

岭南建筑热工性能与空调节能

Thermal Technical Performance Optimization of Lingnan Architecture for Air Conditioning Energy Efficiency

撰文 李峰 广州大学土木工程学院

李雪 广州大学建筑与城市规划学院

摘要 分析了岭南建筑所应具有的主要热工性能,论证了自然通风的可能性,计算了广州居住建筑在不同窗墙比下的空调年耗电量,分析了建筑西窗外遮阳对西窗日射冷负荷的影响,提出了“瘦”、“皱”、“漏”、“透”应是岭南建筑的重要热工技术特征。

关键词 岭南建筑 自然通风 窗墙比 窗外遮阳 空调节能

0 前言

岭南建筑是亚热带建筑的一部分,具有丰富的历史人文脉络和地域气候特点,狭义地从区域位置讲,指广州及周边珠江三角洲地区的建筑,按国家建筑气候区划标准属于夏热冬暖地区。

岭南地区四季常青,常年高温多雨,建筑节能对其具有非常重要的意义。在经过对众多鲜活的、具有说服力的建筑实例的解读之后,我们可以感受到不同风格、不同造型的建筑具有的一些重要建筑热工技术特征,这些技术特征构成了低能耗建筑的岭南特色。

这里我们借用形容苏州园林里太湖石的“瘦、皱、漏、透”四个字来总结、概括岭南建筑的热工技术特点。

1 岭南建筑的热工性能

1.1 瘦

所谓“瘦”是相对于“胖”,可以理解为建筑平面进深不大。进深过大的建筑平面是不利于自然通风的,早期由于没有空调通风设备,建筑师会认真设计“一”字形、“工”字形、“凹”字形、“T”字形、“L”形、“C”形等平面形式,把建筑的进深控

制在14m以内,室内可采用双边开窗,单边距外窗6m以内,可以感受到自然通风的效果,因此应尽量少设计大体量方盒子形状的建筑(图1),而应该以细长平面的自然通风采光设计来降低对空调的依赖(图2,3)。

根据国家气象局与清华大学提供的中国典型气象(设计典型)年逐时参数资料^[2],我们统计了广州全年室外温度参数的分布规律,得到广州全年有5个月的月平均温度 $<25^{\circ}\text{C}$,如图4,且全年逐时温度 $\leq 25^{\circ}\text{C}$ 的累计小时数为7 295h,如图5,占全年小时数的83.3%,按照广州地区建筑物室内的适宜环境温度值 26°C 考虑,广州全年有近半年的时间可利用自然风,满足室内热舒适性要求。

1.2 皱

一个“皱”的建筑立面一定阴影效果丰富,这样的效果可以认为是建筑实体墙面有凹凸和建筑的外窗外遮阳形成的。玻璃墙面是无法起“皱”的,没有遮挡的外窗也是没有阴影的。

岭南地区夏季时间长,气候炎热,太阳辐射热强烈。在空调能耗中,通过建筑围护结构导致的冷负荷约占35%,通过外窗引起



图1 深圳某商业办公建筑平面大进深大体量



图2 深圳建科大楼平面(该楼获国家绿色建筑三星) ^[1]

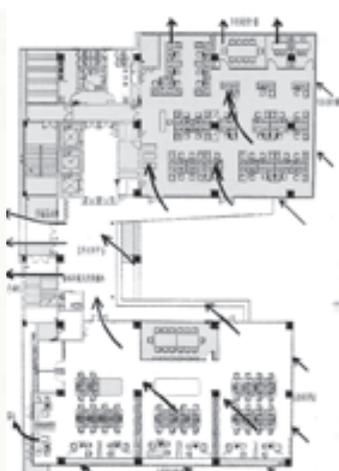


图3 深圳建科大楼凹字形平面通风良好 ^[1]

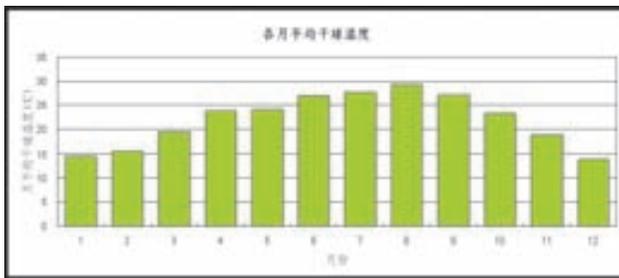


图4 广州各月平均温度分布图

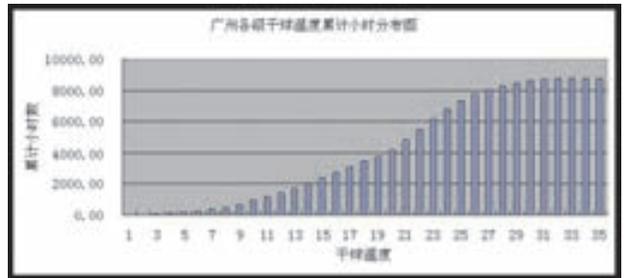


图5 广州各级干球温度累计小时分布图

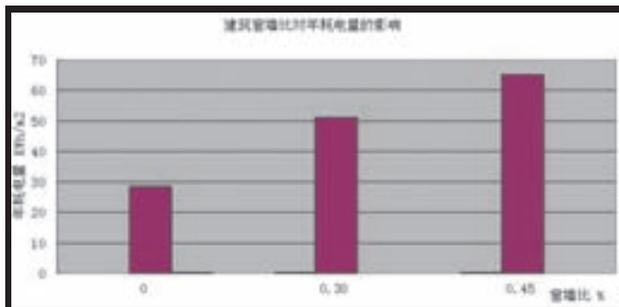


图6 广州居住建筑窗墙比对年耗电量的影响

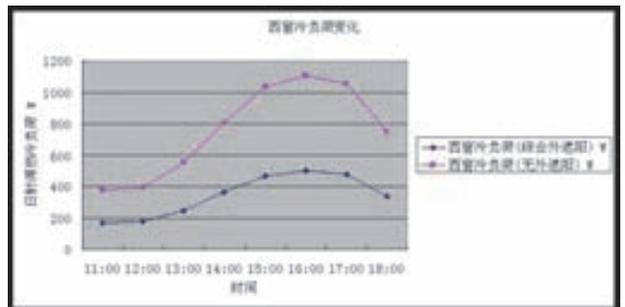


图7 广州西窗外遮阳对日射冷负荷的影响

的冷负荷占围护结构冷负荷的60%~70%，因此窗和透明幕墙是建筑围护结构中热工性能最薄弱的部分，即使是保温性能最好的玻璃，隔热性能也是无法和外墙相比的。在太阳辐射热强烈的东西向，控制窗墙比，是减少窗口热负荷的有效措施。

按国标《公共建筑节能设计标准》GB50189-2005中围护结构热工设计的规定，东西朝向的窗墙比可达到70%，这样宽松的规定无疑是不利于节能的。通常20%~40%的办公建筑开窗率在节能与眺望需求上较能两全其美。英国的心理实验发现，大多数人对20%的开窗率已大致满足，30%开窗率已达心理满足感的最高峰，再大的开窗率对视觉满足感毫无帮助，只是徒然增加空调能耗而已。美国的建筑节能标准中对窗墙比的最大规定是40%，而其能源资源远比中国丰富，因此能源匮乏的岭南炎热地区实在需要更严格的窗墙比控制。

能经济有效地降低窗口太阳辐射热的措施就是玻璃窗的外遮阳，多样化、艺术化的外遮阳是岭南建筑立面的“丰富表情”，建筑表面起“皱”是湿热地区的建筑风格。

在玻璃上镀金属涂膜，此涂膜可选择性地通过低热能的可见

光，并遮蔽大部分高热能的近红外光，这是Low-E玻璃得以在大量高层建筑中广泛运用的原因，但终究改变不了其热工性能如热惰性指标、热稳定性远非实墙体可比的事实，且它的金属涂膜的遮阳性能会因老化而日渐减弱，同时金属涂膜使玻璃变成无法回收再利用的有毒废弃物，对环保十分不利。

通过对一参照建筑采用DOE-2软件进行能耗模拟计算，可得到建筑窗墙比及外窗遮阳对房间空调能耗的影响。该建筑的基本参数如下：地点为广州，每层面积25m²两个房间；墙体180砖墙，K=2.17W/m²·k；屋面100mm混凝土加10mm聚苯乙烯外保温；窗为单层透明玻璃铝合金窗，K=5.617W/m²·k，面积4m²；外窗水平及垂直遮阳均出挑800mm。室内温度为26℃。

由图6得，广州常规居住建筑，无外窗空调年耗电量为32.8kW·h/m²，窗墙比为0.3时，年耗电量为55.7kW·h/m²；窗墙比为0.45时，年耗电量为69.3kW·h/m²，与无窗时相比，能耗分别增加了69.8%和111.3%，说明外窗成了影响建筑能耗的关键因素。

对炎热地区，避免热辐射强烈的东西日晒，控制窗墙比及采用窗外遮阳是经济环保的做法，遗憾的是，广州仍在大量建造全



图8 常见的普通单层玻璃窗、玻璃幕墙的设计，无任何遮阳



图9 广州珠江新城某高层建筑全玻璃幕墙 图10 广州某高层建筑全玻璃幕墙



图11 居民自搭遮阳、躲避夏季阳光的无奈之举是对建筑师的讽刺



图12 新加坡国立图书馆外墙遮阳



图13 马来西亚某高层办公大楼幕墙遮阳



图15 马来西亚吉隆坡国家清真寺外墙采用全镂空花墙，内部无空调设施



图16 马来西亚梅纳拉大厦大进深的凹进玻璃窗与外遮阳挡板



图14 广州东山别墅门廊起遮阳避雨作用



图17 台湾地区某高中导风板与遮阳所塑造的湿热气候建筑美学^[3]

玻璃建筑，见图8~10。对广州建筑的東西朝向而言，由于夏季太阳的高度角较低，因此单纯采用外窗水平或垂直遮阳效果并不太好，而应采取外窗综合遮阳、挡板式遮阳的措施，如水平加垂直综合遮阳，全挡板、大进深凹窗等。由图7可知，广州西窗日射冷负荷在下午4:00时达到最高值，采用综合外遮阳的西窗日射冷负荷最低为501.3W，单一方向（水平、垂直）遮阳的西窗日射冷负荷和没有遮阳西窗日射冷负荷分别为807.8W和1 106.7W，采用综合外遮阳的西窗日射冷负荷分别为单一方向遮阳和无遮阳的62%和45.3%。因此在炎热地区，对东西窗采用综合外遮阳措施对减少房间空调冷负荷有很大的作用。

广州地区经济高速发展，高层建筑大量建设，要避免耗能高的全玻璃建筑，并借鉴亚热带地区在高层建筑设计方面所具有的绿色环保节能的设计理念，如图12，13，15~17。

1.3 漏

地处炎热气候区域，岭南建筑传统民居多以竹帘、草席、格栅等透气性良好的材料来构建围护结构，在厅堂内形成良好的通风散热环境。在现代岭南建筑中，阳台、台度、栏杆、楼梯间、走廊等中介空间，也常采用多孔性、透气性的建筑构件，如气窗、水泥空心砖、花格砖、格栅、穿孔钢板等耐久性建材，以及在立面上采用凹窗、花格镂空、挑檐等丰富阴影的设计手法。故“多空围护



图18 广州陈家祠开敞式的厅堂以及深度遮阳的屋顶



图19 西关大屋的门和趟栊有通风和保安的功能

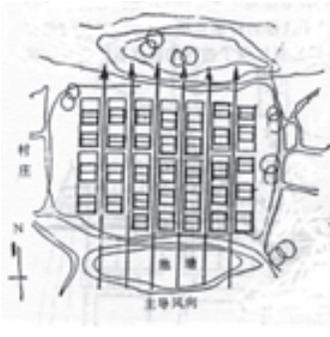


图20 广州郊区沙埔村总平面^[4]

结构”^[3]，即采用“漏”的设计手法（图14~17），可创造细致轻巧、若隐若现的层次感和阴凉的舒适感。

广州很多现代建筑盲目模仿欧美寒带建筑，如平整大进深的平面、无遮挡无阴影的立面、封闭的大玻璃幕墙围护结构，完全忽视了地理气候特点，丧失了建筑的通风功能，使建筑即使在过渡季节凉爽的气候条件下，也因室内积累的热量难以向外散热，而全部需要空调整冷，使能耗大幅增加。

1.4 透

岭南建筑方位讲究坐北朝南，朝向要求南北通透、自然通风，人们对“南风窗”的喜爱不仅是湿热气候区的生活习惯，也是对室内热舒适环境的自然选择。在广州的西关大屋中，房间的组成注意组织穿堂风，设置开敞式的厅堂（图18），把厅堂与天井、廊道相结合以利通风，尤其在平面设计中组合形成狭长的前后贯通的巷道，使空气对流散热从而起到“冷巷”的作用，房屋的大门常设置脚门和趟栊以利引入室外新风（图19）。

不但独栋建筑要求“透”，对于建筑的片区规划，也应在规划阶段注意建筑的节能设计，如道路为夏季主导风向、街廓长轴东

西向的布置就远比其他方位街廓的布置要节能（图20），其效果也远比到建筑施工图设计时强调建材与空调设备的选用要经济有效，此种生态的建筑节能设计原则应成为首选。

2 结语

岭南建筑以夏季防热为主，防热的途径要从建筑环境总体规划、个体设计到构造处理等多方面去考虑。采取窗口遮阳，屋顶、墙体隔热，周围环境绿化和房间自然通风的综合技术措施，以防止室内积聚热量，在改善室内热舒适环境的同时减低空调能耗，是岭南建筑与时俱进的时代要求，也是从高能耗建筑向低能耗建筑过渡体现绿色建筑设计理念的必经之路。

岭南建筑的热工要求和众多因素相关，“瘦、皱、漏、透”这几字是岭南建筑热工性能优化的主要技术要点，其内容是相互关联的，但不可能概括所有建筑热工技术问题，旨在抛砖引玉，希望引导建筑师进一步针对岭南地区的地理气候特点，结合绿色建筑的设计理念，提炼出更多岭南建筑适宜的热工技术特征。AT

图片来源：除注明引用的图片外，其余均为作者实地拍摄。

参考文献

- [1] 清华大学建筑节能研究中心著.中国建筑节能年度发展报告2010.北京：中国建筑工业出版社，2010：74-76.
- [2] 中国气象局气象信息中心气象资料室.清华大学建筑技术科学系.中国建筑热环境分析专用气象数据集.北京：中国建筑工业出版社，2005.
- [3] 林宪德.绿色建筑.北京：中国建筑工业出版社，2007：73-74.
- [4] 林其标.亚热带建筑.广州：广东科技出版社，1997：151.



作者简介：

李峰，广州大学土木工程学院实验室主任，高级工程师，研究方向为建筑节能与空调系统理论。

李雪，广州大学建筑与城市规划学院系主任，副教授，研究方向为建筑设计及其理论。