

## 基于建筑环境的空调系统设计及节能分析

王志勇 刘泽华 王汉青 寇广孝  
(南华大学建筑工程与资源环境学院)

摘要:分析了建筑环境对暖通空调系统的影响,提出从建筑环境方面考虑问题是暖通空调节能的必要途径,概括地介绍了空调能源的发展方向 and 空调节能的多种手法。

关键词:建筑环境 空调系统 冷热源 节能

### Built Environment Based Design and Energy Efficiency Analysis for Air-Conditioning System

Wang Zhiyong, Liu Zehua, Wang Hanqing and Kou Guangxiao  
(College of Construction, Resources and Environment, Nanhua University)

Abstract: The affect of built environment on HVAC system is analyzed. It is pointed out that built environment should be taken into account in HVAC system design and energy conservation measures. Techniques for air conditioning energy efficiency and trends in energy sources for air conditioning are reviewed.

Keywords: building environment, air conditioning system, heating and cooling sources, energy efficiency

## 0 引言

随着我国现代化建设的不断发展,各类现代化建筑特别是高层建筑不断增多,中央空调系统已广泛应用于这些建筑之中。空调系统在为人们提供舒适工作生活环境的同时,空调能耗也成为建筑能耗大户。据统计,我国建筑能耗约占全国总能耗的 35%,空调能耗又约占建筑能耗的 50%~65%左右。由此可见,暖通空调能耗占总能耗的比例可高达 22.75%<sup>[1-2]</sup>。按照终端节能的概念,加大空调节能的力度对节约能源有着巨大实际意义<sup>[3]</sup>。在建筑能耗占整个能源消耗的比例不断增加的现状下,尤其是当前世界“能源危机”日益紧迫的关头,空调建筑节能特别是建筑中的空调系统节能已成为节能领域中的一个重点和热点。

## 1 建筑环境对空调节能的影响

建筑环境是影响空调能耗的重要因素,从建筑环境着手考虑是解决空调节能问题的关键。建筑环境包括外环境和内环境。前者主要从气象和绿化来影响空调节能,后者主要从建筑设计和室内热环境两方面来影响空调节能<sup>[4]</sup>。

### 1.1 外环境的影响

空调负荷的确定是建立在克服室外环境影响的基础上,研究空调节能应该充分利用室外对室内的热作用和室外环境中的有利因素,使之对改善室内热环境起到积极的作用。

#### ① 气候条件对空调负荷的影响

收稿日期 2003-7-21

作者简介:王志勇(1978-),男,在读硕士研究生,南华大学建筑环境与资源工程学院(421001) 0734-8282135;E-mail: wzy\_1105@sohu.com

空调负荷的确定受室外气候影响较大,而且对于空调、采暖和通风系统,其室外参数的选取也不相同。室外干球温度、空气的相对湿度以及太阳辐射是对空调负荷影响较大的气象因素。设计人员在建筑规划设计阶段必须充分考虑这些气象因素,有效结合当地的大气环流因素和地理因素,使得暖通空调节能规划设计更加符合节能标准,实现预期的节能目标。

### ②建筑绿化对空调节能的影响

空调建筑周围良好的植树和绿化能降低小气候的温度,减少建筑物吸收的太阳辐射量,改变环境的热、湿平衡,降低建筑空调负荷,实现建筑节能。据研究,好的绿化在夏季可降低室外向建筑物内部传热6%~30%<sup>[5]</sup>。

### ③健康的建筑环境

从可持续发展的角度考虑,新的建筑理念不应再局限在单一用途、单一模式、片面追求美观或高度的建筑设计水平上。按城市住宅、商业、办公、娱乐等功能分区,长远规划,做到新建建筑不影响老建筑的通风、散热、采光效果。尽量使所有建筑满足空调供热的系统分区要求,向着区域供冷、供热以及热电联产的方向发展,最大化地发挥规划中暖通空调系统的预期节能目标。

## 1.2 内环境的影响

### ①建筑设计及建筑措施

研究设计人员应该注重改善建筑条件和采用适当的建筑措施以降低空调负荷,从而降低空调能耗。建筑设计不要片面追求建筑立面效果,而应充分考虑建筑节能设计。

### ②围护结构的性能和墙体隔热

适当增加墙体、屋顶的保温性能,可以减少通过这些围护结构产生的冷热负荷<sup>[6]</sup>。例如:采用新型节能墙体——小型混凝土空心砌块做墙体可有效减轻建筑物的负荷,其墙体传热系数 $K=0.54\text{ W/m}^2$ ,比传统粘土实心砖墙节能一倍以上。根据权威部门对住宅围护结构的热工测试结果证明,住宅内热量损失有40%~50%是通过门窗损失,所以应尽量采用密封性好、保温节能的新型塑钢门窗<sup>[7]</sup>。

### ③室内热环境对空调节能的影响

暖通空调的目标是为人们提供舒适的生活和生产室内热环境,主要包括:室内空气温度、空气湿度、气流速度以及环境热辐射等。选择合适的室内温湿度和气流速度对空调系统的节能具有重要作用。只有充分利用有利的建筑环境,创造出适宜的室内热环境,

才能使空调建筑的节能取得较好的效果。

## 2 暖通空调系统的节能

目前,世界各国建筑空调系统节能的研究主要集中在以下几个主要方面。

### 2.1 降低室内设定值

人们对空调舒适性的感觉有一个由温度和湿度构成的区域,在这个区域内人体的舒适感没有明显改变,但系统的能耗却有较大幅度的变化,适当加大送风温差可减少水系统和风系统的容量,降低水泵和风机的功率。为了节约能耗,空调房间室内温、湿度基数在满足生产要求和人体健康的情况下,夏季应尽可能提高,冬季应尽可能降低。

### 2.2 控制室外新风量

空调机组处理的新风量过多会增加其负荷,进而增加电耗,处理的新风量过少则会影响空调环境的质量,因此针对具体的空调环境做好送风温度和新风比例的调整非常有利于节能。对于夏季需供冷、冬季需供热的空调房间,室外新风量愈大,系统能耗愈大,在这种情况下,室外新风应控制到卫生要求的最小值。冬季和过度季,对于那些室内周边负荷影响小,而内区发热量大的建筑物,如大型商店、会堂、剧院等,室内需供冷风,这时应充分利用室外新风具有的冷量,可全部引入室外新风,推迟人工冷源使用时间,节约人工冷源的能耗。这种方法是空调系统最有效的节能措施之一。

### 2.3 优选空调方式

#### ①采用变频控制

空调系统变频技术主要有两种形式:用变速泵和变速风机替代调节阀,减少系统内部消耗,提高整机效率;或者采用变流量技术,根据空调负荷改变水流量或风流量。变流量系统分:a、变风量系统(VAV)主要靠变风量末端装置随室内负荷的变化自动调节风量维持室温来实现节能目的。常用的VAV末端有旁通型、节流型和诱导型,其中节流型的节能效果最好。b、变水量系统(VWV)在设计空调水系统时,如采用定水温变流量或变水温变流量的调节方式,使供水量随空调负荷的变化而增减;不但可减少处理过程的能耗,还能节省输送能耗。常用变水量方法有:使用电动阀调节水量;使用无级调速水泵,调节流量;控制运行

水泵的台数,改变系统总的循环水量。变流量系统在国外已采用多年,然而我国目前由于客观及主观上的一些原因未能普及推广<sup>[8]</sup>。

②选择合适的冷热源

空调系统能否可靠地供冷、供热,而且也对空调节能与能源合理利用意义重大。热源的种类有区域锅炉房、燃煤(油、气)锅炉、溴化锂吸收式机组或燃气(油)直燃吸收式冷热水机组、热电站、热泵。冷源的种类主要是压缩式、吸收式制冷机。目前,中央空调常见的冷热源配置为 a、夏季选用水冷螺杆式冷水机组,包括相应的冷却水塔和冷却水泵;冬季选用无压电热(或燃油)锅炉(城市热网或电热热水器)。b、风冷热泵冷热水机组。c、溴化锂吸收式机组或燃气(油)直燃吸收式冷热水机组。选择合适的冷热源涉及到能源、经济性、安全可靠性等综合因素,还要考虑建筑物所在地的气象条件、对环境的影响、空调系统有无采用余(废)热回收的可能等问题<sup>[9]</sup>。

③空调系统的优化设计

在既要节能,又要保证室内空气品质的前提下,风量可调的置换式送风系统、冷辐射吊顶系统、结合冰蓄冷的低温送风系统、蒸发冷却和去湿空调系统以及免费供冷系统等在国外绿色办公建筑中已成为流行的空调方案。目前国内外不少公司、科研院所的研究人员都在致力于这方面的研究工作。

2.4 热回收与热交换装置

空调系统能耗特点之一是大量余热的浪费。从节能考虑,将系统中需排掉的余热移向需要热的地方去是节能的一种趋势。一种常用的方式采用热轮回收余热,它由多孔和高比热容量的材料制成,有转盘式和转鼓式两类结构形式。图1所示为转轮式全热交换器<sup>[10]</sup>,其热传递效率现可达到75%~80%。此外还有一些常用热回收装置,如图2所示的热管换热器,图3所示的板式换热器,图4所示的热回收环路等。相对来说,热泵系统回收方式更普遍。热泵可以回收100℃~120℃以下的废热,可利用自然环境(如空气和水)和低温热源(如地下热水、低温太阳热和余热)来节约大量采暖、供热燃料,是一种新型的高效利用低温能源的节能技术<sup>[10]</sup>。如果热泵与直接接触式热回收设备联合使用,其热回收效率比单一设备要高的多。工程中有转轮式热回收与热泵的联合工作系统,热管热回收与热泵的联合工作装置等<sup>[11]</sup>。图5所示就是热管热回收与热泵的联合工作利用装置。热回收系统目前在国外特别是在日本应用相当普遍。

2.5 采用自动控制

实现空调自动控制,不仅可以提高调节精度,还可以降

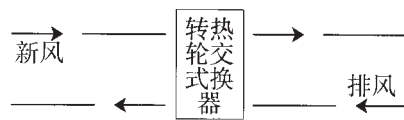


图1 转轮式余热回收系统

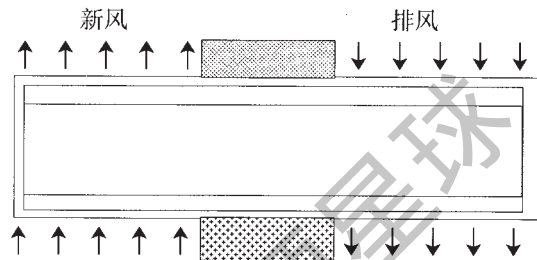


图2 热管换热器

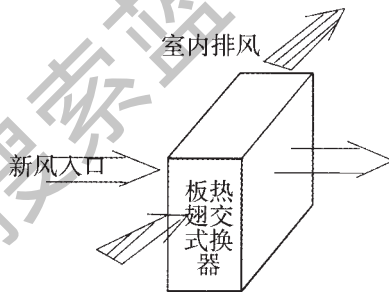


图3 板翅式余热回收系统

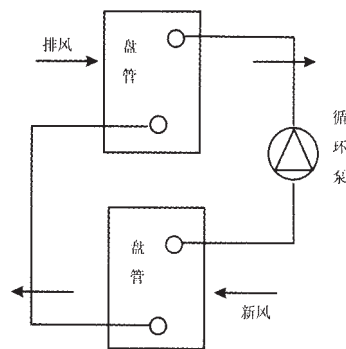


图4 热回路式余热回收系统

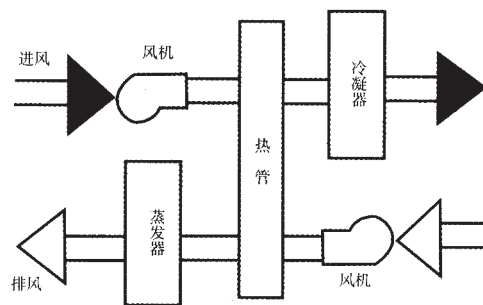


图5 热管与热泵联合热回收系统

低冷热耗量及电能的消耗,是实现空调节能的必要条件。自动控制系统的采用是节能的重要手段,也是手动无法相比的。根据国内外研究表明,如果采用合理的自控系统,比目前大多数以手动控制为主的建筑,节能 20%以上。

### 2.6 自然能源和新能源的利用

充分合理地利用当地的自然资源,开发出适合当地气候特色的空调方式,这是空调节能的绿色思路。具体包括:

#### ① 免费供冷的各种应用

传统意义上的免费供冷指的是冷却塔供冷,这里的免费供冷是一种广义概念的节能降耗的系统形式,包括:过渡季节空调系统最大限度地利用新风,利用夏季晚间自然通风进行通风降温,利用地道风降温等<sup>[12]</sup>。

#### ② 积极开发新能源

积极推动太阳能、地热能、原子能等新能源在建筑中的应用,也是另一种途径的节能措施。这些能源的开发利用日益引起世界各国的重视,它将是解决世界能源危机的根本措施。我国已有这方面的研究应用。例如某空调制造有限公司开发的太阳能-水源热泵中央空调是一种以电为动力,以水为冷热源载体的高效节能空调系统。图 6 示出了某公司研制的地源热泵系统。户式地源热泵中央空调具有费用低、首投资费用小、采暖制冷两用、无任何污染、占地面积小等优点。图 7 为该公司开发的太阳能-空气能热泵相结合系统。该系统高效节能、无污染,不失为一种有效利用自然能的好途径。

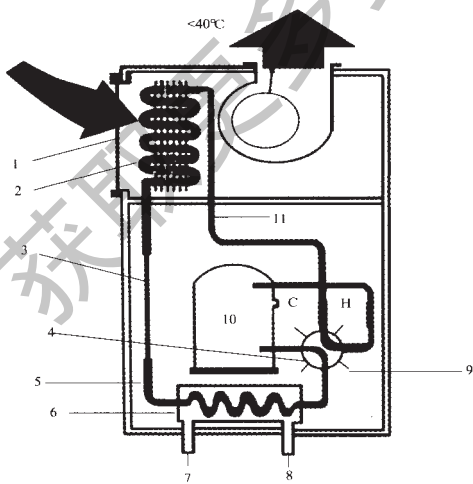


图 6 户式地源热泵空调系统

1 过滤器 2 冷媒/空气热交换器 3 毛细管 4 四通换向管制冷方式 5 冷媒/水热交换器 6 液态冷媒 7 20℃来自地下水供水 8 15℃返回地下水回水 9 低温蒸汽 10 全封闭压缩机 11 热的冷媒气体 12 风机

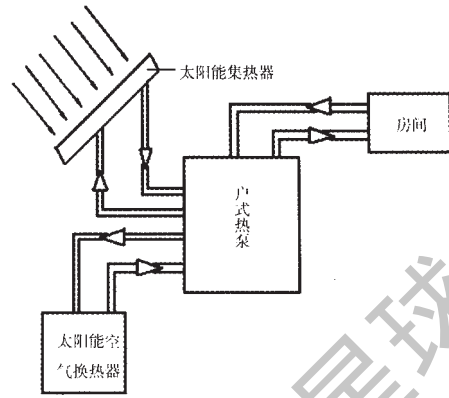


图 7 太阳能-空气源热泵系统

### 3 结论

本文介绍了空调系统能源有效利用和节能的几个主要途径,指出以“建筑节能和环境控制”问题来进行建筑设计是当今建筑的热点。建筑节能降耗主要从两方面进行,一是优选建筑物空调系统运行模式及设备,加强自动控制运行管理方式;二是改善建筑环境,提倡绿色建筑和建筑物的自身节能。在空调领域,舒适和节能成为当今建筑、设计的基本课题,保护环境,利用自然能源,削减能源负荷,成为今后建筑设计的方向。

### 参考文献

- [1] 王静伟,李念平.建筑环境与空调节能[J].现代节能.2002,11:28-29
- [2] 刘东,陈沛霖,张云坤.建筑环境与暖通空调节能[J].节能技术,2001,2:17-19
- [3] [日]中原信生.建筑和建筑设备的节能[M].北京:中国建筑工业出版社,1990
- [4] 金招芬.建筑环境学[M].北京:中国建筑工业出版社,2001
- [5] 陈沛霖.空调与室外空气环境[J].上海建设科技,1992,3:16-17
- [6] 赵声萍,郑洁,串钢.空调系统的节能方案[J].重庆大学学报(自然科学),2002,8:92-95
- [7] 惠群.谈住宅建筑节能的几项技术措施[J].住宅科技,1998,11:23-25
- [8] 范存养.以人居健康舒适、环境保护和能源有效利用为中心的空调技术进展[J].暖通空调,1999,29(2):26-30
- [9] 钱以明.高层建筑空调与节能[M].上海:同济大学出版社,1990
- [10] 任峰.空调系统的热(冷)量回收技术[J].苏州大学学报(工科版),2002,5:94-96
- [11] 陆亚俊.暖通空调[M].北京:中国建筑工业出版社,2002
- [12] 黄翔,颜苏芊.绿色建筑与暖通空调设计[J].制冷与空调,2001,5:1-5