

大空间应用新风换气机加风机盘管的节能分析

周朝霞,叶晓江

(武汉工程大学理学院,湖北 武汉 430074)

摘 要:公共建筑的电耗已接近城市建筑电耗的 50%,而空调能耗占建筑能耗的 33%~45%。大空间是公共建筑的特点,减少大空间的能耗是降低公共建筑能耗的关键。大空间按照规范设计一般是采用全空气空调系统,为了提高大空间节能效果,应针对不同大空间采用不同空调系统。对于体型复杂,空间大小不规则,空间高度大于 5 m 以上的大空间仍采用常规一次回风(无再热)全空气系统;对于体型比较规整,房间吊顶净高在 4 m 左右的大空间宜采用新风换气机加风机盘管空调系统。通过对武汉 450 m² 大空间,净高 4 m 的办公室应用新风换气机加风机盘管系统的夏季工况分析,对照常规一次回风(无再热)全空气系统,证实新风换气机加风机盘管系统节能效果显著,全热回收装置节能 42.84%,且当室外设计参数朝着温度降低、相对湿度增加的方向变化时,节能效果及室内参数将朝着有利于全热回收的方向发展。

关键词:大空间;全热回收;新风换气机;风机盘管;节能

中图分类号: TB567.2

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.1674-2869.2013.12.016

0 引 言

随着人类生存和发展的需求,各种规模宏大、功能复杂的公共建筑拔地而起,公共建筑的耗电量已接近城市建筑耗电量的 50%,而空调能耗占建筑能耗的 33%~45%^[1-2],巨大的能耗在能源危机的今天已越来越引起人们的关注,在充分发挥这些建筑的功能,创造优质环境的同时,暖通空调技术也在不断的进步,也在不断地探索节能的方法和措施。对于公共建筑的大空间空调分两种情况,一种是体型复杂,空间大小不规则,空间高度大于 5 m 以上,主要采取分层空调,自然通风,土壤热利用等方式,以达到节能的目的^[3];另一种是体型比较规整,房间吊顶净高在 4 m 左右的大空间,常规空调方式是采用一次回风(无再热)的空调方式,笔者主要针对后者情况,对对照常规空调一次回风(无再热)的空调方式,分析采用新风换气机加风机盘管系统的工况及节能效果。

1 采用新风换气机方式

新风换气机的主要部件是空气热回收装置,按空气热交换器的种类可分为板翅式、板式、热管式、转轮式等几种,按回收热量的性质来分有显热回收新风换气机与全热回收新风换气机。市场上

的新风换气机有以下几种形式:①采用导热透湿的纸制板式空气全热回收装置;②采用铝箔换热器的板翅式空气显热回收装置;③转轮式全热回收装置等^[4]。

在常规的风机盘管加新风空调系统中,新风单独设置并分别送入房间,多余的空气靠房间正压从门窗缝隙排出,但在有些封闭严密的建筑中,门窗缝隙渗透量不及送入房间的新风量,因而当房间正压过大时将有可能产生新风量不足的现象。用新风换气机代替新风机组来供应新风,在供给新风的同时置换出等量室内污浊的空气,从这一方面来看,新风换气机有其明显优势^[4],另一方面,新风换气机内不需要设置盘管,既省去了人工提供的冷量,又达到热量回收的目的,这是新风换气机的又一个节能优势,因此,新风换气机已普遍取代过去采用风机盘管加独立新风系统场合中的新风机组。但在体型比较规整,房间吊顶净高在 4 m 左右的大空间采用新风换气机,却有不同观点,有学者持谨慎的态度。笔者通过一工程实例的工况和节能分析,说明在这种大空间同样能采用新风换气机加风机盘管系统,并且节能效果显著。

2 新风换气机加风机盘管系统的工况分析

以全热回收型新风换气机为例分析新风换气

收稿日期:2013-02-25

基金项目:2007 年湖北省建设科技研究项目

作者简介:周朝霞(1961-),女,江苏江阴人,副教授,研究方向:空气源热泵、地面辐射采暖、人工环境、温湿度独立控制。

机加风机盘管系统的工况,并与常规一次回风(无再热)全空气系统对比进行节能分析。

武汉市某 450 m² 大空间办公室,室内负荷:夏季冷负荷 54.9 kW,冬季热负荷 51.3 kW,全年湿负荷 18.5 kg/h,室内人员数量 113 人,人均新风量 20 m³/h,武汉市室内外空调计算参数如表 1 所示。

表 1 武汉室内外空调计算参数

Table 1 Calculation parameter of indoor and outdoor air conditioner in Wuhan

	室内		室外	
	夏季	冬季	夏季	冬季
干球温度	26	22	35.2	-5
湿球温度	19	8	28.2	
相对湿度	50	40		76

2.1 夏季工况分析

图 1 是风机盘管空调系统中采用全热回收型新风换气机供给新风的系统布置图,图 2 是该系统夏季处理过程的 h-d(焓湿图)示意图。

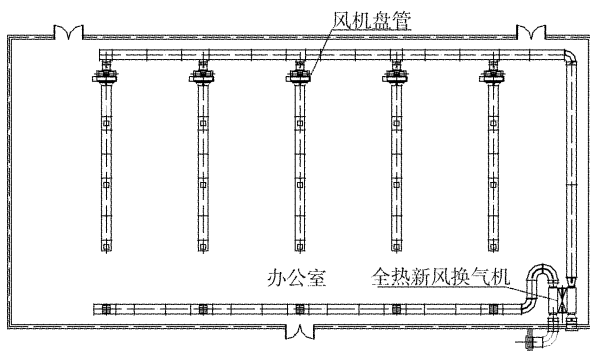


图 1 全热新风换气机加风机盘管系统平面图

Fig. 1 Total-heat fresh air ventilator plus fan-coil system layout

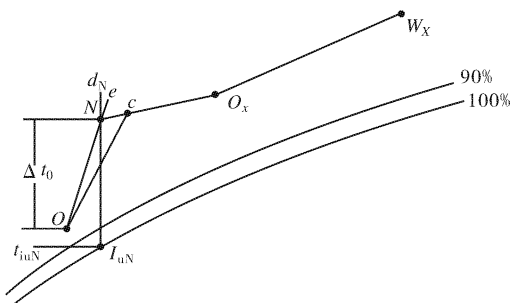


图 2 全热新风换气机加风机盘管系统焓湿图

Fig. 2 Total-heat fresh air ventilator plus fan-coil system psychrometric chart

(1) 确定新风换气机新风出口状态点

全热回收新风换气机的空气既有显热(温度)的变化,又有全热(焓)的变化,根据大金 HRV 全热交换器资料,其显热交换效率为 75%,夏季全热

交换效率为 61%,故计算新风经全热交换器后的工况点:

$$t_{OX} = t_{WX} - (t_{WX} - t_N) \times 75\% = 35.2 - (35.2 - 26) \times 75\% = 28.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$h_{OX} = h_{WX} - (h_{WX} - h_N) \times 61\% = 91 - (91 - 53) \times 61\% = 67.82 \text{ kJ/kg(干)}$$

过 28.3 °C 的等温线与过 67.82 kJ/kg(干)的等焓线相交,即可得 O_x 点。

(2) 确定室内送风状态点

过室内状态点 N,作室内热湿比线 ε(ε = 10 683 kJ/kg)线与 φ = 90% 线相交于 O' 点(t_{O'} = 14 °C, h_{O'} = 36.8 kJ/kg(干)),因该点低于室内空气露点温度(t_{luN} = 15 °C),所以不合适,为防止风口结露,取送风温度为 t_O = 16 °C, t_O 等温线与 ε 线的交点即为室内送风状态点 O(h_O = 39.5 kJ/kg(干), t_O = 16 °C)。

(3) 空调房间总送风量

$$G = \frac{Q}{h_N - h_O} = \frac{54.9}{53 - 39.5} =$$

4.07 kg/s(12 210 m³/h)

(4) 房间新风量、新风百分比、换气次数

$$G_w = 113 \times 20 = 2\,260 \text{ m}^3/\text{h}(0.75 \text{ kg/s})$$

$$\text{新风百分比 } m = 2\,260 / 12\,210 = 18.5\%$$

新风百分比为 18.5%,按办公室房间净高 4 m 考虑,换气次数为 6.78 次/小时,合理。

(5) 全热新风换气机的选择

$$\text{新风换气机处理的冷量 } Q_X = G_w \times (h_{WX} - h_{OX}) = 0.75 \times (91 - 67.82) = 17.39 \text{ kW}$$

由新风量 2 260 m³/h,冷量 17.39 kW 选择 BCF-2500DA 型新风换气机一台。

(6) 确定混合状态点

$$\text{由 } \frac{NC}{NO_X} = \frac{G_w}{G} = \frac{h_N - h_C}{h_N - h_{OX}} \text{ 得混合状态点 } C \text{ 焓值}$$

$$h_C = 55.74 \text{ kJ/kg(干)}$$

连接 N 点和 O_x 点的连线与 h_C = 55.74 kJ/kg(干)的等焓线交点即为混合状态点 C(t_C = 26.4 °C, h_C = 55.74 kJ/kg(干))

(7) 风机盘管负担风量 G_F = G = 12 210 m³/h(4.07 kg/s)

(8) 风机盘管全热冷量、显热冷量

$$Q_T = G(h_C - h_O) = 4.07(55.74 - 39.5) = 66.10 \text{ kW}$$

$$Q_S = G \times C_p(t_C - t_O) = 4.07 \times 1.01 \times (26.4 - 16) = 42.75 \text{ kW}$$

(9) 风机盘管选择

风机盘管选择 MCW-1400MD-3LBFA-AA 型

5台,机组余压30 Pa,全热冷量富裕1.8%,显热冷量富裕14.7%,高档风量不足2.6%,但房间换气次数仍有6.1次/h,完全满足要求。

2.2 常规系统设计

大空间空调往往采用常规的一次回风(无再热)全空气空调系统,作为对照,再按常规系统进行空调机组冷量的计算。其空气处理过程及工况点确定过程略,空调机组处理风量为 $12\,210\text{ m}^3/\text{h}$ (4.07 kg/s),新风量为 $2\,260\text{ m}^3/\text{h}$ (0.75 kg/s),空调机组全热冷量、显热冷量分别为:

$$Q_T = G(h_c - h_L) = 4.07(60 - 36.8) = 94.42\text{ kW}$$

$$Q_S = G \times C_p(t_c - t_L) = 4.07 \times 1.01 \times (27.8 - 14) = 56.73\text{ kW}$$

3 节能分析与评价

(1)采用全热回收新风换气机来供应空调系统的新风,此时风机盘管负担的全热量和显热量分别比一次回风空调机组减少28.32 kW、13.98 kW,明显减少冷水机组的负荷,全热回收装置节能 $\frac{94.42-66.10}{66.10} \times 100\% = 42.84\%$ 。

(2)从本例可以看出,对于长江流域夏热冬冷的热湿地区,在相似的室外设计条件下,对于新风比不大于20%,热湿比线比较平缓的场所,如商场、会议室、餐饮等,上述分析计算具有普遍意义,大空间空调仍然可以应用新风换气机加风机盘管系统,并且节能效果显著。

(3)当室外设计参数朝着温度降低、相对湿度增加的方向变化时,节能效果及室内参数将朝着有利于全热回收的方向发展。

(4)采用全热回收新风换气机供应空调系统的新风,省去了为风机盘管加新风系统设置配套的排风设施。

(5)在大空间中采用全热新风换气机相比一次回风全空气空调系统的空调机房内的新回风混合过程,具有换气充分、新风量保证、节能等优点,适合建筑空间不复杂,吊顶下净高在4 m左右不需要分层空调的大空间建筑。如写字楼、会议室、展厅、商场、宴会厅等。

(6)在大空间中应用全热新风换气机加风机盘管系统能够省去专门为放置空调机组而预留或分割出的空调机房,全热新风换气机尺寸比空调机组的尺寸小,可以吊顶在两个主梁之间,不占用有效空间,且新风管较一次回风的送风管小许多,风机盘管及其接管也可以放置在主梁之间,大大

减少空调所占用的吊顶空间,从而降低建筑层高,降低建筑造价。

4 结 语

对于大空间公共建筑的空调系统设计,《采暖、通风与空气调节设计规范》(GB50019-2003)和《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2005)都有相应的规定与要求。比如前者规定,对于人员较多、空间较大的空气调节区,宜采用全空气空调系统;全空气空调系统可用新风作冷源时,应最大限度地使用新风。后者的相关条文中也明确规定了,对于房间面积或空间较大、人员较多的空调区,其空调系统不宜采用风机盘管系统;设计定风量全空气空调系统时,应考虑实现全新风运行或可调新风比的可能性,同时应设计相应的排风系统^[5-8]。纵观两个规范的规定,可以看出虽然编者没有提倡在大空间空调设计中采用风机盘管,但编者都旨在说明要充分利用新风的冷量以达到节能的目的。过去风机盘管加独立新风系统都是用新风机组来处理新风,不但需要人工提供冷量,而且全年新风量不变,一般是按冬夏计算的最小新风量,同时为保证新风量还必须有配套的排风系统,不可能充分利用新风的冷量,是不节能的空调设计,当然不被编者所提倡。而今全热新风换气机的出现,取代了新风机组,提升了风机盘管系统的空调品质,不但节能还能保证新风量供应,并且省去了全空气系统中为保证充分利用新风冷量而设置的许多自控元件系统。因此,笔者认为全热新风换气机加风机盘管系统非常适合于房间吊顶净高在4 m左右大空间的空调。

致 谢

论文的研究工作得到了湖北省建设厅科技研究项目的鼎力支持,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

- [1] 王远,魏庆芑,薛志峰,等.大型公建节能会诊(三)——调查分析篇大型公建建筑能耗调查分析[J].建设科技,2007(2):17-19.
WANG Yuan, WEI Qing-peng, XUE Zhi-feng, et al. Large scale public building conference (III)-Investigation section of large scale public building energy consumption investigation [J]. Building Technology, 2007(2):17-19. (in Chinese)
- [2] 何华,周智勇,龙天渝,等.重庆市江北区公共建筑能耗调研[J].燃气与热力,2009,29(10):A22-A26.
HE Hua, ZHOU Zhi-yong, LONG Tian-yu, et al.

- Energy consumption investigation of public building in jiang bei section of chong qing city[J]. Combustion Gas and Thermodynamic, 2009, 29(10): A22-A26. (in Chinese)
- [3] 赵国庆. 大空间建筑空调设计概述[J]. 低温与特气, 2007, 25(5): 7-9.
ZHAO Guo-qing. Summary of large space building air-conditioning design [J]. Low Temperature and Special Gas, 2007, 25(5): 7-9. (in Chinese)
- [4] 李向东. 住宅空调系统设计与室内空气质量研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2004.
LI Xiang-dong. Design of residence air-conditioning system and quality research of indoor air [D]. Master Thesis of Xian Building Technology University, 2004. (in Chinese)
- [5] 北京节能环保节能服务中心. 大型公建节能读本[M]. 北京: 经济日报出版社, 2006.
Beijing energy saving and environment protection service center. Large scale public building energy saving book [M]. Beijing: Economic Daily Press, 2006. (in Chinese)
- [6] 周祖毅. 基于大流量、大空间空调系统设计及运行不合理现象的思考[J]. 制冷空调与电力机械, 2010, 31(6): 62-66.
ZHOU Zu-yi. Thought on design of large space air-conditioning system design and unreasonable phenomenon based on large scale human flow [J]. Refrigeration Air-conditioning and Electric Power Machinery, 2010, 31(6): 62-66. (in Chinese)
- [7] 中华人民共和国建设部. GB50019-2003, 采暖通风与空气调节设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2003.
Construction department of The People's Republic of China. GB50019-2003 The code for design of heating ventilation and air conditioning [S]. Beijing: China Planning Press, 2003. (in Chinese)
- [8] 中华人民共和国建设部. GB50189-2005 公共建筑节能设计标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.
Construction department of The People's Republic of China. GB50189-2005 The code for energy saving design of public building [S]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2005. (in Chinese)

Energy saving evaluation and analysis of fresh air ventilator plus fan coil applied in large space

ZHOU Zhao-xia, YE Xiao-jiang

(School of Science, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The electricity consumption of public building has almost reached 50% electricity consumption of city building, and the air-conditioning energy consumption reaches 33% to 45% of building energy consumption. Large space is the common feature of public building, so reducing energy consumption in large space is the key to drop energy consumption of public building. Large space normally utilizes all-air air conditioning system according to the code of design. To improve the energy saving effect in large space, various air-conditioning system should be applied when facing different types of large space. In case of the large space with complicated shape, irregular space and the height of space over 5 m, the normal all-air primary return air system (without re-heating) should be applied; in case of the large space with regular shape and clear room height of approximately 4 m, the fresh air exchanger plus fan-coil-air-conditioning system is preferred. Furthermore, through analyzing the summer working conditions of fresh air ventilator and primary fan coil system in a spacious office with clear height of 4 m and area of 450 m² at Wuhan, the combination of fresh air ventilator and primary fan coil system is proved to have significant effect on saving energy; the energy savings of total heat reclaim unit is 42.84%. Furthermore, when outdoor design parameters changes toward the direction of lowering the temperature and increasing the relative humidity, the efficiency of saving energy and indoor parameters will become more beneficial towards the total heat reclaim model.

Key words: large space; total heat reclaim; fresh air ventilator; primary fan coil system; energy saving

本文编辑: 陈小平