

舒巢棉蜂窝结构改性聚酯纤维及织物性能研究

冯爱芬, 张永久

(河北科技大学 纺织服装学院, 河北 石家庄 050000)

摘要:与普通纯聚酯纤维进行对比,测试蜂窝状微孔结构改性聚酯纤维——舒巢棉的基本性能,包括拉伸性能、摩擦性能、吸湿性能和导电性等,并选用7种舒巢棉针织物和1种普通聚酯纤维针织物,测试分析其顶破强力、耐磨性、抗起毛起球性、透气性和毛细效应。结果表明,舒巢棉纤维具有内外贯穿的蜂窝状微孔结构,与普通聚酯纤维相比,拉伸强度低,吸湿性好,摩擦系数和体积比电阻大,光泽柔和,手感柔软,具有优良的服用性能和可加工性能;其针织物具有优良的抗起毛起球性和吸湿排汗功能。

关键词:舒巢棉;微孔结构;聚酯纤维;针织物;舒适性

中图分类号:TS 182.45

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2015)12-0033-05

Properties of SCM Honeycomb Micropored Modified Polyester Fiber and Its Knitted Fabrics

Feng Aifen, Zhang Yongjiu

(School of Textiles and Apparel, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang, Hebei 050000, China)

Abstract: Based on the performance of SCM honeycomb micropored modified polyester fiber, such as the tensile property, friction property, moisture absorption and conductivity properties and so on, the paper selects 7 kinds of SCM honeycomb micropored modified polyester knitted fabrics and a kind normal polyester knitted fabric, and tests their bursting strength, abrasion resistance property, anti-pilling resistance property, air permeability property and wicking effect. The results show that the SCM honeycomb micropored modified polyester fiber has honeycomb micropored structures on the surface and in the interior; compared with the normal polyester fiber, this fiber presents lower tensile strength, better moisture absorption property, larger friction coefficients and volume resistivity, softer luster and hand, which has excellent wearing properties and processability; and the honeycomb micropored modified polyester fiber knitted fabric possesses good anti-pilling resistance property and moisture absorption and sweat transferring.

Key words: SCM; Micropored Strucyure; Polyester Fiber; Knitted Fabrics; Comfort Property

聚酯纤维(涤纶)织物因具有弹性好、挺括抗皱、保形性好,以及优良的洗可穿性和耐用性等特点,而被广泛用作各类服装面料。然而聚酯纤维本身吸湿性差,所以其服装穿着时具有闷热黏体感,而且易产生静电,造成灰尘吸附,舒适性

差。因此,提高聚酯纤维的吸湿性和导湿性,研究开发具有吸湿快干性能的聚酯纤维^[1],已成为近年来化纤行业中的研究热点之一。

蜂窝状微孔结构改性聚酯纤维——舒巢棉(SCM)是由浙江上虞弘强彩色涤纶有限公司采用化

学和物理改性的方法,通过闪爆处理技术自主研发的一种改性聚酯纤维。该方法可以改善聚酯纤维的手感、吸湿透气性能以及染色性能。该纤维可在常温常压条件下染色,具有染色时间短、得色率高、节能降耗等特点,可广泛应

基金项目:河北科技大学 2014 年五大平台开放基金资助项目(2014PT04)。

作者简介:冯爱芬(1961—),女,教授。主要从事服装材料的服用性能研究。

用于各类服装、袜品、絮料等^[2],还可用于床上用品、产业用品、卫生用品等领域。当用于夏季野外作战服装和内衣时,可以解决在炎热酷暑的夏季由于汗液与闷热可能对作战人员造成的心理和生理影响^[2-4]。

纤维性能对编织和染整加工工艺,以及织物的服用性能等都有重要影响,本课题通过与普通聚酯纤维进行对比,对舒巢棉的形态结构、拉伸性能、摩擦性能、吸湿性能和导电性能等进行分析研究,并研究其针织物的顶破强力、耐磨性、抗起毛起球性及舒适性等性能,为该纤维的产品开发和生产应用提供参考。

1 试验材料与方法

1.1 纤维性能测试

1.1.1 试验材料

选择纤维长度为 38 mm,线密度为 1.44 dtex 的舒巢棉和纤维长度为 38 mm,线密度为 1.67 dtex 的普通聚酯纤维进行试验,两者均由浙江上虞弘强彩色涤纶有限公司提供。

1.1.2 拉伸性能

参照标准 GB/T 14337—2008《化学纤维 短纤维拉伸性能试验方法进行试验》,采用 YG004N 型电子单纤维强力仪测试。

1.1.3 摩擦性能

采用 Y151 型纤维摩擦系数测定仪,绞盘法测量^[5]。

1.1.4 吸湿性能

参照标准 GB/T 6503—2008《化学纤维回潮率试验方法》,采用 Y802A 型八篮恒温烘箱测试。

1.1.5 导电性

参照标准 GB/T 14342—1993《合成短纤维比电阻试验方法》,采用 YG321 型纤维比电阻仪测试纤维体积比电阻。

1.2 织物性能测试

1.2.1 织物规格

选用 7 种含有舒巢棉纤维的针织物和 1 种普通聚酯纤维针织物,织物规格见表 1。

1.2.2 顶破强力

参照标准 GB/T 19976—2005《纺织品 顶破强力的测定 钢球法》,采用 YG065 型电子式弹子顶破强力仪进行测试。

1.2.3 耐磨性

参照美国材料与试验协会标准 ASTM D3884—2009《纺织品耐磨性指南(旋转平台,双头法)》,采用 Y522 型圆盘式织物耐磨仪测试织物出现第一根纱线磨断时的转数。

1.2.4 抗起毛起球性

参照标准 GB/T 4802.1—2008《纺织品 织物起毛起球性能的测定 第 1 部分:圆轨迹法》,采用

YG502 型起毛起球仪进行测试。

1.2.5 透气性

参照标准 GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气性的测定》,采用 Y461E—II 型数字式透气量仪进行测试。

1.2.6 透湿性

参照标准 GB/T 12704—1991《织物透湿量测定方法 透湿杯法》,采用通湿杯、蒸馏水,以及精度为 0.000 1 g 的天平进行测试。

1.2.7 毛细效应

参照标准 FZ/T 01071—2008《纺织品 毛细效应试验方法》,采用 YG(B)871 型毛细管效应测试仪进行测试。

2 试验结果与分析

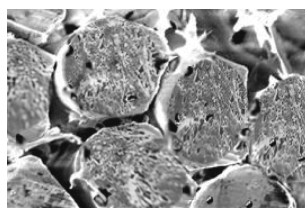
2.1 舒巢棉性能

2.1.1 形态结构

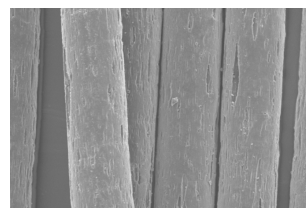
舒巢棉截面图如图 1 所示。

表 1 织物基本结构参数

织物编号	原料和纱线线密度	组织结构	厚度/mm	克质量/(g·m ⁻²)	线圈总密度/[线圈·(25 cm ²) ⁻¹]
1	16.4 tex 舒巢棉、竹浆纤维混纺纱(80:20)	纬平针	0.804	178.00	9 582.4
2	14.8 tex 舒巢棉、竹浆纤维混纺纱(80:20),2.2 tex(20 D)氨纶	纬平针	0.838	188.98	13 106.8
3	14.8 tex 舒巢棉、竹浆纤维混纺纱(65:35)	纬平针	0.609	130.66	6 663.0
4	9.8 tex 舒巢棉、竹浆纤维混纺纱(60:40),2.2 tex 氨纶	纬平针	1.045	185.30	14 481.0
5	11.8 tex 舒巢棉、竹浆纤维混纺纱(40:60)	纬平针	0.671	117.79	9 901.3
6	14.8 tex 的 100%舒巢棉	网眼	1.185	330.04	11 029.9
7	14.8 tex 舒巢棉、竹浆纤维混纺纱(70:30)	网眼	0.916	212.55	7 584.1
8	14.8 tex 的 100%普通聚酯纤维	双面	0.801	269.89	10 732.8



(a) 横向(放大 3 000 倍)



(b) 纵向(放大 1 000 倍)

图 1 舒巢棉纤维截面图

由图 1 可以看出,舒巢棉表面分布着微孔,略粗糙,有深浅不一的沟壑,形似树皮,截面呈圆形或近似圆形,具有内外贯穿的蜂窝状大小不一的微孔结构。

2.1.2 拉伸性能

纤维拉伸性能的测试结果见表 2。

舒巢棉由于采用闪爆处理技术,形成内外贯通的蜂窝状微孔结构,使分子链受到不同程度的破坏而发生断裂,所以,其初始模量、断裂强度和断裂功均比普通聚酯纤维的小。纤维的初始模量与其制品的耐磨性、耐疲劳性、耐冲击性、手感、悬垂性和起拱性等有关^[6]。

由表 2 可知,舒巢棉的初始模量较小,这说明在小变形条件下,舒巢棉纤维更易发生变形,其纺织品手感较柔软、悬垂性较好,但耐磨性、耐疲劳性略差,相对容易起拱变形;舒巢棉纤维的断裂强度和断裂功均较小,那么在外力作用下,纤维更易受到破坏,但它的断裂伸长率和断裂时间均大于普通聚酯纤维,又比较柔软,所以其延伸性和柔韧性较好。因为舒巢棉纤维的断裂强度较小,所以其纺织品在穿着或使用过程中不易产生起球现象。

2.1.3 摩擦性能

纤维摩擦性能的测试结果见表 3。

纤维摩擦系数影响纺纱工艺和成纱质量。纤维间摩擦系数大,特别是静摩擦系数大,纤维间抱合力就大,有助于加工过程中纤维的聚集,从而防止纤维扩散,提高成卷、成网时半制品的成形质量,增加成纱强力^[7]。

由表 3 可知,舒巢棉之间、舒巢棉与橡胶辊和金属辊之间的动摩擦系数和静摩擦系数均比普通

表 2 纤维拉伸性能

纤维	初始模量/ (cN·dtex ⁻¹)	断裂强度/ (cN·dtex ⁻¹)	断裂伸长率/ %	断裂功/μJ	断裂时间/s
舒巢棉	14.19	4.13	24.10	88.2	1.32
普通聚酯纤维	23.95	5.93	21.17	116.5	1.14

表 3 纤维摩擦系数

纤维	静摩擦系数 μ_s			动摩擦系数 μ_d			静动摩擦系数之差 μ		
	纤维与 纤维	纤维与 橡胶辊	纤维与 金属辊	纤维与 纤维	纤维与 橡胶辊	纤维与 金属辊	纤维与 纤维	纤维与 橡胶辊	纤维与 金属辊
舒巢棉	0.45	0.75	0.49	0.36	0.51	0.43	0.09	0.24	0.06
普通聚酯纤维	0.40	0.66	0.41	0.29	0.47	0.40	0.11	0.19	0.01

聚酯纤维的大;舒巢棉和普通聚酯纤维的静摩擦系数均大于其相应的动摩擦系数,且两者之差(静摩擦系数-动摩擦系数)为正值,这有利于纺纱加工;纤维的静、动摩擦系数大小对手感有一定影响,如果纤维静摩擦系数大于动摩擦系数,且均很大,那么纤维的粗糙感和硬挺感就越强,反之,纤维的手感较柔软和滑爽;舒巢棉的摩擦系数相对略大,表面比较粗糙,所以手感相对硬挺,与机件之间的摩擦系数大,有利于牵伸过程中钳口对须条的握持,但在开松和梳理过程中,因纤维转移困难会形成缠绕性反复打击,从而加剧纤维损伤,造成纱线和机件的磨损。因此,为了保证纺纱的顺利进行,应适当降低纤维与机件之间的摩擦系数。

2.1.4 吸湿性能

纤维表面形态影响其反射光线的强弱,当纤维表面光滑时,织物表面反射光线较强,富有光泽。普通聚酯纤维为圆形截面,虽然对光线的反射比较柔和,但由于加捻作用,所纺制的纱线反光强烈;而舒巢棉的截面也为圆形和近似圆形,但其纵向表面分布的微孔和沟壑,使光线发生漫射和被吸收,所以对光线的反射较弱,使纤维光泽柔和。

通过测试,舒巢棉的回潮率为

1.19%,远大于普通聚酯纤维的回潮率(0.21%),并且前者是后者的 5.67 倍。水分发生迁移通过两种作用实现:一是皮肤表面蒸发的气态水分,首先被纤维吸收,然后再经由纤维表面放湿;另一种是液态水分由纤维表面和内部的孔洞,以及纤维间的孔隙所产生的毛细效应使水分产生吸附、扩散和蒸发。这些性质不仅与纤维表面的电荷量有关^[8],也与纤维比表面积和内部孔隙有关,表面积越大,表面的分子数越多,表面能也越大,表面的吸附能力越强,纤维表面吸附水分子的能力也就越强,表现为吸湿性越好^[6]。所以舒巢棉纤维具有优良的吸湿排汗能力和毛细管芯吸效应。

2.1.5 导电性

通过测试,舒巢棉与普通聚酯纤维的体积比电阻分别为 $3.036 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 和 $1.159 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$,均大于 $1.000 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$,两者都不属于导电纤维(导电纤维是指在温度 20℃,相对湿度 65%的标准条件下,体积比电阻小于 $1.000 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 的纤维),所以舒巢棉产生的静电荷不易泄漏,容易形成静电积累^[9]。舒巢棉的体积比电阻比普通聚酯纤维的大,相对而言在纺织加工过程中,容易产生静电,从而影响生产

加工。虽然在舒巢棉和普通聚酯纤维的生产过程中,都采取了降低纤维体积比电阻的措施,而且舒巢棉的吸湿性比普通聚酯纤维的要好,但是舒巢棉的体积比电阻仍然大于普通聚酯纤维,主要原因是由于其表面和内部的微孔。尽管舒巢棉的孔隙为离子的迁移提供了较多空间与通道,提高了离子的运动速度,另外孔隙的增加有利于水分子的进入和极性分子在孔隙表面的存留,增加导电粒子,提高纤维的导电性能,但是由于舒巢棉的微孔破坏了纤维聚合度和链长,使电子通道的连续性变差,纤维电子导电性就小^[6],所以导致舒巢棉的体积比电阻比较大。因此,在舒巢棉纺织和染整加工过程中,应采取适当的防静电措施,以减小静电对生产加工的影响。

2.2 舒巢棉针织物性能

针织物各项性能测试结果见表 4。

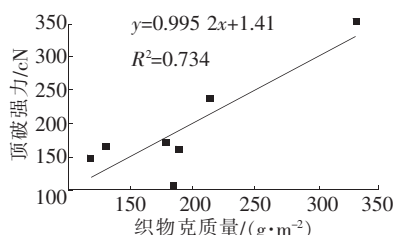
2.2.1 顶破强力

由表 4 可知,含有舒巢棉的针织物的顶破强力都比纯聚酯纤维针织物的顶破强力小。这是因为不论是舒巢棉纤维还是竹浆纤维,它们的强度都比普通聚酯纤维的强度小,而且普通聚酯纤维织物是 100% 的聚酯纤维双面组织。

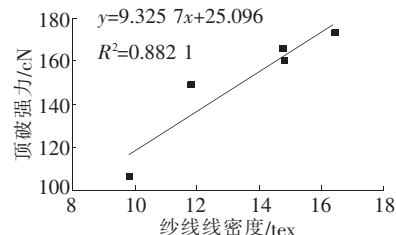
通过分析 7 种舒巢棉针织物中的舒巢棉含量、织物厚度、克质量和线圈总密度对织物顶破强力的影响,发现织物顶破强力与克质量之间存在正相关关系(见图 2a),而与舒巢棉含量、织物厚度和线圈总密度之间无相关关系。随着织物克质量的增大,织物的顶破强力也在增大,其中 6# 织物(100% 舒巢棉)的顶破强力最大,7# 织物(含有 70% 的舒巢棉)次之,而其余 5 种织物的顶破强力均较小。6# 织物

表 4 针织物性能测试结果

织物编号	顶破强力/cN	磨损转数/转	抗起毛起球等级/级	透湿量/ [g·(m ² ·d) ⁻¹]	透气率/ (mm·s ⁻¹)	芯吸高度/mm	
						纵向	横向
1	173.5	52	4.0	279	1 114.36	118	124
2	160.7	126	3.5	223	580.32	125	135
3	165.9	54	4.0	290	2 152.66	132	110
4	106.6	220	4.0	275	626.93	132	128
5	149.2	57	4.5	309	1 997.88	136	138
6	352.9	241	4.0	289	490.55	171	166
7	238.0	127	4.5	306	989.13	122	106
8	612.1	788	4.0	211	575.71	49	64



(a) 7 种织物顶破强力与克质量关系



(b) 5 种纬平针织物顶破强力与线密度关系

■, 顶破强力; —, 拟合曲线。

图 2 织物顶破强力分析

和 7# 织物都是网眼组织结构,从表 1 和表 4 可以看出,6# 织物的厚度、克质量和线圈总密度都比 7# 织物大,而 1#—5# 织物全是纬平针组织,基本上克质量和厚度都比 6# 和 7# 织物小,所以顶破强力较小。1#—5# 织物采用了不同线密度的纱线,对这 5 种纬平针织物的顶破强力和纱线线密度之间的关系进行回归分析,发现它们之间呈正相关关系,如图 2b 所示。纱线越细,织物的顶破强力越小,4# 织物所采用的纱线最细,所以其顶破强力最小。

2.2.2 耐磨性

由表 4 可知,纯聚酯纤维双面针织物的耐磨性远好于含有舒巢棉纤维针织物的耐磨性,原因同织物顶破强力部分所述。通过分析织物克质量、厚度、线圈总密度与织物磨损转数之间的关系,发现织物磨损转数与织物厚度和克质量之间存在相关关系,但与线圈总密度之间没有相关关系。织物磨损转数和克质量之间的回归方程式为

$y = 0.891 1x - 45.71, R^2 = 0.614 3$,具有一定的相关性;织物磨损转数与厚度之间的回归曲线如图 3 所示。总体来说,随着厚度的增加,织物的耐磨性也在提高,7# 织物的耐磨性最好,1#、3# 和 5# 织物的耐磨性比较差。特别值得注意的是织物中加入氨纶有助于提高织物的耐磨性,2# 和 4# 织物中均含有氨纶,其磨损转数相对也较大。虽然 4# 织物所采用的纱线最细,但磨损转数却较大,这是因为织物中加入的氨纶提高了织物的延伸性和弹性,从而提高了织物的耐磨性。

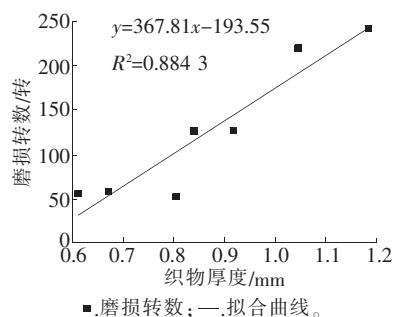


图 3 7 种舒巢棉织物磨损转数与厚度之间的关系

2.2.3 抗起毛起球性

由表4可知,8种针织物的抗起毛起球性都比较好,除了2#织物为3.5级之外,其他织物都达到4级及以上,其中5#和7#织物达到了4.5级。针织物的起毛起球性受很多因素的影响,如纱线线密度、捻度、织物密度、克质量、厚度,以及织物中是否含有氨纶等^[10]。在纬平针织物中,理论上织物密度越大,其抗起毛起球性越好,4#织物的线圈总密度最大,其次是2#织物,但由于他们都含有氨纶,所以2#织物的抗起毛起球性最差。

2.2.4 舒适性分析

服装的舒适性是指织物维持人体产热散热平衡和调节微气候湿度的能力。人体散热,需要蒸发汗液来降低体表温度;人体产热,需要紧缩汗腺停止出汗,全身骨骼肌发生非节律性颤动来提高体温。评价服装材料的舒适性指标有很多,本文选用透气性、透湿性和毛细效应3个指标,测试结果见表4。对于所选织物的透湿性和毛细效应相关文献已经进行了详细的分析^[11],所以在此不再赘述。

由表4可知,除了6#织物之外,含舒巢棉纤维针织物的透气性普遍比普通聚酯纤维织物的透气性要好。在含有舒巢棉的7种针织物中,3#织物的透气性最好,其次是5#织物,然后是1#织物,6#织物最差。统计分析7种舒巢棉织物厚度、总密度和克质量对透气性的影响,结果显示织物透气性与织物厚度之间具有负相关关系(如图4所示),而与线圈总密度和克质量之间并没有相关关系。随着织物厚度的增加,织物的透气率降低,因为织物越薄,空气通过时遇到的阻力越小,所以透气性就越好。虽然4#织物所采用的纱线最细,但是由于

含有氨纶,织物的密度和厚度都比较大,孔隙小^[12],空气通过时的距离长,所以其透气性较差。2#织物同样含有氨纶,织物厚度较大,所以透气性也较差。6#织物透气性最差,因为其最厚,克质量最大,而7#织物虽然克质量和厚度均较大,但采用了网眼组织,所以也具有较好的透气性。

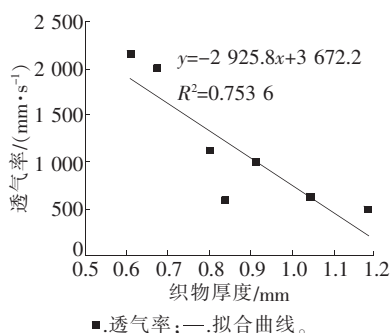


图4 7种舒巢棉织物透气率与织物厚度之间的关系

3 结论

3.1 舒巢棉纤维具有内外贯穿的蜂窝状微孔结构状态,纤维的比表面积大,纤维回潮率大,为普通聚酯纤维的5.67倍。织物透气性、透湿性和导湿性好。这些性能不仅有利于纺织加工,而且可提高服装的穿着舒适性。

3.2 舒巢棉纤维的强力相对较小,但延伸性较大,所以其织物不易产生起毛起球,但顶破强力和耐磨性较差。

3.3 舒巢棉纤维的摩擦系数较大,这有利于提高成纱质量,增加纱线强度。

3.4 舒巢棉纤维的光泽柔和,手感比较柔软,但由于微孔的存在,纤维表面比较粗糙。

3.5 舒巢棉纤维的体积比电阻比普通聚酯纤维的大,在纺织和染整加工过程中,应采取适当措施,减少静电对生产加工的影响。

参考文献

[1] 顾超英. 聚酯类吸湿排汗纤维的开

发与应用[J]. 纺织导报, 2005(2): 57-62.

[2] 齐素梅, 徐英莲, 叶其林. 微孔结构阳离子改性涤纶的微观结构对其性能的影响[J]. 浙江理工大学学报, 2011, 28(1): 44-49.

[3] 黄艳丽. 新型蜂窝状微孔改性涤纶织物的性能[J]. 上海纺织科技, 2011, 39(2): 52-53.

[4] 刘玉磊, 孟家光. 吸湿排汗纺织品类型及应用[J]. 纺织科技发展, 2009(5): 27-30.

[5] 刘晓艳, 陈美玉. 高性能纤维的摩擦系数测试研究[J]. 中国纤检, 2002(6): 42-43.

[6] 于伟东, 储才元. 纺织物理[M]. 2版. 上海: 东华大学出版社, 2009.

[7] 李瑞洲, 郑元生, 敖利民. 镀银纤维摩擦性能及其适配油剂研究[J]. 棉纺织科技, 2010, 38(7): 432-433.

[8] 纪佩珍. 丝胶改性聚酯和聚酰胺纤维吸放湿性的研究[J]. 浙江丝绸工学院学报, 1994, 11(2): 23-26.

[9] 夏天. 炭黑聚氨酯导电纤维的制备及后处理性能的研究[D]. 天津: 天津工业大学, 2010.

[10] 冯爱芬, 张永久. 影响竹纤维针织物起毛起球性的因素[J]. 纺织学报, 2011, 32(9): 53-58.

[11] 冯爱芬, 张永久. 蜂窝纤维针织物吸湿排汗性能研究[J]. 针织工业, 2014(10): 5-8.

[12] 姜为青, 樊理山. 薄型精纺织物透气性与织物结构参数的关系[J]. 毛纺科技, 2007(10): 45-47.

收稿日期 2015年4月23日

公益广告

生产绿色产品
节约地球资源