

流量与风机转速对分体式空调室内机的影响^{*}

刘 健,叶 舟

(上海理工大学 能源与动力工程学院,上海 200092)

摘 要: 围绕分体式空调室内机流场特性进行研究与分析,尝试运用计算流体力学(CFD)方法对分体式空调室内机空气流动状态进行数值仿真,分析空调出风时空气流量与贯流风机转速对整个流场流动的影响,研究了相关变化规律为相关研究提供参考^[1-6]。

关键词: 分体式空调室内机; 数值模拟; 空气流量; 贯流风机转速

中图分类号: TM30

文献标志码: A

文章编号: 1007-4414(2013)01-0050-03

Influence of air flow and cross flow fan speed for an indoor split-type air conditioner

Liu Jian, Ye Zhou

(Institute of energy & power engineering, USST, Shanghai 200092, China)

Abstract: Focusing on the research and analysis of characteristics of a indoor split-type air-conditioning flow distribution, numerical simulation through CFD method is carried out to research the airflow distribution characteristics, the vary of entire airflow distribution impact is analyzed by the air flow and cross flow fan speed, the change regulation is researched, which could provide the reference for related research.

Key words: indoor split-type air-conditioning; numerical simulation; air flow; cross flow fan speed

1 引 言

随着经济的发展,人民生活水平的提高,空调设备作为调节室内温度的主要设备已经进入千家万户,家用空调、中央空调使用越来越普遍,空调已经成为家庭和办公场所的必备电器之一。分体式空调室内机作为安放在用户室内的部件,对体积、噪音、凝露都有很高的要求,而噪音和凝露都与室内机内部流场流动有很密切的关系。室内机内部主要由贯流风机、蒸发器与导流通道组成,空气流量与贯流风机转速是在优化设计中需要考虑的重要参数,其变化对空调综合性能产生直接的影响。目前业界主要通过实验的方法对其影响进行评估,这必将导致产品的研发周期和费用增加,笔者通过数值模拟,初步研究了分体式空调室内机空气流量与贯流风机转速对其内部气体流场的影响,为空调优化提供参考。

2 几何模型简介

图1所示为分体式空调室内侧结构的剖面图,图2为其三维造型。外部热空气通过进风格栅进入内部蒸发器制冷的通道,热空气经过换热翅片与管内制冷工质发生热交换温度降低,冷空气通过贯流风机从排气通道中排出。如果在空调出风口发生热气流窜入与冷气流混合,往往会导致在出风口附近面板上出现凝露、滴水现象,对用户的起居生活造成恶劣影响。叶轮进出口以及涡舌处产生的较大涡度使旋转叶轮

与静止壳体之间相互干涉及对气流周期性加速而产生的压力脉冲是噪声的主要来源。本文以某型号空调室内侧结构为研究对象,分析空气流量与贯流风机转速对系统流动特性的影响。

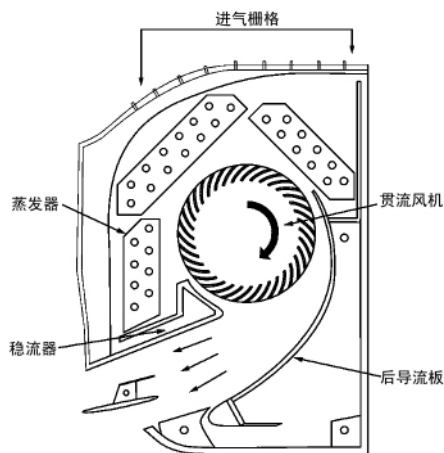


图1 分体空调室内侧结构剖面图

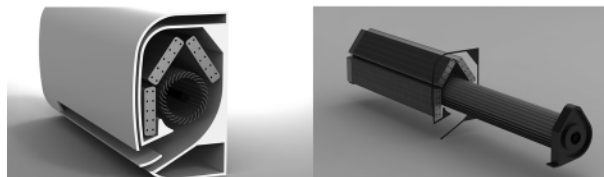


图2 空调室内侧结构的三维造型

* 收稿日期:2013-01-04

作者简介:刘 健(1983-)男,青海西宁人,在读硕士,研究方向:流体机械。

3 数学模型的建立网格划分与边界条件^[2]

空调室内侧结构由蒸发器、贯流风机和导流部件组成,内部流场复杂,将内部流场视为不可压缩的理想流体,以标准 $k-\varepsilon$ 湍流模型计算得到的稳态流场作为非稳态的初始流场,采用有限体积法的 $N-S$ 方程的湍流模型。

由于流场在蒸发器管附近和贯流风机表面变化复杂,划分网格时将此部分网格采用四边形网格进行加细处理,其余部分由于相对流场较平稳,采用三角形网格进行划分,所得到的网格见图 3、4。利用 FLU-ENT 软件,叶轮的旋转区域采用滑移网格,进出口设为大气压力边界条件。

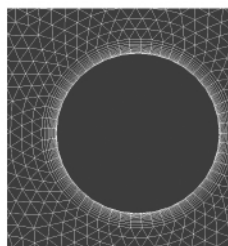
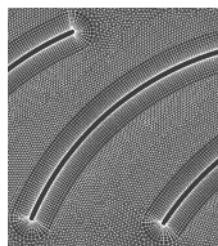


图 3 贯流风机表面网格拓扑 图 4 蒸发器管壁面网格拓扑

4 模拟结果分析

在空调室内侧结构中,热空气从进气栅格中进入,克服蒸发器翅片与管壁的系统阻力。在贯流风机中气体两次经过叶轮的叶栅。气体沿着与转子轴线垂直的方向从叶轮一侧径向通过叶栅进入叶轮,然后通过叶轮内部,第二次通过叶轮的另一侧排出。排出后的气体通过渐敞口的流道流出。由此可见,此结构中流场的变化十分复杂。

本文利用 CFD 软件对不同气体流量和不同贯流风机转速下的气体流场进行数值模拟,研究气体流量和贯流风机转速对空调室内机部分流动的影响。

4.1 固定转速变换气体流量分析

图 5 显示内机出口的速度分布,通过固定贯流风机的转速,分别选取高、中、低流量时内机出口的速度变化。从图中可以看出在选取小风量时在出风口下表面速度发生了较大的降低,在选取大风量时在出风口上表面处速度发生大幅度的下降。图 6 显示在固定贯流风机流速时,分别选取高、中、低流量时整个流场的速度分布。从图中可以看到在小风量情况下在风机排气端,出口流道前端下壁面即发生了较强的气体分离,在大流量状况下出口流道上端壁面附近发生了较强的旋涡流动。

湍流强度很大程度上影响着边界层的流动分离。随着湍流强度的增加,对应的总压损失随之减小,能够抑制流动分离现象发生。图 7、8 显示贯流风机固

定流速,分别选取高、中、低流量时内机出口湍流强度和整个流场湍流强度分布。由图 7 可以看到在大风量时内机出口湍流强度变化最为剧烈,这也是受到在上壁面附近形成的旋涡流动的影响。图 8 所示在低风量和高风量时湍流强度分布极不均匀,分别在上下表面形成较强的湍流。

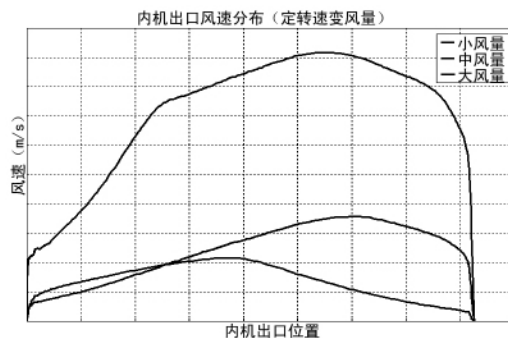


图 5 定转速变风量时内机出口速度分布



图 6 定转速变风量时流场的速度分布

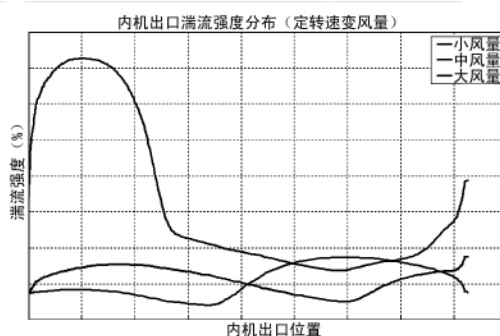


图 7 内机出口湍流强度分布



图 8 定转速变风量时湍流强度分布

4.2 固定流量变换转速分析

图 9、10 所示在固定流量,分别选取贯流风机高、中、低转速时内机出口的速度分布和整个流场的速度

分布。由图9可看到在一定流量三种转速情况下,内机出口速度都有较大波动。由图10可看到,在低转速情况下,上壁面附近发生旋涡流动,而在中转速与高转速时在下壁面附近发生了严重的流动分离。

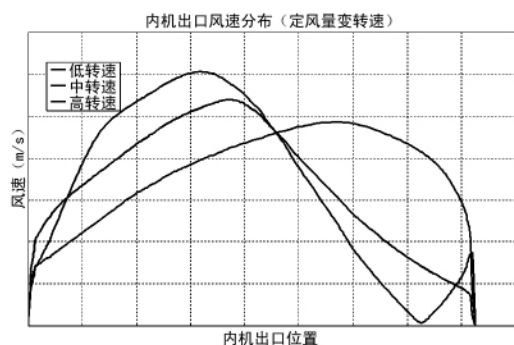


图9 内机出口风速分布



图10 定风量变转速时流场速度分布

图11、12所示在固定流量,分别选取贯流风机高、中、低转速时内机出口湍流强度分布与整个流场湍流强度分布。由图11、12可见在固定流量低转速和高转速情况下,湍流强度分布并不均匀,分别集中在下壁面和上壁面附近,加剧了流动状况的恶化。随着湍流强度的增大,能有效抑制流动分离的发生,能够使流动分离点和再附点位置向出口位置移动。

5 结论

(1) 对于固定转速下工作的贯流风机,风量过大,会使得出风道上表面区域产生旋涡流动;风量过小,会使得出风道下表面区域产生流动分离。因此,存在一最佳风量,可使得出风道的流场结构最佳,流动分离最少,由涡流造成的压力损失最小。

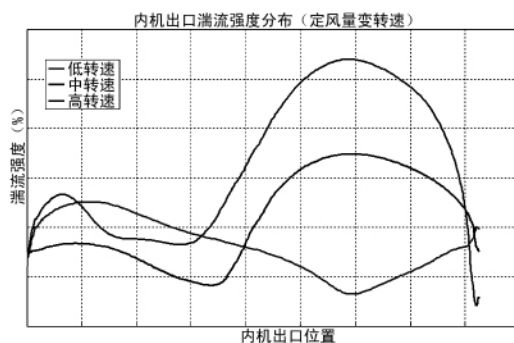


图11 内机出口湍流强度分布



图12 定风量变转速时湍流强度分布

(2) 对于固定风量下工作的贯流风机,转速过高,会使得出风道下表面区域产生流动分离;转速过低,会使得出风道上表面区域产生旋涡流动。因此,存在一最佳转速,可使得出风口流场结构最佳,流动分离最少,由涡流造成的压力损失最小。

参考文献:

- [1] 薛永飞. 分体空调室内机的双流体数值模拟[J]. 工程热物理学报 2007 28(2): 235-237.
- [2] 张师帅, 罗亮. 空调用贯流风机叶轮几何建模的参数化[J]. 风机技术 2006(5): 14-16.
- [3] 薛永飞, 任绍民, 车福亮. 空调室内机换热器的整体数值模拟[J]. 制冷 2009 28(2): 5-9.
- [4] 区颖达, 吴克启. 横流风机特性参数的实验研究及统计分析[J]. 流体机械 2000 28(12): 5-6.
- [5] Yang Cheng Shih, Hung Chi Hou, Hsuehneg Chiang. Numerical study of the similarity law for the cross flow fan of a split-type air conditioner[J]. 2004, Trans. ASHRAE, 110(II): 379-388.
- [6] Wu C J, Liu D P, Pan J. A study of the aerodynamic and acoustic performance of an indoor unit of a DC-inverter split air-conditioner[J]. Trans. ASHRAE 2012 73(4): 415-422.

(上接第49页)

参考文献:

- [1] 杨世铭, 陶文铨. 传热学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998.
- [2] 陶文铨. 数值传热学[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2001.

- [3] Richtmyer R D, Morton K W. Difference methods for initial problems. 2nd ed[M]. New York: Interscience publishers, 1967.
- [4] Freitas C J. Prospective: selected benchmarks from commercial CFD codes[J]. Fluids engineering, 1995(3): 127-131.