

· 问题讨论 ·

# 户式中央空调设计中的几个问题

马永杰

(西南交通大学)

[摘要] 分析户式中央空调设计在负荷计算、室内空气质量、热舒适性、可持续发展等方面存在的问题,指出有效解决这些问题对于户式中央空调的推广关系甚重。

[关键词] 户式中央空调 负荷计算 室内空气质量 热舒适 可持续发展

## 1 引言

随着国家住房政策改革的深入,人们的居住观念从单一注重居室的实用性、功能性等低水平要求向注重舒适性、室内空气品质等高层次需求转变。维持良好的居住内环境与许多因素有关,暖通空调系统由于关系到住宅的热舒适性、室内空气品质(IAQ)等,目前已经成为决定室内环境优劣的关键因素。由于户式中央空调在中国的发展刚刚起步,在设计和运行中出现了许多问题,如对室内空气品质重视不够、热舒适性差、湿污染、设计方案缺乏可持续性发展观念等。如果这些问题得不到重视和很好的解决,不仅无助于居室内环境的改善,而且会恶化室内环境,与人们最初的良好愿望背道而驰。

## 2 设计中存在的问题

### 2.1 户式中央空调负荷计算中的问题

#### 2.1.1 新型建筑材料热工性能资料缺乏

现代住宅较之传统住宅在建筑材料上发生了很大变化,而围护结构材料热工性能的改变却未在暖通空调设计资料中体现,负荷计算仍参照旧有围护结构的类型和材料热工性能,使计算得到的冷热负荷与实际冷热负荷存在差异。

#### 2.1.2 用概算指标法替代冷负荷逐时计算法

文献[1]推荐的公寓、住宅冷负荷概算指标为 $80\sim 90\text{ W/m}^2$ ,而这一指标却成为一些暖通设计人员实际空调冷负荷的计算依据,替代了冷负荷的逐时计算。这对于空调节资、节能,以及对系统运行时参数的精确控制是极为不利的,阻碍了户式中央空调正常、合理、高效的发展。文献[2]指出,利用冷负荷逐时计算法计算,住宅冷热负荷指标分别为 $37.91\text{ W/m}^2$ 和 $62.42\text{ W/m}^2$ (户型为三室二厅二卫)。这说明两种计算方法的计算结果差别很大。

#### 2.1.3 风机盘管选型方法误差较大

中央空调的各种系统形式中,全空气系统由于风道占用较大的室内空间以及各房间温度单独控制困难等原因,不适合在住宅建筑中应用,住宅建筑广泛采用空气—水系统,即风机盘管加新风系统。然而目前,不乏设计人员对风机盘管的选型,仅依据室内空调冷负荷和盘管名义冷量的简单匹

配原则,影响了冷源选型和空调的实际调节能力,是不可取的。文献[3]详细论述了风机盘管的选型原则,值得借鉴。

#### 2.1.4 冷源负荷计算中的错误

在冷源设备选型时,设备负荷常被当作是各房间最大冷负荷的叠加,导致设备容量选取偏大,使机组长时间在部分负荷下运行,冷量浪费严重,节能效果差。正确的方法是计算所有房间逐时冷负荷的总和,选取最大值作为冷源负荷。

### 2.2 住宅内的空气质量不高

住宅是人们生活的室内空间,如果其内空气质量恶化,病态建筑综合症(SBS)在住宅内发生,对整个社会将产生不利影响。文献[4]指出:引起室内空气品质问题的原因主要有两点:(1)暖通空调系统设计、运行不当;(2)各类污染源产生的污染物的作用。以上两点是密切相关的,良好的暖通空调系统将有效稀释污染源产生的污染物,提高室内空气质量;相反,不当的暖通空调系统会形成污染源,恶化室内空气质量。目前户式中央空调设计中存在的与IAQ相关的主要问题是:(1)新风量不足;(2)暖通部件对室内空气的污染;(3)气流组织较差。

#### 2.2.1 新风量不足

目前,大多数户式中央空调设计,新风量不足,有的甚至没有新风系统。造成此状况的原因有两点:(1)目前开发建造的住宅层高较低,开发初期没有考虑在梁上为空调系统设置预留孔,限制了新风系统管路的布置;(2)没有充分认识到新风和室内空气质量的关系。

ASHRAE Std 62-1989R推荐的住宅居室换气量为 $45.5\text{ m}^3/(\text{p}\cdot\text{h})$ ;于2001年10月1日施行的《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134-2001)规定的换气次数为 $1.0\text{ 次/h}$ ,接近二级客房 $40\text{ m}^3/(\text{p}\cdot\text{h})$ 的设计标准。在ASHRAE Std 62-1989R中,认为用以确定新风量的污染物来自人员和室内气体污染源两个方面,故房间最小新风量由每人最小新风量指标 $R_p$ (person component),与每 $\text{m}^2$ 地板所需最小新风量指标 $R_b$ (building component)之和确定,即最小新风量=人数 $\times R_p$ +地板面积 $\times R_b$ 。在户式中央空调的设计中,应依据JGJ 134-2001规定的新风设计标准,并参照ASHRAE最新的新风标准,以满足住宅的新风要求。

#### 2.2.2 暖通部件对室内空气的污染

作者简介: 马永杰,男,西南交通大学建筑系,四川省峨边县,624200  
收稿日期: 2002-04-30

户式中央空调由于必须和室内装饰密切配合,卧式暗装风机盘管、直接蒸发式换热器及各种管路、阀门一般被限制在较小的吊顶空间内,这就使设备清洗、维护较为困难,污染源位置隐蔽、积蓄时间长,使室内空气品质长期处于不良状态,而且污染程度会不断加剧。住宅暖通空调部件对室内空气的不良影响表现在:

- (1) 回风处过滤器存在的堵塞、缺口和穿透率高等缺陷,使之不能有效过滤尘粒,反而易于积聚和滋生细菌。
- (2) 表冷器凝水盘,一般难以经常清洁,阴暗潮湿的环境和水中的有机物质为微生物的繁殖提供了有利条件,致使污染物和气味通过风机送入室内空间。
- (3) 风道系统(包括消声器、管道、各种风口、末端装置等)的风道内表面不清洁,阻性消声器的多孔吸声材料,微生物容易在其内聚积、繁殖。
- (4) 新风口设置于风冷热泵机组附近,新风品质难以保证。

2.2.3 气流组织较差

住宅内空调系统良好的气流组织是室内温度场均匀分布、人员活动区气流速度适宜、控制湿污染、提高热舒适等一系列空气调节功能得以发挥的前提。文献[9]指出:无论何种气流组织形式,气流达到工作区才是有效的气流组织形式,否则就是无效的。户式中央空调气流组织形式在很大程度上受室内装修的影响和制约,由于业主和装修公司缺乏气流组织的基本常识,以致于过分追求装饰效果而以牺牲气流组织为代价。笔者对成都一些正在安装户式中央空调的施工现场进行了调查,发现采用百叶上送上回形式的系统一律将回风口开在距送风口不远的同一平面内,其原因仅仅是为了美观。笔者为此对侧面送风下部回风和侧面送风侧面回风两种气流组织方式进行了数值模拟,图1和图2分别表示了这两种方式下距地面1.1m处的速度场分布。在此平面内,第二种方式在房间中部的气流速度几乎为零,说明侧面送风侧面回风是不良的气流组织形式,在工程上应避免采用。

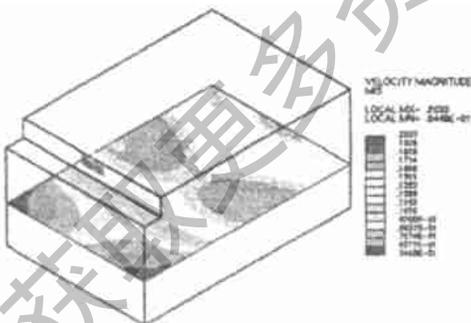


图1 侧面送风下部回风

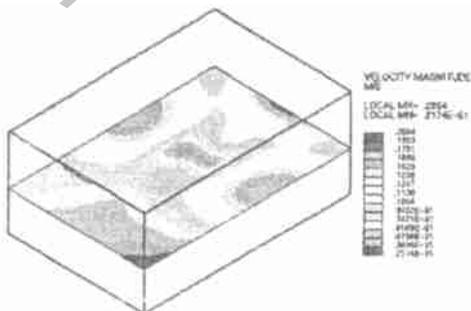


图2 侧面送风侧面回风

2.3 住宅内的热舒适环境难以保证

ASHRAE Std 55-56 关于热舒适环境的定义为:人在心理上感到满意的热环境。热舒适环境取决于6个主要因素:空气温度;相对湿度;气流速度;围护结构的平均辐射温度;人体的新陈代谢以及衣服的保温性能。其中与环境有关的是前4个因素。目前户式中央空调系统设计中热舒适的考虑较少,产生了一些问题。

2.3.1 室内设计温度的选取不准确

自 P. O. Fanger 提出表征人体热舒适评价指标 PMV 的计算式以来,国际上许多科研团体都致力于温度与热舒适关系的研究,并先后提出等效温度、标准等效温度、平均辐射温度、作用温度等概念,力图寻求表示热舒适的合理温度。而我国在这方面的研究刚刚起步,推荐的室内设计温度值,如夏季 26~28℃,冬季 18~22℃,也只是经验数值。针对住宅室内设计温度的研究目前仍很缺乏,暖通设计人员只能参照类似建筑的室温设计标准,造成了参数选取的不准确。另外,在空调系统热舒适计算中,常常假定房间平均辐射温度等于空气温度,而实际情况是:对一间朝西的房间,夏季阳光透过单层茶色玻璃,最低能使房间平均辐射温度比空气温度高 5℃,而对于朝南偏东的房间平均辐射温度比空气温度也要高 1.5℃<sup>[10]</sup>。因此,确立住宅室温设计标准刻不容缓。表1是日本推荐的住宅室内设计参数,可作为参考。

表1 日本住宅室内设计计算参数

夏季				冬季			
Clo	等效温度 (℃)	温度 (℃)	湿度 (%)	Clo	等效温度 (℃)	温度 (℃)	湿度 (%)
0.2~0.4	28	27~28	50~70	1.0~1.2	18	18~20	30~50

2.3.2 湿污染

国外研究普遍认为,室内相对湿度是与高虫体数量和高过敏源浓度相关的最显著的因素。Hart 和 Whitehead 发现,卧室湿度高于 64% 时,床垫中含有的虫体比低于这一湿度水平的卧室明显增高<sup>[10]</sup>。目前住宅空调设计对湿度的控制考虑较少,将造成室内虫体、病菌的滋生和扩散,形成湿污染,而住户大多没有空调保养维护知识和能力,这就使湿污染成为一种被忽视的隐患。

2.4 缺乏可持续发展的设计思路

可持续发展的思想,是以建立在生态学基础上的地球生态的良性循环作为目标的。符合可持续发展原理的系统设计,是需要对资源和能源的使用效率,对健康的影响以及材料的选择方面,进行综合思考,运用同自然或环境共生的方法进行的设计。然而目前户式中央空调设计却很少体现可持续发展的设计思路,其原因:一方面是由于建筑设计未能在设计之初考虑利用自然通风的建筑结构形式,选用热工特性良好的建筑材料以及利用太阳能、地热能、风能等可再生能源的可能性;另一方面,暖通空调设计本身也缺乏系统优化、节能和利用可再生能源的意识,加大了在建筑使用寿命期内对环境的负荷。

文献[12]指出,可持续建筑的适用技术包括:(1)节能;(2)减少有限资源的利用;(3)室内环境的人道主义;(4)场地影响最小化;(5)艺术与空间形式的新主张;(6)智能化;(7)

(下转第62页)

节能政策的。

BEE

## Benefit and Prospects of Applying Air- to- Air Heat Exchanger in Wuhan

By Dai Boqing and Wang Li

**Abstract** Analyzes the present state and trend of domestic heat reclaiming technique in AC fresh air system, and reveals the economic rationality of applying air- to- air heat exchangers in Wuhan by way of detailed calculation.

**Keywords** air- to- air heat exchanger, fresh air, exhaust air, sensible heat exchange efficiency, total heat exchange efficiency, economic analysis.

(上接第 60 页)

可持续社区和城市。其中不乏对住宅中央空调可持续设计有启发的内容。文献[13, 14]介绍了建筑设计与暖通空调设计相结合的可持续发展的某些尝试,是值得借鉴的。

### 3 结语

前面罗列了现时户式中央空调设计中存在的一些问题,做了粗浅的分析,也提出了点点解决问题的意见,目的在于抛砖引玉;相信会引起人们的关注,从而得以有效解决。户式中央空调在中国的发展前景肯定是很好的。 BEE

### 参 考 文 献

- 陆耀庆. 实用供热空调设计手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1993
- 程坚. 试论住宅空调负荷计算的特点和过程. 暖通空调新技术, 2001; 3
- 伍小亭. 风机盘管选型及系统设计中的问题. 暖通空调, 2000; 30(4)
- 李先庭等. 室内空气品质研究现状与发展. 暖通空调, 2000; 30(3)
- JGJ 134- 2001. 夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准.
- BSR/ASHRAE Standard 62- 1989R. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Public Review Draft, 1996
- 朱能等. 空调系统在病态建筑中的特征分析. 暖通空调, 1999; 29(2)
- 龚毅等. 暖通空调系统部件对室内空气品质影响的分析. 制冷, 1997; (3)
- 刘玉峰. 改进空调房间空气品质提高室内舒适性的技术措施. 山东矿业学院学报, 18(1)
- 贾衡. 人与建筑环境. 北京: 北京工业大学出版社, 2001
- 何耀东, 何青. 中央空调. 北京: 冶金出版社, 1998
- 李道增, 王朝晖. 迈向可持续建筑. 建筑学报, 2000; (12)
- 宋晔皓. 利用热压促进自然通风——以张家港生态农宅通风计算分析为例. 建筑学报, 2000; (12)
- 胡绍学等. “生态建筑”研究绿色办公建筑——清华大学设计中心楼(伍威权楼)设计实践和探索. 建筑学报, 2000; (5)

## Problems in the Design of Residential Central Air- Conditioning Systems

By Ma Yongjie

**Abstract** Analyses the problems of load calculation, indoor air quality, thermal comfort and the sustainable development in the design stage of the residential central air- conditioning system, the solution of which is of great importance.

**Keywords** residential central air- conditioning, load calculation, indoor air quality, thermal comfort, sustainable development