

DOI:10.19431/j.cnki.1673-0062.2021.06.014

我国夏热冬暖地区居住建筑通风设计现状与思考

刘语瑶^{1,2}, 王汉青^{2,3*}

(1. 南华大学 资源环境与安全工程学院, 湖南 衡阳 421001; 2. 建筑环境控制技术湖南省工程实验室, 湖南 衡阳 421001; 3. 中南林业科技大学, 湖南 长沙 410004)

摘要:合理的居住建筑通风设计不仅可以提高室内空气品质、满足人体的热舒适要求,而且可以降低建筑能耗。本文梳理了近年来我国夏热冬暖地区居住建筑通风设计的研究现状与标准规范,探讨了现有标准规范不全面、技术指标不统一、技术术语内容界定不明确、标准精细化不够、通风设计研究缺失、研究深度不够等方面存在的问题,并提出了相关建议,以期为设计研究与标准规范的完善提供参考。

关键词:夏热冬暖地区;居住建筑;通风设计

中图分类号:TU834 **文献标志码:**A

文章编号:1673-0062(2021)06-0085-06

Current Situation and Thinking of Ventilation Design of Residential Buildings in China in Hot Summer and Warm Winter Area

LIU Yuyao^{1,2}, WANG Hanqing^{2,3*}

(1. School of Resource Environment and Safety Engineering, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China; 2. Engineering Lab of Hunan for the Technologies of Building Environment Control, Hengyang, Hunan 421001, China; 3. Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410004, China)

Abstract: Reasonable residential building ventilation design can not only improve the indoor air quality, meet the human body's thermal comfort requirements, but also reduce building energy consumption. This article reviews the research status and standard specifications of residential building ventilation design in hot summer and warm winter areas in China in recent years, and discusses the incomplete specifications of existing standards, inconsistent technical indicators, unclear definition of technical terminology, insufficient refinement of standards, and problems such as lack of research purpose and insufficient re-

收稿日期:2021-11-08

基金项目:国家自然科学基金项目(51876087);湖南省科技厅重点研发计划项目(2017SK2394)

作者简介:刘语瑶(1989—),女,博士研究生,主要从事建筑环境控制理论与技术方面的研究。E-mail:642278690@qq.com。*通信作者:王汉青(1963—),男,教授,博士,主要从事建筑节能技术方面的研究。E-mail:hqwang2011@126.com

search depth of ventilation design, and relevant suggestions are put forward in order to provide reference for design research and standard improvement.

key words: Hot summer and warm winter area; Residential building; ventilation design

0 引言

我国夏热冬暖地区是指最热月平均温度满足 $25 \sim 29\text{ }^{\circ}\text{C}$, 最冷月平均温度大于 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 且日平均温度 $\geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数为 $100 \sim 200\text{ d}$ 的区域, 该地区亚热带季风海洋性气候明显, 没有夏热冬冷地区的高温酷暑, 全年也基本不需要采暖, 建筑气候条件较好, 有近一半的居住者日间全天通风开窗^[1]。对于夏热冬暖地区居住建筑而言, 良好的通风设计能够有效改善居民的居住环境, 减少空调等机械设备的使用频率, 节约建筑能耗。本文对近年来我国夏热冬暖地区居住建筑通风设计的研究现状与已有标准规范进行了梳理, 探讨了夏热冬暖地区居住建筑通风设计存在的一些问题, 以期对夏热冬暖地区居住建筑通风设计与标准规范完善提供参考。

1 夏热冬暖地区居住建筑通风设计研究现状

居住建筑的通风方式分为自然通风、机械通风和二者相结合的复合通风。为了提高通风效果, 土建类不同专业的技术人员从总平面规划设计、单体建筑设计、换气次数、通风方式与措施等方面开展了较深入的研究。笔者对于我国近年夏热冬暖地区居住建筑通风设计主要研究现状做了如下梳理总结。

1.1 总平面规划设计

自然通风具有改善热舒适性、提高室内空气质量、节能的优点, 体现了可持续发展理念, 在规划与总平设计中受到越来越多的重视。在居住小区总平面规划中, 建筑布局或单体建筑形体改变, 都会导致建筑周边空气流动状态发生变化, 从而影响建筑室内自然通风效果。黄宏鹏^[2]用 Autodesk CFD 软件模拟了广州某地块多种规划布局方案对应的自然通风的效果, 适合使用点式或行列式布局; 樊小婧^[3]数值模拟了广州市某高层住宅小区的室外风环境, 建议塔楼朝南偏东 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 、建筑错落分开不互相遮挡。卢春梅^[4]用 PHOENICS 软件模拟分析了某高层住宅小区的风环境, 结果表明南宁居住建筑规划设计中应

使建筑的纵轴尽可能和东南向垂直, 单体总平布置应形成南北朝向的布局, 以错列式、行列式布局优先, 开敞的东南面有利于将城市主导风引入住宅区。李日毅等^[5]的研究表明, 广州市点群式布局的住区开口较多有利于自然通风, 周边式布局的住区对气流有所阻挡不利于自然通风。黄志祥^[6]利用 PHOENICS 软件, 系统定量分析了广州市不同建筑密度及容积率下建筑底层架空对住区自然通风的影响, 结果表明建筑底层架空对住区风环境有较好的改善作用, 其中对高建筑密度、低容积率住区的风环境状况改善更为有效。赵士怀等^[7]基于福建省气候特点, 研究提出了住宅小区获得最佳自然通风效果的建筑迎风面积比、架空率、小区围墙的可通风面积比、绿地率等指标。刘西等^[8]借助 CFD 模拟技术, 对南宁市内廊板式住宅设计进行了自然通风优化设计, 通过连通迎风面和背风面的风廊、设置导风板等措施可使内廊板式住宅的自然通风情况得到较大改善。唐毅^[9]通过对广州某小区的夏季风环境模拟得出: 利用消防车道作为住宅小区的进风口可以改善高层住宅后侧行人高度处静风区的微气候, 高层住宅首层架空以及合理的架空层相对位置能有效的消除静风区, 提高夏季风环境中的舒适度。

1.2 单体建筑设计

自然通风主要是因为建筑围护结构开口处在室内外有压差形成了空气流动, 通常由风压、热压作用或两者综合作用而产生。在住宅单体建筑设计中, 影响自然通风的因素主要有建筑物的进深、迎风方位、门窗开口面积和开口方式、户型布局等。金恬^[10]通过对夏热冬暖地区生态住宅的研究提出, 建筑平面进深不应超过楼层净高的 5 倍 (一般以小于 14 m 为宜), 方便形成穿堂风, 对于大进深的户型, 可以通过阳台的设计引入穿堂风。罗建河等^[11]模拟得到, 为确保岭南高层住宅室内良好的通风效果, 建筑的主要朝向应尽量迎向主导风向, 并确保室内通风通道顺畅, 自然通风开口面积应满足要求且方便调节。许建福^[12]通过风洞测试得出, 福州住宅进风口位置改变会对室内气流流场产生很大的影响, 但出风口位置改变并未对室内气流流场产生影响, 住宅合适的风口应

位于地面1~2 m处。严淑珍^[13]用CFD模拟了岭南2种典型户型风环境,提出了5项改善自然通风的户型设计措施。李佗等^[14]选取广州某高层住宅区的6个典型户型,通过通风量计算,总结出能改善自然通风效果的户型类型。石峰等^[15]用CFD模拟了厦门高层住宅中间户型的几种典型形式的风环境,结果表明,非封闭内天井和凹口均对室内风环境有较大提升,封闭内天井会降低局部楼层室内风环境的质量。

1.3 换气次数

居住建筑的通风换气次数过低将无法满足基本的健康通风需求,但换气次数增加也会使建筑能耗增加。秦翠翠^[16]基于通风降温,建立了可用于住宅通风设计的最佳通风换气次数预测方法,并模拟计算了广州市10~21 m²的双人卧室,当通风节能变化率下限分别取10%/次、5%/次时,最佳换气次数分别为11.95~13次/h、21.95~23次/h,通风节能率分别为18%~30%、35%~55%。杜巍巍^[17]通过采用Dest-h软件模拟,确定了广州地区住宅不同功能房间的最佳换气次数,主、次卧室为12次/h,客厅8次/h。周海稳^[18]通过对广州地区卫生间湿度排除情况的现场实测和数值模拟得出:满足人们对居住环境具体要求的换气次数标准是10次/h,卫生间的相应换气次数指标必须达到10次以上,高等级的生间为了快速排除淋浴后的高湿空气其换气次数甚至达到60次/h、80次/h。

1.4 通风方式与措施

夏热冬暖地区居住建筑气候条件好,自然通风的利用是人们关心的首要问题。只有当自然通风不能满足室内空气品质要求时,才采用机械通风或自然通风与机械通风相结合的方式。赵士怀等^[7]的研究提出了福建住宅建筑具有最优节电效果的“自然通风+风扇调风”与“风扇调风+空调”通风运行新模式。秦翠翠^[16]研制了由空调机和通风机组成的住宅空调通风系统,较好的解决了广州地区住宅的卫生通风和舒适通风问题。

2 通风设计标准规范

本文汇总了国家、建筑工程行业和夏热冬暖地区地方政府三个层次的16个建筑规范标准中有关居住建筑通风设计相关的条款,其主要内容可以分为总平设计、单体建筑设计、开口面积、通

风方式与措施、换气次数等方面,具体总结见图1。

对夏热冬暖地区居住建筑通风设计而言,不同标准规范中存在很多共性的内容,如规划设计应有利于室内的自然通风;通风方式基本一致,即住宅应能自然通风,当自然通风不能满足室内卫生要求时,应设置机械通风;厨房通风开口有效面积 $\geq$ 地板面积的1/10、并不得小于0.6 m²。不同标准规范其相应指标或要求存在一定差异,如《广东省居住建筑节能设计标准》(DBJ/T 15—133—2018)中首次明确居住建筑“宜采用数值模拟技术定量分析与优化建筑自然通风设计”,而在其他标准中仅有诸如建筑平(立)面设计应有利于自然通风、应对建筑微环境进行预测等定性的规定。

3 存在的问题与思考

本文在认真梳理了夏热冬暖地区居住建筑通风设计研究成果和现行标准规范条款的基础上,对照绿色建筑和健康建筑要求,整理如下问题并提出自己的建议。

3.1 标准与规范

目前适应于夏热冬暖地区居住建筑通风设计标准规范较多,除强制性国家标准(GB)和推荐性国家标准(GB/T)、建筑工程行业建设标准(JGJ)、中国工程建设标准化协会(CECS)标准都有相关条款外,夏热冬暖地区的广东、广西、福建和海南省也相继发布了地方标准(DBJ、DBJ/T、DB/T)。这些标准中内容重复较多,但存在如下几个方面的问题,使得设计人员在执行标准时存在困难。

3.1.1 标准规范不全面

我国目前除中国城市科学研究会发布的《住宅通风设计标准》外,还没有更高层次的关于居住建筑通风设计专门标准规范,居住建筑通风设计的国家规范只能依据《民用建筑设计统一标准》(GB 50352—2019)、《住宅建筑规范》(GB 50368—2005)、《住宅设计规范》(GB 50096—2011)、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB 50736—2012)等。

另外,已有标准与规范尚待补充完善。如《广东省居住建筑节能设计标准》中首次明确居住建筑“宜采用数值模拟技术定量分析与优化建筑自然通风设计”,后续有《居住建筑节能设计规

范》《住宅通风设计标准》中提出了通风模拟的相关要求,其他标准规范对此仅提到应对建筑微环境进行预测等定性的规定或没有此项内容。又如,面对较为突出的室内外环境污染问题,目前只

有《住宅通风设计标准》有相关规定。再如,对住宅自然通风还没有相关的设计或验收标准对通风换气次数提出要求,住宅通风设计指导性需要加强。

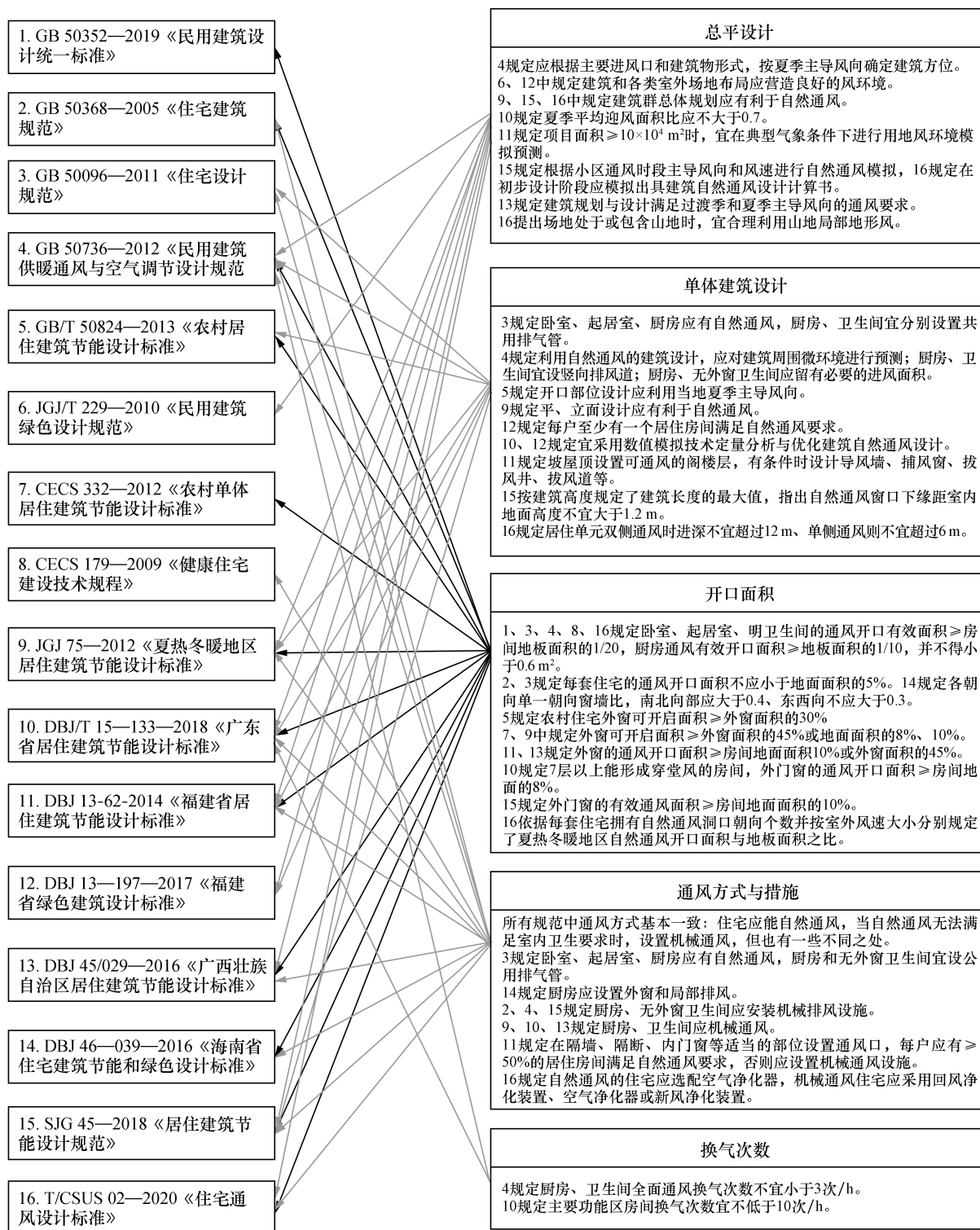


图1 住宅通风标准与规范

Fig. 1 Residential ventilation standards and specifications

3.1.2 技术指标不统一

现行标准规范中存在技术指标不统一的问题。如:对于农村居住建筑外窗可开启面积,《农村居住建筑节能设计标准》中规定大于外墙面积的30%,而在《农村单体居住建筑节能设计标准》中规定大于外墙面积的45%。又如,《民用建筑节能设计标准》规定北向、东西向、南向的窗墙比分别不应超过0.25、0.3、0.35,而在《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》规定北向、东西向、南向的窗墙比分别不应超过0.45、0.3、0.5。

3.1.3 技术术语内容界定不明确

如在规定居住建筑通风开口面积时,存在“通风开口有效面积”、“自然通风开口面积”、“直接自然通风开口面积”、“通风开口面积”等不同描述,笔者以为用“自然通风有效开口面积”较为合适,这样在建筑设计时不易产生歧义。

3.1.4 标准的精细化不够

标准中存在部分内容精细化不够,实际应用时通风效果出现偏差。如:可开启外窗是自然通风的关键部件,在夏热冬暖地区自然通风设计中尤为重要,现行标准只明确了可开启面积要求,但对于外窗形式、朝向、个数、位置等因素没有要求,规定不明确。

3.2 通风设计研究

通风是保障居住建筑室内空气品质和人体热舒适的重要技术措施,夏热冬暖地区气候条件较好,关于自然通风的研究一直是人们关注的重点。良好的自然通风,需要在住宅设计阶段充分考虑。作者梳理了近年来与我国夏热冬暖地区居住建筑自然通风设计相关的研究成果,发现存在如下方面不足。

3.2.1 通风目的有缺失

归纳起来,夏热冬暖地区居住建筑自然通风目的主要有如下三个方面:1)降温排热。夏热冬暖地区夏季长、太阳辐射强烈,中心城市“热岛效应”明显,但其明显的亚热带季风海洋性气候,又为住宅自然通风降温排热提供了有利条件;2)改善室内空气品质。住宅装饰装修、烹饪油烟、电气设备等产生的挥发性有机物污染、颗粒物污染和微生物污染对人体健康的危害越来越受到人们的重视,自然通风无疑是创建可接受的室内空气品质的有效手段;3)节能减排。家用空调的越来越普及使能耗不断增加,夜晚等时段良好的自然通风可以降低能耗。但是,近年夏热冬暖地区居住

建筑自然通风设计的研究主要基于风热环境优化方面,通风节能研究也有较多成果,而基于控制室内空气污染物的研究却鲜有报道。

3.2.2 设计研究深度不够

如上所述,夏热冬暖地区居住建筑自然通风的需求越来越大,这就要求专业技术人员能够更好地响应规划和设计。例如,尽管已有许多研究者利用计算流体力学(computational fluid dynamics, CFD)模拟、风环境评价体系等手段研究得到了通风与设计的因果关系,但大部分研究结果和设计实践之间仍然存在差距,此外,计算机辅助设计和微气候数值模拟之间的工作流程相对繁琐,这些都有待进一步开展研究。在建筑开口设计方面,高层住宅往往从底层至顶层都采取相同的开口模式和开口尺寸,但随着建筑高度的增加,室外风速增大,相同通风量要求时有不同的有效开口尺寸,因此,深入研究高度、开口面积和方式与通风换气量之间的关系很有必要。

4 结 论

综合梳理分析近年我国夏热冬暖地区居住建筑通风设计研究文献资料和现行标准规范相关条文,得出以下结论。

1)为了提高通风效果,人们从总平面规划设计、单体建筑设计、换气次数、通风方式与措施等方面开展了较深入的研究,但还存在通风目的有缺失、设计研究深度不够等问题,需深入开展基于控制室内空气污染物的通风设计研究,而通风设计的CFD模拟、风环境评价体系等研究结果和设计实践之间的吻合性以及诸如建筑开口与通风换气量之间的关系等问题也很有必要深入研究。

2)目前适应于我国夏热冬暖地区居住建筑通风设计标准规范较多,但存在标准规范不全面、技术指标不统一、技术术语内容界定不明确、精细化不够等问题,发布关于夏热冬暖地区居住建筑通风设计专门标准规范很有必要。

参考文献:

- [1] 郭佩艳,易敏,吕太锋,等.基于CFD模拟的住宅自然通风开口模式优化策略研究[J].建筑科学,2021,37(4):120-125.
- [2] 黄宏鹏.从自然通风角度探讨广州高层住宅设计[D].广州:华南理工大学,2020:32-34.

(下转第96页)

- Ireland[J]. *Environmentalist*, 1998, 19(2): 99-107.
- [7] KIM Y O, PENN A. Linking the spatial syntax of cognitive maps to the spatial syntax of the environment [J]. *Sheffield*, 2004, 36(4): 483-504.
- [8] HILLIER B. Studying cities to learn about minds: Some possible implications of space syntax for spatial cognition [J]. *Environment & planning B: Planning and design*, 2010, 39(1): 12-32.
- [9] MEILINGER T, FRANZ G, BUELTHOFF H H. From iso-vists via mental representations to behaviour: First steps toward closing the causal chain [J]. *Environment and planning B: Planning and design*, 2012, 39(1): 48-62.
- [10] 杨贵庆, 蔡一凡. 浙江黄岩乌岩古村传统村落空间结构与家族社会关联研究[J]. *规划师*, 2020, 36(3): 58-64.
- [11] 孙莹, 肖大威, 王玉顺. 传统村落之空间句法分析: 以梅州客家为例[J]. *城市发展研究*, 2015, 22(5): 63-70.
- [12] 陈丹丹. 基于空间句法的古村落空间形态研究: 以祁门县渚口村为例[J]. *城市发展研究*, 2017, 24(8): 29-34.
- [13] 吴丽平, 刘春腊, 龚娟, 等. 传统村落空间形态演变及特征的句法解析: 以焦溪村为例[J]. *测绘科学技术学报*, 2020, 37(6): 628-635.
- [14] 陈驰, 李伯华, 袁佳利, 等. 基于空间句法的传统村落空间形态认知: 以杭州市芹川村为例[J]. 2021, 38(10): 234-240.
- [15] 倪绍敏, 段亚鹏, 罗奇, 等. 宗族组织影响下周氏家族聚落营建研究: 以进贤县罗溪"十八周"村落为例[J]. *城市发展研究*, 2019, 26(5): 28-32.
- [16] 陶伟, 陈红叶, 林杰勇. 句法视角下广州传统村落空间形态及认知研究[J]. *地理学报*, 2013, 68(2): 209-218.
- [17] 姜敏, 胡文通. 传统村落的公共空间体系构成与当代演变: 以板梁村为例[J]. *住区*, 2019(5): 49-54.
- [18] 李久林, 储金龙, 叶家珏, 等. 古徽州传统村落空间演化特征及驱动机制[J]. *经济地理*, 2018, 38(12): 153-165.
- [19] 徐会, 赵和生, 刘峰. 传统村落空间形态的句法研究初探: 以南京市固城镇蒋山何家-吴家村为例[J]. *现代城市研究*, 2016(1): 24-29.
- [20] 陈华杰, 石忆邵. 基于空间句法的商品交易市场空间结构: 以义乌国际商贸城为例[J]. *地理学报*, 2011, 66(6): 805-812.
- [21] 鲁政. 认知地图的空间句法研究[J]. *地理学报*, 2013, 68(10): 1401-1410.

(上接第 89 页)

- [3] 樊小婧. 从建筑专业角度探析广州地区高层住宅的自然通风和遮阳设计[D]. 广州: 华南理工大学, 2011: 24-29.
- [4] 卢春梅. 南宁高层住宅自然通风设计研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2016: 34-38.
- [5] 李日毅, 张宇峰, 吴杰, 等. 湿热地区城市住区微气候与设计[J]. *南方建筑*, 2018(1): 22-28.
- [6] 黄志祥, 李丽, 赵丽华, 等. 不同建筑密度及容积率下架空层的设置对自然通风影响的量化分析[J]. *暖通空调*, 2016, 46(9): 124-127.
- [7] 赵士怀, 张志昆. 夏热冬暖气候区绿色建筑关键技术研究与应用[J]. *福建建筑*, 2018, 245(11): 72-76.
- [8] 刘西, 吴扬. 夏热冬暖地区内廊式住宅室内自然通风设计初探[J]. *中外建筑*, 2012(1): 57-58.
- [9] 唐毅, 孟庆林. 广州高层住宅小区风环境模拟分析[J]. *西安建筑科技大学学报(自然科学版)*, 2001, 33(4): 352-356.
- [10] 金恬. 夏热冬暖地区生态住宅技术策略研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2009: 71-78.
- [11] 罗建河, 石刚, 覃思源, 等. 被动节能技术对岭南高层住宅生态性的影响[J]. *华中理工大学学报(自然科学版)*, 2019, 48(7): 58-67.
- [12] 许建福. 城市住宅的自然通风设计探讨[J]. *工程与建设*, 2014, 28(1): 52-54.
- [13] 严淑珍. 具有岭南特色的典型户型与自然通风的研究[J]. *广州建筑*, 2016, 44(2): 10-13.
- [14] 李佗, 胡文斌. 居住建筑室内自然通风研究[J]. *建筑节能*, 2018(4): 66-72.
- [15] 石峰, 庄涛. 厦门地区高层住宅中间户型的室内风环境模拟和分析[J]. *华中建筑*, 2018, 36(6): 38-43.
- [16] 秦翠翠. 广州地区住宅通风技术研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2012: 30-32.
- [17] 杜巍巍. 广州地区住宅机械通风技术的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2012: 38-42.
- [18] 周海稳. 住宅卫生间潮湿状况与通风措施研究[D]. 广州: 广州大学, 2015: 60-61.