

棉经编五明治衬衫面料的开发与单向导湿性能

万爱兰¹, 王晓晓¹, 洪赵²

(1. 江南大学 针织技术教育部工程研究中心, 江苏 无锡 214122; 2. 江阴市傅博纺织有限公司, 江苏 无锡 214400)

摘要:为改善机织衬衫面料穿着时给人的束缚感及夏季穿着时的湿黏不适感,开发了3款具有单向导湿性能的棉经编衬衫面料。选用8.34~16.67 tex的涤纶和7.29~9.72 tex的棉纱为原料,利用前后梳成圈组织和中间梳衬纬组织形成经编五明治平纹结构,开发正反面亲疏水性具有梯度差异的棉经编衬衫面料。对面料的透气性、悬垂性、断裂强力等服用性能进行表征,并分析影响棉经编衬衫面料单向导湿性能的因素。结果表明,3款面料的服用性能符合日常衬衫面料的穿着使用要求,且具有优异的单向导湿性能,其中工艺反面涤纶分布密度适中的面料单向导湿性能综合评价最佳,单向导湿指数为407.1%,液态水动态传递指数为1,两项指标评级均达到5级。

关键词:单向导湿;棉经编衬衫面料;结构设计;经编五明治平纹结构;服用性能

中图分类号:TS 184.3 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2024)03-0215-08

Development and Unidirectional Moisture Conductivity of Warp-Knitted Five-Layer Sandwich Cotton Shirt Fabrics

WAN Ailan¹, WANG Xiaoxiao¹, HONG Zhao²

(1. Engineering Research Center for Knitting Technology, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Jiangyin Fubo Textile Co., Ltd., Wuxi 214400, China)

Abstract: In order to improve the sense of restraint when wearing woven shirt fabrics and the uncomfortable feeling of wetness when wearing shirt fabrics in summer, three types of cotton warp knitted shirt fabrics with unidirectional moisture conductivity have been designed. Polyester of 8.34~16.67 tex and cotton yarn of 7.29~9.72 tex were selected as raw materials. To prepare cotton warp-knitted shirt fabrics with differing hydrophilic and hydrophobic moisture gradients, the front and the back guide bars knitted loop and middle guide bar knitted weft insertion, forming the five-layer sandwich structure fabric. At the same time, the wearing properties of the fabrics such as air permeability, drape and breaking strength were characterized and the factors affecting the unidirectional moisture conductivity of cotton warp knitted shirt fabrics were analyzed. The results showed that the properties of the three types of fabrics met the requirements of daily wear of shirt fabrics and had good unidirectional moisture conductivity. Among them, the fabric sample with a moderate distribution density of polyester on the reverse side had the best unidirectional moisture conductivity. The one-way transport index was 407.1%, the liquid water dynamic transfer index was 1 and the ratings of both had reached level 5.

Key words: unidirectional moisture conductivity, cotton warp-knitted shirt, structure design, warp-knitted five-layer sandwich structure, wearing properties

当前市场中的衬衫面料多为机织面料,机织面料在穿着时存在透气性差和束缚感强的缺陷,以全

棉为原料在一定程度上可改善这种缺陷,但难以达到衬衫面料的保形性要求^[1-2]。经编织物作为衬衫

收稿日期:2023-12-06; 修订日期 2024-04-02。

基金项目:江苏省自然科学基金项目(BK20221094)。

作者简介:万爱兰(1976—),女,副教授,硕士生导师。主要研究方向为纺织材料与智能纺织品。

Email:ailan.wan@jiangnan.edu.cn

面料,可同时具备机织面料的挺括性和针织面料的柔软性^[3]。就编织方式而言,经编面料由线圈纵向成圈相互串套而成,既不同于机织面料由经纬纱上下交织而成,因交点点多导致的延伸性不佳;也不同于纬编面料由沉降弧连接^[4],在受力时因沉降弧长度释放导致的尺寸稳定性不佳。织造效率方面,经编技术相对于机织、纬编技术具有高机速、高产能的特点,对纱线张力的要求也相对较高。在原料选择方面,常选用强力高、毛羽少的涤纶类化纤^[5],而较少采用强力低、毛羽多的棉类短纤纱。随着经编技术的发展,实际生产中通过匀张力技术、低摩擦导纱技术和清洁化生产等方法,可解决棉类短纤纱应用于经编织造时易断纱的问题^[6]。在此技术基础上,可通过涤纶与棉纱的原料配置与经编组织设计达到经编衬衫面料花纹的多样性和功能多样性。

随着消费者对衬衫面料舒适性、环保性的日益重视,设计开发出在夏季或多汗时穿着舒适的单向导湿棉经编衬衫面料,成为学界关注的重要方向之一。采用化学法、等离子体改性法和结构设计法等多种加工方式,可实现织物的单向导湿。其中化学法中所用的硅、氟等试剂与人体接触易产生不适,等离子改性法所得的单向导湿效果时效性较短,而结构设计法具有健康环保、效果持久的优势^[7]。此外,利用机织、纬编的多层结构设计和纱线配置也可实现织物的单向导湿,但该类面料较为厚实,不适于夏季轻薄型衬衫的制作。相对而言,经编组织的层次性赋予了其在轻薄型单向导湿衬衫面料上的应用潜力。当前,在单向导湿衬衫面料的设计与开发中,对于棉经编衬衫面料的探讨较少。

文中通过经编组织结构和纱线原料配置开发 3 款具有单向导湿性能的棉经编衬衫面料,分析、表征其单向导湿性能,测试其透气性、悬垂性、断裂伸长等服用性能,探索经编层层包覆式五明治平纹结构,以及亲疏水性原料分布的面密度对织物单向导湿性能的影响,以期为单向导湿棉经编衬衫面料的开发提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 原料 纱线原料及规格见表 1,均由江阴市恒亮纺织有限公司提供。其中,棉纱均为紧密纺,棉纱 E₁ 捻度为 112 捻/dm,棉纱 E₂ 捻度为 129 捻/dm。

织物单向导湿的产生源于内外层吸湿性能的

差异,人体汗液在差动毛细效应的作用下,从内层疏水面传到外层亲水面,且不会逆流。为使织物两面具有不同的亲水性,形成差动毛细效应,使水分或汗液自动由疏水的一面进入到亲水的一面^[8],选用亲水性的棉纱和疏水性的涤纶为主要原料^[9]。

表 1 纱线规格
Tab. 1 Yarn specifications

种类	编号	线密度/tex
半光涤纶 FDY	A ₁	3.34
	A ₂	5.56
半光涤纶 DTY	B	16.67
消光涤纶 DTY	C	8.34
阳离子可染涤纶 DTY	D	8.34
棉纱	E ₁	9.71
	E ₂	7.29

1.1.2 仪器 HKS4 特里科高速经编机(机号 E28),卡尔迈耶(中国)有限公司制造;ASMA503KP610-2401 型定型机,江苏梅大纺织机械股份有限公司制造;液态水分管理测试仪,标准集团(香港)有限公司制造;HD026NS 电子织物强力仪,南通宏大实验仪器有限公司制造;Y522N 型织物耐磨试验仪,南通宏大实验仪器有限公司制造;YG541E 全自动激光织物折皱弹性测试仪,宁波纺织仪器厂制造;YG461E 型数字式织物透气性能测定仪,宁波纺织仪器厂制造;YG811 型织物悬垂性测试仪,宁波纺织仪器厂制造。

1.2 试样制备

1.2.1 结构设计 选用合适的织物组织结构是结构设计法获得单向导湿效应的关键因素,主要原理为差动毛细效应。在设计织物结构时,使外层结构纤维间形成细毛细管,内层结构纤维间形成粗毛细管,从而实现汗液从内层向外层的传递。衬衫面料组织结构如图 1 所示,对所有地纱梳栉(ground bar, GB)进行排序,如 GB₁ 表示第 1 把地梳。

文中设计的面料采用特里科高速经编机织造而成,机宽为 239.22 cm。图 1(a)为所设计的经编组织,GB₁、GB₃ 和 GB₄ 为垫纱成圈,GB₁ 线圈和延展线在最外层,压着 GB₃、GB₄ 的线圈及延展线,衬纬纱被夹在成圈的地组织的主干和延展线中间,5 层纱线层层包覆形成五明治结构的织物;图 1(b)和(c)显示出所用经编组织的层层包覆式关系。有研究表示,经编织物中衬垫角度会影响线圈的覆盖率导致纱线的显露现象^[10]。经编衬衫面料垫纱运动轨迹如图 2 所示。在文中所设计的组织结构中,GB₁ 选用的纱线较 GB₂、GB₃、GB₄ 细,也导致了纱线的显露现象,即 GB₂ 的衬纬纱显露在了工艺正面

(服用正面);而 GB₃、GB₄ 的纱线显露在工艺反面(服用反面)。纱线的显露现象使织物外层为细毛细管,内层为粗毛细管,形成内外纤维亲疏水性的差异,从而提升单向导湿性能。在穿着这种结构的经编衬衫面料时,服用反面接触人体皮肤的为较长

的延展线,提升了接触柔软度,又由于 GB₂ 衬纬纱的部分显露,让接触面不全为线接触还有点接触,因此面料不会完全贴合皮肤表面,从而降低了穿着的不适感。文中根据经编组织结构、纱线原料和线密度配比设计了3款单向导湿面料。

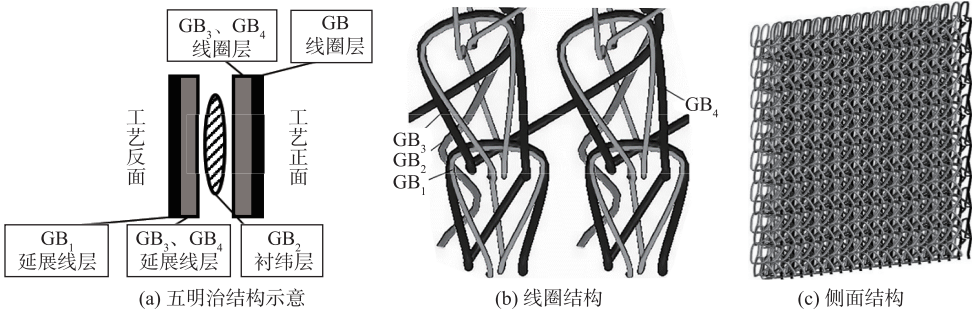


图1 衬衫面料组织结构

Fig.1 Structures of the shirt fabric

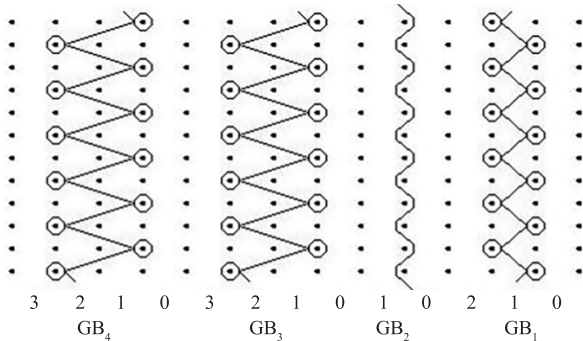


图2 经编衬衫面料垫纱运动轨迹

Fig.2 Lapping diagram of the shirt fabric

在1#面料中 GB₁ 选用 3.34 tex 涤纶,GB₂ 选用 9.71 tex 的棉纱,由于棉纱较涤纶粗,GB₁ 涤纶层与人体表面直接接触的面密度较小。相比之下,2#织物中 GB₁ 选用 5.56 tex 涤纶,GB₂ 选用 7.29 tex 的棉纱,GB₁ 涤纶层与人体接触的面密度较 1#面料中的大。而 3#织物的 GB₁ 和 GB₂ 均喂入涤纶,因此接触人体表面的涤纶层密度相较 1#面料和 2#面料的大,加之喂入 GB₁ 的涤纶纱线较细,故而夹持在织物中间的棉纱层多显露在服用正面。织物服用反

面的涤纶分布密度示意如图3所示。图3中红色区域为涤纶,黑色为棉纱。为了染色时达到设计的花纹颜色效果,1#面料和 2#面料的 GB₃ 和 GB₄ 选取了光泽和染色性能不同的两种原料。

文中通过对比 1#~3#面料由反面到正面传递液态水的过程,探索涤纶的分布密度对棉涤经编衬衫面料单向导湿性能的影响,同时将组织结构为双经平的全棉、全涤面料作为对比样,对3款面料的性能进行评判,具体见表2。

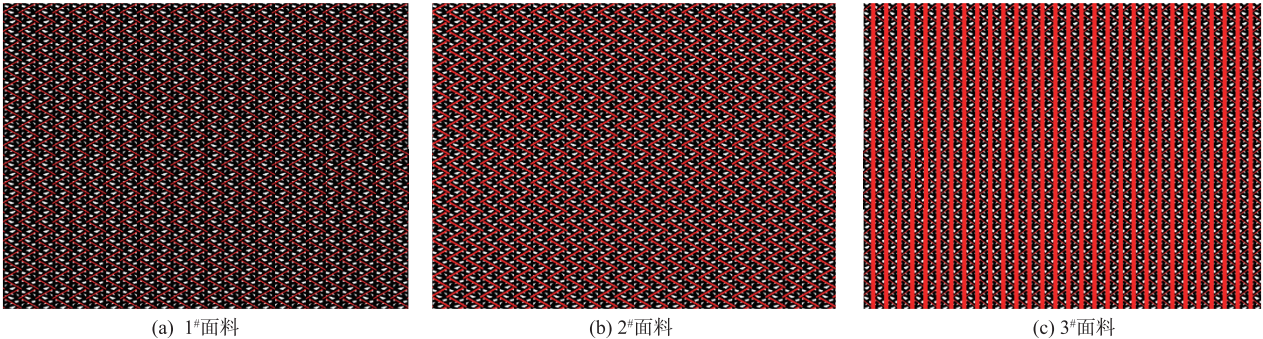


图3 织物服用反面的涤纶分布密度示意

Fig.3 Diagram of polyester distribution density on the opposite side

表 2 面料原料及规格
Tab.2 Materials and specifications of fabrics

编号	穿纱工艺	纱线	原料质量比/%	横密/ (纵行数/cm)	纵密/ (横列数/cm)	面密度/ (g/m ²)			
1 [#]	GB ₁ 满穿	A ₁	20.0	15.7	19.3	135.0			
	GB ₂ 满穿	E ₁	12.4						
	GB ₃ 一穿一空	C	33.8						
	GB ₄ 一空一穿	D	33.8						
2 [#]	GB ₁ 满穿	A ₂	27.8	13.8	19.3	150.0			
	GB ₂ 满穿	E ₂	16.7						
	GB ₃ 一穿一空	C	27.7						
	GB ₄ 一空一穿	D	27.7						
3 [#]	GB ₁ 满穿	A ₁	16.6	14.2	18.1	140.0			
	GB ₂ 满穿	B	18.7						
	GB ₃ 一穿一空	E ₁	64.6						
	GB ₄ 一空一穿								
全棉面料	GB ₁ 满穿	E ₁	100.0	15.5	19.5	160.0			
	GB ₂ 满穿								
全涤面料	GB ₁ 满穿	C	100.0	16.0	20.0	148.0			
	GB ₂ 满穿								

1.2.2 后整理工艺 为了保证面料具有更好的单向导湿性能,通过水洗工艺去除上机时附着在坯布上的油污和杂质。染整工艺主要根据设计的花纹而定,文中选用单染 8.34 tex 的阳离子可染涤纶,开

发出多种花纹的衬衫面料。定型机烘箱温度控制在150 ~ 200 ℃ ,同时控制布匹宽度为 160 cm,面密度为 130 ~ 150 g/m²。冷却后对面料进行液氨整理,使面料获得滑爽的手感,成品实物如图 4 所示。

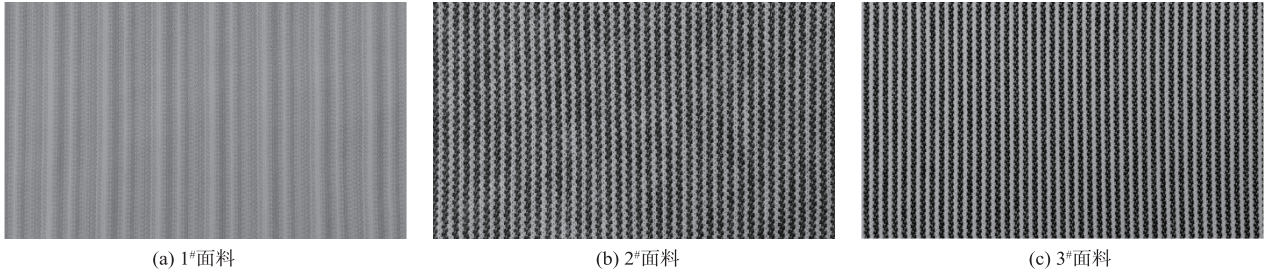


图 4 经编衬衫面料实物

Fig.4 Photos of the warp knitted shirt fabric

1.3 测试与表征

1.3.1 液态水传递性能测试 在液态水分管理测试仪上,参照标准 GB/T 21655. 2—2019^[11]对样布进行测试。配制质量浓度为 9 g/L 的氯化钠(NaCl)溶液作为测试液,模拟人体汗液环境。每种样布分别剪取洗前和洗后的试样各 5 块,洗涤方法采用 GB/T 8629—2017^[12]中 A 型洗衣机 4N 程序,连续洗 5 次后自然晾干。试样裁剪成边长为 90 mm 的正方形。在规定时间内向织物浸水面滴入 0.2 g 的测试液,设定测试时间为 120 s。试样取出后,用干净的吸水纸吸去传感器上多余的水分,静置 60 s 后再进行重复测试。以 1[#] ~ 3[#]面料、全棉、全涤试样的服用反面(即贴肤面)作为浸水面,测试 5 次后,取各指标的平均值。

1.3.2 拉伸断裂性测试 采用电子织物强力仪,参照 GB/T 3923. 1—1997^[13],测试试样的拉伸断裂强力。由于试样面密度均小于 200 g/m²,故预加张力设定为 2 N。断裂伸长率小于或等于 75% 的织物,隔距长度为 200 mm;断裂伸长率大于 75% 的织物,隔距长度为 100 mm。记录断裂强力(N)和断裂伸长率(%),最终实验结果取算术平均值。

1.3.3 耐磨性测试 采用织物耐磨试验仪,实验方法按照标准 FZ/T 01128—2014^[14]进行。选用两个质量为 250 g 的加压重锤和型号为中 A-150 的摩擦轮,转数设置为 100。1[#] ~ 3[#]面料各取 3 块试样分别进行测试,以算术平均值作为实验结果。

1.3.4 折皱恢复性测试 采用全自动激光织物折皱弹性测试仪,根据 GB/T 3819—1997^[15]规定的方

法实验。实验结果取各项的平均值。

1.3.5 透气性测试 采用数字式织物透气性能测定仪,测试标准参照 GB/T 5453—1997^[16]。样布的实验面积为 20 cm²,测试压降设定为 100 Pa,在 1[#]~3[#]面料的不同部位各重复测定 10 次,并计算出测定值的算术平均值。

1.3.6 悬垂性测试 采用织物悬垂性测试仪,实验参考 GB/T 23329—2009^[17]中的图像处理法。保持数码相机和计算机相连,打开照明灯,测试台面上升后,计时 30 s 捕捉试样静态时的影像状态;将转

动速度设置为 55 r/min,对试样进行动态的悬垂性测试。1[#]~3[#]面料各取 3 块试样,对每个试样的正反两面均进行实验,用计算机软件得到悬垂系数和悬垂波数,取平均值作为实验结果。

2 结果与讨论

2.1 单向导湿性能的影响因素分析

以面料的服用反面为测试面,所得的液态水传递递曲线如图 5 所示。

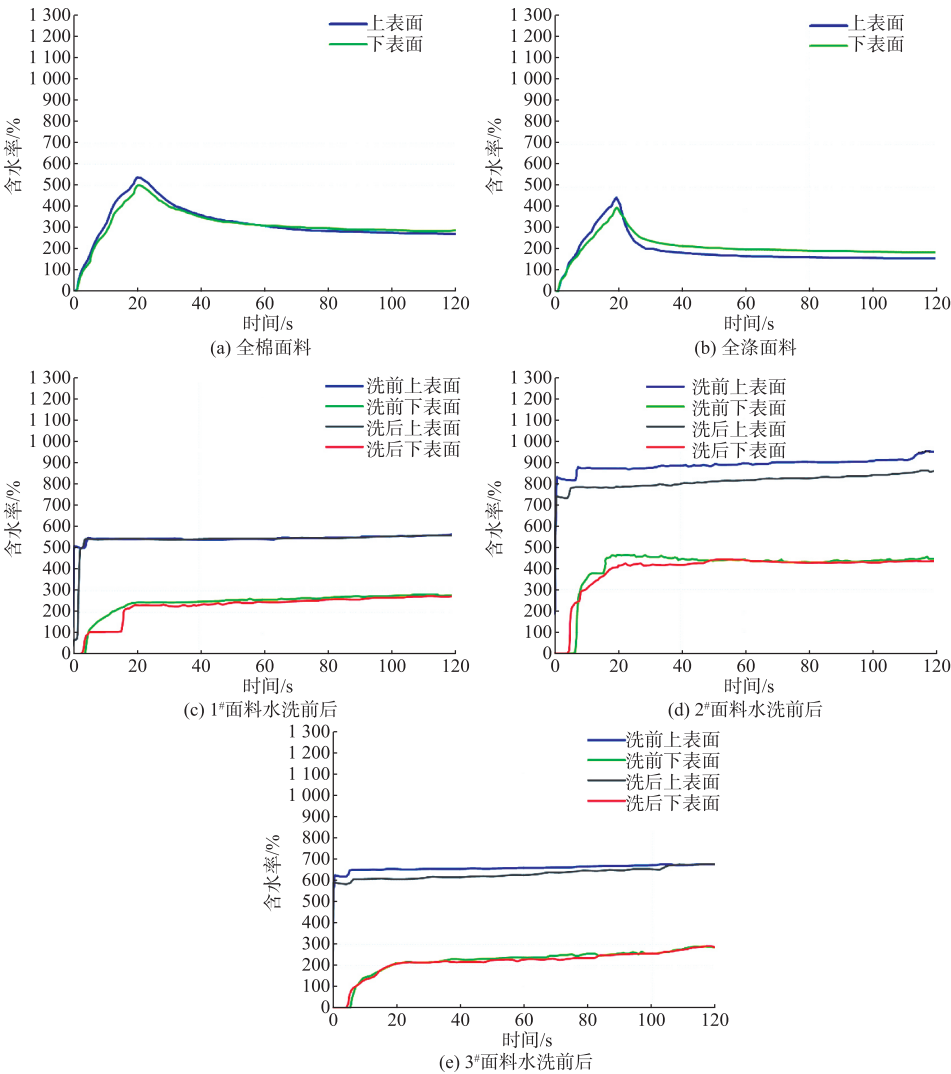


图5 水洗前后织物的液态水传递曲线

Fig.5 Liquid water transfer curve of the fabrics

由图 5 可看出,全涤和全棉面料的上下表面含水量基本趋于一致,不具有单向导湿性能。而文中设计的 3 款棉涤经编面料的液态水传递曲线上下表面含水量有明显差异,即 3 款面料均具备单向导湿性。3 款面料的服用面,同时存在涤纶和棉纱,避免了仅有疏水或亲水纤维而产生对皮肤的干、湿摩擦损伤,该结果与前人研究一致^[18]。由于纱线细度和

显露关系,服用反面到服用正面间涤纶和棉纱具有不同分布密度差,这也是实现内外层毛细管输水的主要条件。由图 5 可知 3 款面料在水洗前后,上下表面的含水量曲线没有出现明显变化,可见依据经编结构设计的单向导湿面料效果持久,在日常使用中有一定的耐水洗性。具体表征面料单向导湿性能的指标主要有浸湿时间、吸水速率、最大浸湿半径

和扩散速率,使用液态水分管理仪分析这几项指标数据对面料的单向导湿能力和液态水动态传递能力进行自动评级。3 款面料的浸湿时间和吸水速度见表 3。由表 3 可以看出:3 款面料下表面的浸湿时间相近,上表面浸湿时间由长到短的顺序依次为:3[#]面料、1[#]面料、2[#]面料。由图 3 可以推测出,3[#]面料服用反面的涤纶分布密度是 3 款中最大的。由于涤纶本身的疏水性强,故涤纶分布密度较大的上表面所需的浸湿时间也相对长。2[#]面料的吸水速率相对 1[#]、3[#]面料的小,这可能是因为面料本身面密度大,吸水时所受到的阻力较大导致的。

表 3 面料浸湿时间和吸水速率

Tab.3 Wetting time and absorption rate				
编号	浸湿时间/s		吸水速率/(%/s)	
	上表面	下表面	上表面	下表面
1 [#]	3.8	0.3	15.5	234.8
2 [#]	2.7	0.3	6.9	19.2
3 [#]	5.4	0.3	14.4	261.9

3 款面料的最大浸湿半径和扩散速率见表 4。表 4 数据显示:3 款面料下表面的最大浸湿半径相同,2[#]面料的上表面浸湿半径较大,可见浸湿半径的大小不仅与服用反面的涤纶分布密度有关,棉的亲水性也可能对其有所影响。3 款面料下表面的扩散速率基本一致,上表面扩散速率最小的为涤纶分布密度最大的 3[#]面料。

表 4 面料最大浸湿半径和扩散速率

Tab.4 Maximum wetted radius and spreading speed				
编号	最大浸湿半径/mm		扩散速率/(%/s)	
	上表面	下表面	上表面	下表面
1 [#]	5.0	20.0	1.3	19.9
2 [#]	15.0	20.0	2.1	19.9
3 [#]	5.0	20.0	0.9	19.9

表 6 面料拉伸断裂性能

Tab.6 Tensile breaking strength								
编号	断裂强力				伸长率			
	平均值/N		CV 值/%		平均值/%		CV 值/%	
	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向
1 [#]	415.20	356.40	1.78	4.26	68.66	100.89	4.94	5.09
2 [#]	374.54	401.70	1.90	4.19	52.59	103.62	8.08	6.07
3 [#]	526.86	278.12	2.08	5.47	57.59	95.16	1.70	4.66

3 款面料的折皱恢复性测试结果见表 7,折皱回复角越大,则衬衫面料的抗皱性就越好。由表 7 可知,3 款面料经纬向的急弹、缓弹回复角都大于 60°,因此 3 款面料均具有一定的抗皱性。此外,纬向的

面料的单向传递能力和液态水动态传递能力评级越高,性能越佳。3 款面料的单向导湿和液态水动态传递能力见表 5。由表 5 可以看出,3 款经编衬衫面料都具有优异的单向传递能力和液态水动态传递能力。其中,3[#]面料的原料配比所得的单向传递能力和液态水传递能力综合评价最优,而 2[#]面料的单向导湿指数最大,故单向导湿性能最佳,能较好地改善皮肤与外界水分的传递。

表 5 面料单向导湿和液态水动态传递能力

Tab.5 One-way transport ability and liquid water dynamic transfer ability				
编号	单向传递能力		液态水动态传递能力	
	指数	评级	指数	评级
1 [#]	302.1	4.0	0.9	5.0
2 [#]	564.4	5.0	0.8	4.5
3 [#]	407.1	5.0	1.0	5.0

2.2 单向导湿衬衫面料服用性能的分析

为检验所设计的 3 款单向导湿棉经编衬衫面料在实际应用中的可行性,文中进一步测试并分析了相关的服用性能指标。

断裂强力与伸长率是表征织物拉伸断裂性能的两个重要指标。断裂强力越大,面料的强力越好,伸长率越大,面料的拉伸性越好^[19]。面料拉伸断裂性能见表 6。表 6 结果显示,在纵向编织方向上,3[#]和 1[#]面料的断裂强力比 2[#]面料大。这是因为涤纶的强力高,而 3[#]面料和 1[#]面料中涤纶的含量相对于 2[#]面料大。在横向编织方向上,2[#]面料中走经平的梳栉均穿入涤纶纱线,但 GB₂ 涤纶的细度较 1[#]面料 GB₂ 的大,故纬向上 2[#]面料的断裂强力大于 3[#]和 1[#]面料。3 款面料的横向伸长率均大于纵向伸长率,作为衬衫面料穿着时,满足纬向伸长率的要求,可贴合不同人体体型,减少穿着的束缚感。

急弹、缓弹回复角明显大于经向,这是因为经编面料的线圈在经向相互串套而成,经向纱线之间的摩擦力与束缚力较大,故就相对纬向而言,褶皱不易恢复。

表 7 面料褶皱性恢复性
Tab.7 Wrinkle recovery properties
单位:(°)

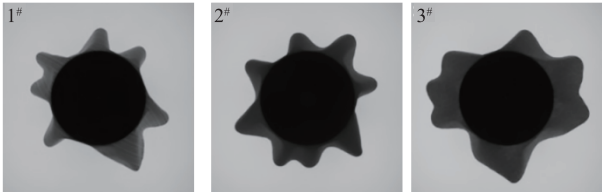
编号	急弹回复角		缓弹回复角	
	经向	纬向	经向	纬向
1 [#]	69.41	148.80	67.72	114.20
2 [#]	59.36	158.69	66.92	160.70
3 [#]	72.16	140.12	77.72	140.80

织物的透气性与织物的组织、密度、原料、厚度等因素都有关,3 款织物的透气性和耐磨性测试见表 8。由表 8 可以看出,3[#]面料的透气率明显大于 1[#]面料和 2[#]面料的透气率。就原料而言,天然纤维的透气性要优于化学纤维^[20],而 3[#]面料中棉的原料比是 3 款中最大的,故所测得透气率也明显大于 1[#]面料和 2[#]面料。耐磨次数越多,织物的耐磨性越好。表 8 结果显示,1[#]面料和 3[#]面料的耐磨次数差异较小,说明两者的耐磨性基本一致,而 2[#]面料的耐磨次数较少,耐磨性相较差一些。这可能是因为 1[#]面料和 3[#]面料纵密与横密的差异小,织物结构均匀,耐磨性好。

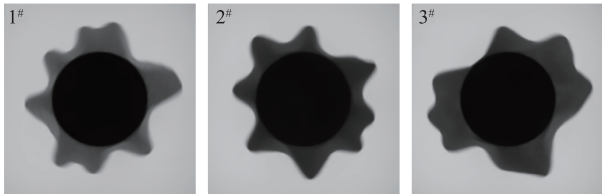
表 8 面料透气性和耐磨性测试
Tab.8 Air permeability and wear resistance

编号	透气率/(mm/s)	耐磨次数
1 [#]	501.67	61
2 [#]	554.93	53
3 [#]	722.43	62

3 款经编衬衫面料的悬垂图见图 6,织物悬垂性的测试结果见表 9。织物的悬垂性主要用于表征织物在重力作用下悬垂、变形的特征,可分为静态悬垂性和动态悬垂性。织物的悬垂系数越小,悬垂度越大,投影面积越小,则悬垂性越好^[21]。由表 9 和图 6 可以看出,3 款面料在静态时的悬垂性比在动态时的好,且 1[#]和 2[#]面料的投影面积、悬垂系数和悬垂度差异不大,因此 1[#]和 2[#]面料悬垂性基本一致,比 3[#]面料的悬垂性好。同样的织物结构下,原料配比不同可能导致悬垂性的不同。



(a) 3款面料静态悬垂图像



(b) 3款面料动态悬垂图像

图 6 经编衬衫面料的悬垂图
Fig.6 Drape pictures of warp knitted shirt fabrics

表 9 面料悬垂性能

编号	静态		动态	
	悬垂系数	悬垂度	悬垂系数	悬垂度
	单位:%			
1 [#]	20.05	79.95	35.21	64.79
2 [#]	25.00	75.00	35.30	64.70
3 [#]	37.35	62.65	43.08	56.92

3 结 语

1)利用经编五明治组织结构层层包覆的特征和适当的原料配置开发出具有单向导湿性的衬衫面料,能减少特殊纱线使用,降低成本。即调控服用反面到服用正面间亲疏水层的分布密度,可改善面料的单向导湿性能,其中 2[#]面料的原料配置相比 1[#]和 3[#]面料单向导湿性能好。

2)3 款衬衫面料在水洗前后,单向导湿性能没有明显变化,由此可知采用经编结构和原料设计所得的单向导湿面料时效长,具有一定的耐水洗性。

3)从拉伸断裂、透气性、悬垂性、褶皱性、耐磨性的测试结果得出,3 款面料具有较好的服用性能,符合日常衬衫面料穿着使用要求。

参考文献:

[1] 苏旭中,梁巧敏,王汇锋,等. 棉/生物基弹性聚酯纤维混纺针织物的服用性能[J]. 纺织学报,2023,44(5): 119-124.
SU Xuzhong, LIANG Qiaomin, WANG Huifeng, et al. Wearability of knitted fabrics produced from cotton/bio-based elastic polyester fiber[J]. Journal of Textile Research, 2023, 44(5): 119-124. (in Chinese)
[2] 宋莹,阮胜坤. 基于数量化理论 I 的男衬衫设计要素感性评价[J]. 丝绸,2023,60(3):105-112.
SONG Ying, RUAN Shengkun. Perceptual evaluation of men's shirt design based on quantitative theory I[J]. Journal of Silk,2023,60(3):105-112. (in Chinese)
[3] 崔佳伟. 针织与皮革面料镶拼的箱包设计研究[J]. 皮革科学与工程, 2022, 32(5): 85-88.
CUI Jiawei. Research on leather bags design with the splicing of knitted and leather fabrics[J]. Leather Science

and Engineering, 2022, 32(5): 85-88. (in Chinese)

[4] 姚懿宸,董智佳,姚馨馨,等. 纬编单导凉感双面轻薄织物结构设计及性能[J]. 丝绸,2023,60(2):115-122. YAO Yichen, DONG Zhijia, YAO Xinxin, et al. Structural design and performance of weft-knitted unidirectional and double-sided fabrics with cooling sensation and light weight[J]. Journal of Silk, 2023, 60(2): 115-122. (in Chinese)

[5] 马晨,金肖克,唐纱丽,等. 涤纶机织物单向导湿性能评价方法[J]. 现代纺织技术, 2022, 30(5): 131-138. MA Chen, JIN Xiaoke, TANG Shali, et al. Evaluation method of unidirectional moisture conductivity of polyester woven fabrics[J]. Advanced Textile Technology, 2022, 30(5): 131-138. (in Chinese)

[6] 蒋高明, 刘海桑, 夏凤林, 等. 纺织科技发展前沿[J]. 服装学报, 2024, 9(1): 1-10. JIANG Gaoming, LIU Haisang, XIA Fenglin, et al. Textile science and technology development frontier[J]. Journal of Clothing Research, 2024, 9(1): 1-10. (in Chinese)

[7] 尹昂,丛洪莲. 经编单向导湿织物设计与结构优化[J]. 纺织学报,2023,44(4):86-91. YIN Ang, CONG Honglian. Design and structure optimization of warp knitted unidirectional moisture conducting fabrics[J]. Journal of Textile Research, 2023, 44(4): 86-91. (in Chinese)

[8] 丁玉琴,董智佳,丛洪莲,等. 单向导湿纬编成形织物的结构设计及其性能[J]. 纺织学报,2023,44(11): 83-89. DING Yuqin, DONG Zhijia, CONG Honglian, et al. Structural design and performance of unidirectional moisture-transfer weft-knitted forming fabrics[J]. Journal of Textile Research, 2023, 44(11): 83-89. (in Chinese)

[9] 周青青. 含棉织物导湿性能研究[D]. 上海:东华大学, 2019.

[10] ZHANG L J, MIAO X H, WAN A L. Calculation and analysis of horizontal and vertical lapping angles in tricot warp knitting[J]. Autex Research Journal, 2019, 19(2): 173-180.

[11] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. 纺织品 吸湿速干性的评定 第 2 部分: 动态水分传递法: GB/T 21655.2—2019[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019: 6.

[12] 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. 纺织品 试验用家庭洗涤和干燥程序: GB/T 8629—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017: 5.

[13] 国家技术监督局. 纺织品 织物拉伸性能 第 1 部分: 断裂强力和断裂伸长率的测定 条样法: GB/T 3923.1—1997[S]. 北京: 中国标准出版社, 1997: 6.

[14] 中华人民共和国工业和信息化部. 纺织品 耐磨性的测定 双轮磨法: FZ/T 01128—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015: 3.

[15] 国家技术监督局. 纺织品 织物折痕回复性的测定 回复角法: GB/T 3819—1997[S]. 北京: 中国标准出版社, 1997: 6.

[16] 中国纺织总会标准化研究所. 纺织品 纺织物透气性的测定: GB/T 5453—1997 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1997: 6.

[17] 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. 纺织品 织物悬垂性的测定: GB/T 23329—2009 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009: 6.

[18] 魏宇晖,李秋颖,宋凯利,等. 锦纶织物防水/亲水异面整理工艺研究[J]. 现代纺织技术,2020,28(2):65-69. WEI Yuhui, LI Qiuying, SONG Kaili, et al. Study on antarafacial water-proof/hydrophilic finishing process of polyamide fabric [J]. Advanced Textile Technology, 2020, 28(2): 65-69. (in Chinese).

[19] 万爱兰,缪旭红,马丕波,等. 功能性纬编斜纹牛仔面料的设计及其性能[J]. 纺织学报,2019,40(4):55-59. WAN Ailan, MIAO Xuhong, MA Pibo, et al. Design and properties of functional weft-knitted twill denim fabric[J]. Journal of Textile Research, 2019, 40(4): 55-59. (in Chinese)

[20] 李慧,宋晓霞. 吸湿排汗针织面料设计及热湿舒适性评价[J]. 服装学报,2022,7(3):196-201,208. LI Hui, SONG Xiaoxia. Design of moisture-wicking fabric and thermal and moisture comfort evaluation[J]. Journal of Clothing Research, 2022, 7(3): 196-201, 208. (in Chinese)

[21] 魏艳红,刘新金,李文静,等. 几种不同组织结构的衬衫面料保形性研究[J]. 丝绸,2020,57(1):20-25. WEI Yanhong, LIU Xinjin, LI Wenjing, et al. Study on shape preservation of shirt fabrics with several different weave structures[J]. Journal of Silk, 2020, 57(1): 20-25. (in Chinese)

(责任编辑:卢杰)