

远红外丙纶材料的研究

Study on Far Infrared Polypropylene Fibre Material

齐 鲁 段谨源[✓] 张兴祥 王学晨 李和玉

(天津纺织工学院功能纤维研究所,天津 300160)

15
46-48

摘要 研究了远红外丙纶材料的各种性能,结果表明,采用共混熔融纺丝方法研制出的远红外丙纶有较高的力学性能,纤维的强度为3~5.5CN/dtex,伸长26%~40%,远红外线发射率达80%以上,还具有较好的温升性能、抗菌性能和保健作用。

关键词 远红外丙纶 力学性能 温升 抗菌性 保健 丙纶

Abstract The properties of far infrared polypropylene fibre material have been studied. The result showed that the far infrared polypropylene fibre which was made by spinning of mixture had higher mechanical properties; the strength of the fibre within 3~5.5CN/dtex, elongation of the fibre within 26~40%. Far infrared radiated over 80%. Moreover, it has better heat-rise and antibacterial properties and health care effect.

Key words far infrared polypropylene fibre, mechanical property, heat-rise, antibacterial property, health care

远红外纤维是一种通过高效吸收和发射远红外线而具有优良保健、保温和抑菌作用的新型功能纤维材料^[1]。日本在80年代末期首先研制和开发出这种纤维^[2],日本的钟纺、帝人、三菱人造丝、可乐丽、东丽、旭化成等公司先后都开展了这项研究,德国和韩国等国家也进行了远红外纤维的研究和开发。

远红外丙纶是远红外纤维的一种,它在常温下可吸收和发射出波长为2.5~25 μm 的远红外线,其中4~14 μm 远红外线对人体最有益,最容易被人体吸收,具有一定保健、保温等功能。远红外丙纶还有良好的导湿性能、轻便、抗菌、防蛀性好,因此开发潜力很大。本文对采用共混熔融纺丝方法研制的远红外丙纶进行了力学性能、远红外发射性能、抗菌性能及对人体保健作用等研究,讨论了远红外丙纶的保健作用机理。

1 远红外丙纶材料的制造方法

远红外丙纶纤维的制造方法,采用熔融纺丝,有以下三种工艺路线:

①全造粒法。将远红外粉与聚丙烯经混合熔融造粒和干燥,然后直接用于纺丝、落桶丝再经过二级牵伸、定型干燥和切断可制成远红外丙纶短纤维。如果纺成卷绕丝再经预热牵伸和假捻可制成远红外丙纶低弹丝或高弹丝。

②母粒法。将高含量的远红外粉与聚丙烯混合熔融造粒,用这种切粒做母粒与一定量的聚丙烯混合后纺丝,然后按上述工艺过程制成远红外丙纶短丝和长丝。

③注射法。在纺丝时用注射器将远红外粉直接注入螺杆中与聚丙烯混合纺丝。

上述全造粒和母粒法都已实现工业化规模的生产,产品质量稳定。采用母粒法设备投资较少,使生产成本降低。而注射法虽然技术路线简单,但远红外粉与聚丙烯混合不均匀,很少采用。

2 远红外丙纶材料的物理性能

远红外丙纶材料的物理性能的有关数据见表1。从该表可知远红外丙纶与普通丙纶有相似的力学性能,远红外丙纶的断裂强度与普通丙纶相当或偏高,纤维的伸长却比普通丙纶低得多,普通丙纶的伸长比较大,很难低于50%;纤维的回潮率也高于普通丙纶;纤维的比电阻比较低,改善了纤维的抗静电性能。远红外丙纶物理性能的变化主要受远红外粉物理性能的影响;由于远红外粉颗粒很小,颗粒表面自由能比较大,容易吸附和粘结聚丙烯大分子,形成网络点^[3],阻碍了颗粒周围PP大分子的运动,因此对提高纤维的力学性能有一定作用。另外远红外粉的吸湿性也使纤维的回潮率有所提高。

TQ342.162

表 1 远红外丙纶材料物理性能

性能指标	短纤维				性能指标	长丝
线密度(dtex)	1.59	1.72	2.2	3.35	线密度(dtex)	107.2
断裂强度(CN/dtex)	5.1	4.9	4.8	3.92	断裂强度(CN/dtex)	3.3
强度 CV(%)	11.1	8.1	7.3	8.86	强度 CV(%)	2.45
伸长率(%)	35.8	30.2	32.4	36.5	伸长率(%)	40.3
伸长 CV(%)	12.9	11.7	7.3	15.1	伸长 CV(%)	3.89
卷曲数(个/cm)	10.9	5.0	4.7	6.0	卷曲收缩率(%)	14.0
卷曲率(%)	9.0	9.7	9.9	11.9	卷曲稳定度(%)	94.0
卷曲回复率(%)	/	7.2	8.7	9.2	沸水收缩率(%)	2.0
卷曲弹性率(%)	/	75.9	87.6	85.7	比电阻 $\times 10^{-9}(\Omega \cdot \text{cm})$	1.1
倍长纤维(mg/100g)	0.4	0.3	0.8	0.3	纤维颜色	白色
比电阻 $\times 10^{-6}(\Omega \cdot \text{cm})$	0.24	0.28	3.09	1.18		
含油率(%)	0.76	0.38	0.38	0.7		
回潮率(%)	0.24	0.34	0.18	0.36		
纤维颜色	白色	白色	白色	白色		

远红外丙纶的动态力学性能如图 1 所示:随着牵伸倍数的增大,纤维的[E]值升高,其耐热性也有一定的提高。从图 2 可看出,远红外丙纶牵伸后在

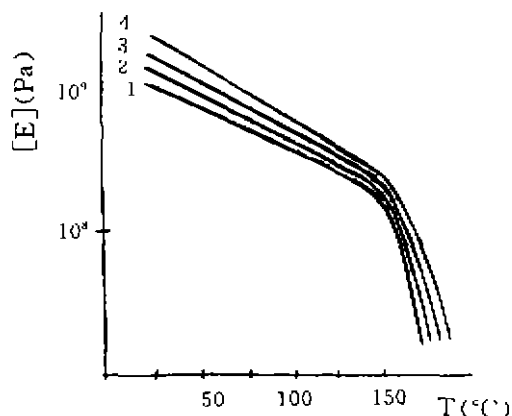
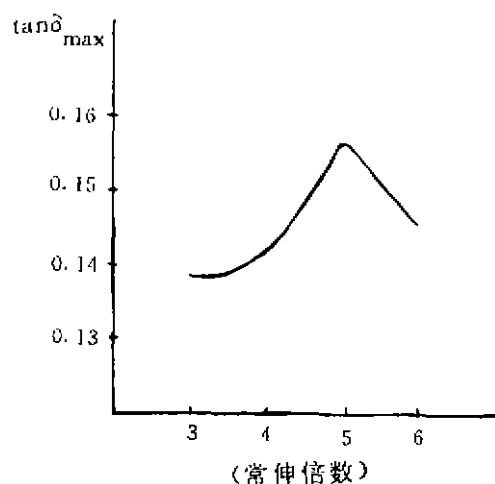


图 1 远红外丙纶的[E]-T 曲线

牵伸倍数:1—3 倍;2—4 倍;3—5 倍;4—6 倍

图 2 远红外丙纶 $\tan\delta$ -T 曲线的 α 峰峰值与牵伸倍数的关系

$\tan\delta$ -T 曲线上出现与 PP 大分子结晶相关的 α 峰,随着牵伸倍数的增加,峰值升高,经 6 倍牵伸后 α 峰峰值又有些下降,这可能与 PP 大分子及晶粒的取向和晶区、非晶区的重排有关^[4]。

3 远红外丙纶材料的发射性能

远红外线与其它电磁波一样,都有传播、反射、折射定律、干涉、衍射现象^[5],最重要的是远红外线的发射定律。根据基尔霍夫定律^[6]:在同一温度下,各物体在同一波长的发射出射度与吸收率的比值相同,而且等于黑体在同一温度时对同一波长的发射出射度。换句话说,一个好的发射体,它必然是一个良好的吸收体。发射率表示一个物体发射热辐射的本领。经测试远红外丙纶在 5~25 μm 的全波长远红外线发射率在 80%~90%(100 $^{\circ}\text{C}$)之间,而普通丙纶的远红外线发射率仅为 71%。用远红外丙纶材料制做的机织物和针织物发射率也达到 80%以上。

4 远红外丙纶材料的温升性能

远红外丙纶具有吸收远红外线的功能并使自身温度升高而具有温升效果。为了检测这一性能,将远红外丙纶织物和棉织物分别置于硅碳棒远红外线发射源下距试样中心 50cm 的位置,用高灵敏红外测温仪相对测量并记录织物的表面温度,结果如图 3 所示。从图 3 可看出,在远红外光源照射下,近似相同质量厚度的远红外丙纶针织布比棉针织布的表面温度升高了大约 1.8 $^{\circ}\text{C}$ 。

5 远红外丙纶材料抑菌性能

由于远红外丙纶材料能不断发射远红外线,因

此对细菌有一定的生长抑制作用,另外纤维中含有的无机化合物也有一定抑菌作用。经过对远红外丙纶材料的检测,结果表明对大肠杆菌抗菌率为91%,对金黄色葡萄菌抗菌率为94%。

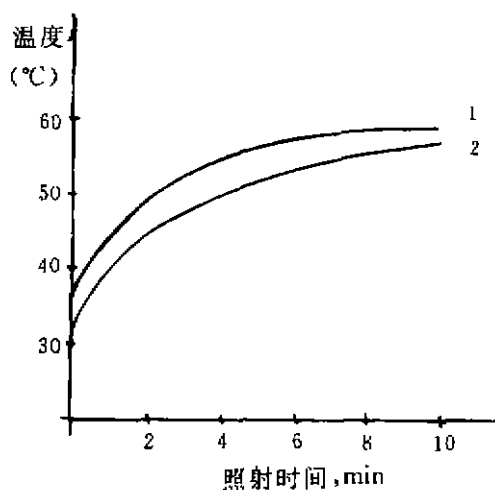


图3 远红外丙纶织物和棉织物的温升
1-远红外丙纶针织物,2-棉针织物

6 远红外丙纶材料的保健作用

人体的体表温度大致为31~33°C,根据维恩位移定律^[7],人体皮肤表面吸收的峰值波长为9~10 μm 。根据基尔霍夫定律,远红外的波长和人体皮肤的吸收波长相匹配,恰好形成共振吸收,因此,人体皮肤是远红外线的良好吸收体。用远红外丙纶材料织成的护腿对30例相同病症的患者进行穿着试验并测试,有关数据列入表2、表3。从表中可看出,用远红外丙纶材料织成的护腿套在腿上20min后,小腿血流量增加了41.6%,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1.01%,微循环仅增加1.32%。

表2 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	治疗前血流量*	治疗后血流量*	增加%	P
试验组	小腿	2.832±1.251	4.011±2.261	41.6	<0.05
	前臂	3.348±1.443	4.164±1.590	24.3	<0.05
普通组	小腿	3.579±2.077	3.615±2.498	1.01	>0.05
	前臂	3.603±1.132	3.652±1.292	1.41	>0.05

* 单位 $\text{ml} \cdot 100^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

以上结果说明,当用远红外丙纶材料做成织物后,可有效地吸收人体发射出的4~14 μm 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^[8],远红外丙纶发射出的远红外线大部分被皮肤吸收,并转化成热量向人体内部传播,皮肤表面的温度将有所升高,使血管扩张、血流加速^[9],局部血液循环和微循环得到改善。因此具有保健作用。进一步的临床试验证实,用远红外丙纶材料做成的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,例如对治疗关节炎疗效有效率达96.3%以上。还有试验表明,远红外纤维发射4~14 μm 远红外线能使细胞中的钙离子增加^[10],并使细胞活化,提高细胞的各种功能。

表3 远红外丙纶护腿治疗前后末梢微循环变化

组别	测定部位	治疗前波幅 mV/V	治疗后波幅 mV/V	增加%	P
试验组	指	5.595±5.171	11.986±6.996	114.2	<0.001
	趾	7.921±5.345	13.62±10.550	71.9	<0.01
普通组	指	13.97±14.95	14.155±12.408	1.32	>0.05
	趾	8.527±4.655	8.285±5.953	2.83	>0.05

7 结束语

远红外丙纶材料是一种新型功能纤维,具有优良的物理性能和保健、保温及抑菌作用。目前天津纺织工学院研制的这种纤维已进行工业化生产,已用这种材料开发出人们所需要的保健护身用品,如内衣、内裤、绒衣、绒裤、袜子等许多产品。这些产品穿着舒适、透气抑菌,是融保健性、功能性、装饰性和使用性为一体的新型纺织品。相信随着远红外丙纶材料生产、使用不断扩大,用远红外丙纶材料做成的织物会不断完善、不断提高。

参考文献

- 1 JP 90-104731, JP 90-133610
- 2 JP 90-160921, JP 93-51819
- 3 齐鲁等,纺织学报,1993,14(2):4
- 4 吴宏仁等译,聚丙烯纤维的科学与工艺(上册),纺织工业出版社,1987,311~317
- 5 善田达也,加工技术,1987;22(11):5
- 6 曹鼎汉,红外技术,1994;16(4):46
- 7 曹鼎汉,红外技术,1994;16(2):46
- 8 梁爱宜等,红外技术,1993,15(5):41
- 9 杉谷寿一,加工技术,1987;22(11):8
- 10 山本和秀,加工技术,1996,31(4):226

(责任编辑 郑世沛)