

南方湿热地区住宅通风降温问题的探讨

刘 钦 庆

(建筑系)

摘要 本文主要探讨在南方湿热地区的住宅设计中,如何从建筑与建筑群的总体布局、建筑的平面与形体、外部环境、细部构造和利用太阳能技术等方面,去综合解决夏季的通风降温问题,为住户创造良好的居住与生活环境。

关键词 最佳朝向,自然通风,引风流道,微气候,烟囱效应

0 引言

改革开放十多年来,我国城乡住宅建设以前所未有的规模与速度迅猛发展.自1979—1988年国家投资新建住宅面积达 $12.4 \times 10^8 \text{m}^2$,占建国后建设总量的70%,城市人均居住面积达到 6.3m^2 .随着人民生活水平的不断提高,人们要求有更宽敞的居住面积和更舒适的生活环境.我国南方广大湿热地区在夏季酷暑期间,人们每年都要饱受炎热高温之苦,度过一段令人难熬的日子.除沿江流域的武汉、南京、重庆等炎热城市外,其它一些南方城市如南昌、福州、长沙等夏季温度也很高.比如1987年,福建省福州市曾三次出现过当年全国最高的城市气温.因此,在这些地区的住宅设计中,如何从建筑与建筑群的总体布局、建筑的平面与形体、外部环境设计、细部构造处理和利用太阳能技术等方面,去综合解决夏季的通风降温,力求为住户创造良好的居住与生活环境,是值得深入研究的问题.本文结合一个四层、带小天井的院落式住宅方案,着重在建筑总平面设计与建筑单体设计两个方面,探讨一些夏季通风降温的措施,并有待于工程实践及作进一步的研究.

1 建筑总平面设计

湿热地区的气候特征是夏季气温高、持续时间较长、太阳辐射强、相对湿度高而风速却不大.由于气温、湿度、风速对人们的舒适感觉起决定性作用.因此,建筑总平面设计应着重考虑在建筑地段内形成较大的风流速度并引风入室,尽量减少太阳辐射热进入室内,防止围护结构

• 本文1990-06-28收到.

表面与室内空气温度过高.同时,在建筑周围植树、绿化、设置水池、喷泉和建筑小品等措施,改善建筑物周围的“微气候”,为人们提供舒适的室内与外部空间.

1.1 建筑朝向

在建筑总体和单体建筑的布局方面,最好按夏季最热月份的主导风向来确定建筑朝向.因为这是最需要降温的期间,良好的朝向可使建筑物取得最佳的自然通风效果.一般来说,当建筑物与主导风向成垂直布置时,能使充足的风量进入室内,有效地降低室内空气温度,达到夏季降温的目的.风向的变化非常复杂,除了大的天气系统起作用,引起风向的日变化和季变化之外,由于局地地表状况的影响会产生当地的小气候风;如汉口南面有山,夏季偏南风绕山的结果,产生午前为东南风,午后为西南风的日变化,而上海炎夏的白天大都为西南风,晚上转为东南风.同时,随着各月份的不同,风向也会有变化,有的地方最热月份最需要通风时的风向并不是夏季主导风向.所以,要尽量取得当地历年的最热月份的风玫瑰图,用该月份的主导风向作为确定建筑朝向的依据,综合考虑东、西晒的日照影响,当该风向与防日照所需的朝向矛盾时,可使风向偏斜于进风窗口(夹角在30度以内).

建筑设计人员要充分考虑当地的风向气候资料,结合地形地貌情况,注意局地地表状况、温差、绕流等影响而产生的局地性风,并参照当地已有建筑的实际经验,选定最好的建筑朝向.如福州市的全年主导风向与夏季主导风向均为东南风,其最佳朝向为南偏东9度左右;上海以南偏东15度左右为最佳朝向,南偏西15度至南偏东30度为允许范围.

1.2 自然通风

良好的自然通风不但对人体散热、调节室内气温有直接作用,而且能大量带走建筑围护结构的热量,降低其表面温度,使人获得舒适感.所以,湿热地区住宅的自然通风非常重要.由于建筑物背风区涡旋的影响,建筑群内部气流的流场比较复杂,风速风向也随之变化.炎热地区为了加强自然通风,往往建筑布局上多采用行列式布置,用增加前、后排房屋的建筑间距、控制房屋的长度(一般小于60m)和加大房屋左右的开口距离等方法.在目前城市用地日趋紧张的情况下,这些方法是不适宜的.为了改变单调的穿通式行列布局并节约用地,作者试作了由三个建筑单元组合的院落式住宅方案1与行列式住宅方案2,在一个长度为240m、宽度为175m的街区内布置了方案1住宅12幢和方案2住宅8幢,见图1所示.这个小区总平面设计方案以院落式住宅为主,形成丰富变化的居住室外空间,用虚实对比的手法进行规划,利用建筑本身凹凸变化造成许多引风流道,让建筑物周围的风速加大,达到加强自然通风的效果.

两个住宅方案均为四层建筑,方案1有一个 $17.4\text{m} \times 14.1\text{m}$ 的内院,院落前后排房屋的间距 $D/H=1:1.23$ (符合城市居住区规划技术规定新建地区住宅间距控制在 $1:1.0-1.4$ 的要求).其建筑密度较大、墙面相互荫蔽,可减少夏季外墙的太阳辐射热,对降低室内温度有利.为了解决好院落内风流的贯通,减少前后排房屋之间涡旋的影响,通过开敞式的四个楼梯间引风入院,加上各幢建筑墙面凹凸形成的引风道和植树等环境设计,使整个建筑地段能获得较大的风流,图2示出该小区室外空气流场平面.由图可知建筑地段空气流畅,建筑周围空气流速较大,利用迎风墙面上的门窗洞口引风入室,加强了户内的自然通风.

1.3 环境布置

在建筑总平面设计中,通过植树、绿化、道路、水面和建筑小品等环境的合理规划与安排,不但可以美化城市、创造优美的室外环境;夏季能遮住来自天空及其它邻近房屋、道路等的太

阳辐射热,使吹入住宅的风有比较低的温度,获得良好的地段小气候条件.

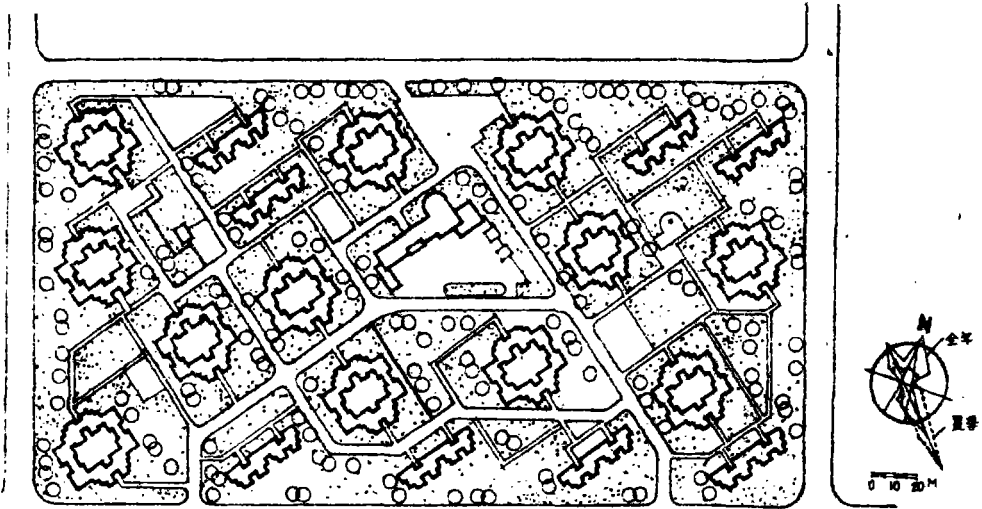


图1 小区建筑总面积

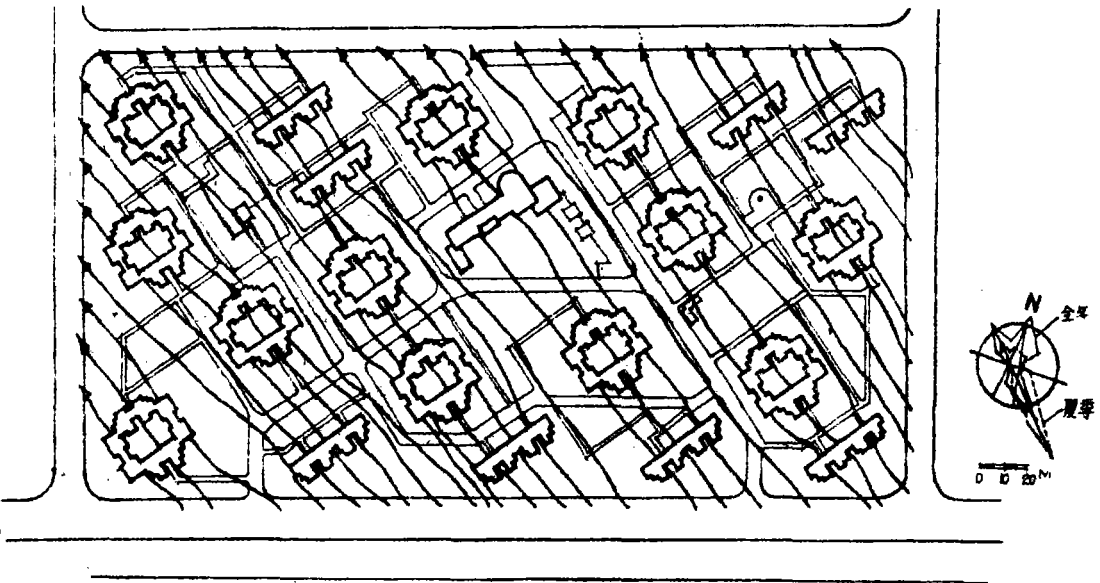


图2 室外空气流场平面

绿化树种的选择及其布置方法很值得研究,现有沿道路的植树绿化方法对遮挡太阳辐射与加强自然通风方面没有充分发挥作用.图1所示的建筑总平面设计,在树种与布置上充分考虑流体力学的文丘里原理,即气流到狭窄处其压力减少,而流速增大.因此,采用不规则的植树

布置,沿房屋四周种植高大、叶茂的落叶乔木,由树木形成许多引风流道,使建筑地段室外风流速度加大,住户即可获得良好的自然通风。南方较适宜的树种有白杨、柠檬桉、榆木、枫树和法国梧桐等,这些树木生长较快,有五六年时间可高达7—12m,夏季对遮挡热辐射与加强地段的自然通风有很大作用,而冬季落叶后不妨碍日照。在房屋东、西两侧除种植高大的乔木外,还应种植簇叶的灌木,以阻挡夏季上午和下午较低而灼热的阳光暴晒墙面和透入窗户。南方夏季烈日当空的晴天,一般室外气温比室内高,热空气直接吹入室内,达不到降温的目的。因此,要在建筑物四周造成阴凉的小气候,使风在入室前经过一段冷却,变热风为凉风,以增加人的舒适感。所以,在乔木形成的引风流道之间,最好种植一些较矮的树木,让房屋的正面形成较大面积的树荫,气流在树间的流速增大,使凉风吹向住户,见图3室外空气流场剖面。

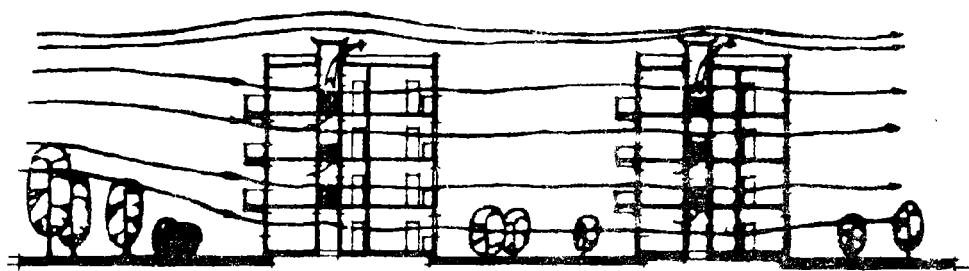


图3 室外空气流场剖面

居住区内的道路与硬地应尽量少用混凝土、石头等材料,它会大量吸收太阳辐射热并反射到周围的建筑物。如有可能尽量铺设浅色的地砖地面,并种植草地。房屋的外墙,特别是东、西端,种植蔓藤植物让藤叶爬满墙面,可减少夏季太阳辐射热,这些叶片上的水分蒸发会吸收热量,从而降低其周围的空气温度。

要实施环境设计的要求,必须增加一些投资费用,并要有良好的管理。建议城建部门适当增加拨款,作为美化城市的一部分,在管理上可通过居民委员会实行住户参与。

2 建筑单体设计

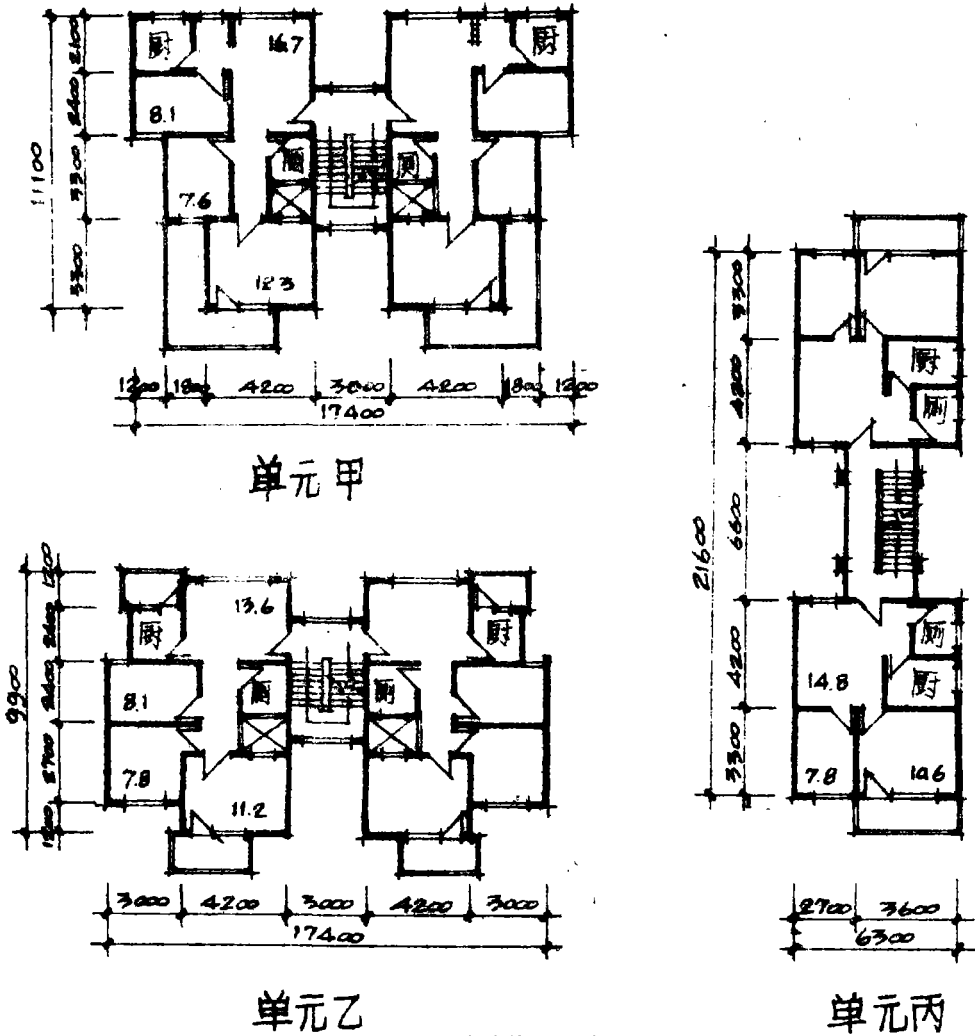
随着人民生活水平的不断提高,人们对住宅除了要求“住得下,分得开”,还要有较大的起居室(厅)、厨房和卫浴间,内部装修标准与舒适性等都有较高的要求。试作方案力求平面紧凑。在平均每户建筑面积为 70m^2 左右,实现以三房一厅为主要户型,满足一部分中等收入家庭的需要,而又不要太大,突破当前我国城市住宅平均每户建筑面积 $50\text{—}60\text{m}^2$ 的居住水平。该方案为四层住宅,这是考虑到在酷热的天气若是住五六层楼上的人们,上下楼梯汗流浹背,尤其是孕妇、小孩与老人会望楼梯而生畏。为了加强自然通风与采光,在户内设置一个小天井。结构型式采用砖混结构,以适应当前中、小建筑施工队伍是城市住宅建设主力的现状。设计方案由三个建筑单元进行平面组合,图4所示的各建筑单元的平面图,各单元的建筑技术经济指标如表1。图5示出了住宅方案1与住宅方案2的平面图。方案1为庭院式住宅,平均每户建筑面积为 65.5m^2 ,平均每户居住面积为 37.9m^2 ,户室比:三室户50%,二室户50%;方案2为行列式住宅,平

均每户建筑面积为73.1m²,户室比:三室户100%.

南方湿热地区住宅设计中,最突出的是室内通风降温问题.室内过热的热源主要是太阳辐射,进入室内的太阳辐射热有直接与间接两个方面.单体建筑的平面布置、建筑形体、门窗开口的大小与位置,以及屋顶、墙体、门窗等的构造处理,它们都直接影响传入建筑物的热量多少与自然通风的效果.试作方案着重在减少房屋夏季得热与加强自然通风等方面探讨如下几个问题.

表1 技术经济指标

单元类型	单元建筑面积 (m ²)	单元居住面积 (m ²)	平面系数 (%)	每户建筑面积 (m ²)	每户居住面积 (m ²)	户室比
甲	146.2	89.4	61.1	73.1	44.7	3—3
乙	143	81.4	56.9	71.5	40.7	3—3
丙	117.4	66.4	56.6	58.7	33.2	2—2



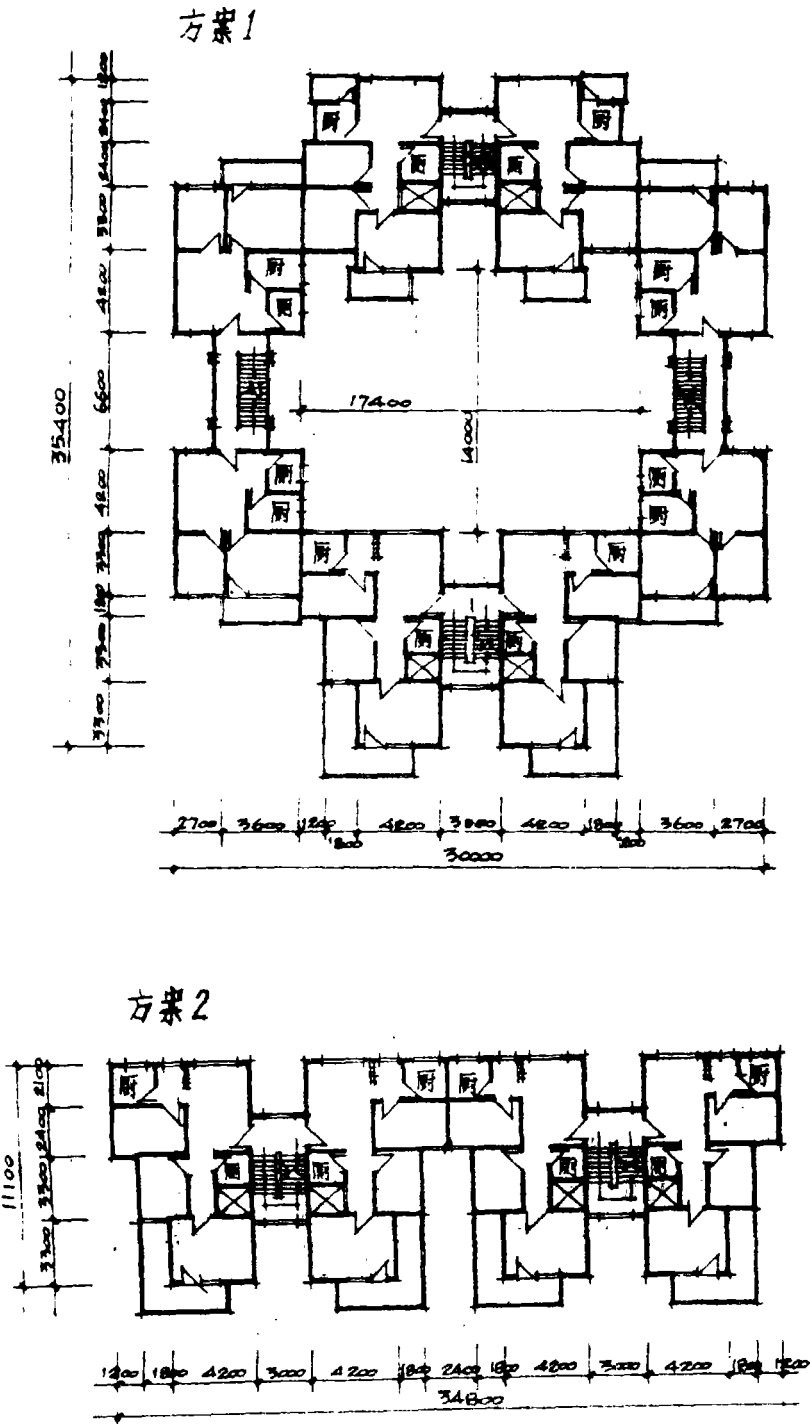


图5 住宅方案平面图

2.1 庭院的设置

由于城市人口不断增长,近年我国大、中城市住宅转向发展高层住宅与五六层以上的多层住宅.这类住宅虽然解决了一些用地紧张问题,但却存在不少的弊病,如造价高、耗能源、缺少户外活动、生活与外界环境隔绝和邻里联系少,所以,不是令人满意的居住方式.而我国丰富多采的民居建筑中,庭院式住宅遍布南北各地,受到居民的欢迎,如北京的四合院住宅和广州南方传统的“竹筒式”民居等.它们的建筑布局与处理手法等许多方面值得借鉴与利用,以丰富和提高我们住宅设计的水平.

图5中所示的方案1为四层庭院式住宅,它是用建筑单元甲、乙、丙组合成有一个宽度为17.4m,深度为14.1m的内院.院落内共有32户,形成一个生活组团,可以密切邻里关系,院落为人们提供良好的户外活动与休息场所,围合的院落可增强领域感与安全感,使居民有更强的邻里意识.这种布局的建筑密度大,墙面相互荫蔽可减少外墙的太阳辐射,对夏季住宅的降温有利.

院落的出入口为南、北两翼3m宽开敞式的楼梯间,同时作为引风入院的通风巷道.为了解决北翼东、西两端住户的通风,并使院落比较通透,建筑单元丙采用开敞式横向直跑楼梯,在楼梯间处形成的凹口,相当于一个截去一面墙的天井,从而增加了室内穿堂风,并因此可避免在东、西墙面开窗.每层八户中有六户取得卧室朝南的好朝向;后翼两个端部住户是南厅北室,夏季的热风先吹过厅,可以得到一定的冷却,同时北室比较阴凉,只要通风良好,居室还是舒适.

这种庭院式住宅属于高密度的住宅类型,建筑用地较省.方案1建筑基地占地面积约为960m²,能得到一个245m²的内院和四个角落192m²的空地;如果将这个设计方案改成行列式住宅,间距仍保持相同,其占地约1330m².两者相比大约可节省用地27.7%.院落内部通过种植矮树与草地,设置有遮阳作用的建筑小品等,既为居民提供良好的休息、活动场所,也能改善建筑环境的微气候.

2.2 改进型的户内小天井

在炎热地区的住宅利用天井来通风采光能收到良好的效果,因为太阳光直射到天井中的时间短,散射的辐射热也少,它是住宅中的一个“冷场”.设置了天井能增加房屋的进深,减少外墙导热面积,对降低室内温度可起一定作用.但是,已住天井存在脏乱和声、味、视线相互干扰等缺点,致使近年新建的住宅中较少被采用.

试作方案的建筑单元甲和乙,在每户内均布置一个1.5m×1.8m的小天井,没有同层多户干扰的问题.沿天井的走道栏杆通透处理,以取得良好的通风.为了使天井白天能加快自然排气和夜间引风入户,以增强户内的自然通风效果,作者建议将天井的井壁比屋面升高1—1.5m,东、南、西三面升高的井壁采用透光材料(如普通玻璃、透明塑料、玻璃钢等),北面升高的井壁用砖砌,并在天井的顶部加顶盖.井壁与顶盖之间留有0.3—0.5m高

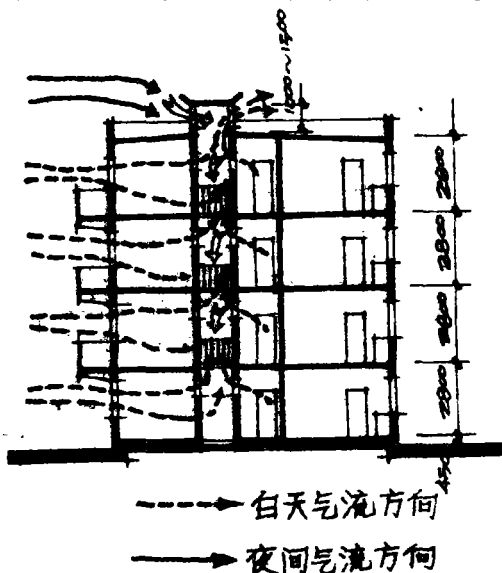


图6 改进型的小天井示意图

的排风口白天利用“烟囱效应”进行自然通风,升高于屋面的三面透光井壁用太阳辐射热加热天井上部空气,以加快空气的排出,而较冷的空气由各层流入天井,从而加强了通风对流,气流的流动方向如虚线箭头所示.夜间整个室外大气温度降低,因为大气在高处的空气流速较大,户外较重的冷空气可通过天井顶部开口处流入户内形成自然通风,气流的流动方向如实线箭头所示.当夏天夜间停风或微风情况下,这种自然通风的效果将更明显.

2.3 开口位置与面积大小

根据气流场的分布规律,内、外纵墙开口宜设于房间的正中位置,使室内能均匀地过风;但因家具布置往往内墙上的门要靠一侧,这时便在房间的另一侧造成死角,以致通风不良.这一角落一般均布置床位等,是人常逗留的地方.图7所示为各建筑单元户内空气流场分布.在单元甲和乙的朝南主卧室,为了改善死角区的通风状况,我们可在靠小天井的内纵墙上近地面处设通风百页窗和上部设腰窗,既可增加室内空气的流速,又使风流向人们停留的地方.

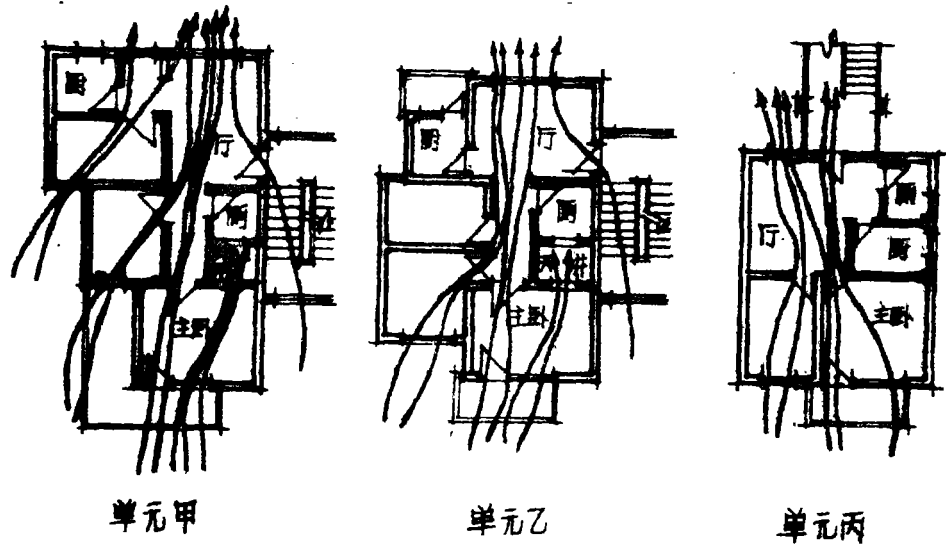


图7 各建筑单元户内空气流场分布

进、排风口(即前后墙窗口)面积之比对室内流场与流速均有很大的影响.当进、排风口面积都较大时,其流速与流场也较大;如缩小进风口,则流场减小而流速有所增加.根据这个气流规律,并为减少南向窗户的太阳辐射热,设计方案一般卧室的南墙均开三扇窗(窗洞宽约1.5m),而在厅的北墙上开四扇窗(窗洞宽约2.1m).由于从窗户传入室内的辐射热要比墙体大得多,所以,炎热地区片面强调开大面积窗进行自然通风,并不一定能获得良好的室内微气候条件.特别要注意在东、西墙上不开或尽量少开窗户.

2.4 平面布置

试作住宅方案1、2在平面布置上,尽量考虑有利于自然通风与墙体相互遮蔽减少太阳辐射热.多数住户的卧室都朝南,便于开窗通风.利用墙面凹凸形成的引风流道加强建筑地段的风流速度并引风入室.建筑单元甲、乙中,将各户的厅布置在北面,这是考虑南方夏季白天室外直

吹的热风温度较高,如能通过室内一段距离,热空气就可得到一定的冷却;而且北厅受太阳辐射较少,这里穿堂风集中(见图7所示),作为日间经常活动的场所较为适宜。

根据空气动力学的原理,当气流流过较大的空间内,其流速减小而压力增大;当流过狭窄处的空间,其流速增大而压力减小。因此,我们在平面布置时,可以通过空间大小的变化来加强户内自然通风。图7所示单元甲与乙中,卧室与北厅相连接的过道,其空间狭窄而使气流速度加大,促使户内获得良好的穿堂风。

2.5 利用“太阳能烟囱”诱导通风

太阳能用于冬季采暖已在许多国家应用并有较好的效益,同样也可应用太阳能技术于夏季降温,只是成本较高和效益差。建议在朝南的主卧室利用简易的“太阳能烟囱”进行诱导通风。在炎热的白天,不需机械动力使室内空气流动而形成自然通风。

建筑物中的“烟囱”效应诱发自然通风,是因在垂直的空气流道内,热空气上升从顶部的孔口排出,较冷的空气由下部孔口进入流道,如此往复形成自然对流。其通风效应的大小与进、排风口的高度差和流道内、外的温度差成正比。按照这个原理,我们可在单元甲、乙的主卧室朝南墙上设置简易的“太阳能烟囱”,图8所示为其平面与剖面图。当白天停风或微风情况下,由于阳光照射使流道内的空气温度升高,从而加剧上升被排到室外,这时室内的空气将被吸入流道,这样室内空气便产生流动而获得自然通风。“太阳能烟囱”流道内的空气柱愈热,产生驱使空气流动的浮力也愈大。

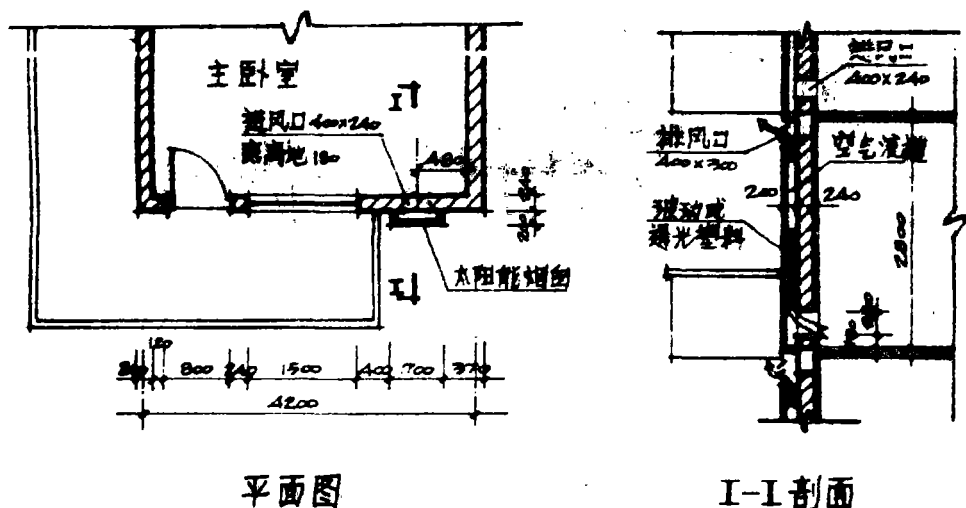


图8 简易“太阳能烟囱”平面与剖面图

除上述探讨的几方面措施外,采用各种有效的遮阳措施、屋顶做隔热与通风层、东西墙的隔热构造、屋面和墙面采用浅色材料,以反射强烈的太阳辐射等方法,在炎热地区都能达到通风降温的目的。

参 考 文 献

- [1] 胡璋,炎热气候与建筑降温,建筑学报,8(1963),13-18.

- [2] 尚廓、杨玲玉,传统庭院式住宅与低层高密度,建筑学报,2(1982),51—60.
- [3] 方铎荣译,家庭太阳能利用指南,新时代出版社,(1987),208—224.
- [4] 渠箴亮,被动式太阳房建筑设计,中国建筑工业出版社,(1987),92—103
- [5] Brown, G. Z. , *Sun, Wind and Light*, John Wiley & Sons. Ltd. , (1985), 72—83.
- [6] Tabb, Phillip, *Solar Energy Planning*, McGrawHill, Inc. (1984), 122—127.

An Approach to the Problem of Ventilation and Cooling of a House in Subtropical Region during the Summer

Liu Qinqing

(Department of Architectur)

Abstract In the design of a house in subtropical region, the problem of ventilation and cooling during the summer is explored with the purpose of creating a better microclimate for the residents. The author approaches the topic from the angles of general layout of a building and an insula, flat and dimension of a building, outdoor environment, construction details, and the techniques of solar energy utilization.

Key words optimum orientation, natural ventilation, adventuring air circulation microclimate, stack effect