

文章编号:1005-0523(2009)03-0016-04

板式全热交换器芯体传热性能研究

罗新梅

(华东交通大学 土木建筑学院,江西 南昌 330013)

摘要:对采用相同透湿膜的方形结构及菱形结构板式全热交换器芯体进行了传热性能比较实验分析。由于菱形结构芯体在流道中具有逆流和交叉流,因此具有较高的传热交换效率;流速对显热效率的影响较小,但对潜热效率和全热效率影响较大;当膜间距在 2.4 mm,风速在 $1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以内时,全热效率及阻力特性较为满意。

关键词:板式全热交换器;芯体结构;全热交换效率

中图分类号:TU834.3+5

文献标识码:A

全热交换器可以使室内排风和室外新风之间进行热湿交换,用排风中的能量来预冷(预热)室外新风,从而降低空调系统新风负荷。交换器芯体是影响全热交换器工作性能、整个机器价格的关键部件。交换器芯体采用的透湿膜及芯体结构形状对全热交换器的全热交换性能影响最大,我们在前期的研究中寻找一种性能优良、价格适宜、适合于全热交换器芯体的透湿膜^[1]。在此基础上,我们进一步对全热交换器芯体结构进行了研究,对方式结构及菱形结构芯体的热工性能做了比较分析,寻找最佳的膜间距和通风量,以获得较好的全热交换器性能。

1 板式全热交换器结构

板式全热交换器芯体利用具有传热传湿特性的特殊纸材与支撑材料构成不同形状的气流通道,两种不同状态的气流沿着流道在纸材的两侧流动,由于气流间温差和水蒸气分压力差的作用而进行热湿交换。

板式全热交换器采用双向交叉换热形式,内部设置二台独立的风机及其控制器件、新风和排风过滤器以及全热交换器芯体(如图 1 所示)。用于新风和空调房间排风之间全热交换,可以回收排风中 50 % ~ 70 % 的能量^[2],减少制冷主机的装机容量,全热交换器的一次投资可以从制冷主机系统一次投资的节约中得以弥补,只要全热交换器价格合理,无需增加空调系统的一次投资。

2 芯体结构

传统的板式全热交换器的结构(图 2 所示)多采用板翅式结构。它用瓦楞纸作骨架支撑热质交换材料(分隔板),新风和排风通过分隔板进行热湿交换。这种结构形式的全热交换器用纸量大,结构不牢固,由于隔板两侧气流压力不同,极易造成气流通道变形,严重时造成通道阻塞,增大空气阻力。另外,由于波纹隔板占用了部分有效的传热传湿面积,对热交换效率也有所影响。由于隔板之间密封困难,造成气流间的交叉泄漏,影响热交换效率,也限制了它在对空气泄漏量有严格要求的场所中的应用。

为了克服传统全热交换器芯体的上述缺点,研究全热交换器芯体形状对其传热传湿性能的影响具有

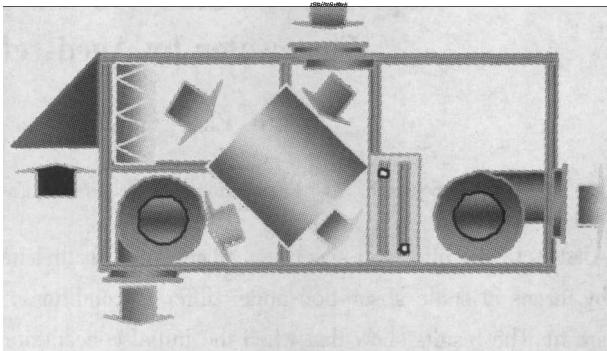


图 1 板式全热交换器结构示意图

收稿日期:2009-04-17

作者简介:罗新梅(1967-),男,江西万安人,副教授,主要研究空调设备与节能技术。

重要意义,我们制作了方形骨架的芯体和菱形骨架的芯体进行对比实验。

如图3所示的方形骨架的芯体,它是通过特殊工艺直接将全热交换纸固定在塑料或木制的框架上,试验芯体每个通道的迎风面积为 0.069 m^2 ,每层单面有效传热面积 0.053 m^2 ,通道间距为 3.5 mm 。该芯体结构具有芯体结构牢固,气流通道不易变形、阻塞,流通阻力小,有效换热面积大,无气流交叉泄漏等特点。当制作大风量的全热交换器时,中间采取必要的加强措施。

如图4所示的菱形结构的芯体,该结构在每层中间设有导流龙骨,通道中既有交叉流区域,又有逆流区域,气流从入口到出口分别沿程经过交叉流—逆流—交叉流多种不同的气流方式进行热湿交换,换热效果充分,这种形式的通道有助于提高热交换效率。而且,该结构的芯体能有效降低全热交换器的高度,减小安装空间。试验芯体每个通道的迎风面积为 0.051 m^2 ,每层单面有效传热面积 0.051 m^2 ,通道间距为 2.4 mm 。

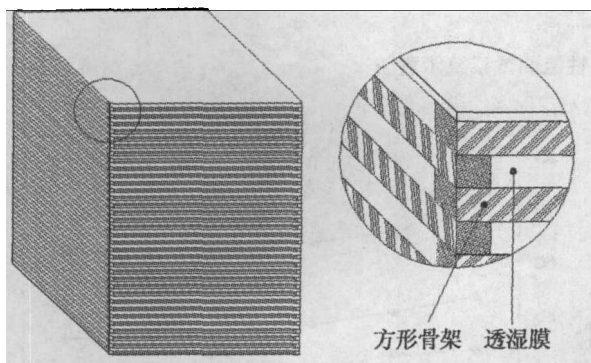


图3 采用方形骨架的芯体结构

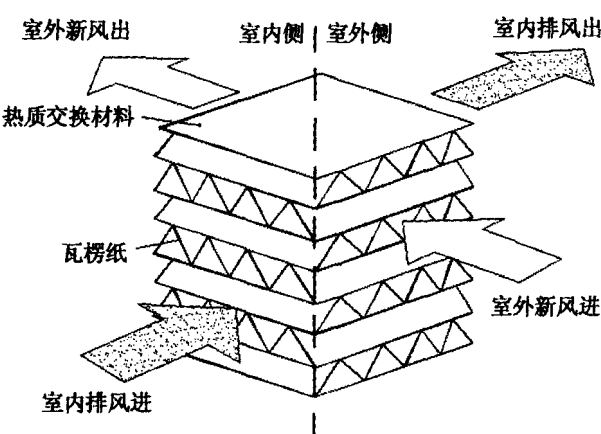


图2 传统板翅式全热换热器芯体结构

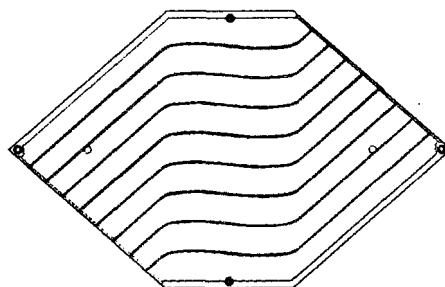


图4 采用菱形骨架的芯体结构

3 测试系统及测试结果分析

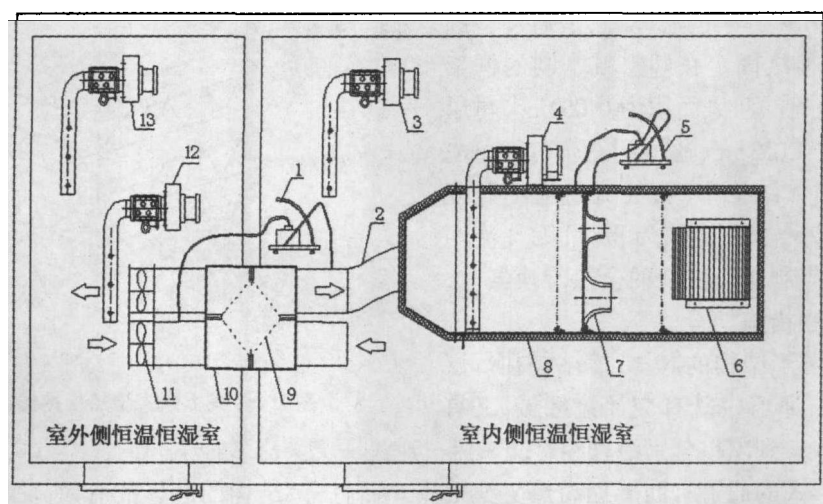
为了测试两种结构芯体的传热传湿性能,笔者在如图5所示的测试系统上,依据美国空调制冷协会(ARI)制定的行业标准《ANSI/ARI 1060-2001》进行全热交换器芯体热工性能对比测试实验。夏季工况为:新风入口干球温度: $t_{g1} = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$,新风入口湿球温度: $t_{s1} = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$;排风入口干球温度: $t_{g2} = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$,排风入口湿球温度: $t_{s2} = 17\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

本实验采用相同的透湿膜制作了两结构的芯体进行热湿交换的对比试验,试验结果如图6、7所示,从测度数据来看,菱形结构芯体的热湿交换的性能明显优于方形结构芯体,这主要是由于菱形结构具有交叉流和逆流。在气流速度不超过 $1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,显热效率、潜热效率及全热效率随风速的变化不很显著。在相同的工况下,菱形结构芯体的传热性能优于文献[3]中提供的传统板翅式全热交换器。因此,采用菱形结构芯体既可克服传统板翅式全热交换器的缺点,又具有良好的传热性能。

ASHRAE推荐的膜间距范围为 $2.5\sim 12.5\text{ mm}$ ^[4]。为此,我们制作了 $2.4, 5.5, 7.5\text{ mm}$ 间距的换热器芯体样品。实验表明,在相同风量的情况下,随着膜间距的增大,全热交换器的全热效率显著下降,发现膜间距在 2.4 mm 左右时,且迎面风速控制在 $1.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以内,全热效率及阻力特性较为满意。

新风、热效率随新风与排风的相对风量而改变,一般来说,增加排风量,新风的热效率提高;反之,增加新风量,新风的热效率降低。实验测量表明,新风量和排风量达到平衡时,全热交换器的热回收效率最高,

这一点与工程应用基本相适应,一般情况下新风量稍大于排风量。



1-试件阻力测量微压计 2-连接软管 3-室内空气温湿度取样器 4-新风出风温湿度取样器 5-风量测量微压计 6-变频引风机 7-喷嘴 8-风量测量装置 9-全热交换器芯体试件 10-试验用机箱 11-风机 12-排风风温湿度取样器 13-室外空气温湿度取样器

图5 全热交换器性能测试系统示意图

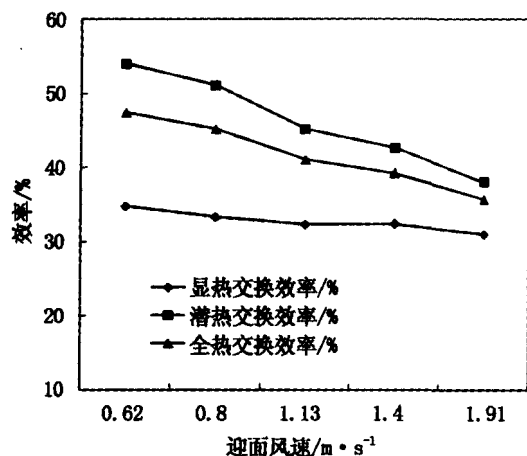


图6 方形骨架芯体热工性能测试数据

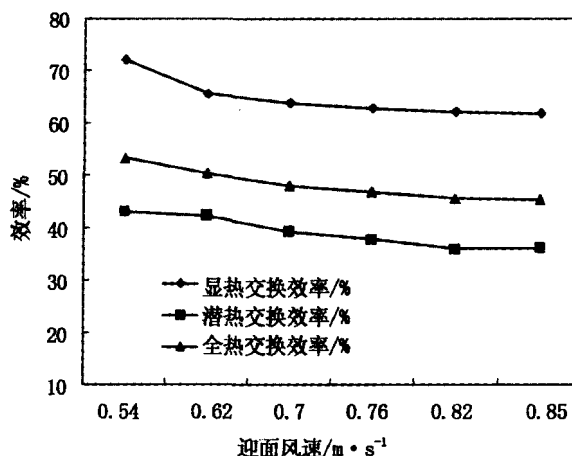


图7 菱形骨架芯体热工性能测试数据

4 结语

全热交换器芯体材料和结构是影响全热交换性能和成本的关键因素。具有菱形结构的芯体由于在流道中具有逆流和交叉流,因此具有较高的传热交换效率。流速对显热交换效率的影响较小,但对潜热交换效率及全热交换效率有较大影响。当膜间距在2.4 mm左右,迎面风速控制在 $1.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以内,全热效率及阻力特性较为满意。

参考文献:

- [1] 罗新梅. 板式全热交换器纸材性能研究[J]. 华东交通大学学报, 2005, 22(2): 22-24.
- [2] 殷平. 新型板式全热交换器研制——经济分析[J]. 暖通空调, 2006, 36(11): 53-58.

- [3] 徐景峰. 板翅式全热交换器用于分散独立空调系统中的探讨[J]. 建筑热能通风空调, 1999, 24(1): 33 - 36.
- [4] ASHRAE. ASHRAE handbook HVAC Systems and Equipment[M]. Atlantic: ASHRAE Inc, 2000.

Study on Energy Exchange Performance of Core of Fixed-plate Energy Exchanger

LUO Xin-mei

(School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper presents an experimental evaluation on energy exchange performance of rectangle and diamond core with same moisture penetrated membrane of fixed-plate energy exchanger. Experimental results show that diamond core has better total energy exchange effectiveness because it has counter-flow and cross-flow type air arrangement. Velocity impact on sensible heat exchange effectiveness is smaller than the latent energy effectiveness and total energy effectiveness. When the film space is smaller than 2.4 mm, air velocity is less than $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, the satisfied total energy effectiveness and resistance characteristics can be achieved.

Key words: Fixed-plate heat exchangers; core constructure; total energy effectiveness

(责任编辑:王全金)