

基于自然通风的建筑设计方法研究

李 佳

山东建筑大学建筑城规学院, 山东 济南

收稿日期: 2023年8月8日; 录用日期: 2023年9月4日; 发布日期: 2023年9月13日

摘 要

风是大自然赋予人类的一种宝贵资源, 它被人们用来改善环境、提高室内舒适度, 随着绿色建筑理念的普及, 人们越来越重视自然风对建筑环境和室内舒适度的影响, 因此在建筑设计中必须考虑通风。本文首先介绍了建筑通风的原理及作用, 然后概括梳理了传统与现代建筑对自然通风的应用, 最后通过实例探讨在建筑规划布局设计、建筑平面剖面设计与局部构造设计等方面加强室内自然通风的设计措施。

关键词

建筑通风, 自然通风, 建筑设计策略, 绿色建筑

Research on Building Design Methods Based on Natural Ventilation

Jia Li

College of Architecture and Urban Planning, Shandong Jianzhu University, Jinan Shandong

Received: Aug. 8th, 2023; accepted: Sep. 4th, 2023; published: Sep. 13th, 2023

Abstract

Wind is a valuable resource given by nature to human beings, and it is used by people to improve the environment and indoor comfort. With the popularization of green building concept, people pay more and more attention to the influence of natural wind on the building environment and indoor comfort. The article outlines the application of natural ventilation in traditional and modern buildings, and discusses the design measures to strengthen indoor natural ventilation in building planning and layout design, building plan and section design and local structure design through examples.

Keywords

Building Ventilation, Natural Ventilation, Architectural Design Strategy, Green Building



1. 引言

在经济飞速发展的背景下，人们的生活水平逐步提高，对室内空间舒适度的要求也越来越严格。然而，伴随着城市化和建筑空间扩张的趋势，建筑需求量不断扩张，再加上空调系统在建筑中广泛的应用，导致建筑能耗急速增加，在全国能源消费总量比重为 45.5% [1]。约占社会总能耗的 30%。因此，在追求可持续发展和环保的背景下，建筑通风成为设计师和建筑师们关注和研究的焦点，通过合理的通风设计，可以有效地调节室内温度，避免过度和潮湿的情况出现，提供一个宜人的居住和工作环境。

2. 建筑通风概述及作用

2.1. 建筑通风概念及原理

建筑通风一般是指在人们停留的空间中导入新鲜的空气，提供呼吸所需要的氧气，除去过量的湿气，稀释室内污染物。根据原理可分为机械通风和自然通风，机械通风是指借助现代化设备(如风扇)来实现室内空气的净化和流通，建筑的自然通风是由于开口存在压力差产生的空气流动，而压力差通常由风压作用和热压作用产生[2]。

风压通风的压力差主要是由于建筑物本身对气流的阻挡造成的，可以通过在建筑物的外部设置适当的进出风口，来形成建筑内部顺畅的气流通道。热压通风(即烟囱效应)是指由于温度差异引起的气流运动，当室内温度较高时，热空气具有较低的密度，会产生上升的气流。这将在建筑底部形成负压区，从而吸引室外较凉爽的空气进入室内，实现自然通风。

在实际生活中，自然通风是由风压作用、热压作用以及两者综合作用形成的，只是各自作用强弱不一，由于风压受到天气，室外风向，建筑外形，周围环境等多种因素影响，风压和热压在一起时并不是简单地线性相加。因此，在设计中必须综合考虑多种影响因素，让风压作用与热压作用互为补充，并紧密协调，才能达到高效的自然通风效果。

2.2. 建筑自然通风的作用

人们一般认为自然通风主要有以下三种功能：

- 1) 提高室内舒适度，自然风可以通过空气对流、热辐射等形式促进室内外的空气流动，增加人体周围的空气流速，增强人体散热，改善人体热舒适性。
- 2) 改善室内空气品质，自然通风为人们提供清新洁净的自然空气，将室内的浑浊空气定期置换到室外，从而保持室内良好的空气环境，对人们的身心健康都有好处。
- 3) 有利于建筑节能，通过空气流通将建筑物内的高温空气与室外的低温度空气进行热量的交换，能降低室内温度，降低空调的使用频率，减少建筑能耗。

3. 传统建筑自然通风的应用

在古代，人们强调活动必须与自然相适应，以达到天人合一的和谐境界。因此，传统建筑通常会适应环境，注重“藏风聚气”，“坐北朝南”的设计理念，在这种观念指导下形成了我国独特的风水理论——“风水学” [3]。根据风水学的观念，风具有能量的流动和传递属性，在一个建筑物或居住环境中，设计

能够“藏风聚气”就要在适当的位置设置结构或设施，以阻隔或集聚气流，以达到调节和积累能量的目的，例如，在庭院中设置凹凸不平或带有假山的景观，可以造成风的变动和积聚，形成“藏风”，以利于能量的聚集。中国传统民居，例如北京四合院(见图 1)一般采用院落式布局，同时门、窗等主要的出入口和开口处应朝向南方，坐北朝南不仅可以最大程度地接收到日照和阳光，更重要的是要兼顾通风，受海陆位置的影响，我国大多数地区一年的盛行风向随季节有显著变化，我国夏季的主导风向是东南风而冬季则是西北风，住宅南侧开口在夏天有利于凉风的导入进而减少闷热感，在冬天墙体避免寒风的侵袭，有利于保温。

而炎热的南方，特别是长江以南的岭南传统聚落[4]，冷巷(见图 2)成为传统建筑的典型特征之一，冷巷在炎热的夏季尤为显著，能够为人们提供一片凉爽的避暑区域。它是夹在建筑物之间一条狭窄的巷道，或者是在建筑的一侧留出的一条小廊道。因为巷道比较狭窄，一侧的建筑会遮挡阳光，在巷道内形成阴影，阴影区无法获取太阳辐射热量，与周边形成温度差，从而形成热压通风，通过风带走热量。通过对单体建筑进行架空处理，可减小建筑的迎风面积，从而实现优化建筑背风侧室外风环境的目的，我国西双版纳地区的吊脚楼(见图 3)就是利用底层架空来获得舒适室内环境的典范。

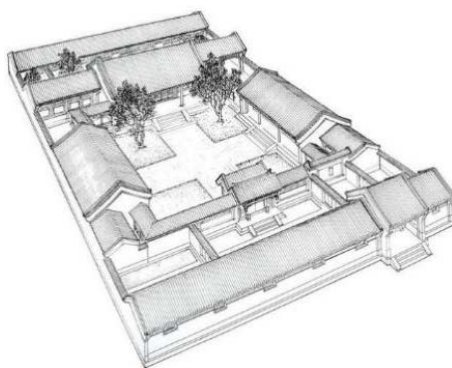


Figure 1. Beijing courtyard

图 1. 北京四合院



Figure 2. Lengxiang

图 2. 冷巷



Figure 3. Stilted building
图 3. 吊脚楼

4. 当代建筑自然通风的应用

传统的建筑设计方法较好地适应了当地的自然环境与气候条件，至今仍然值得借鉴，但随着科技的快速发展，现代建筑已经不是被动地适应自然了，而是主动地、科学地利用和改造自然。由于建筑物内、外环境错综复杂等因素的影响，在进行设计时，需要通过特定的通风模式来实现和加强室内的自然通风，甚至可以通过设置机械设备辅助自然通风，从而提高室内的通风效率。

4.1. 建筑规划布局设计

建筑物的形态与布局，建筑物的朝向，道路走向，建筑物与道路的相互关系等，都会对建筑物的自然通风产生直接或间接的作用。建筑群的布局方式一般有并列式、错列式、周边式和自由式等(见图 4)，错列式属于并列式的衍生形式，与并列式相比，错列式可使风从斜向导人建筑群内部，周边式布置挡风严重，适用于冬季寒冷地区。总体来说，增加建筑的高度，建筑背风侧涡流区将变大；相同高度时，建筑面宽越大对来流风的阻挡作用越强，建筑背风侧的风影区范围也越大。伴随着现代化进程，大量人群涌入城市，城市中住房数量越来越多，高度也与日俱增。因此，在高层、高密度、布局多样的居住区中往往会产生一种特殊的风环境，从而导致了许多的问题[5]，例如，由于风速过低，住区中会产生涡旋，并且会产生大面积的静风区域，同时建筑群中的热量也不容易散失，污染物很容易积累。因此，在规划设计阶段基于 CFD 对建筑群风环境进行模拟分析具有十分重要的意义[6]。

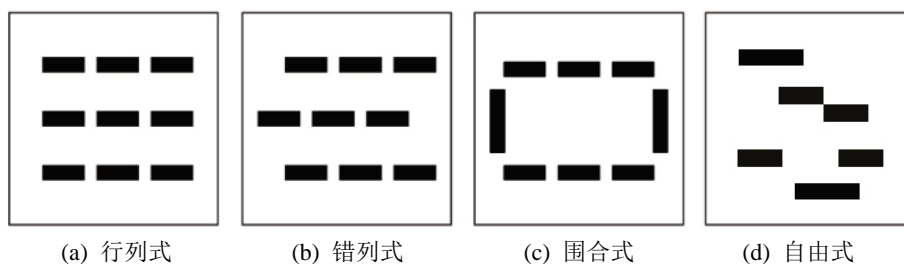


Figure 4. Simplified floor plans in four layout formats
图 4. 四种布局形式简化平面图

4.2. 建筑平面剖面设计

在建筑空间的平面设计中，开口形式及相对位置对室内通风质量有着相当大的影响，可以将建筑开口归纳为了五种类型[7]，见表 1 所示，建筑开口通常分为功能性开口以及外加开口，外加开口产生的通风通常称为渗漏，这不利于寒冷地区的保温，应该尽量避免渗漏。功能性开口如门窗等，能够打开和关

闭，以调节空气的流通，使室内形成良好的通风效果。见图 5 为几种常见窗户布置方式的气流状况，(a)和(b)采用单侧开窗的形式，室外风对室内通风的影响较小，室内空气扰动较小，是一种不利于通风的开窗方式；(c)和(d)通风覆盖范围广，流线畅通，容易形成穿堂风，是一种较理想的自然通风组织方式。在生活中，为了更好的将自然风引入建筑房间中，使用者还对窗户的开启方式进行了选择，根据不同立面风压分布不同选择不同的开窗方式，保证足够的可开启面积，外窗采取平开、悬窗可以有效增加空气渗透量。尤其是中悬窗，可以从 0 度到 180 度不同角度的开启，利用不同方向的风和风速，使室内不同位置都能感受到自然风。

Table 1. Five main types of building ventilation openings

表 1. 建筑通风开口的五种主要类型

序号	名称	描述	示例
1	小开口 A	外加的开口	门窗框上的裂缝，围护结构连接节点
2	小开口 B	功能性，较短	通风孔，小窗户
3	大开口 A	功能性，较长	烟囱，排气管，通风管道
4	大开口 B	功能性，较短	大开窗，室内外门
5	非常大开口	功能性，较长	非常大开窗，室内外门

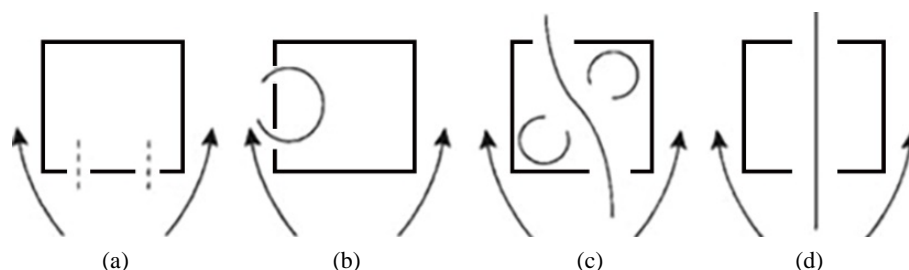


Figure 5. Indoor air movement with different openings

图 5. 不同开口方式的室内气流运动情况

在建筑空间的剖面设计中，大多利用“烟囱效应”，通过中庭、楼梯间、天井、拔风井来实现，对于中庭而言，除了可以使室内获得光照外，还可以通过打开顶部天窗，将室内空气向上流动，使室内多余的湿润空气和热量被带走，以达到改善室内热舒适度的目的。有时要强化自然通风可以采用自然通风和太阳能相结合的办法，其中应用最多的就是太阳能烟囱。例如山东建筑大学的生态学生宿舍[8]，在公寓西面设置通风烟筒，在夏天，因为阳光的照射，使烟囱里的空气变得温暖，使热气上升，并从顶部通风口排出，各层走廊内的空气由于压力作用进入烟囱，房间内空气通过开向走廊的通风窗流入走廊，这样就强化了室内的自然通风。

4.3. 局部构造设计

除了建筑必需的门窗洞口外，可以通过特殊的构造方式创造开口，在建筑中常见的是通风屋面及双层玻璃幕墙通风。通风屋面的起源可以追溯到南方沿海地区的民间建筑，尤其是一种双层瓦屋顶结构，旨在应对炎热潮湿的气候条件，提供更好的通风和降温效果。随着时间的推移，发展到现在可以通过设置天窗，风斗和烟囱等结构来提供气流的入口和出口，还可将屋顶整体架空而形成通风屋顶[9]。通风屋顶各构造层间通常留出较大空间作为空气间层，通过热压作用使空气间层中产生气流流动，形成风带走热量，使屋顶内部表面温度下降，从而达到调节室内环境温度的目的，除此之外，为了进一步强化自然

通风,也可以在屋顶安装屋顶自然通风器,辅助增强屋顶通风效果。例如广州药学院体育馆的屋顶呈现出由南向北逐步升高的效果,扩大了屋顶的迎风面面积,增加了自然风导入的效率。与此同时,进风口和出风口存在一定高差,有利于室内热空气从位置较高的出风口排出。

能够进行自然通风的双层玻璃幕墙又被称为“热通道幕墙”或“呼吸式幕墙”,双层玻璃幕墙是一种创新的建筑外立面系统,是由内外两层幕墙和中间空气间层组成,旨在提供更高效率的通风和能源管理。该系统通过设置可以打开和关闭的通风孔或排气孔,并结合智能控制系统,可以根据室内外气温、湿度、风速等条件进行自适应调整。当室内温度较高时,系统可以打开通风孔,以促进新鲜空气的进入,实现有效的空气流通和热量释放。相反,当室内温度较低或气候条件不佳时,系统可以关闭通风孔,以减少能量损失和不必要的室内外气流交换。双层幕墙不仅可以提供舒适的室内环境,还能够降低建筑物的能耗,已经在现在的高层建筑设计中得以广泛应用。

4.4. 其他机械通风技术

除上述几种常见自然通风方法外,一些特殊的通风技术也逐渐发展起来,可通过机械手段来实现通风,例如:利用百叶、通风机、排气扇、通风窗等机械设备来实现自然通风。对于一些室外风速较大,室内相对潮湿的场所,可以在需要的地方安装一些简单的排风系统以实现自然通风。这些措施可根据具体情况来选择,例如:采用空调或风机盘管制冷时,可以使室内空气流动,以实现自然通风;使用空调机时,可使空气通过排风扇进行自然通风。当建筑内的室内空气质量较差时,也可以采用一些简单的机械手段来实现自然通风,这些机械措施通常都是以设备的形式出现,可以单独使用也可以作为系统组合使用。例如敦煌市博物馆采用了自然通风与地道通风结合的设计手法,通风地道布置在庭院内,可以避免地道与建筑结构及其他管线之间相互影响。

5. 结语

利用热压和风压进行自然通风的原理虽然简单,但在具体的构造或技术措施的选择上,还需考虑建筑物的功能以及其地理位置等因素,才能使得通风效果达到最佳。在科学技术飞速发展的今天,新型通风技术手段仍在不断的探索和发展之中。21世纪是环保的世纪,是可持续发展的世纪。在科学技术突飞猛进、经济快速发展的今天,如何降低建筑能耗,实现建筑的人工环境与自然环境动态的平衡将是建筑在满足了基本的使用功能和美学要求后,更高层次的追求。

致 谢

在此对本文引用文章的作者表示感谢。

注 释

- ①图 1 来源: 网页引用, <https://www.mafengwo.cn/sales/9242705.html>
- ②图 2 来源: 作者拍摄
- ③图 3 来源: 网页引用, <https://www.mafengwo.cn/sales/9242705.html>
- ④图 4 来源: 作者自绘
- ⑤图 5 来源: 作者自绘

参考文献

- [1] 2022 中国建筑能耗与碳排放研究报告[R]. 重庆: 中国建筑节能协会建筑能耗与碳排放数据专委会, 2022.
- [2] 柳孝图. 建筑物理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000: 38-49.

-
- [3] 蒋诗贤. 建筑风水理论合理性解读[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2014.
 - [4] 周孝清, 马俊丽, 周晓慧. 岭南民居室内热环境实测分析[J]. 暖通空调, 2011, 41(5): 94-97.
 - [5] 谢云涛. 高层住区室外风环境优化设计研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东建筑大学, 2022.
 - [6] 郭卫宏, 刘骁, 袁旭. 基于 CFD 模拟的绿色建筑自然通风优化设计研究[J]. 建筑节能, 2015, 43(9): 45-52.
 - [7] 成佳. 建筑自然通风设计预期与实际运行差异性研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 东南大学, 2018
 - [8] 王崇杰, 何文晶, 薛一冰. 我国寒冷地区高校学生公寓生态设计与实践——以山东建筑大学生态学生公寓为例[J]. 建筑学报, 2006(11): 29-31.
 - [9] 李琳琳, 邢毓斌. 探讨现代建筑屋顶自然通风的设计[J]. 科技与企业, 2012 (12): 246.