

高层建筑通风案例浅析

曹国文

上海东方科技学院，上海

摘要 | 自然通风是节能建筑中广泛采用的一项技术手段。根据自然通风的实现原理不同可分为：利用风压实现的自然通风、利用热压实现的自然通风、风压与热压相结合的自然通风以及机械辅助通风等几种形式，着重从自然通风的实现方法着手，结合具体实例，分析其原理，并对双层维护结构和高层建筑的通风问题进行了初步的分析。

关键词 | 节能；自然通风；实现手段

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



随着建筑技术的逐渐进步和不可再生能源的日益匮乏，建筑的高能耗问题越来越凸显出来。在发达的工业化国家，近40%的能源是在建筑中消耗的，据专家粗略估算，其中的2/3 ~ 3/4可通过正确的、理想的建筑措施节省下来，建筑的节能设计受到越来越多的重视。近年来，在对节能技术广泛和深入研究的基础上，一些国家的建筑师们在一系列建筑创作中做出了探索和实践，自然通风和机械辅助式自然通风是一项成熟而低廉的技术措施，在建筑设计中应充分、合理地加以使用。

作者简介：曹国文，上海东方科技学院，本科，专业：土木工程。

文章引用：曹国文，高层建筑通风案例浅析[J]. 土木工程进展，2021，3(2)：21-26.

<https://doi.org/10.35534/ace.0302008c>

1 自然通风的实现方法

采用自然通风取代空调制冷技术至少具有两方面的意义：一是实现了被动式制冷。自然通风可在不消耗不可再生能源情况下降低室内温度，带走潮湿污浊的空气，改善室内热环境。二是可提供新鲜、清洁的自然空气，有利于人体的生理和心理健康。建筑中常用的自然通风实现方式主要有以下几种：

1.1 利用风压实现自然通风

自然通风最基本的动力是风压和热压。在具有良好的外部风环境的地区，风压可作为实现自然通风的主要手段。在我国大量的非空调建筑中，利用风压促进建筑的室内空气流通，改善室内的空气环境质量，是一种常用的建筑处理手段。风洞试验表明：当风吹向建筑时，因受到建筑的阻挡，会在建筑的迎风面产生正压力。同时，气流绕过建筑的各个侧面及背面，会在相应位置产生负压力。风压通风就是利用建筑的迎风面和背风面之间的压力差实现空气的流通。压力差的大小与建筑的形式、建筑与风的夹角以及建筑周围的环境有关。当风垂直吹向建筑的正立面时，迎风面中心处正压最大，在屋角和屋脊处负压最大。

另外，伯努利流体原理显示，流动空气的压力随其速度的增加而减小，从而形成低压区。依据这种原理，可以在建筑中局部留出横向的通风通道，当风从通道吹过时，会在通道中形成负压区，从而带动周围空气的流动，这就是管式建筑的通风原理。通风的管式通道要在一定方向上封闭，而在其他方向开敞，从而形成明确的通风方向。这种通风方式可以在大进深的建筑空间中达到较好的通风效果。

1.2 利用热压实现自然通风

自然通风的另一原理是利用建筑内部空气的热压差——即通常讲的“烟囱效应”来实现建筑的自然通风。利用热空气上升的原理，在建筑上部设计排风口可将污浊的热空气从室内排出，而室外新鲜的冷空气则从建筑底部被吸入。热压作用与进、出风口的高差和室内外的温差有关，室内外温差和进、出风口的高差越大，则热压作用越明显。在建筑设计中，可利用建筑物内部贯穿多层的竖向空腔——如楼梯间、中庭、拔风井等满足进、排风口的高差要求，并在

顶部设置可以控制的开口，将建筑各层的热空气排出，达到自然通风的目的。与风压式自然通风不同，热压式自然通风更能适应常变的外部风环境和不良的外部风环境。

Kiessler+Partner 设计的德国 Gelsenkirchen 科技园就是利用热压通风的典型实例。Gelsenkirchen 科技园是北莱因威斯特伐利亚兰德政府于 1989 年制定的环境改善十年计划中的一个极富创造性的项目。9 个研究用房沿一个长约 300 m 的西向临湖“拱廊”依次排列。“拱廊”是一个设有商店和咖啡馆的公共场所，高三层，外侧为倾斜的玻璃墙面，在走廊中人们可以俯瞰整个湖泊。“拱廊”的正面安装可随季节变化而自由调节的隔热玻璃。在冬季，可将低处的挡板关闭，这样，拱廊便成为一个温室，有利于节约采暖能耗；在夏季，可将挡板滑向上方，就像是大型的上下推拉窗。这样，经过水面冷却的冷空气便可从玻璃墙下部吹入“拱廊”内部，而室内的热空气则由玻璃墙面与屋顶的接合处缝隙中排出。除此以外，地板下还设有调节室温的水冷系统，调节过程中被热空气加热的水在晚间则可向室内补充热能。

1.3 风压与热压相结合实现自然通风

在建筑的自然通风设计中，风压通风与热压通风往往是互为补充、密不可分的。一般来说，在建筑进深较小的部位多利用风压来直接通风，而进深较大的部位则多利用热压来达到通风效果。位于英国莱彻斯特的蒙特福德大学女王馆就是这方面的一个优秀实例。建筑师肖特和福特将庞大的建筑分成一系列小体块，既在尺度上与周围古老的街区相协调，又能形成一种有节奏的韵律感，同时小的体量使得自然通风成为可能。位于指状分支部分的实验室、办公室进深较小，可以利用风压直接通风；而位于中间部分的报告厅、大厅及其它用房则更多地依靠“烟囱效应”进行自然通风。同时，建筑的外维护结构采用厚重的蓄热材料，使得建筑内部的得热量降到最低。正是因为采用了这些措施，虽然女王馆建筑面积超过一千平方米，相对于同类建筑而言，全年能耗却很低。

1.4 机械辅助式自然通风

在一些大型建筑中，由于通风路径较长，流动阻力较大，单纯依靠自然风

压与热压往往不足于实现自然通风。而对于空气污染和噪声污染比较严重的城市，直接的自然通风还会将室外污浊的空气和噪声带入室内，不利于人体健康。在这种情况下，常常采用一种机械辅助式的自然通风系统。该系统有一套完整的空气循环通道，辅以符合生态思想的空气处理手段（如土壤预冷、预热、深井水换热等），并借助一定的机械方式加速室内通风。在诺曼·福斯特设计的柏林国会大厦改建工程中，便采用了机械辅助式自然通风方式。

柏林国会大厦改建工程议会大厅通风系统的进风口设在西门廊的檐部。新鲜空气经机械装置吸入大厅地板下的风道，从座位下的风口低速而均匀地散发到大厅内，然后再从穹顶内倒锥体的中空部分排出室外。此时，倒锥体成了巨大的拔气罩，自然通风的效果极好。此外，诺曼·福斯特还把自然通风与地下蓄水层的循环利用结合起来，成为此建筑的一大特点。柏林夏季很热，冬季很冷，设计充分利用自然界的能源和地下蓄水层的存在，把夏季的热能贮存在地下给冬季用，同时又把冬天的冷能贮存在地下给夏季用。国会大厦附近有深、浅两个蓄水池，浅的贮冷，深的贮热，设计中把它们考虑成大型冷热交换器，形成积极的生态平衡。

1.5 双层维护结构

双层维护结构是当今生态建筑中所普遍采用的一项先进技术，被誉为“可呼吸的皮肤”。双层维护结构一般由双层玻璃或三层玻璃组成，在两层玻璃之间留有一定宽度的空隙形成空气夹层，并配有可调节的深色百页。在冬季，空气夹层和百页可以形成一个利用太阳能加热空气的装置，提高建筑外墙表面温度，有利于建筑的保温采暖；在夏季，则可以利用热压原理将热空气不断从夹层上部排出，达到降温的目的。对于高层建筑来说，直接对外开窗容易造成紊流，不易控制，而双层维护结构则能够很好解决这一问题。

2 高层建筑中的自然通风问题

与多层建筑的自然通风相比，高层建筑的自然通风有其特殊性。风压在垂方向的分布有利于高层建筑的自然通风，但过高的风压却会使建筑的门窗难于开启，也给建筑室内的使用带来不便，而且在冬季会带走大量的热能，不利于

保温要求。而太高的中庭空间则会形成过大的热压，如不能有效控制，则会产生强烈的紊流，甚至在底层进气口产生令人不安的啸叫。

根据凡丘里现象：当流动的空气暂时遇到压缩时，例如空气进入一个漏斗型的通风井口时，受压缩的气流速度加快，气压降低。当建筑中设有导风墙时，导风墙可以在平面上被看作是一个漏斗，门窗则被视为进风口。杨经文设计的马来西亚槟榔屿州 MenaraUmno 是第一个利用自然通风来创造舒适室内环境的高层建筑。由于气候湿热，为了获得舒适的内部环境，需要一个较高的空气交换率。因此，为了引入自然风，在开口处采用了“风墙”体系。将“风墙”安排在有通高推拉门的阳台部位，两道风墙形成了喇叭状的口袋，将风捕捉到阳台。阳台内的推拉门可以根据所需风量控制开口的大小，也可完全关闭，形成“空气锁”。这一构思来自建筑师对当地风向资料的分析，实践证明这种“风墙”与“空气锁”的设置效果很好。

在法兰克福商业银行的设计过程中，针对塔楼 60 层高度中庭空间的自然通风状况，福斯特及其合作者进行了无数次计算机模拟和风洞试验。结果显示，如果整个中庭从上到下不加分隔，在很多情况下中庭内部将产生令人无法忍受的紊流。因此福斯特只得将每 12 层作为一个单元，在每个单元内部利用热压来进行自然通风，各个单元之间通过透明玻璃相分隔。这样，整个中庭便成为一个个自然通风单元，而不再是一个通高的“大烟囱”。

为了减少过高的风压和热压对高层建筑自然通风的不利影响，1990 年英恩霍文在波恩电话大楼的设计中发展了双层玻璃幕墙，这一革命性的设想，在埃森 RWE 办公大楼得以实现。幕墙内外层玻璃间隔 50 mm，即形成可蓄热的空腔，提供了节能的可能性，又可以通过内层可开启的玻璃窗实现室内各层间的自然通风。由于外层的玻璃阻挡了高空的风力，人们第一次可以在高层建筑中打开窗户，让室外的新鲜空气流入室内。这一新异的构想使大楼基本上放弃了昂贵的机械空调，使自然通风率达到 70%，节能 30%。

3 小结

作为一种节能设计的手段，自然通风还可以和多种其他手法相结合，如太

阳能、建筑材料、自然采光、地下蓄热蓄冷、地热、自动控制等，且引进计算机模拟和风洞试验技术，从量化的层面对建筑的生态节能设计进行深入的研究。虽然我国目前对此研究不多，但随着可持续发展的设计理念的不断发展，建筑自然通风必将受到越来越多的关注。

参考文献

- [1] 周浩明, 张晓东. 生态建筑 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2002.
- [2] 王鹏, 谭刚. 生态建筑中的通风 [J]. 世界建筑, 2000 (4): 62-65.
- [3] 薛恩伦. 重视环境、文化传统与生态平衡的高技派建筑 [J]. 世界建筑, 2000 (4): 26-29.
- [4] 郭笑平. 埃森 RWE 办公大楼 (德国) [J]. 世界建筑, 2000 (4): 38-41.

Ventilation Case Analysis of High-rise Building

Cao Guowen

Shanghai Oriental Institute of Science and Technology, Shanghai

Abstract: The natural ventilation is a technical means adopted widely in energy conservation building. According to the theory of natural ventilation, it can be divided into some forms including the natural ventilation by wind pressure, by different pressure in temperature, by combination of both and mechanically supplementary ventilation. In this paper, the theory of natural ventilation is analyzed with examples, then, the theory of double layer enclosure and the natural ventilation in high-rise building are discussed.

Key words: Energy conservation; Natural ventilation; Realization means