

DOI:10.11918/202005130

形态类型学视角下小城镇居住街区能耗模拟

袁青^{1,2}, 赵妍^{1,2}, 冷红^{1,2}

(1. 哈尔滨工业大学 建筑学院, 哈尔滨 150001; 2. 寒地城乡人居环境科学与技术工业和信息化部重点实验室
(哈尔滨工业大学), 哈尔滨 150001)

摘要: 城镇街区能耗不仅与建筑单体相关, 也与群体形态密切相关。为探讨小城镇居住街区空间形态对街区能耗的影响, 以浙江省长兴县为例, 根据中心城区居住街区样本研究分析小城镇居住街区形态特征, 提取出典型居住街区空间形态类型的5个典型容积率。随后从形态类型学的视角, 依据小城镇居住街区的形态特征, 以5个典型容积率生成了5种“基本形态”和17种“衍生形态”, 最后通过数值模拟的方法对其进行两步能耗模拟, 分别分析小城镇居住街区物质形态与非物质形态对居住街区能耗的影响表现。研究表明: 小城镇居住街区类型中, 多层板式能耗强度最低, 低层独栋式能耗强度最高。混合式居住街区为最适合小城镇的居住街区模式, 同等容积率下通过两类住宅混合, 并将较高楼层的住宅建筑置于较低楼层住宅建筑北侧可降低街区能耗强度。采用正南正北行列式布局也更有利于居住街区节能。小城镇居住街区物质形态与非物质形态两方面都不可忽视, 规划建设过程中应通过对物质形态的控制间接调控其非物质形态因素, 从而起到节能效果。

关键词: 小城镇; 居住街区; 形态类型学; 空间形态特征; 能耗模拟

中图分类号: TU984

文献标志码: A

文章编号: 0367-6234(2021)02-0122-10

Energy consumption simulation of small town residential blocks from the perspective of typo-morphology

YUAN Qing^{1,2}, ZHAO Yan^{1,2}, LENG Hong^{1,2}

(1. School of Architecture, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China;

2. Key Laboratory of Cold Region Urban and Rural Human Settlement Environment Science and Technology (Harbin Institute of Technology), Ministry of Industry and Information Technology, Harbin 150001, China)

Abstract: Energy consumption in cities and towns is related to the individual building and also the group morphology. In order to explore the impact of the spatial forms of small town residential blocks on energy consumption, by taking Changxing County of Zhejiang Province as an example, the morphological characteristics of small town residential blocks were analyzed according to the sample study of the residential blocks in central area, and five typical floor area ratios were extracted on the basis of spatial form types of typical residential blocks. Then, from the perspective of typo-morphology, based on the morphological characteristics of residential blocks in small towns, five “basic forms” and 17 “derived forms” were generated by the five typical floor area ratios. Finally, two-step energy simulation was carried out to analyze the influence of physical forms and immaterial forms on the energy consumption of residential blocks. Results show that the energy consumption intensity of multi-story slab building type was the lowest, and that of low-rise single building type was the highest. The mixed residential block was the most suitable residential block mode for small towns. Under the same floor area ratio, the energy consumption intensity of the block could be reduced by mixing the two types of residential buildings and placing the higher story residential buildings on the north side of the lower floor residential buildings. It is also more conducive to the energy saving of residential blocks by adopting the positive south and north determinant layout. In the process of planning and construction, it is necessary to adjust the factors of immaterial forms through the control of physical forms, thereby saving energy.

Keywords: small town; residential block; typo-morphology; spatial morphological characteristics; energy consumption simulation

建设具有地域特色的低碳小城镇是现阶段中国发展的重要方向。居住街区作为城镇中最典型且占

地面积最大的街区类型,降低其能耗对于低碳小城镇建设有重要的意义。由于群体建筑间的相互遮挡和街区内局部微气候的作用^[1-5],建筑群体能耗并非单体建筑能耗的简单相加^[5-6]。大量研究表明,居住街区群体形态布局的调控能够一定程度上降低群体建筑能耗^[3,5]。同时,小城镇居住街区具有较为多

收稿日期: 2020-05-27

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFC0704705);

国家自然科学基金(51678178)

作者简介: 袁青(1970—),男,教授,博士生导师

通信作者: 冷红, hitlaura@126.com

样的形态,在建设规模、空间布局、建筑组合等方面与城市都有一定区别.在保留小城镇形态特征基础上进行低碳规划研究尤为重要.

形态类型学 (typo-morphology) 源于对康泽恩 (Conzen) 城市形态学 (urban morphology) 和卡尼吉亚 (Caniggia) 建筑类型学 (architectural typology) 的集成,其核心是以城市形态学的认知框架来理解形态的结构与特征,配合建筑类型学的演进观点来审视各种形态之间的逻辑关系^[7-8].其研究方法兼顾城市形态学关注的街区形态和建筑类型学关注的建筑类型^[8-10],对研究群体建筑能耗中的建筑群体形态识别与衍生均有较高的指导作用.形态类型学对于探讨小城镇居住街区建筑群体形态特征方面有突出作用.

本文以浙江省长兴县为例,以形态类型学理论方法为基础,通过对居住街区空间形态特征的研究,模拟分析不同类型建筑群体形态对能耗的影响,为小城镇的居住街区低碳规划提供设计指引.

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区域概况

长兴县位于浙江省湖州市,属亚热带季风气候,具有典型的夏热冬冷地区气候特征.该地区的建筑节能方法既要解决夏季隔热问题,又要解决冬季保温问题,目前主要采用针对建筑单体的外墙保温技术的方法.居住建筑用能与北方采暖地区有明显区别,以居民自发购买的空调进行制热制冷为主,且夏季制冷为主,冬季制热为辅.能耗主要受到室内居民类型及居民行为活动的影响,空调多采用间歇式用能模式,由各户自主调节用能时间,具有明显的不确定性.长兴县居民用电以低、中消费为主,用电习惯较城市居民更加节能.

1.2 研究方法

1.2.1 类型归纳

研究从形态类型学理论的角度设定识别标准,提炼出具有代表性的典型形态类型.识别标准包括项目规模、空间布局、建筑数量、建筑形态类型等几个方面,使样本能反映出小城镇典型的群体形态特征,体现小城镇的特色,同时具有代表性和差异性.

类型归纳时采用控制容积率的方式进行分类归纳.容积率是居住街区开发建设的首要条件,容积率会限制居住街区呈现出不同的形态类型.本文通过对长兴县实际住宅数据研究,依托形态类型学的理论与方法,提取出“基本形态”以及“衍生形态”两种空间形态类别.“基本形态”是对长兴县居住街区的空间形态主要特征的体现,“衍生形态”是对“基本

形态”基于形态类型学做出的形态改变.

1.2.2 软件数值模拟

无论是建筑单体还是建筑群体能耗的研究,软件数值模拟都是一个极为常用的方式.在进行模拟时,可以采取控制变量的方法,根据研究内容与目标设定不同的实验情景,控制影响能耗的非形态因素不变,仅进行形态的改变,从而得出形态对能耗的影响作用^[11].

本研究选择 OpenStudio 软件进行数值模拟. OpenStudio 是由美国能源部可再生能源实验室领导下开发的集成 EnergyPlus 和 Radiance 的建筑能耗模拟软件,该软件以 EnergyPlus 为内核进行能耗模拟,可以考虑到建筑物之间的相互影响以及场地中的微气候,反映建筑群体形态对街区建筑能耗的影响作用.

2 小城镇居住街区样本研究与特征分析

2.1 样本研究

本文在长兴县中心城区范围内抽样 80 个由道路、绿地或河流等自然边界围合,且有 5 个以上建筑组成的居住街区(见图 1).所选居住街区类型多样,基本概括了长兴县居住街区的总体情况.通过计算,样本居住街区的容积率范围在以下 3 个区间较多且形态类型较为丰富:1.16 ~ 1.21, 0.55 ~ 0.61, 1.56 ~ 1.69.住区类型可分为 4 类:城郊村、城中村、小城镇型住区以及城市型住区.居住街区形态类型可归纳为 8 种:低层板式、低层独栋式、多层板式、高层板式、高层板式 + 多层板式、多层板式 + 低层板式、高层点式.

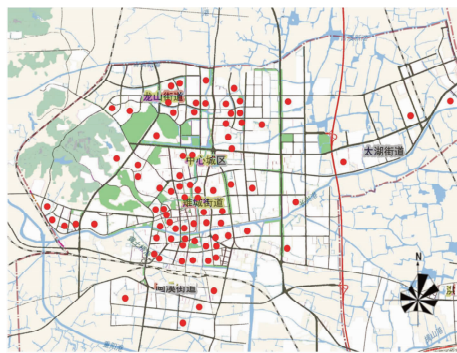


图 1 中心城区居住街区样本选取

Fig. 1 Sample selection of residential blocks in central area

2.2 特征分析

居住街区形态从其本质来看是包含物质形态与非物质形态的双重组合,物质形态主要表现为居住街区的区位条件、单体建筑的类型、形状、群体组合特征^[12],非物质形态则主要表现为住区内居住的人

群特征,包括居民类型、职业、经济情况以及生活方式等方面的差异. 本文主要分析小城镇居住街区这

两方面的特征(见表 1),作为能耗模拟参数设置的研究基础.

表 1 小城镇居住街区形态特征分析表

Tab. 1 Analysis of morphological characteristics of residential blocks in small towns

住区类型	物质形态特征		非物质形态特征		
	区位	建筑与规划	形态类型	居民类型	职业与收入
城郊村	位于中心城区外围	以居民自建 2~3 层低层建筑为主,少数有统一规划,配套不齐全	低层板式、低层独栋式	中老年夫妇(2~3 人)	多数在城镇中心城区打工,收入较低且不固定
城中村	位于中心城区内部的农村	多数有统一规划的新型农村小区,2~4 层多层建筑	低层板式、低层板式+多层板式	中老年夫妇(2~3 人)、家庭模式(4~5 人)	在中心城区工作或在周边大城市打工,收入较低且不固定
小城镇型住区	位于中心城区内部的老城区范围	年代较久的 4~6 层建筑,多层为主,配套设施较完善,规模较小	低层板式+多层板式、多层板式	家庭模式(4~5 人)	在城镇上班,固定工作,收入一般
城市型住区	位于中心城区边缘的新城区范围	城市型商品房住宅,多层与 11 层高层居多,板式住宅,配套完善	多层板式+高层板式、高层板式、低层板式	年轻夫妇(2~3 人)、家庭模式(4~5 人)	在城镇上班,固定工作,收入稍高

3 小城镇典型居住街区形态类型的识别分析

3.1 典型居住街区识别

基于形态类型学及小城镇居住街区特征分析,在典型容积率区间内从样本中识别具有代表性的典型居住街区(见图 2),并进行空间形态提取. 典型居住街区的识别原则包括:1) 地块空间布局:群体建筑的组合布局形式;2) 建筑类型:街区内的住宅建筑构成类型;3) 居住人群经济情况:居住人群的人口结构及消费水平;4) 空间形态要素:街区空间形态构成具有小城镇典型的形态类型学要素.

的城市型住区,缺乏小城镇特征,因此单一的高层居住街区不作为长兴县典型居住街区类型研究. 最终提取出 5 种“基本形态”类型:低层板式、低层独栋式、低层板式+多层板式、多层板式、多层板式+高层板式.

由于本文主要探讨建筑群体形态布局对能耗的影响,在形态提取时控制各类型住宅建筑的平面特征、体形系数、层高等建筑单体特征(见表 2). 生成“基本形态”类型居住街区时(见表 3),依据样本数据设定地块大小为 150 m × 150 m;地块容积率控制为低层板式 0.55,低层独栋式 0.6,低层板式+多层板式 1.21,多层板式 1.44,多层板式+高层板式 1.69.

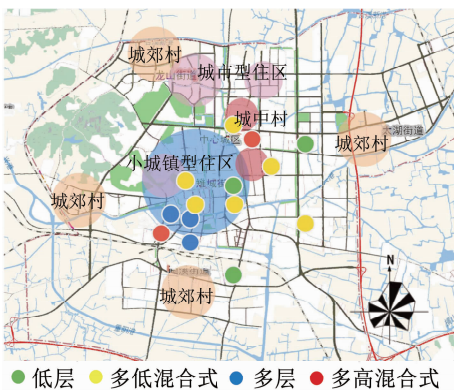


图 2 典型居住街区识别

Fig. 2 Typical residential block identification

3.2 “基本形态”提取



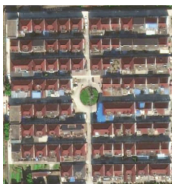
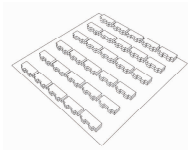
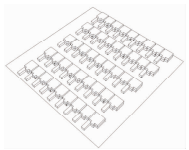

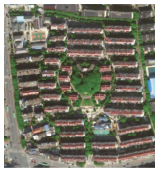

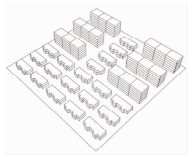


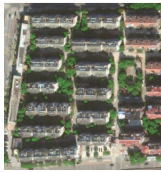
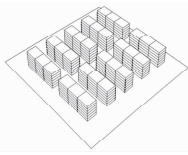


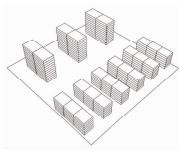
“基本形态”的提取建立在对长兴县居住街区的总结上,各项数据基于前期样本研究、特征分析以及识别出的典型居住街区的现状情况进行控制. 据调研,长兴县高层居住街区规模较小且多为新开发

表 2 典型居住街区建筑单体特征表

Tab. 2 Characteristics of typical residential blocks

住宅类型	平面形式	建筑单体模型	层高/ m	层数/ 层	体形 系数
低层板式			3	2	0.68
低层独栋式			3	2,1	0.77
多层板式			3	6	0.32
高层板式			3	11	0.25

表3 “基本形态”提取
Tab.3 Extraction of “basic forms”

形态类型	原始形态			基本形态	
低层(15%)	钮店湾	明门青登园社区	杨庄新村	低层板式	低层独栋式
					
				层数:2层	层数:2层,1层
低层板式 + 多层板式 (35%)	大自然城市花园	金临小区	金宇丽苑	低层板式 + 多层板式(1:3)	
					
				层数:6层,2层	
多层板式 (20%)	长安小区	长广小区	三狮苑	多层板式	
					
				层数:6层	
多层板式 + 高层板式 (15%)	翡翠名都	紫金南苑		多层板式 + 高层板式(1:1)	
					
				层数:11层,6层	

3.3 “衍生形态”生成

“衍生形态”是在保证建筑单体形态特征不变的情况下,依据形态类型学对“基本形态”在街区建筑朝向、相互位置和建筑类型占比等物质形态要素上的改变.建筑朝向和建筑相互位置的变化仅在单种住宅类型的街区中体现.研究两种住宅类型混合的街区时仅考虑各类建筑配比及相互位置的变化.在生成“衍生形态”时,排除了以下两种情况:1)建筑选型无法满足地块容积率要求;2)不能在长兴县居住街区样本中找到现实参照.最终形态衍生方式为:低层居住街区通过改变建筑山墙间距改变街区紧凑度,多层板式居住街区改变建筑朝向及建筑错位摆放,两类混合式居住街区改变不同住宅类型配比及相互位置(见表4).

4 能耗模拟

研究进行两步能耗模拟:第1步是物质形态能耗模拟,各形态类型采用同样的标准参数,探讨形态改变对群体建筑能耗的影响;第2步是非物质形态能耗模拟,参数中加入各形态类型的家庭结构、生活习惯及用能行为等因素,探讨非物质形态对群体建筑能耗的影响.模拟对象为上文中的5个“基本形态”和17个“衍生形态”.为更准确地探讨群体形态布局对群体建筑能耗的影响,本文控制了建筑单体的体形系数、建筑围护结构、窗墙比等变量,避免建筑单体因素对模拟结果产生影响.此外,能耗模拟的人员、设备等参数设置均来源于长兴县居住街区样本研究、问卷调查与访谈以及查阅文献资料^[12-15].

4.1 物质形态能耗模拟

4.1.1 模拟参数设定

物质形态能耗模拟仅讨论居住街区的建筑群体布局形态对街区单位建筑面积能耗的影响,参数设置中人员在室情况均采用家庭模式(4~5人),照明

和设备使用情况为标准能耗模式,空调类型为家用分体式空调.该标准参数依据长兴县实地勘察获得的现场资料、相关规范以及调研问卷和文献资料^[11,16-18]设置(见表5).

表 4 “衍生形态”生成
Tab.4 Generation of “derived forms”

形态类型	容积率	基本形态		衍生形态			
		低层板式	低层板式 1	低层板式 2	低层板式 3	低层板式 4	低层板式 5
低层板式	0.55						
		低层独栋式	低层独栋式 1	低层独栋式 2	低层独栋式 3	低层独栋式 4	低层独栋式 5
低层独栋式	0.60						
		低层板式 + 多层板式(1:3)	低层板式 + 多层板式(1:3-1)	低层板式 + 多层板式(1:3-2)	低层板式 + 多层板式(1:4)		
低层板式 + 多层板式	1.21						
		多层板式	多层板式(改变朝向 1)	多层板式(改变朝向 2)	多层板式(错位)		
多层板式	1.44						
		多层板式 + 高层板式(1:1)	多层板式 + 高层板式(2:1)	多层板式 + 高层板式(1:2)	多层板式 + 高层板式(1:2-1)		
多层板式 + 高层板式	1.69						

4.1.2 模拟结果分析

在 5 种基本形态类型模拟结果中(见图 3),低层独栋式居住街区能耗强度最高,为 23.62 kWh/m²;多层板式居住街区能耗强度最低,为 20.92 kWh/m².而多层板式 + 高层板式制冷能耗强度最高,为 14.51 kWh/m²;低层独栋式制热能耗强度最高,为 17.96 kWh/m²(见图 4).通过不同类型住宅建筑的混合布局可以起到节能效果,低层板式 + 多层板式

居住街区容积率增加了 0.66,但能耗强度比低层板式降低了 3.4%.多层板式居住街区为最节能的类型,其次为低层板式 + 多层板式、多层板式 + 高层板式.

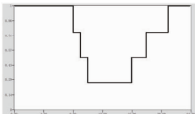
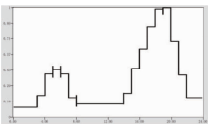
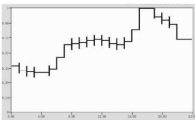
低层居住街区模拟结果中,紧凑布局更利于低层居住街区节能,且会降低低层板式居住街区制冷能耗强度以及低层独栋式居住街区的制热能耗强度(见图 5~7).此外,当低层独栋式住宅建筑成组行

列式布置时,组间山墙间距为 5 m 时单位建筑面积总能耗强度最低. 改变居住街区朝向对能耗影响较小,改变朝向仅使总能耗上下浮动约 0.29%,正南

正北布局是最节能的方式. 错位摆放虽对街区能耗强度影响较小,但会使制冷、供暖以及总能耗强度均有少量增加.

表 5 物质形态能耗模拟参数表

Tab. 5 Simulation parameters for energy consumption of physical forms

模拟参数输入	输入子项	数据	数据来源
气候信息	全年气候数据	长兴县气候数据	中国气象数据网
	人员密度	0.027 人/m ²	
人员	人员在室表		1. 问卷调查 2. 文献[11]
	空调设定温度	制冷 7:00 ~ 20:00, 26 °C 20:00 ~ 7:00, 27 °C 制热 7:00 ~ 20:00, 20 °C 20:00 ~ 7:00, 18 °C	
系统设定	系统类型	家用分体式空调	问卷调查
	系统能效值	制冷能效比 2.3 制热能效比 1.9	JGJ 134—2010
	照明功率密度	7 W/m ²	JGJ 134—2010
	照明使用时段		文献[11]
照明和设备	设备功率	5 W/m ²	JGJ 134—2010
	设备使用时段		文献[11]

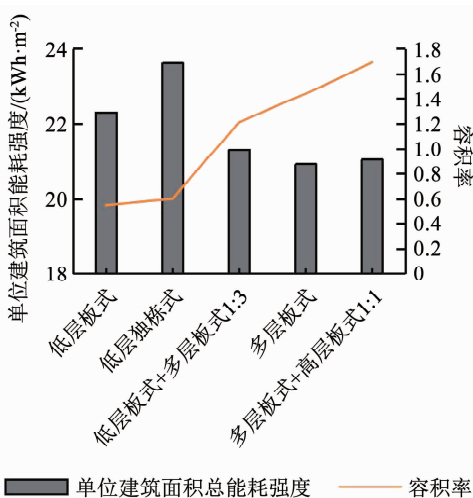


图 3 基本形态(5 个)全年单位建筑面积总能耗强度

Fig. 3 Annual total energy consumption intensity per unit building area of five basic forms

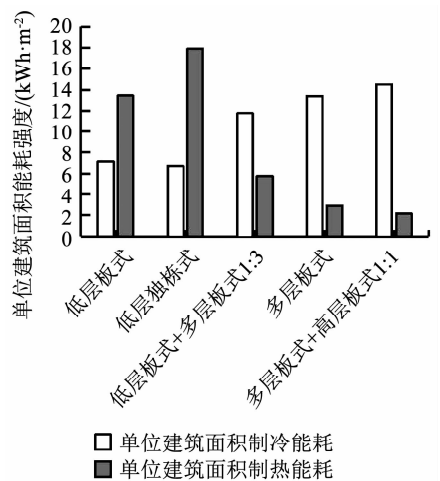


图 4 基本形态(5 个)单位建筑面积制冷、制热能耗强度

Fig. 4 Cooling or heating energy consumption intensity per unit building area of five basic forms

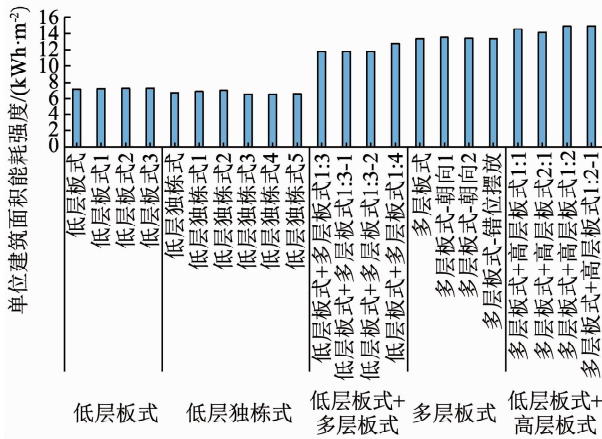


图 5 基本形态(5个)与衍生形态(17个)制冷能耗强度

Fig. 5 Cooling energy consumption intensity of five basic forms and 17 derived forms

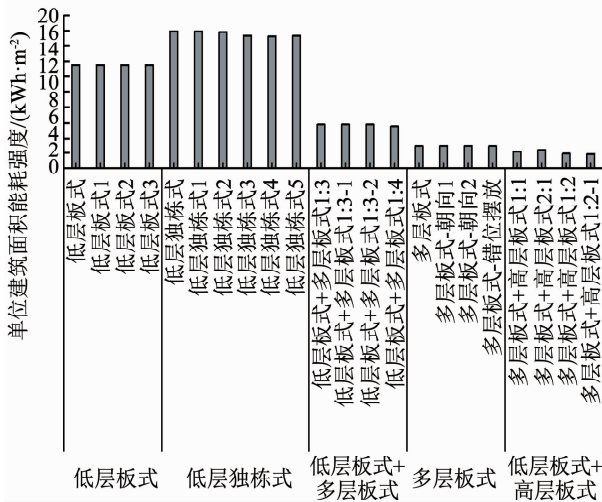


图 6 基本形态(5个)与衍生形态(17个)制热能耗强度

Fig. 6 Heating energy consumption intensity of five basic forms and 17 derived forms

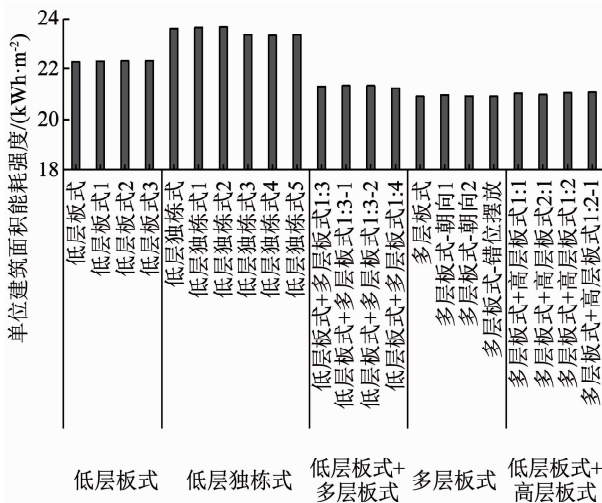


图 7 基本形态(5个)与衍生形态(17个)全年单位建筑面积总能耗强度

Fig. 7 Annual total energy consumption intensity per unit building area of five basic forms and 17 derived forms

在两类混合式居住街区中,多层住宅占比高时更利于节能,低层板式+多层板式(1:4)在低多混合式中总能耗强度最低,为 21.23 kWh/m²;多层板式+高层板式(2:1)时在多高混合式中总能耗强度最低,为 20.99 kWh/m². 同样配比下由于较高楼层布置于东侧或西侧时会对较低楼层的住宅产生遮挡,在通风与采光两方面发生影响,改变局部微气候环境. 因此多层住宅布置在低层住宅北侧能耗强度更低,较高楼层的住宅布置于较低楼层的住宅东侧时对制冷能耗有所增加,制热能耗有所降低,总能耗强度与置于西侧区别不大. 根据以往研究表明,高层住宅的布置方位可以调节居住街区局部微气候,影响居民用能行为,从而起到节能效果^[19].

4.2 非物质形态能耗模拟

4.2.1 模拟参数设定

非物质形态能耗模拟旨在探讨长兴县的现状情况下典型居住街区的非物质形态对群体建筑能耗影响表现. 家庭人口数、用能情况、经济条件等对于小城镇建筑能耗的模拟影响较大,因此本次模拟参数(见表 6)以物质形态模拟的标准参数为基础,加入人员及用能行为参数,基于长兴县的综合调研情况、相关规范以及文献资料设置^[18,20].

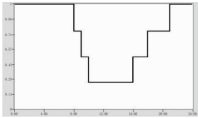
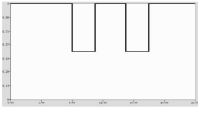

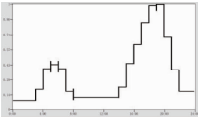
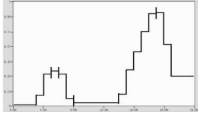
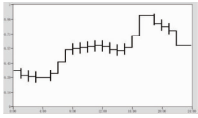
根据长兴县问卷调查(实发 2 000 份,有效问卷 1 627 份)及访谈情况得出:低层住区居民类型为中老年夫妇(2~3 人),人员在室时间较长且时间、人数固定,空调使用率较低,日常生活非常注重节能,插座设备不使用时会关闭电源. 低多混合式住区和多层住区居民类型为家庭模式(4~5 人),人员在室时间最长,但全员在室时间较短,空调正常使用,日常生活较注重节能. 多高混合式住区居民类型多为年轻夫妇(2~3 人),该类家庭往往白天孩子上学、父母上班,全员在室时间较短,空调使用率偏高,日常生活能耗虽然偏高,但依然在城市居民标准水平之下.

4.2.2 模拟结果分析

根据两次模拟结果对比(见图 8、9),基本形态(5 个)在制冷、制热以及总能耗强度上都有所下降,其中低层板式与低层独栋式的总能耗强度下降约 23.2%,低层板式+多层板式下降约 7.0%,多层板式下降约 7.5%,多层板式+高层板式下降约 8.8%. 变化主要源于居民类型变化及居民能耗水平下降,这两项变化通过影响居民的用能时间及空调设备使用方式影响了总能耗强度.

表 6 非物质形态能耗模拟参数表

Tab.6 Simulation parameters for energy consumption of immaterial forms

模拟参数输入	输入子项	形态类型	数据	数据来源
气候信息	全年气候数据	所有类型	长兴县气候数据	中国气象数据网
人员	人员密度	多层板式、低层板式 + 多层板式	0.027 人/m ²	1. 问卷调查 2. 文献[11]
		低层板式、低层独栋式	0.014 人/m ²	
		高层板式 + 多层板式	0.014 人/m ²	
人员	人员在室表	多层板式、低层板式 + 多层板式		1. 问卷调查 2. 文献[11]
		低层板式、低层独栋式		
		高层板式 + 多层板式		
系统设定	空调设定温度	多层板式、低层板式 + 多层板式 高层板式 + 多层板式	制冷 7:00 ~ 20:00, 26 °C	1. 问卷调查 2. 文献[11]
			制热 20:00 ~ 7:00, 27 °C	
		低层板式、低层独栋式	制热 7:00 ~ 20:00, 20 °C	
			制冷 20:00 ~ 7:00, 18 °C	
		低层板式、低层独栋式	制冷 5:00 ~ 23:00, 27 °C	
			制热 23:00 ~ 5:00, 28 °C	
系统类型	所有类型	家用分体式空调	问卷调查	
系统能效值	所有类型	制冷能效比 2.3	JGJ 134—2010	
	所有类型	制热能效比 1.9	JGJ 134—2010	
照明功率密度	所有类型	7 W/m ²		
照明和设备	照明使用时段	多层板式、低层板式 + 多层板式 高层板式 + 多层板式		1. 问卷调查 2. 文献[11]
		低层板式、低层独栋式		
	设备功率	所有类型	5 W/m ²	JGJ 134—2010
设备使用时段	所有类型		1. 问卷调查 2. 文献[11]	

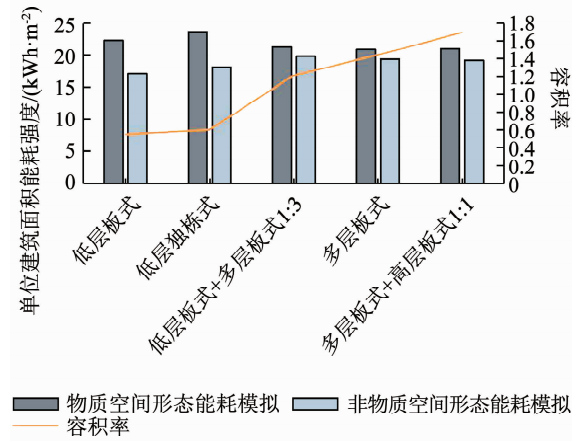


图 8 两次模拟的基本形态(5个)单位建筑面积总能耗强度对比

Fig. 8 Comparison of two simulations of total energy consumption intensity per unit building area of five basic forms

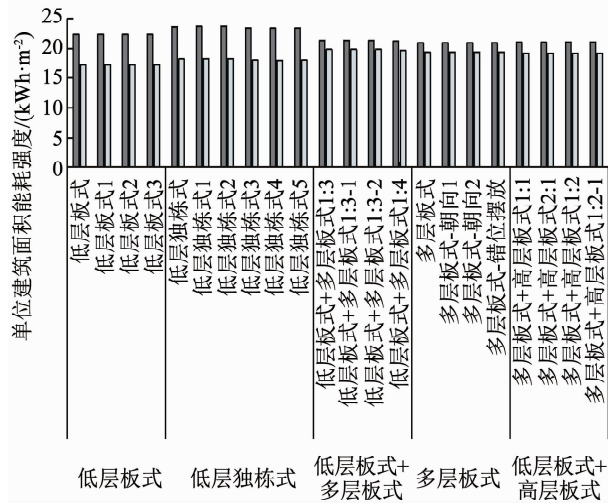


图 9 两次模拟基本形态(5个)与衍生形态(17个)单位建筑面积总能耗强度对比

Fig. 9 Comparison of two simulations of total energy consumption intensity per unit building area of five basic forms and 17 derived forms

虽然非物质形态模拟结果整体数据下降,但物质形态对能耗的影响规律几乎没有受到影响,仅多层板式+高层板式的模拟结果与物质形态模拟结果有所不同.依据单位建筑面积总能耗数据,居住模式参数调整后多层板式+高层板式(1:2)为多高混合式居住街区中最节能的类型,多层板式+高层板式(2:1)为能耗强度最高的街区类型;但制冷制热分项能耗趋势均没有发生变化.这是由于多高混合式的居民类型调整为年轻夫妇,人员在室时间发生了变化,19:00至7:00期间全员在室,而家庭模式人员在室时间为22:00后全员在室.依据能耗模拟结果,在空调及设备能耗趋势未变的情况下,照明能耗趋势与总能耗趋势变化相同,因此照明能耗的变化

起到了较大的影响,从而导致总能耗的趋势变化.

居民类型与用能行为也是影响居住街区能耗强度的重要因素.居民类型的改变也将直接导致用能行为和用能时间的变化,从而影响居住街区能耗强度.并且在非物质形态中,用能行为是影响最大的因素,其次是居住模式.因此在小城镇建设过程中不仅要在街区物质形态方面进行调控,同时也要考虑非物质形态因素.

5 结 论

本文以浙江省长兴县为例,基于住区尺度,通过软件数值模拟的方式在控制各类街区容积率及建筑单体特征的情况下进行两步全年能耗模拟,探讨小城镇典型居住街区形态类型在物质形态和非物质形态两方面对建筑能耗的影响,研究发现:

- 1) 多层板式居住街区能耗强度最低,低层独栋式居住街区能耗强度最高.
- 2) 在小城镇占比最大的混合式居住街区有较好的节能表现,两类住宅混合布局可以大幅度地降低能耗,可根据小城镇气候条件通过合理布局较高楼层的位置改善局部微气候,起到节能效果.多层住宅与其他类型住宅进行混合布局时,适当增加多层住宅的比例更利于节能,且将较高楼层的住宅置于较低楼层北侧也可以降低能耗.
- 3) 紧凑布局更利于低层居住街区节能,当低层独栋式住宅建筑每3栋为一排成组布置时,组间山墙间距为5m时单位建筑面积总能耗强度最低.
- 4) 正南正北行列式布局为最节能的布局方式,如果在规划建设过程中需要改变建筑朝向,应依据当地气候特征合理改变朝向.
- 5) 非物质形态因素会通过影响人的行为而影响建筑能耗,其中居民类型及居民的消费习惯、用能行为对能耗产生的影响最大.

本文认为规划师在进行小城镇低碳规划时,应考虑到小城镇的地域特征,从街区尺度考虑切实方案,降低占比更大的住区能耗.居住街区作为居民生活的载体,在规划时应依据当地的地域特征以及气候条件对物质形态合理调控,采用适应小城镇地域特征的低能耗居住街区类型、布局方式以及建筑朝向等.同时,由于非物质形态因素的重要性,应通过一些物质形态调控策略间接调控街区非物质形态要素达到节能效果.

必须承认影响居住街区能耗的因素有很多,本文的研究尚有局限性,需要今后进一步探索.在研究中我们也发现居民类型、居住模式、家庭收入、消费观念等因素对居住街区群体建筑能耗十分重要,今

后应找到更合适的方法对这些因素进行深入研究。此外,本文仅在长兴县的5种典型容积率下讨论居住街区形态的研究,城镇住区容积率还有更多变量,街区形态也有更多的可能性,未来将会针对以上问题进行深入的探讨,以期对小城镇低碳建设提出更有力度的规划指引。

参考文献

- [1] QUAN S J, WU Jiang, WANG Yi, et al. Urban form and building energy performance in Shanghai neighborhoods [J]. Energy Procedia, 2016, 88: 126. DOI: 10.1016/j.egypro.2016.06.035
- [2] 翟炳哲,林波荣,毛其智,等.郑州小区形态与微气候的实验研究[J].动感(生态城市与绿色建筑),2014(3):119
ZHAI Bingzhe, LIN Borong, MAO Qizhi, et al. Experimental study on neighborhood form and outdoor microclimate in Zhengzhou [J]. Eco. city and Green Building, 2014(3): 119
- [3] SALAT S, BOURDIC L, LABBE F. Breaking symmetries and emerging scaling urban structures; a morphological tale of 3 cities; Paris, New York and Barcelona [J]. International Journal of Architectural Research, 2014, 8(2):77. DOI:10.26687/archnet.ijar.v8i2.445
- [4] 丁勇,李百战,沈艳,等.建筑平面布局和朝向对室内自然通风影响的数值模拟[J].土木建筑与环境工程,2010,32(1):90
DING Yong, LI Baizhan, SHEN Yan, et al. Simulation for the effect of building plan and orientation on natural ventilation [J]. Journal of Civil, Architecture and Environmental Engineering, 2010, 32(1): 90
- [5] 丁沃沃,胡友培,窦平平.城市形态与城市微气候的关联性研究[J].建筑学报,2012(7):16
DING Wowo, HU Youpei, DOU Pingping. Study on interrelationship between urban pattern and urban microclimate [J]. Journal of Architecture, 2012(7): 16. DOI:10.3969/j.issn.0529-1399.2012.07.004
- [6] PISELLO A L, TAYLOR J E, XU Xiaoqi, et al. Inter-building effect: simulating the impact of a network of buildings on the accuracy of building energy performance predictions [J]. Building and Environment, 2012, 58:37. DOI:10.1016/j.buildenv.2012.06.017
- [7] 陈飞.一个新的研究框架:城市形态类型学在中国的应用[J].建筑学报,2010(4):85
CHEN Fei. One new framework of study: application of urban typomorphology to China [J]. Architectural Journal, 2010(4): 85. DOI: 10.3969/j.issn.0529-1399.2010.04.023
- [8] 龙瀛,李派,侯静轩.基于街区三维形态的城市形态类型分析——以中国主要城市为例[J].上海城市规划,2019(3):10
LONG Ying, LI Pai, HOU Jingxuan. Three-dimensional urban form at the street block level for major cities in China [J]. Shanghai Urban Planning, 2019(3): 10. DOI: 10.11982/j.supr.20190302
- [9] 陈锦棠,姚圣,田银生.形态类型学理论以及本土化的探明[J].国际城市规划,2017,32(2):57
CHEN Jintang, YAO Sheng, TIAN Yinsheng. The theory and localization about typo-morphological approach [J]. Urban Planning International, 2017, 32(2): 57. DOI: 10.22217/UPI.2014.109
- [10] CONZEN M P. How cities internalize their former urban fringes: a cross-cultural comparison [J]. Urban Morphology, 2009, 13(1): 29
- [11] BARTHELMES V M, BECCHIO C, CORGNATI S P. Occupant behavior lifestyles in a residential nearly zero energy building: effect on energy use and thermal comfort [J]. Science and Technology for the Built Environment, 2016, 22(7): 960. DOI: 10.1080/23744731.2016.1197758
- [12] 杨柳,张辰,刘衍,等.建筑外表面换热系数取值方法对建筑负荷预测的影响[J].暖通空调,2018,48(9):11
YANG Liu, ZHANG Chen, LIU Yan, et al. Influence of selection methods of external surface heat transfer coefficient on building load forecasting [J]. Heating Ventilating & Air Conditioning, 2018, 48(9):11
- [13] 杜晨秋,李百战,刘红,等.基于决策树模型的居住建筑人员热舒适预测[J].暖通空调,2018,48(8):42
DU Chenqiu, LI Baizhan, LIU Hong, et al. Human thermal comfort prediction in residential buildings based on decision tree model [J]. Heating Ventilating & Air Conditioning, 2018, 48(8):42
- [14] 喻伟,王迪,李百战.居住建筑室内热环境低能耗营造的多目标设计方法[J].土木建筑与环境工程,2016,38(4):13
YU Wei, WANG Di, LI Baizhan. Multi-objective design method of improving the indoor thermal environment with low energy consumption in residential building [J]. Journal of Civil and Environmental Engineering, 2016, 38(4): 13. DOI: 10.11835/j.issn.1674-4764.2016.04.003
- [15] 丁沃沃,刘青昊.城市物质空间形态的认知尺度解析[J].现代城市研究,2007(8):32
DING Wowo, LIU Qinghao. The resolution at cognitive scale to urban physical spatial form [J]. Modern Urban Research, 2007(8): 32. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6000.2007.08.004
- [16] 刘猛,刘学丽,詹翔,等.典型夏热城市住宅自然通风模式对空调能耗影响分析[J].中南大学学报(自然科学版),2014,45(10):3664
LIU Meng, LIU Xueli, ZHAN Xiang, et al. Impacts of natural ventilation mode on air-conditioning energy consumption for residential buildings in selected hot summer cities [J]. Journal of Central South University (Science and Technology), 2014, 45(10):3664
- [17] 耿阳,林波荣,彭渤.作息模式对建筑能耗模拟的影响分析[J].建筑技术开发,2016,43(4):78
GENG Yang, LIN Borong, PENG Bo. Influence of work and rest mode on building energy consumption simulation [J]. Building Technique Development, 2016, 43(4): 78. DOI: 10.3969/j.issn.1001-523X.2016.04.024
- [18] 李俊鸽,杨柳,刘加平.夏热冬冷地区人体热舒适气候适应模型研究[J].暖通空调,2008,38(7):20
LI Junge, YANG Liu, LIU Jiaping. Adaptive thermal comfort model for hot summer and cold winter zone [J]. Heating Ventilating & Air Conditioning, 2008, 38(7): 20. DOI: 10.3969/j.issn.1002-8501.2008.07.005
- [19] 曾穗平,田健,曾坚.基于CFD模拟的典型住区模块通风效率与优化布局研究[J].建筑学报,2019(2):24
ZENG Suiping, TIAN Jian, ZENG Jian. A study on ventilation efficiency and optimal layout of typical residential modules based on CFD simulation [J]. Architectural Journal, 2019(2): 24. DOI: 10.3969/j.issn.0529-1399.2019.02.005
- [20] 刘红,李百战,马晓磊.夏热冬冷地区非采暖空调室内可接受温度范围[J].土木建筑与环境工程,2011,33(4):127
LIU Hong, LI Baizhan, MA Xiaolei. Acceptable temperature range of indoor environment without air conditioning and heating in hot summer and cold winter zone [J]. Journal of Civil and Environmental Engineering, 2011, 33(4): 127. DOI: 10.11835/j.issn.1674-4764.2011.04.020