关于建筑节能标准中体形系数规定的刍议

□ 同济大学　林美顺　潘毅群　朱明亚　王秋润

摘要　现行的建筑节能设计标准对体形系数作强制性规定，但标准研究制定体形系数相关规定时对建筑使用模式的假设与实际情况之间有很大差别，而且标准中关于体形系数的强制性规定限制了实际中建筑师对建筑体形的设计。本文针对建筑使用模式和建筑围护结构热工性能对建筑能耗的影响，分析了建筑体形系数与建筑能耗的关系，认为在严寒、寒冷地区，为降低采暖能耗，对建筑体形系数限值是合理的，但出于降低建筑总能耗的目，仍需谨慎设计建筑体形；但对于南方地区，建议不对体形系数进行限制。在气候适宜的地区，为充分利用自然通风、自然采光，可以适当放大体形系数。

关键词　建筑节能；体形系数；使用模式；能耗模拟

0、引言

建筑物的体形系数是我国建筑节能设计标准中的重要概念[1]，体形系数越大，单位体积通过单位外表面积的得热或散热就越多，反之亦然。而且，室内外温差越大，这一规律表现得越明显，因此标准中规定控制体形系数。从1986年颁布的我国第一部建筑节能设计标准（JGJ26-86）起，到严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准（JGJ26-2010，夏热冬冷地区的居住建筑节能设计标准（JGJ134-2010）以及《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2005），均对体形系数做了强制性规定[2]。而且建筑围护结构的各项指标如传热系数、窗墙比等均据此设定了不同的限值要求。如果不满足该指标要求则需要进行围护结构热工性能的权衡判断，以评价拟建建筑是否符合节能标准。

我国建筑节能设计标准的编制思路是“先北方（严寒、寒冷地区）后南方”，而且标准中限制体形系数的前提是假定建筑在采暖或空调季，暖通空调系统连续运行，即为“全空间、全时间”的运行模式[3]。我国北方城镇居住建筑大部分采用集中采暖系统，在整个采暖期内，对全部的建筑空间进行采暖，这与节能标准中假设的建筑使用方式基本相同。但在夏热冬冷和夏热冬暖地区，广泛存在的是一种“部分空间、部分时间”的空调采暖方式，其运行模式与标准制定中假设的运行模式有较大差别。

本文考虑建筑的使用模式，分析体形系数与建筑能耗、建筑节能之间的关系，对建筑节能标准中体形系数的规定进行探讨。

1、研究方法

本文选取北京和上海分别作为寒冷地区和夏热冬冷地区的典型代表，考虑建筑的使用模式及提升围护结构热工性能对建筑能耗的影响，利用建筑能耗模拟软件对不同体形系数的建筑进行模拟，计算得到建筑全年能耗。

由于建筑本身是一个复杂的、多因素相互耦合作用的系统，因此系统有效的建筑能耗性能分析往往需要借助一些能耗模拟软件来完成。目前常用的能耗分析软件有DOE-2，eQUEST，EnergyPlus，ESP-r，DeST等[4]。

根据现行建筑节能标准中关于建筑体形系数的限值规定（见表1），选取不同体量、不同体形系数的建筑为对象，利用建筑能耗模拟软件eQUEST计算得到其能耗结果。

表1　北京、上海居住建筑体形系数限值[5][6]

建筑层数	≤3层	4~8层	9~13层	≥14层
北京_体形系数	≤0.52	≤0.33	≤0.30	≤0.26
建筑层数	≤3层，且建筑高度≤10m	4~11层		≥12层
上海_体形系数	≤0.55	≤0.44		≤0.35

2、模拟计算

2.1　建筑模型

建筑模型分为A户型组和B户型组，A户型组的4个建筑模型体形系数在标准限值范围内，B户型组4个建筑模型的体形系数均大于A户型组中对应建筑层数的模型的体形系数，且当把模型运用到上海地区时，B户型组模型的体形系数已超出上海居住建筑标准规定的体形系数限值。建筑层高相同，均为2.9m，A户型组和B户型组所对应的体形系数如图1所示，体形系数随着建筑层数（建筑楼高）的增加而减小。建筑朝向为建筑长边朝南北方向，建筑模型参数见表2。

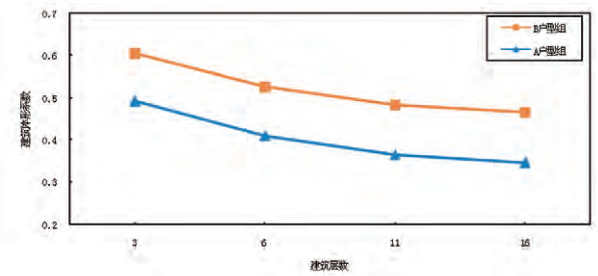

图1　建筑模型体形系数

DOI：10.16116/j.cnki.jskj.2016.02.025

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表2 居住建筑模型参数

户型	建筑层数	建筑高度(m)	建筑面积(m^2)	建筑外表面积(m^2)	建筑体积(m^3)	体形系数
A	16	46.4	5986.07	5922.90	17173.24	0.345
	11	31.9	4234.93	4399.92	12102.60	0.364
	6	17.4	2483.78	2876.93	7031.95	0.409
	3	8.7	1433.09	1963.15	3989.57	0.492
B	16	46.4	5076.08	6772.06	14562.27	0.465
	11	31.9	3587.51	4947.50	10251.94	0.483
	6	17.4	2098.94	3122.94	5941.61	0.526
	3	8.7	1205.80	2028.20	3355.42	0.604

2.2 模型参数设置

将围护结构热工参数设置分为两组，第一组按照建筑节能设计标准的限值设置，第二组加强围护结构性能，设置的围护结构热工参数优于第一组，围护结构热工参数设置如表3。在模拟中先将A户型组和B户型组的围护结构热工参数按照第一组围护结构设置，然后再将体形系数较大的B户型组的围护结构热工性能加强，按照第二组设置。模拟结果分析中将以上三组简记为：A户型组、B户型组及B户型围护结构加强组。

表3 北京、上海居住建筑模型围护结构参数

	北京		上海	
	第一组	第二组	第一组	第二组
围护结构	传热系数W/(m^2·K)	传热系数W/(m^2·K)	传热系数W/(m^2·K)	传热系数W/(m^2·K)
外墙	0.3	0.24	1.2	0.8
屋顶	0.3	0.2	0.8	0.8
外窗	1.5	1.3	3	2
外窗遮阳系数	SC=0.4	SC=0.45	SC=0.45	SC=0.2

以下模型输入参数均相同：

（1）内部负荷：人员密度40m^2/p，照明7W/m^2，设备5W/m^2，厨房电器5W/m^2。

（2） 居住建筑模拟均考虑自然采光，当自然光能满足室内照度要求时调暗或关闭照明设备。

（3）室内设计温度：夏季26℃，冬季18℃。

（4）冷热源采用分体式空调；制冷COP：2.89，制热COP：3.16。

（5）考虑居住建筑空调不设新风，而采用开窗换气，设置居住建筑渗透率为0.5ACH，并辅以渗透时间表，以模拟开窗行为。

对于居住建筑，由于居住人群的生活习惯各异，使得居住建筑室内负荷和用能系统运行时间表较难统一。居住建筑的使用情况具有很强的不确定性，大体有以下四种情景（表4）。

表4 居住建筑常见使用情景

情景	用户使用情况
情景1	工作日晚上使用，周末在家
情景2	工作日和周末都在家
情景3	工作日中午在家，周末不在家
情景4	工作日不在家，周末在家

为了使建筑能耗模拟结果更接近实际运行情况，需设定合适的使用情景。本研究中选用综合了常见4种居住建筑情景的“综合情景”来进行模拟计算。在模拟过程中，为综合考虑以上四种情景，分别对其设定不同的各类负荷（包括人员、照明、非厨房设备）和空调系统使用时间表，并且通过实际调研确定各种情景的用户数占比。其中各类使用情景的用户占比依次为40%、20%、15%和25%。另外，暖通空调系统使用方式为：北京地区采暖季连续供热，采用“全部空间、全部时间”的运行模式，制冷季间歇制冷，采用“部分空间、部分时间”的运行模式；而上海地区则全年采用“部分空间、部分时间”的运行模式.。室内负荷及空调系统时间表如图2、图3。

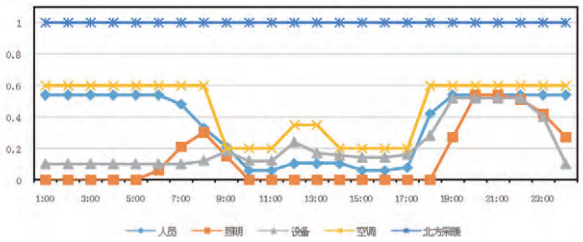

图2 综合情景工作日室内负荷和空调系统时间表

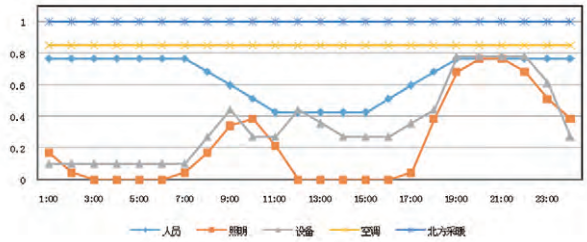

图3 综合情景周末室内负荷和空调系统时间表

对于厨房设备，考虑生活习惯较为一致，设置统一的使用时间表（见图4）。

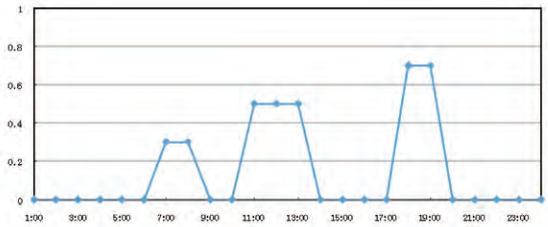

图4 居住建筑厨房设备使用时间表

2.3 计算结果

通过软件计算得到建筑全年能耗。北京地区采用连续的集中采暖，采暖能耗与其他能耗分别列出，结果如图5、6。

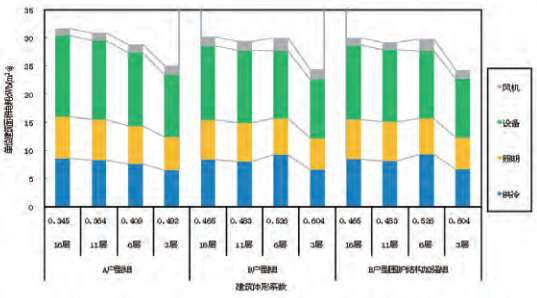

图5 北京居住建筑模拟结果1

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

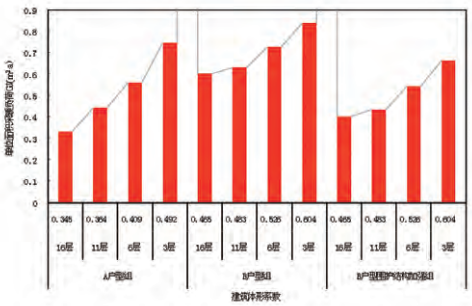

图6 北京居住建筑模拟结果2

上海地区居住建筑模型模拟结果见图7。

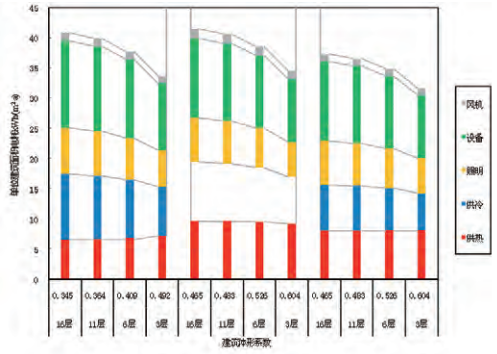

图7 上海居住建筑模型模拟结果

为分析建筑使用模式对建筑能耗的影响，以上海地区居住建筑为例，不同使用情景对应的能耗结果如图8所示。

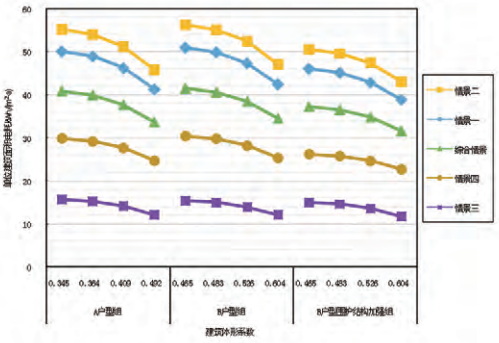

图8 不同使用模式的建筑能耗结果

3、结果分析

3.1 图5、图6给出了北京地区居住建筑模型的计算结果，从三组模型结果可知，随着体形系数的增加，单位面积采暖能耗有明显的增加趋势，而单位面积供冷能耗及照明能耗有降低趋势。在相同的建筑层数（建筑高度）情况下，体形系数越大，建筑能耗越大。另外，如果加强建筑围护结构保温性能，体形系数较大的建筑的全年能耗也有可能小于体形系数较小的建筑。

3.2 图7给出了上海地区居住建筑模型的计算结果，从三组模型结果可知，随着体形系数的增加，供热能耗变化不明显，供冷能耗及照明能耗减少，建筑总能耗有明显的下降趋势。相同的建筑层数（建筑高度），体形系数越大，建筑能耗越大。同样，如果加强建筑围护结构保温性能，体形系数较大的建筑的全年能耗也有可能小于体形系数较小的建筑。

3.3 分析体形系数供冷能耗及照明能耗降低的原因，可能是体形系数越大，单位建筑体积，受室外环境影响的面积越大，利用自然通风的可能性越大，有利于降低夏季室内负荷，建筑利用自然采光的潜力也越大，建筑利用自然采光满足室内照度要求的时间增长，降低照明能耗，进而又降低了室内负荷。

3.4 如图8所示，当体形系数较小的A户型组采用情景二的使用模式时，其建筑能耗结果远大于体形系数较大的B户型组建筑在情景三使用模式下的能耗。建筑的使用模式对建筑能耗的影响较大，采用不同的使用情景所计算得出的能耗结果差别很大。

4、结论

严寒、寒冷地区由于室内外温差较大以及“全部时间、全部空间”的采暖方式，导致围护结构传热引起的热负荷比重很大，且建筑物的体形系数越大，其影响程度越大。因此，为降低建筑采暖能耗，严寒、寒冷地区居住建筑设计仍需限制建筑体形系数，但考虑自然采光及自然通风对降低建筑能耗的影响，建议适度放大对体形系数的限值。另一方面，对于以上海为代表的夏热冬冷地区，考虑到这一地区冬季持续时间短、室内外温差远不如严寒和寒冷地区的大以及广泛存在的“部分空间、部分时间”的间歇空调采暖运行方式等原因，建议不对建筑体形系数进行限制。对于被动式建筑设计，由于自然通风、自然采光有助于降低建筑空调及照明能耗，因此在气候适宜的前提下，可以适当放大体形系数以充分利用被动式能源，降低建筑能源需求。此外，建筑的使用模式对建筑能耗影响较大，建筑的节能设计应因地制宜，适应不同的建筑使用模式。C

参考文献：

[1] JGJ 26—2010，严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准[S]

[2] 兰兵，黄凌江.对建筑物体形系数与节能关系的质疑[J].建筑节能，2013，41(05):65—70

[3] 杨秀，张声远，齐晔，江亿.建筑节能设计标准与节能量估算[J].城市发展研究，2011，18(10):7—13

[4] 潘毅群，左明明，李玉明.建筑能耗模拟——绿色建筑设计与建筑节能改造的支持工具之一:基本原理与软件[J].制冷与空调(四川)，2008，22(3):10—16+9

[5] DB11/891—2012，北京市居住建筑节能设计标准[S]

[6] DGTJ08—205—2011，上海市居住建筑节能设计标准[S]

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net