

纤维基柔性非织造材料吸声性能研究

范晓丹,李辉芹*,巩继贤

(天津工业大学 纺织学院,天津 300387)

摘要:对3种不同厚度的非织造布进行功能整理,选取的整理剂分别为 FeS 、 CuO 、 Fe_2O_3 和 BaSO_4 。测试分析了整理剂种类,以及非织造材料的厚度和面密度对涤纶柔性非织造材料吸声性能的影响。结果表明: Fe_2O_3 和 BaSO_4 2种整理剂对于非织造布吸声性能的影响很显著;非织造材料的吸声性能会随着厚度的增加呈现先减小后增大的趋势,而又随着面密度的增大呈现增大的趋势。

关键词:涤纶;柔性;非织造材料;整理;吸声性能

中图分类号:TS101.9

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2018)01-0012-04

当声波入射到物体的表面时,有一部分声波会被反射回去,而另一部分声波会进入物体,进而被物体吸收而转化为热能。声波能量被物体吸收的现象称为吸声^[1]。根据吸声原理,吸声材料可以分为两大类,一类是共振吸声结构,它是利用入射声波在结构内产生共振,从而使大量的能量耗散;另一类是多孔吸声结构,它是使大量的声波更易进入结构内部,随着声波在多孔材料内部的传播,使其能量逐渐逸散^[2-3]。随着人们对健康问题的日益关注,吸声材料已经成为学者们的研究热点^[4-6]。

本文从噪声传播途径着手,有机结合吸声、隔声多种降噪机理,经筛选比较,用非织造布作为吸声材料^[7-8]。

非织造材料作为一种柔性、多孔的吸声材料,其吸声性能的研究已有很多报道。如日本帝人公司用PET短纤通过湿法制备纤维纵向排列的非织造布“V-LAP”^[9],不仅质轻,而且吸音性优良,且具有减震的功效,该产品已被日本三菱(Mitsubishi)公司用于其Outlander越野车地毯的背面。英国Pritex公司也开发了一种将非织造材料面层与一薄型吸音纤维材料复合的新型吸音材料^[10]。美国3M公司采用熔喷复合成形工艺开发了“Thinsulate”^[11]系列车用吸音材料,材料轻薄,吸音性能极佳,阻燃性、拒水性优良。有研究表明:非织造材料的吸声性能与其结构有着直接的关系。如臧传锋等^[12]利用具有细度梯度的涤纶纤维制备了12种非织造吸声材料,测试分析了不同加固方

式、纤维细度、针刺密度和材料厚度对涤纶纤维非织造吸声材料吸声性能的影响。于伟东等^[13-14]测试了不同非织造布的厚度、面密度以及孔洞特征对吸声性能的影响,研究表明:材料的孔洞特征,特别是平均孔径是影响吸收峰频率的主要参数。

1 试验部分

1.1 仪器

烧杯、磁力搅拌器、胶头滴管;PD-B型卧式轧车(莱州元茂仪器有限公司);GZX-GF101-1-S-II型电热恒温鼓风干燥箱(上海贺德实验设备有限公司);Z4025型台式钻床(滕州市广速数控机床有限公司);OHAUS先行者通用型天平(苏州盛世衡器有限公司);YG141LA型数字式织物厚度仪(莱州市电子仪器有限公司);SCM201型8通道单阻抗管(比利时LMS国际公司)。

1.2 材料

分别配制30 g/L的 FeS 、 CuO 、 Fe_2O_3 和 BaSO_4 溶液,待搅拌均匀后,将3种非织造布分别浸入溶液中,5 min后,置于浸压辊上浸压(带液率70%),然后烘干(100 °C),之后重复浸没—浸压—烘干2次,即可得到整理后的试样。将整理后的非织造布用钻床切成直径为3.5 cm的圆形试样。

1.3 参数测试

1.3.1 厚度

使用YG141LA型数字式织物厚度仪,测试的厚度结果如表1所示。

1.3.2 面密度

非织造布的面密度如表2所示。

收稿日期:2017-10-13;修回日期:2017-10-19

基金项目:国家重点研发计划(2016YFC0400503-02)

作者简介:范晓丹(1990-),女,在读硕士,主要研究方向:纺织品结构与吸声性能关系研究。

*通信作者:李辉芹,E-mail:zhxlihuiqin@163.com。

表 1 非织造布的厚度

非织造布 1	厚度 /mm	非织造布 2	厚度 /mm	非织造布 3	厚度 /mm
1-0	1.32	2-0	0.84	3-0	1.07
1-1	1.34	2-1	0.84	3-1	1.10
1-2	1.32	2-2	0.86	3-2	1.08
1-3	1.31	2-3	0.84	3-3	1.11
1-4	1.29	2-4	0.86	3-4	1.09

注:—前的数字 1,2,3 表示非织造布的种类,—后的数字表示整理剂的种类:0 未整理;1 经 FeS 整理;2 经 CuO 整理;3 经 Fe_2O_3 整理;4 经 BaSO_4 整理。

表 2 非织造布的面密度

非织造布 1	面密度 / $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$	非织造布 2	面密度 / $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$	非织造布 3	面密度 / $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$
1-0	496.347 3	2-0	319.355 3	3-0	217.860 4
1-1	520.577 1	2-1	352.528 3	3-1	261.744 4
1-2	532.432 1	2-2	363.967 2	3-2	347.744 7
1-3	514.545 7	2-3	331.210 2	3-3	249.161 6
1-4	536.591 7	2-4	329.962 3	3-4	262.056 4

2 吸声性能测试

2.1 测试方法

吸声系数的测量方法有阻抗管法和混响室法。通过比较,我们最终选择阻抗管法。

表 3 测试方法的比较

测试方法	测试指标	声波入射方向	试样尺寸要求	精确度
阻抗管法	吸声系数	法向	小	高
	反射系数			
	声阻抗			
混响室法	声导纳	无规则	大	低
	吸声系数			

2.2 测试仪器

试验参照 GB/T 18696.1—2004《声学 阻抗管中吸声系数和声阻抗的测量》,仪器如图 1 所示,为八通道单阻抗管。

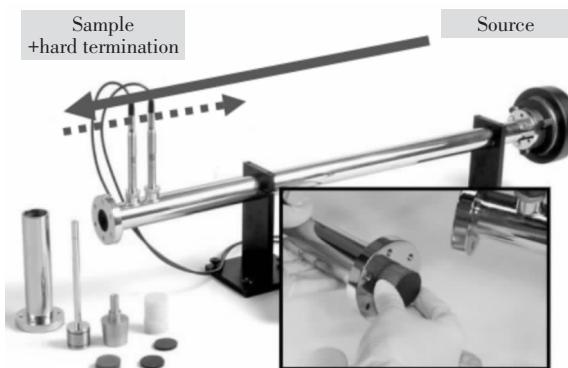


图 1 八通道单阻抗管

2.3 测试原理^[15]

当声波从一种媒质入射到声学特性不同的另一种媒质时,在两种媒质的分界面处将发生反射,使入射声波的一部分能量返回到第一种媒质。在斜入射时,反射角与入射角相等。在反射点处,反射波声压与入射波声压之比称为反射系数 γ 。

材料吸收和透过的声能与入射到材料上的总声能之比,称为吸声系数 α 。

$$\alpha = \frac{E_a + E_r}{E_0}$$

当入射声能被完全反射时 $\alpha = 0$,表示材料无吸声作用;当入射声波完全没有被反射时 $\alpha = 1$,表示声波完全被材料吸收。事实上,所有材料的吸声系数 α 基于 0 ~ 1 之间,也就是不可能全部反射也不可能全部吸收。 α 值越大表示吸声效果越好,它是目前表征吸声性能最常用的参数。

3 结果与分析

阻抗管测试的结果如图 2 所示,横坐标是声波的频率,纵坐标为吸声系数。如果以厚度为自变量,吸声效果很难清楚地表达,所以我们通过计算整个频段的平均吸声系数,一次来代表非织造材料整体的吸声性能。平均吸声系数是指对材料不同频率的吸声系数进行算术平均,按平均吸声系数的大小来评价材料的吸声性能,优点是一个数值,简单易记,便于比较^[16~17]。与降噪系数 NRC 比起来,平均吸声系数涵盖所有频率下的吸声系数,而降噪系数只是中心频率为 250、500、1 000 和 2 000 Hz 4 个倍频程吸声系数的算术平均值。

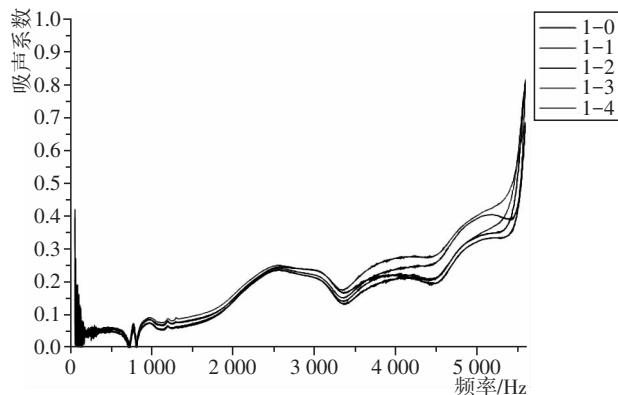


图 2 非织造布 1 的频率-吸声系数谱图

3.1 整理剂种类对吸声效果的影响

从图 3 可以看出,对于非织造布 1 来说,经过 FeS 和 Fe_2O_3 整理后,吸声效果有了明显的提高;而对于非

织造布2来说,整理剂的参与反而使它丧失了原来的吸声效果, Fe_2O_3 和 BaSO_4 对其影响相对较小;对于非织造布3来说,各整理剂对其吸声效果的影响相差无几,严格来说, Fe_2O_3 和 BaSO_4 对其影响相对较大。总的来说,可选择的整理剂为 Fe_2O_3 和 BaSO_4 。

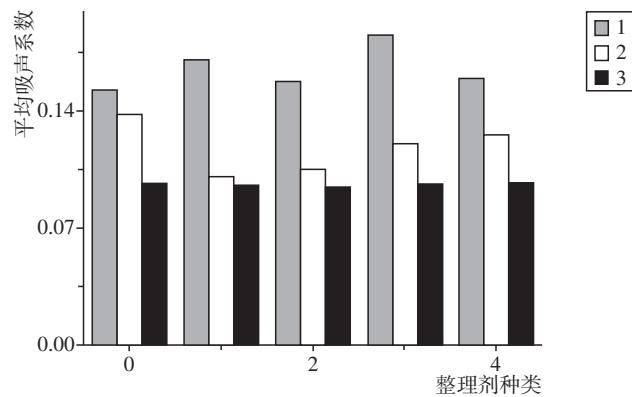


图3 非织造布以及整理剂的种类对平均吸声系数的影响

注:图标中的1,2,3表示非织造布的种类;横坐标的0,1,2,3,4代表整理剂的种类。

3.2 厚度对吸声效果的影响

进行多项式拟合, $R^2=0.84595$,如图4所示。

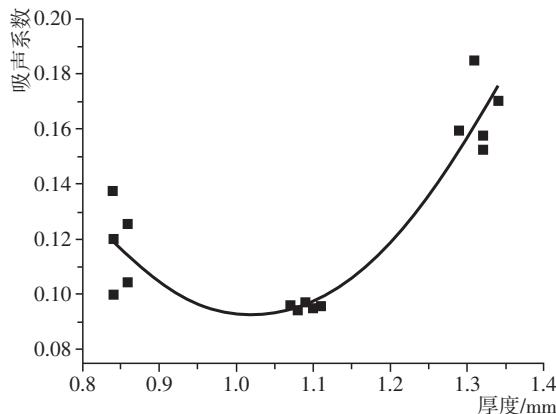


图4 厚度与平均吸声系数的多项式拟合曲线

从图4中可以看出,在一定的范围内,材料的吸声效果会随着厚度的增加而呈现变差的趋势,但超过这个范围之后,材料的吸声效果会越来越好。这是由于当平面波向一多孔材料的平面边界辐射时,会向材料内绕射。绕射波在材料内部传播一段距离后,其声压有所衰减,但其衰减量并不总是随厚度的增加而增大。

3.3 面密度对吸声效果的影响

多项式拟合结果如图5所示, $R^2=0.76973$ 。

从图5可以看出,材料的平均吸声系数与材料面密度成正相关关系,当材料面密度增加时,材料的平均吸声系数随之增加。这是因为非织造材料结构疏松,

当材料面密度增加时,材料的致密程度增加,声波入射到材料内部时带动周围空气与纤维壁发生摩擦、碰撞,从而使得声能转化成热能,声能损失增加。

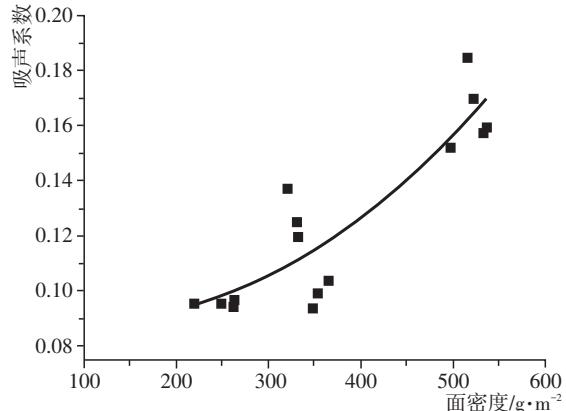


图5 面密度与平均吸声系数的多项式拟合曲线

4 结语

对非织造材料进行功能整理是提高其吸声性能的一条便捷而可行的途径。通过试验,我们不难看出: Fe_2O_3 和 BaSO_4 2种整理剂对于非织造布的吸声性能的影响是很显著的。非织造布本身的结构特征对其吸声性能的影响也是不容小觑的,它的吸声性能会随着厚度的增加呈现先减小后增大的趋势,而又随着面密度的增大呈现增大的趋势。只要能合理地利用,就可以设计出能够达到预想吸声效果的非织造材料。

参考文献:

- [1] YILMAZ N D, BANKS-LEE P, POWELL N B, et al. Effects of porosity, fiber size, and layering sequence on sound absorption performance of needle-punched nonwovens[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2011, 121(5):3 056—3 069.
- [2] 张新安. 非织造布结构吸声性能研究[J]. 西安工程科技大学学报, 2006, 20(2):135—138.
- [3] YASUDA Y, UENO S, KADOTA M, et al. Applicability of locally reacting boundary conditions to porous material layer backed by rigid wall: Wave-based numerical study in non-diffuse sound field with unevenly distributed sound absorbing surfaces[J]. Applied Acoustics, 2016, 113:45—57.
- [4] 鲍 纬, 刘建立, 王双闪, 等. 结构参数对非织造材料吸声系数的影响[J]. 江苏纺织, 2014,(5):43—46.
- [5] 洪 杰, 姜 生, 晏 雄. 中空涤纶增强橡胶基复合材料层合非织造布的吸声性能[J]. 纺织学报, 2016, 37(5):62—67.
- [6] 丁先锋, 王 洪. 车用PET/PP分散复合熔喷吸音材料的研究[J]. 纺织学报, 2013, 34(9):27—33.

- [7] 罗以喜, 奚柏君. 非织造降噪复合材料的研究[J]. 纺织学报, 2004, 25(4):64—66.
- [8] 胡立晨, 陈福源, 晏 雄. 柔性针刺非织造材料吸声性能分析[J]. 玻璃钢/复合材料, 2010,(1):53—56.
- [9] 寿光培. 日本帝人纤维株式会社开发 V-LapTM 非织造布 [J]. 产业用纺织品, 2010, 28(5):43—43.
- [10] 杨 波, 刘 亚. 吸音材料的发展现状与趋势[J]. 纺织导报, 2013,(7):99—101.
- [11] 3M introduces flame-resistant Thinsulate [J]. Apparel Magazine, 2007, 48(12):37.
- [12] 贲传锋, 姚子川, 任 煜, 等. 涤纶非织造吸声材料的吸声性能研究[J]. 棉纺织技术, 2015, 43(6):6—9.
- [13] 杨 树, 于伟东, 潘 宁. 非织造布的结构特征与其吸声性能研究[J]. 产业用纺织品, 2010, 28(7):6—11.
- [14] KUCUK M, KORKMAZ Y. The effect of physical parameters on sound absorption properties of natural fiber mixed nonwoven composites[J]. Textile Research Journal, 2012, 82(20):2 043—2 053.
- [15] 刘颖辉. 室内声学设计与噪声振动控制案例教程[M]. 北京:化学工业出版社, 2014.
- [16] 钟祥璋, 朱子根. 材料吸声性能的单值评价及产品分级方法[J]. 电声技术, 2011, 35(5):4—7.
- [17] 张智博. 声学材料性能测试及评价实验研究[D]. 上海:上海交通大学, 2007.

Study on Sound Absorption Properties of Fiber-based Flexible Nonwovens

FAN Xiao-dan, LI Hui-qin*, GONG Ji-xian

(School of Textiles, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)

Abstract: With FeS, CuO, Fe₂O₃ and BaSO₄ as finishing agents, three kinds of nonwoven fabrics with different thickness were treated. The influence of the type of finishing agent, the thickness and surface density of nonwoven materials on the sound absorption properties of the polyester flexible nonwovens was analyzed. The results showed that the effects of Fe₂O₃ and BaSO₄ on the sound absorption properties of nonwovens were obvious. Sound performance absorption of nonwovens firstly decreased and then increased with the increase of thickness, and increased with the increase of surface density.

Key words: polyester fiber; flexible; non-woven material; finishing; sound absorption performance

一种可以喝的染料 还原纺织服装的绿水青山

多年以来,纺织印染一直被放在高污染高排放的生产行业圈里,所以当听到染色的染料都可以喝的时候真的很惊讶,它就是2016年广州市产学研重大科技项目之一的“水果染”,发明这门技术的公司用一种可以喝的水果染料把纺织产品染成功了!

带着对“绿水青山”的期望、带着揭开纺织服装如何向绿色经济转型这神秘面纱的期待,近日对这个全新的水果染产业体系进行了一次深入揭秘。

这次发明源于一次环境被污染的触动:在发明人企业的周围环境原本山清水秀,但10年前自从满山遍地种植了桉树后,“吸水、吸肥、有毒”桉树对其他物种、对土壤、对水质、对环境污染极大,这种“绿色”污染让政府和农民都进退两难。

于是发明人开始了一项研究以纯天然水果染色新工艺替代传统纺织产品的染色方法:果苗培育→农民种植果树→水果采集→水果储存→水果染液配制→水果染色→成衣。

传统的水果用途多用于吃喝,将水果用来染布料,染色全过程没有污水、生产过程不添加任何化学助剂、可大幅度节能减排,非常好、但色牢度问题和批量产业化这个焦点难题如何解决?水果染科技创新团队耗巨资和长达8年的时间,近期取得了批量产业化的解决方案,能大幅提高纯生态产品的质量,染色生产全过程

都非常环保,生产现场充满水果香味,染色用的水果汁检测指标达到GB/T19976—2005《果、蔬汁饮料卫生标准》标准。

水果染产品在材料的适应范围、产品颜色、产品光泽、产品手感、产品花色变化、制造成本、市场规模等方面已拥有很多的优势:可以染棉、麻、丝、毛、莫代尔、竹纤维、天丝等多种天然纤维和纤维素纤维。

它是一种很安全也非常环保的染色工艺,布面会形成一层天然活性果胶,有亲肤吸湿透气的特性,而且由于水果染色产品是纯天然染色、与自然光的光源完全吻合,产品的颜色淡雅特别养眼,婴童即使长时间看着这些颜色都不会眼累哭闹。

但其他化工染色因为多含有荧光剂等化学品残留、情况刚好相反,因此水果染色产品特别适用于婴童装和内衣、家居服、家纺以及轻奢风格、文艺风格、天然风格等时装品牌和高级订制领域。

这种低能耗、极环保的绿色生态产业创新,即使水果染目前暂时还没能覆盖应用在纺织服装的所有产品类别、在内穿和家纺等方面的大范围应用、对生态发展的贡献已将不可估量。

“绿水青山就是金山银山”,这是发展理念的深刻转变,必将引领中国纺织服装行业朝着绿色持续发展的方向迈向新境界。