纬编间隔织物的吸声性能

陈小燕[1],刘燕平[2],赵汉生[1]

(1.武汉纺织大学, 湖北 武汉 430073;2.香港理工大学,中国香港 九龙)

摘要:研究表面织物层为锦氨包芯纱的纬编间隔织物的吸声性能,分析对比不同织物结构参数,包括间隔纱的隔针数、表面层线圈弯纱深度和间隔纱的线密度对织物吸声系数的影响。实验结果表明,提高间隔纱的隔针数和线密度,以及降低表面线圈弯纱深度可以提升织物的吸声性能,这对企业生产具有一定指导意义。

关键词:纬编间隔织物;吸声性能;吸声系数;间隔纱隔针数;线圈弯纱深度

中图分类号:TS 186.2 **文献标志码**:A **文章编号**:1000-4033(2012)07-0066-04

噪声已经成为一种严重的环境问题,并且影响着人们的日常生活[1]。在过去几十年里,一系列的材料和结构被开发并应用于吸声降噪领域,如多孔材料[1]、共鸣器[2]、穿孔板[3]和薄膜[4]等。其中,多孔材料由于廉价和优异的吸声性能而占主导地位。多孔材料是通过声波在空隙中传播形成微粒碰撞,将能量转化为热能从而达到吸声的目的[5]。研究表明,多孔材料的吸声机理受声波的频率影响,高频时为绝热过程,声波通过不规则的空隙,由于摩擦而造成热损耗[6],但在低频时,为等温过程即通过热交换来达到能量损耗的目的[7]。

1 研究背景

纺织品如非织造布、机织和针织布作为一种典型的多孔材料,由于其廉价易用,在吸声方面的应用已经引起了人们的关注[8-10]。目前,这方面的研究主要集中于非织造布的吸声性能[11]。虽然非织造布具有优良的吸声性能,但是其外观不易设计,因此在使用非织造布来吸声时,一般会在其表面加一层机织物来达到美观效果[12]。针织物是另外一种用于吸声的纺织材料,但是单层平针织物的吸声效果较差[10]。针织间隔织物由间隔纱连接上下两个表面织物层,形成三维结构,从而获得优异的吸声性能。Dias 等人首次研究了纬编间隔织物的吸声性能,该织物上下表面层为平针织物并通过复丝集圈将表面层连接起来[13]。他们应用了 Zwikker 和 Kosten 模型[14]理论计算了所开发织物的吸声系数。当织物表面层使用普通复丝时仅在声波频率高于 2 000 Hz 时有效,而当织物表面层改用锦氨包芯纱,纬编间隔织物可以有效地降低 1 000~2 000 Hz 的噪音。Liu 和 Hu[15]也报道了针织间隔织物的吸声吸能,他们将间隔纱为复丝的纬编间隔织物作为多孔吸声材料,将间隔纱为单丝的网孔经编间隔织物作为微穿孔板吸声材料。他们通过两种织物的组合制备了在低频且宽频率范围具有优异吸声性能的吸声材料。但是,以上研究只涉及少量的织物样品,各种结构参数对间隔织物吸声性能的影响没有具体的研究。

本文对表面织物层为锦氨包芯纱的纬编间隔织物的吸声性能进行了系统研究,对不同织物结构参数包括间隔纱的隔针数、表面层线圈弯纱深度(*NP* 值)和间隔纱线密度对织物吸声系数(*NAC*)的影响进行了实验研究和分析。

2 实验

2.1 实验样品

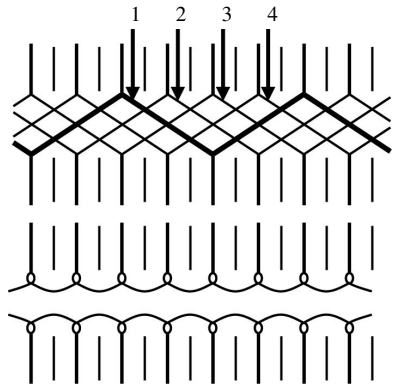
表 1 列出了 8 种纬编间隔织物的结构参数,包括间隔纱隔针数、表面织物层线圈弯纱深度和间隔纱线密度。织物由 Stoll CMS 822 E7.2 型电脑横机编织而成,机号为 14 针/25.4 mm。编织图如图 1 所示,为了编织不同厚度的间隔织物,间隔纱隔针数选用两种,分别为 4 针和 6 针。织物的表面层为变化纬平针和 7.8 tex(70 D)包2.2 tex(20 D)锦氨包芯纱。间隔纱为两种线密度的涤纶复丝,即 16.7 tex/64 f(150 D/64 f) 和 33.3 tex/128 f(300

作者简介:陈小燕(1960—),女,高级实验师。主要从事纺织材料与纺织品设计等方面的工作。

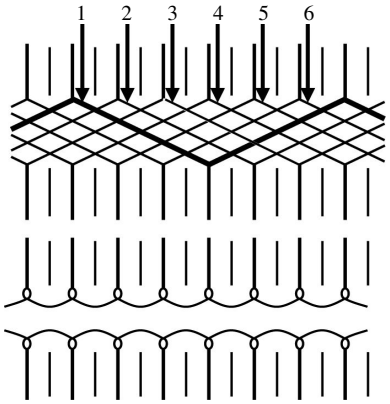
表 1 纬编间隔织物的结构参数

试样	间隔纱隔针数	间隔纱线密度/tex	间隔纱弯纱深度 *NP* 值	空气流阻/(N·m^{-4}·s)	厚度/mm	空隙率/%
1	4	16.7	10	10.167 6×10^4	5.43	87.71
2	4	16.7	12	6.088 7×10^4	5.50	90.32
3	6	16.7	10	6.858 3×10^4	7.48	89.07
4	6	16.7	12	4.147 3×10^4	7.33	91.78
5	4	33.3	10	1.296 5×10^4	5.73	85.80
6	4	33.3	12	8.250 1×10^4	6.21	89.43
7	6	33.3	10	8.697 1×10^4	8.84	88.33
8	6	33.3	12	5.889 4×10^4	8.35	90.30

D/128 f)。为了改变织物的空隙,使用两种表面织物层线圈弯纱深度(*NP*=10 和 *NP*=12)。编织完成后,所有的织物首先进行汽蒸处理,然后放入标准环境(20 ℃、相对湿度 65%)放置 24 h。然后测试织物的厚度、空气流阻和空隙率,列于表 1 中。



(a)隔针数为 4



(b)隔针数为 6

图 1 织物间隔纱编织图

所编织的样品实物如图 2 所示,由图 2 知,纬编间隔织物是一种典型的多孔材料,除了表面层是由针织线圈构成的孔眼结构外,间隔纱所使用的复丝也使织物内部拥有大量的空隙。此外,间隔纱相互之间形成的缝隙有利于声波的传入,有利于提高吸声性能。

间隔纱线密度 16.7 tex/64 f,*NP* 值为 10,隔针数为 6。

图 2 织物样品实物图

2.2 吸声性能测试

根据 ISO 10534—2 标准,使用直径 29 mm 的 Brüel & Kjær 双麦克风阻抗管 4206 测试织物的吸声系数(*NAC*)。如图 3 所示,该阻抗管可以测试声波的频率范围为 0~6 400 Hz。所以首先将样品切为直径 29 mm 的圆形试样,然后将试样贴住金属活塞进行测试。

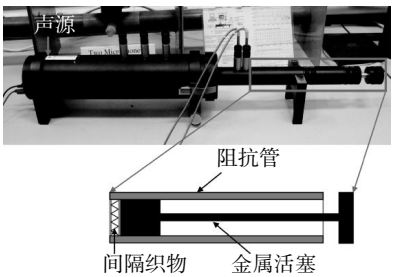
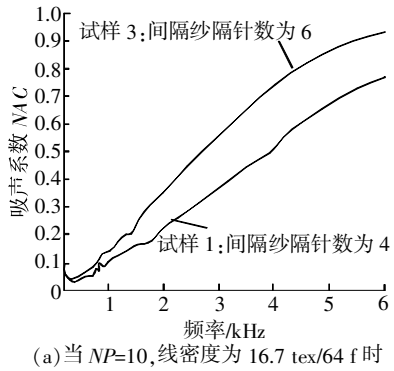


图 3 吸声系数测试系统

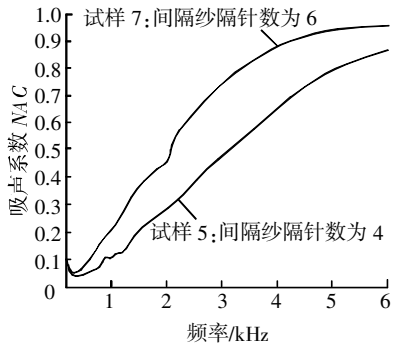
3 结果与讨论

3.1 间隔纱隔针数的影响

图 4 给出了两种隔针数织物的 *NAC* 曲线(4 针和 6 针)。由图 4 可以看出,当间隔纱线密度和表面层线圈弯纱深度保持不变时,隔针数越大,织物的吸声系数越大,吸声性能越好。织物的隔针数越大,其间隔纱也就越长,织物越厚。对于多孔吸声材料而言,厚度越大吸声系数越大,所以织物厚度增大有利于提高织物的吸声性能。织物厚度的增大延长了声波在织物内部传播的过程,从而在与空隙摩擦的过程中消耗掉更多的能量。



(a)当 *NP*=10,线密度为 16.7 tex/64 f 时



(b)当 *NP*=10,线密度为 33.3 tex/128 f 时

图 4 间隔纱隔针数对吸声系数的影响

经编间隔织物是通过改变前后针床的距离来调整织物的厚度,本文的纬编织物则是通过改变间隔纱的隔针数和织物表面层使用锦氨包芯纱来达到改变织物厚度的目的。通过汽蒸处理,表面层的锦氨包芯纱发生收缩,使得间隔丝角度发生变化,与织物厚度方向的夹角变小,因此织物变厚。

分析表 1 中的数据可以发现,随着间隔纱隔针数的增大,织物的流阻变小,空隙率增大,这使得声

波容易穿透织物,从而降低织物的吸声性能。但是,这种影响的作用小于织物厚度增大对吸声系数的影响。所以,间隔织物隔针数对织物的总体影响有利于提高织物的吸声性能。

有必要指出的是,间隔纱的隔针数受编织过程和生产效率的影响,其增大是有限制的。如果隔针数太长,那么完成一个横列所需要的时间就太长,织物的生产效率就会显著降低。另一方面,通过改变间隔纱的隔针数来使织物厚度的增大也是有限的,因为过多的间隔纱,介于两个织物表面层之间会影响表面层的收缩。因此,通过改变其他结构参数来提高吸声性能也同样重要。

3.2 表面层线圈弯纱深度的影响

线圈长度是一个重要的结构参数,它依赖于电脑横机三角的设置。在电脑横机中是通过*NP*值(即织针的位置值)来控制线圈的长度。通常*NP*值越大,线圈长度越大。

图5给出了具有不同*NP*值(*NP*=10和*NP*=12)织物的*NAC*曲线。由图5可以看出,当间隔纱隔针数和线密度保持不变时,具有较大*NP*值织物的吸声系数较小。这说明提高织物表面层的线圈长度会降低织物的吸声性能。这是因为随着线圈长度的增大,表面的孔眼尺寸和间隔纱之间的缝隙变大,孔眼和缝隙的变大使织物的流阻降低,从而使声波容易穿透织物以致降低织物的吸声性能。

表面线圈的弯纱深度同时也会影响织物的厚度。对于非锦氨包芯纱,织物的厚度会随线圈的弯纱深度变大而减小。但是对于使用锦氨包芯纱编织表面层的间隔织物,织物的厚度随线圈弯纱深度的变大而增大。对于长间隔纱(6针),织物的厚度随着线圈弯纱深度的增大而减小;但是对于短的间隔纱(4针),织物的厚度随线圈弯纱深度的增大而增大,这种现象已经在文献[16]中做了详细解释。需要指出的是,即使改变的表面层线圈弯纱深度可以影响织物的厚度,但是这种影响远小于通过改变间隔纱的隔针数而达到的效果。所以,表面线圈弯纱深度对吸声性能的影响主要在于对织物表面孔眼和间隔纱之间缝隙尺寸的影响,从而导致织物流阻产生改变。

3.3 间隔纱线密度的影响

如图6所示,间隔纱线密度对织物的吸声性能也有显著的影响。间隔纱线密度的增大可以提高织物的吸声性能。这是因为纱线线密度的增加会降低织物的空隙率,同时增加织物的流阻和厚度。纱线变粗使声波不易穿透织物,因此吸声性能得到提高。

4 结论

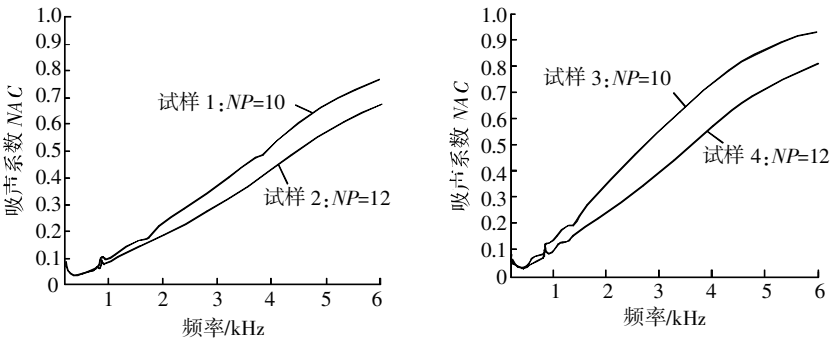
本文系统地研究了纬编间隔织物的吸声性能。对不于同的结构参数,包括间隔纱的隔针数、表面层的线圈弯纱深度和间隔纱的线密度对织物吸声系数的影响进行了分析与比较。可以得出以下几点结论:

a. 织物厚度、空隙率和流阻是直接影响其吸声性能的重要参数,这些参数可以通过改变间隔纱的隔针数、表面层的线圈弯纱深度和间隔纱的线密度来实现;

b. 因为织物厚度的增加,织物的吸声系数随着间隔纱隔针数的增大而提高;

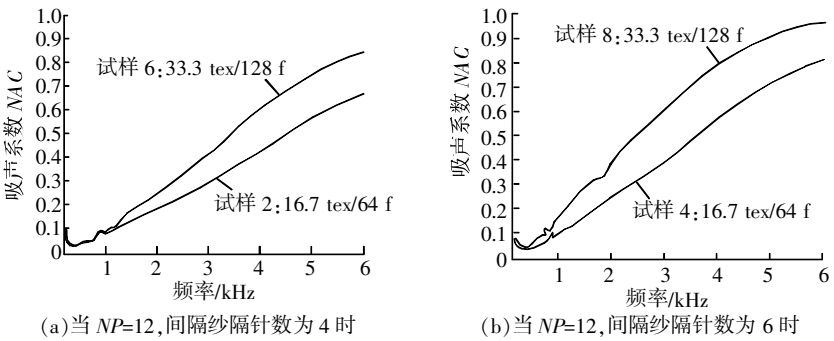
c. 因为织物流阻的增大,织物吸声系数随着织物表面层线圈弯纱深度的增大而降低;

d. 因为织物厚度和流阻同时增大,织物吸声系数随着间隔纱线密度的增大而提高。



(a)间隔纱隔针数为4,线密度16.7 tex/64 f时　(b 间隔纱隔针数为6,线密度16.7 tex/64 f时

图5 表面层线圈弯纱深度(*NP*值)对吸声系数的影响



(a)当*NP*=12,间隔纱隔针数为4时　(b)当*NP*=12,间隔纱隔针数为6时

图6 间隔纱线密度对吸声系数的影响

参考文献

[1]LOU C W,LIN J H,SU K H. Recycling polyester and polypropylene nonwoven selvages to produce functional sound absorption composites[J]. Textile Research Journal, 2005, 75(5): 390–394.

[2]PARKA J H,SOHN C H. On optimal design of half–wave resonators for acoustic damping in an enclosure [J]. Journal of Sound and Vibration, 2009, 319(3): 807–821.

[3]MAA D Y. Potential of microperforated panel absorber [J]. Journal of the Acoustical Society of America, 1998, 104(5): 2861–2866.

[4]TAKAHASHI D,SAKAGAMI K,MORIMOTO M. Acoustic properties of permeable membranes[J]. Journal of the Acoustical Society of America, 1996,99(5): 3003–3009.

[5]SAGARTZAZU X, HERVELLA–NIETO L,PAGALDAY J M. Review in sound absorbing materials[J]. Archives of Computational Methods in Engineering, 2008, 15(3): 311–342.

[6]CUMMINGS A,CHANG I J. Acoustic propagation in porous media with internal mean flow[J]. Journal of Sound and Vibration, 1987, 114(3): 565–581.

[7]ZHANG B, CHEN T N. Calculation of sound absorption characteristics of porous sintered fiber metal [J]. Applied Acoustics, 2009, 70(2): 337–346.

[8]TASCAN M,VAUGHN E A. Effects of total surface area and fabric density on the acoustical behavior of needlepunched nonwoven fabrics [J]. Textile Research Journal, 2008, 78(4): 289–296.

[9]SHOSHANI Y, ROSENHOUSE G. Noise absorption by woven fabrics[J]. Applied Acoustics, 1990, 30(4): 321–333.

[10]DIAS T, MONARAGALA R. Sound absorbtion in knitted structures for interior noise reduction in automobiles [J]. Measurement Science and Technology, 2006, 17(9): 2499–2505.

[11]SHOSHANI Y, YAKUBOV Y. A model for calculating the noise absorption capacity of nonwoven fiber webs[J]. Textile Research Journal, 1999, 69(7): 519 – 526.

[12]SHOSHANI Y K. Noise absorption by a combination of woven and nonwoven fabrics[J]. Journal of the Textile Institute, 1991, 82(4): 500–503.

[13]DIAS T, MONARAGALA R, LAY E. Analysis of thick spacer fabrics to reduce automobile interior noise[J]. Measurement Science and Technology, 2007, 18(7): 1979–1991.

[14]ZWIKKER C, KOSTEN C W. Sound absorbing materials[M]. New York: Elsevier Pub. Co., 1949.

[15]LIU Y P, HU H. Sound absorption behavior of knitted spacer fabrics [J]. Textile Research Journal, 2010, 80(18): 1949–1957.

[16]LIU Y P, HU H. Compression property and air permeability of weft knitted spacer fabrics[J]. Journal of The Textile Institute, 2011, 102(4): 366–372.

收稿日期 2011 年 12 月 8 日

链接

经编间隔织物的应用

经编间隔织物是在双针床拉舍尔经编机上生产的一种具有三维立体结构的产品,具有三层结构,即两个表面层和中间的间隔层。间隔织物具有一些突出的特点,如抗压性好、良好的湿热调节功能、环保、设计灵活、吸音隔音性能好等,此外,经编间隔织物还具有克质量小、延伸性和柔韧性好等特点。

从技术角度而言,经编间隔织物这一品种并不很新,已存在十多年,只是在近几年中,才逐渐被人们所认识,并拓展了很多的应用领域,作为衬垫材料它可以代替传统的聚氨酯软泡沫材料,用于交通工具、座椅、家具、服用、箱包等。

归纳起来主要应用于以下几方面:用于汽车内饰,从国内外轿车业发展来看,这将是一个极大的市场,有利于环境污染的控制和资源的节约,具有或不具有花纹装饰表面的经编间隔织物在将来会愈来愈多地用于轿车的内部装饰,实现使中间间隔纱的品质和规格优化,从而降低价格;用在罩杯材料,这种织物既可以作为罩杯衬垫来取代海绵或无纺布衬垫,也可以经简单的缝合或模压成型直接制成罩杯,具有良好的导湿、透气、温度调节功能,无需缝合,可一次模压成型为罩杯状,正成为高档胸衣生产厂商的新宠;用于防护服和潜水服的材料,具有良好的服用性能,织物表面可形成一定的结构花型或网眼,通过搭配不同原料,赋予其良好的穿着舒适性和美观性;用于制作床垫,具有良好的透气调湿性、抗震性,并可根据人体脊椎形状及睡眠模式进行设计,为人们提供高质量的睡眠。

此外,经编间隔织物还可以用作过滤材料、增强材料的骨架材料、清洁用材料(揩擦布)、盖被、农业种植用材料、医疗绷带以及电子材料的载体,用于开发智能服装等,因此,经编间隔织物的发展前景非常广阔。