

石墨烯功能性纤维混纺西装面料的开发

胡志良¹, 王 蓉¹, 洪 杰^{2,3}, 瞿建新^{2,3}, 江婉薇^{2,3}

(1.常州丁丁纺织科技有限公司,江苏 常州 213168;

2.江苏工程职业技术学院,江苏 南通 226001;

3.江苏省先进纺织技术中心,江苏 南通 226001)

摘要:针对西装产品功能单一性,从产品开发角度出发,设计棉/锦纶/石墨烯功能性纤维混纺西装面料,对织物的透气、防紫外线、保暖及织物风格等性能进行研究。结果表明,石墨烯功能性纤维混纺西装面料具有较好的透气、防紫外线和保暖性能;显示了面料具有适中的柔软度和滑爽度、优良的硬挺度和松紧度,织物综合触感良好。产品的开发研究符合面料开发的预期目标,为功能性西装面料的推广应用提供参考。

关键词:石墨烯;功能性;纤维混纺织物;织物风格

中图分类号:TS 106.5

文献标志码:B

文章编号:1673-0356(2023)02-0042-04

随着科技发展和生活水平的提高,消费者对纺织产品的功能特性和舒适性需求不断升级^[1-2],功能相对单一的面料用于产品开发已无法满足消费者的需求,企业在开发新产品过程中,应更加注重对复合多功能特性进行开发^[3]。

石墨烯(Graphene)是一种以 sp^2 杂化连接的碳原子紧密堆积成单层二维蜂窝状晶格结构的新材料,具有良好的电学、光学和热学性能,是一种具有重要前景的新型材料^[4-6]。近年来,石墨烯被广泛应用于纺织纤维材料,具有导电、抗菌、抗病毒、抗螨虫、抗紫外纤维等功能^[7],随着研发的深入,在功能性纺织品上得到越来越广泛的应用^[8-10]。

研究将石墨烯纤维包覆氨纶、长绒棉纤维、锦纶纤维包覆氨纶等原料开发的石墨烯功能性纤维混纺织物应用在西装面料上,并对其透气、防紫外线、保暖及织物风格等性能进行测试和分析,为这类面料开发应用提供参考。

1 产品设计

1.1 纱线选择

西装面料要求具有良好的保形性和塑身效果,单一的合成纤维难以达到这样的要求。研究中经纱采用 14.6 tex 全棉精梳长绒棉纱,纬纱采用 15.4 tex 锦纶包氨纶和功能性 15.4 tex 石墨烯锦纶包氨纶。锦纶具

有良好的保形性、强度和耐磨性,而氨纶具有高弹性和高伸长率,采用锦纶包氨纶的包缠纱,把氨纶良好的弹性、恢复性能和外包锦纶丝的强力高、耐磨性好等特点揉为一体,在增加面料弹性的同时又提升了强力,使面料回弹率高、不易起褶,塑身效果增强。但是合成纤维的吸湿性普遍较差,使人感觉闷热,穿着舒适感不强。进一步采用精梳长绒棉制作西装面料,增加面料的吸湿性,穿着舒适且手感柔软,外观光泽柔和,能提高产品档次,适用于多层次用户。另外,为增加面料的功能性如保暖、防紫外线等,加入混有石墨烯的锦纶包氨纶的包缠纱,提升面料档次,迎合消费者对功能服饰的需求。

1.2 织物结构设计

织物结构为双层,表层组织为 1/2 左斜纹,组织如图 1 所示;里层组织为 1/2 右斜纹,如图 2 所示。表经:里经=1:1,表纬:里纬=1:1。

两层织物间的接结组织如图 3 所示,采用里纬接结上层组织,也就是织制里纬时,接结处的表经不提。为了避免接结点在接结处形成星形小疵点(俗称漏底),接结点必须与表层组织的纬浮点相邻。由于织物表层组织为 1/2 纬面斜纹,表层织物的纬浮点较多,接结点总能和表层组织的纬浮点相连,因而能很好地掩护纬接结点,从而避免产生漏底疵点。

织物的穿综采用分区综综法,如图 4 所示,表层组织的经纱提综次数多,为了梭口清晰,穿在综框前区;里层组织的经纱提综次数少,因此穿在综框后区。

收稿日期:2022-09-28

第一作者:胡志良(1972—),男,工程师,主要从事纺织新产品开发及相关性能研究。

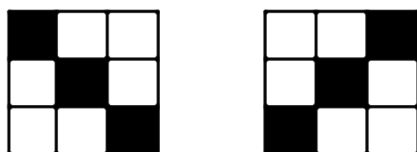


图1 表层织物

图2 里层织物

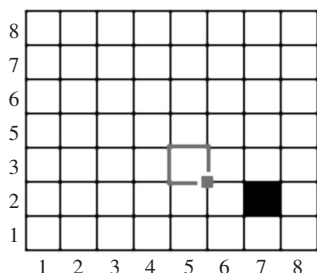


图3 接结组织点

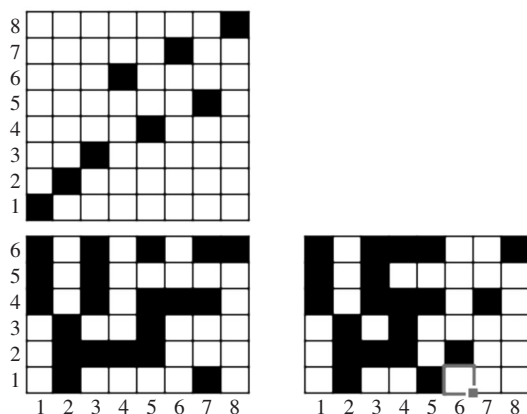


图4 织物的上机图

2 工艺流程

生产工艺流程为:

购纱→染色→包氨纶→整经→浆纱→织造→坯布检验→后整理→成品检验→入库。

2.1 染色工序

长绒棉采用活性染料的染色工艺,锦纶采用分散染料染色工艺。

2.2 整经浆纱工序

整经工序选用贝宁格纺织机械有限公司生产的贝宁格型分批整经机。整经速度为 670 m/min,集体换筒。一般双层织物的表经和里经由于织缩的差异,常分开整经。该织物由于表层组织和里层组织均为 1/2 斜纹,交织次数相同,因此表经、里经的织缩率也相同,可以用单轴织制,利于织布机挡车工操作。总经根数为 10 300 根,其中边纱为 112×2 ,整经配轴为(边纱 8 + 720 根地经 + 边纱 8) \times 10 轴 + (边纱 8 + 719 根地经 + 边纱 8) \times 4 轴。因为长绒棉的经纱价格高,而边纱

根数又多,为节约成本,边纱用杂纱。

浆纱工序选用郑州纺织机械股份有限公司生产的 GA301 型浆纱机。织物总经根数高达 10 300 根,织物上机箱幅为 1 817 mm,根据计算公式,浆纱覆盖系数高达 80.1%,而上浆时如果浆纱覆盖系数超过 50%,纱线间会产生严重的黏连,并产生并头绞头等疵点,因此需要采用双浆槽上浆。

浆料采用纯变性淀粉浆。总经根数大、经密高的织物上浆时一般要用化学浆料,但是该织物为双层结构,织物组织为斜纹,因此经纬纱间的交织次数相对较少,打纬阻力小,织造时经、纬纱间的摩擦相对较小,基于以上原因,选用变性淀粉浆料,即能满足织造要求。

浆纱速度为 50 m/min。总经根数多,纱线间的黏连多,浆纱速度不宜快。

上浆温度 85~90 °C,经纱为色纱,纤维上的棉蜡等已经融解,因而使用中温上浆。

上浆率为 9.5%,回潮率控制在 6%~7%。

2.3 穿综

织物纬纱的弹力较大,织造时很容易产生纬缩,导致布面不平整,织造时要采用宽布边工艺,布边纬纱根数为 112×2 。布边根数多,布边对纬纱的握持力大,纬纱不容易回缩。

边纱穿 1~2 页综,表层经纱穿 3~5 页综,里层经纱穿 6~8 页综,箱号为 72 齿/2 in,每箱 4 人。

2.4 织造

选用津田驹公司的 ZAX9200i 织机,速度为 600 r/min,纬纱始飞行角为 90°,纬纱到达角为 220°,实际纬纱到达角控制在 200°~220°。

纬纱为锦纶氨纶包覆丝和石墨烯锦纶氨纶包覆丝,这 2 种纬纱的共同特点是光滑和弹性收缩大,织造时纬纱容易收缩,形成短纬疵点,因此喷气压力要偏大控制,主喷压力控制在 0.30~0.33 MPa,辅喷压力控制在 0.33~0.38 MPa。

微风压力:微风压力 0.1 MPa。纬纱回弹大,容易从主喷嘴中滑出,微风压力偏大控制。

后梁高度:后梁高度为 -1 刻度,选用低后梁工艺,原因有二:一是因为织物为双层组织,织造时上层经纱容易下沉,造成不断经停车,降低后梁高度,利于增加上层经纱的张力,减少上层经纱的下沉;二是织物组织为斜纹,低后梁利于斜纹组织纹路清晰。

2.5 后整理

退浆:将定型处理后的织物在温度为 80~90 °C,

车速为 50 m/min 的条件下,采用 2~3 g/L 退浆酶水溶液进行退浆处理,退浆处理时间为 38~42 min。

柔软拉幅:将退浆后的织物在温度为 140~150 °C、车速为 50 m/min 的条件下,采用丝光平滑剂和柔软剂进行柔软拉幅处理,并用柠檬酸调节织物 pH 值至 4.0~7.5。

定型:将织造得到的织物在温度为 100~120 °C、车速为 60 m/min 的条件下进行定型处理。

预缩:将定型后的织物进行预缩处理,即得西装面料。

3 织物规格

织物总经根数 10 300 根,包括边纱 112×2 根。成品经密为 171 根/cm,织物成品纬密为 63 根/cm,织物成品幅宽 146 cm,成品平方米克重为 240 g/m²,坯布幅宽为 174 cm,坯布经密为 59 根/cm,坯布纬密为 60 根/cm,箱号为 72 齿/2 in,每箱 4 入,上机箱幅为 182 cm。

4 织物服用性能测试与分析

4.1 试验方案

对织物保暖、透气、防紫外线和织物风格等性能进行测试,测试均在相应标准所要求的大气条件下进行。

织物保暖性能按照 GB/T 11048—2008《纺织品生理舒适性稳态条件下热阻和温阻的测定》,使用南通宏大实验仪器有限公司的 YG606N 型织物保暖性能测试仪,设置热板温度为 35 °C,分别剪取大小为 36 cm×36 cm 试样进行测试。

织物透气性能按照 GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气性的测定》,使用温州市大荣纺织仪器有限公司的 YG(B)401D 型数字式织物透气量仪进行测试。

织物防紫外线性能按照 GB/T 18830—2009《纺织品 防紫外线性能的评定》,使用宁波纺织仪器厂的 YG902C 型防紫外线透过及防晒保护测试仪进行测试。

织物风格测试使用南通宏大实验仪器有限公司的 CHES-FY 风格仪,将布样熨烫平整,平衡 24 h 后,在经向、纬向和 45°方向各裁剪 3 块,每块试样宽度为 5.5 cm,长度为(49±1) cm。裁剪后,将试样平铺放置,被侧面朝上,测试面为织物正面。

4.2 结果与分析

表 1 为石墨烯功能面料的保暖性能、透气性能和防紫外线性能数据,从表 1 中可知面料的热阻值为

0.027 m²·K/W,克罗值为 0.173 clo,传导系数 37.380 W/m·K,显示了其优良的保暖性能。可能的原因是面料含有石墨烯改性锦纶纤维(即石墨烯纤维),石墨烯具有远红外保暖功效,有助于加速皮肤表面温度,改善身体微循环,使得其保暖性能得到了提高^[11-12]。

面料的透气率是 99.8 mm/s,透气性一般。面料透气率低,可能有以下原因:(1)石墨烯的存在使得石墨烯纤维内部含有的空隙更少;(2)氨纶具有一定弹性,在不受外力的情况下,织物中的纤维存在轻微的蠕缩现象。透气性能相对较差,有利于保暖,这一结果与面料的保暖性能相互印证^[13]。

另外,面料的紫外线防护系数 UPF 值是 413.48,按照该标准的规定,当样品的 UPF>40,且 T_{UVA} 和 $T_{UVB}<5\%$ 时,可称为“防紫外线产品”,因此其防紫外线性能优异。防紫外线性能优异的原因可能是:(1)面料中锦纶的含量最高,根据纤维的物理化学性质,锦纶的防紫外线性能较好。(2)锦纶中加入了石墨烯,石墨烯对各类光的反射效果较好,并且对光的遮挡和屏蔽作用较强,这使得石墨烯改性的织物可以通过吸收紫外线并将其转化,以热能、荧光等形式释放能量。石墨烯功能面料具有优异的防紫外线性能,与许多文献报道的面料相似^[14-15]。

图 5 为面料的柔软指数、硬挺指数、滑爽指数和松紧指数等级的雷达图,具体参数见表 2,从表 2 可以看出,面料在经纬以及 45°方向上的综合指数(F_{CH})分别为 36.188、10.39、3.805,综合指数越高,综合触感越好,因此,面料的经向综合触感最好,纬向触感次之,45°方向上的综合触感最差^[16]。其中,综合指数是柔软指数(t_{SF})、硬挺度(s_{ST})、滑爽指数(μ_{SM})和松紧指数(S_{LT})的综合体现。面料在经纬以及 45°方向上的柔软指数分别 1.59、0.551 mm 和 0.617 mm,被评为 1 级、3 级和 3 级。柔软指数越小,柔软等级越高,柔软度越好,因此面料的纬向柔软度最佳,其次是面料的 45°方向,经向方向上柔软度最差;硬挺指数与柔软指数相反,即柔软指数越低,硬挺指数越好,面料越硬挺,因此面料的硬挺度经向>45°方向>纬向;面料的滑爽等级在纬向和 45°方向上是 2 级,优于面料的经向滑爽等级;面料的松紧等级均为 5 级,松紧度均较好,尤其是在面料的经向方向上。综上,面料的综合触感在雷达图上表现得较直观,面料的经向综合触感最好,纬向触感次之,45°方向上的综合触感最差。

表1 面料的保暖、透气、防紫外线性能

面料名称	保暖性能			透气性能 $/(mm \cdot s^{-1})$	防紫外线性能		
	热阻 $/(m^2 \cdot K \cdot W^{-1})$	克罗值 $/clo$	传热系数 $/(W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$		$T_{UVA} / \%$	$T_{UVB} / \%$	UPF 值
石墨烯功能面料	0.027	0.173	37.380	99.8	0.242	0.240	413.48

表2 织物风格性能测试

面料	方向	柔软指数	等级	硬挺指数	等级	滑爽指数	等级	松紧指数	等级	综合指数 F_{CH}
		t_{SF} / mm		s_{ST} / cN		μ_{SM} / cN		S_{LT}		
石墨烯功能性纤维混纺织物	经向	1.590	1	27.339	5	1.719	1	157.58	5	36.188
	纬向	0.551	3	11.179	4	1.209	2	47.015	5	10.399
	45°	0.617	3	12.860	4	1.344	2	26.529	5	3.805

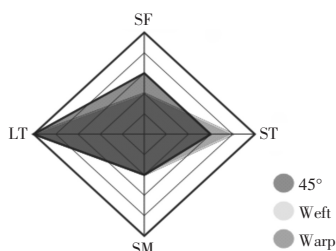


图5 织物风格测试雷达图

5 结束语

为开发集聚功能性、保形性和塑身效果于一身的西装面料,采用精梳长绒棉纱为经纱,锦纶包氨纶和石墨烯锦纶包氨纶作为纬纱进行设计。锦纶具有较好的耐磨性、强度,利于西装面料保形;氨纶作为锦纶包氨纶的芯纱,有利于营造塑身的效果;石墨烯锦纶包氨纶则可以增加面料的功能性,如保暖、防紫外线等;精梳长绒棉增加面料的舒适性,并有利于提升面料的档次。最终,经过优化各工序工艺,保证了产品顺利生产,并对面料进行保暖、透气、抗紫外和织物风格等功能性测定。测定结果表明,石墨烯功能性混纺纤维面料的保暖性能好;而面料的保暖性和透气性相互对立,即保暖性越好,透气性越差,因此石墨烯功能性混纺纤维面料的透气性能一般;产品加入石墨烯功能性纤维对产品的防紫外线性能起到了显著的作用;雷达图和织物风格性能测试表明,面料在经纬以及45°方向上的综合指数(F_{CH})较高,综合触感最好。产品的开发和研究,为功能性织物提供综合检测和评价,为企业在功能性西装面料开发和推广应用提供了参考。

参考文献:

[1] 胡可诺,梁燕.服用性石墨烯面料功能感知研究[J].服装

- 设计师,2021(9):10.
- [2] 周兆懿,张小琪.凉感纤维开发及检测方法的研究进展[J].合成纤维,2021,50(6):4.
- [3] 方国平,刘福荣.多功能纺织新材料研究[J].针织工业,2021(8):29-34.
- [4] 孙楠,石墨烯及其功能纺织品的研究进展[J].天津纺织科技,2019,27(3):60-64.
- [5] 乔瑶雨,张学辉,赵晓竹,等.石墨烯/金属-有机框架复合材料制备及其应用[J].化学进展,2022,34(5):1181-1190.
- [6] 高冰雁,李博,高阳阳.石墨烯电热窗帘的制备及性能研究[J].黑龙江科学,2022,13(8):11-13.
- [7] 高燕,王珊珊,殷雪松.石墨烯材料在纺织领域中的应用[J].黑龙江纺织,2022(1):1-4.
- [8] 刘杰,赵中楠.石墨烯改性锦纶的结构与性能研究[J].棉纺织技术,2021,49(9):15-18.
- [9] 蔡永东,陆艺萱,董小飞,等.棉/生物质石墨烯改性再生聚酯色织小提花条子床品面料的研发[J].上海纺织科技,2021,49(11):35-37.
- [10] 徐海燕,陈力群,韩晓宇.石墨烯锦纶6复合纤维针织物多功能性研究[J].针织工业,2021(9):8-11.
- [11] 陈丽芳.石墨烯改性保暖、远红外及抑菌复合功能织物设计[J].上海纺织科技,2020,48(8):40-43.
- [12] 刘杰,赵中楠.石墨烯改性锦纶的结构与性能研究[J].棉纺织技术,2021,49(9):15-18.
- [13] 田艳红,米宝敬,王建坤.Coolmax/棉和涤/棉混纺织物的性能比较[J].染整技术,2015,37(7):17-21.
- [14] 候礼文,赵晓华,肖瀛洲,等.抗紫外线、防透光和抗静电黑色锦纶织物的研制[J].印染,2021,47(7):16-20.
- [15] 王双成,孙俊科,苑亚楠,等.石墨烯改性粘胶织物功能性分析[J].棉纺织技术,2017,45(11):68-71.
- [16] 田源,郑冬明,潘行星,等.基于CHES-FY风格仪的织物理学触感风格评价[J].毛纺科技,2020,48(8):85-89.

(下转第52页)

3 结束语

通过问卷数据归纳与分析得出以下结论:(1)年龄与广场舞服装套数呈因果关系,年龄越大,拥有的服装套数越多,因此广场舞服装具有巨大的市场潜力;(2)广场舞服装购买主要参考核心成员和负责人的想法进行统一购买,因此广场舞群体服装具有统一性的趋势;(3)广场舞群体主要追求舒适时尚的广场舞服装,合体制度倾向于合身或宽松的款式,色彩上喜欢简单的无彩色系,面料偏好棉织品和混纺面料,喜欢民族、中国风和花卉植物图案。

参考文献:

[1] 张洁. 中高龄广场舞服装设计研究[J]. 轻纺工业与技术,

2018,47(11):56-58.

[2] 杨囡. 潮流时尚元素在老年人广场舞服饰中的设计应用与思考[J]. 明日风尚,2016(24):35.

[3] 李豆豆. 现代城市中年女性着装行为分析[D]. 武汉:武汉纺织大学,2012.

[4] FLOYD J, FOWLER Jr. 调查问卷的设计与评估[M]. 蒋逸民,译.重庆:重庆大学出版社,2016.

[5] 孙艳南. 中国独立服装设计师品牌文化与设计定位的研究[D]. 北京:北京服装学院,2014.

[6] 李扬. 服装色彩运用对视觉心理的影响[J]. 黑龙江纺织,2022(2):20-22.

[7] 邓婧. 大学生运动服装倾向及其对设计需求的影响[J]. 武汉纺织大学学报,2020,33(4):48-53.

Dress Preferences for Square Dancing Based on Questionnaires

LI Xinrui, YIN Jun*

(School of Fashion, Wuhan Textile University, Wuhan 430000, China)

Abstract: Square dance clothing is a fast selling product with high generation frequency. The square dance people in Wuhan were selected as the research object. The questionnaire survey and analysis were conducted from six aspects, including factors affecting their choice, preference, style, fabrics, colors and patterns, so as to design more square dance clothing products that meet their demand. The research showed that: the square dance group mainly pursued comfortable and fashionable square dance clothing, and the clothing purchase mainly referred to the decision of the principal and core members; Square dance groups preferred fit and loose version, black, white and gray color collocation without color, and believed that non-color clothing can make the group image more orderly. They like the collocation of cotton fabric and elastic band in dough and accessories, and they like ethnic or Chinese style and flower and plant patterns.

Key words: square dance clothing; dress preference; design need

(上接第 45 页)

Study on the Development of Graphene Functional Fiber Blended Suit Fabric

HU Zhiliang¹, WANG Rong¹, HONG Jie^{2,3}, QU Jianxin^{2,3}, JIANG Wanwei^{2,3}

(1. Changzhou Tintin Textile Co., Ltd., Changzhou 213168, China;

2. Jiangsu College of Engineering and Technology, Nantong 226001, China;

3. Jiangsu Advanced Textile Engineering Technology Center, Nantong 226001, China)

Abstract: Aiming at the situation of single function of suit products, a cotton/nylon/graphene functional fiber blended suit fabric was designed from the perspective of enterprise product development. The properties of the fabric such as breathability, UV protection, warmth and fabric style were studied. The results showed that the graphene-functional fiber blended suit fabric had better permeability, UV protection and thermal performance. It showed that the suit fabric had moderate softness and smoothness, excellent stiffness and tightness, and the fabric comprehensive feeling was good. The development and research of this kind of products were in line with the expected goal of fabric development and provided reference for the promotion of functional suit fabric in the market.

Key words: graphene; functionality; fiber blend fabric; fabric style