

# 雾霾天气下暖通空调系统 优化设计探讨

王琴

(南昌市城市规划设计研究总院,南昌 330038)

**【摘要】**近年来持续频发的雾霾天气,再次引发了人们对环境和能源问题的深刻反思,也给暖通行业敲响了警钟。本文从建筑室内微环境的角度出发,综合分析暖通系统设计和设备选型方面应该优化考虑的六个方面,提出采取结合新风净化及室内微循环措施的被动式节能建筑,能为最终建立有效应对雾霾天气的暖通系统优化设计提出标准和规范。

**【关键词】**暖通行业;雾霾防治;优化设计

**【中图分类号】**X51;TU832·5 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1674-7461(2014)05-0031-03

## 1 引言

随着经济的飞速发展,我国受雾霾影响的时间、地区和人数正逐年递增,大气环境日趋恶化,这严重影响了人们的正常生活和身体健康。由此引发的对环境和能源问题的深刻反思,使得人们看到我国经济结构和能源消费中存在的突出问题,从国民经济的全局出发综合进行雾霾治理刻不容缓。

而暖通行业在过去的一百年发展进程中,更多关注的是如何创造舒适健康的室内环境,却忽视了能源的消耗和环境的污染。同时雾霾造成的大气污染,给室内环境带来了恶劣影响,破坏了人们赖以生存的健康舒适的生活和工作环境,并干扰了暖通空调系统的正常运行。为使暖通行业持续健康发展,必须从节能减排角度出发,积极参与雾霾治理。

## 2 防治雾霾的暖通优化设计

雾霾天气下,不仅自然通风、夜间通风、过渡季利用新风等用于改善室内热环境或空气品质的节能措施无法采用,同时悬浮在空气中的二氧化硫、氮氧化物、可吸入颗粒物等通过建筑门窗缝隙、大

门和各种孔口进入室内,使室内空气品质恶化。为应对雾霾天气给人们造成的环境污染和健康危机,许多暖通空调师提出要设计“会呼吸的房子”,即在保留室内既有冷热量的前提下,引入经过洁净处理的新鲜空气或增设空气净化设备。

### 2.1 过滤新风

原有的空调新风系统一般只安装粗、中效过滤器,应对不了细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)和烟雾。结合静电除尘措施(使臭氧达标)为主,基本可以达到对PM<sub>2.5</sub>去除效率95%以上,甚至通过设置亚高效或高效过滤器,可达到98%左右的有效过滤。但由此必将新增系统初始投资及定期更换过滤网的成本,进一步加大运行能耗并造成新的大气环境污染<sup>[1]</sup>。

### 2.2 蒸发冷却

蒸发冷却中颗粒物的去除机理是惯性碰撞、扩散、接触阻留和沉降。因此蒸发冷却器正常运行时,不但可以有效的降低空气温度,并提高去除效率。填料吸水后出现的轻微膨胀,使得其接触面积增大、间隙减小,去除效果明显增强;同时润湿的填料对颗粒物的粘着力增强,也削弱了其再次悬浮的能力。蒸发冷却器无水运行时,实质上是通风装置,颗粒物也可因上述作用而被去除。实验证明,

**【作者简介】**王琴(1979-),女,工学博士,注册公用设备工程师。主要研究方向:暖通空调。

有水运行时,若采用刚性纤维填料时,PM2.5 的去除效率为 10%,PM10 的去除效率为 50%;用白杨填料时,PM2.5 的去除效率为 30%,PM10 的去除效率为 50%。无水运行时,蒸发冷却器对 PM10 的去除效率为 50%,高于对 PM2.5 10%~40% 的去除效率<sup>[2]</sup>。

### 2.3 喷水(雾)加湿

采用喷淋或喷雾法,使空气中细小颗粒物经惯性碰撞和接触阻留后粘着、沉降。实验研究表明,喷水或喷雾对粒径 $\geq 5.0\mu\text{m}$ 的大颗粒物过滤效率可达 95%,但由于传统喷嘴的水膜雾化效果不理想,对粒径 $< 5.0\mu\text{m}$ 的小颗粒物,尤其呼吸性粉尘 PM2.5 的捕集效率非常低。而采用流体力学超声波喷嘴进行撞击雾化及对水膜的撕裂作用,喷出的微细水雾不仅存在着各种动力学现象,而且还有蒸发、凝结以及水蒸气浓度差异造成的扩散现象等,这些都对可入肺的细小颗粒物的捕集起着重要作用,即使粒径再小的粉尘,微细水雾都能使其因与水雾粒碰撞而凝结成较大颗粒,实现沉降分离<sup>[3]</sup>。

### 2.4 负离子抑菌

以负离子作为作用因子,主动出击捕捉空气中的细小颗粒物。当室内空气中负氧离子的浓度达到 2 万个/ $\text{cm}^3$  时,空气中的飘尘量会减少 98% 以上,而对 PM2.5 的去除效果更佳。负离子能降尘、消除 VOC、去除异味;运行简便、成本少、耗能低、维护费用极少;几乎无风阻,无噪声,有利于加装在既有的通风空调系统中;无积尘装置,无需更换或清理,不会出现二次污染。实验证明,在含有高浓度、小粒径负氧离子的空气中,危害最大的粒径

$< 1.0\mu\text{m}$  的微尘、细菌、病毒几乎为零,是营造健康居家环境的首选。同时,负离子可使人精力旺盛、消除疲劳、提高效率,对人体 7 个系统、近 30 种疾病具有抑制、缓解和辅助治疗作用。因此负离子在医学界更是被称为“空气维生素”。但负离子的作用时间长,作用效应是一个过程,对降低 PM10、悬浮菌浓度有滞后性<sup>[4]</sup>。

### 2.5 微正压控制

微正压新风引入系统,通常在厨房等非重要房间的吊顶内设置新风热回收处理设备,并在新风引入管道或新风热交换热备内设置除尘装置。新风经过过滤和热交换后,通过送风管道送至户内房间内;排风经过集中排风口、排风管道和热交换设备后排出室外,并保证总新风量大于排风量,使室内保持一定的微正压,避免了通过门窗渗透的无组织新风进入室内,也即隔绝了大气中的 PM2.5 等透过门窗进入室内<sup>[5]</sup>。

### 2.6 被动式节能建筑

从德国引进的被动式节能建筑概念,即利用超厚的绝缘材料与复合式门窗,将建筑包覆于密闭的外壳中。房屋内并未安装任何传统的采暖或制冷装置,室内温度却可以长年保持在 19~26℃ 之间,真正做到“冬免供暖,夏免空调”(图 1、2)。它不但使整个建筑能耗接近为零,有效降低对大气环境的污染;同时采用具有良好密封效果的“航材三玻窗”,更是完全阻滞了雾霾入室,真正实现高品质室内空气。因此在完全密实的房间配一个经过过滤并产生负氧离子,使新风质量达到欧洲 F7 标准,就能完全抵御 PM2.5 的侵扰,给人们一个安全健康的生存保障<sup>[6]</sup>。

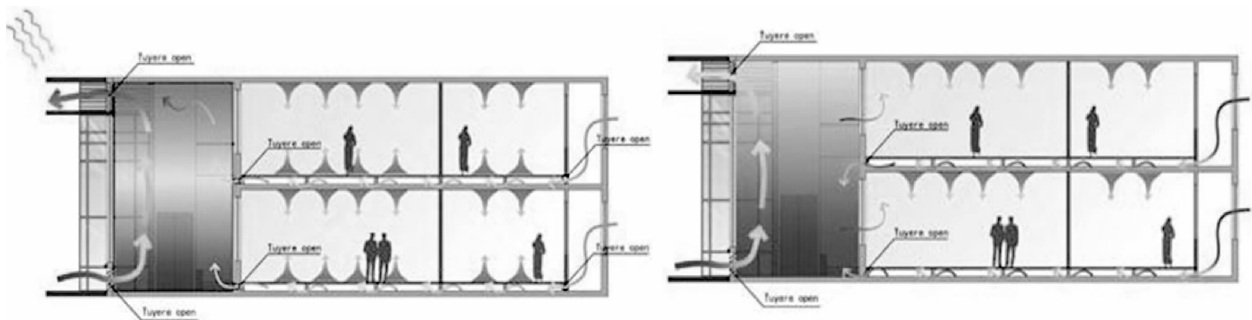


图 1 夏天白天门窗关闭,不启动自然通风;晚上门窗开启,自然通风降温

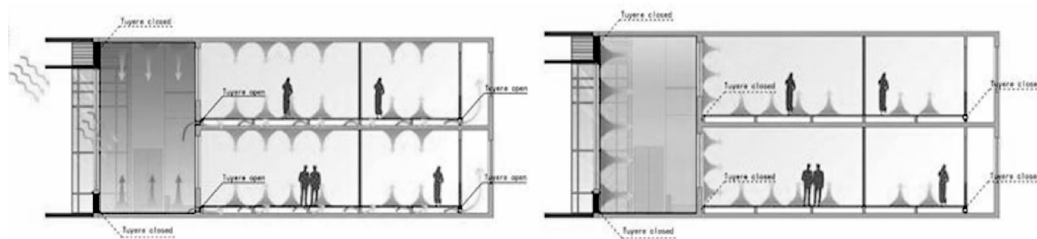


图2 冬天白天阳光房保温蓄热;晚上蓄热墙释放热量

### 3 结论

尽管雾霾的综合治理不是光靠工程手段就能解决的,但暖通空调在提供健康舒适的室内空气环境中仍然担负着不可推卸的重任。通过对上述应对措施的综合分析,可以得出:

(1) 过滤新风、蒸发冷却、喷水(雾)加湿、负离子抑菌、微正压控制等措施是在新风处理模式或室内微气候方面上达到净化 PM<sub>2.5</sub> 等细小颗粒物的效果,仅治标非治本,从整个系统能耗的角度而言,并非达到最优。

(2) 采用高密闭性门窗的被动式节能建筑,能从暖通系统对大气环境造成污染及能源消耗的本质,做到杜绝雾霾的产生并阻滞雾霾的进入,再结合上述新风净化及室内微循环措施,实现对整个密闭房间一年四季都有“春天般的空气”。这将为

暖通空调防雾霾优化设计标准和规范提供基础。

### 参考文献

- [1] 高甫生. 雾霾天气、环境与能源—暖通空调行业的对策[J]. 暖通空调,2013,43(9):33-47.
- [2] 李元铭, 强天伟. 蒸发冷却对雾霾空气的净化作用[J]. 洁净与空调技术,2014,6,(2):31-34.
- [3] 杨洋, 黄翔, 颜苏芊, 张伟峰. 空调超声波喷水室净化 PM<sub>2.5</sub> 的研究[J]. 制冷与空调,2007,(1):28-32.
- [4] 沈晋明, 饶松涛, 王玲玲. 负离子技术对地铁站环境改善效果的研究[J]. 暖通空调,2009,39(2):122-127.
- [5] 范向国, 张旺达. 雾霾天气下城镇居住建筑新风系统设计应用探讨[J]. 城镇风貌与建筑设计,2014,(2):94-98.
- [6] 王丽颖, 丘雨佳. 对德国被动式居住建筑节能技术的考察[J]. 长春工程学院学报(自然科学版),2013,(3):303.

## Discussion on Optimal Design of HVAC System in Haze Weather

Wang Qin

(Nanchang City Planning and Design Research Institute, Nanchang 330038, China)

**Abstract:** The haze weather, which has appeared continuously and frequently in recent years, cause the profound reflection on the problems of environment and energy once again. And it has also sounded alarm to HVAC industry. In this paper, the author synthetically analyzes six aspects to optimize HVAC system design and equipment selection from the viewpoint of building indoor micro environment. In the end of this paper, the author puts forward the passive buildings with purified fresh air and better indoor air circulation, which are the most effective measure to prevent the haze weather. It can also be used to eventually establish standards and specifications for optimal design of HVAC system.

**Key Words:** HVAC; Haze Prevention; Optimal Design