

文章编号: 1005—0523(2005)02—0022—03

板式全热交换器纸材性能研究

罗新梅

(华东交通大学 土木建筑学院, 江西 南昌 330013)

摘要:介绍了一种新型的板式全热交换器芯体结构, 并对两种不同纸材做成的板式全热交换器芯体性能测试数据进行分析, 表明透湿膜是一种传热传湿性能优良的全热交换器纸材。

关 键 词:板式全热交换器; 热交换效率; 透湿膜

中图分类号: TU834.3+5

文献标识码: A

0 引 言

随着人民生活水平的提高, 建筑物的气密性不断加强, 各种具有挥发性的新型建材的大量使用, 建筑物的室内空气品质越来越被人们所重视。为此, 《ASHARE 标准 62—1999》对新风量标准进行了修改。2003 年开始执行的《全国民用建筑工程设计技术措施》的《暖通空调·动力》分册对各类建筑物的最小新风量也有不同程度的增大, 其中影剧院、体育馆、商场、医院等商业建筑及办公楼的最小新风量增大了 2~3 倍^[1]。夏季新风负荷一般占空调总负荷的 30 % 左右, 由于新风量的增大, 使得满足室内卫生要求和空调节能之间的矛盾更加突出。在能源日趋紧张的今天, 空调能耗已成为影响能源安全, 优化能源结构、提高能源利用效率的关键因素, 因此寻找一种既能满足新风要求, 又可以减少新风能耗的方法尤为重要。

空气全热交换器的出现使得上述问题迎刃而解。它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, 从而降低系统新风负荷。全热交换器以其独有的优势在国际市场上已经得到了广泛的应用, 但是由于进口

产品价格居高不下, 国产产品效率不高, 其国内市场还有待进一步开拓。从国内已经投入使用的几个工程来看, 这些项目多数是外商投资或中外合资建筑, 而且产品大多选用国外进口产品。在国产品牌中, 早在数年前, 也曾有过以吸附(吸收)方式为特征的全热交换器的生产厂家, 但因产品成本高、售价高、效率低而难于推广^[2,3]。因此, 开发一种高效、价廉的国产全热交换器就具有极大的经济价值。

在此之前, 国内有许多人对全热交换器的结构和性能进行过深入的研究^[3,4], 但多数是针对转轮式全热交换器的应用研究。板式全热交换器由于具有无转动部件, 交叉泄漏少, 空气流动阻力小, 无需再生等特点, 具有很好的应用前景, 但由于透湿不透气的生产技术的限制, 目前应用并不广泛。本文通过对比板式全热交换器纸材的实验结果, 选择一种传热传湿性能良好的纸材, 为降低产品的成本, 缩小产品的体积, 提高产品效率作前期的实验研究工作。

1 芯体结构及纸材

板式全热交换器是利用特殊材质的纸形成多层气流通道, 当两种不同状态的空气在不同的通道中流动时, 气体间通过具有透热透湿性能的纸材进

收稿日期: 2004—06—15

作者简介: 罗新梅(1967—), 男, 江西万安县人, 副教授。

中国知网 <https://www.cnki.net>

行热湿交换.

影响板式全热交换器性能的主要因素包括:芯体结构、芯体材料、纸间距以及通过全热交换器的迎面风速等.

传统的板式全热交换器的结构多采用图 1 所示的板翅式结构.它用波纹纸作骨架支撑用来做传热传湿的分隔板,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.而且,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,也限制了它在净化等对空气泄漏量有严格要求的场所中的应用.

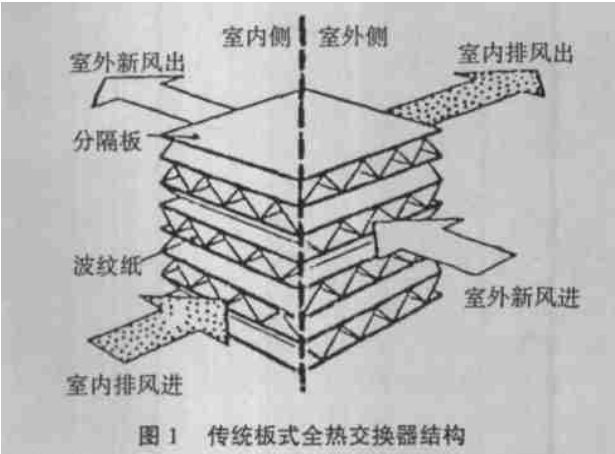


图 1 传统板式全热交换器结构

为了克服传统全热交换器芯体的上述缺点,笔者采用一种新型的全热交换器芯体结构进行实验,这种结构是在方形骨架上粘贴透湿膜构成两股气流通道(如图 2).该芯体结构具有芯体结构牢固,气流通道不易阻塞,流通阻力小,有效换热面积大,无气流间交叉泄漏等特点.试验芯体每个通道的迎风面积为 0.069m^2 ,每层单面有效传热面积 0.053m^2 ,通道间距为 3.5mm .

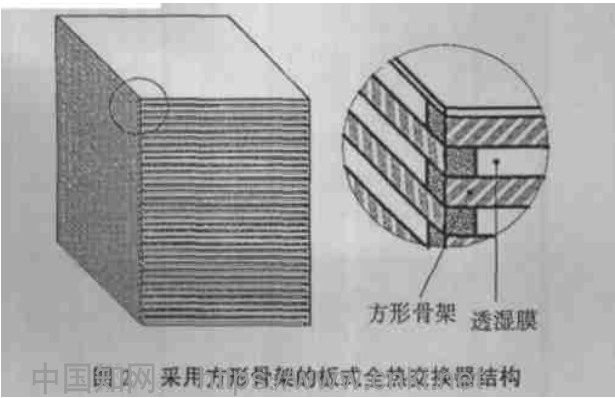


图 2 采用方形骨架的板式全热交换器结构

目前国内比较成熟的全热交换器纸材大多是在特殊纸材表面喷涂具有吸湿作用的物质,利用纸材的导热和吸湿剂的吸湿能力实现气流间的热湿交换,这种纸多用于转轮式全热交换器,而对板式全热交换器由于纸固定不动,如果要想实现传热传湿,必须采用透湿而不透气的特殊纸(以下称试纸 A).作为对比试验,选用国内某公司研制的高分子透湿膜(试纸 B),试纸 B 的孔隙只有 4 纳米,除了水蒸气分子(平均直径 0.4 纳米)可以通过外,水分子(直径 100 微米)、病毒(15~200 纳米)、细菌、有害气体等分子均无法通过,而且试纸 B 的纸质韧性比试纸 A 好.

2 测试系统及测试结果分析

为了测试两纸材的传热传湿性能,笔者在如图 3 所示的测试系统上进行全热交换器芯体热工性能测试.

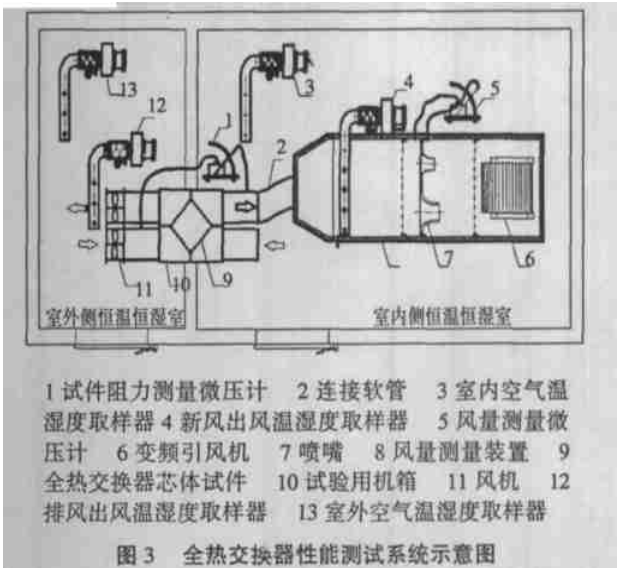


图 3 全热交换器性能测试系统示意图

由于国内目前还没有制订相关的全热交换器标准,本实验依据美国空调与冷冻工业协会(ARI)制定的行业标准《ANSI/ARI 标准 1060—2001》进行测试,夏季制冷工况下的性能在以下工况测试:

新风入口干球温度: $t_{g1}=35^{\circ}\text{C}$

新风入口湿球温度: $t_{s1}=26^{\circ}\text{C}$

排风入口干球温度: $t_{g3}=24^{\circ}\text{C}$

排风入口湿球温度: $t_{s3}=17^{\circ}\text{C}$

全热交换器夏季工况效率按以下公式计算:

显热交换效率: $\epsilon_t = \frac{t_{g1} - t_{g2}}{t_{g1} - t_{g3}}$

潜热交换效率: $\epsilon_w = \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1 - \omega_3}$

全热交换效率： $\epsilon_h = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_3}$

式中 $t_{g1,2}$, $w_{1,2}$, $h_{1,2}$ ——分别表示新风进、出口干球温度(℃), 含湿量(g/kg·干), 焓值(kJ/kg·℃);

$t_{g3,4}$, $w_{3,4}$, $h_{3,4}$ ——分别表示排风进、出口干球温度(℃), 含湿量(g/kg·干), 焓值(kJ/kg·℃).

图 5、6 是用结构相同但纸材不同的芯体在同一个测试机箱内测试得到的数据.

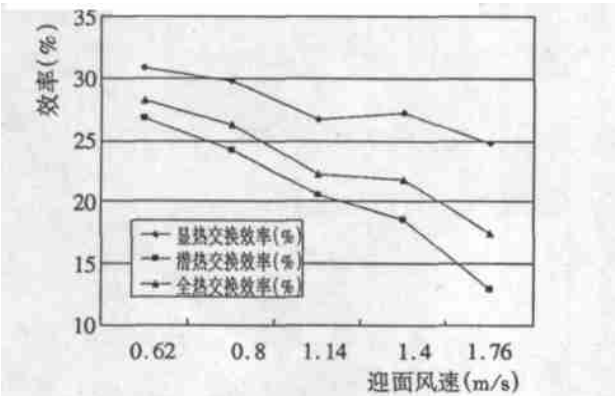


图 5 采用试纸 A 方形骨架芯体测试性能

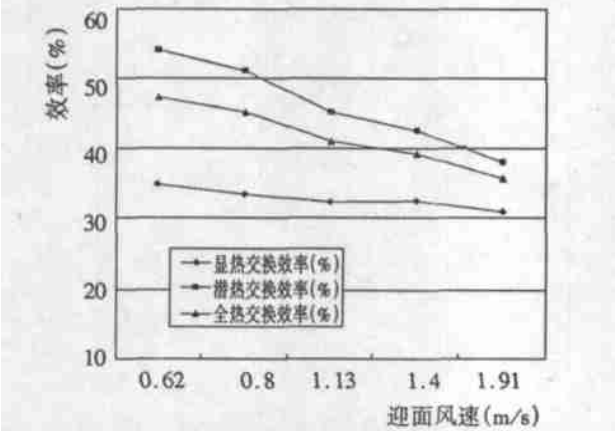


图 6 采用试纸 B 方形骨架芯体测试性能

可以看出在相同的迎面风速下, 试纸 A 的显热效率高于潜热效率, 而试纸 B 的潜热效率高于显热效率, 试纸 B 的显热效率略高于试纸 A, 潜热效率为试纸 A 的 2~3 倍, 全热效率为试纸 A 的 1.6~2 倍.

3 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. 各种全热交换器纸材的显热交换效率相差不大, 因此提高纸材的潜热交换效率成为提高其全热效率的重要途径. 本试验中使用的透湿膜能够大大提高全热交换器的潜热交换效率, 纸质韧性比较好, 能够较好地满足有洁净度要求的空调房间全热回收的要求, 是一种优良的全热交换器芯体材料.

本文提出的全热交换器的芯体结构具有结构紧凑, 用纸量少, 交叉泄漏的可能性小. 纸间距对全热交换器的效率和成本有较大的影响, 如何确定效率与成本到达最优的纸间距有待进一步地研究.

参考文献:

[1] 全国民用建筑工程设计技术措施 暖通空调·动力. 北京:中国计划出版社, 2003.
[2] 秦伶俐, 李洪芳. 转轮式全热交换器——一种高效的热回收装置[J]. 制冷, 1998(3).
[3] 代伯清, 汪 莉. 铝+纸高效板式空气-空气全热新风交换器的研制, 建筑热能通风空调, 2003(5).
[4] 寿旭日. 转轮式全热交换器的设计与测试[J]. 机电设备, 1997(1).

Paper Performance Study on Fixed-plate Heat Exchangers

LUO Xin-mei

(East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper presents a new type of core constructure of fixed-plate heat exchanger, and analyses the test data of two types of paper which are used in the same fixed-plate heat exchanger. The results show that moisture penetrated membrane has excellent heat transfer performance.

Key words: fixed-plate heat exchangers; heat transfer efficiency; moisture penetrated membrane