

被芯絮片的保暖性能探讨

易 路

(无锡万斯家居科技股份有限公司, 江苏 无锡 214000)

摘要: 测试不同单位面积质量(面密度)和纤维组分的填充絮片的厚度、透气率及保暖性,探究不同参数对被芯絮片保暖性的影响。研究表明:絮片保暖性随面密度的增加而提升,透气率则相应下降;随着绗缝针数增加,絮片保暖性降低;相同面密度情况下,纯涤纶絮片的保暖性优于纯羊毛絮片,且随着混合絮片中涤纶组分含量的增加,絮片保暖性相应提升。

关键词: 絮片; 保暖性; 羊毛; 涤纶

中图分类号: TS 106.3; J 523.1

文献标志码: A

Analysis of thermal insulation property of quilt wadding

Yi Lu

(Wuxi JHT Homewares Co., Ltd., Wuxi 214000, Jiangsu, China)

Abstract: The thickness, permeability, and thermal insulation property of quilt wadding filled with different unit area mass (area density) and fiber components were tested, then the influence of these parameters on thermal insulation property of quilt wadding were analyzed. The research results showed that the thermal insulation property of quilt wadding increased with the increase of area density, while air permeability decreased. As the number of quilting stitches increased, the thermal insulation property of the wadding decreased. The pure polyester wadding's thermal insulation property was better than pure wool wadding with the same area density, and as the polyester content in polyester/wool mixed wadding increased, the thermal insulation property of the wadding also improved accordingly.

Key words: wadding; thermal insulation property; wool; polyester

被芯类产品作为人们睡眠时必不可少的家居用品,在家用纺织品市场中占据主导地位。按照填充物的材料种类分,被芯类产品可为天然纤维类(棉花类、羊毛类、羽绒类)和化学纤维类(涤纶类、黏胶类)等。这些含填充絮片的被芯类产品的保暖性千差万别,且目前仍缺乏科学的分析和测定方法来衡量^[1]。而被芯类产品作为人们睡眠、休息时重要的保暖用纺织品,其隔热与保暖性至关重要。

本文主要探究几种混合絮片的保暖性与絮片单位面积质量(面密度)、纤维组分、绗缝花型等因素的关系,以期在实际应用中被芯类填充絮片材料的选择与使用提供指导,为企业生产和消费者选购被

芯类产品提供一定的参考依据。

1 试验部分

1.1 材料选择

被芯絮片是以纤维原料为主要构成的纤维集合体,因此,絮片性能与纤维原材料的性能密切相关。

目前,市场上最常用的填充材料是涤纶,但涤纶本身包含多种不同的类型,其品质也不尽相同。一般而言,涤纶纤维中腔的孔洞数量越多,其保暖性越佳。这意味着,选用不同种类涤纶填充材料制备的絮片的保暖性存在差异。本文选用的涤纶填充短纤,呈三维卷曲中空结构,其平均线密度为 6.67 dtex,平均

长度达 64 mm。羊毛具有优良的回弹性和保暖性,将其与化学纤维混合,能够改善絮片的尺寸稳定性^[2]。本文试验用羊毛纤维为米歇尔羊毛,其平均直径为 32~33 μm ,长度为 7.0 cm(2.75 in)。

试验用面料选择方面,本文选用的是 100% 棉防羽布,其采用经纱和纬纱均为 14.6 tex (40 S) 的纱线织制,经向密度为 52.4 根/cm(133 根/in),纬向密度为 39.4 根/cm(100 根/in)。

室温下,常规填充纤维、水及空气的导热系数如表 1^[3] 所示。由表 1 可知,空气的导热系数最低,仅 0.026 W/(m·°C),水的导热系数最高,而常规纤维的导热系数介于两者之间。羊毛的导热系数比棉和涤纶低,且羊毛中各原纤和微原纤间存在许多微隙,这些微小的空隙能够填充空气。当微隙内部的空气处于静止状态时,羊毛纤维将表现出良好的隔热保暖性能^[4]。

表 1 常规填充纤维、水以及空气在室温下的导热系数

Tab. 1 Thermal conductivity of conventional filling fibers, water, and air at room temperature

单位:W/(m·°C)

名称	导热系数	名称	导热系数
棉	0.071~0.073	涤纶	0.084
羊毛	0.052~0.055	丙纶	0.221~0.302
蚕丝	0.05~0.055	腈纶	0.051
黏胶纤维	0.055~0.071	氯纶	0.042
空气	0.026	水	0.697

1.2 加工工艺和絮片填充材料设计

本文以涤纶短纤与羊毛纤维为填充原料,采用如图 1 所示的针刺梳理机进行絮片的加工成型制作。具体加工工艺流程如下:配料→开松→混匀→梳理成网→往复铺网→预针刺→热定型→裁剪→打卷。



图 1 针刺梳理机

Fig. 1 Needle punching carding machine

在针刺机上设置相同的机器参数,按照表 2 所示的絮片填充材料设计规格,梳理制备不同面密度和不同纤维组分的絮片。

表 2 填充材料的设计规格

Tab. 2 Design specifications of filling materials

试样编号	面密度/ (g·m ⁻²)	质量分数/%	
		涤纶短纤	羊毛纤维
1#	200	100	0
2#	250	100	0
3#	300	100	0
4#	350	100	0
5#	400	100	0
6#	450	100	0
7#	300	0	100
8#	300	20	80
9#	300	40	60
10#	300	60	40
11#	300	80	20

1.3 性能测试

1.3.1 面密度

依据 GB/T 24218.1—2009^[5] 测试絮片试样的面密度。取 30 cm×30 cm 大小的试样,在标准环境条件下调湿后,采用天平称量其质量,每组试样测量 5 块,结果取平均值,再计算试样的单位面积质量(面密度)。

1.3.2 厚度

使用 YG(B) 141D 型织物厚度仪,根据 GB/T 24218.2—2009^[6],对尺寸为 30 cm×30 cm 的絮片试样进行厚度测量,每组试样测量 5 块,结果取平均值。测试时间为 30 s、测试压力设置为 200 cN。

1.3.3 透气率

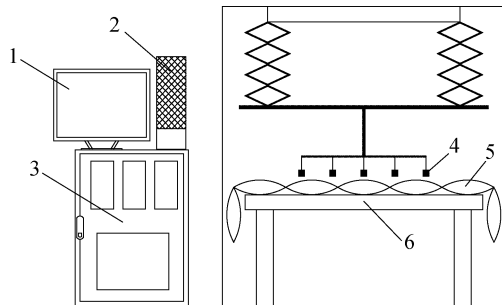
依据 GB/T 5453—1997^[7],利用 YG461E-III 型全自动透气仪测试絮片试样的透气率。试样测试面积为 20 cm²,每组取 10 块试样且每块试样测量 10 次,结果取所有测试数据的平均值。

1.3.4 保暖性

目前,国际上普遍采用 KES-THERMO II 型保暖测试仪进行织物保暖性测试,但该仪器在测试被类产品的热阻时存在一些问题,如取样面积相对较小,需要将试样裁剪成适宜的尺寸,破坏了试样的原有结构,从而导致测量结果存在误差^[8]。

本文采用的保暖测试仪示意图如图 2 所示。该

测试仪符合 BS 5335-2:2006^[9] 标准,适用于测试各类被类产品的保暖性。



1—电脑显示器;2—电脑主机;3—测试主机;
4—温度传感器;5—试样;6—加热器。

图2 保暖测试仪示意图

Fig. 2 Schematic diagram of thermal insulation tester

保暖值(单位为 $Tog^{[10]}$)是衡量被类产品保暖性的主要指标,在英国,它被广泛用于测量衣物、毯子、睡袋及被子等纺织品的保暖性。 Tog 值本质上是用于衡量热阻的指标,具体而言,是指当试样处于稳定传热环境中,其上下表面温度差达到 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,

每平方米试样所通过的热功率值。 Tog 值越高,产品的保暖性越好。 Tog 值与 clo 值的换算关系为 $1\ Tog=0.1\ \text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}=0.645\ clo$ 。

保暖性测试前,需先将待测试样置于标准环境条件[相对湿度为 $(65\pm 2)\%$,温度为 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$]下进行 24 h 的预调湿处理。随后,将试样放置在测试仪的加热板上,并确保试样的上下表面分别与温度传感探头和加热板上表面充分、紧密接触。每个试样需进行 3 次测试,取平均值作为最终测试结果。

2 结果与讨论

2.1 面密度

絮片的面密度及面密度偏差率测试结果如表 3 所示。面密度偏差率能够表征絮片在梳理加工过程中的均匀稳定性,其也是衡量絮片产品质量的重要参数。由表 3 可以看出,絮片的面密度偏差率为 $-4\%\sim 4\%$,符合 FZ/T 64003-2011 标准中规定的对絮片产品的要求,表明本文的梳理试验过程中,絮片成网均匀且质量控制得当^[11]。

表3 絮片面密度及面密度偏差率测试结果

Tab. 3 Test results of wadding area density and area density deviation rates

絮片编号	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#
面密度/ $(\text{g}\cdot\text{m}^{-2})$	198.2	254.3	308.1	346.2	394.8	441.5	292.8	303.5	305.9	297.1	295.7
面密度偏差率/%	-0.9	+1.7	+2.7	-1.1	-1.3	-1.9	-2.4	+1.2	+2.0	-1.0	-1.4

2.2 厚度

絮片厚度测试结果如图 3 所示。可以看出,随着絮片面密度增大,纯涤纶絮片(1#~6#)的厚度也逐渐增大。相同面密度下,纯羊毛絮片(7#)和羊毛/涤纶混合絮片(8#~11#)的厚度均小于纯涤纶絮片(3#)。原因是,涤纶具有中空和三维卷曲的特

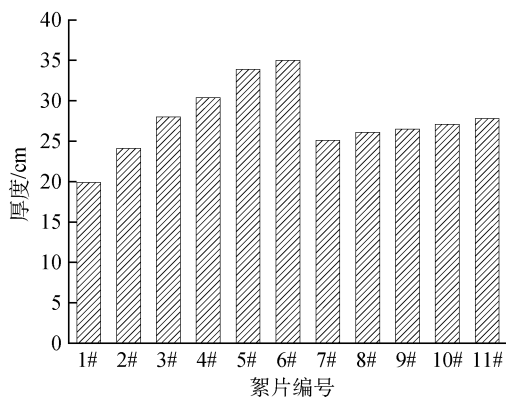


图3 絮片厚度测试结果

Fig. 3 Test results of wadding thickness

性,在絮片结构中能够发挥支撑作用,使絮片保持一定的蓬松形态。而羊毛纤维具有独特的鳞片结构,这种结构会产生差微摩擦效应,使得羊毛纤维容易发生毡缩,在一定程度上降低了絮片的蓬松度,导致其厚度小于纯涤纶絮片。对比 7#~11# 絮片的厚度可以发现,随着絮片中涤纶短纤质量分数的增加,絮片厚度随之增大,但增幅不明显。

2.3 面密度对保暖性和透气率的影响

分别测试 1#~6# 絮片的保暖性和透气率,分析絮片保暖性、透气率与面密度的关系,结果如图 4 所示。可以看出:随着絮片面密度的增大, Tog 值呈现持续升高的态势,这意味着絮片的保暖性逐渐提升;与此同时,絮片的透气率逐渐下降。

纺织材料(包括絮片、织物等)的保暖性与纤维层中的静止空气量^[12]有很大关系,通常纤维层中停留的静止空气量越多,材料保暖性越好。当絮片面密度增大时,其厚度相应增大,这会从两个方面提升

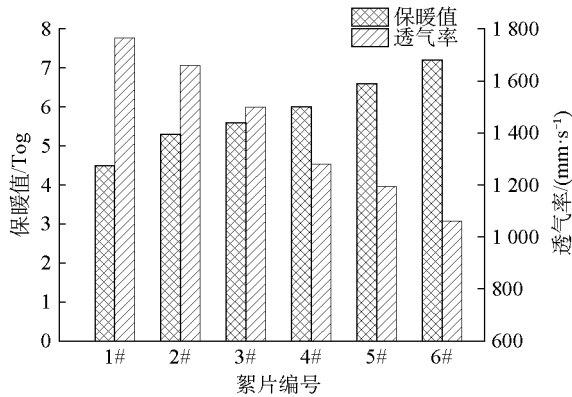


图 4 絮片保暖性、透气率与面密度的关系

Fig. 4 Relationship between thermal insulation property, air permeability and area density of wadding

保暖性:一方面,厚度的增加使絮片能够储存更多的静止空气,进而增强了保暖效果;另一方面,随着厚度增大,单位时间内从絮片中逸散的热量减少,这也有助于提高保暖性。此外,絮片面密度越大,其内部纤维数量就越多,纤维之间相互缠绕的情况越复杂。这使得空气在穿透絮片时面临的物理阻力增大,导致透气率降低。

2.4 花型、绗缝针数对保暖性的影响

上下层织物均选用 100% 棉防羽布,中间填充 3# 絮片(面密度为 300 g/m²),依次绗缝出不同的花型(表 4),并测试试样的保暖性,结果如图 5 所示。

表 4 绗缝花型和对应的绗缝针数
Tab. 4 Quilting patterns and corresponding stitch counts

绗缝花型	直条	4×5 方格	5×7 方格	4×6 菱形格	6×8 方格
花型图片					
绗缝针数	1 621	2 156	3 081	3 886	3 668

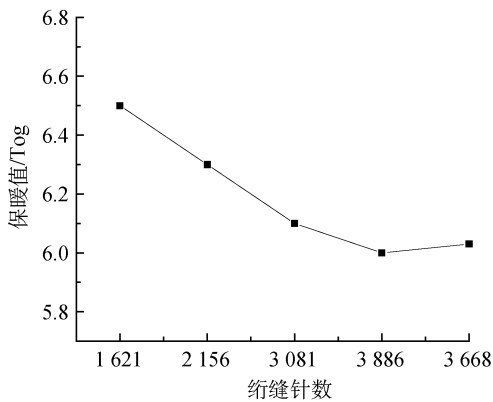


图 5 不同绗缝针数的絮片保暖性测试结果

Fig. 5 Test results of thermal insulation property for wadding with different quilting stitch counts

从图 5 可以看出:随着绗缝针数的逐渐增加,絮片的保暖值呈逐渐下降的趋势。原因可能是,当绗缝针数增加时,絮片上的受压点增多,进而形成了更多便于空气流通的孔洞。这些孔洞的出现使得絮片的蓬松性变差,空气在絮片内的留存量减少,最终导致保暖值下降。由此可知,花型设计简约、绗缝针数较少的被子产品,其保暖性往往更好。

2.5 纤维组分对保暖性的影响

对相同面密度、不同纤维组分(7#、8#、9#、10#、11#、3#)的絮片进行保暖性和透气性测试,结果如图 6 所示。可以发现:相同面密度下,纯羊毛絮片(7#)的保暖性不及纯涤纶絮片(3#)。这是因为羊毛纤维易毡缩^[13],纤维之间容易相互纠缠,使得絮片变得较为“板结”,其蓬松度相较于涤纶絮片明显不足,所储存的静止空气量也较少,因此,纯羊毛絮片

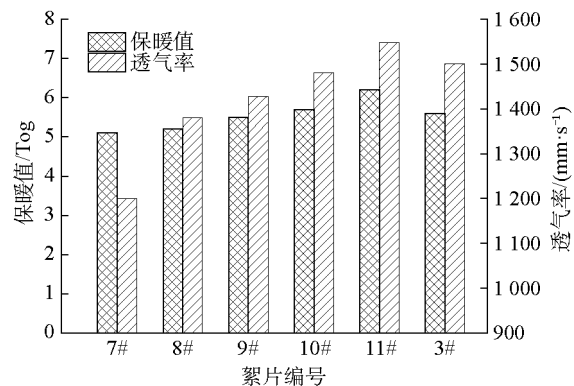


图 6 不同填充规格絮片的保暖性和透气率

Fig. 6 Thermal insulation and air permeability of wadding with different specifications

的保暖性不及纯涤纶絮片。随着絮片中涤纶短纤质量分数的逐渐增加,絮片的蓬松度得以显著改善,内部储存的静止空气含量增多,进而保暖性提升,且由于絮片内部空隙增大,透气率也随之相应增加。

3 结论

(1)随着被芯絮片面密度的增大,其保暖性提升,透气率则相应下降。

(2)被芯絮片的保暖性随着绗缝针数的增加而降低。

(3)面密度相同的纯涤纶絮片的保暖性优于纯羊毛絮片,且随着混合絮片中涤纶短纤质量分数的增加,涤纶/羊毛混合填充絮片的保暖性提升。

被芯絮片的保暖性是影响人体睡眠舒适性的的重要因素之一。本文通过深入分析影响絮片保暖性的各项因素,旨在为纺织企业研发新产品、优化并提升被芯保暖性提供一定的技术参考。

参 考 文 献

[1] 郭小娟,任丽然,李美真. 几种被胎絮片的保暖性能研究[J]. 毛纺科技, 2013, 41(5): 61-64.
[2] 王薇,张得昆,张星,等. 低比例羊毛与涤纶混合保暖絮片的研制及其性能分析[J]. 毛纺科技, 2014, 42(9): 16-20.

[3] 庞方丽,刘星,王瑞. 织物热传递性能的影响因素[J]. 轻纺工业与技术, 2013, 42(2): 21-24.
[4] 陆水峰,王光明,邵建中. 热传导与羊毛织物保暖性的关系[J]. 毛纺科技, 2007, 35(8): 47-50.
[5] 中国纺织工业协会. 纺织品 非织造布试验方法 第1部分:单位面积质量的测定:GB/T 24218.1—2009[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
[6] 中国纺织工业协会. 纺织品 非织造布试验方法 第2部分:厚度的测定:GB/T 24218.2—2009[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
[7] 中国纺织总会科技发展部. 纺织品 织物透气性的测定:GB/T 5453—1997[S]. 北京:中国标准出版社,1997.
[8] 沈华. 被类保温性能的检测方法与检测方法研究[D]. 上海:东华大学,2014.
[9] British Standards Institution. Continental quilts part 2: determination of thermal resistance for quilts filled with feather and/or down; BS 5335—2: 2006 [S]. London: BSI Group, 2006.
[10] 蒋晓赞. 出口英国童被保暖值的控制[J]. 纺织检测与标准, 2015, 1(3): 26-28.
[11] 石煜,沈兰萍,宋红,等. 多组分保暖絮片制备工艺研究[J]. 纺织科学与工程学报, 2020, 37(1): 74-78.
[12] 贾芳,张得昆. 木棉羊毛保暖絮片的性能分析[J]. 棉纺织技术, 2016, 44(1): 30-33.
[13] 朱海燕,徐文静,王洪亮,等. 多组分混和保暖絮片的制备及其性能分析[J]. 棉纺织技术, 2019, 47(2): 32-35.

2026 年《棉纺织技术》征订启事

《棉纺织技术》是由陕西省纺织科学研究院有限公司和中国纺织信息中心主办,全国棉纺织科技信息中心、陕西棉纺织技术期刊社有限公司编辑出版,国内外公开发行的专业技术月刊。期刊兼顾科研、教学、生产需要,坚持理论与实践相结合、技术与经济相结合、普及与提高相结合、当前与长远相结合、国内与国外相结合的办刊方针,形成了兼具“前瞻性、适用性、操作性”的独特风格。期刊荣获“第三届国家期刊奖提名奖”,连续被选列为“中国科技核心期刊”,入选首批“中国科技期刊卓越行动计划梯队期刊”、《纺织领域高质量科技期刊分级目录》T2级。已被美国《化学文摘》、英国《科学文摘》、俄罗斯《文摘杂志》、EBSCO数据库等收录,在国内具有广泛的学术影响力。

《棉纺织技术》报道纺织领域先进技术,范围涉及纤维材料、纺织工程、纺织装备、技术性纺织品、纺织数字化、纺织检测、企业管理等创新成果。办刊严谨,审稿高效,服务细致,热忱欢迎广大纺织科技人员踊跃投稿、订阅。

《棉纺织技术》官方投稿网址 <http://www.mfzjs.com>。

微信订阅号为“棉纺织技术”,可在线订阅书籍、在线支付、在线投稿和互动,欢迎关注!

《棉纺织技术》期刊通过邮政局向全国发行,邮发代号52-43,亦可向编辑部直接订阅,纸质刊每册20元,全年240元。电子刊每册10元,全年120元。

地址:西安未央区浐灞三路789号秦创原科控浐灞创新园

E座901室

邮编:710016 E-mail:sf-mfzjs@ctsti.cn

电话:(029)83553538、83553571

订阅专线:15529232520

银行付款

户名:陕西棉纺织技术期刊社有限公司

账号:611899991010003557935

开户行:交通银行西安城西支行

