

# 吸湿散热针织面料的开发及性能研究

周礼标<sup>1</sup>, 龙海如<sup>1</sup>, 陈茂胜<sup>2</sup>

(1. 东华大学 纺织学院, 上海 201620;

2. 广东粤华隆纺织科技有限公司, 广东 佛山 528041)

**摘要:**以吸湿排汗纱线凉爽纱和散热降温纱线云母纱为原料,在针织大圆机上编织出蜂巢组织(3种纱线配置)、横条组织(1种纱线配置)及双罗纹组织(3种纱线配置),共7种织物。分别测试了它们的透气性、透湿性、吸湿速干性及热传递性能等,结果表明:凉爽纱优良的吸湿排汗效果和云母纱良好的降温散热效果结合,面料具有良好的吸湿散热功能;集圈网眼组织的织物综合热湿舒适性能较罗纹组织织物的好,该类面料可用于开发运动休闲类服装。

**关键词:**凉爽纱;云母纱线;吸湿散热;针织面料;性能测试

**中图分类号:**TS 184.4

**文献标志码:**B

**文章编号:**1000-4033(2012)08-0019-04

随着生活水平的提高,人们对服装的要求逐渐从最初的保暖、防护等实用性转向功能性和舒适性。在炎热的夏季或进行运动量较大的活动时,人体会大量出汗,这时就要求服装兼具服用性和吸湿散热的功能。本文选用凉爽纱(Cool Nice)和云母纱开发出一系列集吸湿排汗和散热凉爽于一体的功能性针织面料,通过对它们进行透气性、透湿性、毛细效应、吸湿速干性能、热传递性能的测试和比较,找出吸湿散热性能较佳的织物结构和纱线配置。

## 1 试样制备

### 1.1 编织工艺

#### 1.1.1 原料

选用广东粤华隆纺织科技有限公司生产的16.5 tex/144 f凉爽纱作为吸湿排汗纱线。凉爽纱为异型

断面聚酯纤维,具有较大的表面积和沟槽,利用纤维沟槽的毛细作用吸收皮肤表层湿气,然后传输、扩散至空气中,从而保持皮肤舒适干爽。

采用上海南德纺织科技有限公司生产的16.5 tex/144 f云母纱作为散热降温纱线。云母纱以涤纶为基材,加入纳米云母制成。云母本身为片状硅酸盐结构,其热传导速率为涤纶的5倍以上,而脱层后的云母本身形成的水合效应,会形成一层水化膜,这种导热加含水的效果使得云母纱线具有优良的散热功能。高比表面积可起到吸收分解异味的效果,例如活性炭。脱层云母比表面积为450 m<sup>2</sup>/g以上,这使其吸附异味效果优于其他矿石,甚至云母本身。另外,云母纱的抗静电性能优异,抗静电效果远超涤

纶和锦纶。

#### 1.1.2 设备参数

机型	双面 2+4 针道大圆机
筒径	406.4 mm(16")
机号	22 针/25.4 mm
路数	36 F

该设备上针盘与下针筒的针槽对位可实现罗纹式配置与棉毛式配置之间的互换。实际编织时只用了8 F,其余成圈系统关闭。

#### 1.1.3 组织结构

选用2种组织设计出7种结构的织物,一类是罗纹两面派织物,即织物一面为凉爽纱,另一面为云母纱,且两种原料的比例不完全相同。考虑到这类面料要求有比较好的热湿传递效果,故选用集圈网眼组织:包括蜂巢组织(织物编号分别为1#、2#和3#)和横条组织(织物编号为4#)。另一类是双罗纹

**作者简介:**周礼标(1987—),男,硕士研究生。主要从事新型纺织面料的开发与研究。

组织的织物(织物编号分别为5#、6#和7#),织物两面都有凉爽纱和云母纱。

### 1.1.4 织针排列

织针排列如图1所示,采用罗纹对位编织1#~4#织物;采用双罗纹对位编织5#~7#织物。

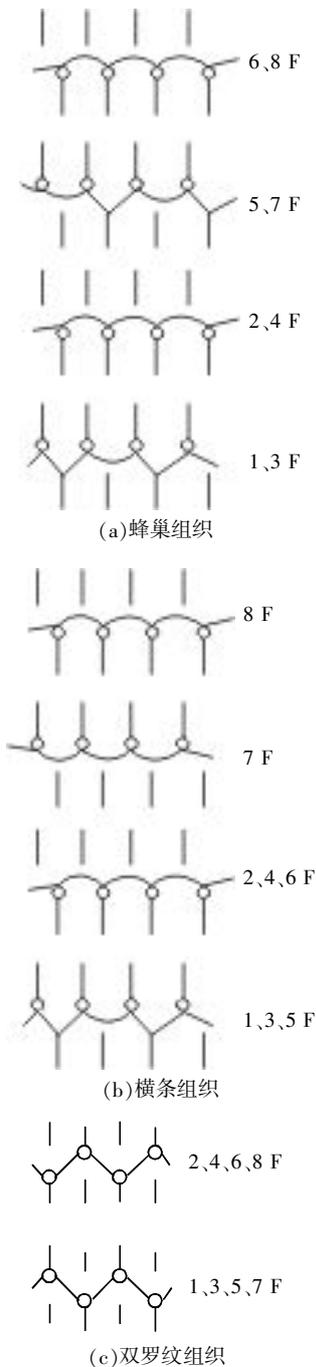


图1 织针排列图

### 1.1.5 纱线配置

纱线配置分别见表1和表2。

表1 穿纱方式

织物	凉爽纱穿入路数/F	云母纱穿入路数/F
1#	1,3,5,7	2,4,6,8
2#	2,4,6,8	1,3,5,7
3#	2,4,5~8	1,3
4#	1,3,5,7	2,4,6,8
5#	2,4,5~8	1,3
6#	1,3,5,6,8	2,4,7
7#	2,4,7	1,3,5,6,8

表2 蜂巢、横条织物的纱线配置情况

织物	上针盘面	下针筒面
1#	凉爽纱	云母纱
2#	云母纱	凉爽纱
3#	云母纱、凉爽纱	凉爽纱
4#	凉爽纱	云母纱

双罗纹织物云母纱与凉爽纱质量之比,5#织物为1:3;6#织物为3:5;7#织物为5:3。

### 1.2 漂洗工艺

织物下机后会有油污,应对其进行漂洗,漂洗工艺如图2所示。助剂采用KW-201型去油剂,用量为2 g/L。

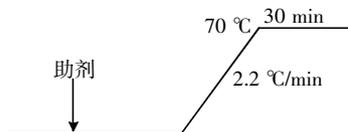


图2 漂洗工艺

### 1.3 热定形工艺

通过热定形处理可以增加织物的尺寸稳定性,消除褶皱,提高抗皱性,改善织物的手感等等。采用R-3型自动定形烘干机,热定形温度统一设置为170 °C,定形时

间为30 s。

### 1.4 面料参数

光坯布面料参数的测试结果见表3。

## 2 织物性能测试与分析

### 2.1 透气性

织物透气性测试参照标准GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气性的测定》,采用YG461型织物中压透气量测试仪测试。试验面积为20 cm<sup>2</sup>,压强100 Pa,在不同部位重复测试10次,然后计算织物平均透气率,测试结果如图3所示。

从图3中可以看出,1#~4#织物透气率均较高,透气性较好,尽管它们的克质量和厚度比5#~7#织物高(见表3)。这是因为1#~4#织物设计采用了集圈组织,其中蜂巢组织(1#~3#)又比横条组织(4#)透气性好,这是由于蜂巢组织集圈点比例为20.00%,横条组织集圈点比例为15.79%,集圈点比例越高,分布的网眼越多,织物透气性越好;对于5#、6#、7#织物,在没有集圈效应的情况下,织物密度越大,透气性越差。

### 2.2 透湿性

织物透湿性测试参照标准GB/T 12704.1—2009《纺织品 织物透湿性试验方法 第1部分:吸湿法》,采用YG601型计算机织物透湿仪进行测试。试验原理是将盛有吸湿剂并封以织物试样的透湿杯放置于规定温度和湿度的透湿环

表3 光坯布面料参数

织物	克质量/(g·m <sup>-2</sup> )	厚度/mm	横密/[纵行·(5 cm) <sup>-1</sup> ]	纵密/[横列·(5 cm) <sup>-1</sup> ]	织物密度/[线圈·(5 cm) <sup>-2</sup> ]
1#	251.351	0.967	56.6	96.2	5 444.92
2#	252.192	0.861	61.2	97.6	5 973.12
3#	249.101	0.923	55.0	105.2	5 786.00
4#	245.198	0.960	59.4	84.6	5 025.24
5#	218.171	0.803	63.0	73.6	4 636.80
6#	217.807	0.796	60.6	74.8	4 532.88
7#	200.420	0.803	61.2	63.2	3 867.84

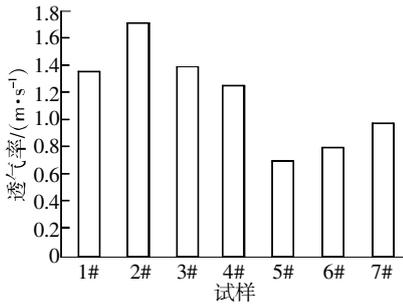


图3 织物的透气性能

境中,根据一定时间内透湿杯(包括试样和吸湿剂)质量的变化,计算出透湿率。1#~4# 织物为双面结构,正反面有差异,所以网眼面(上针织的一面)与平针面(下针织的一面)都要测,结果如图4所示。

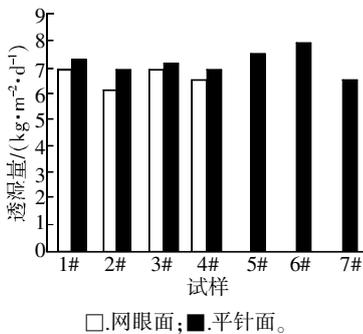


图4 织物的透湿性能

织物的透湿量与其原料组成、组织结构、密度等因素有关。从图4可以看出,7种织物透湿性能差异不大,都具有比较好的透湿性。通过对1#~4# 集圈织物的比较发现,网眼面透湿性能不及平针面,这可能是因为水汽经网眼面向平针面透过织物时,伴随能量衰减的速度比经平针面向网眼面透过织物时要快,导致传递效率下降。

### 2.3 毛细效应

织物毛细效应的测试参照标准FZ/T 01071《纺织品毛细效应试验方法》进行。裁取6块样品,其中3块试样的长边平行于织物纵向,另外3块的长边平行于织物的横向,记录30 min时芯吸高度的最大值,结果如图5所示。

芯吸能力是整个传湿性能的

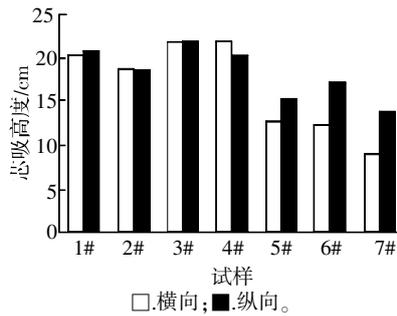


图5 织物的芯吸高度

一部分<sup>[1]</sup>,通常水分沿着纤维表面传递,但是当液体被纤维吸收的时候也可以穿过纤维。除组织结构的影响因素外,织物的芯吸能力还受纤维结构及外表面化学和物理组成的影响。从图5可以看出,集圈类织物普遍比双罗纹织物芯吸效应好;纵横向比较,织物纵向芯吸能力普遍高于横向,这一点在罗纹类织物中表现尤其突出;同时,比较后3种织物中随着凉爽纱喂入量的减少,其导湿性能出现了一定程度的下降,这是因为凉爽纱为异型断面聚酯纤维,具有高表面积及沟槽,利用纤维沟槽的毛细作用,可有效传输或扩散汗水。

### 2.4 吸湿速干性能

织物吸湿速干性测试参照标准GB/T 21655.1《纺织品吸湿速干性评定》进行,每种织物裁取5块试样,尺寸均为10 cm×10 cm。

#### 2.4.1 水分蒸发速率

将约0.2 mL的水轻轻滴在试样上,并称取试样质量,再将试样自然平展地垂直悬挂;每隔5 min称取一次质量,直至连续两次称取质量的变化率不超过1%,试验结果如图6所示。

评价运动类服装的一项重要指标就是面料应具有良好的吸汗能力并能将汗液迅速排出到服装外层使其快速蒸发,以保证服装的热湿舒适性和卫生性,因此,服装面料的液态水传导能力及干燥速度变得十

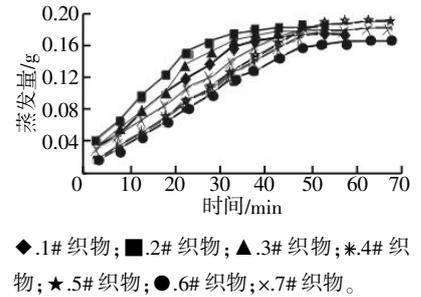


图6 织物时间-蒸发量曲线

分重要<sup>[2]</sup>。从图6所示的7种织物的时间-蒸发量曲线来看,曲线斜率越大位置越高,在相同时间内蒸发速率越快。蒸发速率与织物的结构和成分紧密相关,集圈类织物(1~4#)集圈点处结构紧密毛细效应较好,有利于水分的快速散发。

#### 2.4.2 水滴扩散时间

将液体换成0.5%的橙红色重铬酸钾溶液,将约0.2 mL的重铬酸钾溶液轻轻滴在试样上,仔细观察水滴扩散情况,记录水滴接触试样表面至完全扩散所需的时间 $t$ 。1 min后测量织物的水滴扩散面积 $S_1$ ,以及织物另一侧水滴扩散面积 $S_2$ ,计算两面积的比值 $W$ (见式1),测试结果见表4。

$$W = S_2 / S_1 \quad (1)$$

导湿面积 $S$ 越大,织物吸水性越好<sup>[3]</sup>。比值 $W$ 越大,织物从内层向外层传导水分的能力越强。从表4可以看出,集圈类织物水分传导扩散性能总体都较好,水滴能得到较快扩散,且网眼面比值 $W$ 比平针面高,表明网眼面贴身穿着导湿效果较好。导湿面积也与织物克质量及厚度相关,对于后3种织物,虽然克质量与厚度比集圈类织物小,但双罗纹织物结构总体比较紧密,没有像集圈织物那样的孔洞,导湿效果不及集圈织物,这也与芯吸高度所测试的结果相符。

### 2.5 热传递性能

织物热传递性能测试参照标

准 GB/T 11048 《纺织品生理舒适性 稳态条件下热阻和湿阻的测定》,采用 YG606E 型纺织品热阻测试仪进行测试。每个样品裁取 30 cm×30 cm 试样 3 块,试样应平整、无褶皱,测试结果见表 5。

纺织品的热阻是传导、对流、辐射的热传递作用相结合的最终结果,它的值取决于其中每一个分量对热传递的贡献,热阻越小织物散热性能越好。因此,集圈类织物(1#~4#)的热阻大多数要小于双罗纹类织物(5#~7#),其中 1~3# 织物的热阻又要小于 4# 织物,这是由于集圈类织物有较多的网眼,1#~3# 的织物集圈占比又大于 4# 织物,对流起到了比较主要的作用。正反面的不同组织结构,对热传递三种方式的综合作用也会有影响,表现在网眼面的热传递性能好于平针面。此外,对于组织结构相同的双罗纹织物(5#~7#),随着云母纱线占比的增大,织物的热阻越小,这表明纤维材料的热传导起到了主要贡献。

### 3 结论

3.1 吸湿排汗纱线凉爽纱和散热降温纱线云母纱可在针织大圆机上编织出蜂巢组织、横条组织及双罗纹组织的织物。

3.2 该凉爽纱云母针织面料中集圈网眼组织的织物综合热湿舒适性较罗纹组织的织物好。

3.3 凉爽纱优良的吸湿排汗效果和云母纱良好的降温散热效果结合,加上网眼状透气结构使得面料的性能进一步提升,该类面料可用于运动休闲类服装的开发。

#### 参考文献

- [1]陆慧娟,王正伟.关于织物芯吸速率测试的研究[J].上海纺织科技,2005,33(2):62-63.  
[2]姚穆,施楣梧,蒋素婵.织物湿传导

表 4 织物导水扩散性测试

织物	时间/s	水滴扩散面积/mm <sup>2</sup>		面积比值 W	
		S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>		
1#	网眼面	0.8	1 272.35	1 532.57	1.20
	平针面	1.2	1 264.49	1 378.63	1.09
2#	网眼面	1.4	1 432.36	1 635.49	1.15
	平针面	1.3	1 396.67	1 447.98	1.04
3#	网眼面	0.7	1 884.96	2 406.18	1.27
	平针面	1.0	1 620.25	1 767.15	1.09
4#	网眼面	1.2	1 129.91	1 288.56	1.14
	平针面	1.4	1 209.51	1 140.40	0.94
5#	3.6	989.05	1 103.76	1.11	
6#	4.1	887.73	850.15	0.95	
7#	4.9	737.63	712.22	0.97	

注:5#~7# 织物正反面结构相同,仅取一面进行测试。

表 5 织物热传递性能测试

织物	热阻/(m <sup>2</sup> ·k·W <sup>-1</sup> )	传热系数/(W·m <sup>-2</sup> ·℃)	克罗值/CLO	保温率/%	
1#	网眼面	18.92	52.94	0.129	23.80
	平针面	22.30	44.94	0.143	27.08
2#	网眼面	16.03	62.38	0.103	21.63
	平针面	18.88	52.98	0.122	24.50
3#	网眼面	17.62	56.75	0.114	23.28
	平针面	18.00	55.55	0.116	23.66
4#	网眼面	22.15	45.15	0.142	26.80
	平针面	24.60	40.78	0.159	28.89
5#	31.67	31.75	0.204	36.07	
6#	27.79	35.98	0.179	33.17	
7#	20.84	48.52	0.132	26.12	

注:5#~7# 织物正反面结构相同,仅取一面进行测试。

理论与实际的研究第一报:织物的湿传导过程与结构的研究[J].西北纺织工学院学报,2001(2):1-8.

[3]赵恒迎,王其,俞建勇. Coolbst 纤维

针织物导湿透汽功能的研究[J].纺织科学研究,2003(3):14-18.

收稿日期 2011年12月28日

### 链接

## 几种常见的吸湿速干针织面料

1. 交织类面料:吸湿快干纤维与天然纤维或再生纤维素纤维纱交织而成,主要有交织汗布、罗纹等。
2. 混纺类面料:吸湿速干纤维与天然纤维或再生纤维素纤维混纺纱线组成,如与竹纤维、莫代尔等混纺类。
3. 覆盖关系类面料:主要是吸湿速干纱线位于面料的里层,外层为天然纤维或再生纤维素纤维,如竹纤维、莫代尔等,主要有双面覆盖关系类面料及覆盖汗布。
4. 纯吸湿速干纱线类面料:面料全部采用纯吸湿速干纱线。