

# 石墨烯复合纤维功能针织面料的开发

周俊俭<sup>1,2</sup>, 张艳明<sup>2,3,\*</sup>, 蔡雅敏<sup>3</sup>, 罗伟强<sup>1,2</sup>, 张增强<sup>2,3</sup>

(1. 中山国泰染整有限公司, 广东 中山 528445;

2. 广东省纺织新材料及产品协同创新工程技术研究中心, 广东 中山 528445;

3. 五邑大学 纺织材料与工程学院, 广东 江门 529020)

**摘要:**基于石墨烯抗菌、具远红外的性能特点,采用石墨烯复合纤维和普通涤纶、精梳棉搭配,开发出具有保暖性、抗菌性的功能性针织面料。详细介绍了面料的编织工艺、染整工艺及技术要点,测试了面料的基本物理性能、抗菌性和保暖性。结果表明,开发的石墨烯复合纤维功能针织面料具有良好的服用性能,可广泛应用于秋冬季休闲服装。

**关键词:**石墨烯复合纤维;功能针织面料;抑菌性;保暖性

**中图分类号:**TS184.4;TS941.45

**文献标识码:**B

**文章编号:**1673-0356(2021)12-0037-03

石墨烯是一种新型纳米材料,它结构独特、性能优异,是目前发现的唯一的二维自由态原子晶体,被称为“奇迹材料”<sup>[1]</sup>。单纯的石墨烯纤维达不到可纺要求,而利用涤纶、锦纶、腈纶等与石墨烯复合制备出的石墨烯复合纤维,不但具有普通纤维的基本功能,而且还拥有石墨烯远红外、抗菌等独特的功能<sup>[2]</sup>,在功能性纺织品中有广阔的应用前景。

中山国泰染整有限公司利用石墨烯复合纤维开发的秋冬季休闲服装面料,采用精梳棉、普通涤纶丝和石墨烯涤纶丝为原料,选用提花罗纹组织结构,经过抓毛等后整理,和克重接近但不含石墨烯复合纤维的同种面料相比,保暖性更好,符合消费者对秋冬季面料质轻、保暖的需求。

## 1 原料选配

面料正面选用 14.76 tex(40 S/1)精梳棉,避免穿着过程中的起毛起球现象。为了达到质轻效果,连接纱选用 5.56 tex(50 D/48 F)涤纶长丝。综合考虑成本和功能性,面料反面选用 16.67 tex(150 D/144 F)的普通涤纶丝和石墨烯涤纶丝 1:1 交织而成。

## 2 编织工艺

### 2.1 设备参数

机器 福源双面大圆机;

机号 22 针/25.4 mm;

转速 20 r/min;

总针数 2 256 枚。

### 2.2 上机工艺和编织图

三角配置和穿纱如图 1 所示,其中 A 纱为 14.76 tex(40 S/1)精梳棉,B 纱为 5.56 tex(50 D/48 F)涤纶长丝,C 纱为 16.67 tex(150 D/144 F)普通涤纶丝×2 条,D 纱为 16.67 tex(150 D/144 F)石墨烯涤纶丝×2 条。

上针盘	排针		三角配置											
		—	v	—	—	—	v	—	v	—	—	—	v	
		—	—	v	—	v	—	—	—	v	—	v	—	
路数/F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
纱线排列	A	B	C	A	B	C	A	B	D	A	B	D		
下针盘		—	^	—	—	^	∩	—	^	—	—	∩	∩	
		—	^	∩	—	∩	—	—	^	∩	—	^	—	

图 1 提花罗纹上机工艺图

线圈长度:正面纱 29 cm/100 个线圈;连接纱 27 cm/100 个线圈;反面纱 26 cm/100 个线圈。

编织图如图 2 所示。

## 3 染整工艺

染整工艺流程为:染色→开幅→烘干→定型(加亲水性 814 1 kg)→抓毛→梳毛→剪毛→摇粒→定型机干定→检验。

收稿日期:2021-07-01

作者简介:周俊俭(1975—),男,助理工程师,学士,主要研究方向为针织新产品的开发。

\* 通信作者:张艳明,博士,E-mail:yanming\_zh@126.com。

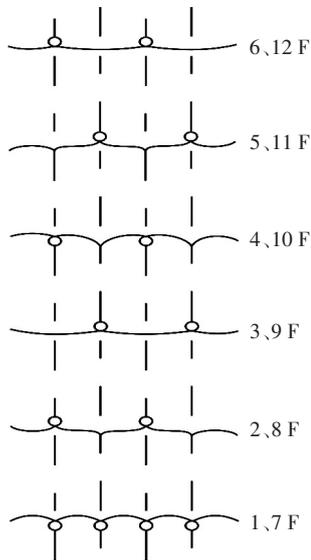


图2 提花罗纹编织图

### 3.1 前处理

前处理工艺处方及条件为：

- 精炼酶 2.25 g/L
- 除油剂 K-23 1.5 g/L
- 除油剂 60A 0.75 g/L
- 防皱剂 D-900 1.5 g/L
- 双氧水 2.25 g/L
- 双氧水稳定剂 TX-166 0.4 g/L
- 浴比 1 : 12
- 温度 60 °C
- 时间 40 min
- 醋酸/柠檬酸 0.5 g/L
- 除氧剂 DM-8681 0.1 g/L
- 温度 40 °C
- 时间 10 min

前处理工艺曲线如图3所示。

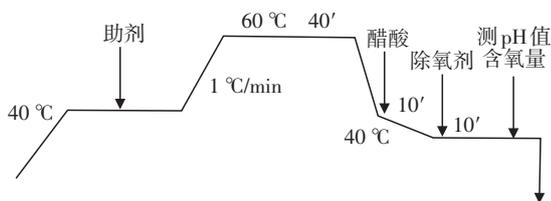


图3 前处理工艺曲线

### 3.2 染色

涤纶染色工艺处方及条件为：

- 抗还原剂 BT-AR 2.4 g/L
- 高温匀染剂 YR-031 0.6 g/L
- 醋酸 HAc 0.85 g/L

醋酸钠 0.6 g/L

分散染料 X %

浴比 1 : 10

温度 130 °C

时间 30 min

涤纶染色工艺曲线如图4所示。

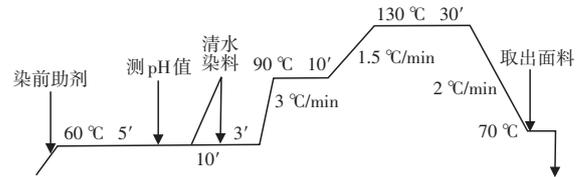


图4 涤纶染色工艺曲线

棉染色工艺处方及条件如下：

- 螯合分散剂 RX-815A 1.2 g/L
- 蚀毛剂 8000L 0.25 g/L
- 工业盐 NaCl 85 g/L
- 固色剂 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 5 g/L
- 代用碱 RX-108A 3 g/L
- 活性染料 X %
- 浴比 1 : 10
- 温度 60 °C
- 时间 60 min

棉染色工艺曲线如图5所示。

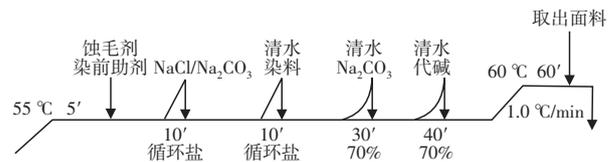


图5 染棉工艺曲线

### 3.3 后整理和定型

采用轻拉毛工艺，梳毛、剪毛后再进行摇粒起绒。织物定型时温度控制在130 °C，机速为30 m/min，超喂17%，上风机开75%，下风机开80%，同时使用助剂调节手感和抗皱效果。

## 4 面料性能测试

### 4.1 测试方法

#### 4.1.1 基本性能

参照相关标准测试面料的顶破强力、抗起毛起球、色牢度等基本性能。

#### 4.1.2 抗菌性能

面料的抗菌性是指面料有杀菌或抑菌的效果。参照FZ/T 73023-2006《抗菌针织品》附录D吸收法的

标准进行测试,考核的菌种为金黄色葡萄球菌。

#### 4.1.3 远红外性能

具有远红外性能的纺织产品不仅拥有保暖的功能,也具有保健性,受到消费者的喜爱,其手感、外观与普通织物几乎没有差别。参照 GB/T 30127—2013《纺织品远红外性能的检测和评价》的标准,测试红外发射率和辐射率。

#### 4.1.4 保暖性能

面料轻薄同时具有保暖性是服装设计中所需考虑的重要因素,也是消费所追求的服装特点之一。参照 GB/T 11048—1989《纺织品保温性能试验方法》方法 A 平板式标准,对石墨烯复合纤维提花罗纹布与普通提花罗纹布进行对比测试,2种面料样品的原料百分比见表1。

表1 2种提花罗纹布的原料百分比

	石墨烯复合纤维提花罗纹布	普通提花罗纹布
原料百分比	29%棉,41%涤纶,30%石墨烯涤纶	26%棉,74%涤纶

## 4.2 结果与分析

### 4.2.1 基本性能

石墨烯复合纤维提花罗纹布的基本性能测试结果和测试标准见表2。

表2 面料基本性能测试结果

测试指标	测试值	标准值	标准
抗起毛起球等级/级	3—4	≥3.0	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》
顶破强力/N	462	≥250	GB/T 19976—2005《纺织品 顶破强力的测定 钢球法》
耐干摩擦色牢度等级/级	4—5	≥3.5	GB/T 3920—2008《纺织品 色牢度试验 耐摩擦色牢度》
耐光汗复合色牢度等级/级	4(汗酸) 4(汗碱)	≥3.5	GB/T 14576—2009《纺织品 色牢度试验 耐光、汗复合色牢度》

由表2可知,石墨烯复合纤维提花罗纹布的各项基本物理性能指标均达到服用标准。

### 4.2.2 抗菌性能

石墨烯复合纤维提花罗纹布的抗菌性测试结果见表3。

表3 面料抗菌性测试结果

测试指标	测试值	标准值
金黄色葡萄球菌抑菌率/%	99.98	≥99

由表3可知,石墨烯复合纤维提花罗纹布的抑菌率满足标准,具有抗菌功能。

### 4.2.3 远红外性能

石墨烯复合纤维提花罗纹布的远红外性能测试结果见表4。

表4 面料远红外性能测试结果

测试指标	测试值	标准值
远红外发射率	洗前	0.90
	洗后	0.90
远红外辐照温升/℃	洗前	3.3
	洗后	2.9

由表4可知,石墨烯复合纤维提花罗纹布具备远红外的性能。

### 4.2.4 保暖性能

石墨烯复合纤维提花罗纹布和普通提花罗纹布的保暖性能测试结果见表5。

表5 面料保暖性能测试结果

测试指标	含石墨烯的提花罗纹布测试值	普通提花罗纹布测试值	标准值
保温率/%	48.97	40.25	≥35

由表5可知,石墨烯复合纤维提花罗纹布的保暖性能优于同种规格普通提花罗纹布。

## 5 结语

利用石墨烯复合纤维开发出的功能性针织面料,物理性能达到服用标准,并且石墨烯的抗菌性及远红外性能也在面料上得到体现,和同规格不含石墨烯复合纤维的面料进行对比,石墨烯复合纤维面料的保暖性能更优。虽然由于石墨烯本身的颜色限制了其面料颜色大多数为深色,但对于秋冬季面料来说这并不是问题,因此具有良好的应用前景。

## 参考文献:

- [1] 全球石墨烯发展概况与发展趋势[J].电子工业专用设备,2016,45(8):47—48.
- [2] 杨乐.石墨烯复合纤维无缝针织物的性能研究与产品开发[D].杭州:浙江理工大学,2018.
- [3] 李金茗,吴穗生,杨梅,等.功能性石墨烯纺织品的应用研究[J].化纤与纺织技术,2017,46(1):11—15.

(下转第42页)

参考文献:

[1] 国家纺织产品基本安全技术规范:GB 18401—2010[S].

[2] 婴幼儿及儿童纺织产品安全技术规范:GB 31701—2015 [S].

[3] 生态纺织品技术要求:GB 1885—2009[S].

[4] 皮革和毛皮有害物质限量:GB 20400—2006[S].

[5] 纺织品甲醛的测定 第1部分:游离和水解的甲醛(水萃取法):GB/T 2912.1—2009[S].

[6] 纺织品甲醛的测定 第2部分:释放的甲醛(蒸汽吸收法): GB/T 2912.2—2009[S].

[7] 纺织品甲醛的测定 第3部分:高效液相色谱法:GB/T 2912.3—2009[S].

[8] Textiles-Determination of formaldehyde-Part1: Free and hydrolysed formaldehyde(water extraction method): ISO 14184—1:2011[S].

[9] Textiles-Determination of formaldehyde-Part2: Released formaldehyde(vapour absorption method):ISO 14184—2: 2011[S].

[10] Formaldehyde release from fabric determination of: Sealed jar method:AATCC 112—2014[S].

[11] Test methods for resin finished textiles:JISL 1041:2011 [S].

[12] Textiles-Determination of formaldehyde-method for the determination of total and free(water extraction method) formaldehyde using chromotropic acid: BS 6806 — 2002 [S].

[13] 皮革和毛皮 化学试验 甲醛含量的测定:GB/T 19941—2005[S].

[14] 皮革和毛皮 甲醛含量的测定 第1部分:高效液相色谱法:GB/T 19941.1—2021[S].

[15] 皮革和毛皮 甲醛含量的测定 第2部分:分光光度法:GB/T 19941.2—2021[S].

[16] Leather-chemical determination of formaldehyde content- Part 1: Method using high performance liquid chromatography:ISO 17226—1:2018[S].

[17] Leather-Chemical determination of formaldehyde content- Part 2: Method using colorimetric analysis:ISO 17226—2:2018[S].

## A Brief Description of the Standard Methods for Testing Formaldehyde Content in Textiles and Leather at Home and Abroad

YU Biao<sup>1,2</sup>, WANG He<sup>1,2</sup>, WU Xiu-fang<sup>1,2</sup>

(1. Beijing Textile Fiber Testing Institute, Beijing 100025, China;

2. National Textile and Leather Product Quality Supervision Testing Center, Beijing 100025, China)

**Abstract:** The test standards for formaldehyde content in textiles and leather at home and abroad were listed, and the test methods specified in the standards were briefly described, including pretreatment methods and quantitative analysis methods.

**Key words:** textile; leather; formaldehyde

(上接第 39 页)

## Development of Functional Knitted Fabrics with Graphene Composite Fibers

ZHOU Jun-jian<sup>1,2</sup>, ZHANG Yan-ming<sup>2,3,\*</sup>, CAI Ya-min<sup>3</sup>, LUO Wei-qiang<sup>1,2</sup>, ZHANG Zeng-qiang<sup>2,3</sup>

(1. Zhongshan Well Dyeing Factory Limited, Zhongshan 528445, China;

2. Guangdong Engineering Technology Research Center of Cooperative Innovation on Textile

New Materials and Products, Zhongshan 528445, China;

3. School of Textile Materials and Engineering, Wuyi University, Jiangmen 529020, China)

**Abstract:** Based on the antibacterial and far-infrared performance characteristics of graphene, using graphene composite fiber and ordinary polyester and combed cotton, the functional knitted fabric with thermal property and antibacterial property was developed. The knitting technology, dyeing and finishing process and technical points was introduced in detail, and the basic physical properties, antibacterial properties and warmth properties of the fabric was test. The results showed that the developed functional knitted fabric with graphene composite fiber had good wearability and could be widely used in autumn and winter leisure clothing.

**Key words:** graphene composite fiber; functional knitted fabric; antibacterial property; thermal property