文章编号：1000-5889(2004)04-0080-04

远红外功能性羊绒、丝绒织物整理工艺的研究

方景芳[1]，魏 昆[1]，王进美[2]，何兰芝[1]，艾宏玲[1]，夏兆宁[1]

(1. 兰州理工大学 机电工程学院，甘肃 兰州 730050；2. 西安工程科技学院 纺织学院，陕西 西安 710048)

摘要：运用纳米技术，研究了远红外材料的液相制备技术.通过一系列实验对比，得到了稳定的纳米整理剂.利用纳米整理剂研究羊绒、丝绒产品的整理工艺，开发了纳米远红外保健、保暖羊绒衫等高档功能性新产品.

关键词：羊绒；纳米；远红外；整理

中图分类号：TS195.597 **文献标识码**：A

Investigation of finishing technique of cashmere and velour with far-infrared function

FANG Jing-fang[1], WEI Kun[1], WANG Jin-mei[2], HE Lan-zhi[1]
AI Hong-ling[1], XIA Zhao-ning[1]

(1. College of Mechano-Electronic Engineering, Lanzhou Univ. of Tech., Lanzhou 730050, China; 2. College of Textile, Xi'an University of Engineering Science Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract: The nano-technology is employed to investigate the preparation technique of liquid phase of far-infrared materials. By means of a series of experimental comparison, a stable nano-agent of finishing is obtained. This nano-finishing agent is then used to investigate the finishing technique of cashmere and velour products and, further, develop new high-grade factional products of cashmere sweaters with function of health protection and heat preservation.

Key words: cashmere; nano; far infrared; finishing

纳米技术在服装材料中的应用已引起世界各国的关注，特别是近年来由于新材料和材料科学的发展，使纺织学科的内涵及外延均发生了根本的变化.在美国、欧洲、日本等发达国家都有涉及纺织产品开发加工的纳米技术中心，我国在纺织应用领域的研究更是位于世界的前列.目前国内外纳米技术的应用主要在各类化学纤维，包括聚酯(涤纶)、丙纶纤维等，目的是开发各类功能性纺织产品，如远红外保健、抗菌、防污、抗静电、抗电磁波、抗紫外线等[1]，而对蛋白质纤维的研究相对较少.

羊绒纤维是一种天然高档的蛋白质纤维，该纤维细度细、轻盈、柔软滑糯、保暖并富有独特的华贵感，因此被人们誉为“纤维皇后”.蚕丝同样为一种珍贵的天然蛋白质纤维，其手感滑爽、光泽明丽、具有华贵感，深受人们喜爱.现代研究表明，蚕丝织物对人体具有良好的自然保健性能，能降低人体血压，滋润皮肤.为此，首先选择羊绒和丝绒类高档织物为载体，进行远红外纳米保健产品的研究.

1 纳米远红外功能性整理的意义

一般称分散相尺寸在1～100 nm之间的复合材料体系为纳米复合材料体系，纳米材料不仅在高技术和军工领域有重要用途，而且在轻工、纺织等工业民用部门也有应用开发的价值，并将产生巨大的经济效益.把具有某些方面特性的纳米材料或超细粉末复合到纺织纤维中去，可以赋予纤维特殊的使用功能，如抗紫外线、远红外、抑菌等功能，而且由于这些纳米材料或超细粉末是复合到纺织纤维中的，因此不会被水洗掉.也就是说，纳米材料在纺织纤维中的应用和进行大规模生产是可行的.

物理学把0.76～1 000 μm区域的电磁波称为红外线.红外线由发现到应用已经历了100多年的历

收稿日期：2003-06-06
基金项目：甘肃省自然科学基金(ZS022-A25-006)
作者简介：方景芳(1964-)，女，甘肃兰州人，副教授.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

史,它在纺织品上的应用,最适合的是 0.2～5.0 μm 和 4～14 μm 两个区域的电磁波[2].远红外线陶瓷粉吸收人体发射出来的热能,转化成向人体辐射一定波长范围的远红外线,其中以易被人体吸收的 4～14 μm 为主.辐射热会促使这类原子间伸缩和弯曲振动,这样可使人体皮下组织中血管扩张、血流量增加,促进血液的循环.由于热量在人体与红外线陶瓷粉层之间反复反射,减少了热量损失,从而提高了保温性.此外,它还具有活化肌体、消除疲劳、调节自律神经等功能[3].迄今关于应用陶瓷微粒粉、超细粉或纳米级材料产生远红外的原理,大致有两种观点:一是认为陶瓷微粒粉吸收太阳辐射短波部分(即远红外部分)能量,并以潜能形式释放出来,使之产生保暖、保健功能;二是由于陶瓷微粒粉热传导率低,而辐射率高,因此它能将人体散发的热量积蓄起来,以原红外的形式放出,以增加织物的保暖性.远红外保健纺织品的最大优点在于方便,使人们能在随意自如的生活、工作、学习和睡眠中得到持久的保健效果.由于远红外线穿透力较弱,贴身穿着效果最好,也就是说,远红外纤维直接接触皮肤效果最好[4].对织物进行远红外功能整理的基本方法是采用涂层整理和化学纤维纺丝加工,据国际经贸消息市场导报报道:美国市场对涂层织物的需求以大约 3%的速度增长,至 2005 年将达到 5.27 亿 m^2,故本实验选择浸渍涂层整理的方法.

2　有机-无机复合纳米材料的制备

根据纳米材料的制备特点,选择了液相法生产纳米微粒,分别制备了 ZrO_2,TiO_2 等纳米材料.由于各种材料均为粘稠的含水溶胶微粒状态,纳米粒子处于水合氧化物的分散状态,因此称之为单分散纳米材料,其外观为半透明的乳白色膏状物,反应原理如下:

(1) 采用氯氧化锆与氨水反应制备氧化锆:

$$ZrOCl_2+2NH_4OH \longrightarrow ZrO_2+2NH_3+2HCl+H_2O$$

(2) 采用钛酸丁脂水解制备二氧化钛:

$$(CH_3CH_2CH_2CO)_4Ti+2H_2O+2O_2 \longrightarrow TiO_2+4CH_3CH_2CH_2COOH$$

新形成的单分散纳米材料,依靠水合溶胶的胶团间静电斥力作用而相对稳定.但由于布朗运动和胶团的碰撞,随着时间的延长,微粒间就逐渐会产生二次团聚,使微粒粒度变大.为此,研究使用有机材料保护纳米微粒,使纳米粒度稳定性大大增加.

3　不同粘合剂对远红外性能的影响

远红外性能评价的直接指标是远红外全发射率.一般认为远红外发射率高于 80%,即可对人体有明显的保健作用[5],而对在纺织材料中的应用性能来说,目前普遍以远红外温升效应为主要指标进行分析[6].对于各类粘合剂材料,在一定条件下对织物进行整理后,测试各试样的远红外温升性能及耐洗涤性能.表 1 给出了不同粘合剂对远红外性能影响的结果.

表 1　不同粘合剂对远红外性能的影响

Tab.1　Different bond's influence to the far infrared raising function

粘合剂种类	丙烯酸脂	不饱和聚脂	机硅树脂	聚乙烯醇
未洗涤前的温升值/℃	3.7	3.5	4.1	3.9
洗涤 20 次后的温升值/℃	2.4	2.9	4.0	2.1

由表 1 可知,尽管采用了一系列交联反应,但丙烯酸脂和聚乙烯醇的耐洗性能较差,而有机硅树脂的性能最为优异,故采用有机硅树脂作为远红外整理剂的粘合材料.据文献[1]报道在 ZrO_2 与 TiO_2 用量比为 2∶1 时,其远红外温升效应达到了最大值,为此在后续实验中,纳米整理剂选用了这一混合比例.

4　纳米远红外整理工艺的研究

织物吸附纳米整理剂的多少是由试验后织物重与试验前织物重的差值 Δm 来衡量的,因此,用具有代表性的纯羊绒和 55/45 丝绒(天然丝 55%,羊绒 45%)混纺 2 种原料,通过各种不同工艺的对比实验,并由绘出的羊绒和丝绒试样曲线进行实验分析.

将试样剪成 10 cm×10 cm 大小,羊绒、丝绒织物各 25 块,分别分成 5 组并逐个编号后,将试样在规定的条件下按以下步骤进行实验:称重(试样原重)→纳米整理剂中浸泡→烘干→称重(测试后试样重量).

4.1　pH 值对温升性能的影响

讨论 pH 值对温升性能的影响,实际上是讨论 pH 值对织物与整理剂的吸附性能的影响.采用氨水和醋酸调节溶液的 pH 值,控制不同的 pH 值,测试整理后织物的温升性能.结果表明当 pH 值在 6～7 范围时,温升性能较好[1].

4.2　整理剂用量对整理羊绒、丝绒织物的影响

图 1 给出了整理剂用量与 Δm 之间的关系图.实验其它工艺条件:浴比 1∶10,恒温水浴锅中浸渍温度 40 ℃,浸渍时间 10 min,烘箱烘干温度110 ℃,烘干时间 30 min.

由图可知:随着纳米整理剂用量的增大,织物中整理剂的吸附量随之增加,这就意味着远红外发射

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

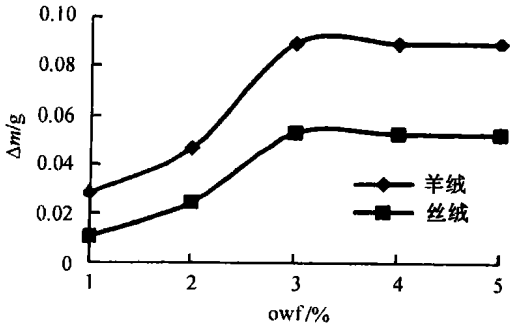

图 1 整理剂对织物用量的选择

Fig·1 Selection of finishing agent dosage for different fabrics

率相应提高·当整理剂对织物用量的值 owf 大于 3% 后，吸附值的变化非常微弱，这是因为纳米整理剂用量达到一定值后，纤维涂层表面单位面积上的纳米粒子的数量已达到一个稳定的值，为此，在后续实验中 owf 值选择 3%.

4.3 恒温水浴锅中水温对整理羊绒、丝绒织物的影响

图 2 给出了恒温水浴锅中水温与 Δm 之间的关系图. 实验时其它工艺条件：owf 值 3%；恒温水浴锅中浸渍时间 10 min；浴比 1∶10；烘箱烘干温度 110 ℃；烘干时间 30 min.

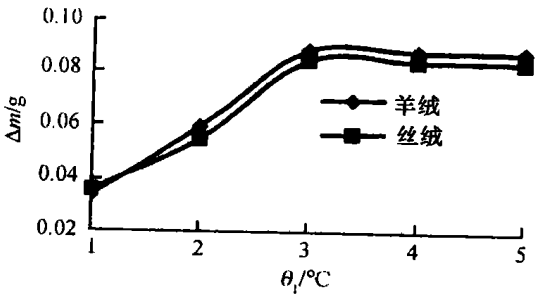

图 2 恒温水浴锅中水温的选择

Fig·2 Selection of water temperature in thermostat boiler

由图可知：随着恒温水浴锅中水温的增加，整理剂的吸附量随之增加，当温度值大于 40 ℃后，吸附值的变化非常微弱，为此，在后续实验中温度值选择 40 ℃.

4.4 浴比对整理羊绒、丝绒织物的影响

图 3 给出了浴比与 Δm 之间的关系图. 实验时其它工艺条件：owf 值 3%，恒温水浴锅中水温 40 ℃，浸渍时间 10 min，烘干温度 110 ℃，烘干时间 30 min.

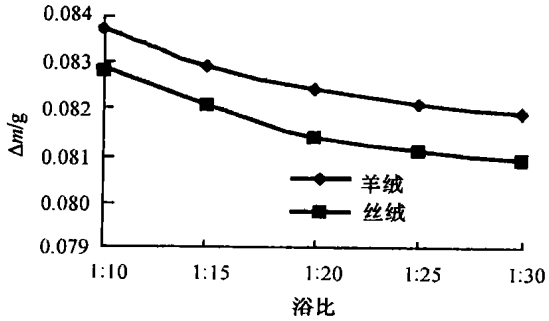

图 3 浴比的选择

Fig·3 Selection of bath ration

由图可知：在 owf 值一定的条件下，浴比的增加意味着相应体积浓度的减小，当浴比较小时，整理剂溶液不能对织物充分润湿. 从图中数据可以看出，当浴比大于 1∶10，吸附值的变化十分微弱，因此，在后续的实验中浴比选择为 1∶10～1∶15.

4.5 浸渍时间对整理羊绒、丝绒织物的影响

图 4 给出了浸渍时间与 Δm 之间的关系图. 实验时其它工艺条件：owf 值 3%，恒温水浴锅中浸渍温度 40 ℃，浴比 1∶10，烘箱烘干温度 110 ℃，烘干时间 30 min.

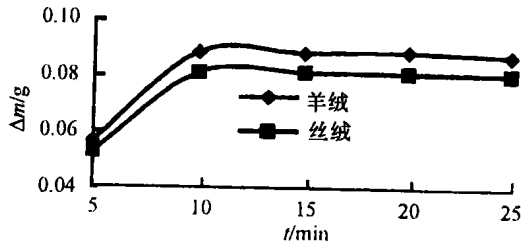

图 4 浸渍时间的选择

Fig·4 Selection of bath time

由图可知：随着恒温水浴锅中浸渍时间的增加，整理剂的吸附量随之增加，当时间大于 10 min 后，该值的变化不十分明显，为此，在后续的实验中浸渍时间选为 10～15 min.

4.6 烘干温度对整理羊绒、丝绒织物的影响

图5给出了烘干温度与Δm之间的关系图. 实

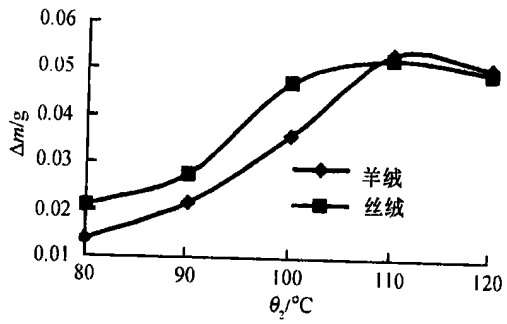

图 5 烘干温度的选择

Fig·5 Selection of drying temperature

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

验时其它工艺条件:owf 值 3%,恒温水浴锅中浸渍温度 40 ℃,浸渍时间 10 min,浴比 1∶10,烘干时间 30 min.

由图可知:随着烘干温度的增加,整理剂的吸附量随之增加,当烘干温度大于 105 ℃后,该值的变化较小,为此,在后续的实验中烘干温度选为 100～110 ℃.

综合以上分析,选取纳米整理剂用量、恒温水浴锅中水温、浴比、恒温水浴锅中浸渍时间、烘干温度 5 个因素作为正交实验的 5 个因子,另根据工艺需要选取了 5 个因素的 5 个水平,在机械搅拌的作用下进行正交化试验,实验结果见表 2.

表 2　5 因子 5 水平参数

Tab.2　Five-factors and five-level parameters

水平	A.织物用量 wof/%	B.恒温水浴锅中水温 θ_1/℃	C.浴比	D.恒温水浴锅中浸渍时间 t/min	E.烘干温度 θ_2/℃
1	1	20	1∶10	5	80
2	2	30	1∶15	10	90
3	3	40	1∶20	15	100
4	4	50	1∶25	20	110
5	5	60	1∶30	25	120

选 $L_{16}(45)$因素水平表作正交试验.从直观分析的角度出发,组成纳米远红外功能性整理织物的最佳工艺条件为 $A_3B_3C_1D_2E_4$.

5　生产应用

对织物的物理机械性能进行实验分析,结果见表 3.由表3可知,经过纳米远红外整理后,织物的各项指标均有所改善,织物的外观和手感保持了原有的风格特性,取得了预期的效果.

表 3　纳米远红外整理前后织物的各项指标

Tab.3　Quality indeces of fabic before and after far-infrared nano-finishing

指标	回潮率/%	撕破强力/N	悬垂性/%	抗起毛起球/级	保温性能/%
未处理丝绒试样(55/45)	18.7	355	45	3～4	63
处理后丝绒试样(55/45)	18.9	372	50	4	77

纳米远红外合理工艺流程为:缝合羊毛衫→洗涤→浸渍→漂洗→脱水→柔软及涂层→脱水→烘干→整烫→成品.纳米远红外整理主要在柔软整理工序中进行,烘干工艺也需进行相应的调整.在整理剂用量为 3%的条件处理下,织物的远红外发射率为 84%,达到了目前国内外对远红外织物性能要求的标准.

6　结论

1) 研究了远红外材料的液相制备技术,形成了稳定的加工技术并有效地防止了纳米材料的二次团聚现象.

2) 通过对比实验,选择了与有机硅粘合剂混合,形成了稳定的纳米远红外织物整理剂.

3) 利用工艺对比试验,确定了最佳的应用整理工艺,并将该技术应用于实际生产中,成功地开发出具有独特的保暖、保健功能的纳米远红外羊绒、丝绒产品.

参考文献:

[1] 王进美.纳米远红外功能性羊绒织物整理研究 [A].姚　穆,姜寿山.第三界中国国际毛纺织会议论文集 [C].北京:中国纺织出版社,2002.283-286.

[2] 黄益民,段重高.远红外辐射陶瓷纤维-X1 对人体微循环影响的研究 [J].中国运动医学杂志,1995,14(4):216-219.

[3] 徐卫林.远红外织物保暖功效测试方法的评估 [J].纺织标准与质量,1996,(4):19-20.

[4] 曹俊周.远红外纺织品的功能评价研究 [J].服装科技,1995,(3):19-23.

[5] 张兴祥,赵家祥.远红外织物的保健性能 [J].红外技术,1996,18(6):33-36.

[6] 梁晓艨,沈兰萍.远红外织物保温保健纺织品保温性能测试方法研究 [J].现代纺织技术,2000,8(1):29-31.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net