content_10364256_9.htm.
[7] 李全斌. 农村住宅建筑层高小议[J]. 建筑节能,1990(4):7.
[8] 李桂文,徐其态,方修睦. 严寒地区村镇住宅屋顶双层复合保温模式初探[J]. 哈尔滨工业大学学报,2010,42(10):1614-1617.

(编辑 赵丽莹)