

## 远红外丙纶的性能研究

张兴祥 段谨源 齐 晋 牛建津 印瑞斌 王学晨

(天津纺织工学院功能纤维研究所, 300160)

系统测试了采用共混纺丝法制出的远红外丙纶及织物的物理机械性能、远红外发射性能、保温性能、耐洗涤性能和抗菌性能, 并对用远红外丙纶加工的护腿的医疗保健作用进行了临床检测, 进而讨论了远红外丙纶及织物的医疗保健作用机理。

关键词: 远红外丙纶 织物 保健 保温 抗菌性能, 聚丙烯纤维,

远红外纤维于80年代中期首先在日本得到了广泛的研究与开发<sup>[1]</sup>。90年代初, 国内数家单位也开展了这方面的研究工作。远红外纤维的制造方法主要有三种: 远红外陶瓷粉与聚合物共混后纺丝; 在纤维表面涂覆含有远红外陶瓷粉的粘合剂, 进而改变纤维的远红外发射性能; 无机陶瓷化合物高温熔融纺丝法(包括陶瓷化合物纤维状材料与普通纤维混纺和陶瓷纤维表面包覆聚合物层)。尽管实验已证实, 采用功能整理方法加工的远红外织物具有保健作用<sup>[2,3]</sup>, 但对远红外纤维及织物保健作用的研究实验尚较少, 所以, 人们对其保健效果还存有疑虑。

本文对采用共混纺丝法得到的远红外丙纶及织物的物理机械性能、远红外发射性能、保温性能、抗菌性能和临床医疗保健效果进行了系统的测试, 证实了远红外丙纶及织物的保健、保温和抗菌特性, 并对远红外丙纶及织物医疗保健作用的机理进行了讨论。

## 1 试验

## 1.1 远红外丙纶及织物的制备

远红外丙纶短纤维自行研制生产, 丙纶低弹长丝由北京涤纶实验厂采用本所研制的远红外丙纶母粒纺丝得到。其主要生产步骤是将50℃下5~25μm全波长远红外发射率在85%以上的远红外发射物质, 加工成平均

颗粒直径为0.1~2μm微粉(简称远红外陶瓷粉)。将远红外陶瓷粉和适当的助剂混合后, 以适宜的比例与聚丙烯混合造粒, 制成纺丝切片, 在常规纺丝设备上熔纺成短纤维或长丝, 再进一步加工成远红外丙纶织物。

## 1.2 测试方法

## 1.2.1 物理机械性能

拉伸断裂强度、断裂伸长在Y161单纤维强力仪上测试。纤维比电阻在YG321纤维比电阻仪上测试(25℃, RH60%)。回潮率在25℃, RH60%下通过称重法测定。

## 1.2.2 远红外发射性能

在5DX傅立叶变换红外光谱仪及其比辐射率测量附件上测试, 光谱5~25μm。JD-1型黑体炉, 测量温度100℃, 有效发射率大于0.998, 孔径10mm。

## 1.2.3 表面温度

①用HDG高灵敏红外测温仪测试, 噪声等效温差≤0.01℃, 响应光谱7~14μm。

## ②照射光源

用硅碳棒外接调压器加热, 在25V下测量, 光谱主发射区波长为4~15μm。

## 1.2.4 服装保暖量

在人工气候舱内, 通过人体实穿测试。

## 1.2.5 抗菌率

由天津市卫生防疫中心按卫生部消毒技

收稿日期 1995-07-03; 修改稿收到日期 1995-12-11。

术规范测试。

### 1.2.6 临床实验

由医学科学院血液学研究所和血液病医院采用远红外丙纶加工织成的护腿与普通棉纤维加工织成的护腿作对比。视发病部位决定,套在外周血管疾病患者的小腿、足部或前臂与手,分别观察治疗 20min 前、后的血液动力学变化。病例数为男性 17 例,女性 13 例。

## 2 远红外丙纶的性能

### 2.1 远红外丙纶的物理机械性能

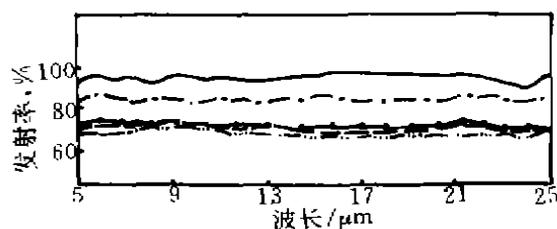
表 1 表明,远红外丙纶物理机械性能与常规丙纶相似,吸湿性高于常规丙纶,比电阻低于常规丙纶,抗静电性能改善。

表 1 远红外丙纶的物理机械性能

项目	短纤维	长丝
线密度/dtex	1.87~3.58	110~125/48f
断裂强度/cN·dtex <sup>-1</sup>	2.5~3.6	2.2~2.8
断裂伸长,%	30.1~70.6	35±5
卷曲数/个·cm <sup>-1</sup>	6~9	—
比电阻/Ω·cm	2.4·10 <sup>4</sup>	—
回潮率,%	1.8~2.1	—
纤维外观	纯白色	纯白色

### 2.2 远红外发射性能

经测试,远红外丙纶的全波长远红外发射率达 80%(100℃)以上,甚至高达 90%左右。而常规涤纶、丙纶和锦纶的远红外发射率



附图 远红外发射光谱曲线(100℃)

— 远红外丙纶针织布 I; — · — 远红外丙纶针织布 II;  
· · · 锦纶针织布; - · - 涤纶针织布; - - - 丙纶针织布

仅分别为 72%、71% 和 73%。远红外丙纶机织物和针织物在 100℃ 下的 5~25μm 远红外发射率达到了 80%~90%。附图为各类纤维远红外发射光谱曲线。

### 2.3 远红外发射率的耐久性

将同一块远红外丙纶针织布裁成 5 块,将其中的 4 块分别干燥、恒湿后称重,然后在洗衣机中分别洗涤 5、10、15、20 次(每次 20min)后,取出甩干、干燥、恒湿、称重,并测试其远红外发射性能,并将洗涤 20 次的试样在室温下保存一年后,再次测定其远红外发射率,考察其性能的变化(表 2)。

表 2 远红外丙纶针织物的耐洗涤性能

试样编号	洗涤次数	重量/g		全波长远红外发射率,%(100℃)
		洗前	洗后	
1	0	22.7	22.7	81
2	5	15.0	15.0	81
3	10	18.0	18.1	80
4	15	13.2	13.2	78
5	20	11.5	11.5	78
5*	20	—	—	78

\* 室温下存放一年。

由表 2 可见,洗涤前后织物的重量基本无变化,发射率随洗涤次数的增加略有降低。测试结果还表明,存放一年后,织物的远红外发射率变化不大。

### 2.4 远红外丙纶织物的保温性能

#### 2.4.1 远红外线照射下的升温

初步测试结果表明,远红外线照射下织物的升温现象在照射 10min 时基本已达到平衡。用高灵敏红外测温仪相对测量并记录纤维织物的表面温度,结果如表 3。

表 3 远红外丙纶针织布和非织造布的升温

试样	温度/℃					
	0	2*	4*	6*	8*	10*
白针织布	34.8	50.2	55.6	58.0	59.0	59.6
棉针织布	32.5	46.3	51.6	54.7	56.7	57.8
白非织造布	33.1	55.7	60.4	62.2	63.7	63.2
粉红非织造布	37.5	54.9	58.0	59.3	60.0	61.7

\* 为照射时间(min)。

从表 3 可知,质量厚度近似相同的远红外丙纶针织物表面温度较棉针织物表面温度升高了 1.8℃。

#### 2.4.2 服装保暖量

将远红外丙纶针织物和棉针织物分别缝制成棉毛衫,在人工气候舱中进行人体实穿生理测定。由测试数据可见,按皮肤表面温度计,远红外丙纶针织物的保暖量较棉针织物提高了 8.14%,按胸部衣内空气温度计提高 9.19%。

#### 2.5 抑菌性能

远红外丙纶能不断地发射出对细菌有抑制生长作用的远红外线。在远红外丙纶中,通常还含有金属化合物。所以,远红外丙纶具有抑制细菌生长的作用。经测试,远红外丙纶织物的大肠杆菌抗菌率为 91%,金黄色葡萄球菌抗菌率为 94%。

#### 2.6 生物医学保健作用

远红外辐射具有医疗保健作用已为人们所共识<sup>[4]</sup>。远红外丙纶在常温下可以高效发射出可被人体最佳吸收的远红外线,因而具有保健作用。

对 30 例相同病症的患者进行穿着护腿治疗并测试,结果表明:套在腿上 20min 后,小腿血流量增加了 42.06%,微循环增加了 114.2%。而穿着相同结构和厚度的棉护腿的腿部血流量仅增加 4.88%,微循环仅增加 1.32%(表 4)。

表 4 远红外丙纶护腿治疗前后肢体血流量的改变

组别	测定部位	血流量/ $\text{mL} \cdot (100\text{mL} \cdot \text{min})^{-1}$		血流增加量, %	离散性
		治疗前	治疗后		
治疗组	小腿	2.936±1.259	4.171±2.043	42.06	<0.01
	前臂	3.348±1.443	4.164±1.590	24.37	>0.05
对照组	小腿	3.784±1.833	3.969±2.002	4.88	>0.05
	前臂	3.602±1.132	3.653±1.292	1.41	>0.05

进一步的临床试验证实,穿用远红外丙纶织物对由于微循环障碍引起的各种疾病均有较好的症状改善和辅助治疗作用;对腰肌

劳损、腿抽筋、腰腿痛、失眠、脚气、脚臭等有明显疗效。

### 3 织物的医疗保健机理

依据长、短波红外辐射的医疗保健作用机理<sup>[5]</sup>,结合远红外丙纶织物的性能测试结果,远红外丙纶的保健作用机理是:在丙纶中加入了常温远红外发射率较高的无机化合物的微粉,改善了丙纶的常温远红外发射性能,使丙纶的远红外发射率和吸收率显著提高<sup>[6]</sup>。当远红外丙纶织物用作内衣时,丙纶可有效地吸收人体发射出的 3~15 $\mu\text{m}$  远红外线。同时,纤维又高效发射出该波长的远红外线。由于人体皮肤的红外吸收特性,远红外丙纶织物发射出的远红外线将几乎完全被皮肤吸收,并转化成热量向人体内部传播,皮肤表面的温度将升高 2~3℃。热使血管扩张,血流加速,局部血液循环和微循环得到改善,从而具有保健作用(表 5)。

表 5 远红外丙纶护腿治疗前后末梢循环的改变

组别	测定部位	波幅/ $\text{mV} \cdot \text{mV}^{-1}$		波幅增加量, %	离散性
		治疗前	治疗后		
治疗组	趾	5.60±5.17	11.99±7.00	114.2	<0.01
	指	7.92±5.35	13.62±10.55	71.9	<0.01
对照组	趾	13.97±14.95	14.16±12.41	1.32	>0.05
	指	8.53±4.66	8.29±5.95	2.83	>0.05

普通化学纤维由于远红外发射率较低,保健作用不明显。

### 4 远红外丙纶织物的毒性测试

天津市医用生物材料监测研究中心进行了毒性检测实验。注射浸提液的实验组和对照组状况良好,均未见有毒性反应,也无动物死亡,小鼠体重日渐增加,证明该织物符合医用材料急性、毒性试验要求。

### 5 结语

远红外丙纶织物是一种具有优良的保健

性能、保温性能和抗菌性能的新型功能纤维织物。加工成中、老年人的医疗保健服装投放市场,深受广大消费者欢迎,产品的附加值较高。远红外丙纶的生产和加工可在现有的生产设施上进行,原料全部国产。在进一步地深入研究远红外丙纶的保健作用机理,优化加工工艺的基础上,改进可纺织加工性,尽早实现远红外丙纶的工业化生产,不但有利于推

动我国医疗保健服装业的发展,也有利于促进纺织工业向高附加值、高效益方向发展。

### 参 考 文 献

- 1 张兴祥. 纺织学报, 1994, 15(11): 42
- 2 杉谷寿一. 加工技术, 1987, 22(11): 8
- 3 加藤利启. 加工技术, 1987, 22(11): 19
- 4 徐景智. 红外技术, 1990, 12(2): 28
- 5 梁爱宜, 梁志芳. 红外技术, 1993, 15(5): 41
- 6 张兴祥, 段谨源. 红外技术, 1994, 16(5): 27

## RESEARCHES ON PROPERTIES OF FAR-INFRARED POLYPROPYLENE FIBER AND FABRIC

Zhang Xingxiang, Duan Jingyuan, Qi Lu, Niu Jiangjin,  
Yin Ruibin and Wang Xuechen

(Tianjin Institute of Textile Science and Technology)

### ABSTRACT

The physical mechanical, far-infrared radiated, heat-preservation and antibacterial properties of far-infrared polypropylene fiber and fabric which was made by spinning and weaving of mixture of polymer and far-infrared inorganic powder are experimentally studied. And the clinical health care property of such fabric are investigated, the mechanism of health care is discussed.

**Key Words:** far-infrared PP fiber; fabric; health care; heat-preservation; antibacterial

### 世界合纤产业展望

《日本合成纤维新闻》1995年11月13日报道了日本化纤协会会长、东丽公司社长前田胜三助在汉城日、韩、台合纤首脑会议上的讲话要旨,其中在“关于世界合纤产业的展望”中谈到,对世界纤维需求(附表)的增长,现在大约占50%的棉花因粮食不足的关系以后不可能期待增加,这种不足部分和自然增长部分主要靠涤纶,特别是SF和POY-DTY。

今后5~7年内,涤纶以亚洲为中心将从现在的1000万t/a的生产规模增加约1倍。最终实现:

第一,世界聚酯聚合能力2000万t/a,其原料PTA/PX缺200万t/a。并且,聚酯膜和聚酯瓶的用量也在增加,所以涤纶的增加从中期看,在原料方面还有问题。

第二,涤纶寿命循环长,相反,没有显著的技术革新,采用已有技术很容易事业化,事业性未必高。因此,今后涤纶事业在于最佳厂地、极限生产性追求和优良的技术开发力、营业力的成败。并且,涤纶纤

维在中游以后的加工阶段附加值高,所以可以期待原丝、原棉、中游后加工的一贯型事业。

附表 世界纤维需求 万t

项 目	1995年	2000年
棉 花	2000(50%)	2000(减少趋势)
涤 纶	1000(20%)	2000
其 它	1000	1000
纤维合计	4000	5000

### 5000t/a 双组分复合短纤维装置投产

江苏八菱化纤有限公司5000t/a规模的双组分短纤维生产装置于1996年3月31日在江苏盐城正式投产,建设时间不到一年。

该项目全套设备从德国进口,采用微机控制。它可以生产不同组分、不同比例、不同截面的复合短纤维。它的投产标志着我国复合纤维的生产已进入规模化,对提高我国化纤工业的技术水平、竞争能力和促进产品发展有重要意义。

(通讯员 王德诚 供稿)